

グローバル経済下での各国製造業の
協力の在り方に関する調査研究

平成 21 年 2 月

財団法人 企業活力研究所

委託先 財団法人 製造科学技術センター



この事業は、競輪の補助金を受けて
実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp/>



要旨

本調査研究では、ERIAアジア加盟国における製造業について、その現状を精査し、環境問題、資源・エネルギー制約、技術開発力の不足、技術の伝承等の製造業が抱える問題点を明らかにし、それを解決するための技術的、社会的な課題について整理し、研究協力のテーマ例及び枠組みを提案することを目的とする。

調査研究は、域内製造業、エネルギー・環境問題、製造技術の3点につき現状と課題を把握し（第2章）、上場200社を対象にしたアンケート調査、及びインターネット調査を実施し日系企業の域内の活動と課題の抽出を行った（第3章3.2節）。また、経済産業省でまとめている「技術戦略ロードマップ」のサステナブル・マニファクチャリング技術戦略ロードマップを基礎に、対ERIAアジア加盟国への技術協力候補の同定を試みた（第3章3.3節）。域内諸国のリサイクル・リユースの現状と課題を把握し抽出した（第3章3.4節）。次に、日本企業3社の中国、ベトナム、マレーシア等での環境・省エネ分野事業の事例を調査した（第3章3.5節）。最後の第4章で調査の結果をまとめ、技術移転テーマの選択、方法、共同研究開発テーマの選択、及び事業化のロードマップを提示し、人脈形成と情報交換の場の設定、実行体制の整備の必要性を説いた。域内の持続可能なものづくりを普及展開することは、わが国と域内の発展に不可欠であることを示した。

調査研究概要

第1章 調査の目的と背景

ASEAN10ヶ国及び日本、中国、韓国を含む東アジア地域及びインドにおける経済は近年急速に成長している。日本及び欧米諸国の活発な投資に加え最近では地場資本も活発な投資を行うことにより、この地域は世界の製造拠点となってきている。

このように拡大している東アジアに対する経済連携がいろいろなレベルで進められており、ASEANを核とした東アジアの取り組みに対し政策提言等の知的支援を行うため、ASEAN各国と日本、中国、韓国、インド、オーストラリア及びニュージーランドの協力によりアジア版OECDともいふべき「東アジア・ASEAN経済研究センター（ERIA）」が設立された。ERIAでは様々なテーマについて研究を行っていくことになっているが、東アジアの製造業及び製造技術の向上と技術格差是正に関する取り組みについてはあまり明確になっていない。今回の調査においては、東アジアにおける製造業について、その現状を精査し、環境問題、資源・エネルギー制約、技術開発力の不足、技術の伝承等域内の製造業が抱える問題点を明らかにし、それを解決するための技術的、社会的な課題について整理し、ERIAが各国に政策提言する内容も念頭に、研究協力のテーマ例及び枠組みを提案することを目的とする。

東アジア地域では、人口の爆発的な増加等を背景にして今後も大きな経済成長が見込まれ、エネルギー需要が急激に増加し、これと合わせて環境・エネルギー等の対策に係る需要も増大していくことが予想される。わが国の対アジア政策として、日本は環境・資源・エネルギー等の課題への対応について世界トップレベルの製造技術を有することから、それらを活用してアジアにおいて引き続き重要な役割を担いかつ今後もアジアとともに成長するシナリオを基礎とすることが現実的である。このように資源制約と地球環境問題がアジアのみならず世界にとって最も重要な課題であることに鑑み、持続可能な環境及び社会に貢献することのできるように、環境に配慮し持続可能な生産活動を目指すサステナブル・マニュファクチャリング技術について重点的に検討を行う。

第2章 ERIAアジア加盟国の現状と今後の見通し

2.1 ERIAアジア加盟国における製造業の現状と今後の見通し

本節では、ERIAアジア加盟国における製造業について、これまでに知られている事実やデータを、既存の調査研究や各種の記事、学術文献、データベースなどにより収集し、本調査研究の目的に有用と思われるものを精選し整理して、現状と今後の見通しをまとめた。

ERIAアジア加盟国には、様々な特性を持つ国が含まれ、その製造業の特徴をまとめて議論することは難しい。それにもかかわらず、アジア製造業は、ひとつの地域共同体としての特徴を持ち始めている。産業地域としてのアジア圏を特徴付けるものは、原始的な農業から始まり、地場産業としての製造業、先進国からの技術移入による先端生産基地、あるいはサービス機能の役割分担まで、多様な産業が地域的に同時に存在しており、グローバル化による外部要因に牽引されて、急速に変化していることであろう。ERIAアジア加盟国における製造業の状況は、次のように大別できるであろう：①地場技術によるローカルなものづくり（国内市場を相手とする国際競争力のないものづくり）、②国際分業による生産基地化（現地の安価なインフラを活用する完全移入技術によるグローバル市場を相手とするものづくり）、③移入技術の現地化（移入技術を基にしながら、現地人材による技術の定着化）、④製品設計から生産までの現地適応（現地人材による設計から生産までの一貫化）、⑤研究開発機能（先端製品開発のための研究開発機能の現地化）。

国際分業は、上記のような発展段階に応じた垂直分業の様相が基本であるが、発展途上地域も先進国を目指しているとすれば、次々と新たに途上地域を見出して移転していかねばならず、垂直分業のモデルは持続可能にはならない。より安定した持続可能性の高い国際分業のためには、発展レベルに依存する垂直分業の形態から、各国・地域の特性を生かして分業する水平分業の形態への進化をはかり、アジア域内市場を活性化することが重要であろう。

環境問題は、経済成長と連動してアジア地域にとって喫緊の課題である。汚染物質の回収や利用、廃棄物削減、資源循環などは、資源の有効利用としてもものづくり技術の基幹的課題となる。製造の国際分業のなかで、地域特性を生かした効率のよい資源循環を実現していくことが必要である。

以上のような事柄について、詳細な検討の参考のために、本調査研究の対象となる主な国の基本データを表にして示し、各国の製造業の発展状況と国際分業の現状について、既存資料を参考にしてまとめた。さらに、ASEAN主要加盟国、韓国、中国、インドについて、特徴となる情報を記述した。

2.2 ERIAアジア加盟国のエネルギー及び環境問題の現状

本節では、ERIAアジア加盟国のエネルギー及び環境問題について、これまでに知られている事実やデータを、既存の調査研究や各種の記事、学術文献、データベースなどにより収集し、本調査研究の目的に有用と思われるものを精選し整理して、現状をまとめた。

製造業の発展にとって、エネルギー・資源問題および地球環境問題は重要である。ここで、エネルギー・資源問題は、エネルギー・資源の枯渇に備えて浪費を防ぎ、

代替のエネルギー・資源を開発したり、エネルギー・資源の生産性を高めることなどを言う。一方、地球環境問題は、環境汚染、廃棄物増大、地球温暖化などを防止して、持続可能なものづくりの実現を目指すことをいう。製造業にとって、この二つの問題は、長期的な視点に立てば相反するものではない。この二つの問題に対応しつつ、グローバルな市場で競争力を向上させることが、現代の製造業の課題である。

ERIAアジア加盟国地域においては、近年の経済成長により、地球環境問題は悪化し、エネルギー・資源問題が起きつつあるといわれている。アジアにおける地球環境の悪化は、人口増大や都市化により引き起こされているものが多いが、工業化の影響も甚大である。当面の競争力強化の要求に押されて、低コストな生産を目指し、この二つの問題をないがしろにすると、後世で大きな付けを支払うことになる。この課題については、長期的な視点が重要である。

ERIAアジア加盟国には、国内資源や人口の規模、工業化の度合いなどが極端に異なる国々が含まれている。その環境対策やエネルギー・資源戦略もまた多様であろう。各国の利害を背景としながらも、30億人の人口を抱える巨大市場となりつつあるアジア地域において、地域的な結びつきを基に、互いに補完的にエネルギー・資源問題および地球環境問題の解決を図っていくことは重要である。

本節では、既存の調査やデータに基づいて、ERIAアジア加盟国のエネルギーや資源の需給状況を議論する。世界全体の需給状況に比較して、これらの諸国・地域においては著しい経済成長によりエネルギーや資源の逼迫が起こっている。また、技術や社会制度の未成熟により、エネルギーや資源の浪費があり環境汚染を引き起こしている場合がある。このような環境問題についても現状を調査する。さらに、ASEAN主要加盟国、韓国、中国、インドについて、特徴となる情報を記述した。

2.3 ERIAアジア加盟国のものづくり技術の現状と課題

本節では、ERIAアジア加盟国のものづくり技術について、これまでに知られている事実やデータを、既存の調査研究や各種の記事、学術文献、データベースなどにより収集し、本調査研究の目的に有用と思われるものを精選し整理して、現状と課題をまとめた。

ERIAアジア加盟国を主体としたアジア諸国は、その国家の大きさや経済・社会の発展の程度が大きく異なるが、厳しいグローバルな技術競争化にあって、アジア地域内で各国の利点、弱点を相互に補完しながら発展していけるような技術発展のモデルが望まれる。そのために工業化における国際分業は重要であり、国際分業の観点からもものづくり技術の現状を探る。

ものづくりの技術は、基礎学術と現場技術の関連が重要であり、健全なものづく

り技術の発展のためには、この二つが車の両輪のようにつりあって成長しなければならない。成功した国際分業では、例外なく現地人材の育成に熱心であり、国家レベルでの国際分業支援にはこのような長期的な視点は欠かせない。国際分業を通じたものづくり技術力を養い、将来の独自のものづくり産業を発展させることが、発展途上国の課題である。

アジア各国は、地域内で競争するとともに、アジア地域全体として発展していくという方策が重要である。現状では必ずしも経済合理的に運用されていない資源や製品の流れを分析し、各国の特性を基に、相互補完的なアジア生産ネットワークを構築することは、とりわけ持続可能性の追求の観点から意味がある。

ものづくりにおける環境問題は避けて通れない課題である。損なわれた環境を回復するためには莫大な費用がかかる。予防保全の考え方にに基づき、初めから環境問題を起こさないような工業化が必須である。先進国の省エネルギー・省資源技術は、少ない投資で後進地域の環境問題を画期的に改善できる可能性がある。アジア生産ネットワークにおいて合理的なエネルギー・資源利用を追求していくことは、アジア製造業の持続可能性を向上させ、競争力強化に貢献する。アジア各地域では、3R（Reduce、Reuse、Recycle）を掲げた環境対策プロジェクトが活発に推進されており、ものづくり技術はその主役として、技術移転や国際分業が進められている。

ERIAアジア加盟国のものづくり技術の今後の課題も多様である。主な課題として、グローバル化のなかでの先進国との競争、地域特性の活用、人的資源の涵養、環境問題への対応、などがあげられる。

本章では、東アジア地域全体と世界を比較しつつ、アジア地域内の各国の状況を比較検討して、ものづくり技術の現状を調査し、今後の課題を考察した。さらに、ASEAN主要加盟国、韓国、中国、インドについて、特徴となる情報を記述した。

第3章 製造業のERIAアジア加盟国での協力に関する検討

3.1 調査研究方法

委員会 ものづくり技術、環境関連技術、技術移転、国際協力、東アジア地域での国際分業体制に見識のある委員で構成された委員会を3回、ワーキンググループ委員会を6回開催し分析・提言を行った。

ヒアリング JETRO、UNIDO 東京事務所、アジア経済研究所、(社)日本自動車工業会、(財)家電製品協会、東京大学 AGS 等を対象に行った。また、ERIA 諸国でビジネス活動を行なっている東芝、日立製作所、清水建設を対象にヒアリングを行なった。

アンケート調査（国内） 主要自動車メーカー、主要工作機械メーカー、主要家電メーカー、主要プラントメーカー・ゼネコン等、200社を対象に実施した。

アンケート調査（海外） ERIA であがっている東アジア域内研究機関（中国社会科学院、途上国リサーチ情報システムセンター（インド）、国際戦略問題研究所（インドネシア）、対外経済政策研究院（韓国）、フィリピン開発研究所、シンガポール国際問題研究所、タイ開発経済研究所、ベトナム中央経済管理研究所、アジア開発銀行 等を含む、約 16 機関にアンケートを配布した。

文献調査 日本貿易振興機構 アジア経済研究所、UNIDO 東京事務所、東京大学 AGS (Alliance for Global Sustainability) 等、国内のアジア研究の主要機関を対象に文献調査を行う。海外現地調査は本調査事業の範囲にふくまれていないため、国内各種機関にある諸文献を対象に、主に工学分野の専門家の視点からレビューし分析を行なった。

3.2 我が国企業のERIAアジア加盟国への製造業投資の現状

・製造業投資の従来調査

通商白書など過去の調査・分析によれば、東アジアが世界の工場としてまた市場として発展していく中で、東アジアの生産ネットワークが構築され深化しつつある。これをさらに発展させ、地球的課題も考慮しながら東アジアの持続的発展を目指すためには、アジア域内で一体化した政策とそれに関係する技術協力プログラムが必要と考えられる。これまでの調査・分析においては、主にいわゆる経済的観点からなされており、技術協力の面からアジアに拠点を持つ企業の意識調査が必要と考えられる。

・製造業投資のアンケート調査

我が国ものづくり企業に限定するとともに、過去の調査でやや不十分と思われる東アジアへの「技術移転」、「研究協力」についての企業としての考え方をアンケートによって調査を行った。ただし、過去のデータとのサンプルや調査時期の違いを把握するため、製造業における主たる投資である「現地化」についても調査した。アンケートは2種類で、我が国大企業の考え方をを知るための企業アンケートと中小企業も含む現状を把握するため現地赴任経験のあるインターネットモニターアンケートを行った。

・現地化に関する考え方

アジアには、NIEs、ASEAN 4、CLMV、中国、インド、オーストラリアなど人口・経済規模・政治体制において多様性があるが、企業の考え方や問題点において、顕著な差は見られない。どの国も満遍なく様々な問題点を含んでいることがわかった。すなわち、各国ごとにビジネス上の問題は多様であったとしても、政策に係るようなマクロ的な選択式設問では、回答に大きな差はないと考えられる。これは、アジアはその関係を一体化・深化させていること、我が国製造業にとってでき

るだけ共通のものづくりを指向する考えが根底にあることも関係していると思われる。

・技術移転に関する考え方

技術移転は、「現地への工場進出」および「現地企業との合弁」が多く、ライセンスやエンジニアリングは少ない。「環境技術」の移転も数多く、生産技術などの他の技術に比べて見劣りしないレベルにある。省エネ技術と環境汚染技術が多いが、リサイクル・省資源・LCAも複数の技術移転がなされている。問題点として教育した人材の流出やノウハウ流出が挙げられている。充足度は、「満足」あるいは「どちらでもない」が多く、問題はあるが簡単に解決できる問題ではないというややあきらめの様子が窺われる。

・研究協力に関する考え方

研究協力は、主として、「自社のグローバル展開」を目的として政府機関・大学との共同研究を行っている姿が浮かび上がる。「相手国の研究レベルの高さ」という回答も22.5%あった。研究協力の問題点については、技術協力とほぼ同様の傾向がみられる。環境技術の研究協力は、技術分野などに技術協力と同じ傾向が見られるが、標準化が大幅に少ないという特徴がある。IMSなど欧米との共同研究との違いがここに見受けられる。なお、企業調査に比べてインターネットモニタ調査では環境技術移転のサンプルが激減しており、大企業による技術移転が主流である可能性がある。

・政府に対する要望

我が国政府の現状の取り組みに対する満足度や今後期待するかという質問に「どちらでもない」という答えが多い。しかし自由記述では、知的財産権の問題、技術協力における優遇政策、現地企業との公平なビジネス環境など、我が国政府が取り組むべき課題が数多くみられる。期待と現状の対応にミスマッチがあることが考えられ、更なる調査が必要である。また、現地人材の教育などJETROをはじめ我が国政府の真摯な取り組みが十分に伝わっていない可能性がみられる。今回の調査では、現地企業ではなく本社の考えを問うたため、このような結果になったとも推察されるが、これは改善していく必要があると思われる。輸送機器業界や電機・電子業界や精密機械業界などの消費財生産型業種とプラント業界、建設業界、商社などエンジニアリング型業界では、政府に関する要望が異なる可能性がある。前者では知的財産保護などの公平なビジネス環境への政府のバックアップであり、後者では制度を含んだ産官学協調によるシステム的なアプローチが考えられる。

・日本企業から見た各国毎の特徴

世界は急速にグローバル化しており、東アジアも統合的生産ネットワークとして深化している。本調査の結果でも現地化だけでなく、技術移転や研究協力における

質問でも国による違いは明確ではなかった。東アジア経済・環境共同体構想における取り組みにおいて、アジアを一体として考えた取り組みが可能であると思われる。

3.3 ERIAアジア加盟国製造業との域内協力体制

東アジアの貿易は、2006年には、輸出額で3兆4,912億ドルに達し、世界貿易の約30%を占めるまでになっている。これは、近年のアジア諸国の急速な工業化の進展によるものである。それは、これらの国が、高度な設備機械類や部品を外部、特に日本から導入することで、高度な技術の蓄積を待たずに製品の高度化を図り輸出を振興することで成し遂げられた。日本が今後も設備機械類、高機能素材類、あるいは高精度部品類を供給し続けることで、アジアにおけるこのような生産分業体制を持続していくためには、進出先国・地域における立地優位性の追及、分業の便益の戦略的利用、本国側の比較優位創出、産業集積における関係構築などが重要となる。

一方、今後このような工業化の前提となる資源が不足してくるという問題がある。これを解決するには、従来のように地下資源にばかり頼るのではなく、地上資源に目を向け、リユース・リサイクルの促進を図る必要がある。ただし、上記のような域内分業体制の中で、資源循環を実現していくためには、必然的に国際循環を実現する必要がある。このためには、まず各国のリサイクル体制の整備が必要であると共に、製品ごとに国際循環のモデルを構築し、適切な循環サプライチェーンの計画と管理を行っていく必要がある。

3.4 ERIAアジア加盟国製造業との製造技術関連協力テーマ

本節では、NEDO 3R 技術データベース、経産省技術戦略マップ「設計・製造・加工」分野から技術移転、研究協力が望ましい技術テーマの抽出を行った。その結果、技術移転が望ましいテーマに関しては、3R 技術データベースでは、リサイクル困難物を対象とした技術が挙げられた。技術戦略マップでは、比較的テーマ設定が明確な、ある程度移転可能な技術が存在する技術テーマが並んだ。

展開型研究協力が望ましいテーマに関しては、3R 技術データベースでは、再資源化のためのプラント、システムに関する技術テーマが抽出された。技術戦略マップでは、比較的共通性が高く、なおかつ、開発された技術を利用するためにローカライズが必要な技術テーマが並んだ。

さらに、アジア視点での研究協力が望ましいテーマとしては、今後大きな課題になることが予想される重要課題、すなわち、図面情報・マークの共通化、サプライチェーン、トレーサビリティ、詰め替えビジネス、および、社会の安全・安心に関する技術テーマが並んだ。

本章で技術移転が望ましい技術テーマとしてリストアップした課題は、これまでも各所で技術移転の対象として何度の取り上げられてきた課題であると予想される。すなわち、アジア諸国への単純な技術移転というのは、何らかの仕組み上の工夫がない限り上手く行かないのではないかと考えられる。

むしろここで注目したいのは、展開的研究協力としてリストアップされた技術テーマである。すなわち、ある程度技術シーズがあり、現地のニーズをくみ取り、それに対応する形でローカライズすることにより、システム、プラントの完成度を高め、それをブラックボックス化、ターンキーパッケージ化して技術供与する方法である。我が国の技術は一般に、コンセプト、新たな枠組の提案、普及面では強みを発揮できていないが、要素技術の高さとそれを組み合わせた作り込みの精巧さには強みがあると考えられ、上記の方法は、この強みを活用できると考えられる。これらの運用、メンテナンス、更新についても長期にわたって支援する必要がある。

3.5 ケース・スタディ

・電機、電子産業におけるケース・スタディ

当該産業において中国・韓国を含む東アジア地域は、大きな可能性を秘めた巨大市場であると同時に、優れた労働力が確保できるグローバルな生産拠点である。また、近年では優れた技術系人材を輩出する開発拠点としての位置づけも強化されつつある。したがって同地域への技術移転は、①民間ベースでの商業的な技術移転、②現地生産拠点に対する我が国母体工場からの技術移転、③現地政府・企業との技術開発合意に基づく技術移転、の3種に整理した。

この中の①は通常の商品取引による製品／サービス販売をベースとするものであるが、日本企業と現地企業が資金と技術面で連携して温暖化効果ガスの削減プロジェクトを実施する国連 CDM プロジェクトの事例も多く見られるようになっている。本稿では株式会社 東芝によるベトナム国における CDM プロジェクトの事例を紹介している。これは我が国の優れた嫌気性発酵技術を現地の澱粉工場における廃水に適用することで、これまで大気放散されていたメタンを主成分とするバイオガスを効率よく回収してエネルギー源としても利用することで温暖化効果ガスの発生を大幅に削減しようとするプロジェクトである。

また②では現地における環境法規制の強化に対応するために、我が国から技術／ノウハウを提供する事例が出てきている。本稿では株式会社 東芝による中国杭州市の同社工場への分析技術移転の事例を紹介している。これは有害物質の使用規制である欧州 RoHS 指令、中国電子情報製品汚染防止管理弁法に対応するため、電子部品に含まれる鉛、カドミウム等の有害物質の濃度を確実に把握する必要があり、関連する技術／ノウハウを我が国国内の工場／研究所から移転した事例である。

更に③では現地政府が我が国に新技術の適用の機会を提供しつつハード／ソフト両面での新技術を受け入れ、共同で価値を高めていこうとする活動がある。本稿では、株式会社 東芝による中国広州市での自然エネルギー利用を目指した燃料電池活用に関する事例、JETROによるマレーシアに対する環境評価技術の移転事例を紹介している。

・家電リサイクルに関するケース・スタディ

家電リサイクルについて協力が可能なテーマは、(1) 手分解技術、(2) 設備エンジニアリング、(3) 有価物生産技術の3項目に分けられる。この中で(1)については、日本と同様の作業方法ではできないが、(1-1) 短時間で分解する作業方法の改善、(1-2) 有害物の回収と適正処理に関する管理手法、(1-3) 作業者の健康を配慮した作業環境の改善と安全対策など、ソフト面での協力が可能になるものと考えられる。中国の方に日本で実習してもらい、帰国してそれを実践する試験を実施した。手分解については日本人と同等であることがわかったが、回収した家電品は日本と異なり破損や主要部品の除去が進んでおり、将来、法律が施行されたとしても、分解時間の延長や、有価物回収量が少ないという懸念があった。

今後、(2) 設備エンジニアリング、(3) 有価物生産技術についての技術移転が今後必要と思われる。設備面では、断熱材フロン回収や、金属・プラスチックの効率的分離装置、プラスチック類の材質ごとの選別技術が挙げられる。従来の手分解主体のリサイクルを超えて、より工業的なリサイクルプロセスが必要になってくれば、日本の機械方式を簡素化しつつ、手分解方式ともバランスさせる方式が望まれる。そのためのエンジニアリングについては中国には経験がなく、日本企業が協力する余地が高まっていくものと思われる。

・建設事業に関するケース・スタディ

本節は、アジア圏の異なる地域で進められている建設分野の4つの共同研究テーマをもとに、その背景・目的、事業概要、技術移転・事業化等の現地化の進め方をもとに、現状の課題を分析し、今後の取り組み課題を明らかにすることを目的としている。

ケース・スタディの対象は、マイクログリッドシステム（中国）、壁面緑化技術（シンガポール）、自然浄化能力を活用した土壤汚染対策技術（タイ）、難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術（ベトナム）のに関する共同研究開発であり、それぞれの国における共同研究開発の背景・特徴及び適用された手法が比較分析できるように関連資料を整理し、参画者へのヒアリング等を踏まえ課題を確認した。

以上のケース・スタディから、ものづくり技術とともに必要とされる環境技術に関する共同研究開発においては、①我が国の高性能な環境技術だけではなく、調査・分析、リスク評価、モニタリングなどのライフサイクル対応での環境技術をバランスよく強化し、ライフサイクルでの対応において競合諸国に対する優位性を確保し、それに基づく基準・制度を確立して同時に移転していく必要があること、②これらの研究・技術開発は、分野により取り組み状況に差異があるため、現状の技術開発プロジェクトの重点的推進、官民協力による現地調査にもとづく新規技術開発プロジェクトの設立、分野横断的な技術開発プロジェクトの検討などに分類して体系的に推進する必要があること、の2点を提言している。

第4章 まとめ・今後の課題と展望

4.1 ERIAアジア加盟国製造業との協力の具体的方法の検討

ERIA アジア加盟国製造業は、国によって程度の違いはあるもののこの10年ほどの間に急速にその規模を拡大し、世界のものづくりセンターとなりつつある。しかし、我が国や欧米諸国に比べると、国によって成熟度には大きな差があるものの、ものづくり技術の基盤は弱く、またものづくりに伴う環境問題についての対応はまだ不十分である。さらに最近では急速な製造業の発展を背景として世界的な資源、エネルギー需要の逼迫を引き起こす懸念も顕在化している。

我が国のみならず、域内製造業の持続可能的発展を確保していくため、第一歩として、ものづくり技術に関する情報交換の場を設け、技術移転や共同研究プロジェクトを進めていくような仕組みを作ることがまず必要である。継続的に日本型サステナブル・マニュファクチャリングをERIA域内に普及・展開していくためには、人的相互理解を深めていき、人材交流を活発にすることによって、現地の真のニーズを把握することが必要である。

ERIA域内諸国への国際化戦略と同地域との適切な国際分業の構築が企業の競争優位の構築と成長の持続、さらには産業空洞化の克服と日本の産業の競争力回復に必要不可欠である。従って、日本企業は国際分業のメリットを自社の戦略に取り入れていく必要がある。現在ERIA地域に形成されている国際分業体制は短期に変化するものではなく、中長期にわたって持続する構造であり、日本企業は、この地域の地場や外資の企業群との連携、補完、分業関係の構築を進め、それを利用して自らの競争優位性を高める必要がある。

環境問題やエネルギー問題は国の政策として取り組んでいる、より公共性が高いテーマである。ものづくりに伴う環境技術や省エネルギー技術等を域内に普及展開するため、積極的に日本企業を持つ技術をニーズのある企業に、ノウハウをブラックボックス化して普及する仕組みが重要である。その前提として、現地の「真の民

間ニーズ」を発掘する仕組みの構築が鍵となる。

技術移転テーマについては、現地の環境課題への要求の度合いに応じて対応と仕組みを考える必要がある。テーマ選択を次のように分類できる；(1) 現地の課題の早急な解決要求が顕著なもの、(2) 現地政府の発展段階に応じた産業政策が必要なもの、(3) 現地の法令が公布され執行段階に入ったもの、(4) 域内諸国の足並みを揃えた共同研究開発が必要なもの。技術移転の方法としては、(1) 現地民間企業との民・民共同事業、(2) 現地研究機関との共同開発事業、(3) 現地政府・研究機関と包括的環境プロジェクトの平行な共同事業、(4) 環境モデルタウン・エコ工業団地事業がある。

ものづくりに関する共通のテーマについて共同研究プロジェクトを提案しそれを実行できる環境を整える必要がある。このようなプロジェクトは、民間のみでは難しく、多国間の協調対応が不可欠である。

知財権の取扱いについては、原則を定め、かつフレキシビリティを持って取り扱えるよう関係者で合意するための枠組みを作っていく必要がある。

4.2 実現に向けて

本調査研究により、グローバル経済下での東アジア各国との製造業、特にサステナブル・マニュファクチャリングについて、協力・国際分業の在り方、今後の進め方について、基本的な知見をまとめることができた。東アジアにおける持続可能な製造業の実現へむけて、東アジア地域における持続可能な国際分業・生産ネットワークの構築が強く望まれている。わが国製造業の将来にとっても、東アジア地域での持続可能な国際分業の体制は極めて重要な課題であり、またわが国の製造技術・環境技術が貢献できる分野でもある。本調査研究の成果を基に、東アジアにおける各国製造業の体制や技術、サステナブル・マニュファクチャリング技術開発などについて、今後さらに調査し実現すべき事柄について、基本的な考え方をまとめてみる。

・東アジアにおける持続可能生産・資源循環ネットワークのシナリオ構築

経済・技術発展の段階に依存する単純な国際分業では、持続可能な生産ネットワークを構築することはできない。各国の資源や地勢、人材などを効果的に活用できるような生産ネットワークのシナリオを迫及することが重要である。使用済み製品を回収しリサイクルなどの逆生産で資源を循環させる資源循環ネットワークも同様に考えられる。

・東アジアにおける持続可能生産・資源循環ネットワークの実現技術

自動車や情報機器、建築など、事例ごとに実績を蓄積し、国際分業により技術を開発・共有する仕組みを確立していく必要がある。

- ・日本の持続可能製造技術の技術協力戦略

地域性が低く移転しやすい技術、地域適合のための開発を必要とする技術、あるいは本質的にグローバルな視点が必要な技術、などの技術の位置付けを考察しながら、技術協力戦略を確立することが必要である。

- ・資源循環技術

レアメタルなど枯渇が危惧されている資源については、使用済み製品の回収やリサイクルなどの適切な資源循環技術の導入により、問題を解決できる可能性がある。このような資源循環の要素技術は、わが国が国際的に競争力を持つ分野である。

- ・省エネルギー技術

省エネルギー技術は、環境問題とは独立して技術開発や実用化が進んでいるが、持続可能性という視点に立ち、国際分業に固有の適用技術を明らかにすることは重要である。この分野もわが国が国際的に競争力を持つ分野である。

- ・標準化や法規制

国家間で標準規格や法規制が異なっていると、不必要な処理が強制される。持続可能生産・資源循環ネットワークにおいては、不合理な製造プロセスや活動は排除すべきであり、標準化や統合的な法規制へ向けた国際的な努力が必要とされている。

- ・研究協力と人材育成

国際分業で相互利益を享受するためには、技術レベルの平準化がひとつの基盤となり、人材育成は重要な課題である。学術側と企業側が協調して長期的に取り組む必要がある。

- ・継続的な技術フォーラムの設置

環境・資源問題については、他国や他地域の真の課題を見出すことや理解することは容易ではない。継続的な情報交換や技術交流を基礎として、相互理解を深めておくことが必須である。

上記の諸課題は、製造技術を主体としながらも、環境学や政治・経済・経営・社会・教育など様々な分野の知識を必要とする。今後の総合的な取り組みが期待される。

目 次

第1章 調査の目的と背景.....	1
1.1 調査の目的.....	1
1.2 調査の内容.....	3
1.3 調査体制	4
1.4 委員会開催状況	4
第2章 ERIA アジア加盟国の現状と今後の見通し.....	6
2.1 ERIA アジア加盟国における製造業の現状と今後の見通し.....	6
2.1.1 概要.....	6
2.1.2 ASEAN 主要加盟国における製造業の現状と今後の見通し.....	34
2.1.3 中国における製造業の現状と今後の見通し.....	39
2.1.4 韓国における製造業の現状と今後の見通し	44
2.1.5 インドにおける製造業の現状と今後の見通し	47
2.2 ERIA アジア加盟国のエネルギー及び環境問題の現状	51
2.2.1 概要.....	51
2.2.2 ASEAN 主要加盟国のエネルギー及び環境問題の現状.....	84
2.2.3 中国のエネルギー及び環境問題の現状	91
2.2.4 韓国のエネルギー及び環境問題の現状	98
2.2.5 インドのエネルギー及び環境問題の現状.....	100
2.3 ERIA アジア加盟国のものづくり技術の現状と課題.....	105
2.3.1 概要.....	105
2.3.2 ASEAN 主要加盟国のものづくり技術の現状と課題	135
2.3.3 中国のものづくり技術の現状と課題.....	137
2.3.4 韓国のものづくり技術の現状と課題.....	140
2.3.5 インドのものづくり技術の現状と課題	143
第3章 製造業の ERIA アジア加盟国での協力に関する検討.....	146
3.1 調査研究方法	146
3.2 我が国企業の ERIA アジア加盟国への製造業投資の現状.....	149
3.2.1 製造業投資の従来調査	149
3.2.2 製造業投資の現状調査	158
3.2.3 現地化の現状と考え方	165
3.2.4 技術移転の現状と考え方.....	172
3.2.5 研究協力の現状と考え方.....	184
3.2.6 我が国政府の取り組みに対する考え方	191
3.2.7 まとめ	202

3.3	ERIA アジア加盟国製造業との域内協力体制	205
3.3.1	東アジアにおける分業体制と棲み分け	205
3.3.2	域内資源リサイクルと還流	212
3.3.3	化学物質管理制度の現状と域内部品材料認証制度の必要性	233
3.3.4	まとめ	234
3.4	ERIA アジア加盟国製造業との製造技術関連協力テーマ	236
3.4.1	はじめに	236
3.4.2	技術テーマ抽出の前提	236
3.4.3	分類の座標軸	237
3.4.4	NEDO 3R 技術データベース	239
3.4.5	サステナブル・マニュファクチャリング技術戦略マップ	243
3.4.6	中小企業の事例	246
3.4.7	まとめ	247
3.5	ケース・スタディ	254
3.5.1	電機・電子産業におけるケース・スタディ	254
3.5.2	家電リサイクルに関するケース・スタディ	268
3.5.3	建設事業に関するケース・スタディ	275
第4章	まとめ・今後の課題と展望	292
4.1	ERIA アジア加盟国製造業との協力の具体的方法の検討	292
4.1.1	ERIA アジア加盟国について得た知見	292
4.1.2	現地化と国際分業	295
4.1.3	技術移転	296
4.1.4	共同研究開発	301
4.1.5	知的財産権及び成果の取り扱い	304
4.1.6	実行体制	304
4.2	実現に向けて	310
	参考資料：企業配布アンケート	313
	先行調査研究リスト	328
	参考文献リスト	330
	事業運営組織	348

第1章 調査の目的と背景

1.1 調査の目的

ASEAN10ヶ国及び日本、中国、韓国を含む東アジア地域及びインドにおける経済は近年急速に成長している。日本及び欧米諸国の活発な投資に加え最近では地場資本も活発な投資を行うことにより、この地域は世界の製造拠点となってきている。わが国の貿易・投資相手国として見ても、従来米国が中心であったが、東アジアの割合が高まっている。東アジアへの輸出 48% 輸入 42%、東アジアへの直接投資 26%に対して、NAFTA への輸出 22% 輸入 13%、NAFTA への直接投資 15%である（輸出入は平成 19 年度財務省貿易統計、直接投資は平成 16 年度財務省直接投資確定値による）。またこの地域における貿易上の結びつきも高まっており、域内貿易比率は制度的統合を行なった EU とも遜色のない水準まで上昇している（EU 域内貿易比率 60%に対して東アジア貿易比率 59% 通商白書 2005）。

このように拡大している東アジアに対する経済連携がいろいろなレベルで進められており、ASEAN を核とした東アジアの取り組みに対し政策提言等の知的支援を行うため、ASEAN 各国と日本、中国、韓国、インド、オーストラリア及びニュージーランドの協力によりアジア版 OECD ともいふべき「東アジア・ASEAN 経済研究センター（ERIA）」が設立された。まず第一歩として、ASEAN+3（日本、中国、韓国）域内の研究機関と協力し、域内の経済的発展に資する共同研究、研究者の派遣等を実施することとされている。

ERIA では様々なテーマについて研究を行っていくことになっているが、東アジアの製造業及び製造技術の向上と技術格差是正に関する取り組みについてはあまり明確になっていない。今回の調査においては、東アジアにおける製造業について、その現状を精査し、環境問題、資源・エネルギー制約、技術開発力の不足、技術の伝承等域内の製造業が抱える問題点を明らかにし、それを解決するための技術的、社会的な課題について整理し、ERIA が各国に政策提言する内容も念頭に、研究協力のテーマ例及び枠組みを提案することを目的とする。

東アジア地域では、人口の爆発的な増加等を背景にして今後も大きな経済成長が見込まれ、エネルギー需要が急激に増加し、これと合わせて環境・エネルギー等の対策に係る需要も増大していくことが予想される。わが国の対アジア政策として、日本は環境・資源・エネルギー等の課題への対応について世界トップレベルの製造技術を有することから、それらを活用してアジアにおいて引き続き重要な役割を担いつつ今後もアジアとともに成長するシナリオを基礎とすることが現実的である。このように資源制約と地球環境問題がアジアのみならず世界にとって最も重要な課題であることに鑑み、持続可能な環境及び社会に貢献することのできるように、環境に配慮し持続可

能な生産活動を目指すサステナブル・マニュファクチャリング技術について重点的に検討を行う。

財団法人製造科学技術センターIMS センターでは、製造業を中心とする国際的な研究開発協力の枠組みである IMS (Intelligent Manufacturing Systems) に関する活動を行ってきたが、世界における製造業の中心が、欧米先進国から東アジアに移行しつつあることを踏まえ、東アジアにおけるサステナブル・マニュファクチャリング技術を中心とした国際的な研究協力の枠組みの必要性につき、その経験を踏まえて調査を実施し、提案としてまとめる。

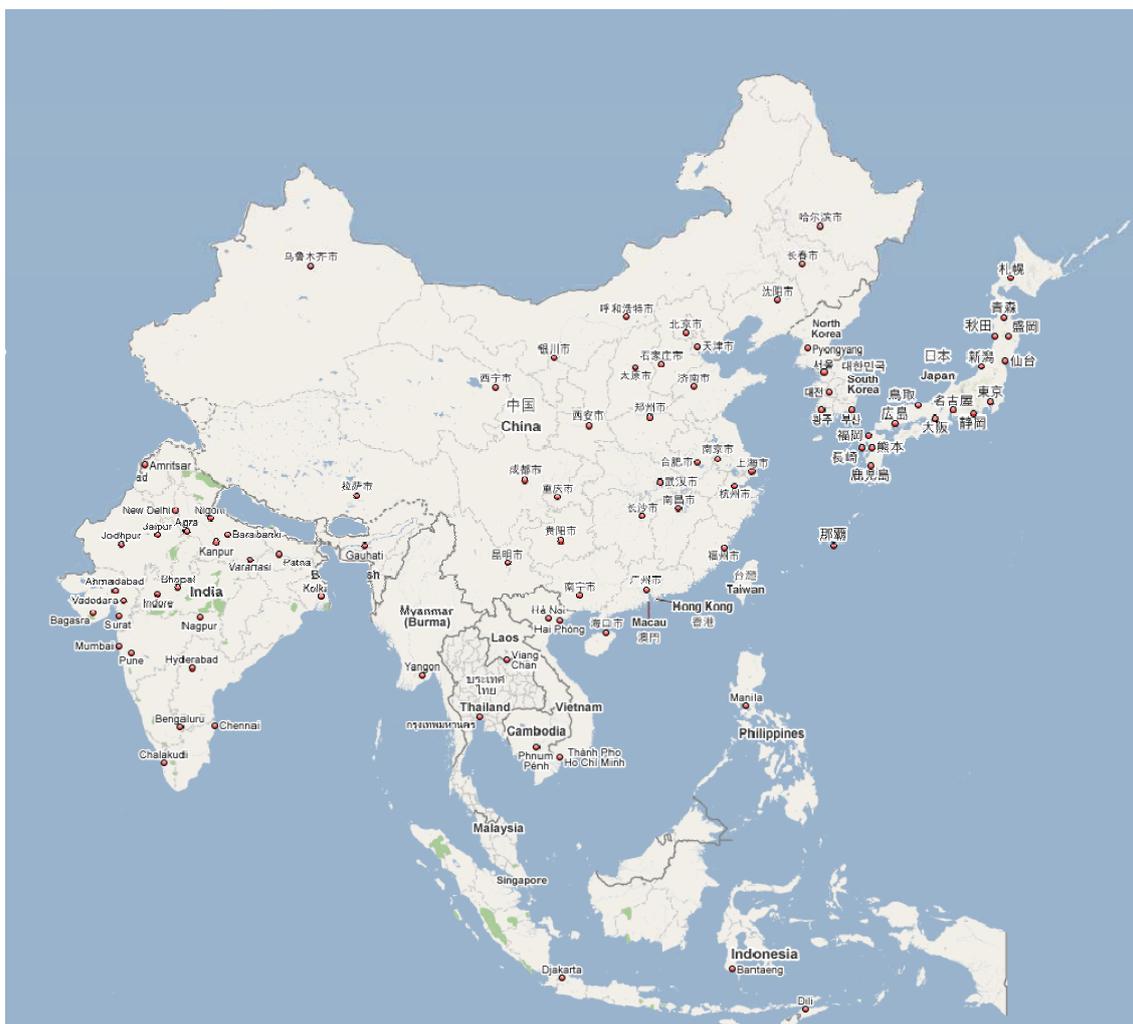


図 1.1-1 ERIA アジア加盟国

ASEAN (ブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナム)、日本、中国、韓国、インド
((財) 製造科学技術センター作成)

※本報告書では、ERIA アジア加盟国、東アジア、アジア、ERIA 加盟国を次のように使い分ける。

ERIA アジア加盟国― 上記の諸国
東アジア― インドを除いた ERIA アジア加盟国 (ASEAN を含む)
アジア― 中東アジアを含めたもっとも広範囲のアジア諸国
ERIA 加盟国― ERIA アジア加盟国にオーストラリア、ニュージーランドを含める。

1.2 調査の内容

1) 委員会

ものづくり技術、環境関連技術、技術移転、国際協力、東アジア地域での国際分業体制に見識のある委員で構成された委員会を 3 回、ワーキンググループ委員会を 6 回開催し分析・提言を行った。

2) ヒアリング

日本貿易振興機構 (JETRO)、日本貿易振興機構 アジア経済研究所、UNIDO 東京事務所等を対象に行った。

3) アンケート調査

アジア地域 (中国、韓国、香港、台湾、ASEAN、インド、オーストラリア、ニュージーランド) に進出している日本製造業の現状を把握し、日本とアジア諸国との技術協力の可能性、また我が国政府や相手国政府に対する要望を調査した。

まず、主要自動車メーカー、主要工作機械メーカー、主要家電メーカー、主要プラントメーカー・ゼネコン等、200 社を対象に郵送アンケート調査を行った。また、アジア地域で、ものづくりに関わる業態に赴任経験のあるモニタを対象にしたインターネットモニタ調査を行った。

4) 文献調査

日本貿易振興機構 アジア経済研究所、UNIDO 東京事務所、東京大学 AGS (Alliance for Global Sustainability) 等、国内のアジア研究の主要機関を対象に文献調査を行った。

1.3 調査体制

(財) 製造科学技術センター内に、本事業の運営と事業計画作成、調査研究遂行、事業の取りまとめ等を実施するために「グローバル経済下での各国製造業の協力の在り方に関する調査研究委員会」を設け、当初の目的を達成すべくこれを推進した。

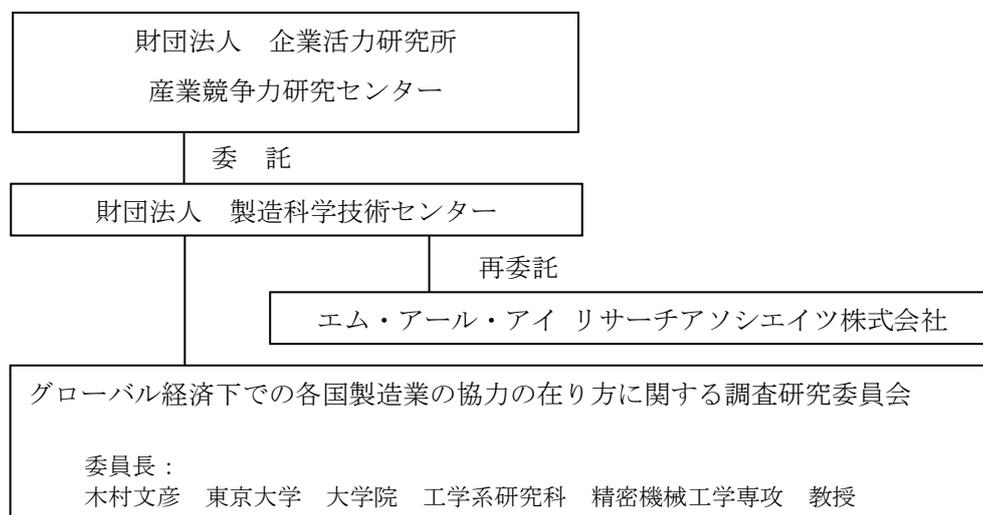


図 1.1-2 調査体制
((財) 製造科学技術センター作成)

1.4 委員会開催状況

本調査を実施するため、以下の通り、委員会及びワーキンググループを開催した。

第1回委員会（平成20年9月4日）

事業背景を説明し、今後の作業計画について議論した。

第1回ワーキンググループ（平成20年9月12日）

国内アンケート調査内容を検討した。

第2回ワーキンググループ（平成20年10月8日）

国内アンケート調査の進捗状況報告、また報告書結論部分について議論した。

第3回ワーキンググループ（平成20年10月22日）

海外アンケート調査内容の検討、各章の進捗状況報告を行った。

第4回ワーキンググループ（平成20年11月4日）

国内アンケート調査の進捗状況報告、また報告書結論部分について議論した。

第2回委員会（平成20年11月7日）

これまでの作業報告を行い、報告書執筆の活動計画を行った。

第5回ワーキンググループ（平成20年11月20日）

国内アンケート調査結果の報告、また報告書結論部分について議論した。

第6回ワーキンググループ（平成20年12月2日）

講師を2名招聘し、講演会を行った。

第3回委員会（平成20年12月10日）

報告書原稿の内容について議論した。

第2章 ERIA アジア加盟国の現状と今後の見通し

2.1 ERIA アジア加盟国における製造業の現状と今後の見通し

2.1.1 概要

1) 製造業の現状

ERIA アジア加盟国には、様々な特性を持つ国が含まれ、その製造業の特徴をまとめて議論することは難しい。それにもかかわらず、アジア製造業は、ひとつの地域共同体としての特徴を持ち始めているように思われる。基本的に農業に根ざした勤勉で豊富な労働力、天然資源の域内調達、外部投資と技術移入による急速な近代化、グローバル化による巨大市場の形成、などで特徴付けられる。何よりも、製造業発展の基礎として、十分であるか否かは別としても、古くから国家としての形態が整い、社会的・経済的な基盤が存在することが挙げられる。アジア製造業の現状を概観する。

アジア地域の各国は多様である。人口としては、13億人の中国、11.7億人のインドが突出しており、2億人のインドネシアが続く、千万人台で残りの諸国が並ぶ。国力は大きい、400万人のシンガポールは特異である。いわゆる東アジア地域として約30億人といわれている。面積は、960万km²の中国、329万km²のインドが同様に大きく、192万km²のインドネシアが続く。その他の諸国は70万km²以下で並び、シンガポールは700km²に過ぎない。

経済的発展の度合いも様々である。GDP総額は、国の規模が大きく異なるので、中国の3兆2,800億ドルから、1,000億ドルのレベルまで分布している。人口一人当たりの名目GDPは、3,5000ドルのシンガポールが突出しており、その他の多くの国は3,000ドル前後となっており、経済的離陸期にあることがわかる。近年の急激な経済成長により、これらの指標は大きく変化しつつある。

歴史的には、アジア諸国は、古くから政治体制が整い国家の形態をなしていたが、西欧に比べて近代化が遅れ、西欧列強に従属する状態が続いた。独立を果たした以後も、経済的にはアジア圏としての地域的なまとまりよりは、西欧との関係により近代化や経済的発展を進めてきたといえる。地域経済の成長に伴い、巨大な資源と市場を抱える経済圏として発展しようとしている。

産業地域としてのアジア圏を特徴付けるものは、原始的な農業から始まり、地場産業としての製造業、先進国からの技術移入による先端生産基地、あるいはサービス機能の役割分担まで、多様な産業が地域的に同時に存在しており、グローバル化による外部要因に牽引されて、急速に変化していることであろう。西欧や日本が、少なくとも百年単位の時間をかけて進めてきた進化を一気に進めようとしている。また、グローバル経済の下で、そのようにせざるを得ない状態にある。アジア地域の各国を見る

と、すでに先進国である国や工業近代化を果たして数十年の国々、今工業化の真只中
にいる国々など、状況は多様であり、規模の大きい国では、国内の各地域について同
様な多様性を抱えている。

ERIA アジア加盟国における製造業の状況は、次のように大別できるであろう。

- (1) 地場技術によるローカルなものづくり：国内市場を相手とする国際競争力のな
いものづくり、
- (2) 国際分業により生産基地化：現地の安価なインフラを活用する完全移入技術に
よるグローバル市場を相手とするものづくり、
- (3) 移入技術の現地化：移入技術を基にしながら、現地人材による技術の定着化、
- (4) 製品設計から生産までの現地適応：現地人材による設計から生産までの一貫化、
- (5) 研究開発機能：先端製品開発のための研究開発機能の現地化。

わが国の製造業は、グローバル化の時代以前に、歴史的に培ってきた職人技や読み
書きの基礎教育を基盤として、明治維新を契機として西洋文明を導入し、独自の発展
を遂げた。西欧から有為な人材を招聘して大学レベルの工学教育を迅速に立ち上げ、
現場重視のものづくりの伝統とうまく融合させて、世界を先導する工学から工業化の
プロセスを確立した。第2次大戦までに、上記(2)や(3)をほとんど通過せずに(1)
～(5)までの段階を迅速に通り抜けた、と見做してよいであろう。学術先導の工業化
が成功した例で、これは製造業の発展における稀有の事例であった。

わが国の場合と比べて、ERIA アジア加盟国における製造業の成長は、より強く先
進国からの技術移入による国際分業の影響を受け、短期間に発展してきたと見るこ
とができる。(1)～(5)の段階は、必ずしも線形に進むわけではなく、異なる段階が並
存しながら、異業種間や途上国間の干渉も起こって現実には複雑である。

第二次大戦以降、工業化の基盤が整っていた韓国や台湾で、まず(3)の段階が進み
始め、わが国との国際分業や対米貿易により生産活動が拡大し成熟していった。成熟
し定型化された製品の生産活動は、順次、タイやマレーシア、中国へ、さらにはベト
ナムなどへ移転されていった。この過程で、韓国や台湾は、グローバルな国際分業の
一端を担いながら、アジア域内では技術移転をする先進国の役割を果たすようにな
っていった。シンガポールは、小国であるが故に(2)～(3)の段階は早々と限界をむ
かえたが、その後は先端科学技術人材の育成に投資して、人材を移出することにより、
(4)～(5)の段階で東アジアのものづくり中心の位置を確保しようとしている。

アジアの発展途上地域は、(2)～(3)の段階を通過しようとしているが、工業化進
展の速度を上回る速度で進行する経済成長やグローバル化の流れの中で、労働力や産
業基盤のコスト上昇により、困難な状況を迎えている場合もある。できるだけ早くよ
り付加価値の高い段階へ移行していくことが課題となっている。

上記のような国際分業の進展により、工業先進国では、製造業の空洞化が起こると

いわれたが、必ずしもそのようにはなっていない。電子機器に見られるように、不断に製品や技術に革新が起こるものは、技術移転するにも時間差があり、先進国の競争力が保たれる。また、最先端技術を詰め込んだ要素部品は、技術的困難さのために技術移転することができず、先端工業国が独占的な供給者となる場合が多い。一方、自動車や家電品のような製品の場合、現地適合や物流の問題から必ず現地生産が残ることになる。この意味において、工業先進国にとって一定以上の国内市場を有することは重要である。

国際分業は、上記のような垂直分業の様相が基本であるが、発展途上地域も先進国を目指しているとすれば、次々と新たに途上地域を見出して移転していかねばならず、垂直分業のモデルは持続可能にはならない。工業化の進展と経済成長や生活環境の変化に不整合が生じると、途上地域への製造業の移転が成立しなくなる。また、アジアのものづくり分業ネットワークは、現状では米国や EU の消費市場に大きく依存しているが、これも不安定要因のひとつである。より安定して持続可能性の高い国際分業のためには、発展レベルに依存する垂直分業の形態から、各国・地域の特性を生かして分業する水平分業の形態への進化をはかり、アジア域内市場を活性化することが必要であろう。

国際的な水平分業のなかで、わが国も、研究開発の中核、基幹部品の供給、国内市場に特化した高機能製品生産などで、国内ものづくり活動を発展させるとともに、アジア各地域の人材・資源・市場を活用するような技術支援を行っていく必要がある。ものづくりの各々の分野では、韓国や台湾、シンガポールなどはわが国と同等の技術競争力を持っており、近い将来、中国やインドなども迫ってくる。わが国固有の競争力をより強化することが求められている。

環境問題は、アジア地域にとって喫緊の課題である。アジア地域では生活に根ざす環境問題が大きい。特に製造業との関連では、大気・水・土壌汚染、有害廃棄物増大、地球温暖化があげられる。これらに関する環境対策技術は、先進国では技術的にほぼ確立しており、特にわが国の技術は高い。汚染物質の回収や利用、廃棄物削減などは、資源の有効利用としてもものづくり技術の基幹的課題となる。資源産出地と資源消費地は乖離していることが多く、廃棄物質のリサイクル・再資源化とグローバルな資源循環が重要である。また、温暖化対策としてのエネルギー源の循環も重要である。製造の国際分業のなかで、地域特性を生かした効率のよい資源循環を実現していくことが必要である。このような方向に沿って、国家レベルで多くの調査・研究開発が進行しており、企業化・実用化が期待される。

2) 基本データ

以後の検討の参考のために、本調査研究の対象となる主な国の基本データを表にし

て示す。ERIA 加盟主要国（インド、インドネシア、韓国、シンガポール、タイ、中国、フィリピン、ベトナム、マレーシア、ミャンマー）および、比較検討データとして台湾、香港についてまとめている。

表 2.1.1-1 アジア各国の概況（出典：JETRO）

	インド	インドネシア	韓国	シンガポール	タイ	台湾
国・地域名	インド India	インドネシア共和国 Republic of Indonesia	大韓民国 Republic of Korea	シンガポール共和国 The Republic of Singapore	タイ王国 Kingdom of Thailand	台湾(地域) Taiwan
面積 (平方キロメートル)	3,287,263	1,922,570	9万9,678	697.1(2003年)	513,115	36,188
人口	1,037,000千人 (2001年10月1日時点)	222,192千人 (2006年時点推計)	4,846万人 (2007年現在)	4,185.2千人 (2003年6月時点)	6,335万人 (2004年末、タイ中央銀行)	22,770千人 (2005年末時点)
首都	デリー 人口1378万人 (2001年3月1日)	ジャカルタ	ソウル		バンコク	人口22770千人
言語	ヒンディー語、英語、 ウルドゥー語、 ベンガル語	インドネシア語	韓国語	国語はマレー語	タイ語	中国語(公用語)、 閩南語(台湾語)、 客家語
公用語	ヒンディー語 (連邦公用語)、 英語(準公用語)			英語、中国語(北京 語)、マレー語、 タミル語		中国語(公用語)
宗教	ヒンドゥ教(82.7%)、 イスラム教(11.2%)、 キリスト教(2.6%) など	イスラム教、ヒンド ゥ教、キリスト教 ほか	仏教、プロテスタン ト、カトリックなど	仏教、イスラム教、 ヒンズー教、道教、 キリスト教ほか	人口の約95%が上座 部仏教、その他イス ラム教(4%)、キリス ト教(0.6%)など	仏教、道教、 キリスト教
実質 GDP 成長率	9.0% [2007年]	6.3% [2007年] 基準年=2000年	5.0% [2007年]	7.7% [2007年] 2000年価格	4.8% [2007年]	5.72% [2007年]
名目 GDP 総額	1兆689億6,523万 ドル [2007年]	4,328億1,725万 ドル [2007年]	9,699億ドル [2007年]	1,520億2,913万 ドル [2007年]	2,453億5,057万 ドル [2007年]	3,833億1,990万 ドル [2007年]
一人あたりの GDP (名目)	977.7ドル [2007年]	1,924.7ドル [2007年]	19,750.8ドル [2007年]	35,163ドル [2007年]	3,736.8ドル [2007年]	16,606ドル [2007年]

	中国	フィリピン	ベトナム	香港	マレーシア	ミャンマー
国・地域名	中華人民共和国 People's Republic of China	フィリピン共和国 Republic of the Philippines	ベトナム 社会主義共和国 Socialist Republic of Viet Nam	香港 Hong Kong	マレーシア Malaysia	ミャンマー連邦 The Union of Myanmar
面積 (平方キロメートル)	9,600,000	299,764	329,247	1,104	329,735	678,330
人口	132,129 万人(2007 年 12 月末時点)	86,972,500 人 (2006 年推計値)	83,120 千人 (2005 年平均)	6,978 千人 (2005 年)	27,170 千人 (2007 年時点)	5,539 万人 (2005 年)
首都	北京市 人口 1,633 万 人 (2007 年 12 月末 時点)	マニラ 人口 1581082 人(2000 年 センサス時点)	ハノイ 人口 314 万 5,300 人 (2005 年平均)		クアラルンプール 人口 137 万 9,000 人 (2007 年時点)	ネーピードー
言語	中国語(公用語)	フィリピン語、英語、 セブアノ語など	ベトナム語、ほかに 少数民族語	中国語(一般には広 東語が多い)と英語	マレー語、英語、 中国語、タミール語	ミャンマー語、シャ ン語、カレン語、 英語
公用語		フィリピン語、英語	ベトナム語	中国語(北京語： 繁体字)、英語	マレー語	
宗教	仏教、イスラム教、 キリスト教など	カトリック教 (81.0%)、イスラム教 (5.1%)など	仏教(約 80%)、その ほかにカトリック、 カオダイ教、オアハ オ教など(キン族が 人口の約 9 割)	仏教、道教、 キリスト教	イスラム教、仏教、 ヒンドゥー教、 キリスト教など	仏教(89.4%)、キリス ト教(4.9%)、イスラ ム教(3.9%)、ヒンド ゥー教(0.5%)など
実質 GDP 成長率	11.9% [2007 年]	7.3% [2007 年]	8.5% [2007 年]	6.4% [2007 年]	6.3% [2007 年]	n.a. [2007 年]
名目 GDP 総額	3 兆 2,800 億ドル [2007 年]	1,440 億 6,231 万ド ル [2007 年]	706 億 7,489 万ドル [2007 年]	2,071 億 6,934 万ド ル [2007 年]	1,867 億 2,027 万ド ル [2007 年]	n.a. [2007 年]
一人あたりの GDP (名目)	2,460.8 ドル [2007 年]	1,624.7 ドル [2007 年]	818.1 ドル [2007 年]	29,650 ドル [2007 年]	6,947.6 ドル [2007 年]	234.71 ドル [2007 年]

	インド	インドネシア	韓国	シンガポール	タイ	台湾
日本との貿易 (通関ベース) (億ドル) 日本の輸出(A) 日本の輸入(B) 収支(A-B)	2006年 A 44.5 B 40.5 A-B 4.0 備考:四捨五入により小数 点以下が一致しない。	2006年 A 73.8 B 240.2 A-B ▲166.4	2006年 A 519.3 B 265.3 A-B 253.9 2007年 A 562.5 B 263.7 A-B 298.8 備考:(出所)韓国貿易協会	2006年 A 193.3 B 74.8 A-B 118.5 備考:四捨五入により小数 点以下が一致しない。	2006年 A 228.9 B 168.8 A-B 60.1	2006年 A 462.8 B 163.0 A-B 299.8 備考:(出所)財政部統計処
日本の主要輸出品目	シェア(2006年): 産業機械・同部品 (31.8%)、電気機械・ 同部品(13.3%)、自動 車・同部品(9.5%)、 鉄鋼(8.6%)、特殊機 器・光学機械(5.3%) など	一般機械(25.7%)、電 気機器(17.8%)、 輸送用機器(10.5%)、 鉄鋼(11.9%)、化学製 品(12.0%)	電子・電気製品、機 械類、化学工業製品 及び鉄鋼	電気機器(31.7%)、一 般機械(18.4%)、自動 車(6.1%)、船舶・ボ ート(4.2%)、光学機 器(3.8%)など	シェア:産業機械 (23.4%)、電気機械・ 同部品(22.2%)、鉄・ 鉄鋼(11.8%)、自動車 部品(10.5%)、光学機 械・同部品(3.9%)な ど	電子・電気機械、鉄 鋼金属製品、繊維
日本の主要輸入品目	シェア(2006年): 石油製品(27.8%)、鋁 石、スラグおよび灰 (14.0%)、宝石・宝飾 品(12.2%)、海産物 (7.4%)、有機化学品 (4.5%) 備考:(出所)日本税関	鋁物性燃料(50.0%)、 金属及び同製品 (3.1%)、魚介類 (2.9%)、機械機器 (9.0%)、化学製品 (12.0%) 備考:品目名の後のカッコ 内は2006年通年の構成 比。	電子・電気製品、鋁 物性燃料、鉄鋼、化 学工業製品及び機械 類	一般機器(22.7%)、電 気機器(21.7%)、鋁物 資源(20.8%)、化学製 品(3.6%)、光学機器 (3.1%)など 備考:カッコ内の数値は 2006年の構成比。	シェア(2006年): 電気機械・同部品 (21.2%)、産業機械 (17.6%)、天然ゴム (7.8%)、肉・魚など の調製品(5.7%)、光 学機械・同部品 (3.2%)など 備考:(出所)日本税関	電子・電気機械、鉄 鋼金属製品、化学品
日本企業の投資件数 と投資額:	(実行ベース) 金額:52億2900万 ドル 備考:2006年 (出所)インド商工省	件数:55件 金額:4億4360万ド ル 備考:2006年通年の認可 ベース(インドネシア投資 調整庁資料)	件数:584件 金額:21億803万ド ル 備考:2006年における申 告ベース (出所)韓国産業資源部	件数:3,475件 金額:187億4,500 万ドル 備考:財務省統計(届出ベ ース)。1951-2004年度ま での累計。	件数:330件 金額:1,643億バーツ 備考:タイ国投資委員会 (BOI)2007年認可ベー ス	件数:313件 金額:15億9,109万 ドル 備考:時点;2006年時点。 (出所)經濟部投資審議委 員会

	中国	フィリピン	ベトナム	香港	マレーシア	ミャンマー
日本との貿易 (通関ベース) (億ドル) 日本の輸出(A) 日本の輸入(B) 収支(A-B)	2006年 A 928.5 B 1,185.1 A-B ▲256.6 2007年 A 1,090.6 B 1,276.4 A-B ▲185.8 備考：財務省「貿易統計」 を基にJETROがドル換 算。	2006年 A 77.4 B 70.0 A-B 7.4	2006年 A 41.4 B 52.9 A-B ▲11.5	2005年 A 361.3 B 15.8 A-B 345.5 備考：財務省通関統計	2006年 A 132.0 B 154.7 A-B ▲22.7 備考：日本通関統計	2006年 A 103.82 B 245.55 A-B ▲141.73 2007年 A 176.30 B 296.10 A-B ▲119.80
日本の主要輸出品目	電気機器(シェア 27.4%)、一般機械(シ ェア 18.6%)、原料別 製品(シェア 15.5%)、 化学製品(シェア 14.1%)、輸送用機器 (シェア 6.5%)	エレクトロニクス製 品(38.3%)、機械・輸 送機器(16.8%)など	一般機械(22.4%)、電 気機器(14.2%)、鉄鋼 (13.6%)、輸送用機械 (7.5%)、プラスチック 原料(6.3%)など	衣類、雑貨、電動機 械・器具、事務用機 器、半導体電子部品、 衣類	電気機械(34.7%)、一 般機械(15.2%)、自動 車(9.6%)、鉄鋼 (4.8%)、鉄鋼製品 (4.1%)など	一般機械(34.7%)、輸 送用機器(33.1%)、電 気機器(6.7%) 機械機器類で輸出の 4分の3を占める
日本の主要輸入品目	電気機器(シェア 20.4%)、一般機械(シ ェア 16.6%)、原料別 製品(シェア 12.4%)、 食料品(シェア 6.1%)	エレクトロニクス製 品(54.5%)、機械・輸 送機器(10.2%)など 備考：カッコ内は2006年 の構成比、(出所)フィリ ピン貿易産業省	機械機器(17.4%)、原 油および粗油 (17.3%)、衣類・同製 品(14.6%)、魚介類 (13.4%)など。 備考：2005年	電動機械、通信・音 響機器、事務機器、 電子部品、科学光学 機器、プラスチック、 事務用機器	鉱物資源(32.3%)、電 器機械(24.8%)、木材 (11.1%)、一般機械 (8.0%)、プラスチッ ク(2.9%)など 備考：2006年実績	エビ(35.3%)、衣類・ 同製品(24.9%)など。 備考：2004年
日本企業の投資件数 と投資額：	日系企業進出状況： 企業数：23,035社 備考：2007年末現在 (出所)2008 中国貿易外経 統計年鑑	投資額：200.7億ペソ 備考：2006年認可ベース (国家統計調整委員会) 日系企業進出状況： 企業数：525社 備考：フィリピン日本人商 工会議所、2006年12月現 在	件数：600件 金額：62億8,970万 ドル 備考：88年から2005年ま での認可累計(計画投資省 資料よりジェトロ作成)	件数：42件 金額：687億円 (53.7%) 備考：財務省報告・届け出 ベース。2004年度。カッ コの数字は前年同期比伸 び率。	件数：81件 金額：120,207万ド ル 備考：マレーシア工業開発 庁(MIDA)2006年1～ 12月統計	件数：24件 金額：2億3,760万ド ル 備考：認可ベース。1988 年の外国投資解禁以降、 2004年3月までの累計。

上記の基本データの中から更に基本的なデータとして、各国の面積、人口、GDP 成長率、GDP 総額、および一人当たりの GDP を抽出して以下に示す。

表 2.1.1-2 アジア各国の基本的なデータ
(数値は表 2.1.1-1 で示す時点に準じる、出典：JETRO)

	インド	インドネシア	韓国	シンガポール
面積 (km ²)	3,287,263	1,922,570	99,678	697
人口 (万人)	103,700.00	22,219.20	4,846.00	418.52,
GDP 成長率 (%)	9%	6%	5%	8%
GDP 総額 (億ドル)	4,328.1725	4,328.1725	9,699	1,520.2913
一人あたりの GDP (名目) ドル	1,924.70	1,924.70	19,750.80	35,163

	タイ	台湾	中国	フィリピン
面積 (km ²)	513,115	36,188	9,600,000	299,764
人口 (万人)	6,335.00	2,277.00	132,129.00	8,697.25
GDP 成長率 (%)	5%	6%	12%	7%
GDP 総額 (億ドル)	2,453.5057	3,833.199	32,800	1,440.6231
一人あたりの GDP (名目) ドル	3,736.80	16,606	2,460.8	1,624.70

	ベトナム	香港	マレーシア	ミャンマー
面積 (km ²)	329,247	1,104	329,735	678,330
人口 (万人)	8,312.00	697.80	2,717.00	5,539.00
GDP 成長率 (%)	9%	6%	6%	n.a.
GDP 総額 (億ドル)	706.7489	2,071.6934	1,867.2027	n.a.
一人あたりの GDP (名目) ドル	818.1,	29,650	6,947.60	234.71

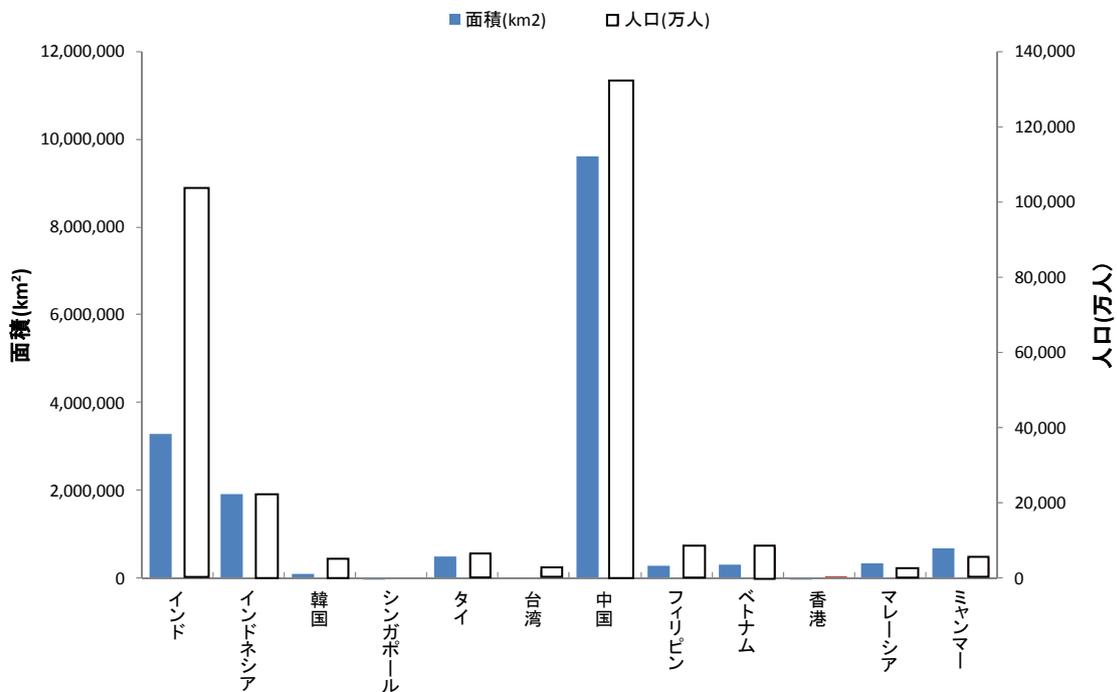


図 2.1.1-1 各国の面積と人口
(数値は表 2.1.1-1 で示す時点に準じる、出典：JETRO)

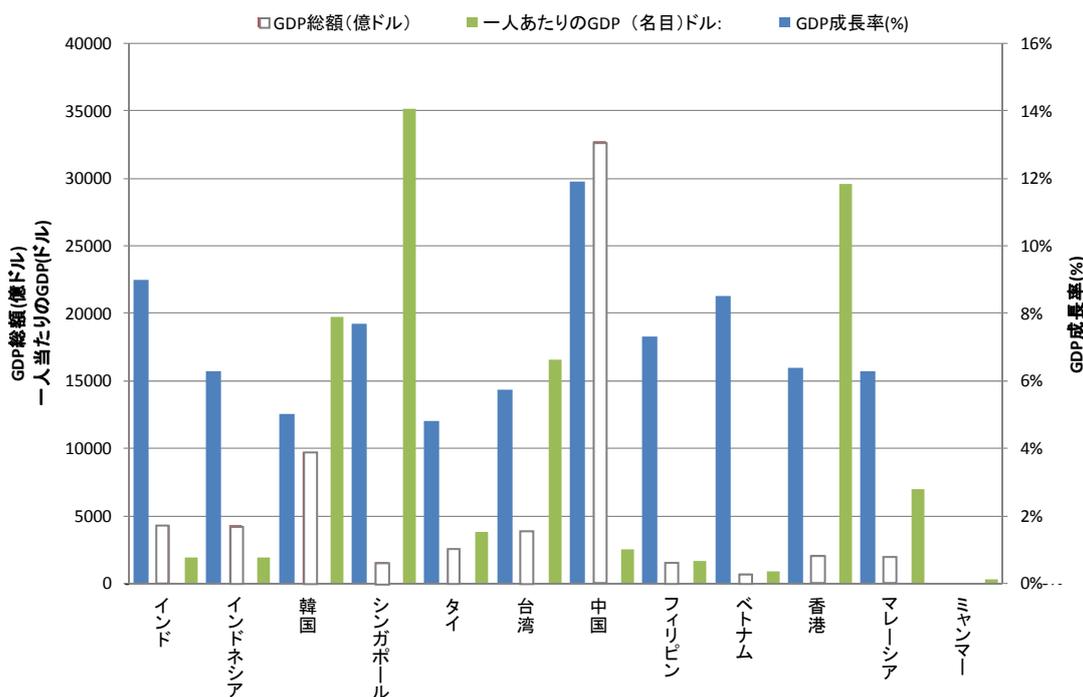


図 2.1.1-2 各国の GDP 総額、一人当たりの GDP および GDP 成長率
(数値は表 2.1.1-1 で示す時点に準じる、出典：JETRO)

3) 製造業の状況と国際分業

東アジアの各国における製造業の現状を概観するために、これらの国々の主要な通商関係データを調べてみる。本節では、産業一般のデータを広く概観する。各国の個別事情や主要な製造業の状況については、後節に順次記述する。

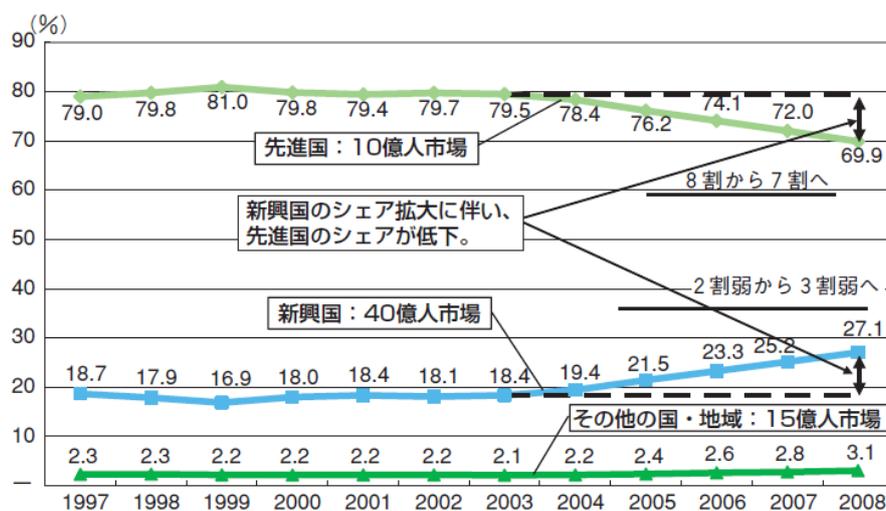
ここでは、東アジアとして ASEAN+6 (日本、韓国、中国、インド、オーストラリア、ニュージーランド、ASEAN：インドネシア、シンガポール、タイ、フィリピン、マレーシア、ブルネイ、ベトナム、ミャンマー、ラオス、カンボジア) の各国を考えてみる。今、世界市場として、上記東アジア地域に加えて、東アジアを除く先進地域および経済的に離陸しつつある新興地域 (2006 年の一人当たりの名目 GDP が 3,000 ドル以上と規定) を考えると、各々およそ 30 億人、10 億人、10 億人として、合計 50 億人市場となる。アジア市場の重要性は際立っている。

表 2.1.1-3 50 億人市場の内訳（出典：通商白書 2008 年版）

国・地域名	2006年の人口 (百万人)	備考
日本	127.7	
韓国	48.3	
中国	1,314.5	
インド	1,108.0	
豪・NZ	24.9	
ASEAN	566.6	
米国	299.1	
カナダ	32.6	
EU27	491.6	
ブラジル	186.8	
ロシア	142.8	
GCC	597.2	バーレーン、クウェート、オマーン、カタール、 サウジアラビア、アラブ首長国連邦
一人あたりGDPが5,000ドル（為替レート 換算ベース）以上の国・地域	35.2	メキシコ、イラン、トルコ、南アフリカ、 アルゼンチン等
合計	4,975.2	

資料：IMF(2008)「World Economic Outlook Database Apr. 2008」。

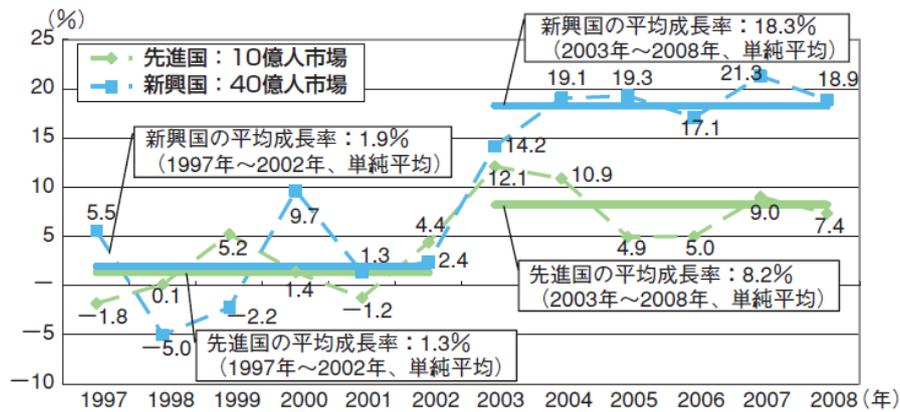
世界の名目 GDP のシェアを見てみると、最近の 5 年間で、先進国が 80% から 70% へシェアを落とす一方、40 億人を占める東アジアおよび新興国は 20% から 30% へシェアを挙げている。



資料：IMF (2008)「World Economic Outlook Database April 2008」。

図 2.1.1-3 世界の名目 GDP に占めるシェアの推移
(出典：通商白書 2008 年版)

また、名目 GDP 成長率についても、2003 年以降、先進国は 8% 程度、新興国地域は 18% 程度と、10% の差がついている。世界経済における新興国地域の重要性は格段に増している。



備考：2007年以降は、IMF予測値。それ以前についても、一部の国についてはIMF予測値を含む。

資料：IMF (2008) 「World Economic Outlook Database April 2008」。

図 2.1.1-4 先進 10 億人経済と新興国 40 億人経済の名目 GDP 成長率の推移
(出典：通商白書 2008 年版)

アジア各国の実質 GDP 成長率を見てみると、中国が高い水準を保っている一方、カンボジア、ベトナムなどの新興地域の伸びも目覚しく、経済的発展が拡散しつつあることが読み取れる。

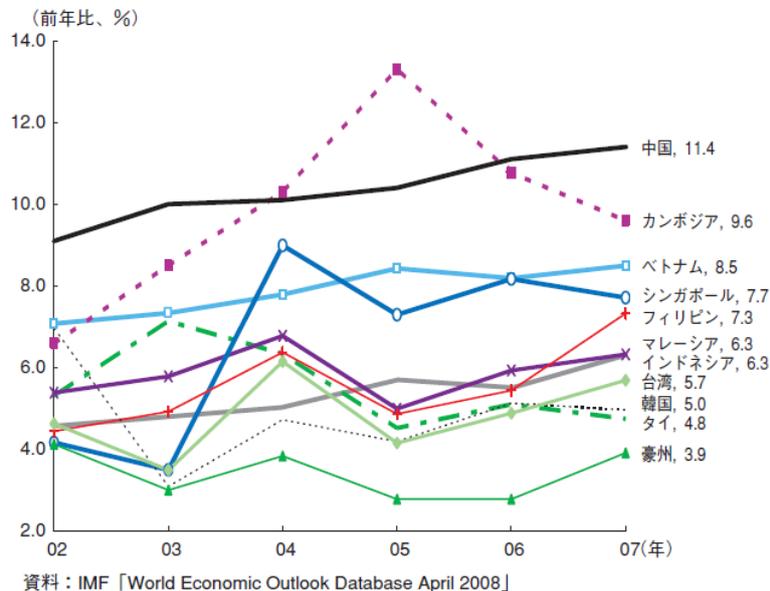
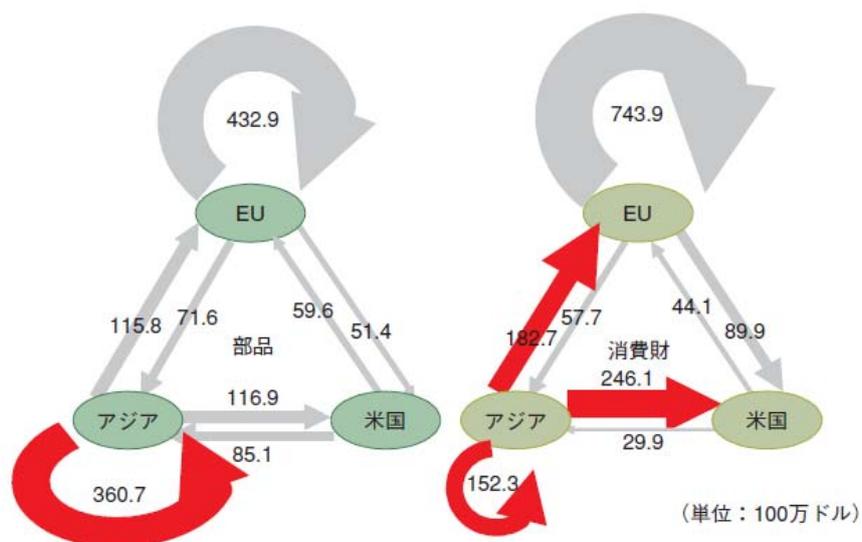


図 2.1.1-5 アジア各国・地域の実質 GDP 成長率
(出典：通商白書 2008 年版)

東アジア各国の製造業発展の様相は、東アジア各国間の貿易額や内容から読み取ることができる。部品の貿易については、アジア域内での貿易額が多く、消費財の

貿易については、アジア地域から米国や欧州への輸出が多いことがわかる。このことは、アジア域内で、素材から完成品にいたるまでの国際的な生産分業ネットワークが発展してきており、一方、完成品市場はアジアでは止まらず、米国や欧州を主要な最終消費地域としていることを示している。また、詳細な分析が必要であるが、アジア地域の中でも、工業先進地域と発展途上地域、あるいは生産基地と大消費地域などの役割分担があり、これらの役割分担が時間とともに急速に変化していることに注意する必要がある。



資料：独立行政法人経済産業研究所「RIETI-TID2007」。

図 2.1.1-6 アジア・米国・欧州間の部品・消費財の貿易額 (2006年)
(出典：通商白書 2008年版)

上記の傾向は、東アジア主要国と米国や欧州間の貿易額の変化から確認することもできる。最近の10年間で、わが国と東アジア諸国との貿易額が急増しているのに比較して、わが国と米国との貿易額は微減、EUとの貿易額は微増に止まっていることがわかる。一方、東アジア地域から米国およびEUへの輸出額は急増している。上記の部品・消費財の貿易動向と併せて、わが国が素材・部品供給基地となり、他の東アジア地域が完成品をわが国および米国・EUへ供給する生産基地となっている様相が読み取れる。このような国際分業の詳細については、後節でさらに検討する。

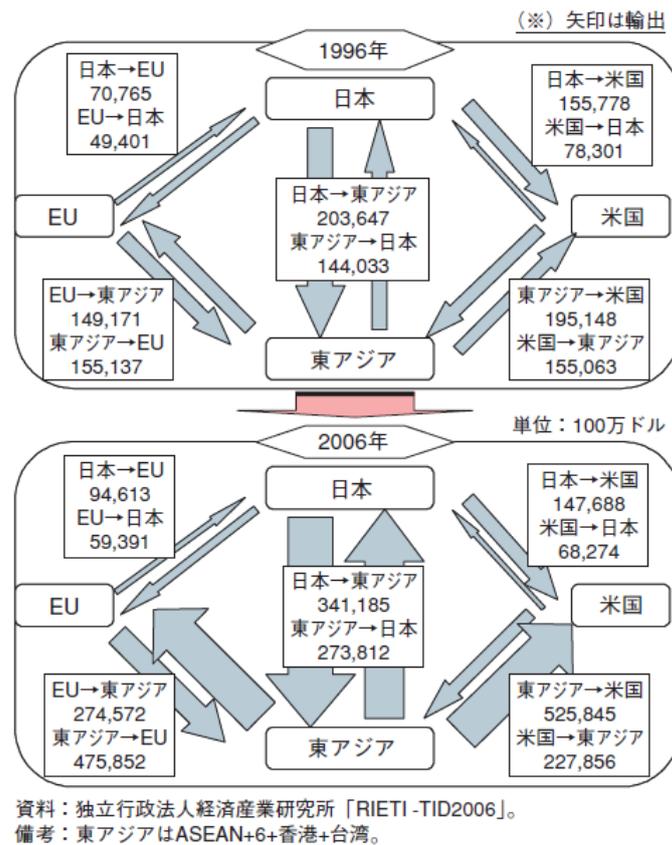


図 2.1.1-7 東アジア生産ネットワーク主要国・地域間の貿易額の変化
(出典：通商白書 2008 年版)

上述のような大域的な傾向は認められが、同時に東アジア地域には多様な役割が生じつつあることに注意する必要がある。製造業の国際分業について考えてみよう。

工業製品にかかわる活動のプロセスは、研究開発、製品開発、素材・部品製造、製品組立、販売・サービス、に大別される。地域や組織によってこれらのプロセスがどのように構成されるか、によって、製造業の様々なビジネスモデルが考えられる。

製造活動の各プロセスの要件は以下のようにまとめられるであろう。

- ・ 研究開発：基礎的で広範な科学技術人材
- ・ 製品開発：高い工学・技術を身に付けた多数の技術者群と製造業活動の蓄積
- ・ 素材・部品製造：一定の技術者・技能者群と組織的・大規模な高度製造技術
- ・ 製品組立：基礎教育を身に付けた大量の作業員と安価な社会インフラ
- ・ 販売・サービス：ある規模の商品市場

これらのプロセスは、様々な形態で地域に展開される。例えば以下のような形態が考えられる。

- ・ 一国内ですべてが垂直統合

- ・ 製品組立のみを途上国に移転
- ・ 各地域の状況に応じて、各プロセスを国際的に垂直分業
- ・ 製造の下流部分のみを国際的に水平分業

▶ 多様なビジネスモデル競争 内製 外製

製造業の基本価値活動		開発	部品	製造	販売	サービス
日本	国内垂直統合モデル — 液晶テレビ シャープ	SHARPディスプレイ開発本部/AVC液晶事業本部 大阪市阿倍野区	液晶関連部品製造会社 (58社67拠点) クリスタルバレー (三重県)	亀山工場 (LCD・TV一貫生産) 三重県・亀山 (堺) グローバル5種生産へ	SEMC 大手量販10社対応 大阪市阿倍野区	シャープエンジニアリング (修理相談・出張修理) 大阪 (平野)
米国	ファブレスモデル — 液晶テレビ VIZIO	ビジオ 米国ロサンゼルス	LG、Hon-Hai社 (台湾) (一部サムスンからスポット購入) 液晶モニター (台湾・韓国)、システムLSI (台湾Mediatec)	アムトランテクノロジー (台湾) 中国	ビジオ・カスタマーセンター 大手流通6社：シアーズ、ウォルマート、サーキットシティ等、 業の2-2.5倍のマージンを達成に与え日本製品の半額で売る)、 従業員95人のほとんどがカスタマーサポート担当	
韓国	量産優位モデル — 液晶テレビ サムスン	サムスン 韓国	液晶関連部品製造会社 (コーニング・住友化学) 液晶複合生産団地 (湯井・天安・平潭)	湯井工場 (LCD・TV一貫生産) 韓国・湯井	現地販売会社 サムスンダイレクト 米国、欧州等	
米国	米中分業・コンテンツ統合 — 携帯音楽プレイヤー アップル	アップル 米国	東芝・日立・TDK・日発等の 日系企業 (部品の43%) 日本部品会社の 中国工場	生産委託会社 中国	アップルストア 米国	アイチューンズストア (音楽・動画配信) 米国
米国	オープン分業モデル — ノートパソコン DELL	デル (現地センター) 台湾に製品研究・ 開発センターを設立	台湾半導体メーカー、 サムスン・中華映管 台湾・韓国	クオンタ (デル製品の55% 生産)、コンパル、ASUS 台湾 (または台湾生産 会社の中国工場)	デル・サポート (カスタム製品・顧客データベースサポート) 米国	
中国	オープン分業モデル — 冷蔵庫 ハイアール	ハイアール 中国	日本・韓国・中国企業 日本・韓国・中国	自社工場 中国	販売会社 中国	

資料：(株)ジェイ・エム・アール生活総合研究所 (2008) 「情報家電メーカーの置かれている状況について」。

図 2.1.1-8 進む産業融合・垂直非統合とビジネスモデル競争
(出典：通商白書 2008 年版)

製造業の観点からは、国や地域を次のような発展段階に大別することができる。

- ・ 先進地域：基礎的な研究開発や先端製品の開発が可能
- ・ 工業化地域：汎用的な製品の開発や製造が可能
- ・ 生産地域：安価な労働力やインフラに頼る汎用品の生産が可能

当然ながら、各国はこれらの要素をすべて含みながら、徐々にその中心的活動を転移させていく。韓国や台湾、シンガポールなどの国々は、国の規模も小さいことからすばやく上記の段階を進み、先進地域としての役割を果たしている。国の規模が極めて小さいシンガポールは、とりわけ特異な発展を遂げ、国家政策として先進地域としての活動に特化し、アジアのみならず欧米からも先端人材を獲得して、アジア地域を先導する科学技術中心となろうとしている。中国は、その規模の大きさから、極めて進歩した先端技術活動を擁しながらも、国全体としてはゆっくりと上記の段階を移動しようとしている。インドは、更に遅れて中国の段階を追っている

と見てよいであろう。その他のアジア諸国は、先進国からの技術浸透に応じて、徐々に上記の段階を進みつつある。歴史や民族性、政治体制、とりわけ基礎教育の普及程度、などにより各国の状況は千差万別であり、進化のスピードも大きく異なる。各国の実情を現実的によく見極めることが重要である。

上記のような要素により、東アジア地域における国際分業は、巨大なアジア市場のみならず、米国・EU市場とも関係して、急速に変貌していくものと思われる。適切な国際分業のビジネスモデルを追及していくことが重要である。

わが国と東アジア地域との国際分業の様相を調べるために、直接投資や貿易額について見てみる。2003年以降、ASEAN6ヶ国への投資の伸びは著しく、総額で中国への投資額を上回るまでになった。インドネシアにおける液化天然ガス、石炭・石油開発、あるいはバイオ燃料開発、タイにおける自動車産業進出、ベトナムへの生産拠点移動など、さまざまな要因がある。中国においては、人件費やインフラコストの上昇により従来の生産基地が東南アジアへ移転するとともに、インドやフィリピンなどとともに、新たにITサービス産業などが勃興してきている。東アジア地域において、大きな産業構造の変化が起きつつあり、わが国製造業の海外進出に大きな影響を与えている。

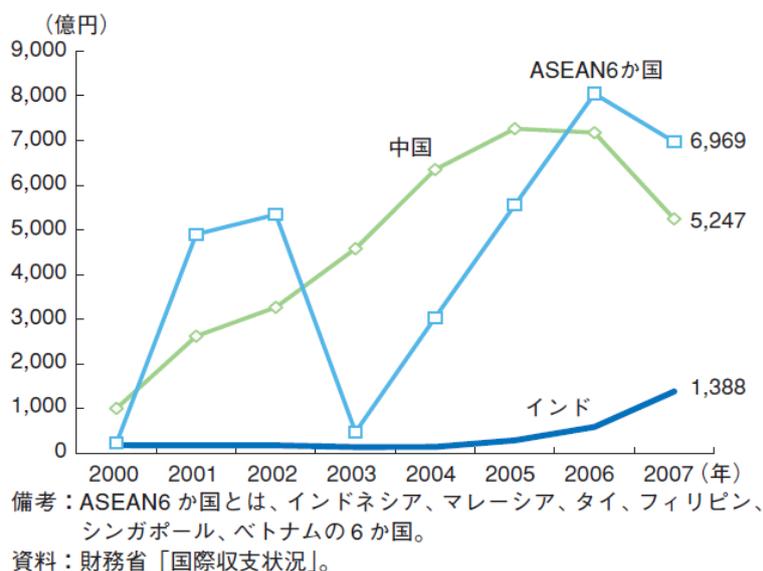


図 2.1.1-9 わが国からアジア各国・地域への直接投資（フロー）の推移
（出典：通商白書 2008 年版）

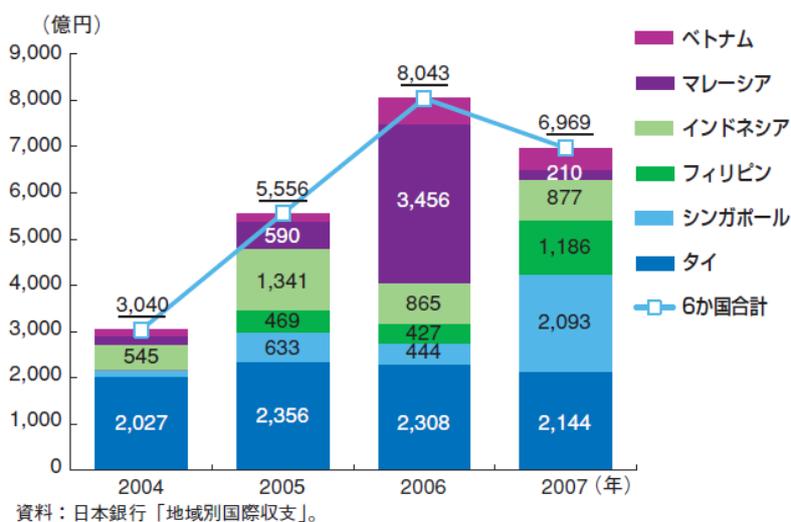


図 2.1.1-10 わが国から ASEAN6 各国への直接投資額（フロー）の推移
（出典：通商白書 2008 年版）

わが国製造業の海外現地法人数を見ると、アジアを中心として増加していることがわかる。また、製造業における海外生産比率および海外現地法人売上高も増加傾向にあることがわかる。

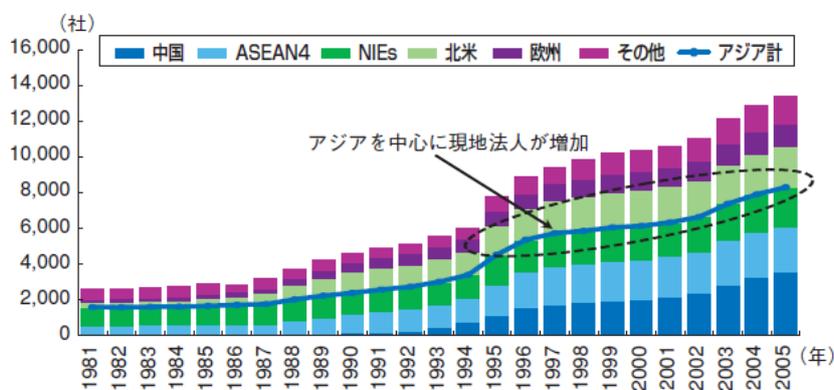
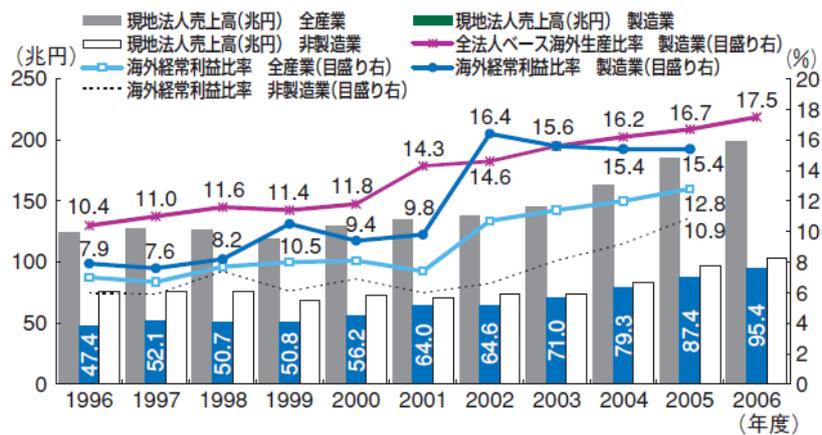


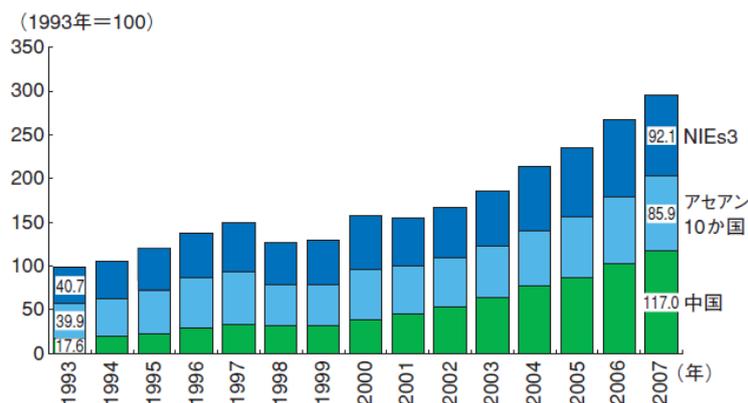
図 2.1.1-11 わが国製造業の海外現地法人数の推移
（出典：通商白書 2008 年版）



資料：経済産業省「海外事業活動基本調査」各年版。
備考：海外経常利益比率＝現地法人経常利益／（現地法人経常利益＋国内法人経常利益）×100
全法人ベース海外生産比率＝現地法人（製造業）売上高／（現地法人（製造業）売上高＋国内法人（製造業）売上高）×100。
ただし、国内法人経常利益及び国内法人売上高は、財務省「法人企業統計」による。2006年度は見込み。

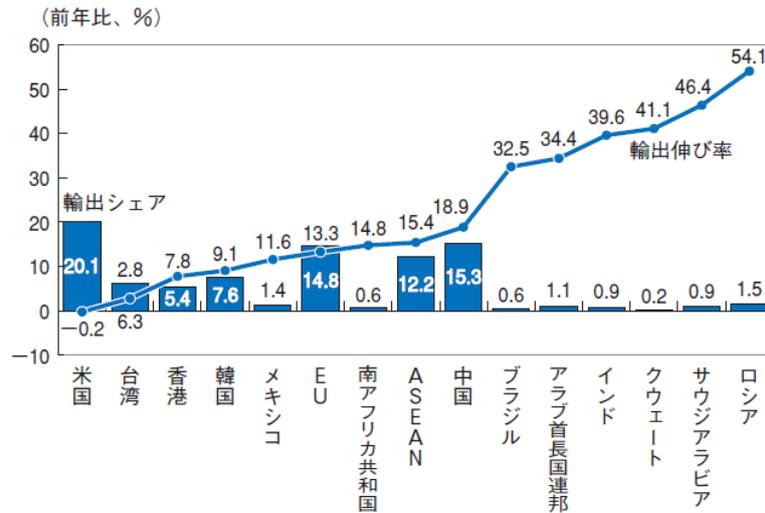
図 2.1.1-12 わが国企業の海外現地法人の売上高・経常利益・海外生産比率（製造業）の推移（出典：通商白書 2008 年版）

わが国とアジア各国の貿易額の推移をしてみる。対中国、ASEAN10ヶ国、NIEs 諸国、ともに増加していることがわかる。中国、ASEAN 諸国については、わが国からの輸出シェアも 15.3%、12.2%と大きく、前年比伸び率も 18.9%、15.4%と大きい。インドは、絶対量のシェアは 0.9%と少ないが、前年比伸び率は 39.6%と高い値を示している。



資料：財務省「貿易統計」。
備考：NIEs3とは、韓国、台湾、香港。アセアン10か国とは、ベトナム、タイ、シンガポール、マレーシア、ブルネイ、フィリピン、インドネシア、カンボジア、ラオス、ミャンマー。

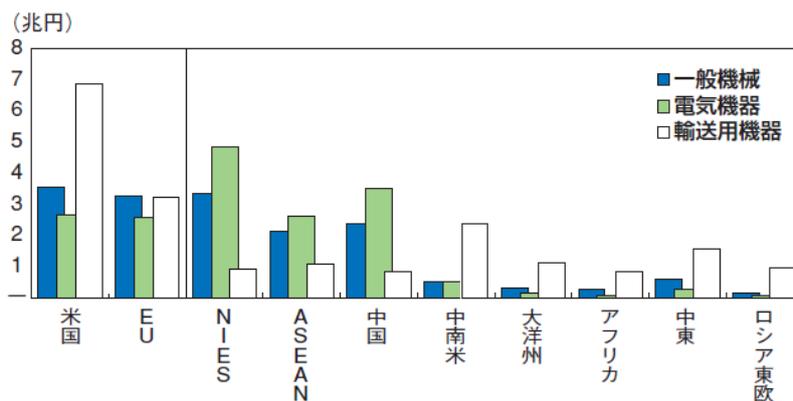
図 2.1.1-13 わが国とアジア各国・地域との貿易額（輸出＋輸入）の推移（出典：通商白書 2008 年版）



資料：財務省「貿易統計」。

図 2.1.1-14 わが国の国別輸出シェアと伸び率（2007年）
（出典：通商白書 2008年版）

わが国からの輸出品目を見てみると、米国やEU、あるいは中南米、大洋州、ロシアなどの資源輸入国に対しては、自動車などの輸送用機器が多いが、NIEs、ASEAN、および中国に対しては、電気機器や一般機械の輸出が多いことがわかる。これは、わが国がアジア地域に対する生産財や中間財の供給基地となっていることも示している。これには、アジア各国からの欧米市場への輸出とともに、アジア域内での最終需要の増大がアジア域内での生産を誘発し、アジア域内の生産ネットワークを介した中間財貿易を増大させているという背景がある。



資料：熊野英生（2008）。

原出典：財務省「貿易統計」、財団法人日本関税協会「外国貿易概況」。

図 2.1.1-15 わが国からの地域別・品目別の輸出額（2007年）
（出典：通商白書 2008年版）

4) 資源需給と環境問題

先進国は、長期間をかけて工業化を達成し、その過程で多くの環境問題を経験し、また今日では地球温暖化の課題に直面している。環境汚染などの公害問題は、当初はその原因がわからず、汚染が拡大した後で、責任者の特定と対策がとられたために、環境改善に莫大な費用と時間を要した。地球温暖化のようなグローバルな課題では、特定の原因者がいるわけではなく、産業や社会全体の変革が必要となり、より困難な課題となり、その解決が模索されている。

発展途上国・地域は、産業活動のグローバル化の流れの中で、先進地域が自らの知識・技術で長期間かけて行ってきた工業化を、極めて短時間に移入された知識・技術に頼って行おうとしている。そのために、大気・土壌・水汚染や廃棄物処理など、予想可能であるにもかかわらず、様々な環境問題が発生し、顕在化してきた。本来、これらの問題は、先進地域がすでに経験していることであり、適切な技術転移により解決できることであり、より本質的には発生を予防できるものである。

先進地域からの技術移転に当たっては、あらかじめ環境問題に十分配慮し、手戻りのない産業開発を行っていくことが求められている。製造業の観点からは、以下の課題がある。

- ・ 環境汚染の防止
- ・ 廃棄物の削減、ゼロエミッション
- ・ 省エネルギー

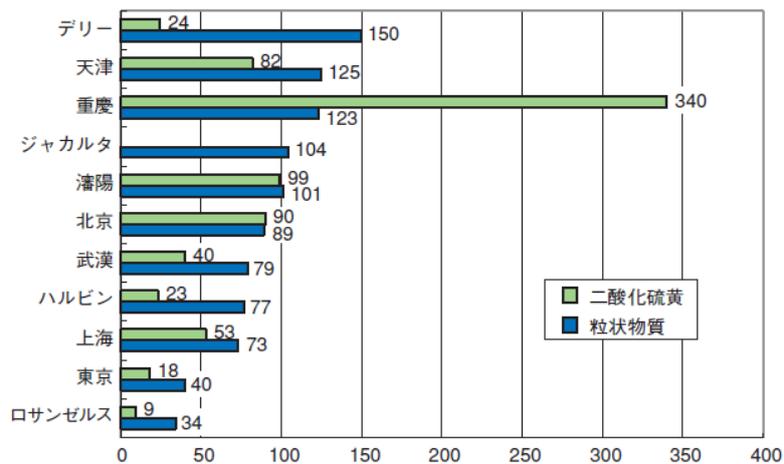
いずれの課題についてもわが国製造業は最先端の技術を有しており、製造の国際分業の展開に際して大きな競争力となる。

表 2.1.1-4 アジア諸国の環境問題（出典：通商白書 2008 年版）

国名	主要な環境問題
中国	大気汚染（石炭利用）、廃棄物（ごみ処理）、水質汚濁（含：砒素、フッ素汚染、工場排水、有害物質流出による国際問題発生）という「三廃問題」、砂漠化（過放牧・過耕作）、酸性雨、黄塵、山峡ダム、地盤沈下、地下水汚染、海洋汚染（渤海、黄海、東シナ海等）等
韓国	大気汚染（ソウルの排気ガス、蔚山工業団地ほか）、河川汚染（生活排水）、海洋汚染（鎮海湾、光陽湾ほか）、公害病（温山病）、廃棄物（ごみ処理）、セマングム干拓事業 等
台湾	大気汚染、廃棄物（ごみ処理）、水質汚濁、土壌汚染、ダム建設 等
マレーシア	廃棄物（ごみ処理）、排水処理（工場廃液、パーム油、やし油、天然ゴム、すず鉱山等）、鉱害、下水道整備の遅れ、上水用の水供給不足、大気汚染（森林火災による煙霧）、森林減少（オイルパーム）、河川汚染（サバ・サラワクの農業と化学肥料）等
タイ	大気汚染（バンコク、石炭火力）、廃棄物（ごみ処理）、河川汚染、水質汚濁、鉱害、養殖魚池による汚染、パーム油増産と森林保護、東北タイの森林破壊・旱魃・洪水 等
フィリピン	大気汚染（マニラ等の都市巨大化による）、廃棄物（ごみ処理）、森林管理と森林減少（土壌浸食、地下水の枯渇・塩性化）、水質汚濁（マニラ湾、砒素、カドミウム、水銀等）、鉱害（金・銅鉱山の水銀汚染、廃さい流出・投棄）等
インドネシア	大気汚染（ジャカルタ、および森林火災による煙霧）、廃棄物（ごみ処理）、工場排水（重金属汚染）、鉱害、森林管理と森林減少（移住政策、産業造林：アグロフォレストリー、水田化）、水質汚濁と上下水道の未整備、河川汚染（工場排水）、海洋汚染（マラッカ海峡、ジャカルタ湾、スラバヤ湾等）等
シンガポール	重油流出 等
ベトナム	河川汚染（主要河川すべて、工業廃水と生活排水）、森林破壊（乱伐、枯葉剤）、洪水多発、鉄砲水、ハノイおよびホーチミンの都市化（大気汚染、ごみ処理、排水）等
ミャンマー	鉱害 等
バングラデシュ	洪水、土壌流出、塩害、水質汚濁、排水、森林破壊 等
インド	河川汚染（すべての表流水源は飲用不可）、ダム建設、森林減少、都市部の大気汚染、鉱害、廃棄物（ごみ処理）、砂漠化、津波被害（地下水汚染も）等

資料：武石（2007）「アジアの産業発展と環境問題」から経済産業省作成。

アジアの主要大都市における二酸化炭素や粒状物質による大気汚染はひどく、国内に止まらず、国境を越えて汚染物質が移動することにより、国際的な問題ともなっている。この改善のためには、現地工場のクリーン化とともに、製品自体を環境配慮製品に移行していくような施策が必要とされる。

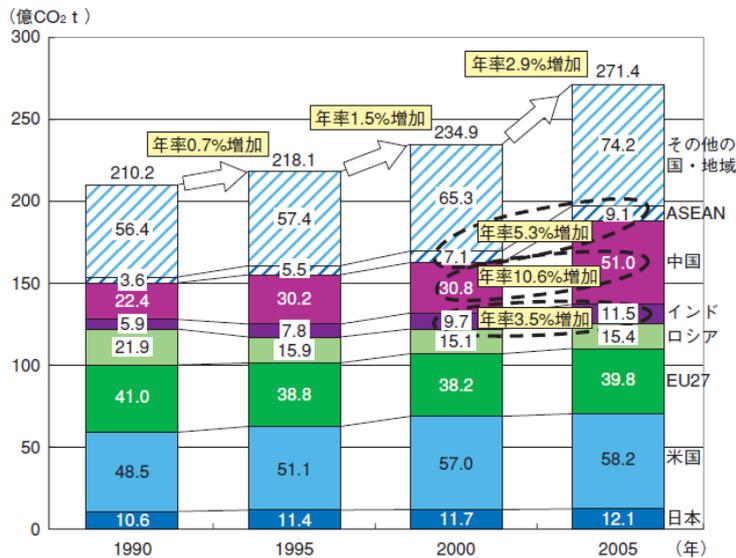


資料：世銀「WDI」。

図 2.1.1-16 アジア主要都市の大気汚染

(出典：通商白書 2008 年版)

2000 年から 2005 年にかけて、日本、米国、EU の二酸化炭素排出量はほぼ横ばいであるのに対して、中国は年率 10.6%、ASEAN は 5.3%、インドは 3.5%、と増加しており、とりわけ中国の増加量は、この 5 年間の世界全体の二酸化炭素排出増加量の約 55% を占め、世界全体の二酸化炭素排出増加に大きく影響している。



備考：中国には香港を含む。

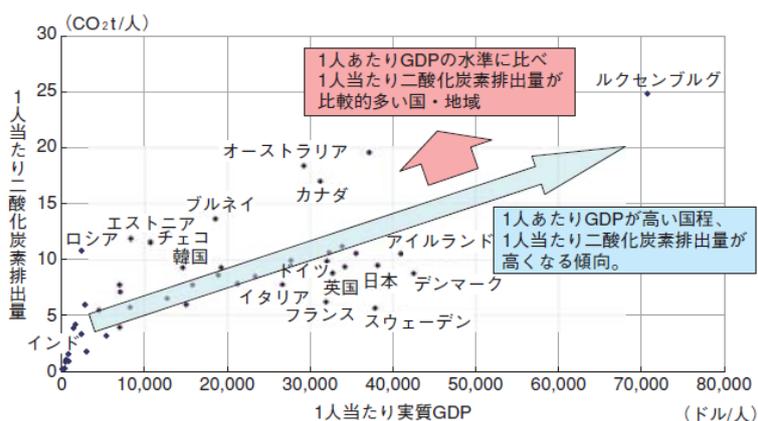
資料：IEA (2007)「CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION」。

図 2.1.1-17 世界の二酸化炭素排出量の推移

(出典：通商白書 2008 年版)

経済成長と一人当たり二酸化炭素排出量および二酸化炭素排出原単位を考える。

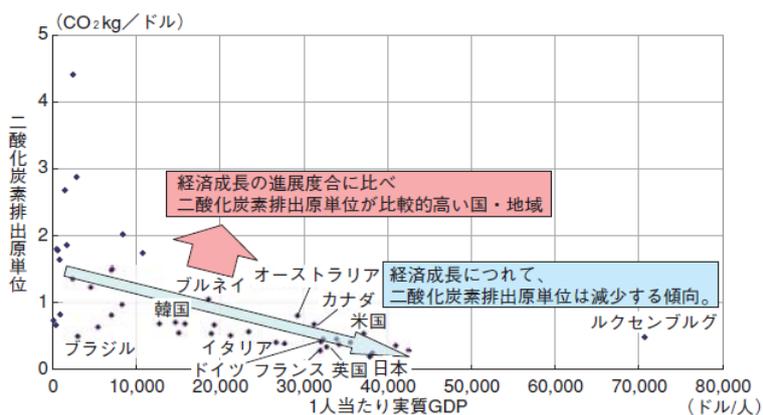
経済成長と一人当たり二酸化炭素排出量には正の相関があり、経済成長と二酸化炭素排出原単位には負の相関が見られる。このことから、経済成長の初期には、効率の悪い工業プロセスや消費の増大により経済成長と二酸化炭素排出量は増えるが、工業化が成熟するにつれ、優れた省エネルギー技術などが普及して、二酸化炭素排出量の増加の傾向は弱まるものと期待される。中国やインドを初めとする東アジア地域は、当面このような遷移期間にあたり、顕著な二酸化炭素排出量の増加が見込まれるので、技術転移などにより先進省エネルギー技術などの普及に努めることが重要になる。



備考：データの対象はASEAN+6（ラオス除く）、EU27、米国、カナダ、ブラジル及びロシア。

資料：IMF（2008）「World Economic Outlook Database April 2008」、IEA（2007）「CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUTION」。

図 2.1.1-18 経済成長と一人当たり経済成長と二酸化炭素排出原単位（2005年）
（出典：通商白書 2008年版）



備考：1. 二酸化炭素排出原単位は2000年基準為替レートベースで算出。
2. データの対象はASEAN+6（ラオス除く）、EU27、米国、カナダ、ブラジル及びロシア。

資料：IMF（2008）「World Economic Outlook Database April 2008」、IEA（2007）「CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUTION」。

図 2.1.1-19 経済成長と二酸化炭素排出原単位（出典：通商白書 2008年版）

2005年の時点では、米国、中国、ロシア、インド、および日本とEU諸国で、世界の二酸化炭素排出量の7割を占めている。これらの国々の対応により、二酸化炭素排出量を大幅に削減できる可能性がある。また、2005年から2030年にかけて、中国、インドおよびその他のアジア諸国（日本を除く）の二酸化炭素排出量は2倍以上に増加すると見込まれている。先進的な省エネルギー技術の積極的な移転により、増加の程度を抑制することが望まれている。

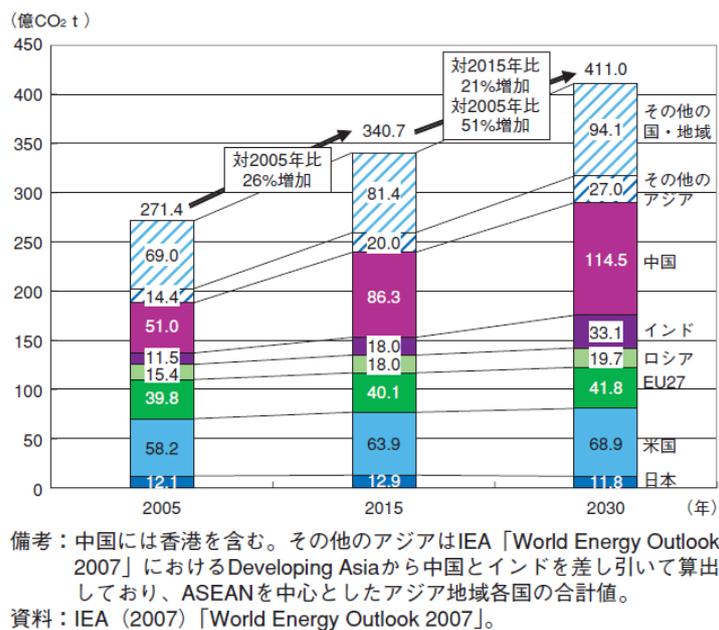


図 2.1.1-20 世界の二酸化炭素排出量の将来予測
(出典：通商白書 2008 年版)

アジア地域におけるエネルギー資源や鉱物資源の需給状況を見てみると、全般的に近年需要が増大し、自給率が下がっていることがわかる。また、これらの資源は産出状況が地域的に偏在しており、産業発展にしたがって需給のアンバランスがひどくなり円滑な経済成長を損なう可能性がある。例えば高性能磁石の製造に必要なレアアース生産は中国が世界全体の97%、超硬工具に用いられるタングステンも中国が85%を産出している。国際連携を深めて安定な供給体制を構築するとともに、代替材料開発など、特定資源への依存の程度を低くすることが重要である。アジア地域においては、極端な資源国と需要国が存在する。アジア域内の合理的な国際分業により、地域の発展を図ることが望まれる。

表 2.1.1-5 アジア主要資源消費国の自給率の推移
(出典：通商白書 2008 年版)

エネルギー資源 (石炭)						鉱物資源 (鉄鉱石)							
	2000年			2005年				2000年			2006年		
	生産量 (Mtoe)	供給量 (Mtoe)	自給率	生産量 (Mtoe)	供給量 (Mtoe)	自給率		生産量 (千t)	供給量 (千t)	自給率	生産量 (千t)	供給量 (千t)	自給率
中国	649.4	625.6	103.8%	1,145.4	1,087.6	105.3%	中国	105,257	175,228	60.1%	276,441	602,744	45.9%
インド	146.2	164.3	89.0%	186.3	208.0	89.6%	日本	0	131,733	0.0%	0	134,251	0.0%
日本	1.6	98.0	1.6%	-	112.1	-	インド	74,946	40,538	184.9%	165,000	79,021	208.8%
豪州	164.6	48.2	341.8%	204.7	54.3	376.8%	韓国	332	39,312	0.8%	430	43,237	1.0%
韓国	1.8	36.5	4.9%	1.2	49.5	2.4%	豪州	176,300	20,826	846.5%	275,091	30,088	914.3%

石油						ボーキサイト							
	2000年			2005年				2000年			2006年		
	生産量 (Mtoe)	供給量 (Mtoe)	自給率	生産量 (Mtoe)	供給量 (Mtoe)	自給率		生産量 (千t)	供給量 (千t)	自給率	生産量 (千t)	供給量 (千t)	自給率
中国	163.1	221.4	73.7%	181.4	318.4	57.0%	中国	7,900	3,499	225.8%	18,000	8,648	208.1%
日本	0.8	262.8	0.3%	0.8	251.7	0.3%	日本	-	2,112	-	-	2,323	-
インド	37.2	114.4	32.6%	37.1	128.6	28.9%	韓国	-	823	-	-	1,153	-
韓国	0.7	103.5	0.6%	0.5	96.2	0.6%	インド	7,562	570	1327.8%	12,444	1,080	1152.8%
インドネシア	71.3	54.5	130.7%	49.2	65.8	74.8%	タイ	-	195	-	-	407	-

天然ガス						銅鉱石							
	2000年			2005年				2000年			2006年		
	生産量 (Mtoe)	供給量 (Mtoe)	自給率	生産量 (Mtoe)	供給量 (Mtoe)	自給率		生産量 (千t)	供給量 (千t)	自給率	生産量 (千t)	供給量 (千t)	自給率
日本	2.3	65.7	3.5%	2.9	70.5	4.1%	中国	593	1,928	30.7%	755	3,610	20.9%
中国	22.8	20.8	109.7%	42.6	40.1	106.2%	日本	1	1,349	0.1%	-	1,282	-
インドネシア	63.0	31.3	201.5%	62.7	30.6	204.8%	韓国	-	862	-	-	828	-
インド	21.0	21.0	100.0%	23.8	28.8	82.7%	インド	32	240	13.3%	27	435	6.2%
韓国	-	17.0	-	0.4	27.4	1.6%	タイ	-	151	-	-	254	-

備考：1. ASEAN+6の国の内、エネルギー資源については2005年の供給量が多い上位5か国、鉱物資源については、2006年の消費量が多い上位5か国を表示。
 2. それぞれの自給率の算出方法は以下の通り。
 エネルギー資源の自給率=各エネルギー資源生産量/各エネルギー資源による一次エネルギー供給量、
 鉄鋼石の自給率=鉄鋼石生産量/(鉄鋼石生産量+鉄鋼石輸入量-鉄鋼石輸出量)、
 ボーキサイト自給率=ボーキサイト生産量/アルミニウム地金消費量
 銅鉱石の自給率=銅鉱石生産量/銅地金消費量、でそれぞれ算出。
 3. ボーキサイト及び銅鉱石の自給率については、地金消費量にリサイクルされた地金消費量も含まれていることから、過小に評価されている可能性がある。
 4. 2005年の自給率が2000年の自給率を下回っている国については、網掛けで表示。
 資料：IEA (2007) 「ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES」、IEA (2007) 「ENERGY BALANCES OF NON-OECD COUNTRIES」、
 International Iron and Steel Institute (2007) 「Steel Statistics Yearbook 2007」、World Bureau of Metal Statistics (2007) 「World Metal Statistics Yearbook 2007」。

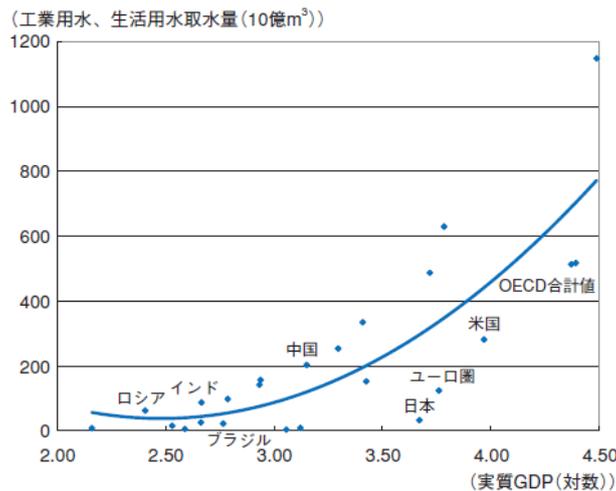
表 2.1.1-6 資源の上位産出国 (出典：通商白書 2008 年版)

	資源生産上位3か国 (鉄鉱石のみ2005年、その他は2006年)						上位3か国の 合計シェア
レアアース	① 中国	97%	② インド	2%	③ マレーシア	0.2%	99%
バナジウム	① 南アフリカ	40%	② ロシア	30%	③ 中国	28%	98%
タングステン	① 中国	85%	② ロシア	6%	③ カナダ	3%	94%
白金族	① 南アフリカ	71%	② ロシア	14%	③ カナダ	3%	88%
インジウム	① 中国	63%	② 日本	11%	③ カナダ	10%	84%
モリブデン	① 米国	34%	② 中国	23%	③ チリ	22%	79%
鉛	① 中国	31%	② 豪州	23%	③ 米国	13%	67%
石炭	① 中国	39%	② 米国	19%	③ インド	7%	65%
コバルト	① コンゴ民主共和国	38%	② ザンビア	15%	③ 豪州	10%	63%
鉄鉱石	① ブラジル	22%	② 豪州	20%	③ 中国	17%	59%
ウラン	① カナダ	25%	② 豪州	19%	③ カザフスタン	13%	57%
亜鉛	① 中国	25%	② 豪州	14%	③ ベルギー	12%	51%
銅	① チリ	35%	② 米国	8%	③ ベルギー	7%	50%
マンガン	① 南アフリカ	20%	② ブラジル	15%	③ ガボン	14%	49%
ニッケル	① ロシア	21%	② カナダ	15%	③ 豪州	12%	48%
アルミニウム	① 中国	26%	② ロシア	11%	③ カナダ	9%	47%
天然ガス	① ロシア	21%	② 米国	19%	③ カナダ	7%	46%
原油	① サウジアラビア	13%	② ロシア	12%	③ 米国	8%	33%

備考：世界全体に占める割合が30%を超えている国について、網掛けで表示。
 資料：BP 「Statistical Review of World Energy」 World Nuclear Association Webサイト、U.S.Geological Survey 「Mineral Commodity Summaries 2007」、 「Minerals Yearbook」。

水資源は、工業化はもとより、人間生活の基礎として重要である。経済成長に従

い、水需要は増加する。増加の原因は、人口増加、食糧生産、都市化など様々であり、水の過剰採取が、地球温暖化と相俟って、地域の植生を変え、水不足をますます加速することになる。環境維持に配慮した工業化を進め、水を初めとする天然資源を保全することが要請される。近年、アジア地域では、水資源の維持は大きな課題となっており、国際協調により、様々な技術転移が行われようとしている。



資料：世銀「WDI」。

図 2.1.1-21 GDP と水需要の関係 (出典：通商白書 2008 年版)

(5) 今後の課題

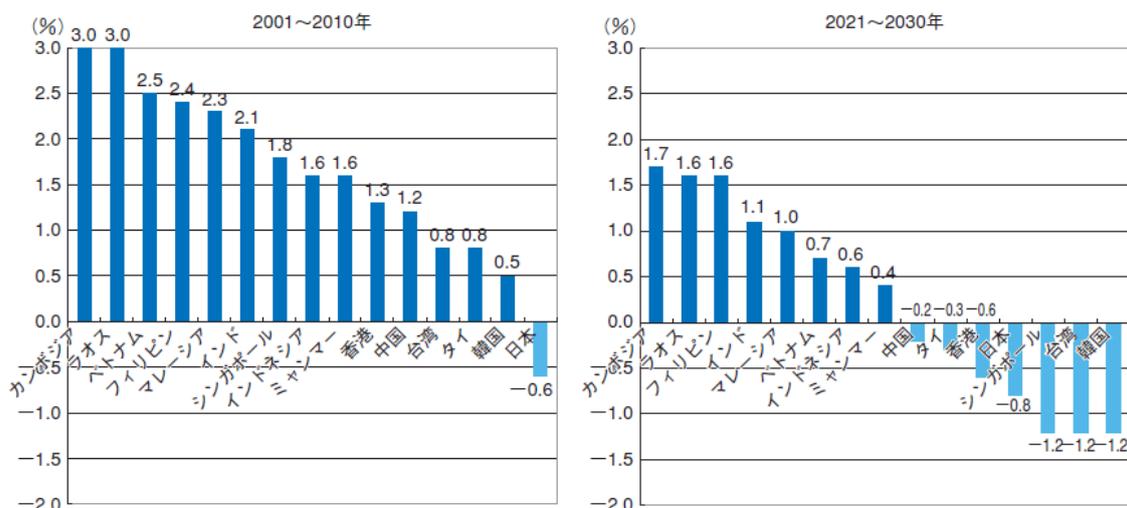
ERIA アジア加盟国における製造業について、今後の見通しを検討して見よう。本調査研究では、製造業にまつわる資源・環境問題、および製造技術の問題を主に取り上げる。各々について、2.2 節、2.3 節で議論する。ここでは、製造業発展の根幹である人材について、ERIA アジア加盟国地域の状況を展望し、今後の課題を一般的に考える。

アジア地域は、近年の人口増加に支えられて、安価で良質な労働力が大量・安定に確保できるという利点を梃子にして急速な経済発展を遂げてきた。その過程で生じた様々なひずみ、例えば、資源・環境問題や高度な技術競争力などは、困難ではあるが解決の方策がある。一方、人材に関する問題はアジアが抱えるより本質的で解決困難な課題である。

アジア諸国では、経済発展の段階に応じて人口動態が変化し、経済先進地域から急激に出生率が減少してきている。西欧諸国の先例を見ると、経済発展が成熟し生活水準が十分に高くなると、一旦落ち込んだ出生率が回復してくる可能性がある。しかし、発展途上および先進のアジア諸国は、発展途上段階あるいは成熟段階への移行期にある。生活が豊かになるとともに、経済的に高コスト社会に転換し、例え

ば女性の就業率の向上などにより、落ち込んだ出生率はなかなか回復しない。その結果、生産年齢人口（15歳から64歳）は、ある時期から減少に転ずる。

2001年から2010年にかけては、ほとんどのアジア諸国では生産年齢人口が依然として増加すると見込まれるが、わが国はすでに減少傾向に入る。2021年から2030年にかけては、ラオス、フィリピン、インド、マレーシア、ベトナムなどで増加が続くと見込まれるが、中国やタイはわずかに減少に転じ、わが国やシンガポール、台湾、韓国などは大きく減少する。

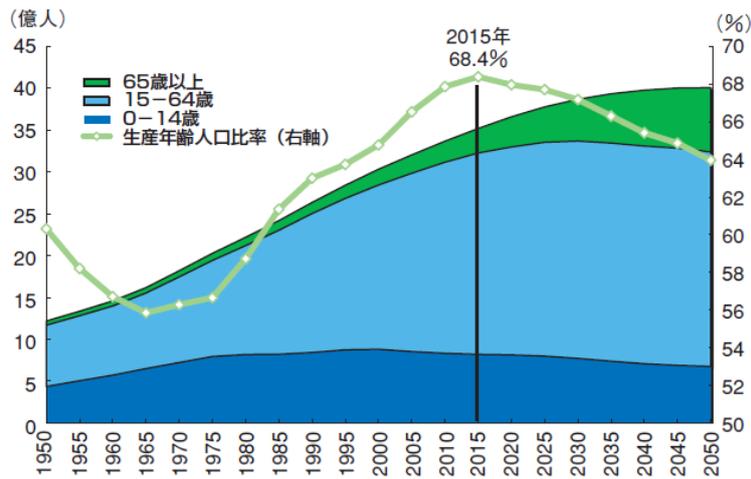


出所：ADB (2008) 「Asian Development Outlook 2008」。

図 2.1.1-22 アジア諸国の生産年齢人口の変化率（出典：通商白書 2008 年版）

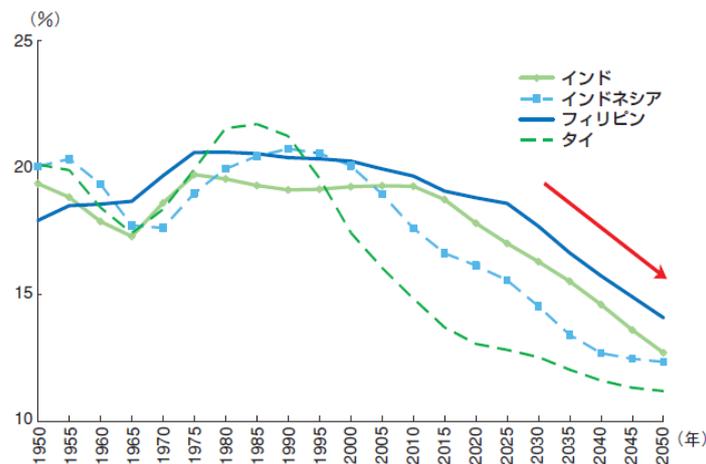
アジアは、若年労働者が次々と供給される社会ではなくなる可能性がある。アジアにおける生産年齢人口の推移を見ると、実数では 2030 年ころに頭打ちとなり、全人口に対する比率としては、2015 年の 68% を頂点として、2050 年には 64% まで減少すると見込まれている。各国別の人口推計でもその傾向を確認することができる。

社会の高齢化にあわせて、教育による労働人材の高度化をはかり、産業構造を改革していくことが課題となる。わが国はすでにその段階にあるが、100 年以上の高等教育と工業化の歴史を持っている。極めて短時間で工業化し、グローバルな技術競争に晒される環境でアジア地域の製造業の将来を見通すことは難しい。シンガポールなどの小規模な先端工業国はその方向を見出しつあるように思われる。中国やインドなどの超大国や、カンボジア、ラオス、ミャンマーなどの小国の各々の位置付けを考え、適切な国際分業の姿を迫及する必要がある。



資料：国連「World Population Prospects; the 2006 Revision」。

図 2.1.1-23 アジアにおける生産年齢人口比率の推移
(出典：通商白書 2008 年版)



資料：国連「World Population Prospects the 2006 Revision」。

図 2.1.1-24 インド・インドネシア・フィリピン・タイの若年層人口比率の推移
(出典：通商白書 2008 年版)

わが国の製造業も、経済的条件とともに、人材の動態を見通して、アジアにおける事業展開を計画しなければならない。中小企業も含めてわが国の製造業が中期的な事業展開先・投資先として有望と見る国は、中国、インド、ベトナム、タイなどとなっており、その理由として、低廉で豊富、優秀な労働力が挙げられている。しかし、人口構成の推移や経済発展に従い、やや先行する中国やタイでは労働力市場が変化することが予想される。一般的な労働コストの上昇、とりわけ高レベル人材の需給の変化が予想される。インドやベトナムの労働市場は未成熟であり、今後の様相を注視する必要がある。

表 2.1.1-7 わが国製造業が中期的な事業展開先として有望と見る国・地域
(出典：通商白書 2008 年版)

順位	00年度	01年度	02年度	03年度	04年度	05年度	06年度	07年度
1位	中国							
2位	米国	米国	タイ	タイ	タイ	インド	インド	インド
3位	タイ	タイ	米国	米国	インド	タイ	ベトナム	ベトナム
4位	インドネシア	インドネシア	インドネシア	ベトナム	ベトナム	ベトナム	タイ	タイ
5位	マレーシア	インド	ベトナム	インド	米国	米国	米国	ロシア
6位	台湾	ベトナム	インド	インドネシア	ロシア	ロシア	ロシア	米国
7位	インド	台湾	台湾	韓国	インドネシア	韓国	ブラジル	ブラジル
8位	ベトナム	韓国	韓国	台湾	韓国	インドネシア	韓国	インドネシア
9位	韓国	マレーシア	マレーシア	マレーシア	台湾	ブラジル	インドネシア	韓国
10位	フィリピン	シンガポール	ブラジル	ロシア	マレーシア	台湾	台湾	台湾

資料：国際協力銀行「海外直接投資アンケート調査結果」(各年版)。

表 2.1.1-8 わが国中小企業から見た中期的な投資先として有望な国・地域
(出典：通商白書 2008 年版)

	2007年調査		2006年調査		理由(2006年調査)
第1位	中国	52%	中国	54%	労働力が低廉・豊富(66%)
第2位	ベトナム	29%	ベトナム	17%	労働力が低廉・豊富(73%)
第3位	インド	6%	タイ	7%	労働力が低廉・豊富(57%)
第4位	タイ	6%	インド	4%	優秀な人材が確保可能(77%)

資料：中小企業金融公庫「中国進出中小企業実態調査(第7回、第8回)」。

2.1.2 ASEAN 主要加盟国における製造業の現状と今後の見通し

1) 製造業の現状

ASEAN 諸国の状況は、各国により大きく異なる。経済発展と環境対策の程度により、途上国、中進国、先進国に分けて考えてみる。途上国は、原始的なレベルの農業活動が依然として産業の主体であり、ようやく近代工業が移入され、急激な経済発展前夜の状態にある国々である。中進国は、技術移入による工業化が進展しつつある国々であり、生産基地化から技術の現地化へと発展している。先進国は、技術移入の段階を終え、先端研究開発までも自力で発展させようとしている国々である。

状況は急速に変化しているが、大雑把にみて、カンボジア、ミャンマー、ラオスなどは途上国であり、ベトナムは途上国から中進国へ移行しつつあると考えられる。インドネシア、タイ、フィリピン、マレーシアなどは、中進国であろう。シンガポールは特異な地位を占めており、世界的に見て先進国といえる。

製造業の発展段階で見ると、第 2.1.1 節 1) の分類で、途上国は (1) から (2)、中進国は (3) から (4)、先進国は (5) の段階に相当する。ASEAN 各国は、基本

的に国家体制が確立しており、勤勉な民族性に支えられている。経済環境が整えば、順調に経済発展できる基盤がある。グローバル化における国際分業を適切に展開することにより、途上国から先進国へ転換しながら、相互に Win-Win となるような製造業の形態が実現できるであろう。

2) 基本データ

製造業の特徴を見るために、2005年から2008年にかけての、輸出（品目別）、輸入（品目別）、対内直接投資（業種別）の推移を示す。途上国としてベトナム、中進国としてタイ、先進国としてシンガポール、を例として示す。

表 2.1.2-1 貿易統計 輸出（品目別）－シンガポール－（出典：JETRO）

	2005/06年度	2006/07年度	2007/08年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
電気機器・同部品	143,405.60	166,747.40	163,884.20	36.4	△ 1.7
原子炉・ボイラー・ 機械類・同部品	76,680.10	77,345.70	77,962.80	17.3	0.8
鉱物性燃料・鉱物油	46,656.70	56,646.00	62,229.70	13.8	9.9
有機化学品	21,104.00	22,038.00	21,048.20	4.7	△ 4.5
プラスチック・同製品	11,122.10	12,042.90	12,645.80	2.8	5.0
光学・写真・映画・ 測定・検査・精密・ 医療機器・同部品	10,043.30	10,731.10	10,919.50	2.4	1.8
医療用品	4,052.90	7,033.30	8,098.50	1.8	15.1
車両・同部品	4,553.50	4,653.40	5,215.00	1.2	12.1
貴石・半貴石・貴金属	5,522.30	4,791.20	4,978.00	1.1	3.9
航空機・同部品	2,507.80	3,674.80	4,680.60	1.0	27.4
その他	56,883.70	65,895.30	78,965.30	17.5	19.8
輸出合計	382,532.00	431,599.40	450,627.70	100.0	4.4

表 2.1.2-2 貿易統計 輸入（品目別）－シンガポール－（出典：JETRO）

	2005/06年度	2006/07年度	2007/08年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
電気機器・部品	114,781.00	129,244.80	124,905.30	31.5	△ 3.4
鉱物性燃料・鉱物油	59,236.20	71,423.30	79,177.70	20.0	10.9
原子炉・ボイラー・ 機械類・同部品	58,584.40	61,768.00	64,477.20	16.3	4.4
光学・写真・映画・ 測定・検査・精密・ 医療機器・同部品	11,094.30	11,731.20	11,382.70	2.9	△ 3.0
航空機・同部品	6,249.50	9,293.40	9,011.30	2.3	△ 3.0
有機化学品	6,967.70	6,955.10	7,058.40	1.8	1.5
車両・同部品	6,669.10	6,601.00	6,907.10	1.7	4.6
貴石・半貴石・貴金属	7,382.70	6,256.10	6,695.00	1.7	7.0
プラスチック・同製品	5,280.80	5,731.20	6,217.30	1.6	8.5
鉄鋼製品	4,196.30	5,338.50	5,797.60	1.5	8.6
その他	52,748.80	64,765.10	74,350.10	18.8	14.8
輸入合計	333,190.80	379,107.70	395,979.70	100.0	4.5

表 2.1.2-3 直接投資統計 対内直接投資（業種別、製造業投資、
ネット・コミットメントベース）－シンガポール（出典：JETRO）

	2005/06年度	2006/07年度	2007/08年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
製造分野	8518.8	8,842.60	16,083.60	93.6	81.9
エレクトロニクス製品	4354.2	4,336.40	5,138.60	29.9	18.5
化学品	1979.6	2,566.40	8,631.80	50.2	236.3
バイオメディカル	859.5	901.6	932.4	5.4	3.4
精密エンジニアリング	418.2	415.7	411.7	2.4	△1.0
輸送エンジニアリング	597.5	472.8	502.9	2.9	6.4
その他製造業	309.8	149.6	466.2	2.7	211.6
製造関連サービス分野	883.6	1,514.50	1,103.60	6.4	△27.1
製造業投資合計	9402.4	10,357.10	17,187.20	100.0	65.9

表 2.1.2-4 貿易統計 輸出（品目別）－タイ（出典：JETRO）

	2005/06年度	2006/07年度	2007/08年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
コンピュータ・同部品	11,848.70	14,869.40	17,299.50	11.4	16.3
自動車・同部品	7,745.40	9,524.20	12,035.80	7.9	26.4
集積回路（IC）	5,950.60	7,030.00	8,053.10	5.3	14.6
天然ゴム	3,710.00	5,396.60	5,640.00	3.7	4.5
宝石・宝飾品	3,232.70	3,668.30	5,381.70	3.5	46.7
プラスチック樹脂	4,198.40	4,498.40	5,212.30	3.4	15.9
鉄・鉄鋼	2,895.60	3,528.60	4,570.10	3.0	29.5
機械・同部品	2,111.30	2,655.20	4,339.10	2.9	63.4
精製燃料	2,352.10	3,648.90	4,097.10	2.7	12.3
化学品	2,646.10	3,434.30	3,920.10	2.6	14.1
合計（その他含む）	110,937.70	129,720.40	152,095.20	100.0	17.2

表 2.1.2-5 貿易統計 輸入（品目別）－タイ（出典：JETRO）

	2005/06年度	2006/07年度	2007/08年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
原油	16,998.70	20,111.60	20,405.80	14.6	1.5
産業機械	10,970.30	11,315.40	12,172.10	8.7	7.6
化学品	8,168.50	8,828.10	10,020.90	7.2	13.5
集積回路基板	7,985.70	8,628.70	9,822.60	7.0	13.8
電気機械・同部品	9,209.80	9,393.30	9,503.10	6.8	1.2
鉄・鉄鋼	8,696.20	7,412.40	8,575.20	6.1	15.7
コンピュータ・同部品	6,803.50	7,597.40	7,520.40	5.4	△1.0
金属くず・スクラップ	4,339.70	6,081.30	7,129.60	5.1	17.2
宝石・地金銀	3,924.60	3,890.80	4,117.30	2.9	5.8
自動車部品	3,214.70	3,070.80	3,336.80	2.4	8.7
合計（その他含む）	118,175.20	128,772.30	139,958.90	100.0	8.7

表 2.1.2-6 直接投資統計 対内直接投資（業種別、製造業投資、認可ベース）

－タイ－（出典：JETRO）

	2005/06年度	2006/07年度	2007/08年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
農水産業・農水産加工	11,430	11,152	23,415	4.6	110.0
鉱業・セラミック	8,701	2,544	32,379	6.4	1172.6
繊維・軽工業	9,644	9,301	9,442	1.9	1.5
機械・金属加工	141,029	54,239	122,020	24.1	125.0
電気・電子機器	85,820	57,938	100,300	19.8	73.1
化学・紙	35,706	100,696	96,451	19.1	△ 4.2
サービス	33,497	30,773	121,606	24.1	295.2
外国直接投資計	325,828	266,644	505,612	100.0	89.6

表 2.1.2-7 貿易統計 輸出（品目別）－ベトナム－（出典：JETRO）

	2005/06年度	2006/07年度	2007/08年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
原油	7,373.50	8,264.70	8,487.60	17.5	2.7
繊維・衣料品	4,838.40	5,834.40	7,749.70	16.0	32.8
履物	3,039.60	3,591.60	3,994.30	8.2	11.2
水産物	2,738.80	3,358.00	3,763.40	7.7	12.1
木製品	1,562.50	1,932.80	2,404.10	5.0	24.4
コンピュータ・ 電子部品	1,427.40	1,708.20	2,154.40	4.4	26.1
コーヒー	735.50	1,217.20	1,911.50	3.9	57.0
コメ	1,407.20	1,275.90	1,490.00	3.1	16.8
ゴム	804.10	1,286.40	1,392.80	2.9	8.3
石炭	669.50	914.60	999.80	2.1	9.3
合計（その他含む）	32,441.90	39,826.20	48,561.40	100.0	21.9

表 2.1.2-8 貿易統計 輸入（品目別）－ベトナム－（出典：JETRO）

	2005/06年度	2006/07年度	2007/08年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (千ドル)	金額 (千ドル)	金額 (千ドル)		
機械設備・同部品	5,280.90	6,628.20	11,122.70	17.7	67.8
石油製品	5,024.30	5,969.50	7,710.40	12.3	29.2
鉄鋼	2,930.60	2,936.30	5,111.90	8.2	74.1
織布・生地	2,399.00	2,985.00	3,957.00	6.3	32.6
コンピュータ・ 電子部品	1,706.50	2,047.90	2,958.40	4.7	44.5
プラスチック原料	1,455.70	1,865.80	2,506.90	4.0	34.4
繊維・縫製品、 革原材料	2,282.00	1,951.50	2,152.20	3.4	10.3
一般金属	797.10	1,460.20	1,884.70	3.0	29.1
化学薬品	865.40	1,041.90	1,466.20	2.3	40.7
自動車部品	908.60	758.70	1,302.10	2.1	71.6
合計（その他含む）	36,978.00	44,891.10	62,682.20	100.0	39.6

表 2.1.2-9 直接投資統計 対内直接投資（業種別、製造業投資、新規認可ベース）
 ベトナム（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
重工業	1,736.00	4,534.10	3,538.60	18.9	△ 22.0
軽工業	722.00	921.30	2,548.50	13.6	176.6
ホテル・観光業	37.20	802.70	1,951.10	10.4	143.1
石油・ガス	20.00	106.60	1,909.80	10.2	1691.6
建設業	55.30	124.10	1,225.70	6.5	887.7
運輸・通信業	684.40	614.90	571.80	3.1	△ 7.0
サービス業	105.00	293.00	386.30	2.1	31.8
EPZ・工業団地	26.00	56.20	445.00	2.4	691.8
文化・教育・医療	234.50	65.70	236.10	1.3	259.4
農林業	124.70	162.90	184.80	1.0	13.4
水産業	16.10	3.10	101.90	0.5	3187.1
金融業	50.00	17.00	25.00	0.1	47.1
合計（その他含む）	4,268.40	8,827.20	18,718.40	100.0	112.1

自動車製造は、ASEAN 地域のグローバルな製造業の典型であり、タイを製品開発や生産のハブとして発展が目覚ましい。国内市場を向いたマレーシアやインドネシアとの差異は興味深い。

表 2.1.2-10 ASEAN 3ヶ国の国内自動車生産台数

ASEAN 3カ国の国内自動車生産台数

年 度 国 名		1997	2002	2007	備考
	タイ	乗用車	112,041	169,321	
	商用車	248,262	415,630	971,935	
	合 計	360,303	584,951	1,287,379	
マレーシア	乗用車	362,133	418,798	403,245	通年
	商用車	94,977	72,327	38,433	
	合 計	457,110	491,125	441,678	
インドネシア	乗用車	55,102	24,006	309,208	通年
	商用車	334,177	275,251	102,430	
	合 計	389,279	299,257	411,638	

（2008年5月作成、2008年7月確認、JETRO 海外調査部アジア大洋州課）

ASEAN における発展途上地域の例として、ベトナムの今後は注目される。欧米を含めてアジアの生産基地化している様子が伺える。基本的に優秀な人材を擁する国なので、高度な国際分業において今後の発展の方向は興味深い。

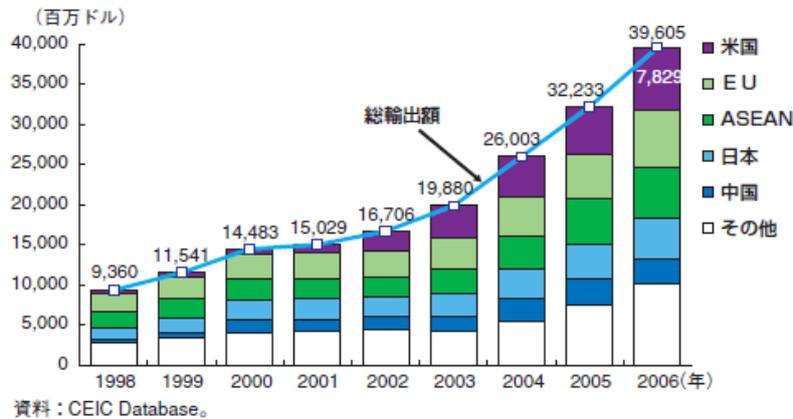


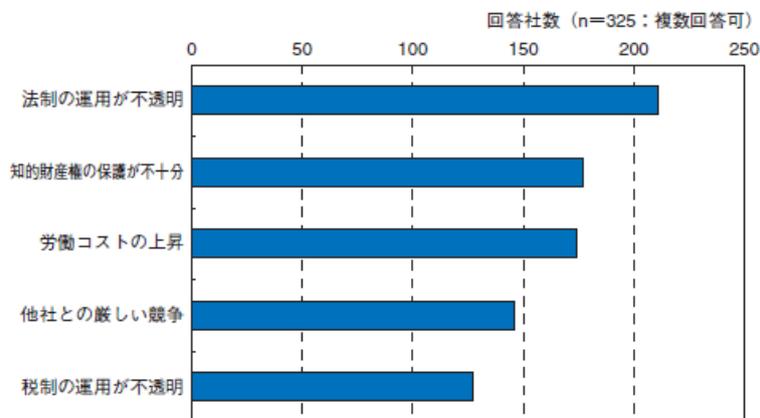
図 2.1.2-1 ベトナムの主要国・地域別輸出の推移
(出典：通商白書 2008 年版)

2.1.3 中国における製造業の現状と今後の見通し

1) 製造業の現状

中国の製造業は、第 2.1.1 節 1) の分類で、(1) ～ (5) の段階が混在して存在し、複雑である。内陸の農業地帯では、①地場技術によるローカルなものづくり、の段階にあり、沿海地域の先端事業所は、④製品設計から生産までの現地適合、および、⑤研究開発機能、の段階にある。中国から南アジア地域へ製造業が移転していくように、中国国内でも、沿海部から内陸部へかけて、製造業の移転が起こっている。中国のものづくりには地域性が強く、実態を把握することは容易ではない。

全般的に、中国の製造業は、安価な労働力やインフラコストの競争力に頼る段階から、脱皮を図る段階に来ている。そのためには、国際分業をより振興して、技術移入により競争力向上を図る必要があるが、外国企業からは様々な課題が指摘されている。



資料：牛田晋、高橋直樹(2008)「わが国製造業企業の海外事業展開に関する調査報告-2007年度 海外直接投資アンケート調査結果 (第19回)-」。

図 2.1.3-1 中国の事業展開に関する課題（出典：通商白書 2008 年版）

中国の製造業の発展期において、量的拡大が先行し、消費財の世界の生産基地と呼ばれるようになった。同様の製造活動は、容易にアジアの開発途上地域に拡散していく。各国の規模は中国よりはるかに小さいが、合計すればかなりの規模となって中国に影響する。中国が、円滑に次の世代の製造業へ移行するためには、技術基盤の底上げや社会インフラ・法制度の整備など、製造先進国と同様の環境を整えていくことが必要とされている。

2) 基本データ

製造業の特徴を見るために、2005 年から 2008 年にかけての、輸出（品目別）、輸入（品目別）の推移を示す。

表 2.1.3-1 貿易統計 輸出（品目別）－中国－（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
一次製品	49,037	52,919	61,547	5.1	16.3
食品、生きている動物、 動物製品	22,480	25,723	30,751	2.5	19.5
飲料、煙草	1,183	1,193	1,396	0.1	17.0
食品以外の原料	7,484	7,860	9,154	0.8	16.5
鉱物燃料、潤滑油 および関連原料	17,622	17,770	19,944	1.6	12.2
動、植物油脂・蠟	268	373	303	0.0	△ 18.8
工業製品	712,916	916,017	1,156,468	94.9	26.2
化学品および関連製品	35,772	44,530	60,356	5.0	35.5
紡績製品、ゴム製品、 鉱産物製品	129,121	174,816	219,893	18.1	25.8
機械、輸送設備	352,234	456,343	577,189	47.4	26.5
雑製品	194,183	238,014	296,853	24.4	24.7
未分類のその他製品	1,606	2,315	2,176	0.2	△ 6.0
合計	761,953	968,936	1,218,015	100.0	25.7

表 2.1.3-2 貿易統計 輸入（品目別）－中国－（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (千ドル)	金額 (千ドル)	金額 (千ドル)		
一次製品	147,714	187,129	242,977	25.4	29.8
食品、生きている動物、 動物製品	9,388	9,994	11,497	1.2	15.0
飲料、煙草	783	1,041	1,401	0.1	34.6
食品以外の原料	70,226	83,157	117,909	12.3	41.8
鉱物燃料、潤滑油 および関連原料	63,947	89,001	104,826	11.0	17.8
動、植物油脂・蠟	3,370	3,936	7,344	0.8	86.6
工業製品	512,239	604,332	712,841	74.6	18.0
化学品および関連製品	77,734	87,047	107,499	11.2	23.5
紡績製品、ゴム製品、 鉱産物製品	81,157	86,924	102,866	10.8	18.3
機械、輸送設備	290,478	357,021	412,508	43.2	15.5
雑製品	60,862	71,311	87,503	9.2	22.7
未分類のその他製品	2,008	2,030	2,464	0.3	21.4
合計	659,953	791,461	955,818	100.0	20.8

各国の輸出先のうち、中国の順位を示す。2000年から2006年にかけて、対中国輸出が急増して、中国が主要輸出先となったことがわかる。

表 2.1.3-3 各国の中国向け輸出依存度（出典：通商白書 2008 年版）

	2006年	2000年	輸出先のうち 中国の順位
韓国	26.7%	13.5%	1位
フィリピン	25.4%	3.7%	1位
台湾	21.7%	2.9%	1位
日本	17.7%	8.2%	2位
香港	16.4%	15.5%	1位
豪州	15.4%	6.8%	2位
タイ	13.5%	6.0%	2位
ペルー	12.8%	9.1%	2位
マレーシア	12.2%	4.7%	3位
ベトナム	11.4%	6.6%	3位
シンガポール	11.0%	5.1%	2位
チリ	9.8%	6.9%	3位
ブラジル	9.4%	2.8%	2位
インド	9.3%	3.0%	2位
世界	6.8%	3.2%	3位

備考：輸出依存度＝中国向け輸出÷輸出総額

資料：独立行政法人経済産業研究所「RIETI-TID2007」。

中国と各国・地域の貿易も日本に比べてより増加していることがわかる。

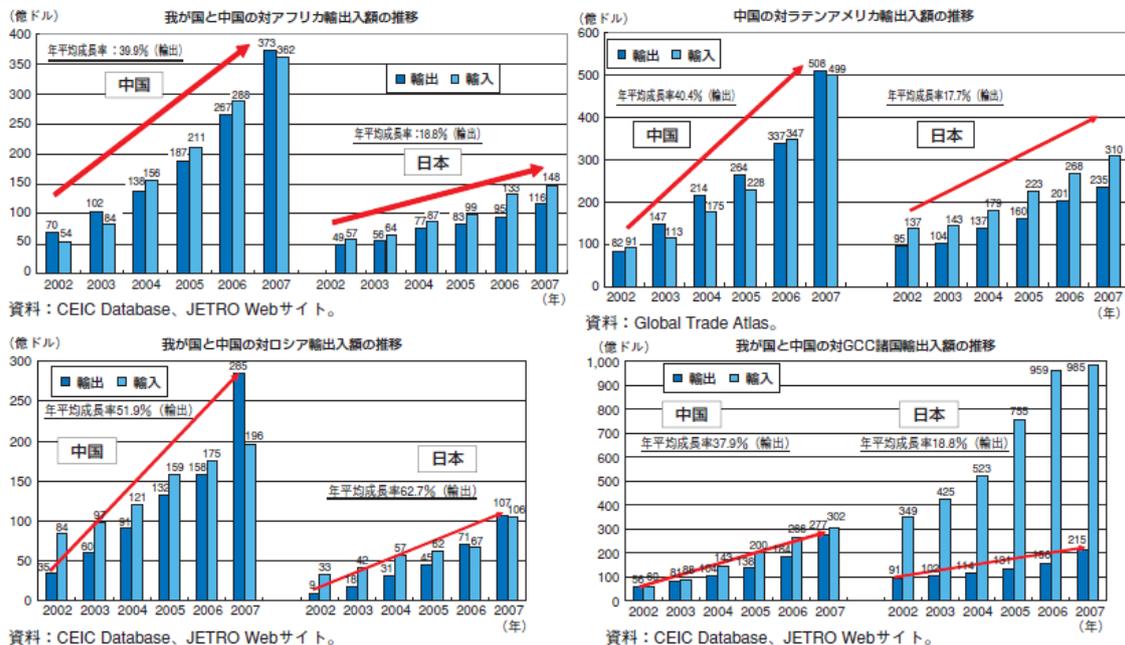
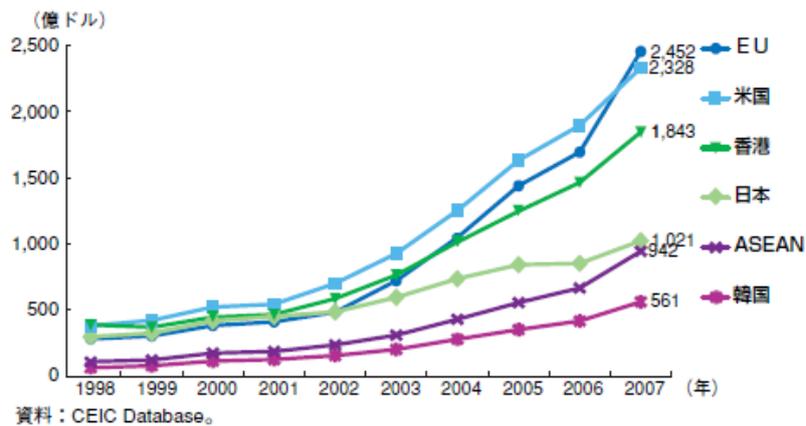


図 2.1.3-2 わが国と中国の対諸国・地域貿易の推移（出典：通商白書 2008 年版）

中国の貿易相手国も多様化していることがわかる。



		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
EU	輸出額 (百万ドル)	38,190	40,965	48,185	72,080	104,574	143,753	181,927	245,231
	輸出シェア (%)	15.3	15.4	14.8	16.4	17.6	18.9	18.8	20.1
米国	輸出額 (百万ドル)	52,142	54,319	69,959	92,510	124,973	162,939	203,516	232,761
	輸出シェア (%)	20.9	20.4	21.5	21.1	21.1	21.4	21.0	19.1
香港	輸出額 (百万ドル)	44,530	46,503	58,483	76,324	101,126	124,505	155,435	184,289
	輸出シェア (%)	17.9	17.5	18.0	17.4	17.0	16.3	16.0	15.1
日本	輸出額 (百万ドル)	41,611	45,078	48,483	59,454	73,536	84,097	91,772	102,116
	輸出シェア (%)	16.7	16.9	14.9	13.6	12.4	11.0	9.5	8.4
ASEAN	輸出額 (百万ドル)	17,288	18,571	23,574	30,935	42,903	55,459	71,324	94,243
	輸出シェア (%)	6.9	7.0	7.2	7.1	7.2	7.3	7.4	7.7
韓国	輸出額 (百万ドル)	11,287	12,544	15,508	20,105	27,809	35,117	44,558	56,129
	輸出シェア (%)	4.5	4.7	4.8	4.6	4.7	4.6	4.6	4.6
ロシア	輸出額 (百万ドル)	2,231	2,715	3,522	6,039	9,071	13,211	15,829	28,484
	輸出シェア (%)	0.9	1.0	1.1	1.4	1.5	1.7	1.6	2.3
インド	輸出額 (百万ドル)	1,569	1,903	2,673	3,345	5,926	8,937	14,588	24,036
	輸出シェア (%)	0.6	0.7	0.8	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0

備考：輸出シェアは中国の輸出額合計に占める当該国・地域の割合。
資料：CEIC Database。

図 2.1.3-3 多様化する輸出相手国・地域 (出典：通商白書 2008 年版)

中国は加工貿易が主体であるが、近年、地域負荷が高く付加価値の低い製品の域内加工を抑制する政策を採っているため、加工貿易の比率は下がっている。

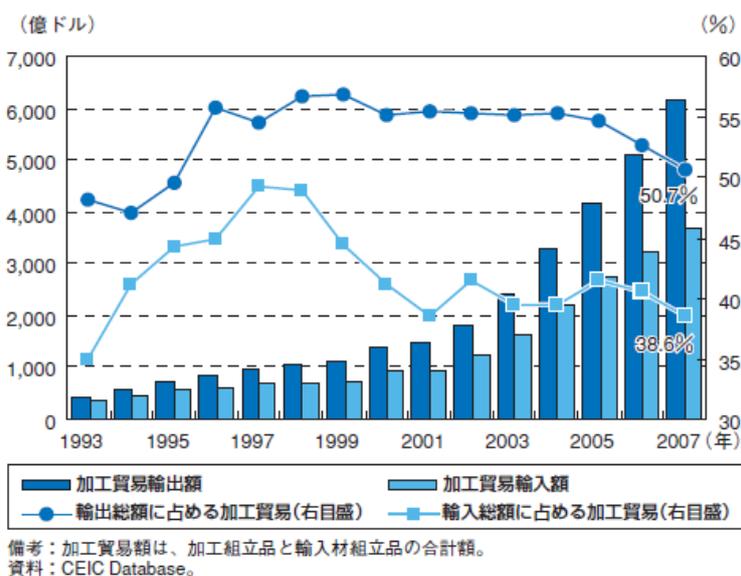


図 2.1.3-4 加工貿易の推移 (出典：通商白書 2008 年版)

2.1.4 韓国における製造業の現状と今後の見通し

1) 製造業の現状

全般的に規模は小さいが、韓国の製造業は成熟しており、世界の先進製造国のひとつに数えられている。国土が狭く、資源に乏しい、などわが国とよく似た特性を持つが、わが国より規模が小さいため、工業先進国としてグローバル市場で振る舞うには、より困難が多い。アジア地域における国際分業においても、工業先進国として、わが国、あるいは中国やシンガポールなどと競合する側面も多いと考えられる。自動車や電気電子製品などの消費財から、コア部品などの中間財、あるいは生産財へと製造業の構造変革を図ることも考えられる。優秀な技術人材を擁することは強みであり、グローバルな活動にも適合できる。

2) 基本データ

製造業の特徴を見るために、2005年から2008年にかけての、輸出（品目別）、輸入（品目別）、対内直接投資（業種別）の推移を示す。

表 2.1.4-1 貿易統計 輸出（品目別）－韓国－（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
農林水産物	3,424	3,390	3,771	1.0	11.3
鉱産物	16,173	22,104	25,731	6.9	16.4
鉱物性燃料	15,447	20,506	24,081	6.5	17.4
石油製品	15,366	20,404	23,966	6.5	17.5
化学工業製品	29,894	34,031	39,999	10.8	17.5
石油化学製品	20,811	24,099	28,824	7.8	19.6
プラスチック・ゴム および革製品	7,392	7,764	8,573	2.3	10.4
繊維類	13,946	13,232	13,446	3.6	1.6
生活用品	2,669	2,683	2,648	0.7	△ 1.3
鉄鋼・金属製品	22,232	27,832	32,300	8.7	16.1
鉄鋼製品	16,713	19,429	23,020	6.2	18.5
機械類	79,812	92,075	112,061	30.2	21.7
輸送機械	56,688	66,700	79,058	21.3	18.5
自動車 (乗用車)	29,506 27,256	32,922 30,597	37,284 34,483	10.0 9.3	13.2 12.7
船舶海洋構造物お よび部品（造船）	17,727	22,123	27,777	7.5	25.6
電気・電子製品	107,437	120,709	131,757	35.5	9.2
産業用電子製品	47,181	44,024	48,539	13.1	10.3
無線通信機器 (携帯電話)	27,495	27,018	30,458	8.2	12.7
コンピュータ	14,117	12,576	13,808	3.7	9.8
家庭用電子製品	14,656	14,553	13,433	3.6	△ 7.7
電子部品	40,867	56,128	62,934	16.9	12.1
半導体	29,986	37,360	39,045	10.5	4.5
平面ディスプレイ およびセンサー	4,783	12,388	16,929	4.6	36.7
雑製品	1,441	1,645	1,202	0.3	△ 26.9
総計	284,419	325,465	371,489	100.0	14.1

表 2.1.4-2 貿易統計 輸入（品目別）－韓国－（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
農林水産物	15,338	17,312	20,516	5.7	18.5
鉱産物	74,454	97,251	108,874	30.5	12.0
鉱物性燃料	66,697	85,566	94,978	26.6	11.0
原油	42,606	55,865	60,324	16.9	8.0
天然ガス	8,646	11,925	12,653	3.5	6.1
化学工業製品	28,245	31,469	36,853	10.3	17.1
石油化学製品	9,507	10,388	11,624	3.3	11.9
精密化学製品	10,681	12,093	14,613	4.1	20.8
プラスチック・ゴム および革製品	4,702	5,227	6,042	1.7	15.6
繊維類	6,765	8,037	8,909	2.5	10.8
生活用品	3,179	3,936	4,729	1.3	20.2
鉄鋼・金属製品	28,505	33,929	44,062	12.3	29.9
鉄鋼製品	18,566	19,748	27,401	7.7	38.8
非鉄金属製品	9,481	13,612	15,944	4.5	17.1
機械類	33,686	39,765	48,556	13.6	22.1
精密機械	6,993	8,094	10,629	3.0	31.3
輸送機械	8,888	11,312	14,021	3.9	23.9
電気・電子製品	63,511	69,545	75,909	21.3	9.2
産業用電子製品	20,674	22,059	22,891	6.4	3.8
コンピュータ	7,797	9,035	9,896	2.8	9.5
電子部品	31,725	35,144	40,308	11.3	14.7
半導体	25,133	28,043	30,817	8.6	9.9
雑製品	2,853	2,912	2,395	0.7	△ 17.8
総計	261,238	309,383	356,846	100.0	15.3

表 2.1.4-3 直接投資統計 対内直接投資（業種別、申告ベース）
 -韓国-（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
農・畜・水産・鉱業	3	2	3	0	50
製造業	3,076	4,246	2,688	25.6	△ 36.7
食品	325	60	8	0.1	△ 86.7
繊維・織物・衣類	29	223	6	0.1	△ 97.3
製紙・木材	85	10	17	0.2	70
化学工業	278	764	509	4.8	△ 33.4
医薬	8	56	40	0.4	△ 28.6
非金属鉱物	376	159	49	0.5	△ 69.2
金属	29	247	237	2.3	△ 4.0
機械および装備	128	361	309	2.9	△ 14.4
電気・電子	1,041	1,803	930	8.8	△ 48.4
輸送用機器	706	499	565	5.4	13.2
その他製造業	72	64	18	0.2	△ 71.9
サービス業	8,301	6,626	7,612	72.4	14.9
卸・小売業(流通)	807	499	1,827	17.4	266.1
飲食・宿泊	307	1,114	423	4	△ 62.0
運輸・倉庫(物流)	364	568	564	5.4	△ 0.7
通信	638	50	37	0.4	△ 26.0
金融・保険	3,920	3,021	2,293	21.8	△ 24.1
不動産・賃貸	959	325	976	9.3	200.3
ビジネス サービス業	964	717	1,107	10.5	54.4
文化・娯楽	309	308	366	3.5	18.8
公共・ その他サービス	34	24	19	0.2	△ 20.8
電気・ガス・ 水道・建設	184	366	207	2	△ 43.4
電気・ガス・水道	91	22	146	1.4	563.6
建設	92	343	61	0.6	△ 82.2
総計	11,563	11,240	10,509	100	△ 6.5

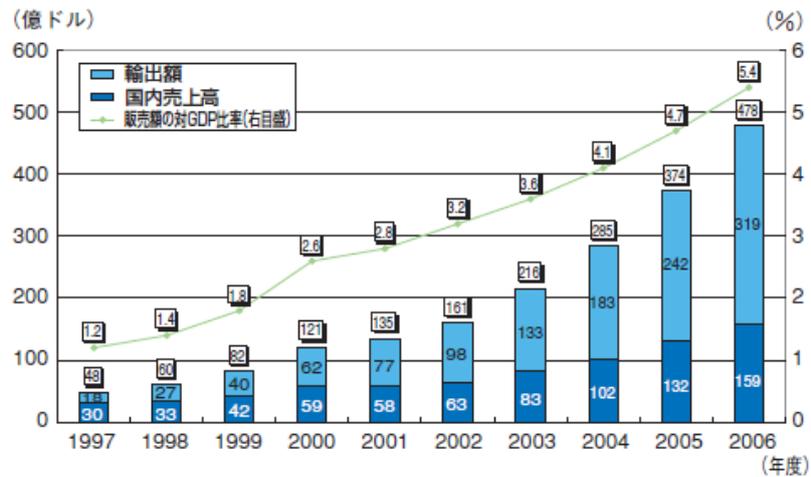
2.1.5 インドにおける製造業の現状と今後の見通し

1) 製造業の現状

インドは、基本的に大国であり、古くから製造業の伝統もあるが、独立後の停滞が長く、経済発展に遅れを取っている。最近の経済自由化を契機として、外資の導入も進み、製造業は急速に発展してきた。自動車や家電品については、外資系との合弁や現地法人により、技術移入が進んでいるが、大きな国内市場が立ち上がるまでには時間を要する。裾野の部品産業を育成し、グローバル市場で競争力を持つまでには、多くの障害を乗り越えなければならない。

インドにおいては、ソフトウェア開発や IT サービス産業の発展が著しい。数理的素養を持つ優秀な人材が豊富であることに加え、在外のインド人ネットワークの力も大きい。インドと海外拠点を行き来してビジネスを行うグローバルな技術人材

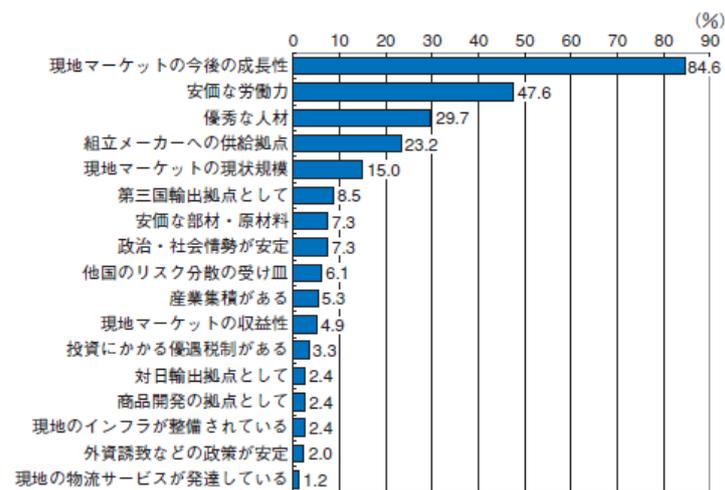
がコアとなっている。



資料：インドソフトウェア・サービス協会(NASSCOM)Webサイト。

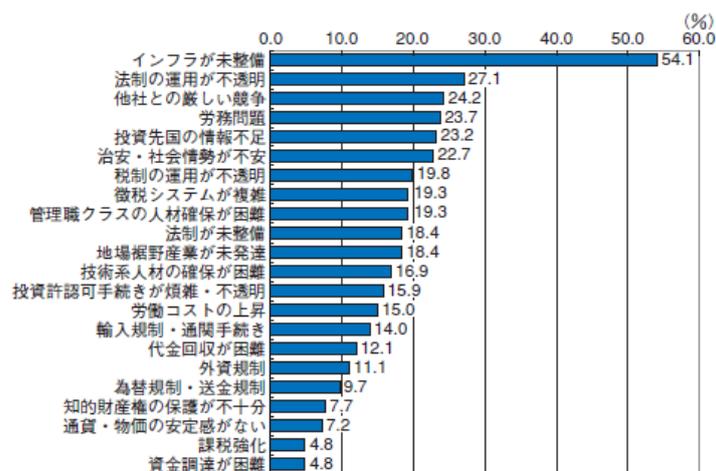
図 2.1.5-1 インドの IT サービス産業の売上高推移
(出典：通商白書 2008 年版)

インドでの国際分業について、利点や課題が挙げられている。インドの製造業の状況も、第 2.1.1 節 1) の分類で、(1) ~ (5) の段階が混在して存在している状態である。中国よりさらに状況は多様であり、実態を掴むことは難しい。現地進出については、十分な実情調査が必要とされる。



備考：インドを有望事業展開先国であると回答した企業が、インドが有望である理由として当てはまるものを複数回答。
回答企業数は246社。
資料：牛田晋、高橋直樹 (2008) 「わが国製造業企業の海外事業展開に関する調査報告—2007年度 海外直接投資アンケート結果—」。

図 2.1.5-2 インドの希望理由 (出典：通商白書 2008 年版)



備考：インドを有望事業展開先国であると回答した企業が、インドの課題として当てはまるものを複数回答。回答企業数は207社。
 資料：牛田晋、高橋直樹（2008）「わが国製造業企業の海外事業展開に関する調査報告—2007年度 海外直接投資アンケート結果—」。

図 2.1.5-3 インドの課題（出典：通商白書 2008 年版）

2) 基本データ

製造業の特徴を見るために、2005 年から 2008 年にかけての、輸出（品目別）、輸入（品目別）、対内直接投資（業種別）の推移を示す。

表 2.1.5-1 貿易統計 輸出（品目別）—インド—（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
原油・石油製品	11,637.90	18,539.40	24,882.00	15.6	34.2
宝石・宝飾品	15,526.80	15,575.20	19,667.50	12.4	26.3
繊維製品 (既製服除く)	7,783.20	8,309.40	9,528.20	6.0	14.7
既製服	8,616.50	8,688.80	9,496.70	6.0	9.3
機械類	5,076.80	6,500.30	8,724.80	5.5	34.2
薬品、医薬品、 精製化学品	4,994.50	5,508.40	7,241.40	4.6	31.5
輸送機器	4,322.30	4,902.60	7,029.20	4.4	43.4
金属加工品	4,232.60	5,023.20	7,027.50	4.4	39.9
鉄鉱石	2,982.30	3,889.00	5,748.10	3.6	47.8
鉄鋼半製品	2,172.80	4,371.40	4,157.50	2.6	△ 4.9
合計（その他含む）	103,075.40	126,276.30	159,088.50	100.0	26.0

表 2.1.5-2 貿易統計 輸入（品目別）－インドー（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
石油・石油製品	43,956.60	57,067.70	79,656.70	33.4	39.6
電子機器	13,239.80	15,931.90	20,296.30	8.5	27.4
機械類 (電気機械除く)	10,008.30	13,812.60	19,621.80	8.2	42.1
金・銀	11,316.10	14,613.60	17,829.00	7.5	22.0
鉄鋼	4,385.10	5,992.30	8,186.30	3.4	36.6
輸送機器	8,837.20	9,415.50	8,158.50	3.4	△ 13.4
金属鉱石・ スクラップ	3,881.20	8,122.70	7,884.30	3.3	△ 2.9
真珠・貴石	9,133.10	7,480.20	7,335.60	3.1	△ 1.9
有機化学製品	4,738.60	5,419.70	7,148.10	3.0	31.9
石炭・コークス・ 練炭	3,868.10	4,573.40	6,415.20	2.7	40.3
合計（その他含む）	149,143.80	185,081.30	238,605.00	100.0	28.9

表 2.1.5-3 直接投資統計 対内直接投資（業種別、認可ベース）
－インドー（出典：JETRO）

	2005/06 年度	2006/07 年度	2007/08 年度	構成比(%)	伸び率(%)
	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)	金額 (百万ドル)		
サービス (金融など)	715.98	3,939.54	3,451.57	18.02	△ 12.39
コンピュータ・ ソフト&ハード	935.39	1,927.28	2,417.01	12.62	25.41
通信	215.61	970.9	1,070.59	5.59	10.27
建設・土木	115.8	812.21	1,266.57	6.61	55.94
輸送機器	218.54	258.18	367.60	1.92	42.38
住宅・不動産	225.9	466.19	1,505.35	7.86	222.9
電力	34.39	159.58	252.86	1.32	58.45
化学（肥料は除く）	4.24	400.14	247.61	1.29	△ 38.12
薬品・医薬品	116.36	216.12	280.56	1.46	29.82
冶金	142.28	175.55	508.21	2.65	189.50
電気機械	24.24	81.56	597.60	3.12	632.71
セメント・石膏	452.08	209.62	42.43	0.22	△ 79.76
石油・天然ガス	28.18	59.85	347.93	1.82	481.34
貿易	28.44	84.78	574.00	3.00	577.05
コンサルタント・ サービス	37.14	121.27	176.58	0.92	45.61
合計（その他含む）	4,360.19	11,119.45	19,155.88	100.00	72.27

2.2 ERIA アジア加盟国のエネルギー及び環境問題の現状

2.2.1 概要

1) エネルギー及び環境問題

製造業の発展にとって、エネルギー・資源問題および地球環境問題は重要である。ここで、エネルギー・資源問題は、エネルギー・資源の枯渇に備えて浪費を防ぎ、代替のエネルギー・資源を開発したり、エネルギー・資源の生産性を高めることなどを言う。一方、地球環境問題は、環境汚染、廃棄物増大、地球温暖化などを防止して、持続可能なものづくりの実現を目指すことをいう。製造業にとって、この二つの問題は、長期的な視点に立てば相反するものではない。この二つの問題に対応しつつ、グローバルな市場で競争力を向上させることが、現代の製造業の課題である。

ERIA アジア加盟国地域においては、近年の経済成長により、地球環境問題は悪化し、エネルギー・資源問題が起きつつあるといわれている。アジアにおける地球環境の悪化は、人口増大や都市化により引き起こされているものが多いが、工業化の影響も甚大である。当面の競争力強化の要求に押されて、低コストな生産を目指し、この二つの問題をないがしろにすると、後世で大きな付けを支払うことになる。この課題については、長期的な視点が重要である。

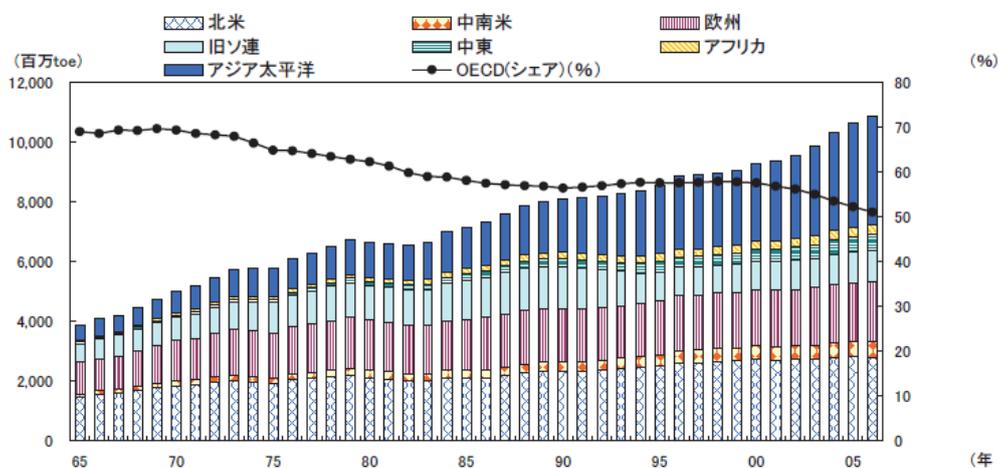
ERIA アジア加盟国には、国内資源や人口の規模、工業化の度合いなどが極端に異なる国々が含まれている。その環境対策やエネルギー・資源戦略もまた多様であろう。各国の利害を背景としながらも、30 億人の人口を抱える巨大市場となりつつあるアジア地域において、地域的な結びつきを基に、互いに補完的にエネルギー・資源問題および地球環境問題の解決を図っていくことは重要である。

本章では、既存の調査やデータに基づいて、ERIA アジア加盟国のエネルギーや資源の需給状況を議論する。世界全体の需給状況に比較して、これらの諸国・地域においては著しい経済成長によりエネルギーや資源の逼迫が起こっている。また、技術や社会制度の未成熟により、エネルギーや資源の浪費があり環境汚染を引き起こしている場合がある。このような環境問題についても現状を調査する。

2) エネルギー需給の様相

まず、世界の一次エネルギー供給の様相とアジア地域の動向を見てみる。世界の一次エネルギー供給は、年平均 2.6% で増加しているが、その増加の様相は地域により異なっている。先進地域（OECD 諸国）の増加率は低く、全世界の供給に対する先進地域の割合は、最近の 40 年間で 17% ほど低下している。一方、アジア地域を中心とする発展途上地域では、経済発展に従い大きく増加しており、最近の総

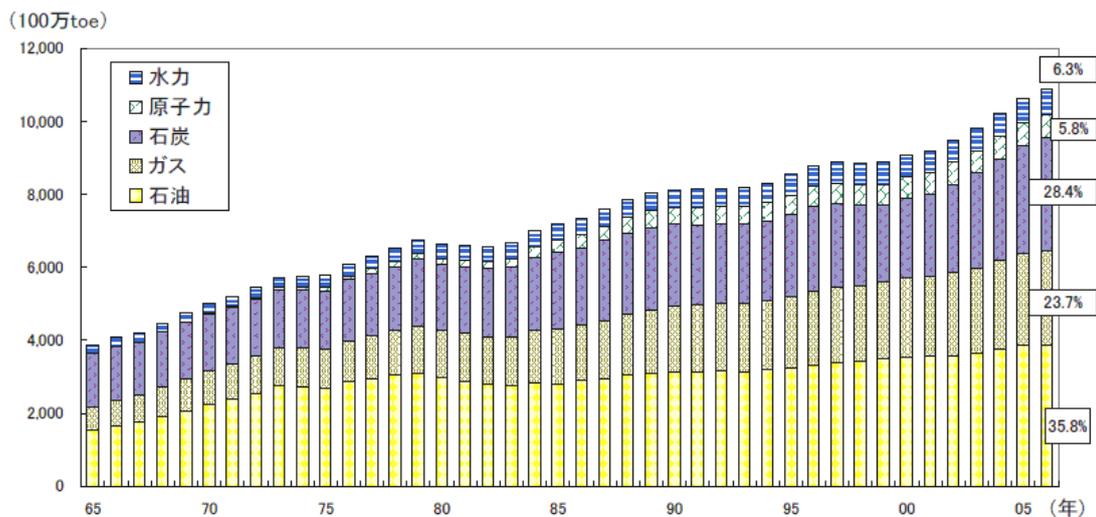
エネルギー需要増大の主要因となっている。



資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”

図 2.2.1-1 世界の一次エネルギー供給の推移（地域別）
（出典：エネルギー白書 2008 年版）

一次エネルギーのエネルギー源別の供給状況を見てみると、交通用や発電用需要により石油が主要なエネルギー源として順調にその割合を増加させている。近い将来の石油供給の衰退が予想されているが、現状では地位に変動はない。代替エネルギーとして、天然ガスと原子力が増加してきている。石炭の絶対消費量も増加しているが、全エネルギーに占める割合は低下している。



資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”

図 2.2.1-2 世界の一次エネルギー供給の推移（エネルギー別）
（出典：エネルギー白書 2008 年版）

2030年までのエネルギー需要の伸び予測によれば、世界全体で平均年率1.6%程度と予測されるのに対して、中国は2.9%、インドは2.6%と大きく増加すると予測され、将来のエネルギー需給に大きな影響を与えと考えられる。ちなみに、わが国は0.5%と予測されている。

表 2.2.1-1 中国・インドにおける需要の伸び（出典：外務省）

中国・インドにおける需要の伸び

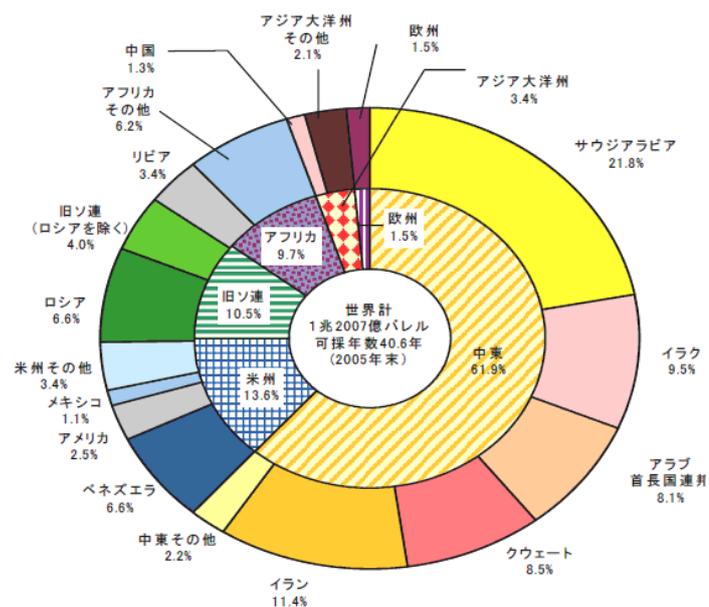
2004-2030年エネルギー需給予測

	2004年	2030年	2004年-2030年の 増加率 (平均年率)
中国	1,626	3,395	2.9%
インド	573	1,104	2.6%
日本	533	606	0.5%
世界全体	11,204	17,095	1.6%

(単位:石油換算百万トン)

(IEA, World Energy Outlook 2006)

当面の主要なエネルギー源である石油について需給関係を調べてみよう。世界の原油確認埋蔵量は1兆2007億バレルで、可採年数40.5年と推定されている。もとより、技術開発や経済状態により大きく変化しうる。中東地域などがその大半を占め、アジア地域は3%程度にすぎない。需要と供給のアンバランスは大きな問題である。

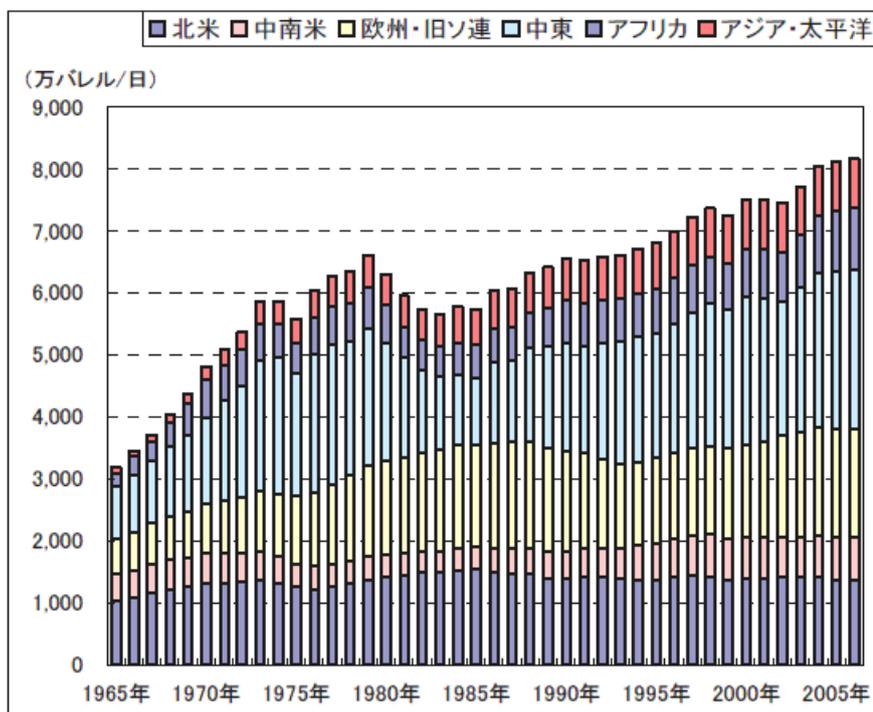


資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”

図 2.2.1-3 世界の原油確認埋蔵量（2005年）

（出典：エネルギー白書 2008年版）

原油生産量は、過去40年間で2.5倍以上となり、需要の増大とともに順調に生産を拡大してきた。しかしながら、生産地域については、その時々状況により、大きな変動が見られる。

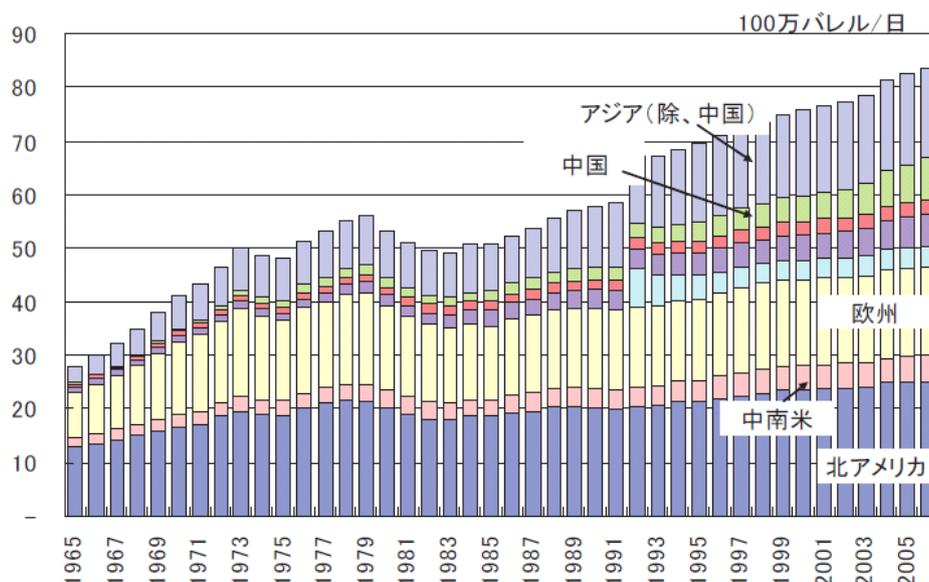


資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”

図 2.2.1-4 世界の原油生産動向（地域別）

（出典：エネルギー白書 2008 年版）

石油需要を地域別に見てみると、北米が 30%、欧州が 20%、アジア全体が 30% 程度となっており、やはりアジアの伸びが著しい。



資料：BP“Statistical Review of World Energy June 2006”

図 2.2.1-5 地域別石油製品需要の推移

(出典：エネルギー白書 2008 年版)

世界の石油貿易の状況を見てみる。日米欧の輸入量が全体の 61%を占め、また中東の輸出が全体の 38%を占めている。アジア地域は中東に大きく依存していることがわかる。

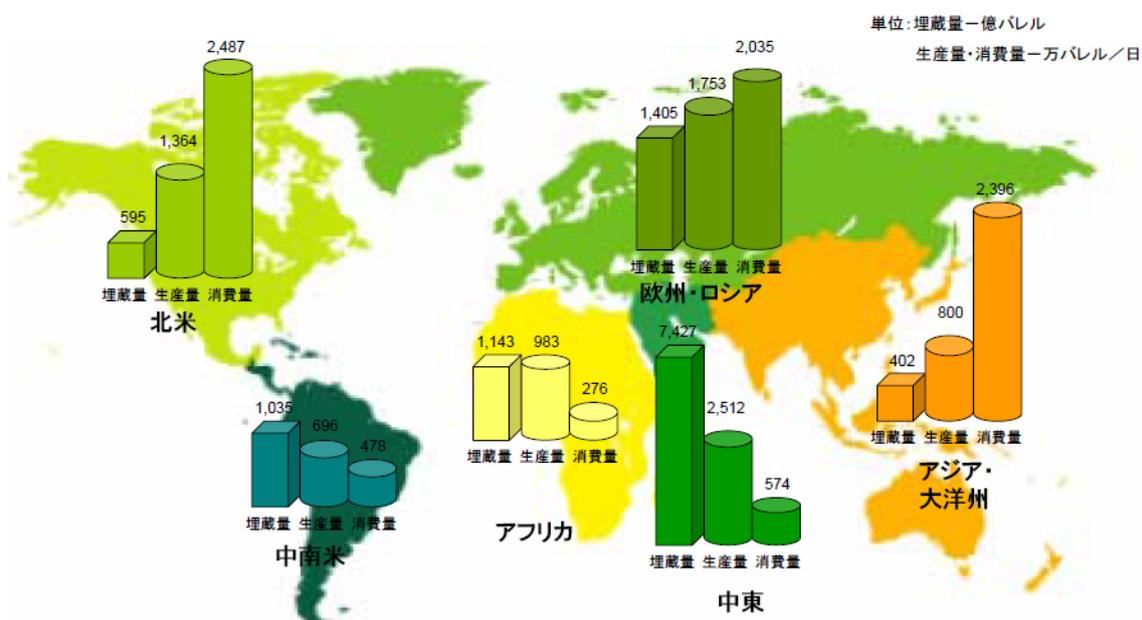
表 2.2.1-2 世界の石油の主な移動 (2005 年)

(出典：エネルギー白書 2008 年版)

輸出国(万 B/D)	アメリカ	カナダ	メキシコ	中南米	欧州	アフリカ	大洋州	中国	日本	シンガポール	その他アジア太平洋	その他	合計
アメリカ		15.4	25.5	37.1	31.3	3.5	0.3	0.7	8.8	3.4	1.7	3.8	131.5
カナダ	230.3		0.3	0.4	1.1			0.1	0.7	0.1			233.0
メキシコ	170.0	3.6		12.5	19.8						3.7	0.4	210.0
中南米	270.8	9.5	5.3		46.8	1.7		26.2	0.3	5.6	2.0		368.2
欧州	112.0	37.1	8.5	6.3		24.6	0.7	0.9	0.4	9.3	2.7	14.7	217.2
旧ソ連	37.0		0.1	6.4	588.5	0.6		48.9	4.7	5.5	5.1	18.6	715.4
中東	227.6	13.7	0.9	15.0	320.8	75.6	12.5	149.0	421.7	112.5	664.8	6.3	2,020.4
北アフリカ	74.2	17.8	0.5	8.3	194.7	6.4	0.1	7.5	0.5	0.4	10.7	1.5	322.6
西アフリカ	191.7	3.6	0.1	19.9	79.8	5.7		74.2	7.5	0.6	86.7	0.5	470.3
東南アジア					0.1			10.6	10.8	1.2	1.4		24.1
大洋州	0.8							4.3	5.9	6.9	4.0		21.9
中国	2.7			8.7	0.3	0.3	0.7		4.1	5.2	25.1	0.6	47.7
日本			0.2		1.5		1.7	6.7		0.6	0.9		11.6
シンガポール				0.1	2.7	2.4	17.3	11.1	4.7		84.3	0.9	123.5
その他アジア太平洋	20.5	0.5	0.7	2.4	11.4	1.3	41.0	47.2	41.6	71.5			238.1
不明	23.7	11.8		0.5	47.3		5.0	1.3	8.3		2.4		100.3
合計	1,361.3	113.0	42.1	117.6	1,346.1	122.1	79.3	388.7	520.0	222.8	895.5	47.3	5,256.1

資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”

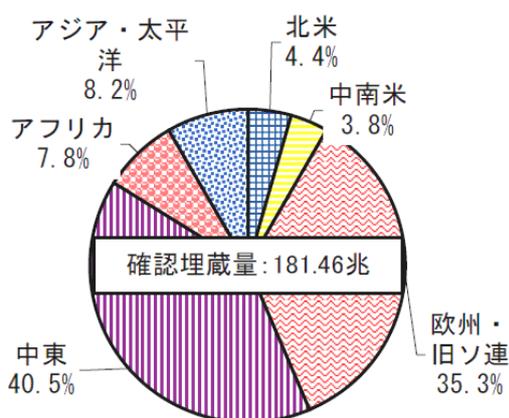
原油埋蔵量・生産量・消費量 (2005年末時点)



埋蔵量・生産量は中東地域に集中。消費量は北米・欧州・アジア・大洋州地域が多く、一人当たりの消費量で見れば、北米が大きいことが分かる。
(出典：BP統計2006)

図 2.2.1-6 原油埋蔵量・生産量・消費量 (2005 年末) (出典：外務省)

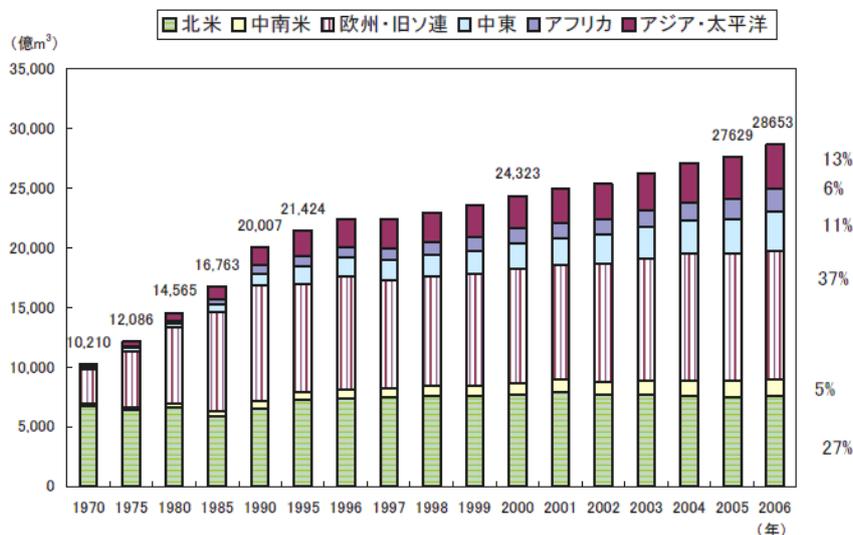
天然ガスについてその需給状況を概観する。埋蔵量は、旧ソ連地域、中東、その他の地域とおよそ 3 分の一ずつ存在しており、石油よりは地域的偏りが少ない。天然ガスの可採年数は 63 年と推算されている。



資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”

図 2.2.1-7 地域別天然ガス埋蔵量 (2006 年)
(出典：エネルギー白書 2008 年版)

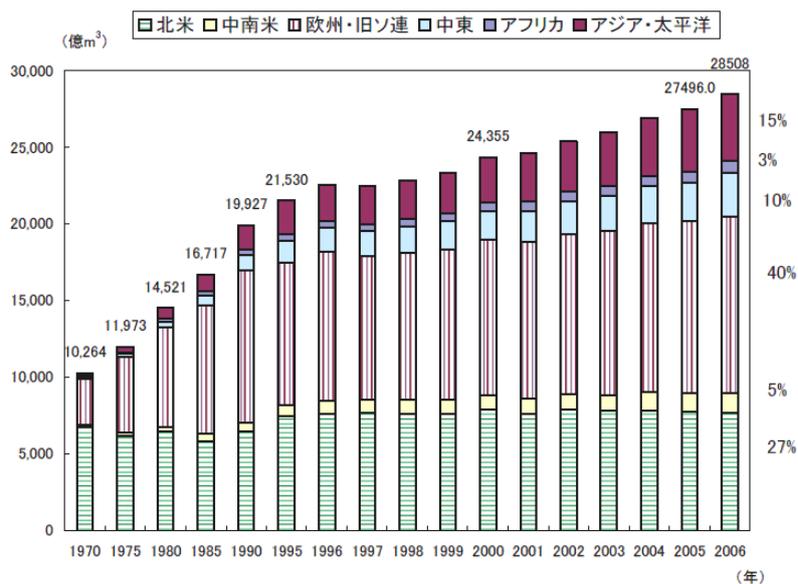
地域別に天然ガスの生産量を見てみると、埋蔵量に比べて中東地区の生産量が少ないことがわかる。天然ガスの需要増加に応じて今後の開発が注目される。



資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”

図 2.2.1-8 地域別天然ガス生産量の推移
(出典：エネルギー白書 2008 年版)

天然ガスの需要も増加傾向にあり、特に、パイプラインにより直接利用が可能な米・欧州の需要増加が大きい。アジア・太平洋地区でも需要が増加している。民生用に加えて、発電用の需要増加が見込まれている。

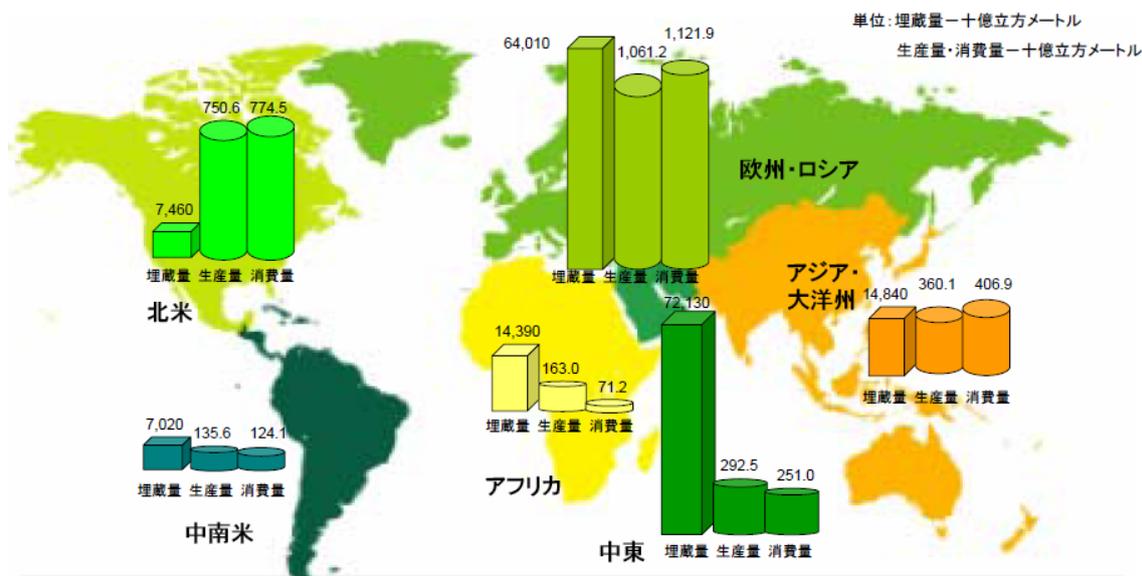


資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”

図 2.2.1-9 天然ガスの需要量の推移 (地域別)
(出典：エネルギー白書 2008 年版)

天然ガスの埋蔵量と生産・消費の地域分布は、石油とはかなり異なっており、石油を補完するものとして位置付けられる。

天然ガス埋蔵量・生産量・消費量 (2005年末時点)

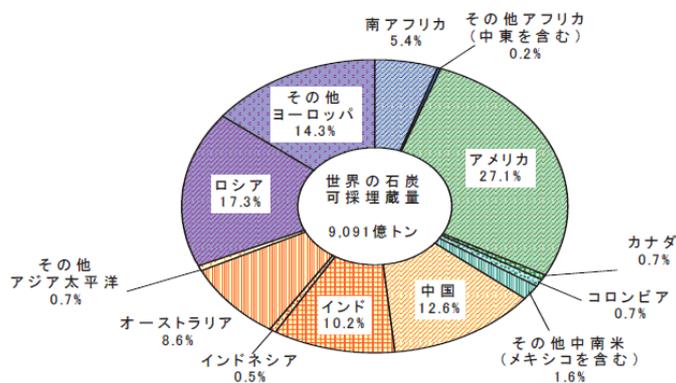


埋蔵量はロシア・中東地域に集中。生産量はロシア・北米に集中。消費量はロシア・北米が多い。
(出典：BP統計)

(注：1石油換算百万トン=111.1万立方メートル)

図 2.2.1-10 天然ガス埋蔵量・生産量・消費量 (2005 年末) (出典：外務省)

石炭も依然として有力なエネルギー源として、全エネルギーの 30%近くを占めている。石炭は、地域的な偏在が小さく、世界的に広く存在している。中国・オーストラリアなど太平洋地域にも多い。見込まれる可採年数は 147 年と長い。

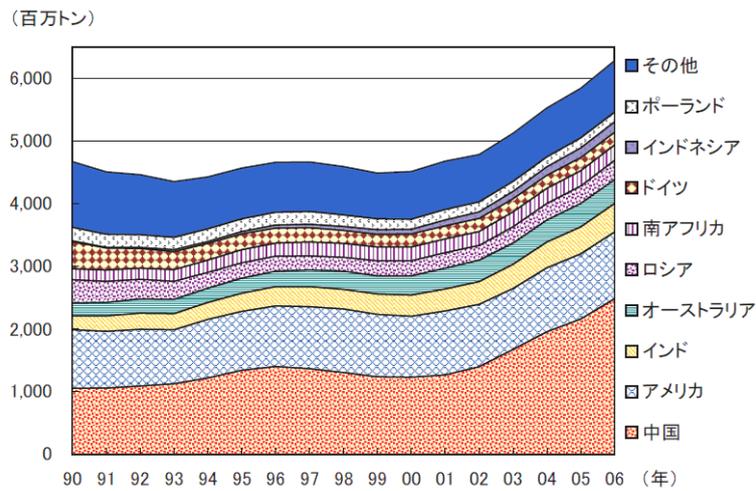


資料：BP“Statistical Review of World Energy 2007”より作成

(注)BP 統計では World Energy Council“Survey of Energy Resources 2004(2002 年末のデータ)”を引用

図 2.2.1-11 世界の石炭可採埋蔵量 (出典：エネルギー白書 2008 年版)

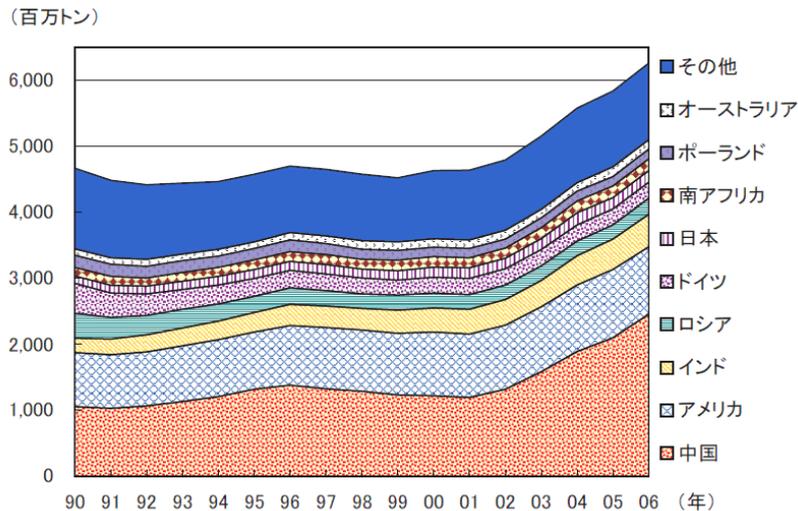
世界の石炭の生産量を見てみると、中国・アメリカで過半を占め、さらに、インド、オーストラリア、インドネシアなど、太平洋地区からの産出が多い。



資料：IEA“Coal information 2007”
(注)2006年データは見込み値

図 2.2.1-12 世界の石炭生産量の推移
(出典：エネルギー白書 2008 年版)

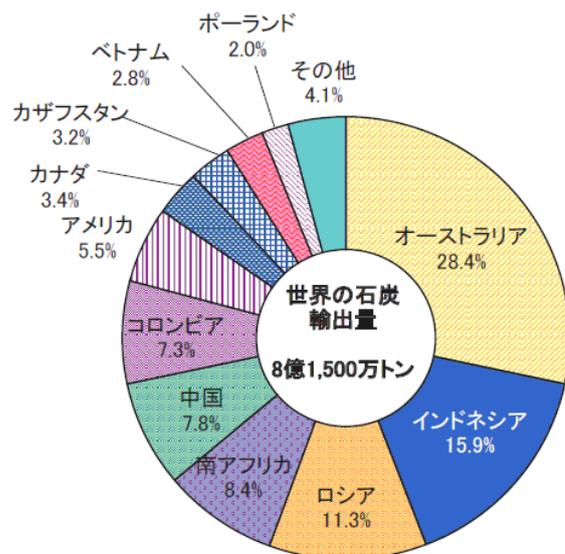
石炭需要についても、中国・アメリカが過半を占め、アジア地区では、インド、日本などが続く。



資料：IEA“Coal information 2007”
(注)2006年データは見込み値

図 2.2.1-13 世界の石炭消費量の推移
(出典：エネルギー白書 2008 年版)

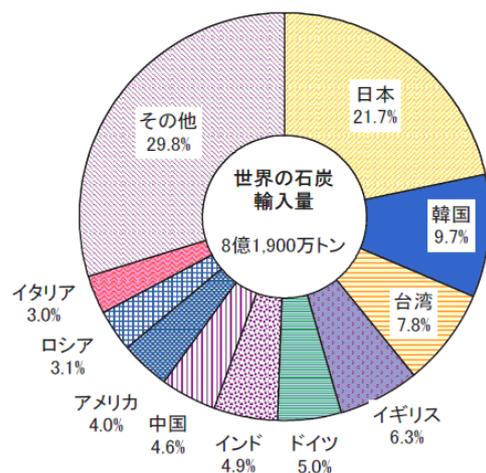
石炭の国際流動性は比較的低く、石炭総生産に対する石炭貿易量は、原油の総生産・貿易量比率に比べてはるかに少ないが、その中でもアジア市場の規模は大きい。輸出においては、オーストラリア、インドネシア、中国、ベトナムなどが顔を出し、輸入では、日本、韓国、台湾、インド、中国などが見られる。アジア諸国では、近年の電力需要の増加に対処するために石炭火力発電所での石炭消費が増加していると考えられる。



資料：IEA“Coal Information 2007”

(注)【第222-3-5】の輸入統計と本輸出統計では、出所データが異なるため合計値が一致しない。

図 2.2.1-14 世界の石炭輸出量 (2006年見込み)
(出典：エネルギー白書 2008年版)

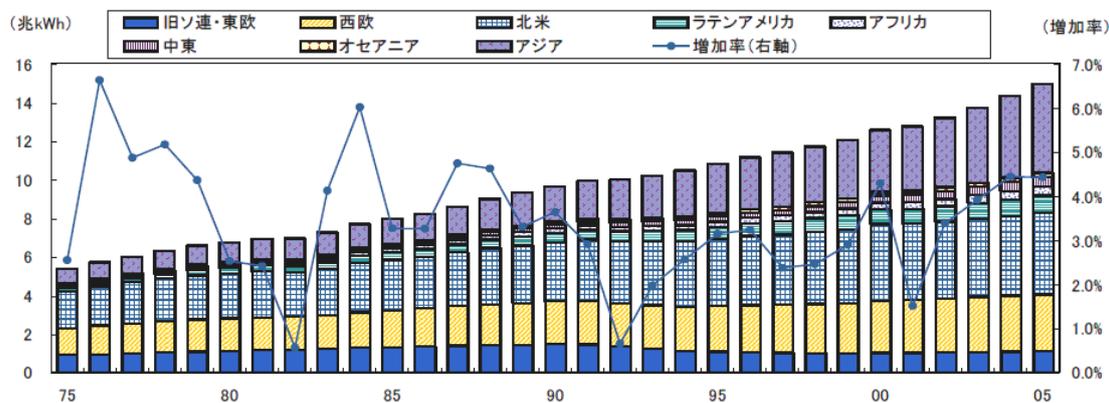


資料：IEA“Coal Information 2007”

(注)【第222-3-4】の輸出統計と本輸入統計では、出所データが異なるため合計値が一致しない。

図 2.2.1-15 主要輸入国における石炭輸入量 (2006年見込み)
(出典：エネルギー白書 2008年版)

二次エネルギーの動向として、まず電力を見てみよう。電力需要は一貫して増加傾向にあり、年平均 3.5%程度で、他のエネルギーの増加率より高い。特にアジア地域での伸びは顕著である。

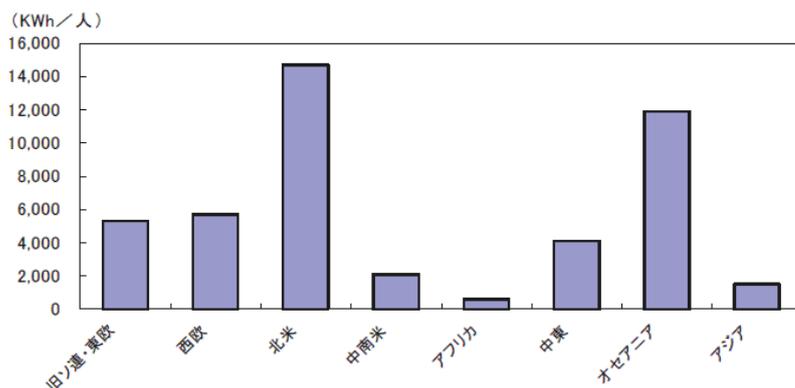


資料：IEA“Energy Balances of OECD Countries”,“Energy Statistics and Balances of non-OECD Countries”

図 2.2.1-16 世界の電力消費量の推移 (地域別)

(出典：エネルギー白書 2008 年版)

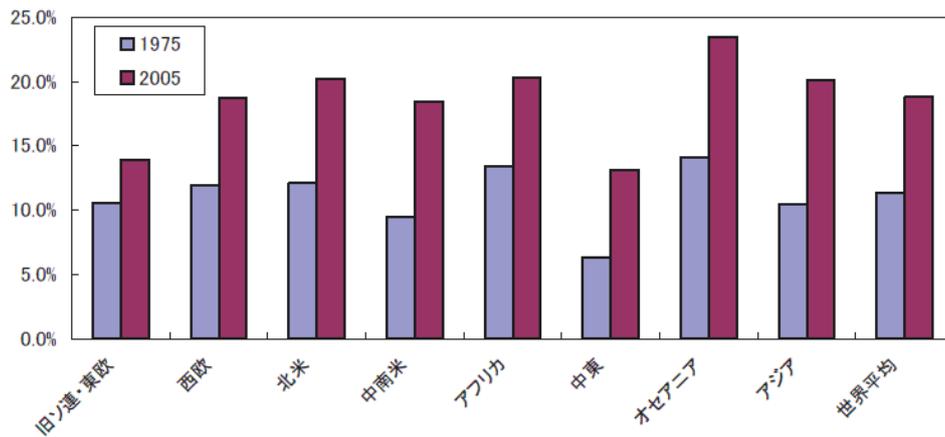
アジア地域での電力消費量は増加しているが、アジア地域の一人当たりの電力消費量は北米地域の約 1/10 と極めて少ない。しかし、アジア地域の電力化率（エネルギー消費量全体に対する電力消費量の割合）は、他地域と比べて比較的高い。これは、エネルギー開発が遅れて進んだことを示しているであろう。



資料：United Nations“Energy Statistics Yearbook”, World Bank“World Development Indications”より(財)日本エネルギー経済研究所作成

図 2.2.1-17 一人当たりの電力消費量 (2004年・地域別)

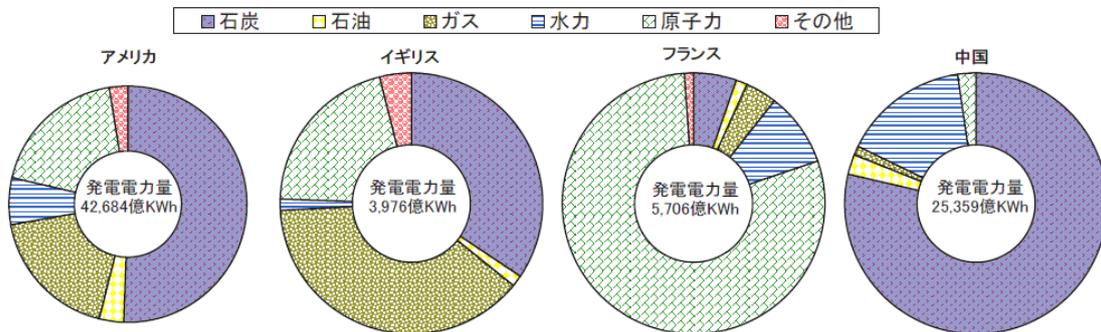
(出典：エネルギー白書 2008 年版)



資料：IEA“Energy Balances of OECD Countries”, “Energy Statistics and Balances of non-OECD Countries”
 (注)電力化率とは最終エネルギー消費に占める電力消費量の割合を指す

図 2.2.1-18 電力化率（地域別）（出典：エネルギー白書 2008 年版）

電力の発生源は、各国・各地域により大幅に異なる。これは、地域の資源特性にも依存するが、政策によることも多い。



資料：IEA“Energy Balances of OECD Countries”, “Energy Balances of non-OECD Countries”

図 2.2.1-19 主要国の各電源シェアと発電電力量（2005 年）
 （出典：エネルギー白書 2008 年版）

表 2.2.1-3 世界の水力発電設備（2005 年）
（出典：エネルギー白書 2008 年版）

	水力発電設 (MW)	総発電設備 (MW)	シェア (%)
カナダ	70,858	120,766	58.7
アメリカ	96,931	1,067,019	9.1
中国	117,388	517,185	22.7
韓国	3,883	66,667	5.8
フランス	25,451	115,744	22.0
ドイツ	10,212	114,153	8.9
イタリア	20,993	85,470	24.6
スペイン	28,809	79,427	36.3
スウェーデン	16,276	33,661	48.4
ノルウェー	27,850	28,266	98.5
イギリス	4,181	81,738	5.1
オーストラリア	7,447	44,889	16.6
ロシア	45,900	219,200	20.9
日本	47,357	274,468	17.3
その他	323,361	1,182,756	27.3
合計	846,897	4,031,409	21.0

資料：(社) 海外電力調査会「海外電気事業統計 2007 年版」

木材や植物由来の燃料などのバイオマスによるエネルギー供給は、一次エネルギー供給において発展途上地域では大きな比率を占めている。地球温暖化対策として、先進地域でも積極的に導入しようとする動きもある。

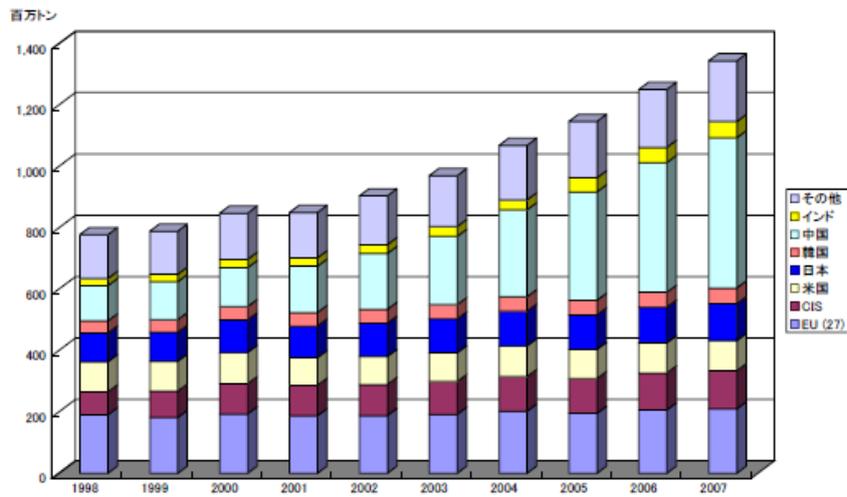
表 2.2.1-4 世界各地域のバイオマス利用状況（2005 年）
（出典：エネルギー白書 2008 年版）

		バイオマス (Mtoe)	一次エネルギー 供給 (Mtoe)	バイオマスシェア (%)
OECD	欧州	77.21	1,875.72	4.1%
	北米	88.80	2,788.78	3.2%
	太平洋	12.16	883.10	1.4%
	計	178.16	5,547.60	3.2%
非OECD	アフリカ	286.77	605.37	47.4%
	ラテンアメリカ	89.52	500.43	17.9%
	アジア(除く中国)	332.46	1,286.04	25.9%
	中国	223.62	1,735.23	12.9%
	旧ソ連	8.43	980.14	0.9%
	非OECD欧州	6.09	105.02	5.8%
	中東	1.06	503.34	0.2%
	計	947.95	5,715.56	16.6%
世界計	1,126.11	11,433.92	9.8%	
(日本)	5.44	530.46	1.0%	

資料：IEA“Energy Balances of OECD Countries(2007 年版)”, “Energy Balances of Non-OECD Countries(2007 年版)”

3) 資源需給の様相

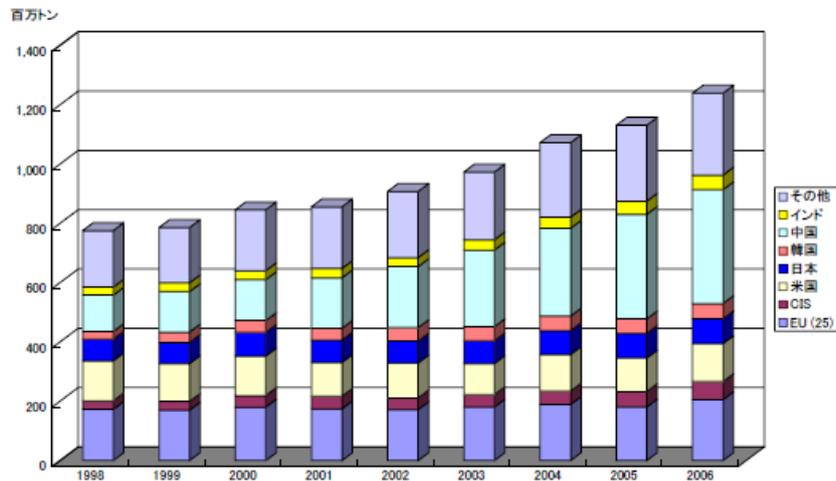
工業生産に必要な各種金属資源の需給の様相を調べる。まず、ベースメタルとして基本的な鉄についてその需給の様相を調べる。世界の粗鋼生産は、前世紀まで年産 7 億トン台で推移していたが、それ以降は中国における生産が急増し、2007 年には 13.4 億トンに達した。この間に中国の生産量は、3.85 倍になっている。



出典：International Iron and Steel Institute (IISI), 日本鉄鋼連盟資料

図 2.2.1-20 世界の粗鋼生産量の推移 (出典：外務省)

世界の粗鋼消費量においても、中国の影響は大きく、世界の全消費量の 30%強を占めるまでになっている。



出典：Steel Statistical Yearbook 2007 (IISI)

図 2.2.1-21 世界の粗鋼消費量の推移 (出典：外務省)

世界の鉄鋼会社は、規模の戦いとなり、近年企業再編が進んでいる。アジア地域では、わが国の企業の存在も大きいですが、従来からの韓国、インドに加えて、中国企業の躍進が目覚しい。

表 2.2.1-5 世界の主要鉄鋼会社の粗鋼生産量（出典：外務省）

	会社名	2007年	2006年	備考
1	アルセロール・ミタル (ルゼンブルク)	116.4	117.0	06年にアルセロールとミタルスチールが経営統合
2	新日本製鐵(日)	35.7	34.7	
3	JFE(日)	34.0	32.0	02年合併(川鉄+NKK)
4	ポスコ(韓)	31.1	30.1	
5	上海宝鋼(中)	28.6	22.5	
6	タタ・スチール(印)	26.5	6.4	
7	鞍山鋼鉄(中)	23.6	22.6	
8	江蘇沙鋼(中)	22.9	14.6	
9	唐山鋼鉄(中)	22.8	19.1	
10	USスチール(米)	21.5	21.2	

出典：World Steel in Figures 2008

鉄鉱石の可採年数は101年と見込まれており旧ソ連地域に40%強、中国14%、オーストラリアおよびブラジル各10%などで、3/4を占め、地域的に偏在している。

表 2.2.1-6 世界の鉄鉱石埋蔵量（出典：外務省）

国名	粗鉱量		鉄分量	
	百万トン	%	百万トン	(%)
ロシア	25,000	16.7	14,000	19.2
豪州	16,000	10.7	10,000	13.7
ウクライナ	30,000	20.0	9,000	12.3
ブラジル	16,000	10.7	8,900	12.2
中国	21,000	14.0	7,000	9.6
インド	6,600	4.4	4,200	5.8
カザフスタン	8,300	5.5	3,300	4.5
ベネズエラ	4,000	2.7	2,400	3.3
スウェーデン	3,500	2.3	2,200	3.0
米国	6,900	4.6	2,100	2.9
カナダ	1,700	1.1	1,100	1.5
イラン	1,800	1.2	1,000	1.4
南アフリカ	1,000	0.7	650	0.9
モーリタニア	700	0.5	400	0.5
メキシコ	700	0.5	400	0.5
その他	6,800	4.5	6,350	8.7
合計	150,000	100.0	73,000	100.0

注：現在の条件下で経済的に採掘可能な鉱量を計上

出典：Mineral Commodity Summaries 2008

鉄鉱石の生産量は、上位 4 ヶ国（ブラジル、中国、オーストラリア、インド）で全体の約 7 割を占め、各国とも増産の傾向にある。

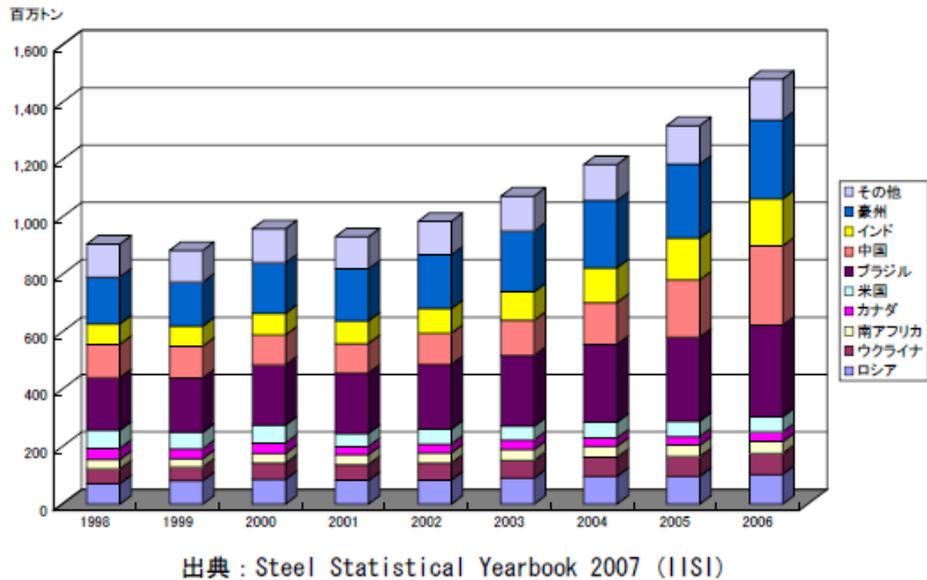


図 2.2.1-22 世界の鉄鉱石生産量の推移（出典：外務省）

鉄鉱石の全生産量の半分近くが輸出されており、オーストラリアおよびブラジルの上位 2 ヶ国で総輸出量の 63%を占め、供給の寡占化が著しく、また取り扱い企業も限定されており、上位 3 社が全貿易量の 8 割を占めるほどである。

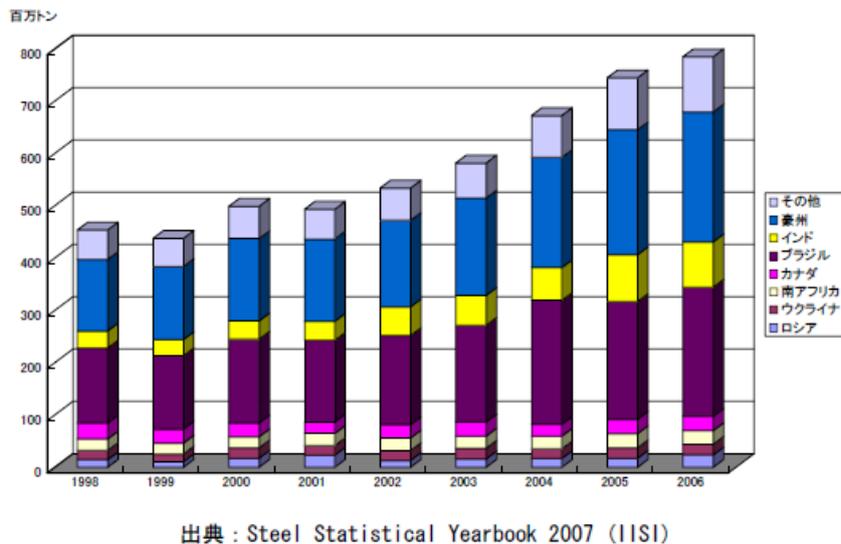
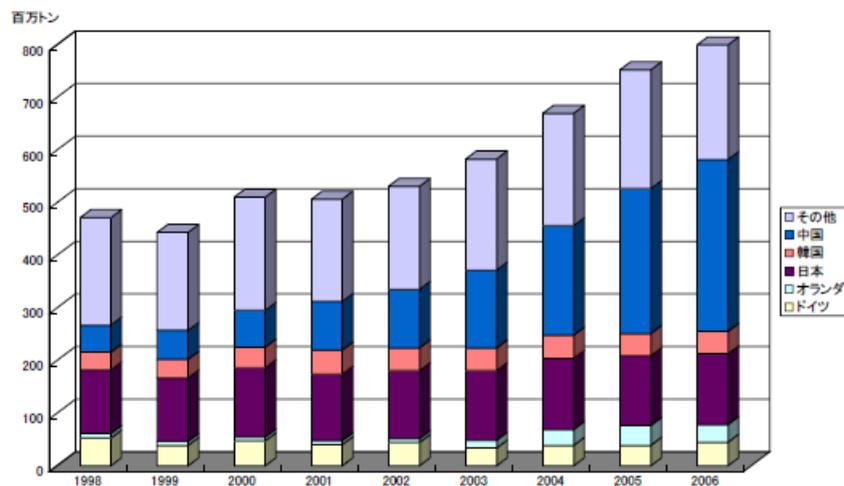


図 2.2.1-23 世界の鉄鉱石輸出量の推移（出典：外務省）

鉄鉱石輸入量については、従来わが国が第一位であったが、近年中国の伸びが大

きく、2006年では、中国40%、日本17%となっている。中国は、国内鉄鉱石産出も急増しているが、それに加えて輸入も急増している。

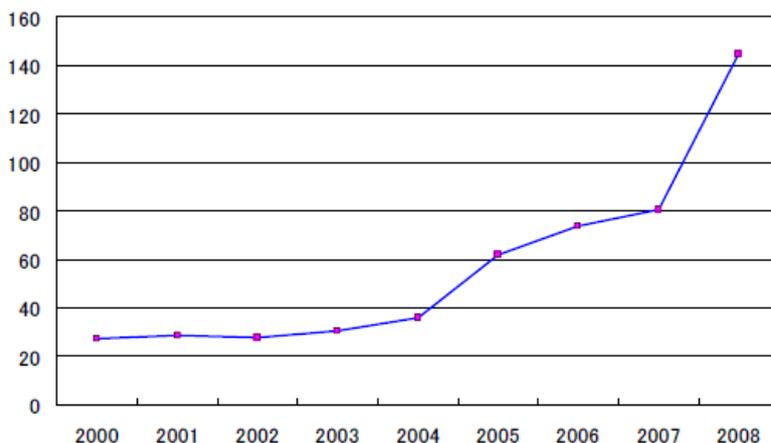


出典：Steel Statistical Yearbook 2007 (IISI)

図 2.2.1-24 世界の鉄鉱石輸入量の推移 (出典：外務省)

鉄鉱石市場は上記のような寡占市場となり、最近のアジアを中心とする経済発展の影響で売り手市場となり、価格は急上昇している。この分野におけるアジア市場の影響は大きく、ひいてはアジアにおける製造業の発展に大きな影響を与えている。

価格(US¢、鉱石1トン・鉄分1%あたり)



出典：Iron Ore Outlook (AME)、リオ・ティント社HP

図 2.2.1-25 鉄鉱石価格推移 (出典：外務省)

主な非鉄金属について、その需給関係を概観する。銅、鉛、亜鉛、アルミニウムなどのベースメタルと、量は少ないが高付加価値製品の製造に重要なレアメタルに

ついて調べる。これらの金属鉱石の主な埋蔵国、鉱石生産国をまとめてみる。ベースメタルに比較してレアメタルの埋蔵地域は偏在しており、その供給は不安定である。アジア地域としては、中国の貢献が目立っており、その他はインド、インドネシアなどである。わが国には一般的にこれらの資源は少なく、常に市場の寡占化の危険に晒されている。

表 2.2.1-7 非鉄金属の主な用途・埋蔵国・鉱石生産国（出典：外務省）

金属種	主な用途	主な埋蔵国	主な鉱石生産国（2007年）
銅	電線、銅管、半導体	チリ、米国、インドネシア、ペルー、ポーランド、メキシコ、中国、豪州	チリ、ペルー、米国、中国、豪州、インドネシア
鉛	バッテリー	中国、豪州、米国、ガブラスン、ペルー、メキシコ	中国、豪州、米国、ペルー、メキシコ
亜鉛	めっき、ダイカスト	豪州、中国、ペルー、米国、ガブラスン	中国、ペルー、豪州、米国、カナダ、インド
アルミニウム	圧延品、ダイカスト、鋳物、電線	ギニア、豪州、ジャマイカ、ブラジル	豪州、ブラジル、中国、インド、ギニア、ジャマイカ
ニッケル	ステンレス、二次電池	豪州、ニューカドニア、ロシア、キューバ、カナダ、ブラジル	ロシア、カナダ、インドネシア、豪州、ニューカドニア、コロンビア、フィリピン
クロム	ステンレス、耐熱鋼	ガブラスン、南アフリカ、インド	南アフリカ、インド、カザフスタン
タングステン	超硬工具、特殊鋼	中国、カナダ、ロシア、米国	中国、ロシア、カナダ
コバルト	耐熱鋼、超硬工具、磁性材、電極	コンゴ（民）、豪州、キューバ、ザンビア、ロシア	コンゴ（民）、カナダ、豪州、ザンビア、ロシア
モリブデン	鋼材、顔料、触媒	中国、米国、チリ、カナダ、ロシア	中国、米国、チリ、ペルー、ロシア
マンガン	鋼材、アルミ合金、乾電池、磁性材	ウクライナ、南アフリカ、豪州、インド、中国、ブラジル	南アフリカ、中国、豪州、ガボン、ブラジル、ウクライナ、インド、ガブラスン
レアアース	コンデンサ、セラミック製品、永久磁石、電池	中国、CIS 諸国、米国、豪州	中国、インド
金	宝飾品、電子機器、歯科医療	南アフリカ、豪州、ペルー、ロシア、米国	中国、南アフリカ、豪州、米国、ペルー、ロシア
銀	感光剤、電子機器、宝飾品	ポーランド、メキシコ、ペルー、豪州	ペルー、メキシコ、中国、チリ、豪州、ポーランド
白金（白金族金属）	宝飾品、排ガス用触媒、歯科医療	南アフリカ、ロシア	南ア、ロシア、カナダ、ジンバブエ、米国

出典：Mineral Commodity Summaries 2008, World Metal Statistics Yearbook 2008 他

以下に、銅、鉛、亜鉛、アルミニウム、ニッケルについて、鉱石生産、地金生産、地金輸出入、地金消費の様相を示す。中国は、供給・需要双方で上位に多く顔を出し、その存在は大きい。その他のアジア諸国は、日本や韓国が需要側に出てくる程度である。極めて寡占化、偏在した市場であることがわかる。

表 2.2.1-8 銅の主要生産・消費・輸出入国（2007年）（出典：外務省）

(1)銅 2007年	総量 (千トン)	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位	出典
世界の鉱石生産	15,442	チリ 5,557 (36.0)	ペルー 1,190 (7.7)	米国 1,177 (7.6)	中国 944 (6.1)	豪州 870 (5.6)	Copper Bulletin
世界の鉱石輸出	5,434	チリ 2,258 (41.6)	ペルー 789 (14.5)	インドネシア 518 (9.5)	豪州 489 (9.0)	カナダ 212 (3.9)	Copper Bulletin
世界の鉱石輸入	5,278	日本 1,407 (26.7)	中国 1,354 (25.7)	インド 479 (9.1)	韓国 421 (8.0)	ドイツ 390 (7.4)	Copper Bulletin
世界の地金生産	18,082	中国 3,545 (19.6)	チリ 2,936 (16.2)	日本 1,577 (8.7)	米国 1,308 (7.2)	ロシア 949 (5.2)	Copper Bulletin
世界の地金輸出	7,724	チリ 2,910 (37.7)	ザンビア 491 (6.4)	日本 428 (5.5)	カザフスタン 337 (4.4)	ペルー 335 (4.3)	Copper Bulletin
世界の地金輸入	7,111	中国 1,494 (21.0)	ドイツ 844 (11.9)	米国 829 (11.7)	イタリア 747 (10.5)	台湾 615 (8.6)	Copper Bulletin
世界の地金消費	18,121	中国 4,933 (27.2)	米国 2,145 (11.8)	ドイツ 1,392 (7.7)	日本 1,252 (6.9)	韓国 801 (4.4)	Copper Bulletin
日本の鉱石輸入	1,407	チリ 658 (46.8)	インドネシア 193 (13.7)	ペルー 167 (11.9)	カナダ 119 (8.5)	豪州 113 (8.0)	資源エネルギー庁資料
日本の地金輸出	428	中国 193 (45.1)	台湾 131 (30.6)	韓国 35 (8.2)	タイ 23 (5.4)	インドネシア 21 (4.9)	日本貿易統計

単位：金属量千トン、（ ）内はシェア（％）

表 2.2.1-9 鉛の主要生産・消費・輸出入国（2007年）（出典：外務省）

(2)鉛 2007年	総量 (千トン)	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位	出典
世界の鉱石生産	3,591	中国 1,360 (37.9)	豪州 594 (16.5)	米国 436 (12.1)	ペルー 329 (9.2)	メキシコ 129 (3.6)	Lead and Zinc Statistics
世界の地金生産	8,127	中国 2,757 (33.9)	米国 1,305 (16.1)	ドイツ 405 (5.0)	日本 276 (3.4)	英国 275 (3.4)	Lead and Zinc Statistics
世界の地金輸出	1,655	中国 244 (14.8)	豪州 222 (13.4)	カナダ 169 (10.2)	ペルー 120 (7.3)	ドイツ 113 (6.9)	World Metal Statistics
世界の地金輸入	1,716	米国 257 (15.0)	スペイン 139 (8.1)	フランス 113 (6.6)	韓国 112 (6.6)	ドイツ 108 (6.3)	World Metal Statistics
世界の地金消費	8,137	中国 2,543 (31.3)	米国 1,522 (18.7)	ドイツ 398 (4.9)	韓国 359 (4.4)	日本 279 (3.4)	Lead and Zinc Statistics
日本の鉱石輸入	93	豪州 41 (43.8)	ペルー 36 (39.2)	8 (8.4)	ボリビア 5 (5.3)	ロシア 2 (2.6)	資源エネルギー庁資料

単位：金属量千トン、（ ）内はシェア（％）

表 2.2.1-10 亜鉛の主要生産・消費・輸出入国（2007年）（出典：外務省）

(3)亜鉛 2007年	総量 (千トン)	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位	出典
世界の鉱石生産	10,943	中国 2,950 (27.0)	ペルー 1,444 (13.2)	豪州 1,398 (12.8)	米国 780 (7.1)	カナダ 619 (5.7)	Lead and Zinc Statistics
世界の地金生産	11,327	中国 3,714 (32.8)	カナダ 802 (7.1)	韓国 691 (6.1)	日本 598 (5.3)	スペイン 509 (4.5)	Lead and Zinc Statistics
世界の地金輸出	3,253	カナダ 614 (18.9)	豪州 284 (8.7)	中国 276 (8.5)	フィンランド 260 (8.0)	韓国 254 (7.8)	World Metal Statistics
世界の地金輸入	3,360	米国 742 (22.1)	ドイツ 315 (9.4)	イタリア 315 (9.4)	台湾 229 (6.8)	ベルギー 202 (6.0)	World Metal Statistics
世界の地金消費	11,319	中国 3,588 (31.7)	米国 1,041 (9.2)	日本 588 (5.2)	ドイツ 534 (4.7)	韓国 511 (4.5)	Lead and Zinc Statistics
日本の鉱石輸入	559	ペルー 208 (37.1)	豪州 140 (25.1)	ボリビア 97 (17.3)	米国 67 (12.1)	メキシコ 21 (3.8)	資源エネルギー庁資料

単位：金属量千トン、（ ）内はシェア（％）

表 2.2.1-11 アルミニウムの主要生産・消費・輸出入国（2007年）（出典：外務省）

(4)アルミニウム 2007年	総量 (千トン)	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位	出典
世界の鉱石生産 (ボーキサイト)	191,655	豪州 62,428 (32.6)	ブラジル 22,836 (11.9)	中国 21,600 (11.3)	インド 19,308 (10.1)	ギニア 18,908 (9.9)	World Metal Statistics
世界の地金生産	38,087	中国 12,559 (33.0)	ロシア 3,955 (10.4)	カナダ 3,083 (8.1)	米国 2,560 (6.7)	豪州 1,959 (5.1)	World Metal Statistics
世界の地金輸出	17,671	ロシア 3,949 (22.3)	カナダ 2,501 (14.2)	豪州 1,659 (9.4)	ノルウェー 1,610 (9.1)	ブラジル 823 (4.7)	World Metal Statistics
世界の地金輸入 (合金を含む)	19,171	日本 2,986 (15.6)	米国 2,951 (15.4)	ドイツ 2,231 (11.6)	韓国 1,169 (6.1)	イタリア 1,079 (5.6)	World Metal Statistics
世界の地金消費	37,246	中国 12,347 (33.1)	米国 5,580 (15.0)	日本 2,197 (5.9)	ドイツ 2,008 (5.4)	イタリア 1,087 (2.9)	World Metal Statistics
日本の地金輸入 (合金を含む)	2,986	ロシア 729 (24.4)	豪州 606 (20.3)	中国 254 (8.5)	ブラジル 228 (7.6)	ニュージーランド 222 (7.4)	日本貿易統計

単位：金属量千トン（鉱石生産のみボーキサイト重量千トン）、（ ）内はシェア（%）

表 2.2.1-12 ニッケルの主要生産・消費・輸出入国（2007年）（出典：外務省）

(5)ニッケル 2007年	総量 (千トン)	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位	出典
世界の鉱石生産	1,604	ロシア 288 (18.0)	カナダ 255 (15.9)	インドネシア 188 (11.7)	豪州 184 (11.5)	ニューカレドニア 125 (7.8)	World Nickel Statistics
世界の地金生産	1,435	ロシア 272 (19.0)	中国 204 (14.2)	カナダ 163 (11.3)	日本 162 (11.3)	豪州 111 (7.7)	World Nickel Statistics
世界の地金消費	1,323	中国 330 (24.9)	日本 169 (12.8)	米国 135 (10.2)	ドイツ 97 (7.3)	台湾 70 (5.3)	World Nickel Statistics
日本の鉱石輸入 (ニッケルマットを含む)	156	インドネシア 106 (67.9)	ニューカレドニア 21 (13.6)	フィリピン 18 (11.7)	豪州 9 (5.8)	—	World Nickel Statistics

単位：金属量千トン、（ ）内はシェア（%）

中国は、国内に多くの鉱物資源を抱える資源国であるが、急速に伸びる自国の消費を支えきれず、巨大な資源輸入国となって、国際貿易に大きな影響を与えている。今後しばらくはこの傾向が続くものと考えられる。

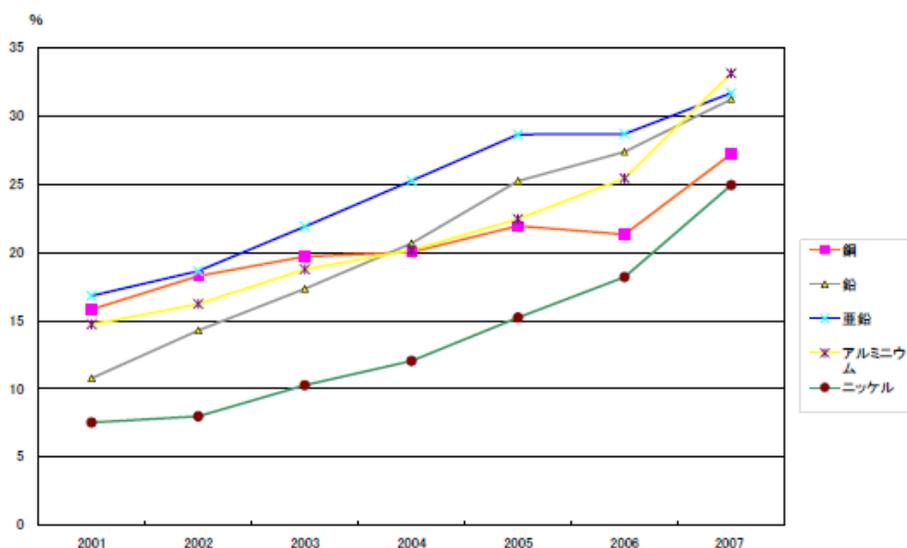


図 2.2.1-26 中国の世界に占める金属消費シェア（出典：外務省）

人口一人当たりの資源消費量を見ると、インドはまだ中国の 1/10 程度であるが、今後急速に増大することが見込まれる。

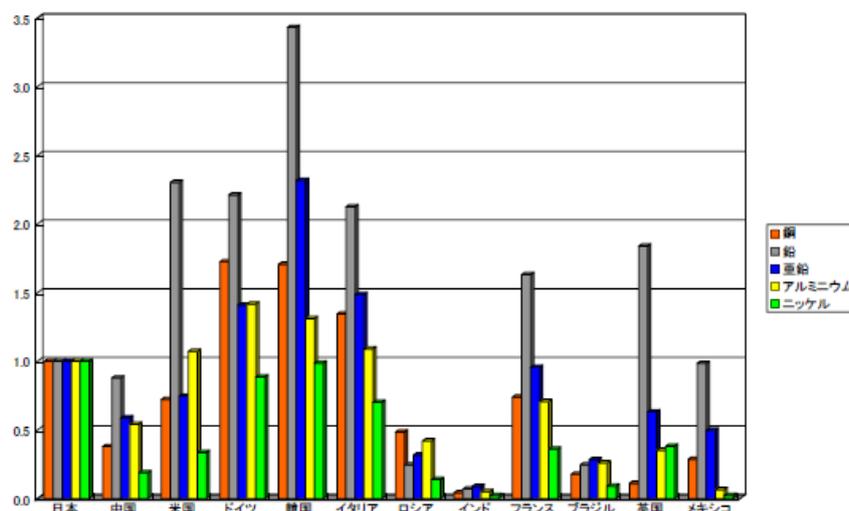


図 2.2.1-27 主要金属消費国の人口当たり金属消費量 (2007 年) (出典：外務省)

わが国は金属資源の輸入において、中国に大きく依存しているものがある。わが国の基幹製品に必須の電子材料や磁性材料に用いられている。中国がほとんど唯一の入手先であるものもあり、将来のリスク回避のために供給先の多様化を図ることは急務である。これは、これから産業が伸びていくアジア諸国全体についてより重要な課題となっていく。

表 2.2.1-13 対中依存度の高い主な金属原料 (2007 年)

品名	中国からの 輸入量(トン)	輸入総量 (トン)	中国への輸入 依存度(%)
希土類金属	9,296	9,320	99.7
バナジウム酸化物	2,520	2,660	94.7
三酸化アンチモン	7,391	7,700	96.0
タングステン酸塩	2,077	2,122	97.9
セリウム化合物	15,954	19,028	83.8
酸化イットリウム	1,721	1,805	95.3
酸化ランタン	3,110	3,310	94.0
希土類化合物(その他)	5,703	6,261	91.1
フェロモリブデン	1,448	3,234	44.8
フェロタングステン	947	947	100.0
アンチモン(塊、粉)	6,802	7,483	90.9

出典：日本貿易統計

4) 環境問題

ERIA アジア加盟国諸国について、エネルギーや金属資源の需給関係を調べてきた。この地域では、製造活動が急速に拡大しており、エネルギーや資源の消費も急増している。エネルギーや資源の供給地域と大きな消費地域とは一致しておらず、円滑なエネルギー・資源循環を達成することが、ERIA アジア地域の大きな課題となる。

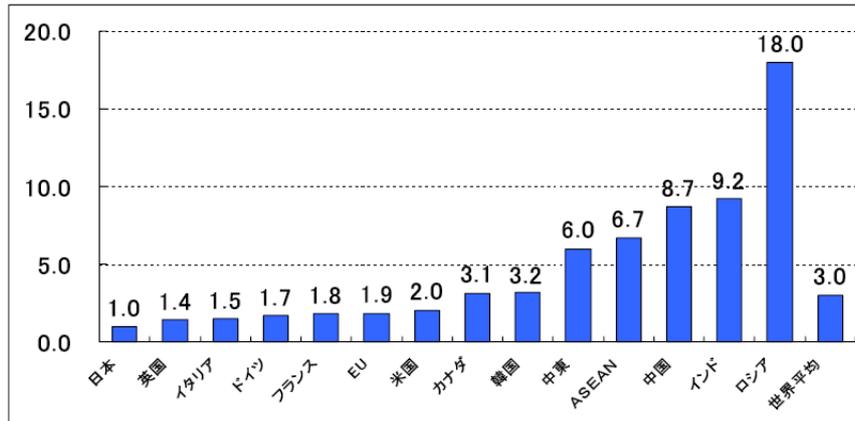
上記の問題とあわせて、利用可能なエネルギー・資源をいかに効率よく利用して、かつ地球環境に悪い影響を与えないようにするか、という地球環境問題も重要となってきた。工業先進地域では、過去に大気や土壌・水汚染などを経て、最近では温暖化問題を抱えている。発展途上地域では、経済的理由から環境問題は軽視される傾向があったが、現在では、環境汚染、資源枯渇、温暖化などの観点から無視し得ない問題となってきた。先進地域からは、地球環境保全のためには発展途上地域の環境問題が重要であることが認識され、また、発展途上地域においても、環境問題のリスクが極めて切実な今日の課題となってきた。

環境が悪化してから修復するためには莫大な費用を要することを先進国は学んできた。この経験は発展途上地域に移転できる。アジア地域などは、開発が急速に進んでおり、放置すれば重大な問題が生ずることが明らかな地域である。先進国や国際機関は協力してこの問題に取り組もうとしている。環境の破局を迎えてから修復しようとするのではなく、予防的な保全策をとり、持続可能な状態にソフトランディングさせようという考え方である。

上記の考えを具体化するためには、現状の把握が重要である。エネルギーの効率的な利用や資源循環・廃棄物処理などの観点から ERIA アジア加盟国諸国の現状を調べる。

GDP 当たりの一次エネルギー消費量を見てみると、わが国を基準として西欧諸国は 2 倍以内であり、世界平均でも 3 倍程度である。これに対して、ASEAN 諸国は 6.7、中国は 8、インドは 9.2 倍となっている。この問題の解決のためには、長期的な社会基盤の改革など複雑な課題に取り組まねばならない。しかし、以下にくっかの例を示すように、先進技術を移転することにより即効的に改善できる課題も沢山あると考えられる。

GDP当たりの一次エネルギー消費量の各国比較

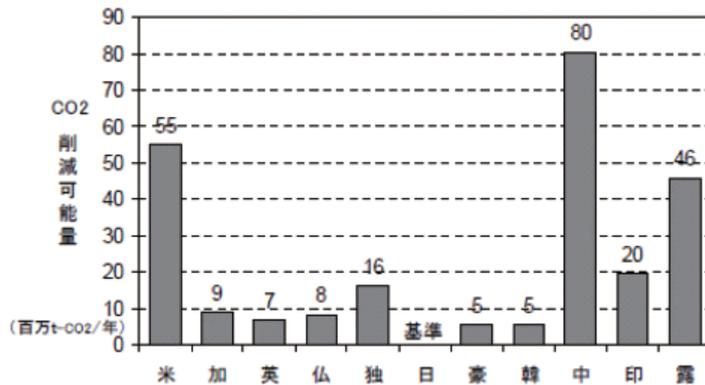


※一次エネルギー消費量(石油換算トン/実質GDPを日本=1として換算)
 *ASEAN (カンボジアとラオスを除く)

Source: IEA Energy Balances of OECD Countries 2003-2004 (2006)
 IEA Energy Balances of non-OECD Countries 2003-2004 (2006)

図 2.2.1-28 GDP 当たりの一次エネルギー消費量の各国比較 (出典：外務省)

各国の鉄鋼業のエネルギー効率を比較してみる。わが国の鉄鋼業は、徹底した排熱回収、副生ガス利用、その他の工程改善により極めて高いエネルギー効率を実現している。これを基準として、各国の鉄鋼業の二酸化炭素排出削減のポテンシャルを推算すると、中国で 0.8 億 ton-CO₂、インドで 0.2 億 ton-CO₂ の削減が見込まれる。これらは、西欧や韓国、オーストラリアなどと比較して非常に多い。

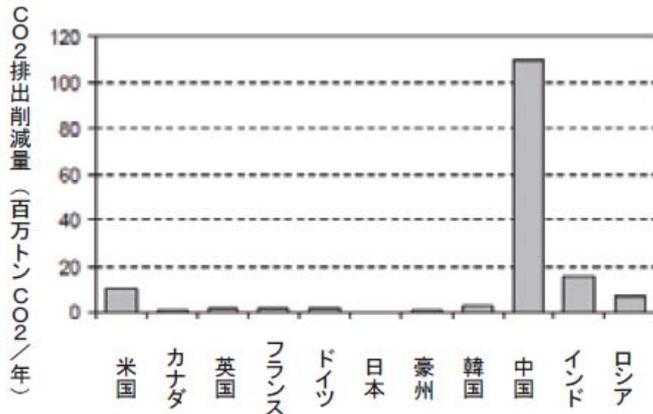


(出所) 地球環境産業技術研究機構 (RITE)、エネルギー効率の国際比較 (発電、鉄鋼、セメント部門)、平成 20 年 1 月

(注) 推計した 2000 年における鉄鋼部門における世界各国のエネルギー効率を基に、高炉転炉法 (BF-BOF)、スクラップ-電炉法 (scrap-EAF) 共に、それぞれ日本の 2000 年のエネルギー効率を達成したとして各国の二酸化炭素排出削減ポテンシャルを算出したものの

図 2.2.1-29 各国の鉄鋼部門におけるエネルギー効率向上による二酸化炭素削減ポテンシャル (出典：エネルギー白書 2008 年版)

セメント部門は一般的に効率化が普及している部門であるが、わが国の製法には、排熱利用の予熱方式、廃プラスチックや廃タイヤ利用など、徹底した省エネルギー・省資源の方策が施されている。わが国を基準とすると、中国やインドにおけるセメント製造には大きな改善の余地があることがわかる。

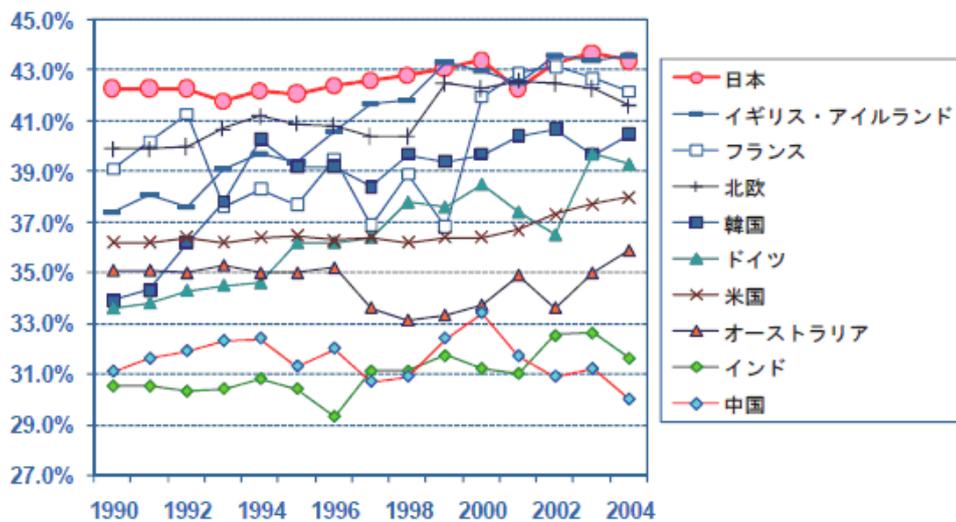


(出所) 地球環境産業技術研究機構 (RITE)、エネルギー効率の国際比較 (発電、鉄鋼、セメント部門)、平成 20 年 1 月

(注) 推計した 2000 年におけるセメント部門における世界各国のエネルギー効率を基に、日本の 2000 年におけるクリンカ生産のエネルギー効率を達成したとして各国の二酸化炭素排出削減ポテンシャルを算出したもの

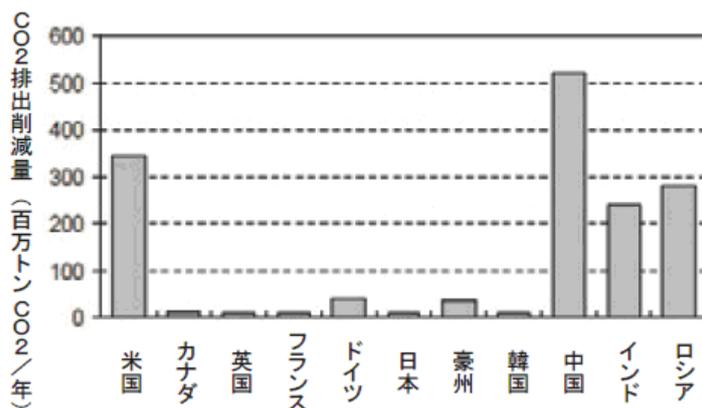
図 2.2.1-30 各国のセメント部門におけるエネルギー効率向上による二酸化炭素削減ポテンシャル (出典：エネルギー白書 2008 年版)

わが国の火力発電所の発電熱効率は 40% 強であり、インドや中国の 30% を大きく凌駕している。化石燃料発電のエネルギー効率について、世界のベストプラクティスに基づいて可能な二酸化炭素削減ポテンシャルを推算すると、世界全体で約 21 億 ton-CO₂ の削減が見込まれ、特に中国、インドなどでその効果が大きい。アジア地域に進んだ省エネルギー技術を移転することの効果は著しい。



(出所) ECOFYS, "International Comparison of Fossil Power Efficiency"

図 2.2.1-31 火力発電熱効率の国際比較 (出典：エネルギー白書 2008 年版)



(出所) 地球環境産業技術研究機構 (RITE)、エネルギー効率の国際比較 (発電、鉄鋼、セメント部門)、平成 20 年 1 月

(注) 推計した 2005 年における各国の化石燃料発電の発電効率を基に、石炭、石油燃料発電は日本の 2005 年の発電効率を、ガス燃料発電は英国の 2005 年の発電効率を達成したとして各国の二酸化炭素排出削減ポテンシャルを算出したもの

図 2.2.1-32 各国の化石燃料発電のエネルギー効率向上による二酸化炭素削減ポテンシャル (出典：エネルギー白書 2008 年版)

なお、電力の二酸化炭素排出原単位を発電端で比較してみると、原子力発電の比率が高いフランス、カナダは非常に小さく、中国やインドに比べて 1/10 近くも小さくなっている。

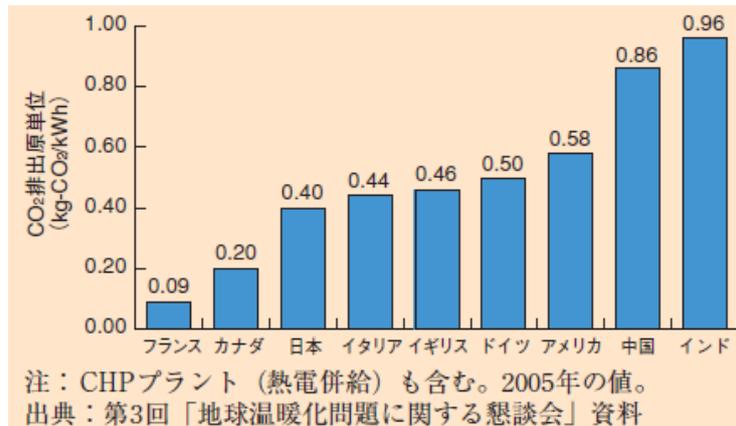
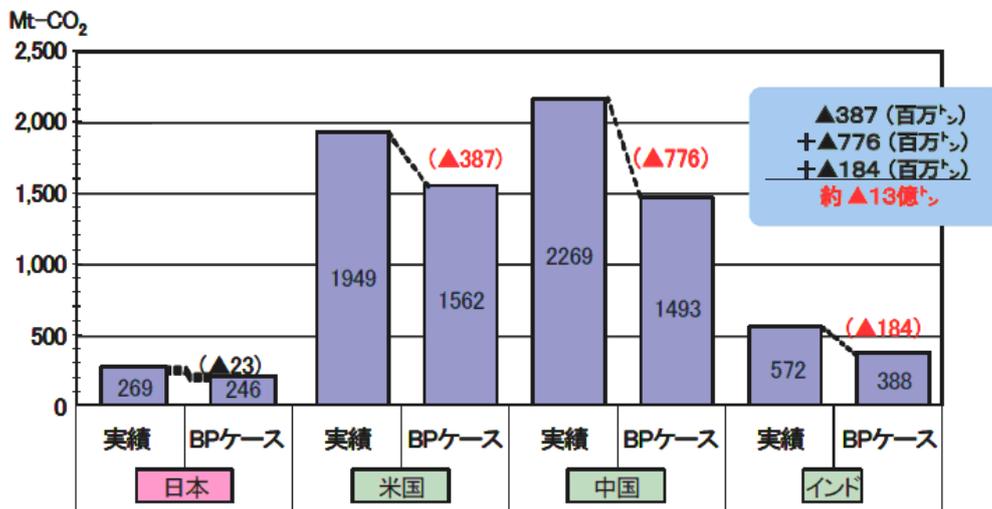


図 2.2.1-33 電力の二酸化炭素排出原単位（発電端）の国際比較
（出典：環境白書 2008 年版）

特に、石炭火力発電について、日本のベストプラクティスを米国、中国、インドの3ヶ国に適用すれば、二酸化炭素削減量は13億 ton-CO₂と試算され、これは、日本の石炭火力の二酸化炭素排出量の約5倍、また日本全体の二酸化炭素排出量の約1.1倍に達すると見込まれる。この試算をそのまま評価することはできないが、既存の省エネルギー技術をアジア地域に徹底的に普及させることの効果は莫大である。

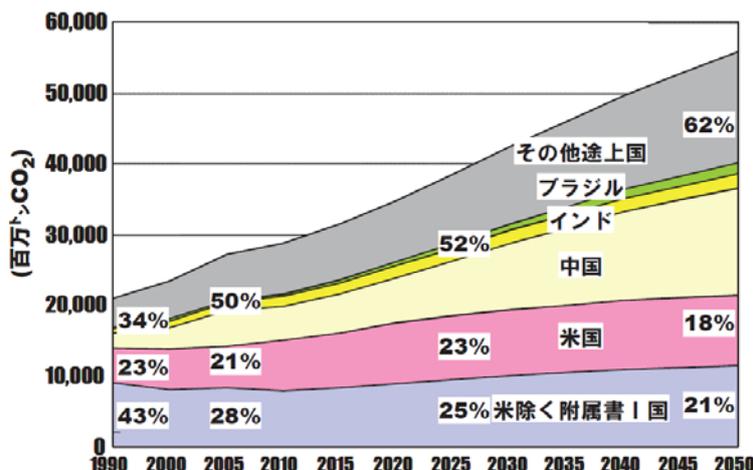


（出典）IEA「World Energy Outlook 2006」から作成
（注）「BP ケース」：日本のベストプラクティス（商業中発電所の最高効率）を適用した場合の試算

図 2.2.1-34 石炭火力発電所からの CO₂ 排出量
（出典：エネルギー白書 2008 年版）

全世界的な規模での地球温暖化対策は喫緊の課題である。1997年に気候変動枠

組条約第3回締結国会議（COP3）にて採択された京都議定書にしたがい、先進諸国は温暖化ガスの排出削減に取り組んでいる。しかしながら、削減義務を負う先進国の二酸化炭素排出量は現状でも全世界の28%に止まり、さらに今後は、途上国の排出量が急増すると予測されるので、2050年には先進国の排出量は21%まで低下すると予想されている。60%を超える排出量を出すアジア地域を初めとする途上地域からの排出を削減する仕組みを考えなければ、実効のある温暖化対策とはならない。



(出典) 財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE)

図 2.2.1-35 世界の二酸化炭素排出量の見通し

(出典：エネルギー白書 2008 年版)

東アジア諸国の二酸化炭素排出量の推移を見てみる。中国の排出量が急増し、日本の4倍ほどとなり、米国について世界第2位となっている。また、インドの排出量も増加を続けており、わが国と並びつつある。人口一人当たりのエネルギー消費量を見ると、米国が7.9TOE (Ton of Oil Equivalent)、日本が4.2TOE、中国が1.1TOE、インドが0.3TOEとなっている。これから推測すると、中国の二酸化炭素排出量はまだ増加を続け、インドは大幅に増加することが見込まれる。何らかの対策が必須であることがわかる。

韓国は安定しているが、台湾、インドネシア、タイなどは近年急増しており、ベトナムも同様の傾向にある。現在のところ、排出の絶対量は少ないが、遅れて温暖化対策をとるよりは、先進地域の経験を取り入れて、早めに対策をとることの必要性が読み取れる。

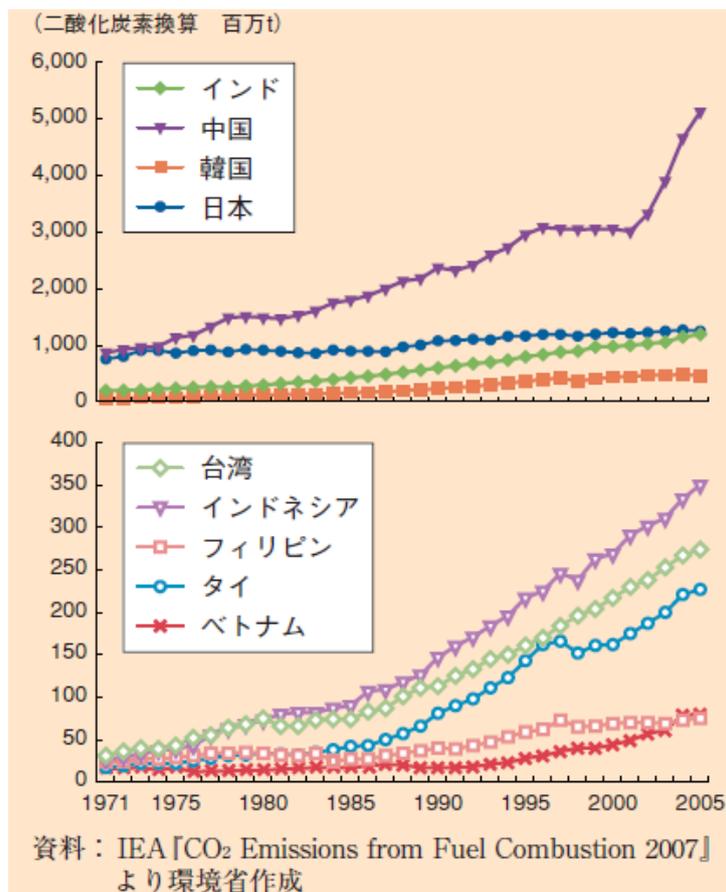


図 2.2.1-36 アジア諸国の二酸化炭素排出量の推移
(出典：環境白書 2008 年版)

世界における二酸化炭素排出量の上位 5 ヶ国の 2030 年までの排出量を予測すると、上述のように中国とインドの増加が著しいことがわかる。

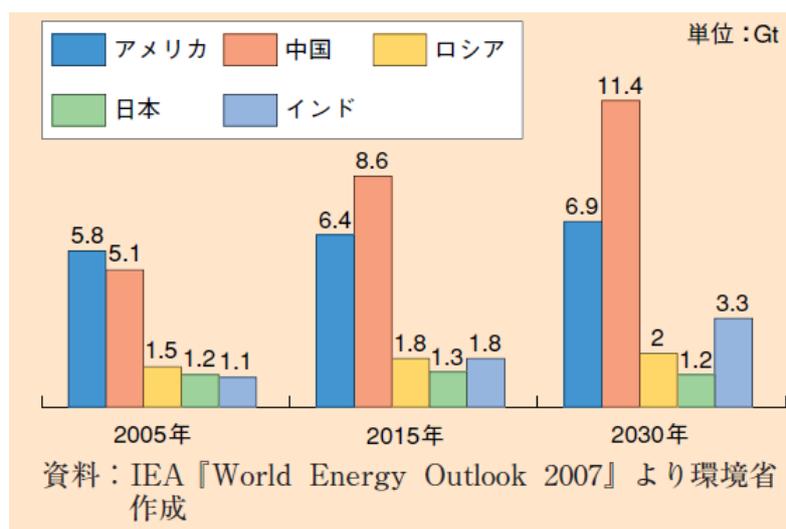


図 2.2.1-37 二酸化炭素排出量上位 5 ヶ国の将来予測
(出典：環境白書 2008 年版)

地球温暖化を考慮に入れて、今後のエネルギー供給の様相を考えてみる。一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を見てみると、わが国は水力を主体として極めて低く、何らかの対策が必要である。インドは30%、中国は15%と比較的高いが、これは熱源としての原始的なバイオマス利用が主体と考えられ、持続可能なエネルギー供給とは評価しにくい。今後は、水力、風力、太陽光、地熱、バイオ燃料など、地域特性に応じて様々な再生可能エネルギーの開発に取り組んでいく必要がある。

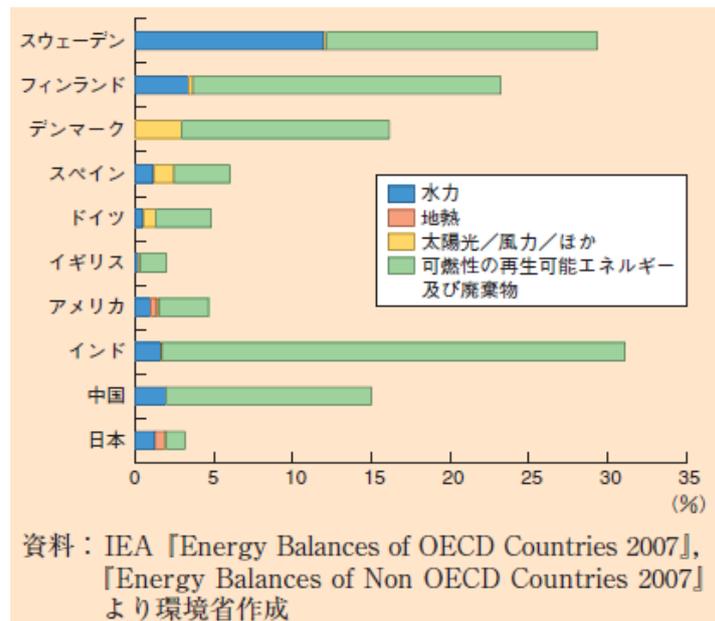


図 2.2.1-38 一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合（2005年）
（出典：環境白書 2008年版）

廃棄物については、世界統計について十分詳細なデータがない。世界の廃棄物排出量の予測によれば、2050年までに廃棄物総量は現在の2倍ほどになると予測され、その増加の原因はアジアなどの経済発展によるところが大きい。

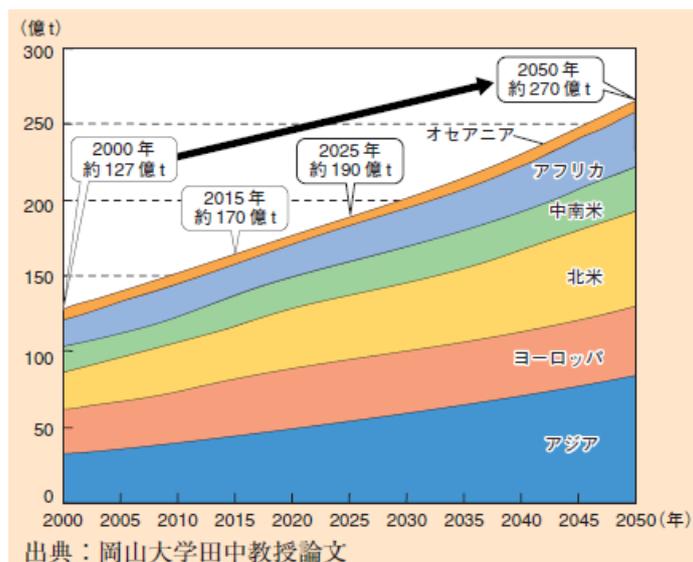


図 2.2.1-39 世界の廃棄物排出量の将来予測 (出典：環境白書 2008 年版)

各国別に、一人一日当たりの一般廃棄物排出量を見てみると、先進諸国に比べて、インドや中国は 1/5 程度であることがわかる。今後の経済発展により大幅な増大が予測される。

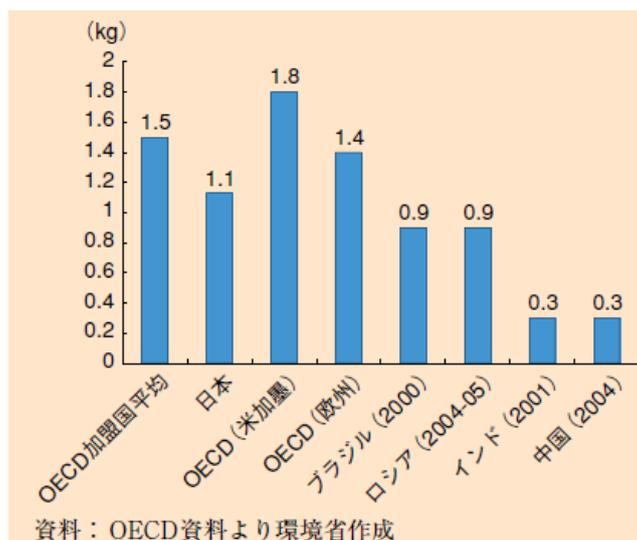


図 2.2.1-40 OECD 諸国等における一人一日当たりの一般廃棄物の排出量 (2005 年) (出典：環境白書 2008 年版)

持続可能な社会の構築のためには、資源生産性の向上が不可欠である。資源生産性の定義は複雑であるが、一般的には、資源としては人間活動のために人工的に作り出されるすべての物質フローを考え、単位物質フローに対する付加価値の値で評価する。資源生産性の向上のためには、個々の活動における資源消費の効率を向上させるとともに、物質フローの循環性を高めて無駄な廃棄を減少させることが重要

である。

アジア各国の資源生産性を比較してみると、わが国に比べて、アジア諸国は低く、中国やタイは半分以下である。資源生産性の評価については、今後より詳細な検討が必要である。

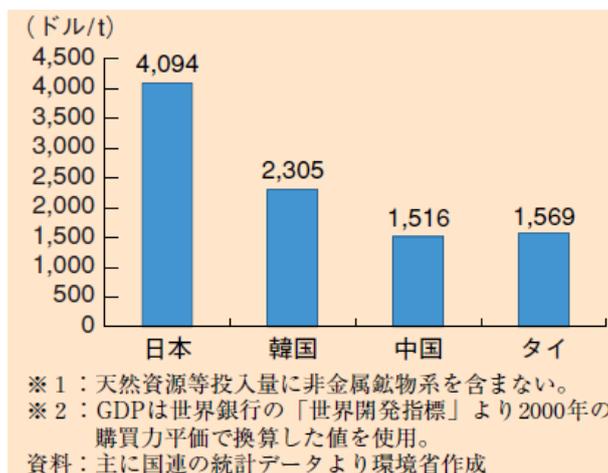


図 2.2.1-41 アジア各国の資源生産性（2004年）
（出典：環境白書 2008年版）

エネルギーや有用資源はもとより、廃棄物についても、その流動は国際化しており、合理的な資源循環の管理は極めて困難な課題である。エネルギーや有用資源については、貿易統計などからその流動の状況を把握できるが、廃棄物については困難な点が多い。各国における環境規制を整備して不適切な廃棄物処理や無秩序な流入が起きないようにして廃棄物の適切な循環を確立し、リサイクル技術などの整備により、資源循環のレベルを向上させていくことが望まれている。今後急速な経済発展が見込まれる東アジア地域においては、乏しい資源を有効活用し、環境汚染を防止するために、国際的な資源循環管理の体制を構築することは緊急の課題である。

例えば、廃プラスチックについては、日本、中国、台湾、東南アジア諸国の間で大量の移動があり、その適切な処理について様々な問題を引き起こしている。

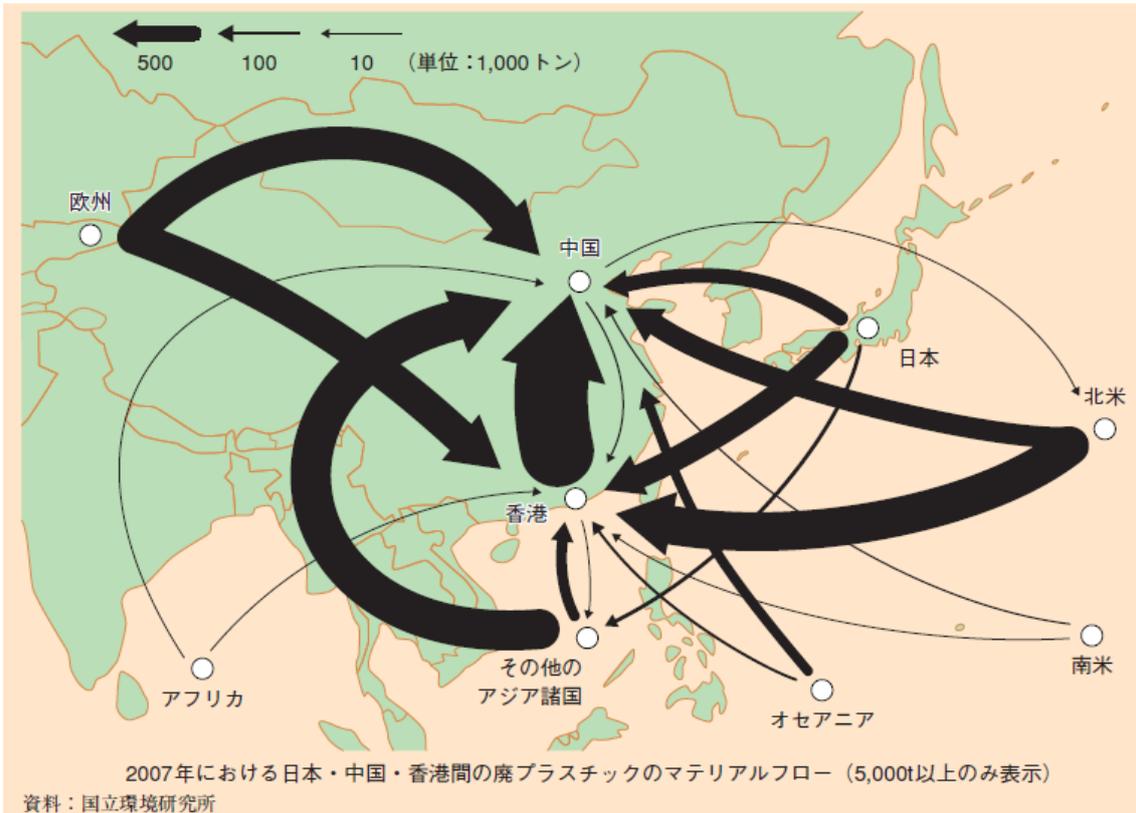


図 2.2.1-42 国際的な資源循環の情況（出典：環境白書 2008 年版）：
 2007 年における日本・中国・香港間の廃プラスチックのマテリアルフロー

省エネルギー技術と同様に、先進的な廃棄物処理技術を発展途上国に移転していくことは、資源利用効率を向上させ、環境汚染を防止するために極めて有効である。しかしながら、廃棄物処理技術はその地域特性に大きく依存しており、受け入れの環境の整わない地域に先進技術を導入してもその効果を発揮させることはできない。各地域の環境・社会インフラを整備しながら人材を育成し、地域に適するように技術を適応させていく必要がある。東アジア諸地域は多くの問題を抱えてきたが、近年、経済発展計画とあわせて改善の努力がなされている。進んだ技術や規制法制を持つわが国との協力関係が進んでいる。この分野でわが国が貢献できることは多い。

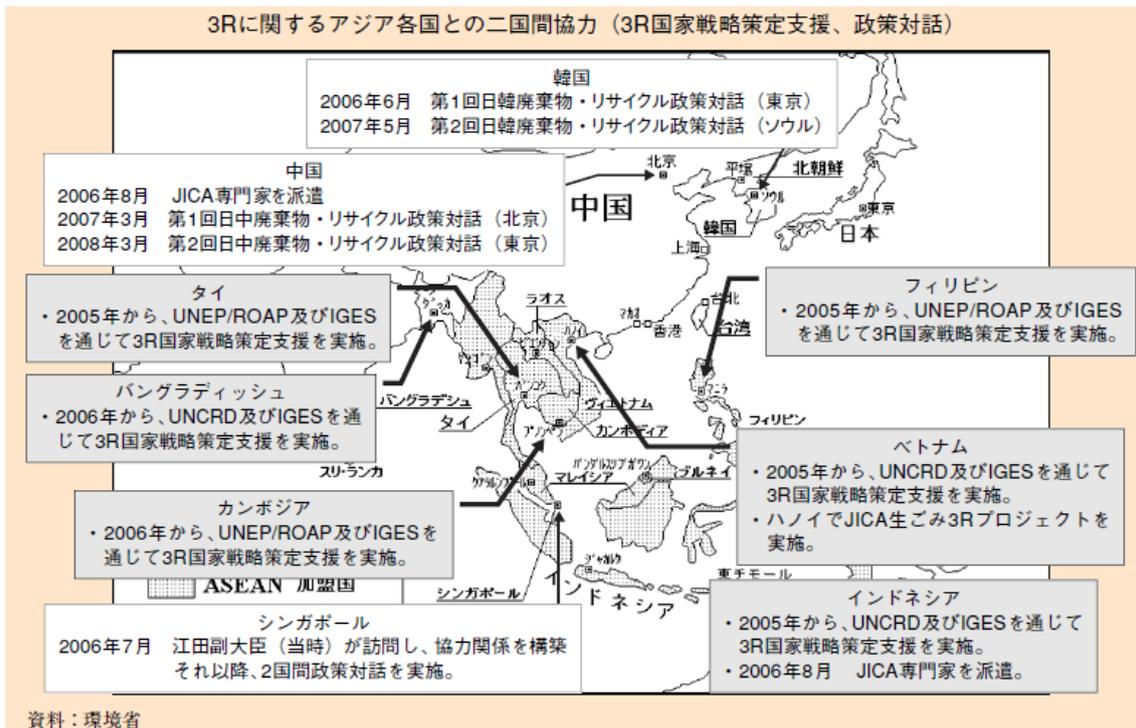


図 2.2.1-43 わが国とアジア各国との二国間協力（出典：環境白書 2008 年版）

2.2.2 ASEAN 主要加盟国のエネルギー及び環境問題の現状

1) エネルギー及び環境問題

ASEAN 諸国の状況は、各国により大きく異なる。経済発展と環境対策の程度により、途上国、中進国、先進国に分けて考えてみる。途上国は、原始的なレベルの農業活動が依然として産業の主体であり、ようやく近代工業が移入され、急激な経済発展前夜の状態にある国々である。中進国は、技術移入による工業化が進展しつつある国々であり、生産基地化から技術の現地化へと発展している。先進国は、技術移入の段階を終え、先端研究開発までも自力で発展させようとしている国々である。

ベトナムは経済的な発展段階に入りつつあると考えられるが、ミャンマー、ラオス、カンボジアなどの途上国は、いまだに経済発展前夜の状態にある。これらの国は、将来の工業化の過程で潜在的にエネルギー不足や環境劣化問題を抱えているが、まだ顕在化していない。しかし、地球温暖化や世界規模でエネルギー・資源不足の影響をうけ、生活のために無計画な資源利用を拡大して、環境破壊が進んでいるところもある。これらに対する対策とともに、急激に進展する可能性のある工業化に対応する予防的施策が求められている。

インドネシア、タイ、フィリピン、マレーシアなどの中進国では、一応の近代化を経て、エネルギーや環境保護に関する法制や政策も整ってきている。しかし、実

態は現実の変化に追従できず、多くの問題が顕在化している。工業化のための技術移転に際して、先進技術の移入のみならず、現実に即した技術の適合化が強く必要とされている。シンガポールは、国の規模は小さいが ASEAN 諸国の中では抜きん出た先進国であり、先進技術の移入と現地適合、さらに新技術開発の役割を果たすことができる。

一般に、アジア地域は、エネルギーや工業資源に乏しい。エネルギー源や工業素材としての石油や天然ガス、金属資源に対するアジア圏の需要は急増しているが、アジア域内の埋蔵量や生産量は、特に ASEAN 諸国において一般的に少なく、経済発展上の問題となっている。

2) エネルギー・資源需給関係

ASEAN 諸国は、一般的にエネルギーや金属資源に乏しい。石油については、ほとんど目ぼしい埋蔵量がないが、需要は旺盛である。天然ガスについては、インドネシアが世界第 9 位の埋蔵量をもつが、絶対量は世界の 2.5% と少ない。石炭についてもインドネシアの産出量が比較的多く、世界の石炭輸出の 16% を占めている。

金属資源についてみると、鉄鉱石埋蔵量や産出、粗鋼生産についても、中国やインド、韓国以外のアジア諸国の影は薄い。特定の資源を除いて、非鉄金属についても同様である。いくつかの ASEAN 諸国の状況を表で示す。

表 2.2.2-1 インドネシア共和国の鉱物資源埋蔵量 (2007 年)
(出典 : Mineral Commodity Summaries 2008)

鉱種	埋蔵量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
金 (t)	2,800	90,000	3.1%	8
錫 (t)	900,000	11,000,000	8.2%	5
銅 (千 t)	38,000	940,000	4.0%	8
ニッケル (t)	13,000,000	150,000,000	8.7%	5

表 2.2.2-2 インドネシア共和国の主要非鉄金属の生産量 (2007 年)

(出典 : World Metal Statistics Yearbook 2008)

鉱種	生産量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
銅鉱石 (千 t)	772.9	15,540.7	5.0%	6
銅地金(千 t)	221.4	17,972.1	1.2%	18
鉛地金 (千 t)	18.5	8,110.2	0.2%	38
ニッケル鉱石 (千 t)	229.2	1,558.9	14.7%	3
ニッケル地金 (千 t)	18.5	1,449.6	1.3%	16
ボーキサイト (千 t)	1,251.1	191,654.9	0.7%	13
アルミニウム地金(千 t)	242.4	38,087.3	0.6%	25
金鉱石 (t)	105.1	2,200.7	4.8%	7
銀鉱石 (t)	204.6	19,751.8	1.0%	15
スズ鉱石 (千 t)	102.0	335.4	30.4%	2
スズ地金 (千 t)	77.6	351.0	22.1%	2

表 2.2.2-3 タイ王国の鉱物資源埋蔵量 (2007 年)

(出典 : Mineral Commodity Summaries 2008)

鉱種	埋蔵量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
アンチモン (t)	450,000	4,300,000	10.5%	2
錫 (t)	200,000	11,000,000	1.8%	9

表 2.2.2-4 タイ王国の主要非鉄金属の生産量 (2007 年)

(出典 : World Metal Statistics Yearbook 2008)

鉱種	生産量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
銅地金 (千 t)	30.0	17,972.1	0.2%	32
鉛地金 (千 t)	61.2	8,110.2	0.8%	24
亜鉛鉱石 (千 t)	49.7	11,115.1	0.4%	20
亜鉛地金 (千 t)	96.0	11,237.9	0.9%	25
金鉱石 (t)	2.4	2,200.7	0.1%	39
銀鉱石 (t)	7.5	19,751.8	0.0%	39
スズ鉱石 (千 t)	0.2	335.4	0.0%	14
スズ地金 (千 t)	17.9	351.0	5.1%	5
アンチモニー鉱石 (t)	1,200	170,756	0.7%	6

表 2.2.2-5 フィリピン共和国の鉱物資源埋蔵量 (2007 年)

(出典 : Mineral Commodity Summaries 2008)

鉱種	埋蔵量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
セレン (t)	3,000	170,000	1.8%	5
ニッケル (t)	5,200,000	150,000,000	3.5%	10

表 2.2.2-6 フィリピン共和国の主要非鉄金属の生産量 (2007 年)

(出典 : World Metal Statistics Yearbook 2008)

鉱種	生産量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
銅鉱石 (千 t)	23.2	15,540.7	0.1%	28
銅地金 (千 t)	160.2	17,972.1	0.9%	22
鉛地金 (千 t)	30.0	8,110.2	0.4%	33
亜鉛鉱石 (千 t)	6.6	11,115.1	0.1%	32
ニッケル鉱石 (千 t)	75.4	1,558.9	4.8%	6
ニッケル地金 (千 t)	16.0	1,449.6	1.1%	18
金鉱石 (t)	44.8	2,200.7	2.0%	12
銀鉱石 (t)	30.8	19,751.8	0.2%	31
クロム鉱石 (千 t)	31.0	18,890.4	0.2%	15
セレン地金 (t)	47.0	2,204.0	2.1%	13

表 2.2.2-7 ベトナム社会主義共和国の鉱物資源埋蔵量 (2007 年)

(出典 : Mineral Commodity Summaries 2008)

鉱種	埋蔵量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
イルメナイト (千 t)	14,000	1,400,000	1.0%	10

表 2.2.2-8 ベトナム社会主義共和国の主要非鉄金属の生産量 (2007 年)

(出典 : World Metal Statistics Yearbook 2008)

鉱種	生産量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
銅鉱石(千 t)	12.5	15,540.7	0.1%	34
亜鉛鉱石(千 t)	45.6	11,115.1	0.4%	22
亜鉛地金(千 t)	5.6	11,237.9	0.0%	32
ボーキサイト(千 t)	20.0	191,654.9	0.0%	24
スズ鉱石(千 t)	5.4	335.4	1.6%	7
スズ地金(千 t)	3.6	351.0	1.0%	11
クロム鉱石(千 t)	103.8	18,890.4	0.5%	13

表 2.2.2-9 マレーシアの鉱物資源埋蔵量 (2007 年)

(出典 : Mineral Commodity Summaries 2008)

鉱種	埋蔵量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
イットリウム (t)	21,000	610,000	3.4%	5
錫 (t)	1,200,000	11,000,000	10.9%	3
トリウム (t)	4,500	1,400,000	0.3%	8
レアアース (t)	35,000	150,000,000	0.0%	7

表 2.2.2-10 マレーシアの主要非鉄金属の生産量（2007年）

（出典：World Metal Statistics Yearbook 2008）

鉱種	生産量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
鉛地金（千 t）	33.0	8,110.2	0.4%	31
ボーキサイト（千 t）	206.4	191,654.9	0.1%	21
金鉱石（t）	2.7	2,200.7	0.1%	38
銀鉱石（t）	0.3	19,751.8	0.0%	48
スズ鉱石（千 t）	2.8	335.4	0.8%	9
スズ地金（千 t）	25.5	351.0	7.3%	4
チタニウム鉱石（千 t）	31.6	4,549.2	0.7%	11

3) 環境問題

ASEAN 諸国の環境問題の内容は、各国により大きく異なるが、一般に ASEAN 諸国のエネルギー原単位は低く、先進技術による改善の余地は大きい。地球温暖化防止の規制は途上国にも及ぼうとしている。経済発展にあわせて、先進的な省エネルギー技術の導入を進めることは重要である。平行して、太陽光発電、風力発電、バイオ燃料など、様々な再生可能エネルギーの導入も試みられており、今後の進展が期待される。

廃棄物処理や資源循環の問題を、経済発展と環境対策の程度により、途上国、中進国、先進国に分けて考えてみる。ここでは各々の代表として、ベトナム、タイ、シンガポールを取り上げる（参考文献 第 2.2 節 調査報告書[1]）。

ベトナムでは、工業化の進展とともに都市周辺の環境が悪化し、不適切な廃棄物処理が問題となっている。法制度はこの 5 年くらいに整備されてきたが、有害廃棄物の発生者責任の徹底など、現実には十分に規制されているとはいえない。都市周辺では、廃棄物の回収量は 70%ほどであり、有害廃棄物も十分分離されずに一般廃棄物と一緒に埋め立てられている。産業廃棄物は廃棄物全体の 20～25%程度を占める。缶、ビン、PET ボトル、ダンボール、廃プラスチック、鉄くずなどが有価で流通しており、中小零細企業やインフォーマルセクターにより、経済原則によりリサイクルされている。ベトナムには、有害廃棄物の最終処分場は存在しない。有害廃棄物の処理・リサイクル業者も少なく、汚染防止対策も十分ではない。家内工業村では、リサイクル可能な廃棄物を購入して、リサイクルを行っているところがあり、環境汚染の一因となっている。鉛蓄電池、廃プラスチック、古紙などが扱われている。鉄・銅・アルミニウムスクラップ、廃プラスチック、廃ガラス、あるいは使用済み製品などの再生資源の輸入が制限はあるが認められており、先進国のごみ処理場とならないよう、規制措置が必要とされている。工業化に伴う環境汚染を未然に防ぐ対策が求められている。

表 2.2.2-11 ベトナムの家内工業村でのリサイクル（出典：アジア経済研究所）

	再生資源の投入量 (t/年)	製品 (t/年)	再生資源の利用効率
プラスチック	25,200	22,900	90.9
紙	51,700	45,500	80.0
金属	735,000	700,000	95.2
合計	811,900	768,400	94.6

出所：World Bank[2004]

タイは、工業化が進展しており、国家環境質向上政策・計画（Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Policy and Plan, 1997-2016）なる環境保護の指針が示されており、具体的な法令、対策、組織などの構築が進められている。2001 年から有害廃棄物処理・リサイクルの管理法制を緩和し、インフォーマルセクターの工場も登録させるようにして適正化に努めている。有害廃棄物に関するマニフェスト制度も完備している。制度は完備しているが、適正処理はまだ十分に定着していないと考えられる。資源循環に関して、最終処分目的での鉛蓄電池、廃プラスチック、廃タイヤなどの輸入は禁止されている。リサイクル目的の輸入については指定された手順を経る必要がある。電子・電気製品については、製造日から3年以上経った製品の販売・再利用目的の輸入を禁止している。一定の規制の下で、リサイクル目的の輸入は可能である。資源の有効利用促進と環境汚染防止との兼ね合いで、緻密な管理が必要とされている。

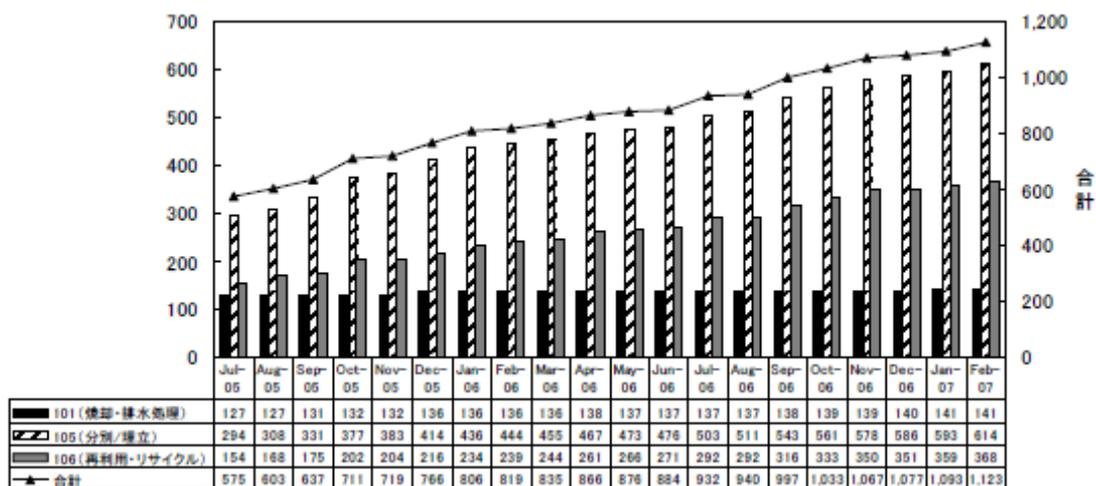


図 2.2.2-1 タイの認可された産業廃棄物処理・リサイクル業者の推移（出典：アジア経済研究所）

シンガポールは、700km²の狭い国土に400万人以上が居住しており、経済発展に伴い、1970年から2000年の30年間で、一般廃棄物は3倍、産業廃棄物は8倍

に増加した。このようなペースで廃棄物量が増えれば、廃棄物処理ができなくなり土壌汚染などを引き起こす恐れがあるので、環境対策が早急に要求されてきた。1979年以前にはすべての廃棄物は最終処分場で埋め立てられていたが、1979年以降は焼却処理に重点を置くようになった。さらに、1990年代以降は、3Rを推進する廃棄物削減（Waste Minimization）政策に発展している。生活環境の総合的な改善を目指すSGP: the Singapore Green Planが1992年に制定され、様々な先進的な環境保護対策が実行に移されている。その第2次10年計画では、2012年までに以下を目指すこととなっている。

- ・ リサイクル率を44%から60%に引き上げる。
- ・ 最終処分場の残余年数を50年に引き伸ばし、埋め立てゼロを目指す。
- ・ 新規焼却場の必要性を、現状の5～7年に1基から、10～15年に1基とする。

環境対策により、2000年以降、産業廃棄物の発生量は減少に転じており、処理方式も焼却が増え、埋立場の長寿命化も順調に進展している。有害廃棄物の発生量は増加しているが、適正処理施設の整備が進んでいる。廃棄物全般について、現状のリサイクル率はまだ低いですが、SGP2012により高い目標が設定され、対策が進んでいる。

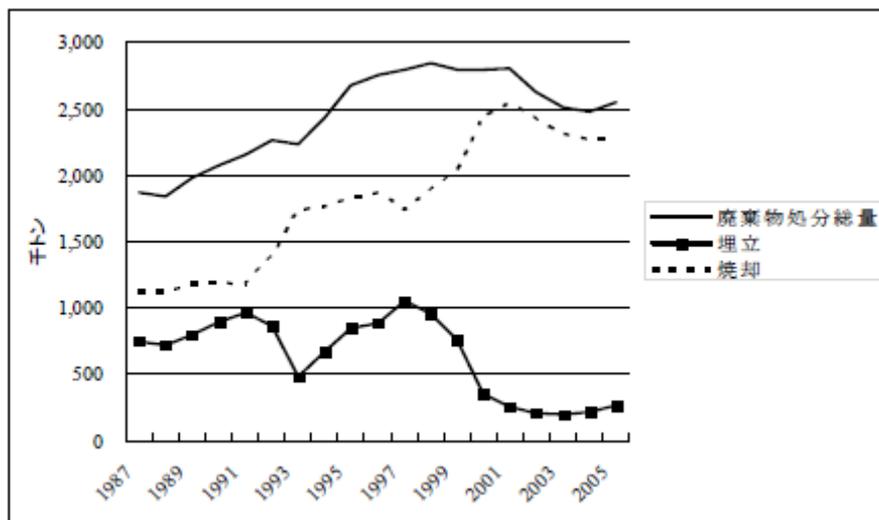


図 2.2.2-2 シンガポールにおける廃棄物処分量と処分内訳
(出典：アジア経済研究所)

表 2.2.2-12 シンガポールの廃棄物統計とリサイクル率
(出典：アジア経済研究所)

廃棄物の種類	2005年 廃棄物排出量 (トン)	2005年 リサイクル 量(トン)	2005年 リサイクル率 (%)	2001年 リサイクル量 (トン)	2001年 リサイクル率 (%)	SGP2012目標 リサイクル率 (%)
食品	531,500	36,500	7	30,536	6	30
紙・ダンボール	1,098,600	540,500	49	446,504	36	55
プラスチック	674,800	86,000	13	57,031	10	35
建設廃材	492,500	465,300	94	299,764	85	90
木材	239,300	90,000	38	21,300	8	40
園芸廃棄物	199,500	101,000	51	88,793	32	70
鉄	818,300	749,100	92	969,618	87	95
非鉄金属	89,400	74,700	84	101,881	85	90
スラグ	382,400	298,900	78	205,411	90	95
ガラス	62,600	3,800	6	5,156	15	50
布・皮革	89,000	4,000	4	415	1	2
スクラップ・タイヤ	16,800	10,800	64	6,823	59	75
その他	225,200	8,800	4	-	-	-
総量	5,018,200	2,469,400	49	2,233,232	44	60

出所：SGP2012、2005年版国家環境庁環境保全局年次報告書

以上のように、ASEAN 諸国は、途上国、中進国、先進国について、環境問題やその対策に大きな相違があり、一括りで議論することはできない。しかし、これらの地域は、製品や資源循環で強く関連しており、環境汚染の問題を一方に押し付けないように地域統合的な対策が求められている。

2.2.3 中国のエネルギー及び環境問題の現状

1) エネルギー及び環境問題

急速な経済発展により、中国の環境問題は深刻さを増している。中国政府も、経済発展一本槍の方針を転換し、第 11 次五ヵ年計画（2006～2010 年）において、循環型経済に向けた主要目標を発表した。この中で、単位 GDP あたりのエネルギー消費量を 20%、汚染物の排出量を 10%減らすと宣言した。次のような目標も含まれている。単位工業生産額あたりの水使用量を 30%削減し、機械電気製品のリサイクル率を引き上げる。また、鉱物資源の総合利用率を 5%引き上げ、工業固形廃棄物の総合利用率を 60%に引き上げる。2006 年度の削減目標として、エネルギー消費 4%、汚染物資排出量 2%を定め、地方政府に実行を指示している。

環境対応の法規制として、環境保護法や環境影響評価法などの基本法のもとで、環境汚染、環境管理、自然保護、生態環境保護などの法律が体系的に整備されよう

としている。

2) エネルギー・資源需給関係

経済発展にともない、中国のエネルギー需要の伸びは大きく、絶対量も多いので、世界のエネルギー需給に大きな影響を与えている。中国国内に石油埋蔵量は少なく、ほとんどの石油供給を輸入に頼っている。中国の石炭の可採埋蔵量は、世界の12.6%を占め、世界第3位である。中国の発電量に占める石炭火力発電の割合は、全発電量の3/4以上で大きい。その他の大部分は水力発電である。石炭火力発電のエネルギー効率の低さから、温暖化ガスの大きな排出源として危惧されており、早急な省エネルギー対策が求められている。

粗鋼生産についても中国の伸びは目ざましく、2000年から2007年にかけて生産量は3.8倍となり、世界の市場動向に大きな影響を与えている。中国国内の鉄鉱石埋蔵量は多く、世界の14%を占めている。国内産出のみでは十分ではなく、輸入も急増しており、中国は世界の鉄鉱石輸入の40%を占めるに至っている。

レアメタルやレアアースの埋蔵量および生産において、中国の占める割合は極めて大きい。中国国内での需要増加に対応して、輸出抑制の動きもある。特に、タングステンやバナジウム、インジウムなど、わが国で先端製品の製造に使用される希少素材を中国が独占的に供給している場合があり、供給安定性の観点から大きな問題となっている。

表 2.2.3-1 中華人民共和国の鉱物資源埋蔵量 (2007 年)

(出典 : Mineral Commodity Summaries 2008)

鉱種	埋蔵量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
亜鉛 (千 t)	92,000	480,000	19.2%	2
アンチモン (t)	2,400,000	4,300,000	55.8%	1
イットリウム (t)	240,000	610,000	39.3%	1
イルメナイト (千 t)	350,000	1,400,000	25.0%	1
インジウム (t)	10,000	16,000	62.5%	1
カドミウム (t)	280,000	1,200,000	23.3%	1
金 (t)	4,100	90,000	4.6%	3
銀 (t)	120,000	570,000	21.1%	2
コバルト (t)	470,000	13,000,000	3.6%	7
ジルコニウム(千 t)	3,700	72,000	5.1%	7
錫 (t)	3,500,000	11,000,000	31.8%	1
ストロンチウム (t)	11,000,000	12,000,000	91.7%	1
タングステン (t)	4,200,000	6,300,000	66.7%	1
鉄鉱石 (百万 t)	15,000	160,000	9.4%	4
銅 (千 t)	63,000	940,000	6.7%	3
鉛 (千 t)	36,000	170,000	21.2%	2
ニッケル (t)	7,600,000	150,000,000	5.1%	9
バナジウム (t)	14,000,000	38,000,000	36.8%	1
ビスマス (t)	470,000	680,000	69.1%	1
ボーキサイト (千 t)	2,300,000	32,000,000	7.2%	5
マグネシウムコンパウンド (千 t)	860,000	3,600,000	23.9%	1
マンガン (千 t)	100,000	5,200,000	1.9%	6
モリブデン (t)	8,300	19,000	43.7%	1
リチウム (t)	1,100,000	11,000,000	10.0%	3
レアアース	89,000,000	150,000,000	59.3%	1

表 2.2.3-2 中華人民共和国の主要非鉄金属の生産量 (2007 年)

(出典 : World Metal Statistics Yearbook 2008)

鉱種	生産量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
銅鉱石(千 t)	830.7	15,540.7	5.3%	5
銅地金(千 t)	3,496.9	17,972.1	19.5%	1
鉛鉱石(千 t)	1,591.8	3,829.5	41.6%	1
鉛地金(千 t)	2,753.3	8,110.2	33.9%	1
亜鉛鉱石(千 t)	3,012.9	11,115.1	27.1%	1
亜鉛地金(千 t)	3,714.2	11,237.9	33.1%	1
ニッケル鉱石(千 t)	70.2	1,558.9	4.5%	8
ニッケル地金(千 t)	219.8	1,449.6	15.2%	2
ボーキサイト(千 t)	21,600.0	191,654.9	11.3%	3
アルミニウム地金(千 t)	12,558.6	38,087.3	33.0%	1
金鉱石 (t)	270.5	2,200.7	12.3%	1
銀鉱石 (t)	2,000.4	19,751.8	10.1%	3
スズ鉱石(千 t)	136.3	335.4	40.6%	1
スズ地金(千 t)	147.1	351.0	41.9%	1
アンチモニー鉱石 (t)	152,900	170,756	89.5%	1
カドミウム地金 (t)	3,000.0	17,422.4	17.2%	2
ビスマス鉱石 (t)	1,900.0	5,374.0	35.4%	1
コバルト地金 (t)	13,245	53,130	24.9%	1
マグネシウム地金(千 t)	659.3	783.3	84.2%	1
マンガン鉱石(千 t)	5,300.0	31,361.4	16.9%	2
セレン地金 (t)	65.0	2,204.0	2.9%	10
テルリウム (t)	4.0	251.4	1.6%	9
チタニウム鉱石(千 t)	75.0	4,549.2	1.6%	9
スポンジチタン(千 t)	30.458	135.658	20.1%	2
タングステン鉱石 (t)	79,000	90,281	87.5%	1
ウラン鉱石 (t)	750	40,555	1.8%	10
モリブデン鉱石(千 t)	66.3	210.6	31.5%	1
水銀 (t)	800.0	1,505.0	53.2%	1

表 2.2.3-3 日本の中華人民共和国からの主要非鉄金属輸入実績 (2007 年)

(出典：日本貿易月表 2007)

鉱種	輸入量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
APT (t)	2,077	2,122	97.87%	1
亜鉛地金 (t)	13,933	53,146	26.22%	1
アルミニウム地金 (千 t)	49	1,857	2.65%	9
アンチモン地金 (t)	6,802	7,483	90.91%	1
希土類原料・製品 (t)	36,183	40,564	89.20%	1
金地金 (kg)	575	34,913	1.65%	12
銀地金 (t)	46	1,647	2.82%	6
クロム鉱石 (千 t)	2	180	1.34%	6
クロム地金 (t)	1,528	3,838	39.81%	1
五酸化バナジウム (t)	2,520	2,660	94.73%	1
コバルト地金 (t)	136	12,763	1.07%	8
酸化コバルト (t)	717	999	71.77%	1
スズ地金 (千 t)	7	34	20.67%	2
チタン鉱石 (千 t)	0	417	0.10%	10
鉄鉱石 (千 t)	2	138,881	0.00%	13
鉛地金(t)	18,525	24,234	76.44%	1
ニッケル地金(t)	615	58,526	1.05%	10
ニッケルマット(千 t)	2	109	1.81%	3
白金族金属(kg)	179	179,230	0.10%	12
フェロクロム(千 t)	3	965	0.32%	7
フェロバナジウム(t)	202	5,493	3.68%	4
ボーキサイト(千 t)	40	1,987	2.00%	5
マグネシウム地金(t)	47,381	48,655	97.38%	1
マンガン鉱石(t)	415	1,090,650	0.04%	6
モリブデン鉱石(t)	1,405	38,323	3.67%	5

3) 環境問題

中国は大国であり、経済発展の度合いや環境風土が様々であり、一概に議論することは難しい。一般的に言って、近年の経済発展により、特に大都市圏や工業地帯において、許容できないほどの環境汚染が見られるようになり、その対策が喫緊の政策課題となっている。その汚染源は、工業化のみならず、人口増加、大都市集中、自動車交通量増大など、様々である。大気汚染、土壌汚染、水汚染などが、中国国民の直接の脅威となっているのみならず、大気や河川の汚染の拡大などは、近隣諸国へも大きな影響を与えている (参考文献 第 2.2 節 調査報告書[1])。

表 2.2.3-4 中国水資源の状況（出典：通商白書 2008 年版）

流域ブロック	長江	黄河	松花江	遼河	海河	淮河	珠江
BOD年平均値 (mg/L)	0.55～ 2.59	1.17～ 3.8	1.86～ 4.31	1.61～ 32.23	1.0～ 89.59	1.43～ 31.75	0.3～ 4.43
水源に使える比率	50%	30%	25%	25%	20%	20%	80%

● 中国七大水系の汚染の程度が深刻になってきている。飲用水源にできる比率は40%以下になっている。^{*}

● 主要な湖沼については、約20%で富栄養化が深刻な問題となっており、一部の湖沼では水道水源として利用することが困難になりつつある。

● 一部の海域では植物プランクトンである（Alexandrium）や（Gymnodrium）などの有毒赤潮藻類を度々検出している。

^{*}比較：日本の環境基準類型B（水道3級）河川のBOD=3mg/l 以下

資料：民間企業資料から独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構調べ。

中国では、工業廃棄物による環境汚染は各所で問題となっているが、法制度としては廃棄物の排出者責任は明確に規定されている。危険廃棄物については、マニフェスト制度が 1999 年以来施行されている。省を超える廃棄物の広域移動についても、事前通報や許可が求められている。

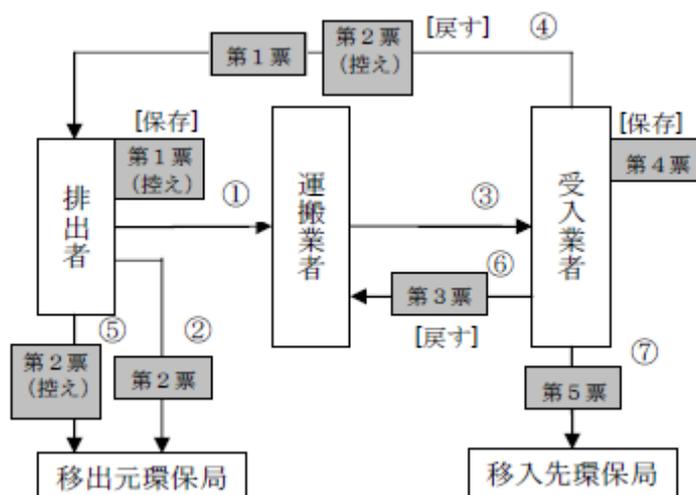


図 2.2.3-1 危険廃棄物のマニフェスト制度（出典：アジア経済研究所）

しかし、都市ごみや産業廃棄物は急激な勢いで増加しており、その適正な処理は大きな問題となっている。ごみ有料化などの施策により減量化に取り組んでいるが、依然として、生活ごみの半分程度は都市の周りや川・湖などに投棄されている。

工業固形廃棄物の増加も顕著である。採掘、金属精錬、電気・ガス・熱供給などで発生する廃棄物が大半を占める。危険廃棄物は、廃棄物総量の 1.1%程度とあまり多くない。

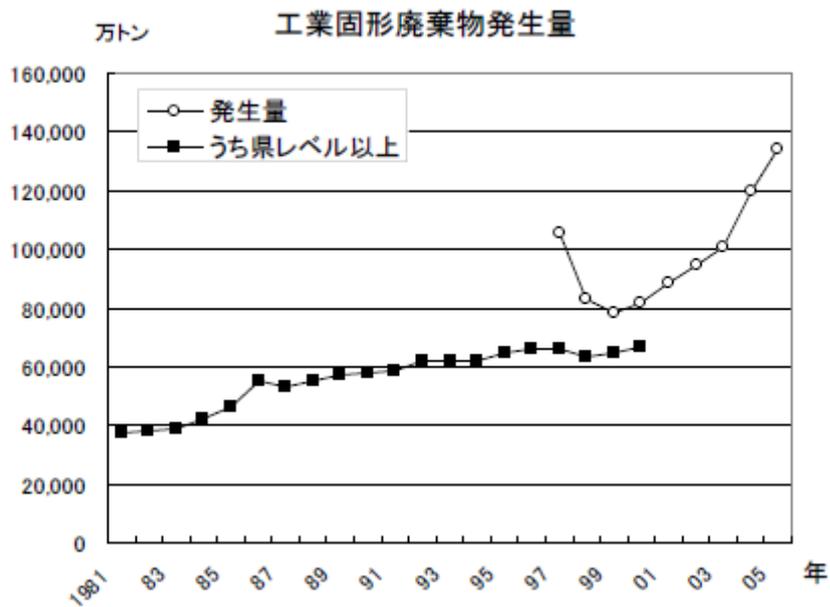


図 2.2.3-2 工業固形廃棄物発生量の推移 (出典：アジア経済研究所)

工業製品に対する使用後回収・リサイクリングは、今後の課題であるが、大都市を中心として推進しようとする動きがある。中国政府商務部は、北京、天津、上海、重慶の4直轄市および省都20都市において、2006～2010年の5年間で、再生资源回収システムを構築し、主要な資源の回収率80%を達成しようとしているが、現状の達成率は低いものと推察される。わが国と同様なりサイクル法制を確立し、廃家電リサイクルや自動車リサイクルを目指している。中国版のRoHS規制は2007年から施行されており、製品中の鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、臭素系難燃剤などが厳しく管理されている。

このような環境規制、3R (Reduce、Reuse、Recycle) 活動などについては、日本が積極的に中国に対する協力体制を築いており、製造業の貢献も大きい。一例として、日中環境・省エネ相談窓口 (JETRO、NEDO) がある。これは、日本企業がつ環境対応技術シーズと中国側の環境問題ニーズとのマッチングを図り、双方にとって有効に環境対策を進めようとするものである。

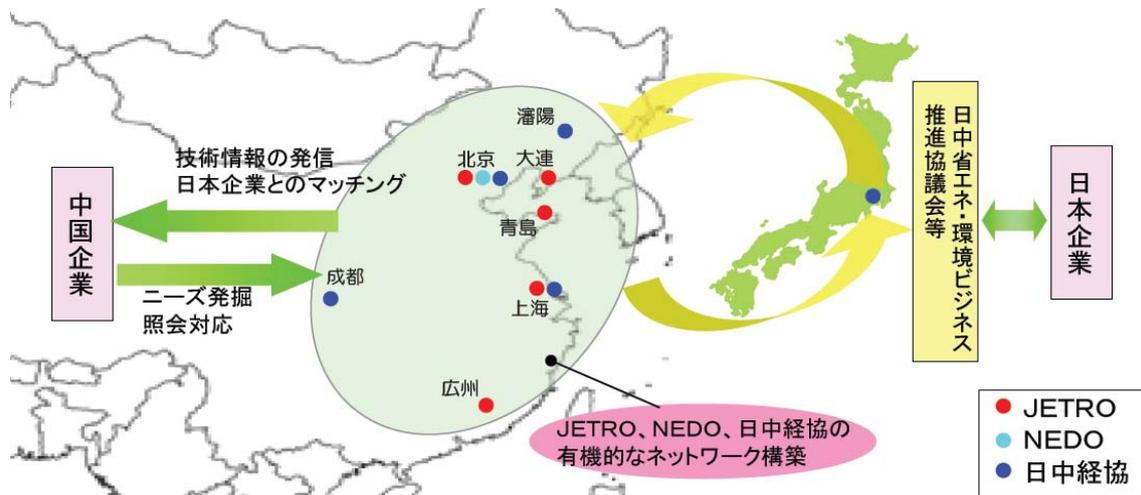


図 2.2.3-3 日中環境・省エネ相談窓口の仕組（出典：経済産業省）

2.2.4 韓国のエネルギー及び環境問題の現状

1) エネルギー及び環境問題

韓国は、経済的に成熟した工業先進国であり、国土が狭くエネルギー・資源に乏しい、など、わが国と似た特性を持ち、環境問題についても先進的な対応を進めてきた。現在までに深刻な環境問題の発生は多くない。

韓国における廃棄物・リサイクルについては、1990年代にわが国と同様な法制度が整備され、廃棄物の適正管理、資源有効利用の仕組みが整備された。PPP（Polluters Pay Principle）原則が規定されている。

2) エネルギー・資源需給関係

韓国は、天然資源に乏しく、国内に目ぼしいエネルギー源がない。エネルギー需要は1990年代以降増大しており、特に産業界の増加が大きい。エネルギー種別としては、民生部門では、1980年代までは石炭が80%以上を占めていたが、近年ではガスの比率が半分程度となり、石油、電力などとなっており、エネルギーの利用構成が大きく変わったことを示している。

金属資源についても、目ぼしい埋蔵量はない。鉄鉱石については、世界第4位の輸入国となっており、粗鋼生産についても世界第5位程度に位置し、世界第4位の製鉄会社を擁して技術水準は高い。

表 2.2.4-1 大韓民国の主要非鉄金属の生産量(2007年)

(出典：World Metal Statistics Yearbook 2008)

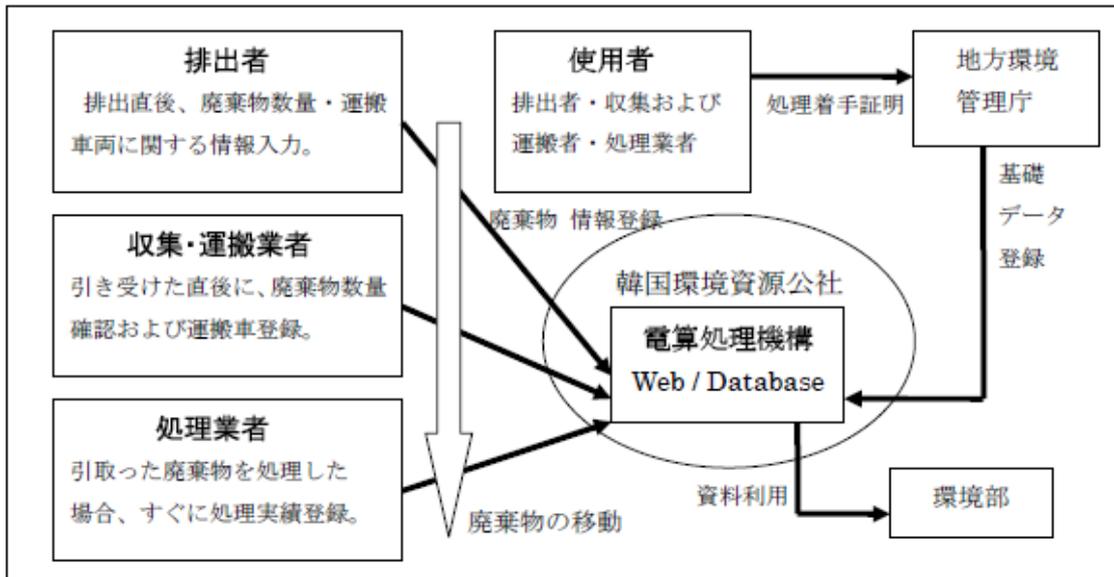
鉱種	生産量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
銅地金 (千 t)	584.0	17,972.1	3.2%	8
鉛地金 (千 t)	246.6	8,110.2	3.0%	7
亜鉛地金 (千 t)	674.4	11,237.9	6.0%	3
金鉱石 (t)	0.7	2,200.7	0.0%	43
銀鉱石 (t)	21.6	19,751.8	0.1%	32
カドミウム地金 (t)	3,504.0	17,422.4	20.1%	1
チタニウム鉱石 (千 t)	110.0	4,549.2	2.4%	8
ステンレス地金 (千 t)	2,049.2	21,806.1	9.4%	3

3) 環境問題

経済成長過程で、エネルギー不足や環境汚染問題などが発生したが、わが国同様、様々な対策により、環境保護対策については先進的な位置にある（参考文献 第 2.2 節 調査報告書[1]）。

廃棄物処理については、完備した法制度が確立している。例えば、特定の有害廃棄物、腐食性廃棄物、廃石綿、PCB 含有物、感染性廃棄物などについては、廃棄に際してマニフェスト制度が 2002 年から施行されている。現在は、建設廃棄物にまで対象が広がられて、関連する事業者は、ほとんどこれに従っている。

さらに廃棄物の発生抑制および減量・再利用を促進するために、公的機関による指導の仕組みがあり、定期検査の免除などのインセンティブも考えられている。国土が狭いので、廃棄車両などが問題となっており、自動車や電機・電子製品についてのリサイクルも法律で規定されつつある。



出所) 韓国環境資源公社の適法処理情報システムホームページ (<http://www.wms-net.or.kr>) から再構成

図 2.2.4-1 廃棄物適正処理立証情報システム (出典: アジア経済研究所)

表 2.2.4-2 廃棄物減量・再利用指導の効果の一例 (出典: アジア経済研究所)
(単位、トン/年、百万ウォン)

業者	廃棄物名	環境的效果			経済的效果	内訳
		指導前(A)	指導後(B)	A-B		
A	廃合成樹脂	700	700	0	98	焼却処理から 全量再活用
B	廃ペイント	300	290	10	12	
C	廃酸	1,000	800	200	20	再使用
	廃白ボード	240	120	120	25	再活用
D	廃硫酸	2,000	1,600	400	40	再使用
E	廃油	470	146	324	136	
F	粉塵	200	0	200	20	処理費用
	スラグ	2,000	1,550	450	2,250	資源回収
G	廃練磨材	60	32	28	7	処理費用
総計		6,970	5,238	1,732	2,608	廃棄物 25%削減

出所) 韓国環境資源公社(2006)より作成

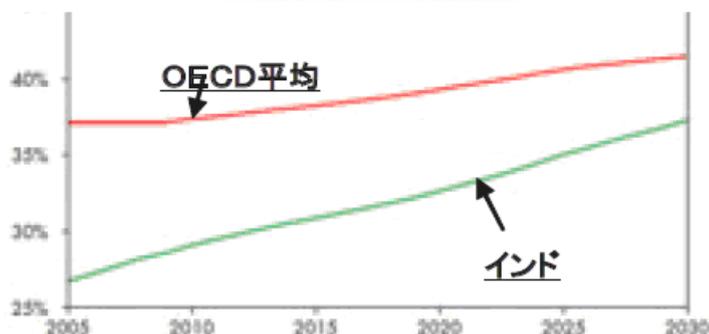
2.2.5 インドのエネルギー及び環境問題の現状

1) エネルギー及び環境問題

インドは広大な国土を持ち、資源も豊富である。地域により状況は多彩であり、全体像を把握することは難しい。人口が急増しており、大都市化などにより、環境汚染の問題などが発生している。産業発展によるエネルギー不足も深刻であり、省

エネルギー対策が進められている。中国と拮抗する大国であり、経済発展の初期段階にあることから、今後の経済発展が世界のエネルギー市場や環境問題に与える影響は極めて大きいと考えられている。基本的な技術水準は高いが、現実の製造業への展開は遅れている。具体的な政策として、石炭火力発電の効率向上の取り組みや、主要セクター別に省エネルギーポテンシャルを示し、改善努力を促している例がある。

**インドの石炭火力発電の発電効率向上
に関するIEAの見通し**



(出所) IEA World Energy Outlook 2007

図 2.2.5-1 インドの石炭火力発電の発電効率向上に関する IEA の見通し

(出典：通商白書 2008 年版)

表 2.2.5-1 インド産業連盟による主要セクターの省エネルギーポテンシャル

(出典：通商白書 2008 年版)

分野 (単位)	ポテンシャル
鉄鋼	10%
紙パルプ	25%
石油化学	15%
セメント	15%

(出所) IEA World Energy Outlook 2007

2) エネルギー・資源需給関係

インドの経済発展により、世界のエネルギー市場でのインドの影響が増している。インドの一次エネルギー消費は、2004 年の世界総消費の 3.7% を占め、すでに世界第 5 位の消費国となっている。現状では石炭への依存度が高く、全一次エネルギー

ギー消費の 54.5%となっている。インドは、世界第 4 位の石炭の大産出国であり、国内消費の大半をまかなっている。石油は、インドの一次エネルギー消費の 31.7%を占めるが、すでに世界第 6 位の大消費国である。インドは、原油の産出国であり、80 年代には 80%の自給率を達成していたが、その後の需要拡大に追いつかず、2004 年現在では 31.9%まで落ち込んでいる。原油不足を補うために、天然ガスの開発も進んでいる。国内産も多く、国内消費とバランスしているが、輸入拡大の方策もとっている。

インドにおける電力不足は深刻であり、経済発展の足かせとなりつつある。現状では、火力 72.1%、水力が 14.9%、原子力が 2.5%などとなっている。原子力に大きな期待がかかっている。

インドは、世界第 4 位の鉄鉱石生産国であり、埋蔵量も多い。大規模な製鉄業も古くから発展し、粗鋼生産量も世界の上位を占めている。各種鉱物資源の埋蔵量も多い。

表 2.2.5-2 インドの鉱物資源埋蔵量(2007 年)
(出典 : Mineral Commodity Summaries 2008)

鉱種	埋蔵量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
イットリウム (t)	80,000	610,000	13.10%	4
イルメナイト (千 t)	210,000	1,400,000	15.00%	3
カドミウム (t)	49,000	1,200,000	4.10%	7
クロム (千 t)	57,000	NA	NA	NA
ジルコニウム (千 t)	3,800	72,000	5.30%	6
鉄鉱石 (百万 t)	6,200	160,000	3.90%	7
トリウム (t)	300,000	1,400,000	21.40%	2
ハフニウム (千 t)	46	1,100	4.20%	5
ボーキサイト (千 t)	1,400,000	32,000,000	4.40%	6
マグネシウムコンパウンド (千 t)	55,000	3,600,000	1.50%	8
マンガン (千 t)	150,000	5,200,000	2.90%	5
ルチル (千 t)	20,000	87,000	23.00%	3
レアアース (t)	1,300,000	150,000,000	0.90%	5

表 2.2.5-3 インドの主要非鉄金属の生産量(2007年)
(出典：World Metal Statistics Yearbook 2008)

鉱種	生産量(A)	世界計(B)	(A)/(B)(%)	ランク
銅鉱石 (千 t)	34.7	1,540.70	0.20%	26
銅地金 (千 t)	718.6	17,972.10	4.00%	6
鉛鉱石 (千 t)	77.6	3,829.50	2.00%	6
鉛地金 (千 t)	88.8	8,110.20	1.10%	15
亜鉛鉱石 (千 t)	572.3	11,115.10	5.10%	6
亜鉛地金 (千 t)	416.8	11,237.90	3.70%	7
ボーキサイト (千 t)	19,308.30	191,654.90	10.10%	4
アルミニウム地金 (千 t)	1,223.10	38,087.30	3.20%	8
金鉱石 (t)	3	2,200.70	0.10%	36
銀鉱石 (t)	79.3	19,751.80	0.40%	20
スズ地金 (千 t)	3.6	351	1.00%	10
カドミウム地金 (t)	580	17,422.40	3.30%	9
クロム鉱石 (千 t)	4,858.00	18,890.40	25.70%	2
コバルト地金 (t)	980	53,130	1.80%	12
マンガン鉱石 (千 t)	2,325.00	31,361.40	7.40%	7
チタニウム鉱石 (千 t)	237.4	4,549.20	5.20%	6
ウラン鉱石 (t)	230	40,555	0.60%	13
ステンレス地金 (千 t)	1,760.70	21,806.10	8.10%	5

3) 環境問題

他地域に比べてインドでは工業化が遅れており、工業由来の環境問題もこれからの課題と考えられる。しかしながら、経済発展による人口増加や都市化などにより、生活環境の悪化は大きな問題である。生活廃棄物による環境汚染防止のための基本的な環境保護法制度は 1986 年にすでに制定されている。これを基本として、有害廃棄物の管理規則、鉛蓄電池に関する規則、医療廃棄物に関する規則などが定められている。さらに、都市ごみについての規則や食品包装などの回収プラスチックの使用規制など、さまざまな廃棄物・リサイクル関連法令が存在する（参考文献 第 2.2 節 調査報告書[1]）。

産業廃棄物について、排出者責任は明確に規定されている。2000 年には、マニフェスト制度も導入された。リサイクルを促進するための国際援助プログラムも様々に存在し、適正処理を推進しようとしている。

インドには欧米先進国からかなりの量の廃資源が持ち込まれ、安価な労働力やインフラを利用した資源再生が行われている。当然ながら有害廃棄物の最終処分を目的とした輸入は許容されない。輸入管理手続きにより有害廃棄物の持ち込み防止を図っているが、困難な課題である。地理的な条件もあって、わが国からの再生資源の輸入量は現状では極めて少ない。

表 2.2.5-4 再生資源の輸入量（出典：アジア経済研究所）

	輸入量（2004年、千トン）	輸入量（2005年、千トン）	日本のシェア（2005年、%）
廃プラスチック	98	96	1.3%
古紙	1,456	1,655	0.1%
鉄スクラップ	7,568	4,908	0.7%
銅スクラップ	100	149	0.2%
アルミスクラップ	118	216	0.0%
鉛スクラップ	17	32	0%

出所：貿易統計より作成

2.3 ERIA アジア加盟国のものづくり技術の現状と課題

2.3.1 概要

1) ERIA アジア加盟国のものづくり技術の現状

ERIA アジア加盟国を主体としたアジア諸国は、その国家の大きさや経済・社会の発展の程度が大きく異なる。ものづくり技術の現状も全体的に議論することは難しい。中国やインドなどの大国は、国内にも同様の多様性を抱えており、その全体像を把握することは困難である。本章では、既存資料を基にして東アジア地域全体と世界を比較しつつ、アジア地域内の各国の状況を比較検討して、ものづくり技術の現状を調査し、今後の課題を考察する。

厳しいグローバルな技術競争下にあっても、すでに工業的基盤を整えた国々は、国内市場や豊富な天然資源、安価な労働力などを武器として、欧米との交流によりものづくり技術の一層の発展を図ることができる。これから工業化を進めようとする発展途上国は、人材不足や脆弱な経済基盤などにより、単独で離陸していくことは困難である。欧米との協調はもとより、アジア地域内で各国の利点、弱点を相互に補完しながら発展していけるようなモデルが望まれる。そのために工業化における国際分業は重要であり、国際分業の観点からものづくり技術の現状を探る。工業先進国にとっても、国際分業を通じて、市場や様々な資源を確保していくことは重要である。

ものづくりの技術は、単に基礎科学の応用ではなく、古来から行われてきた手工業により培われた技能やものづくり文化に強く依存して複雑である。同じく人材の質がよく勤勉であるといわれても、ものづくりにむいた国や商売にむいた国がある、とよく言われる。この違いは歴史や文化に深く依存して複雑であり、時に神話となって現実を覆い隠すことになる。現場に根ざした検討が重要である。

基礎学術と現場技術の関連は重要である。健全なものづくり技術の発展のためには、この二つが車の両輪のようにつりあって成長しなければならない。アジアの諸国においては、わが国を除いて一般的にもものづくりにかかわる基礎学術の振興は遅かった。わが国が、明治維新を契機として西欧から近代工学を移入し、急速に我が物としてきた歴史は稀有のことであり、アジアの他地域には見られない。わが国に遅れて韓国や台湾、インドなどが近代工学の移入でアジアの他地域に先行し、近年に至って他のアジア諸国も大学や研究機関を整備し、わが国や欧米の学術の移入に努めている。シンガポールなどは、白紙からスタートして、最先端の学術研究に取り組む体制を整えた。その学術レベルは、一部ではわが国を凌ぐほどである。アジア先進国に見られる、このような先端技術に注力して技術のピークを上げようとする動きは重要であるが、往々にして、技術の「看板」となり、速成的な外部人材の

移入や特定産業の育成に偏り、ものづくり技術の基盤拡大には寄与していないことも多い。ものづくり現場との乖離には注目すべきである。シンガポールは、旧来のものづくり現場を放棄して、新しいものづくりを目指しているとも考えられ、これはものづくり技術の将来の一方向ではあろう。

進んだものづくり技術をものづくり現場に移入する場合には、地場産業の技術レベルと人材の技術教育のレベルが重要になる。基礎教育の普及は、現場のものづくり技術の基礎として必須である。健全な基礎教育ができていれば、先進国との国際分業において、移入技術を研修させることにより急速な現場技術の育成が可能である。このような技術を根付かせて、更なる独自技術の開発へとつなげていくためには、現地の大学や研究機関がどれほど現場のものづくり技術を指導できるかがキーとなる。このような意味において、ものづくり現場と現地の学術機関との連携を見極めることは重要であるが、実情を把握することは困難な課題である。成功した国際分業では、例外なく現地人材の育成に熱心であり、国家レベルでの国際分業支援にはこのような長期的な視点は欠かせない。

アジア各国のものづくり技術の発展段階は、以下のように大別できるであろう。

- ・ 地場技術によるローカルなものづくり：国内市場を相手とする国際競争力のないものづくり、
- ・ 国際分業により生産基地化：現地の安価なインフラを活用する完全移入技術によるグローバル市場を相手とするものづくり、
- ・ 移入技術の現地化：移入技術を基にしながら、現地人材による技術の定着化、
- ・ 製品設計から生産までの現地適応：現地人材による設計から生産までの一貫化、
- ・ 研究開発機能：先端製品開発のための研究開発機能の現地化。

アジア諸国は、国全体として、あるいは産業セクター毎に、上記の段階を移行している。韓国や台湾、シンガポールなどは、上記のすべての段階を経験して、先進国として成熟したものづくり技術を誇っている。中国やとりわけインドは、国の規模が大きく、先端から底辺までその広がり大きい。しかし、自動車産業などにおける進歩は早く、設計から生産までの現地一貫化を達成している、と見てよいであろう。マレーシアやタイ、最近ではベトナムなどは、生産基地化から移入技術の現地化へ、さらには設計から生産までの一貫化へと、急速に進歩している、と見てよいであろう。これらの国は人材が競争力となっている。

上記のような国際分業を通じてものづくり技術力を養い、将来の独自のものづくり産業を発展させることが、発展途上国の課題である。ここに、ピークの技術開発と技術の裾野の拡大・底上げのバランスをとる技術政策の重要さがある。

アジア各国は、地域内で競争するとともに、アジア地域全体として米国や欧州などと対抗して発展していくという方策が重要である。現状では、アジア地域の生産活動の結果は、大量の消費財の輸出として米国や欧州へ流れていく。現状でもアジア市場は急速に拡大しているが、将来は、アジア市場の一層の拡大によりアジア地域でより自己完結的となることが予想される。アジア地域は、市場の視点のみならず、後述のような資源や環境問題の視点からも、「アジア経済・環境共同体」として、アジア地域での持続可能なものづくりの体制を追求することは重要である。現状では必ずしも経済合理的に運用されていない資源や製品の流れを分析し、各国の特性を基に、相互補完的な、アジア生産ネットワークを構築することは、とりわけ持続可能性の追求の観点から意味がある。わが国としては、進んだ省エネルギー・省資源技術を基に、人材育成など様々な方式で、このネットワークに貢献できると考えられる。

ものづくりにおける環境問題は避けて通れない課題である。近年の経済発展により、発展途上のアジア地域での生活環境は悪化している。大気・水・土壌などの汚染、温暖化、廃棄物増加などの問題が顕在化している。これらは、住民の消費生活の拡大や人口増加、都市化などの社会現象により引き起こされるが、工業化の影響も大きい。本章では、工業化の影響を主に考える。発展途上地域での工業化は、主に低賃金や安価なインフラコストに依存した低コスト生産として始まる。そのために、往々にして環境汚染や廃棄物排出、あるいは CO₂ 排出に留意せず、目先の利益を追求して先進国では許容されないような工業化が進行してしまう。これらの国では、環境問題に対する認識が薄く、環境規制が不十分であることも原因である。このような形で工業化が進むと、大きな環境劣化を招き、環境の持続可能性を損なうことになる。

わが国の公害問題で体験したように、損なわれた環境を回復するためには莫大な費用がかかる。予防保全の考え方にに基づき、初めから環境問題を起こさないような工業化が必須である。このような観点から、わが国を初めとする先進国は、国際分業における工業化に際して、経済合理性の観点から環境対策に先行投資をして、環境問題を未然に防ぐ能力とまた義務がある。発展途上国における廃棄製品は先進国から持ち込まれたものか、先進国の技術で製造されたものである。現状では、リサイクルや廃棄処理の過程で様々な汚染を引き起こしている。それらを適正処理することは先進国の技術的責務であり、長期的には利益にもなる。また、大気汚染や地球温暖化は、グローバルな課題であり、近隣のアジア諸国の問題は、直接的に先進国の問題にもなる。先進国の省エネルギー・省資源技術は、少ない投資で後進地域の環境問題を画期的に改善できる可能性がある。

以上のような環境対策を考えて、アジア生産ネットワークにおいて合理的なエネ

ルギー・資源利用を追求していくことは、アジア製造業の持続可能性を向上させ、競争力強化に貢献する。アジア各地域では、3R (Reduce、Reuse、Recycle) を掲げた環境対策プロジェクトが活発に推進されており、ものづくり技術はその主役として、技術移転や国際分業が進められている。

わが国の製造業にとって、アジア地域は、安価な製造基地としての意義もあったが、より本質的には大きな市場として重要である。アジア全域の経済発展により巨大なアジア市場を基盤とする共同体が構成されようとしている。適切な競争と協調を保ちながら、アジア圏が発展し、市場購買力が増えるように、工業化を支援する必要がある。ものづくり技術の視点から、地域全体の技術水準を向上させ、アジアの生産ネットワークにわが国が自然に組み込まれていくような、技術政策が重要となる。

2) ERIA アジア加盟国のものづくり技術の課題

ERIA アジア加盟国のものづくり技術の今後の課題も多様である。背景となる状況は次節に詳述する。ここでは主な課題をあげてみよう。

(1) グローバル化のなかでの先進国との競争

発展途上国は、従来は保護された国内市場においてものづくり産業の育成を図り、順次市場開放をしてきた。交通手段や情報通信技術の発展により、社会のグローバル化が急進展し、経済原則を無視して保護政策を続けることは困難になってきた。市場が開放されれば、工業先進国と同じ土俵で競争することになり、発展途上国の国内製造業を育成するためには適切な戦略が必要となってきた。ものづくり技術を単独で短期間に国際レベルまで上昇させることは困難である。一方、先進国企業の現地生産基地に止まっているのは、技術的な離陸ができず、国内産業の高付加価値化が達成できない。国家レベルの政策として、基礎科学から始まって実用的な工学、現場技術にいたるまで、ものづくり技術の体系的な育成を図る必要がある。シンガポールは極めて野心的な科学技術政策を掲げており、中国やインドなど技術基盤を確立しつつある国々も積極的な政策を打ち出している。今後は、より遅れて立ち上がろうとする国々に対して、先進国やそれに続く国々が、どのような包括的な技術支援・交流ができるかが課題となる。

(2) 地域特性の活用

アジア諸国は、ものづくり技術やその管理・運用技術だけで、西欧先進国と対抗していくことは難しい。アジア地域が、各地各様ではあるが西欧とは異なる地域特性を持つ大消費市場であることを有効に活用せねばならない。市場特性に根ざした商品開発、国勢にあわせて資源や人材を相互補完するアジア地域での国際分業、などアジア共同体としての利点を分析して、それに適合したものづくり技術の開発を

進めなければならない。アジアの工業先進国は、往々にして、先進工業国の技術をそのまま導入し、実用から遊離したモデル工業化を推進する危険性がある。着実な基礎学術の導入と地場産業技術の育成を両輪として、現地に適合したものづくり技術を生み出す努力が求められる。

(3) 人的資源の涵養

ものづくり産業の基盤は製品開発から現場作業まで広い範囲を担う人材である。大半のアジア諸国は基礎教育の体制は整っているが、実際に就学させ識字率を向上させるなどの努力の余地はある。中等教育、高等教育についても、先進諸国との人的交流により先端的なレベルは向上しているが、現場技術と連携させる体制が不十分であると思われる。今後は、基礎レベルから大学卒業レベルまで、バランスの取れた国内人材の育成に努めることが必要である。大学院留学などにより先端技術者を育成するとともに、国際分業などの体制を利用して、学術と現場を結びつけ、アジア地域に適合したものづくり技術を開発していけるような人材の育成が望まれる。

(4) 環境問題への対応

工業化が急速に進展しつつあるアジア地域では、将来の環境持続性を損なうような汚染問題や廃棄物問題が発生している。基本的に、アジア地域の環境問題に有効であると思われる汚染防止技術やリサイクル技術、省エネルギー技術などは、工業先進国で開発済であるものが多いと思われる。これらの技術を適切に導入し、有効活用することで、アジアの工業化に伴う環境問題は劇的に改善されることが期待される。課題は、環境問題は、極めて地域固有であり、これらの環境問題の解決のためには、地域固有の知識が不可欠であり、地域人材が必要であることである。この地域性をよく認識し、先進技術と現場知識の橋渡しができるような人材の育成が求められる。また、このような課題に対応するような技術政策が重要である。

ものづくり技術やそれを取り巻く条件の変化は激しい。個別技術の導入に終始しては、技術が急速に劣化する。技術そのものの導入から、技術を生み出す仕組みの育成へと、技術交流の目標を転換していく必要がある。先頭を走るアジア諸国は、すでに技術のキャッチアップの時代から、目標を定めたアジア先端ものづくり技術の研究開発へと舵を切りつつある。発展途上地域を巻き込んだ長期的な視点でのアジア域内協力が注目される。

3) ERIA アジア加盟国のものづくり技術に関する一般的な状況

ERIA アジア加盟国において、そのものづくり技術の現状は極めて多様である。一部の先端的な地域では、わが国固有といわれるような、いわゆる擦り合わせ的な製造技能が定着しているところもあり、デジタルエンジニアリングを活用するスマ

ートな設計技術や生産準備ではわが国を凌駕するような地域もある。一方、初等教育から始めなければ人材確保もままならないような国もある。

知識としての製造技術の拡散は速い。製造技術研究開発でアジアの先頭を走る韓国やシンガポールはよい例であり、中国を初め途上国の学術面での追い上げは速い。しかし、それらの知識が製造現場に生かされているか否かについては、各国・各地域で多様である。バイオ産業のようにこれから勃興してくる産業は別として、すでに成熟している自動車産業や電気電子産業については、現場で培われた様々な技術・技能ノウハウが差別化の要因となっている。これらは一朝一夕にはキャッチアップできず、その実態を把握することも困難である。各国の製造技術のレベルを理解するためには、製造現場の現実を把握することが不可欠である。

上述のように、研究開発や人材育成の様相は、ある程度までは文献などで把握できるが、製造企業の現場におけるものづくり技術のレベルは、実際に現場まで立ち入らなければ真実の姿を掴むことは難しい。今回の調査研究では現場調査はできなかったため、各国における製品の種類やレベル、あるいはわが国企業との分業の実態から、ものづくり技術の実態を探ることとする。

まず一般的な輸出入の状況から各国の産業の発展段階をみってみる。わが国からの地域別輸出入額の推移を見てみると、過去 10 年間に渡って北米、西欧、中東などが比較的安定しているのに対して、アジア地域との輸出入額は 2 倍程度に増加している。この 10 年間でわが国にとってアジア地域の重要性が格段に増加したことが明らかである。

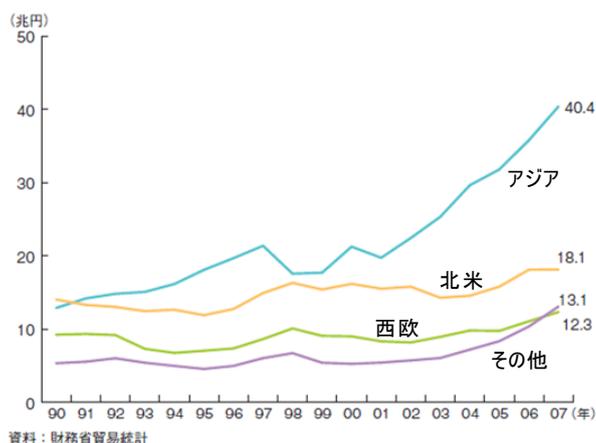


図 2.3.1-1 我が国の地域別輸出額の推移
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

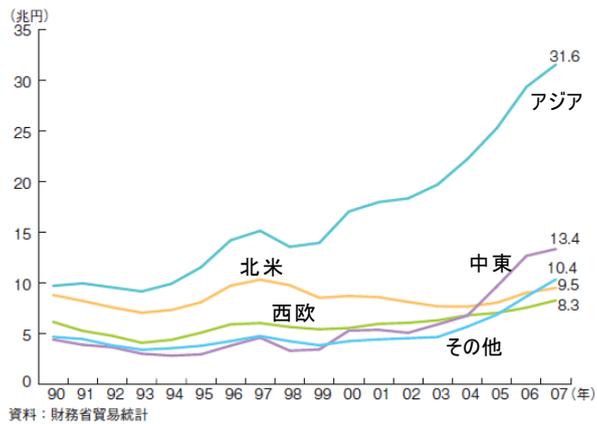


図 2.3.1-2 我が国の地域別輸入額の推移
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

アジア主要国との輸出入品目の内訳を見てみる。ここでアジア主要国とは、中国、NIEs (韓国、台湾、シンガポール) および ASEAN 4 (インドネシア、タイ、フィリピン、マレーシア) を指す。最近の 10 年間に渡って、消費財の輸出入が低い水準に止まっているのに対して、素材や中間財は 2 倍程度に急増し、また、資本財も増加している。これから、わが国がアジア各国の製造業の立ち上げに関与している様相が見て取れる。製品の差別化の要因となる素材やコア部品、あるいは製造装置をわが国が供給しているとすれば、そこにアジア各国のものづくり技術が抱えている問題点が読み取れる。

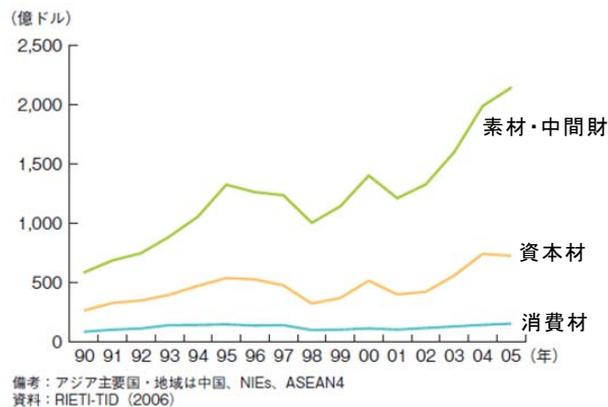


図 2.3.1-3 我が国のアジア主要国・地域への輸出内訳
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

このことは、より直接的に、アジア主要国・地域の工業製品の輸出額とわが国からの中間財の輸入額の関係に示されている。両者は、ほぼ比例関係にあり、アジア主要国・地域の工業生産がわが国からの中間財に大きく依存していることがわかる。

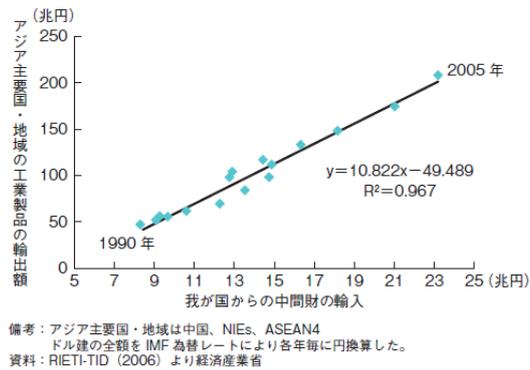


図 2.3.1-4 アジア主要国・地域の工業製品の輸出と我が国からの中間材の輸出
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

わが国製造企業の海外生産比率も着実に上昇しており、すでに海外進出している企業を基準にすると、売上高で 30%を越えるまでになっている。

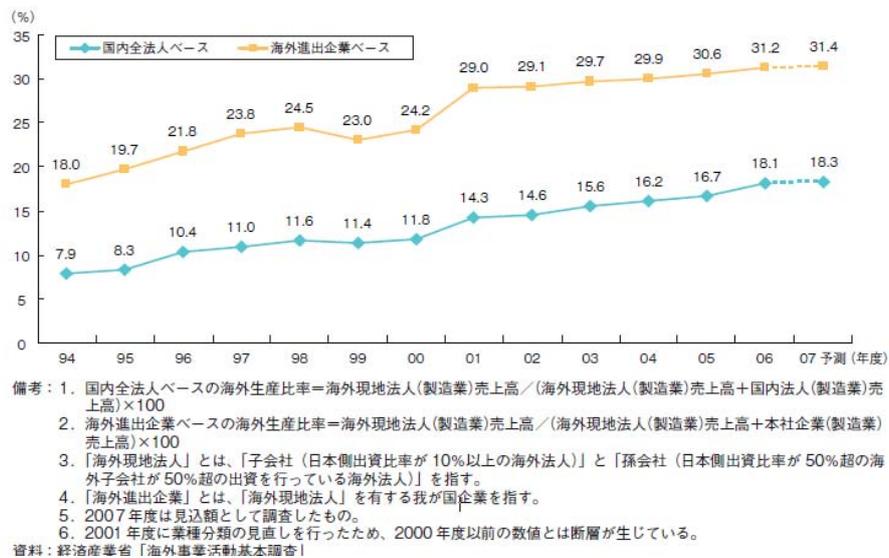


図 2.3.1-5 我が国製造業の海外生産比率 (出典：ものづくり白書 2008 年版)

わが国製造業の海外生産比率を業種別に見てみると、輸送機械、電気機械、化学関連が多いことがわかる、近年の自動車産業のアジア展開により、輸送機械関係の海外生産比率はほぼ 40%に達している。開発の現地化も進みつつあるが、依然として生産基地としての展開にとどまっている。

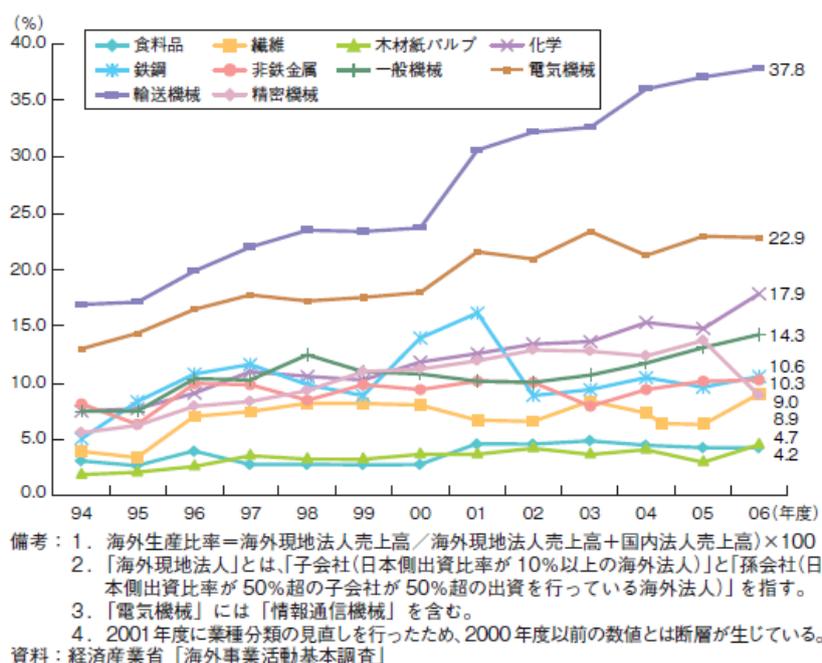


図 2.3.1-6 我が国製造業の海外生産比率(業種別)

(出典：ものづくり白書 2008 年版)

わが国の製造業現地法人の地域別売上高は、アジアはもとより北米やヨーロッパにおいても上昇しており、わが国製造業の国際化が進んでいることが伺える。特にアジアにおいてその伸びは著しく、最近 10 年間で 3 倍程度となっている。アジア地域において、わが国製造業とアジア地域の国際分業を、製造技術の観点から分析することの重要性がわかる。

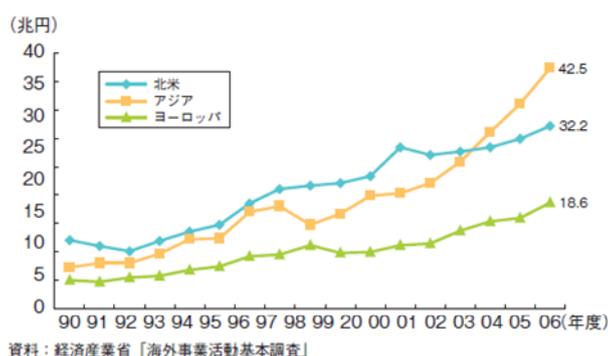
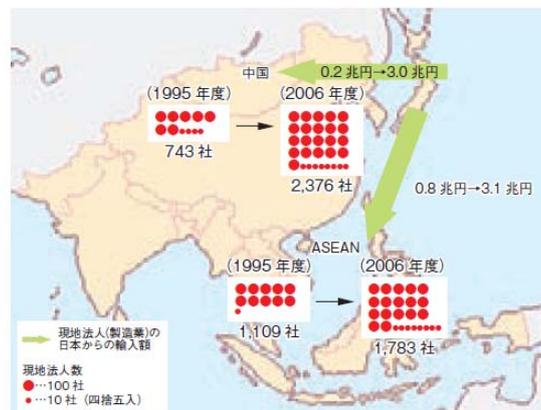


図 2.3.1-7 我が国の現地法人(製造業)の地域別売上高の推移

(出典：ものづくり白書 2008 年版)

わが国製造業の現地法人数は、この 10 年で、特に中国、ASEAN 諸国で、他地域を上回って急増しており、それに伴い、わが国から現地法人への素材・中間財輸

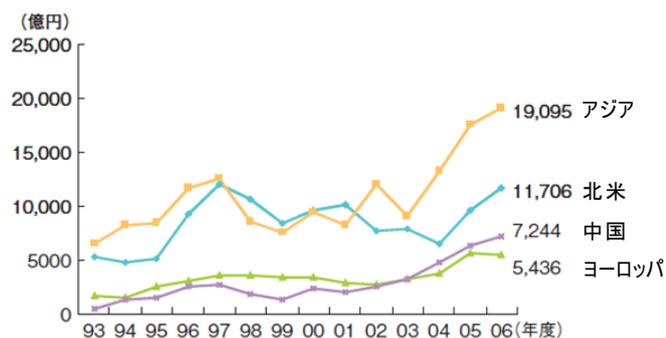
出が増えている。



資料：経済産業省「海外事業活動基本調査」

図 2.3.1-8 我が国の現地法人(製造業)の海外展開
 (出典：ものづくり白書 2008年版)

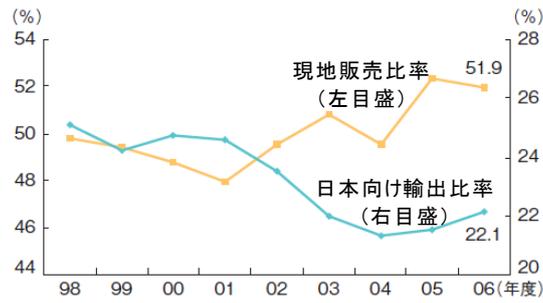
わが国製造業の現地法人の地域別設備投資額についても、アジア地域が際立って増加している。



資料：経済産業省「海外事業活動基本調査」

図 2.3.1-9 我が国の現地法人(製造業)の地域別設備投資額の推移
 (出典：ものづくり白書 2008年版)

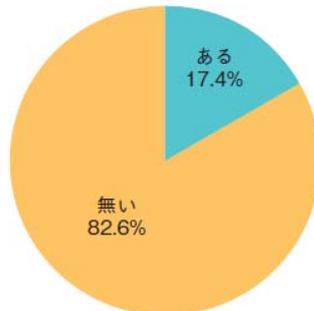
わが国の製造業アジア現地法人の販売先をみると、日本向け輸出は一貫して減少し、現地販売比率が上昇しており、50%を超えている。わが国の製造業アジア現地法人は、日本向けの低コストな生産基地としての役割から、現地市場に立脚した地場産業としての性格を強めている。現状では、設計生産技術も、素材・部品もわが国に強く依存しているが、今後は国際分業と現地化の経営判断が重要となり、ものづくり技術の展開にも大きな影響を与えると考えられる。



資料：経済産業省「海外事業活動基本調査」

図 2.3.1-10 我が国のアジア地域現地法人(製造業)の販売先(競合)
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

アジア地域のものづくり技術のレベルを考察するために、現地展開しているわが国製造企業の今後の方策を見てみる。調査によれば、過去 5 年間にアジア地域における生産拠点の撤退・大幅な縮小を行った企業は、17.4%あり、その理由として、現地の生産コスト・人件費の上昇、知的財産・ノウハウ管理上の問題の増大、などが挙げられている。



備考：対象はアジア地域に生産拠点を展開している企業
資料：経済産業省調べ (07 年 12 月)

図 2.3.1-11 過去 5 年間のアジア地域の我が国製造拠点における撤退・大幅な縮小
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

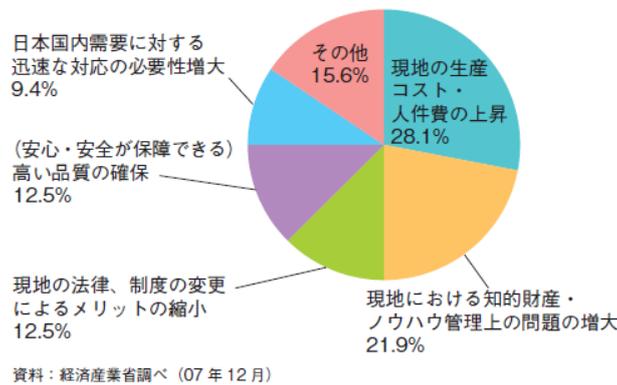


図 2.3.1-12 国内に機能を移転した理由
(出典：ものづくり白書 2008年版)

わが国製造企業の海外展開は、市場のグローバル化から不可避であるが、展開の実績・経験を積んで、適切な機能分担の方策を探ろうとしている。調査によれば、基礎研究、応用研究、新製品設計開発、先端部材製造などの技術分野においても、状況に応じて海外拠点を活用しようとする動きはあり、ものづくり技術の海外展開は複雑化している。汎用的な製品・部材などの量産については、海外拠点が主要な役割を果たすようになるものと思われる。

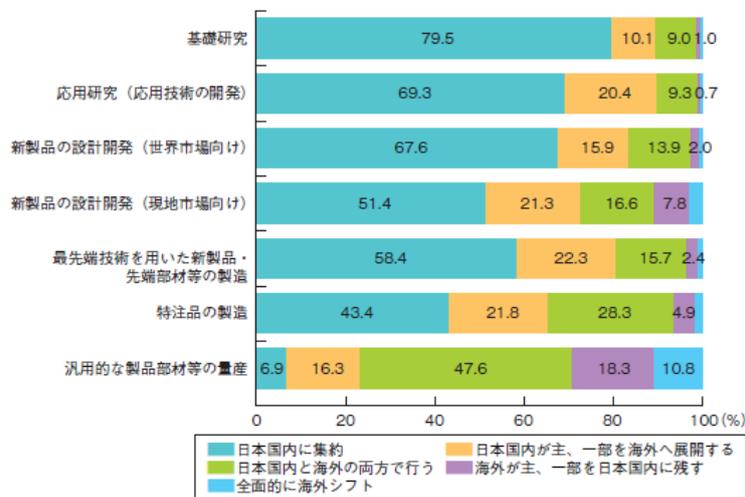


図 2.3.1-13 我が国製造業の機能分業の方向性
(出典：ものづくり白書 2008年版)

海外の現地法人に対する研究開発投資はほとんど横ばいであり、アジア地域についても同様である。現地のものづくり技術の発展とあわせて長期的な検討が要求さ

れている。

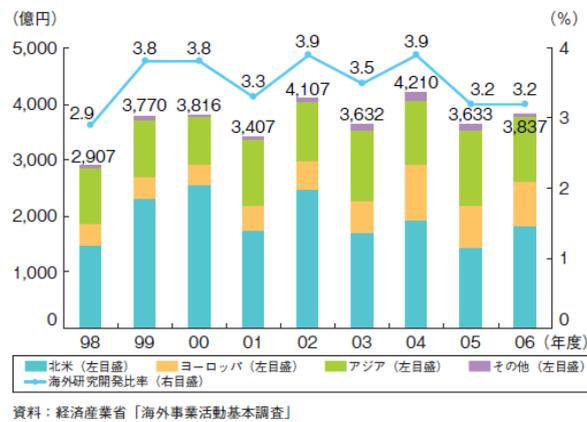


図 2.3.1-14 我が国の現地法人の研究開発投資
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

以上では、わが国との貿易状況やわが国製造企業の海外展開の様相から、アジア地域のものづくり技術の状況を探ってきた。以下では、調査に従ってアジアのものづくり技術のレベルを議論する。中国および ASEAN 諸国における現地のものづくり基盤産業の技術レベル調査によれば、自動車関連においては、現地企業の技術レベルはロースペックなものに止まっており、現地日系企業との技術差も大きい。電気機械分野では、一部のハイスペック品にも対応でき日系企業との差異が少ない企業も見受けられる。中国と ASEAN 諸国では大きな差は見られないが、ASEAN 諸国のほうがやや技術的に優位にあるようである。また、アジアの現地ものづくり基盤産業の技術以外の評価でみれば、わが国国内基盤産業に比べて納期遵守や機動的対応力に大きく劣ると評価されており、価格優位性のみが取り柄とみなされている。このような評価は、分野や時期により大きく変化していくと思われるが、現状では概ね一般に受け入れられている評価であると思われる。

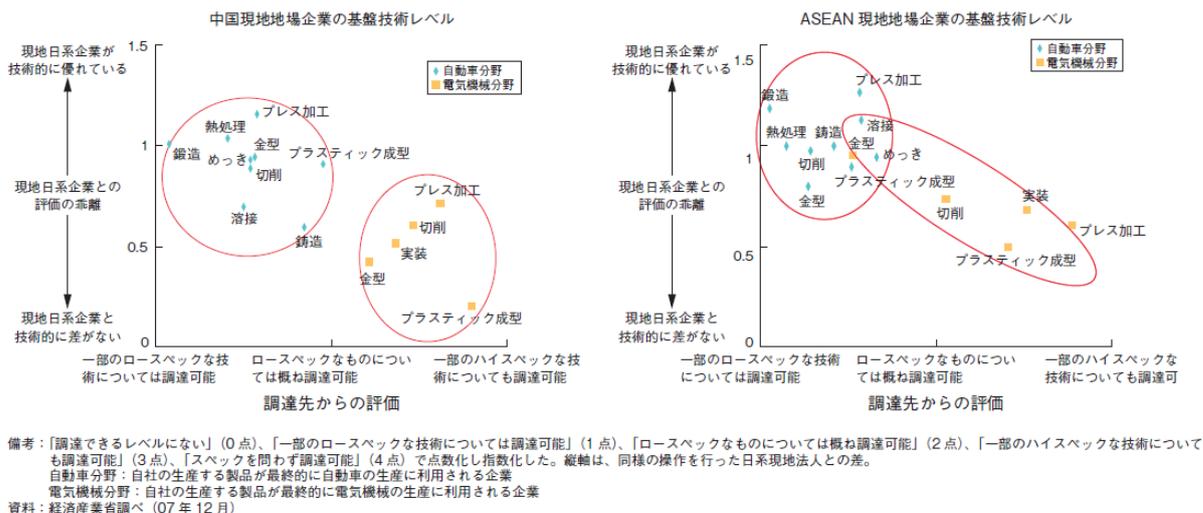


図 2.3.1-15 アジアの現地(地場)ものづくり基盤産業の技術レベル
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

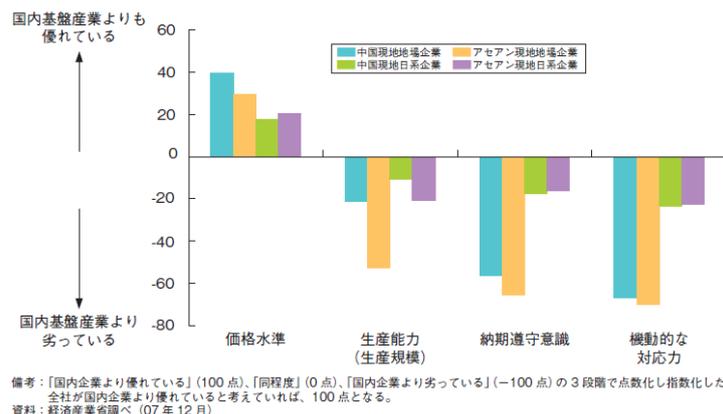


図 2.3.1-16 アジアの現地(地場)ものづくり基盤産業の技術以外の面での評価
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

金型は、大量生産の基盤技術として極めて重要な技術分野である。超精密、高精度、複雑な成形ノウハウなどに関連する金型は、わが国生産技術の基幹であり、海外では対応不可能であり、また海外に流出させてはならない技術とされてきた。一方、一般電気機械の量産に要するような金型は標準化され、どこでも製作可能となってきた。現在では、主にアジア地域から金型が輸入されるようになり、全体の6%ほどを占めるようになってきた。また、アジアへ展開している日系企業では、可能なものから現地で金型を調達し始めていると考えられる。

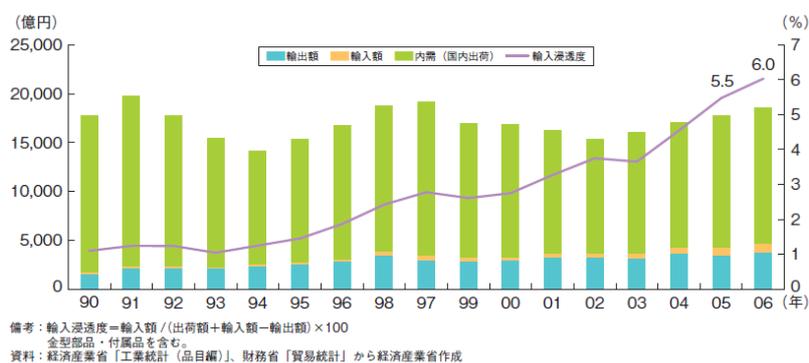


図 2.3.1-17 金型の輸入浸透度（出典：ものづくり白書 2008 年版）

プラスチック金型については、特に韓国からの輸入が増えており、中国からの輸入も見られるようになった。実績を踏まえた今後の展開が注目される。

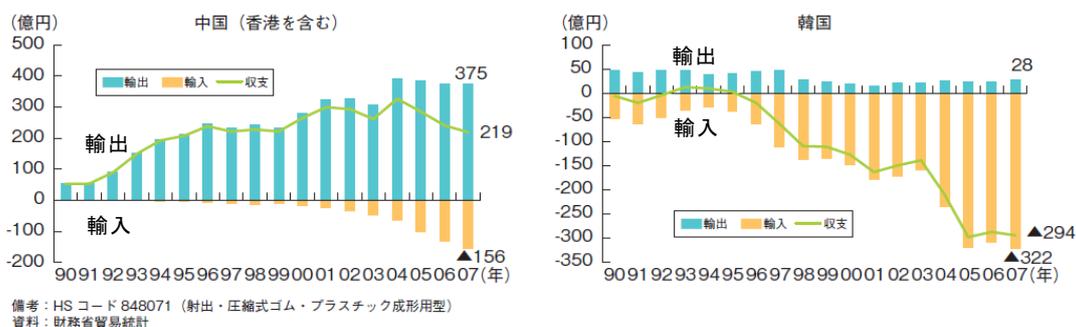


図 2.3.1-18 プラスチック用金型の輸出入
（出典：ものづくり白書 2008 年版）

東アジア主要国の金型輸出額の推移を見てみると、2000 年のころまでは、日本からの輸出がほとんどであったが、その後、中国および韓国が増加している。日本がほぼ半分、中国と韓国が残りの大部分を占め、東アジアの域内供給国はこの三国に絞られつつある状態がわかる。高度の技術を要しない金型は現地調達されていると考えられるので、国際的に競争力のある金型生産国としては、日本に加えて、韓国および中国が参入してきたと考えられる。

出所:World Economic Forum 2004

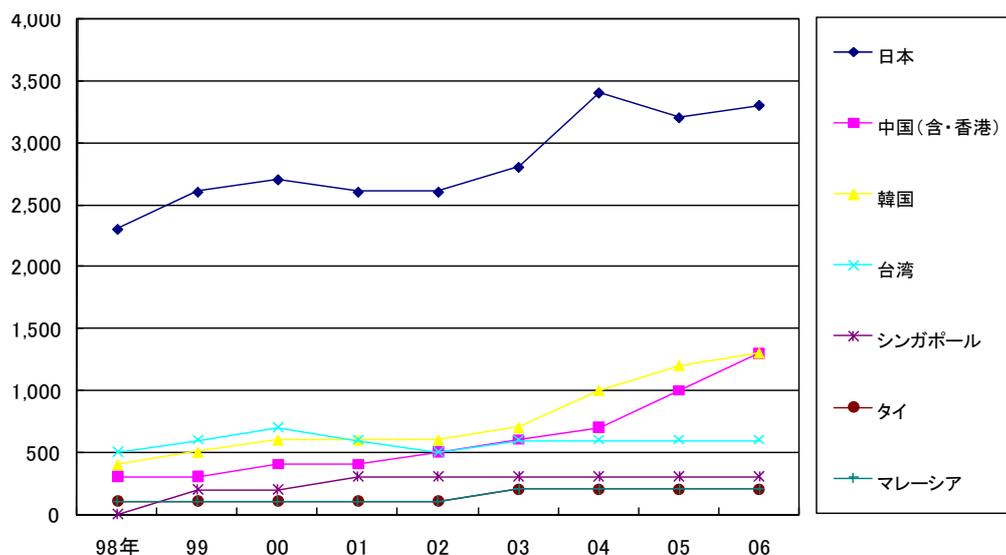


図 2.3.1-19 東アジア主要国の金型輸出額の推移 (出典：型技術)

日本からの金型の輸出先を見ると、米国および中国が圧倒的に多く、タイが続く、この上位3ヶ国で全体の60%を占める。特に中国向けの近年の増加は著しい。これらの国々には、日系の自動車メーカーが生産を拡大しており、自動車向けのプレス金型の輸出が主であると考えられる。一般に、家電製品向けなどでプラスチック金型の現地化は進んでいる。技術的難度が高く、金型設計とともに製作後の現地調整に多大の工数を要するプレス金型について、現地への技術移転がどのように進むのか、今後の進展に注目する必要がある。

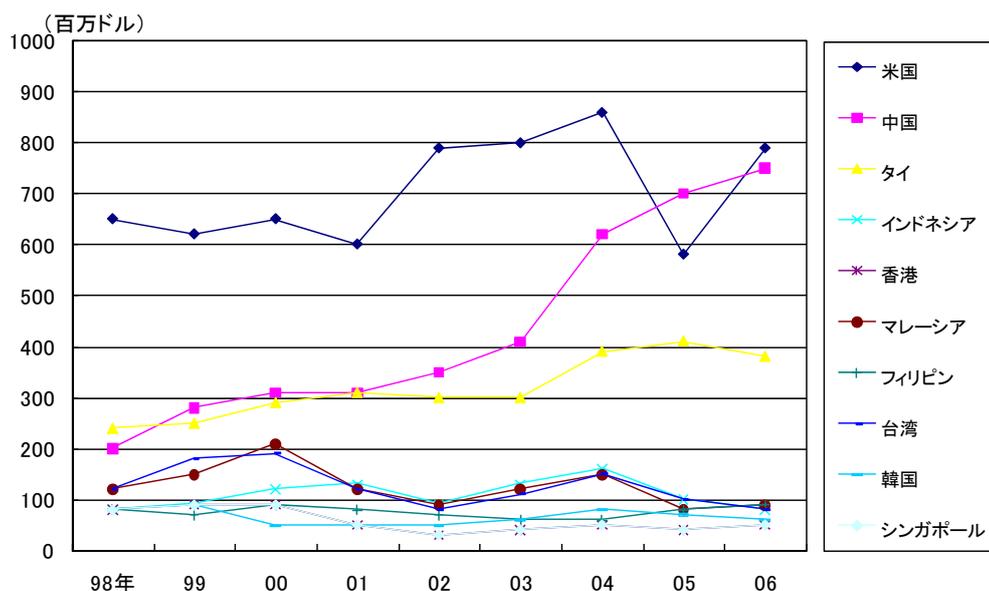


図 2.3.1-20 日本の国別金型輸出額の推移 (出典：型技術)

ものづくり技術のレベルを概観するために、アジア地域の日系製造企業と現地地場企業との技術比較を行った例がある。現地地場企業が着実に技術力をつけていることが伺える。自動車分野に比べて、電気機械分野では特に現地企業のキャッチアップが顕著であることがわかる。ただし、このような比較は慎重に行う必要がある。国際分業の方針により、標準化や技術の公開に努めれば技術差は減少する。差別化のコア技術を確保しておく限り、現地地場企業の技術レベルの向上は望ましい。どのような視点で技術比較を行うのかを明確にする必要がある。

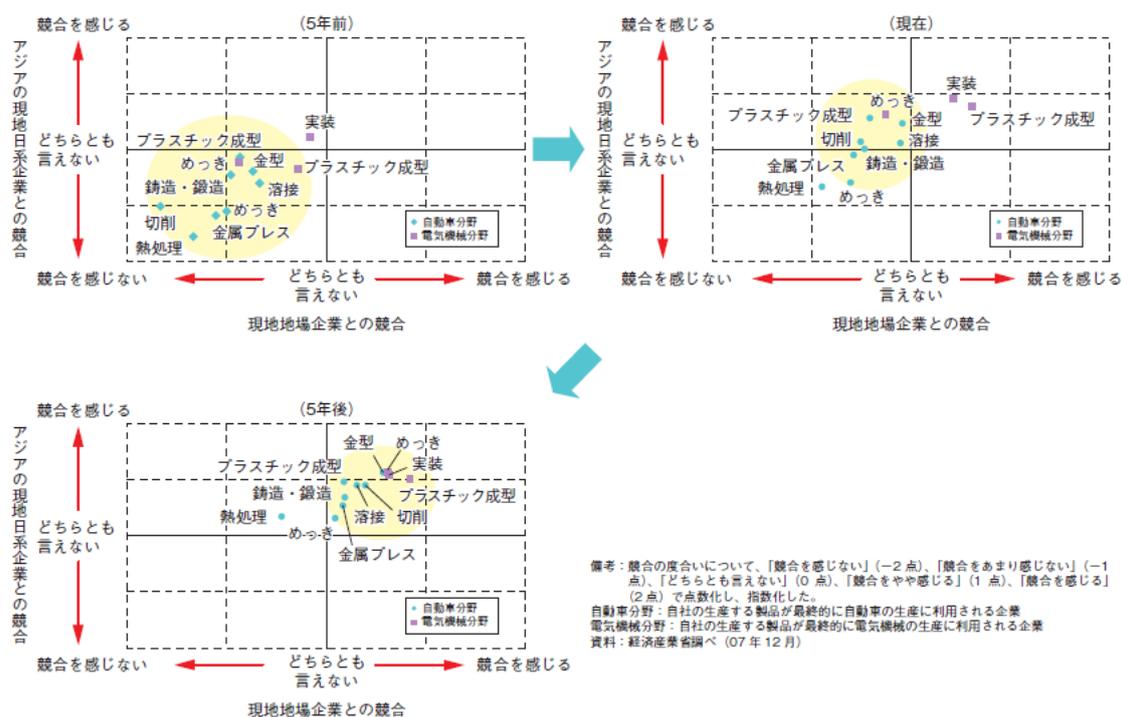
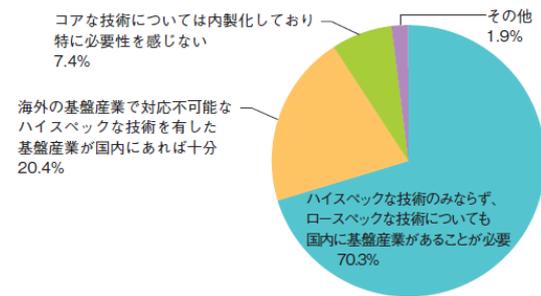


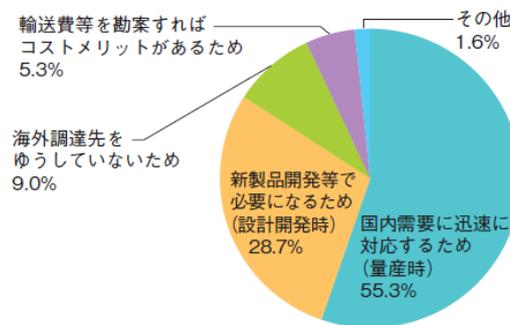
図 2.3.1-21 国内ものづくり基盤産業とアジア地域の企業の競合の状況
（出典：ものづくり白書 2008 年版）

アジアのものづくり技術の発展に対応して、国内ものづくりの技術をどのように維持・発展させればよいのだろうか。ものづくり産業はわが国産業の基盤であり、ものづくり産業の健全な維持・発展のためには、調査によれば、バランスよく国内ものづくり技術を維持することの重要性が指摘されている。特に、ロースペックな技術も国内に必要とする理由について、技術開発から製品開発・量産にいたる柔軟な対応の必要性が上げられている。これらの観点から、国内特化型のものづくり支援技術の開発が望まれるところである。これはまた、アジアにおける現地生産企業とのより緊密で柔軟な連携を可能にするものである。



備考：対象は海外生産拠点を持ち、かつものづくり基盤産業に仕事の発注を行っている企業
資料：経済産業省調べ（07年12月）

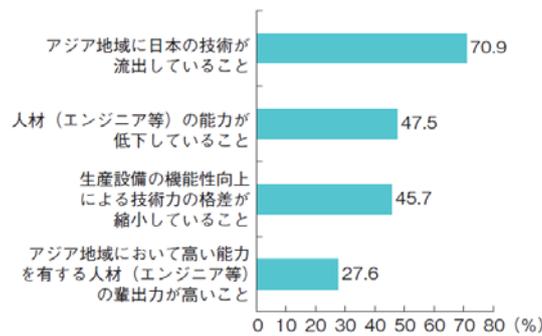
図 2.3.1-22 国内ものづくり基盤産業の必要性
(出典：ものづくり白書 2008年版)



資料：経済産業省調べ（07年12月）

図 2.3.1-23 ロースペックな技術も国内に必要な理由
(出典：ものづくり白書 2008年版)

なお、近年わが国のものづくりがアジア諸国により技術的にキャッチアップされていることについて、その要因についての調査があり、技術流出が大きな要因として挙げられている。知財管理を徹底してもこれはある程度までは避けられないものである。より本質的には、国内人材の能力低下、生産設備の機能向上、アジア地域人材の能力向上などがあり、これらに対しては、対応する方策を十分に検討する必要がある。



備考：母集団は消費財及び資本財を生産している企業
 資料：(社)日本機械工業連合会「平成 19 年度進展するグローバル経済下における我が国製造業の国際機能分業構造に関する調査」

図 2.3.1-24 アジアの技術的キャッチアップの背景
 (出典：ものづくり白書 2008 年版)

アジア諸国のものづくり技術競争力は実際にどのようなものなのだろうか。実態を把握することは難しい。中国・韓国・台湾の企業との競合状態に関する調査がある。汎用品については、アジア製品は「品質は劣るが価格が安い」という意味で競合しているとの認識が強い。一部の台湾・韓国系企業は品質についてわが国をキャッチアップしていると評価されている。一方、高付加価値品については、「競合していない」という見方と「競合している」という見方があい半ばしている。いずれにせよ、大量生産商品については、競合状態に陥ることは常態であり、現実をよく分析した対応が要求される。

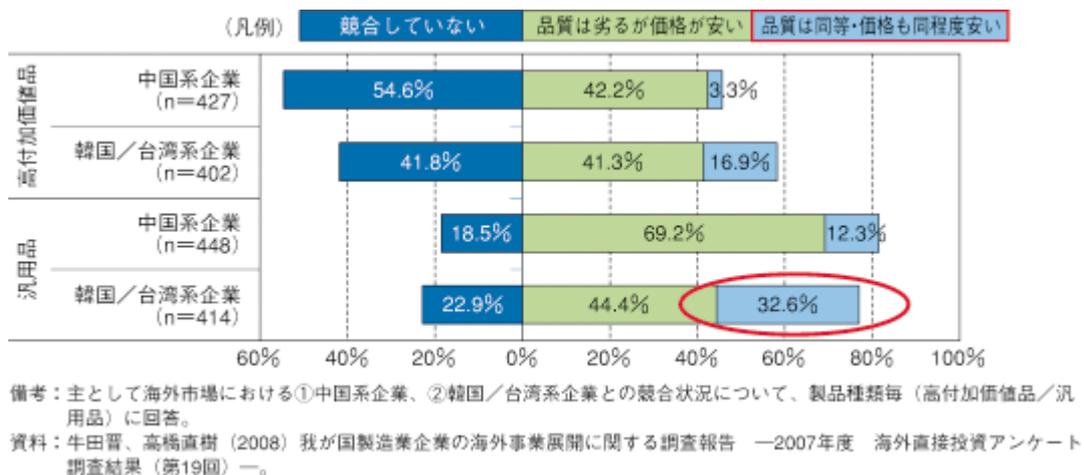


図 2.3.1-25 海外市場における中国・韓国・台湾企業との競合状況
 (出典：通商白書 2008 年版)

アジアでの研究開発の実態を正確に把握することは難しい。過去の経緯から固定的なステレオタイプが形成され、現実の認識を阻んでいることがある。特に最近の

技術変化は激しく、グローバル化により人材に流動化が進み、文化・社会も変化している。そのような神話に惑わされること無く現実を認識することの重要性が一層増している。

表 2.3.1-26 中国・インドにおける研究開発の神話と現実
(出典：通商白書 2008 年版)

論点	神話 (myth)	現実 (reality)
海外からの学習	先進技術は欧米発である。インドや中国は西洋の技術を適合するだけである。	必ずしもそうではない。インド、中国ともに、欧米企業との共同研究は量的に急拡大している。
低コストの技術開発	インドや中国での技術開発は、極めて低コストである。	必ずしもそうではない。特に中国では、慣行や規範の違いを克服することがよりコストとなる。
帰国者の役割	欧米での高度な教育や勤務経験を有する帰国者は、インドや中国において、技術水準や企業家精神を向上させる中心的存在となる。	必ずしもそうではない。どちらの国においても帰還者の貢献は極めて重要だが、しばしば過剰評価されすぎている。どちらの国でも、帰還者にはアメリカで勝ち残れない、科学者や技術者が含まれている。中国では、地元のマネージャクラスは、質の低い帰還した技術者が高い賃金を要求することに不満を持っている。
標準化	中国は国際標準に合わせるよりも、独自の標準を確立することに関心がある。	必ずしもそうではない。中国は自国の独自標準と国際標準の両方の確立に参画することに対する関心を高めている。
局地的なイノベーション目的	アジアにおける研究開発の目的は、グローバルなイノベーションよりも、局地的な適合のためだけである。	必ずしもそうではない。インドや中国での研究開発を起点とするグローバルなイノベーションの事例は多数存在する。 例) アドビ社の Page Maker 7.0 は、完全にインドにおいてインド人スタッフが開発したが、全世界で利用されている。中国では、ノキアの N2100 及び N6108 が現地開発され、世界中の市場に普及している。

出典：Asakawa and Som (2008)。

一例として、金型について、東アジア地域の技術の現状と国際分業の形態について考えてみる（兼村智也：東アジア金型産業と日本企業，型技術，2006年1月～2007年9月）。金型は製品生産の基盤技術であり、その難易度は対象製品により大きく異なる。日用品や家電用の汎用部品などの金型は、標準化も進み精度的にも技術的困難さはない。中国やアジア先進地域の現地企業でも対応できる。ボディパネル部品を除く自動車や一般電子部品用の金型も、一定の技術基盤があり、技術移転を受ければ困難なく作れるであろう。一方、自動車ボディの外装部品や難易度の高い構造部材などは、製品設計とのかかわりや使用材料や製造設備の管理、技能人材

などの制約により、日本や欧米の一部の国でしか十分に対応できない。この中間に多くの複雑な技術的段階があり、各国は多様な技術的蓄積により、技術的段階を上っていく。台湾や韓国はすでにかかなり上昇し成熟期に近づいていると見られる。中国やタイなどの東アジア地区は急激に進歩しており、固定観念で技術水準を押し量ると見誤る恐れがある。国際分業による技術移転により、その一部が特異に進化することはある。しかし、そのような技術が現地に根付き次の技術開発の基盤となるためには、周辺技術の進歩や人材の育成を必要として、結局は一定の時間を要する。韓国、台湾、中国などのように、大学を中心とする研究開発機関が世界水準の技術をキャッチアップしている場合には、現地化や現場技術の育成が進めやすい。

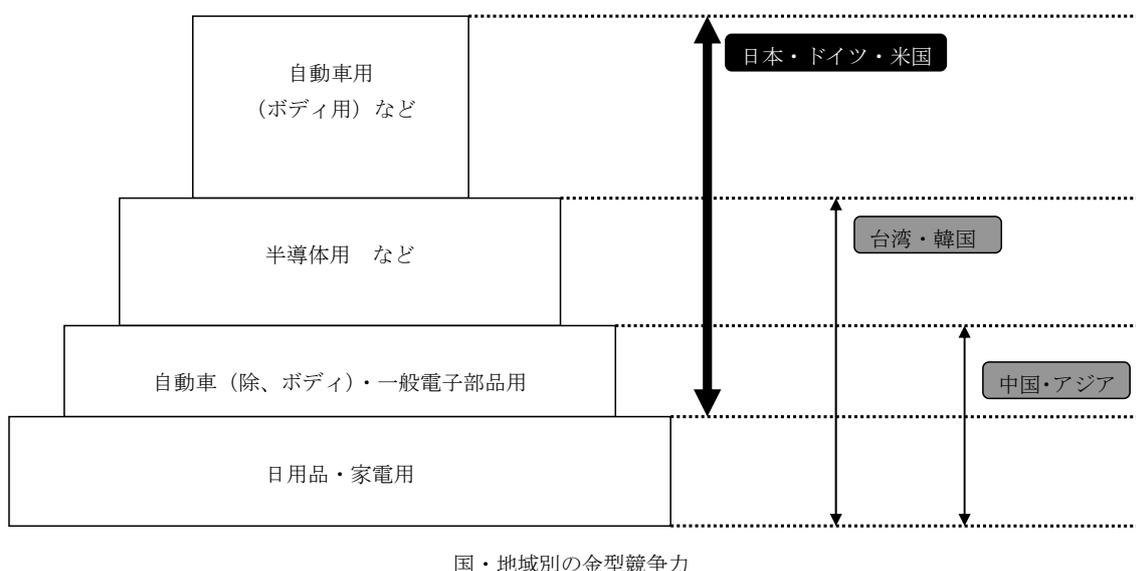


図 2.3.1-27 国・地域別の金型競争力 (出典：型技術)

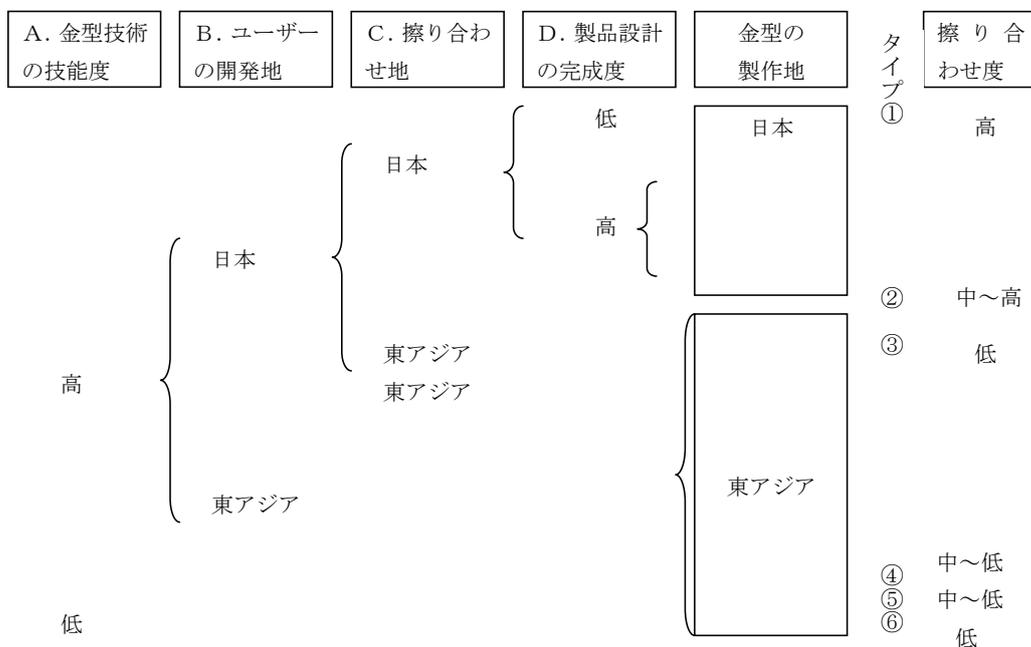
金型について、現地化の進展、国際分業の形態を分析した例がある。わが国と東アジア地域での国際分業を分析する要因として、金型技術の技能度、金型のユーザの立地、金型の擦り合わせ地（金型の現場適用の調整地）、製品設計の完成度（製品設計と金型設計の独立度）を考える。これらの要因の組み合わせにより、必要とする金型の擦り合わせ度を評価し、金型の製作地を判断する。以下のような六つの典型的な分業形態が考えられる。国際分業の困難なものから容易なものへ並べてある。

- ① 自動車用の金型のように難度が高く製品設計との独立性が低い場合には、高技能を要して擦り合わせ度が高く、金型のユーザの立地や金型の擦り合わせ地にかかわらず、日本でしか対応できない。
- ② 設計の完成度が高く、擦り合わせの程度が低くても、高精度を要するな

ど、難度の高いものについても、金型製作を現地移転することは困難である。

- ③ 金型設計や現場調整に一定の困難さがあっても、設計の完成度が高く、擦り合わせの程度が低い場合で、高技能を要しない場合には、金型製作のみをアジア地域へ移転することが可能である。
- ④ 金型のユーザの立地が日本であっても、現地との連携を密にすることで、多少の困難さのある金型であっても、金型の製作および擦り合わせ地を現地化することで対応できる。
- ⑤ 多少の困難さのある金型であっても、日系現地法人などのように一定の技術水準があれば、金型のユーザの立地も金型の擦り合わせ地も現地化で対応できる。一般家電品などに相当する。
- ⑥ 標準化されるなどして、要求される金型技術の技能度が全般に低い場合には、金型の擦り合わせ度は低く、金型のユーザの立地も金型の擦り合わせ地も現地化で対応が可能である。日用品などが典型例である。

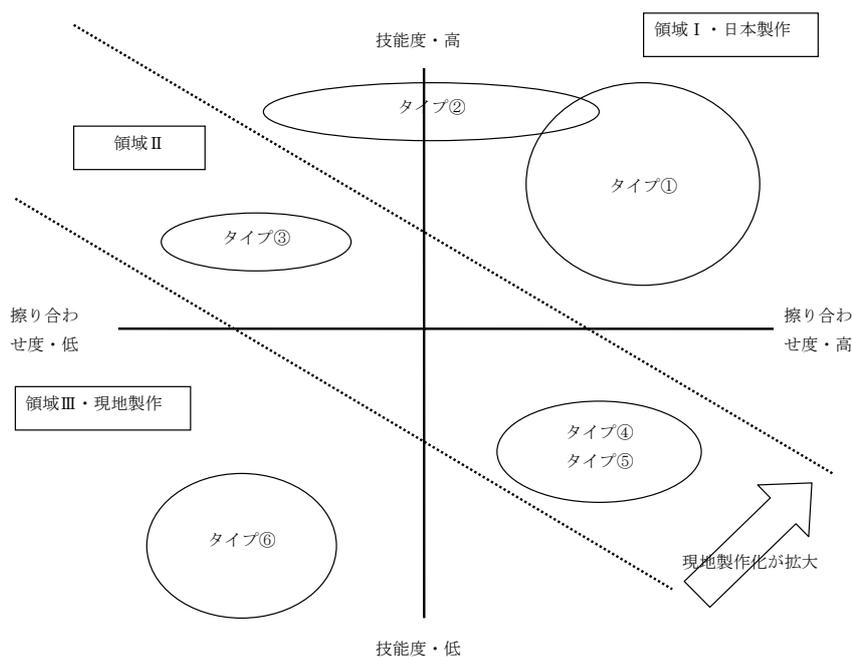
上記のほかにもいろいろなタイプを考えることができる。一部の低コスト化を考えるだけでなく、金型製造の全体を考え、ボトルネックを解消するように最適化することが重要である。



金型製作を取り巻く各要素と製作地、擦り合わせ度との関係

図 2.3.1-28 金型製作の現地化の課題（出典：型技術）

上記のような①から⑥のタイプの金型製作国際分業形態を、技能度と擦り合わせ度を縦軸、横軸として、表示してみる。東アジアの各国は、タイプ⑥から出発し、日系企業の進出、技術移転や人材育成により⑤～③の現地化が進展しつつあると考えられる。いわゆる金型の現地調達動きに対応する。さらに②～①の段階に進むためには、設計製造技術の総合的な底上げが必要である。東アジアの各国の状況は多様であり、また急速に変化している。各国の実情を具体的に理解するためには、各国毎の詳細な分析が必要である。



擦り合わせ度、技能度と金型製作地との関係

図 2.3.1-29 金型製作の難易度分類 (出典：型技術)

4) ERIA アジア加盟国のものづくり技術に関する人材育成

ものづくり技術の基礎は人材である。基礎科学振興とは異なり、ものづくりではその野の広いバランスの取れた人材が必要である。識字能力から始まって高度な研究開発までピラミッドをなすような人材の育成が不可欠である。わが国では、歴史的に広く初等教育がなされ、それが明治維新以降の急速な産業振興の基礎となったといわれている。

極めて特殊な例であるが、シンガポールでは、非常に少ない人口を有効に活用するために、計画的な人材育成を行い、初等・中等教育を充実させるとともに、大学以上の就学率を管理して、バランスの取れた人材層を構成しようとした、といわれている。大学などを基幹人材育成機関と位置付けて、近隣アジア諸国も視野に入れ

てひろくアジア地域を考慮した人材育成を行ってきた。その成果の評価は分かれるであろうが、結果として明確な「シンガポール」的な人材が現在のシンガポールの国を支えていることは事実である。

アジア各国の就労若年者の学歴のデータがある。タイでは高等教育修了者が11.3%であるのに対して、インドでは1.8%である。また、インドでは初等教育も終了していないものが50%を超えるが、他のアジア地域では少ないものと思われる。このような分布がほとんどそのまま、ものづくり人材の現状を反映しているように思われる。ただし、中国も同様であるが、インドのような人口が非常に多い国では、工業化の初期段階では、一部の高学歴層が社会を先導するという特殊な経緯をたどることになる。

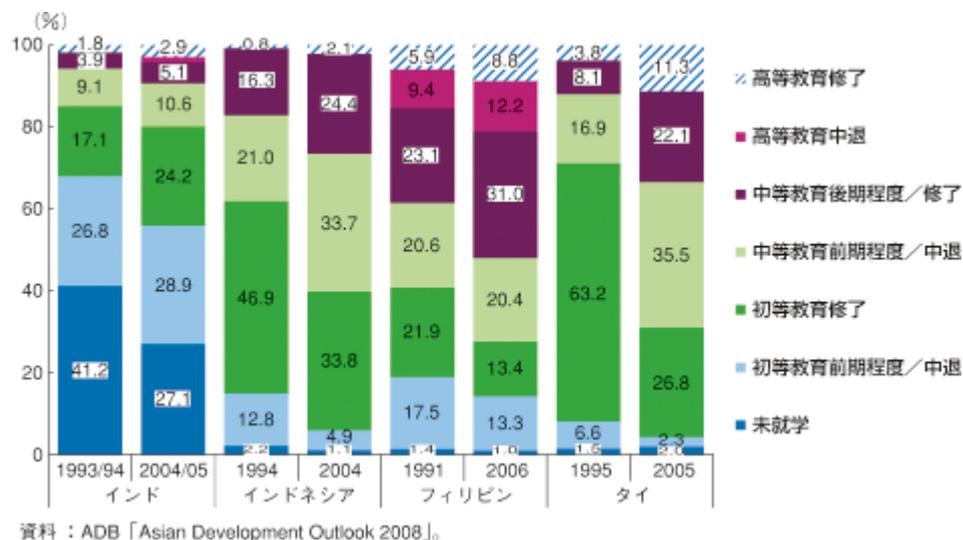


図 2.3.1-30 就労若年者層の学歴（出典：通商白書 2008 年版）

各国の人材のレベルを概観するためには、各国間での留学生の流れを見るとよい。ASEAN 諸国から中国・インドへ、また、中国から日本へ、という流れが認められる。これは学術・技術のレベルを反映していると考えられる。韓国はやや特殊な位置にあり、中国への留学生が多いのは経済理由による。中国は、わが国のみならず、北米や欧州へも多数の留学生を送り出している。インドは、英国や米国に多数の留学生を送り出しているが、わが国への留学生が極めて少ないことも興味深い。これらの特色は、ものづくり分野の人材の相違、さらにはものづくり技術そのものの相違にも繋がっているように思われる。

言語の制約や社会・文化的障壁、さらに不十分な政府支援などにより、中国・韓国を除いてアジア諸国からわが国への留学生は少ない。このことは、将来ものづくり産業を中核として、アジアでの活動を拡大する際に影響を及ぼす可能性がある。

ものづくり技術は、教科書的な知識のみならず、社会において仕事を進める仕組みでもあるので、教育した人材により各地域に浸透していく。米国や欧州諸国の方策を検討する必要がある。

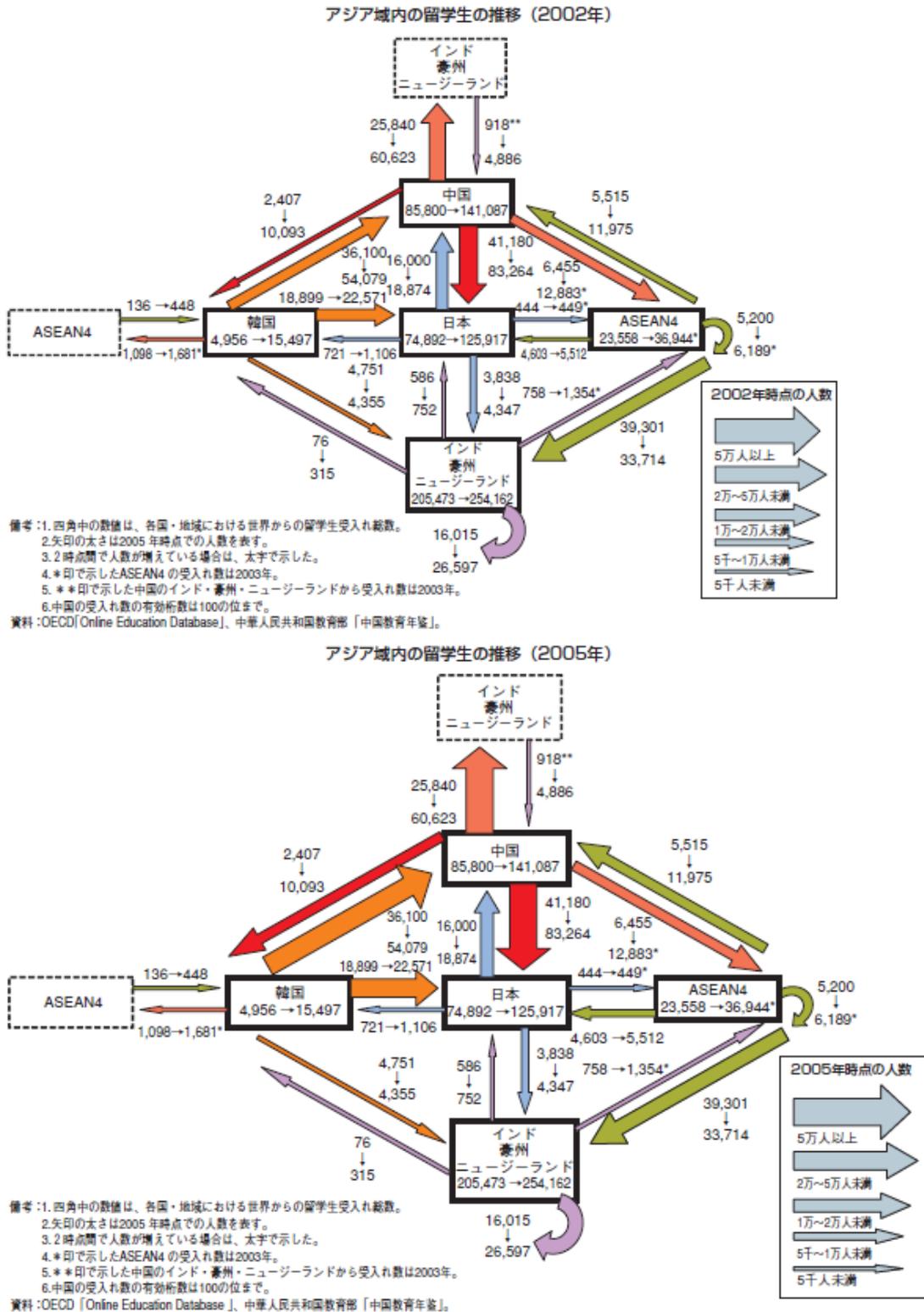


図 2.3.1-31 アジアにおける留学生の流れ (出典: 通商白書 2008 年版)

特にわが国では、外国人留学生在が学業を修了した後に一時的であるにせよ、日本国内で就業の機会を得ることが極めて難しい。漸次増加傾向にあるが、今後更に門戸を開放することが必要であろう。現在の留学生の日本企業への就業状況を見ると、ほとんどが中国・韓国・台湾出身者であり、製造業へは28%程度である。

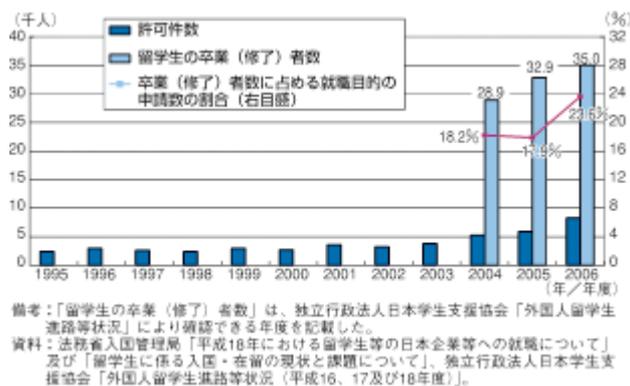


図 2.1.3-32 留学生のうち就職のために在留資格変更を許可された留学生数
(出典：通商白書 2008 年版)

表 2.1.3-1 留学生等の日本企業等への就職 (2006 年)
(出典：通商白書 2008 年版)

人数	8,272人
国籍・出身地域	中国(72.5%)、韓国(11.4%)、台湾(2.4%)ほか
最終学歴	大学卒(48.4%)、修士(25.4%)、博士(7.7%)ほか
在留資格	「人文知識・国際業務」(71.8%)、「技術」(20.8%)ほか
就職先業種	非製造業：71.9% (商業・貿易分野、コンピューター関連分野及び教育分野が上位) 製造業：28.1% (機械分野及び電機分野が上位)ほか
職務内容	翻訳・通訳(32.8%)、情報処理(10.8%)、販売・営業(10.7%)、海外業務(8.8%)ほか
就職先企業の従業員数	49人以下(42.1%)、50~99人(9.7%)、100~299人(12.9%)
就職先企業の所在地	東京(47.1%)、大阪(11.1%)、愛知(6.9%)
月額報酬	20~25万円未満(43.4%)、20万円未満(27.2%)、25~30万円未満(17.5%)

資料：法務省「平成18年における留学生等の日本企業等への就職について」。

アジア地域からの留学生の状況をもう少し具体的に把握するために、ある大学における工学系(学部および大学院)への留学生の分布を見てみる。中国および韓国からの留学生が圧倒的に多い。ベトナム、タイ、台湾、インドネシアが続いている。ベトナムの増加はいろいろな施策による近年の傾向である。その他の ASEAN 諸国

からの留学生はわずかであり、またインドからの留学生は極端に少ない。分野別に見ると、建築・土木系がやや多く、機械系、電気系、化学系はほぼ同程度である。

端的に言えば、社会に影響があるほどの交流があるのは、中国・韓国、さらに台湾くらいであり、他のアジア諸国とはほとんど接点が無いような状態である。これは、製造企業の現地化の程度とは必ずしも整合していない。今後の検討が必要である。インドについては、企業の進出も遅れている。わが国にインドの留学生が極端に少ないことも関係があるのであろう。ものづくり技術と関係させて今後検討する必要がある。なお、わが国の支援によるものづくり系の大学設立がインドで進行中ではある。

表 2.1.3-2 アジア留学生の専攻分野比率
(財) 製造科学技術センター作成)

	留学生数	機械系 (%)	電気系 (%)	建築土木系 (%)	化学系 (%)
インド	4	-	-	-	-
インドネシア	26	15	19	42	23
シンガポール	3	-	-	-	-
タイ	32	13	25	50	13
フィリピン	8	-	-	-	-
ベトナム	43	2	23	70	5
マレーシア	8	-	-	-	-
韓国	152	12	14	53	22
台湾	29	24	3	66	7
中国	163	20	18	36	26

大学・大学院レベルの高等ものづくり技術教育については、アジア各国とも国内の教育資源のみでは不足として、日本や欧米教育機関との連携を強めようとしている。留学生を送り込むだけでなく、教員や研究者の招聘、研究機関の管理者の招聘、それらによる国の科学技術教育政策の立案など、様々である。米国やドイツなどは、白紙に絵を描くようにして、高等教育から研究開発の体制まで、自国の方式をアジア途上国に持ち込もうとしているような場合もある。企業の現地生産と同様の発想で、教育ビジネスを移転しようとしている、と見ることもできるであろう。シンガポールなどのアジア先進国は、そのような欧米諸国と、アジア発展途上国の間に立って、現地化のノウハウを駆使して、アジア人財を育成しようとしている。ものづくり技術は極めて属人的である事から、このような育成人材は、将来のアジア工業化に大きな影響を与えると考えられる。このような取り組みにおいて、わが国は非常に出遅れている。このような取り組みをなすべきか否かも含めて議論が必要である。

ものづくりの現場技術教育については、高等学術教育とは異なったアプローチが必要であろう。技術移転に際して、現地要員を養成していくというアプローチが実

際的であり、この分野においてはわが国企業の貢献は大きい。このような現場教育と継続的な高等教育を連携させ、研究開発活動へとつなげていくような仕組みが、今後のアジア発展途上国にとって重要である。これにより、現場離れした学術教育移入の非効率さを改善することができる。

5) 環境技術

工業化に伴う環境劣化は、アジア地域の各国にとって緊急の課題であり、多くの対策がとられつつあり、環境対応技術の進展も著しい。各国の環境に関する法規制は、わが国など先進国に比べて十分とはいえないが、先進国に倣って順次規制の体制が整いつつある。環境対策は、環境汚染防止、廃棄物削減のためのリサイクル、および地球温暖化防止の省エネルギー対策などからなる。

国際分業により生産基地を現地展開する場合、以前は環境規制の緩さを売り物にして、先進地域よりも環境投資を削減できることを利点として喧伝することがあった。しかし、昨今、環境汚染などに対する法規制は先進国と変わらなくなっており、十分な環境対策が当然となっている。進出企業も、環境汚染を発生させることの将来的なリスクを考慮して積極的に対策をとることが普通である。

このような対応により、現地地場産業の環境対策も改善されてきていると思われるが、実情は大きな問題を抱えているようである。地場産業の環境改善には、今後多くの費用と時間を要するであろう。しかし、地場産業との協業を進める上で、環境問題は大きなリスク要因となるので、国際分業においては無視することはできない。先進的な環境対策技術は、現地企業にとっては牛刀となる可能性が高い。現場の要求に合わせて、簡易化した技術の導入が必要となることも多い。このような適合作業は高コストになるので、適合作業の現地化は極めて重要である。このような方向での、アジア環境技術の振興が望まれる。

人口の多いアジア地区、とりわけ大都市地区ではごみ処理が大きな問題となっている。環境汚染対策とも併せて、リサイクルなどによる廃棄物の適正処理は大きな課題である。工業廃棄物はもとより、一般廃棄物でも、重金属などの汚染源は廃棄された工業製品によるものが多い。これらには有用な金属資源なども含まれ、リサイクルの対象となるべきものである。わが国では、3R (Reduce、Reuse、Recycle) の考え方や拡大生産者責任が徹底しており、その元で、完備した資源再利用促進法が制定されている。容器包装を初め、家電品、自動車などのリサイクルが法で定められており、そのための製品回収システムや処理工場が整備されている。中国などのアジア地域においても、この制度を見習い、法規制や適正なリサイクルシステムの構築が進みつつある。しかし、多くのアジア地域では人手に頼った労働集約的な廃品仕分けや原始的なプロセスによるリサイクルが広まっており、地域の環境汚染

のみならず、それに従事する人々の健康障害を引き起こしている。ものづくり産業全体の発展と平行に、このような静脈産業の適正化を図っていくことが求められており、ここでものづくり技術が果たす役割は大きい。

表 2.3.1-3 アジアの国々の 3R に関する取組事例
(出典：環境・循環型社会白書 2008 年版)

中国	循環型経済の推進を政府の中心的課題と位置付ける ✓ 国家・地方間レベルにおいて、循環型経済活動を新五ヵ年社会・経済計画内に統合 ✓ 循環型経済法（検討中）
	電気・電子機器廃棄物管理の強化（法、規制、政策等の形成） ✓ 家電、IT産業の製品における公害防止のための管理規制（2007年3月） ✓ 中国における電気・電子危機管理における国家規制（草案）
	生態工業園政策 ✓ 約20のパイロットエコ工業団地を設置した。また地域レベルでの循環型経済を形成するために、B地域をパイロット地域と指定した。
インド	国家環境政策の策定（2006年） リサイクル、再処理、有害廃棄物の取扱者に対する規制案 ✓ 環境（保護）法（1986年）
	プラスチックリサイクルの進展 ✓ リサイクル量：170万トン（2004－2005年）
インドネシア	国家行動計画（2008－2015年） ✓ 規制の取決め：自治体廃棄物管理法に引き続き、今後2年以内に新たな規制の整備を進める。
	中小企業における活動 ✓ 産業界によって排出された有害廃棄物の内、35%が再利用又はリサイクルされた。 ✓ 豆腐製造業におけるクリーンな生産（再利用、廃棄物や残渣のリサイクル）などの優良事例あり。
	コンポスト補助金プログラム ✓ 19の市に割り当てられたコンポスト補助金によって、コンポスト／リサイクル率が2%向上した。 ✓ 同事業は目標値200トン／日に対し、217トン／日のコンポストを製造した。
マレーシア	国家リサイクルプログラム（2000年） ✓ 国民に広くリサイクルの習慣を広めるための長期目標
	固形廃棄物管理における国家戦略計画（2005年） ✓ 固形廃棄物の減量、再利用、回収を推進するための包括的取組
韓国	国家廃棄物最小化マスタープランの制定（2008年）
	食品廃棄物の最小化とリサイクル ✓ リサイクル率の向上：21%（1995年）、41.1%（2000年）、93.8%（2005年） ✓ 最終処分場の残余年数を7年から11年に延命化した。
	廃棄物量に応じた料金の徴収制度 ✓ 都市部の固形廃棄物発生量を1994年から2004年までに0.62%削減した。 拡大生産者責任（EPR） ✓ EPR対象品におけるリサイクル率の向上（電気・電子廃棄物や使用済み自動車）
シンガポール	リサイクル ✓ 2006年のリサイクル達成率は51%であり、2005年から2%改善した。 ✓ 建築及び解体廃棄物のリサイクル、木材廃棄物のリサイクル、プラスチック廃棄物のリサイクル推進。
	国家リサイクルプログラム ✓ 2001年に、家庭におけるリサイクルプログラムが開始 ✓ リサイクル品回収容器を公共の場に設置 ✓ 建築及び解体廃棄物リサイクルの推進（90%以上のリサイクル率を達成）

	90%の焼却可能廃棄物は、4つの焼却場で処理される。 10%の非焼却型廃棄物は、沖合の衛星埋立地（一箇所）で処分される。
フィリピン	国家レベルでの法整備国家3R 関連政策 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2006年までに少なくとも25%の廃棄物転換を達成目標として設定。 家庭での堆肥化、有機性廃棄物の処理 <ul style="list-style-type: none"> ✓ コンポスト可能な廃棄物の25%有機肥料として回収及びリサイクルされた。 使用済み鉛蓄電池の回収及びリサイクルの改善運動 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 年間3,600トンを使用済み鉛蓄電池の回収目標値として設定。（2004年回収実績量：398トン）
タイ	使用済み製品の回収プログラム <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2005年には、85%の使用済み鉛蓄電池が回収された。 ✓ 日本政府と協力して、蛍光灯の回収プログラムが実施された。 リサイクルに基づいた社会形成のためのイニシアティブ <ul style="list-style-type: none"> ✓ 200以上のコミュニティが3Rを実施しており、いくつかの自治体は30－50%の廃棄物減量に成功した。 産業廃棄物交換プログラム <ul style="list-style-type: none"> ✓ 450以上の産業部門がメンバーとして登録（2005年）
ベトナム	3R関連政策や法制度 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2005年環境保護における法：3Rや他の関係活動を推進するために、新たに14の条項が加えられた。 3R国家戦略 2020年までの3R目標値： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 全回収廃棄物の30%がリサイクルされた ✓ 家庭廃棄物の30%が、商業廃棄物の70%が排出源で分別された。 手工業産業を中心とする農村での、リサイクルシステムの改善が必要。

工業製品の回収やリサイクルに関する規制は全世界に拡大しようとしており、グローバル市場において商品を流通させようとするれば、それらの規制に対応する必要がある。EUは、そのような規制の法制化に一貫して取り組んでおり、そのような体系をアジア地域にも展開しようとする動きもある。わが国も同様の体系を構築しているが、実施上は相違点が多く、グローバル化の障害となりつつある。アジア圏において、適切なリサイクル規制を導入すべく、アジア諸国が連携していくことは重要である。

ものづくりにおける省エネルギー・省資源技術は、わが国が世界で圧倒的に優れている。一方、アジア各国・地域の生産設備やインフラ設備のエネルギー・資源効率率は一般的に極めて低く、技術移入により直接的に大きな改善を実現できる事例が沢山あると思われる。環境汚染対策と同じように、先進的な省エネルギー・省資源技術は、現地企業にとっては牛刀となる可能性が高い。このような技術は、現場の分析に基づき木目細かに対策を施していく、というような技術ノウハウ的な部分があり、技術移入の方法に工夫が必要である。すでに、GAP（Green Aid Plan）として、エネルギーの国際的な合理的利用の促進を目指してわが国が支援する、中国やマレーシアなどのアジア地域に対する支援事業が存在する。アジア地域における適切なエネルギー確保・保全に向けて、今後ともこのような事業の拡大が望まれる。

2.3.2 ASEAN 主要加盟国のものづくり技術の現状と課題

1) 全般的な特徴

ASEAN 諸国の状況は、各国により大きく異なる。経済発展と環境対策の程度により、途上国、中進国、先進国に分けて考えてみる。途上国は、原始的なレベルの農業活動が依然として産業の主体であり、ようやく近代工業が移入され、急激な経済発展前夜の状態にある国々である。中進国は、技術移入による工業化が進展しつつある国々であり、生産基地化から技術の現地化へと発展している。先進国は、技術移入の段階を終え、先端研究開発までも自力で発展させようとしている国々である。

状況は急速に変化しているが、大雑把にみて、カンボジア、ミャンマー、ラオスなどは途上国であり、ベトナムは途上国から中進国へ移行しつつあると考えられる。インドネシア、タイ、フィリピン、マレーシアなどは、中進国であろう。シンガポールは特異な地位を占めており、世界的に見て先進国といえる。

途上国では、地場技術によるローカルなものづくりが主体であるが、先進工業国から技術移入がなされ生産基地化が始まったところである。ベトナムのように急速に技術の現地適合が進んでいるところもある。いずれも、基礎教育の徹底など、基礎的な人材の育成が発展の鍵を握っている。

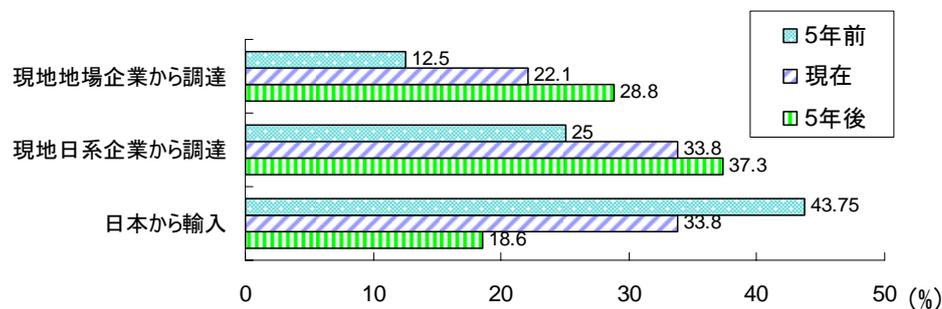
中進国では、比較的古くから先進国からの技術移入が始まったが、様々な理由により、完全に技術的に自立できるところまで発展していない。自動車や航空機など、産業ごとに国策として特異な発展を遂げているものもある。タイの自動車産業は、アジア圏の供給基地としての役割を確立し、今後の発展が期待されている。

シンガポールは、極めて規模の小さい国であり、非常に特異な発展を遂げている。製品そのものよりは、開発・設計技術や技術人材の輸出を目指しているように見える。

2) 特徴的な産業分野

ASEAN の中進主要国には、早くから日系の製造企業が進出し、現地生産を始めていた。近年は、特に自動車業界において、アジア圏対応の現地生産体制を確立しようとする努力が払われ、関連部品産業などの育成も進んできた。2007 年度において、タイの自動車生産台数は 130 万台程度であり、日系企業のみでその 80% 以上を占める。特に現地の日系部品メーカー、あるいは日系企業の指導を受ける現地企業の技術レベルは高く、生産性や品質もよい。その原因は、ものづくりに適した気質と国柄にあるといわれる。現場技能のレベルでは、わが国のレベルをキャッチアップしつつあると見てよいであろう。現場レベルの技術・技能研修におけるわが国の貢献は大きい。製品設計や現地適合化の技術移転は進んでいない。大学レベル

の人材育成と併せて、長期的な技術向上の計画が必要である。特に、わが国大学へ留学生数は少なく、大学間の研究交流もほとんど行われていない。



備考：自社の調達総額のうち50%以上を占める調達先を聞いたもの
資料：経済産業省調べ（07年12月）

図 2.3.2-1 ASEAN 地域のわが国現地法人(自動車分野)の調達の状況
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

従来は、ASEAN 地域は安価な労働力を主体とする生産基地と見られてきた。これらの活動が ASEAN 途上国地域へ拡散するとともに、中進国地域では、現地化を基礎に、新たな製造業の姿が求められている。現地市場への対応を主体として、より現地の独自性を高めた体制とそのための技術基盤の確立、人材確保が重要である。

3) 研究開発体制と人材育成

一般的に、ASEAN 諸国では高度な技術人材育成の体制は遅れている。ASEAN 地域内でも、技術レベルに大きな差が存在する。ASEAN 域内での交流による研究開発・人材育成は有効であろう。シンガポールは、ASEAN 地域において、研究開発や人材育成の中核的な役割を果たすことを目指しているように見える。

シンガポールは、人口は少ないが、特異な教育政策を取って人材育成に努めてきた。すなわち基礎教育に注力するとともに、主要な理工学系大学をシンガポール国立大学と南洋工科大学の二校に限定し、高度な技術人材育成を目指した。さらに近年は、大学数を増やして、近隣アジア諸国の留学生を受け入れて、アジア人材育成を規模を拡げて展開しようとしている。

シンガポールには、国全体の科学技術政策をつかさどる A*STAR(Agency for Science, Technology and Research)という組織があり、その管轄により有力な国立研究所が先端研究を推進している。そのひとつに SIMTech(Singapore Institute of Manufacturing Technology)があり、製品開発・製造技術について、総合的な先進研究開発を遂行している。次のような研究部門を有している。

- Forming Technology
- Machining Technology
- Multi-functional Substrate Technology
- Surface Technology
- Mechatronics
- Precision Measurement
- Manufacturing Execution and Control
- Planning and Operation Management

SIMTech は、発足当初は欧米研究のキャッチアップが主要業務であったが、迅速に力をつけ、現在では先進諸国と肩を並べるような研究を行っている。アジアの状況に詳しいという利点を活用して、アジア地域へ活動の場を拡げようとしている。

2.3.3 中国のものづくり技術の現状と課題

1) 全般的な特徴

中国には古くから工芸品などのものでづくりの技があり、限られた対象について優れた技術や人材が存在した。一方、近代科学技術の導入は遅れ、体系的に工学・理学系の大学教育が整備されたのは 1960 年代以降と考えられる。その後も文化大革命などの時代を経て、科学技術の一般への普及は遅かった。軍事と結びついた特殊領域では先端的な科学技術研究が進展していたと推測されるが、これらは現在でも隔離され一般には影響を与えていない。

大学における科学技術の研究および教育の水準は、一般的には 1990 年代にいたるまで先進国のキャッチアップの時代が続いた、と考えられる。その間に、一部の重点大学では、欧米で先端研究に従事していた中国人科学技術者を招聘し、急速に近代化を図り、特に米国風の研究開発体制を整備した。一部の領域ではすでにわが国とならび、あるいは凌駕していると考えられる。これらに比べて、一般の大学・研究機関の水準は依然として低く、科学技術全般の底上げは遅れている。とりわけ、ものづくりの現場と、科学技術研究の先端とのギャップは大きいと考えられる。

一方、多くの大学・研究機関は、その組織内に大きな工場や研究所を持ち、産学連携を推進し、あるいは自らが産業活動を行って、現場の設計生産活動へ影響を与えようとしている。しかしながら、ものづくりに必要な、確実な現場技術、技能に欠けるところが多く、生産効率向上や品質の維持など、多くの課題を抱えているものと思われる。

今後は、ますます欧米の大学・研究機関、あるいは先進的な企業との連携を深めていくものと考えられる。研究教育の体制や人々のメンタリティは、どちらかというところ日本より欧米に近く、わが国は難しい対応を迫られている。実際、わが国に多

数の中国人留学生が滞在し、学位を取得後帰国しているが、それらの人々とわが国のものづくり組織との関係をより親密にする努力が必要であろう。

2) 特徴的な産業分野

自動車産業や電子・電気機器業界のものづくり技術の現状を考えてみる。1990年代の中頃に至っても、外資系自動車会社との合弁による中国の自動車会社の現場ものづくり技術は、極めて初期的な段階にあった。例えば、最終組立ラインを出てくる車両は、現地の品質基準に照らしてもほとんど全数に手直しが必要であった。その後、日本を含めた多数の外国自動車メーカーが中国に進出し、積極的な技術指導と人材育成を行った結果、現在では見違えるほどに現場技術・技能は向上した、と言えるであろう。わが国の基準での最高級車を中国で生産できるまでには何年もかかるのではないかと、いわれながら、徹底した技術移転により急速にレベルが向上した。このことは、しかし、中国のものづくり技術の向上とは必ずしも言えない。発展段階としては、徹底した生産基地化が進んだ、ということができるであろう。

中国の地場自動車メーカーも勃興してきている。これらのメーカーは、独自に欧米技術を模倣し、現地の大学・研究機関と協力して、曲がりなりにも完成車を市場に送り出してきている。このような努力から、時間はかかるが現場に根ざした真のものづくり技術が育成されてくると考えられる。このような動きと、わが国を初めとする外資系の成熟した技術が融合したとき、中国の新たなものづくり技術が生まれるであろう。

自動車産業は、製造技術を要する多数の部品を組み立てる総合製造業である。裾野に広がる部品産業の成長が競争力の源となる。より早く外資系メーカーが進出した ASEAN 諸国と比べて、中国の部品産業の成長は遅れている。

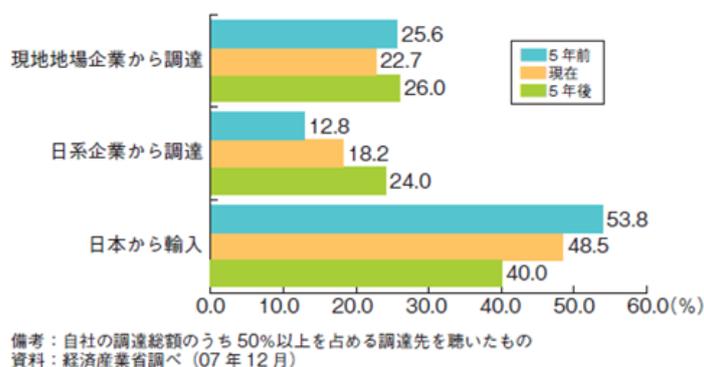


図 2.3.3-1 中国のわが国現地法人(自動車分野)の調達の状況
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

情報通信機器や家電製品については、そのコア部品の製造には高度な設計製造技術を要し、現地化は困難であり、また先進国の競争力として現地化を避ける傾向がある。そのため、現地生産は、付加価値の低い組立工程が主体となりがちである。このような低付加価値生産は、経済発展につれて労働コストやインフラコストが上昇するにつれ、容易により低賃金の地域へ流出していく傾向がある。中国ではすでにその傾向があり、ベトナムなどへの移転の傾向が見られる。これに対抗して、生産基地化に止まらず、製品の現地適合などへ発展している。通常の家電製品については、中国はすでに独自ブランドによっても、世界の製品供給基地としての地位を固めている。コア部品の独自開発などより付加価値の高い分野へともものづくり技術を進化させてくることは確実であり、その技術的・人材的な基盤はある。

3) 研究開発体制と人材育成

中国では、統一的な国家指導体制の下で研究開発機関と重点大学が管理されてきた。その研究開発の水準はそれほど高くなかったが、近年に至り欧米研究機関との交流により急速に研究水準を向上させていると考えられる。工学系、ものづくり系の研究論文は従来から多く出されていたがその水準は低かった。近年は、欧米の研究機関と連携を持つと思われる研究者が、時機を得たテーマで高水準の論文を発表している。

産業界との連携については、詳細はわからない。しかし、中国の有名大学は、わが国企業の生産技術研究所に相当するような研究所を併設して極めて実地的な開発、場合によっては実生産を行っているのが普通である。大学の研究レベルの向上とともに、産業界への普及、技術移転も進んでいると考えられる。

清華大学、上海交通大学などの重点大学では、欧米の大学と同水準の研究を行い、学生の質も高い。一般に中国の大学の工学系の組織は、わが国の大学より細分化されて現場技術に近い構成を取っている。例えば、清華大学の機械工学科には次のような研究室・研究センターがある。

- Laboratory of Material Processing Technology
- Foundry Center
- Welding Center
- Metal Forming Center
- Surface Engineering Center
- Laser Processing Center
- Rapid Prototyping Center

これらは、成熟技術としてわが国では大学から消えつつある部門であるが、中国のものづくり基盤に重要な役割を果たすと思われる。また、国家プロジェクトに直結

した State Key Laboratory の一例として次のようなものもある。

- ・ Laboratory of Tribology
- ・ Laboratory of Automotive Safety and Energy
- ・ Laboratory of New Ceramics and Fine Processing
- ・ Laboratory of Clean Combustion of Coal
- ・ Laboratory of Precision Measurement Technology and Instruments
- ・ Laboratory of Integrated Optoelectronics
- ・ Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control
- ・ Molecular and Nano Science Laboratory

中国の製造関連技術開発の狙いの一端を見ることができる。

2.3.4 韓国のものでづくり技術の現状と課題

1) 全般的な特徴

韓国の製造技術の研究開発は進んでおり、多くの分野でわが国や欧米の工業先進国と肩を並べている。韓国の弱点は国家規模が小さく、天然資源に乏しいことであるが、基礎教育の水準は高く優秀な人材が豊富である。多くの点で台湾と韓国は似ているが、特に科学技術振興において、徹底的な米国指向であった点が共通である。製造業に限らないが、韓国の指導層は米国で高等教育を受けた人々がほとんどであり、韓国人としての特性と同時に、強く米国的な思考方式を身に付けている。韓国の製造業は、基本的に米国流のマネジメントにより発展させられてきた、といえるであろう。わが国製造業と比較した場合、これが韓国製造業の強みでもあり弱みにもなる。

韓国製造業の技術発展は、わが国からの技術移転を抜きにしては語れない。1970年代の浦項製鉄所の例がよく知られている。その後、造船、自動車、半導体など、様々な製品について、韓国は日本の技術をキャッチアップしながら、米国流の経営手法により、先端技術産業を育成してきた。日韓の企業は、厳しい競争関係にありながら、地勢的・経済的・政策的な理由により技術協力を推進する必要もあり、複雑な関係にある。半導体業界については、その先端製造設備の多くは日本から輸出されており、その技術戦略的な意義については議論が多い。いずれにせよ、最先端の技術をわが国や西欧から移入し、我が物としてさらに独自に発展させていく技術的な力はアジアでは抜きん出ている。

わが国の工学系大学には多数の韓国留学生がおり、日韓の研究者や技術者の交流は深い。しかし、基本的には韓国の大学・研究機関は欧米、特に米国を志向しており、留学生に対するダブルディグリー制度などの緊密な交流において、日本の大学は立ち遅れ気味である。米国で成功した韓国人学者を学長に招聘して、大学改革を

進めようとするなど、基本的に急進的な姿勢をとることもある。

企業の現場技術力について、分析の基礎が明確ではないが、韓国と中国の国力や技術競争力を比較したデータがある。現地調達部品品質についての評価は難しいが、一般的に見て韓国はいわゆる工業先進国の一角を占めており、高度な人材と相俟って今後の発展が注目される。

順位(104国)	韓国	中国
基盤産業	26位	62位
鉄道状況	14位	33位
港湾施設	26位	59位
空港施設	30位	72位
電力供給	19位	66位
TEL/FAX	22位	60位

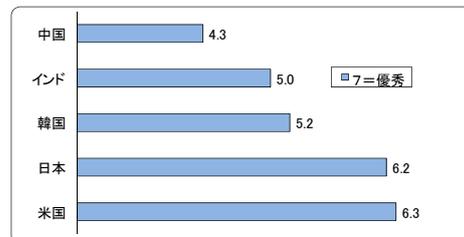
出所:World Economic Forum 2004

高学歴、熟練労働者 人口対比%

国家	%	順位
カナダ	51.0	1
日本	50.9	2
韓国	40.0	4
香港	36.3	15
中国	5.0	54

出所:IMD World Competitiveness Yearbook 2005

現地調達部品品質



出所:World Economic Forum 2004

図 2.3.4-1 韓国と中国の比較

(出典：2005年度韓国金型工業共同組合名簿，型技術，2006年1月)

2) 特徴的な産業分野

韓国の自動車産業や半導体産業、エレクトロニクス産業は、世界の最先端の研究開発能力および製品設計能力、生産技術を誇っている。1970年台頃までは技術導入の時代とみなせるが、以降は高度な技術人材をよりどころに独自の発展を遂げてきた。企業活動のみならず、学会などでも韓国人技術者・研究者の存在感は強い。

自動車産業についてみると、過去に海外輸出に際して品質問題などを起こしたことがあるが、現在では世界市場で確固たる地位を占めている。1980年代の韓国の自動車開発技術は、わが国や欧米の技術に比べて一世代ほど遅れていたように思われる。特に現場の製造技術は、最新設備を海外から導入した状態であり、製造ノウハウなど木目細かな技術・技能に欠けていた。当時から高級技術者の知識レベルとしての能力は高かったと思われるが、製造現場との交流が乏しく机上の技術であったと思われる。現在でもトップダウンに技術開発を推進するようなスタイルが基本と思われるが、長年の技術蓄積により現場技術・技能も向上してきた。韓国の問題

は、基本的に国の規模が小さく、自動車産業のような総合産業については、そのすべてをカバーできないことであろう。特に、先進製造技術や電気自動車などの今後のコア技術の開発力が問われている。

市場がグローバル化する中で、欧米や日本に対抗して、韓国のような国の規模で独自の技術競争力を保つことは困難な課題である。韓国では、工作機械や半導体製造設備のような基盤技術が十分に育成されていない。今後の課題である。また、自動車や半導体のような産業から、新たな産業への転換も求められるであろう。シンガポールのような先進的技術を追求する小国は、自動車や半導体産業をすばやく抜けて、その先の技術領域に活路を見出そうとしている。製造業の戦略的発展へ向け、韓国製造業の基礎技術力が問われる課題である。

3) 研究開発体制と人材育成

製造技術に関して、韓国の大学・研究機関の研究開発能力は高い。教授や研究員はほとんど全員が米国の有名大学で博士の学位を取得しており、米国での研究歴もある。大学や研究所の組織も米国流であり、良くも悪くも米国の一流研究機関と共通の特徴を持つ。

韓国の基礎教育は充実しており、大学入試の競争は激烈である。一流大学の学生の知識レベルは高い。これらの背景から、韓国の技術者は極めて技術指向であり、現場技術に親しむ機会が少ないようにも思われる。一旦博士号を取得し手高級技術者として製造企業に入社すると、直ちに管理的な地位について現場に出なくなる、とはよく言われることである。わが国の実情とは全く異なる。

大学ではソウル大学や KAIST(Korea Advanced Institute of Science and Technology)、研究機関では KIST(Korea Institute of Science and Technology)などが有名である。これらの大学や研究機関では、国際的な交流が活発で人材の流動性も高い。国の規模が小さいだけに国家の政策とも密接に連携して機動的に研究教育を実践している。KAIST の機械工学科では、先端研究にあわせて次のような研究領域を設定している。

- Nano/Micro System Technology
- IT-based Intelligent Mechanical System
- Thermofluid and Energy Systems
- Biomedical System Engineering
- Mechanics and Design Innovation
- Pro Human Engineering

これらは欧米の先進大学と共通するものである。また、国立の研究機関である KIST は、次世代の製造業を目指して次のような研究部門を持っている。

- Nano-Science Research Division
- Materials Science and Technology Research Division
- Intelligent System Research Division
- Energy and Environmental Research Division
- Life Science Research Division

これらの学術研究機関の知識や人材を、現場の製造技術に展開していくことが、韓国の大きな課題であろう。

2.3.5 インドのものづくり技術の現状と課題

1) 全般的な特徴

インドは、1947年の独立当初から英国の植民地政策の下で一応の工業国であった。鉄鉱石を産出し、繊維産業は競争力を持ち、自動車生産も行っていった。その後、社会主義体制により長く停滞の時期を過ごし、1990年代から経済自由化政策に転換して躍進の時代に入った。インドは、中国と同様の大国であるが、発展の時期は遅かった。中国も含めてアジア諸国は、現在は豊富な若年人口を擁するが、急速に高齢化すると予測されている。これらの諸国に比べると、インドの人口高齢化は緩やかに進むと予想されており、これがインドの将来の利点と考えられている。

近年のインドの経済成長は、一般製造業とともに、2000年以降のソフトウェア開発やITサービス産業の勃興が大きい。工業化の段階を通り越してサービス産業へ移行していることは、他のアジア諸国と比べて特異である。これは、充実した基礎教育や英語を話すことなどが基礎となり、政府のIT振興政策が影響している。近年は、インド消費市場の拡大により、家電産業や自動車産業が発展しようとしている。古くからの技術基盤があるとはいえ、ほとんど新たな出発であり、外資系企業からの技術導入が発展の鍵となる。対応する高級技術者は不足しており、人材育成は喫緊の課題である。

2) 特徴的な産業分野

インドの自動車産業は、1930年代にGMやフォードが基礎を築き、1940年代には年産10万台程度の生産能力があった、といわれている。その後、現地財閥系の企業が生産を始めたが、強い国内産業保護政策の下で競争力をつけることができなかった。1980年代のスズキとの合弁によりマルチが設立され、インド自動車市場の幕開けとなった。90年代に入って、経済自由化の下で、外資系自動車企業が現地法人を設立し、一気に市場が拡大した。家電製品についても同様の傾向を見ることができる。

完全技術導入から始まっているが、過去の技術基盤があり、豊富な人材も存在す

るので、現地化から現地適応、さらには独自開発へと、迅速に発展していくことが予想される。自動車部品も当面は輸入が多かったが、現地化速度も速い。自動車部品生産額は、1997年から2004年にかけて、2.7倍に拡大している。外資系メーカーとしては、韓国と日本が拮抗しているので、両国からの部品輸入も多い。自動車関連だけではないが、2000年以降は、わが国からの中間財の輸入に比例して工業製品の輸出が増えていることがわかる。現地化生産により、技術移入・製品生産基地化が進んでいることを窺わせる。

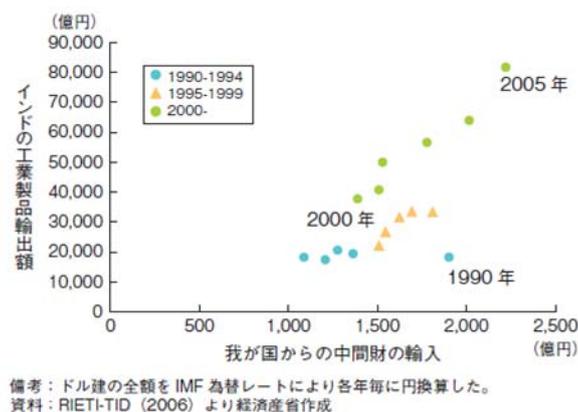


図 2.3.5-1 インドの工業製品の輸出と我が国からの中間材の輸入
(出典：ものづくり白書 2008 年版)

ものづくり技術の水準は、一部の先端領域に進んだ部分があると思われるが、全般的には、ASEAN 途上国と中進国の中間に位置している。従来技術の蓄積や豊富な人材、在外インド人ネットワークによる人材移入などを考えると、自動車や家電製品のような重点分野については、短期間で先進国に追いついてくるものと思われる。

3) 研究開発体制と人材育成

インドの基礎教育の体制は整っており、特に数学などに特徴があるといわれている。しかし、国が大きいと、地域格差も大きい。

インドの工科系の大学教育としては IIT (Indian Institute of Technology) が名高い。これは、インド独立後に、インド産業振興の人材育成を目指して設立された一群の工科系大学で、現代のインドを支える基幹インド技術者は、ほとんど IIT の卒業生であると思われる。現在 IIT は、インド全土の主要な都市に 7 校が存在し、さらに 8 校を新設の予定である。個別に UNESCO、ドイツ、米国、ロシアなどの

支援を受けて、各々得意分野を発展させている。わが国もハイデラバードに設立される IIT を協力対象として、教育研究支援を行っていく予定である。協力分野として、日本の強みが生かせる次の 5 分野が選定されている。

- ・ 環境・エネルギー
- ・ デジタル・コミュニケーション
- ・ デザイン・マニュファクチャリング
- ・ ナノテク・ナノサイエンス
- ・ 都市工学

現在まで、わが国とインドとの製造技術での交流は極めて少ない。わが国の大学に対するインドからの留学生の数は、欧米に比べて微々たるものである。このような協力は将来のインド製造業との連携にとって非常に重要である。

第3章 製造業の ERIA アジア加盟国での協力に関する検討

3.1 調査研究方法

- ・ 委員会 ものづくり技術、環境関連技術、技術移転、国際協力、東アジア地域での国際分業体制に見識のある委員で構成された委員会を3回、ワーキンググループ委員会を6回開催し分析・提言を行う。

□平成20年9月4日

第1回委員会

事業背景を説明し、今後の作業計画について議論した。

□平成20年9月12日

第1回ワーキンググループ

国内アンケート調査項目の第一次案を策定した。

上場企業200社を対象とした書面によるアンケート調査とERIA諸国に派遣経験を持つ人を対象にしたインターネット調査の2種の調査を行ない第3章3.2節「わが国企業のERIAアジア加盟国への製造業投資の現状」にアンケート調査の結果を反映する。

□平成20年10月8日

第2回ワーキンググループ

(1) 国内アンケート調査の進捗状況報告、また報告書結論部分について議論し、第4章「まとめ・今後の課題と展望」の結論部分を議論し、骨格を定める。

(2) 海外アンケート調査の調査項目を定めた。

□平成20年10月22日

第3回ワーキンググループ

(1) 海外アンケート調査内容の検討、各章の進捗状況報告を行った。

(2) ERIAアジア加盟国製造業との製造技術関連協力テーマについての中間報告を行ない、第3章3.4節「ERIAアジア加盟国製造業と製造技術関連協力テーマ」の構成と方針を定めた。

□平成20年11月4日

第4回ワーキンググループ

国内アンケート調査の進捗状況報告、また報告書結論部分について議論した。

(1) アンケート調査の第一次分析を行ない、分析方針を定めた。

(2) 第3章3.5.3節「建設事業に関するケース・スタディ」の報告書第一

次案を作成した。

□平成 20 年 11 月 7 日

第 2 回委員会

これまでの作業報告を行い、報告書執筆の作業状態と今後の活動計画を行った。

□平成 20 年 11 月 20 日

第 5 回ワーキンググループ

国内アンケート調査結果の報告、また第 4 章報告書結論部分について議論した。

□平成 20 年 12 月 2 日

第 6 回ワーキンググループ

JETRO、アジア経済研究所から講師を 2 名招聘し、講演会を行い、報告書へ反映した。

□平成 20 年 12 月 10 日

第 3 回委員会

報告書原稿の内容について議論し、承認を受けた。

- ・ ヒアリング JETRO、UNIDO 東京事務所、アジア経済研究所、(社) 日本自動車工業会、(財) 家電製品協会、東京大学 AGS 等を対象に行う。また、ERIA 諸国でビジネス活動を行なっている東芝、日立製作所、清水建設を対象にヒアリングを行ない第 3 章「ケース・スタディ」の構成及び内容について定めた。
- ・ アンケート調査 (国内) 主要自動車メーカー、主要工作機械メーカー、主要家電メーカー、主要プラントメーカー・ゼネコン等、上場企業 200 社を対象に実施、それに加え WEB 調査も同時に行ない、第 3 章 3.2 節「わが国企業の ERIA アジア加盟国への製造業投資の現状」にまとめた。
- ・ アンケート調査 (海外) ERIA であがっている東アジア域内研究機関 (中国社会科学院、途上国リサーチ情報システムセンター (インド)、国際戦略問題研究所 (インドネシア)、対外経済政策研究院 (韓国)、フィリピン開発研究所、シンガポール国際問題研究所、タイ開発経済研究所、ベトナム中央経済管理研究所、アジア開発銀行 等を含む、約 16 機関にアンケートを配布した。しかし、回答がニュージーランドとシンガポールのみであったため、有効な結果を得ず、本報告書では割愛した。

- ・ 文献調査 日本貿易振興機構 アジア経済研究所、UNIDO 東京事務所、東京大学 AGS (Alliance for Global Sustainability) 等、国内のアジア研究の主要機関を対象に文献調査を行う。海外現地調査は本調査事業の範囲にふくまれていないため、国内各種機関にある諸文献を対象に、主に工学分野の専門家の視点からレビューし分析を行なった。第 3.3 節「ERIA アジア加盟国製造業と域内協力体制」の域内国際分業及び第 3.4 節「ERIA アジア加盟国製造業との製造技術関連協力テーマ」のテーマ抽出は、文献調査を主体に行なった。

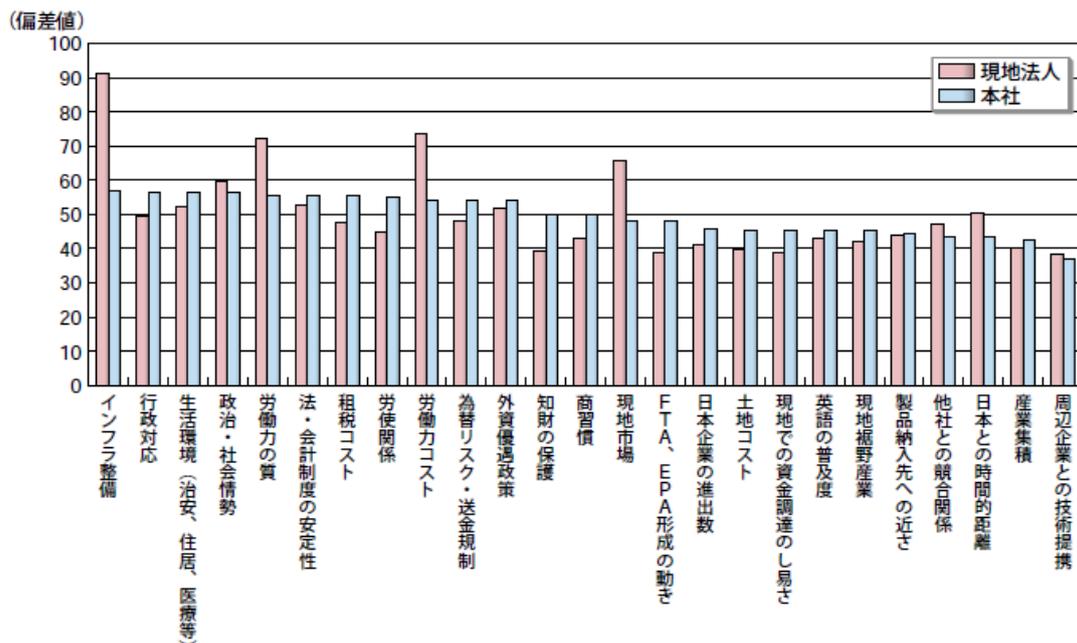
3.2 我が国企業の ERIA アジア加盟国への製造業投資の現状

3.2.1 製造業投資の従来調査

通商白書2005年版「我が国と東アジアの新次元の経済的繁栄に向けて」^[1]において、我が国企業の東アジアへの製造業投資が調査されている。通商白書2005では、東アジアとして、中国、NIEs（韓国、シンガポール、台湾、香港）、ASEAN 4（タイ、マレーシア、フィリピン、インドネシア）を主に取り上げている。1985年のプラザ合意を契機に我が国からの直接投資は加速し、その後の15年間で10.8倍となり、年平均8千億円の資金が日本から東アジア地域に流入した。もちろん、この間、我が国のみならず世界各国からの東アジア地域向け直接投資も着実に増加していることに注意する必要がある。

日系企業の国・地域別立地は、中国4,864件、タイ1,432件、香港1,113件、シンガポール1,071件となり、中国への立地企業数の多さが際だっている。業種別立地は、東アジア全体では製造業が59.0%であり、その内訳では電気機器が1,980件（構成比12.6%）と多く、各国・地域内の業種別シェアはほとんどの国・地域において2桁を超え、電気機器関係の日系企業が海外直接投資をリードした。次いで化学が1,503件（同9.5%）、輸送用機器が1,007件（同6.4%）の順であった。

通商白書2005年版では、さらに各国・地域別投資環境について考察している。図3.2.1-1に「海外進出において本社企業・現地法人が考える相対的重要項目」を示す。現地法人は本社に比べてインフラ整備や労働市場についてより関心が高く、本社はより知財保護や通商条約に関心が見られる。



(資料) 産業研究所「東アジア諸国の投資環境の現状と問題点に関する調査研究」から作成。

図3.2.1-1 海外進出において本社企業・現地法人が考える相対的重要項目

(出典：通商白書2005年版)

通商白書2006年版『持続する成長力』に向けて—グローバル化をいかした生産性向上と『投資立国』²⁾において、国際事業ネットワーク形成における進出先としてのアジア諸国の経済環境と投資・事業環境について、調査・考察が行われている。中国、NIEs、ASEAN 4だけでなく、インド、オーストラリア、ニュージーランド、メコン流域のカンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム（CLMV諸国）なども取り上げられている。ここで我が国周辺アジアをERIA諸国と香港、台湾と捉えていることがわかる。

通商白書2006年版によれば、一般に投資総額が増えれば増えるほど期待収益率の低い事業にも投資が行われることになるため、全体としての投資効率は低下するが、中国においても、拡大を続ける投資の効率は低下したことが指摘されている。しかし、中国では、投資効率は低下しているにもかかわらず投資は拡大を続けていることから、投資過熱であるとの指摘がなされている。業種別に投資の動向を見ると、2001年以降製造業の伸び率が高い水準を維持したことが特筆されている。

一方、ASEAN 4については、原油価格の上昇・高止まりを背景に物価上昇の兆しが見られ、これまで成長をけん引してきた国内消費が低迷する懸念が指摘されている。ASEAN 4の失業率は二極化しており、タイやマレーシアでは低位で安定しているが、フィリピンやインドネシアは総じて高位で推移しているとされている。図3.2.1-2に「中国とASEAN 4における日系企業と米系企業の収益率」を示す。日

系企業において、中国における収益率は市場拡大の速さに比べて少なく、この時期ASEAN 4より悪いことが分かる。また、米系企業に比べて、収益率が大幅に低いことが注目される。この理由として、以下の点を挙げている。

- ① 進出形態の差： 我が国企業の進出は、主に新規設立するのに対し、米国企業はM&Aにより、現地企業を買収する進出が多い。そのため、日系企業の減価償却負担は米系企業に比べて大きくなり、収益率に差が生じている可能性がある。
- ② 進出時期： 米国企業は、1980年の中南米諸国の債務危機を契機に方向転換し、アジアへの進出が急増した。一方、我が国企業は1985年のプラザ合意以降の円高の進展に伴い、生産拠点としてのアジアへの進出が本格化したと考えられる。すなわち、米国企業は我が国企業に対し5年程度先行してアジアに進出していると考えられる。こうした業歴の差が収益率の差となって現れている可能性がある。
- ③ 進出業種の差： 日系企業と米系企業の収益率の差を、製造業と非製造業とに分けて比較すると、製造業の差は小さい一方で、非製造業は米系企業が日系企業の収益率を大きく上回っている(図3.2.1-3)。すなわち、日系企業と米系企業の収益率の差は、非製造業での収益率の差である。
- ④ マネジメント面の差： 日系企業のトップには、日本人が就任することが多いが、米系企業ではトップに現地国籍者になることが多いとされ、日系企業の現地化は遅れているとされる。こうした経営の現地化の差は、出向者に対する負担、現地市場への反応の差、となって現れていると考えられる。

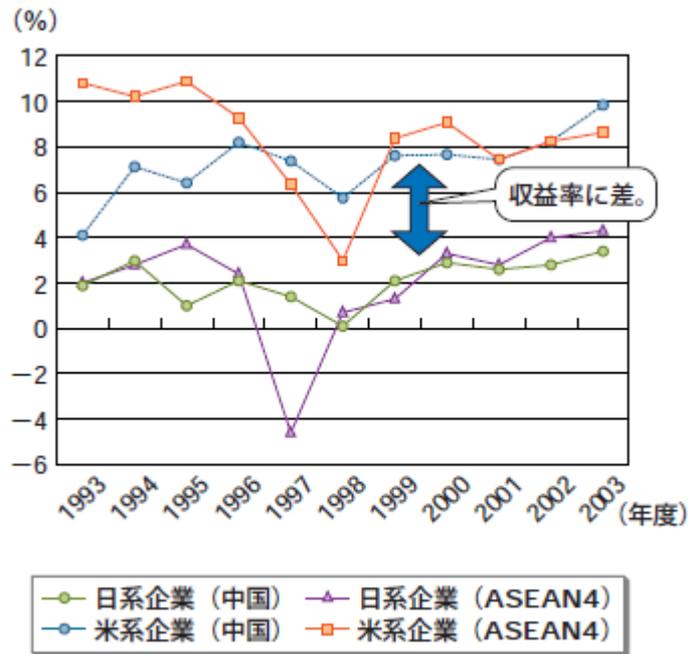


図3.2.1-2 中国とASEAN 4における日系企業と米系企業の収益率
(出典：通商白書2006年版)

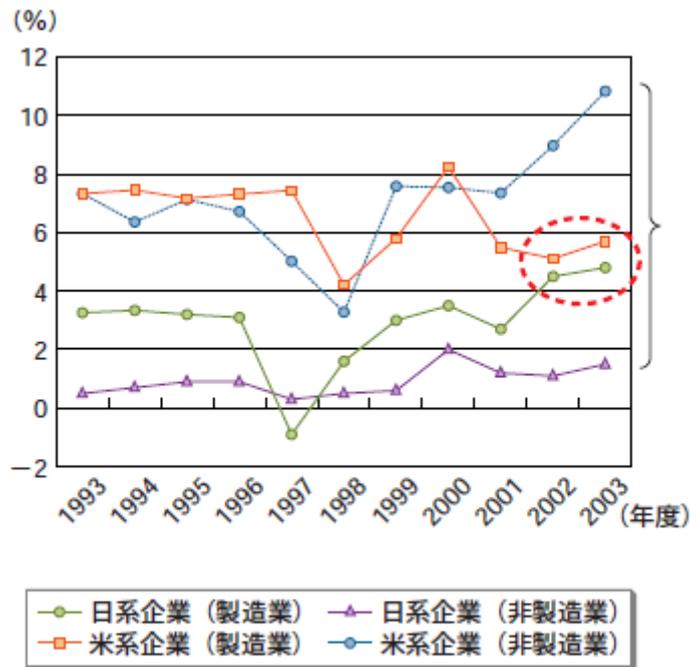
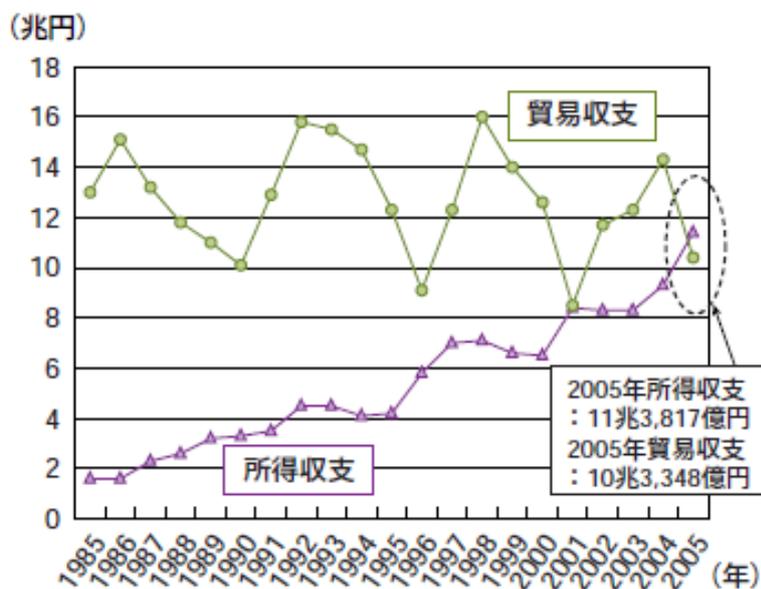


図3.2.1-3 国籍・業種別のアジアにおける収益率の推移
(出典：通商白書2006年版)

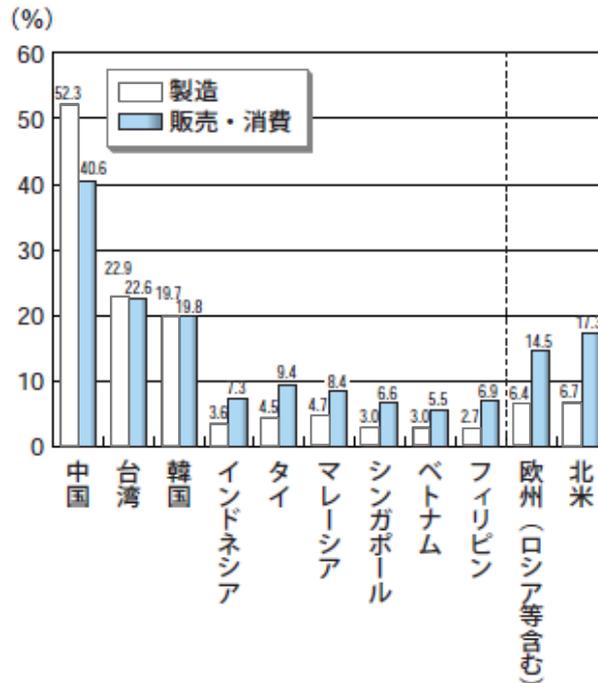
これらの観点から、もともと製造業の投資効率は高くない上に、投資額が増加す

るにつれて、投資効率が低下する困難な状況が見て取れる。また、通商白書2006年版では、我が国の所得収支が貿易収支を抜いたこと（図3.2.1-3）、所得収支が米国や英国を大きく抜いたことが指摘されている。すなわち、我が国は経常収支黒字においても所得収支の役割が大きくなっており、投資による所得の分配によって経常収支を保つようになりつつあるのである。このことは、通商白書では経常収支段階発展説とともに理論的に議論されている。通商白書2006年版では、アジア地域の模造品についても調査を行っている。図3.2.1-4に見るように、中国・台湾・韓国において被害が多いとされている。



(資料) 財務省/日本銀行「国際収支統計」から作成。

図3.2.1-3 日本の貿易収支と所得収支の推移
(出典：通商白書2006年版)

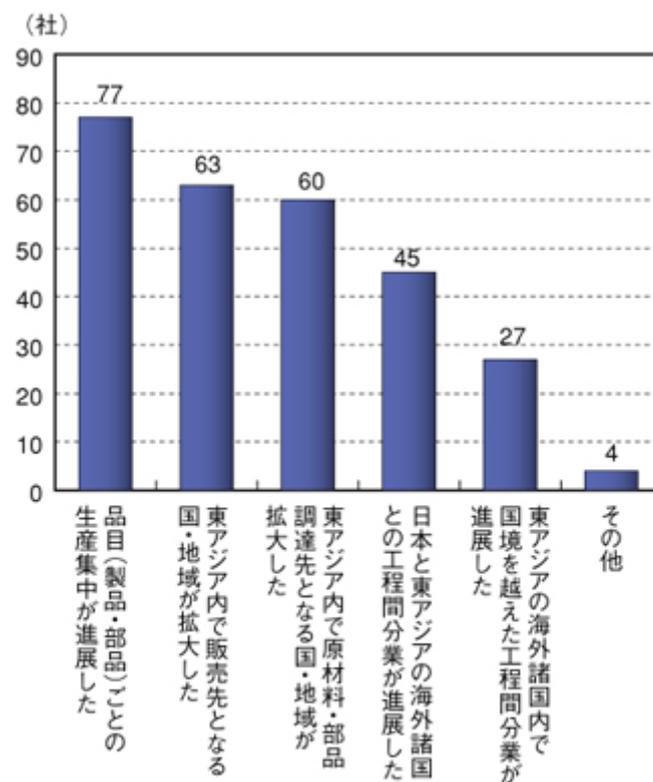


(備考) 1. 調査期間は2004年12月20日～2005年1月31日。アンケート調査。
 2. 複数回答。(%)は全被害社数641社に対する各回答社数の割合。
 3. 日本を含むアジア全体では製造93.1%、販売・消費89.5%。
 (資料) 特許庁(2005a)「2004年度模倣品被害調査報告書」から作成。

図3.2.1-4 模倣品の製造国・地域／販売国・地域
 (出典：通商白書2006年版)

通商白書2007年版「生産性向上と成長に向けた通商戦略—東アジア経済のダイナミズムとサービス産業のグローバル展開」^[3]において、アジアにおける日本の事業ネットワークと通商戦略を考察している。通商白書2006年版と同様に、分析されているアジア諸国はERIA加盟国と台湾、香港である。特にインドに関する記述が増している。

東アジア経済はAFTAなどのEPA/FTAを通じて制度的にも一体化が進みつつあり、域内経済自由化の進展により、東アジアの事業環境が徐々にシームレスになる中で、我が国企業を中心とした東アジア事業ネットワークは高度化するとともに、域内経済に深く根を張っているとされた。図3.2.1-5に我が国製造業の東アジア生産・販売ネットワークの変化を示す。我が国企業が、単独企業内、複数企業間にかかわらず、複数の域内国・地域にまたがる分業体制いわゆる東アジア生産ネットワークを広げつつあることがうかがえる。



(備考) 数値は有効回答366社中「変化なし」と回答した企業を除く173社の内訳。
 (資料) 財団法人産業研究所(2007)「成長を遂げる中国・インド経済の現状分析とサービス産業を含む我が国企業の海外展開に関する調査研究」から作成。

図3.2.1-5 過去3年間における我が国製造業の
 東アジア生産・販売ネットワークの変化
 (出典：通商白書2007年版)

通商白書 2008 年版「新たな市場創造に向けた通商国家日本の挑戦」^[4]において、世界 50 億人の市場に対してアジアに 30 億人の市場が出現したことを述べ、アジアにおける日本の戦略的位置取りと取り組みを考察している。東アジアが高度成長を持続し、世界経済に影響力を強めており、特に製造業の発展は目ざましく、「世界の工場」と呼ばれるようになった。この中で、特筆すべきことは、アジアはアジア域内で部品貿易が多く、製品を欧米に輸出する傾向も指摘されている(図 3.2.1-6)。すなわち我が国が関与するしないにかかわらず、東アジア生産ネットワークが構築されていることが分かる。

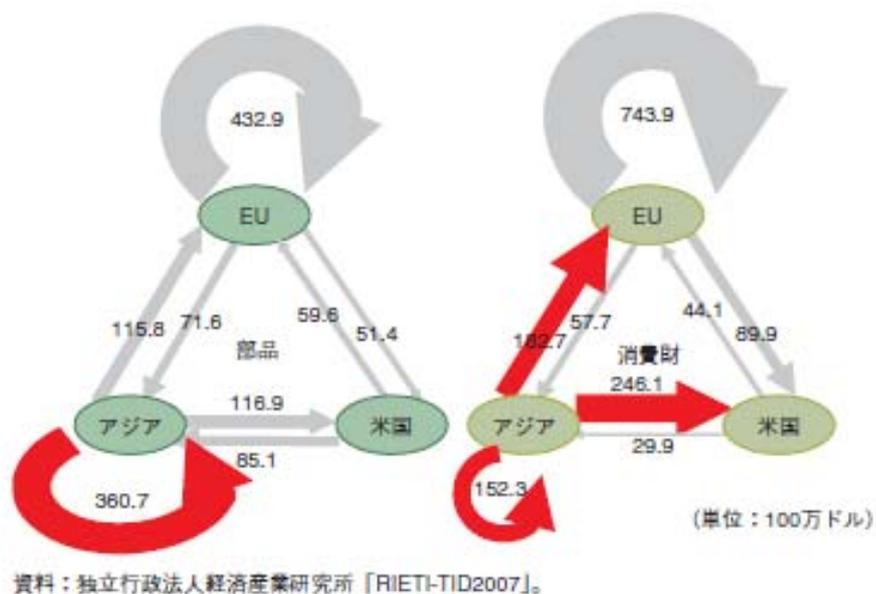


図3.2.1-6 アジア、米国、欧州間の部品、消費財の貿易額（2006年）
（出典：通商白書2008年版）（再掲）

通商白書 2008 年版では、所得収支がさらに伸びていることが指摘されている。我が国は生産人口が減少していく中で、技術立国として我が国で行われた研究開発をアジアに技術移転して、資金回収できるかどうか重要になると考えられる。これには、知的財産権保護、国際標準化（デファクト、デジュール）、ノウハウクロード化など多くの観点を含む。通商白書 2008 年版では、ライセンスなどの知的財産権保護の実態についても調査が行われている（図 3.2.1-7、図 3.2.1-8）。図 3.2.1-7、図 3.2.1-8 によれば、アジアが「世界の工場」となる中で、アジア各国が先進国に支払う特許使用料も拡大しており、我が国のライセンス料も拡大している。しかし、製造業においては、ロイヤリティー・ライセンス料の国際的な支払いの相当部分は 100%子会社への多国籍企業内での技術移転を通じて発生していると考えられることに注意する必要がある。

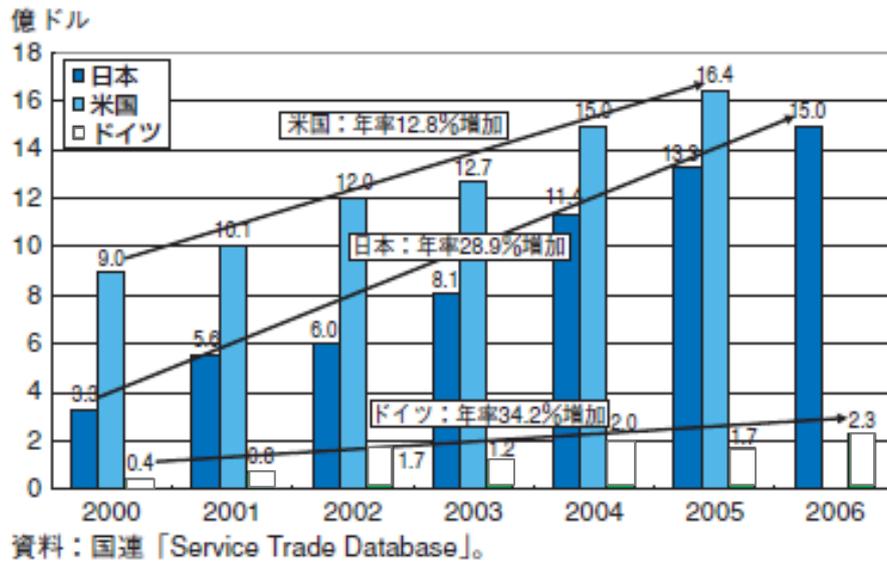


図3.2.1-7 日米独の中国向けロイヤリティー・ライセンス料（輸出額の推移）
（出典：通商白書2008年版）

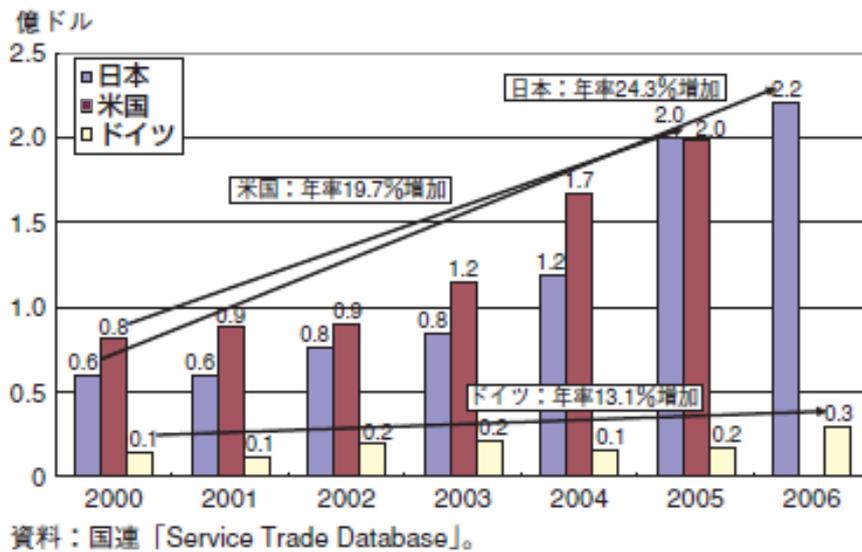


図3.2.1-8 日米独のインド向けロイヤリティー・ライセンス料輸出額の推移
（出典：通商白書2008年版）

通商白書2008年版によれば、アジアによる日本国籍の特許出願件数は中国と韓国が多く、特に中国は増加している。ただし、

- ①国ごとに申請料、審査料、代理人費用、翻訳料等を支払うことによるコスト高
- ②国・地域ごとに手続、運用、判断が異なることによる煩雑さが問題点として指摘されている。

通商白書 2008 年版では、「『地球的課題』に対応する『持続的発展のための市場』の創造」として、気候変動問題、資源問題、食料問題、水問題、貧困問題を分析し、「アジア経済・環境共同体構想」に言及し、環境・エネルギー・資源・物流などの政策の調和と高度化を推進していくことが提唱されている。

以上の調査・分析から、次のように考えられる。東アジアが世界の工場としてまた市場として発展していく中で、東アジアの生産ネットワークが構築され深化しつつある。これをさらに発展させ、地球的課題も考慮しながら東アジアの持続的発展を目指すためには、アジア域内で一体化した政策とそれに関係する技術協力プログラムが必要と考えられる。これまでの調査・分析においては、主にいわゆる経済的観点からなされており、技術協力の面からアジアに拠点を持つ企業の意識調査が必要と考えられる。

そこで、関連する企業意識調査を行ったので、次節で報告する。

3.2.2 製造業投資の現状調査

以上、これまで通商白書では、製造業やサービス業など我が国のアジア加盟国への投資の現状について、様々な角度から調査・考察を行っている。また、ここでは詳細は割愛するが、JETRO^{[5]・[9]}においても現地企業へのアンケート調査などを通じて我が国企業特に製造業に関してのアジア加盟国への投資の現状について、継続的に調査を行っている。

本節では、我が国ものづくり企業に限定するとともに、過去の調査ではやや不十分と思われる東アジアへの「技術移転」、「研究協力」について、アンケートによる現状調査を行ったので報告する。ただし、過去のデータとのサンプルや調査時期の違いを把握するため、製造業における主たる投資である「現地化」についても調査することとした。従って、調査対象国は、前節で参照した通商白書と合わせるため、ERIA 加盟国と台湾、香港とした。

本調査では、技術移転、研究協力における問題点と我が国および相手国政府への期待を調べ、国による違いなどを分析することを目的とする。技術移転と研究協力については、我が国が今後アジア諸国から期待される技術分野としてまた我が国の戦略的分野として特に環境技術分野について詳しく調べた。

1) 調査アンケート

東アジアに進出している日本製造業の動向を把握するため、我が国の200社の企業にアンケート用紙配布による調査とインターネットモニタによる調査を行った。2種類の調査方法を用いたのは、それぞれに特徴があるからである。調査対象の違いを表5.2-1に示す。調査結果の考察においては、信頼度が高いと考えられる「企

業配布アンケート」を主として用い、「インターネットモニタアンケート」を補足として用いている。アンケートは2008年10月に行った。

表3.2.2-1 調査対象
((財) 製造科学技術センター作成)

	企業調査	インターネットモニタ調査
有効回答数	70	104
会社規模	上場、大企業	限定なし
記名・無記名	記名	無記名
回答者	限定なし	東アジアに赴任経験あり
業種	(財) 製造科学技術センター 会員を中心に機械産業が主	限定なし
対象国	複数可	一国
回答内容	事業部の考え方	個人経験・意見

調査項目は、大きく5つに分かれる。回答企業（回答者）の「デモグラフィックス」、「現地化の現状と考え方」、「技術移転の現状と考え方」、「研究協力の現状と考え方」、「我が国政府への要望」である。技術移転、研究協力については、本調査研究の主旨を踏まえて「環境技術」を詳しく質問して考察を行っている。実際、動向調査のアンケート表には、アンケートの目的として、「日本政府の提唱する「アジア経済・環境共同体」構想ならびに東アジア首脳会議で設立合意がなされた東アジア・ASEAN経済研究センター（ERIA）を通じて、日本とアジア諸国との環境技術協力の可能性についての調査を行うとともに我が国政府や相手政府に対する要望をお伺いすることを目的としております」と明記されている。「技術移転の現状と考え方」、「研究協力の現状と考え方」、「我が国政府への要望」については、自由記述欄を設けて生の声を収集した。

アンケート内容については、JETROで実施されている海外現地企業調査^{[5]-[9]}を参考にした。業種分類などデモグラフィックスに関する質問では、できるだけJETROの調査とあわせることによって、企業担当者の負担を軽減するように努めた。一方、JETRO調査では現地企業の立場で回答するよう要請しているが、本調査では技術移転の考え方など企業の戦略を問う質問が多いため、本社の立場で回答するよう要請している。現地化に関する質問においては、通商白書^{[1]-[3]}の議論を参考にして質問項目を作成した。現地化の定義は多々考えられるが、本調査では機械産業を中心としたものづくり企業が対象であり、現地化は現地生産の意味を持つと考える。なお、企業アンケート内容の詳細については、付録に記載した。インター

ネットモニタアンケートは、企業アンケートとほぼ類似のため、割愛した。

2) 企業調査方法

対象企業は、財団法人製造科学技術センターの会員企業を中心とした製造業に携わる企業である。業種として、食品・農水産加工品、繊維（紡績・織物・化学繊維）、衣服・繊維製品、木材・木製品 家具・インテリア製品、紙・パルプ、建設、化学製品 石油製品、プラスチック製品、医薬品 ゴム製品 窯業・土石、鉄鋼（鋳鍛造品を含む）、非鉄金属、金属製品（メッキ加工）、一般機械（金型・機械工具を含む）、電気機械・電子機器、電気・電子部品、輸送用機器、輸送用機器部品、精密機械を含んでいる。会員企業には電機、自動車、工作機械などいわゆる機械産業に属するグローバル企業が多いという特徴がある。この特性を維持したままデータを増やす目的で、上場企業リストから売り上げ上位企業を、会員企業の割合を考慮して抽出し、アンケートを送付した。従って、調査対象は会員企業75社とその他上場企業125社の計200社である。

東アジアをERIA加盟国に香港と台湾を加えて、中国、韓国、香港、台湾、ASEAN、インド、オーストラリア、ニュージーランドと定義した。香港と台湾を加えた理由は、各国特性を把握する上で参考になると考えたためである。一つの企業が複数の業種で複数の製品に関して複数の国へ投資しているため、個別に答えるには回答者の負荷が大きい。このためアンケートでは、業種が事業部ごとに分かれていることが多いことを勘案して、事業部ごとに答えてもらう形とした。環境技術など事業部ごとに複数の技術を移転している場合は、複数回答可とした。一方、国については同様の技術を複数国に展開することが考えられるため、一つの設問に複数回答可とした。

企業戦略などに関する質問では答えにくいことが予想されるため、「回答できない」という設問を加えた。「回答できない」と答えるケースとして、

- ①機密上答えられない。
- ②自分は回答する立場にない。
- ③社内情報の収集が必要ですぐには答えられない
- ④質問理解の誤りあるいは質問があいまい

などの理由が考えられる。

有効回答数は、70票であった。「現地法人の所在国・地域」を図3.2.2-1に示す。

事業部で複数の現地法人を有する場合があります。回答数は、中国 62、韓国 20、台湾 29、香港 17、マレーシア 29、シンガポール 31、インドネシア 29、タイ 47、フィリピン 19、ベトナム 22、インド 27、オーストラリア 14、ニュージーランド 5であった。すなわち、中国とタイが多いことがわかる。「事業部の事業分野」を

図 3.2.2-2 に示す。

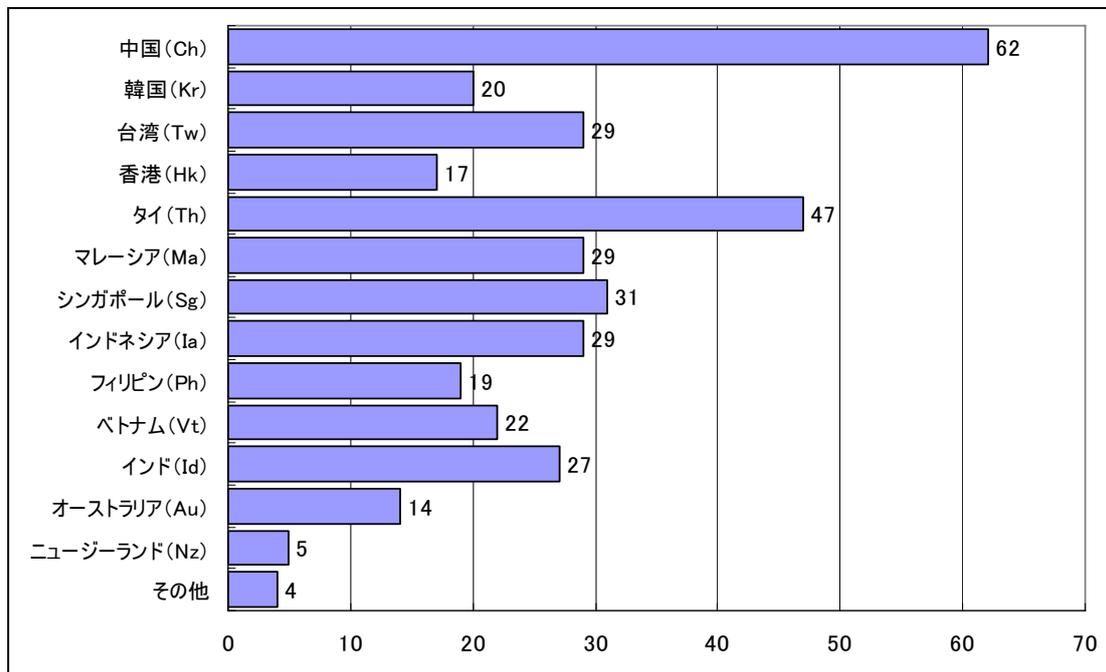


図 3.2.2-1 現地法人の所在国・地域
((財) 製造科学技術センター作成)

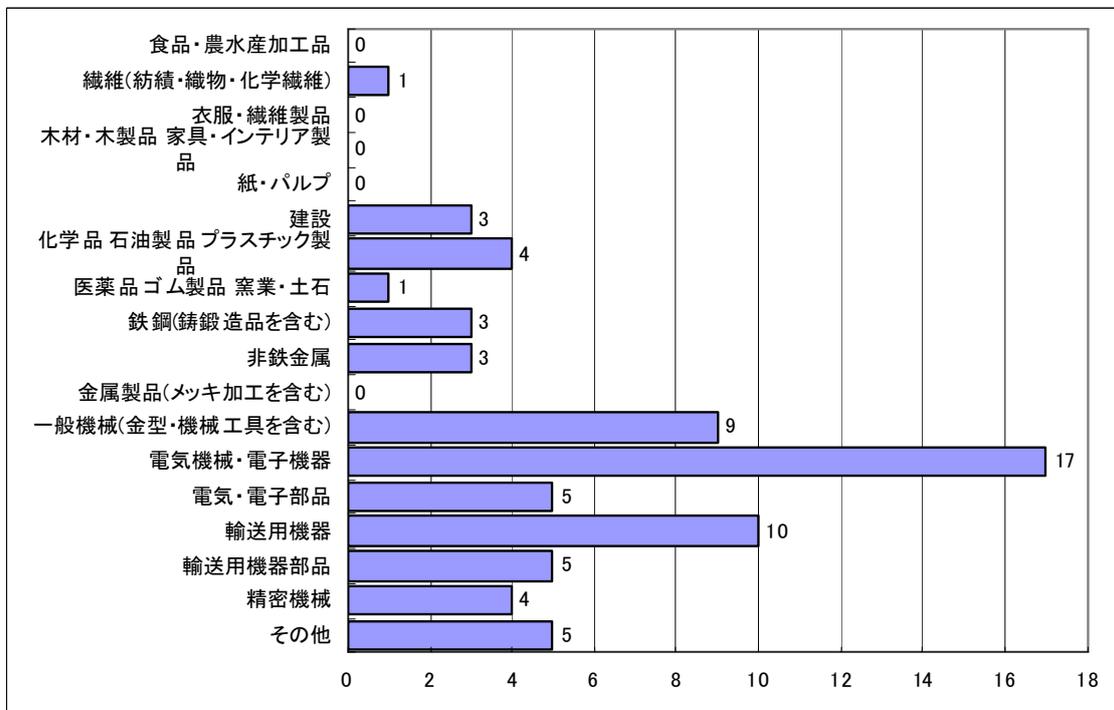


図 3.2.2-2 事業部の主たる事業分野
((財) 製造科学技術センター作成)

事業分野は電気機械・電子機器、輸送機器、一般機械が多いことがわかる。

図 3.2.2-3 に国ごとの業種を示す。中国、韓国、台湾、タイ、マレーシア、シンガポール、インドネシア、インドは電気機器・電子機器が最も多く、フィリピンとベトナムは輸送用機器が最も多い。オーストラリアとニュージーランドは一般機械が最も多いという特徴がある。

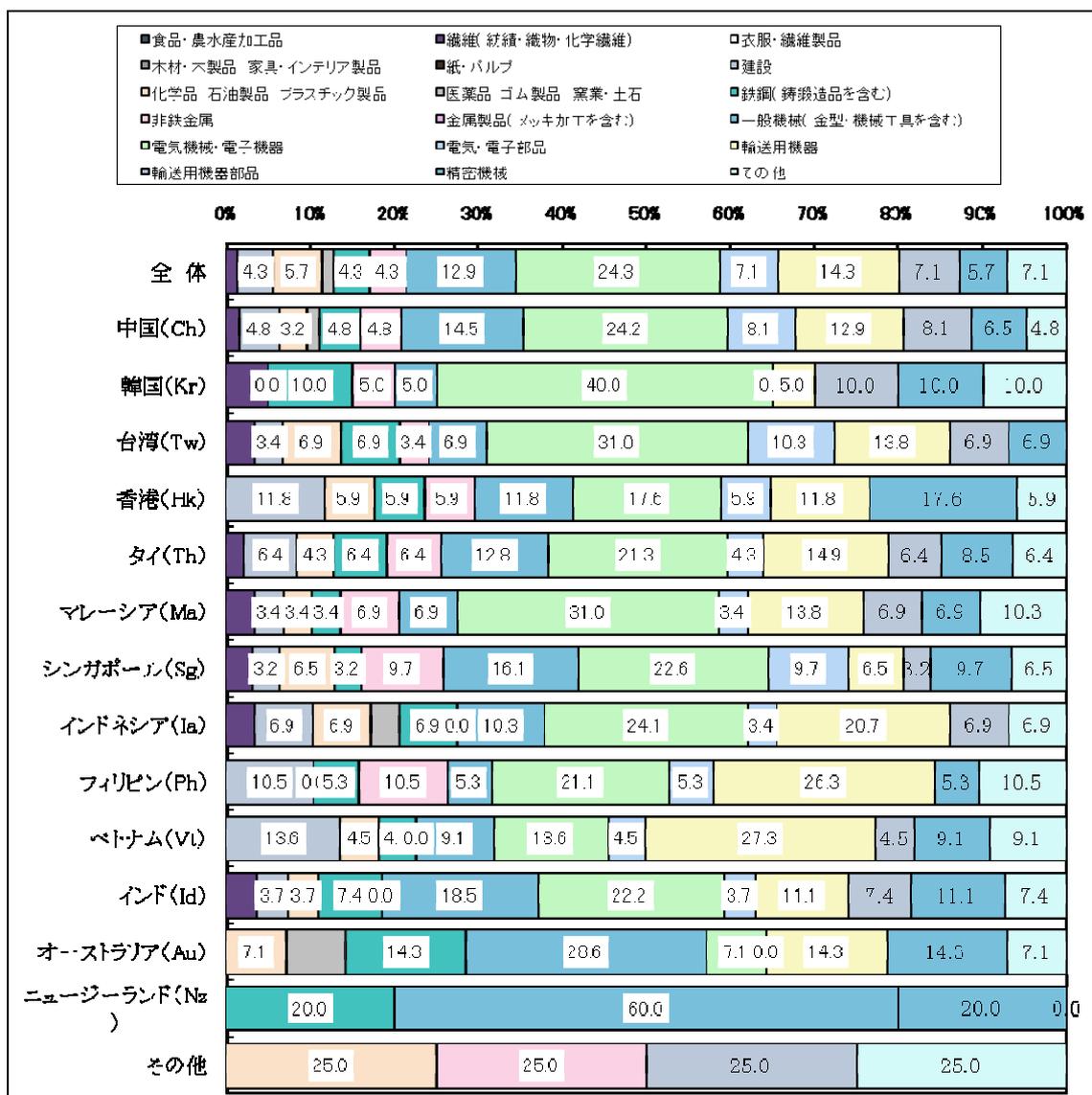


図 3.2.2-3 回答者の国ごとの主たる事業分野
(財) 製造科学技術センター作成

図 3.2.2-4 に業務相手先を示す。BtoB が 53 社、BtoC が 16 社。官公庁向けが 0。比較的 BtoB が多く BtoC が少ないことがわかる。また、最終ユーザーあるいは資金拠出元が官公庁ということはあると思うが、この調査では回答は 0 であり、

質問が適切でなかった可能性がある。電気機械・電子機器は 11 件が BtoB、6 件が BtoC。重電と家電は業務形態が異なるが、本調査では電気機械・電子機器なる一つの業種にまとめられていることに注意する必要がある。環境技術移転調査では、BtoBの方がよりふさわしいと考えられるため、企業内で BtoB の事業部が回答者には選ばれる可能性が高いことが予想される。

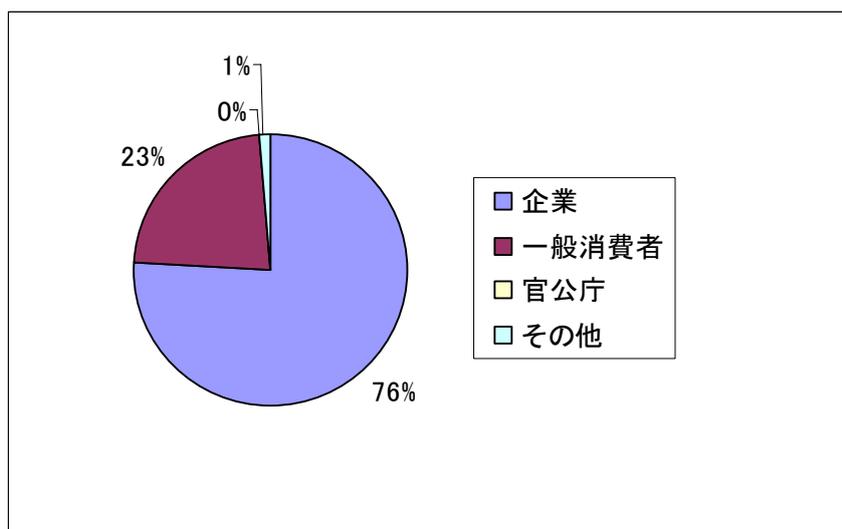


図 3.2.2-4 業態（業務相手先）について
（(財) 製造科学技術センター作成）

3) インターネットモニタ調査

企業配布アンケートだけでは次の点で不十分な点があると考えられる。

- ・ 一つの設問に複数回答可としたため、データ処理する際に解釈が難しい場合がある。
- ・ 会員の声に配慮して「回答できない」という設問を加えたため、質問項目によっては「回答できない」という回答が多くなりすぎて分析が難しくなる場合がある。
- ・ 製造科学技術センター会員へのアンケートを基本にしているため、機械産業に属する企業の以外の回答数が少なくなる場合がある。
- ・ 中小企業が含まれない。

そこで、アジア地域で「ものづくり」に関わる業態（製造業、物流、プラントエンジニアリング、建設業等）に関わる赴任経験のあるモニタを対象にしたインターネットモニタ調査を行った。予算上の都合から、有効回答数 104 までの回答サンプル数を得た。「赴任経験のある国・地域」の回答結果を図 3.2.2-5 に「事業部の主たる事業分野」の回答結果を図 3.2.2-6 に示す。

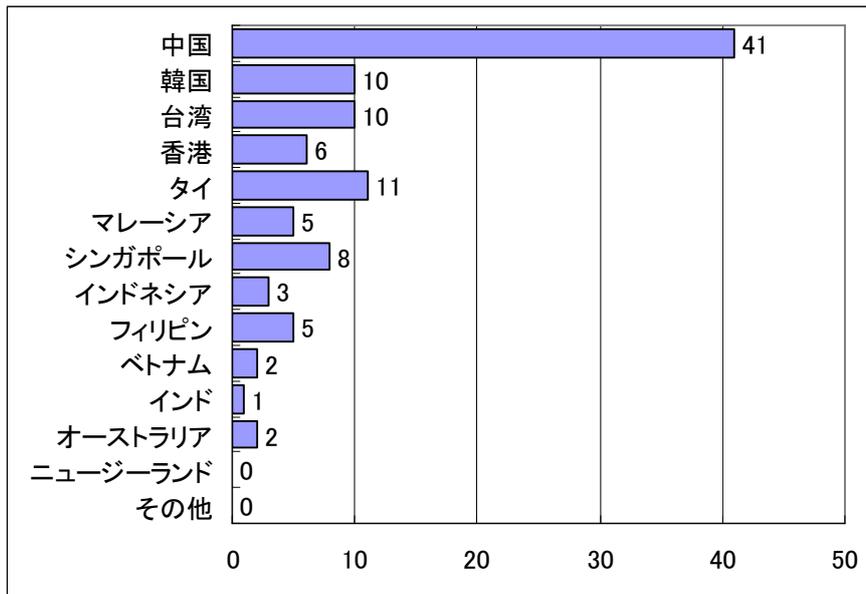


図 3.2.2-5 赴任経験のある国・地域
((財) 製造科学技術センター作成)

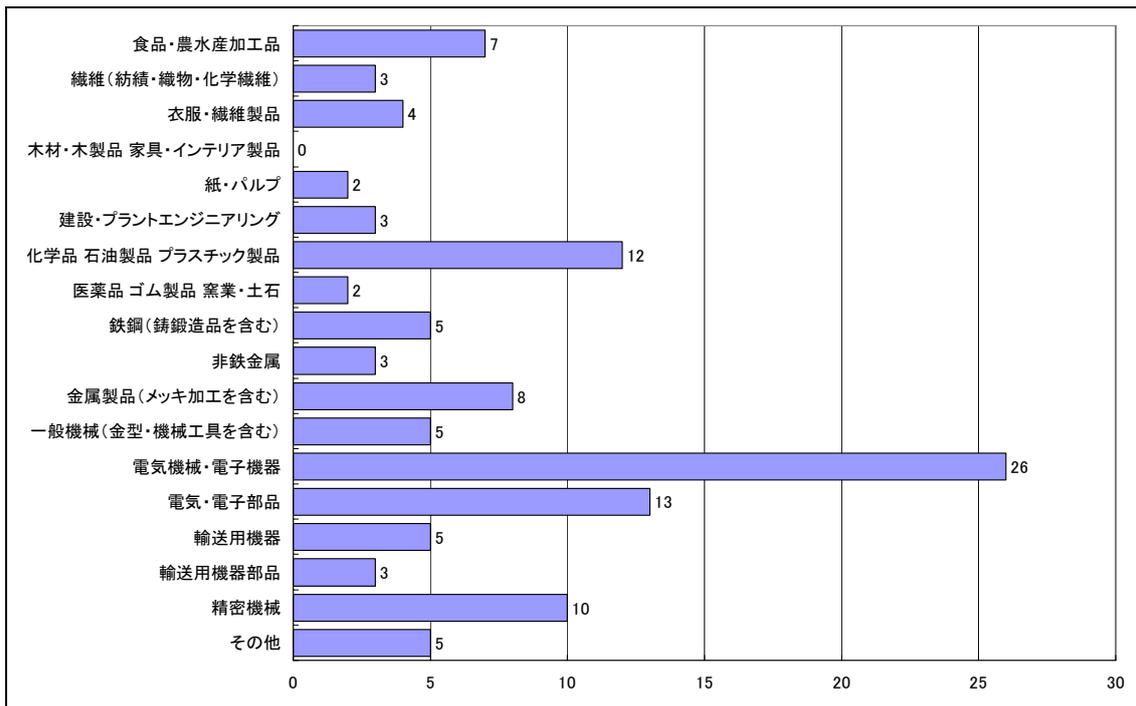


図 3.2.2-6 事業部の主たる事業分野
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.2-5 によれば、企業調査と比べて中国に偏っている。図 3.2.2-6 によれば、業種は機械産業だけでなく食品、衣類などもありバランスが取れていると考えられる。

3.2.3 現地化の現状と考え方

以下、原則として企業調査結果だけを示し、インターネットモニタ調査結果は自由記述を中心に報告する。企業調査においても業種においてサンプル数が少ないため、国による違いを中心に報告する。

1) 現地化の主たる目的

「現地化の主たる目的」の回答結果を図 3.2.3-1 に示す。図 3.2.3-1 によれば、「現地化の主たる目的」の第 1 位は「進出国市場での売上増加」であり、第 2 位は「人件費の削減」である。総じて、「売り上げ増加」と「コスト削減」がともに大きな目的と考えられる。

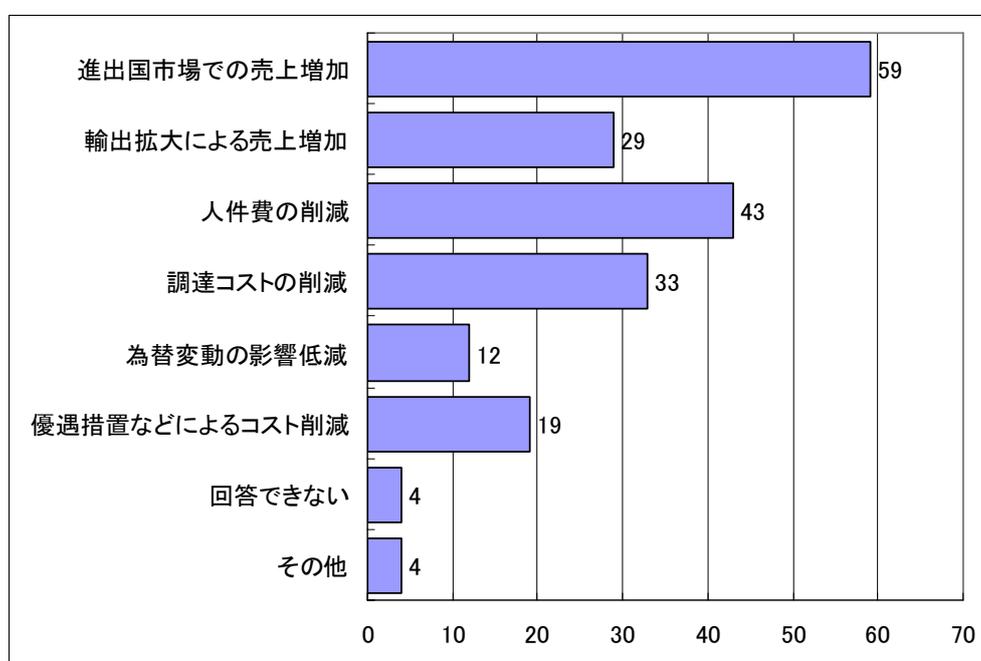


図 3.2.3-1 現地化の目的
(財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.3-2 で示すように、国による大きな違いは見られない。業種においては、図 3.2.3-3 で示すように、建設業、医薬品、工業製品では違いがみられる。ただし、建設業、医薬品業界のサンプル数が少ないため、注意する必要がある。電気機械・電子機器業界では、わずかであるが「人件費削減」が「進出国市場での売上増加」を上回っている。電気機械・電子機器業界では、モジュラー型製品を含むため、このような結果が出た可能性がある。

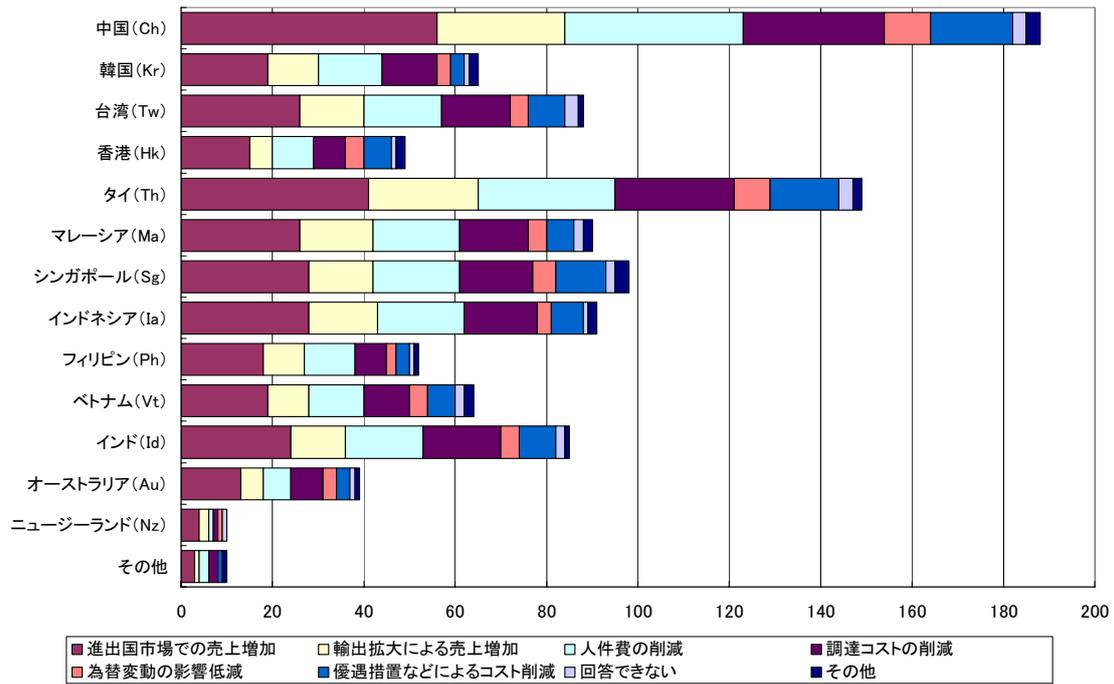


図 3.2.3-2 国別現地化の目的
((財) 製造科学技術センター作成)

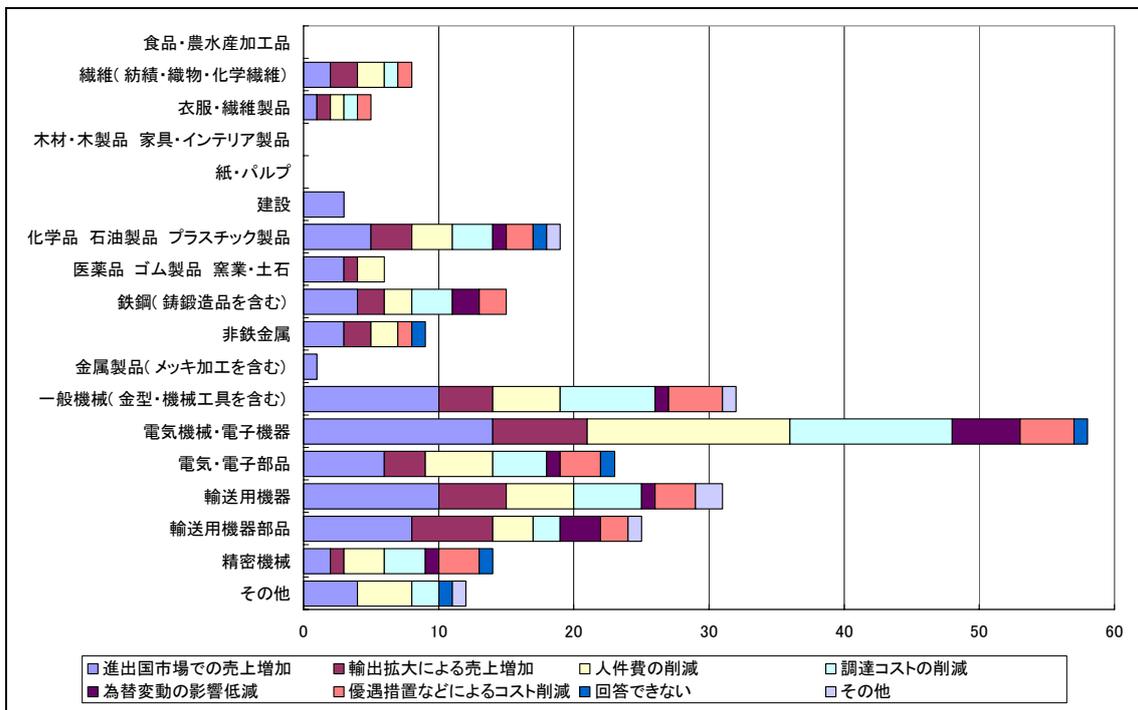


図 3.2.3-3 業種別現地化の目的
((財) 製造科学技術センター作成)

2) 現地化の充足度

「現地化の目的に対する充足度」の回答結果を図 3.2.3-4 に示す。「満足」が一番多く 49 件、「どちらでもない」が 2 番目であり、この上位 2 項目で 72%となっている。「不満」「大いに不満」あるいは「回答できない」は 14%であり、総じて満足していると考えられる。「国別の現地化の目的に対する充足度」の回答結果を図 3.2.3-5 に、「業種別の現地化の目的に対する充足度」の回答結果を図 3.2.3-6 に示す。

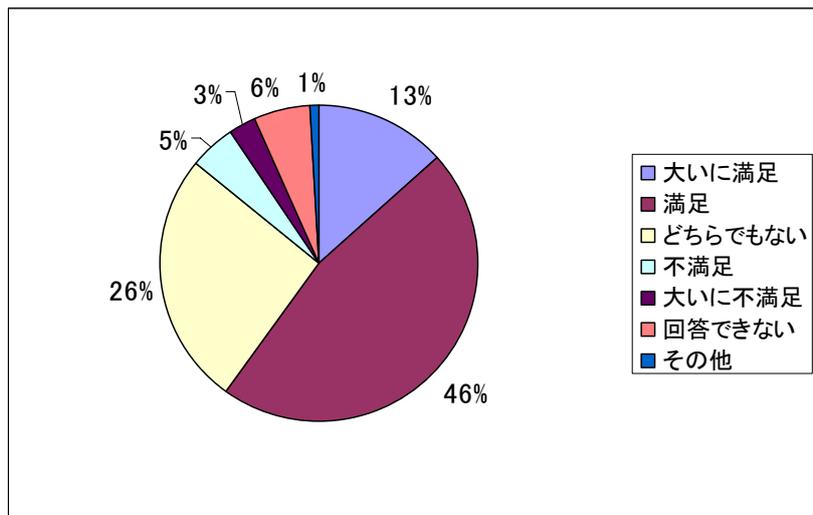


図 3.2.3-4 現地化の充足度について
((財) 製造科学技術センター作成)

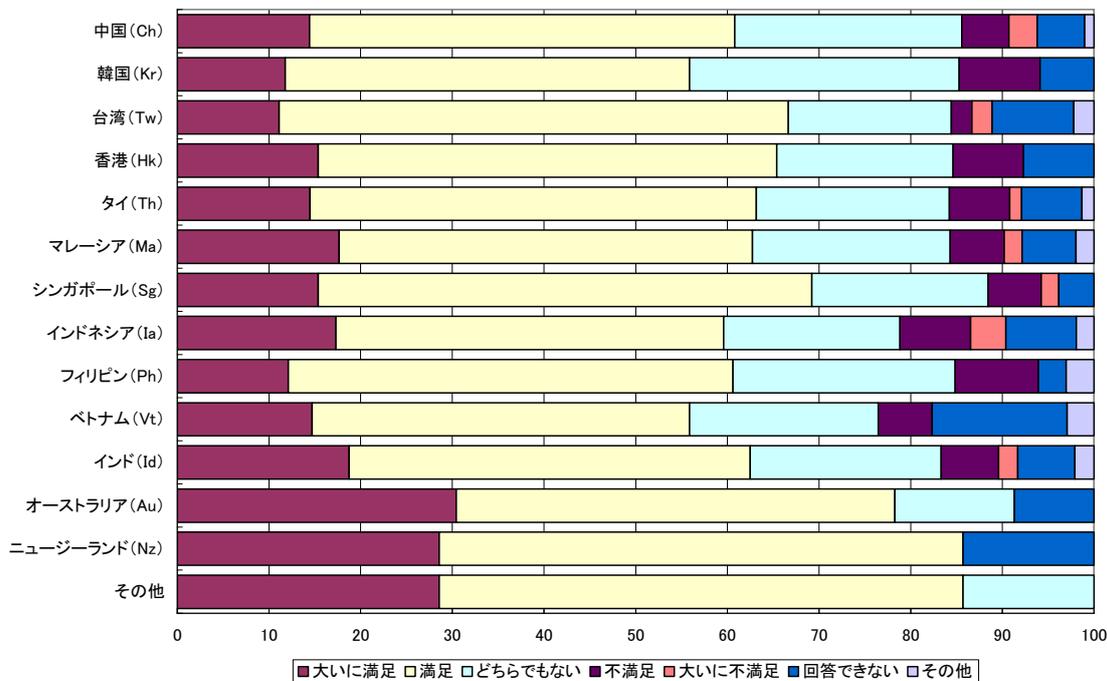


図 3.2.3-5 国別現地化の満足度
((財) 製造科学技術センター作成)

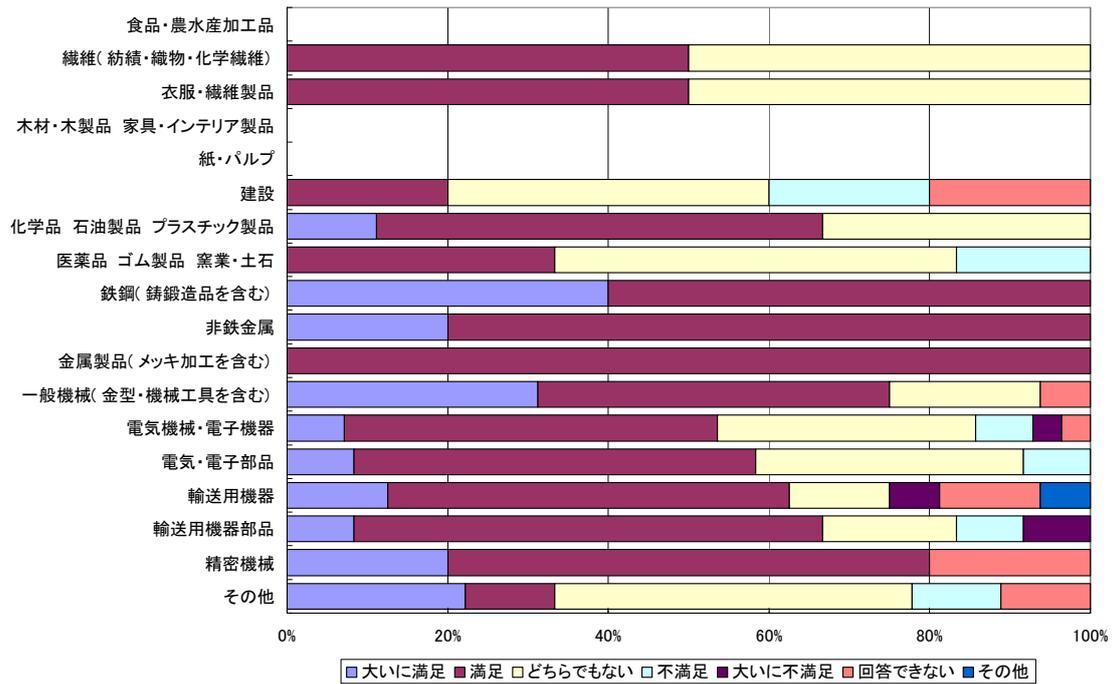


図 3.2.3-6 業種別現地化の満足度
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.3-5 によれば、国による顕著な差は見られない。

3) 現地化の問題点

図 3.2.3-7 に「現地化の問題点」についての回答結果を示す。

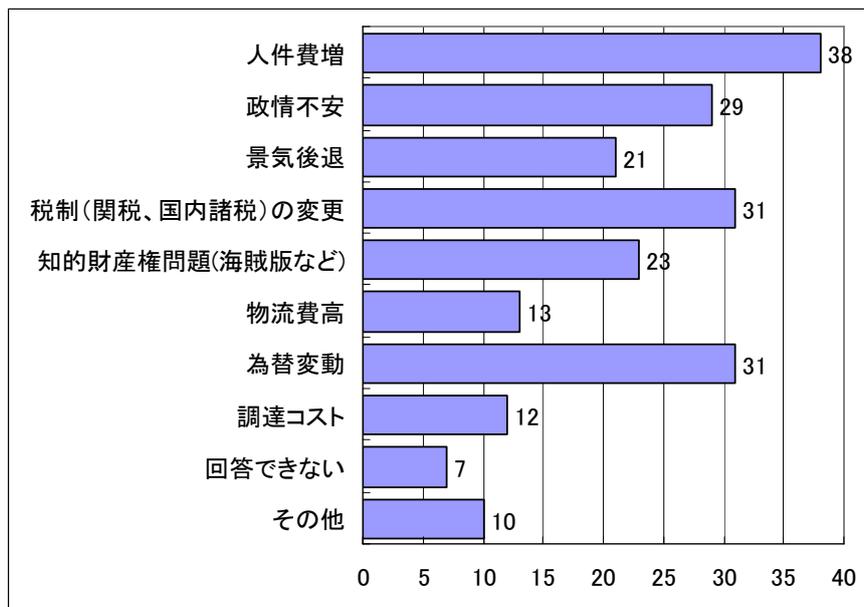


図 3.2.3-7 現地化の問題点について
((財) 製造科学技術センター作成)

「人件費増」が最も多いが、為替変動、税制変更、政情不安、知的財産権問題など多くの種類の問題があることがわかる。知的財産の問題は選択し設問では件数上多くはないが、後述するように自由記述では多いという特徴がある。件数は少ないが深刻である可能性がある。

図 3.2.3-8 に「国別現地化の問題点」を示す。どの国も満遍なく様々な問題点を含んでいることがわかる。アジアには、NIEs、ASEAN 4、CLMV、中国、インド、オーストラリアなど人口・経済規模・政治体制において多様性があるが、図 3.2.3-8 を見る限り、「国別現地化の問題点」に関して顕著な差は見られない。アジアは、ヨーロッパ共同体に比べて人口・経済規模・政治体制などが異なり一様ではないことが指摘されることが多い^{[1]-[3]}。各国ごとにビジネス上の問題は多様と考えられるが、政策に関係するようなマクロ的選択式設問では、問題点に大きな差はないと考えられる。これは、アジアはその関係を一体化・深化させていること、我が国製造業にとってできるだけ共通のものづくりを指向する考えが根底にあることも関係していると思われる

アンケートを取った時期である 2008 年 10 月は、稀に見る世界的経済混乱が起こったときであり、図 3.2.3-8 で見る限り景気後退の影響が顕著には現れていないことに注意する必要がある。また、11 月末にタイにおいてはデモ隊による空港閉鎖、インドではムンバイの爆弾テロが発生するなど政情不安が現実のものとなったことに注意が必要である。図 3.2.3-9 に「業種別現地化の問題点」を示す。

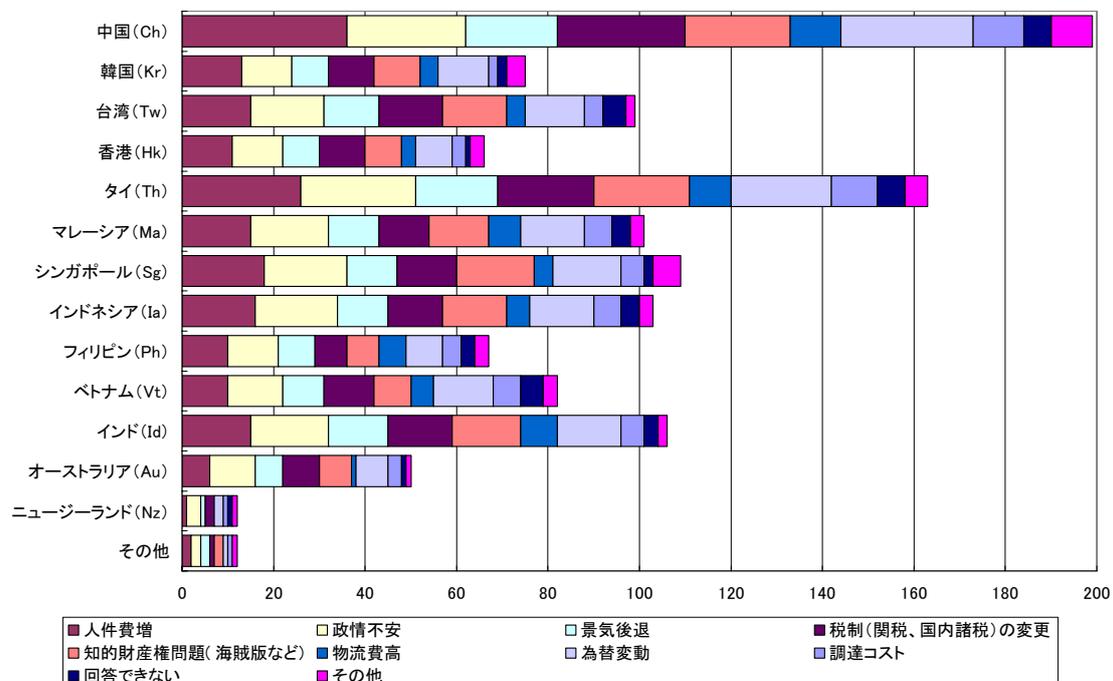


図 3.2.3-8 国別現地化の問題点
(財) 製造科学技術センター作成

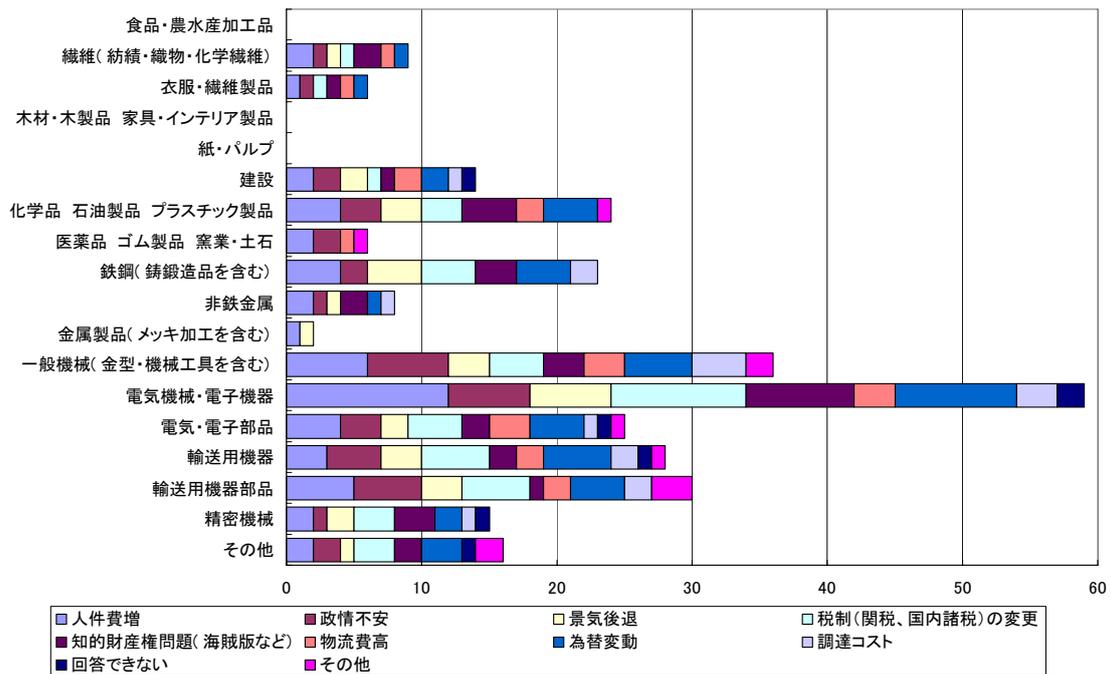


図 3.2.3-9 業種別現地化の問題点
((財) 製造科学技術センター作成)

4) 現地化の問題点の改善度合い

図 3.2.3-10 に「現地化の問題点の改善度合い」についての回答結果を示す。

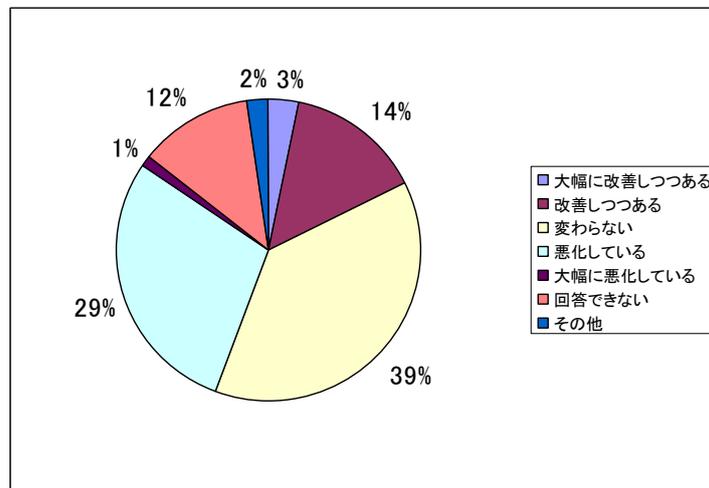


図 3.2.3-10 現地化の問題点の改善度合い
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.3-10 によれば、現地化の問題点の改善度合いは、第 1 位は「変わらない」で第 2 位は「悪化している」であり、東アジアのビジネス環境は悪化しているよう

である。理由として、人件費増によるコスト削減効果の減少や政情不安の拡大が考えられる。図 3.2.3-11 に国別の現地化の問題点の改善度合いを、図 3.2.3-12 に業種別の現地化の問題点の改善度合いを示す。図 3.2.3-11 によれば、すべての国で第 1 位は「変わらない」であり、国別の顕著な差は見られない。

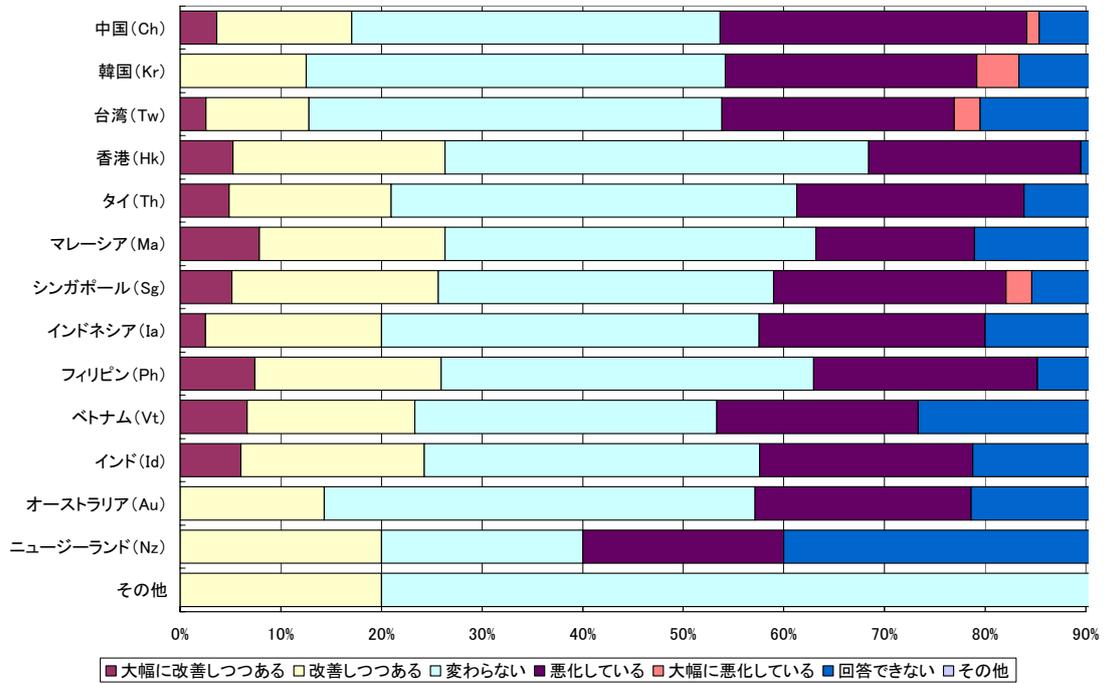


図 3.2.3-11 国別現地化の問題点の改善度合い
((財) 製造科学技術センター作成)

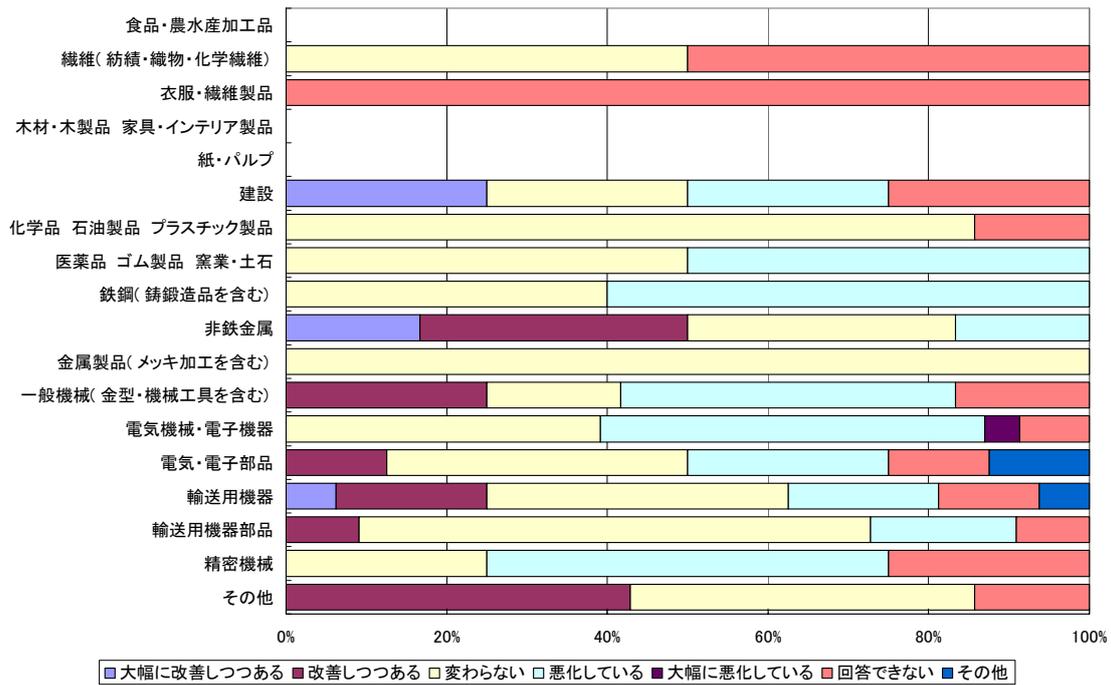


図 3.2.3-12 業種別現地化の問題点の改善度合い
((財) 製造科学技術センター作成)

3.2.4 技術移転の現状と考え方

1) 技術移転の形態

図 3.2.4-1 に「技術移転の形態」について、図 3.2.4-2 にその質問に関する国による違いの回答結果を示す。

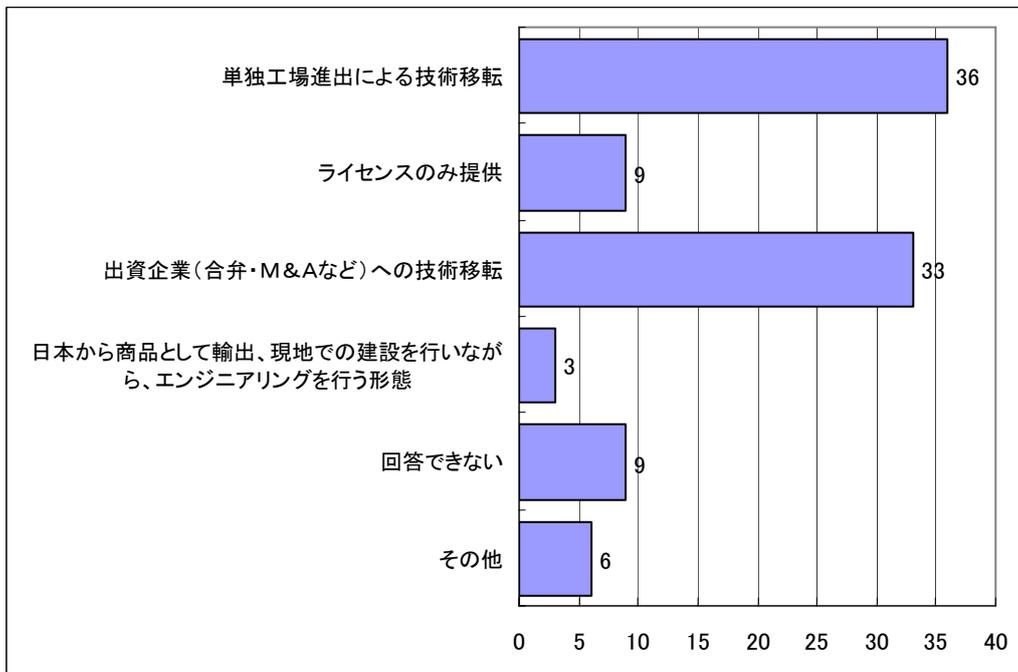


図 3.2.4-1 技術移転の形態
((財) 製造科学技術センター作成)

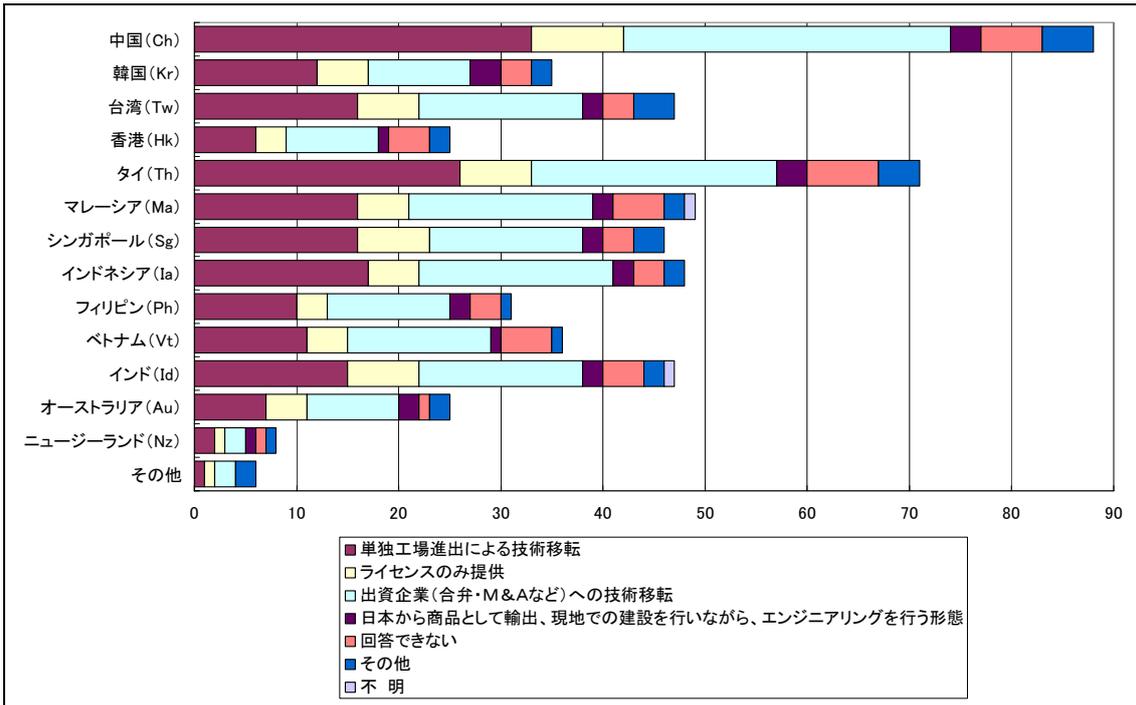


図 3.2.4-2 国別技術移転の形態
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.4-1 によれば、「単独工場進出による技術移転」と「出資企業（合併・M&A など）への技術移転」がほぼ同数。エンジニアリングを行う形態が少ない。建設業界やプラント業界のサンプル数が少ないためと考えられる。図 3.2.4-2 によると、国による違いはほとんどない。

2) 技術移転の充足度

図 3.2.4-3 に「技術移転の充足度」について、図 3.2.4-4 に「技術移転の充足度」についての回答結果を示す。

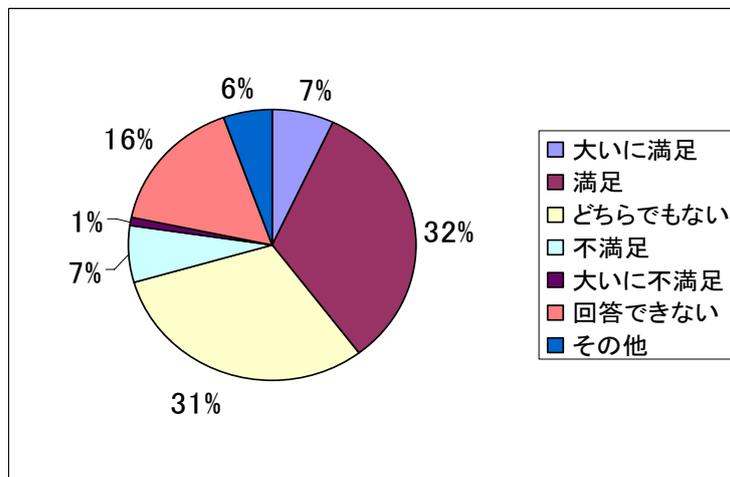


図 3.2.4-3 技術移転の充足度
((財) 製造科学技術センター作成)

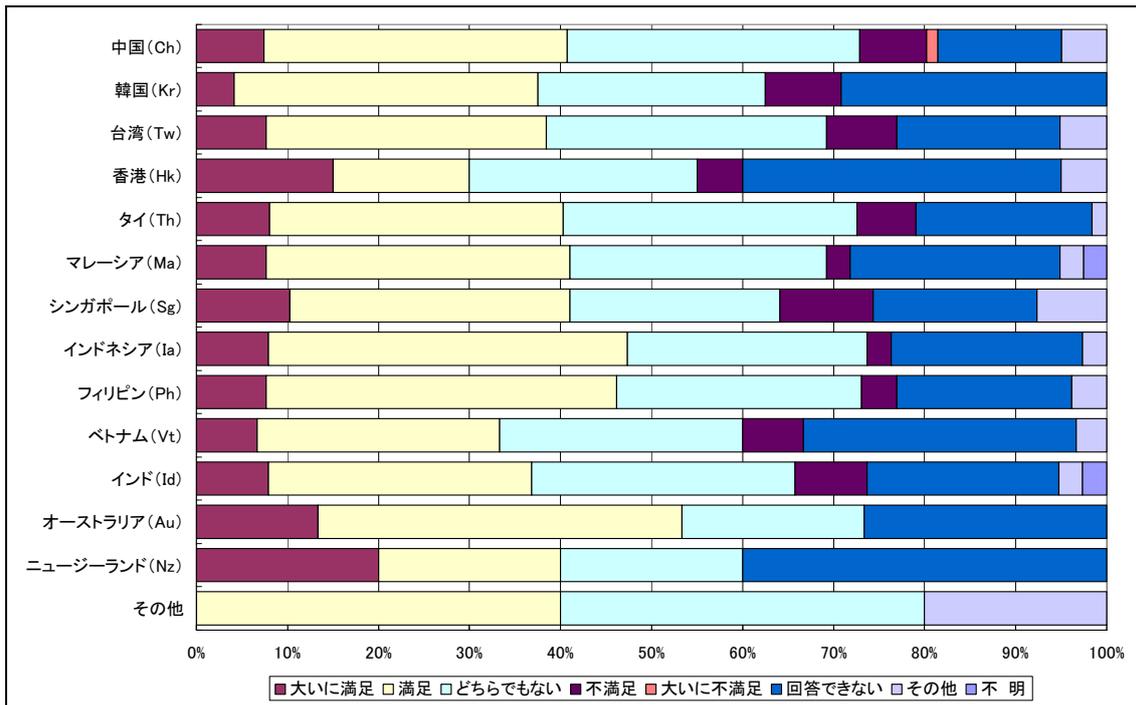


図 3.2.4-4 国別技術移転の充足度
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.4-3 によれば、「満足」が「どちらでもない」をやや上回り、「不満足」は 10%。「回答できない」が 20%あるが、「回答者には会社としての判断がしにくい」ためと思われる。

3) 技術移転の問題点

図 3.2.4-5 に「技術移転の問題点」についての回答結果を示す。図 3.2.4-5 によれば、「教育した人材の流出」と「ノウハウの流出」がサンプル数のほぼ 50%であり、2社に1社が問題視している。図 3.2.4-6 に示すように、「教育した人材の流出」が問題点の第1位となっている国が多いが、「ノウハウの流出」について、オーストラリア、韓国、シンガポールという他のアジア諸国より比較的技術の進んだ国で第1位である。「人材流出」しなくても「ノウハウの流出」があるということは、機密漏洩の可能性が示唆されるため、詳細な調査が望まれる。

なお、本質問には「知的財産保護による問題」を含んでいないことに注意する必要がある。この点は、後述の自由記述質問で指摘されている。

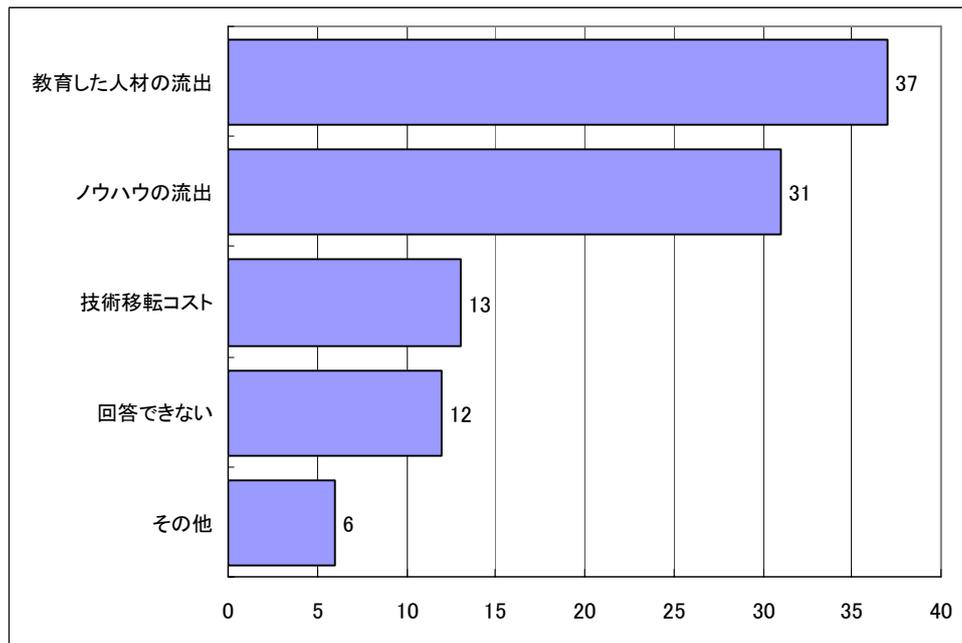


図 3.2.4-5 技術移転の問題点について
((財) 製造科学技術センター作成)

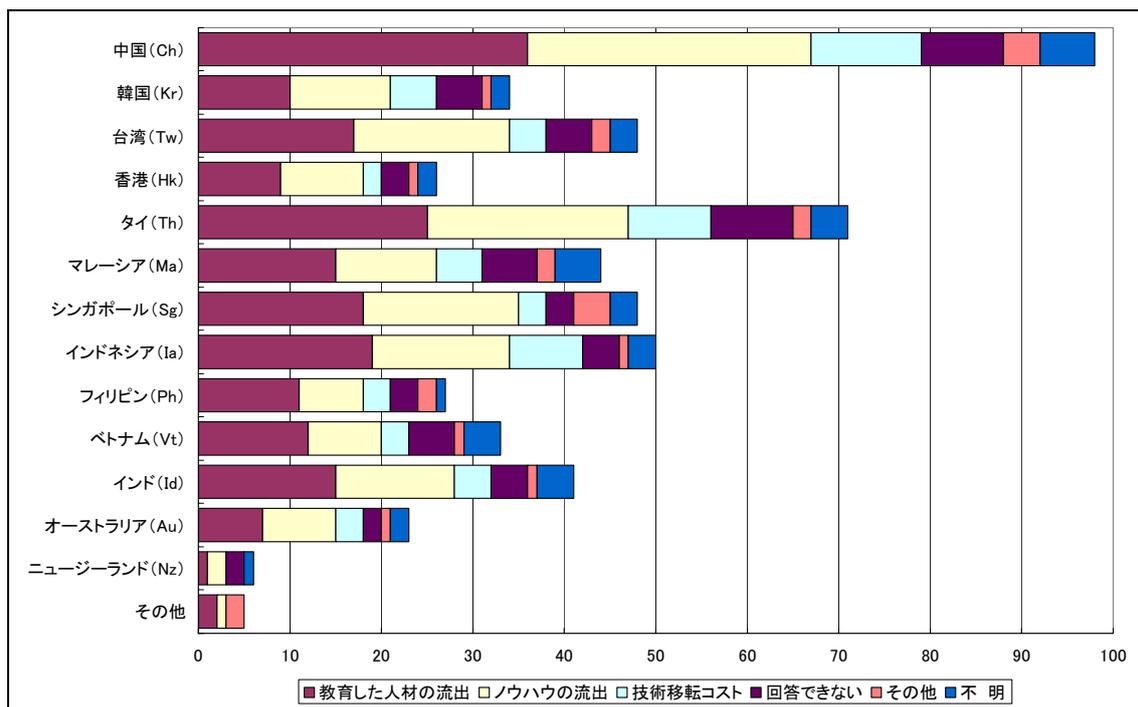


図 3.2.4-6 国別の技術移転問題点について
((財) 製造科学技術センター作成)

4) 技術移転の問題点の改善度合い

図 3.2.4-7 に「技術移転の問題点の改善度合い」についての回答結果を示す。図 3.2.4-7 によれば、「変わらない」(43%)が第1位で、「回答できない」(27%)

がそれに続く。「改善している」との回答は 15%に過ぎない。技術移転の主な問題点は、教育した人材の移転も含めた「ノウハウ流出」であり、容易に解決策が見出せない問題と言えよう。図 3.2.4-8 に「国別の技術移転の問題点改善度合い」についての回答結果を示す。

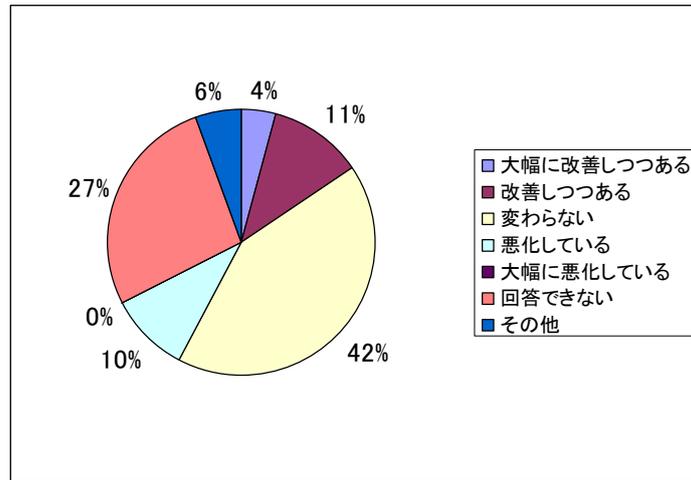


図 3.2.4-7 技術移転の問題点の改善度合い
((財) 製造科学技術センター作成)

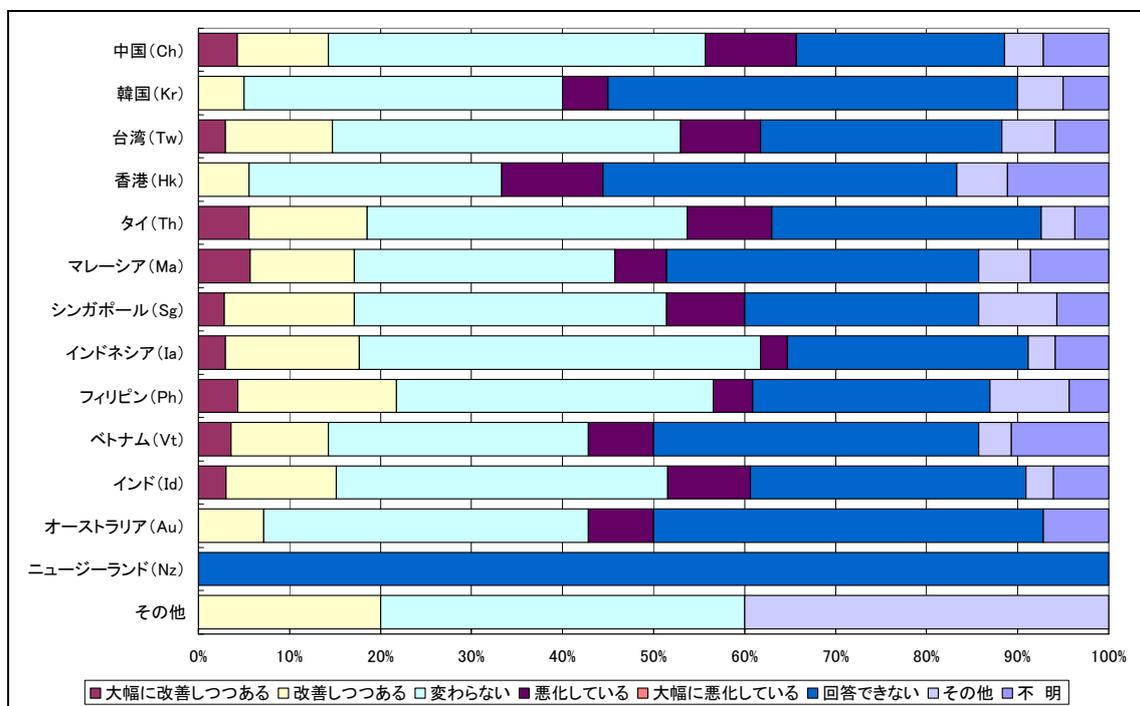


図 3.2.4-8 国別の技術移転の問題点改善度合い
((財) 製造科学技術センター作成)

5) 技術移転の行われている技術分野

図 3.2.4-9 に「技術移転の技術分野」についての回答結果を示す。また、図 3.2.4-10 に「国別の技術移転の技術分野」、図 3.2.4-11 に「業種別の技術移転の技術分野」についての回答結果を示す。

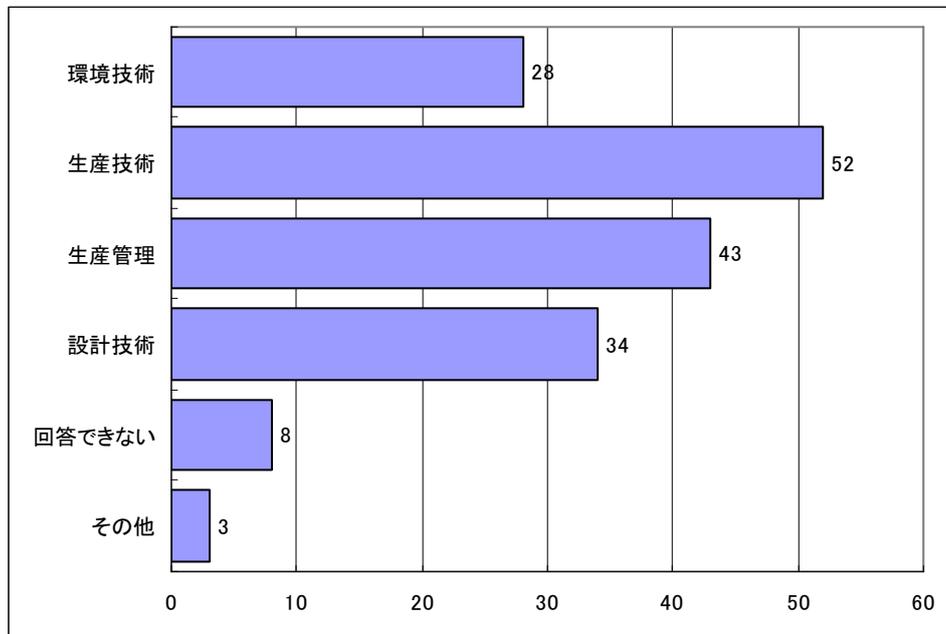


図 3.2.4-9 技術移転の技術分野
((財) 製造科学技術センター作成)

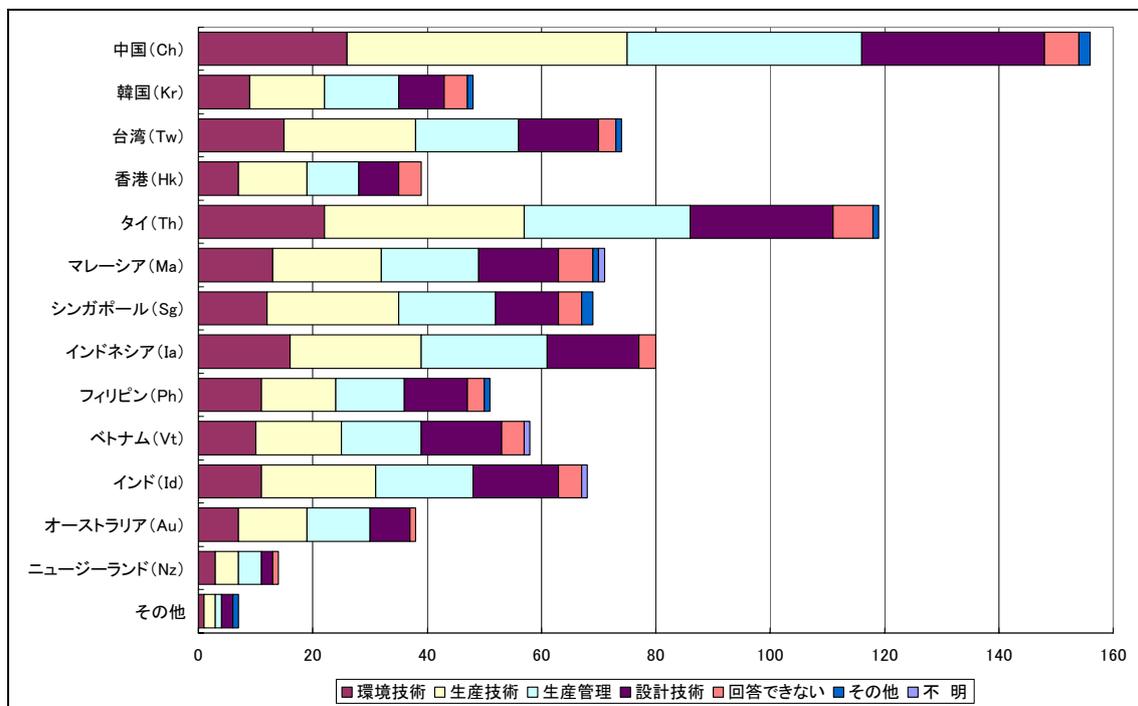


図 3.2.4-10 国別の技術移転の技術分野
((財) 製造科学技術センター作成)

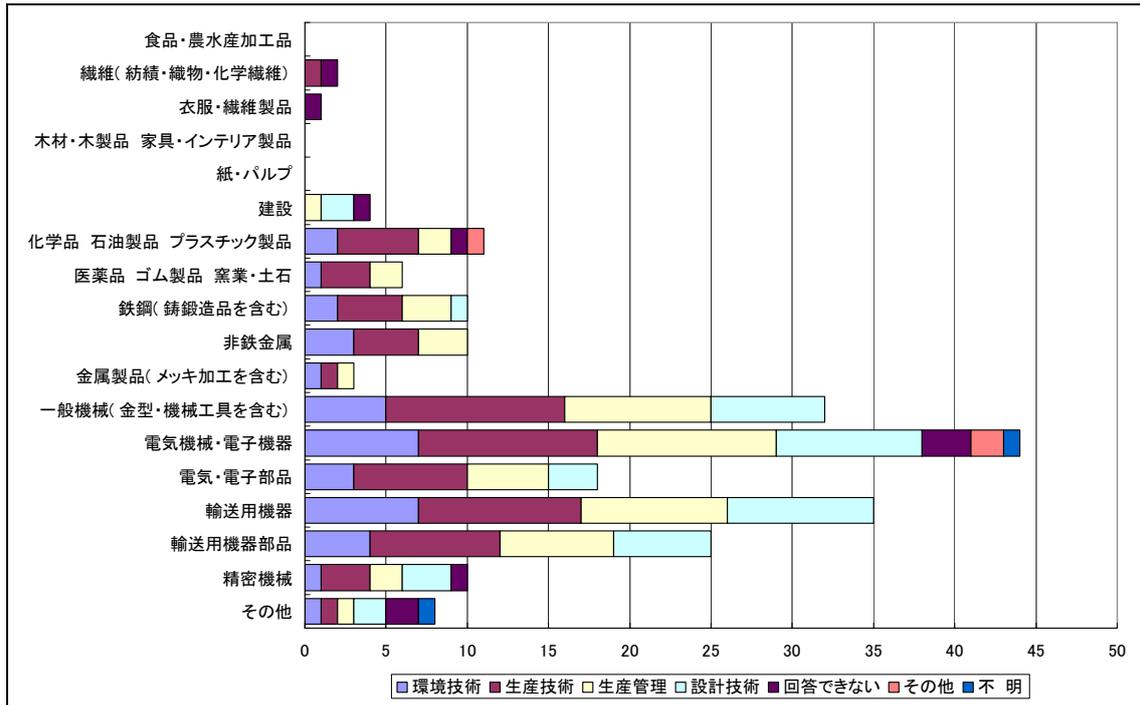


図 3.2.4-11 業種別の技術移転の技術分野
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.4-9 によれば、サンプル 70 のうち、環境技術が 28 件ある。生産技術や設計技術の中には、効率化など省エネ効果を持つ技術が含まれる可能性が高く、回答者によっては環境技術と認識しない場合があることを考えると、すでに十分に環境技術の移転が行われていると言える。

図 3.2.4-10 によれば、国による大きな違いは見られない。すべての国へ環境技術の移転がある。図 3.2.4-11 によれば、技術移転件数の多い業界では、環境技術移転件数も多いことが分かる。

図 3.2.4-12 に、「技術移転の技術分野」について、インターネットモニタの回答を示す。

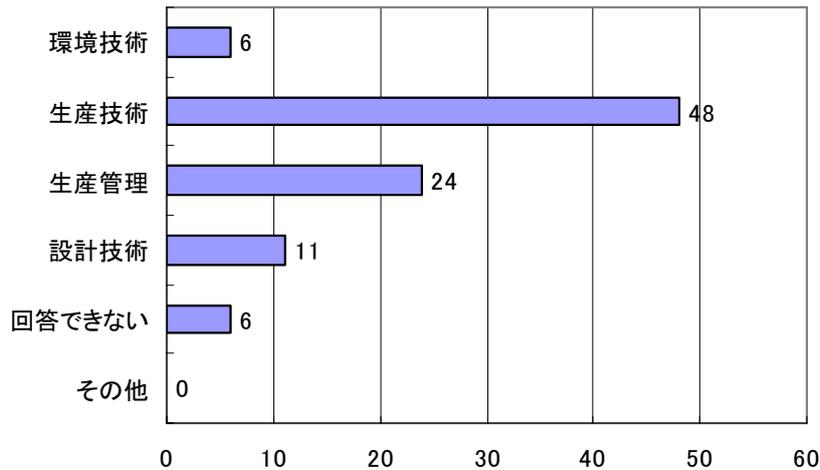


図 3.2.4-12 技術移転の技術分野
((財) 製造科学技術センター作成)

これまでの設問において、企業アンケートとインターネットモニタアンケートの回答結果はほぼ同じ傾向が見られたため、インターネットモニタアンケートの回答結果の記述を省略してきた。しかし、図 3.2.4-12 で示すようにこの設問の回答には、環境技術が極めて少ないという明確な違いがみられる。この理由として、

① 中小企業に所属する回答者が多いこと

② 省エネ技術などを環境技術として回答していない可能性があることが考えられる。

6) 環境技術の分野

図 3.2.4-13 に「技術移転における環境技術の分野」についての回答結果を示す。図 3.2.4-13 によれば、省エネと環境汚染対策は多く、リサイクルと標準化は少ない。LCA は少ない。省エネと環境汚染対策は、現地工場で単独の技術として移転しやすく、リサイクルと標準化は相手社会・業界との協調が必要なためと考えられる。LCA は我が国では関心が高まっており、東アジア諸国に啓蒙活動を行っている分野であり、今後環境規制や標準化などの仕組みの構築の進展と関係してくれば我が国現地工場を中心に今後アジアでも展開が行われるものと思われる。図 3.2.4-14 に「国別の技術移転における環境技術の分野」についての回答結果を示す。

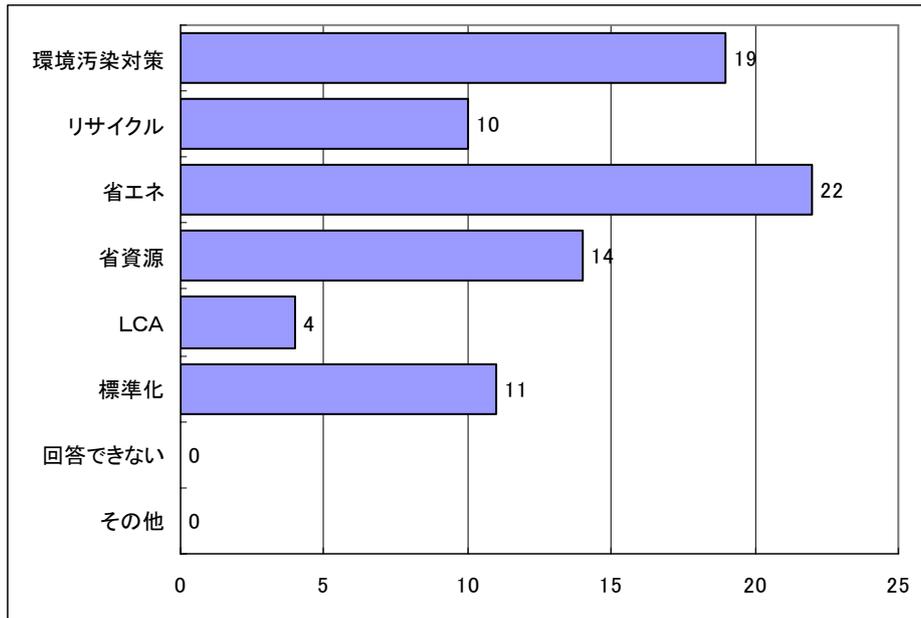


図 3.2.4-13 技術移転における環境技術の分野
((財) 製造科学技術センター作成)

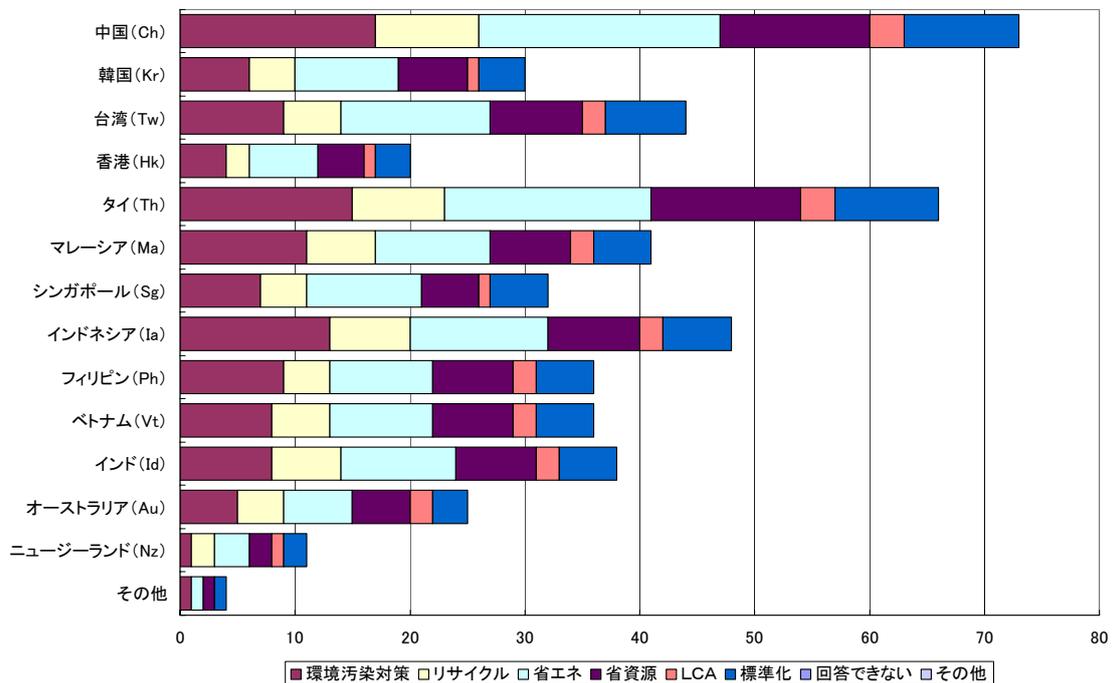


図 3.2.4-14 国別の技術移転における環境技術の分野
((財) 製造科学技術センター作成)

自由記述によれば、環境技術の分野は、

ア. 環境汚染対策：廃液処理技術、排水・排気の処理技術、大気水質関連技

術紹介

- イ. リサイクル： ゼロエミッション活動
- ウ. 省エネ： 生産活動における省エネ技術、省エネ関連技術紹介並びに設備販売
- エ. 省資源： 製品設計における省資源活動、省資源関連技術の紹介
- オ. LCA： 素材から生産、使用から廃棄に至るまでの CO₂ 排出量の算定
- カ. 標準化： 環境保全活動の標準化

である。

7) 環境技術を技術移転していない理由

図 3.2.4-15 に「環境技術を技術移転していない理由」についての回答結果を示す。図 3.2.4-15 によれば、「回答できない」が 40%（実数 16）あり、どの国でも高いのが特徴的である。企業として回答しにくい、あるいは企業としての方針が定まっていない可能性がある。「技術移転するメリットがない」が 14%（実数 6）で続く。相手国の企業や消費者が望んでいないという理由は少ない。相手国が望んでいるにもかかわらず、我が国企業にメリットがないため環境技術を移転していない可能性がある。

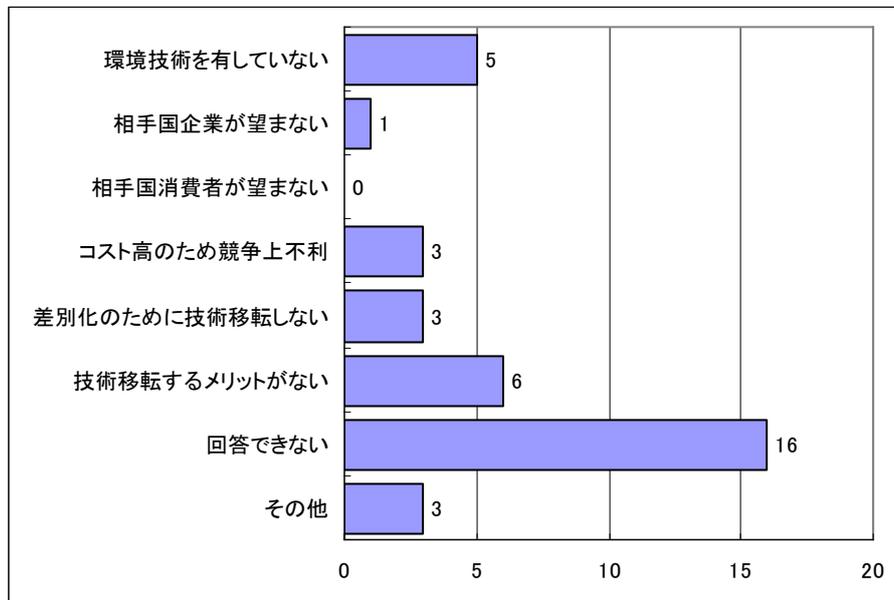


図 3.2.4-15 環境技術を技術移転していない理由
((財) 製造科学技術センター作成)

「環境技術を技術移転していない理由」について、図 3.2.4-16 に国別の回答結果を、図 3.2.4-17 に業種別の回答結果を示す。

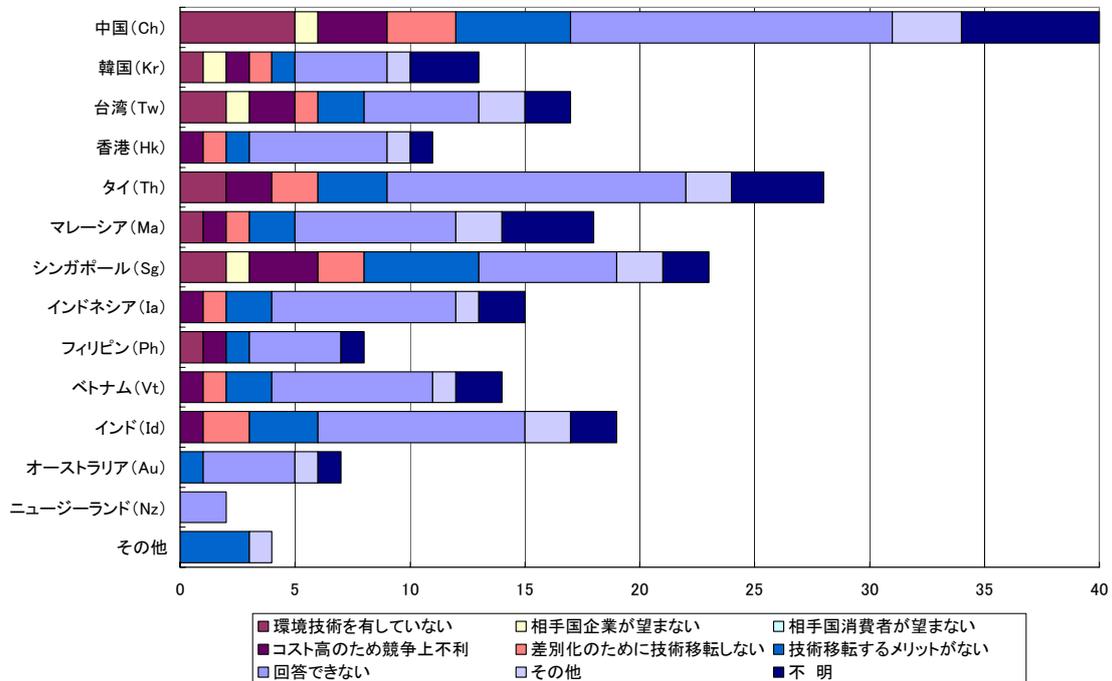


図 3.2.4-16 国別の環境技術を技術移転していない理由
((財) 製造科学技術センター作成)

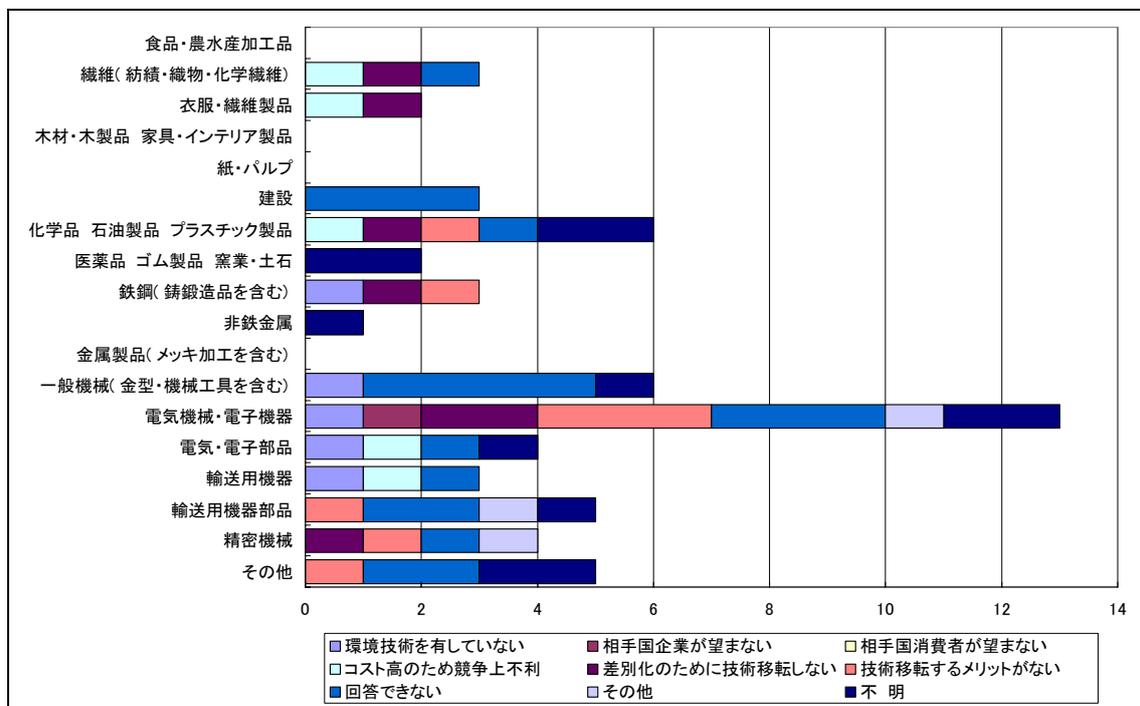


図 3.2.4-17 業種別の環境技術を技術移転していない理由

(財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.4-16 によれば、国による明らかな違いは見られない。図 3.2.4-17 によれば、電気機械・電子機器では、「技術移転するメリットがない」が多く、一般機械では、回答できないが目立つ。ただし、解釈にはサンプル数が少ないことを考慮する必要がある。

8) 自由記述の結果

モニタへの質問「技術移転において最も困ったこと」に対する自由記述から、次の点が読み取れた。

- ① 人材教育： 従業員教育や技術伝承やモチベーション向上の難しさ、教育コストの高さ、経験者や技術に関する基礎知識力不足から、キーマンがなかなか育たない。たとえ育てても、社員の定着率が低く、優秀な人材が流出してしまう。このため、効率が悪い。
- ② 国民性・言葉： 考え方や生活習慣の違い、言葉の壁、国民性の違いでの意見の食い違いがあり、技術移転コストがかかるため、技術移転のメリットが少ない。
- ③ 手続き・契約・規格： 国家間の考え方の相違、国家規格の違い、環境に対する法的規制は国によって異なるため、現地なりの個別の取り組みが必要となり、手続き・契約に時間がかかりすぎる。また、日本のやり方をそのまま輸出できないため、技術移転のメリットが少ない。
- ④ 知的財産： 現地企業に機密情報が流出したり、他企業へ転用されるという問題がある。知的財産権のロイヤリティー回収が難しく、技術移転に積極的になれない。また、離職率の高さにより、教えた技術の流失という「ノウハウ流出」が避けにくい問題がある。

全般的に、教育水準の違い、意識の違い、定着率の悪さなどが、技術移転を困難にしている。しかし、暗黙値を伝えることの難しさや歴史上の問題などがあり、必ずしも相手国の問題とばかり捉えるのが適切か疑問もある。一方、知的財産無視や機密漏洩の問題は、ビジネス環境として改善されるべき問題である。環境技術については、法制度の違いを緩和する努力が政府に求められると考えられる。

なお、企業配布アンケートでの自由記述は、記述数が少ないので報告を省略する。インターネットモニタアンケートでは、企業配布アンケートと異なり現場担当者の苦勞が直接豊富に記述されている。

3.2.5 研究協力の現状と考え方

1) 研究協力の形態

図 3.2.5-1 に「研究協力の形態」についての回答結果を示す。図 3.2.5-1 によれば、70 サンプル中 30 サンプル (43%) が研究協力していないという回答である。研究協力の中では、政府関係機関・大学等との共同研究が最も多く 21% (実数 15) である。国別の回答結果を図 3.2.5-2 に示す。図 3.2.5-2 によれば、韓国やインドやオーストラリアでは研究協力している割合がたと比べて高く、中国は少ない。

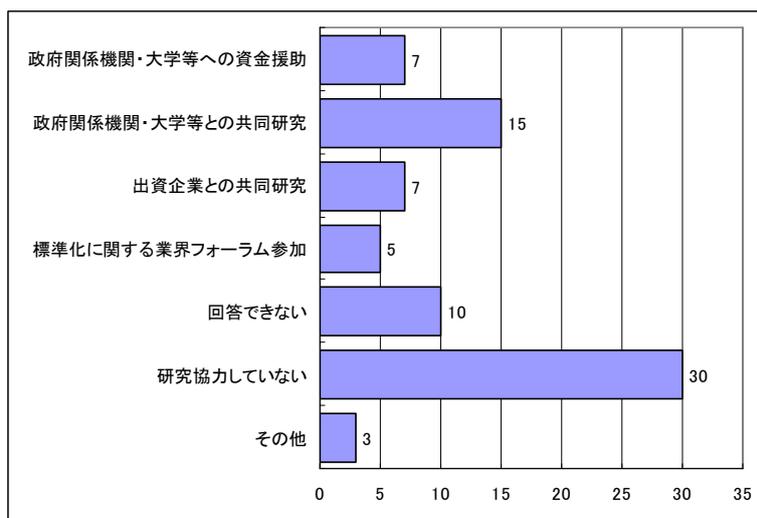


図 3.2.5-1 研究協力の形態
((財) 製造科学技術センター作成)

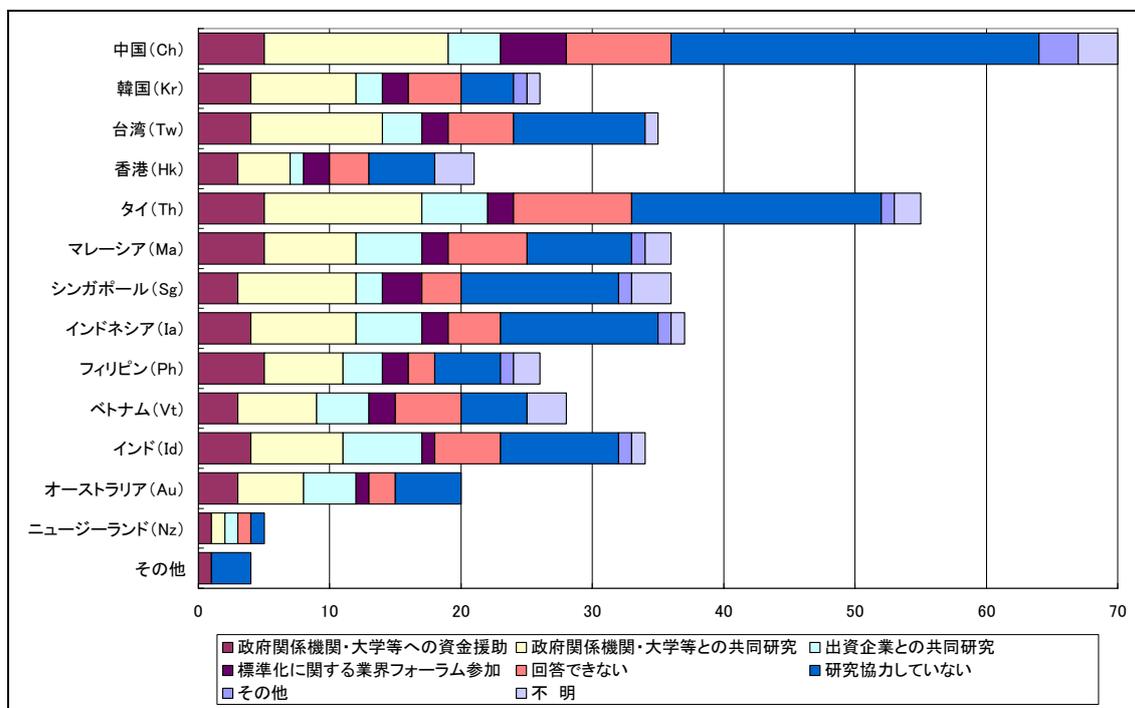


図 3.2.5-2 研究協力の形態
((財) 製造科学技術センター作成)

2) 研究協力の動機

図 3.2.5-3 に「研究協力の動機」について、図 3.2.5-4 に「業種別の研究協力の動機」についての回答結果を示す。

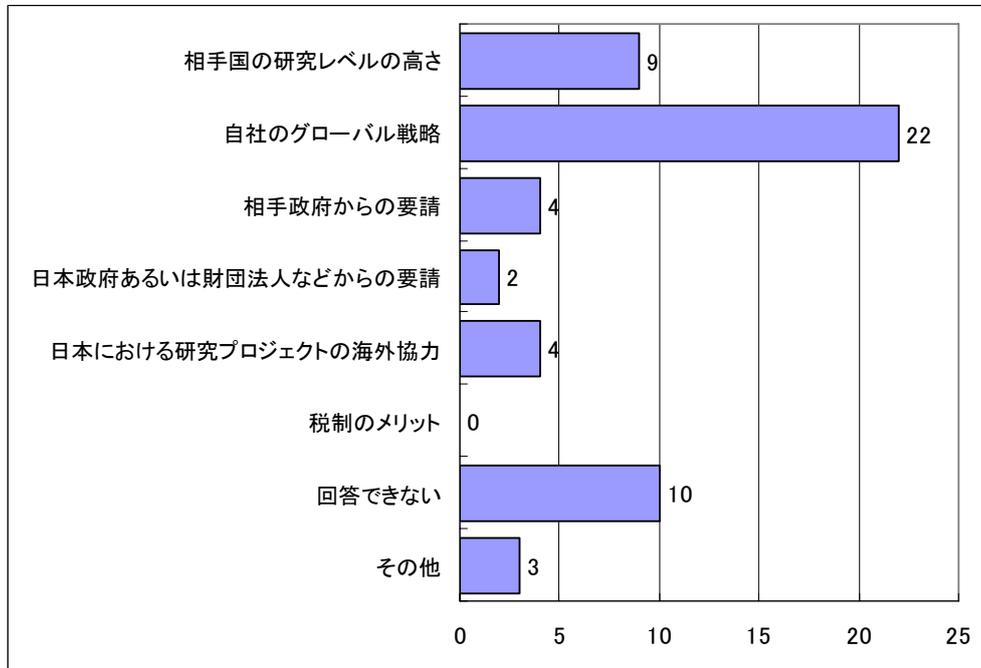


図 3.2.5-3 研究協力の動機
((財) 製造科学技術センター作成)

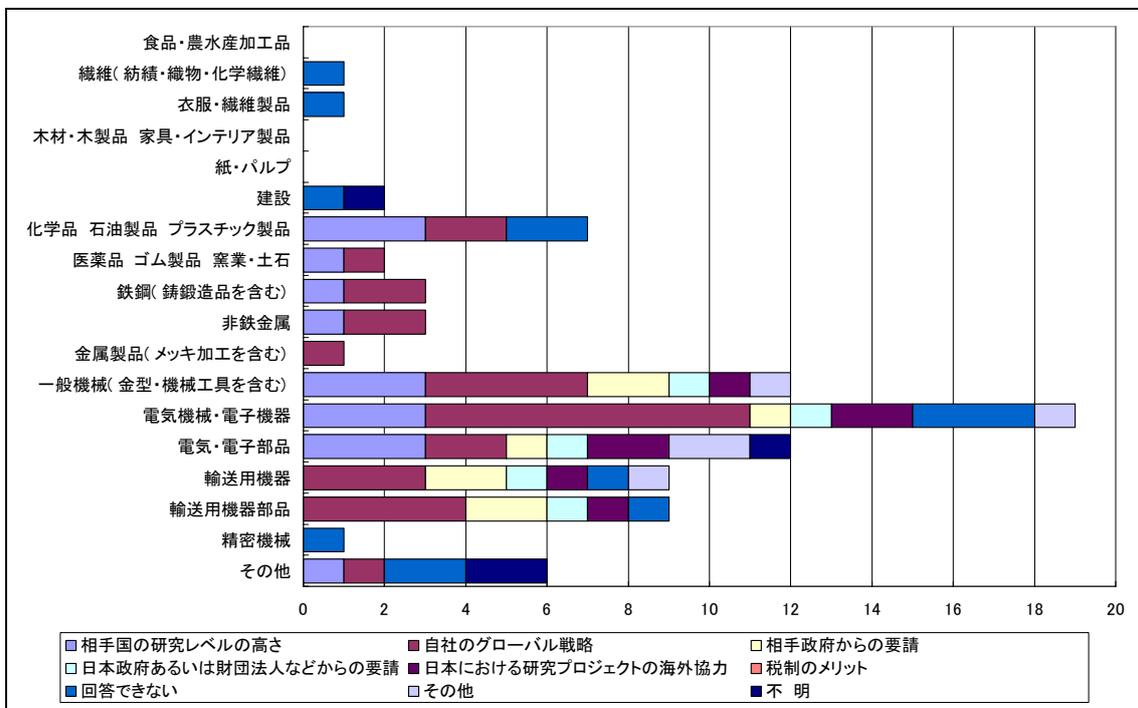


図 3.2.5-4 業種別の研究協力の動機
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.5-3 によれば、「自社のグローバル展開」（55%）、「相手国の研究レベルの高さ」（22.5%）という積極的協力が、「相手政府や我が国政府・海外協力」などの消極的協りに比べて多い。「相手国の研究レベルの高さ」は、現地語自動認識、消費者感性、薬品アレルギーなど市場として現地研究機関の方がふさわしい研究テーマが存在するものと思われ、生産技術において研究レベルが高いかどうかはこのアンケートからは不明である。税制のメリットをあげた回答はない。しかし、後述するように自由記述では、税制メリットを求める声があることに留意すべきである。

輸送機器、精密機械、建設業界では、相手国の研究レベルの高さをあげたサンプルはない。一方、我が国あるいは相手政府関係の働きかけをあげた業界は、一般機械、電気・電子機器、輸送用機器に限られる。アジアでは輸出競争力・労働人口吸収力のある産業に働きかけが行われていると考えることができる。

3) 研究協力の充足度

図 3.2.5-5 に「研究協力の充足度」についての回答を示す。図 3.2.5-5 によれば、不満足との回答なし。しかし、回答できない、その他、回答なしが 42.5%あり。答えにくい質問であったと推測される。

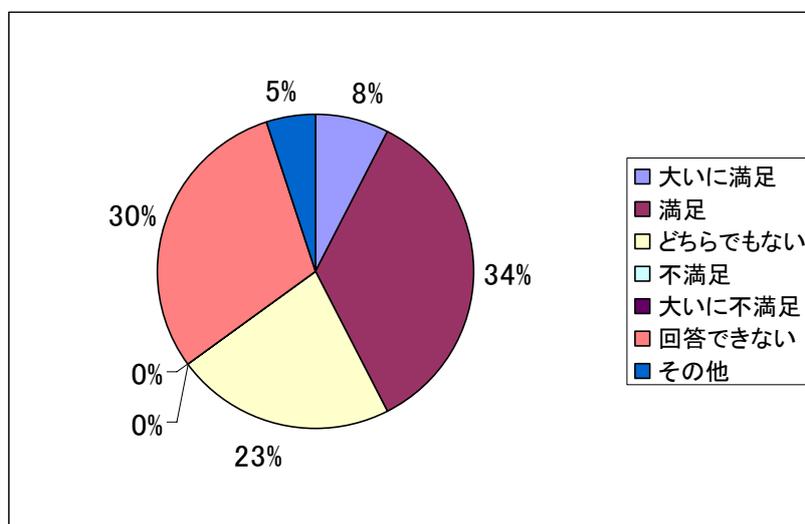


図 3.2.5-5 研究協力の充足度
((財) 製造科学技術センター作成)

4) 研究協力の問題点

図 3.2.5-6 に「研究協力の問題点」についての回答結果を示す。図 3.2.5-6 によれば、47.5%のサンプルが、知的財産の取り扱いとノウハウの流出をあげており、

もっとも大きな問題と考えられる。62.5%が回答拒否か無回答であるので、答えにくい質問であったと推測される。

図 3.2.5-7 に「国別の研究協力の問題点」を示す。韓国、台湾、シンガポール、インドネシアについて、中国以上に問題が多い。自由記述では中国に対するコメントが多いこととややギャップがある。「ノウハウ流出」と「知的財産」の問題は基本的に異なる問題であるが、図によれば近い数字であるので、回答者がこの違いを明確に区別していない可能性がある。

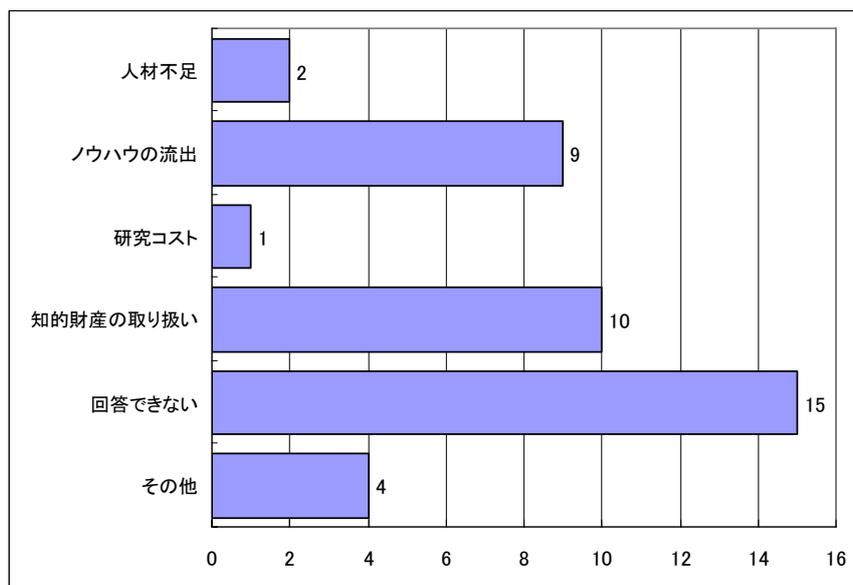


図 3.2.5-6 研究協力の問題点
(財) 製造科学技術センター作成)

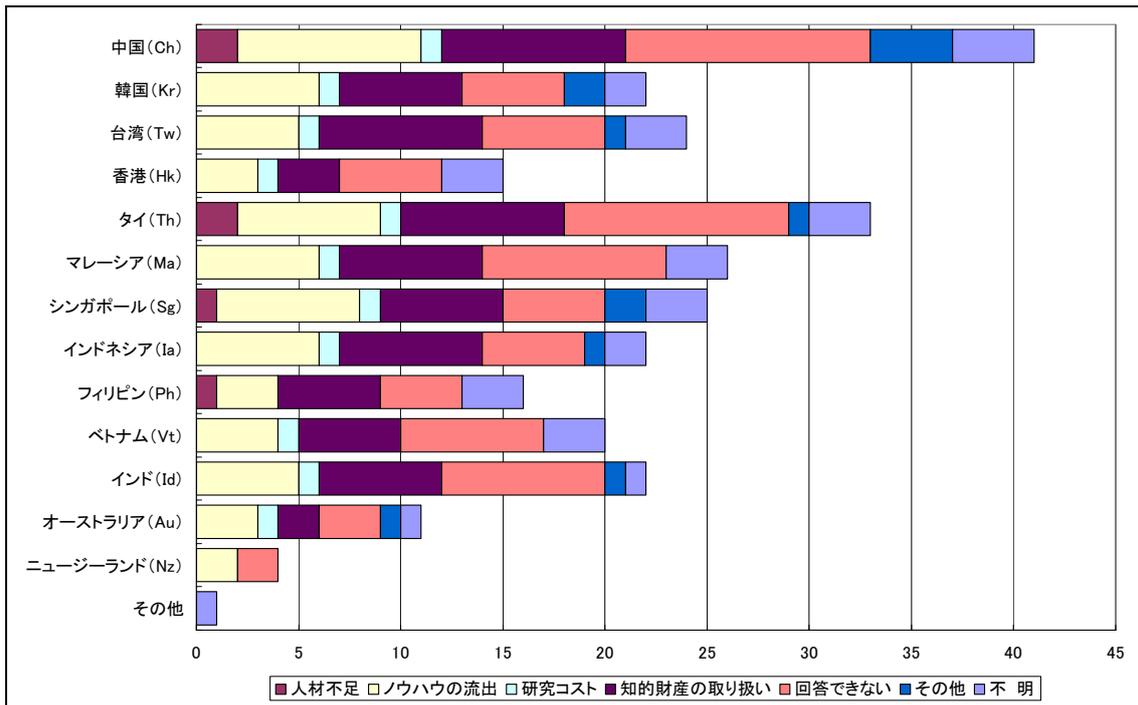


図 3.2.5-7 国別研究協力の問題点
((財) 製造科学技術センター作成)

5) 研究協力の問題点の改善度合い

図 3.2.5-8 に「研究協力の問題点の改善度合い」についての回答結果を示す。図 3.2.5-8 によれば、回答のあったものについて、改善しつつあると変わらないがほぼ 100%。しかし、回答拒否も 37.5%あるので、答えにくい質問であったと推測される。

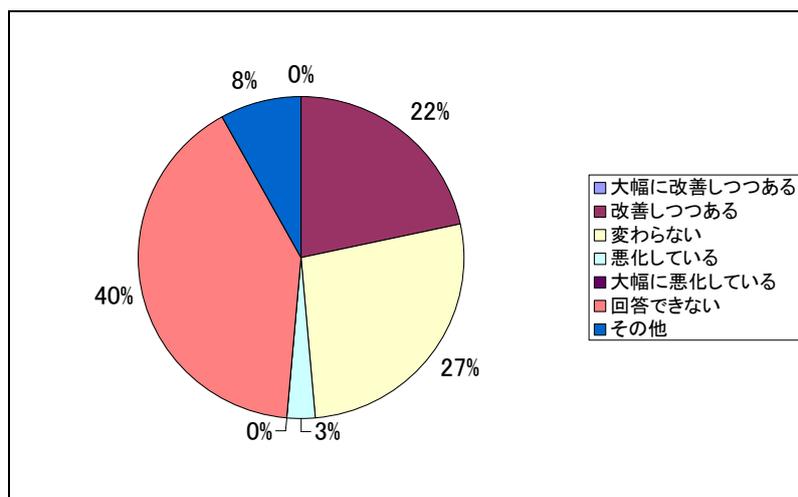


図 3.2.5-8 研究協力の問題点の改善度合い
((財) 製造科学技術センター作成)

6) 研究協力の対象技術

図 3.2.5-9 に「研究協力の対象技術」についての回答結果を示す。

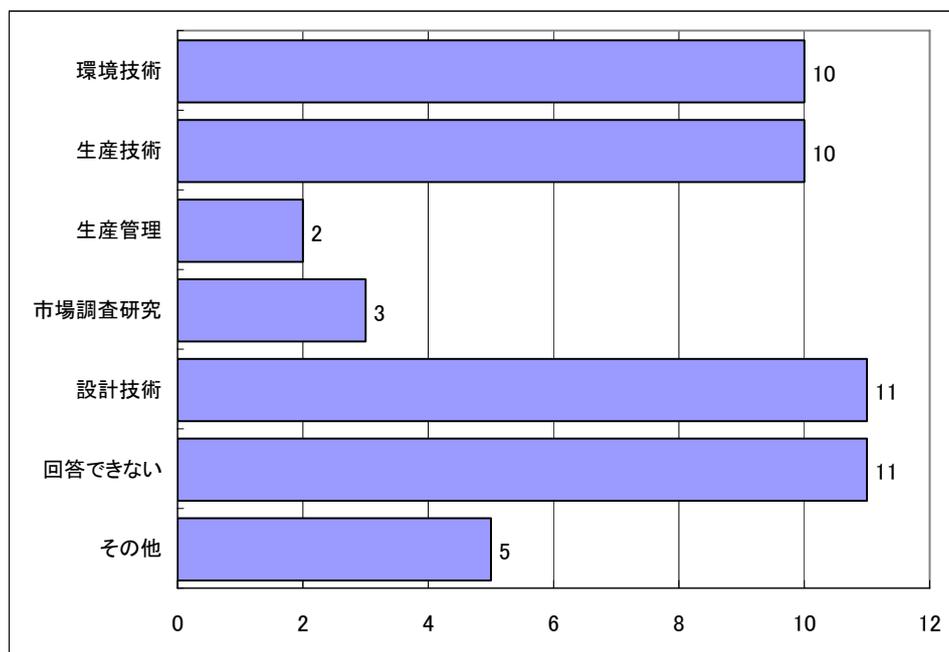


図 3.2.5-9 研究協力の対象技術
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.5-9 によれば、環境技術、設計技術、生産技術の協力が多。図 3.2.5-10 に、国別の研究協力の対象技術を示す。

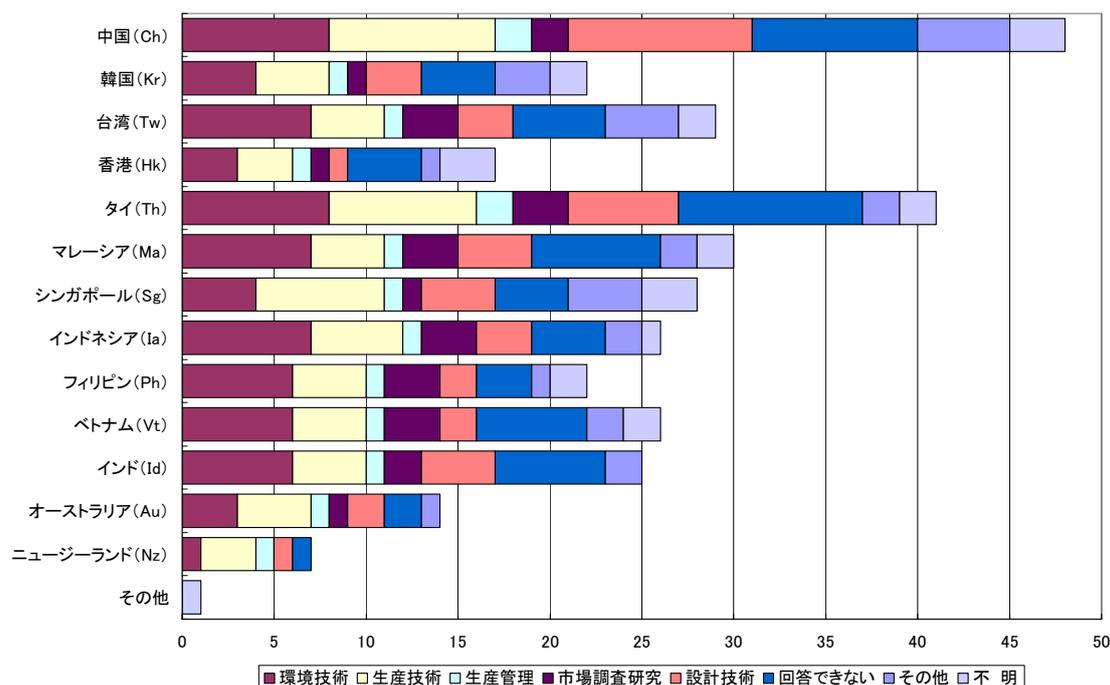


図 3.2.5-10 国別の研究協力の対象技術
((財) 製造科学技術センター作成)

技術協力と同じようにすべての国に対して環境技術の研究協力がある。

7) 環境技術分野

図 3.2.5-11 に「研究協力における環境技術分野」についての回答結果を示す。図 3.2.5-11 によれば、回答数は 10 件で少ないが、複数回答により 19 件の環境技術研究協力がある。すべての国で環境汚染対策、リサイクル、省エネ技術の研究協力がある。

技術移転における環境技術の分野 (図 3.2.4-13) と比べれば、研究協力は技術移転よりほぼ 4 分の 1 と少ないが、第 1 位が省エネで第 2 位が環境汚染対策である点など傾向は標準化を除いてほぼ同じである。標準化については、技術協力が 11 件であるにもかかわらず研究協力は 1 件しかない。IMS における国際協力については、米国や欧州が含まれているせいもあるが、国際標準化は中心的課題である。図 3.2.4-3 で見るように、研究協りに政府の関与が少ないことから見て、政府や業界における一体的取り組みが欧米に比べて少ない可能性がある。ただし、この点の考察の妥当性については、さらに調査・検討が必要である。

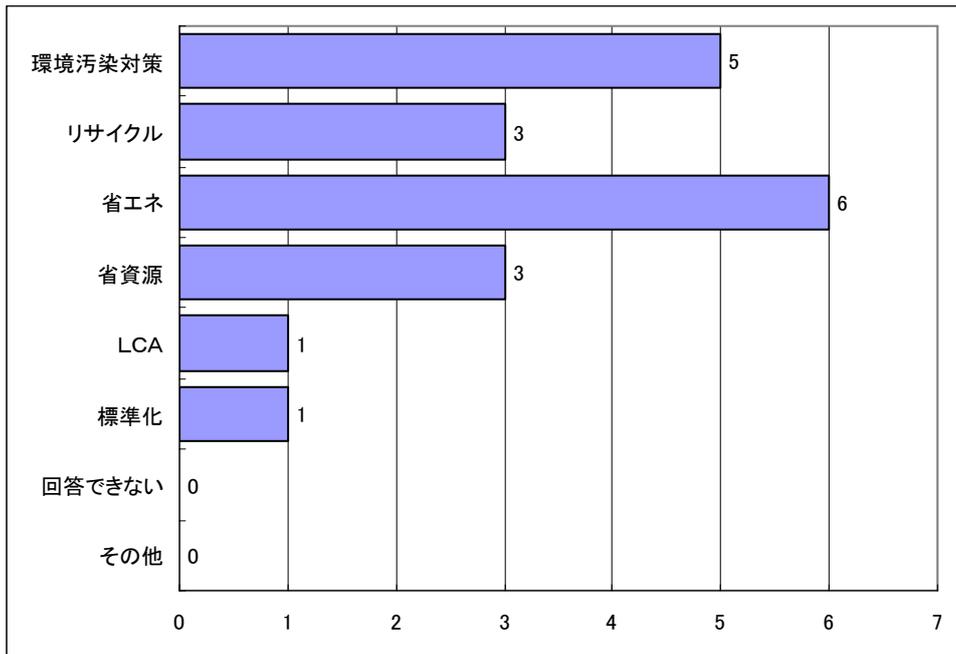


図 3.2.4-11 研究協力における環境技術分野
((財) 製造科学技術センター作成)

3.2.6 我が国政府の取り組みに対する考え方

1) 技術協力について日本政府の取り組み

図 3.2.6-1 に「技術協力について日本政府の取り組み」についての回答結果を示す。「取り組んでいる」という回答が「取り組んでいない」を上回っている。

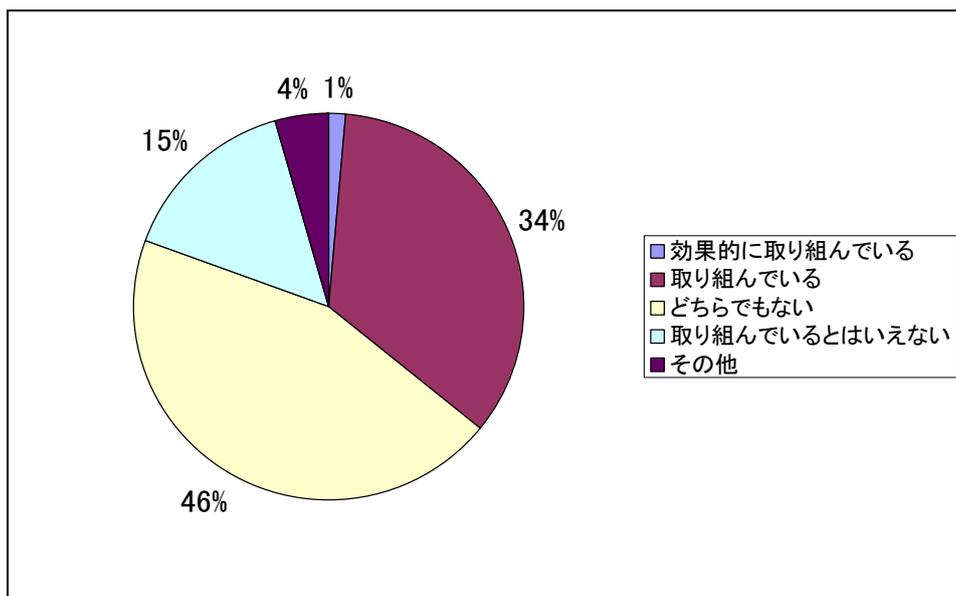


図 3.2.6-1 技術協力について日本政府の取り組み
((財) 製造科学技術センター作成)

しかし、どちらでもないが46%で一番多く、取り組んでいるが34%、取り組んでいるとはいえないが15%であり、改善の余地があると推測される。ODAなどの仕組みやJETROなど多くの取り組みを考えれば、「効果的に取り組んでいる」という回答がわずか1%しかない点について、十分に政府の取り組みが認知されていない、あるいは企業にとってメリットが出るようには使いにくい可能性がある。

図3.2.6-2に「技術協力について日本政府の取り組み」についての業種別回答結果を示す。件数は少ないが、業界によって意識が違う可能性が高い。精密機械業界は、件数は4件であるが取り組んでいるという回答がない点が特徴的である。

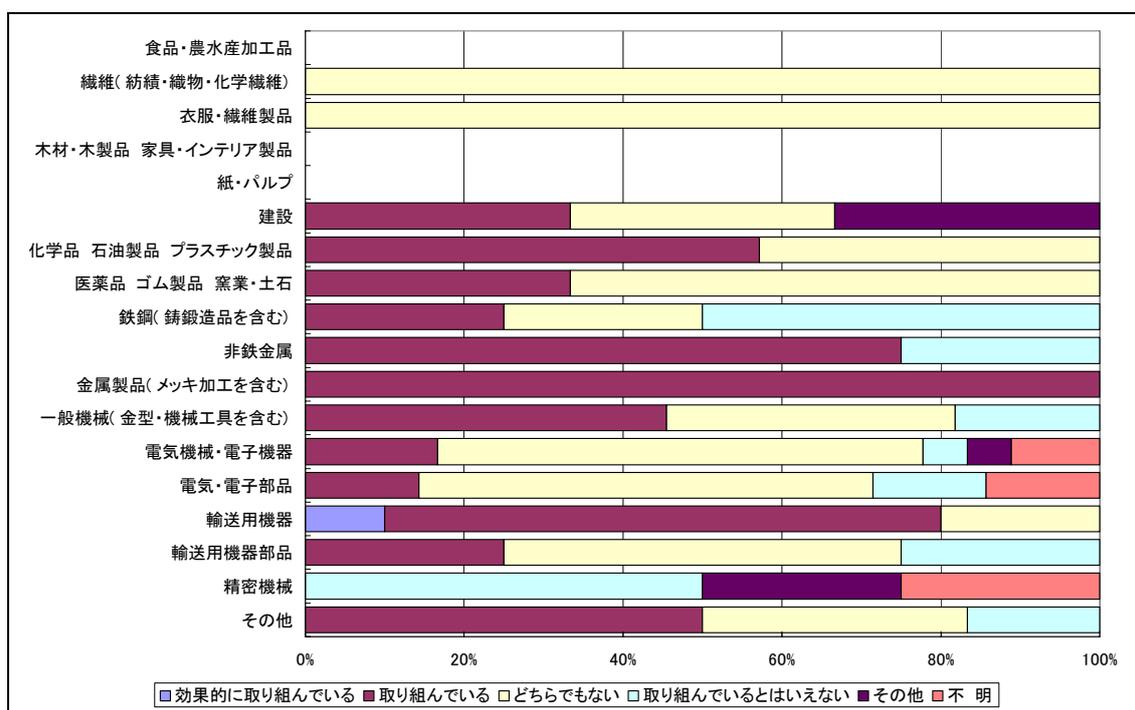


図 3.2.6-2 業種別の技術協力について日本政府の取り組み
((財) 製造科学技術センター作成)

2) 技術協力について今後の日本政府の取り組み

図3.2.6-3に「技術協力について今後の日本政府の取り組み」についての回答結果を示す。図3.2.6-3によれば、「期待する」が第1位の47%で、「大いに期待する」を加えると60%近い。技術協力について現状の日本政府の取り組み(図3.2.6-1)においては、「取り組んでいる」と「効果的に取り組んでいる」が35%である。このことから、現在はやや不十分だが今後期待するという意識であると推測される。図3.2.6-4に「技術協力について今後の日本政府の取り組み」についての回答結果を示す。我が国の輸出産業である電気・電子機器・輸送機器の業界の期待が高い。

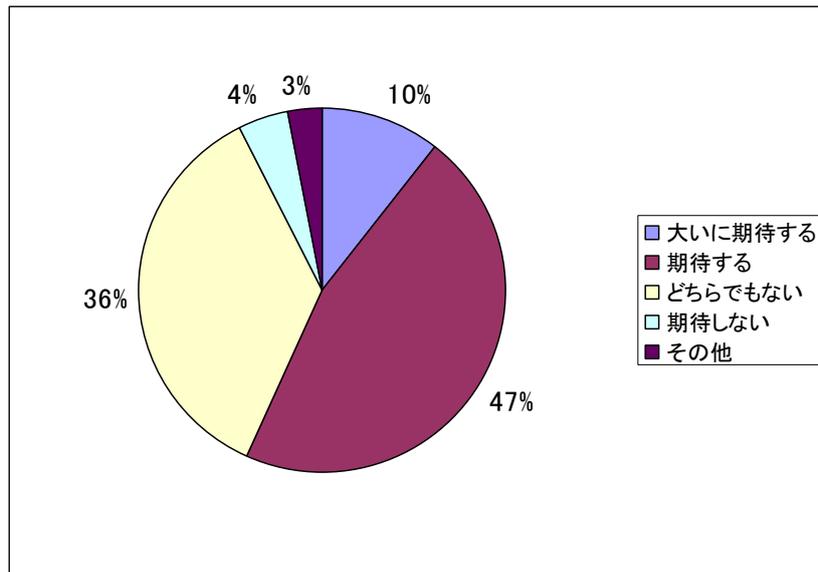


図 3.2.6-3 技術協力について今後の日本政府の取り組み
((財) 製造科学技術センター作成)

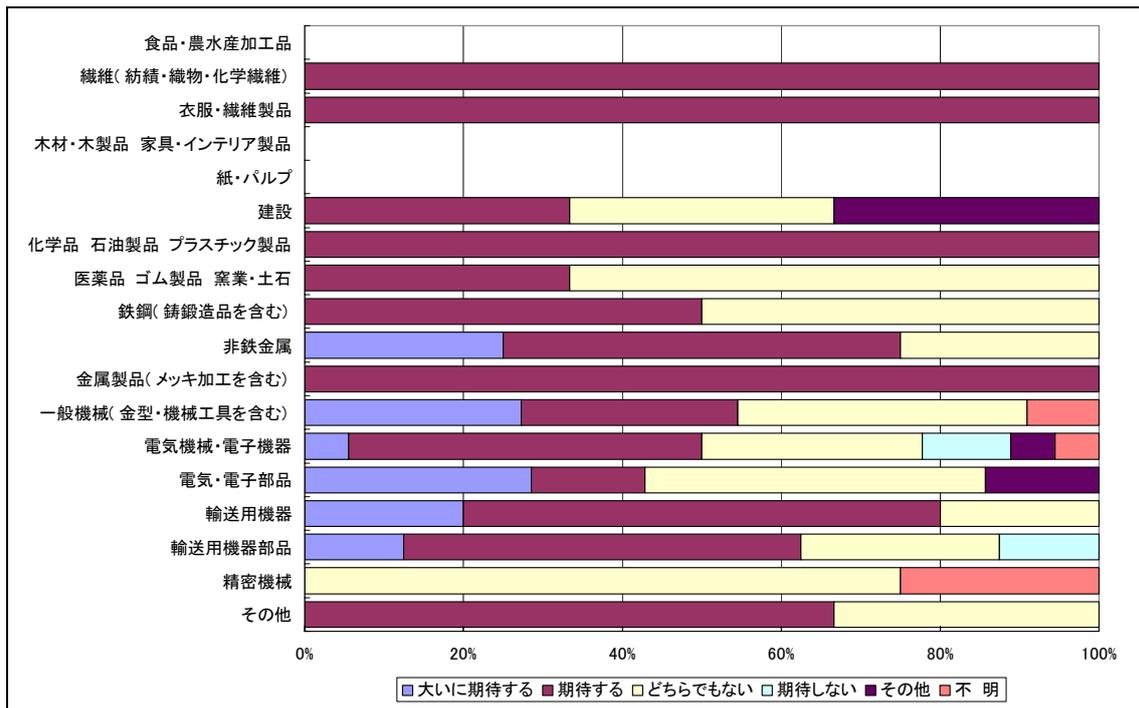


図 3.2.6-4 業種別の技術協力について今後の日本政府の取り組み
((財) 製造科学技術センター作成)

3) 技術移転をする上で、我が国政府に要望すること

自由記述による主な要望を列挙すると、

- ① 技術移転の橋渡しをするアジアの人材育成： AOTS（財団法人海外技

術者研修協会)、JODC(財団法人海外貿易開発協会)等による相手側との国際交流の拡大、日本での教育補助金制度の充実と教育後の日本での雇用、現地技術者の日本研修に対する政府支援

- ② 知財保護: 知的財産の保護についての外交面でのバックアップ、先進国と同等のルールに基づいた対応の要請、技術料の理解活動、国内第三者機関による技術漏洩防止の指導
- ③ 戦略的支援: 標準(規格、法規則等を含む)のグローバルスタンダード化支援、制度と技術のパッケージによる移転(廃プラリサイクル等)の支援
- ④ ODA適正化: 戦略的(企業ニーズをふまえた)なODA活用と配分
- ⑤ 優遇税制: 環境汚染対策・省エネにつながる設備等で税金還付や免税
- ⑥ トラブル対応: 現地でのトラブル発生の際の積極的なサポート(特に相手国政府が関係する事項について)

となる。全体として、技術移転したくとも人材不足や技術漏洩の問題などで困難な状況が浮かび上がっている。環境技術移転については、相手国の法制度整備への関わり、標準化あるいは企業へのインセンティブなど戦略的な取り組みが期待されていそうである。全般的に目新しい点は少ないが、我が国政府への要望点は多いと言える。選択肢問題では、政府への期待は必ずしも高くないが、自由記述を見る限り、政府の果たすべき役割は大きいと考えられる。

一方、人材育成やODAやトラブル対応窓口などは政府関連機関の業務として展開されているものもある。選択式設問によれば我が国政府に対して期待は多くないことから、このギャップについて、今後の調査が必要である。

モニタアンケートへの質問「技術移転をする上で、我が国政府に要望すること」に対する自由記述による主な要望をまとめると、

- ① 資金援助: 税制の優遇、補助金、イノベーションに関する特別税制及び関税の抜本的見直し、現地人材育成費用の援助
- ② 規制緩和: 技術者教育のための来日に際する手続き(ビザ)の簡略化、物流コスト・関税等の税制緩和、薬事法の実質的運用の考え方の緩和
- ③ 技術移転の橋渡しをするアジアの人材育成: 優秀な人材を日本の大学など高等機関で学ばせること
- ④ 知財保護
- ⑤ サポート: 翻訳、政情不安に関するサポート
- ⑥ その他: 従業員への社会保障の安定化

となる。企業配布アンケートとの大きな違いは、資金援助を望んでいること、翻訳作業へのサポートなどより具体的な回答がある。企業配布と異なり中小企業も含ん

だ傾向がわかる。

4) 技術移転をする上で、相手政府に要望すること

自由記述による主な要望を列挙すると、

- ① 知的財産保護・侵害防止策： 技術ノウハウが他社へ流出することの防止、移転技術の違法コピー、知的財産権保護（部分意匠制度等）に関する法令の整備、情報漏洩に対する法制度整備（中国など）
- ② 技術移転に対する対価： 規制緩和（技術移転に伴う対価の支払いに関して規則がある）
- ③ 研究・開発に対する税制優遇
- ④ 人材育成： 人材の基礎教育、制度の充実
- ⑤ 規格化、標準化： 関係業界各社と歩調を合わせた実施
- ⑥ ルールの明確化、簡素化： 知的成果物を日本に逆輸入する際に手続きが煩雑（中国）、法令や規制のルールメイキングのプロセスがわかりにくい、外国からの投資に関する各種許認可手続簡素化
- ⑦ 技術者の自由な行き来支援：（例）アセアン域内で、タイのローカル技術者の技術を他アセアンの国に対して技術移転するための各国政府支援
- ⑧ その他の国別特徴： 現地人材育成の支援（タイ）、物流インフラ整備（インド、ベトナム、インドネシア）、送金規制の緩和（インド）

となる。我が国政府への要望と相手国政府への要望はほぼ同じである。我が国政府の役割は、知的財産保護など相手国政府への働きかけであると言えそうである。

モニタ調査による質問「技術移転をする上で、相手政府に要望すること」に対する自由記述による回答を各国ごとに以下列挙する。回答は技術移転だけでなく現地化全般に対する回答になっているため、技術移転に関係の深いと思われるものに○を付加した。（ ）内は件数。

表 3.2.6-1 技術移転をする上で、相手政府に要望すること
 ((財) 製造科学技術センター作成)

国名	自由記述のキーワード
台湾	○税制優遇 (3)、関税の撤廃
中国	商品に対する安全性と信頼性の向上、規制緩和 (2)、 ○税制の優遇 (5)、輸入関税の緩和 (2)、 原料価格の安定、○知財保護 (7)、 ○現地企業に有利とされない仕組み・運用の保証、 ○制度の明確化 (3)、材料の海外移動の容易化、
マレーシア	交通費などの軽減、○コンプライアンス
韓国	ハンゲル以外の表示、部品入国時の書類簡素化
後進国各地	計画的な援助
インドネシア	政情の安定化、治安確保
シンガポール	○優遇税制 (相手国の産業振興に寄与する技術移転を促進するための経済的、人事的な優遇策)
フィリピン	優遇制度 (税金の軽減等) 及びインフラ(電気・通信) の改善、政策の一貫性、インフラの整備
インド	税制上の優遇
タイ	安全、日本との合弁現地中小企業に対する優遇税制、 輸入関税の引き下げ及び製品を輸出した場合の関税の払い戻し、ビザの発給の簡素化
ベトナム	ライセンス料の送金自由化

である。中国に関する要望が多いこと、税制上の優遇、知的財産保護の要望が多いことが特徴的である。これらは一企業では解決しがたく、我が国政府の支援が望まれると考えられる。

5) 研究協力について日本政府の取り組み

図 3.2.6-5 に「研究協力について日本政府の取り組み」についての回答結果を示す。

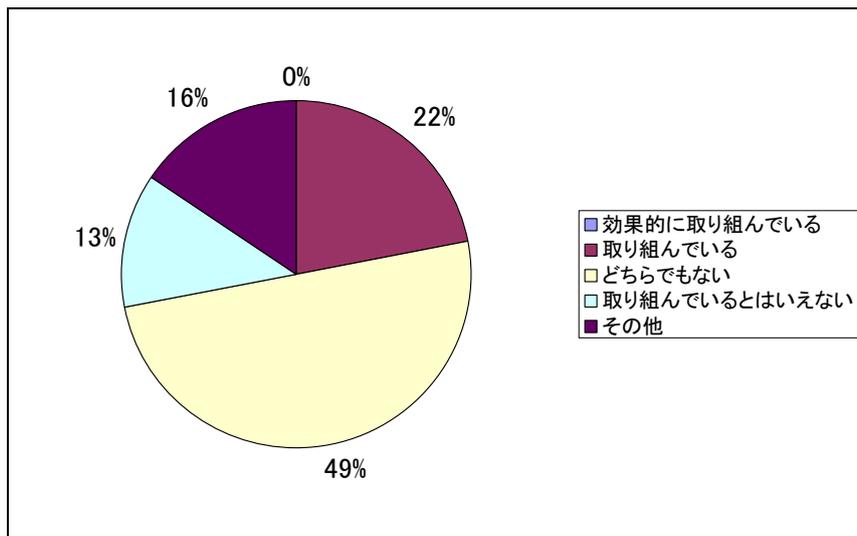


図 3.2.6-5 研究協力について日本政府の取り組み
((財) 製造科学技術センター作成)

図 3.2.6-5 によれば、どちらでもないが 32% で一番多く、取り組んでいるが 20%、取り組んでいるとはいええないが 11% である。「技術協力」の回答結果と比べると、「効果的に取り組んでいる」とする回答がなく、いまだ不十分と推測される。図 3.2.6-6 に「業種別の研究協力について日本政府の取り組み」を示す。

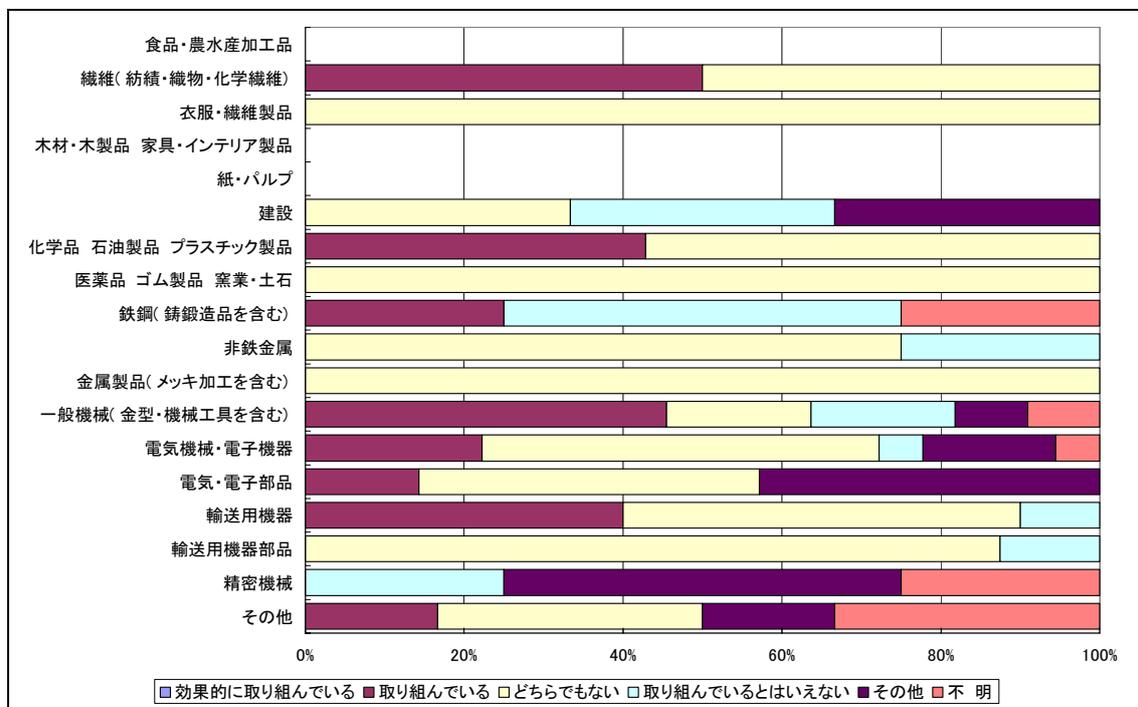


図 3.2.6-6 業種別の研究協力について日本政府の取り組み
((財) 製造科学技術センター作成)

6) 研究協力について今後の日本政府の取り組み

図 3.2.6-7 に「研究協力について今後の日本政府の取り組み」についての回答を示す。図 3.2.6-7 によれば、「どちらでもない」が第 1 位である。研究協力についての問題点は、自由記述でも具体的に挙げられていることから、政府の今後の取り組み方について、明確な情報が発信されていない可能性がある。非鉄金属業界と精密機械業界から、期待する声はなかった。図 3.2.6-8 に「業種別の研究協力について今後の日本政府の取り組み」について示す。

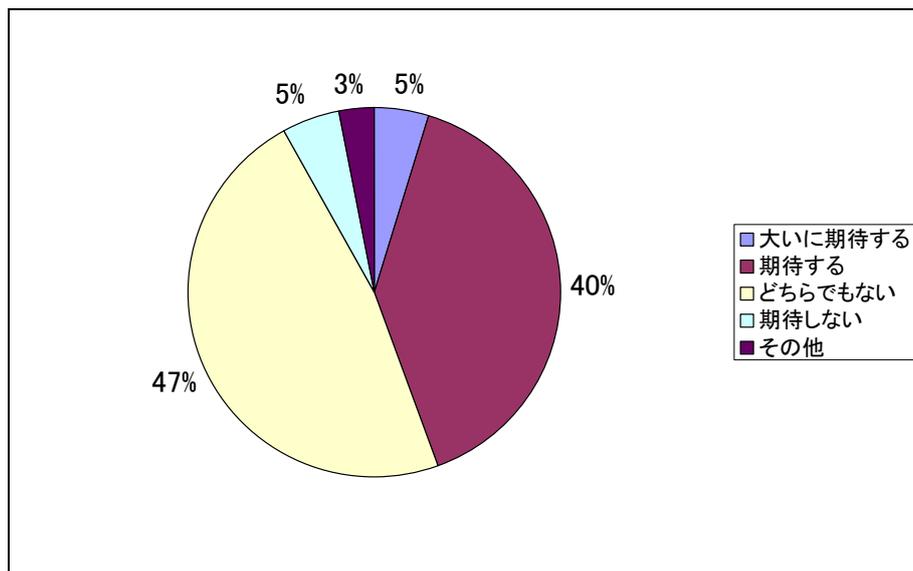


図 3.2.6-7 研究協力について今後の日本政府の取り組み
(財) 製造科学技術センター作成)

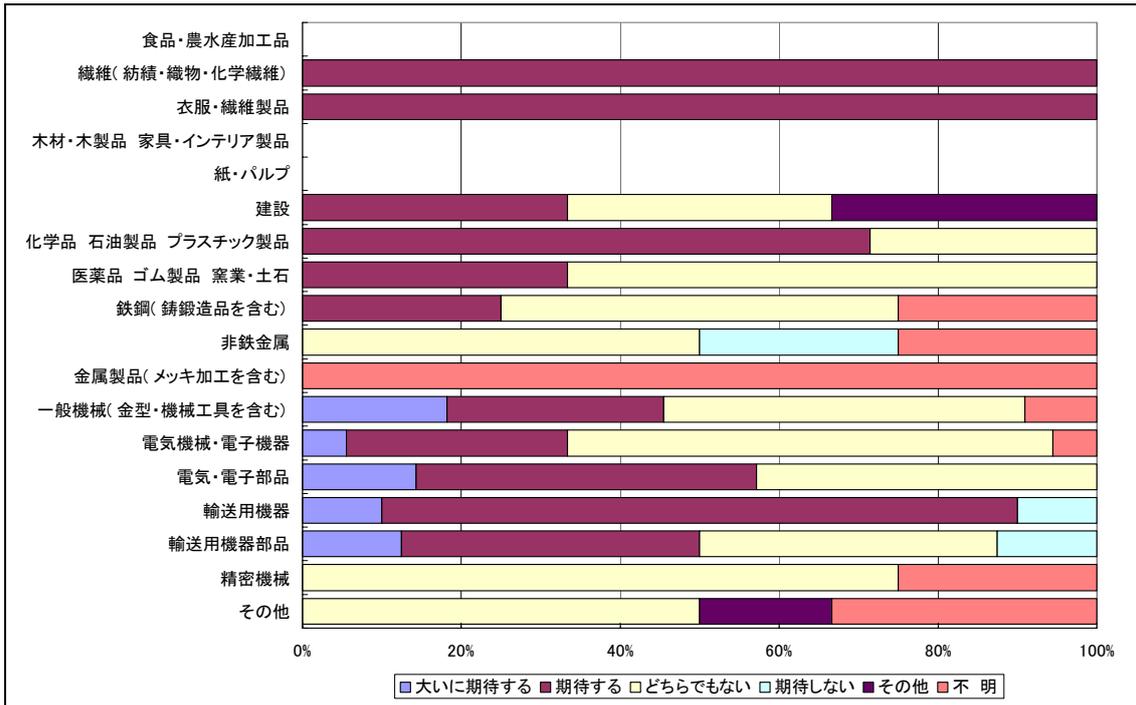


図 3.2.6-8 業種別の研究協力について今後の日本政府の取り組み
((財) 製造科学技術センター作成)

7) 研究協力において、我が国政府に要望すること

自由記述による主な要望を列举すると、

- ① 優遇策： 税制優遇、技術移転の度合いに応じた恩恵、研究開発費補助、費用の一部政府負担等
- ② 国際標準化： 省エネデバイス、商品に関する研究開発における国際標準化への取り組み支援
- ③ 共同研究ノウハウ提供： 国プロジェクトなどの後押し、協同研究のノウハウの提供、事業パートナー候補とのマッチング支援、情報開示、手続き簡素化
- ④ 知的財産権の確保： 技術ノウハウの流出防止策
- ⑤ 東アジアとの連携強化： 東アジアの経済連携により、それぞれ相互の利益となる経済制度の構築、リサイクルのインフラ整備の推進働きかけ(リサイクル品の国外流出等)
- ⑥ 東アジアの人材育成： ローカル技術者の日本研修時の日本語教育費への補助等、技術者の自由な往来、現地人材育成の支援

となる。研究協力において、知的財産の侵害や人材育成のように技術移転における要望と同じものが多いが、これに加えて資金やノウハウにおける支援が望まれている。国のプロジェクトに中小企業が参加して資金やノウハウを獲得するのも一つの

方向と考えられる。

モニタ調査における質問「研究協力において、我が国政府に要望すること」に対する自由記述による主な要望を列挙すると、

- ① 優遇策： 税制優遇、技術移転の度合いに応じた恩恵、研究開発費補助、費用の一部政府負担等共同研究支援： 国際的研究機関の早期立ち上げや公費での資金援助。
- ② 知的財産権の確保： 保護政策の強化、我が国の知財保護に対する現地で国の考え方に関する情報提供。
- ③ 東アジアとの関係強化： 日本語教育の充実(講師派遣等)

となる。研究協力において、知的財産の侵害のように技術移転における要望と同じものが多いが、これに加えて国際的研究機関への期待や研究開発費補助など国の積極的な取り組みが求められている。

8) 研究協力をする上で、相手政府に要望すること

自由記述による主な要望を列挙すると、

- ① 優遇策： 研究・開発に対する税制優遇、開発センター設置に対するインセンティブの付与、特に環境対策に対するインセンティブ制度(税制、NEDO の様な機構等)
- ② 国際標準化： 国際標準化を進めるためには、EU に対抗できる枠組づくりが必要であり、東アジア諸国との連携が必須である。
- ③ 共同研究環境整備： 大学との連携後押し、優秀な人材の選出、相応の研究開発負担、コミュニケーション支援、パートナー候補とのマッチング支援
- ④ 知的財産権の確保：
- ⑤ 東アジアの人材育成： 現地人材のレベルアップの為の教育制度、技術者育成に対する税制優遇

となる。我が国政府への要望と相手国政府への要望はほぼ同じである。我が国政府の役割は、知的財産保護、共同研究環境整備など相手国政府への働きかけであると言えそうである。

モニタ調査における質問「研究協力をする上で、相手政府に要望すること」に対する国ごとに自由記述による要望を列挙した。回答は技術移転だけでなく現地化全般に対する回答になっているため、研究協力に関係が深いと思われるものに○を付加した。()内は件数。

表 3.2.6-2 研究協力をする上で、相手政府に要望すること
((財) 製造科学技術センター作成)

国名	自由記述のキーワード
台湾	○税制優遇措置
中国	○優遇政策（税制や補助金制度）（2）、 人材教育、為替の安定、○知財保護（11）、 コンプライアンス、○優良企業の紹介、 ○薬事法のコンセンサス、相互交流、 情報の開示、治安の改善
インドネシア	税制優遇、人材の確保
アジア諸国	従業員教育
後進国各地	計画的な援助
韓国	○技術移転への対価
フィリピン	インフラ整備の充実日本語教育の推進、 政府レベルでの優秀な人材の斡旋
マレーシア	
インド	知財保護
台湾	税制上の優遇
マレーシア	人材の確保
タイ	安全、情勢不安の解消
ベトナム	税制優遇
シンガポール	○新卒の優秀な人材を優先的に雇用できるシステム

我が国政府への要望と相手国政府への要望はほぼ同じである。中国においての要望が多いが、その中でも、知的財産保護に関する要望が圧倒的に多いことが目立つ。

その他、アンケート作成に関して委員による議論を行った際、「業界によってニーズが異なると考えられる」という意見があったことを紹介する。

(1) 輸送機器業界や電機・電子業界や精密機械業界

教育した人材の流出やノウハウ漏洩問題から、技術移転に消極的であり、我が国政府が産業界に技術移転を薦めることに一般的に抵抗感がある。

例外的に、環境汚染における越境汚染問題や不法輸出された日本製品が引き起こす汚染問題など我が国民や企業ブランドに有害な事象については、官民一体の対応が求められる。

一方、これら産業界では、国毎の制度の違いや貿易障壁による非効率性と不平等

競争に関してビジネスの困難を感じている。

従って、これらに対して、我が国の産官学協調した相手国への働きかけが求められる。

(2) プラントエンジニアリング業界、建設業界、商社等

産官学の技術協力プロジェクト、研究協力プロジェクトが魅力的である。

我が国企業は、欧米に比べて要素技術は強くてもシステム提案が弱いと言われており、産官学プロジェクトがシステム提案力を増すと考えられる。ただし、日本は欧米やアジア諸国に比べて産官学が遠く、ビジネススピードの点で問題がある。また、欧州特にドイツでは、システムを提案するとともに政府の新設部署に人材派遣したり、将来の幹部候補生を自国で教育することなど長期的な戦略が行われている。

さらに、環境技術は、度設計を含めたシステムの成功実績がビジネス上有利になることが多いことから、国内でも特区を設けるなどして適切な社会実験を行い成功実績と経験を蓄える必要がある。

(3) 環境技術などの固有技術を有する中小企業

その技術力が東アジアに進出する我が国大企業、相手国企業に認知してもらう必要がある。そこで、国内のデータベースを充実させることが望まれる。

また、単独に進出するにはリスクがあるので、産官学の技術協力プロジェクト、研究協力プロジェクトに中小企業が参加しやすいインセンティブとこのようなプロジェクトで中小企業を参加させる義務を与えることが必要である。この手法は、欧米との国際研究協力プログラムである IMS でも用いられてきた。

3.2.7 まとめ

以下、本章のまとめを行う。

1) 製造業投資の従来調査

通商白書など過去の調査・分析によれば、東アジアが世界の工場としてまた市場として発展していく中で、東アジアの生産ネットワークが構築され深化しつつある。これをさらに発展させ、地球的課題も考慮しながら東アジアの持続的発展を目指すためには、アジア域内で一体化した政策とそれに関係する技術協力プログラムが必要と考えられる。これまでの調査・分析においては、主にいわゆる経済的観点からなされており、技術協力の面からアジアに拠点を持つ企業の意識調査が必要と考えられる。

2) 製造業投資のアンケート調査

我が国ものづくり企業に限定するとともに、過去の調査でやや不十分と思われる

東アジアへの「技術移転」、「研究協力」についての企業としての考え方をアンケートによって調査を行った。ただし、過去のデータとのサンプルや調査時期の違いを把握するため、製造業における主たる投資である「現地化」についても調査した。アンケートは2種類で、我が国大企業の考え方を知るための企業アンケートと中小企業も含む現状を把握するため現地赴任経験のあるインターネットモニタアンケートを行った。

3) 現地化に関する考え方

アジアには、NIEs、ASEAN 4、CLMV、中国、インド、オーストラリアなど人口・経済規模・政治体制において多様性があるが、企業の考え方や問題点において、顕著な差は見られない。どの国も満遍なく様々な問題点を含んでいることがわかった。すなわち、各国ごとにビジネス上の問題は多様であったとしても、政策に関係するようなマクロ的な選択式設問では、回答に大きな差はないと考えられる。これは、アジアはその関係を一体化・深化させていること、我が国製造業にとってできるだけ共通のものづくりを指向する考えが根底にあることも関係していると思われる。

4) 技術移転に関する考え方

技術移転は、「現地への工場進出」および「現地企業との合弁」が多く、ライセンスやエンジニアリングは少ない。「環境技術の移転」も数多く、生産技術などの他の技術に比べて見劣りしないレベルにある。省エネ技術と環境汚染技術が多いが、リサイクル・省資源・LCAも複数の技術移転がなされている。

問題点として教育した人材の流出やノウハウ流出が挙げられている。充足度は、「満足」あるいは「どちらでもない」が多く、問題はあるが簡単に解決できる問題ではないというややあきらめの様子が窺われる。

5) 研究協力に関する考え方

研究協力は、主として、「自社のグローバル展開」を目的として政府機関・大学との共同研究を行っている姿が浮かび上がる。「相手国の研究レベルの高さ」という回答も22.5%あった。研究協力の問題点については、技術協力とほぼ同様の傾向がみられる。環境技術の研究協力は、技術分野などに技術協力と同じ傾向が見られるが、標準化が大幅に少ないという特徴がある。IMSなど欧米との共同研究との違いがここに見受けられる。なお、企業調査に比べてインターネットモニタ調査では環境技術移転のサンプルが激減しており、大企業による技術移転が主流である可能性がある。

6) 政府に対する要望

我が国政府の現状の取り組みに対する満足度や今後期待するかという質問に「どちらでもない」という答えが多い。しかし、自由記述では、知的財産権の問題、技術協力における優遇政策、現地企業との公平なビジネス環境など、我が国政府が取り組むべき課題が数多くみられる。期待と現状の対応にミスマッチがあることが考えられ、更なる調査が必要である。

また、現地人材の教育など JETRO をはじめ我が国政府の真摯な取り組みが十分に伝わっていない可能性がみられる。今回の調査では、現地企業ではなく本社の考えを問うたため、このような結果になったとも推察されるが、これは改善していく必要があると思われる。

輸送機器業界や電機・電子業界や精密機械業界などの消費財生産型業種とプラント業界、建設業界、商社などエンジニアリング型業界では、政府に関する要望が異なる可能性がある。前者では知的財産保護などの公平なビジネス環境への政府のバックアップであり、後者では制度を含んだ産官学協調によるシステム的なアプローチが考えられる。

7) 日本企業から見た各国毎の特徴

世界は急速にグローバル化しており、東アジアも統合的生産ネットワークとして深化している。本調査の結果でも現地化だけでなく、技術移転や研究協力における質問でも国による違いは明確ではなかった。東アジア経済・環境共同体構想における取り組みにおいて、アジアを一体として考えた取り組みが可能であると思われる。

3.3 ERIA アジア加盟国製造業との域内協力体制

3.3.1 東アジアにおける分業体制と棲み分け

東アジアにおける国際分業体制については、多くの実証研究がなされている。以下では、最近の研究から、大木、服部、天野の研究に基づきその概要と課題をまとめる^[1,2,4]。

1) 東アジアの貿易と域内分業^[1]

東アジアの貿易は、2006年には、輸出額で3兆4,912億ドルに達し、世界貿易の約30%を占めるまでになっている。2000年～2006年間の成長率は、11.8%で世界貿易の10.9%を上回っている。特に、表3.3.1-1に示すように、域内貿易の伸びが12.8%と域外の10.7%を上回り、東アジア貿易における域内シェアは52.7%に上昇し域内貿易志向が強まっている。

図3.3.1-1は東アジアの国・地域別貿易額を示したものである。この図から分かるように、東アジアの域内貿易の根幹は、日本、中国、ASEANである。また業種別の貿易を見ると、表3.3.1-2に示すように、域内と域外が補完的関係にあることが分かる。域外貿易では、輸出がIT製品、自動車などの最終消費財で40%を占め、輸入は、エネルギーと食品で35%に達している。一方、域内貿易では、鉄鋼・化学品・合成繊維の中間財とIT・自動車の部品が合計で40%強という構造になっている。すなわち、東アジアの貿易構造は、域内貿易では部材・基幹部品を調達し、域外貿易では最終製品をグローバルに市場に供給する域内調達・域外需要型といえる。

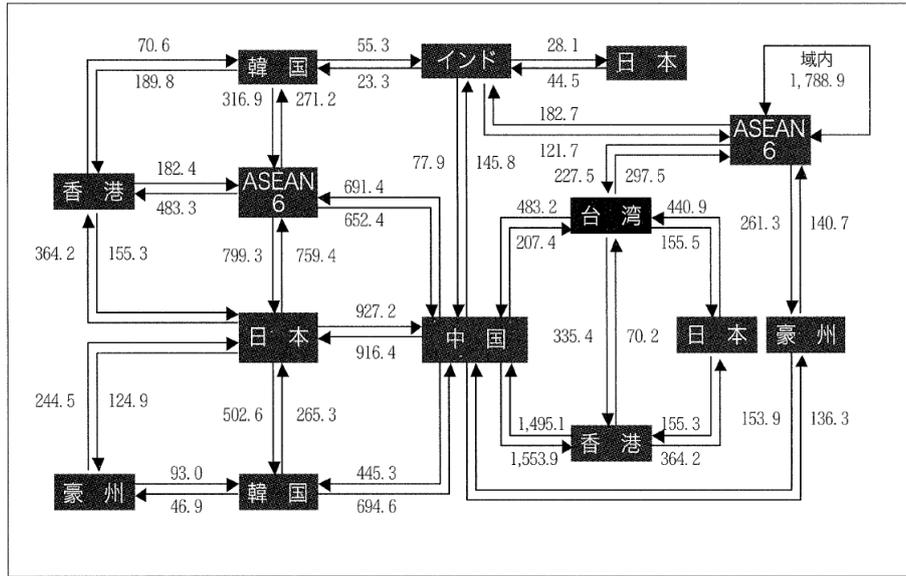
表 3.3.1-1 東アジアの貿易成長率（2000年～2006年平均）
（出典：大木博巳，東アジアの国際分業の拡大と日本，JETRO，2008.）

(単位：%)

輸出 \ 輸入	世界	日本	中国	ASEAN6	東アジア	
					域内	域外
世界	10.9	7.4	22.3	9.7	12.2	10.5
日本	5.1	—	20.5	1.8	7.7	3.0
中国	25.4	14.1	—	26.8	22.0	28.4
香港	8.1	5.6	13.5	7.5	11.6	3.3
韓国	11.2	4.4	24.7	8.2	13.1	9.3
台湾	6.3	△ 1.0	50.3	8.8	10.4	0.8
ベトナム	20.6	12.3	17.8	17.7	16.4	26.1
ASEAN6	10.2	6.2	27.1	11.0	11.7	8.1
インド	19.2	7.5	48.3	29.4	23.0	18.0
オーストラリア	11.6	11.7	28.2	8.4	13.0	9.0
東アジア域内	11.8	8.2	21.0	10.1	12.8	10.7

〔出所〕 各国通関統計から作成。

(単位：億ドル)



[注] ASEAN6はインドネシア、タイ、マレーシア、フィリピン、シンガポール、ベトナムの6カ国。

図 3.3.1-1 東アジアの国・地域別貿易額 (2006年)

(出典：大木博巳，東アジアの国際分業の拡大と日本，JETRO，2008.)

表 3.3.1-2 東アジアの域外・域内業種別貿易構造

(出典：大木博巳，東アジアの国際分業の拡大と日本，JETRO，2008.)

(単位：%)

	東アジア域外				東アジア域内貿易	
	輸出		輸入		2000年	2006年
	2000年	2006年	2000年	2006年		
総額	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
食料品	3.3	3.3	6.7	4.6	4.4	3.2
鉱物性燃料	1.5	2.9	21.6	31.0	7.0	8.3
化学品	7.2	8.4	10.8	10.6	10.3	10.8
鉄鋼	2.5	4.1	2.2	2.7	3.7	4.6
繊維計	9.6	9.9	2.2	1.8	8.9	5.6
合成繊維	1.3	1.1	0.3	0.2	2.0	0.9
衣類	5.9	6.5	0.7	0.5	3.4	2.2
雑製品	7.2	6.4	1.4	0.9	2.5	2.0
機械機器	59.4	54.6	40.5	32.5	50.7	52.4
一般機械	18.7	17.4	13.5	10.9	15.8	15.0
電気機器	22.5	19.3	16.1	10.4	27.8	29.1
輸送機器	13.9	14.5	6.0	6.8	3.3	3.5
自動車	7.9	8.1	1.8	1.8	1.3	1.1
自動車部品	2.3	2.3	0.9	0.9	0.9	1.2
精密機器	4.3	3.3	4.8	4.3	3.8	4.8
IT計	31.2	26.0	20.2	12.1	33.5	34.3
最終財	14.9	15.2	7.4	4.5	8.0	8.9
部品	16.2	10.8	12.8	7.6	25.5	25.4

[出所] 各国通関統計から作成。

また、国・地域の比較優位を産業別の貿易特化指数（対象品目の輸出額から輸入額を引いた純輸出額を輸出額と輸入額を足した総貿易額で割った数値）で示したのが表 3.3.1-3 である。これから、産業別に比較優位を持つ国・地域は次のようにまとめることができる。

- (1) エネルギー、食料などの一次産品は ASEAN の資源国や、オーストラリア、インド、中国。
- (2) 労働集約的産業では、繊維は中国、ベトナム、インド、雑製品は中国、タイ、ベトナム。
- (3) 中間財では、化学品が日本、シンガポール、鉄鋼は日本、合繊繊維は日本、台湾。
- (4) 機械機器全体では、日本。内訳を見ると、一般機械は日本、電機は 2000 年には日本が優位を持っていたが、2006 年には均衡状態になっている。輸送機器は日本と韓国が、輸送機器の中では自動車でタイが優位を獲得している。精密機械は日本、韓国、台湾、シンガポール。
- (5) IT は各国に比較優位が分散している。日本は半導体、その他電子部品。中国は、事務用機器、通信機器、映像機器、音響機器。韓国はコンピュータ、通信機器、マレーシアが映像機器、音響機器、フィリピンがコンピュータ、半導体、シンガポールが部品、集積回路等。

以上のように、東アジアの域内分業には、製品と資源の垂直分業、労働集約的ローテク製品と技術集約的ハイテク製品の産業間分業、同じカテゴリーに属する業種の産業内分業という 3 つのタイプが存在している。

表 3.3.1-3 貿易特化係数（対世界）
 （出典：大木博巳，東アジアの国際分業の拡大と日本，JETRO，2008.）

	日本		韓国		台湾		中国		マレーシア		シンガポール		タイ		フィリピン		インドネシア		ベトナム		ASEAN6		インド		オーストラリア		
	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	
食料品	●	●	-	▲	-	▲	△	△	-	-	-	-	□	□	▲	-	-	-	△	-	-	-	□	□	□	□	
鉱物性燃料	●	●	-	▲	●	▲	-	-	△	△	△	-	-	-	▲	■	□	△	△	-	△	△	●	-	△	-	
化学品	△	△	-	-	-	-	▲	▲	-	-	△	△	-	-	■	■	■	■	●	■	-	-	▲	▲	▲	▲	
鉄鋼	□	□	-	-	△	△	-	-	▲	▲	▲	-	-	▲	■	■	■	■	■	■	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
繊維計	■	■	△	-	□	□	-	△	-	-	▲	▲	-	-	■	●	-	-	▲	▲	▲	▲	-	-	-	-	
合成繊維	□	□	△	-	□	○	▲	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	▲	▲	▲	▲	-	-	■	■	
衣類	●	●	-	■	■	○	○	▲	■	■	■	■	△	△	-	▲	□	-	○	□	-	▲	○	□	●	●	
雑製品	■	■	-	-	△	-	□	□	-	-	▲	-	△	△	▲	■	△	-	△	-	-	-	▲	▲	●	●	
機械機器	△	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	▲	■	■	■	-	-	▲	▲		
一般機械	△	△	-	-	-	-	▲	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	■	●	■	-	-	●	●	■	■	
電気機器	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	▲	▲	▲	-	-	■	■	■	■	
輸送機器	○	□	△	□	-	▲	△	-	■	▲	▲	-	-	▲	-	■	■	■	■	▲	▲	-	-	▲	▲	●	●
自動車	○	○	○	□	■	■	●	●	●	●	●	■	-	□	●	●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
自動車部品	□	□	▲	▲	-	▲	▲	●	■	■	△	△	■	▲	-	■	-	-	■	■	■	-	-	●	●	-	▲
精密機器	△	△	■	△	▲	△	-	-	▲	-	△	△	-	-	■	■	▲	■	■	■	■	-	-	■	■	▲	▲
IT計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	▲	■	■	-	-	-	●	●	■	●
最終財	-	-	-	△	-	▲	-	△	△	-	-	-	-	-	△	-	△	△	▲	■	■	-	-	●	●	●	●
部品	△	-	-	-	-	-	▲	▲	-	-	△	-	-	-	-	-	-	▲	■	▲	-	-	●	●	▲	■	
コンピュータ	▲	●	-	△	-	▲	-	△	□	-	△	-	-	-	□	□	○	-	●	-	△	△	●	●	▲	●	●
コンピュータ部品	-	-	△	△	-	-	-	△	-	△	-	△	-	▲	-	▲	-	▲	■	●	-	-	■	■	▲	●	●
事務用機器類	-	■	▲	-	■	▲	-	△	-	■	-	-	▲	■	▲	▲	-	▲	●	●	-	-	●	●	●	■	■
通信機器	-	▲	□	□	-	-	-	□	-	-	-	-	-	▲	▲	●	▲	●	■	■	-	-	●	●	●	●	●
電子部品計	△	△	-	-	-	-	■	▲	-	-	△	-	-	-	-	-	▲	■	■	■	-	-	●	●	■	▲	
半導体等	□	△	-	-	-	-	▲	▲	-	-	-	-	-	▲	-	○	-	▲	-	■	-	△	-	●	●	-	-
集積回路	△	-	-	-	-	-	■	■	-	-	△	-	-	-	-	▲	▲	▲	●	■	-	-	●	●	■	■	■
その他の電子部品	△	△	-	-	-	-	-	▲	-	-	-	-	-	▲	▲	▲	-	▲	■	▲	-	-	●	●	▲	■	■
映像機器類	-	-	△	-	-	-	-	□	□	△	▲	▲	-	-	▲	▲	-	▲	■	▲	-	-	●	●	●	●	●
音響機器	▲	●	-	-	▲	□	○	○	-	■	△	△	△	△	■	○	■	●	●	△	-	-	●	●	●	●	●

(注) ● ■ ▲ □ ○ | △ □ ○ | 貿易特化係数 = (輸出 - 輸入) / (輸出 + 輸入) × 100
 -100 -75 -50 -25 0 25 50 75 100
 輸入特化 均衡 輸出特化

(出所) 各国通関統計から作成。

2) 日本企業の東アジア分業

近年、日本の製造業は国内需要の頭打ちと海外生産の進展により、生産、需要面で海外依存度が高まっている。表 3.1.1-4 は、製造業の輸出依存度（輸出／国内生産）と輸入浸透度（輸入／内需）を示したもので、これらがここ数年で急速に高まっていることが分かる。このような、日本の製造業の輸出依存度と輸入浸透度の同時上昇は、日本と東アジアとの分業の進展による。日本から東アジアへの輸出の40% は素材や電子・自動車部品で、現地の日系企業向けが多い。一方、輸入は、東アジアの日系企業の生産拠点からの製品輸入が増えている^[1]。

表 3.1.1-4 日本の製造業の輸入浸透度・輸出依存度

(出典：大木博巳，東アジアの国際分業の拡大と日本，JETRO，2008.)

(単位：%)

財貨・サービス/項目	輸入浸透度				輸出依存度			
	1980年	1990年	2000年	2005年	1980年	1990年	2000年	2005年
産業	8.3	6.0	6.7	8.5	7.7	6.6	7.5	9.6
農林水産業	20.4	14.2	14.3	14.1	0.6	0.3	0.4	0.6
鉱業	86.2	79.3	86.6	91.9	0.9	0.8	1.2	2.5
製造業	5.8	7.7	11.6	14.1	12.2	12.2	16.5	20.2
食料品	8.0	10.2	11.8	11.3	1.3	0.7	0.6	0.9
繊維	7.6	11.1	15.1	21.3	13.0	12.3	23.6	31.4
パルプ・紙	4.7	4.8	5.4	5.7	3.0	3.1	3.5	4.4
化学	7.3	8.7	10.5	14.1	9.6	10.2	14.9	19.2
石油・石炭製品	10.8	15.5	13.2	13.2	2.0	2.6	2.3	3.7
窯業・土石製品	1.3	3.5	4.8	7.8	6.6	5.2	7.7	12.9
一次金属	5.4	9.0	10.2	11.5	11.3	6.7	11.1	15.2
金属製品	0.2	1.6	2.7	5.3	10.1	3.7	4.2	6.2
一般機械	3.2	4.5	6.8	9.9	18.4	19.4	28.3	32.5
電気機械	4.6	6.3	19.0	28.1	23.4	24.6	30.4	39.6
輸送用機械	3.4	5.3	5.9	7.2	30.5	25.3	29.4	32.3
精密機械	13.6	15.3	36.8	45.7	34.3	32.5	50.2	52.6
その他の製造業	5.1	8.9	13.8	17.4	4.5	3.6	4.8	7.5

〔注〕1980年は68SNAベース。内需＝国内産出額－輸出＋輸入で計算。

〔出所〕内閣府「国民経済計算」から作成。

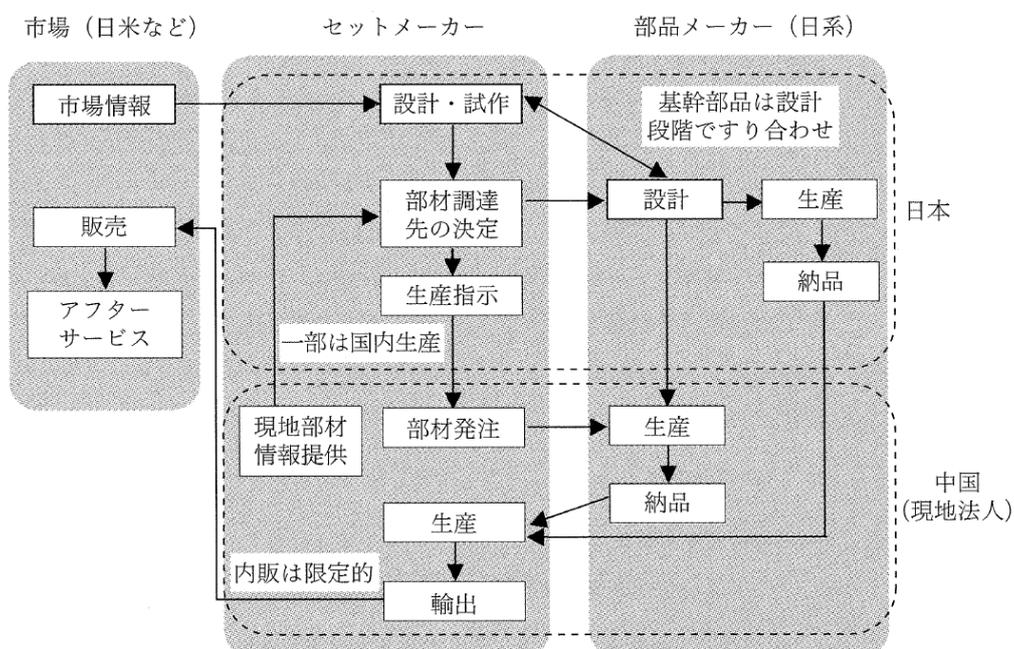
東アジアでの日系企業の生産が拡大するにつれ、東アジアの拠点が保有する事業機能も多様化しており、生産、輸出、資材調達などの生産・販売機能に加えて、開発設計機能、修理・保守点検などのサービス機能も必要となっている。こうした状況を反映して、日本企業の海外生産は、垂直展開（工程を分割して、日本と海外で分業する）から、水平展開（日本と海外の両方で、同種の製品を一貫生産する）に移行する企業が増加している。これは、拡大する海外需要を取り込むために、より現地ニーズにあった商品開発やリードタイム短縮が必要であるからと考えられる。

一方、日本の国内生産拠点は、マザー工場の役割を果たすようになっている。マザー工場とは、従来の、新製品開発や新製品の量産化を可能にする製造技術開発などの開発拠点という意味に加えて、海外生産を支援する機能が付け加わっている。

また、東アジア生産を強化する一方で、国内生産拠点の強化も進められている。この理由としては、第1に市場ニーズへの対応がある。デジタル家電のようなライフサイクルが短く市場のニーズに即応する必要があるものは、国内での生産に切り替え、価格下落前に迅速かつ大量に生産することで、規模の利益を追求する必要がある。第2に、これらの製品の中核部品の開発が国内で行われていることがある。例えば、液晶パネル、システムLSI、高性能電池などは国内でその多くが生産されている。第3は、海外への技術流出対策である。

次に、東アジアにおける分業体制の実際を、デジタル家電と自動車の例でみてみる^[1]。デジタル家電の例では、日本で開発を行い東アジアで生産するという体制をとっている。図 3.1.1-2 は、デジタルカメラの日中間役割分担を示したものであるが、中国は生産機能に限定されており、設計、試作は主に日本で行われていて、技術、ノウハウはブラックボックス化されている。このような形態になっている理由は、デジタル機器の場合は、絶えず新製品を出し続けている必要があり、製品開発リードタイムの短さがコストとともに重要な競争要因になっているためである。日本であれば、基幹部品メーカーとの協業が可能であり、また、短期間に生産技術を確立することができる。

自動車の場合も、以前は、アジアの生産拠点には生産機能しか期待していなかった時代があった。しかし、最近では、例えばタイは全世界向けの主力工場という位置づけが与えられている。図 3.1.1-3 は、タイの自動車産業の位置づけを示したものである。タイの役割は、まず ASEAN 向けの輸出拠点であるだけでなく、先進国も含めた世界全体に自動車とその部品を供給することである。タイで調達される部品は、タイ専用、アジア専用、グローバル共通部品の 3 種となっている。もう一つの役割は、日本で開発した車台やベースモデルを基にアジア向けボディや内装などの専用仕様を開発する機能である。このために、日本の自動車メーカーは、タイの生産拠点に大規模な研究開発センターを設立している。



- 中国拠点で生産する場合も設計・試作は日本国内が基本。調達先も日本で決定するが多い。中国拠点はいわば「オフショア」として位置付けられる傾向が強い。

〔出所〕 『ジェトロ貿易投資白書2004年版』。

図 3.1.1-2 デジタルカメラの日本・中国拠点の役割分担
(出典：大木博巳，東アジアの国際分業の拡大と日本，JETRO，2008.)

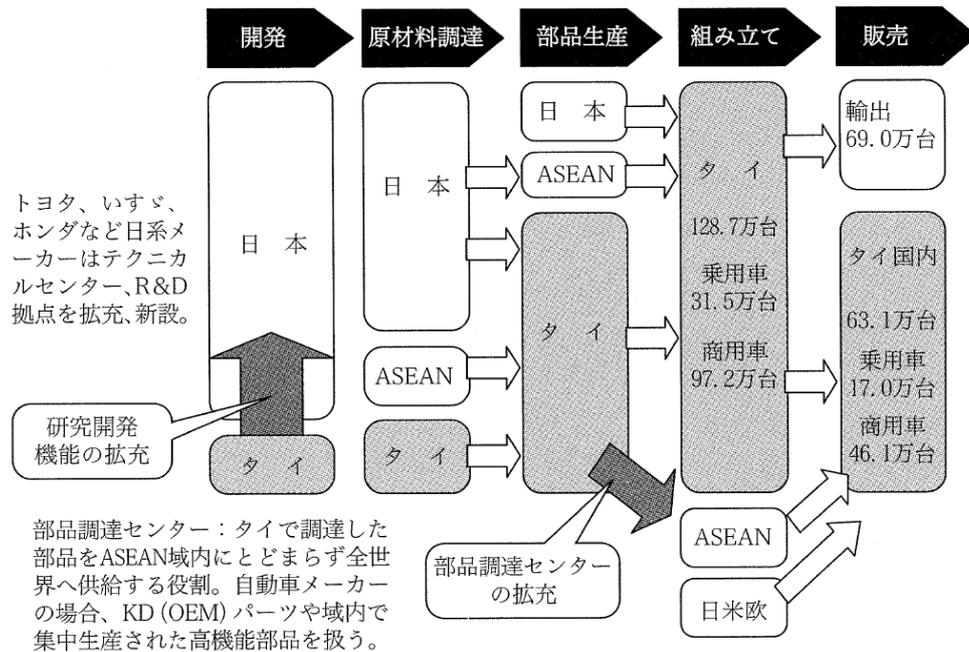


図 3.1.1-3 タイにおける日系自動車メーカーの開発から販売
(出典：大木博巳，東アジアの国際分業の拡大と日本，JETRO，2008.)

3) 東アジアにおける生産分業のモデルと今後の課題

以上のような東アジアの産業と貿易の発展について、服部は、組立型工業化仮説を提唱している^[2]。これは、藤本の、すりあわせ型ものづくりとモジュール型ものづくりの議論に通じるところがあるが^[3]、アジア諸国の急速な工業化の進展を可能にしたのは、高度な設備機械類や部品を外部（特に日本）から導入することで、高度な技術の蓄積を待たずに製品の高度化を図り、それらの輸出によって経済発展を成し遂げるというモデルである。すなわち、アジア諸国のこれまでの経済成長は、日本からの NC 工作機械などの高度な設備機械類、高品質な素材類、あるいは高精度な部品類の供給によって実現されてきたものであり、また、それが、日本が生き延びることが出来た要因になっているということである。

以上のようなアジアにおける生産分業のモデルを今後も持続的に維持していけるかどうかについては必ずしも楽観的な論調は多くはないが、いずれにせよ、日本が知識・技術・技能集約的なものづくりを一層高度化することで、非価格競争力を高めていく必要があることは確かである。これに関して、天野は、日本が東アジア地域の国際分業ネットワークにおいて競争優位を今後も維持していくためのキー概念として、①進出先国・地域における立地優位性の追及、②分業の便益の戦略的利用、③本国側の比較優位創出、④産業集積における関係構築が重要であることを主張し、以下の提案をしている^[4]。

- ・ 東アジアへの国際化戦略と同地域との適切な国際分業の構築が企業の競争優位

の構築と成長の持続、さらには産業空洞化の克服と日本の産業の競争力回復に必要な不可欠であり、国際分業のメリットを自社の戦略に取り入れる戦略が必要である。

- ・ 現在東アジア地域に形成されている国際分業体制は短期に変化するものではなく、中長期にわたって持続する構造であり、日本企業はこの点を認識し、この地域の地場や外資の企業群との連携、補完、分業関係の構築を進め、それを利用して自らの競争優位性を高める必要がある。
- ・ 国際分業の枠組みの中では、日本の産業集積は本国の比較優位分野を創出する母体であり、日本企業はその重要性を認識し、本国における技術・事業基盤の強化に努める必要がある。

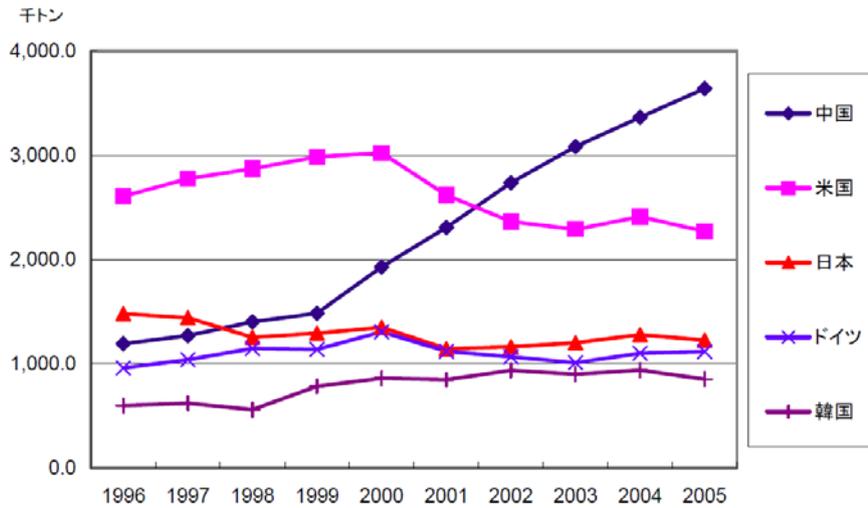
3.3.2 域内資源リサイクルと還流

1) 資源枯渇問題と地上資源の可能性

(1) 資源需要の急伸

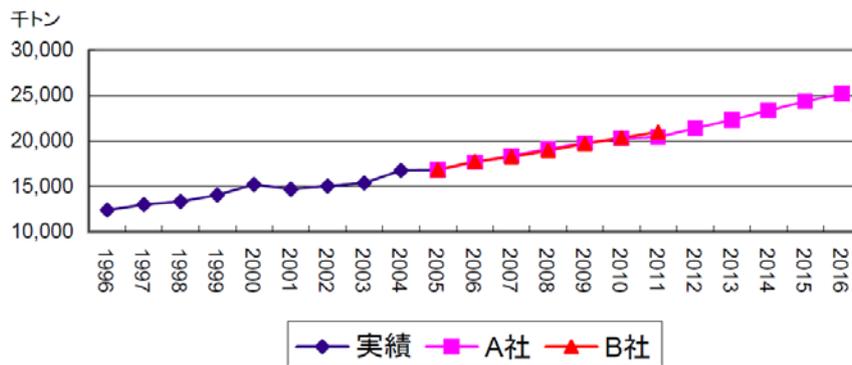
BRICs を代表とする新興国の急成長などにより、近年、世界の資源需要は急伸している。それにともない、資源価格の高騰、資源不足さらには資源枯渇の問題が直近の課題として認識されるようになってきている。以下ではこの問題を、金属資源についてみる。

例えば代表的なベースメタルである銅の最近の需要推移をみると、図 3.3.2-1 に示すように、中国の最近の伸びが著しい。2005 年時点で中国の需要が世界全体に占める割合は 20%であったが、これが年々高まっている。2016 年までの世界およびアジアの需要見通しを見ると、図 3.3.2-2 に示すように、現在の需要増加傾向が維持されることが予想されている。また、これらの需要量の増加は基本的にアジア、特に中国での増加量が大半を占めると予測される^[5]。

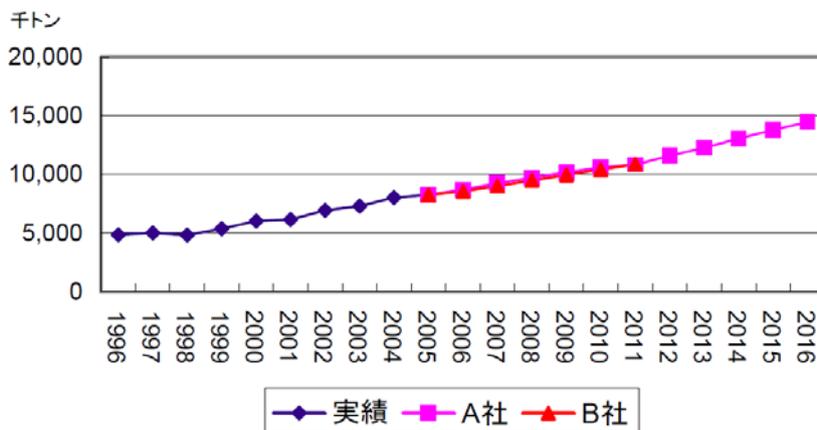


(出典:WBMS)

図 3.3.2-1 主要国の銅地金需要推移 (中国、米国、日本、ドイツ、韓国)
 (出典:ベースメタル国際需給動向 2006, 石油天然ガス・金属鉱物資源機構, 2007/11.)



(a) 世界



(b) アジア

図 3.3.2-2 世界およびアジアの銅地金需要見通し
 (出典:ベースメタル国際需給動向 2006, 石油天然ガス・金属鉱物資源機構, 2007/11.)

一方、最近ハイテク製品の製造に関連して注目されているレアメタルについても、自動車、電気・電子製品、精密機械、光デバイスなどの分野で、高機能化、省エネ化、環境対応が進む中で需要が増加している。表 3.3.2-1 は、レアメタルの生産推移を 10 年倍率（1992 年から 2002 年の 10 年間の変化）と 5 年倍率（1997 年から 2002 年の 5 年間の変化）によって示したものである^[6]。これらのレアメタルの需給に関する特徴の一つは、生産および消費国が偏在していることである。表 3.3.2-2 は、主なレアメタルの上位産出国とそのシェア、および世界における日本の消費量の順位を示したものである。これから、ここにあげたレアメタルの大半で、上位 3 カ国のシェアが 80%を超えていることが分かる。また、世界における日本の消費量がすべて上位 5 位に入っている。これらのレアメタルは、図 3.3.2-3 に示すように、日本のハイテク産業における製品の小型化・軽量化・高性能化及び省エネルギー化などの面で大きく貢献しており、ハイテク産業の国際競争力の維持・発展に欠かせない素材・製品となっている^[7]。

表 3.3.2-1 レアメタルの生産推移

（出典：馬場洋三，21 世紀の日本経済を支えるハイテク産業への素材（レアメタル）安定供給は？，金属資源レポート，石油天然ガス・金属鉱物資源機構，2005/7.）

鉱種	10年倍率	5年倍率	主 要 用 途
タンタル (Ta)	5.29	3.87	コンデンサー（携帯電話、デジカメ等）
アンチモン (Sb)	3.44	1.57	難燃剤
リチウム (Li)	2.70	1.37	リチウムイオン電池
インジウム (In)	2.39	1.46	液晶用透明電極 (ITO)
ボロン (B)	2.00	1.48	特殊鋼、希土類永久磁石 (NdFeB)
レアアース (REE)	1.64	1.08	希土類永久磁石 (NdFeB、SmCo)
ニオブ (Nb)	1.58	1.56	特殊鋼、超電導材 (NbTi合金)
ストロンチウム (Sr)	1.51	1.06	ブラウン管
ニッケル (Ni)	1.47	1.21	ステンレス鋼、ニッケル水素電池
モリブデン (Mo)	1.36	0.96	ステンレス鋼
クロム (Cr)	1.04	1.21	ステンレス鋼
コバルト (Co)	0.96	1.37	特殊鋼、永久磁石 (SmCo)
マンガン (Mn)	0.82	0.77	鉄鋼（脱酸・脱硫用）

出典：本城 薫；博士論文「供給障害リスクに対応したレアメタルの動態的適正備蓄モデルに関する研究」

注) 5 年倍率；1997 年から 2002 年までの 5 年間の変化
10 年倍率；1992 年から 2002 年までの 10 年間の変化

表 3.3.2-2 主要希少資源の上位産出国のシェアと

日本の消費量順位および寿命年数

((財) 製造科学技術センター作成)

元素名	上位産出国	生産量に占める割合 (%)	上位3カ国シェア (%)	世界における日本の消費量順位	世界埋蔵量 / 世界生産量 (年)
希土類	中国	93	98	2位	715
	インド	3			
	タイ	2			
バナジウム	南アフリカ	42	98	4位	208
	中国	34			
	ロシア	21			
タングステン	中国	90	96	4位	40
	ロシア	4			
	オーストラリア	2			
プラチナ	南アフリカ	78	95	2位	160
	ロシア	12			
	カナダ	4			
インジウム	中国	55	81	1位	63
	日本	15			
	カナダ	11			
クロム	南アフリカ	43	81	4位	24
	インド	19			
	カザブスタン	19			
モリブデン	アメリカ	34	77	3位	48
	チリ	27			
	中国	17			
コバルト	コンゴ	31	60	1位	122
	ザンビア	17			
	オーストラリア	13			
ニッケル	ロシア	22	51	1位	41
	カナダ	15			
	オーストラリア	14			
マンガン	南アフリカ	23	50	5位	40
	オーストラリア	14			
	ガボン	13			

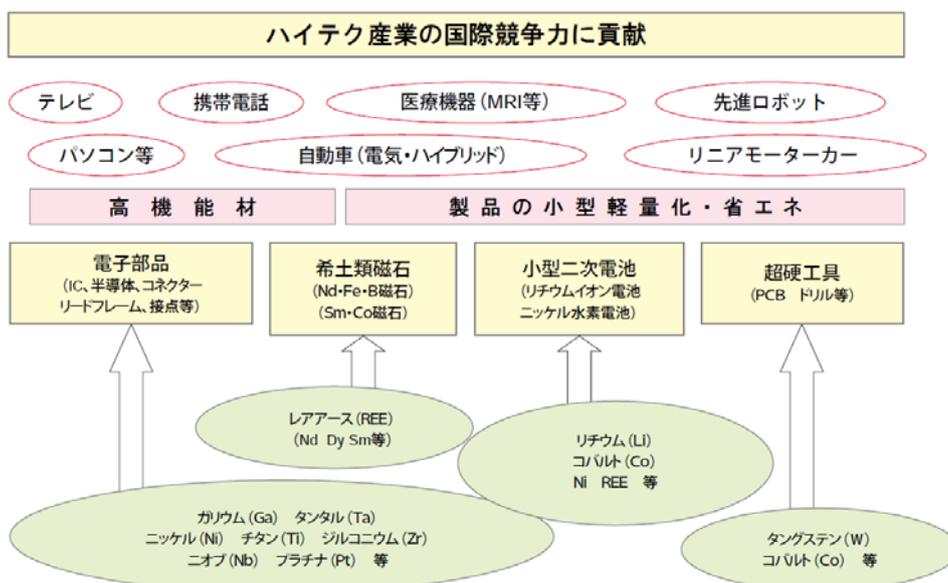


図 3.3.2-3 レアメタルが支える日本のハイテク産業
 (出典：馬場洋三，ハイテク産業の国際競争力を支えるレアメタル，
 金属資源レポート，石油天然ガス・金属鉱物資源機構，2005/9.)

(2) 資源枯渇の危険性

以上のような資源需要の増加による問題としては、短期的には、価格が高騰し、安定確保が容易でなくなるといったことがある。しかし、さらに深刻なのは、このペースで資源を使い続けると資源そのものの枯渇を招く恐れがあるという問題である。図 3.3.2-4 は、現有埋蔵量（現時点で経済的に採掘が成り立つものの量）に対する 2050 年までの累積需要量の予測を示したものである^[8]。Ni、Mn、Li、In、Ga などは、2050 年までに現有埋蔵量の数倍以上の使用量となると予想している。また、Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Sn は 2050 年までに埋蔵量ベース（現時点では経済的に採掘困難なものや経済限界下のものまでも含んだ資源量）も超えるとしている。したがって、鉱山の探索や開発技術が飛躍的に拡大されない限り、現用の材料技術を基礎とした資源利用の方法では世界経済の発展をまかなうことは困難と考えられる。これを解決していくためには、金属元素の利用方法を徹底的に効率的なものにしていく（減量）、リサイクルを極める（循環）、もしくは、アルミニウム、シリコン、鉄などのより普遍的に存在する資源を用いて多様な機能を発揮させる技術を開発する（代替）ことが緊要の課題である。

2050年には現有埋蔵量の数倍の金属資源が必要になる。

2050年に現有埋蔵量をほぼ使い切るもの: Fe, Mo, W, Co, Pt, Pd

2050年までに現有埋蔵量の倍以上の使用量となるもの: Ni, Mn, Li, In, Ga

2050年までに埋蔵量ベースをも超えるもの: Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Sn

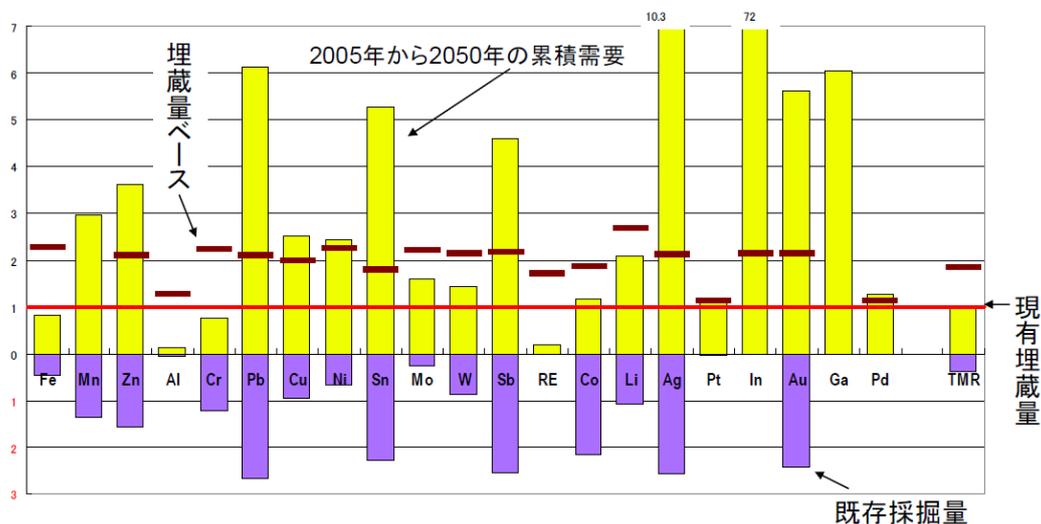


図 3.3.2-4 主な金属資源の現有埋蔵量に対する 2050 までの累積需要量の予測

(出典：原田幸明，島田正典，井島清，2050年の金属使用量予測，
日本金属学会誌，Vol.71，No.10，2007，831-839.)

(3) 地上資源の可能性

前節で述べたように、現状のペースですらこのまま資源を使い続けていくことは困難であり、さらに今後の新興国の発展を考えると、資源枯渇の問題は目前に迫っていると考えざるを得ない。この問題に対する解決策として、最近地上資源の可能性が指摘されるようになってきている。これまで、人類は地下に埋蔵されている資源を掘り出して利用してきた。今、枯渇が問題視されているのは、この地下資源である。しかし、実はこれまで掘り出された資源の多くは、その場所が地下から地上に移っただけで、消えてなくなったわけではない。様々な形で地上に存在しているこれらの資源を利用することを考えるべきであるというのが、地上資源の概念である^[9]。地上資源は、特に都市部に集積されていると考えられるので、都市鉱山とも呼ばれる。

主な金属資源について、日本の都市鉱山の規模を推定した結果を表 3.3.2-3 に示す^[10]。これは、廃棄される物質のフローを示すものではなく、地上に蓄積されていると考えられる物質量を推定したものである。また、これが世界の埋蔵量の何%になるのかを示したのが、図 3.3.2-5 である^[10]。これからその規模の大きさが理解できる。

地下資源の枯渇が懸念されている現在、地上資源に着目することが重要である。そこで、これらの地上資源を有効利用するためのリサイクルの現状と課題を次節以降で考えてみる。

表 3.3.2-3 日本の都市鉱山の規模の推定量
(出典：(独)物質・材料研究機構(2007年2月15日)
2050年までに世界的な資源制約の壁, 記者会資料.)

金属	世界の年間消費(t)	世界の埋蔵量(t)	わが国の都市鉱山蓄積(t)	世界の埋蔵量に対するわが国の都市鉱山の比較(%)	世界の年間消費量との比	埋蔵量国別順位
Al	177,000,000	25,000,000,000	60,000,000	0.24	0.3	12
Sb	112,000	1,800,000	340,000	19.13	3.1	3
Cr	20,000,000	810,000,000	16,000,000	2.08	0.8	4
Co	57,500	7,000,000	130,000	1.87	2.3	6
Cu	15,300,000	480,000,000	38,000,000	8.06	2.5	2
Au	2,500	42,000	6,800	16.36	2.7	1
In	450	2,800	1,700	61.05	3.8	1
Fe	858,000,000	79,000,000,000	1,200,000,000	1.62	1.5	11
Pb	3,300,000	57,000,000	5,600,000	9.85	1.7	1
Li	21,100	4,100,000	150,000	3.82	7.4	6
Mo	179,000	8,600,000	230,000	2.69	1.3	6
Ni	1,550,000	64,000,000	1,700,000	2.70	1.1	9
Pt	445	71,000	2,500	3.59	5.7	3
RE	123,000	88,000,000	300,000	0.35	2.5	6
Ag	19,500	270,000	60,000	22.42	3.1	1
Ta	1,290	43,000	4,400	10.41	3.5	3
Sn	273,000	6,100,000	660,000	10.85	2.4	5
W	73,300	2,900,000	57,000	1.97	0.8	5
V	62,400	13,000,000	140,000	1.08	2.2	4
Zn	10,000,000	220,000,000	13,000,000	6.36	1.4	6

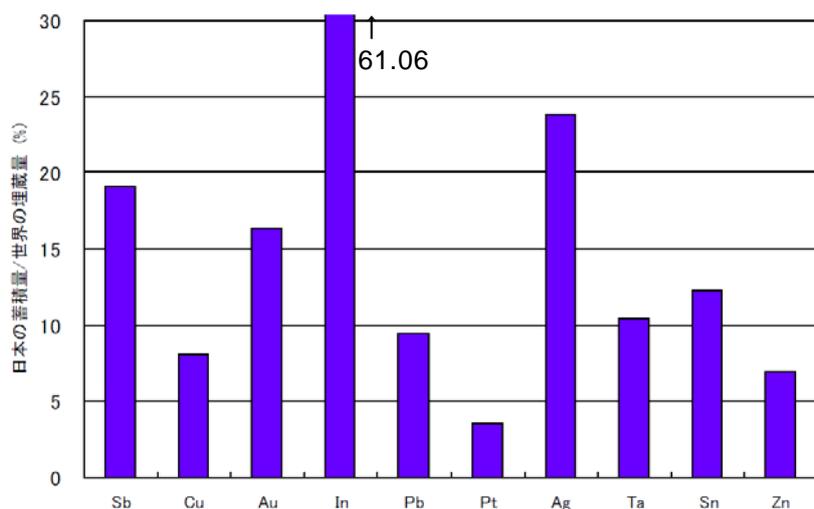


図 3.3.2-5 世界の埋蔵量に対する日本の都市鉱山の規模
(出典：(独)物質・材料研究機構(2007年2月15日)
2050年までに世界的な資源制約の壁, 記者会資料.)

2) 東アジアにおけるリサイクル

(1) 東アジア各国のリサイクルシステムと循環資源貿易

前節で述べたように、今後予想される資源需要の増加に対応するためには、これまでのように地下資源に依存するのではなく、地上資源の有効利用を図っていく必要がある。その第1歩はリユース・リサイクルの推進である。

日本においては、循環型社会を目指し、循環型社会形成推進基本法のもとで、資源有効促進法、容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、食品リサイクル法、建設リサイクル法、自動車リサイクル法が整備され、リサイクルの推進が行われている。一方、アジア地域でも、最近の資源価格の高騰により再生資源の回収、リサイクルの経済性が高まってきたことから、リサイクルへの関心が高まっている。このような中、表 3.3.2-4、3.3.2-5 に示すように、アジア各国政府もリサイクルに関わる政策を導入している^[11]。

各国内でのリサイクルシステムの整備が進んでいると同時に、循環資源（廃プラスチック、鉄スクラップなどの再生資源と中古品をさす）の貿易が拡大している。表 3.3.2-6 は、アジア主要国の主な再生資源の 2003 年における純輸出量（輸出量と輸入量の差）を示している。日本が廃アルミ以外で純輸出国になっているのに対して、インドはすべての品目で純輸入国であり、中国は鉛くずを除いて、韓国も廃プラスチックを除いて純輸入国になっている。この状況は、先進国におけるリサイクル法制の整備により再生資源の回収が増えていること、生産の拠点がアジアにシフトし経済が拡大することで資需要が拡大していることを反映していると考えられる^[12]。

次節では、以上のようなリサイクルの現状を、中国を例に見てみる。

表 3.3.2-4 アジア諸国における政府レベルのリサイクルの取り組み（その 1）

（出典：小島道一編，アジアにおけるリサイクル，アジア経済研究所，2008.）

国名	法律・計画などでのリサイクルの位置づけ	プログラムなど
韓国	「資源節約と再活用促進に関する法律」1992 年制定：「資源の効率的な利用および廃棄物の発生抑制、資源の節約および再活用促進を通じて環境を保全し、持続的な経済発展および国民福祉向上に寄与すること」が目的。 1995、97、99、2001、04 年と改正が行われている。	左記の法律に基づき、製品負担金制度（殺虫剤容器、化粧品容器、電池など）、預置金制度、生産者責任制度（紙・ガラスなどの包装、タイヤ、潤滑油、電機製品、蛍光灯）、一回用品使用規制などが導入されてきている。
中国	「固体廃棄物環境汚染防止法」1995 年制定：固体廃棄物の発生量を抑えること、固体は器物の合理的利用を図ることがうたわれている。2005 年に施行された改正後の法では「循環経済発展の促進」についても言及。	1994 年から、リサイクルを行っている企業への税の減免などを実施。輸入廃棄物を主に扱うリサイクル工場団地も建設。
台湾	「廃棄物清浄法」の 1997 年の改正で「資源回収管理基金委員会（基管会）」を環境保護署の下に設置した。「資源回収再利用法」2002 年制定：廃棄物を減らし、リサイクルとリユースを促進することがうたわれている。	「基管法制度」：生産者が、処理・リサイクル費用をあらかじめ環境保護署管轄の基管会に支払い、基管会からリサイクル活動を行った業者等にお金が支払われる（対象品目は、廃乾電池、廃タイヤ、廃鉛蓄電池、廃プラ、家電 4 品目、パソコン等）。
フィリピン	「固形廃棄物エコ管理法」2001 年成立：価値のある資源の利用を最大化し、省資源とリカバリーを促進すること、コンポスト、リサイクル、リユースなどを通じて廃棄物を減少させるガイドラインや目標をつくることなどが定められている。	すべてのバランガイなど地方行政が分別・リサイクルなど行うことが義務付けられている。しかし、十分な予算を割くことができないことなどから、一部の市、バランガイが取り組んでいるにすぎない。エコラベルもあまり活用されていない。
タイ	「国家環境質向上保全政策・計画（1997-2016）」（1996 年 11 月に内閣で承認）：廃棄物の発生率を 1 人 1 キログラム以下にすることを目標に掲げ、リサイクルと再利用を促進することをうたっている。	タイの工場省に“Waste Utilization Data Center”を設置。ドイツ技術協力公社（GTZ）がピサヌルーク市のリサイクルを通じたゴミの減量などに協力し、また、その経験をタイ国内に広めるプロジェクトを実施。

表 3.3.2-5 アジア諸国における政府レベルのリサイクルの取り組み（その2）

（出典：小島道一編，アジアにおけるリサイクル，アジア経済研究所，2008.

各国の環境省のホームページや参考文献に掲げている資料、現地調査時のヒアリングなどを基に筆者作成。）

国名	法律・計画などでのリサイクルの位置づけ	プログラムなど
マレーシア	“The Third Outline perspective Plan (2001-2010)”の環境について述べている節のなかで、ゼロ・エミッション技術の利用を促進し、エネルギー消費の削減、廃棄物を新しい素材として再利用・再生（regeneration）することを図っていくと述べられている。	全国リサイクリング・プログラム（2000年12月から）：住宅・地方行政省、95の地方政府が参加。目的は、3Rを通して廃棄物量を削減。JICAの協力で「固形廃棄物減量化」のマスタープランが作成された。
シンガポール	2002年に持続可能な開発に関する世界首脳会議（WSSD）で発表した“Singapore Green Plan2012”のなかで、2001年には44%のリサイクル率を2012年までには60%に引き上げることを目標として掲げている。	家庭を対象に全国リサイクリング・プログラムを2001年度から開始。学校、工場に対してもリサイクリング・プログラムへの参加を呼びかけ、ホームページでも3Rに結びつく方法を紹介。拡大生産者責任の適用も模索している。
インドネシア	1997年に発表された“Agenda 21-Indonesia”のなかでは、廃棄物管理の章で、廃棄物の最小化とリユース、リサイクルやコンポスト化など資源の循環的な利用を最大化する必要がうたわれている。	技術評価・応用庁が、コンポスト化やプラスチックのリサイクルを研究、研修を実施。GTZの援助で環境省の中にクリーナー・プロダクション・センターが作られている。2006年12月にReduce-Reuse-Recycle Programが開始され、パイロット・プロジェクトとして、バンドンに生ゴミ処理機が設置された。
ベトナム	2004年に発表された“Vietnam’s Agenda 21”のなかで、クリーンな産業化を図ること、リサイクルの実施、家庭での分別の実施などが盛り込まれている。2005年に改正された環境保護法では、容器包装、電気電子機器廃棄物等の回収について生産者等に責任を負わせる方針が盛り込まれている。	ハノイ効果大学にクリーナー・プロダクション・センターが設置され、企業への技術指導などを行っている。既存の小規模リサイクル工場を工業団地に集約し環境対策を進めようとしている。

表 3.3.2-6 2003 年のアジア主要国の主な再生資源の総輸出力および純輸出力
(輸出力と輸入量の差)

(出典：小島道一編，アジアにおける循環資源貿易，アジア経済研究所，2007.)

(単位：千トン)

廃物	日本		韓国		中国		台湾		フィリピン		タイ		マレーシア		インドネシア		インド	
	総輸 出力	純輸 出力	総輸 出力	純輸 出力	総輸 出力	純輸 出力												
プラ	681	678	82	76	30	△2996	137	74	25	17	59	58	60	33	19	15	3	△50
紙	1970	1853	158	△1168	1	△9381	15	△1106	7	△367	3	△1095	1	△228	17	△1997	0.7	△1437
鉄	5719	5479	307	△5906	3	△9290	118	△3058	494	475	117	△1162	294	△4824	37	△927	30	△2337
銅	307	186	94	△59	7	△3157	75	△5	20	△11	54	50	471	253	22	19	5	△82
アルミ	69	△44	1	△174	11	△647	59	△56	20	18	17	△5	31	n.r. ^(注)	13	8	0.5	△101
鉛	12	10	0	△0.4	0.1	0.1	0	0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.3	0.3	0.0	△0.7	0.3	△37

(注) n.r. 多量のアルミ・スクラップがフィリピンから輸入されたことになっており、フィリピン側のデータとも一致せず、データベース作成時のミスである可能性が高い。

(出所) 各国貿易統計から作成。

(2) 中国のリサイクルの現状

①背景

製造業が中国を始めアジア諸国に製造拠点を設置し、動脈の国際分業が始まって久しい。製造に必要な資源が自由に調達できた時代から、資源獲得がグローバルな制約を受ける時代になり、動脈産業だけでなく静脈産業も国際分業が進展してきた。主に、日本から輸出された金属系スクラップやプラスチック類などを、安価な労働力をドライビングフォースとして部品から素材にまで手作業で精密に分解する産業である。

これは、日本とアジアという地理的・経済的環境の違いによって、新興国での製造業においては、従来の、先進国の静脈産業を海外で補完するという役割から、各国自身の動脈産業を補完する役割へと進化すべきと考えられる。すなわち、自国のスクラップを自国内でリサイクルし、有価資源の創出と環境汚染の防止を図るものである。

そこで、その道筋の出発点となる、リサイクル産業の過去と現状について、中国を代表例として述べる。

②中国の先進国補完型のリサイクル状況^[9]

(1) リサイクルの歴史

中国への金属系の鉄系スクラップの輸入は世界各国の地球規模に及んでいる。日本だけでなく米国、カナダ、オーストラリア、欧州から多量のスクラップが輸入されている。輸入されて陸揚げされた鉄系スクラップ類を図 3.3.2-6 に示す。



図 3.3.2-6 中国でのスクラップ輸入(2001年) 図 3.3.2-7 スクラップの移動(2001年)
(出典：(財) 製造科学技術センター) (出典：(財) 製造科学技術センター)

一般の人が見ればこれは「ごみ」に見える。しかし、リサイクルの専門家が見れば、微量の有害物を含むかもしれないが「資源の宝庫」である。これをいかにして資源に分別されているかについて調べた。

2001年以前は、分解作業者がスクラップを持ち帰り、これを家内工業的に分解・選別していた。持ち帰りの一例を図 3.3.2-7 に示す。この方式は、一人当たりの GNP が小さい時代にあって有効で、資源供給源として中国の経済発展を底支えしてきたといえる。しかし、個人作業では管理が行き届かない。このため、行政は家内工業を大規模リサイクル団地に集約する施策を取り、環境保全、作業環境管理、有害物管理などを行うようになった。代表的な施策は、(1) 屋根を設けた場所で作業すること、(2) 地面をコンクリート地にすること、(3) 流出する油を回収する枡を設けることなどである。これらの施策は大きな網をかけてレベルを向上させるという一定の効果があった。あるリサイクル工場の油水分離槽(出口側最終槽)を調べたが、図 3.3.2-8 に示すように油は浮いていなかった。



図 3.3.2-8 油水分離槽(最終槽)(2002年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-9 スクラップの手分解(2002年) 図 3.3.2-10 分解後の選別(2002年)
 (出典：(財) 製造科学技術センター) (出典：(財) 製造科学技術センター)

2002年当時、金属系スクラップは図 3.3.2-9 に示すように人が手で分解していた。手袋、マスク、ヘルメットの装着は指導されているが、徹底されていないこともあった。人手による徹底分別は、日本の戦後から高度成長期にかけての実態と似ている。経済発展の過程で一度は通る道ともいえる。分解した残渣は図 3.3.2-10 に示すように材質ごとに細かく分ける。分けたもの全てが売却できるとのことであった。少量の価値のないものは、市のごみ処分場に処分費用を支払って委託していた。市のごみ処分場は焼却と埋め立てがある。2005年時点での某分解工場では、独立した立屋を建設し、内部には図 3.3.2-11 に示すような分解装置をライン内に設置していた。



図 3.3.2-11 素材選別ライン (2005年)
 (出典：(財) 製造科学技術センター)

分解したものは、鉄は電炉へ、銅は製錬所へ、アルミニウムは溶解してインゴットに、プラスチック類は材質ごとに売却される。銅線は分解工場で図 3.3.2-12 のように集積され、電解工場に売却される。図 3.3.2-13 に示すアルミニウムインゴ

ットは分解工場内で生産されたものである。



図 3.3.2-12 素材選別ライン(2005年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-13 アルミインゴット生産 (2005年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)

(2) プラスチックのリサイクル

プラスチック類は図 3.3.2-14 のような複数種類のプラスチックが混合した状態であり、図 3.3.2-15、3.3.2-16 に示すように人手で色や材質ごとに分類する場合が多い。また、簡易的な比重差分別や風力選別装置を用いて、材質毎の選別精度を上げている。選別された単一種類のプラスチック類は、5mm 程度のフレーク状にして売却される図 3.3.2-17。手選別の中でもっとも細かく分類していたのは携帯電話から回収したチップ類であった。図 3.3.2-18 に示すように、粒のようなチップ類を数十種類に分類していた。



図 3.3.2-14 輸入ミックスプラスチック(2005年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-15 プラスチックの手選別(2005年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-16 プラスチックの手選別(2005年)

図 3.3.2-17 プラスチック粗粒(2005年)

(出典：(財) 製造科学技術センター)

(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-18 電子回路部品の手選別 (2005年)

(出典：(財) 製造科学技術センター)

(3) パソコン・家電のリサイクル

図 3.3.2-19 はパソコンの手分解作業である。既に大都市で発生するパソコンなどの電子機器類について委託費をもらってリサイクルしている企業もあった。このような企業は電子廃棄物処理の許可証を行政から取得している。中国では家電リサイクル法は近々公布されるとされているが、2008年11月現在、リサイクルの義務はない。



図 3.3.2-19 パソコンの手選別（2005年）
（出典：（財）製造科学技術センター）

家電リサイクルについて、先行する複数の企業は試験的なリサイクルを始めている。これらは政府の財政的後押しを得て着手した企業と、独自路線で進めている企業とがある。2007年後半になって、家電リサイクル工場が試行的に稼動を始めた。図 3.3.2-20 の企業はテレビを中核に、冷蔵庫、エアコン、洗濯機のリサイクルラインを建設した。図 3.3.2-21 に示すように、場内は整然としており、図 3.3.2-22、3.3.2-23、3.3.2-24 に示すような分解の簡易ラインを建設し、図 3.3.2-25 に示すような冷媒フロン回収装置も設置していた。法律が施行されていないため、操業の実態は、家電品を買い取っており、入荷の主体はテレビであった。図 3.3.2-26、3.3.2-27 に示すように在庫はかなりあった。



図 3.3.2-20 家電リサイクル会社(2007年)
（出典：（財）製造科学技術センター）



図 3.3.2-21 工場内(2007年)
（出典：（財）製造科学技術センター）



図 3.3.2-22 テレビライン(2007年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-23 冷蔵庫ライン(2007年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)

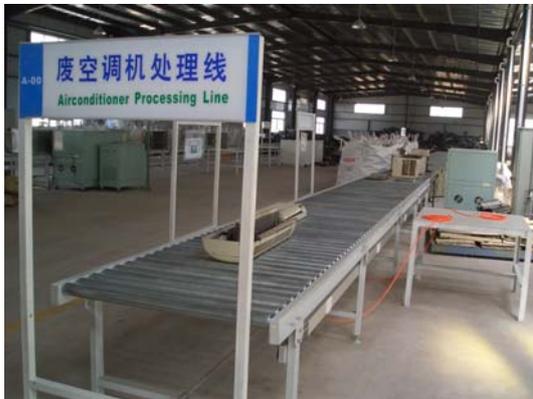


図 3.3.2-24 エアコンライン(2007年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-25 フロン回収装置(2007年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-26 テレビ在庫(2007年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.3.2-27 洗濯機在庫(2007年)
(出典：(財) 製造科学技術センター)

(4) 電子廃棄物のリサイクル

中国の 1000 万規模の大都市で 2002 年より廃工業製品のリサイクル事業を営む

企業を訪問し、リサイクル実態を調査した。この企業は元々、市の政府機関から独立した民間企業で、現在、主に FAX、パソコン、デジタルカメラ等の廃工業製品（製造時の廃棄品）のリサイクル事業を行っている。廃棄物を取扱う上での許可品目は医療、廃油、蛍光灯などの危険物も取扱範囲に入れており、更に ISO14001、及び ISO9001 を取得し、徹底した管理を行っている。

リサイクル工場としては、敷地約 7,000 m²の中内の倉庫の一部にパソコンなどの手分解ライン（図 3.3.2-28、3.3.2-29）を 2 ライン新設し、現在、20 名程度で分解作業を実施している。

訪問後にこのような設備に改善され、現在は下記の写真の状況で運営されている。現在の処理品は生産工場からの規格外品であったが、法律が実施されれば、将来的には一般家庭からの使用済みパソコンと家電品を事業範囲に入れる構想を検討中である。



図 30302-28 手分解ライン(2004年)
(上海第二工業大学・王教授提供)



図 3.3.2-29 基板分解ライン(2004年)
(上海第二工業大学・王教授提供)

この企業は、日本のような設備が導入され、作業環境（作業負荷軽減、粉塵対策など）にも日本以上に配慮されていた。同社の経営基盤（収入源）は、各メーカーからの委託費（一部、買取もある）と有価物の売却費である。逆有償で受託している点が、日本の産廃処理と同じである。有価物については、素材として売却するものと、部品として再利用（リユース）するものがある。そのため、分解作業は製品を製造する時のように慎重、且つ丁寧なものであった。

③日本のリサイクル産業との比較

日本の家電リサイクル法（特定家庭用機器再商品化法）は、資源を循環させることを明示的に意図した初めての本格的な法律で、日本が世界に提示できる“ジャパンモデル”とされている。本法は 2001 年（平成 13 年）4 月に施行され、既に 7

年を経過した。特にこの 2002 年後半から 2008 年前半までは、再生鉄、非鉄類、並びにプラスチック類の売却価格が上昇した。しかし、2008 年 10 月の米国の金融破綻を端緒に、スクラップ類も 2002 年度後半に匹敵するほど大暴落した。このため、有価物と産廃との区別がつきにくくなっており、遵法かつ適正な処理への規制も監視を強化されるべきである。その上で、リデュース、リユース、リサイクル（3R）を軸にして文字通り「環境の産業化」を進展させるべきといえる。

3) グローバル資源循環システムの構築に向けて

(1) アジアでの資源循環の課題

これまで見てきたように、アジア地域の経済成長を支えてきたのは、先進国からアジアの新興国へ製造業が移転することによる国際貿易の拡大と、その結果としての所得の増大による内需の拡大である。新興国で生産された製品は先進国へ輸出され、使用済みとなった後に、資源需要が旺盛な新興国へ再び戻っていく。また、経済発展が初期の段階にある国へ中古品として輸出されているものもある。このような地上資源の循環利用は、前述の地下資源の枯渇を回避する上で重要である。

しかし、循環資源貿易が資源環境問題の軽減に必ずしもつながるわけではない。再生資源の越境移動が、汚染を引起す不適切なリサイクルを拡大させている場合もある。再生資源と偽ってリサイクル不能な廃棄物が越境移動し、輸出先で不法投棄される場合もある。また、エネルギー効率の悪い古すぎる中古品の使用が、環境負荷を増大させている場合もある。小島は、このような国際資源循環に対する懸念として、以下の 5 項目をあげている^[11]。

- ① リサイクルと称して、リサイクル不能な廃棄物が送られてくる。
- ② たとえリサイクルしている場合でも残渣が出る。
- ③ リサイクル工場から汚染の問題が生じる。
- ④ 再生資源の輸入が拡大すると、国内でのリサイクルが進まなくなる。
- ⑤ バーゼル条約の事前通知・承認の制度などで、途上国の政府に裁量権を与えても、汚職などのために、適切な運用がなされない。

また、これらの懸念を克服して、アジア地域の循環経済・社会の構築を促進するために以下の改善策を提案している。

- ①有害廃棄物の越境移動の規制の執行強化
 - ・ 再生資源・有害廃棄物・中古品などの区別の明確化
 - ・ 規制当局間での情報交換
 - ・ 国際的な再生資源のトレーサビリティの確保
 - ・ 罰則の強化
- ②有害廃棄物の越境移動の輸入手続の制度化・簡素化

③中古品の越境移動に対する国際的なコンセンサス作り

(2) グローバル製品の資源循環モデル

鉄・アルミ・銅といったベースメタルのリサイクルやプラスチックのカスケードリサイクルなどを考える場合は、材料別に循環資源のフローを考えればよいが、閉ループ化された理想的な循環型生産システムを目指した場合は製品ごとの循環フローを考える必要がある。しかも、フラットパネルディスプレイ（FPD）のようなグローバル製品の場合は、循環フローをグローバルな視点で考える必要がある。以下では、このような状況を FPD の製造に不可欠な透明電極に使用されるインジウムのリサイクルを例にとって見てみる。

製品としては、FPD の代表格である液晶テレビを考える。2007 年度における液晶テレビの世界の出荷台数は約 8,000 万台、出荷額は約 680 億ドルに達している。これらの消費地は、欧州 31.4%、北米 30.6%、中国 11.0%、日本 9.7%などとなっている。これらのテレビは欧州であれば東欧などの消費地近くの工場で組み立てられている。しかし、その主要構成要素である大型液晶パネルは、図 3.2.2-30 に示すように、韓国、台湾、日本、中国の 4 カ国で製造されている^[13]。さらに、パネル製造に必要な透明電極の材料である ITO（酸化インジウムスズ）ターゲット材は、日本企業がほとんどのシェアを握っている。また、その製造に必要なインジウムについてみると、90%が透明電極に使用されており、また、世界消費の 85%以上を日本が消費している^[14]。

ところで、インジウムは、図 3.3.2-4 でも示したように最も枯渇の危険性が高いレアメタルの一つであり、リサイクルの必要性が高い。透明電極の製造にはスパッタリング法が用いられる場合が多いが、この方法では原料であるターゲット材に多量の廃材が生じる。このため、最近では ITO のターゲット材メーカーが中心になってパネル製造工程から出る ITO の廃材を回収し、インジウムとして精錬、リサイクルするようになっている。この結果、現状の ITO のターゲット材では、最初に投入するインジウムの使用量はバージン材（新規材料）が約 35%で、リサイクル材（再生材料）が約 65%とリサイクル材の方が多くなっている。

一方、製品に含まれるインジウムの量は微量のために、使用済み製品を回収してインジウムを取り出すことは、技術的には可能になっているものの実際には行われていない。しかし、今後パネル製造がますます拡大していくと予想されることから、インジウムの確保のために使用済み製品からのリサイクルも必要になると考えられる。この場合は、世界中から使用中止となった液晶テレビを集めてきてインジウムを取り出し、ITO ターゲット材をほぼ独占的に生産している日本に戻す必要がある。以上のようなインジウムのリサイクルフローは、図 3.2.2-31 で示すことが

できる。

以上の例から分かるように、グローバル製品の資源循環については、資源の越境移動という観点からの国際循環の議論では不十分であり、製品単位で循環サプライチェーンとしての設計と管理の視点がなければ成立しない問題となっている。今後は、サプライチェーンを順工程のみならず逆工程を含めた循環チェーンとして捉え、その計画・運用のためのシステム構築とそれを可能にする国際協調の枠組みづくりが必要とされる。

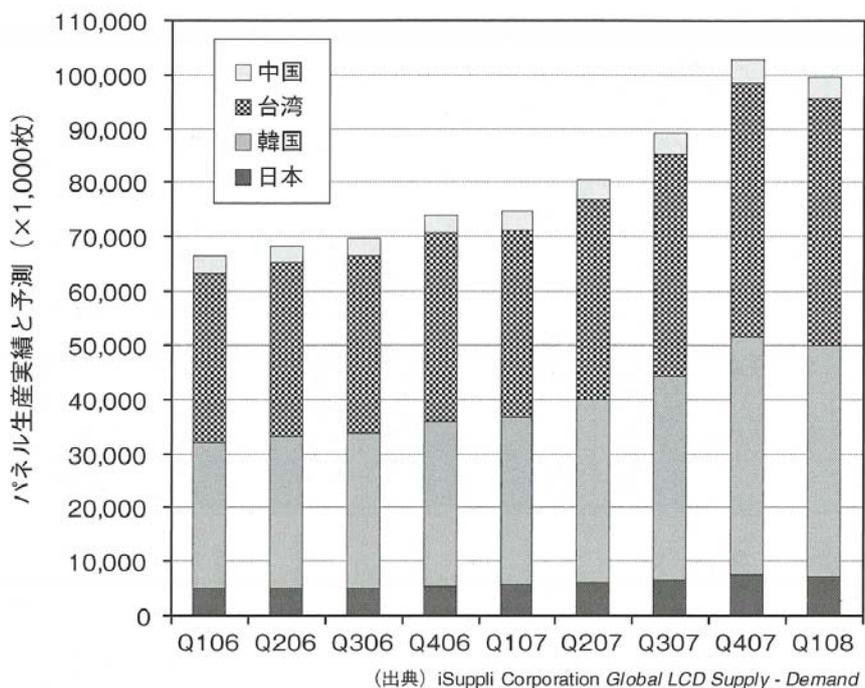


図 3.3.2-30 大型液晶パネル供給地

(出典：内田龍男監修 (2006) , 図解 電子ディスプレイのすべて, 工業調査会, pp.292.)

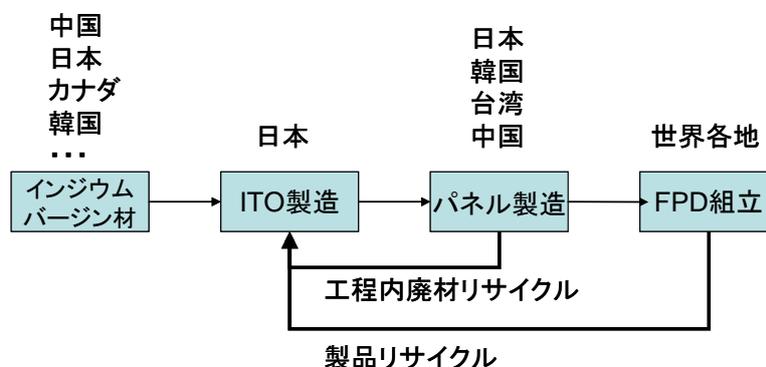


図 3.3.2-31 インジウムのリサイクル
(財) 製造科学技術センター作成

3.3.3 化学物質管理制度の現状と域内部品材料認証制度の必要性

欧州（EU）では、RoHS¹に引き続いて2007年6月に新たな化学物質管理制度であるREACH²（化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規則）が施行され、2008年6月から運用が開始された。REACHには、既存化学物質・新規化学物質の扱いをほぼ同等にした新たな登録等の制度を始め、事業者へのリスク評価の義務づけ、流通経路を通じた化学物質の安全性や取扱いに関する情報共有の強化といった新しい考え方が盛り込まれている^[15]。

このような欧州規制がアジア各国の環境規制として採用・導入され、徐々に「国際標準」化する動きがある^[16, 17]。例えば典型的なのはRoHS指令である。中国は07年3月にEU指令をもとにした自国指令を施行した。この他、韓国、タイなども同様の規制案を策定しているなど、アジア各国が自主的に国内規制として採用を進めている。このようにRoHS指令については、各国での対応が進んでいる一方、中小の地場産業においては、EU向け輸出適格商品を生産することができなくなった輸出企業もあるようである。

RoHS指令の場合、使用制限される化学物質は6種類であるが、REACHの対象範囲はすべての化学物質だけでなく化学物質を含んだ成形品も含まれる。REACHの運用開始により、RoHS指令時と同様、地場企業を中心にEU輸出を断念せざるを得ない企業が続出する可能性もある。アジア各国の企業は、欧州規則という篩で選別されようとしている。

東アジアにおける日系製造業については、EU向け輸出は限られている。しかし、そのことをもってREACHの影響が限定的とは言いきれない。日本企業にとって東アジアは、日本本社や地域統括会社を中心としたグローバル・サプライチェーンの中に深く組み込まれており、サプライチェーンを通じ、最終的に欧州に輸出している品目も多い。

REACHの予備登録は欧州の製造者か輸入者がすることになるが、その前段階として日系企業などアジアの製造者・輸出者の確認などが行われている。大手日系企業では、本社担当部門と連携してREACH対応を行っており、既にREACHへの対策を済ませている企業も多い。その一方で、日系中小企業の場合は本社を通じて

¹ EU（欧州連合）が2006年7月1日に施行した有害物質規制。Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipmentの略で、電気電子機器への特定有害物質の含有を禁止するもの。規制対象となっているのは、Pb（鉛）、Cd（カドミウム）、Cr6+（6価クロム）、Hg（水銀）、PBB（ポリブロモビフェニル）、PBDE（ポリブロモジフェニルエーテル）の6物質。

² EU（欧州連合）が2007年6月1日に施行した化学品規制。Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicalsの略。2008年6月1日から本格運用が開始された。EUで物質（調剤中の物質も該当）を年間1トン以上製造又は輸入する事業者に対し、登録手続きが義務付けられている。

情報を入手したり、関係会社一丸となって対策を検討したりする状況にはない企業も多い。製品納入先からの情報照会や対応依頼があって初めて REACH 規則の存在を知る場合も多いとのことで、本社のバックアップが得られないまま手探りで対応を進めているという企業もあるようである。これら企業は制度全体の仕組みや自社に求められる対処事項が把握しきれておらず、適切な対応を取るに至っていないと思われる。

以上のように、化学物質管理に関する欧州指令への対応は、国ごと、企業ごとにかなりのばらつきがあるようであるが、3.3.1 で述べたような、日本からの技術と素材・部品の供給を基に、製品の高度化を図り、それらの輸出によって経済発展を成し遂げるといふ東アジア域内での生産分業モデルを維持していくためには、このような事実上の国際標準に対応していくことは必須であり、域内全体としての取り組みが求められる。

化学物質管理に関しては、各国が様々な取り組みを進めているが、特に自動車、デジタル家電などの先端的で複雑な製品は、グローバルで複雑なサプライチェーンによって製造されているために、域内部品材料認証制度といった共通の枠組みがないと効率的な管理が難しくなる。特に、閉ループの循環型生産を実現するためには、3.3.2 で述べたグローバル循環の視点を入れた管理体制が必要と考えられ、アジア諸国においては日本がリーダーシップをとっていくことが求められている。

3.3.4 まとめ

本節では、域内協力体制を、協調的な生産分業体制の維持発展、資源循環システムの構築、域内での化学物質管理システムの構築の面から検討した。

基本的に、東アジアの貿易構造は、域内貿易では部材・基幹部品を調達し、域外貿易では最終製品をグローバルに市場に供給する域内調達・域外需要型といえる。このような形で近年アジア諸国が急速な工業化を進展させることができたのは、高度な設備機械類や部品を外部（特に日本）から導入することで、高度な技術の蓄積を待たずに製品の高度化を図り、それらを世界に輸出することができたからである。すなわち、アジア諸国のこれまでの経済成長は、主として日本からの高度な設備機械類、高品質な素材類、あるいは高精度な部品類の供給によって実現されてきたものであり、また、それが、日本がこれまで生き延びることが出来た要因になっていると考えられる。

一方、日本企業の海外生産に関しては、垂直展開（工程を分割して、日本と海外で分業する）から、水平展開（日本と海外の両方で、同種の製品を一貫生産する）に移行しつつある。具体的には、海外で労働集約的または普及型製品を生産し、国内では技術集約的ハイテク製品を生産するという分業体制である。

以上のようなアジアにおける生産分業の体制を今後も持続的に維持していけるかどうかは、日本が知識・技術・技能集約的なものづくりを一層高度化することで、非価格競争力を高めていけるかにかかっており、そのために、各企業は国際分業のメリットを自社の戦略に積極的に取り入れることが求められる。

域内協力が必要なもう一つの重要な課題は、資源循環の促進に関するものである。例えば、金属資源についてみると、最近の BRICs を代表とする新興国の急成長により、ベースメタルの需要が急伸している。またレアメタルについても、自動車、電気・電子製品、精密機械、光デバイスなどの分野で、高機能化、省エネ化、環境対応が進む中で需要が急増しており、このペースで資源を使い続けると近い将来に資源が枯渇してしまう恐れがある。この問題に対する解決策の一つは、地上資源の有効利用であり、生産の立場からは、循環型生産による資源循環の実現と考えられる。このような資源循環に関しては、生産の国際分業やグローバル製品の普及から、一国で閉じた形では循環が成立せずに、グローバルな循環システムを構築することが必要である。一方、循環資源貿易が資源環境問題の軽減に必ずしもつながるわけではなく、再生資源の越境移動が、汚染を引起す不適切なリサイクルを拡大させている場合もある。そのため、資源問題を解決していくためには、再生資源の管理と循環システムの構築に関して各国の密接な協力体制が不可欠である。

なお、このような協力体制は、近年 RoHS、REACH などにより EU が主導している化学物質管理においても重要であり、域内部品材料認証制度といった共通の枠組みの下で効率的な管理の体制を構築することが望まれる。

3.4 ERIA アジア加盟国製造業との製造技術関連協力テーマ

3.4.1 はじめに

本節では、これまでの議論を受けて、ERIA 諸国と潜在的に協力可能と考えられる製造技術に関する具体的な技術開発テーマのリストアップを試みる。その方法として、技術データベースに掲載されている技術テーマを分類し、本技術協力の枠組において技術移転が望まれる技術テーマ、研究協力が可能と考えられる技術テーマを抽出する。ここでは、対象とする技術データベースとして、本報告書で対象とする技術分野と共通性が高いもの、すなわち、3R (Reduce、Reuse、Recycling) 技術を中心に実用技術を集積している NEDO 3R 技術データベース^[1]、および、サステナブル・マニュファクチャリング分野の将来に向けた技術戦略が記載されている、経済産業省技術戦略マップ「設計・製造・加工」分野^[2]を取り上げる。前者が技術協力を想定する実用化された技術、後者が研究協力を想定する研究途上の技術を集積している。

3.4.2 技術テーマ抽出の前提

技術移転、技術協力 技術テーマを抽出するにあたり、以下のような前提をおいた。

- ・ 技術移転、研究協力を行う期間は、今後 10 年程度とし、それまでに実用化、研究の進展が期待できない技術テーマは対象外とする。
- ・ 対象技術項目は、低炭素化、資源循環、有害物質削減についての環境負荷削減効果を持つ、広い意味でのサステナブル・マニュファクチャリング技術分野とする。
- ・ 今後、グローバル循環（順工程、逆工程ともに）が進展し、環境対策はボーダーレスとなり、世界同一レベルの環境対策が求められるとする。
- ・ 国産技術を対象とし、我が国にシーズがある技術をアジア諸国に移転することを想定する。つまり、その逆のパターンとして、アジア諸国にシーズがある技術を我が国に導入する場合や、アジア諸国にあるシーズ技術に我が国が研究協力することによって展開させる場合などもあると思われるが、ここでは簡単のため扱わない。
- ・ 技術移転、研究協力の対象は、アジア諸国における製造業とする。このとき、アジア諸国の製造業は大きく次の 3 種類に分類できる。

1) 現地に進出した日本メーカー

- (1) 大企業・・・日本国内と同等の技術レベルであると想定できるため、今回の

技術移転、研究協力の対象外とする。

- (2) 中小企業・・・現地のとりまく環境、電力、水などのインフラストラクチャ、法制度などの違いに戸惑っているところが多いと想定できる。この意味で、国内の技術の移転、技術の現地化のための研究協力のニーズは大きく、また、技術移転元と技術移転先が同じ国内メーカーということで技術移転の仕組みも比較的容易に構築できると考えられる。この意味で現地進出した日系中小企業は本課題を検討する上で良い対象である。しかし一方で、この構図は、日本国内において実施されている研究機関、大企業から国内中小企業への技術移転、研究協力との比較で言えば、国境を越えているだけで基本的には同じ構図である。違ふとすれば、先に述べたような現地のとりまく環境、インフラストラクチャ、法制度などの違いに起因する技術課題があることである。この意味で、本節ではこれら現地進出した日系中小企業は主要な対象とはしない（現地メーカーの一種として扱う）。上述の現地進出に伴う諸課題は、今回調査対象とした国内技術のデータベースでは網羅されていない可能性が高く、別途、現地進出企業へのアンケート調査などを行うことにより、現地進出に伴う諸課題を抽出した上で、ニーズとシーズのマッチングを行うことが有効であると考ええる。

- 2) 現地メーカー・・・本節において技術移転、研究協力の対象とする。

- ・ ニーズの想定：対象地域は発展途上国であり、現地メーカーは環境問題解決よりも経済発展第一で考えていると想定する。つまり、経済性に劣る高価な環境対策技術・装置には興味を示さないとする。この意味で、脱温暖化・環境対策と経済発展の一石二鳥モデルが重要である。
また、安い人件費を背景として、自動化技術、ソフトウェアによる支援システムに対して、国内に比べて興味を示さないと想定する。
一方で、現状のアジア諸国の状況から外挿して、製品や部品のリユース（中古販売を含む）は我が国よりも進展すると想定する。

3.4.3 分類の座標軸

技術課題を分類、抽出するにあたり、以下の五つの座標軸を設定した。

- 1) アジア諸国の製造業におけるニーズ：その技術に対するニーズの強さ
- ◎ 強い
 - 弱い
 - × ない
- 2) 我が国から見て、技術開発・研究におけるアジアの視点の必要性：その技術を

研究開発するにあたり、アジアの視点を加味する必要性の有無。例えば、「プラスチックの風力選別技術」であれば、汎用的な要素技術であるため、アジア視点を加味する必要性はないであろう。一方、家電リサイクル処理システムであれば、その国、地域でどのような家電製品がどの程度の劣化状態で回収されてくるのかは大きく異なるため、その地域に合わせたシステム開発が必要であり、その意味でアジア視点の必要性が高いと言える。

- ◎ 強い
- 弱い
- × ない

3) 現時点での我が国における技術の成熟度：その技術テーマの日本国内での成熟度。

- 0 枯れた技術
- 1 実用化段階
- 2 研究途上
- 3 今後の課題

4) 技術移転・研究協力の分類：技術移転、研究協力の分類として、以下の四種類（T、D、A、－）を設定する。

(1) 技術移転

T 技術移転に適したテーマ・・・国内では枯れた技術であり、アジア視点の必要性も低く（すなわち、(2) アジア視点の必要性が×）、アジア諸国にそのまま移転可能な技術テーマ

(2) 研究協力

D 展開的研究協力に適したテーマ・・・国内ではある程度枯れたシーズがあり、その技術をアジア諸国に展開するためにローカライズを中心とした若干の展開研究開発が必要な技術テーマ。基本的には、(2) アジア視点の必要性が○の技術テーマ。

A アジア視点での研究協力が必要なテーマ・・・基本的に国内でも研究途上であり、アジア地域におけるグローバル資源循環システム構築技術のように研究テーマに本質的にアジアの視点、グローバルな視点が必要な技術テーマ。この意味で、アジア諸国と対等な研究協力が行える可能性が高い技術テーマである。基本的に、(2) アジア視点の必要性が◎の技術テーマ。

(3) その他

－ 上記のいずれにも該当しない技術テーマ

5) 時間軸：技術移転、研究協力の実施開始が可能になる時期。

0 すぐにでも

5 年後

10 年後

× 長期間が必要

3.4.4 NEDO 3R 技術データベース

実用化されている技術を中心に 3R に関する技術を蓄積している NEDO 3R 技術データベース¹⁾から技術テーマを抽出した（表 3.4.7-1～3.4.7-3 参照）。この技術データベースには、容器包装のリサイクル技術や都市ゴミ処理技術などリサイクル技術を中心に幅広い 3R 技術が集積されているが、ここでは、家電製品、電子事務機器、および、自動車を対象を限定した。また、データベースには外国技術も含まれているがここでは除外し、原文では同一の技術が複数箇所に出現しているが（例えば、破碎と選別を行える技術）、重複した技術テーマは削除した。このデータベースでは、個々の技術テーマの概要を知ることができるので、前節で挙げた分類、特にニーズは、その特定の技術に対して点数付けを行った。すなわち、表 7.4-1 の 6 番の技術テーマであれば、「機器解体工場の支援」技術一般を指すのではなく、IHI が開発した「機器解体工場の支援装置」という特定の技術テーマを指すものとして点数付けを行う。

1) 分類結果

表 3.4.7-1～3 に示す分類結果から以下の二つの典型的なパターンを見いだすことができる。すなわち、例えば表 3.4.7-1 の 1 番の技術テーマのように、要素技術は、多くの場合アジアの視点は特に必要なく、技術移転型の技術テーマとなる。逆に、表 3.4.7-1 の 6 番の技術のようなシステムの要素の強い技術テーマは、アジアの視点、文脈が技術開発に不可避免的に含まれるので、D 展開的研究協力型の技術テーマになる。このように技術テーマの性質が要素技術的かシステム技術的かによって、技術移転型が展開的研究協力型かが分かれる傾向になる。ただし、NEDO 3R 技術データベースは実用化技術を集積しているので、技術の成熟度高く、A アジア視点での研究協力型の技術テーマは見られなかった。

さて、アジア圏でのニーズが強く、成熟した技術で、時間軸が短いものほど良いとして点数付けをすると、ポイントの高いものとして以下の技術テーマが浮かび上がってきた。

(1) 技術移転

技術移転型の技術テーマについては、家電製品分野、自動車分野ではリサイクル

困難物（コンプレッサー、廃プラスチック、希土類磁石、金属プラスチック混合残さ、自動車シュレッダーダストなど）を対象とした技術が挙げられた。確かに、これらの技術が移転されれば効果の即効性は高いであろう。加えて（理由は明確でないが）、電子事務機器分野では、「あれば便利かも知れない」技術、逆に言えば無くても本質的問題が生じなさそうであり、それゆえ経済性が厳しく問われる技術テーマが並んだ。

・家電製品

25. コンプレッサー破砕技術／松下電器産業(株)
31. 廃プラスチック断熱材等を利用した断熱モルタル用骨材の製造／(有)三松業務店
21. 廃プラスチック利用サンドイッチ成形技術／三菱電機(株)
22. 電気炉による廃家電プラスチック・シュレッダーダストのリサイクル技術／愛知製鋼(株) 技術本部生産技術部 エコロジー事業室
23. 廃家電からの希土類磁石のリサイクル技術の開発／住友金属工業(株)、住金モリコープ(株)

・電子事務機器

39. 廃液晶パネルの亜鉛製造工程での利用／シャープ(株)
17. 回収したマグネシウム合金筐体のリサイクル技術／富士通(株)
18. バイオガスのメタン精製技術と自動車への充填技術／三和エンジニアリング(株)
2. クロムフリー化成処理鋼板「ジオフロンティアコート」／NKK 日本鋼管(株)
3. クロムフリーエクセルコート／NKK 日本鋼管(株)
14. 電子電機機器の金属プラスチック混合残さ分離分別技術（プラスチック系廃棄物の高炉還元剤化技術）／三菱電機(株)
15. サンドイッチ成形による事務機外装材の再生利用技術／キヤノン(株)
16. 金属・蒸気回収炉／小坂製錬(株)

・自動車

4. 2段（タンデム型）混練押出機により、シュレッダーダストからの重金属の溶出を防止する処理技術／(株)神戸製鋼所
5. 自動車塗装工程での VOC 排出低減／トヨタ自動車(株)
28. RSPP 防音材への活用化技術／トヨタ自動車(株)
30. リサイクル性の向上した熱可塑性樹脂の開発と自動車部品への採用／トヨタ自動車(株)

2. 高効率モータ用無方向性電磁鋼板「Bコア」／NKK 日本鋼管(株)
3. クロムフリー化成処理鋼板「ジオフロンティアコート」／NKK 日本鋼管(株)
12. 自動車スクラッププレス／(株)キムラ
19. 多層押出発泡成形／いすゞ自動車(株)
25. 自動車での樹脂材料リサイクル技術／トヨタ自動車(株)

(2) 展開的研究協力

展開的研究協力型技術テーマには、家電製品分野、電子事務機器分野、自動車分野ともに、再資源化のためのプラント、システムに関する技術テーマが並んだ。これらの技術は確かに、現地の状況に応じてある程度のローカライズ、カスタマイズが必要という意味で展開研究的であり、また、これらシステム技術、もしくは、システム技術を実装した装置、プラントを技術移転(輸出)することは我が国の国益、国内企業の利害とも一致すると考えられる(この点については、第3.4.7節で議論する)。特に、自動車分野ではアジア諸国において自動車リサイクルシステムの確立はこれからの課題であり、そのためのシステム技術、製品設計技術がリストアップされたのが特徴的である。ただし、これらシステム技術、プラントは移転するだけではだめで、長期にわたる運用、メンテナンス、設備更新の支援が必要不可欠であることを付言しておく。

・家電製品

7. 廃電気電子機器に関する再資源化運用方法並びに再資源化運用システム／松下電器産業(株)
11. 家電リサイクルプラントにおける安全条件の設定及び安全運転の実証／三菱電機(株) ((株)日立製作所)
8. スクラップ処理システム／川崎重工業(株)
9. 廃家電リサイクルシステム／(株)タクマ
12. エンプラのマテリアルリサイクル及び製品回収プラスチックのマテリアルリサイクル／山一(株)
13. リサイクルプラザ／バブコック日立(株)
17. 家電リサイクルのシステム技術／三菱マテリアル(株)

・電子事務機器

4. 複写機の部品リユースを主体とした資源循環システム／富士ゼロックス(株)
8. 使用済み複写機の解体、部品の再使用・再利用／富士ゼロックス(株)

- 20. 廃電気電子機器に関する再資源化運用方法並びに再資源化運用システム／松下電器産業(株)
 - 12. エンプラのマテリアルリサイクル及び製品回収プラスチックのマテリアルリサイクル／山一(株)
 - 36. 鉛バッテリーを中心とした鉛リサイクル技術／神岡鉱業(株)
- ・自動車
- 6. 自動車部品のリユース設計／日産自動車(株)
 - 9. 日産グリーンパーツ事業による資源の有効利用や使用済み自動車のリサイクル促進／日産自動車(株)
 - 10. 自動車中古部品の電子商取引システム／トヨタ自動車(株)
 - 31. 自動車の樹脂部品等のリサイクル性を向上させる設計上の配慮／トヨタ自動車(株)
 - 1. モジュール化による部品統合と軽量化／日産自動車(株)
 - 11. スクラップ処理システム／川崎重工業(株)
 - 13. エンプラのマテリアルリサイクル及び製品回収プラスチックのマテリアルリサイクル／山一(株)
 - 26. 自動車バンパーの回収とリサイクル技術／トヨタ自動車(株)

また念のため、アジア諸国でニーズが高いと予想した技術テーマを以下にリストアップしておく。これらニーズと上記(1)、(2)に示したシーズは必ずしも一致しない。これは、ニーズとしては(国内を含めて)存在するが、技術的困難さ、もしくは、技術の経済性の面で解決が困難な技術テーマであると予想される。

(3) ニーズの多い技術テーマ

・家電製品

- 7. 廃電気電子機器に関する再資源化運用方法並びに再資源化運用システム／松下電器産業(株)
- 11. 家電リサイクルプラントにおける安全条件の設定及び安全運転の実証／三菱電機(株) ((株)日立製作所)
- 21. 廃プラスチック利用サンドイッチ成形技術／三菱電機(株)
- 22. 電気炉による廃家電プラスチック・シュレッターダストのリサイクル技術／愛知製鋼(株) 技術本部生産技術部 エコロジー事業室
- 23. 廃家電からの希土類磁石のリサイクル技術の開発／住友金属工業(株)、住金モリコープ(株)
- 25. コンプレッサー破砕技術／松下電器産業(株)

31. 廃プラスチック断熱材等を利用した断熱モルタル用骨材の製造／（有）三松業務店

・電子事務機器

4. 複写機の部品リユースを主体とした資源循環システム／富士ゼロックス(株)
8. 使用済み複写機の解体、部品の再使用・再利用／富士ゼロックス(株)
10. 製品回収、リユースシステム／日本電気(株)
17. 回収したマグネシウム合金筐体のリサイクル技術／富士通(株)
18. バイオガスのメタン精製技術と自動車への充填技術／三和エンジニアリング(株)
20. 廃電気電子機器に関する再資源化運用方法並びに再資源化運用システム／松下電器産業(株)
27. プロセスカートリッジの組立て方法及びプロセスカートリッジ及び画像形成装置／キヤノン(株)
39. 廃液晶パネルの亜鉛製造工程での利用／シャープ(株)

・自動車

1. モジュール化による部品統合と軽量化／日産自動車(株)
4. 2段（タンデム型）混練押出機により、シュレッター・ダストからの重金属の溶出を防止する処理技術／(株)神戸製鋼所
5. 自動車塗装工程での VOC 排出低減／トヨタ自動車(株)
6. 自動車部品のリユース設計／日産自動車(株)
7. 車両再生循環方法／本田技研工業(株)
9. 日産グリーンパーツ事業による資源の有効利用や使用済み自動車のリサイクル促進／日産自動車(株)
10. 自動車中古部品の電子商取引システム／トヨタ自動車(株)
28. RSPP 防音材への活用化技術／トヨタ自動車(株)
30. リサイクル性の向上した熱可塑性樹脂の開発と自動車部品への採用／トヨタ自動車(株)
31. 自動車の樹脂部品等のリサイクル性を向上させる設計上の配慮／トヨタ自動車(株)

3.4.5 サステナブル・マニュファクチャリング技術戦略マップ

サステナブル・マニュファクチャリングに関して、現在実用化されていない今後の研究課題を中心に整理したものが技術戦略マップ^[2]である。この意味で、ここにリストアップされている技術テーマは中長期の技術移転、研究協力に適したもので

ある。特に、第 3.4.4 節ではリストアップできなかった、研究協力 A タイプ、すなわち、研究課題に本質的にアジア視点が必要で、研究段階からアジアとの研究協力が有効であると考えられる技術テーマをリストアップする。また第 3.4.4 節では、個々の具体的な技術テーマに対して点数付けを行ったが、技術戦略マップでは具体的な技術は示されていないので、例示されている要素技術を参考にしながら、技術テーマの小分類に対して点数付けを行う。

1) 分類結果

表 3.4.7-1 に分類結果を示す。ここでの分類結果においても第 3.4.4 節と同様に、技術テーマの性質が要素技術的かシステム技術的かによって、技術移転型が展開的研究協力型かが分かれる傾向にあった。すなわち、要素技術は、多くの場合アジアの視点は特に必要なく、技術移転型の技術テーマとなる。逆に、システムの強い技術テーマは、アジアの視点、文脈が技術開発に不可避免的に含まれるので、D 展開的研究協力型の技術テーマや A アジア視点での研究協力型の技術テーマになる。

(1) 技術移転

技術移転型の技術テーマとしては、アジア圏でのニーズが強く、成熟した技術で、時間軸が短いものほど良いとして点数付けをすると、ポイントの高いものとして以下の技術テーマが浮かび上がってきた。結果として、比較的テーマ設定が明確な、ある程度移転可能な技術が存在する技術テーマが並んだ。これらは、第 3.4.4 節で挙げた技術テーマと一部重複しつつ、その一歩先の中期的に技術移転の可能性のある技術テーマと理解することができる。

1. メンテナンス技術（余寿命診断、非破壊検査、診断修復技術、リスクベースト保全技術、使用履歴管理技術、メンテナンスビジネス化）
10. 各種ライフサイクル評価技術（LCA、ライフサイクル・シミュレーション、マテリアルフロー分析、安全性評価技術）
40. リユースのためのプロセス技術（洗浄技術、検査技術、リユースのための修理・メンテナンス・アップグレード）
43. マテリアルリサイクルの高度化技術（高度自動材料選別技術、テレオペレーション応用技術、焼却技術の高度化、再生材料の再精錬・高品質化技術、再生プラスチックの高品質化技術、廃棄物再利用技術、製造・廃棄時の有用物質（レアアース・レアメタル）回収技術の高度化）
45. 製造における有害物質削減、不使用技術（製造時の有害物質回収技術の高度化、加工液等削減、製造時の廃棄物削減技術、レジスト等補助材料

の削減技術)

48. 製造設備の省エネ技術 (生産システムの効率的運用技術、生産機械のエネルギー使用合理化技術、コンパクト生産システム、セル生産)

(2) 展開的研究協力

展開的研究協力型研究テーマの抽出に際しては、(1) の評価であるアジア圏でのニーズ、技術の成熟度、時間軸に加えて、研究におけるアジア視点の必要性を加味して点数付けを行った。

このカテゴリーで抽出された技術テーマは、産業間、アジア・日本間で比較的共通性が高く、なおかつ、開発された技術を利用するためにローカライズが必要な技術テーマが並んでいる。

44. 使用における有害物質削減、不使用技術 (RoHS (REACH)規制対応技術、形状・構造設計、素材選択、加工選択 (塗装等)、有害物質含有物の代替技術、超機能環境適合性トライボロジー技術、エコトライボロジー)
42. 動脈静脈一体型加工プロセス技術 (再生マグネシウムからの素材製造変種変量逆生産技術、洗浄技術、素材判別技術、再生素材品質検査、素材再生技術)
4. リデュース設計技術 (構造最適設計技術、高機能材料利用技術、再生材・再生部品利用技術)
15. リユースのための生産技術 (部品再生・補修技術、検査技術、洗浄技術)
41. 動脈静脈一体型生産システム技術 (成分分析・素材分離技術)
22. 製造における製品/サービス適正化技術 (カスタマイズ容易化設計技術、ローカライズ対応カスタム設計技術、コア技術のブラックボックス化)

(3) アジア視点での研究協力

アジア視点での研究協力についても、(2) の展開的研究協力と同様、アジア圏でのニーズ、技術の成熟度、時間軸に加えて、研究におけるアジア視点の必要性を加味して点数付けを行った。

このカテゴリーで抽出された技術テーマは、日本を含めたアジア圏内で今後大きな課題になることが予想される重要課題が並んだ。すなわちそれは、図面情報・マークの共通化、サプライチェーン、トレーサビリティ、詰め替えビジネス、および、社会の安全・安心に関する技術テーマである。

35. 図面情報の共通化技術 (解体手法の国際化、リサイクルマークの共通化、

図面付記情報の共通化)

36. SCM・LCMを取り込んだ製造(企画・計画・運営、可視化、リバーシロジスティックス、サプライヤーパーク、垂直立ち上げ、デリバリーの維持)
25. トレーサビリティ確保のための技術(トータルトレーサビリティ技術)
(商品の調達品に関するトレース(輸出入を含む)、商品の輸送、配送に関するトレース(輸出入を含む)、商品の利用、保守状況の把握、商品のリサイクル状況の顧客への提示、RFIDの小型化・大容量化技術、読取/書込の高度化技術、大規模データベースの活用技術)
34. 生産のグローバル化に対応する人材育成技術(高品質生産対応作業指示技術)
16. その他のリユース関連技術(詰め替えビジネス促進技術、詰め替えビジネス阻止技術、中古部品の市場整備)
24. 社会の安全・安心技術(健康被害対策技術、自然災害対策技術、テロ等非常時対策技術、不正アクセス、ウィルス対策、情報漏洩対策技術)

3.4.6 中小企業の事例

製造における有害物質削減、不使用技術の事例として、産業洗浄技術移転の事例を紹介する。産業洗浄は、金属加工後の脱脂やめっき前の表面清浄として広く行われており、精密機器、電子機器、光学機器などでは必須のプロセスである。日本においても、モントリオール議定書発効以前ではフロンや四塩化炭素、1,1,1-トリクロロエタンなどオゾン層破壊効果の大きな溶剤が使用されていたが、議定書発効後は、オゾン層破壊効果の小さいトリクロロメタンやトリクロロエチレンへの代替が進んだ。その後は大企業を中心に塩素系溶剤から炭化水素系や水系洗浄剤への転換が進んでいる。しかしながら、アジア各国では必ずしも転換は進んでおらず、四塩化炭素、1,1,1-トリクロロエタンを使い続けている企業は多い。

日本における洗浄サイトは、中小企業が多く、そこで蓄積された溶剤排出抑制技術や代替洗浄剤利用技術は、経済的にも技術的にもアジアでの製造業への展開がしやすく、技術移転による環境影響削減効果も大きい。モントリオール議定書多数国間基金事業として国連開発計画(UNDP)や国連環境計画(UNEP)が実施する途上国でのオゾン層破壊物質削減支援は、技術移転の政策的、経済的インセンティブともなっている。

実例としては、インドにおける産業洗浄で使用されている四塩化炭素の転換事業がある。2005年にインドの金属産業9工場26基の洗浄装置が炭化水素を溶剤とする真空洗浄乾燥機に置き換えられた。この時に採用された長野県のクリーンビー社

は、セイコーエプソンの洗浄技術者が独立して 1995 年に設立した社員 65 名の会社である。日本独自の環境対応生産技術が、アジアのサステナブル生産技術として移転された良い事例と言えよう。同社は、中国にも洗浄装置の製造拠点があり、様々な製品の製造工程における有害物質排出削減に結びつく技術を中国国内や東南アジアに広く展開し、成功している。

産業洗浄プロセスは、自動車や電気電子機器の製造が行われる場合、その製品を構成する部品製造に必ず付随しており、このような組み立て製品の製造技術がアジアに移転された場合に、日本が得意とする有害物質排出削減が可能な洗浄技術を同時に移転することは双方にメリットがある。今後、製造業におけるグリーン調達がアジアでも展開することが予想されるが、そのような環境においても競争力を持つことになる。また、洗浄剤の代替だけではなく、現状の塩素系溶剤を使用した産業洗浄においても、日本において排出量削減のために密閉型および反密閉型洗浄装置、溶剤蒸気回収装置が開発、実用化されており、洗浄剤の再生技術や適正な運転技術などと合わせてパッケージでの展開が行われている。

3.4.7 まとめ

本章では、NEDO 3R 技術データベース、経産省技術戦略マップ「設計・製造・加工」分野から技術移転、研究協力が望ましい技術テーマの抽出を行った。その結果、技術移転が望ましいテーマに関しては、3R 技術データベースでは、リサイクル困難物を対象とした技術が挙げられた。技術戦略マップでは、比較的テーマ設定が明確な、ある程度移転可能な技術が存在する技術テーマが並んだ。

展開型研究協力が望ましいテーマに関しては、3R 技術データベースでは、再資源化のためのプラント、システムに関する技術テーマが抽出された。技術戦略マップでは、比較的共通性が高く、なおかつ、開発された技術を利用するためにローカライズが必要な技術テーマが並んだ。

さらに、アジア視点での研究協力が望ましいテーマとしては、今後大きな課題になることが予想される重要課題、すなわち、図面情報・マークの共通化、サプライチェーン、トレーサビリティ、詰め替えビジネス、および、社会の安全・安心に関する技術テーマが並んだ。

ただし、本節でリストアップした技術テーマは完全なものではない。例えば、低炭素化、省エネルギー技術は、抽出したデータベース、リストが対象としていなかったため、抽出できなかった。また、対象とした範囲の中でも、例えば、我が国の中小企業が保有している高度ではあるが、レポート等に明文化されていない技術などは完全に抜け落ちており、それは例えば第 3.4.6 節の事例で述べたようなものである。また、第 3.4.2 節で述べたように、本節では技術移転、研究協力の相手先と

してアジアに進出した日系中小企業は主対象とはしていないが、この点の検討も今後の課題である。

さて、本節のまとめとして、技術移転、研究協力に関する提案を行う。本節で技術移転が望ましい技術テーマとしてリストアップした課題は、これまでも各所で技術移転の対象として何度の取り上げられてきた課題であると予想される。すなわち、アジア諸国への単純な技術移転というのは、何らかの仕組み上の工夫がない限り上手く行かないのではないかと考えられる。

むしろここで注目したいのは、展開的研究協力としてリストアップされた技術テーマである。すなわち、ある程度技術シーズがあり、現地のニーズをくみ取り、それに対応する形でローカライズすることにより、システム、プラントの完成度を高め、それをブラックボックス化、ターンキーパッケージ化して技術供与する方法である。我が国の技術は一般に、コンセプト、新たな枠組の提案、普及面では強みを発揮できていないが、要素技術の高さとそれを組み合わせた作り込みの精巧さには強みがあると考えられ、上記の方法は、この強みを活用できると考えられる。補足すれば、これらのシステム、プラントを供与することに加えて、これらの運用、メンテナンス、更新についても長期にわたって支援する必要がある。

表 3.4.7-1 NEDO 3R データベース (家電製品) ((財)製造科学技術センター作成)

番号	品目分類	技術分類	技術課題	技術の保有者	アジア諸国のニーズ	アジア視点の必要性	我が国における技術の成熟度	技術移転・研究協力分類	時間軸	評価結果			
1	家電製品	家電製品	省資源化	高効率モータ用無方向性電磁鋼板「Bコア」	NKK 日本鋼管(株)	○	×	0	T	0			
2			リデュース	長期使用化	クロムフリー化成処理鋼板「ジオフロンティアコート」	NKK 日本鋼管(株)	○	×	0	T	0		
3					高潤滑防錆鋼板	NKK 日本鋼管(株)	○	×	0	T	0		
4					塗装工程を省略、作業環境を改善する高硬度・高加工プレコート鋼板 エクセルコート GFX	NKK 日本鋼管(株)	○	×	0	T	0		
5					クロムフリーエクセルコート	NKK 日本鋼管(株)	○	×	0	T	0		
6					リユース	容易分解解体	機器解体工場の支援装置	石川島播磨重工業(株)	○	◎	1	D	5
7			その他	廃電気電子機器に関する再資源化運用方法並びに再資源化運用システム	松下電器産業(株)	◎	◎	1	D	0	◎		
8			リサイクル	破砕	スクラップ処理システム	川崎重工業(株)	○	◎	0	D	0	◎	
9					廃家電リサイクルシステム	(株)タクマ	○	◎	0	D	0	◎	
10					廃電気・電子機器起源プラスチック等リサイクル技術開発	テクノポリマー(株)	×	◎	0	T	0		
11					家電リサイクルプラントにおける安全条件の設定及び安全運転の実証	三菱電機 (日立製作所)	◎	◎	1	D	0	◎	
12					エンブラの材料リサイクル及び製品回収プラスチックの材料リサイクル	山一(株)	○	◎	0	D	0	◎	
13					選別	リサイクルプラザ	バブコック日立(株)	○	◎	0	D	0	◎
14						加速型気流選別機による廃棄物分離技術	産業技術総合研究所	×	×	2	T	5	
15						静電金属除去装置	日立造船(株)	×	×	0	T	0	
16						電子電機機器の金属プラスチック混合残さ分離分別技術(プラスチック系廃棄物の高炉還元剤化技術)	三菱電機(株)	○	×	0	T	0	
17						家電リサイクルのシステム技術	三菱マテリアル(株)	○	◎	0	D	0	◎
18						プラスチック静電分離装置	日立造船(株)	×	×	0	T	0	
19					物質回収	家電ハウジングのリサイクルシステム	アイン・エンジニアリング(株)	×	○	0	D	0	
20			金属・蒸気回収炉	小坂製錬(株)		○	×	0	T	0			
21			廃プラスチック利用サンドイッチ成形技術	三菱電機(株)		◎	×	1	T	0	◎		
22			電気炉による廃家電プラスチック・シュレツダーダストのリサイクル技術	愛知製鋼(株) 技術本部生産技術部 エコロジー事業室		◎	×	1	T	0	◎		
23			廃家電からの希土類磁石のリサイクル技術の開発	住友金属工業(株)住金モリコープ(株)		◎	×	1	T	0	◎		
24			共通基盤技術	簡易DFD [※] 技術 ※ DFD: Design for Disassembly	三菱電機(株)	○	◎	0	T	0			
25	家電製品	冷蔵庫	破砕	コンプレッサー破砕技術	松下電器産業(株)	◎	×	0	T	0	◎		
26				断熱材ウレタンの材料リサイクル技術の開発	アキレス(株)	×	◎	0	D	0			
27			物質回収	冷蔵庫断熱材ウレタン再生利用技術開発	三洋電機(株)	×	×	2	T	5			
28				ウレタン樹脂のリサイクル技術(ケミカルリサイクル)	(株)東芝	○	×	2	T	5			
29				冷蔵庫断熱材ウレタンフォームのケミカルリサイクル技術	三菱電機(株)	○	×	1	T	5			
30				断熱材ウレタンのケミカルリサイクル技術の開発	三菱電機(株)	○	×	0	T	0			
31				廃プラスチック断熱材等を利用した断熱モルタル用骨材の製造	(有)三松業務店	◎	○	0	T	0	◎		
32	テレビ	リサイクル	選別	ATR 式識別装置	松下電器産業(株)AVC社デバイステクノロジーユニット	×	×	0	T	0			
33			物質回収	廃ブラウン管ガラスをリサイクルした再生ブラウン管	日本電気硝子(株)	×	×	0	T	0			
34	エアコン	リデュース	省資源化	水洗・光再生フィルター	三菱製紙(株)	○	○	0	T	0			
35	その他家電製品	リデュース	省資源化	ガラススラッジ削減技術	キヤノン(株)	○	×	0	T	0			

NEDO 3R 技術データベース (<http://www.nedo3r.com/>)に掲載されている技術シーズを本委員会で評価した。

凡例: アジア諸国のニーズ ◎:強い ○:弱い ×:ない
 アジア視点の必要性 技術の利用、研究協力におけるアジアの視点の必要性
 ◎:強い ○:弱い ×:ない
 我が国における技術の成熟度 0:枯れた技術 1:実用化段階 2:研究途上 3:今後の課題
 技術移転・研究協力分類 T:技術移転型 D:展開的研究協力型 A:アジア視点での研究協力型
 時間軸 技術移転、研究協力の実施開始が可能になる時期
 0:すぐにでも 5:5年後 10:10年後 ×:長期間が必要
 評価結果 ◎:評価結果として、技術移転、研究協力に適したテーマ

表 3.4.7-2 NEDO 3R データベース (電子事務機器) ((財) 製造科学技術センター作成)

番号	品目分類	技術分類	技術課題	技術の保有者	アジア諸国のニーズ	アジア視点の必要性	我が国における技術の成熟度	技術移転・研究協力分類	時間軸	評価結果		
1	電子事務機器	リデュース	省資源化	CO ₂ ドライ洗浄装置(洗浄技術)	キヤノン(株)	×	×	0	T	0		
2			長期使用化	クロムフリー化成処理鋼板「ジオフロンティアコート」	NKK日本鋼管(株)	○	×	0	T	0	◎	
3					クロムフリーエクセルコート	NKK日本鋼管(株)	○	×	0	T	0	◎
4			リユース	容易分解解体	複写機の部品リユースを主体とした資源循環システム	富士ゼロックス(株)	◎	◎	0	D	5	◎
5					機器解体工場の支援装置	石川島播磨重工業(株)	○	◎	1	D	5	
6					電子装置の易解体構造	日本電気(株)	○	○	2	T	5	
7					複写機、解体容易な画像形成装置	キヤノン(株) 周辺機器事業部	○	○	2	T	5	
8				余寿命診断	使用済み複写機の解体、部品の再利用・再利用	富士ゼロックス(株)	◎	◎	0	D	5	◎
9				その他	記録材剥離によるメディアのReuse技術(水膨潤膜方式)	ミノルタ(株)	○	×	1	T	5	
10			製品回収、リユースシステム		日本電気(株)	◎	◎	2	D	5		
11		リサイクル	破碎	廃電気・電子機器起源プラスチック等リサイクル技術開発	テクノポリマー(株)	×	◎	0	T	0		
12				エンブラのマテリアルリサイクル及び製品回収プラスチックのマテリアルリサイクル	山一(株)	○	◎	0	D	0	◎	
13			選別	静電金属除去装置	日立造船(株)	×	×	0	T	0		
14				電子電機機器の金属プラスチック混合残さ分離分別技術(プラスチック系廃棄物の高炉還元剤化技術)	三菱電機(株)	○	×	0	T	0	◎	
15			物質回収	サンドイッチ成形による事務機外装材の再生利用技術	キヤノン(株)	○	×	0	T	0	◎	
16				金属・蒸気回収炉	小坂製錬(株)	○	×	0	T	0	◎	
17				回収したマグネシウム合金筐体のリサイクル技術	富士通(株)	◎	×	1	T	0	◎	
18				燃料回収	バイオガスのメタン精製技術と自動車への充填技術	三和エンジニアリング(株)	◎	×	1	T	0	◎
19			その他	リサイクル方法及びリサイクル装置	キヤノン(株)	○	◎	2	T	0		
20		パソコン	リユース	その他	廃電気電子機器に関する再資源化運用方法並びに再資源化運用システム	松下電器産業(株)	◎	◎	1	D	0	◎
21					ノート型パーソナルコンピュータ、拡張ユニットおよび拡張ユニット	NEC カスタムテクニカ(株)	×	○	2	D	10	
22			リサイクル	選別	集積回路パッケージからのリードフレーム金属の回収	産業技術総合研究所	×	×	2	T	10	
23	複写機	容易分解解体	再利用に際して煩雑な分解作業やトナー除去作業を行う必要がなく、しかも、現像剤による機内や機外の汚染がない、取扱い容易で安価な再利用できるトナーカートリッジ	富士ゼロックス(株)	○	×	1	T	5			
24			製品のリサイクル・リユースにおける作業指示システム	富士ゼロックス(株)	×	○	2	D	5			
25		リユース	余寿命診断	部品の種類に基づいて再利用できるかを判定する判定基準を変更し、木目細かな再利用部品の選別をすることができる再利用部品選別システム	富士ゼロックス(株)	×	○	1	D	5		
26				再利用する部品を用いて製造された商品についても、新品と同等の品質を保証するための部品の選別方法	富士ゼロックス(株)	×	○	0	D	0		
27				プロセスカートリッジの組立て方法及びプロセスカートリッジ及び画像形成装置	キヤノン(株)	◎	×	2	T	0		
28		その他	アセンブリ全体の交換又は部品のみの交換のうち安価の方をリユース内容として決定することができるリユース内容決定システム	富士ゼロックス(株)	×	○	1	D	0			
29			トナーカートリッジの識別方法	富士ゼロックス(株)	×	×	2	T	0			
30	その他電子事務機器	プリント基板	リユース	部品実装プリント基板からの部品、銅及び樹脂の回収「エコリムーバ」	東北日本電気(株)	×	×	0	T	0		
31			リサイクル	破碎	プリント基板リサイクルシステム「エコセパレーション」	東北日本電気(株)	×	○	0	T	0	
32					形状分離を利用したリサイクル技術	産業技術総合研究所	×	×	2	T	5	
33				選別	エアテーブルによる廃棄物分離技術	産業技術総合研究所	×	×	2	T	5	
34					加速型気流選別機による廃棄物分離技術	産業技術総合研究所	×	×	2	T	5	
35				物質回収	リザルト複合材の回収システム	(株)タクマ	○	×	1	T	0	
36					鉛バッテリーを中心とした鉛リサイクル技術	神岡鋳業(株)	○	○	0	D	0	◎
37		適正化処理	鉛フリーはんだ付技術	三菱電機(株)	○	×	1	T	0			
38	その他電子事務機器	液晶	リデュース	電源を切っても表示画像が消えないメモリー性液晶表示素子	ミノルタ(株)	○	×	2	T	10		
39			リサイクル	物質回収	廃液晶パネルの亜鉛製造工程での利用	シャープ(株)	◎	×	0	T	0	◎
40		その他電子事務機器	リユース	容易分解解体	ファクシミリ消耗品(インクリボンカートリッジ)の再使用回数向上	NEC アクセステクニカ(株)	×	×	0	T	0	
41					ファックス リユースのための機能整理	日本電気(株)	○	○	1	D	5	
42					その他	レーザープリンターのトナーカートリッジの再生	エネックス(株)	×	◎	0	D	0

NEDO 3R 技術データベース(<http://www.nedo3r.com/>)に掲載されている技術シーズを本委員会にて評価した。

- 凡例: アジア諸国のニーズ ◎:強い ○:弱い ×:ない
 アジア視点の必要性 技術の利用、研究協力におけるアジアの視点の必要性
 ◎:強い ○:弱い ×:ない
 我が国における技術の成熟度 0:枯れた技術 1:実用化段階 2:研究途上 3:今後の課題
 技術移転・研究協力分類 T:技術移転型 D:展開的研究協力型 A:アジア視点での研究協力型
 時間軸 技術移転、研究協力の実施開始が可能になる時期
 評価結果 0:すぐにでも 5:5年後 10:10年後 ×:長期間が必要
 ◎:評価結果として、技術移転、研究協力に適したテーマ

表 3.4.7-3 NEDO 3R データベース (自動車) ((財) 製造科学技術センター作成)

番号	品目分類	技術分類	技術課題	技術の保有者	アジア諸国のニーズ	アジア視点の必要性	我が国における技術の成熟度	技術移転・研究協力分類	時間軸	評価結果	
1	自動車	リデュース	省資源化	モジュール化による部品統合と軽量化	日産自動車(株)	◎	○	1	D	0	◎
2			高効率モータ用無方向性電磁鋼板「Bコア」	NKK日本鋼管(株)	○	×	0	T	0	◎	
3			長期使用化	クロムフリー化成処理鋼板「ジオフロンティアコート」	NKK日本鋼管(株)	○	×	0	T	0	◎
4			廃棄物削減	2段(タンデム型)混練押出機により、シュレッダーダストからの重金属の溶出を防止する処理技術	(株)神戸製鋼所	◎	○	0	T	0	◎
5				自動車塗装工程でのVOC排出低減	トヨタ自動車(株)	◎	×	0	T	0	◎
6		リユース	容易分解解体	自動車部品のリユース設計	日産自動車(株)	◎	○	0	D	0	◎
7				車両再生循環方法	本田技研工業(株)	◎	◎	2	D	10	
8				自動車用冷房装置、リユースのためのレシーバ構造	柳生ゴム化成(株)	×	×	2	T	5	
9			その他	日産グリーンパーツ事業による資源の有効利用や使用済み自動車のリサイクル促進	日産自動車(株)	◎	◎	0	D	0	◎
10		自動車中古部品の電子商取引システム		トヨタ自動車(株)	◎	◎	0	D	0	◎	
11		リサイクル	破碎	スクラップ処理システム	川崎重工業(株)	○	◎	0	D	0	◎
12				自動車スクラッププレス	(株)キムラ	○	×	0	T	0	◎
13				エンブラの材料リサイクル及び製品回収プラスチックの材料リサイクル	山一(株)	○	◎	0	D	0	◎
14			選別	廃自動車ガラスのリサイクル技術 ~合わせガラスのリサイクル技術	旭硝子(株) 自動車ガラスカンパニー 環境室	○	○	1	T	5	
15				廃自動車ガラスのリサイクル技術 ~セラミックプリント等付きカレット分別回収技術	旭硝子(株) 自動車ガラスカンパニー 環境室	×	○	1	T	5	
16				プラスチック静電分離装置	日立造船(株)	×	×	0	T	0	
17			物質回収	自動車バンパーのリサイクルシステム	アイン・エンジニアリング(株)	×	○	1	T	0	
18				自動車内装材の分離システム	アイン・エンジニアリング(株)	×	×	0	T	0	
19				多層押出発泡成形	いすゞ自動車(株)	○	×	0	T	0	◎
20				塗装樹脂製品の塗膜剥離技術ロール圧延法	富士重工業(株)、三菱化学(株)	×	×	0	T	0	
21				シュレッダーダストの減溶・固化・乾留ガス化技術の研究開発	(社)日本自動車工業会	○	○	1	D	0	
22				バンパーからバンパーへのリサイクル技術	本田技研工業(株)	×	○	0	T	0	
23		市場回収バンパーから新しい塗装バンパーへのリサイクル技術		本田技研工業(株)、協和資材(株)	×	○	0	T	0		
24		自動車シュレッダーダストのリサイクルシステム		トヨタ自動車(株)	×	○	0	D	5		
25		自動車での樹脂材料リサイクル技術		トヨタ自動車(株)	○	×	0	T	0	◎	
26		自動車バンパーの回収とリサイクル技術		トヨタ自動車(株)	○	○	0	D	0	◎	
27		廃ゴムの材料リサイクル技術	トヨタ自動車(株)	×	×	0	T	0			
28		RSPP 防音材への活用化技術	トヨタ自動車(株)	◎	○	0	T	0	◎		
29		その他	リサイクル対応型自動車用テールランプ構造体	旭化成(株)	×	○	2	T	5		
30			リサイクル性の向上した熱可塑性樹脂の開発と自動車部品への採用	トヨタ自動車(株)	◎	○	0	T	0	◎	
31			自動車の樹脂部品等のリサイクル性を向上させる設計上の配慮1	トヨタ自動車(株)	◎	○	0	D	0	◎	
32			自動車の樹脂部品等のリサイクル性を向上させる設計上の配慮2	トヨタ自動車(株)	×	○	0	T	0		
33		適正化処理	廃棄物処理・リサイクル関連技術開発「エアバッグ適正処理技術の開発」	(財)日本自動車研究所	×	○	1	T	10		

NEDO 3R 技術データベース (<http://www.nedo3r.com/>) に掲載されている技術シーズを本委員会にて評価した。

- 凡例:
- アジア諸国のニーズ ◎:強い ○:弱い ×:ない
 - アジア視点の必要性 技術の利用、研究協力におけるアジアの視点の必要性 ◎:強い ○:弱い ×:ない
 - 我が国における技術の成熟度 0:枯れた技術 1:実用化段階 2:研究途上 3:今後の課題
 - 技術移転・研究協力分類 T:技術移転型 D:展開的研究協力型 A:アジア視点での研究協力型
 - 時間軸 技術移転、研究協力の実施開始が可能になる時期 0:すぐにも 5:5年後 10:10年後 ×:長期間が必要
 - 評価結果 ◎:評価結果として、技術移転、研究協力に適したテーマ

表 3.4.7-4 サステナブル・マニュファクチャリング「設計、製造、加工分野」技術マップ（(財) 製造科学技術センター作成）

番号	大分類	中分類	小分類	要素技術(例)	アジア諸国のニーズ	アジア視点の必要性	我が国における技術の成熟度	技術移転・研究協力分類	時間軸	評価結果	
1	LC 思考	サービス化	メンテナンス技術	余寿命診断 非破壊検査 診断修復技術 リスクベアスト保全技術 使用履歴管理技術 メンテナンスビジネス化	◎	○	1	T	0	◎	
2			環境調和ビジネス戦略設計支援技術	環境調和ビジネス設計支援ソフトウェア技術	○	◎	3	A	10		
3		システム化	LC 設計技術	LC 戦略設計技術 ライフサイクル・シミュレーション 代替案比較分析手法 易リサイクル設計技術 易リユース設計技術	○	○	1	T	5		
4			リデュース設計技術	構造最適設計技術 高機能材料利用技術 再生材・再生部品利用技術	◎	○	1	D	5	◎	
5			LC 管理技術	ライフサイクル情報管理技術 使用履歴管理技術 現物・情報融合技術	○	◎	2	A	10		
6			グローバル循環設計・管理技術	グローバル循環のための設計技術 トレーサビリティ確保技術 グローバル循環に関わる社会システム整備	◎	◎	3	A	10		
7			LC の情報化	プロダクトのモデリング技術	新しい形状モデルの表現形式 形状モデルの属性の付加と抽出 形状モデルのデータ交換	○	×	2	T	5	
8				現物融合技術	リバースエンジニアリング技術	◎	×	1	D	5	
9		持続可能社会評価技術		持続可能社会シナリオシミュレータ	×	◎	2	A	10		
10		見える化	各種ライフサイクル評価技術	LCA ライフサイクル・シミュレーション マテリアルフロー分析 安全性評価技術	◎	◎	1	T	0	◎	
11				環境効率評価技術	環境効率指標開発	○	×	1	T	0	
12				寿命管理技術	寿命予測技術 寿命診断技術 寿命設計技術 寿命管理技術	×	×	2	T	10	
13			品質保証技術	余寿命診断技術 劣化診断技術 非破壊検査技術 遠隔検査技術	◎	○	2	D	10		
14				リユースのための循環マネジメント技術	リユース部品発生予測 リユース部品在庫管理技術 リユース部品を含む生産計画技術	◎	◎	3	A	10	
15		再利用化	リユースのための生産技術	部品再生・補修技術 検査技術 洗浄技術	◎	○	1	D	5	◎	
16			その他のリユース関連技術	詰め替えビジネス促進技術 詰め替えビジネス阻止技術 中古部品の市場整備	◎	◎	3	A	5	◎	
17		標準化	共通要素設計技術	部品交換容易化設計技術 部品共通化設計技術 多世代共通化設計技術 部品長寿命化設計技術 検査容易化設計技術 洗浄容易化設計技術 易分解設計技術 モジュール化設計技術 診断容易化設計技術 メンテナンス容易化設計技術 自己診断設計技術 自己修復設計技術	◎	×	2	D	5		
18				長寿命化技術	機能変更可能化設計技術 性能向上可能化設計技術 モジュール化設計技術 ソフトウェア更新設計 材料技術・構造技術 メンテナンス技術	◎	×	3	T	10	
19		高付加価値化	サービス化	ビジネス構造設計支援技術	ビジネス構造のモデル化技術 ビジネス構造可視化技術 ビジネス事例データベースと検索技術	○	○	2	A	5	
20				ユーザニーズ把握技術	ユーザニーズの収集技術 ユーザニーズ構造分析技術 顧客価値評価技術 人間のメンタルモデル構築技術	○	○	2	D	10	
21				人間状態計測技術	物理的状態計測技術 メンタルな状態計測技術	×	○	2	A	10	
22				製造における製品／サービス適正化技術	カスタマイズ容易化設計技術 ローカライズ対応カスタム設計技術 コア技術のブラックボックス化	○	◎	2	D	5	◎
23				製品／サービス融合化技術	製品価値・サービス価値の可視化技術 製品・サービス複合モデルのシミュレーション技術 製品・サービスの統合設計方法論	○	×	3	T	10	
24				社会の安全・安心技術	健康被害対策技術 自然災害対策技術 テロ等非常時対策技術 不正アクセス、ウィルス対策 情報漏洩対策技術	◎	◎	3	A	5	◎
25				見える化	トレーサビリティ確保のための技術 (トータルトレーサビリティ技術)	商品の調達品に関するトレース(輸出入を含む) 商品の輸送、配送に関するトレース(輸出入を含む) 商品の利用、保守状況の把握	◎	◎	2	A	5

				商品のリサイクル状況の顧客への提示 RFIDの小型化・大容量化技術 読取/書込の高度化技術 大規模データベースの活用技術							
26	システム化	安全設計支援技術		本質安全設計 失敗学 FMEA支援技術	○	○	1	D	5		
27		機械と人間の協調技術		人に優しいロボット技術 パワーアシスト	○	×	2	T	5		
28		無停止化技術		BC/DR(Business Continuity & Disaster Recovery)対策	◎	◎	3	A	10		
29	技術の伝承	情報化	技能・技術の形式知化技術		加工現象の計測・分析技術、CAE 技能の計測・分析技術 加工技能における暗黙知の形式知化	×	×	2	T	10	
30			技能・知識のデジタル化技術		デジタル化支援ソフトウェア	◎	×	2	T	10	
31		標準化	加工作業支援技術		問題解決支援技術 作業中支援技術	○	○	2	D	5	
32			生産支援技術		生産工程の自動化 生産技術、工程のIT活用技術	◎	×	1	T	5	
33		人材育成	技能の伝承関連技術		OJT伝承、技能継承マニュアル 技術伝承のためのVR技術 技術伝承のためのIT活用技術 e-ラーニング	×	×	3	T	10	
34			生産のグローバル化に対応する人材育成技術		高品質生産対応作業指示技術	◎	◎	2	A	5	◎
35	最小化	標準化	図面情報の共通化技術		解体手法の国際化 リサイクルマークの共通化 図面付記情報の共通化	◎	◎	2	A	0	◎
36		サービス化	SCM・LCMを取り込んだ製造		企画・計画・運営 可視化 リバースロジスティクス サプライヤーパーク 垂直立ち上げ デリバリーの維持	◎	◎	2	A	0	◎
37			製造装置の自律化技術		装置機能の検査・評価技術 分割を容易にする設計(デザイン)製造 マニュアルレス分割(分割ガイダンスマーク)	○	×	2	T	5	
38			高効率的多品種変量生産		オンデマンド生産システム 半導体ミニファブ 局所環境制御加工技術	◎	×	2	T	5	
39			試作最小化技術		構想設計から使える形状モデルの方式 CAD/CAE間のデータ受け渡し簡便化技術 連成解析、最適化解析などの技術 現物シミュレーション技術 過去のノウハウ活用技術	○	×	2	T	5	
40		再利用化	リユースのためのプロセス技術		洗浄技術 検査技術 リユースのための修理・メンテナンス・アップグレード	◎	×	1	T	0	◎
41			動脈静脈一体型生産システム技術		成分分析・素材分離技術	◎	◎	3	D	5	◎
42			動脈静脈一体型加工プロセス技術		再生マグネシウムからの素材製造 変種変量逆生産技術 洗浄技術 素材判別技術 再生素材品質検査 素材再生技術	◎	◎	2	D	5	◎
43		マテリアルリサイクルの高度化技術		高度自動材料選別技術 テレオペレーション応用技術 焼却技術の高度化 再生材料の再精錬・高品質化技術 再生プラスチックの高品質化技術 廃棄物再利用技術 製造・廃棄時の有用物質(レアアース・レアメタル)回収技術の高度化	◎	○	1	T	0	◎	
44		代替化	使用における有害物質削減、不使用技術		RoHS(REACH)規制対応技術 形状・構造設計 素材選択 加工選択(塗装等) 有害物質含有物の代替技術 超機能環境適合性トライボロジー技術 エコトライボロジー	◎	○	1	D	0	◎
45	バランス化	製造における有害物質削減、不使用技術		製造時の有害物質回収技術の高度化 加工液等削減 製造時の廃棄物削減技術 レジスト等補助材料の削減技術	◎	○	1	T	0	◎	
46		廃棄における有害物質削減、不使用技術		廃棄材料からの元素分離技術	◎	×	2	T	10		
47		製造プロセスの省エネ、省資源技術		小型複合生産機械 省エネルギープロセス設計技術 セラミックス等の製造プロセス合理化技術 材料・エネルギー最小化加工技術	◎	×	2	T	5		
48		製造設備の省エネ技術		生産システムの効率的運用技術 生産機械のエネルギー使用合理化技術 コンパクト生産システム セル生産	◎	○	1	T	0	◎	
49		材料高歩留まり製造プロセス		フリーフォーム鍛造 MIM チクソモールディング スーパーニアネットシェーブ加工	○	×	2	T	5		

経済産業省技術戦略マップ 設計・製造・加工分野(<http://www.nedo.go.jp/roadmap/index.html>)に掲載されている技術課題を本委員会で評価した。

- 凡例: アジア諸国のニーズ
アジア視点の必要性
我が国における技術の成熟度
技術移転・研究協力分類
時間軸
評価結果
- ◎:強い ○:弱い ×:ない
技術の利用、研究協力におけるアジアの視点の必要性
◎:強い ○:弱い ×:ない
0:枯れた技術 1:実用化段階 2:研究途上 3:今後の課題
T:技術移転型 D:展開的研究協力型 A:アジア視点での研究協力型
技術移転、研究協力の実施開始が可能になる時期
0:すぐにも 5:5年後 10:10年後 ×:長期間が必要
◎:評価結果として、技術移転、研究協力に適したテーマ

3.5 ケース・スタディ

3.5.1 電機・電子産業におけるケース・スタディ

当該産業において中国・韓国を含む東アジア地域は、大きな可能性を秘めた巨大市場であると同時に、優れた労働力が確保できるグローバルな生産拠点である。また、近年では優れた技術系人材を輩出する開発拠点としての位置づけも強化されつつある。したがって同地域への技術移転は、①民間ベースでの商業的な技術移転、②現地生産拠点に対する我が国母体工場からの技術移転、③現地政府・企業との技術開発合意に基づく技術移転、の3種に整理することができる。この中の①は通常の商業取引による製品／サービス販売をベースとするものであるが、日本企業と現地企業が資金と技術面で連携して温暖化効果ガスの削減プロジェクトを実施する国連 CDM プロジェクトの事例も多く見られるようになっている。本稿では株式会社 東芝によるベトナム国における CDM プロジェクトの事例を紹介する。また②では現地における環境法規制の強化に対応するために、我が国から技術／ノウハウを提供する事例が出てきている。本稿では株式会社 東芝による中国杭州市の同社工場への分析技術移転の事例を紹介する。更に③では現地政府が我が国に新技術の実践の機会を提供しつつハード／ソフト両面での新技術を受け入れ、共同で価値を高めていこうとする活動がある。本稿では、株式会社 東芝による中国広州市での自然エネルギー活用に関する事例、JETRO によるマレーシアに対する環境評価技術の移転事例を紹介し、前記整理の裏づけとしたい。

1) ベトナム・タンニン省における CDM プロジェクト（株式会社 東芝）

(1) 現地の課題

ベトナム・タンニン省ではキャッサバ芋から製造されるタピオカ澱粉が重要な産業であり、菓子や料理の材料の他に製紙原料としても使用されている。ベトナムは全世界のキャッサバ芋の 3.4%を生産しており、タピオカ澱粉を製造する事業場はタンニン省を中心に多く存在する。タピオカ澱粉の製造では、キャッサバ芋の皮を剥き、洗浄・破碎・濾過・分離・乾燥といった工程があり、高濃度の有機物を含んだ多量のプロセス廃水が発生する。従来はこれらの廃水を工場の周辺に点在するラグーン（貯留池）に一時蓄え、自然発酵させるという方法で浄化処理をしていたものの、自然発酵が進行するラグーンから大量のメタンガスが発生し大気に放散されるという問題があった。知られているようにメタンガスは二酸化炭素（CO₂）の 21 倍の温暖化係数を持つガスであり、この大気への放散の抑制が求められていた。



図 3.5.1-1 キャッサバ芋
(出典：(財) 製造科学技術センター)



図 3.5.1-2 キャッサバ畑の風景
(出典：(財) 製造科学技術センター)

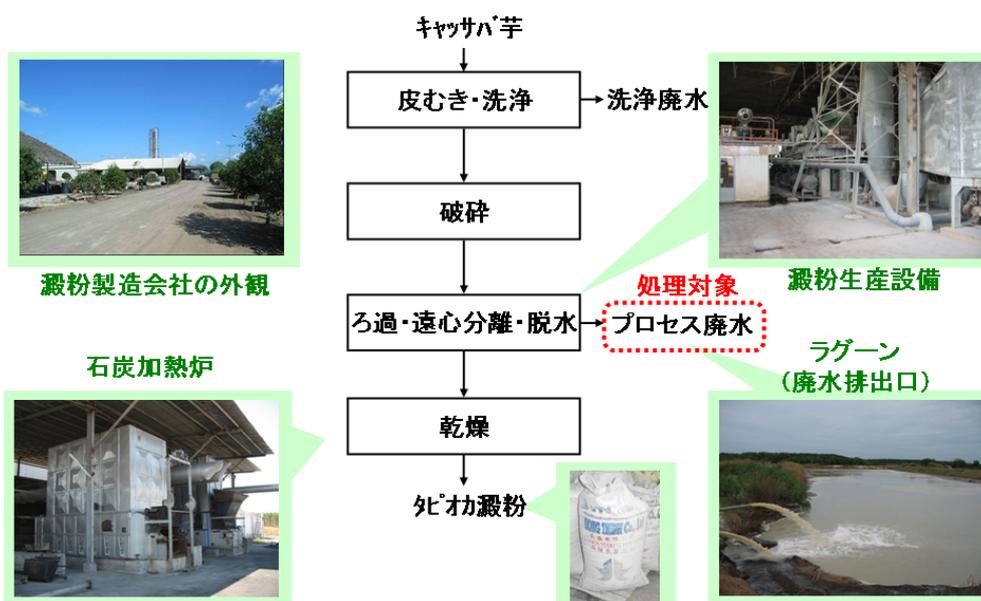


図 3.5.1-3 タピオカ澱粉製造フロー図
(出典：(財) 製造科学技術センター)

(2) 我が国の強み

我が国は、東アジア地区において先進的かつ広域に展開する下水道システムを有する唯一の国家であり、下水処理に関してレベルの高い要素技術／システム技術の蓄積を有している。また、製造業の事業所から排出される廃水処理に関しても、一定の水質基準の下に浄化処理を実行している実績がある。その中でも特に、株式会社 東芝では北海道・士幌町の馬鈴薯澱粉廃水処理プラントにおいて嫌気性発酵槽を適用したメタン発酵処理の実績があり、また中国・広東省で建設した養豚糞尿廃水処理施設の実績があり、前記タピオカ澱粉を製造する事業場の諸課題に対応する技術を有していた。

表 3.5.1-1 本件プロジェクトの前提となったプラント事例

事例	ジャガイモ澱粉廃水処理	養豚糞尿廃水処理
実施場所	北海道 士幌町	中国広州天力畜牧有限公司
流入量	3,000 m ³ /day	150 m ³ /day
流入 BOD	9,000 mg/l	25,000 mg/l

((財) 製造科学技術センター作成)

(3) プロジェクト実行体制

本件プロジェクトは図 3.5.1-4 に示すようにベトナム国タンニン省にある澱粉製造会社と株式会社東芝との共同出資による CDM 事業である。この澱粉製造会社はタピオカ澱粉を製造する事業場のオペレーションを行う現地事業会社であり、本件プロジェクトでは導入設備の保守／運用を担当すると共に電気代／運転員人件費などのランニングコストを負担する。また、株式会社 東芝は導入設備の建設およびエンジニアリングを担当すると共に、国連の CDM 手続きとそのコストを負担する。成果物の配分においては、澱粉製造会社が事業場の省エネ／環境改善を手にするると共に、国連から認定される CO₂ 排出権 (Certified Emission Reduction, CER) を澱粉製造会社と株式会社東芝で分配する。

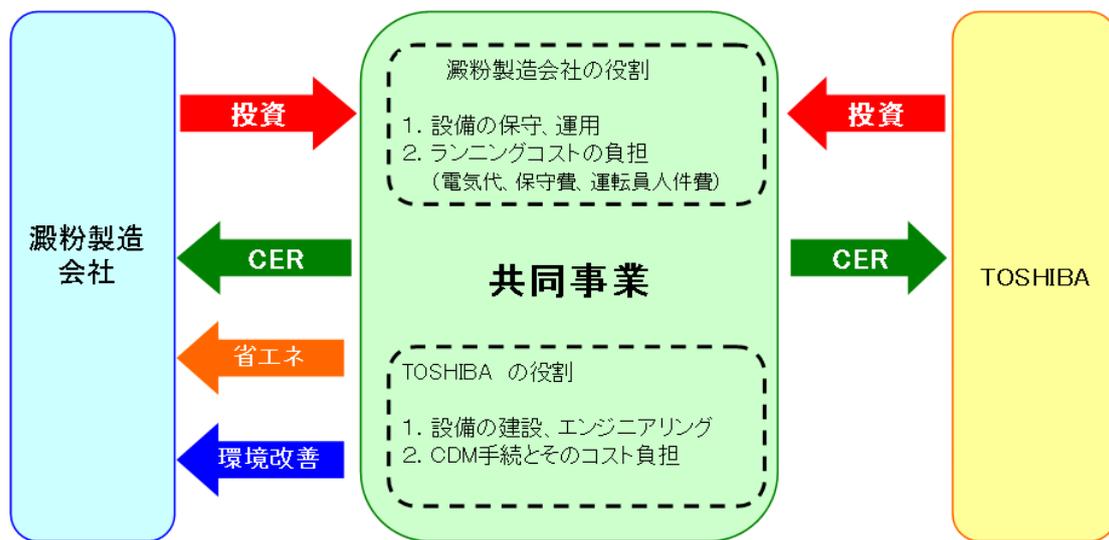


図 3.5.1-4 実施体制図

((財) 製造科学技術センター作成)

(4) 技術移転の内容

本件プロジェクトで建設する設備は大きく次の 3 つの部分に分けることができる。まず事業場のプロセス廃水を処理するためのメタン発酵設備であり、次にそこ

で回収されたバイオガス（主成分はメタン）から硫黄成分を除去するための脱硫設備である。そしてさらには脱硫後のバイオガスを用いて事業場が必要とする熱を作り出すエネルギー設備である。このバイオガスを熱エネルギーの生成に活用することでこれまで用いてきた石炭を燃やす必要がなくなるため、省エネに基づく CO₂ 排出削減を見込むことができる。設備構成を図 3.5.1-5 に示した。

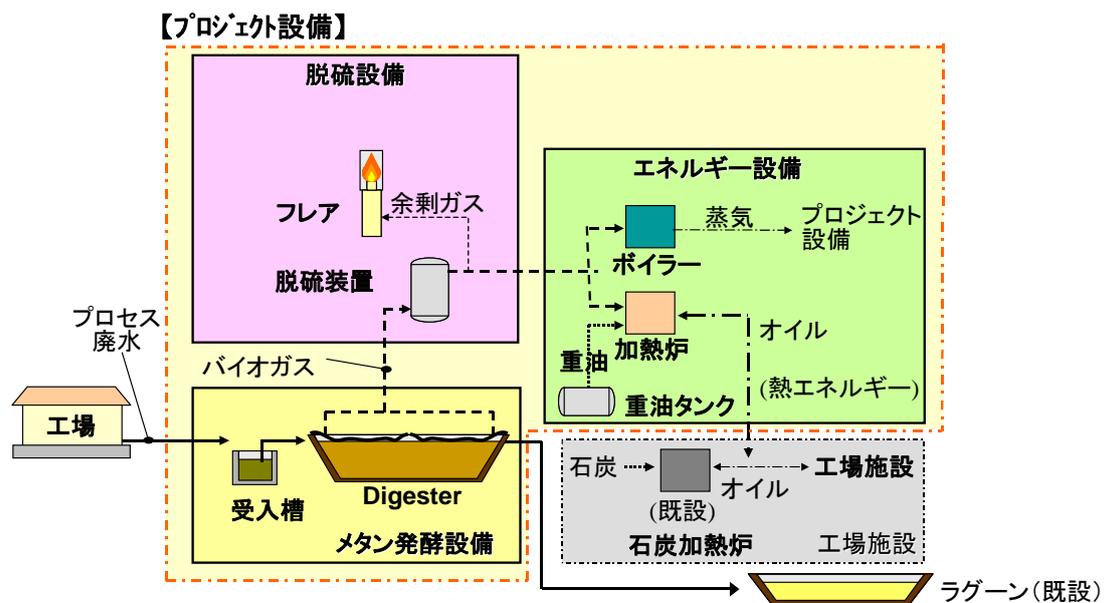


図 3.5.1-5 設備構成図
((財) 製造科学技術センター作成)

(5) プロジェクトの効果

本件プロジェクトの主要な効果は以下の 2 点である。すなわち、第一にはラグーンにおいてプロセス廃水が自然発酵して発生するメタンの大気放散抑制であり、第二にはこのプロセス廃水の発酵を人為的に制御された効率の高い発酵プロセスに置き換えることで発生するバイオガスを回収して燃料として活用することである。現時点の見込みでは、メタンの放散抑制により年間約 3 万トン以上の CO₂ 排出削減効果が得られる。バイオガスの燃料活用で、石炭の燃焼に起因していた CO₂ 排出量の抑制効果と合わせ、トータルの CO₂ 排出削減効果としては年間約 4 万トンが本件プロジェクトによって追加的に削減されるとして国連の CDM 登録取得に向けた手続きを進めているところである。

(6) スケジュールと課題

本件プロジェクトは 2008 年 9 月 1 日に着工され、2009 年 7 月 1 日の営業運転開始に向けて設備の建設と CDM 登録取得に向けた手続きが着々と進められてい

るところである。既にベトナム国での承認手続き、我が国での承認手続きが 11 月に完了しており、スケジュール通りの国連 CDM 登録に向けて最大限の努力を行っている。本件プロジェクトでは営業運転開始から 10 年間でプロジェクト期間として CER の対象としているが、2013 年以降の CER の価値がポスト京都議定書の議論と共に不明確になっている点が最大のリスクとなっている。本件プロジェクトの事業性確保の為に、2013 年以降も CER が同等以上の価値を持つことが必須条件であり、我が国政府の国際社会での強いリーダーシップに期待するところである。

2) 中国・広州市における ODA プロジェクト (株式会社 東芝)

(1) 現地の課題

中国では養豚事業が盛んであり、全土で 4 億頭を超える豚が飼育されている世界最大の豚肉生産国である。近年、養豚事業においても経営効率の向上が図られており、飼育規模の拡大が進んでおり、飼育している豚の数が 1 万頭を超える事業場も珍しくなくなった。しかしながら養豚の規模が拡大すると、豚が排泄する糞尿の量も多大なものとなり、それらが適正に処理されない場合、周辺環境ならびに河川の水質に重大な影響を与えるため、高効率で実績のある廃水(汚水)処理の技術が求められていた。一方で、よく知られているように中国のエネルギー需要が急速に増大しているため、環境にやさしいエネルギーの活用に向けて新たな技術を開発したいとの機運が高まっていた。

(2) 我が国の強み

前記のように、我が国は東アジア地区において先進的かつ広域に展開する下水道システムを有する唯一の国家であり、下水処理に関する高度な要素技術/システム技術の蓄積を有している。その中で株式会社 東芝では嫌気性発酵槽と汚泥処理に関する高度な技術があり、流入 BOD が 25,000 mg/L という本件プロジェクトで要求される極めて高い負荷の廃水に対しても対応できる技術を有していた。また嫌気性発酵槽から得られるメタンガスを精製して発電に供するための技術も併せて有していた。

(3) プロジェクト実行体制

本件プロジェクトは、我が国の ODA 資金を活用しつつ中国側も資金を提供する研究協力事業として実行したものである。独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) と中国国家発展計画委員会がプロジェクト計画者となり、それぞれ日本エネルギー経済研究所と広州市計画委員会が実施責任者を務めた。株式会社東芝は、日本エネルギー経済研究所の下でプラント・機器のデザイン、現地建設工事およびプラント運転指導を担当した。中国側の受益事業者は広州市の中国広

州天力畜牧有限公司であり、プラント・機器の移管を受けて養豚事業所のオペレーションを担当することになっていた。本件プロジェクトの実行体制を図 3.5.1-6 に示した。

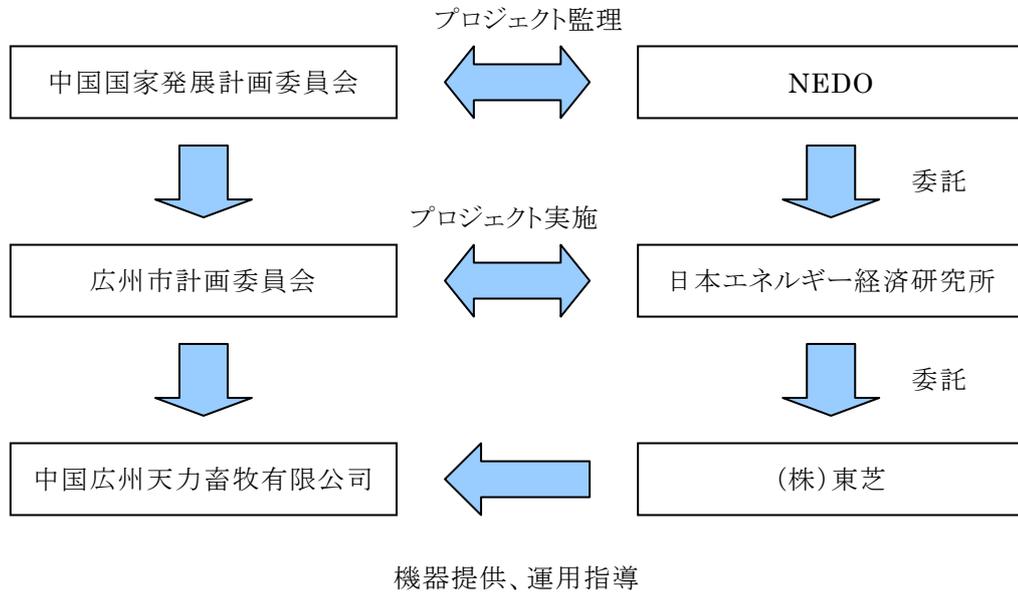


図 3.5.1-6 本件プロジェクトの実行体制
((財) 製造科学技術センター作成)

(4) 技術移転の内容

本件プロジェクトで建設した設備は大きく次の 4 つの部分に分けることができる。第一には豚舎から排出される糞尿を受け入れて嫌気性発酵させメタンを回収するメタン発酵設備であり、第二にはそこで回収されたメタンガスから硫黄成分を除去するための脱硫設備とその下流に配置された 200kW 級のリン酸形燃料電池からなる発電設備である。第一のメタン発酵設備の下流には第三の設備として曝気槽と沈殿槽からなる廃水処理設備があり、メタン発酵設備から排出された廃水を浄化して河川に放流できるようになっている。第一のメタン発酵設備と第三の廃水処理設備で発生する汚泥は第四の設備として備えられたコンポスト製造設備で堆肥に加工することができるようになっている。

■ System Diagram ■

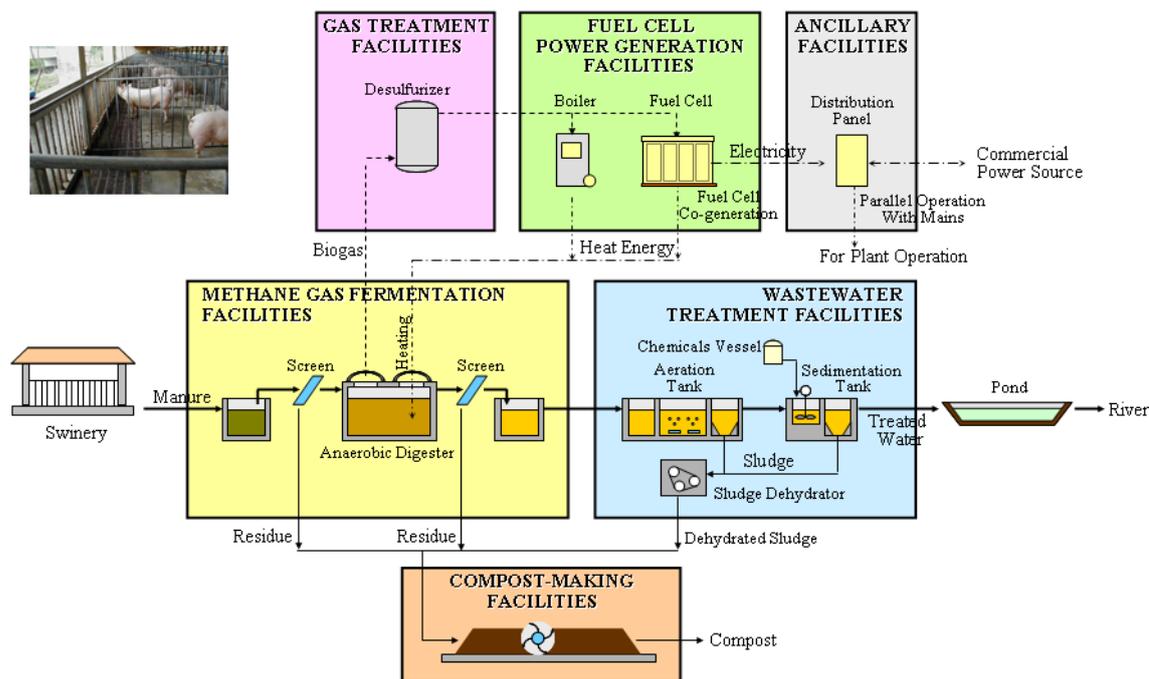


図 3.5.1-7 設備構成図
((財) 製造科学技術センター作成)

(5) プロジェクトの成果

本件プロジェクト設備で 6,000 頭の豚から排出される糞尿を受け入れ、バイオガスを発生させ計画通りリン酸形燃料電池で 200 kW の発電を達成すると共に、日量 0.5 トンの堆肥を得ることが出来た。この発電電力が設備全体の電力消費を超えたことから、本件プロジェクト設備は糞尿をエネルギー源として系統電力から自立して運転できるものであり、さらには余った電力を系統に逆潮流で提供できることを確認した。なお河川に放流される廃水は、図 3.5.1-8 に示すように発酵設備と廃水処理設備を通過することで水質が大幅に改善されていることも確認した。

(6) 意義と課題

以上詳述したように本件プロジェクトは 2004 年 11 月に完了した時点において我が国が得意とする要素技術を適用したものであり、当初想定された現地の課題を計画通り解決したものであった。またシステム技術的にもメタン発酵設備、発電設備、廃水処理設備に加えてコンポスト製造設備を組み合わせた意欲的な設備であったことから、我が国企業の海外におけるシステム受注能力の向上という観点からも大きな意義があったものと推察している。

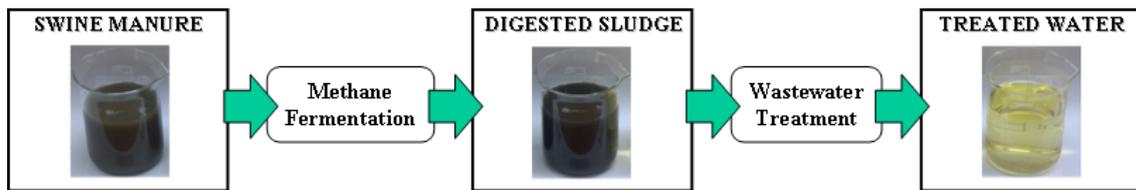


図 3.5.1-8 廃水の浄化の効果
 ((財) 製造科学技術センター作成)

3) 中国・杭州市のパソコン製造工場に対する分析技術移転 (株式会社 東芝)

(1) 現地の課題

欧州連合による電気・電子機器における有害物質規制「RoHS 指令」が 2006 年 7 月から施行されている。この指令は、鉛、カドミウム、水銀、六価クロムと臭素系難燃剤であるポリ臭化ビフェニール、ポリ臭化ジフェニルエーテルの 6 物質を電気・電子機器で原則使用禁止とするものである。これらの物質は、はんだ材料、めっき材料、プラスチック材料など電気・電子機器を構成する様々な部品に含まれる可能性があり、サプライチェーンの上流側で混入してしまうとパソコン、テレビなどの最終セット製品にそのまま搭載されてしまう恐れがある。そこで最終セット製品を製造する事業者は、部品調達先と連携してサプライチェーンをスルーした部品情報管理システムを構築、調達部品に使用禁止物質が含まれないことを管理している。しかし、これだけでは部品調達先が混入を検知できなければ最終セット製品への混入を許すことになる。RoHS 指令の法案が決定された 2002 年 10 月当時、特に中国など海外部品メーカーから調達品では、調達先の仕様書上では使用禁止物質が含まれないことになっていても実際に分析をすると鉛、カドミウムなど使用禁止物質が大量に発見される事例が少なくなかった。このため最終セット製品を製造する事業者は部品調達先からの情報に頼らず自ら調達部品の分析評価を実施する必要に迫られた。中国版 RoHS 指令と言われる電子情報製品汚染防止管理弁法を中国が発表した後は、特に中国に生産拠点を有する全メーカーが共通してこの問題に取り組むことになった。株式会社東芝では欧州を含むワールドワイドにパソコンを供給する製造拠点が中国・杭州市にあるため、最優先でこの問題に取り組んだ。

(2) 我が国の強み

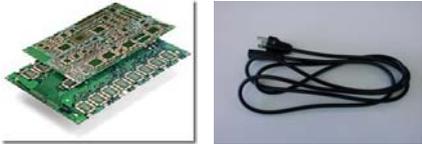
RoHS 指令の定める原則使用禁止という規定は 1 ppm たりとも混入させてはならないという規定ではないところが難しい。そもそも鉛、カドミウム、水銀などのような元素を使用禁止物質に指定した場合、金属精錬の限界から必ず一定濃度の他元素が含まれることから完全にゼロにするということは不可能であり、濃度に関する

る閾値を定める必要がある。また、六価クロムのように元素ではなく酸化数を特定した使用禁止規定では、如何に酸化数を測定するか公式の測定法を定める必要もある。パソコン一台当たりの部品数が1千点を超えており、更には濃度計算の分母となる均質材料（Homogeneous Material）の定義によっては部品1点毎に複数個所の測定が必要になる場合も多い。このため、調達部品の全数検査という方法は非現実的であり、簡易的な分析方法によるスクリーニングと高精度の分析方法による精密分析を組み合わせた分析ワークフローを構築する必要があった。

これに対し我が国には、簡易に含有元素を特定することができる蛍光 X 線分析装置に関する技術、高精度に元素を定量できる ICP 発光分光質量分析などの技術が入手可能なものとしてあり、加えてこれまでの有害物質の分析に関わるノウハウがある。特に株式会社東芝では半導体メーカーとしての微量物質分析の実績と傘下の分析事業会社のノウハウがあり、本件課題の解決に向けて業界をリードできる立場にあった。

製品に混入しうる有害物質の実例

鉛 (プリント基板、コンデンサ、電線など)



六価クロム
(鋼板、ねじ、めっきなど)



カドミウム
(モーター、電源コード)



不使用証明を得るにも関わらず
閾値を超過する製品が散見

調達品評価の必要性がクローズアップ

図 3.5.1-9 RoHS 指令が禁止する有害物質に関する 2002 年 10 月時点での状況
((財) 製造科学技術センター作成)

(3) プロジェクト実行体制

本件課題の解決に向けて RoHS 指令の法案が決定された 2002 年 10 月直後から、株式会社東芝でパソコン事業を所管する PC&ネットワーク社と本社研究所である研究開発センターが連携して前記分析ワークフローの構築を開始し、2006 年 1 月

からその成果を中国・杭州にある東芝情報機器杭州社への移転を開始し、2006年10月に現地での調達品スクリーニング体制が稼動した。

(4) 技術移転の内容

本件課題の解決に向けて移転した技術は図 3.5.1-10 に示す分析ワークフローと其中で用いる分析装置類とそれらの運用マニュアルである。前記のように RoHS 指令の定める使用禁止規定には様々な条件が定められており、特に濃度計算の分母となる均質材料 (Homogeneous Material) の定義の問題と適用除外規定の存在から、購入した分析装置で漫然と測定を繰り返しても正しい判断は不可能である。部品毎にどの箇所をどの様に測定すべき、簡易測定でどのような結果が出れば精密分析を実施するという運用マニュアルが整備されて初めて正確な自社分析評価となる。株式会社東芝では東芝情報機器杭州社内に分析センターを設立し、主に青梅事業所で蓄積してきたノウハウを移転することで現地完結する自社分析評価体制を構築した。表 3.5.1-2 に東芝情報機器杭州社分析センターの概要を示す。

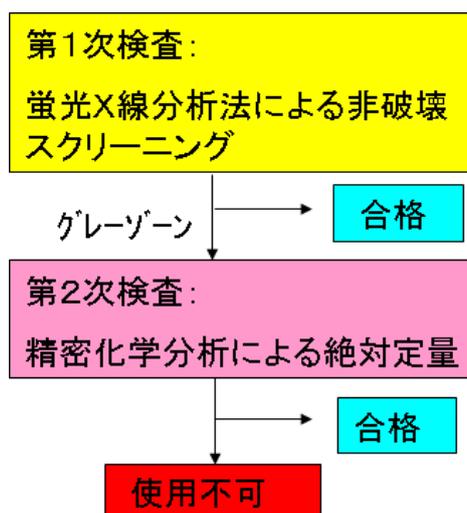


図 3.5.1-10 調達品スクリーニング体制
(財) 製造科学技術センター作成)

表 3.5.1-2 東芝情報機器杭州社分析センターの概要
 ((財) 製造科学技術センター作成)

人員規模	約 8 名
分析 メニュー	ノート PC など量産工程における、部品・部材類受入れ時の抜き取り検査 ノート PC など量産工程における、製品出荷時の抜き取り検査 ノート PC など設計開発段階における、部品・部材類の認定検査
主要設備	蛍光エックス線分析装置 イオン付着質量分析装置 六価クロム簡易検査キット

(5) プロジェクトの成果

この分析センターの開設によって拡大する現地での検査ニーズに対して的確に対応することが出来ている。特にものづくりの現場の近くにラボがあることで物流による時間ロスがなくなり、検査対象物の抜き取りから検査結果のフィードバックまでの過程が格段に早くなった。また万一、疑義のある部品が発見された場合でも、部品・部材メーカーの多くが中国に拠点があることを考えると、現地技術者が対処することによって問題解決までの時間が大幅に短縮できると期待できる。



図 3.5.1-11 現地分析センターの様子
 (出典：(財) 製造科学技術センター)

(6) 意義と課題

中国で安定した技術品質を維持する為には、現地従業員の定職率の低さが課題の一つと言える。本分析センターでも検査ノウハウが身に付き、リーダー候補としてさらなる育成を考え始めた矢先に離職（転職）してしまうケースがあった。企業側の課題としては、現地従業員のモチベーションを高めるためにより高度な技術を教えつつ、企業として事業上の秘密を保つかと言う点である。また政府に対しては、多大なコスト負担と前述のような課題を有する現地での技術者教育に対して、実績に応じたインセンティブ制度があるべきなのではないかと期待するものである。

4) マレーシアへの LCA 制度構築支援事業（JETRO）

(1) 現地の課題

ライフサイクルアセスメント（LCA）は製品やサービスの環境影響を評価する基本的な手法であり、もはやこの手法無しには環境に関わる国家レベルの政策から企業の製品戦略、個人の購買行動に至るまで立案／検討することが難しいとさえ言える。しかしこの手法が普及するためには、ライフサイクル視点での環境評価に関する国民的な理解と、インベントリ分析を進めてゆくための統計データが整備されている必要がある。国内では（独）産業技術総合研究所などを中心に研究が進められ、欧米各国と共にカーボンフットプリントなど環境負荷を可視化するツールとして普及が始まっている。一方マレーシアでは 2004 年当時、一部の研究者を除いてまだ LCA は殆ど知られていない状況であった。そこでマレーシア政府は、この LCA 手法がマレーシアの産業環境改善・輸出競争力強化に繋がると考え、日本政府に対してマレーシアでの LCA 制度構築についての支援を要請してきた。

(2) 我が国の強み

我が国では前述のように 1990 年頃から本手法の研究と製品・サービスへの適用を進めてきた（独）産業技術総合研究所 LCA センター（当時は工業技術院資源環境技術総合研究所）の豊富な実績があり、また日本版被害算定型環境影響評価手法（LIME）など更に進化した LCA の応用が進められている。産業界においても特に電機各社が家庭電化製品に LCA に基づく「環境効率、ファクター」を導入し、自社の製品開発の定量目標として活用するなど、一般の消費者に対する環境コミュニケーションツールとしての利用が進められている。

(3) プロジェクト実行体制

マレーシア側は標準工業研究所試験所（SIRIM）を中心に、日本側は日本貿易振興機構（JETRO）を中心に貿易投資円滑化支援事業（JEXSA）として、LCA の概

念から普及と啓蒙を図ることになった。具体的には日本の専門家によるチームを編成して、3重点分野（パームオイル、家電、PET ボトル分野）に対して LCA 手法の活用事例を指導する。

(4) 技術移転の内容

①第1次専門家派遣（2006年8月27日～9月3日）

産総研 LCA センター	稲葉敦センター長
名古屋産業大学	成田暢彦教授

マレーシア国家中期計画第9次プランにて NATIONAL LCA PROJECT に認定されたのを受けて、MONRE（Ministry of Natural Resources and Environment）の Dr. Nadzri をリーダーとする STEERING COMMITTEE（運営委員会）が設置された。そこで日本を代表する LCA の専門家2名を派遣、この Dr. Nadzri および現地各ワーキンググループのリーダーと意見交換をするとともに日本で開発された LCA 試算ソフトの活用方法について指導した。

②第2次専門家派遣（2007年1月14日～1月19日）

東京大学	山本良一教授
武蔵工大	伊坪徳宏助教授
新日石総研	田中咲雄部長
東芝	竹山典男参事

SIRIM の要請で政府高官及び企業の経営幹部を対象に、欧州の専門家と日本の4名の専門家が共同でクアラルンプール郊外のスパン、南部のジョホールバル、北部のペナンにて合同セミナーを実施した。セミナーの骨子としては、欧州の専門家から EU の環境規制動向、環境対策動向についてのプレゼン、日本側からは山本教授より地球温暖化について地球シュミレーターによる説明、また GHG を削減するためのエコデザイン、エコマテリアル、LCA 手法を活用した環境効率概念の普及についてのプレゼン、伊坪准教授からは LCA 手法を活用した環境影響評価についての説明および評価手法（LIME）を活用した応用事例の紹介、田中部長からは石油精製分野での LCA 手法によるケース・スタディの紹介、竹山参事からは環境効率概念の製品開発への導入および環境効率指標“ファクターT”についての説明と各種製品への応用事例の紹介を行った。



図 3.5.1-12 第二次専門家派遣の様子
(出典：(財) 製造科学技術センター)

(5) プロジェクトの成果

2006年3月末に発表されたマレーシア政府国家中期計画第9次プランに、LCA手法の普及促進とDATA BASE INVENTORYの構築が明記された。産業界からの反響・関心も高いことが確認されたことから正式にSIRIMがNATIONAL LCA PROJECT実施機関として認定され、推進に必要な政府予算が配賦される運びとなった。

3.5.2 家電リサイクルに関するケース・スタディ

1) 背景となる使用済み家電の状況と法規制

(1) 使用済み家電の状況

中国では一般家庭に家電が普及し始めたのは1980年代と言われているが、耐用年数を10～15年と見ると、現時点で買い替えや廃棄のピークを迎えていることになる。ピーク期の年間廃棄量は冷蔵庫、洗濯機、エアコン、テレビの主要家電4品目だけでも2800万台に達するものと見られている。

中国の使用済み家電品は日本とは逆で“廃棄物”ではなく、“有価物”である。即ち使用者が不要になっても、図3.5.2-1に示す4つのルートによって有価で買い取るネットワークが形成されている。日本では使用済み家電品＝廃家電品の殆どがまだ使えるが、前の使用者を気にする気質のために、中古マーケットは一部に限られている。このため、使用済み家電品がリサイクルルートに乗り、法施行後もスムーズに起動に乗り定着してきた。

一方、中国では、使用済み家電品は主に沿海部を中心とした大・中都市で発生したものが、図3.5.2-2のような回収業者に買い取られ、まとめて内陸の農村地区などへと輸送され、何らかの形で再使用しているのが実態である。つまり、リサイクルに回る家電量が極めて少ないことが予想される。

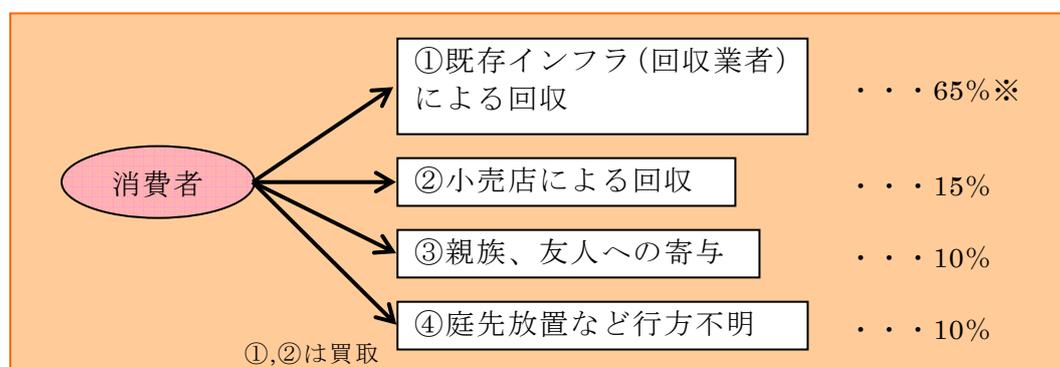


図 3.5.2-1 廃家電の回収ルート
(出典：(財)製造科学技術センター)



図 3.5.2-2 大都市での家電回収状況
 (彩电：カラーテレビ、电脑：PC、冰箱：冷蔵庫)
 (出典：(財) 製造科学技術センター)

(2) 中古品の動向

2006年段階では、上海市や浙江省の都市部で発生する廃家電品は、冷蔵庫や洗濯機、テレビなどで1台、約10～50元（150～750円）程度で買取りが行われていた。それが、「中古品」として店頭に並ぶと10倍近い価格で売られる。その一例を示すと、次のような価格帯であった。

- ・洗濯機・・・100元／台（約1,500円）
- ・冷蔵庫・・・130元／台（約2,000円）※
- ・エアコン・・・400～500元／台（約7,000円）
- ・テレビ・・・100元／台（カラー）、20元／台（白黒）

※ 家電量販店では新品冷蔵庫は約2,000元（約3万円）で販売している。

(3) 法規制の動向

国家発展改革委員会は欧州の廃電機電子機器回収指令（WEEE）や日本の家電リサイクル法を参考にして、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、テレビ、パソコンの5品目を対象とする法案を検討中とされている。2005年には前記5品目専用の先行リサイクルシステム（処理施設）を試験的に運用すべく、国家発展改革委員会は浙江省、青島市、北京市、天津市の4都市をモデル地区に指定し、さらに2008年度には追加も検討されている。

中国の検討中の法規制と、日本の家電リサイクル法との大きな違いは、中国では

中古品も視野に入れていることである。中国では使用済み家電品は、資源として売却できる価値があるために、ほとんどが中古品として出回っている。このため、2R（リユース、リサイクル）を重視した仕組みが重要になる。ここに注目すると、家電リサイクル工場は、機能が果たせず分解するしかない製品と、中古品として再販できる製品とを同時に扱えることがポイントになる。ところが、中古品を扱う、リセール産業はすでに根付いているために、これと拮抗する仕組みはできないという、現実的なハードルがある。

リサイクルに関するリサイクル費用（回収費、処理費等）については、(1) 消費者負担、(2) 政府による税金負担、及び (3) 製造者によるメーカー負担のいずれか、あるいは組み合わせるかにある。法施行についてはこれらが決着せず、施行を疑問視する見方もある。

2) 技術移転のケース・スタディ

家電リサイクルの中国への移転についての試行例として、(1) 中国での使用済み家電の回収、(2) 日本の家電リサイクル工場での実習、(3) 中国での家電リサイクル試験について述べる。

(1) 中国での使用済み家電の回収

有価で買い取った中古品と云っても、図 3.5.2-3、3.5.2-4 に示すように日本では製品としての利用価値は殆どなく、再使用不可能に近いものばかりであった。



図 3.5.2-3 中古家電の例（2005 年）
（出典：（財）製造科学技術センター）



図 3.5.2-4 中古テレビの例（2005 年）
（出典：（財）製造科学技術センター）

このような家電品は、(1) 錆や汚れが目立つ、(2) 洗濯機のモーターが既に無くなっているものがある、(3) コンプレッサーブラウン管が破損している場合があるなど、リサイクルしにくいという特徴があった。従って、中国版家電リサイク

ル法が施行される場合には、メーカーや政府認定の家電処理会社或いは政府が、何らかの形で買取り費用を負担するといった仕組みが有効と思われる。

(2) 技術移転内容

日本での家電品におけるリサイクル技術は、大きく分けて、(1) 手分解技術、(2) 設備エンジニアリング、(3) 有価物生産技術の 3 項目に分けられる。その中で中国企業に教示して日中を比較した内容は (1) の手分解技術である。本来、エンジニアリングなど機械設備の設計・製造に関しては日本の得意とする分野であるが、リサイクル率を上げ資源循環量を極限まで向上させるには、中国では人手による分解（回収）が正確かつ確実な方法であるからである。中国では人件費が日本より安価で、労働者数も豊富に採用可能であるといった条件が揃っている。

(3) 日本の家電リサイクル工場での実習

中国のリサイクル企業の管理職（日本語会話力有）と工場長クラスの 2 名を日本の家電リサイクル会社に招聘し、家電品とパソコンについて手分解技術を 1 週間、体感・習得して頂いた。なお、家電品等の分解における作業手順書は、相手にも伝わるように中国語に翻訳したものを準備した。試験状況を図 3.5.2-5、3.5.2-6 に示す。



図 3.5.2-5 エアコン分解（2005 年）
（出典：（財）製造科学技術センター）



図 3.5.2-6 テレビ分解（2005 年）
（出典：（財）製造科学技術センター）



図 3.5.2-7 洗濯機の分解（2005 年）
（出典：（財）製造科学技術センター）



図 3.5.2-8 冷蔵庫の分解（2005 年）
（出典：（財）製造科学技術センター）



図 3.5.2-9 パソコンの分解（2005 年）
（出典：（財）製造科学技術センター）

分解時間を測定した結果、冷蔵庫、洗濯機など家電 4 品+PC について、参加した 2 名の方は熟練作業者の約 2 倍の分解時間を要した。しかし、国内の家電リサイクル会社でも新人作業者は熟練作業者の 2 倍程度の時間を要するので差はない。

（4）中国での使用済み家電の分解

日本で体験された 2 名が中国に帰国し、自社の作業員に分解方法を教示して作業していただいた。対象作業者は工場で実際に廃家電の部品（モータなど）を分解している方ある。あらかじめ依頼して購入してもらった家電品は十数台だったが、(1) で述べたとおり、部品の欠落や破損のある製品がほとんどであった。特に、エアコン、冷蔵庫についてはコンプレッサーが無いものが約半数であった。また、コンプレッサーはあっても配管は錆びで腐り、冷媒フロンが全て放出してしまっていた。

洗濯機は、筐体と筐体を連結するネジが腐食しており、普通のプラスドライバー

や電動ドライバーではねじを緩めることができなかった。そこで、洗濯機は結局、ネジ部をタガネで強引に切断した。日本でも不法投棄品や長年使用された洗濯機はこれと同様である。このように、中国の使用済み家電品は、日本と比べ分解しにくい。

エアコンは、洗濯機と同様、ねじが腐食しており、ドライバー類は使用できずたがねでねじを切断した。分解後、内部を確認したが、内部も錆びが進行していた。

冷蔵庫のリサイクル設備は、国内でも投資が高いプロセスである。中国では、より投資額の少ない方法として手分解が有効と思われる。そこで、冷蔵庫の断熱材を手作業で剥して回収した。比較のため、日本企業でも同様の試験を日本人作業者が実施したが、作業時間などの差異は認められなかった。

冷蔵庫、洗濯機、テレビ、エアコンについての日中の作業者の分解時間を調べた。その結果、両国とも新人が作業した場合について差はなかった。

3) 中国における廃旧家電品リサイクルプロセス

(1) 完全手分解プロセス

現在、日本の家電リサイクル工場ではモーターや熱交換器など、部品までの分解にとどまっている。これを「一次分解」あるいは「部品分解」ということにする。中国では日本で分解されたこれらの部品が、徹底的に素材へと人手で分解されている。人件費の安価な中国が有利である。これを「2次分解」あるいは「素材分解」と呼ぶことにする。日本では1次分解までで止まるが、中国では1次と2次のすべての分解を中国国内で実施するケースが想定される。複合金属部品の分解や、多種類の素材からなるプラスチック類の分解は、作業工数が多く人件費も嵩むが、すでに中国では2次分解により再資源化されている。2次分解の普及は、むしろ雇用の創出につながるメリットでもある。

他方、日本で実施されてきた部品までの1次分解については、中国ではこれまで必要性がなかったため経験が蓄積されていない。部品までの1次分解でも、その分解過程で有価物を回収しながら有害物も回収するという重要な目的がある。メーカーや製造年代、型式等によって、有害物の含有箇所や量が異なり、これらのノウハウが必要である。日本で蓄積して来たノウハウは役立つものと思われる。

なお、日本では当たり前に行われている、作業者の健康・安全管理についての協力が重要である。また、有害物含有製品の適正出荷など管理手法の移転も重要である。

(2) 日本プロセスと完全手分解の融合

技術移転する内容は、前述したとおり、(1) 手分解技術、(2) 設備エンジニア

リング、(3) 有価物生産技術がある。この中での(2)(3)についての技術移転が今後必要と思われる。設備面では、断熱材フロン回収や、金属・プラスチックの効率的分離装置、プラスチック類の材質ごとの選別技術が挙げられる。これが実現する条件の一つは安価な人件費である。中国の人件費が安価であり続ける限りは、機械装置の導入は進展せず、手分解に依存した方法が主流である。

しかし、中国国内でも数箇所では、日本方式に近い機械設備に関心がある企業が出てきた。作業環境、安全管理、有害物管理の面で、手分解では限界があり、より工業的なリサイクルプロセスが必要になってくるものと思われる。その際には、日本の機械優先方式をより経済性のある簡素なプロセスにして、手分解重視の方式との融合が必要になる。このエンジニアリングについては、中国には経験がなく、日本企業が協力する余地が高まっていくものと思われる。

3.5.3 建設事業に関するケース・スタディ

わが国の総合建設業は、環境経営の下でものづくりと環境を融合させた事業活動や技術開発を行っている。このようなものづくりと環境を融合させた取り組みをアジア圏諸国に展開し普及させることは、アジア圏諸国が経済・環境共同体として持続的発展を遂げる上で重要である。

建設産業では、建物・建造物を社会資産と考えてライフサイクルにわたる環境負荷の低減が重要とし、温暖化防止・省資源・生態系の保全などの環境保全活動、汚染土壌・地下水の浄化、最終処分場・中間処理施設の建設、太陽光発電・風力発電等の新エネルギー対応、生態系保全に繋がる屋上ビオトープや壁面緑化、京都メカニズムを活用した排出権取引など様々な環境ビジネスの推進、環境に関する事故や法律違反や環境事故・環境汚染を未然に防止するための建設廃棄物の適正処理や情報の開示などの環境リスク管理、地域との共生、ボランティアネットワークなどによる環境ボランティア活動や環境技術による国際貢献などの環境社会貢献の 4 つの取り組みをもとに環境経営を推進している。

特に、最近の急速な産業発展により、複合的な汚染が進む土壌・水・自然環境の修復・保全及び高機能化に伴いエネルギー消費が拡大しつつある施設の設計及び施工に対して、わが国で開発されたものづくり技術と環境技術を体系的に移転・適用し、環境汚染の防止、省資源化、低炭素化などを図ることは、環境先進国であるわが国の建設産業にの大きな使命である。わが国の調和のとれたものづくり技術と環境技術を産学官が協力して急速な発展が進むアジア地域に移転し、各国が自立して環境汚染防止、省資源化及び低炭素化などに取り組む道筋をつける意義は大きい。

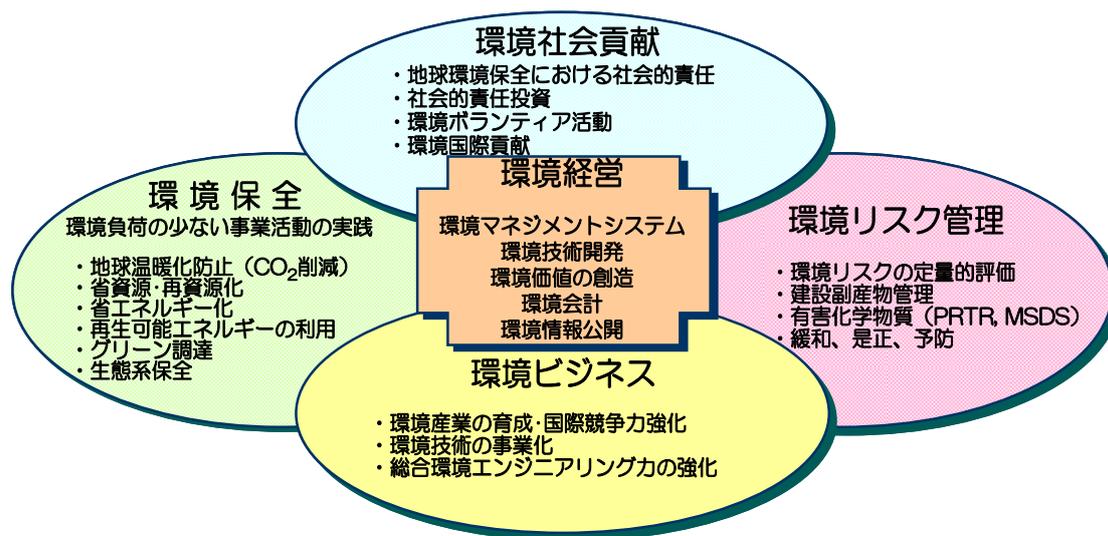


図 3.5.3-1 日本建設企業における環境経営への取り組みの概念図
((財) 製造科学技術センター作成)

建設に関わるものづくり技術の移転については、現地での建設プロジェクトを通じて行われており、特に大規模・高性能な建築物及び構造物において、ライフサイクルにおける省エネルギー設計や低環境負荷型の施工などについて高い評価を得ている。一方、汚染土壌・水質浄化に代表される建設周辺分野の環境技術の移転については、日本産業の現地における事業活動展開のリスク低減・イメージアップ及び資源確保のための友好関係の強化などの環境社会貢献の側面と、環境事業そのもののビジネス化の側面の二面において実施されている。

環境汚染防止及び修復については、汚染者負担原則（原因者負担原則／polluter-pays principle）にもとづいて実施すべきであり、先進国以外でも環境規制や予防保全にかかわる法制度が整備されている。しかしながら、経済発展を優先している地域では、法制度を策定してもその施行令の制定が遅れている、若しくは制定されていない、先進国に比べ環境施策を実施するための予算、人材及び技術が不足している等の問題が指摘されている。

従って、わが国としては、相手国における環境汚染防止及び修復に関わる実施体制の整備及びそれにもとづく市場化・産業化の見通しが立つまでは、日本型環境経営の取り組みにもとづく技術移転等の環境貢献を推進し、環境技術の現地化に関わる技術開発及び実証実験等のモデル事業の推進等を通じて現地での競争優位性を確立しながら、将来（5年～10年先）の事業化を目指すべきと考える。

ここでは、建設分野の共同研究テーマに関するケース・スタディとして、アジア圏の異なる地域で進められている、マイクログリッドシステム（中国）、壁面緑化技術（シンガポール）、自然浄化能力を活用した土壌汚染対策技術（タイ）、難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術（ベトナム）の4つの事例をもとに、共同研究開発の背景・目的、共同研究開発事業概要、技術移転・事業化等の現地化の進め方をもとに現状の課題を分析し、今後の取り組み課題を明らかにすることを目的としている。

これらの技術は、いわゆる枯れた技術ではなく、適用性を拡大し信頼性を向上するために、現在もわが国においても研究開発中のものであり、現時点での技術的ボトルネックや国内では実証できない研究開発課題を当該国と共同して実施し知見を共有することにより、研究開発における相互信頼の向上や人材交流の活性化につながることを期待されている。

1) マイクログリッドシステム（中国）

(1) 共同研究開発の背景・目的

我が国では、新エネルギーの導入・普及に向けて、産学官の役割分担のもと、コスト削減、生産性向上、信頼性向上のための実証試験等を積極的に進めている。太

太陽光発電を始めとする新エネルギーは発電出力の変動の激しいため、分散型電源とを適切に組み合わせて、需給バランスをとりながら安定した電力を供給する必要がある。

このような状況の中、太陽光発電を始めとする新エネルギーの将来的な大量導入に備える為に、新エネルギー等を電源とする小規模の電力網（マイクログリッド）において、電力系統との連結時及び系統から自立運転した場合でも電圧や周波数等の変動の少ない安定的な電力供給を行うことが可能な技術が求められている。

現在、わが国でも、太陽光発電や風力発電などの自然エネルギーの大量導入を目指した実証運転が行われているが、同時にアジア各国で太陽光発電等の自然変動電源を主体としたマイクログリッドの実証実験を進め、我が国の基準に適合した電圧や周波数等を実現できるマイクログリッドシステムを構築し展開していくことが、今後、エネルギー消費が拡大していくアジア圏において新エネルギーの導入・普及を図る上で、我が国が果たすべき重要な役割と考えられる。

（2）共同研究開発事業の概要

全電源に対する太陽光発電等の自然変動電源容量の割合を高めた（50%以上を目安とする）マイクログリッドで実証研究を行い、日本を含むアジア各国で太陽光発電等の自然変動電源を主体としたマイクログリッドを安定的に運転できるシステムを構築し、最終的には我が国の基準に適合した電圧や周波数等を実現する為のシステム構成や運転方法等の確立を図ることを目的としている。

①事業名

NEDO 太陽光発電システム等高度化系統連系安定化技術国際共同実証開発事業／マイクログリッド高度化系統連系安定化システム実証研究(PV+補償装置)

②研究内容

太陽光発電 120kW、ディーゼル発電 120kW、電気二重層キャパシタ、二次電池等から構成されるマイクログリッドを杭州電子科技大学に設置し、大学構内に供給する。

実証研究を通じて、系統連系時及び単独運転時の電力供給の安定性や二次電池及び電気二重層キャパシタによる負荷変動追従性に関する評価等を行う。

また、マイクログリッド内でより安定的な電力供給を実証する為に、電力品質補償装置及び瞬低補償装置の効果も評価する。

③実施場所 杭州電子科技大学（杭州市内）

杭州電子科技大学は、これまで中国政府の産業省や浙江省の支援を受けた多くのハイテク研究計画を実施し、国家科学技術賞、国家発明賞、国家教育業績賞など数々の表彰を受けている。また、大学は全国の数百の企業と長期の研究関係を維持している。杭州電子科技大学の科学研究方面における総合指標は継続的に安定しており、全国の同類の大学のなかでも先進的な位置につけ、良好な経済効果と社会的効果をあげており、浙江省における高級専門人材養成と科学研究や産業への成果展開の重要基地となっている。

④実施体制

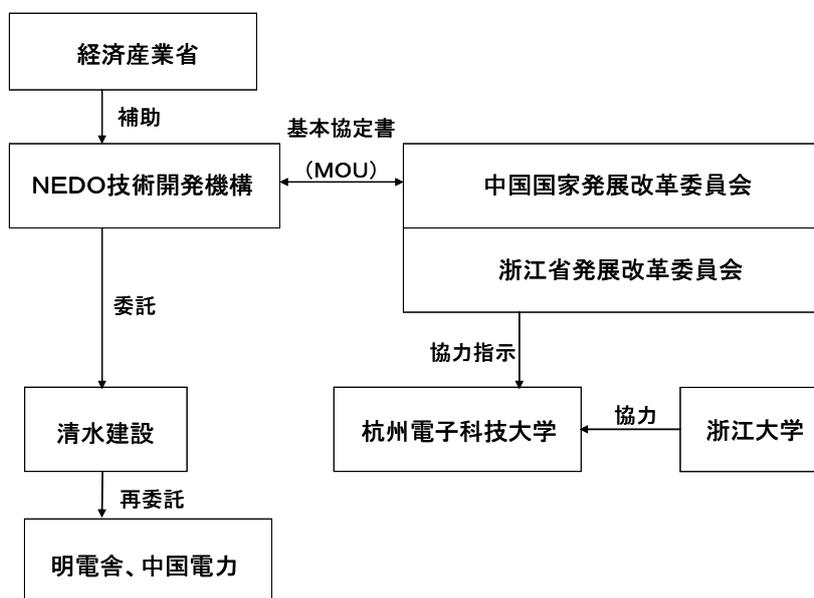


図 3.5.3-2 実証研究の実施体制
((財) 製造科学技術センター作成)

⑤実施期間

平成 18 年度～平成 21 年度



図 3.5.3-3 杭州電子科技大学におけるマイクログリッド構築位置
((財) 製造科学技術センター作成)

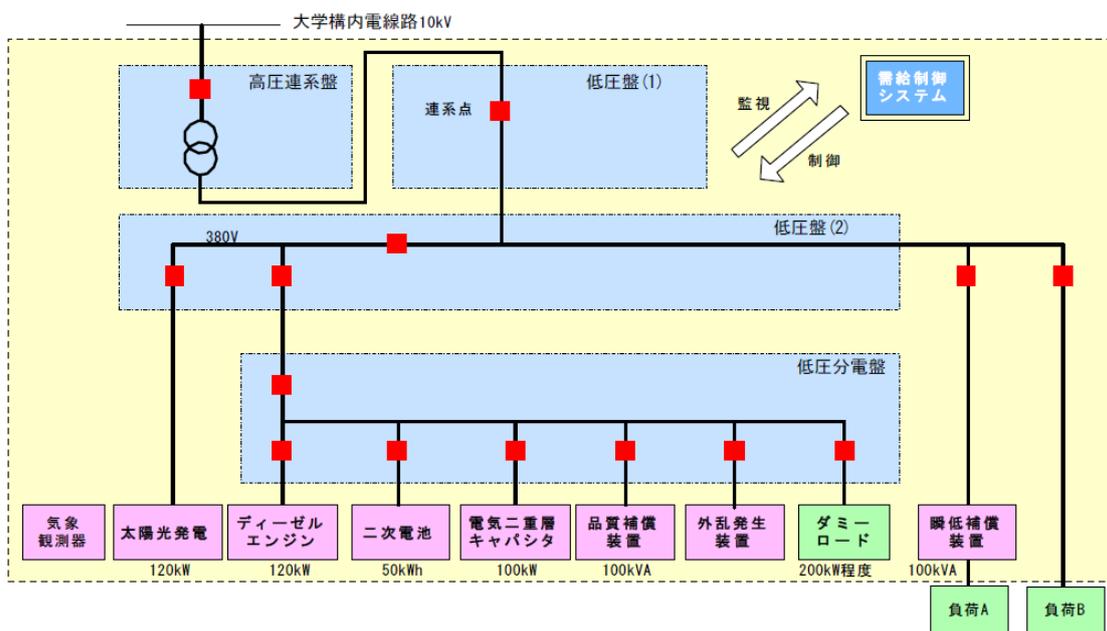


図 3.5.3-4 実証システムの概要
((財) 製造科学技術センター作成)

(3) 技術移転・事業化等の現地化の進め方

- ①実証研究の基本検討
- ②マイクログリッドの設計

③機器類の設計・製作・試験

④マイクログリッド構築・実証実験実施

平成 19 年 12 月に杭州電子科技大学構内にマイクログリッド実証システムの設置を開始し、平成 20 年 9 月末に完成した。平成 20 年 10 月末より運転を開始し、ジェイ製 21 年 9 月までの約 1 年間の実証運転を杭州電子科技大学と共同で行う。

その間の系統連系時及び単独運転時の電力供給の安定性や二次電池及び電気二重層キャパシタによる負荷変動追従性に関するデータが共有され、運転ノウハウが大学側に蓄積される。

今回取り組んだ構成のマイクログリッドシステムが中国内に展開される際は、杭州電子科技大学がその推進役となる予定である。

(4) 現状の課題と今後の取り組みに関する提案

当面、中国がマイクログリッドを設置する際は、日本製の機器・装置を使用することになるが、いずれは中国製の機器・装置が開発され市場に供給されると予想される。わが国としては、これらの機器・装置及びその運転ノウハウ等の知的財産の保全を図りながら、実証運転等の共同研究に取り組む必要がある。

2) 壁面緑化技術（シンガポール）

(1) 共同研究開発の背景・目的

シンガポールは「ガーデンシティ」といわれるように、緑に対する国民の関心が高く、積極的に都市緑化が行われている。近年は、建物の省エネルギー化を目的とした屋上緑化が実施されており、主にドイツから技術導入されている。しかし、建物外壁を緑化するための確立された技術はなかった。

2006 年、シンガポール大学のウォン助教授が来日し、清水建設技術研究所で実証展示中の壁面緑化システムに関心を持たれた。また同年、シンガポールで開催されたエコプロダクツ展でこの壁面緑化システムを展示したことにより関心が高まった。

建設業にとってアジアは重要な市場の 1 つであり、日本の環境技術を活かした付加価値の高い施設の提供が求められている。そこで東南アジア等の熱帯地域における環境改善技術の 1 つとして、東南アジアに適用できる壁面緑化技術の確立を目指した。

なおシンガポールは 2005 年に「グリーンマーク」という建物の環境性能を評価する制度を導入し、建物緑化もその重要な要素となっている。

また N-Parks（ナショナル・パークス・ボード：国立公園庁）が新設の公園において壁面緑化技術の実証展示やセミナーの開催を行い、BCA（ビルディング&コ

ンストラクション・オーソリティ：建設局) がゼロ・エネルギー・ビルディング・プロジェクトを開始するなど、環境分野の技術開発に幅広い取り組みが行われている。



水環境大臣が来場



一般市民も見学

図 3.5.3-5 エコプロダクツ展 2006 における展示
(2006 年 10 月 31 日～11 月 2 日)
(出典：(財) 製造科学技術センター)

(2) 共同研究開発事業の概要

① 事業名

シンガポールにおける壁面緑化システムの研究開発

② 研究内容

「パラビエータ」という特殊な固化培土を用いたユニット型壁面緑化システムについて、シンガポールおよび熱帯地域における適用可能性を検討する。具体的には壁面緑化に適した植物の選定や維持管理方法の確立、壁面緑化によるヒートアイランド現象緩和や省エネルギーの効果などを検証する。

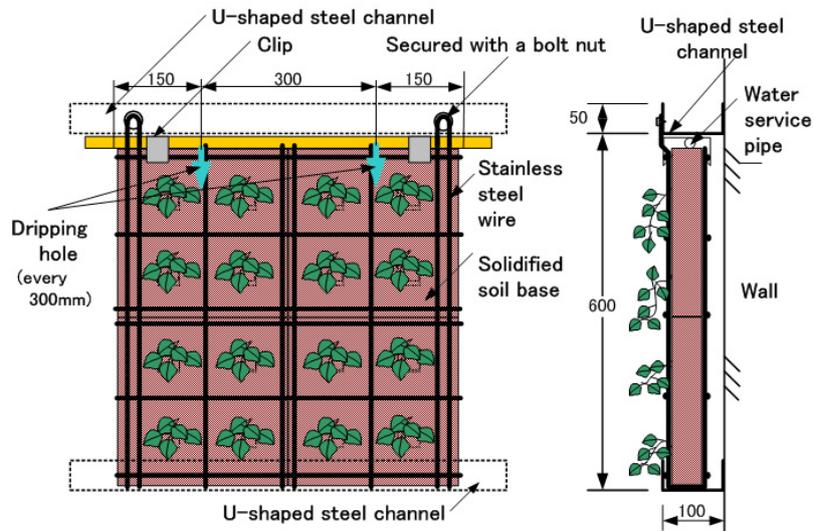


図 3.5.3-6 壁面緑化ユニットの構成図
 ((財) 製造科学技術センター作成)

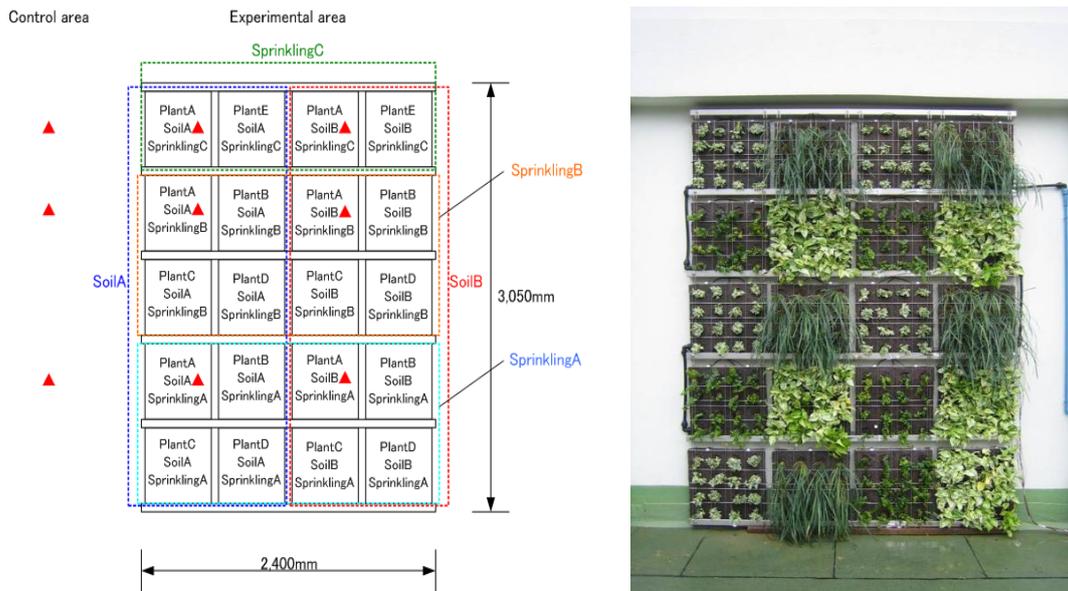


図 3.5.3-7 シンガポール大学での実験状況
 ((財) 製造科学技術センター作成)

③実施場所

シンガポール大学および BCA アカデミー

④実施体制

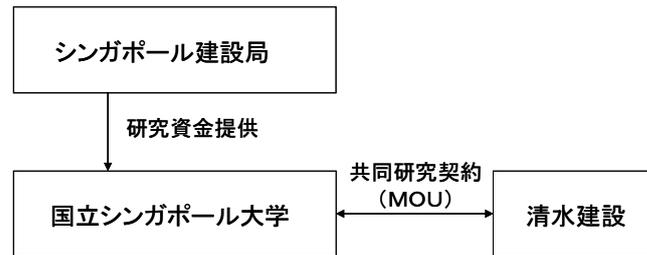


図 3.5.3-8 実施体制
((財) 製造科学技術センター作成)

⑤実施期間

平成 19 年度～平成 20 年度

(3) 技術移転・事業化等の現地化の進め方

技術確立後に、現地造園会社等への技術移転による事業展開を予定している。システム材料の供給は日本からの輸出またはライセンス許可による現地生産を検討している。

(4) 現状の課題と今後の取り組みに関する提案

常夏のシンガポールでは植物の成長が早く、通常のグランドカバー植物では長期的に良好な状態へ保持することが難しい。熱帯地域に適した灌水や施肥などの管理手法の確立や雨水の有効活用方法の検討が必要である。

またアジアでの展開を考えた場合、コストダウン課題であり、現地での生産・供給体制の確立なども課題である。

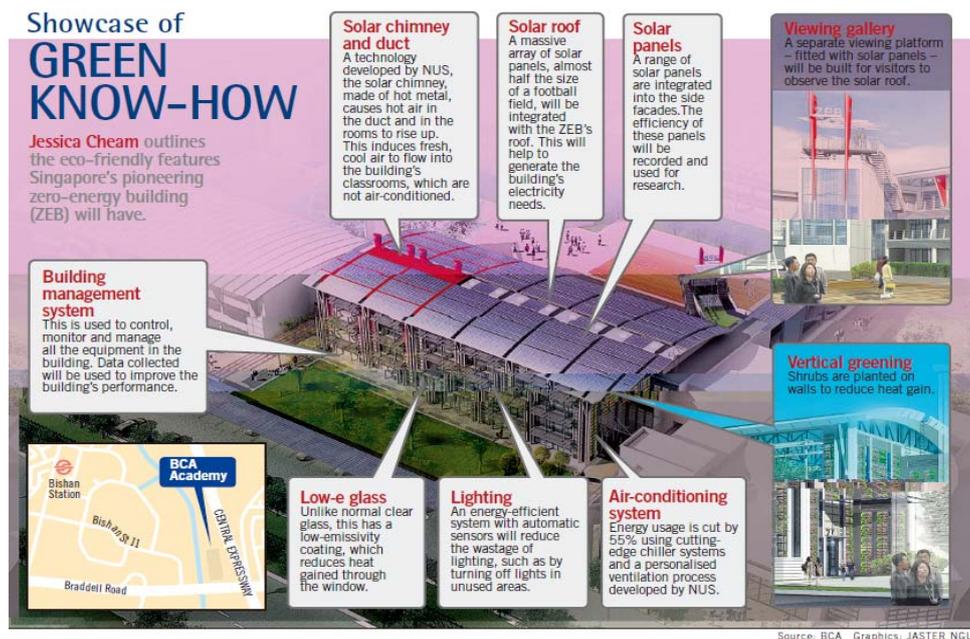


図 3.5.3-9 ゼロエネルギー・ビルディング・プロジェクトの概要図
 ((財) 製造科学技術センター作成)

なお、エコプロダクツ展等への環境技術の展示は、現地の大学・企業等の共同研究あるいは事業化に向けたパートナーの開拓に有効であり、わが国の産学官連携による戦略的な対応を計画し推進することが望まれる。

一方、シンガポールのような環境技術への取り組みが進んでいる地域では、例えば建設局が国家開発庁から 1,500 万シンガポールドル（約 12 億円）を獲得して推進しているゼロエネルギー・ビルディング・プロジェクトのような包括的な環境技術の開発を推進しており、わが国としては個別技術で対応するのではなく、同様の包括的研究開発プロジェクトを設立し連携していくことが、わが国の存在感を高める上でも有効と考えられる。

3) 自然浄化能力を活用した土壌汚染対策技術（タイ）

(1) 共同研究開発の背景・目的

地球規模での環境リスクが深刻化しており、企業等に係る環境関連の法規制は強化の方向にある。タイでも同様の動きが見られ、2000年に地下水環境基準が設定され、2004年に土壌環境基準が設定された。焼却、洗浄等の物理化学的浄化方法によると、低濃度で広範囲に広がった汚染の浄化は、エネルギー消費及びコストが高くなり、浄化の実施が困難な場合が多い。とりわけ、発展途上国にとっては、低コスト、低エネルギーで実施できる浄化方法が望まれている。

タイでは、鉱山排水による農用地汚染が顕在化し、タイ政府は平成 16 年に約 3

億円を投資して、汚染米の回収、汚染地区の調査・対策を実施している。

タイ工業省は、工場、工業団地内の土壌汚染調査を実施しており、問題の把握に努力している。土壌汚染問題がタイでも顕在化してきており、緊急性が高い。

米国では、浄化の進まない汚染地区（ブラウンフィールド）の土地有効利用を活性化する法律が 2002 年に制定されており、わが国でも同様な手法採用が予想される。ブラウンフィールド問題の解決法として、より低コスト・省エネルギー型の浄化手法である、微生物による「バイオレメディエーション技術」、植物による「ファイトレメディエーション技術」が期待されている。

しかしながら、バイオレメディエーションは、高濃度スポットへの適用が有効であり、低濃度・広範囲にわたる汚染では十分な効果が期待できない。一方、ファイトレメディエーション技術は、低濃度汚染にも適用可能であり、バイオレメディエーションと組み合わせて、コスト低下を図ることができる。

経済発展が急速に進んでいる東アジア地域では、有害廃棄物の不適正管理による汚染土壌等環境汚染がますます深刻になると考えられる。日本でもこの問題は深刻であるため、市場は東アジア全域と考えられる。

(2) 共同研究開発事業の概要

①事業名

NEDO 提案公募型開発支援研究協力事業「自然浄化能力を活用した土壌汚染対策技術の開発」

②研究内容

経済発展に伴い様々な汚染問題が顕在化してきているタイにおいて油汚染土壌を対象とし、植物の浄化能力を活用する汚染土壌浄化技術を開発する。植物の根に生息する根圏微生物の有機物分解機能に着目した処理技術である。現地の気象に適した植物を利用して汚染物質を分解除去する浄化方法の実用化を目指す。

③実施場所

ナコンチャシマ県パクチョン地区 他

④実施体制

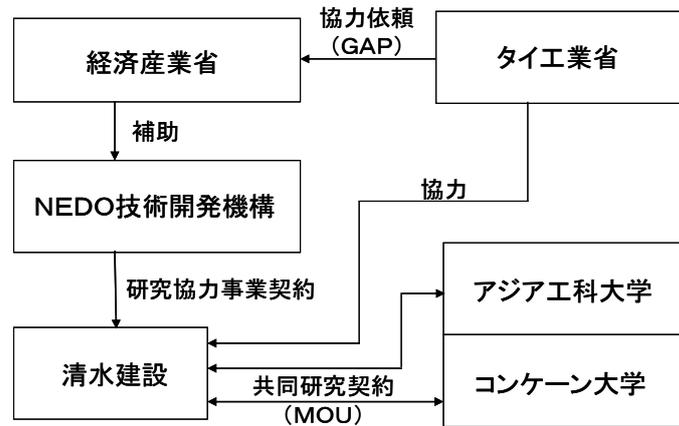


図 3.5.3-10 実施体制
((財) 製造科学技術センター作成)

⑤実施期間

平成 19 年度～平成 20 年度

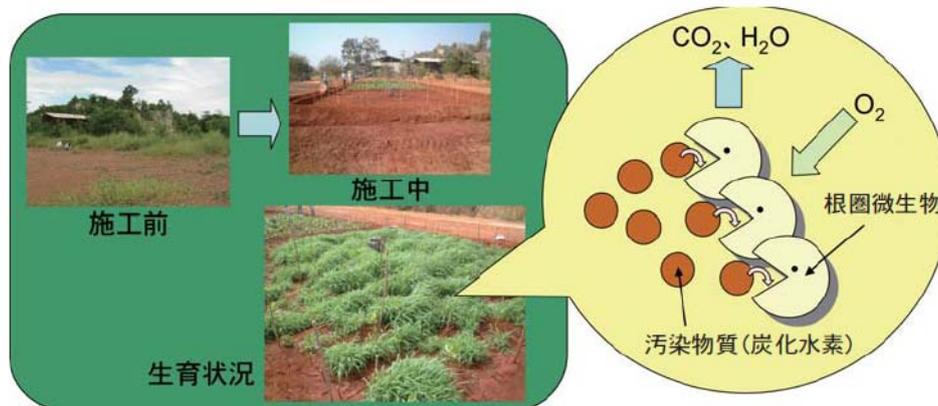


図 3.5.3-11 研究開発概要
((財) 製造科学技術センター作成)

(3) 技術移転・事業化等の現地化の進め方

- ①その地域で影響力を持つカウンターパートとの協力関係を維持
- ②国内関係省庁および相手先行政との関係を構築
- ③先端技術ではなく、役に立つ低コスト・高性能な環境技術を開発
- ④開発した技術の事業化

(4) 現状の課題と今後の取り組みに関する提案

- ①その地域で影響力を持つカウンターパートとの協力関係を維持

アジア工科大学は国際連携を活発に行っているため、サイトでの学術的経験を積むことによって、アジア地域への波及効果が期待できる。

②国内関係省庁および相手先行政との関係を構築

今回の提案では、汚染対策の責任官庁であるタイ工業省工場局と連携して、土壌・地下水汚染対策のモデル事業を実施している。今回の調査・対策までの経験を積むことで、タイ政府が自立して土壌・地下水汚染に対処できることが期待される。日本政府の事業として実施された VOC 土壌・地下水汚染ガイドラインと補完する内容であり、調査→対策への一連の技術移転が成立する。

③先端技術ではなく、役に立つ低コスト・高性能な環境技術を開発

低コスト・高性能技術が求められている。とりわけ、発展途上国にとっては、低コスト、低エネルギーで実施できる浄化方法が望まれている。



図 3.5.3-12 自然浄化能力を活用した土壌汚染対策技術の開発の概要
((財) 製造科学技術センター作成)

4) 難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術(ベトナム)

(1) 共同研究開発の背景・目的

ベトナムやタイなどの東南アジア地域は、繊維や食糧などの生産事業が急速に拡大してきており、経済成長を支えている。また、我が国の企業も新たな工業製品の生産拠点としてこの地域に進出している。これにともない、環境面の様々な問題が顕在化してきている。ベトナムでは工業排水の問題はとくに深刻であり、ベトナム

資源環境省では排水規制の見直しと規制強化を進めている。特に、染料などの難分解性の汚染源は今後に残されている大きな課題である。ベトナムの染色工場は設備が古く、排水処理装置もほとんど付いていない。工業団地内にある染色工場でも排水処理は未整備であり独自に設置する意向はあるもののコストに見合う技術がなく施設建設にまで至っていない。

染色排水は、現在、河川や湖沼に排出されているが、排水中の成分はヘドロ状に水底に堆積し底質に吸着して、長期間に亘って水域へ影響を及ぼす。日本と同様に、こうした産業は水辺に集中するため、排水は食糧生産の拠点となる平野部を汚染する。こうした地域で生産された食糧の一部は直接的/間接的に我が国にも輸入されていると考えられ、排水の影響は単にベトナム国内にとどまっていないと考えられる。

ベトナムにおける排水処理は少ないが、その中では凝集沈殿法や活性汚泥法が中心となっている。しかしながら、染色排水に含まれる染料はこうした方法では分解が難しい。ベトナムの主力産業である繊維・染色工業は、自国の水と土壌・地下水を汚染しながら成長しているのが現状であり、このまま放置すると近い将来に問題が表面化して我が国の経済にも大きな影響を及ぼすものと危惧されており、排水や堆積物を安価に、確実に処理できる技術が必要とされている。

開発される技術は、ベトナム国内の染色工場への適用が大いに期待されるとともに、生活排水による堆積物にも適用可能であるため、ベトナムをはじめとする東南アジア諸国だけでなく、工業先進国での適用も見込める極めて汎用性の高い技術である。

(2) 共同研究開発事業の概要

① 事業名

NEDO 提案公募型開発支援研究協力事業「難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術の開発」

② 研究内容

日本が保有する産総研で開発されたマイクロバブリングを始めとしたオゾン分解や炭化材を活用した微生物等による分解技術と、ベトナムの微生物を活用した分解技術という、両国の優位技術を融合させた廃水処理システムを開発し、ベトナムの水域浄化に寄与する。

具体的には、染色排水や堆積物中に含まれる難分解性成分である染料をオゾンで一次分解したのち、炭化材に担持させた好気性微生物により無害な物質へと二次分解する処理技術を確立する。

本事業では、1年目は排水と堆積物への順応性を精査し、システムを最適化することに重点を置き、2年目に染色工場内に装置を設置し試験処理を行い、実用性を確認する。

③実施場所

ベトナム科学技術アカデミー及び現地染色工場

④実施体制

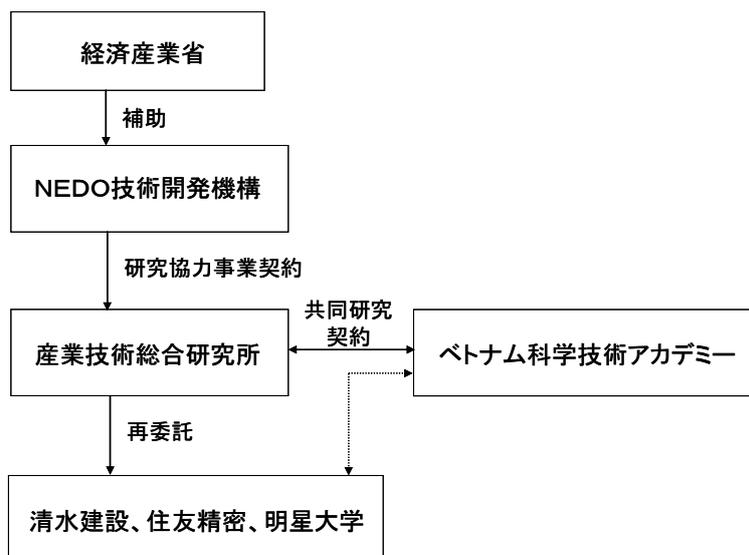


図 305.3-13 実施体制
((財) 製造科学技術センター作成)

⑤実施期間

平成 19 年度～平成 20 年度

(3) 技術移転・事業化等の現地化の進め方

①代表的染色企業、行政との信頼関係の確立

染色企業数社とのコラボレーションを継続するとともに、現地での技術指針・基準に関わるベトナム科学アカデミーとの信頼関係を確実なものにする必要がある。

②複数サイトでの実証事業の実施

いくつかのサイトでの実証事業を実施する必要があり、ODA を含めた協力体制の構築や協力企業への参加打診などを行う必要がある。

③日越共同企業体の設立・運営による事業化検討

ベトナム政府からの情報収集が必要で、現地の政府機関等の支援が不可欠である。

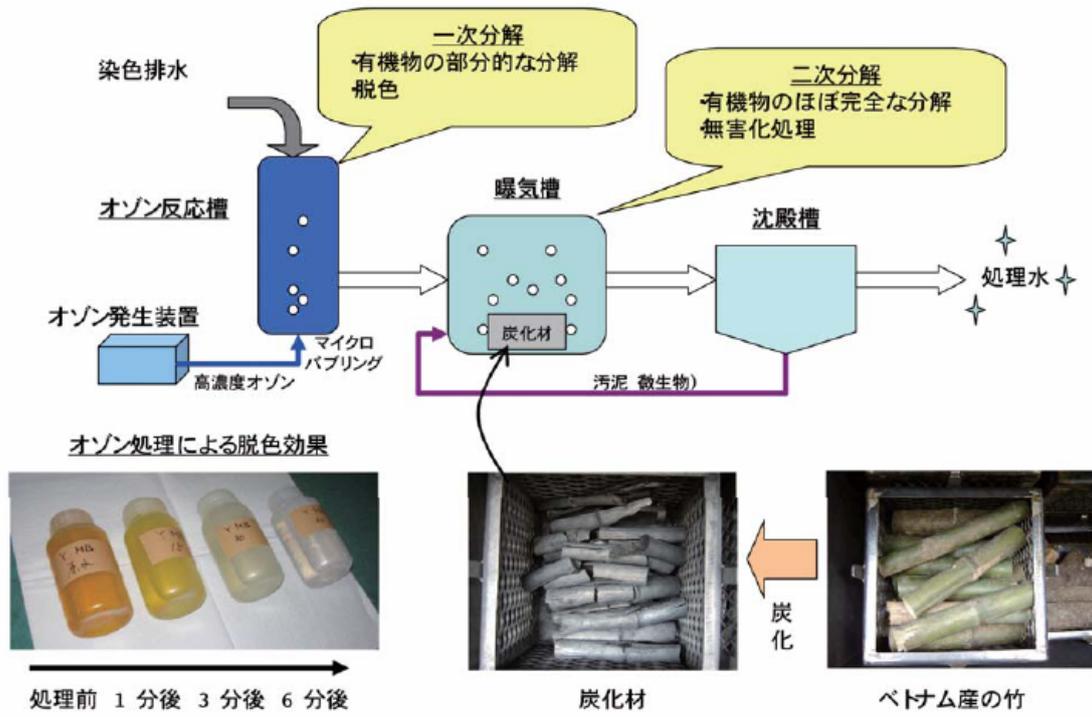


図 3.5.3-14 技術開発の概要
((財) 製造科学技術センター作成)



図 3.5.3-15 ベトナムでの浄化実験の状況
((財) 製造科学技術センター作成)

(4) 現状の課題と今後の取り組みに関する提案

日本の技術を採用したいが高価であるとの認識があるため、韓国／中国などの廉価技術を表面的に採用し、それで済ませてしまう可能性がある。また、オランダなどのEU諸国の売り込みもあるため、ベトナムの基準・規格等がEUのものとなる可能性もある。

いずれにしても、今回の開発技術の高い信頼性を確固たるものにし、長期的には日本技術を採用して良かったと思ってもらえるように、技術開発や技術移転を通じて次世代を担う現地の技術者・研究者との信頼関係を築いていくことが肝要である。

それぞれの国における共同研究開発の背景・特徴及び適用された手法を関連資料及び参画者へのヒアリング等を踏まて整理すると、当面对応すべき共通課題として以下の2点が重要と考えられる。

ものづくり技術とともに必要とされる環境技術に関する共同研究開発においては、わが国の高性能な環境技術だけではなく、調査・分析、リスク評価、モニタリングなどのライフサイクル対応での環境技術をバランスよく強化し、ライフサイクルでの対応において競合諸国に対する優位性を確保し、それに基づく基準・制度を確立して同時に移転していく必要がある。

これらの研究・技術開発は、分野により取り組み状況に差異があるため、現状の技術開発プロジェクトの重点的推進、官民協力による現地調査にもとづく新規技術開発プロジェクトの設立、分野横断的な技術開発プロジェクトの検討などに分類して体系的に推進する必要がある。

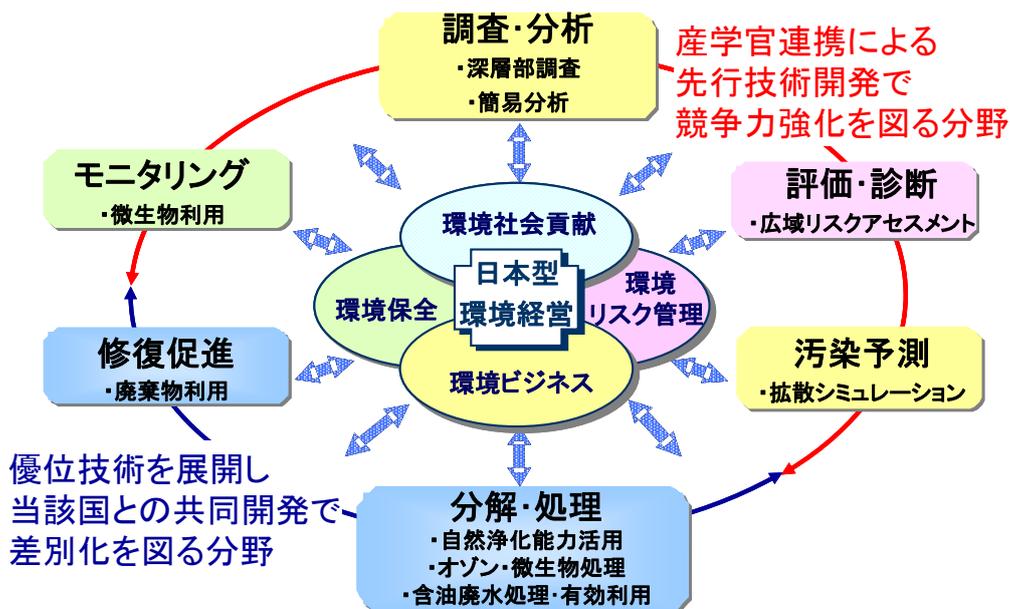


図 3.5.3-16 環境汚染防止・修復のライフサイクルにおける対応技術力の強化
((財) 製造科学技術センター作成)

第4章 まとめ・今後の課題と展望

4.1 ERIA アジア加盟国製造業との協力の具体的方法の検討

4.1.1 ERIA アジア加盟国について得た知見

本調査で得た知見をもとに、ERIA 域内製造業の現状を概観すると以下のように要約される。

□ 域内アジア製造業は、ひとつの地域共同体としての特徴を持ち始めている。

(2.1章)

□ 産業地域としてのアジア圏を特徴付けるものは、原始的な農業から始まり、地場産業としての製造業、先進国からの技術移入による先端生産基地、あるいはサービス機能の役割分担まで、多様な産業が地域的に同時に存在しているとともに、グローバル化による外部要因に牽引されて、急速に変化している。(2.1章)

□ 域内製造業の状況は、次のように大別できる。(2.1章)

①地場技術によるローカルなものづくり

(国内市場を相手とする国際競争力のないものづくり)

②国際分業による生産基地化

(現地の安価なインフラを活用する完全移入技術によるグローバル市場を相手とするものづくり)

③移入技術の現地化

(移入技術を基にしながら、現地人材による技術の定着化)

④製品設計から生産までの現地適応

(現地人材による設計から生産までの一貫化)

⑤研究開発機能

(先端製品開発のための研究開発機能の現地化)

次に、本調査で得た知見をもとに、ERIA域内製造業の、(1) 省エネルギー・省資源製造、(2) 資源循環、(3) 環境問題を要約する。

(1) 省エネルギー・省資源製造

□ 先進国の省エネルギー・省資源技術は、少ない投資で後進地域の環境問題を画期的に改善できる可能性がある。アジア生産ネットワークにおいて合理的なエネルギー・資源利用を追求していくことは、アジア製造業の持続可能性を向上させ、競争力強化に貢献する。(2.3章)

(2) 資源循環

□ エネルギー・資源問題は、ERIAアジア加盟国の経済成長と連動して喫緊の課

題である。再生エネルギー、代替エネルギー、資源循環、汚染物質の回収や利用、廃棄物削減などは、資源とエネルギーを有効利用し経済合理性を追求するものづくり技術の基幹的課題となる。製造の国際分業のなかで、地域特性を生かした効率のよい廃棄物、汚染物質排出を抑制した資源循環を実現する必要がある。(2.2章)

□ ERIAアジア加盟国には、国内資源や人口の規模、工業化の度合いなどが極端に異なる国々が含まれているが、おしなべて著しい経済成長によりエネルギーや資源の逼迫が起こっている。技術や社会制度の未成熟により、エネルギーや資源の浪費を引き起こしている。(2.2章)

□ エネルギー・資源問題は、(1) エネルギー・資源の枯渇に備えて浪費を防ぎ、(2) 代替のエネルギー・資源を開発し、(3) エネルギー・資源を再生することによりエネルギー・資源の生産性を高めることである。(2.3章)

□ 現状では必ずしも経済合理的に運用されていない資源の流れを分析し、各国の特性を基に、相互補完的なアジア資源ネットワークを構築することは、とりわけ域内製造業の持続可能性の追求に欠かせない。(2.3章)

□ アジア各地域では、3R (Reduce、Reuse、Recycle) を掲げた環境対策プロジェクトが活発に推進されており、ものづくり技術はその主役として、技術移転や国際分業が進められている。(2.3章)

□ 上記のような域内分業体制の中で、資源循環を実現していくためには、必然的に国際循環を実現する必要がある。このためには、まず各国のリサイクル体制の整備が必要であると共に、製品ごとに国際循環のモデルを構築し、適切な循環サプライチェーンの計画と管理を行っていく必要がある。(3.3章)

(3)環境問題

□ ERIAアジア加盟国地域においては、近年の経済成長により、地球環境問題は悪化している。アジアにおける地球環境の悪化は、人口増大や都市化により引き起こされているものが多いが、工業化の影響も甚大である。当面の競争力強化の要求に押されて、低コスト生産を目指しているためである。地球環境問題をないがしろにすることにより、結局後世で大きな付けを支払うことになる。(2.2章)

□ ものづくりにおける環境問題は避けて通れない課題である。損なわれた環境を回復するためには莫大な費用がかかる。予防保全の考え方にに基づき、環境問題を起こさないような工業化の工夫が不可欠である。(2.3章)

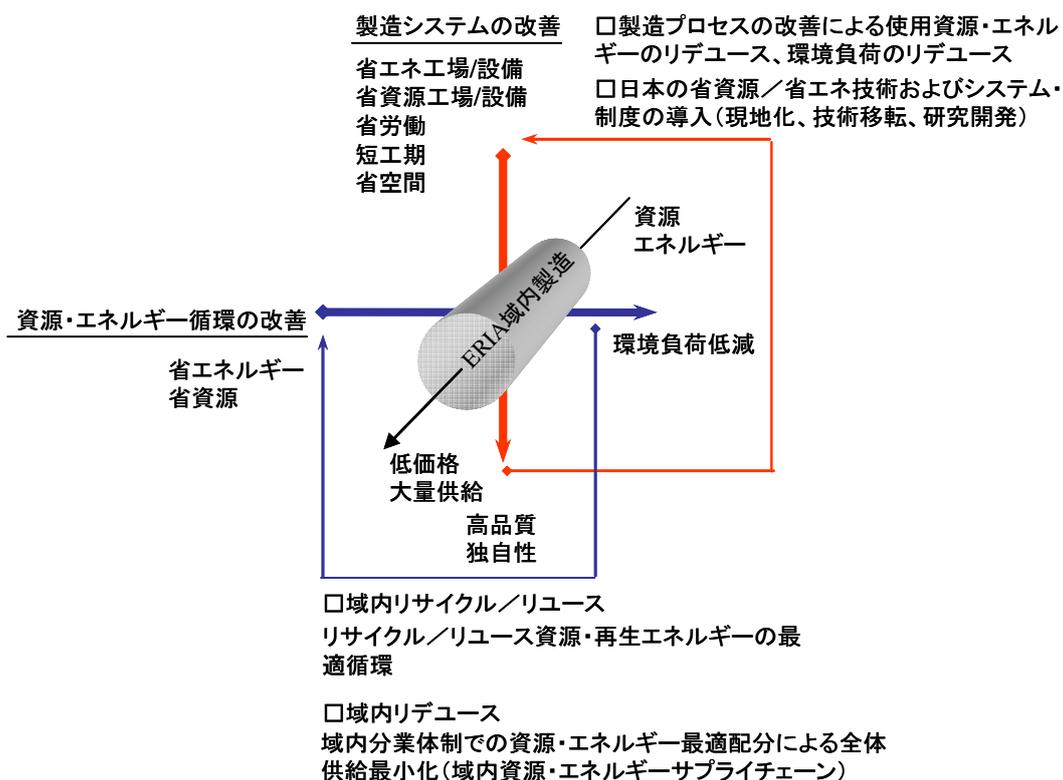


図4.1.1-1 ERIA製造業の課題
 ((財) 製造科学技術センター作成)

以上の知見をもとに、域内製造が抱える課題と解決への展望を図式化すると上図(図 4.1.1-1)のようになる。この図は、当面の競争力強化の要求に押されて、低コスト生産、大量供給を目指し域内全体として必ずしも経済合理的に運用されていない資源、エネルギーの流れを合理化していく努力(回帰青矢印)、すなわち資源・エネルギーの域内循環の合理化と省エネ・省資源工場、省エネ・省資源設備の普及による域内製造を合理化していく努力(回帰赤矢印)を、我が国製造業の現地化、技術移転、研究開発協力を触媒として実行することを表現している。すなわち、①製造プロセスの改善による使用資源・エネルギーのリデュース、環境負荷物(排出汚染、廃棄物)のリデュースを可能にするグリーン・マニュファクチャリングの実現(設計と実装の回帰赤矢印)と②域内資源・エネルギーリサイクル/リユースを最適化した資源・エネルギー循環及び域内分業での資源・エネルギーの最適配分し域内全体の資源・エネルギー供給最小化を実現する資源・エネルギー・サプライチェーン(回帰青矢印)の実装の二つに大別される。

4.1.2 現地化と国際分業

本調査によって得られた「現地化と国際分業」についての知見をまとめると以下の様になる。

□ 国際分業は、発展段階に応じた垂直分業の様相が基本であるが、どの域内各国も先進国を目指すため(垂直上昇)、次々と新たに途上地域を見出して生産移転(現地化)していかねばならない。従って、垂直分業モデルは、域内での持続可能性を望めない。(2.1章)

□ ERIA域内市場を持続的に活性化するより安定した国際分業モデルは、発展レベルに依存する垂直分業の形態から、各国・地域の特性を生かして分業する水平分業の形態への進化をはからなければならない。(2.1章)

□ 厳しいグローバルな技術競争にあって、ERIA域内で各国の利点、弱点を相互に補完しながら発展していけるような技術発展のモデルが望まれる。そのために工業化における域内国際分業モデルが構築されなければならない。(2.3章)

□ 国際分業を通じてものづくり技術力を養い、将来の独自のものづくり産業を発展させることが、発展途上国の課題である。(2.3章)

□ ERIAアジア各国は、域内で競争するとともに、地域全体として発展していくという方策が重要である。(2.3章)

□ ERIA域内には、NIEs、ASEAN 4、CLMV、中国、インド、オーストラリアなど人口経済規模・政治体制において多様性があるが、アンケート調査によると、企業の考え方や問題点において、顕著な差は見られない。どの国も満遍なく様々な問題点を含んでいることがわかった。すなわち、各国ごとにビジネス上の問題は多様であったとしても、政策に関係するようなマクロ的な選択式設問では、調査回答に大きな差はないと考えられる。これは、アジアはその関係を一体化・深化させていること、現地化した我が国製造業にとってできるだけ共通のものづくりを指向する考えが根底にあることも関係している。(3.2章)

□ 近年のアジア諸国の急速な工業化の進展は、これらの国が、高度な設備機械類や部品を外部、特に日本から導入することで、高度な技術の蓄積を待たずに製品の高度化を図り輸出を振興することで成し遂げられた。(3.3章)

□ 日本が今後も設備機械類、高機能素材類、あるいは高精度部品類を供給し続けることで、アジアにおけるこのような生産分業体制を持続していく必要がある。そのためには、進出先国・地域における立地優位性の追及、分業の便益の戦略的利用、本国側の比較優位創出、産業集積における関係構築などが重要となる。(3.3章)

□ 当該産業において中国・韓国を含む東アジア地域は、大きな可能性を秘めた巨大市場であると同時に、優れた労働力が確保できるグローバルな生産拠点である。(3.5章)

□ ERIA 域内諸国は、優れた技術系人材を輩出する開発拠点としての位置づけも強化されつつある。(3.5章)

ERIA 域内諸国の急速な工業化の進展を可能にしたのは、高度な設備機械類や部品を外部（特に日本）から導入することで、高度な技術の蓄積を待たずに製品の高度化を図り、それらの輸出によって経済発展を成し遂げた。すなわち、域内諸国のこれまでの経済成長は、日本からの NC 工作機械などの高度な設備機械類、高品質な素材類、あるいは高精度な部品類の供給によって、ERIA 域内諸国のこれまでの経済成長が実現されてきたものであり、それが、逆に日本が生き延びることが出来た要因になっている。このような現地化、生産分業のモデルを、今後も持続的に維持していくためには、日本が知識・技術・技能集約的なものづくりを一層高度化し、特に、省エネ・省資源分野で非価格競争力を高めていくことが前提である。日本が域内国際分業ネットワークにおいて競争優位を今後も維持していくために、①進出先国・地域における立地優位性の追及、②分業の便益の戦略的利用、③本国側の比較優位創出、④産業集積における関係構築が重要である。従って、今後、日本企業生き延びのために、以下の諸点を留意する必要がある。

- ・ ERIA 域内諸国への国際化戦略と同地域との適切な国際分業の構築が企業の競争優位の構築と成長の持続、さらには産業空洞化の克服と日本の産業の競争力回復に必要不可欠である。従って、日本企業は国際分業のメリットを自社の戦略に取り入れる必要がある。
- ・ 現在 ERIA 地域に形成されている国際分業体制は短期に変化するものではなく、中長期にわたって持続する構造であり、日本企業はこの点を認識し、この地域の地場や外資の企業群との連携、補完、分業関係の構築を進め、それを利用して自らの競争優位性を高める必要がある。
- ・ 国際分業の枠組みの中では、日本の産業集積は本国の比較優位分野を創出する母体であり、日本企業はその重要性を認識し、本国における技術・事業基盤の強化に努める必要がある。

4.1.3 技術移転

本調査によって得られた「技術移転」についての知見をまとめると以下の様になる。

□ アンケート調査の結果、技術移転は、「現地への工場進出」および「現地企業との合弁」が多く、ライセンスやエンジニアリングは少ないことが判明した。

(3.2章)

□ 「環境技術」の移転も数多く、生産技術などの他の技術に比べて見劣りしないレベルにある。省エネ技術と環境汚染技術が多いが、リサイクル・省資源・LCA

も複数の技術移転がなされている。(3.2章)

□ 問題点として教育した人材の流出やノウハウ流出が挙げられている。(3.2章)

□ 技術移転は、何らかの仕組み上の工夫がない限り上手く行かない。その意味で、注目すべきは、「展開的研究協力型」の技術移転テーマである。すなわち、ある程度内外に技術シーズがあり、現地のニーズをくみ取り、それに対応する形でローカライズすることにより、システム、プラントの完成度を高め、それをブラックボックス化、ターンキーパッケージ化して技術移転を行う。(3.4章)

□ アジア視点での研究協力が望ましいテーマの一つとして、今後大きな課題になることが予想される重要課題、すなわち、図面情報・マークの共通化、サプライチェーン、トレーサビリティ、詰め替えビジネス、および、社会の安全・安心に関する技術テーマが技術移転テーマとして抽出された。(3.4章)

□ 我が国の技術は一般に、新たなコンセプトや枠組の提案、あるいはそれらの普及では強みを発揮できていない。一方、要素技術の高さとそれを組み合わせによる作り込みの精巧さには強みがある。「展開的研究協力型」の技術移転テーマは、この強みを活用できると考えられ、これらの運用、メンテナンス、更新についても長期にわたって支援する必要がある。(3.4章)

□ ERIA アジア地域への技術移転は、①民間ベースでの商業的な技術移転、②現地生産拠点に対する我が国母体工場からの技術移転、③現地政府・企業との技術開発合意に基づく技術移転の3種に整理できる。

①は通常の商品取引による製品／サービス販売をベースとするものであるが、日本企業と現地企業が資金と技術面で連携して温暖化効果ガスの削減プロジェクトを実施する国連 CDM プロジェクトの事例も多く見られるようになっている。

②では現地における環境法規制の強化に対応するために、我が国から技術／ノウハウを提供する事例が出てきている。電子部品に含まれる鉛、カドミウム等の有害物質の濃度を確実に把握する必要があり、関連する技術／ノウハウを我が国国内の工場／研究所から移転した事例等である。

③では現地政府が我が国に新技術の適用の機会を提供しつつハード／ソフト両面での新技術を受け入れ、共同で価値を高めていく技術移転活動がある。(3.5章)

□ 家電リサイクルについて協力が可能なテーマは、(1)手分解技術、(2)設備エンジニアリング、(3)有価物生産技術の3項目に分けられる。(1)については、日本と同様の作業方法ではできないが、(1-1)短時間で分解する作業方法の改善、(1-2)有害物の回収と適正処理に関する管理手法、(1-3)作業者の健康を配慮した作業環境の改善と安全対策など、ソフト面での協力が可能になるものと考えられる。中国の方に日本の方式で実習してもらい、帰国して実践する試験を実施した結果、手分解については日本人と同等であることがわかったが、回収した家電

品は日本と異なり破損や主要部品の除去が進んでおり、将来、法律が施行されたとしても、分解時間の延長や、有価物回収量が少ないという懸念がある。(2) 設備エンジニアリング、(3) 有価物生産技術についての技術移転が今後必要と思われる。設備面では、断熱材フロン回収や、金属・プラスチックの効率的分離装置、プラスチック類の材質ごとの選別技術が挙げられる。従来の手分解主体のリサイクルを超えて、より工業的なリサイクルプロセスが必要になってくれば、日本の機械方式を簡素化しつつ、手分解方式ともバランスさせる方式が望まれる。そのためのエンジニアリングについては中国には経験がなく、日本企業が協力する余地が高まっていくものと思われる。(3.5章)

□ ①我が国の高性能な環境技術だけではなく、調査・分析、リスク評価、モニタリングなどのライフサイクル対応での環境技術をバランスよく強化し、ライフサイクルでの対応において競合諸国に対する優位性を確保し、それに基づく基準・制度を確立して同時に移転していく必要があること、

②これらの研究・技術開発は、分野により取り組み状況に差異があるため、現状の技術開発プロジェクトの重点的推進、官民協力による現地調査にもとづく新規技術開発プロジェクトの設立、分野横断的な技術開発プロジェクトの検討などに分類して体系的に推進する必要がある。(3.5章)

技術移転テーマについては、現地の課題への要求の度合いに応じて対応と仕組みを考える必要がある。

1) (現地の課題の早急な解決要求が顕著なもの)

第3章 3.5 節 ケース・スタディで触れられたベトナム・タンニン省のキャッサバ芋から製造されるタピオカ澱粉は、ベトナムの重要な産業であるが、タピオカ澱粉の製造には皮を剥き、洗浄・破碎・濾過・分離・乾燥といった工程があり、高濃度の有機物を含んだ多量のプロセス廃水が発生する。従来は、これらの廃水を工場の周辺に点在するラグーンに蓄え、自然発酵させるという方法で浄化処理をしていたものの、自然発酵が進行するラグーンから大量の二酸化炭素の21倍の温暖化係数を持つメタンガスが発生し大気に放散されるという問題があり、この大気への放散の抑制が早急に求められていた。この問題を解決するため、日系企業と現地の澱粉製造会社との共同事業として結実した。東芝は、導入設備の建設及びエンジニアリングを担当するとともに国連から認定されるCO₂排出権を現地企業と東芝で分配した。このように、現地が課題の早急な解決を強く求めている場合は、両者とのWIN-WIN関係が、成り立つ。

2) (現地政府の発展段階に応じた産業政策が必要なもの)

アジア各国で製造業の種類と幅が異なるが、家電品などの生活コモデティ製品が

製造されている。それらは、先進国への輸出だけでなく、自国や ERIA 域内の市場にも供給される。今後、成長を持続する新興国において、家電あるいは電機・電子製品の製造の次には、使用済み製品のリサイクルにより、金属やレアメタルなどの回収と原料化、ならびに有害物の適正処理や管理がより重要になる。したがって、日本で先行した家電やパソコンのリサイクル技術をアジア各国に移転することは、各国の自己完結型産業育成にも資するものと考えられる。一例はリサイクル技術であり、さらには金属製錬技術、有害物処理技術が挙げられる。

3) (現地の法令が公布され執行段階に入ったもの)

中国を例に述べれば、廃旧家電・パソコンリサイクル法（正式名：廃旧家電及電子製品回収処理管理条例）が公布される。しかし、中国では、家電リサイクルの実際の経験が乏しいため、(1) 回収ルートの確立、(2) 処理料金の徴収、(3) リサイクル施設の構築が課題になっている。前 2 者は制度的な問題であるが、後者は技術的な問題である。技術的課題については、日本が 8 年先行しているリサイクル設備の技術と運転経験とを活かして行くことができる。一方、労務単価が異なるので日本方式をそのまま適用することはできない。そこで、このような条件の違いを考慮した、リサイクル事業の設計が必要になる。すなわち、手分解と機械設備のバランスを、日本よりも手分解にシフトした方式が現実的である。日本のリサイクル民間企業の生きた実務経験をもとに、中国民間企業に設計をふくめ、技術・経営ノウハウ等を技術移転し、日本のリサイクルシステムを普及させることによる波及メリットを得る（日本製設備の市場形成、日本と同等レベル品質のリサイクル部品の購買など）。

中国以外のアジア圏についても、考え方は同じである。すなわち、事業設計条件である入荷量、労務単価、有価物売却先と単価、廃棄物の処理委託先と単価、コンプライアンス管理費用などを総合的に取り込み、採算性を設計する。この作業は、経験のない国々では難しく、先行した日本の経験を生かすことができる。

4) (域内諸国の足並みを揃えた共同研究開発が必要なもの)

先進諸国の企業が ERIA アジア諸国に進出し、自動車、家電製品などの製品の現地生産を行なう事例が多くなるとともに、域内部品貿易も盛んになってきた。日系製品についても、域内諸国で分業体制を組んでいる。域内のある国で最終製品の組立を行い、自国や先進諸国に輸出するが、部品生産を域内の複数の他国で行なう事例が増えてきた。従来、企業の観点からは、労務費、各国の政情などのリスクヘッジ、関税、運送経路、産業レベル、立地環境等を考慮しながら適切な国を選択する。その場合、環境的観点からいうと、現地生産の分業体制は、域内で一貫した「環境サプライチェーン」を構築する必要性を高めることになる。即ち、最終製品の環境課題を考慮するばかりでなく、製品を構成する部品生産に於ける環境課題も整合的

に解決しなければならない。従って、環境課題は、一国で閉じた対策では、解決不能であり、域内諸国で均一な、あるいは“標準的”な環境対策体制ができなければならない。そのような仕組みを構築するためには、ERIA 域内の各国が、制度的均一性を実現すべく協働するばかりでなく、環境対策技術あるいはエンジニアリングを全域に普及・展開することが望まれる。その際、現地の要求変化に即応できる仕組みの導入と他国への波及的展開を考慮したライフサイクルサポート技術の移転を考慮すべきである。また、域内の環境技術レベルを揃えるためのエンジニアリング・システムを、域内各国の研究諸機関と共同して実現するべきと思われる。

技術移転の段取りとして、まずサステナブル・マニュファクチャリング技術を有する日本側の企業と、その技術の利用を望むアジア諸国の企業とのマッチングを行う。技術の移転のためには、それを実際に適用し、多かれ少なかれ運用を行うための応用技術開発が不可欠である。単に技術を提供するだけでなく、応用技術開発を共同して行う。特に環境技術は地域性が強く、現地適合が重要であるため、提供側と受け入れる側の協同作業が欠かせない。単発的な移転ではなく、継続的に行ない、現地要求の変化に対応できる体制を築く必要がある。その際、相手国政府の資金提供、対価の支払いが課題であり、日本政府の資金提供等についても方針を定める必要がある。

技術移転の方法には、

1) (現地民間企業との民・民共同事業)

ベトナム澱粉製造会社との廃水処理事業がこの例である。

2) (現地研究機関との共同開発事業)

日系建設会社と中国杭州電子科技大学とのマイクログリッド構築と実証試験の実施がこの例である。マイクログリッドは、太陽光発電などの自然変動電源容量の割合を高め(50%以上)、安定的電力供給を保障する技術である。中国国内の展開推進を、産業界にも指導的役割をする中国の大学の特性を生かし、杭州電子科技大学がその任にあたる。その際、日本製機器を使用することになる。いずれ、中国製の機器、装置が開発されることも予測される。その場合、日本製の市場競争力を保持するために、これらの機器、装置、運転ノウハウの知的財産権の万全の保護・保全を図る必要がある。

3) (現地政府・研究機関と包括的環境プロジェクトの平行な共同事業)

シンガポールは、緑化に対する国民的意識が高く、建築建設庁が、「ゼロ・エネルギー・ビルディングプロジェクト」を開始した。このような現地の包括的国家プロジェクトに、個別技術に対応するだけでなく、プロジェクト全体に参入するために、わが国にも平行な包括的環境プロジェクトを立ち上げ、産官学連携していくことによって、戦略的な対応を推進する。

4) (環境モデルタウン・エコ工業団地事業)

例えば、中国の循環経済実験区のような、現地の国家事業を支援し、日本の技術の普及、展開を図る。

4.1.4 共同研究開発

本調査によって得られた「共同研究開発」についての知見をまとめると以下の様になる。

□ ものづくりの技術は、基礎学術と現場技術の関連が重要である。健全なものづくり技術の発展のためには、この二つが車の両輪のようにつりあって成長しなければならない。成功した国際分業では、例外なく現地人材の育成に熱心であり、国家レベルでの国際分業支援にはこのような視点は欠かせない。(2.3章)

□ アンケート調査によると、共同研究開発は、主として「自社のグローバル展開」を目的として現地政府機関・大学との共同研究開発を行っている姿が浮かび上がる。(「相手国の研究レベルの高さ」という回答も22.5%あった。)(3.2章)

□ 研究開発協力の問題点については、技術移転とほぼ同様の傾向がみられる。環境技術の研究開発協力は、技術分野などに技術移転と同じ傾向が見られるが、標準化が大幅に少ないという特徴がある。欧米との共同研究との違いがここに見受けられる。(3.2章)

□ 我が国の3R技術データベース、技術戦略マップを参照して、ERIAアジア加盟との有望な共同研究開発テーマを抽出した結果、3R技術データベースからは、リサイクル困難物を対象とした技術テーマが挙げられた。一方、技術戦略マップでは、比較的テーマ設定が明確な、ある程度移転可能な技術が存在する技術テーマが並んだ。(3.4章)

□ 展開型研究協力が望ましいテーマに関しては、3R技術データベースでは、再資源化のためのプラント、システムに関する技術テーマが抽出された。技術戦略マップでは、比較的共通性が高く、なおかつ、開発された技術を利用するためにローカライズが必要な技術テーマが並んだ。(3.4章)

下表(表4.1.4-1)に、対ERIA諸国との共同研究開発と技術移転についてのテーマ候補(第1次案)を示すことにする。行は、日本における環境要素技術の「日本における技術の成熟度」(0:枯れた技術、1:実用化段階、2:研究途上、3:今後の技術課題)を表す。列は、域内で共有し普及展開したほうが相互メリットを期待できる度合いを上・中・下で表す。右列ほど、戦略的に国内にクローズしビジネス展開したほうが良いことを表す。上の行ほど、技術移転に向き、下の行ほど共同研究開発テーマに適している。(表内の各要素技術は、現時点で判断したERIAで必要と思われる技術を第3章4節から抽出したものである)。

表4.1.4-1 ERIA共同研究開発と技術移転テーマ
((財) 製造科学技術センター作成)

	上	中	下
0		易リサイクル設計技術 (2)	セル生産 (27)
1	<p>余寿命診断 (1) 非破壊検査 (1) 診断修復技術 (1) リスクベースト保全技術 (1) 使用履歴管理技術 (1) メンテナンスビジネス化 (1) LCA (6) ライフサイクル・シミュレーション (6) マテリアルフロー分析 (6) 安全性評価技術 (6) 不正アクセス, ウィルス対策 (12) 情報漏洩対策技術 (12) 商品の輸送, 配送に関するトレース (輸出入を含む) (13) 検査技術 (19) RoHS (REACH)規制対応技術 (23)</p>	<p>易リユース設計技術 (2) 構造最適設計技術 (3) 高機能材料利用技術 (3) 再生材・再生部品利用技術 (3) 焼却技術の高度化 (22) レジスト等補助材料の削減技術 (24) 省エネルギープロセス設計技術 (26) 生産システムの効率的運用技術 (27)</p>	<p>リパースエンジニアリング技術 (5) 部品再生・補修技術 (8) 検査技術 (8) 洗浄技術 (8) (19) 加工液等削減 (24) 製造時の廃棄物削減技術 (24) 材料・エネルギー最小化加工技術 (26)</p>
2	<p>余寿命診断技術 (7) 劣化診断技術 (7) 非破壊検査技術 (7) 遠隔検査技術 (7) 中古部品の市場整備 (9) 商品の調達品に関するトレース (輸出入を含む) (13) リサイクルマークの共通化 (16) 図面付記情報の共通化 (16) 企画 (17) 計画 (17) 運営 (17) サプライヤーパーク (17)</p>	<p>可視化 (17) リパースロジスティックス (17) 廃棄物再利用技術 (22)</p>	<p>部品交換容易化設計技術 (10) 再生マグネシウムからの素材製造 (21) 変種変量逆生産技術 (21) 洗浄技術 (21) 部品共通化設計技術 (10) 多世代共通化設計技術 (10) 部品長寿命化設計技術 (10) 検査容易化設計技術 (10) 洗浄容易化設計技術 (10) 易分解設計技術 (10) モジュール化設計技術 (10) 診断容易化設計技術 (10) メンテナンス容易化設計技術 (10) 自己診断設計技術 (10) 自己修復設計技術 (10) 本質安全設計 (14) 半導体ミニファブ (18) 局所環境制御加工技術 (18)</p> <p>部品交換容易化設計技術 (10) 再生マグネシウムからの素材製造 (21) 変種変量逆生産技術 (21) 洗浄技術 (21) 素材判別技術 (21) 再生素材品質検査 (21) 素材再生技術 (21) 再生材料の再精錬・高品質化技術 (22) 再生プラスチックの高品質化技術 (22) 製造・廃棄時の有用物質 (レアアース・レアメタル) 回収技術の高度化 (22) 形状・構造設計 (23) 素材選択 (23) 加工選択 (塗装等) (23) 有害物質含有物の代替技術 (23) 製造時の有害物質回収技術の高度化 (24)</p>

3	グローバル循環に関わる 社会システム整備 (4) 健康被害対策技術 (12) 自然災害対策技術 (12) テロ等非常時対策技術 (12)	グローバル循環の ための設計技術(4) トレーサビリティ 確保技術 (4) BC/DR (Business Continuity & Disaster Recovery) 対策 (15)	詰め替えビジネス促進技 術 (9) 機能変更可能化設計技術 (11) 性能向上可能化設計技術 (11) モジュール化設計技術 (11) ソフトウェア更新設計 (11) 材料技術・構造技術 (11) メンテナンス技術 (11)	BC/DR(Business Continuity & Disaster Recovery) 対策 (15) 垂直立ち上げ (17) デリバリーの維持 (17) リユースのための修 理・メンテナンス・アッ プグレード (19) 成分分析・素材分離技術 (20)
---	---	---	---	---

上記環境・省エネ関連要素技術が属する技術分野

- | | | |
|------------------------|---|-----------------------------|
| (1) メンテナンス技術 | (13) トレーサビリティ確保のための
技術(トータルトレーサビリティ
技術) | (23) 使用における有害物質削
減、不使用技術 |
| (2) LC 設計技術 | (14) 安全設計支援技術 | (24) 製造における有害物質削
減、不使用技術 |
| (3) リデュース設計技術 | (15) 無停止化技術 | (25) 廃棄における有害物質削
減、不使用技術 |
| (4) グローバル循環設計・管理
技術 | (16) 図面情報の共通化技術 | (26) 製造プロセスの省エネ、
省資源技術 |
| (5) 現物融合技術 | (17) SCM・LCM を取り込んだ製造 | (27) 製造設備の省エネ技術 |
| (6) 各種ライフサイクル評価技
術 | (18) 高効率の多品種変量生産 | |
| (7) 品質保証技術 | (19) リユースのためのプロセス技術 | |
| (8) リユースのための生産技術 | (20) 動脈静脈一体型生産システム技
術 | |
| (9) その他のリユース関連技術 | (21) 動脈静脈一体型加工プロセス技
術 | |
| (10) 共通要素設計技術 | (22) マテリアルリサイクルの高度化 | |
| (11) 長寿命化技術 | | |
| (12) 社会の安全・安心技術 | | |

日本と ERIA 諸国との間の技術水準にはまだ差があるが、その差は急速に縮まっていくと考えられる。ものづくりに関する共通のテーマについて共同研究プロジェクトを提案しそれを実行できる体制を整える必要がある。例えば現在でもインドやシンガポールにおけるコンピュータサイエンスは非常に高度なものがあるといわれている。機器の開発における組み込みソフトなど共同研究の可能性は高い。その他にもシンガポールは、製造要素技術、マネジメント技術、バイオ技術にも強く、アジア地域への浸透度も高い。わが国との間で、得手・不得手があり、相互補完にもとづいた共同研究開発を手始めとして進めることは、同事業の有効なきっかけとして、機能する。当初は 2 国間でスタートするが、テーマによっては多国間で協力すべきものも多い。例えば、環境の視点から見た域内最適分業ネットワーク、エネルギー循環も含んだ資源循環ネットワーク構築は、多国間テーマである。

このようなプロジェクトは、民間のみでは難しく、多国間の協調対応が不可欠である。その場合、わが国の技術と整合する国際的な法規制、標準化も重要な課題に

なる。

ERIA 域内で通用する環境標準は、各国がイコール・フィッティングな域内貿易を実現するためにも必要である。環境規制は、一面、みえざる貿易障壁として、競争優位に立つためのツールになることを考えると、わが国の環境対応設計・製造と整合する標準が望まれ、現地日系企業は多大なメリットを得る。

4.1.5 知的財産権及び成果の取り扱い

本調査によって得られた「知的財産権（以下知財権という）」についての知見をまとめると以下の様になる。

□ 知的財産権の問題、技術協力における優遇政策、現地企業との公平なビジネス環境など、我が国政府が取り組むべき課題が数多くみられる。（3.2章）

□ 現地人材の教育などJETROをはじめ我が国政府の真摯な取り組みが十分に伝わっていない。（3.2章）

□ 輸送機器業界や電機・電子業界や精密機械業界などの消費財生産型業種とプラント業界、建設業界、商社などエンジニアリング型業界では、政府に関する要望が異なる可能性がある。前者では知的財産保護などの公平なビジネス環境への政府のバックアップであり、後者では制度を含んだ産官学協調によるシステム的なアプローチがある。（3.2章）

知財権の取扱については、原則を定め、かつフレキシビリティを持って取り扱えるよう関係者で合意するための枠組みを作っていく必要がある。本調査で実施したアンケート調査でも「教育した人材の流出」と「ノウハウの流出」が、ほぼ 50%になる。すなわち、2社に1社が問題視している。「教育した人材の流出」について、国による大きな違いはないが、「ノウハウの流出」について、上位は、オーストラリア、韓国、シンガポールの順であり、より技術の進んだ国の方に知財権問題が存在する。また中国についても、半ば公に、依然知財権の課題が指摘されている。

4.1.6 実行体制

上場日本企業を対象にして行ったアンケート調査結果を見る限り、現地生産、技術移転、研究開発協力における設問で、国による違いは顕著な差が見られなかった。ERIA アジア地域は、人口・経済規模・政治体制などが一様でないことが指摘されることが多いが、わが国製造業にとって、どの国も同じような共通問題を抱えていることが明らかになった。この点は、さらなる検証が必要であるが、これが正しいとすると、ERIA アジア加盟国に共通な対応策を構築できる可能性がある。各国の相違を理解しつつ、できるだけ共通な課題解決方法と、汎用事業化モデルを構築するには、共通問題の本質を見抜き、解決案を提案することがまず必要になる。一方、

わが国企業は、環境要素技術は強いものの、欧米に比べシステム提案力が弱いと言われている。国内また域内産官学プロジェクトがシステム提案力を増すことになる。環境技術は、制度設計を含めたシステムの成功実績が、ビジネス上有利になることが多いことから、国内で ERIA 加盟国への展開をねらった環境特区をもうけ、社会実験を行ない成功実績と経験を蓄える施策も必要になる。

中小企業には、単独で進出するにはリスクがある。産官学研究組合を立てる場合、中小企業が参加しやすいインセンティブと、対 ERIA 技術協力プロジェクトに参加する義務を与えることも考えなければならない。

対 ERIA アジア加盟国への技術移転と、それを尊重して経済発展を先導する実績とが兼ね備わって、はじめて ERIA アジア諸国でのグローバルなわが国の地位向上が担保されるものとする。ERIA アジア諸国との両得関係が構築され、成果をグローバルに展開する布石となるであろう。また、異産業間の研究開発協力は、ERIA プログラム推進に有効に機能する。

下図（図4.1.6-1）に、ERIAプログラムにおいて可能な実施事業とロードマップの概要をにまとめる。まず実施事業の分類は、設計と生産の製造工程の流れに沿って行なうことによって一連の事業の前後関係（あるいは、前提－帰結関係）が明らかになる。ここで「環境」とは、最も広い意味で使い、省エネルギー、産業公害防止、3Rに関わるものすべてを言う。

まず、環境対応製品への現地の消費者、生産者の意識の向上が求められる。すなわち、環境対応製品に対する「要求」が無ければ、後続の製品設計も環境対応型生産システムの導入に対するインセンティブが働かないことになり、普及・展開は継続しない。

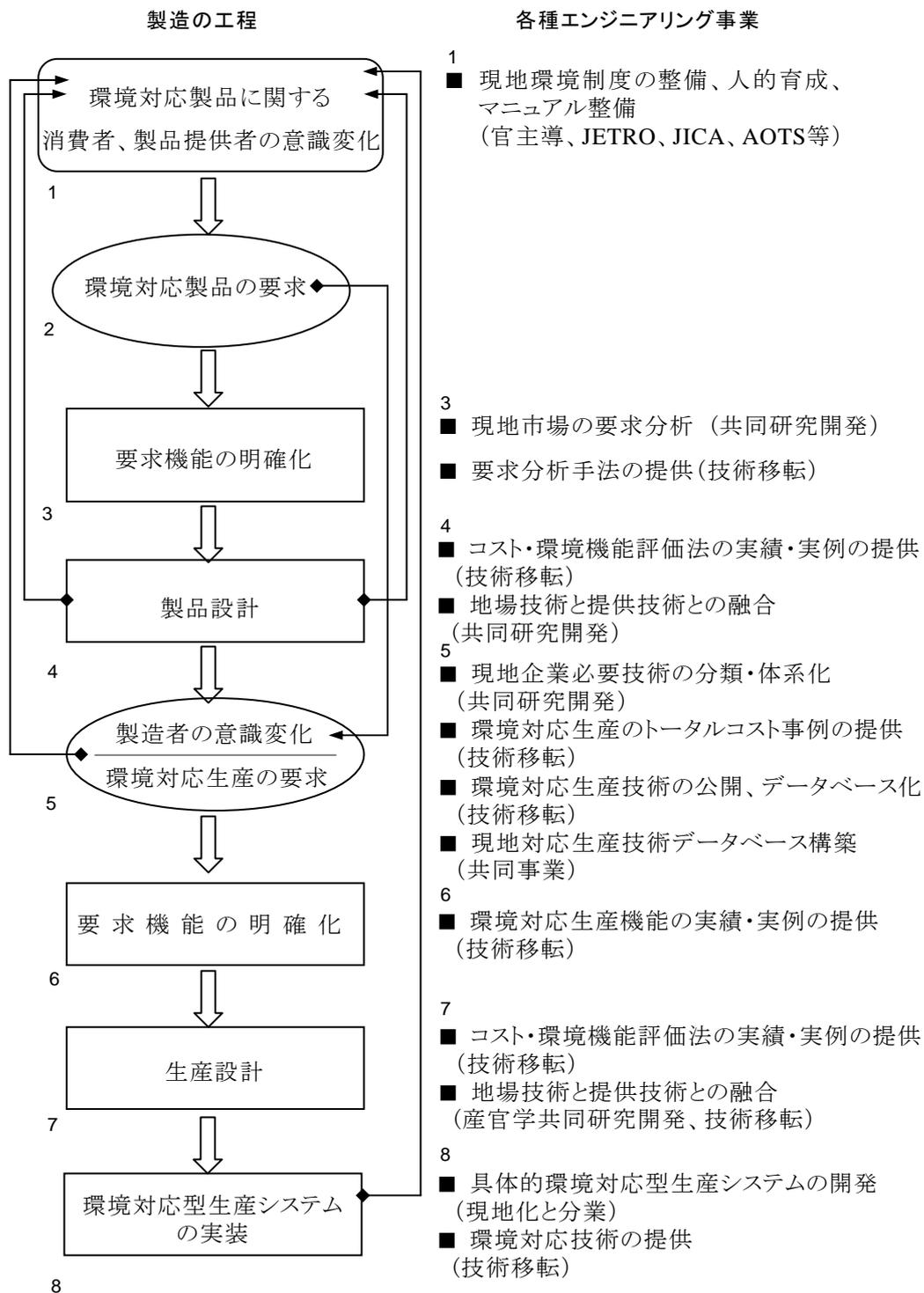


図4.1.6-1 ERIAプログラム推進事業
((財) 製造科学技術センター作成)

このERIA加盟国の環境に対する意識向上は、制度支援、人材育成、マニュアル作成等で、基本的には、官・官支援として、JETRO、JICA、AOTS等で行な

われてきた。同種の事業は、完全とはいえないが徐々に定着しつつある。今後も従来に増して実施していく必要がある。

次に、消費者の「環境対応製品への要求」、「要求機能の明確化」、「環境対応製品設計」、(以上設計段階)さらに「製造者の意識変化」、「環境対応生産への要求」、「要求機能の明確化」、「生産設計」、「環境対応生産システムの実装」(以上生産段階)へと続く。図4.1.6-1右に、各段階で実施する事業をリストアップした。前後の論理的順番に並べたものであるが、必ずしも実行順序を表わしたものではない。実際は、後続する段階に分類される事例の成功が、前段階に強く影響を及ぼす(図の単線の矢印↑)。従って、ケース毎に、各段階に属する事業を並行して実施するのが、適当と思われる。

つぎに、向こう5年のERIAプログラム推進ロードマップ(平成20年～平成24年)を、図4.1.6-2に示す。「対象市場の分析」「国際的な技術競争力の評価」「技術移転方策の検討」「事業化の検討」の項目からなる。「対象市場の分析」は、今回調査によって得られた知見と課題を現地で検証することを主題にする。「国際的な技術力の評価」は、日本の環境技術の棚卸しと、他の先進諸国との競争力評価を行なう。「技術移転方策の検討」では、現地研究機関とのネットワークづくり、人脈形成と、国内でのプログラム体制構築の検討を主題とする。「事業化の検討」は、参加候補企業の前後2段の“事業化成否に関する事業化フィージブル・スタディ”、先導的モデル事業の検討・準備及び先導的モデル事業の開始からなる。

サステナブル・マニュファクチャリング分野における、ERIA技術協力分野として、次のようなテーマについて、フィージビリティ・スタディを実現する。

1. 省エネ製品設計、易リサイクル・リユース製品設計
2. 再生エネルギー工場、省エネプラント(グリーン・ファクトリ)
3. 廃家電、電子機器等リサイクル技術
4. 適切な国際分業のためのサプライチェーン技術
5. トレーサビリティ技術をベースにしたグローバル循環システム
6. 省エネ・少環境負荷アップグレード・メンテナンス事業

	H20	H21	H22	H23	H24
1)対象市場の分析	調査企画 予備調査	市場動向・規模の調査 環境国際貢献 シナリオの検討 対象地域・分野			
2)国際的な技術競争力の評価	関連技術の 整理・体系 対象地域別の 技術調査・分析 現状の関連プロジェクトの 評価と重点化	有用技術の 抽出と強化 策の検討 競合技 術	現地のニーズに あわせ、国際競争 力をもつ環境・省エネ技術の開 発・体系化【分野】 1. 省エネ製品設計、易リサイクル・リ ース製品設計 2. 再生エネルギー工場、省エネプラ ント(グリーン・ファクトリ) 3. 廃家電、電子機器等リサイクル技 術 4. 適切な国際分業のためのサプライ チェーン技術 5. トレーサビリティ技術をベースに したグローバル循環システム 6. 省エネ・少環境負荷アップグレード メンテナンス事業		
3)技術移転方策の検討	現地研究機関 等の予備調査 技術移転に関わる助成方法 の検討	現地研究機関 等の現地調査			
4)事業化の検討		事業フイー ジビリティ スタディ I	事業フイー ジビリティ スタディ II 先導的モデル事業の 検討・準備		先導モデル 事業開始

図4.1.6-2 ERIAプログラム推進ロードマップ
((財) 製造科学技術センター作成)

以上をまとめると、ERIA アジア加盟国製造業は、国によって程度の違いはあるものの、急速にその規模を拡大し、世界のものづくりセンターとなりつつある。今回のサブプライム問題に起因する世界同時不況の影響は現時点では明かでないが、長期的にはこの傾向は継続していくものと考ええる。我が国や欧米諸国に比べると、国によって成熟度には大きな差があるものの、ものづくり技術の基盤はまだ弱く、またものづくりに伴う環境問題についての対応は不十分である。さらに最近では急速な製造業の発展を背景として資源、エネルギーの逼迫を引き起こす懸念も顕在化している。この地域には我が国企業も多くの投資を行っており、そのルートを通じた技術移転等は徐々に行われているが、反面歴史的な関係もあり技術者の間では欧

米志向も根強いことを忘れてはならない。もともと技術に国境は無く、ますますグローバル化する世界の中で効率的かつ省資源、省エネルギーの日本のものづくり技術をグローバルスタンダード化していくことは、我が国のみならず、域内製造業の持続可能性を担保していくためにきわめて重要である。そのための、第一歩として、ものづくり技術に関する ERIA ものづくり情報交換の場を設け、そこを通じて、マッチングを行い、技術移転や共同研究開発プロジェクトを進めていくような仕組みを作ることが重要である。単発的なプロジェクトのみでなく、継続的に日本型サステナブル・マニュファクチャリングを ERIA 域内に普及・展開していくために、人的相互理解を深め、人材交流を活発にすることによって、現地の真のニーズを把握する。真のニーズは、形式的な建前の文章からでなく、おしなべて人的交流からしかあがってこないことを考えると、継続的情報交換の場を構築することは、緊急の課題である。

4.2 実現に向けて

本調査研究は、東アジアにおける製造業について、その現状を精査し、環境問題、資源・エネルギー制約、技術開発力の不足、技術の伝承等域内の製造業が抱える問題点を明らかにし、それを解決するための技術的、社会的な課題について整理し、ERIA が各国に政策提言する内容も念頭に、研究協力のテーマ例及び枠組みを提案することを目的としていた。

まず、ERIA 加盟国について、製造業、エネルギー・環境問題、ものづくり技術について、既存資料により現状と問題点を調査した。わが国の企業に対するアンケートにより、現地化や技術移転、技術協力の現状、わが国政府の取り組みに対する考え方などを把握した。東アジアにおける分業体制や域内資源リサイクルの状況についても調査した。これらの状況を受けて、既存のデータベースや技術マップなどを基に、ERIA 諸国と技術協力が可能と考えられるサステナブル・マニュファクチャリング関連の技術を抽出した。日本企業 3 社の海外取組から具体的な事例を理解した。これらをまとめて、ERIA 加盟国製造業との今後の協力の具体的方法を検討した。

以上の調査研究により、グローバル経済下での東アジア各国との製造業、特にサステナブル・マニュファクチャリングについて、協力・国際分業の在り方、今後の進め方について、基本的な知見をまとめることができた。

この課題は広範かつ複雑であり、また状況は大きく変化を続けている。経済発展による資源枯渇や環境劣化の問題は、放置すれば将来に大きな禍根を残す。東アジアにおける持続可能な製造業の実現へむけて、東アジア地域における持続可能な国際分業・生産ネットワークの構築が強く望まれている。わが国製造業の将来にとっても、東アジア地域での持続可能な国際分業の体制は極めて重要な課題であり、またわが国の製造技術・環境技術が貢献できる分野でもある。

本調査研究の成果を基に、東アジアにおける各国製造業の体制や技術、サステナブル・マニュファクチャリング技術開発などについて、今後さらに調査し実現すべき事柄について、基本的な考え方をまとめてみる。

1) 東アジアにおける持続可能生産・資源循環ネットワークのシナリオ構築

東アジアの各国は、異なった特徴を持ち、製造活動においても相互補完的な役割を担うことができる。しかし、経済・技術発展の段階に依存する単純な国際分業では、持続可能な生産ネットワークを構築することはできない。各国の資源や地勢、人材などを効果的に活用できるような生産ネットワークのシナリオを迫及することが重要である。また、アジア域外との貿易も重要であるが、東アジア 30 億人市

場の育成が基本的に重要となる。政治・経済・社会的な視点を背景としながらも、資源・エネルギー効率を向上させる、というマクロな持続可能性の技術的視点を強く持ったシナリオ構築が求められる。使用済み製品を回収しリサイクルなどの逆生産で資源を循環させる資源循環ネットワークも同様に考えられる。

2) 東アジアにおける持続可能生産・資源循環ネットワークの実現技術

持続可能生産・資源循環ネットワークのシナリオは具体的に実現されなければならない。業種や製品ごとに、具体的な技術を識別し、それが国外からの移入技術である場合には現地の環境を調べ適合させるための技術開発が必要となる。社会基盤の整備や他業種との連携が必要となるかもしれない。自動車や情報機器、建築など、事例ごとに実績を蓄積し、国際分業により技術を開発・共有する仕組みを確立していく必要がある。

3) 日本の持続可能製造技術の技術協力戦略

第3章3.4節において、わが国が持つ実現技術について、地域性が低く移転しやすい技術、地域適合のための開発を必要とする技術、および本質的にグローバルな視点が必要な技術への分類が示された。このような技術の位置付けを詳細化し考察しながら、個別の利益と地球持続可能性の双方を考慮した技術協力戦略の確立が必要である。

4) 資源循環技術

レアメタルなど特に偏在の激しい資源について資源入手が困難になることが危惧されている。しかし、製品製造のための資源枯渇の問題は、適切な資源循環により、基本的にはほとんど回避できるであろうと期待されている。東アジア圏では製品は域内流通することが多いと考えられ、使用済み製品の回収やリサイクルなど、適切な資源循環技術の導入により、問題を解決できる可能性がある。このような視点からの資源循環の要素技術は重要であり、わが国が国際的に競争力を持つ分野である。

5) 省エネルギー技術

省エネルギー技術は、コスト低減などに直接寄与するので、環境問題とは独立して技術開発や実用化が進んでいる。持続可能性技術という視点で評価し、国際分業の場合に固有の適用技術を明らかにする必要がある。この分野もわが国が国際的に競争力を持つ分野である。

6) 標準化や法規制

持続可能生産・資源循環ネットワークにおいては、不合理な製造プロセスや活動は排除すべきである。しかし、国家間で製品や製造方法に関する標準規格や法規制が異なっていると、不必要な処理が強制される。国家間の利害を調整して合理的で統一された標準化や法規制とするためには、技術的な競争力や合理性で説明できることが最低限の必要条件である。サステナブル・マニュファクチャリングに向けて、多くの国際的な努力が必要とされている。

7) 研究協力と人材育成

国際分業で相互利益を享受するためには、技術レベルの平準化がひとつの基盤となる。長期的な共栄に向けての人材育成は重要な課題である。促成的な現場人材育成のみならず、大学を頂点とする基礎教育も重要である。教育現場の真のニーズを汲み取り、学術側と企業側が協調した取り組みをする必要がある。

8) 継続的な技術フォーラムの設置

上記のような事柄を推進する基礎として、参加国・地域の相互理解が重要である。特に、環境問題については、さまざまな環境負荷効果が複合して問題となり、他国や他地域の真の課題を見出すことや理解することは容易ではない。継続的な情報交換や技術交流を基礎として、相互理解を深めておくことが必須である。

上記の諸課題は、製造技術を主体としながらも、環境学や政治・経済・経営・社会・教育など様々な分野の知識を必要とする。今後の総合的な取り組みが期待される。

国際分業下の東アジア製造業における環境技術動向調査

財団法人 製造科学技術センター

1. 本調査は、東アジア(中国、韓国、香港、台湾、ASEAN、インド、オーストラリア、ニュージーランド)に進出している日本製造業の動向を把握するために、実施させていただいております。
2. 日本政府の提唱する「アジア経済・環境共同体」構想ならびに東アジア首脳会議で設立合意がなされた東アジア・ASEAN経済研究センター(ERIA)を通じて、日本とアジア諸国との環境技術協力の可能性についての調査を行うとともに我が国政府や相手政府に対する要望をお伺いすることを目的としておりますので、日本法人の視点でご回答いただくようお願い申し上げます。
3. 複数の製品を製造している企業においては、事業部ごとにご回答いただくようお願い申し上げます。もし回答用紙が不足する場合は、コピーしてお使いください。
4. 必ずしも貴社の事業部すべてにご回答いただく必要はございません。ご回答者の経験上可能な範囲でご回答いただくようお願い申し上げます。
5. ご回答いただいた内容はすべて統計的に処理いたしますので、個別企業の情報が対外的に公表されることはございません。予め申し添えさせていただきます。
6. アンケートにつきましては、以下の方法でご回答、ご返送くださいますよう、お願い申し上げます。なお、回答は平成20年10月17日(金)までにご返送ください。

<ご記入にあたって>

- 単一選択式(ア、イ...のように複数ある選択肢から回答を1つ選ぶもの)の設問につきましては、あてはまる選択肢の番号・カタカナ1つに○をつけてください。
- 複数選択式(ア、イ...のように複数ある選択肢から回答を複数選ぶもの)の設問につきましては、あてはまる選択肢の番号・カタカナに設問に従って○をつけてください。
- 自由記述式の設問につきましては、回答欄の()内、または、内にご記入ください。
- 「国名」をお尋ねする質問についての回答選択肢は全問共通です。次頁の記入例を参考にご回答ください。

<お問い合わせ先>

財団法人 製造科学技術センター IMS センター
研究開発部 八木/春日 TEL:03-5733-3331 FAX:03-5401-0310
E-mail:imspec@mstc.or.jp

以下に「国名」をお尋ねする質問についての記入例を示します。

設問2-1 現地化の主たる目的について、次のア〜クの中からあてはまるもの全てに○をつけてください。また、お選びになった現地化の主たる目的ごとに、あてはまる国名を以下の回答選択肢欄より選び、○をつけてください(複数回答可)。

ア. 進出国市場での売上増加 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14. その他()

イ. 輸出拡大による売上増加 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14. その他()

ウ. 人件費の削減 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14. その他()

エ. 調達コストの削減 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14. その他()

オ. 為替変動の影響低減 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14. その他()

カ. 優遇措置などによるコスト削減 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14. その他()

キ. 回答できない

ク. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14. その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma) 7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id) 12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()
--

ここから、アンケートが始まります。以下の各設問にお答えください。

設問1 貴社(事業部)について、お聞きします。以下の質問にお答えください。

【1-1. 現地法人所在国・地域】貴社(事業部)の現地法人所在国・地域についてお聞きします。当てはまる番号全てに○を付けてください。

1. 中国(Ch) 2. 韓国(Kr) 3. 台湾(Tw) 4. 香港(Hk) 5. タイ(Th) 6. マレーシア(Ma)
7. シンガポール(Sg) 8. インドネシア(Ia) 9. フィリピン(Ph) 10. ベトナム(Vt) 11. インド(Id)
12. オーストラリア(Au) 13. ニュージーランド(Nz) 14. その他()

【1-2. 貴社(および事業部)名】_____

【1-3. 回答者ご芳名】_____

【1-4. 役職名】_____

【1-5. 電話番号】_____ - _____ - _____

【1-6. FAX番号】_____ - _____ - _____

【1-7. 電子メールアドレス】_____ @ _____

【1-8. 業種】貴社(事業部)の事業分野について、当てはまる業種をひとつ選び○をつけてください。複数ある場合には、上位3分野について順位を付けて事業分野の番号をご記入ください。

《順位回答欄》 (1位:) (2位:) (3位:)

1. 食品・農水産加工品 2. 繊維(紡績・織物・化学繊維) 3. 衣服・繊維製品
4. 木材・木製品 家具・インテリア製品 5. 紙・パルプ 6. 建設
7. 化学品 石油製品 プラスチック製品 8. 医薬品 ゴム製品 窯業・土石
9. 鉄鋼(鋳鍛造品を含む) 10. 非鉄金属 11. 金属製品(メッキ加工を含む)
12. 一般機械(金型・機械工具を含む) 13. 電気機械・電子機器 14. 電気・電子部品
15. 輸送用機器 16. 輸送用機器部品 17. 精密機械 18. その他()

【1-9. 現地生産品目】貴社(事業部)の代表的な現地生産品目について、ご記入ください。

()

【1-10. 業態】貴社(事業部)の生産する代表的な品目の主な顧客について、あてはまる番号ひとつに○をつけてください。

1. 企業 2. 一般消費者 3. 官公庁 4. その他()

【1-11. 従業員数】貴社の現時点での東アジア従業員数をご記入ください。

()人

【1-12. 操業開始年月】

(西暦) 年 月 (国名)

【1-13. 生産実績】製造業の方に伺います。東アジアでの生産実績があればご記入ください。(2007年／単位ドルにてお答えください。)

(US\$)

設問2【現地化の考え方に関する設問】

設問2-1 現地化の主たる目的について、次のア～クの中からあてはまるもの全てに○をつけてください。また、お選びになった現地化の主たる目的ごとに、あてはまる国名を以下の回答選択肢欄より選び、○をつけてください(複数回答可)。

ア. 進出国市場での売上増加 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 輸出拡大による売上増加 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 人件費の削減 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 調達コストの削減 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 為替変動の影響低減 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 優遇措置などによるコスト削減 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

キ. 回答できない

ク. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma) 7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id) 12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()
--

設問2-2 現地化の主たる目的の充足度について、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 大いに満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. どちらでもない <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 不満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 大いに不満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 回答できない

キ. その他

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)
7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)
12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問2-3 現地化の問題点について、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 人件費増

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 政情不安

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 景気後退

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 税制(関税、国内諸税)の変更

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 知的財産権問題(海賊版など)

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 物流費高

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

キ. 為替変動

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ク. 調達コスト

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ケ. 回答できない

コ. その他

<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)
7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)
12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問2-4 現地化の問題点の改善度合いについて、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 大幅に改善しつつある <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 改善しつつある <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 変わらない <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 悪化している <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 大幅に悪化している <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 回答できない

キ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma) 7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id) 12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()
--

設問3 【技術移転に関する設問】

設問3-1 技術移転の形態について、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 単独工場進出による技術移転 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. ライセンスのみ提供 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 出資企業(合弁・M&Aなど)への技術移転 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 日本から商品として輸出、現地での建設を行いながら、エンジニアリングを行う形態 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 回答できない

カ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

設問3-2 技術移転の充足度について、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 大いに満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. どちらでもない <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 不満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 大いに不満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 回答できない

キ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)
7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)
12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問3-3 技術移転の問題点について、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 教育した人材の流出 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. ノウハウの流出 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 技術移転コスト <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 回答できない

オ. その他() <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)
7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)
12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問3-4 技術移転の問題点の改善度合いについて、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 大幅に改善しつつある <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 改善しつつある <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 変わらない <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 悪化している <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 大幅に悪化している <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 回答できない

キ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)
7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)
12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問3-5 技術分野について、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 環境技術 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 生産技術 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 生産管理 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 設計技術 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 回答できない

カ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)
7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)
12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問3-5で「ア. 環境技術」を回答した場合は設問3-6に、そうでない場合は設問3-7にお進みください。

設問3-6 環境技術の分野について、あてはまるもの全てに○をつけてください。また、その内容について、可能な範囲でご記入ください。

ア. 環境汚染対策 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

(内容:)

イ. リサイクル <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

(内容:)

ウ. 省エネ <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

(内容:)

エ. 省資源 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

(内容:)

オ. LCA <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

(内容:)

カ. 標準化 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

(内容:)

キ. 回答できない

ク. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

(内容:)

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma) 7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id) 12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()
--

設問3-7 環境技術を技術移転していない理由をお選びください(複数回答可)。

ア. 環境技術を有していない

オ. 差別化のために技術移転しない

イ. 相手国企業が望まない

カ. 技術移転するメリットがない

ウ. 相手国消費者が望まない

キ. 回答できない

エ. コスト高のため競争上不利

ク. その他()

設問4 【研究協力に関する設問】

設問4-1 研究協力の形態について、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 政府関係機関・大学等への資金援助 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 政府関係機関・大学等との共同研究 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 出資企業との共同研究 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 標準化に関する業界フォーラム参加 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 回答できない

カ. 研究協力していない → 設問5 【政府の取り組みに関する設問】に進んでください

キ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)

7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)

12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問4-2 研究協力の動機について、あてはまるもの全てに○をつけてください。

ア. 相手国の研究レベルの高さ <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 自社のグローバル戦略 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 相手政府からの要請 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 日本政府あるいは財団法人などからの要請
<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 日本における研究プロジェクトの海外協力
<国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 税制のメリット <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma

7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

キ. 回答できない

ク. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

設問4-3 研究協力の充足度をお選びください(複数回答可)。

ア. 大いに満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. どちらでもない <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 不満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 大いに不満足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 回答できない

キ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma) 7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id) 12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()
--

設問4-4 研究協力の問題点をお選びください(複数回答可)。

ア. 人材不足 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. ノウハウの流出 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 研究コスト <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 知的財産の取り扱い <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 回答できない

カ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

設問4-5 研究協力の問題点の改善度合いをお選びください(複数回答可)。

ア. 大幅に改善しつつある <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 改善しつつある <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 変わらない <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 悪化している <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 大幅に悪化している <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 回答できない

キ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma) 7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id) 12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()
--

設問4-6 研究協力の対象をお選びください(複数回答可)。

ア. 環境技術 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

イ. 生産技術 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

ウ. 生産管理 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

エ. 市場調査研究 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

オ. 設計技術 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

カ. 回答できない

キ. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)
7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)
12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問4-6で「ア.環境技術」を回答した場合のみ、設問4-7にお答えください。

設問4-7 環境技術の分野をお選びください(複数回答可)。また、その内容について、可能な範囲でご記入ください。

ア. 環境汚染対策 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()
(内容:)

イ. リサイクル <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()
(内容:)

ウ. 省エネ <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()
(内容:)

エ. 省資源 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()
(内容:)

オ. LCA <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()
(内容:)

カ. 標準化 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()
(内容:)

キ. 回答できない

ク. その他 <国名> 1. Ch 2. Kr 3. Tw 4. Hk 5. Th 6. Ma
7. Sg 8. Ia 9. Ph 10. Vt 11. Id 12. Au 13. Nz 14その他()
(内容:)

<国名>

1.中国(Ch) 2.韓国(Kr) 3.台湾(Tw) 4.香港(Hk) 5.タイ(Th) 6.マレーシア(Ma)
7.シンガポール(Sg) 8.インドネシア(Ia) 9.フィリピン(Ph) 10.ベトナム(Vt) 11.インド(Id)
12.オーストラリア(Au) 13.ニュージーランド(Nz) 14.その他()

設問5-7（設問5-6で大いに期待するあるいは期待すると回答した場合） 貴社(事業部)が我が
国政府に要望することは何ですか？

自由記述:

設問5-8 貴社(事業部)が東アジアで研究協力をする上で、貴社(事業部)が相手政府に要望する
ことは何ですか？

国名:

自由記述:

設問5-9 追加したいことがあれば何でも記述ください。

自由記述:

質問は以上です。ご協力ありがとうございました。

先行調査研究リスト

(製造環境関連事業)

平成 19 年度 設計・製造・加工分野におけるサステナブル・マニュファクチャリングに関する技術戦略マップ調査 報告書 (委託元: NEDO)

平成 19 年度 産業オートメーション分野の環境評価手法に関する国際標準案の作成成果報告書 (委託元: 経産省)

平成 18 年度 板ガラスリサイクルシステムに関する調査 (委託元: (財)シス協)

平成 18 年度 環境調和型ものづくりシステム構築に関する調査研究補助事業調査報告書 (委託元: 日自振)

平成 18 年度 新規分野・産業競争力強化型国際標準提案事業 産業オートメーション分野の環境評価手法の国際標準提案に関する調査研究報告書 (委託元: 経産省)

平成 17 年度 LCD 分離・解体技術に関する調査研究報告書 (委託元: (財)シス協)

平成 14 年度 リユース拡大技術に関する調査研究 (委託元: (財)シス協)

平成 9 年度～平成 19 年度 インバース・マニュファクチャリングフォーラム調査研究報告書 (自主事業)

(IMS 事業)

平成 19 年度 グローバル製品の資源循環における低環境負荷・易資源循環製品設計技術に関する調査研究 (委託元: (社)日機連)

平成 18 年度 IMS 動向調査報告書 (EU におけるナノメータ生産技術の動向調査) (自主事業)

平成 18 年度 製造業の競争力強化のための次世代サービス CAD 開発に関する調査研究 (委託元: (財)シス協)

平成 7 年度～平成 16 年度 IMS 国際共同研究補助事業研究成果報告書 合計 193 件(補助元: 経産省)

(技術開発・調査研究関連事業)

平成 19 年度 次世代社会構造対応型製造技術の体系・統計調査報告書 (委託元: (社)日機連)

平成 19 年度 高品質化した加工用レーザーと開拓される新加工領域に関する調査研究報告書 (委託元: (財)シス協)

平成 18 年度 次世代社会構造対応型製造技術の体系化調査報告書 (委託元: (社)日機連)

平成 16 年度 欧州における製造科学技術の動向調査事業報告書 (委託元: (社)日機連)

平成 16 年度 基準認証研究開発事業 製造用情報連携システムの標準化成果報告書(委託元：経産省)

平成 15 年度～平成 17 年度 新製造技術に関する調査研究報告書－機械工業の安全化技術－(委託元：(社)日機連)

(国際標準事業)

平成 18 年度 生産システムの環境および設備保全活動の国際標準化報告書(委託元：(社)日機連)

平成 16 年度～平成 17 年度 FA の国際標準化事業報告書(委託元：(社)日機連)

(製造業のオープン化関連事業)

平成 17 年度 製造業における電子タグ使用にあたってのガイドライン(自主事業)

平成 17 年度 FAOP 生産システムにおける電子タグの活用調査研究会成果報告書(自主事業)

平成 17 年度 1394 Based Digital Servo Specification Version 1.0(自主事業)

平成 17 年度 FAOP デバイス制御用高速ネットワーク専門委員会成果報告書(自主事業)

平成 17 年度 FAOP 最適価値経営にもとづく新製造オートメーションの共通基盤技術調査研究会成果報告書(自主事業)

平成 17 年度 製造業における情報技術活用促進補助事業(最適価値経営にもとづく生産方式の創出とその基盤的インフラに関する調査研究)(委託元：日自振)

平成 16 年度 製造業における情報技術活用促進補助事業調査報告書(情報統合・情報連携の標準化に関する調査研究)(委託元：日自振)

平成 15 年度～平成 17 年度 新製造技術に関する調査研究報告書－製造技術の情報化促進－(委託元：(社)日機連)

(ロボット関連事業)

ロボット技術戦略ロードマップ 2007(委託元：NEDO)

ロボット政策研究会市場整備 WG・安全検討 WG(委託元：NEDO)

ロボット技術戦略ロードマップ 2006(委託元：NEDO)

ロボット技術戦略ロードマップ 2005(委託元：NEDO)

平成 17 年度「ロボット技術戦略マップ」のローリングに関する調査研究成果報告書(委託元：NEDO)

平成 16 年度 ロボット技術分野における「技術戦略マップ」に関する調査報告書(委託元：NEDO)

参考文献リスト

<全体>

- [1] 日本総合研究所調査部環太平洋戦略研究センター(2005.7), 日本の東アジア戦略【共同体への期待と不安】, 東洋経済新報社, 224p.
- [2] 天野論文 (2005.9), 東アジアの国際分業と日本企業—新たな企業成長への展望, 有斐閣, 331p.
- [3] 藤本隆宏 (2004.6), 日本のもの造り哲学, 日本経済新聞社, 349p.
- [4] 藤本隆宏, 新宅純二郎 (2005.4), 中国製造業のアーキテクチャ分析, 東洋経済新報社, 353p.
- [5] 服部民夫 (2007.3), 東アジア経済の発展と日本—組立型工業化と貿易関係, 東京大学出版会, 286p.
- [6] 東アジア環境情報発信所 (2006.1), 環境共同体としての日中韓, 集英社, 254p.
- [7] 和気洋子, 早見均 (2004.8), 地球温暖化と東アジアの国際協調—CDM事業化に向けた実証研究, 慶應義塾大学出版会, 261p.
- [8] 地球環境戦略研究機関 (2006.7), 持続可能なアジア: 2005年以降の展望—革新的政策を目指して—, 技報堂出版, 348p.
- [9] 小島道一 (2005.6), アジアにおける循環資源貿易, アジア経済研究所, 183p.
- [10] 小島道一 (2008.4), アジアにおけるリサイクル, アジア経済研究所, 382p.
- [11] 大木博巳 (2008.10), 東アジア国際分業の拡大と日本, 日本貿易振興会出版事業部.
- [12] 経済産業省 (2008.9), 通商白書2008年版, 日経印刷.
- [13] 経済産業省 (2008.9), エネルギー白書2008年版, 山浦印刷出版部.
- [14] 環境省 (2008.6), 環境・循環型社会白書20年版, 日経印刷.
- [15] 日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット (2008.2), エネルギー・経済統計要覧2008年版, 省エネルギーセンター, 383p.
- [16] 日本貿易振興機構 (2008.5), 在アジア日系企業の経営実態—中国・香港・台湾・韓国編—2007年度調査, 日本貿易振興機構, 192p.
- [17] 日本貿易振興機構 (2007.9), 在アジア日系企業の経営実態—中国・香港・台湾・韓国編—2006年度調査, 日本貿易振興機構, 78p.
- [18] 日本貿易振興機構 (2008.4), 在アジア日系企業の経営実態—ASEAN・インド編—2007年度調査, 日本貿易振興機構, 139p.
- [19] 日本貿易振興機構 (2007.5), 在アジア日系企業の経営実態—ASEAN・インド編—2006年度調査, 日本貿易振興機構, 109p.
- [20] 日本貿易振興機構 (2008.1), インド企業のグローバル戦略, 日本貿易振興機構,

118p.

- [21] 日本貿易振興機構 (2007.10), 新時代における日中の貿易・投資協力ー相互互惠の経済連携をめざしてー, 日本貿易振興機構, 312p.
- [22] 木村福成, 石川幸一 (2007.4), 南進する中国とASEANへの影響, 日本貿易振興機構, 224p.
- [23] 天野論文, 大木博巳 (2007.3), 中国企業の国際化戦略ー「走出去」政策と主要7社の振興市場開拓, 日本貿易振興機構, 240p.
- [24] 深尾京司, 日本経済研究センター (2008.2), 日本企業の東アジア戦略ー米欧アジア企業の国際比較, 日本経済新聞出版社, 273p.
- [25] 新藤榮一 (2007.1), 東アジア共同体をどうつくるか, 筑摩書房, 270p.
- [26] 東アジア共生研究会 (2008.10), 東アジアの中の日本ー環境・経済・文化の共生を求めて, 富山大学出版会, 186p.
- [27] 佐藤憲正, 齋藤毅憲, 藁谷友紀 (2005.11), 国際経営論ーグローバル化時代とニューアジア経営の展望, 学文社, 265p.
- [28] 池上寛, 大西康雄 (2007.12), 東アジア物流新時代ーグローバル化への対応と課題, アジア経済研究所, 224p.
- [29] 藤本隆宏, 青島矢一, 武石彰 (2001.4), ビジネス・アーキテクチャー製品・組織・プロセスの戦略的設計, 有斐閣, 316p.
- [30] 地球人間環境フォーラム (2005.11), 環境要覧2005/2006, 地球人間環境フォーラム, 272p.
- [31] 産業タイムズ社 (2007.7), アジア半導体/液晶ハンドブック2007, 産業タイムズ社.
- [32] 苑 志佳 (2001.2), 中国に生きる日米生産システムー半導体生産システムの国際移転の比較分析, 東京大学出版会, 242p.
- [33] 黒田篤郎 (2001.10), メイド・イン・チャイナ, 東洋経済新報社, 294p.
- [34] 関満博, 範建亭, 経営労働協会 (2003.8), 現地化する中国進出日本企業, 新評論, 255p.
- [35] 日本貿易振興機構 (2004.9), 中国市場に挑む日系企業ーその戦略と課題を探る, 日本貿易振興機構, 215p.
- [36] 佐藤創 (2008.10), アジア諸国の鉄鋼業ー発展と変容, アジア経済研究所, 351p.
- [37] 今井健一, 川上桃子 (2007.1), 東アジアのIT機器産業ー分業・競争・棲み分けのダイナミクス, アジア経済研究所, 232p.
- [38] 大西 康雄 (2006.1), 中国・ASEAN経済関係の新展開ー相互投資とFTAの時代へ, アジア経済研究所, 360p.
- [39] 内川秀二, 躍動するインド経済ー光と陰, アジア経済研究所, 356p.

<第2章2.1節>

【白書・データなど】

- [1] エネルギー・経済統計要覧、省エネルギーセンター 2007年度版
- [2] エネルギー白書 2008 年度版
- [3] 環境・循環型社会白書 2008 年度版
- [4] ジェトロ貿易投資白書 2008 年度版
- [5] 通商白書 2008 年度版
- [6] ものづくり白書 2008 年度版

【単行本】

- [1] アジア動向年報2008、アジア経済研究所、2008
- [2] 天川直子(編)：後発 ASEAN 諸国の工業化、アジア経済研究所、2006
- [3] 天野論文：東アジアの国際分業と日本企業、有斐閣、2005.
- [4] 池上寛、大西康雄(編)：東アジア物流新時代 グローバル化への対応と課題、アジア経済研究所、2007
- [5] 石川幸一、木村福成(編)：南進する中国と ASEAN への影響、日本貿易振興機構、2007
- [6] 今井健一、川上桃子(編)：東アジアの IT 機器産業—分業・競争・棲み分けのダイナミクス、アジア経済研究所、2006
- [7] 内川秀二(編)：躍動するインド経済—光と影—、アジア経済研究所、2006
- [8] 大木博巳(編)：東アジア国際分業の拡大と日本、日本貿易振興機構、2008
- [9] 大西康雄(編)：中国・ASEAN 経済関係の新展開、アジア経済研究所、2006
- [10] 岡本信広、桑森啓、猪俣哲史(編)：中国経済の勃興とアジアの経済再編、アジア経済研究所、2007
- [11] 奥田聡、安部誠(編)：韓国主要産業の競争力、アジア経済研究所、2008
- [12] 小島道一(編)：アジアにおける資源循環貿易、アジア経済研究所、2005.
- [13] 小島道一(編)：アジアにおけるリサイクル、アジア経済研究所、2008.
- [14] 小島麗逸、堀井伸浩(編)：巨大化する中国経済と世界、アジア経済研究所、2007
- [15] 佐藤創(編)：アジア諸国の鉄鋼業—発展と変容—、アジア経済研究所、2008
- [16] 佐藤百合・大原盛樹(編)：アジアの二輪車産業、アジア経済研究所、2006
- [17] 椎野幸平：インド経済の基礎知識、日本貿易振興機構、2006
- [18] 地球環境戦略研究機関：持続可能なアジア：2050 年以降の展望、IGES 白書、技報堂出版、2006.
- [19] 波多野淳彦：中国経済の基礎知識、日本貿易振興機構、2003
- [20] 服部民夫：東アジア経済の発展と日本、東京大学出版会、2007.

- [21] 東アジア環境情報伝所：環境共同体としての日中韓、集英社、2006.
- [22] 藤田麻衣(編)：移行期ベトナムの産業変容、アジア経済研究所、2006
- [23] 藤本隆宏：日本のもの造り哲学、日本経済新聞社、2004.
- [24] 藤本隆宏、新宅純二郎(編著)：中国製造業のアーキテクチャ分析、東洋経済新報社、2005.
- [25] 平塚大祐(編)：東アジアの挑戦、アジア経済研究所、2006
- [26] 渡辺利夫(編)：日本の東アジア政策、東洋経済新報社、2005.

【調査報告書】

- [1] インド企業のグローバル戦略、日本貿易振興機構(ジェトロ)海外調査部、2007.
- [2] グローバル製品の資源循環における低環境負荷・易資源循環製品設計技術に関する調査研究報告書、日本機械工業連合会、2007.
- [3] 産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会
- [4] 在アジア日系企業の経営実態－ASEAN・インド編－(2007年度調査)、日本貿易振興機構(ジェトロ)海外調査部、2008.
- [5] 在アジア日系企業の経営実態－中国・香港・台湾・韓国編－(2007年度調査)、日本貿易振興機構(ジェトロ)海外調査部、2008.
- [6] 主要鉱物資源の供給障害が日本経済に及ぼす影響に関する調査研究、経済産業研究所、2002.
- [7] マテリアルフローデータブック－日本を取りまく世界の資源のフロー－、第3版、国立環境研究所、2006.

【研究報告】

- [1] 許経明、今井健一、立本博文：技術プラットフォームと製品プラットフォームの市場化－中国携帯電話産業のケース－、東京大学ものづくり経営研究センター、MMRC Discussion Paper No.226, 2008.
- [2] 新宅純二郎：東アジアにおける製造業ネットワークの形成と日本企業のポジショニング、東京大学ものづくり経営研究センター、MMRC Discussion Paper No.92, 2006.
- [3] 朴英元、ナムソンホ、立本博文、立川絃一：製品アーキテクチャ視点から見た韓国半導体産業の歴史と企業戦略、東京大学ものづくり経営研究センター、MMRC Discussion Paper No.224, 2008.

【論文】

- [1] アジア経済研究所：アジア動向データベース、アジア経済研究所

- [2] 横本真千子：インドネシアにおける地場産業の展望—西ジャワ絹産業の事例—、アジア経済研究所、2005
- [3] 丸川知雄 他：プラットフォーム化と企業間分業の展開—中国の携帯電話端末開発の事例—、東京大学ものづくり経営研究センター、2007.3
- [4] 佐々木淳(著)：アジアの工業化と日本—機械織りの生産組織と労働、アジア経済研究所、2008
- [5] 佐藤幸人(著)：台湾ハイテク産業の生成と発展、アジア経済研究所、2007
- [6] 佐藤百合・大原盛樹(編)：アジアの二輪車産業—地場企業の勃興と産業発展ダイナミズム、アジア経済研究所、2007
- [7] 山村英司・申寅容：中国内陸部産業の生産効率の変化と輸出拡大過程—重慶のオートバイ産業の事例 1995~2001—、アジア経済研究所、2005
- [8] 産業構造審議会 WTO 部会：2003 年版不公正貿易報告書、経済産業省、2003.3.28
- [9] 小堀厚司：1990 年代以降のシンガポール製造業の成長—産業高度化、クラスター開発の視点から—、アジア経済研究所、2005
- [10] 新宅純二郎、許経明：台湾液晶産業の発展と企業戦略、東京大学ものづくり経営研究センター、2006.6.1
- [11] 新宅純二郎：東アジアにおける製造業ネットワークの形成と日本企業のポジショニング、東京大学ものづくり経営研究センター、2006.8
- [12] 水野順子(編)：アジアの金型・工作機械産業—ローカライズド・グローバリズム下のビジネス・デザイン—研究双、アジア経済研究所、2004
- [13] 石見徹(著)：開発と環境の政治経済学、アジア経済研究所、2005
- [14] 石田正美(編)：インドネシア再生への挑戦、アジア経済研究所、2005
- [15] 川端望(著)：東アジア鉄鋼業の構造とダイナミズム、アジア経済研究所、
- [16] 善本哲夫 他：インド製造業のものづくりと日系企業のインド進出—二輪、四輪、家電の事例—、東京大学ものづくり経営研究センター、2006.11
- [17] 天野論文：東アジアの国際分業と企業成長への序説、東京大学ものづくり経営研究センター、2004.3.1
- [18] 特集：アジアにおける 3R—廃棄物減量化に向けて、アジア経済研究所、2007
- [19] 特集：開発と環境—アジアの経験と課題—、アジア経済研究所、2008
- [20] 特集：中国—東南・南アジア経済関係の現在、アジア経済研究所、2006
- [21] 特集：東アジア物流新時代—グローバル化への対応と課題、アジア経済研究所、2008
- [22] 日本自動車工業会：2005 年世界の自動車産業と市場の展望—日本・米国・欧州・アジアの自動車市場と産業動向、日本自動車工業会、2005.1.1
- [23] 日本自動車工業会：2006 年世界の自動車産業と市場の展望—日本・米国・欧州・

アジアの自動車市場と産業の動向、日本自動車工業会、2006.1.1

- [24] 日本自動車工業会：No.88 中国の二輪車模倣品問題、日本自動車工業会
- [25] 日本自動車工業会：グローバル競争時代に突入した中国の自動車産業、日本自動車工業会、2004.6.1
- [26] 日本自動車工業会：拡大する中国自動車市場の現状と今後の展望、日本自動車工業会、2004.6.1
- [27] 日本自動車工業会：韓国における自動車流通の現状と課題—日本車メーカーの今後の動向を探りながら—、日本自動車工業会、2004.11.1
- [28] 日本自動車工業会：韓国自動車産業の現状と今後の課題、日本自動車工業会、2004.11.1
- [29] 日本自動車工業会：実利問われる日韓 FTA—「北東アジア経済圏」への共通青写真を求めて—、日本自動車工業会、2004.11.1
- [30] 日本自動車工業会：中国自動車産業の発展に向けた新たな課題、日本自動車工業会、2004.6.1
- [31] 日本自動車工業会：東アジアにおける FTA 形成の進展と自動車産業、日本自動車工業会、2003.11.1
- [32] 日本自動車工業会：東南アジアのオートバイの現状と今後についての—考察、日本自動車工業会、2008.7.1
- [33] 日本自動車工業会：特集 アセアン経済と自動車産業、日本自動車工業会、2007.3.1
- [34] 日本自動車工業会：特集 中国自動車政策のその後、日本自動車工業会、2007.6.1
- [35] 日本自動車工業会：特集 南アジアの自動車市場と産業経済—インドを中心にして—、日本自動車工業会、2005.11.1
- [36] 日本自動車工業会：日韓 FTA 締結が与える影響、日本自動車工業会、2004.11.1
- [37] 日本自動車工業会：日中二輪車産業界知的財産権プロジェクト報告、日本自動車工業会、2004.6.1
- [38] 範建亭(著)：中国の産業発展と国際分業、アジア経済研究所、2005
- [39] 服部民夫(著)：東アジア経済の発展と日本—組立型工業化と貿易関係—、アジア経済研究所、2008
- [40] 牧野百恵：パキスタン衣類産業の競争力—生産労働者サーベイを中心に—、アジア経済研究所、2008
- [41] 牧野百恵：パキスタン労働集約的産業と流入する中国製品との競争—製靴産業の例、アジア経済研究所、2006
- [42] 木曾順子：インドの雇用と労働に関する研究動向—経済自由化を軸として—、アジア経済研究所、2007

- [43] 李瑞雪：中国物流企業の 3PL 業態転換過程における技術学習のメカニズム、アジア経済研究所、

<第2章2.2節>

【白書・データなど】

- [1] エネルギー・経済統計要覧、省エネルギーセンター2007年度版
- [2] エネルギー白書 2008年度版
- [3] 環境・循環型社会白書 2008年度版
- [4] ジェトロ貿易投資白書 2008年度版
- [5] 通商白書 2008年度版
- [6] ものづくり白書 2008年度版

【単行本】

- [1] アジア動向年報 2008、アジア経済研究所、2008
- [2] 小島道一(編)：アジアにおける資源循環貿易、アジア経済研究所、2005.
- [3] 小島道一(編)：アジアにおけるリサイクル、アジア経済研究所、2008.
- [4] 小島麗逸、堀井伸浩(編)：巨大化する中国経済と世界、アジア経済研究所、2007
- [5] 佐藤創(編)：アジア諸国の鉄鋼業－発展と変容－、アジア経済研究所、2008
- [6] 地球環境戦略研究機関：持続可能なアジア：2050年以降の展望、IGES 白書、技報堂出版、2006.
- [7] 波多野淳彦：中国経済の基礎知識、日本貿易振興機構、2003
- [8] 東アジア環境情報伝所：環境共同体としての日中韓、集英社、2006.
- [9] 和気洋子、早見均：地球温暖化と東アジアの国際協調－CDM 事業化に向けた実証研究－、慶應義塾大学出版会、2004.

【調査報告書】

- [1] アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書、アジア経済研究所、2007.
- [2] アジア太平洋の未来戦略－気候政策と持続可能な開発の融合を目指して－、IGES 白書、地球環境戦略研究機関、2008.
- [3] 近未来の資源・廃棄物フロー及び資源循環・廃棄物管理システムに関するシナリオ作成ワークショップ報告書、国立環境研究所、2007.
- [4] グローバル製品の資源循環における低環境負荷・易資源循環製品設計技術に関する調査研究報告書、日本機械工業連合会、2007.
- [5] 産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会

- [6] 主要鉱物資源の供給障害が日本経済に及ぼす影響に関する調査研究、経済産業研究所、2002.
- [7] 地球温暖化対策技術移転ハンドブック、新エネルギー・産業技術総合開発機構、2008.
- [8] マテリアルフローデータブックー日本を取りまく世界の資源のフロー、第3版、国立環境研究所、2006.

【研究報告】

- [1] 石見徹：中国、インドにおけるエネルギー消費の持続可能性、東京大学 Alliance for Global Sustainability 報告書 2008.
- [2] M.Uwasu, K.Hara, H.Yabar and H.Zhang: Time-Series Sustainability Scores for China's Provinces, IR3S / サステイナビリティ学連携研究機構（大阪大学）

【資料】

- [1] 外務省経済局経済安全保障課：中国のエネルギー概況、2006.5.
- [2] 外務省経済局経済安全保障課：インドのエネルギー概況、2006.8.
- [3] 外務省経済局経済安全保障課：世界のエネルギー情勢、2007.6.
- [4] 外務省経済局経済安全保障課：石炭の需給動向とその背景、2005.2.
- [5] 外務省経済局経済安全保障課：鉄鉱石（鉄鋼）の需給動向とその背景、2008.7.
- [6] 外務省経済局経済安全保障課：非鉄金属の需給動向とその背景、2008.7.

【調査・研究報告】

- [1] 3R イニシアティブ，環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部，
URL:<http://www.env.go.jp/recycle/3r/>
- [2] Albert Altarejos Magalang, Supervising Environmental MGT Specialist/CDM Project Evaluator: フィリピンにおけるコミュニティーベースのリサイクルの推進,第4回 アジア太平洋廃棄物専門家会議,2008
- [3] Aoki-suzuki,C. Hotta, Y. Bengtsson,M. Ogihara, A.: Trade of secondhand EEE from Japan to developing Asia — the need for policy development based on actor analysis, Electronics and the Environment, 2008. ISEE 2008. IEEE International Symposium
- [4] Asia in Transition -resource use and the global division of labour-Dr. Nina Eisenmenger, Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, and Institute of Social Ecology, IFF Vienna, Klagenfurt University: 移行期にあるアジア -資源利用と国際分業,IGES 公開セミナー「物

- 質フローから見たアジアの環境問題：東アジア循環型社会に向けて」,2008
- [5] Bengtsson,M .C,Aoki and : Capacity for Material Flow Accounting (MFA) in Bengtsson,M .C,Aoki and : Capacity for Material Flow Accounting (MFA) in Selected Non-OECD Countries, Institute for Global Environmental Strategies, Discussion Paper,2008
- [6] C. ビスバナサン アジア工科大学環境資源開発学部環境工学・管理学科教授 (タイ・バンコク市) : 「米加工業を中心とした環境調和型産業クラスターネットワークに関する技術政策分析」、IGES 関西研究センター「産業と環境」国際ワークショップ 環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発、2006
- [7] Hotta,Y. and Elder,M. :Strategic Options For Sound Material Cycle Society In Asia, OECD-UNEP Conference on Resource Efficiency, 23-25 April 2008
- [8] Hsiao-Kang Ma, Professor, National Taiwan University: 「循環型社会構築にむけたステークホルダ間の連携の重要性」,第 4 回 アジア太平洋廃棄物専門家会議,2008
- [9] IGES-KRC 主任研究員 V・アンブモリ, 環境調和型産業クラスター：環境面での連携を通じた地域経済発展, IGES 関西研究センター2008年度国際セミナー「環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発」,2008
- [10] IGES Kansai Research Centre : Outcomes of the Research Activities in the first Half of FY2007、Research Report of the 4th Phase Business and Environment (BE) project on Corporate Environmental Management in Asia、2008
- [11] Kurian Joseph, Assistant Professor in Environmental Engineering, Centre for Environmental Studies, Anna University:持続可能な廃棄物管理のための連携：インドの経験,第 4 回 アジア太平洋廃棄物専門家会議,2008
- [12] Ministry of the Environment Japan and IGES, Asia 3R Conference: 30 October To 1 November, 2006, Issues Paper,2006
- [13] N. バンハ ホーチミン市工科大学環境学部環境管理学科長 (ベトナム・ホーチミン市) : 「水産業を中心とした環境調和型産業クラスターの開発へ向けた統合的政策」、IGES 関西研究センター「産業と環境」国際ワークショップ 環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発、2006
- [14] NEDO : NEDO海外レポート 平成18年、NEDO、2006
- [15] NEDO : 海外レポート特別号 (新エネルギー海外情報) 2004年度、NEDO、2004
- [16] NEDO : 海外レポート特別号 (新エネルギー海外情報) 2005年度、NEDO、2005
- [17] PFED Secretariat and IGES:3R in Asia, Institute for Global Environmental

Strategies, APFED Policy Dialogue Working Paper, 2006

- [18] R. ナゲンドラン アンナ大学環境研究センター環境科学科教授 (インド・チェンナイ市) : 「養蚕業を中心とした環境調和型産業クラスターの開発における企業間ネットワークの構築」、IGES 関西研究センター「産業と環境」国際ワークショップ 環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発、2006
- [19] UNEP : 東南アジアにおける廃棄物処理の現状、UNEP、2004
- [20] V. アンブモリ IGES 関西研究センター産業と持続可能社会プロジェクト主任研究員 : 「都市農村境界域における環境調和型産業クラスターの可能性 : 経験から戦略へ」、IGES 関西研究センター「産業と環境」国際ワークショップ環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発、2006
- [21] Yong Feng Nie, Professor, Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University: 埋立処理の改善による温室効果ガスの削減、第4回 アジア太平洋廃棄物専門家会議、2008
- [22] アジア経済研究所 : 「世界のエネルギー展望 2004」、エネルギーフォーラム、2005
- [23] アジア工科大学環境・資源・開発学部学部長 Prof. Sivanappan Kuma : 「地球温暖化問題へのインドの取り組み」、IGES 関西研究センター 2007 年度国際シンポジウム アジアの地球温暖化問題の現状と展望、2008
- [24] アジア工科大学教授 C・ビズバナサン : 工業化するアジアの環境的再構築、IGES 関西研究センター2008 年度国際セミナー「環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発」、2008
- [25] 石見徹 : 中国、インドにおけるエネルギー消費の持続可能性、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2004
- [26] 岩田勉 : 調査報告 ハノイ下水排水公社、日本環境衛生施設工業会、2006
- [27] インド : ジャナキラマン・ムルティー インド経営大学院、ラクノウ コメント : ベンカタチャラム・アンブモリ IGES 「ビジネスと環境」プロジェクト マネージャー ; タイ : クワシルディー・チョーティチャナタウィウオン タイ環境研究所、バンコク コメント : 松尾 雄介 IGES 「ビジネスと環境」プロジェクト研究員
- [28] 鴻上享一 : APEC Clean Fossil Energy Technical and Policy Seminar 参加報告、NEDO、2006
- [29] 大垣眞一郎、山本和夫 : 東南アジア水環境研究学際コンソーシアムの新展開、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2005
- [30] 神原達(著) : 中国の石油と天然ガス、日本貿易振興機構アジア経済研究所、2003
- [31] 川村 亘 : 「第二回中国国際水素エネルギーフォーラム / 日中水素エネルギー開発円卓討論会」参加報告 (中国)、NEDO、2007

- [32] 環境省廃棄物リサイクル対策部循環型社会推進室長 川上毅: 循環型社会の構築を目指したアジア太平洋地域の専門家の連携, 第 4 回アジア太平洋廃棄物専門家会議,2008
- [33] 熊手瑞穂 他: 国連気候変動枠組条約第 13 回締約国会議 (COP13) 及び京都議定書第 3 回締約国会合 (COP/MOP3) 参加報告(インドネシア)、NEDO、2008
- [34] 国際的な化学物質管理のための戦略的アプローチ (SAICM)
URL:http://www.iges.or.jp/en/wmr/saicm_focal/index.html
- [35] 小島 道一 (アジア経済研究所 環境・資源研究グループ長代理 主任研究員), 国際資源循環をめぐる議論,IGES 公開セミナー「物質フローから見たアジアの環境問題: 東アジア循環型社会に向けて」,2008
- [36] 小島道一編: アジアにおける循環資源貿易、アジア経済研究所、2005
- [37] 小柳 秀明 IGES 北京事務所長: 高度経済成長下の中国環境問題、IGES 関西研究センター「産業と環境」国際ワークショップ 2007 アジアの企業環境管理 -各国の取り組みと今後の展望-、2007
- [38] 志村和俊: 残留性有機汚染物質 (POPs) 対策への研究協力 (中国)、NEDO、2005
- [39] 島田 荘平: 中国における CO2 地中固定可能性評価、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2005
- [40] 島田荘平: 中国における CO2 地中貯留の可能性評価、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2008
- [41] 鈴木 胖 IGES 関西研究センター所長等: 「地球温暖化対策におけるアジアの取り組みと日本の貢献」、IGES 関西研究センター 2007 年度国際シンポジウム アジアの地球温暖化問題の現状と展望、2008
- [42] 清華大学環境・科学・技術学部准教授 Associate Prof.Can Wan: 「地球温暖化問題への中国の取り組み」、IGES 関西研究センター 「2007 年度国際シンポジウム」、2008
- [43] 清華大学客員教授 シ・ハン: 中国からの報告、IGES 関西研究センター2008 年度国際セミナー 「環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発」、2008
- [44] 関谷毅史 (環境省 廃棄物・リサイクル対策部 企画課課長補佐): 東アジア循環型社会構築に向けた日本の取組,IGES 公開セミナー「物質フローから見たアジアの環境問題: 東アジア循環型社会に向けて」,2008
- [45] タイ天然資源・環境省 公害管理局 シニア環境科学官 Ms. Pornpimon Chareonsong: タイの SAICM 国内実施計画における課題と影響, 諸外国における SAICM 実施状況に関するセミナー,2008
- [46] 竹歳一紀(著): 「中国の環境政策——制度と実効性——」、アジア経済研究所、2008

- [47] 辻 大史朗、金子和生、中島規雄：「日印エネルギー・フォーラム」開催報告(インド)、NEDO、2007
- [48] 中国：J.ピ 南京大学環境学院教授 コメント：劉憲兵 IGES「ビジネスと環境」プロジェクト 研究員
- [49] 中国環境問題研究会：中国環境ハンドブック 2005-2006年版、アジア経済研究所、2005
- [50] 中島 浩一郎 真庭バイオエネルギー（株）取締役／銘建工業（株）代表取締役社長（岡山県真庭市）：木質バイオマスが生む持続可能な地域開発－真庭における環境調和型産業クラスターの取り組み－、IGES 関西研究センター「産業と環境」国際ワークショップ環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発、2006
- [51] 中島映至 他：東アジアにおける広域大気汚染の影響評価、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2006
- [52] 中島映至：東アジアにおける広域大気汚染の影響評価、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2007
- [53] 中島映至：東アジアにおける広域大気汚染の影響評価、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2008
- [54] 日本：飯野 福哉 国連大学 学術研究官 コメント：高石 豊 IGES「ビジネスと環境」プロジェクト 主任研究員：事例紹介（中国、インド、タイ、日本）、IGES 関西研究センター「産業と環境」国際ワークショップ 2007 アジアの企業環境管理 -各国の取り組みと今後の展望-、2007
- [55] 橋徹、森秀行：国際リサイクル特区とアジア域内ネットワークの構築-資源効率の向上と途上国の環境問題の解決を目指して-、IGES POLICY BRIEF,2005
- [56] バンドン工科大学教授 ディジュンダラ・セティアード：インドネシアからの報告、IGES 関西研究センター2008年度国際セミナー 「環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発」、2008
- [57] 藤原 一郎：アジア地域石炭液化技術導入可能性調査及び成果報告会(中国)、NEDO、2006
- [58] 藤本 淳：中国における IT の有効活用による持続的発展社会の構築、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2005
- [59] ペラデニア大学上級講師 ジェムヌ・ハラート：スリランカからの報告、IGES 関西研究センター2008年度国際セミナー 「環境調和型産業クラスターがもたらすアジアの持続可能な地域開発」、2008
- [60] ベンカタチャラム・アンブモリ IGES 関西研究センター プロジェクトマネージャー： 環境と連携した地域経済発展、環境調和型産業クラスター (EIC)、

2008

- [61] ベンカタチャラム・アンブモリ IGES「ビジネスと環境」プロジェクト マネージャー：「アジアの企業環境管理」研究内容紹介、IGES 関西研究センター「産業と環境」国際ワークショップ 2007 アジアの企業環境管理 -各国の取り組みと今後の展望-、2007
- [62] 前田泰昭：調査報告 ハノイ都市環境公社、日本環境衛生施設工業会、2006
- [63] 前田泰昭：調査報告 ベトナム天然資源環境省、日本環境衛生施設工業会、2006
- [64] 前野 功：「ベトナム国際環境技術展」出展報告、NEDO、2006
- [65] 前野 功：「日越エネルギー・フォーラム」開催報告(ベトナム)、NEDO、2007
- [66] 森口 祐一（国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター長）：日本をとりまく物質フローとその分析—取り組みの国際化と資源フローのさらなる国際化,IGES 公開セミナー「物質フローから見たアジアの環境問題：東アジア循環型社会に向けて」,2008
- [67] 渡辺 富夫（富士ゼロックス（株）生産本部付 参事），東アジア循環型社会構築へ向けた課題と可能性,IGES 公開セミナー「物質フローから見たアジアの環境問題：東アジア循環型社会に向けて」,2008
- [68] 堀田 康彦（IGES 廃棄物・資源プロジェクト ポリシーアナリスト）,東アジア循環型社会構築へ向けた課題と可能性について,IGES 公開セミナー「物質フローから見たアジアの環境問題：東アジア循環型社会に向けて」,2008
- [69] 味埜俊 他：アジアにおけるサステナビリティ教育の展開—国際的・学際的アプローチの実践事例としての Intensive Program on Sustainability “IPoS”—、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2006
- [70] 李秀澈(著)：「環境補助金の理論と実際——日韓の制度分析を中心に——」、アジア経済研究所、2005
- [71] 梁 驍：日中省エネルギーサービス(ESCO)シンポジウムの開催報告、NEDO、2006
- [72] (独)国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター 山田正人:アジアにおける廃棄物処理から排出される温室効果ガス,第4回 アジア太平洋廃棄物専門家会議,2008
- [73] 横山伸也：タイ南部地域における各種再生可能エネルギーの供給ポテンシャルの把握、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2007
- [74] 山本和夫：東アジアの都市域における持続可能な水再生技術の開発、東京大学 Alliance for Global Sustainability、2008
- [75] 吉田 綾（国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター研究員）,2006年における日本・中国・香港間の廃プラスチックのマテリアルフロー,IGES 公開セミナー「物質フローから見たアジアの環境問題：東アジア循環型社会に向けて」,2008

- [76] 吉田 剛、梁驍：NEDO/上海交通大学共催「日中省エネ・新エネセミナー」開催報告、NEDO、2006

<第2章 2.3節>

【白書・データなど】

- [1] 環境・循環型社会白書 2008 年度版
- [2] ジェトロ貿易投資白書 2008 年度版
- [3] 通商白書 2008 年度版
- [4] ものづくり白書 2008 年度版

【単行本】

- [1] アジア動向年報 2008、アジア経済研究所、2008
- [2] 天川直子(編)：後発 ASEAN 諸国の工業化、アジア経済研究所、2006
- [3] 天野倫文：東アジアの国際分業と日本企業、有斐閣、2005.
- [4] 池上寛、大西康雄(編)：東アジア物流新時代 グローバル化への対応と課題、アジア経済研究所、2007
- [5] 石川幸一、木村福成(編)：南進する中国と ASEAN への影響、日本貿易振興機構、2007
- [6] 今井健一、川上桃子(編)：東アジアの IT 機器産業—分業・競争・棲み分けのダイナミクス、アジア経済研究所、2006
- [7] 内川秀二(編)：躍動するインド経済—光と影—、アジア経済研究所、2006
- [8] 大木博巳(編)：東アジア国際分業の拡大と日本、日本貿易振興機構、2008
- [9] 大西康雄(編)：中国・ASEAN 経済関係の新展開、アジア経済研究所、2006
- [10] 岡本信広、桑森啓、猪俣哲史(編)：中国経済の勃興とアジアの経済再編、アジア経済研究所、2007
- [11] 奥田聡、安部誠(編)：韓国主要産業の競争力、アジア経済研究所、2008
- [12] 小島道一(編)：アジアにおける資源循環貿易、アジア経済研究所、2005.
- [13] 小島道一(編)：アジアにおけるリサイクル、アジア経済研究所、2008.
- [14] 小島麗逸、堀井伸浩(編)：巨大化する中国経済と世界、アジア経済研究所、2007
- [15] 佐藤創(編)：アジア諸国の鉄鋼業—発展と変容—、アジア経済研究所、2008
- [16] 佐藤百合・大原盛樹(編)：アジアの二輪車産業、アジア経済研究所、2006
- [17] 椎野幸平：インド経済の基礎知識、日本貿易振興機構、2006
- [18] 地球環境戦略研究機関：持続可能なアジア：2050 年以降の展望、IGES 白書、技報堂出版、2006.
- [19] 波多野淳彦：中国経済の基礎知識、日本貿易振興機構、2003

- [20] 服部民夫：東アジア経済の発展と日本、東京大学出版会、2007.
- [21] 東アジア環境情報伝所：環境共同体としての日中韓、集英社、2006.
- [22] 藤田麻衣(編)：移行期ベトナムの産業変容、アジア経済研究所、2006
- [23] 藤本隆宏：日本のもの造り哲学、日本経済新聞社、2004.
- [24] 藤本隆宏、新宅純二郎(編著)：中国製造業のアーキテクチャ分析、東洋経済新報社、2005.
- [25] 平塚大祐(編)：東アジアの挑戦、アジア経済研究所、2006
- [26] 和気洋子、早見均：地球温暖化と東アジアの国際協調－CDM 事業化に向けた実証研究－、慶應義塾大学出版会、2004.
- [27] 渡辺利夫(編)：日本の東アジア政策、東洋経済新報社、2005.

【調査報告書】

- [1] アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書、アジア経済研究所、2007.
- [2] アジア太平洋の未来戦略－気候政策と持続可能な開発の融合を目指して－、IGES 白書、地球環境戦略研究機関、2008.
- [3] インド企業のグローバル戦略、日本貿易振興機構(ジェトロ)海外調査部、2007.
- [4] グローバル製品の資源循環における低環境負荷・易資源循環製品設計技術に関する調査研究報告書、日本機械工業連合会、2007.
- [5] 産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会

【調査・研究報告】

- [1] 石見徹：中国、インドにおけるエネルギー消費の持続可能性、東京大学 Alliance for Global Sustainability 報告書 2008.
- [2] 新宅純二郎：東アジアにおける製造業ネットワークの形成と日本企業のポジショニング、東京大学ものづくり経営研究センター、MMRC Discussion Paper No.92, 2006.
- [3] 許経明、今井健一、立本博文：技術プラットフォームと製品プラットフォームの市場化－中国携帯電話産業のケース－、東京大学ものづくり経営研究センター、MMRC Discussion Paper No.226, 2008.
- [4] 朴英元、ハムソンホ、立本博文、立川絃一：製品アーキテクチャ視点から見た韓国半導体産業の歴史と企業戦略、東京大学ものづくり経営研究センター、MMRC Discussion Paper No.224, 2008.
- [5] 橋田 邦廣：「エコプロダクツ国際展 2005 (タイ)」に 3R 技術開発事例を出展、NEDO、2005

<第3章3.2節>

- [1] 経済産業省編集、通商白書通商白書〈2005〉我が国と東アジアの新次元の経済的繁栄に向けて、ぎょうせい、2005.
- [2] 経済産業省編集、通商白書〈2006〉『持続する成長力』に向けて—グローバル化をいかした生産性向上と『投資立国』、ぎょうせい、2006.
- [3] 経済産業省編集、通商白書〈2007〉生産性向上と成長に向けた通商戦略—東アジア経済のダイナミズムとサービス産業のグローバル展開、時事画報社、2007.
- [4] 経済産業省編集、通商白書〈2008〉新たな市場創造に向けた通商国家日本の挑戦、時事画報社、2008.
- [5] 日本貿易振興機構(ジェトロ)、ジェトロ貿易投資白書 2007年版、2007.
- [6] 日本貿易振興機構(ジェトロ)、在アジア日系製造業の経営実態-ASEAN・インド編 - 2006年度調査、2006.
- [7] 日本貿易振興機構(ジェトロ)、在アジア日系製造業の経営実態-中国・香港・台湾・韓国編- 2006年度調査、2006.
- [8] 日本貿易振興機構(ジェトロ)、在アジア日系製造業の経営実態-ASEAN・インド編 - 2007年度調査、2007.
- [9] 日本貿易振興機構(ジェトロ)、在アジア日系製造業の経営実態-中国・香港・台湾・韓国編- 2007年度調査、2007.
- [10] 経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課、アジアリサイクル最前線—動き始めた循環資源、経済産業調査会、2005.

<第3章3.3節>

- [1] 大木博巳 (2008)、東アジアの国際分業の拡大と日本、日本貿易振興機構(ジェトロ).
- [2] 服部民夫 (2007)、東アジア経済の発展と日本、東京大学出版、2007.
- [3] 藤本隆宏 (2007)、ものづくり経営学、光文社新書.
- [4] 天野倫文 (2007)、東アジアの国際分業と日本企業、有斐閣、2007.
- [5] ベースメタル国際需給動向 2006、石油天然ガス・金属鉱物資源機構、2007/11.
- [6] 馬場洋三 (2005/7)、21世紀の日本経済を支えるハイテク産業への素材(レアメタル)安定供給は?、金属資源レポート、石油天然ガス・金属鉱物資源機構.
- [7] 馬場洋三 (2005/9)、ハイテク産業の国際競争力を支えるレアメタル、金属資源レポート、石油天然ガス・金属鉱物資源機構.
- [8] 原田幸明、島田正典、井島清 (2007)、2050年の金属使用量予測、日本金属学会誌、Vol.71, No.10, 831-839.
- [9] 馬場研二 (2008.6)、地上資源が地球を救う、技報堂出版.

- [10] (独) 物質・材料研究機構 (2007.2.15), 2050 年までに世界的な資源制約の壁, 記者会資料.
- [11] 小島道一編 (2008), アジアにおけるリサイクル, アジア経済研究所.
- [12] 小島道一編 (2007), アジアにおける循環資源貿易, アジア経済研究所.
- [13] 内田龍男監修 (2006) 図解 電子ディスプレイのすべて, 工業調査会, pp.292.
- [14] 細井明, 上木隆司 (2007), ハイテク産業を支える亜鉛製造副産物 インジウム, 日本メタル経済研究所.
- [15] 環境省 (2008) 環境・循環型社会白書.
- [16] 日本貿易振興機 (2008.6) ASEAN 各国の EU 環境規制への対応, 通商弘報「特集アジア」.
- [17] 日本貿易振興機 (2007.3) 中国版 RoHS.

<第3章 3.4 節>

- [1] NEDO 3R 技術データベース, <http://www.nedo3r.com/>.
- [2] 経済産業省 技術戦略マップ「設計・製造・加工」分野, <http://www.nedo.go.jp/roadmap/index.html>, 2008.
- [3] 環境省 (2008) 環境・循環型社会白書.
- [4] 日本貿易振興機 (2008.6) ASEAN 各国の EU 環境規制への対応, 通商弘報「特集アジア」.
- [5] 日本貿易振興機 (2007.3) 中国版 RoHS.

<第3章 3.5 節>

- [1] 清水建設株式会社 (2005.8), 2005 年 清水環境・社会報告書, 清水建設株式会社.
- [2] 産業競争力懇談会 (2007.4), 環境修復技術, 産業競争力懇談会.
- [3] NEDO 技術開発機構 (2006.12), 太陽光発電システム等高度化系統連系安定化技術国際共同実証開発事業マイクログリッド (高品質電力供給) 高度化系統連系安定化システム実証研究 (PV+補償装置) 実施可能性調査報告書抜粋, NEDO 技術開発機構.
- [4] NEDO 技術開発機構(2008.3), 平成 19 年度中間年報「太陽光発電システム等高度化系統連系安定化技術国際共同実証開発事業/マイクログリッド (高品質電力供給) 高度化系統連系安定化システム実証研究 (PV+補償装置: 中国浙江省)」に係る平成 19 年度中間年報, NEDO 技術開発機構.
- [5] Lee Siew Eang (2007.11), Building Energy Efficiency Development for Tropical Cities, UK-Singapore Workshop on Energy Technology.
- [6] Jessica Cheam (2007.11), Showcase of GREEN KNOW-HOW, Straitstimes.

- [7] NEDO 技術開発機構 環境技術開発部 (2008.3), 「環境の世紀」を技術開発で支える, NEDO 技術開発機構.
- [8] NEDO 技術開発機構 (2008.3), 平成 19 年度成果報告書難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術の開発, NEDO 技術開発機構.

事業運営組織

本事業は、次の委員会を設けて実施した。

平成20年度グローバル経済下での各国製造業の協力の在り方に関する調査研究委員会

委員長	木村 文彦	東京大学 大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 教授
委員	荒井 栄司	大阪大学 大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授
委員	梅田 靖	大阪大学 大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授
委員	川瀬 昌男	トヨタ自動車(株) 生技管理部 事務統括室 主査
委員	高田 祥三	早稲田大学 創造理工学部 経営システム工学科 教授
委員	中川 和明	(株)東芝 総合営業推進部 技術・事業開発担当 グループ長
委員	中野 冠	慶応義塾大学 システムデザイン・マネジメント研究科 教授
委員	馬場 研二	(株)日立製作所 新事業開発本部 資源循環推進室 室長
委員	早見 均	慶応義塾大学 産業研究所 所長 商学部 教授
委員	平尾 雅彦	東京大学 大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
委員	藤本 淳	東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授
委員	藤本 隆宏	東京大学 大学院 経済学研究科 教授
委員	松下 直久	富士通(株)ものづくり推進本部 生産技術開発統括部 統括部長
委員	松野 泰也	東京大学 大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 准教授
委員	山崎 雄介	清水建設(株) 技術研究所 副所長
委員	林 志行	東京農工大学 大学院 技術経営研究科 教授

(敬称略・50音順)

事務局	瀬戸屋 英雄	(財)製造科学技術センター IMSセンター 所長
事務局	鈴木 一規	(財)製造科学技術センター IMSセンター 研究開発部 部長
事務局	八木 淳一	(財)製造科学技術センター IMSセンター 研究開発部 部長代理
事務局	高橋 慎治	(財)製造科学技術センター 生産環境室 主席研究員
事務局	岡宗 秀一	(財)製造科学技術センター FAオープン推進室 部長代理
事務局	間野 隆久	(財)製造科学技術センター 調査研究部 課長

平成20年度調査研究事業

グローバル経済下での各国製造業の
協力の在り方に関する調査研究

平成21年2月

財団法人 企業活力研究所
産業競争力研究センター

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-5-16
Tel (03)6303-3860 Fax (03)3502-3740