

平成 16 年度  
欧州における製造科学技術の動向調査報告書

平成 17 年 3 月

社団法人 日本機械工業連合会  
財団法人 製造科学技術センター

## 序

戦後の我が国の経済成長に果たした機械工業の役割は大きく、また機械工業の発展を支えたのは技術開発であったと云っても過言ではありません。また、その後の公害問題、石油危機などの深刻な課題の克服に対しても、機械工業における技術開発の果たした役割は多大なものでありました。しかし、近年の東アジアの諸国を始めとする新興工業国の発展はめざましく、一方、我が国の機械産業は、国内需要の停滞や生産の海外移転の進展に伴い、勢いを失ってきつつあり、将来に対する懸念が台頭しております。

これらの国内外の動向に起因する諸課題に加え、環境問題、少子高齢化社会対策等、今後解決を迫られる課題が山積しているのが現状であります。これらの課題の解決に向けて従来にもましてますます技術開発に対する期待は高まっており、機械業界をあげて取り組む必要に迫られております。我が国機械工業における技術開発は、戦後、既存技術の改良改善に注力することから始まり、やがて独自の技術・製品開発へと進化し、近年では、科学分野にも多大な実績をあげるまでになってきております。

これからのグローバルな技術開発競争の中で、我が国が勝ち残ってゆくにはこの力をさらに発展させて、新しいコンセプトの提唱やブレークスルーにつながる独創的な成果を挙げ、世界をリードする技術大国を目指してゆく必要が高まっております。幸い機械工業の各企業における研究開発、技術開発にかける意気込みにかげりはなく、方向を見極め、ねらいを定めた開発により、今後大きな成果につながるものと確信いたしております。

こうした背景に鑑み、当会では機械工業に係わる技術開発動向等の補助事業のテーマの一つとして財団法人製造科学技術センターに「欧州における製造科学技術の動向調査」を調査委託いたしました。本報告書は、この研究成果であり、関係各位のご参考に寄与すれば幸甚であります。

平成17年7月3日

社団法人 日本機械工業連合会  
会 長 金 井 務

## 序

製造業の健全な発展は、経済成長の基盤強化に必要不可欠であります。しかしながら、モノづくりを経済の基盤としているわが国製造業において大きな環境変化に直面して解決すべき多くの課題を抱えており、諸活動のグローバル化が進展する中、ITの急速な革新への対応、循環型社会形成による諸環境問題への対応などを着実に図るとともに、製造科学技術の高度化を推進し、製造業の競争力の強化、維持が必要であります。このため、製造科学技術分野で積極的な研究施策を展開し、また、特に環境対応技術や機械加工技術分野等で先進的な欧州を対象として、産業技術政策の動向、英国における工学分野の状況、日系製造業の欧州での位置、環境にやさしい製造業の確立に向けた取り組みについて調査を実施しました。

具体的には、欧州における第6フレームワーク計画の実施状況、英国政府における科学技術関係予算措置、工学プログラムの概要及び評価、環境設計と標準化の動向を調査し、将来展望等を把握し記述しました。

最後に、本事業を実施するに当たり、経済産業省及び社団法人日本機械工業連合会のご指導ご支援に感謝するとともに、本事業にご協力いただきました関係各位に対しまして厚く御礼申し上げます。

平成17年3月

財団法人 製造科学技術センター  
理事長 庄山悦彦

# 目次

1. 序章.....	1
1.1 本調査の目的.....	1
1.2 調査手法.....	1
1.3 調査対象.....	1
2 産業技術政策の動向.....	3
2.1 EUにおける動向.....	3
2.2 英国の動向.....	5
2.2.1 予算措置.....	6
2.2.2 産業界における研究開発.....	8
2.2.3 地域を通じた産業技術振興.....	10
3. 英国における工学分野の状況.....	11
3.1 工学研究に対する資金サポート体制.....	11
3.2 工学・物理科学研究評議会による工学関連プログラム.....	14
3.2.1 工学関連プログラムの概要.....	14
3.2.2 工学関連プログラムにおける予算配分.....	15
3.2.3 工学関連プログラムにおける研究者の状況.....	19
3.2.4 工学関連プログラムにおける知識移転の状況.....	21
3.2.5 人材育成の状況.....	23
3.2.6 産学連携の具体例.....	24
3.3 英国の工学研究に関する評価.....	25
3.3.1 概要.....	25
3.3.2 国際パネルメンバーによる全般的所感.....	26
3.3.3 パネルによる具体的な評価.....	27
3.3.4 成功している研究グループの特徴.....	30
3.3.5 アンケート結果.....	30
3.4 違いのわかる工学 (Engineering the Difference) –ジェイムス・ダイソン氏による BBC のリチャード・ディンブルビー講演から–.....	34
3.5 極小 (micro) 企業が西側先進国においても引き続き成功し得るためには?.....	50

3.6 英国のロボティクス及び人型ロボット研究の現状.....	53
3.6.1 各研究審議会等の動き .....	53
3.6.2 英国でロボティクス関連の研究を行っている機関 .....	54
3.6.3 企業における活動.....	54
3.6.4 その他ロボティクスを扱っている団体、ウェブサイト等.....	55
4. 日系製造業の欧州での位置 (Katsuno,2004) .....	57
4.1 日系製造業の欧州進出状況と今後の展開.....	57
4.2 研究開発、デザインの拠点形成へ.....	58
5. 環境にやさしい製造業の確立に向けた取り組み .....	60
5.1 背景 (Otto , No Date) .....	60
5.2 持続可能な開発に関する枠組み (Otto , No Date) .....	61
5.3 環境設計と標準化.....	62
5.3.1 炭素排出量認定について.....	62
5.3.2 持続可能な製品設計における標準化の動向(CSE,2005) .....	63
5.4 大学工学部教育における持続可能性に対する取組み.....	64
5.5 環境規制の動向 (RSA, 2005) .....	69
6. 引用資料.....	72
7. 添付資料.....	75

# 1. 序章

## 1.1 本調査の目的

日本における製造業の抱える課題に対応するヒントを得ることを目的として、欧州、なかでも英国における製造業及び関連の科学技術に関する最新のトピックスを収集する。なお、本報告書は随時収集したトピックスをまとめたものなので、読者はどこから読んでもらっても構わない。何かヒントとなるものを得ていただければ幸いである。

## 1.2 調査手法

主にインターネット上の公開情報、関係機関によるプレスリリース及び新聞情報を基に情報を収集した。

## 1.3 調査対象

日本の製造業にとって一つの課題は、持続可能な経済システムの構築にどのように貢献できるかということであろう。(例えば、2005年4月に、IMSプロジェクトの第1フェーズが終了するが、第2フェーズ移行に当たっては、社会全体の共通課題である環境を取り上げ「エコマネジメント生産システム技術開発」プロジェクトが検討されている。)

その貢献の仕方としては、既に様々な取り組みが行われてきているところであるが、新技術により製造工程における資源の利用量を削減することや、製品設計の工夫によりリサイクルを容易にすることなどが挙げられよう。情報技術の有効活用もキーとなろう。

さらに、こうしたことを達成するために、そうした科学技術分野を担う人材の育成も必要であろう。

情報化技術をいかに製造業に取り込み、生産性向上、付加価値の増大を図るかも熱心に検討されている。

このような状況は、欧州諸国においても同様であり、本調査では英国を主たる事例としつつ、欧州フレームワーク計画等の基盤部分についてもレビューをする。

また、日本における製造業の凋落、学生の理系離れが言われて久しいが、その状況を踏まえつつ、そうした課題・状況に適切に対応していくことを考える上ヒントとなり得る情報を集めることとする。収集した情報は大きく以下のように分けられる。

－ 産業技術政策の動向

我が国の製造業の位置付けを考察するに当たり、欧州及び英国における産業技術政策の動向を概観する。

－ 英国における工学分野の状況

製造業の科学的基盤である工学分野の現状について、英国に焦点を当てる。

また、工学分野、製造業分野に関する興味深い講演、新聞記事についても紹介する。

－ 日系製造業の欧州での位置

我が国の製造業の欧州での活躍の状況について。

－ 環境にやさしい製造業の確立に向けた取り組み

環境技術と標準化の関係、環境にやさしい技術開発を進めるための人材育成の取組み及び環境規制の動向等について。

## 2 産業技術政策の動向

### 2.1 EUにおける動向

EUにおける科学技術政策の大きな枠組みとして、フレームワーク計画（以下FP）があげられる。EU条約では、複数年にわたる研究技術開発計画の策定について規定があり、現在、2002～2006年を期間とし、総額190億ユーロの研究開発予算を投じる第6次フレームワーク計画が実施されている。2004年までに、全体で50カ国の約15万を数える研究機関から、28,000件の研究提案書が申請された。そして、バイオ、ナノテク分野等において約200の主要な国際研究ネットワークやプロジェクトが推進されている。

(EC,2004) 現在も逐次、研究開発テーマの募集が行われている。主な研究開発分野は、情報技術、ライフサイエンス／バイオテクノロジー、ナノテクノロジー、材料、新製造技術、航空機、食の質と安全、新エネルギー、新交通システム、地球環境とエコロジー、科学と社会、原子力といった分野となっている。(EC, No date)

第6次フレームワーク計画の中で、製造業と情報技術双方に関連するプロジェクトの例には、情報社会技術(IST)プロジェクトの中のPLANETプロジェクトがある。ここでは、人工知能を用いた計画法(AI Planning and Scheduling)分野に取り組んでいる。航空宇宙への応用、製造ラインの高度化(Intelligent Manufacturing)、知識工学、オンラインによるプランニングとスケジューリング、ウェブ向けのプランニングとスケジューリング、ロボット設計、そしてワークフロー管理の7つの研究分野から構成されている。このうち、製造ラインの高度化(Intelligent Manufacturing)は、英国のサフォード大学の研究者が取りまとめ役となっている。PLANETプロジェクトでは、製造システムの設計、製造工程の計画とモニタリング、シミュレーション手法による製造工程の技術面からの評価といった課題のうち、特に、コンカレント・エンジニアリング、分散型プロジェクト管理、バーチャル企業(関係する複数の企業が特定の目的のために共同作業を行うための基盤の創造)といった問題に取り組んでいる。(European Network of Excellence in AI planning, 2003)

一方、2006年末から開始される予定の第7次フレームワーク計画については、現在具体案が検討されているところである。2004年には、欧州委員会が同計画の重点領域案を発表し、また、インターネットを利用して関係者に対する意見照会が行われた。

欧州委員会による2000年のリスボン宣言及び2002年のバルセロナ・コミットメントにより、EUにおい

ては、2010年までに研究開発活動をEU全域でのGDPの3%にまで高めることを目標として設定している。このために要する研究開発費用のうち、3分の2を民間から、残りを公的部門から得ることとしている。EUの現状はEUのGDPの約2%相当の研究開発費しか確保されておらず、これは米国の2.8%、日本の3%といった数字より低い状況にある。(EC,2004) こうしたことも背景にあつてか、欧州委員会は、第7次計画  
中、EUの研究助成総額を現在のほぼ2倍の、1年あたり平均100億ユーロに引き上げることを提案している。

研究開発分野については、第6次フレームワーク計画で実施されている主要研究分野に加えて、新たに宇宙及びセキュリティー分野にも力を入れていく方針としている。

また、ECは、2004年6月に「科学技術：欧州未来の鍵」報告書を公表し、次の6点を踏まえた施策展開を明言している。(EC, 2004)

- Centre of Excellenceの形成
- 主要産業分野での技術開発プラットフォームの確立
- 基礎研究チーム同士の競争の活性化
- 人材育成の強化
- 大規模研究開発施設の整備
- 共同研究プログラムの推進

2005年末までには、具体的な予算案とともに、第7次フレームワーク計画の具体的内容が決定される予定である。

なお、同計画に盛り込まれるテーマ領域の特定にあたり、ECが採用している基準は以下のとおりである。

#### ○ EUの政策目的に対する貢献

EU条約等から生まれる研究ニーズ、EU産業の競争力並びに市場予測、フォーサイトや、類似の活動により認識された将来のニーズ及び研究コミュニティや産業界からの見解を踏まえつつ、以下の基準により判断する。

- ・ 社会のニーズに対応した新しい知識を生み、欧州政策の目的に合致すること。
- ・ 欧州を持続的経済成長を可能にするための躍動的で競争力ある知識経済へと移行させるものであること。
- ・ 政策目的の分野としては、健康、消費者保護、エネルギー、環境、開発援助、農業及び漁業、バイオテクノロジー、情報通信、運輸、教育及び職業訓練、雇用、社会問題、経済連携、司法と国務等がある。

- ・ 喫緊に対応の必要性がある領域、中長期的に重要になる可能性のある領域であること。

#### ○ EU の研究開発の潜在性

第6次フレームワーク計画での投資の評価と成功例分析、欧州の研究業績の国際比較、研究コミュニティや産業界からの見解を踏まえつつ、以下の基準により判断する。

- ・ 欧州が非常に優れた研究を行える可能性の高い分野であること。
- ・ また、優れた技術開発が望める分野でもあること。
- ・ 同時に、結果を社会的に普及させたり、経済的利益に結び付けたりできる可能性の高いものであること。例えば、将来的な助成は、可能な限り、過去及び現在の投資や、研究及びその応用分野における成功例に基づいて行なうこと。

#### ○ 付加価値の創造

欧州全体での公的助成の追加等については、EU や加盟各国で現在利用できる公的助成制度の水準や影響の分析、研究コミュニティや産業界からの見解を踏まえつつ、以下の基準により判断される。

- ・ 研究開発がもたらす経済外部効果及び幅広い便益の存在、並びに官民からの投資増加が必要であると判断されること。
- ・ 共同研究のための欧州のエクセレンス・センターが必要であるということを根拠に、欧州として積極的な関与が行われること。
- ・ 必要な学際的研究領域について、その規模や範囲を設定すること。
- ・ 不必要な研究の重複や細分化並びに、連絡や相互運用性の不足を改善すること。
- ・ 政府の枠組みを越えた活動並びに各国、個々の企業で行われている活動を補足すること。
- ・ 欧州レベルでの共通課題に取り組む、欧州研究開発の素晴らしさの認知度を高める、などである。

## 2.2 英国の動向

英国は、2002年までのノーベル賞受賞者数のうち、ケンブリッジ大学が80名を輩出し、世界一を誇っている（第2位シカゴ大学（73名）、第3位コロンビア大学（64名））。（CLO, Univ. of Cambridge, 2004）こうした実績を背景に、研究開発におけるイノベーションを産学連携を通じて、製品・サービスに具現化し国の

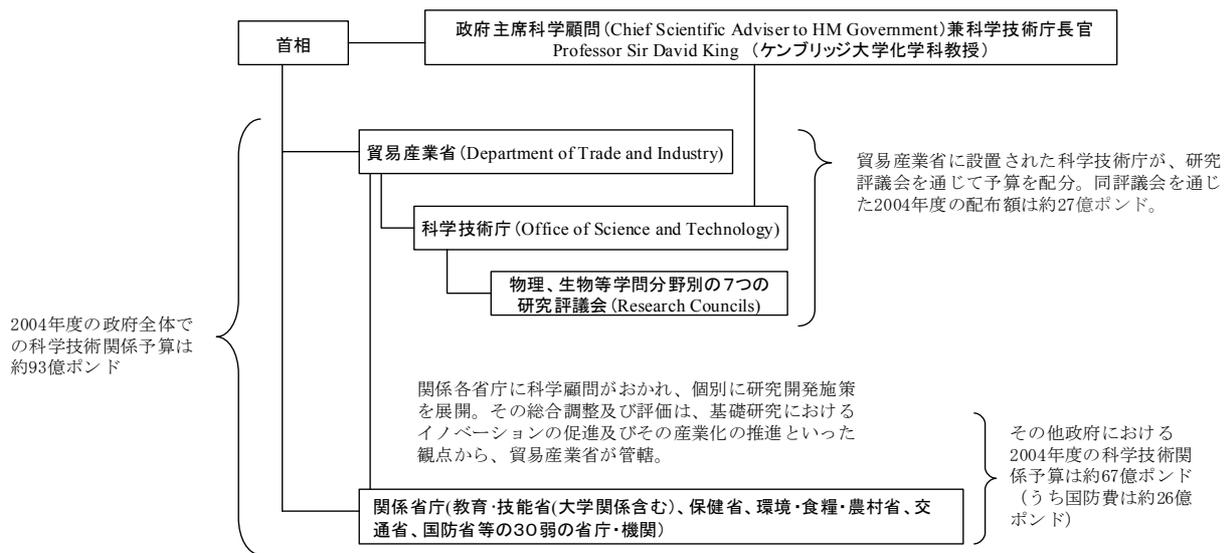
競争力強化を図り、知識集約型経済システム（Knowledge-based economy）を確立することが主要政策課題となっている。

### 2.2.1 予算措置

2004年度の政府全体の科学技術関係予算(国防関係含む)は93億4,800万ポンド(1ポンド=200円として換算して1.9兆円)(前年度比1.3%増)であり、同年の総政府予算支出に占める割合は3.3%となっている(日本の場合は3.6兆円、同3.4%、対前年比0.8%増)。

2001年度の科学技術関係予算の基礎・応用分野への配分状況を見ると、研究評議会からの予算に関しては、66%が基礎、34%が応用分野へ振り分けられた。一方、行政機関からの予算に関しては、94%が応用、6%が基礎分野への配分であった。(HMTreasury, 2004; OST, 2004; 総合科学技術会議, 2003)

図1 科学技術政策に係る体制と予算配分の概要



(出典) 外務省, 2002 を基に作成

2004年7月、政府は、The Ten-year Science and Innovation Investment Framework 2004-2014 を公表した。これは、今後10年間の政府の科学技術及びイノベーションに関する取り組みを示し、とりわけ科学技術やイノベーションによる経済成長と公共サービスへの貢献、また、こうした貢献を可能とする研究制度を作り出すための予算の枠組みを展望するものである。科学と産業の連携による生産性向上を強調し、こうした連携こそが経済政策の鍵を握るとしている。これに従い、科学に対する投資はかなり増額される方向となっている。

具体的には、次のような目標が掲げられた。(HM Treasury et.al., 2004)

- ・ 研究開発費の GDP に占める割合を現状の約 1.9 から、2014 年までに 2.5% に引き上げる、
- ・ 公共の科学的基盤 (Public Science Base) への投資を少なくとも今後 10 年間の経済成長に合わせて行っていく、
- ・ 毎年 5 億ポンド (1,000 億円) をかけ大学の研究施設を更新する、
- ・ テクノロジー戦略に基づき 2004 年から 3 年間の間に少なくとも 1 億 7,800 万ポンド (356 億円) を産学連携プロジェクトに拠出する、
- ・ 大学側の産学連携研究を促進するための予算措置として 2007 年度までに年 1 億 1,000 万ポンド (220 億円) を拠出できるようにする、
- ・ 初等中等教育を含め教員の質を向上させる、博士課程の学生への財政的支援を強化する、
- ・ 科学技術と社会の関係に係る国民との対話を進める、

等

なお、上記の 2.5% という目標値を達成するには、官民を合わせた研究活動が、大幅に強化される必要がある。今後 10 年間で平均予算増加率が 5.75% に達する必要がある。従って、目標達成には、民間や主要な科学振興に関わる基金 (charities) による投資が、政府の投資に加えて必要であるほか、産業界からの研究開発投資の増額にも取り組むことが必要となる。

また、融合領域の研究にも注力することが掲げられており、地球科学、システムバイオロジー、新エネルギー、認知科学、情報セキュリティ・防犯技術、社会科学が分野として例示されている。

さらに、貿易産業省は、2004 年 11 月、以下の各項目を軸とした 5 カ年戦略を示した。

- ・ 科学技術力の強化とイノベーションの加速
    - － 産官学連携の融合研究推進のためのニュートン補助金の創設
    - － 企業、研究者等から行政側へのアイデア提案スキームの創設 等
  - ・ 規制改革の推進
    - － 今後 5 年間で DTI の規制により生じていた産業界の経済的負担を 10 億ポンド以上削減すること
- 等
- ・ ベンチャー企業育成
    - － 中小企業への支援の強化、地域開発公社による支援
    - － 一度起業に失敗しても復活した経営者を表彰するフェニックス賞の創設
    - － 女性企業家の比率を 2006 年までに 20% にする 等

- ・ 産業人材対策
  - － 英国内で不足している分野において、海外から英国に留学し博士課程を修了した者を活用すること
  - － 職場環境の見直しによる効率化を促進するため、Union Modernisation Fund を 2005 年春から導入 等
- ・ ヨーロッパ統合への取り組み
  - － エネルギー市場の自由化と新エネルギー活用の一層の促進

## 2.2.2 産業界における研究開発

2001 年度において、政府、大学、産業界等からなる英国全体での研究開発支出額（国防関係を除き、人文・社会科学を含む。）のうち、半分が産業界からの支出で占められた（図 2）。さらに、2001 年度における、産業界での研究開発額を業種別に見ると、製薬業界において最も大きかった（図 3）。（OST, 2004）

また、2004 年度の研究開発スコアボードによれば、英国は研究開発費支出額で世界トップ 700 社のうち 41 社を抱え、その数において米国、日本、ドイツに次いで 4 番目に位置している。また、業種としては製薬・バイオテクノロジー・健康関係及び航空宇宙・国防関係の産業において活発な研究開発が行われ、他方、電子機器、情報（ハード・ソフト）の分野は相対的に弱いとされている。（DTI, 2004a）

供給源ごとの研究開発費支出額(2001年度)  
(国防関係を除く)(単位:百万ポンド)  
(合計 16,125百万ポンド(約3.2兆円))

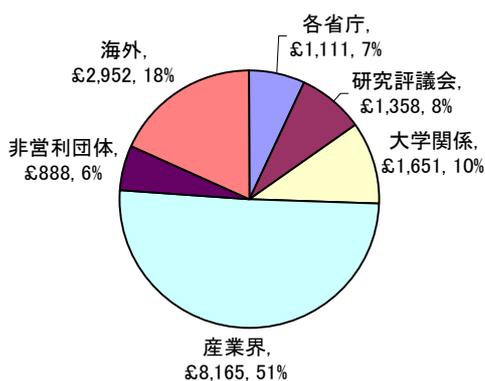


図 2

産業分野別の研究開発費利用額(2001年度)  
(国防関係を含む)(単位:百万ポンド)

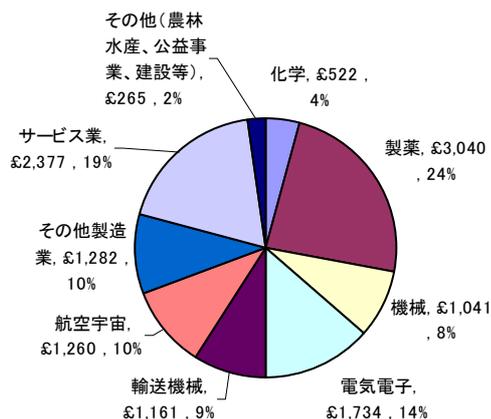


図 3 (出典)OST, 2004

産業界に対する補助金等の支援スキームについては様々なものがあるが、例えば、政府は、産業界の有識

者からなるテクノロジー戦略委員会において策定される、英国の競争力強化にとって重要であり政府が対策を講じるべき新技術分野に関して、今後 2005～08 年の 3 ヶ年で 3 億 2,000 万ポンド（640 億円）の産業界向けの補助金を支出することとしている。このための公募は毎年春と秋の 2 回に分けて行われ、公募開始は 2004 年末からとなっている。（DTI, 2004b）

なお、テクノロジー戦略について補足すると、同委員会は、先に述べた、政府の 10 年間の投資フレームワークの一環であり、同戦略が、将来の企業活動の成功に大きな影響を及ぼす新技術、並びに未来技術を特定し、それに対し政府が助成を与える他、活動内容の方向性を決定するという仕組みになっている。戦略の内容を具体的に決定付けるのは、主に企業幹部がメンバーとなっているテクノロジー戦略委員会である。また、同委員会は、テクノロジー戦略に基づいて策定されるテクノロジー・プログラムでの優先分野が、市場と直結したものであるようにすると共に、予算配分において幅広く助言を与えることとなっている。さらに、同委員会は、企業、政府、その他の関係者らとのハイレベル・フォーラムとしての機能も果たすことになる。現在検討されている優先分野は、次の 4 分野である。

- ・ ナノテクノロジー再生可能エネルギー
- ・ 持続可能な発展に寄与する技術
- ・ 生命科学
- ・ システム及び情報通信分野（ICT）

これらの分野は、例えば航空機、自動車産業、ヘルスケア産業、環境に配慮型の土木・建築産業、デジタルコンテンツ産業、小売・流通業、金融サービス業といった重要度の高い応用分野と密接に結びつくことから優先分野とされている。

支援の具体的内容は、以下のとおりとなっている。

- ・ 連携による共同研究 (Collaborative Research) (企業—大学・研究機関、又は企業—企業)への支援。EU の国家助成規定により 25%～75%まで助成が与えられる。対象は製造業とサービスセクター。個別のプロジェクトは 200 万～500 万ポンド規模。
- ・ 知識移転ネットワーク (Knowledge Transfer Networks) 設立のための支援。目的は、科学、工学、技術基盤と産業との間における知識移転を促進することであり、ネットワーク化を通して、産業界や学会とセクターは違っても類似の分野で研究する他の企業や研究機関との間の交流を深め、情報

交換を進める。

このほか次のようなネットワークを立ち上げる予定としている。

- ・ 自由裁量ネットワーク (managed network) : 様々な開拓のための活動を通し、知識や情報の交換を活発に促進していくことを目的としている。産業界、学会、その他専門化集団から様々なプレーヤーを集めた大がかりなネットワークを想定。
- ・ インフォメーション・ネットワーク : 知識を持つものと利用するもの間の情報ギャップを埋めていくことを目的とするネットワーク。オンライン上で利用できるインタラクティブなネットワークになる可能性が高い。
- ・ 問題解決ネットワーク (Issues Network) : 英国内外の科学、工学、技術基盤の知識を基に、実践的な問題解決や事態調査活動を行うため、産業界のプレーヤーを集めネットワーク化する。

英国における、このようなネットワークの先進事例としては、燃料電池に係るものと複合材料に係るものがある。

### 2.2.3 地域を通じた産業技術振興

地域における産業技術振興の重要性については、各地域開発公社 (Regional Development Agency) の Regional Economic Strategy中に位置付けられており、2002年度において、地域開発公社全体で2億4,000万ポンド (480億円) が産業技術分野に投資された (地域開発公社全体予算の約15%に相当)。さらに、2004年末までに、すべての地域開発公社が独自の科学・産業審議会 (Regional Science and Industry Council) を設置予定である。(HM Treasury et. al., 2004)

また、2002年におけるイギリスサイエンスパーク協会に加盟しているサイエンスパーク数は62 (前年比1.6%増) であり、それらのサイエンスパークにおいて活動する企業総数は1,827社 (前年比7.7%増)、雇用者数は42,655名 (前年比9.3%増) であった。(UKSPA, 2003)

### 3. 英国における工学分野の状況

#### 3.1 工学研究に対する資金サポート体制

英国における工学研究に対する公的研究資金供給の主要経路は、次のような二種類の流れ（いわゆる二元的支援システム）によるものである。（Royal Academy of Engineering, 2004a, pp5-7）

- 各財政評議会 ー教育技能省等による資金供給として、大学に対するまとまった予算配分を行なう。中身としては、学部生教育のための補助金、研究活動に係るものも含む施設整備費である。
- 各研究評議会 ー貿易産業省に所属する科学技術庁による資金供給として、研究プロジェクトへの資金、及び大学院生とポスドクのための支援資金を供給する。

財政評議会に関しては、英国における地方分権の動きにより（それぞれ度合は異なるが）、スコットランド、ウェールズ、北アイルランドに対して特に教育面でより大きな自治権が与えられ、その結果各地域が個別の教育省を持つに至っている。現在、高等教育機関向けに下の4つの財政評議会等が存在する。

- イングランド高等教育財政評議会（HEFCE）：教育技能省による資金供給を行う
- スコットランド高等教育財政評議会（SHEFC）：スコットランド政府による資金供給を行う
- ウェールズ高等教育財政評議会（HEFCW）：ウェールズ学習教育庁による資金供給を行う
- 北アイルランド雇用学習省（DELNI）（注：他の地域と異なり、その規模から、北アイルランドでは、同省が高等教育財政評議会の機能を併せ持つ。）

それぞれの機関が、まったく同一というわけではないが、類似の政策を遂行している。相違点の例としては、大学の研究評価結果（RAE）を利用しての大学への資金配分、授業料における負担額への反映方法における違いなどがある。

一方、研究評議会に関しては、各地域ではなく、英国全体を対象としている。現在、7つの研究分野に対応した研究評議会が存在する。

- 工学・物理科学研究評議会：工学及び物理科学部門の研究及び人材育成を担当
- バイオテクノロジー・生物科学研究評議会：基礎的な生物科学分野における研究及び人材育成を担当
- 経済学・社会科学研究評議会：経済学及び社会科学における研究及び人材育成を担当

- 医学研究評議会：医学及びその関連科学分野の研究及び人材育成を担当
- 自然環境研究評議会：環境科学分野での研究及び人材育成を担当
- 素粒子物理・天文学研究評議会：高エネルギー物理学、素粒子物理学及び天文学分野における研究及び人材育成を担当
- 中央研究機関研究評議会：大規模研究施設を利用する研究分野（ニュートロン、ミューオン、シンクロトロン、レーザーに係るもの）を担当

なお、補完的な機関として、芸術・人文科学研究委員会が存在し、美術、クリエイティブ分野、歴史、語学、哲学、思想分野等を担当している。同委員会は 2005 年 4 月に研究評議会へ格上げされることとなっている。

これら研究評議会間の業務の調整については、研究評議会会長により行われる。現在の会長職には、国防省の前主席科学顧問であった、キース・オニコンス卿が就任している。同氏は、他に、オックスフォード大学の鉱物物理学・化学教授、地球科学部長を歴任している。

以上のように大きく 2 つに分類される公的な資金供給スキームに加え、主な民間の研究資金供給源として、次のようなものがある。

- 産業界は英国大学研究における主要な支援部門である。大学、学部もしくは研究者が産業界のパートナーと通常の研究業務の一環として契約を結ぶことが出来る。
- 王立協会(英国の科学アカデミー)は、自己資金に加え、特定の公的資金供給スキームも代理運営している。
- ウェルカム財団は、医学、生物学及び化学の分野における公益団体として、時に財政評議会及び研究評議会と提携して多額の資金供給を行っている。
- 諸々の学術協会及び専門家団体、例えば化学技術者協会、土木技術者協会、電気電子技術者協会、機械技術者協会、王立航空宇宙協会、王立工学アカデミーなど。
- その他の財団及び慈善団体、例えばナッフィールド財団、リバーハルム財団、医療・癌関係慈善団体。

さらに近年では、大学及び研究機関での特定の研究課題に対応する目的でいくつかの重要な資金援助イニシアチブが実施されてきている。それは次のようなものである。

## 科学研究投資資金 (SRIF:Science Research Investment Fund)

科学技術庁及び、教育技能省の共同イニシアチブで、現行研究機関のインフラの質を高めるのを目的としている。SRIF は 2000 年 7 月に発表され、資金に対する最初の募集は 2001 年 2 月に行われた。政府による 2002 年歳出報告を受けて、2002 年 12 月、第二期 SRIF の実施が発表された。

## 共同情報システム委員会 (JISC:The Joint Information Systems Committee)

これは教育、学習、研究及び運営を支援するために IT 技術を利用するにあたっての戦略的ガイダンス、アドバイス、機会を提供することにより、高等教育を支援するものである。JISC は英国における 16 歳以上の高等教育を対象とする各財政評議会から出資されている。長年にわたり、多くのイニシアチブ及び補助スキームを実施してきており、電子ジャーナル導入、図書館資金援助、教育及び研究における IT 化促進の役割などを行ってきた。

## 研究キャリアイニシアチブ (RCI:Research Careers Initiative)

1996 年、英国内における諸機関の代表者と主要な研究資金供給者が集まり、英国の大学及びカレッジにおいて研究を行うべく採用された任期付き研究スタッフの管理に関する協定を結んだ。その結果、研究キャリアイニシアチブが王立協会フェローでシェフィールド大学副学長、現オックスフォード大学ウォルフソン・カレッジ学長であるギャレス・ロバーツ卿のもとに発足した。RCI は上記協定の制約事項の遵守状況を監視し、また任期付き研究スタッフのキャリア管理・開発の優れた事例の認定・奨励を図るものである。

## ロバーツ報告書

2003 年にギャレス・ロバーツ卿が行った、研究活動を行なう人材に関する調査は、質の高い研究スタッフの雇用・維持に関して生ずる多くの問題を認めている。この報告書は幾つかの提案を行っている。その第一は研究奨学金の増加が望まれる点、第二は高等教育機関が博士課程在籍期間を 4 年に延長すべきであるという点である。

高等教育参加者の層を広げ、かつ、その数を増加させることは、英国政府の主要目標の一つである。従って各財政評議会及び大学は、高い水準を維持するとともにコース未了学生の割合を増やすことなく、より広い参加、平等なアクセス、生涯教育に向けて明らかな前進を築くべく一連の目標を設定している。

## 主席科学顧問

政府主席科学顧問は、貿易産業省の科学技術庁内にポストを持ち、そこを基盤に活動するが、その任命は

首相によりなされる。現在の政府主席科学顧問は、デイビッド・キング卿である。同氏はケンブリッジ大学の化学教授の地位を維持したまま顧問職についている。

政府主席科学顧問の役割は、首相及び内閣に対して科学的助言を与えることにある。また、政府の全省庁に対して（いくつかの省庁は自前の科学顧問を持っているとはいえ）、科学関係の政策の総合調整に関する責任を有している。財政評議会、研究評議会及び各省庁の科学顧問から構成される科学基盤調整委員会の委員長も務める。

## 3.2 工学・物理科学研究評議会による工学関連プログラム

### 3.2.1 工学関連プログラムの概要

工学・物理科学研究評議会による工学関連プログラムは、刺激にあふれ、変化に富み、挑戦の意欲を掻き立てるような研究活動をサポートしている。その具体的範囲・特徴は次のとおりである。(Royal Academy of Engineering, 2004a, pp41-44)

- ・ 工学関連プログラム以外の、工学・物理科学研究評議会の研究プログラムとも関連を持つ。
- ・ 工学・物理科学研究評議会と近い関係にある他の研究評議会とも協力関係にある。
- ・ 外部との、また国際的な研究協力を支援・推奨している。
- ・ 政府の主要省庁と連携している。
- ・ 製造業、商業、公的機関、サービス業、公益団体等、広範にわたるユーザーサイドと緊密な協力関係を持つ。
- ・ 工学・物理科学研究評議会における活動の中で、最も多額の予算措置を受けている。
- ・ 研究評議会制度の中で、最も多くの共同研究及び共同出資プロジェクトを抱えている。
- ・ 自前の研究資金の場合及び他からの研究資金の場合の双方において、その殆どの研究活動における共通の特徴として学際性を持っている。
- ・ 総合的かつ学際的な研究手法において欧州内でも特徴的な研究活動を自ら実践している。
- ・ 1996年の工学関連プログラムの見直し以来、ダイナミックであり、大きな変化も遂げてきた一連の研究プロジェクトを擁している。

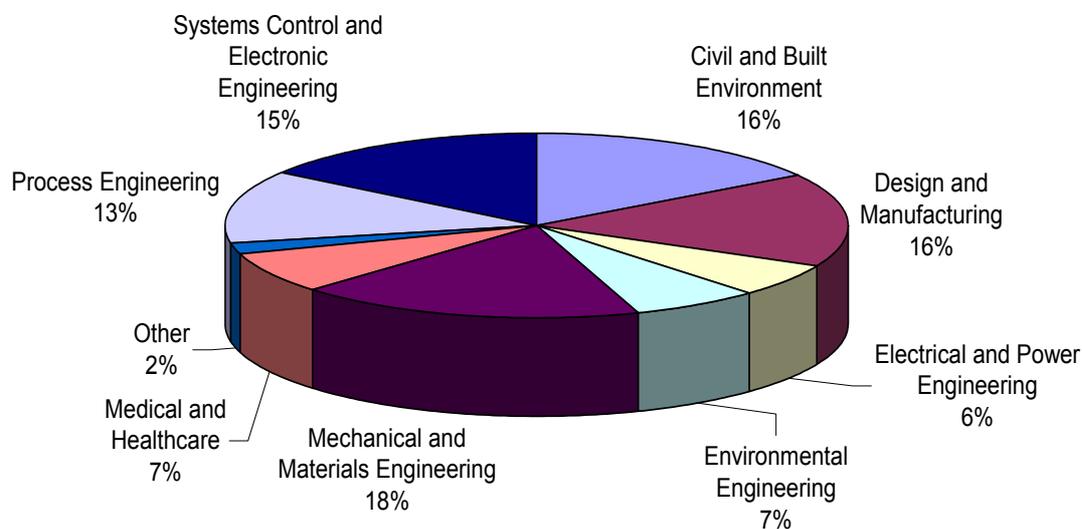
工学関連プログラムは、工学・物理科学研究評議会のミッションのうち三つの主要な課題にフォーカスしている。すなわち①工学研究分野の健全な発展に対する支援、②国富の増大、及び③英国国民の生活の質の向上である。

- ・ 工学プログラム(The Engineering Programme) は、世界的に一流の基礎研究、戦略研究及び応用研究に対する支援に注力している。本プログラムにより、工学分野全般の研究活動が、英国の学術的な研究基盤の健全性と活力を確固たるものにするのを可能としている。また同時に、本プログラムは、基礎的な科学技術の成果を応用展開することを助けたり、新規分野のいち早い取り込み及び振興も目的としている。さらに、才能あふれる新しい研究者を支援し、研究グループの設立に際して安定性と柔軟性を与え、工学分野に対する国民参加の促進も図っている。
- ・ 革新的製造プログラム (Innovative Manufacturing Programme) の目的は、製造関連の工学学問分野におけるハイレベルの研究活動と大学院修士レベルの教育活動を推進・支援することにある。そして、英国における製造業のパフォーマンスの改善及び英国経済への貢献度を増大させることを目指している。多くの革新的製造技術研究センター (Innovative Manufacturing Research Centres) の設立は、その目的達成のための一つの方法であり、今日までに、16 の革新的製造技術研究センターが設立されている。主要な製造科学技術は全てカバーされており、研究活動の規模は、1,450 万ポンドから 200 万ポンドまでと様々である。
- ・ インフラ及び環境プログラム (Infrastructure and Environment Programme) は、国にとって重要な、国民生活の質の改善に関する問題に取り組んでいる。本プログラムは持続可能な未来社会を目標に据えて、個人レベルから地球規模レベルまでの様々なレベルの問題を扱っている。この目的達成のために、研究コンソーシアムの設立が行われている。そうした研究コンソーシアムは、研究実施者及びユーザーサイドが研究計画を共有し、共同研究を行う学際的なチームとなっている。

### 3.2.2 工学関連プログラムにおける予算配分

工学研究に関する総予算額は、約4億ポンドとなっている。この工学部門の学問分野別の内訳は次図に示すとおりである。この図から分かるように、機械・材料工学に対する資金配分が18%と最も多く、次いで、土木・環境工学(16%)、設計・製造技術(16%)、システム制御及び電子工学(15%)の順となっている。

## Engineering Grant Portfolio by Theme



The total value of the Engineering Programmes current grant portfolio is £399.4M (£200.4M Engineering, £117.4M IMP and £78.1M IEP)

図 4 工学分野における個別テーマごとの予算配分の割合

(出典: Royal Academy of Engineering, 2004a,p42)

一方、工学研究全般を見渡して目に付く新しい特徴は、研究開発能力面でのクリティカルマスまで発展させるために、継続的な、または固定された金額の支援を受けている研究センターやグループの設立である。こうした動きは、従来、革新的製造プログラムやインフラ及び環境プログラムによる研究センターやコンソーシアムの設立によって行われてきたが、工学プログラムを通じたクリティカルマス達成のためのサポートも増加してきている。

プラットフォーム補助金は、工学プログラムに基づき 1999 年度に導入された。現在、当該補助金に基づくプロジェクトは約 60 存在する。本補助金は、先導的な研究チームに対して、安定的な資金供給を行い、且つ新しいアイデアの探求のための真の柔軟性を提供するという両面において優れたメカニズムであると考えられてきた。その評価及び更新の可否の検討は 2003 年に始まった。この補助金の優れた点は二つあった。一つは、過去の実績を見てわかるように、本補助金を受ける研究活動は、どれもハイレベルのものであった。二つ目には、工学・物理科学研究評議会は、本補助金の柔軟性を存分に活用して、研究グループ全体での恩恵を最大限受けられるようにしている研究グループはどれかを調べることも出来た。このため、プラットフォーム補助金は、補助金の受け手側において、また、より広く学界においても高く評価されている。毎

年開催されている、プラットフォーム補助金獲得者のための数々のワークショップに対する出席率も大変良く、このことがまた、本補助金の人気を表している。こうしたワークショップの重要性は、それが、工学プログラムの企画・運営チームと、学界における主要な研究チームとの間の効果的な議論のためのものである。工学プログラムはまたポートフォリオ・パートナーシップも支援している。二つのパートナーシップが既に確立され、将来のパートナーシップのための新しい提案も現在審査されている。総合的な研究開発活動に対する資金供給も、工学プログラムにおける戦略パートナーシップを通じて行なわれている。この例には、航空工学等に関する BAE システム社の例（後述）がある。

インフラ及び環境プログラムは、革新的、共同的、学際的なパートナーシップを展開するための全く新しいアプローチである。研究コンソーシアムは、都市デザインから洪水リスクマネジメントに至るまでの広範な学問分野について設立された。この新しいメカニズムは、大変多様性のある研究者集団や、人類学、不動産、土木工学から物理学といった様々な学問分野において、新しく挑戦しがいのある研究課題の設定が共同で行われることを可能ならしめるよう考えられている。非常に多額の共同研究資金が、産業界、政府省庁、その他のユーザ機関から寄せられてきている。

革新的製造プログラムは、既存の多くの研究センターへの一定額のサポートという、少し異なる手法を採っていた。当該プログラムによる資金の約 75%は、それが多くの標準的な補助金であるにもかかわらず、主として十数か所の研究センターへのみ分配されてきた。この分配パターンはとても固定的で、補助金のストックを溜め込むことに腐心している研究グループへ配分が続けられていた。支援は 5 年以上にわたり一定額の提供という形で行われ、その額も、もともと以前の 5 ヶ年で受けていた額と同額であった。12 の研究センターへの最初の資金提供はこうした形で行われた。それ以降、新たなセンターが、ゼロから、またはある程度の統合を経て、研究分野の隙間を埋めるべく設立されてきた。現在は 16 のセンターを通じて、約 1,000 社の企業が共同研究を行っており、その研究資金は貿易産業省等の他の機関からも来ている。これらセンターは、独立したパネルによって、毎年レビューを受けることとなっている。

工学関連プログラムの補助金額の分布を分析してみると、次表のようになる。この表は、クリティカルマスに達する活動に対して予算配分の集中が起こっていることを示している。それは、1990 年代の、10 万〜25 万ポンド程度の予算配分が主流であった時と比べて、大きな変化を示している。30%を超える割合で、100 万ポンド以上の予算配分が行われている。現時点では、まだ、小規模予算も重要であり続けるであろうが、今後 3 ヶ年のうちに、大規模予算へのシフトが引き続き起こるものと予想される。

図5-1 補助金の規模による分布

補助金の規模	補助金総数	数における割合	金額における割合
<£100k	1511	31.4%	7.3%
£100k-£200k	1455	34.9%	21.1%
£200k-£300k	904	19.7%	19.2%
£300-£400k	250	4.9%	6.8%
£400k-£500k	205	4.3%	7.5%
£500-£600k	72	1.1%	2.4%
£600-£750k	59	0.7%	1.9%
£750-£1M	51	0.4%	1.3%
£1M-£2M	121	0.8%	5.4%
£2M-£3M	50	0.9%	9.0%
£3M-£5M	34	0.6%	8.5%
>£5M	35	0.3%	9.7%
合計	4751	100%	100%

(出典: Royal Academy of Engineering, 2004a, p44)

なお、工学・物理科学研究評議会における分野別の研究予算の推移は次のとおりである。

図5-2 年度別の研究予算額の推移

(単位 百万ポンド)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
工学・物理科学研究評議会プログラム					<i>(Planned)</i>	<i>(Planned)</i>
工学プログラム	44.5	58.8	49.8	64.0	68.0	70.5
革新的製造プログラム	36.5	25.0	11.5	16.2	16.9	16.7
インフラ及び環境プログラム	29.0	20.0	17.2	30.9	27.5	20.4
数学	8.5	11.0	9.5	11.7	13.4	14.1

物理学	44.0	41.5	24.5	28.5	29.3	30.8
化学	48.5	46.0	32.0	38.9	36.8	37.0
材料	47.0	44.4	33.9	39.4	38.4	41.5
情報	53.5	67.5	43.4	67.6	69.9	64.3
生命科学	11.5	15.9	19.4	22.9	20.3	14.4
技術分野への国民参画	1.5	2.0	2.2	2.6	2.8	3.2
その他のプログラム	4.2	1.4	4.5	20.6	13.0	6.9
研究評議会横断的プログラム						
E-Science		10.0	5.0	7.0	9.9	9.9
基盤技術		21.0	20.0	25.0	31.7	36.7
<b>合計</b>	<b>328.7</b>	<b>364.5</b>	<b>272.9</b>	<b>375.2</b>	<b>377.7</b>	<b>366.2</b>

(出典: Royal Academy of Engineering, 2004a, p51)

(注) 2002年度以降の予算額は、ラザフォード・アップルトン及びデアスベリーにある凝縮系物理学研究施設に関する予算措置の実施主体が工学・物理科学研究評議会から中央研究機関研究評議会へ移管されたことに留意のこと。同様に、生物分子科学研究は全てバイオテクノロジー・生物科学研究評議会へ移管されたことに留意のこと。工学、物理学、化学、材料及び生命科学に関する予算措置は、2002年度において約2.9百万ポンド減少し、翌年以降は約4.6.5百万ポンド減少している。工学プログラム、革新的製造プログラム、インフラ及び環境プログラムの間の境界は、2001年度以降変更されていることに留意のこと。

### 3.2.3 工学関連プログラムにおける研究者の状況

図6は、工学関連プログラムによる補助金を受けている主任研究者の年齢を示したものである。ただし、このデータは、同プログラム内における細かな補助スキームごとに精査をしたものではない。例えば、初期補助制度においては、より若い層が入ってくるし、研究センターないしはコンソーシアムに係るスキームにおいては、その大きな研究グループ内には多くの若手研究者が含まれているであろうが、主任研究者とは限らない。

### Demographics of Engineering Programmes

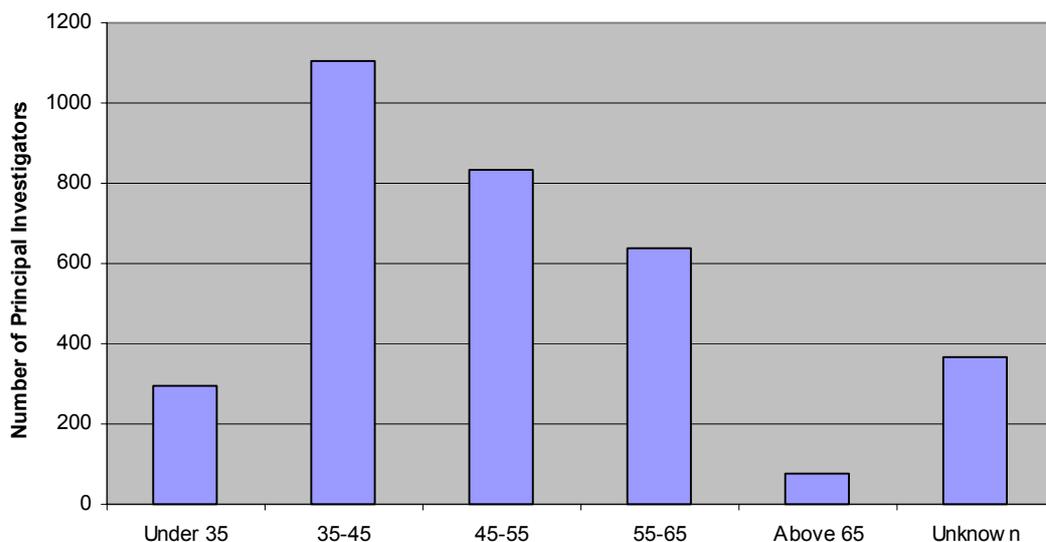


図6 工学関連プログラムにおける補助金を受けている主任研究員の年齢構成

(出典: Royal Academy of Engineering, 2004a, p47)

さらに、研究分野ごとの研究者の年齢構成を見てみると、約40%の主任研究者は45歳以下であり、約20%が55歳以上となっている。平均年齢を見ると、設計・製造分野においてより高齢で、プロセス・環境工学分野でより若くなっているものの、年齢構成の傾向にそれほど顕著な違いがあるわけではない。

### Demographics of Engineering Research Community

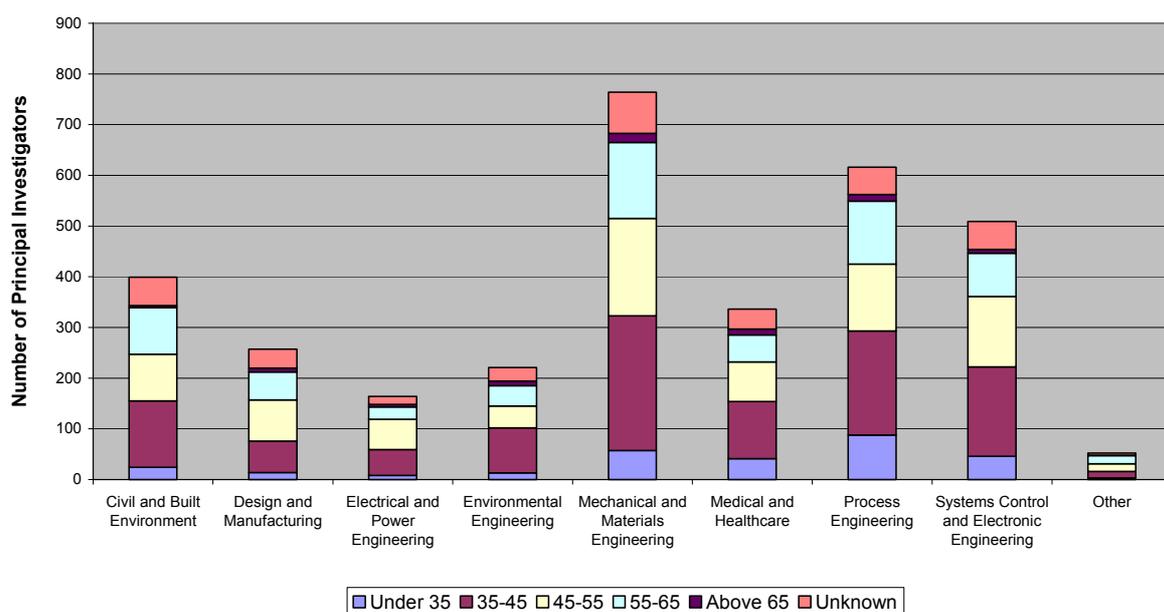


図7 研究分野ごとの主任研究者の年齢別構成者数 (出典: Royal Academy of Engineering, 2004a, p47)

## Demographics of Engineering Programmes Research Community

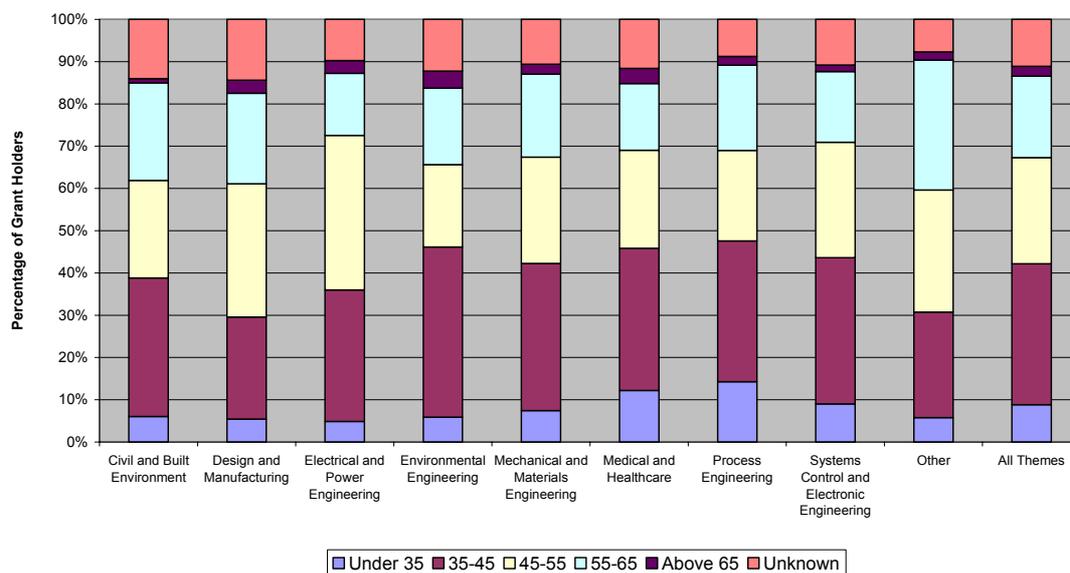


図8 研究分野ごとの主任研究者の年齢別構成比 (出典: Royal Academy of Engineering, 2004a, p48)

### 3.2.4 工学関連プログラムにおける知識移転の状況

工学分野は、大規模な共同研究等により、知識移転活動が活発に行われている分野である。その具体的な活動には以下が含まれる。

- ・ 研究者向け研究補助、センターやコンソーシアムを通じた、産業界等との協力
- ・ 産業 CASE 奨学金(Industrial Cooperative Awards in Science and Engineering、産学連携研究に従事する学生に対する奨学金)のような、産学連携の共同教育スキーム
- ・ 工学博士号のスキームの創設
- ・ 修士号スキーム
- ・ ファラデー・パートナーシップ

工学・物理科学研究評議会による研究開発補助金に関して、工学分野での共同研究に対する拠出は、同評議会による研究開発補助金全体における共同研究に対する拠出割合と比べて著しく大きい。工学分野の研究テーマ全体を通じて、数において約 58%の研究プロジェクトが共同研究である。

**Value of Collaboration to Engineering Programmes Research Grants**  
**Size of Portfolio, Collaborative Portfolio & Collaborative Contributions**

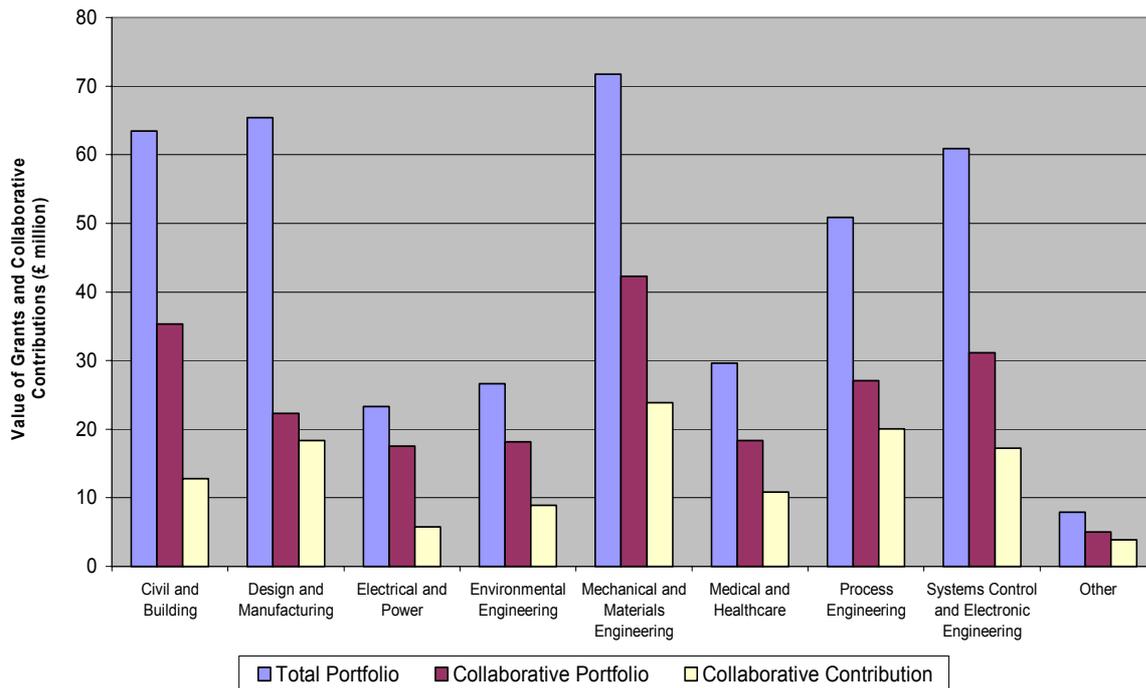


図 9 工学関連プログラムにおける研究分野ごとの補助金総額、共同研究補助金額及び共同研究先からの出資金額の比較 (出典: Royal Academy of Engineering, 2004a, p49)

なお、革新的製造プログラムが、共同研究補助金において最も大きな割合を占めている。そしてこうした補助金が、民間からの共同研究資金を誘因している。インフラ及び環境プログラムは、工学プログラムより多くの共同研究補助金を集め、またその結果としてより多くの共同研究資金を共同研究者から得ている。

Percentage Contributions to Collaborative Grants  
Analysis by Theme and Programme

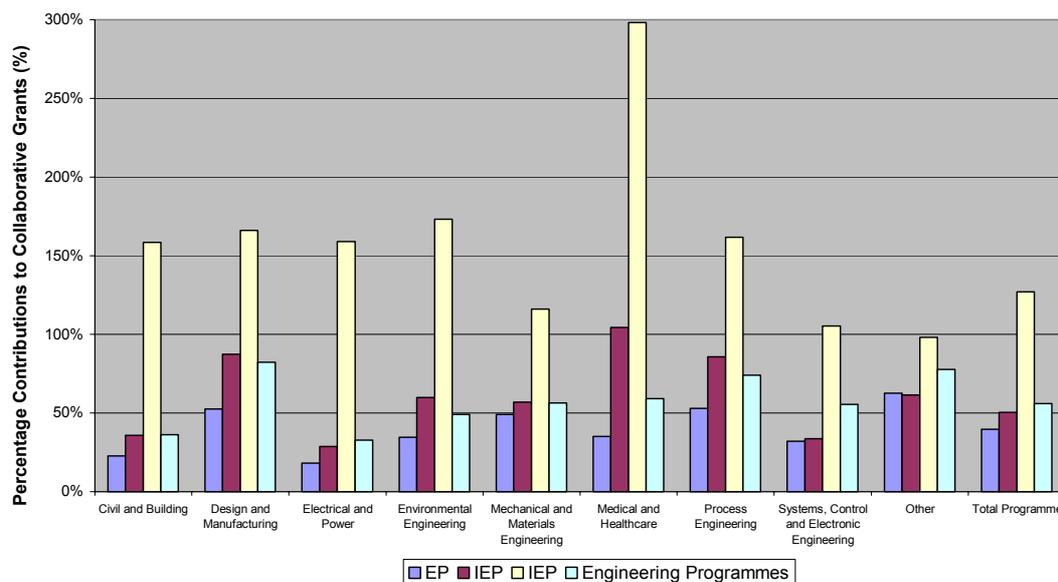


図 10 工学関連プログラムにおける研究分野ごとの共同研究補助金に対する共同研究先からの出資金額の比率の比較 (出典: Royal Academy of Engineering, 2004a, p49)

研究分野では、流体力学のような比較的基礎分野は共同研究の占める割合は補助金全体の 30%程度であるが、廃棄物最小化や製造プロセス管理などでは、90~100%に達している。土木・環境分野では、55%程度であるが、それでもなお、工学・物理科学研究評議会における全体平均における数値を上回っている。

### 3.2.5 人材育成の状況

工学関連プログラムはまた、一連の産学連携を教育活動を通じて行っている。工学・物理科学研究評議会が資金面で支援 (Doctoral Training Accounts) を行っている博士課程学生の多くは、ユーザーサイドとの共同研究を実施している。革新的製造研究センターの役割も大きい。産業 CASE 奨学金においては、企業に対して直接資金援助が行くスキームとなっており、合計で 52 の奨学金スキームが現在存在する。共同研究に関する工学・物理科学研究評議会の助成スキーム (Collaborative Training Accounts) では、以下の分野で工学博士課程教育を行う機関に対して資金援助を行っている。

- ・ 航空宇宙
- ・ 製造システム工学
- ・ 先進計算機工学
- ・ 水圏科学及び環境工学
- ・ 製鉄工学

- ・ 組織化学 (Formulation Engineering)
- ・ 製造業、プロセス及び生産のための工学
- ・ バイオプロセス工学
- ・ システム工学
- ・ 光通信工学
- ・ 交通システム工学
- ・ 革新的土木・建築工学
- ・ 原動機及び駆動工学
- ・ 環境技術
- ・ 非破壊検査工学

修士レベルでの教育支援 (Masters Training Packages) についても現在は共同研究に係る支援スキーム (Collaborative Training Accounts) に組み込まれている。修士レベルでの共同研究プログラムの総数は 215 に上るが、重複して数えている場合もあるので実数はそれほど多くはない。設計・製造、土木・建築分野がそれぞれ 59 のプログラムを擁し、大きな勢力となっている。他方、機械及び材料工学の分野では 2 件しかない。

### 3.2.6 産学連携の具体例

ファラデー・パートナーシップは、研究開発や新たな科学技術の知見の活用等による英国企業の競争力を高めることを目的とした、幅広い共同研究の仕組みである。これには、各種研究機関、大学、職能団体、業界団体及び企業が参画している。20 を超える多分野をカバーしているが、多くの場合は工学関連分野である。具体的には、医療機器、IMPACT(コロイドに関する研究)、CRYSTAL(グリーンケミストリーの研究)、Mini-waste (資源の有効利用に関する研究)、PowderMatriX (セラミックスや磁性体等に関する研究)、Pro-Bio(バイオ触媒の研究)、INSIGHT(ハイスループット技術に関する研究)、FIRST(汚染土壌浄化技術の研究)、食品加工及びADVANCE (航空宇宙及び自動車材料に関する研究) などが行われている。

工学関連プログラムは、産学連携の促進のために新しいパートナーシップのあり方を模索している。戦略的パートナーシップの構築が、工学・物理科学研究評議会及び産業界との間で過去 2 年間に渡り行われてきた。例えば、工学プログラムは、次の 2 つの戦略的パートナーシップに大きく寄与している。

- 1) BAE システム (航空宇宙関連企業) : 合計で 3,000 万ポンド (工学・物理科学研究評議会から 1,000 万ポンド、BAE システムから 2,000 万ポンド) を投じる 5 カ年プロジェクトであり、5 つの戦略課題を持ち、各課題につき 600 万ポンドが配分される予定となっている。過去 2 年間に於いて、航空学及び市システム工学の 2 つの戦略課題に関して研究活動が開始されており、3 番目のテーマについて現在検討中である。
- 2) 非破壊検査法研究センター : 合計で約 900 万ポンド (工学プログラムによる産学連携資金から 300 万ポンド (これに対する企業からのマッチングという形でさらに 300 万ポンド)、工学・物理科学研究評議会からの初期投資として 150 万ポンド、メンバーシップフィーという形で産業界から 150 万ポンド) を投じる 5 カ年プロジェクトであり、関連大学には、インペリアルカレッジロンドン、ウォーリック大学、ノッティンガム大学、ストラドサイド大学、ブリストル大学及びバース大学があり、関連企業には、エアバス社、ロールスロイス社、三井バブコック社、DETL 社、BNFL 社及び RWE 社がある。また本センターは工学博士課程教育機関としても認定を受け、支援を受けている。

### 3.3 英国の工学研究に関する評価

#### 3.3.1 概要

工学・物理科学研究評議会及び王立工学アカデミーは、米国、スウェーデン、シンガポール、デンマーク、ドイツ、日本、スイス、ベルギー、カナダ、フィンランド、ノルウェーの各国からなる合計 26 名の国際パネルメンバーからの評価等を基に、英国の工学研究に関する評価を行った。(Royal Academy of Engineering, 2004b, pp23-24)以下に、その結果の概要を述べる。ただし、第三者を交えているとはいえ、工学関連研究を推進している機関自身による自己評価にすぎないことは、評価結果を見る際に留意すべきことであろう。

評価においては、工学研究に対する資金・人材・大学プログラムに関するデータ、さらに、国際的な研究者ピアレビュー及び英国の大学工学部長を対象としたアンケート結果が用いられた。評価過程において得られた主なデータは以下のとおりである。

- ・ 学部学生から大学教授までの全レベルで、工学における女性の評価は著しく低い。

- ・ 英国の工学部生の入学は近年、航空宇宙及び電気工学を除く大部分の分野において減少傾向にある。
- ・ 各種研究評議会は、エネルギー、eサイエンス、ポスト・ゲノミクス及びプロテオミクスを主とする分野横断性の強い研究に対して、研究資金提供を行っている。
- ・ 産業界からの工学研究資金調達は1988/89年から2002/03年の期間に土木工学以外の全分野で増大してきており、その中でも最大の増加は機械、宇宙、生産技術の分野である。

さらに、アンケートについては、国際的研究者のピアレビューでは、124名の回答があった。そこから得られるポイントは次のとおりであった。

- ・ 英国は未だ工学研究の多くの分野において非常に優秀であるが、過去10年ないしそれ以上の期間、他の国々に地歩を譲ってきていることが懸念される。
- ・ これは、工学研究に対する助成が広く浅いこと、新鮮なアイデアを持った若手に比べ経験豊かな研究者に対する資金援助が優先されていること、工学分野間及び工学科学間における学際的研究が不足していること、を暗に示している。
- ・ 一部回答者は、新種の工学研究に必要となる高価な機器を備えた共同センターの提供において、英国が他諸国に遅れをとっている点を指摘している。

一方、43の大学工学部長からの回答では、次のようになっていた。

- ・ 教職員の給与及び大学院生の奨学金が懸案事項である。
- ・ 教授陣・学生双方から、より一層の産学関連携の必要性が指摘されている。

### 3.3.2 国際パネルメンバーによる全般的所感

パネルによる英国の工学研究に関する全般的所感は次のようなものである。

- ・ 電力配送電・管理工学、道路システム工学、構造工学、潤滑工学など、現在の重要問題の解決を目的とした従来型の研究は、他に比べ資金援助を得ているようである。
- ・ これらの研究の大半は一流のものであり、実際に問題解決の実績を積み重ねてきており、評価を受けて然るべきものである。
- ・ また、これらの研究は継続的な資金援助を受けているため、これら領域の幾つかにおいて英国は世界の指導的位置にある。
- ・ しかしながら最新の科学的発見、すなわち全く新たな製品、プロセス、サービスに結びつく知識に基づいた創造的な研究や技術開発は少ないように見受けられる（生物医学エンジニアリング及びイ

メージング研究を除く)。

- ・ 別の表現をすれば、パネルメンバーの所属するいくつかの国々と比較すると、英国における工学と最新の科学的成果との乖離、科学と工学の間での共同研究に対する障壁が大きいように見える。
- ・ また、工学・物理科学研究評議会による最新の国際レビューは、材料科学とコンピューター科学の双方を評価していたが、これらのレビューは大変興味深いものであった。なぜなら、多くの工学研究は新しいもしくは改良された材料に関連するものであり、コンピューターは分析及び統合化の両面で工学研究にとって必須であり、また新製品及びシステムの構成要素でもあるからである。

### 3.3.3 パネルによる具体的な評価

パネルは、英国における高い研究評価 (RAE で 5\* 又は 5) を得ている大学学部を 40 ヶ所選んで現場を視察し、評価を行った(Royal Academy of Engineering, 2004b, pp27-28)。評価にあたっては、研究の卓越性のみならず、大学院生及びポストドク研究者の指導制度、産学連携の程度、産学官の連携によるイノベーション創出、産業化支援の内容等も考慮された。

この結果、パネルは、訪問先大学の半数以上が世界に通用するものであり、うち幾つかは世界の先端をいくものと判断した。こうした分野は、音響、応用光学、バイオエンジニアリング、イメージング及びプロセッシング、土木 (建設、交通、地質、地震、環境、都市デザイン)、電気電子 (発電、制御、システム)、機械 (エネルギー、微粒子・粉体工学、レオロジー)、マイクロ及びナノ構造工学など、多岐にわたった。

しかし、パネルが重要視した全領域において英国内の研究グループの強みが認識されたわけではなかった。研究グループにはそれぞれ、適切なビジョンとリーダーシップに恵まれている場合、ミッション集中型の場合、最高のスタッフと大学院生を有している場合、といった特色が見られる。また、所属学生の教育指導において卓抜したグループや、強力な戦略的思考を備えたグループ、さらに、資金と優れた実験施設に恵まれ、大学内外との共同研究を盛んに行っているところや、あるいは学内で強力な支援を得ているグループもある。開発中の知的財産の重要性を理解し、積極的にその特許保護を目指しているグループもある。しかし、幾つかのグループは上記の条件の多くを同時に兼ね備えていたが、全てを備えているグループはごく一握りであった。

このようにして得られた工学研究に係る評価結果を、研究の「質」と「影響力」という二つの主要な評価指標を基に検討した。ここで「質」とは、研究における純粋に学術上の価値を示し、「影響力」とは、大学外の産業界や一般社会に対する研究の価値のことである。

これらの価値の定量化に当たっては、次の指標が用いられた。質に関しては、①研究グループの総合的創造性と知的業績、②近年の活動とその成果、③研究戦略と焦点分野、④研究グループの強み、能力及び水準、である。また影響力に関しては、①産業活動（新プロセス、機器、材料、規約、規制）に対する影響力、②製品・商品化（特許、知的財産、大学発ベンチャー、知識移転）、③インフラ、交通、エネルギー、環境政策、標準に対する影響力、④教育（産業界における大学院学位保持者数、産業の要請に見合う新たな修士レベル教育、等）、である。

このように指標を明確化した上で、質と影響力とをプロットしたグラフを作成した。図中で、アルファベットの略語の意味は次のとおりである。

<質について>

- ・ W-L (World Leader) :世界的に指導的な立場。おそらく世界で最も優秀な研究グループの3、4のうちに入り、当該分野の研究者たちに広く評価されている。
- ・ W-C (World Class) :おそらく世界でトップ15~20までに入る研究グループ
- ・ UK-C:英国内においては貢献の高いグループ

<影響力について>

- ・ WW-I:世界レベルで、影響力を持つ、又は、経済発展に対し本質的変化をもたらす影響力を持つ、のいずれかもしくは双方を備えた研究グループ
- ・ UK-I:国内レベルで、影響力を持つ、又は、経済発展に対し重要な変化をもたらす影響力を持つ、のいずれかもしくは双方を備えた研究グループ
- ・ LA-I:地域レベルで、影響力を持つ、又は、経済発展に対し前向きな変化をもたらす影響力の、いずれかもしくは双方を備えた研究グループ

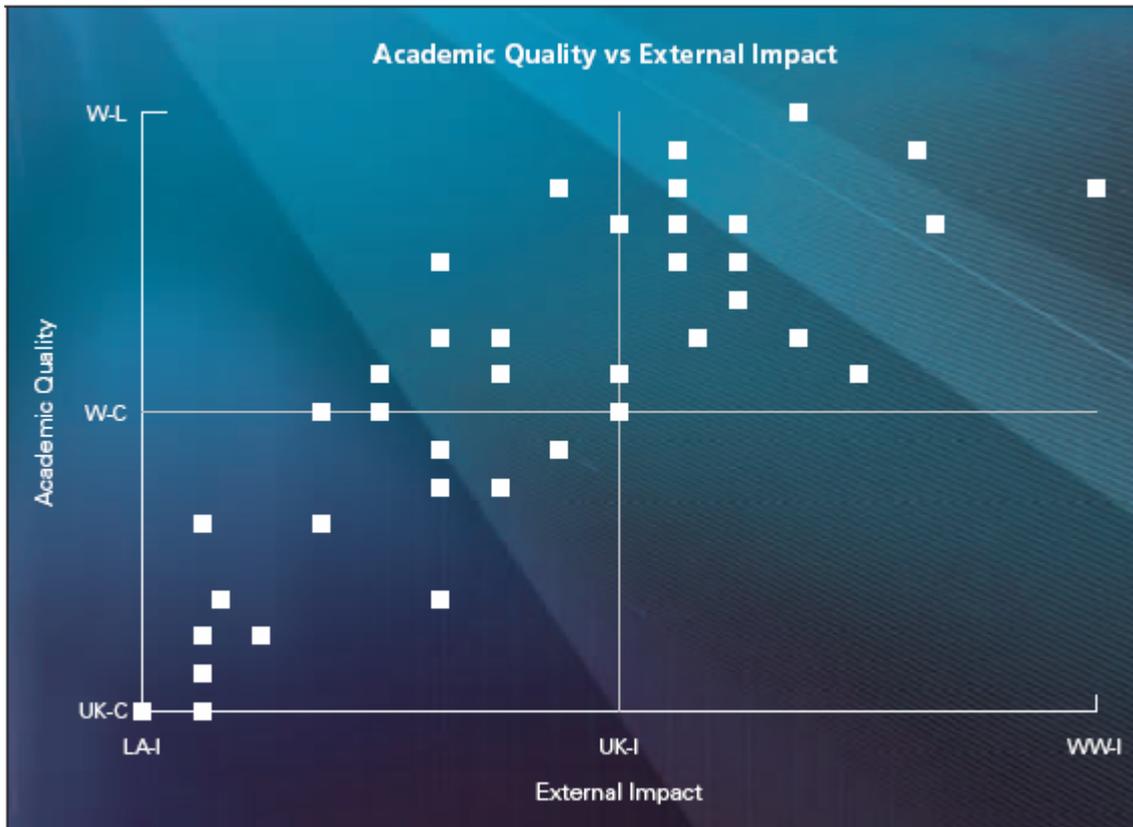


図 11 研究の質と外部インパクトの相関関係

(出典 Royal Academy of Engineering, 2004b, p7)

このグラフが示すのは以下の点である。

- ・ まず、訪問した研究グループの半数以上が質の面で世界的レベルもしくはそれ以上にランクしているが、そのように非常に質の高いグループ間においても差異は存在する、ということである。
- ・ 質と影響力の間には相関関係が存在する。すなわち質に関する評価軸で、中間点を下回る団体はいずれも、影響力に関する評価軸の中間点を越えていない（右下の4分の1部分には点が存在していない）。
- ・ また、質は非常に高いが影響力があまり高くない研究グループが相当数存在することも注目された。影響力をあまり持たず高い質を持つことは可能であるが、高い質なしに高い影響力を持つことは不可能なのである。
- ・ 事実、訪問した研究グループの半数以上は、上記の図の上半分に見出されるが、表の右半分に位置する研究グループは半数以下となっている。このことが意味するのは、産業界との連携等、自らが持ち得る影響力に対し研究グループがより意識的になれば、英国に対する更なる貢献が可能である、ということである。

### 3.3.4 成功している研究グループの特徴

特定の研究グループがなぜ非常に成功しているかを解明すべく、パネル内において、上位4つの研究グループについて更に詳細な検討が行われた。その結果、高い評価を受けた研究グループの特徴として以下が挙げられた。

- 研究領域でのベースとなる基礎的な技術面での核となる能力を持っていた。
- 優秀な人材、資源、質の高いインフラを持っていたこと。
- 強力なリーダーシップ、ビジョンの共有、優れた戦略を持っていたこと（学術的卓越性及び優れた研究運営管理能力の双方に繋がるもの）。
- 応用や産業化に影響する外部の利害関係者（産業界、医療機関、政府など）と、強い結びつきを持っていたこと。
- 利害関係者のニーズに対する敏感さ、市場変化に順応する能力を持っていたこと。
- 工学的な分析及び創造的な統合の双方における強みを持っていたこと。
- 世界的名声により優秀な大学院生及びポストドク研究者を国内外から集められていたこと。
- 大学本体による強力な支援が得られていたこと。

(Royal Academy of Engineering, 2004b, pp5-8)

### 3.3.5 アンケート結果

国際的な研究者及び英国の大学工学部長を対象としたアンケート結果の概要を以下に述べる。(Royal Academy of Engineering, 2004b, pp34-38)

<国際的工学研究者に対するアンケート結果の概要>

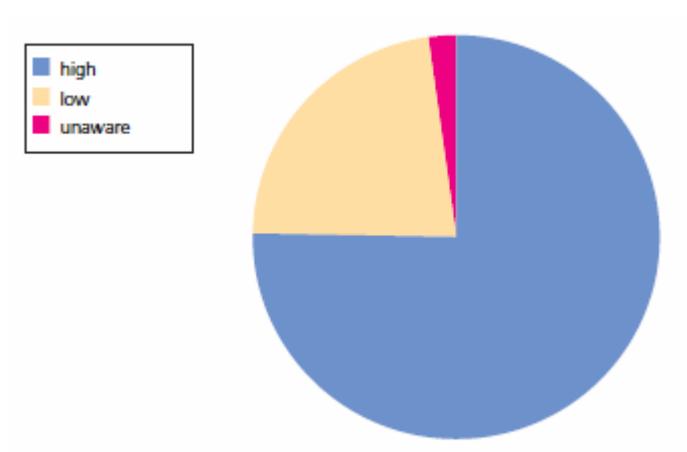
回答の得られた124名の研究者たちの研究領域を分類すると次のとおりであった。なお、その他の分野を専門とする回答者及び、分類が困難な回答者が若干名いた。

- ・ 土木工学                    -20名
- ・ 電気工学                   -22名
- ・ 機械工学                   -21名
- ・ 化学工学                   -23名
- ・ 材料                        -11名
- ・ コンピューター           -7名

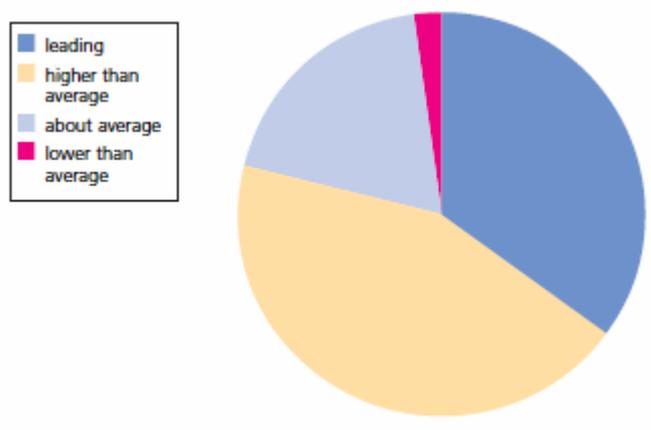
- ・ バイオエンジニアリングー8名

これらの国際的な工学研究者による英国の工学研究に対する評価等は以下のグラフに示すとおりであった。

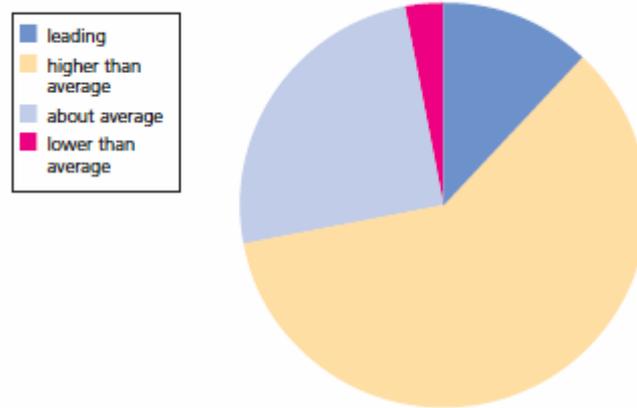
問 貴方の研究領域全般において、貴方は英国の研究活動全般をどのように認識されていますか？



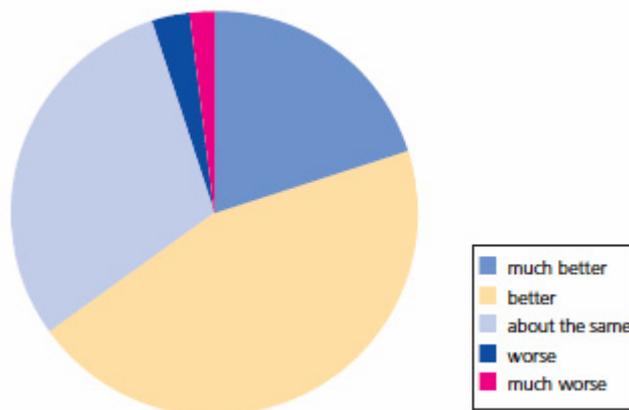
問 貴方の専門領域において先進的と考えられる英国の大学は国際的に比較するとどの位置にありますか？



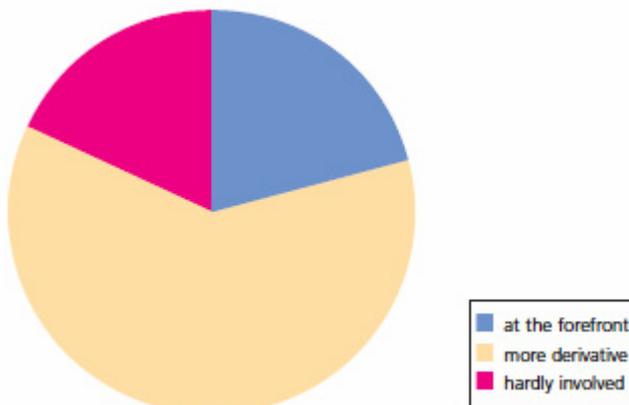
問 貴方の専門領域において、英国の大学一般の研究はどのような位置にありますか？



問 貴方の専門領域において英国の大学における研究の国際的水準は、10年前と比較してどのようなであると  
考えますか？



問 貴方の専門領域全般において、過去5-10年間の間に起きた最も興味深い進歩に関して、英国の工学研  
究者たちはどのように関与していたと考えますか？



その他の所感は以下のようなものである。

- ・ 英国における工学研究は他の先進国と比較すると多くの分野でいまだ非常に優れているが、過去 10 年またはそれ以上の長期間において他国に地歩を譲りつつある。
- ・ 潜在的に最良のアイデアと多くのエネルギーを備えている可能性のある若手研究者よりもベテラン研究者が資金を受けているとの印象が存在する。
- ・ 研究支援が広く浅すぎるため、最も優れた研究グループ又は個人に対する資金が不足し、その一方で優位性の低い研究グループ又は個人が、“国全体にとっての最大利益”という点からすると必要以上の資金を受けている。
- ・ 研究分野間及び国際間でのアイディアの伝播が急激なこの時代において、英国の研究開発における競争力を高めるのに必要な学際的共同研究が充分に行われていない。
- ・ 他の諸国と異なり、英国では多数の大学研究者が共用できるような高額な機器を備えた中央共同研究施設に対する投資が行われていない。よって、他国の大学において行われている研究テーマを英国で行うことが出来ない。これは英国の研究者にとって、かつ究極的には英国経済にとって、競争上の不利益である。

#### <英国の大学工学部長 43 名に対するアンケート結果の概要>

英国の大学における工学研究の強化のために最も必要な 3 つの変化は何か？という問いについて、以下のような所感が多く見られた。

- ・ 教職員の給与及び大学院生の奨学金が、他国の産業界・学術界における給与奨学金と比べ低い。これは英国内に最高の教授陣を維持しておくこと、大学院研究に最も優れた学生を呼び寄せること、産業界の人々を大学に移行させることを困難にする。
- ・ スタッフ及び大学院生の双方を含め、英国大学の工学研究者の間には産業界とこれまで以上の結びつきを望む声がある。また、夏期に産業界での実習を積むことが教育にとって有益であるという回答も一部に見られた。
- ・ 学際的共同研究、大学間の共同研究、他国研究者との共同研究に対する要望がある。

学部長の間で、学術界の給与及び奨学金に関する懸念は非常に広まっており、アンケート結果を受けて以下のような調査を行うこととなった。

- ・ 英国の学術給与を、他の EU 諸国、オーストラリア、カナダ、日本、米国における同種の給与と比較し、またこれらの国の最大給与額を英国の最大給与額と比較する。
- ・ 英国における博士課程卒業者の産業界給与を、上記の国における同種の給与と比較する。
- ・ 大学院生の奨学金と年齢、背景、能力の面で比較可能な産業界における給与と比較する。

教職員の給与が国際水準を下回るという点は、最初に行われた英国の工学研究の評価の際にも、また、最新の材料、コンピューター科学及び化学に関するレビューにおいても言及されている。上で提案された更なる調査によって、その言及の正当性が認められた場合、もし英国が経済競争力の高い製品及びサービスに結びつく研究において優位性を真に高めたいと望むのであれば、給与水準の低さという問題に対して重要かつ迅速な対処が必要となろう。

### 3.4 違いのわかる工学 (Engineering the Difference) —ジェームズ・ダイソン氏による BBC のリチャード・ディンブルビー講演から—

以下に、製造業及びエンジニアに対する英国内での一般的な認識といったものを知る上で、また、今後の製造業の展望を考える上で大変示唆に富み、興味深い講演を掲載する。

その機能及びデザインで有名な掃除機を製造するダイソン社の創業者でありデザイナーの、ジェームズ・ダイソン氏によるものである。同氏は「デザインは、何か特別なものではなく、製造プロセスそのものであったり、技術開発過程そのものであったりするものだ (with manufacturing and engineering)。デザインを通じて、技術の輝きや、製造業の素晴らしさを思い起こすべきだ。」としている。

1947 年生まれの同氏は、1967 年に名門の美術学校である Royal College of Art に入学、家具及びインテリアデザインを学んだ。その後、機能的な製品とそのデザインを追い求め、やがて 1983 年に画期的な機構による掃除機の試作品を完成させた。同機は、同年のデザイン・マガジンの表紙も飾った。1985 年に、彼の発明を製品化する企業を日本に見つけ、ライセンス供与し、86 年から製品化が市場に出荷された。91 年には日本において国際的なデザイン賞を同機は受賞している。

ついに、93 年、ダイソン氏は、イギリスに自前の研究所を開設する。95 年には同じくイギリス国内に製

造拠点を設ける。その年の年末における売上は約 3,500 万ポンドに上った。

97 年には、イギリスの企業として初めてヨーロッパ・デザイン大賞を受賞した。(Dyson UK., No date)

しかし、その道のりは決して平坦ではなかった。同氏によれば、理由の一つは、イギリスにおける製造業に対して、あまりに悪いイメージがあることだという。これが健全な製造業の発展を妨げており、ダイソンの最先端の掃除機を作るのに、その部品を適切なコストで供給できる部品メーカーが英国国内から消滅したため、同社は米国やアジアでパートナーを見つけることが必要となったという。これについては英国国内からの批判も受けた。しかし、部品供給網がほぼ消滅しかかっている現在の英国国内では、製造業は、部品が入手できないのでは生き残ることは出来ず(事実、自動車メーカーのランドローバーやジャガーの移転、工場閉鎖が行われている。)、そのことは即ち、ダイソン氏自身が 70 年代後半から 80 年代前半に自身が経験した“試行錯誤の中から試作品を生み出す”経験の機会を奪い、若いエンジニアがこの国で起業していくことを困難にしている、とも語っている。

このように、同氏は、英国における製造業のおかれた厳しい環境を身をもって知り、現在は、英国の製造業の現状を憂い、製造業の振興を図るために、ヒューイト貿易産業大臣のアドバイザーを務めるほか、政府の支援を得て、デザインと工学という、密接に関連する 2 つの科目を学校で教えていくというイニシアチブを進めている。(Dyson UK., No date) (Financial Times 2004 年 9 月 29 日、30 日、10 月 1 日付け記事)

本講演は、英国国営放送 (BBC) が、毎年、著名なジャーナリストであるリチャード・ディンブルビーを記念して行っているものである。ディンブルビーは、1913 年生まれのイギリス人で、1950 年、60 年代におけるテレビ放送の先駆けの時代を生き、現在のテレビ放送におけるジャーナリズムの原型を形作った伝説の人物である。第二次大戦中のノルマンディー上陸作戦の報道、エリザベス女王の戴冠式の報道、ケネディ米大統領、チャーチル英首相の葬儀の報道でも知られる。

なお、この他にも、製造業とデザインとの関係に関する興味深い動向として、英国の貿易産業省の関連団体であるデザイン・カウンシルの新会長に、産業界に通じたジョージ・コックス氏が任命されたことが挙げられる。同氏は、2004 年 10 月から、サー・クリストファー・フライリングの後任として、英国デザイン・カウンシルの新会長に就任している。同カウンシルの会長は、対外的にカウンシルを代表すると同時に、カウンシルの今後の戦略策定にも関与する要職である。デザイン・カウンシルは、英国貿易産業省と深い関係を持ち、60 年近くにわたり、英国のデザイン振興を手がけてきた組織である。同カウンシルのポストへの任命は貿易産業省の認可の元に行われている。

今回のコックス氏の就任にあたり貿易産業省・科学技術担当大臣のセインズベリー卿は、「デザインがいかに有用かを示していくための新たな戦略を展開していくにあたり、コックス氏の新会長就任は大いに歓迎すべきことである。彼の情熱と、イノベーション、デザイン及びビジネスに関する豊富な知見はとても貴重なものだ。」と述べている。

当のジョージ・コックス氏は「良いデザインは、アイデアと研究の成果とを結びかせ、成功する商品をもたらすものだ。それゆえに、デザインは、美的感覚を満足させるだけではなく、激しさを増す国際競争の中での英国の競争力確保のために重要な問題だ。重要なことは、デザインは利用者の視点に立たなければならないということだ。私が会長としての責を果たしていくなかで、そうしたデザインの考え方がビジネス上の利益を増大させ、公共サービスの質を向上させ、英国の技術基盤を発展させるものだということを示したい。」と抱負を述べている。

(参考：ジョージ・コックス氏略歴) 直前の職は、大企業からベンチャー企業までを網羅した企業経営者の集まりであり、100年近い歴史を有する「経営者協会」の事務局長。もともとのバックグラウンドは、航空工学のエンジニアであったが、60年代中ごろからコンピュータ産業に参入し、その後のキャリアの殆どを情報産業に投じている。77年には起業をし、90年にはロンドン株式市場へ上場。経営者協会の事務局長の前は、英国のユニシス社の会長及びヨーロッパにおけるユニシス社のサービス部門の責任者を務めていた。その他に、ロンドン国際金融先物取引市場の理事、国税庁の管理委員会委員等、数多くの要職を務めている。(Design Council, 2004)

<これより以下、ジェームズ・ダイソン氏による講演の原文(英語)(BBC, 2004)を和訳したものを掲載する。なお、和訳作業を伴っているため、英語の趣旨が必ずしも適切に現れていない場合があることに留意いただきたい。>

この世にエンジニアというものが存在しなかったら我々は誰ひとりここに存在しないといっても異論はありますまい。ジョン・ロジャー・ベアード。一風変わった人でした。が、もし彼が、そして他の数人の独創的な技術者が存在していなかったら、この世にTVというものはなかったのです。そして、もしTVが存在しなかったら、この講演名の謂れとなった名放送家リチャード・ディンブルビー氏も、この講演を放映しているBBC局も、私が今ここでこうして講演することも、なかったわけです。

つまり、ロジャー・ベアードはたいしたことをやってのけたこととなります。

そして今、私はこうして、エンジニアとして初めてディンブルビー講演を行っております。しかし・・・ご覧いただければわかりますが、私は作業服は着ておりません。

もし“エンジニアの話聞くなんて”とお思いでしたら、ご安心ください。みなさんと同じように、私もかつては技師など人間のやることではないと思っていました。私の家族はみな、リベラルな美術関係の出です。両親は美術を教えておりました。

少年時代、私はエンジニアというのが、いや、建築家ですら、いったい何をするのか知りませんでした。そして私は古典を勉強して美大に進みました。王立芸術大学院（Royal College of Art）在籍時代、物を作る喜びを偶然に知ったのです。更に工学一般への関心が自分の中で広がりつつあることに気づいたときは、少なからぬ衝撃でした。

さて、先ほども申し上げましたようにこの講演台に立った技術者はこれまでおりません。そしてこの前、産業界の人間がこの場で講演を行ったのは 20 年も昔のことです。この長い空白は、技術者及び製造業者に対する私たちの見方を物語っていると、私は考えざるをえません。

製造業者やエンジニアというのは、私たちの生活を豊かにし富を生み出すためにものを作ります。しかし私たちの中では、作り出されたものについて批評したり不平を言う人々の占める地位のほうが高いのです。

エンジニアが創り出すもの、すなわち工業製品に対するこうした関心の低さこそ、私が 1 か月ほど前にデザイン博物館館長職を辞任した理由でもありました。

デザインというコインには両面があります。1 つは本格的デザイン、すなわち作り上げられた物体が出来るだけ上手く機能するためのデザインです。そして 2 つめはスタイル、つまり言ってしまうと見栄えをよくするかという表層的な作業です。

その両方が私にとっては大事なのです。いや、なんのくんのいっても私の妻は数物のデザイナーでアーティストですし、娘と娘婿は洋服をデザインしております。

しかし、デザイン博物館は工業製品を擁護するためにテレンス・コンラン卿によって作られたものです。スタイルを味わう場所というのは非常に多くあります。ビクトリア&アルバート美術館、数々のアート・ギャラリー、新聞、スタイル誌・・・でも私たちがどのように、なぜ、物を作るかということに真剣に絞り込んだ場所のごく僅かしかありません。

私は、デザイン博物館のバランスが崩れてきていると感じていました。今でもあの美術館のことは非常に大切に思っておりますが、現在の様相では、自分が貢献できる部分はあまりないのです。それで、辞任することにいたしました。

辞任しました翌日でしたか、私はラジオをつけました。辞任に際して私はコンスタンス・スプリー展について言及したばかりだったのですが、ちょうど BBC ラジオ 4 の『トゥデイ』という番組が 2 人のフラワー・

アレンジャーに取材をしていました。

インタビュアーは、ライラックが人生を豊かにする上でいかに効果的かを述べ立てるこの花屋さんたちの話を遮り、非常に適切な質問をぶつけました。彼はこう聞いたのです。本当に、フラワー・デザインが飛行機的设计より、いや少なくとも同じぐらい、重要だと思いますか？と。

答えは、「もちろん」というものでした。

そのとき私は、自分の辞任が正しい決定であったと痛感しました。また、このやりとりは工業製品に対する私たちの賞賛、いや賞賛の欠如を伝えている、と。

私の辞任はちょっとした騒ぎでした。

博物館を訪れる人の数が突然 50%も増えたんですよ！ 博物館のある地域であるバトラーズ・ウォーフがこんなに人気だったことはかつてありません。

一方マスコミでは、私の辞任が過去と現在の衝突であるなどと分析されていました。20 世紀後半にスタイルがエンジニアリングの場所を奪い、それはただの流行の変化を超えた、もっと深いものであると議論されていました。技術と製造に関する私の価値観は時代遅れだ、というわけです。そして、もしわが国の経済が成功していくならば私には気づかなければいけないことがある、と書かれていました。「先進国における未来の繁栄はスタイル決定者の手にかかっている」「エンジニアリングは既に過去のものだ」と。

でもこの私を見てください。常に、人々が買いたいと思うような商品を作ることで成功してきた人間です。その商品の見栄えが良かったからではなく——とはいえ見栄えも良いことを望んでおりますが——より良く機能する商品だからです。

私は、えてして製造業者が軽視される国で 35 年間、物を作りつづけてきました。だからこそ、エンジニアリングこそこの国の未来であるとより一層信じるようになったのです。

スタイル自体を目的としたスタイリングというのは怠惰な 20 世紀の自惚れです。既に賞味期限の過ぎた代物です。この世界はテクノロジーによって動いているのです。私たちには今、スタイルに対する執着を振り切るしか方法がありません。そうすることで、もっと進んだ新製品を創り出していくのです。

そこでまず私たちがしなくてはならないのは、幾つかの怠惰な勘違いを捨て去ることです。それはいったい、どんな欺瞞でしょうか？

「18 世紀と 19 世紀が、製造業の黄金時代であった」

いいえ、そうではありませんでした。

「英国はかつて産業世界をリードしていた。そしてわれわれは本当に物の作り方を良く知っていた」

いいえ違います、知りませんでした。

「われわれは発明家揃いの国で、誰よりも独創性に溢れている」

そんなことはありませんし、一度だってそんなことはありませんでした。

「サービス産業とクリエイティブ産業——この表現自体、矛盾したのですが——が、製造業にとって替わる」

ありえません。

「長期にわたる富は消費者によって産みだされるものだ」

これは単純にものを知らないんですね。

「ポスト・インダストリアル社会においてエンジニアリングの存在する場所はない」

ばかばかしい。

「産業の未来は、コンピューター・ソフトウェアや情報といった無形の商品を生み出している企業にかかっている」

まったくもってくだらない。

もし私たちが富と、力と、未来に及ぼす影響力を維持したいのであれば、こうした古色蒼然たる神話を捨てるのが絶対不可欠です。今夜は、なぜそうなのか、どうすればそれができるのかについてお話ししたいと思います。

多くの評論家と違い、私は 35 年間にわたって物を作ってきた経験があります。そして、それによって実に多くのことを学んできました。

ですが、最大の教訓は 4 年前にわが社の部品組立部をマレーシアに移したときのことです。

“いかに変化に抵抗しようとも、方向性の転換が必要である” という明白な理由が存在していました。私たちは研究開発に重点的に投資する必要がありました。しかし製造費は上昇し、製品の市場価格は下がりつつありました。そして、地元の建設反対を受ける中で、工場の拡大をしようとしていました。一方、ライバル企業はいずれも中国で生産を行っており、わが社は急速な利潤低下を目にするばかりです。これではやがて終わりがくるのも明らかでした。

でも、最大の問題は国内に供給業者が全くいないということだったのです。わが社の製品の英国コンセント用 3 ピン・プラグはすべてマレーシアで作られていました。わが社用のポリカーボネート・プラスチックは韓国からきていました。電子機器は台湾からです。これは物流上の悪夢でした。私たちには、部品供給業者たちが、部品の品質を向上させ、かつ、技術進歩に追いついていけるよう、手の届くところに彼らが存在することが必要だったのです。

1970 年、私が操作性を向上させたボールバロー（工事現場等で利用される手押し車）を開発していた際、曲がった金属管が必要になりました。私は車に飛び乗ってバーミンガムに向かいました。わずか 2～3 本の通りの間に作業場と供給業者が何軒もあり、私はそこを行き来して管を手に入れ、カットし、曲げて、塗装

してという一連の必要な作業を全部やってもらいました。いやあれは実に、なくてはならない場所でした。そして、小規模な起業家エンジニアにとっては絶対不可欠なものだったのです。

皆さんは、こうした英国の供給業者や下請業者はどうなったのか、お聞きになりたいかもしれません。答えは、ごく単純です——私たちが彼らを追い払って存在を消してしまったのです。

雇用及び不動産関係の法律のおかげで、彼らがそれ以上の社員や土地を使うことは困難になりました。彼らに必要なのは、業種の予測不能性を正当に評価できる税体系でした。しかし、そのかわりに政府は源泉課税をかけ、来る年も来る年も高い利率で彼らを打ちのめしてしまいました。

ダイソン社の製造部門を海外に移すかどうかというのは難しい判断でした。特に、それにあたって 550 名の社員を解雇しなければならなかったからです。しかし、それによってコストをカットし、生産を拡大できるのは確実でした。そして、研究開発のためにもっと人を雇えるというのもありました。

結果的に、ウィルトシャー州マルムズベリーのダイソン本社ではかつてなかった人数が働くことになりました。全員が高い技能を備え、高い給与を受ける職についています。彼らの大半は科学者またはエンジニアで、地方経済に更に貢献しています。そして企業としての私たちは 4、5 年前よりはるかに多額の税金を支払っています。

マレーシアにおける最大の利点は、すべての供給業者が工場から 10 マイル以内にあるということです。もともとその場所にあった供給業者もおります。また、ある支柱製造業者のように私たちが開発した業者もおります。その業者には、非常に工学性の高い伸縮自在のハンドルを作ってもらいました。そして、同社は以前にわが社が使っていたドイツの業者よりはるかに優秀だったのです。

ここまでくると利点は明らかです。私たちの技師と科学者はウィルトシャーにおります。

技術革新を要とする企業にとって、この点は非常に重要です。ノウハウは国内にあるのです。それはイギリスのもので、英国経済のために資金を調達しています。

私たちが強いられたと同じことをやっている企業は幾千とあります。ドック・マーチンの靴から、ホーンビーの鉄道セット、ソニーのハイテク電子技術まで、本国の市場で競争し続けることが難しくなって中国に生産部門を移しています。

この移動によって巨大な富が生まれました。しかし、それは長続きしません。なぜでしょう？

それは、中国のような国は既に低コストの生産を習得しているからです。

いまや彼らは西洋のノウハウを買い取りつつあります。上海汽車工業と MG ローバーのジョイント・ベンチャーは基本的にローバーの技術に対する権利の確保が目的です。しかも、中国の諸企業は西洋のスタイルをコピーしています。もちろん私はそれをよく知っています——常に彼らがそうするのを阻止しようとしているのですから。

中国の大学は多数のエンジニアや科学者を輩出し続けています。それも、優秀な人々です。

中国企業は西洋のブランドに飛びつくことで西洋企業の様相を帯びはじめています。本日、ある中国企業が IBM-PC の一切合財を購入しました。製造、マネジメント、ブランドのすべてです。トムソンと RCA のテレビも、ダート・デヴィルとヴァックスの掃除機も、アルカテルの携帯電話もドルニエの飛行機も、中国企業に買い取られています。彼らに対抗して生き残るためには、表面的なスタイリングだけに頼っているわけにはいきません。私たちには彼らに無い技術とデザインが必要なのです。私たちが技術革新を行い、彼らの製品より見栄えも働きも良いものを作っているかぎり、競争は可能です。私たちが生き残るための唯一のチャンスは、より優れたエンジニアリングにあるのです。

私はしばしば、一流の製造業など過去の目標だということを聞きます。今の時代はポスト・インダストリアル社会であり、サービス産業とクリエイティブ産業が製造業に取って替わったのだと。

では、ちょっと次のことを考えてみてください。

全世界で総収入が最大の 10 企業のうち 9 社は、大きくて重いものを作っています。車や船のタービン、コンピューター・ソフトウェア、家電製品などです。これらの企業が富の生産にあたって依拠しているのは工学や技術であって、スタイルではありません。一社（ウォルマート）だけが、サービス系の企業です。

また、採算性が最も高い企業を見ても、事実が伝えている事柄は明白です。上位 10 社において、10 社のうちサービス企業は 3 社のみです。

では、世界で採算性が最低の企業といえば？ なんとそれはボーダフォンで、このサービス企業は昨年 150 億円の損失がありました。

ではなぜ英国は、このサービス経済といわれている時代に製造業を必要としているのでしょうか？

私の答えは簡単です。私たちに選択肢はないのです。英国内の職全部のうち製造業に属する職は 7 件に 1 件であり、にもかかわらず輸出の 3 分の 2 を生み出しています。製造業は富を生み出し力を使うことでサービス産業に供給しているのです。

どうして自分たちだけは違うのだなどと考えられましょう？ もし他の先進国と張り合っていくならば、彼らの仲間入りをするしかないのです。

私たちは今、踏み出さねばなりません。10 年後には中国は、収益を上回る雇用という彼ら独自の方針のもとに、全世界の工場と化すのみでなく、技術上の超大国となるでしょう。

そのとき私たちがどうなると思いますか？

英国のサービス産業は、製造業界の顧客を失って枯れ衰えてしまうでしょう。コールセンターやソフトウェア開発者は既に効率のいいサービス経済のもとへと姿を消しつつあります。たとえばインドですね。また、技術開発は窒息するでしょう。私たちは自分が作ったのではない製品に取り囲まれることとなります。それ

自体、ある意味で文化的な崩壊です。最終的に私たちは、中国人の購買傾向に左右されることになるでしょう。そして、貿易赤字の影響は破壊的なものとなるでしょう。製造関係の専門知識が失われれば、わが国の軍事力にも危機が及ぼされるでしょう。一国の富とその外交軍事力の相関関係については、歴史が繰り返してきたところです。

産業革命以前、英国は全世界の製造生産高のわずか 15 分の 1 を担ってきたのに対し、中国は 3 分の 1 でした。その僅か 100 年後、中国は小規模な英国軍によって侵略されました。中国の産業はそれによって後退しました。全世界のわずか 2% の人口しか有しない英国は、全世界の富の約半数を生み出すようになりました。そして政治面で英国は世界の主導的立場にいました。

ですから、もし私たちが生活水準と影響力を保持しようと望むならば、平均成長率、つまり人口一人あたりの GDP を維持していかなければならないのです。それを確実にしていく唯一の方法は、革新しつづけ製造し続けていくことです。私は、製造業こそわれわれの未来であり、過去のものではないと信じています。そして、21 世紀における製造業とはどういうものかはっきりさせなければなりません。

21 世紀の製造業は 3 つの型に集約されます。

まず第 1 に、ジェット・エンジンを製造するロールスロイスのような、ハイテク製造業者。これらの企業は、純粋に工学上のノウハウを心得ているがゆえに、低コスト経済を前にしても生き残ります。RB211 ジェット・エンジンは飛躍的な技術革新でした。航空会社は機能と信頼性を価格以上に重んじます。ロールスロイス社は先端の工学技術を維持していますから、高コスト経済においても製造が可能です。

次にダイソンのような、英国において商品製作をしつつも海外で製造を行っている企業があります。私たちはコストを最低限まで削除しつつ、高価な母国に本社を置き続けています。なぜでしょう？ それは、私たちが 10 年以上かけて非常に優秀な技師及び科学者のチームを作り上げ、技術を開発し未来を確実にものにしてきたからです。

最後に、スタイリッシュなアップルのような企業です。外部の請負業者が彼らの製造及び工学部門を担当しています。アップルの価値は、巧妙にブランドをマーケティングすることによって維持されているわけです。

しかしながら、私の考えとしては、この方法ではアップルは脆弱なものになりかねないと思っています。もしライバル企業が圧倒的な技術的飛躍をみせたなら、スタイルとブランドなど何の意味もなくなってしまうと思います。

というわけで、またしても自明の理です。3 種類のシナリオのうち、唯一、革新的なエンジニアリングのみが未来を確保するのです。

しかしエンジニアリングと製造業を未来において確実にするためには、過去における私たちの強みと失敗

を認識する必要があります。

私は、産業革命が起きたのは英国がとりわけ革新的で勤勉な国家だったからではなく、単に状況のなせるわざだったと思っています。

16世紀初頭までに、英国では殆どの森が切り倒されていました。海軍はスペイン無敵艦隊を敗る艦隊を築き上げたわけですし、木造住宅建築が一般的になり、また高炉を燃やすために木炭を用いていました。そういった事情で英国の木材の在庫は使い尽くされてしまい、政府は木材の使用を限定する法律を通過させねばならなかったほどでした。陶器用の溶鉱炉を燃やし、また英国中部で興りつつあった織物業に必要な織機を動かすために石炭を用いるというのは、必然に迫られたことだったのです。必要は常に発明の母です。私たちは、石炭を採鉱するために蒸気機関を開発したのです。これが産業革命のきっかけとなりました。

幸運にも、この産業化は英国が帝国主義の頂点を極めた時代と期を一にしていました。

こうして重なった政治的・産業的ニーズの好循環によって、産業は日進月歩の勢いで成長しました。大英帝国は急速に拡大し、英国人は多くの発明をしました。わが国の帝国拡大の野望は、産業の力を燃料にしてごうごうと燃えていました。その逆もまた然りでした。帝国は十分な原材料と独占的な市場を供給していたのです。

生産能力の上昇は著しいものでした。それが熟達した経営管理の成果であるとか、或いは工学上のノウハウを手際良く利用した結果であると主張したくなるのもわかります。しかし、それは大きな間違いでしょう。それは、状況があまりに完璧で、しくじる余地が殆どなかったから起きた出来事だったのです。

とはいえ、たしかに偉大なる創造性の時期でした。誇ってよい事柄は多々あります。200年にわたって英国は発明と科学と製造の優位に立っていました。それ以前も以後も、そんな国はありませんでした。18世紀初頭のニューコメンとワットとサヴェリーの蒸気機関から、1904年のフレミングの二極管に至るまで、英国は次々と生まれる新技術の波を支配していました。

これらの背後にあったのは、人類の創意と決意をめぐるすばらしい物語です。しかしそれ以上に、これらの発明が英国で起きたのは当時の状況が完璧なものだったからです。

極めて重大なのは、こうした発明の中に特に優れた技術開発の成果は殆どなかったという点です。それは科学的探求というよりも優れた職人技能のなせる業でした。献身的なプロフェッショナリズムよりも、才能あるアマチュアが育成される文化でした。だからこそ英国人は、見事なアイデアを思いついても幾度となく資本化し損ねてきたのです。これは今日まで続いているわが国の呪わしい傾向です。例えば、わが国は鉄および鋼の製造過程でありとあらゆる主な技術革新を行ってきました。しかし、わが国の鉄鋼業界はそうした開発を、ライバル国のフランス、ドイツ、アメリカと競う勢いで導入しませんでした。それで、まもなくわが国は遅れをとることになりました。英国にはイニシアチブが欠けていたのです。十分な原材料の供給源は

ありました。そしてわれわれの製品を押し付けることのできる帝国もありました。それでもあろうことか、19世紀後半までにはわが国の生産高はアメリカに遅れをとっていました。

しかも悪いことに、私たちは次世代の教育にも失敗しつつありました。第一次世界大戦の直前、ドイツには6万人の大学生がいました。わが国には9千人しかおりませんでした。ドイツの大学は毎年、3千人の工学部卒業生を輩出していました。イングランドとウェールズでは、工学を含め科学・技術・数学の全分野において第一・第二優等学位を取得した卒業生が350人でした。

私たちの産業化は帝国の拡大とともに急成長しました。そして、帝国の力の衰退とともに後退したのです。第二次大戦が終わる頃には、英国の状況は惨憺たるものでした。かつて、それなりにまともな自動車・航空宇宙・繊維・船舶産業を築き上げた私たちは、もはや諦めてしまったかのようでした。

私の理論は、1945年までに英国は疲れ果てていた、というものです。二度の世界大戦と不景気の結果、安定を何よりも望む気持ちが社会の趨勢となっていたのです。私たちはみな、安全な将来を約束する職業に就くよう奨励されました。つまり会計、法律、医学、外交関係、その他の公務員職です。そして私たちは息が詰まりそうに温かい部屋でたっぷりしたアームチェアに身を埋め、子供時代を彷彿とさせる優しい料理を食べたり、パイプをふかしたり、一生失業の危険のなさそうな職業に走ったりしました。私たちは皆、怠惰になってしまい、ペニシリンやレーダー、コンピューターといった戦争中の発明を更に発展させていきそこねたのです。

学校に通っていた頃、私は教師たちに、もし試験に落ちたら工場で働くんだぞと言われました。それは垢と単調な反復作業と悪質な労働環境と高台の上の分厚い帳簿という、ディケンズ的なおそろしいイメージを私に思い起こさせました。

でも私は彼らが間違っていたことを証明してみせたのです。

私はなんとか試験の大部分にパスしました。

それでも結局、工場で働くことになりました。

といいますか、自分で工場を建てたのです。

そして製造業者として、子供の頃からさんざん耳にしていた悪評にも慣れざるをえませんでした。その中でも特に広く行き渡っていたのは、製造業は搾取的だというものです。なんと私たちは「大企業に抑圧された」図柄を描き上げるのが好きなんでしょう。子供時代ですら私は、産業に関する事柄となるとなぜ陰気で悪質なものとして描かれるのか、よくわかりませんでした。でも、相続した4万エーカーの最上級の農地を使って、或いは小売業によって、金を生み出したというのであれば、何かしら道徳的に受け容れられていいはずではないですか。

さて、やがて私たちは主要産業を国有化しました。それによって一気に、起業家精神というものを殺して

しまいました。こうした姿勢と状況が重なった結果、私たちは大々的で国際的な戦後の経済ブームに乗り遅れたのです。他国経済がまだ拡大しつつある中、わが国の経済は縮小しつつありました。その大半は、先細りする製造基盤によるものでした。1950年、わが国は世界輸出の4分の1を生産していました。それが1970年には10分の1になっていました。80年代半ばにはわが国の国際貿易は赤字になっていました。それを早送りすると、今日に至るわけです。

私たちは、憂慮すべき貿易赤字に挺入れするためにサービス産業に頼っています。そしてこの嘆かわしい状況はしばしば、私たちが生産経済からサービス経済に移行してきているという決定的論拠として提示されております。

幾度となく私は、英国はサービス産業に依拠しているという発言を聞きます。「低コスト商品を海外から購入しようが、別にかまわない」「サービス業に依拠することでそのための資金繰りが出来る」と。これは私たちの時代のパラドックスとなっています。

店先で目にする幾多の「〇×製」というラベルはもはや、一国の経済生産を測る正確なものさしではありません。では、より生産が少なく輸入が多い時代に、いかにして私たちは富を生み出せばよいのでしょうか。

先日、ある評論家が例を挙げておりました。ハリー・ポッターに出てくるキャラクター、ダンブルドア教授のプラスチック人形を買うには10ポンド前後かかります。いうまでもなくこれは「中国製」というラベルが貼ってあるでしょう。しかし、この評論家によれば、小売及び卸売業者の利幅、著作権使用料、宣伝、広報は英国のGDPに7~8ポンドの貢献をするといえます。

しかし、この議論を信じる人々をがっかりさせるようで申し訳ないのですが、私は37カ国で営業している製造業者としての経験から、その説が間違っていることを知っています。小売業者の利幅は僅かなものすぎないでしょう。そしてそれはトイザラスか、アマゾン・ドット・コムか、そういった非英国企業かもしれないのです。流通コストの大半は、玩具をこの国まで輸送するのに使われるでしょう。宣伝広報はおそらく製造業者の母国でお膳立てされることになるでしょう。そしてコストの10%かそれ以上の額が、ワーナー・ブラザーズの懐に入るでしょう。すべての資金は、海外で使われるわけです。

前述の議論が近視眼的である理由は、他にもあります。まず、私たちはプラモデルのような安い商品よりも、大きくて高価な工学製品にはるかに多くの金を使います。たとえば、自動車や飛行機、或いはシティの高層建築に使われるガラスや鉄鋼などです。また、何か大きな製品を購入した場合、総コストのうち英国内で流通とマーケティングに使われている金額の割合は微々たるものです。

しかしこれ以上に、わが国の製造業界を支持すべきだという更に良い論拠があります。ある英国企業が玩具を製造していると考えてみてください。その場合、英国内で売れる人形一体一体から数ペンス掠め取るよりも、世界各地で売れるダンブルドア人形から収益を取り戻そうとするでしょう。

しかし私は、自分たちが富を生み出し続けていくためには何もかも英国内で製造しなければならないと言っているわけではありません。私たちに必要なのは、ものを製造することによって金を生む企業なのです。たとえパーツの組立をどこか他の土地で行おうともです。そうなったら、ダンブルドア人形を——或いは車なり飛行機なりテレビなりを世界のどこで売ろうが、収益はこの国に還元されることになります。そしてまた、こういった工学技術的な職についている人々は高給を取っています。くだんの評論家が挙げた小売業職の人々以上に、です。

しかし、この素朴な事実を評価することなく、私たちは奇妙な社会を作り上げました。それは、国民がますます金を使って物を買続けることにこの国の経済成長がかかっている、という社会です。ナポレオンはいささか間違っていました。私たちは小売商人shopkeeperの国ではなく、買い物中毒shopaholicsの国なのです。もちろんこの私も、誰にも劣らず有罪です。私は店に行くのが何よりも好きなんです。日曜大工用品の店でよく我を忘れ、浸りきっています。

しかし、こんなに私たちが小売店を愛しているということもエンジニアリングと製造業に対する関心欠如の理由の一部であると、私は考えています。

「ちょっと買物セラピー」に街まで出る、とよく言いますよね。ですが実際に私たちがしているのは、ちょっとした製品セラピーなのです。しかし「買物セラピー」という言い方は私たちの真の動機をあらわしていません。私たちは、購買する商品と同時に購買するという行為に惹かれるのです。それは製造者からは切り離されてしまっています。考えてみてください。何か買ったものを見せびらかせば、必ず最初に聞かれるのは「どこで買ったの?」でしょう。「誰が作ったの?」と聞かれることはまずないでしょう。そこにある連想は、もし高くて特別なところで買ったものであれば良いものに違いない、ということです。そこでは、商品を作るのは製造者ではなく店だという考えが働いています。製造者は、巨大な小売業者の影に隠れてしまっています。

にもかかわらず、小売業によって、あるいは金融街でお金を儲けることは賞賛されます。一方、製造業による金儲けは感心されません。きれいなお金は良い、ということのようです。そして汚いお金は違う、と。

「2年の仕事にしては悪くない」と、BHSに2年間投資して4億6,000万ポンド稼いだフィリップ・グリーンは言いました。一般的な反応は、やりましたねというものでした。

それは、フィレンツェ人が教えた貿易というビジネスに始まるものかもしれません。

貿易は、もちろん製造業に先立ち、常に製造業より優位を占めてきました。しかし、貿易する商品を何も作らないとしたらいささか意味がありません。

だからこそ中国は私たちを悩まし続けるわけです。唯一、私たちが商品売ってイけるための方法は、より良い技術とより良いデザインです。それはすなわち、エンジニアリング及びエンジニアに投資して、過去

の過ちを繰り返さないようにすべきだということです。

未来の製造業を確実なものにするために、私たちは何を求められているのでしょうか？

その第一段階は、わが国の教育システムの不十分な点に正面から取り組むことです。そして、それによって姿勢を変えることです。実際のところ、教育システムというのはわが国の文化の中でエンジニアリングに対するアプローチをが著しく向上させてきた分野です。英国には、デザインとテクノロジーをきちんと学校で学んだ世代の子供たちがおります。

また大学のデザイン学科において起こりつつある変化も、心励まされるものがあります。そこではスタイリングが個別のものとして、20世紀後半の発明であると認められるようになりました。それは基本的に、疲れた製品に新しい服を着せるということだったわけです。殆どのアート及びデザイン系のカレッジは現在、産業デザインでなく工学デザインを教えるようになってきています。それはただの名前ではありません。実際に、エンジニアリングが教えられているのです。

インペリアル・カレッジと提携コースを企画した王立芸術大学院（Royal College of Art）は、その先駆けでした。そのコースはインペリアル・カレッジの工学上の専門知識を利用しています。それは私が王立芸術大学院に在籍中、自分でやっていたことと同じです。そして英国中で、トップ・デザイン・カレッジが同様の方向へ進みはじめています。ブリュネル、ニューカッスル、サウスバンク、グラスゴー、ダンディー、レスター一等のカレッジはすべて変わりつつあります。

5年前、学生たちはコンセプチュアル・デザインを提出すれば平気でまかり通ったものです。しかし、その中にまともな作品は殆どありませんでした。大半がスタイリングとマーケティングの練習に過ぎませんでした。現在、学生はまず実際に機能する試作品を作ってみなければなりません。そのあとで、パッケージとスタイルを考えるのです。

が、そればかりでなく学校や大学で出来ることは他にもあります。この国では子供たちにあまりに早くから専門化を強いていると私は思います。14、15歳になる頃にはわが国の子供たちは枠にはめられてしまいます。科学者か、アーティストか、どちらかに分かれてしまうんです。これは、子供たちの選択を狭めます。そうすると、革新的かつ視野の広い思考の可能な全般的人格を作りだすことができません。結局のところ、産業革命の原動力となった諸発明をした月光協会の人々は博学者でした。（注：月光協会（The Lunar Society）とは、18世紀後半、ワット、ボルトン、ダーウィン等12名の技術者、発明家、科学者、詩人、医者、教育者等が、毎月満月の日に（夜遅くまで議論しても家路に帰る明かりを月光により得られることから）集まり議論を行ったことに端を発するもの。この協会のメンバーから多くの科学的、技術的な発見・発明がなされた。）

アートと科学の分離は、わが国の繁栄にこういったダメージをもたらしたのです。エンジニアリングが重

んじられている国、たとえばフランスやドイツなどでは、大半の子供たちは学校に通う間ずっと何かしらの科学教育を受けています。これらは優れた職業訓練の伝統をもつ国です。

また私たちは、失敗に対して報酬を与える文化を作り上げる必要があります。長い間、私たちは苦もなく優秀さを示す人間を高く評価してきました。たとえばオックスフォード大学で第一優等学位を二つとるといったような優秀さです。頑固に強い意志で頑張り続ける者に対しては評価がありません。それによって、「強靱な労働理念を持っている」ことは一種の侮辱であるような文化が作り出されることになりました。トーマス・エジソンはこれを端的に言ってのけました。「発明と成功は1%の閃きと、99%の汗より成る」と。たいていの成功した起業家は、いくつも失敗を乗り越えてきたのです。もし私が試作品 05126 を諦めていたら、今日この場に立ってはいなかったと思います。あそこで私が成功するまでには更にもう一つ試作品が必要でした。そういったことから私が学んだことは数限りありません。

私たちは子供たちに、周囲と違っていいのだと教える必要があります。

デザインやテクノロジーなどの科目では、学生たちは幾つ間違いをおかしたかで採点されるべきだと私は思います。間違いから何を学ぶかが重要なのです。いかに速く小奇麗に作業を完成するか、ではないのです。ノートを取るのではなく経験と実験によって学ぶのだという理念を植え付ける必要があります。

わが国の子供たちを教育してエンジニアリングに興味をもたせるのは、最初の一步にすぎません。その次は彼らの姿勢を変えることです。今の段階では、アートのほうが科学や工学より重要なものになっています。たとえば今週のサンデー・タイムズの表紙を見ますと、記事が二つ載っています。片側には「演劇界に1億2500万ポンドの追加予算」。もう片側は「大学の科学資金カット」です。英国では1997年以来、18の物理学部と28の化学学部が閉鎖になっています。その結果、わが国では今、一年に物理学卒業生が3千人しか輩出しておりません。1万5千人の心理学卒業生と比べてみてください！ この傾向はどんどん悪化しつつあります。それでも、更に多くの科学系学部が閉鎖される予定になっています。

またしても、長期的繁栄が短期的利益のために犠牲になっているのです。あぶく銭狙いです。言うまでもなくこれは、私がこの仕事を始めたときに幾度となく出会った姿勢でした。

というところで、製造業変革のための私のマニフェストの第三段階に至ります。

私たちは、製造業に向けて投資家を奨励する必要があります。そして、彼らに長期的展望に立ってもらおうのです。

12年前、私はベンチャー資本家のもとから外国為替引受業者のもとへと、重い足を運んでおりました。自分が製造中の掃除機のための資金を集めようとしていたのです。そのときボブ・ペイトンという愉快的アメリカ人もまた、金の出どころを探していました。彼はピザ屋のチェーンを拡大しようとしていたんです。私はといえば、世界的市場の可能性のあるものを作り上げようと思っていました。私の事業は数年間は見返りが

なく、それに対しボブは手っ取り早い見返りを約束していました。誰が資金を受けたと思いますか？

この事態は変わっていません。

銀行もベンチャー資本家も、何か誘因がないかぎり、長期的投資はしないでしょう。それを可能にするには、二つの事柄が必要になってきます。長期的な製造業投資に対する減税と、低利率です。それも、恒久的なものとして。

イングランド銀行金融政策委員会の場で私が証言しましたように、製造業者はインフレを多分に好みます。彼らが心配するのは利率と外貨換算率です。インフレは、私たちの借入額が速く、小さくなっていくことを意味します。高利率は、これに対し、投資の妨げとなります。そして、高換算率は輸出による収益の低下と安い輸入品との競争というダブルパンチをもたらします。ですから私の目には、インフレに対して目標金利を設定するというのは実に奇妙なことに思えるのです。それを達成するため私たちは、順調時でも鈍器としかいえない金利を利用しようとしています。しかし逆であるべきなのです。金利と換算率の目標は低く設定すべきです。それによって、製造及び研究開発に対する投資は奨励されるでしょう。

ダイソン社では、売上の12%を研究開発に投資しています。英国の水準からすれば非常に多額です。英国企業の研究開発投資額は売上のたかだか2.1%であり、4.3%という国際平均の半分です。それでも、研究開発投資の行われている企業は株式市場においてその他の企業よりも継続的に成績が良いのです。ですからこれは、金融街が長期的展望に立つべき相応な理由となっています。政府は常に、研究開発に対する減税額を低く押しとどめています。しかしこの部門の減税拡大は、技術革新のみならず既存の製品を一步一步向上させて最終的な設備一新を図るために必要です。日本製品が成功しているのは、そのためなのです。

しかし、現行の研究に対する支援がない場合、企業にとっては宣伝に投資するほうがはるかに生産性が高くなります。それによって短期的な売上収入は上がりますが、長期的な未来の投資は全くありません。

政府が研究開発投資に向けて純粋な進歩を図ることは可能です。そうなれば私たちは、発明力の衰退を示す実に陰鬱な徴候の一つを立て直すことができます。

英国人の特許出願数は年々減っています。そして、人口あたりの特許出願数というのはおそらく一国の発明力を表す最適なものさしだと言えらると思うのですが、この点では英国はランキング表でどんどん下降しています。2~3年前、英国は7位で、ルクセンブルグの後に続きモナコの前というランクでした。皆さんに、著名なモナコ人の発明家を一人でもご存知かどうかお伺いしてみたくになります。でも、そんなことをしてもわが国の嘆かわしい状況に光を当てるだけでしょう。

しかし、このようである必要はないのです。

状況は好転できます。私たちはただ、技師に行動の自由を与えさえすればよいのです。より多くの人々がエンジニアや科学者になりたいと思うよう奨励すればよいのです。そして製造業者と資本家が、研究開発を

通じて未来へと投資するよう奨励すればよいのです。既に学校や大学は正しい方向へと歩を進めています。彼らは、浅薄なスタイリングにはもはや背を向けました。そして、より良い機能をもった製品を作る人々にこそ未来はかかっているのだと、気づいています。

建築の世界では文化的変化は以前から明らかでした。建築界は、ポスト・モダニズムに対する浅薄な執着を既に捨て去っています。今、最も優れた建築家たちの売りは、デザインを可能にするような技術です。ご覧になればわかります。ゲイツヘッド橋はスターリング賞を受賞しました。これは、建築の分野においてはテクノロジーとエンジニアリングが未来を築いていることを示す結果です。

今、私たちは工業製品に対しても同じことを行わねばなりません。かつて私たちは、途中まで正しかったのです。自分たちがどこで失敗したか気づくことができれば、未来においてより良い方向へ進むことができます。

製造業とエンジニアリングは頭脳の問題であり、筋肉や外見の問題ではありません。そして未来は、頭脳を最も上手に使う人間のものです。エンジニアの皆さんに、今こそ立ち上がっていただきたいと思います。

### 3.5 極小 (micro) 企業が西側先進国においても引き続き成功し得るためには？

(Financial Times, 2005年2月21日付け記事、'How to survive if you are small'より)

本記事は、英国における小規模製造業の生き残り戦略を上手く描写していると考えられる。サービス業に関するくだりは、前節のダイソン氏の講演と矛盾するようにも見えるが、実のところは、優れたアイデア、技術を用いての顧客へのきめ細かな技術的な対応を意味すると考えられ、矛盾していない。

以下、記事(英文)の和訳を掲載する。

ヴィンセント・ウォーカー氏は英国の小規模製造供給業者、アレル工学の代表取締役である。彼の顧客に対する姿勢は一見、無頓着なものだ。アレル社が供給する微小で緻密な金属部品の主要な買い手は12社あるが、どれ一つとして彼は自ら足を運んだことがないそうだ。「打ち合わせがしたければね、みんな私のところへ来ますから」とウォーカー氏は言う。

こうした姿勢は、雇用者15名という小企業にあっては奇妙なものと思われるかもしれない。商売相手はもっぱら油圧式機器、海外機器、建設業を専門とする遥かに大きな企業ばかりである。だが英国北部のグラスゴーにあるウォーカー氏の会社がこういった姿勢でやっていけるのは、経営が非常にうまくいっているからだと言っている。

53年前にウォーカー氏の父親が創始したアレル社は昨年、「過去最大」の収益及び売上をあげた。「私らはお客さんの役に立つサービスを提供してますからね」と彼は言う。「中国だろうがどこだろうが、私らのビジネスに入り込んでこられるチャンスは全くないと思いますよ」

大胆、いや愚かともいうべき発言に思える。英米西欧諸国の製造業界における競争は過酷だ。主要企業が東欧やアジアなど低賃金国に本社を置く企業から部品を購入、或いはそれら地域へ組立部門を移動させるというオフショア傾向は、先進国の多くの製造業者を窮地に追いやってきた。

しかしアレル社の経験は、経営者が適切な経営戦略を立てておりさえすれば西洋の製造業者が今でも成功できることを証明している。アレル社をはじめとするこの種の企業が生き残っているという実態は、政府や産業界による大多数の調査では正確に把握されていない。これらの調査は大手企業に焦点を当てるあまり、従業員20人ないしそれ以下の私企業である「極小」製造業者の業績を見落としているのである。

だが、ドイツのエンジニアリング・グループ、ジーメンスの経営下にあつて北イングランドのチェシャーに拠点を置く工場の代表取締役を務めるゴードン・ウェイクフォード氏の目には、状況は歴然としたものである。この工場は産業機械の駆動システムを製造し生産量の97%を海外輸出しているが、それにあたって毎年、100億ポンド相当の部品を購入する。そのうち英国内の供給業者からのものは3割だ。

低コストの供給業者を求めていく過程で英国内業者との取引数は減少してきたが、それでも最も好ましい業者との取引は継続しているという。それは、時代に適応してきた供給業者である。

「過去5年で英国内の供給業者は60から20に減らしました」とウェイクフィールド氏は語る。「しかし、それでも生き残ってきた業者は非常にプロ意識の高い仕事をしますし、融通性や信頼性といった面での姿勢が高く買われているわけです」

こうして生き残った企業が採っている戦略は、主として二種類のカテゴリーに分けられる。第一は、高度な機械に投資し、新種のシステムに対応すべく必要な変化を取り入れるという戦略。そして第二は、新たな商習慣を採用し伝統的な製品供給業者ではなくサービス企業として機能するという戦略である。

これらの戦略を取り入れることで供給業者は高賃金コストというマイナスを、完全に解消するとはいわずとも削減してみせ、一方で顧客に物理的に近い工場という長所を生かしたわけである。

新種の専門製造業者は、旋盤による従来企業とは大いに趣を異にする。近年、それらの企業はコンピューター化された新型工作機械への投資を行っている。新型機械はしばしば日本のシチズン、スター精密、中村留精密工業などのハイテク企業によって生産されており、多種類の切断機器を使用して数秒のうちに金属一片に対し20前後の複雑な作業を行うことができる。それは高度なプログラミング言語を用いたもので、エンジニアの指示により、従来の工作機械とは違い瞬時にして複雑な部品（乗用車向けエンジン、発電システム等）を製造することが可能だ。こうした性能により、部品発注客の様々な要求にも比較的容易に応じる

ことが出来るのである。

ミッドランドにある従業員 19 名の専門業者ストーブブリッジ旋削研磨機器 (Stourbridge Turning and Grinding) は、過去 3 年間で新型機器に 100 万ポンド近くを投入してきた。年間売上高 130 万ポンドの企業にしては大きな額である。「複雑な製品を小規模単位で作れるようになって、以前よりはるかに大きな市場が開けたんですよ」とのことだ。

新型機械がニッチ企業の競争度を高めるのは確かであるが、一方これによって企業の形そのものを変えざるをえないという認識も生まれてきた。

バーンステンプルに社を置くウィトン工学 (Witon Engineering) は過去 4 年間に、250 万ポンド余りの新型機械を購入している。年間売上高 300 万ポンドにも接近せんとする額であるが、これにより当企業は労働時間を延長することに成功した。機械は、場合によっては 24 時間稼働可能なのである。

しかし労働人口に対する痛手となったのも事実だ。90 年代を通じて、従業員は 52 名から 40 名に減少。これは経営面での助けになったとはいえ(人的労働に要するコストの割合は約 3 分の 1 から 24%へと削減している)、転換は必ずしもスムーズなものではなかった。従業員の 4 分の 1 近くを失うことは決して容易ではありえない。残った従業員にとっても、新型機械の導入は大幅な再訓練が必要なことを意味した。

「3 年ほど前まで我が社は旧式の請負業者で、部品製造には従来の機器を用いていた (すなわちあまり高度でないプログラミング方法に頼っていた) んですよ」と語るのは、ウェスト・ヨークシャーにある留具製造業者、ヴォーン・ジョーンズ穴付きねじ (Vaughn Jones Socket Screw) 社の代表取締役、ジェレミー・ホーンビー氏だ。「はじめは新しいテクノロジーを恐れてましたね。でもまず従業員 5 名 (全 17 名のうち) から、新型システムに必要な新しいプログラミング技術のトレーニングを始めまして。今は前進しつつあるという実感がありますね」

新型機械導入によって求められた変化は他にもある。ロンドン近郊で旋削部品製造を行うインロ (Inro) 社の代表取締役ロジャー・イネス氏は、過去 4 年を通じ 10 台の新型機械に 200 万ポンドを支払った。氏によれば、彼の会社は小ロット単位で部品を製造できる非常に融通性の高い機械を使いこなす「なんでも屋」的企業をモデルにしてきたという。「基本的にお客さんに対するアプローチはサービスなんですよ」と彼は言う。またウォーカー氏もアレル工学は事実上サービス企業に転化してきて、以前よりも大手の顧客に対応できるようになったという。「うちは純粋なサービス提供者という姿勢なんですよ」と氏は説明する。「私どもは金属の断片を形にすることで収益を上げ、原料とそのコストについてはお客さんに心配してもらいます」

革新的な経営戦略により時代に対応している「極小企業」の大半にとって、今後数年は容易でないように思われる。低賃金国企業の技術能力が上昇していくとともに、彼らとの競争は激化するだろう。しかし、防衛・エネルギー機器の部品を製造する従業員 17 名の企業、テクノターン (Technoturn) の代表取締役デヴ

イッド・マキルワン氏によれば、ニッチ企業にとって最終的に問題となるのはアイデアであり、海外の競争相手を気に病む必要はないという。「英国の企業は中国人が何をやってるか心配しすぎですよ」というのが氏の自説である。「それより、どうやったら競争に勝てるかという新たなアイデアを考えることに時間を使ったほうがいいと思いますね」

#### 「極小」製造業者のための諸戦略

- 工作機械はパソコンと同様のものとする。すなわち、工作機械もパソコンも、最新技術の利点を活かすべく、数年ごとに更新していく必要がある。
- 機械を一日 24 時間稼働（うち一部時間は運転者なし）させることにより、より効率よく投資を回収する。
- 銀行担当者及び政府の資金助成機関と有効な関係を築く。最新機器購入は高価なものになりかねないが将来的には見返りがある。
- 防衛・医療機器など精密製造業のハイテク・セクターからの受注に力を入れる。これらの注文を得るとは、顧客からの細かな注文に対応していく過程等を通じて、新技術等を大いに学べることに繋がる。
- 最新機器の運転に必要となるソフトウェアや先端工学分野を扱うことのできる少数精鋭の能力の優れた技能労働者をトレーニングすること。彼らには十分な報酬を提供し忠誠心を高めること。
- 神経を太く保つこと。戦略は気弱な人間には向かない。

### 3.6 英国のロボティクス及び人型ロボット研究の現状

#### 3.6.1 各研究審議会等の動き

工学・物理科学研究評議会、バイオテクノロジー・生物科学研究評議会及び王立協会のウェブサイトは、ロボティクスに関する画期的なニュースがある場合には、プレスリリースなどを通して公表している。例えば、バイオテクノロジー・生物科学研究評議会では2002年6月、ロボットを利用した植物科学分野、2001年10月、ロボットを利用した遺伝子学研究、1999年1月にロボティクスを利用した牛の乳絞りが行われたことなどを伝えている。工学・物理科学研究評議会は、2004年1月にロボットを使った生物学実験が行われたことを伝えており、2004年9月には、シェフィールド大学にて行われる ‘Function of distributed plasticity in a biologically-inspired adaptive control algorithm: from electrophysiology to robotics’ に対し

Novel Computation というイニシアチブからファンドが与えられる事が決定したことを伝えている。王立協会は、2003年7月にグリーンピースが公表したナノテクノロジー、人工知能(AI)、ロボティクスに関するレポートを掲載したほか、2003年12月には、エセックス大学でのロボットと人工知能に関連する研究を掲載している。しかし、そうしたニュースは年に数回といった頻度にとどまっている。また、そうしたニュースリリースにも、人型ロボットを扱う記事はなく、いずれも人体の一部の機能を「再生」することにより産業や実験に応用する物が中心となっている。なお、王立工学アカデミーのウェブサイトでは、ロボティクス関連の記事は最近は見られなかった。

また、ブリティッシュ・カウンシルは、英国のロボティクスを、「躍動的で最新鋭の技術を駆使した研究分野」と位置付け、研究の場としての英国の大学、及びリサーチ団体を紹介すると共に、研究への助成金制度やロボティクスを主に行っている企業もウェブサイトに掲載している。しかし、研究審議会の同分野に対する扱いから、優先分野との位置付けは受けていないというのが現状のようである。

### 3.6.2 英国でロボティクス関連のリサーチを行っている機関

2004年度に入ってその存続が危惧されているものの、Silsoe Research Institute の The Robotics and Automation Group がロボティクス関連の研究を行っている。また、大学に設置されている研究グループには、バーミンガム大学の Intelligent Robotics Lab, エジンバラ大学の Mobile Robotics Research Group, インペリアル・カレッジの Intelligent Interactive Systems および Ludwig :An Upper-Torso Humanoid Robot, オックスフォード大学のロボティクスリサーチグループ等を含む 23 の大学に研究グループがある。

いずれの大学においても AI, イメージング技術、行動研究学、言語機能等、個別の分野においてロボティクス研究を行っている例がほとんどであり、すべての技術を包括的に利用する必要のある人型ロボットの開発に関しても作業等に利用するための設置型の胴体部分以上を再現したロボットの研究にとどまっている。

日本が特に開発に力を入れている、人型人間協調・共存型ロボットの開発、及び Advanced Step in Innovative Mobility に関する研究は見受けられない。

### 3.6.3 企業における活動

ブリティッシュ・カウンシルのウェブサイトは、ロボティクスに力を入れている企業として、10社を挙げている。そのうち、直立型の人型ロボットの研究をしているのは、The Shadow Robot Company の一社であった。ほとんどの会社は、主に産業向け機械製品の機能の一つとして、または、コンピュータ及びコンピュータグラフィックス関連ソフト開発の一環としてロボティクスを利用した製品を開発している。また、研

究者や、趣味でロボットを組み立てようとする者を対象に、ロボット組み立て用の様々なパーツを企画開発する企業もあった。

### 3.6.4 その他ロボティクスを扱っている団体、ウェブサイト等

The British Association for Robotics & Automation (通称 BARA) は、英国を代表するロボティクス研究者の協会であるが、ウェブサイトからは活発な活動ぶりはいかがえない。組織者は、みな大学関係者である。

RoboFesta UK は、Open University(英国最大の通信教育大学)が深く関与しているロボティクス研究者、愛好者のためのウェブサイトである。頻繁に更新されており、リンク等も充実している。メインサイトは、主に愛好家を対象としており、ロボット関係の様々なイベントや、個人が製作したロボットを使ってのゲームやコンペなどの紹介、ロボティクスの最新情報などが掲載されている。

ウェブサイト、Engineeringtalk は、主に産業用の利用を目的とした様々なロボット情報を随時更新、掲載している。人型ロボットの開発に関する情報はここでも見られなかったが、英国でロボティクスを利用し、どのような製品が作られ、市場に出ようとしているのかに関して最新情報を発信している。

<参考ウェブサイト一覧>

- ① British Council (英国外務省外郭団体。主に教育・文化を管轄するが、科学技術分野も扱う。)

<http://www.britishcouncil.org/>

- ② バイオテクノロジー・生物科学研究評議会

<http://www.bbsrc.ac.uk/>

- ③ 工学・物理科学研究評議会

<http://www.epsrc.ac.uk/default.htm>

- ④ 王立協会

<http://www.royalsoc.ac.uk/>

- ⑤ オックスフォード大学ロボティクス研究グループ

<http://www.robots.ox.ac.uk/>

- ⑥ Royal Academy of Engineering

<http://www.raeng.org.uk/>

- ⑦ ケンブリッジ大学ロボティクス研究グループ

<http://mi.eng.cam.ac.uk/milab.html>

⑧ The Shadow Robot Company

[www.shadow.org.uk/index.shtml](http://www.shadow.org.uk/index.shtml)

⑨ Engineeringtalk

[www.engineeringtalk.com/indexes/categorybrowseah.html](http://www.engineeringtalk.com/indexes/categorybrowseah.html)

⑩ RoboFesta

[www.robofesta-europe.org/britain/](http://www.robofesta-europe.org/britain/)

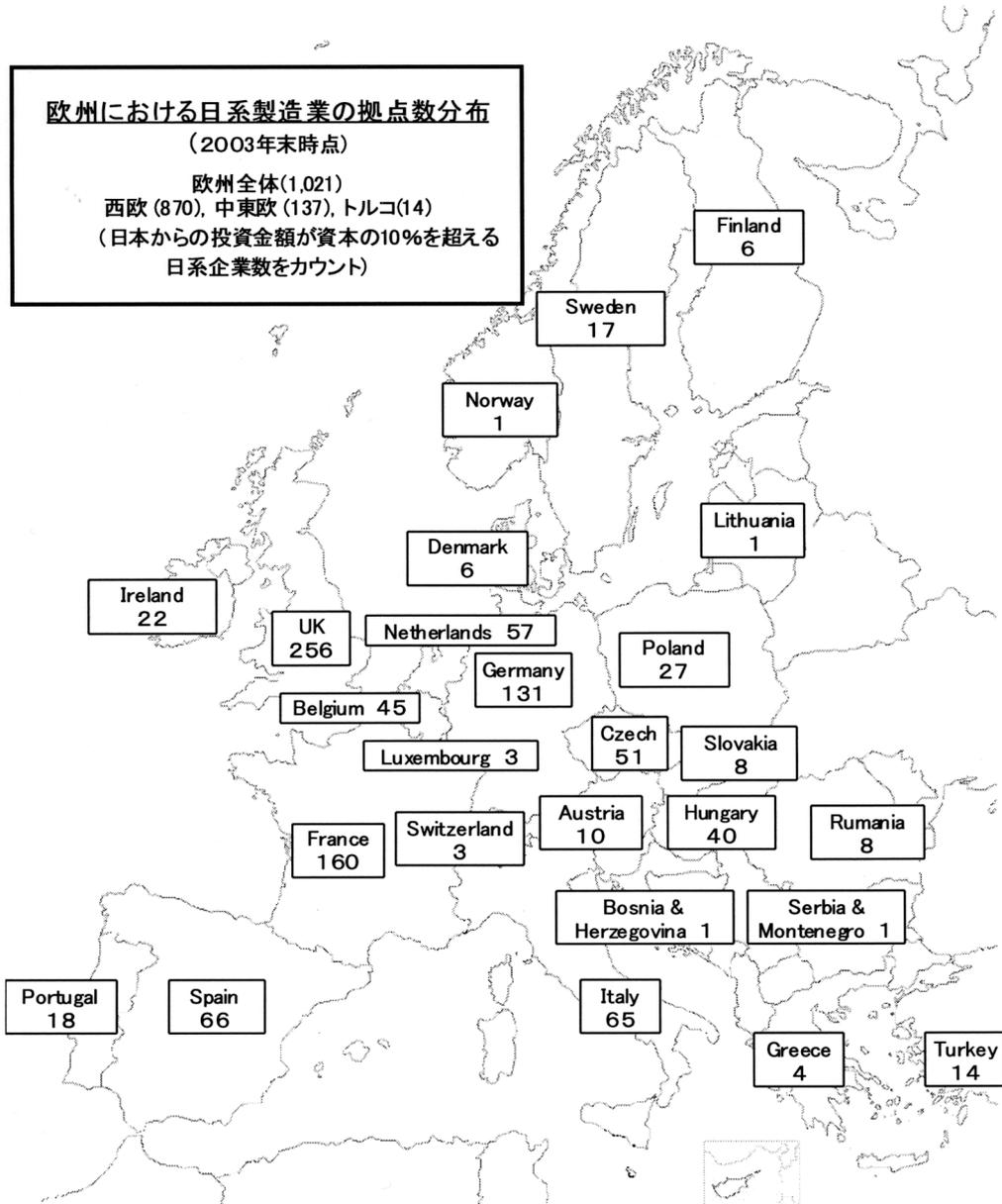
⑪ The British Association for Robotics & Automation

[www.bara.org.uk](http://www.bara.org.uk)

## 4. 日系製造業の欧州での位置 (Katsuno,2004)

### 4.1 日系製造業の欧州進出状況と今後の展開

日系製造業の欧州の海外生産拠点 (2003 年末時点) は、1,021 社であり、うち、西欧に 870 社、中・東欧に 137 社、トルコに 14 社がそれぞれ設置されている。(日本貿易振興機構, 2004)



国別動向では、英国が最多の 256 社 (西欧全体の 29.4%)、次いでフランス 160 社 (同 18.4%)、ドイツ 131 社 (同 15.1%)。この三ヶ国で西欧全体の進出数の 62.9 を占めている。日本のイギリスへの投資の特徴を

見ると、他国と比較して相対的に、自動車関連産業に対する投資の割合が高い。日本の自動車産業は英国を、EU市場のための戦略拠点と見做しているものと考えられる。

ただし、最近の日系企業の動向を見ると、西欧への投資が鈍化するなか、中・東欧への進出はこの約10年間（1995－2003）で6.5倍、137社と顕著に増加し、EU拡大を踏まえ、日本企業の中・東欧展開が加速している。

一方、英国を含め先進諸国の投資は、①共産党政権下における現実的な資本主義の導入、②巨大かつ有望な国内市場の存在、③安価かつ豊富な生産要素（土地、人件費等）の存在を踏まえて、近年では主に中国に向かっている。逆に成熟市場である西欧への投資は鈍化傾向で、前年比4社増に止まっている。

今後を展望してみると、東アジア地域でのFTAの議論が活発化する中、将来東アジア共同体へ発展の可能性も秘めており、世界からの東アジア圏への投資は引き続き拡大するものと見込まれる。ただし、中国への過度の一国集中は様々なリスクを伴う可能性があり、ベトナムや、インド、パキスタン等の周辺国を含めた分散投資の動きが活発化するのではないかと予想される。

また、一般に製造業は、大きな市場の存在、治安・港湾・道路、法制度など投資インフラの整備、ランニングコスト（賃金・税等）・投資コストの安さなどを総合的に評価し、最も魅力的な地域を投資先として決定していると考えられる。2004年5月のEU25ヶ国体制の確立により、共通の経済社会システムをもった共同体、そして、巨大な市場が登場し、企業にとって従来の国境がなくなり、投資先としての選択肢が格段に広がるなか、ランニングコストの安い中・東欧が、製造拠点の魅力的な候補地として浮上してきている。

## 4.2 研究開発、デザインの拠点形成へ

製造コストの競争という観点から、中国、東欧諸国等が新たに台頭するなか、企業が国際競争力を維持するためには、絶えざる技術革新とデザイン力の向上による製品の差別化、高付加価値化がポイントになるものと考えられる。

欧州には世界的に有名な数多くの大学、研究機関が存在するとともに、世界有数の文化水準も誇っていると言える。このため日本企業は、製造拠点に加え、R&D、デザインセンター等の拠点を西欧に多く構えつつある。

その数は、欧州全体で386ヶ所にのぼり、国別では、英国が最多の125（西欧全体の32.4%）、次いでドイツ71（18.4%）、フランス63（16.3%）となっている。過去約10年間の推移を比較すると、ドイツが低迷する中で、英国での拠点形成（95年比31増）が目立つ（日本貿易振興機構, 2004）。

英国は、欧州の中でも特に魅力的な研究開発環境を備えており、研究開発センターと連携した高付加価値型の製造拠点形成の潜在的可能性も大きいと考えられる。現に、研究開発型の英国医療産業は世界的な競争力を有しており、今後の進むべき道を示唆していると考えられる。

世界の製薬企業売上げトップ10（2003/04）

順位	会社名	売上 (£ m)	R&D 投資 (£ m)	売上 比率 (%)	国名
1	Pfizer	25,243	3,984	15.8	米国
2	Johnson & Johnson	23,385	2,617	11.2	米国
3	<i>GlaxoSmithKline</i>	<b>21,441</b>	<b>2,791</b>	<b>13.0</b>	イギリス
4	Roche	14,101	2,153	15.3	スイス
5	Novartis	13,890	2,098	15.1	スイス
6	Merck	12,561	1,775	14.1	米国
7	Aventis	12,553	2,060	16.4	フランス
8	Bristol-Myers Squibb	11,672	1,273	10.9	米国
9	<i>AstraZeneca</i>	<b>10,530</b>	<b>1,928</b>	<b>18.3</b>	イギリス
10	Eli Lilly	7,029	1,313	18.7	米国
17	武田薬品工業	5,453	648	11.9	日本

Source: DTI, The 2004 R&D Scoreboard

## 5. 環境にやさしい製造業の確立に向けた取り組み

### 5.1 背景 (Otto , No Date)

現代の人類の資源利用の形態には、いわゆる 80:20 の法則が適用されるという。この意味は、世界人口の 20%しか占めない先進国が、全世界で使用されている資源の 80%を利用している、ということである。さらに、米国においてはこの比率は 25:5 であって、全世界の僅か 4.7%の人口が全世界使用資源の 4 分の 1 近くを用いている。米国にある非営利機関であるロッキー・マウンテン研究所によれば、米国の発電所は日本全国で使用されているエネルギー量より多い量を無駄に廃棄してしまっているという。

間違いなく米国は世界最大の資源消費国であり、一日に国民一人あたりを通過する物質量は、汚水となる水も含めると体重の約 20 倍になる。この通過物質量のうち僅か 1 %のみが最終的に耐久製品になっていると見なされている。

政府間気候変動委員会 (IPCC) によれば、空気中の二酸化炭素を安定させるためには、工業化世界における二酸化炭素排出量が、2050 年までに、1990 年時点の排出量の 60%相当レベルにまで削減される必要があるとしている。同委員会は 1.4°C から 5.8°C の間の気温上昇 (低い範囲の数値の方が現実味があるが) を見込んでいる。おそらく上昇幅は 2-3°C に抑えられていく必要がある。

英国の人口一人あたりの環境影響を、現行の消費量を供給するために必要な生産可能な土地面積で考えた場合、英国内の生物学的に生産可能性を有する土地の約 3.5 倍が、現行の消費量に対応するために必要だと見込まれている。人間一人あたりの土地のシェアは全世界で公平に考えれば約 2 ヘクタールであるのに対し、現実には全世界平均で約 2.85 ヘクタール、OECD 平均で約 7.2 ヘクタールとなっている。このリストの最上位は米国で、一人あたり 13.26 ヘクタールとなっている。こうした数値は、何を出典とするかにより異なるが、比率は一定である。

専門家陣は、持続可能になるためには最低 4 倍の資源効率上昇が必要であるというコンセンサスに到達しつつあるが、10 倍以上の効率上昇が必要と主張する専門家も多い。これはつまり、先進国においては更に大きな倍率での効率上昇が求められるということである (10 倍から 20 倍、すなわち使用資源の 90%以上の削

減となる)。というのも持続“不可能”な資源使用の大部分の責任は先進国が担っているからであり、発展途上諸国における生活水準を向上させるためには、更に飛躍的な転換が必要となってくるということである。

20%の「赤字」——全米科学アカデミーは、既に殆どの方が知っている事実を確認した——は、人類が約20年にわたって身分不相応な暮らしをしてきたことを示している。現在の資源使用は、それが供給されるのに比して120%の使用という超過状態となっている。ごく最近の1960年代には未だ70%であり、「黒字」であった。しかし、人類は今、いわゆる持続可能性におけるゼロ地点に対して間違った側、マイナス側にいるのである。

英国においては、消費エネルギー量の3分の1近く、炭素排出量の4分の1近くを占めているのは各家庭である。

ファクター10クラブ(Factor Ten Club)の主要メンバーであるシュミットブリークの見積もったところでは、工業製品の「再生不可能なリュックサック」——製造過程において使用される資源で、最終消費者は目にするのでできないもの——は製品本体重量の約30倍にも及ぶという。

## 5.2 持続可能な開発に関する枠組み (Otto , No Date)

英国政府における持続可能な開発に関する主な施策概要は以下のとおりである。

1999年、英国政府は持続可能な開発に関する国家戦略、サステイナブル・デベロップメント・ストラテジーを発表した。現在、環境・食料・地域農村省(DEFRA)はその進捗状況に関する年次レポートを制作している。当該戦略のスコープは英国内にとどまらず、開発途上国における貧困削減問題も対象としており、外交政策においても倫理的な問題に対処していこうという英国政府の明確な目的意識に関連付けられている。

サステイナブル・テクノロジー・イニシアチブは、持続可能な開発を可能とするための技術開発を目的とし、企業及び大学等研究機関の双方に対する資金助成を行っている。また、予算配分だけではなく、研究開発提案について、それが適切な資金助成機関へとたどり着くよう、総合窓口として、ワン・ストップ・サー

ビスを提供する役割も担いつつある。最終的に本イニシアチブは資金助成のみでなく、資金助成申請等に当たって適切な機関を紹介する等のコンサルタント的機能を有するようになるものと考えられる。

エンヴィロワイズ (Envirowise) は、中小企業の活動における持続可能性を高める支援を行うためのプログラムである。廃棄物最小限化のための取り組みから始めているが、将来的には、より積極的に持続可能性を重視した製品・商品設計の進展への貢献が期待されている。

エネルギー効率優良事例プログラム (Energy Efficiency Best Practice Programme) は、政府による、各種の機関・組織等における省エネルギー、エネルギー料金節約を支援するための無料のサービスである。

廃棄物資源化プログラム (Waste Resources Action Programme) は、リサイクル材の市場を活性化するための政府のイニシアチブである。

## 5.3 環境設計と標準化

### 5.3.1 炭素排出量認定について

イギリス標準機構 (British Standards Institution : BSI) は、京都議定書に基づく共同実施 (Joint Implementation、JI)、クリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism : CDM) 及びに排出権取引 (Emission Trading) に関連して、炭素排出量に関する認証業務を 2002 年から実施してきている。EU における排出権取引スキームの下では、唯一、イギリス標準機構のみが 1 億 9 千万トンもの二酸化炭素相当量の認証を行ってきている。この量は、市場価格にして約 1,200 億ユーロに相当する。なお、同機構はイギリス以外では、米国、カナダ及び日本における企業やプロジェクトに関する排出削減量の認証も行ってきた。

同機構は認証に当たり、産業界や技術分野に係る知識、プロセスに関する知識、IT 技術、リスクマネジメント、将来の財政上のリスクに関する知見などを活用して業務を実施している。実際の認証は、収集したデータを 3 つの側面から評価する。この 3 側面は、計測対象となっているシステムのマネジメント管理状況、工場・プラントの監視プロセスの状況、収集データの正確性である。この手法をとることで、排出量データの

正確さに関する見解を工場等の側が得ることが出来る。(BSI, 2005)

### 5.3.2 持続可能な製品設計における標準化の動向(CSE,2005)

持続可能性に焦点を置いたエンジニアにとって、製品設計との接点におけるチャレンジは技術的であると同時に文化的なものである。

製造工程等において材料またはエネルギーをより持続可能な方法で使うことは、必ずしも、製品への組み込みや既存プロセスでの製造にあたって容易なことではなく、また、エンジニアに製造経費削減の視点が十分にあるとは限らない。一方、文化的挑戦は、より環境にやさしい製品設計の可能性に対する意識を高め、そうした設計思想が主流となるように各種情報の活用が出来るようにするということである。

英国においては、イギリス標準機構による標準規格 BS8888 が技術上の製品仕様をカバーしてはいるものの、製造設計プロセスを対象とした標準規格は存在していない。それに最も近いのは、廃案となった PD6470:1981 (経済的生産のための設計管理: The management of design for economic production) である。現行の BS7000 シリーズは、より広範な設計管理のコンセプトを対象としており、BS7373-1 及び BS7373-2 は製品仕様に言及してはいるものの、いずれもライフサイクル全体を意識した製造・組立・解体・廃棄時処理 (Manufacturing, assembly, disassembly and end-of-life processing:MADE) に関する具体的仕様をもたらすものとしては不十分である。草案 BS8887 は 2005 年初夏までにはパブリック・コンサルテーションに諮られることになっており、これが産業及び製品設計のプロセスにライフサイクルの考えを導入する初めての標準規格となる予定である。

イギリス標準機構による BS8887 案の検討に際しては、持続可能工学研究センター (The Centre for Sustainable Engineering) が主要なアドバイザー役を務めている。同センターは、1984 年に産官学の有識者により設立された非営利団体である、英国経済・環境開発センター (The UK Centre for Economic and Environmental Development (UK CEED)) における新たな国家レベルのイニシアチブであり、産業界が革新的でより持続可能性のある技術を開発することを支援することを目的としている。BS8887 規格案は、製品に使用される全ての資源 (エネルギー、材料、水、化学物質、天然物/生物多様性) に関する問題を設計者が考慮に入れる上で、助けになるものと期待される。

BS8887 は、「設計者に設計の仕方を教える」ことを目的としたものではなく、またクリエイティブな作業を阻むこともしない。目的は、そのプロセスを通じて生み出されるものが、設計思想を最も効率的に、費用対効果も良く環境意識の高い形で、現実の製品へと移し換えたものとなるよう、秩序付けることなのである。それは、設計過程において避けて通れない大きな仕事となる。

BS8887 が扱う設計上の課題は、設計者が製造業者に勤務しているかデザイン会社に勤務しているか或いはフリーランスであるかに係らない。これは幅広いビジネスにとって少なからぬ関心となる規格であり、多様な製品タイプに適応され得る。設計仕様に関してより明確なアプローチを求めている産業界、優れた設計能力を示す基準となるものを求めているベテラン設計者／デザイン会社にとっても非常に有益なものとなるであろう。

その他、環境にやさしい製品設計に関する情報は、持続可能な設計に関するセンター（The Centre for Sustainable Design）のウェブサイトにおいても多数、入手可能である。また持続可能な設計に関するネットワーク（Centre for Sustainable Network）も情報やヒントを提供している。このウェブサイトでは、設計における環境配慮を最大化したいと望む設計者に対して、現在利用可能な技術やリソースを提供している。

#### 5.4 大学工学部教育における持続可能性に対する取組み

エンジニアが持続可能な開発に係る課題に取り組む上で必要とされる基本的な要件として、王立工学アカデミーは、例えば、“十分な情報が無く、客観的な正解もないような類の問題をしっかりと認識できること”を挙げている。そのためには、持続可能性に影響を与え得る要因を、出来る限り幅広く検討できるよう、問題設定に当たっては、大きな境界条件を設定することが必要である。ただし、この際、境界条件をあまりに大きく設定しすぎて、具体的ないしは特徴的な要因を見失うことのないように留意することが必要である。エンジニアは、そうした境界条件を、工学的なシステムが外界に対して持つあらゆる影響を考慮し得るような形で設定する能力を持っている必要があり、人類が、そのニーズを満たすために外界のシステムに対して創意工夫を加える際に、そのシステムを適切に使っているか、誤って使っていないか、必要以上に使っていないか、ということ念頭におくことの出来るような形が必要となるのである。（Fisk and McQuaid, 2004）

さらに、工学協会（the Engineering Council）が2003年に発表した声明では、エンジニアは、次の能力を有する必要があるとしている。

- ・ 環境、社会及び経済的課題を同時に達成する必要を考慮に入れた責任のある対応を行うこと
- ・ 想像力、創造性、発明の才を活用して、資金的な制約の範囲内で、環境や社会の質を維持・向上させる製品・サービスを生み出すこと
- ・ 利害関係者を良く理解し、関係を適切なものにするよう努めること

また、Parkin ら(2004)によれば、科学の進歩と同様に倫理や価値も重要である、ということ認識することが必要だとしている。「持続可能性を成功裡のうちに統合するいかなる道も、その内実に伴う倫理や価値を明確にし、かつ、啓発する側と学び取ろうとする者との協働できるような方法でなければならない」とも述べている。

さらに、持続可能な開発のために工学教育が心得るべき点として、以下のようなものも国際的な同意事項として良く知られている。

- ・ 技術、物理科学及び人文科学の間の懸け橋となるべく、より一層の統合的、学際的研究の推進
- ・ 複雑かつ広範な境界条件を把握するためにシステム・アプローチを採用することが必要
- ・ 技術のみに依拠した、又は、単一な解決策では現実のニーズの対応できず限界があることを認識
- ・ 価値判断は重要な役割を持ち、工学教育は事実や経験にのみ依拠するのではなく、倫理、創造性や社会的責任についても包含

以下では、イギリスの大学における持続可能性に関する教育への取組み事例として、ケンブリッジ大学工学部のケースを取り上げる。ケンブリッジ大学では、上記の各テーマ、要件等に加えて、次の各事項についても、現代社会が直面する様々な課題に対応するための優れたエンジニアの基本要件として掲げている。

- ・ 全ての利害関係者との注意深い対話及び背景の的確な把握を通じての問題点の明確化
- ・ 未来のエンジニアが主導的立場を取り得るようになるために、各種の組織内における変化を引き起こし、かつ、適切にそれをマネジメントするためのメカニズムの理解
- ・ 持続可能な解決策が成功裡に実施されるための前提として、技術革新及びビジネス・スキルを的確に理解し、育み、統合すること

ケンブリッジ大学工学部の特色は、3・4年生時において特定の分野を専門としつつも、卒業時には、広範な工学の基盤を備えた学生を輩出することにある。優秀な学生にも支えられ、この幅の広さは、より学際的なアプローチへと変化しつつある工学の学問的傾向を的確に把握する上で、強力な基盤となる。現在、同大工学部には学部生 1,100 名強、大学院生約 300 名以上、教授 19 名、助教授 19 名、講師 85 名、ポスドク 175 名が在籍する。これはケンブリッジ大学全学部生の約 10%、全大学院生の約 7.5%を占める。学部の構成は、

専門分野を持ち、講義も行うが研究主体の“垂直・縦割型”の6学科と、教育基準の策定、工学共通のコース・プロジェクトの運営及び学術水準や学位に関する管理を行う、より一般的な“水平・横割型”の組織とから成る。

以上のようなケンブリッジ大学工学部の構造は次のとおりとなる。

#### 学科体系—研究担当部長による統合（垂直・縦割型）

- A. エネルギー・流体力学・ターボ機械
- B. 電気電子
- C. 設計・材料・力学
- D. 土木・構造・環境・石油
- E. 製造・マネジメント
- F. 情報

#### 教務体系—教育担当部門による管理（水平横割型）

- 1・2 学年度—全学科からの学際的必修科目
- 3 学年度～学士号—主に一学科に集中して選択科目を履修
- 4 学年度～工学修士号（必須）—広範な選択科目から履修
- 大学院生：博士、工学修士(研究)、その他特別コース

学部の運営は意見の一致、コンセンサスに基づくものであり、よって意思決定及び機敏に立ち回することは容易ではない。各学科はそれぞれ行う研究プログラムに関して大幅な自律性を持っており、大きな責任を負うことになるその研究スタッフの採用にあたっては必要な研究資金を確保しておく必要がある。学科制の強みは、イノベーションに対する継続的な意欲であり、その弱みは学科間の協力関係が比較的希薄となることである。

一方、教務体系も同様に重要な教職員を擁している。教育担当部門は、全学科にわたる試験及び評価に係る基準、構成及び制度を企画運営し、主として方法論、教授法、品質管理システムに関して注力している。その強みはそのルールと一貫性であり、弱みはその裏返しで、変化に長期間を要することと、教育水準を維持するのではなく改善する事に関して学部全体に渡る能力を持ち得ないことである。本学部の機能の特色の一つとして明らかになってきているのは、学生の意見及び要望に対する学部側の対応である。新たに導入された学問分野やモジュールが学生の希望に沿っていた場合、学部はその新たな活動に対し更なる支援を供与する。持続可能な開発のための工学設計に関する客員教授の採用などがその良い例である。この客員教授に

よるモジュールが好評で4年生に受け入れられた結果、学部はそのイニシアチブの更なる発展のために常勤のポスト設置及び資金助成という支援を行うとともに、さらに、研究及び管理担当者の採用にも積極的な支援を行ったのである。

学科の上位に当たる学部のマネジメントにおいては、命令指導型ではなく同意協力型の運営がなされている。学生の志願者数など外部要因を見た限りでは、工学に対する英国全体での関心の減少が続いているにもかかわらず、本学部の評判は一定して高く、優秀な学生を惹きつけることに特段の困難さは感じていない状況にある。よって、新たなアプローチが明らかに必要という、「危機的状況」は一見して存在していない。

また、持続可能な開発というコンセプトに関しては、以下に述べる系統だった教育活動が開始されるより以前に、既にそのコンセプトを提唱してきた個人が、特にE学科（製造学）に多く存在したことは特筆すべきであろう。また、以下に述べる活動以外にも、関連する特別科目、プロジェクト、研究が存在している。変化は1999-2000年度から始まり、2003-04年度までの5年間に約4段階を通じて進められた。

- 00-01年度において、学部講義に持続可能な開発の概念を導入。また、大学院生に対しても特別臨時を実施
- 02-03年度より、大学院にて持続可能な開発に関する実践的な教育を行う修士号（研究）教育を開始
- 03年5月より、工学部全体で、持続可能な開発の概念をより積極的に共有
- 03-04年度より、持続可能な開発を工学部における主要な戦略的テーマの一つとして展開

これらの過程は当初から一つのまとまった戦略として綺麗に分かれていたものではなく、いささか偶然に助けられる面もあって発展してきたものである。各段階における活動が成長し、それが次の段階の成長にも良い影響を与えてきた。しかしながら、必ずしも全段階において、その前段階からスムーズに移行してきたわけではなく、在る分野では他の分野よりも発展の速度が大きかったという場合もある。こうした推移を円滑にしたのは、しばしば時間を厭わない熱意ある積極的な個人の存在、主要な初期投資の存在、「可能な限りチャンスに乗り」既存のシステムを批判する前にまずサポートしてみよう、という実践的な姿勢であった。

一方、米国のマサチューセッツ工科大学との共同事業である、ケンブリッジ-MIT インスティテュートの取組みも重要な役割を持っていると考えられる。この事業により、持続可能な開発に関する工学修士コースが導入され、また、マサチューセッツ工科大学における一流教授陣との交流が容易となった。このことは、ケンブリッジ大学での当該修士コースの導入時において重要なものであったと同時に、MIT教授陣のアイデ

ィアや時として異なる見解を共有化できたことは、当該コースが同大学工学部で定着する上でもまた、大いに役立った。

2002年に初めて導入された当該工学修士号コースは11ヶ月間のもので、学生は2つのコアコース及び2つの選択コースを2学期間学び、その後、3学期目(4-8月)において研究論文を作成することとなっていた。2つに分かれたコアコースでは、一つには持続可能な開発の背後にある諸問題及びそれらの工学との関連性を扱うとともに、経済、社会科学、環境マネジメント等の非工学的分野(つまり問題の背景となる分野)に対する基礎知識を学ぶ。二つ目には、これらがいかんして変革のマネジメント及び工学的対応において具体化されるかを検討する(すなわち変化を通じた実施段階に関する部)。イノベーション及び技術のマネジメントに係るコースでは、持続可能な解決策の実践において肝要なビジネス・プランについて検討する。選択科目には次のようなモジュール群がある。

- 1) 気候変化、廃棄物管理、再生可能エネルギー、安全な水と衛生の提供等の問題に対応するために必要な技術に関する研究(ケンブリッジ大学工学部において既に高いレベルを誇る分野を基礎としたもの)
- 2) グローバリゼーション、技術政策、環境管理/法/規制に関するマネジメント及び政策の研究
- 3) 工学活動における持続可能性の評価にあたり必要な手法の研究

具体的な教授法は、短期集中講義、チーム・プロジェクト・ワーク、セミナーディスカッション、ロールプレイ、少人数講義の組合せから成り、2度の滞在型のフィールドワークを含む頻繁なフィールドワーク、及びPPP(人間、地球、繁栄=People, Planet, Prosperity)企業家コンテストへの応募もそれに伴う。

現在の在籍学生は各大陸の出身者が集まり、異なる個人経験を持ち込んで来ており、それらがシェアされることにより、真に国際的な意味で、持続可能な開発に対する推進要因や障害となっている事柄を定義付けることが期待出来る。このことは、MITの学生及び教授陣との交流により更に強化されている。

(Fenner et al, 2004)

## 5.5 環境規制の動向 (RSA, 2005)

EUは、電気電子機器の廃棄物問題への対応を図るため、数々のEU指令を採択してきた。電気電子製品のゴミは、毎年一人あたり平均14 kg、650万トンと、EUにおいて最も急増しつつある廃棄物の流れであり、そのうち90%が埋め立て又は焼却されている。

電気電子機器廃棄物指令 (WEEE: Waste Electrical and Electronic Equipment Directive) は、電子電気機器の設計及び製造段階において、それらの修理、アップグレード、リユース、解体及び最終廃棄段階でのリサイクルを容易にするための取組みを促進するものである。

WEEEは以下のような理由から、主要な廃棄物の流れと見なされている。

- 1) EUにおける廃棄電気電子機器の量は毎年8%ずつ増している。
- 2) 電気電子機器による有害構成部品の内容物は重大な懸案事項である。例えば、携帯電話一台から出るカドミウムは60万リットルの水を汚染するに充分である。
- 3) 電気電子機器のリサイクルは十分な程度に行われていない。英国においては毎年90万トンの電気電子機器が埋め立てられている。

同指令により2005年8月から、耐久年数を経た製品収集のための資金調達、及び、再使用・リサイクル・修理の目標達成の責任は、生産者が負うことになる。当指令に応じるため英国企業は総額4億5,500万ポンドに及ぶ損失を被るであろうと、英政府は見積もっている。個々の企業は売上の4%に及ぶ損失を被る可能性がある。

現在、WEEE指令実施にあたってのインフラが確立されつつある。当指令の英国法への移し換え日程は、「2006年上四半期」になるであろうというのがDTIの見込みである。WEEE指令の遵守に関連するコストの額も最終的に詰められつつある。現在、英国民はEUにおけるWEEE問題の深刻性を助長する少なからぬ要因となっており、2015年迄にはセットトップボックス7千万、TV6,300万、VCR及びDVD1,400万を超える台数を所有することになるであろうと見られている。これらによる消費エネルギーと二酸化炭素発生は現レベルの3倍になると思われる。

これらのことにより、WEEE指令の導入は生産者に対して、より幅の広い革新的技術の開発を促進することになる。製品開発者は、開発プロセスの当初から製品の「一生」に係る影響を考慮する必要がある。また、

欧米市場から発展途上国への有害電子廃棄物輸出に対する懸念も増している。

また、こうした動きに対して王立芸術、製造業及び商業振興のための協会（Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufacturers and Commerce : RSA）が啓発活動を2005年4月にロンドンで行うこととしている。RSAは1754年に設立された非営利団体であり、1851年に現在の国際博覧会の先駆けとも言われる、大博覧会（The Great Exhibition）がロンドンのハイドパークにあるクリスタルパレスを会場に行われた際の、推進母体の一つでもあった。



RSA -WEEE Man

RSAは、深刻化する電子電気機器廃棄物（WEEE）問題の啓発を図るべく、視覚的に圧倒的で環境意識向上の先鞭となるようなヒューマノイド型のオブジェクトを制作した。これは廃棄された電気電子機器により構成されており、総重量は約3トン、高さは7メートルにもなる。RSAは、この活動を、欧州で活躍している日系企業の一つであるキャノン・ヨーロッパ社(映像、IT技術に関するソリューション・プロバイダ)との共同制作で行っている。

RSA自身、創立250周年を記念して、複数分野からなるマニフェストを推進しており、これらの活動は、ゼロ廃棄物社会挑戦宣言の一環にもなっている。この活動によりWEEEに対する世間の意識を高め、WEEEの効果的処理（リサイクル、再使用、修理、改修、持続可能な生産）に意識を絞った消費者、小売業者、設計者、製造業者各サイドからの行動が起こることを期待している。

このRSAによるWEEEマンは、ロンドンのサウスバンクに経つロンドン市庁舎において2005年4月中旬から公開される予定となっている。100%WEEE、すなわち洗濯機や携帯電話、電子玩具などで作られており、ヒューマノイド型と相まって、英国における一人の人間が一生のうちに生み出す廃棄物量を示唆している。英国市民が一生の間に消費する電気電子廃棄物量を用いた人型の像を展示し、最終的にこれをリサイクルす

る。WEEEマンは現在ヨーロッパにおいてWEEEの90%が埋め立てまたは焼却されているという問題点をパワフルに浮き彫りにするものと期待されている。

なおこの他に、このプロジェクトが目的とすることには他に次のようなものが含まれる。

- 世間一般の廃棄物に対する「見ぬもの清し」という概念を、目に見え、啓蒙的で、行動変革を促すようなものへと転換すること
- 電気電子廃棄物に対する意識を高め、一般市民、小売業者、製造業者が廃棄物量化について慎重に考慮するよう奨励すること
- リサイクル業界の知名度を高め、責任を持って電気電子機器を廃棄しようとする人々に、与えられる選択肢を明示すること
- 一般市民に対して、倫理的な消費者選択と持続可能な資源マネジメントの方法についての教育活動となること
- 「使い捨て消費振興施策」についての議論を奨励すること
- 設計者および製造者の「解体用デザイン」「リサイクル用デザイン」「有害物質除外デザイン」といった活動に対する支援を高めること

## 6. 引用資料

- BBC (2004)  
Press Releases The Richard Dimbleby Lecture - Engineering the Difference by James Dyson.  
[http://www.bbc.co.uk/pressoffice/pressreleases/stories/2004/12\\_december/09/dyson.shtml](http://www.bbc.co.uk/pressoffice/pressreleases/stories/2004/12_december/09/dyson.shtml)
- British Standard Institution (BSI) (2005)  
BSI in the vanguard of Kyoto Protocol verifications  
<http://www.bsi-global.com/News/Releases/2005/February/n42137de4a2d30.xalter>
- Centre for Sustainable Engineering(CSE)(2005)  
Product Design.  
<http://www.cseng.org.uk/iframes/viewfeature.asp?ciid=575&iCurrSubSection=2&pg=34>
- Department of Trade and Industry (DTI) (2004a)  
The 2004 R&D Scoreboard.
- Department of Trade and Industry (DTI) (2004b)  
The Technology Programme, Supporting the research, development and innovation of your business.  
<http://www.dti.gov.uk/technologyprogramme/>
- Design Council (2004)  
Minister announces new chair of the Design Council  
[http://www.designcouncil.org.uk/webdav/servlet/XRM?Page/@id=6007&Session/@id=D\\_tbgNXe4EFuM3isxp24IS&Document/@id=7760](http://www.designcouncil.org.uk/webdav/servlet/XRM?Page/@id=6007&Session/@id=D_tbgNXe4EFuM3isxp24IS&Document/@id=7760)
- Dyson UK (No Date)  
James Dyson profile  
<http://www.dyson.co.uk/jd/profile/default.asp?sinavtype=menu>
- European Commission(2004)  
Science and technology, the key to Europe's future - Guidelines for future European Union policy to support research  
[http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/dpi/cnc/doc/2004/com2004\\_0353en01.doc](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/dpi/cnc/doc/2004/com2004_0353en01.doc)
- European Commission(No Date)  
Major Projects Library  
<http://europa.eu.int/comm/research/fp6/projects.cfm>
- European Network of Excellence in AI planning (2003)  
<http://www.research.salford.ac.uk/plansig/pims/>

- Fenner, R.A., Ainger, C.M., Cruickshank, H.J., Guthrie, P.M., (2004)  
Embedding Sustainable Development at Cambridge University Engineering Department.  
International Conference on Engineering Education in Sustainable Development (EESD2004)
- Financial Times (UK)  
2004年9月29日、30日及び10月1日付けのダイソン社関連の記事より
- Financial Times (UK),  
2005年2月21日付け記事、'How to survive if you are small'より
- Fisk, D., McQuaid, J., (2004)  
Principles of Engineering for Sustainable Development (Draft5.0) .Royal Academy of  
Engineering, March 2004
- HM Treasury (2004)  
Spending review 2004 Statement.  
[http://www.hm-treasury.gov.uk/spending\\_review/spend\\_sr04/spend\\_sr04\\_statement.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/spending_review/spend_sr04/spend_sr04_statement.cfm)
- HM Treasury, Department of Trade and Industry and Department for education and skills  
(2004)  
Science and Innovation Investment Framework 2004-2014.  
[http://www.hm-treasury.gov.uk/spending\\_review/spend\\_sr04/associated\\_documents/spending\\_sr04\\_science.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/spending_review/spend_sr04/associated_documents/spending_sr04_science.cfm)
- Katsuno, Ryhuhei (2004)  
The Japanese Manufacturing Industry : Its position in Japan and its presence in Europe .
- Museum of Broadcast Communications (2004)  
Archive, Dimpleby, Richard.  
<http://www.museum.tv/archives/etv/D/htmlD/dimplebyric/dimplebyric.htm>
- Office of Science and Technology (OST) (2004)  
SET (Science, Engineering and Technology) Statistics.  
<http://164.36.164.104/setstats/index.htm>
- Otto, Beatrice, K. (No Date)  
About : Sustainability.  
[http://www.designcouncil.org.uk/webdav/servlet/XRM?Page/@id=6046&Session/@id=D\\_tbgNXe4EFuM3isxp24IS&Document\[@id%3D1678\]/Chapter/@id=4](http://www.designcouncil.org.uk/webdav/servlet/XRM?Page/@id=6046&Session/@id=D_tbgNXe4EFuM3isxp24IS&Document[@id%3D1678]/Chapter/@id=4)
- Parkin, S. Johnston, A., Buckland, H., Brookes, F., White, E., (2004)  
Learning and Skills for Sustainable Development –Developing a sustainability literate society.  
Forum for the Future 2004

- Royal Academy of Engineering (2004a)  
 INTERNATIONAL REVIEW OF ENGINEERING RESEARCH IN UNITED KINGDOM.  
<http://ire2004.org.uk/IRERData.doc>
- Royal Academy of Engineering (2004b)  
 Review Panel Final Report.  
<http://ire2004.org.uk/InternationalReviewReportEngineering.pdf>
- Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufacturing and Commerce(RSA) (2005)  
 Electronic waste giant to be unveiled on the South Bank, London on 12 April 2005.  
[http://www.thersa.org/news/news\\_closeup.asp?id=1245](http://www.thersa.org/news/news_closeup.asp?id=1245)
- United Kingdom Science Park Association (UKSPA) (2003)  
 Annual Statistics 2003.  
[http://www.ukspa.org.uk/downloads/UKSPA\\_2003fullfinal.ppt](http://www.ukspa.org.uk/downloads/UKSPA_2003fullfinal.ppt)
- University of Cambridge (2004)  
 Presentation material by Corporate Liaison Office.
- 外務省(2002)  
 英国の科学技術の概要.  
[http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/technology/science/index\\_02.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/technology/science/index_02.html)
- 総合科学技術会議 (2003)  
 第 33 回本会議資料.  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/siryo/haihu33/siry01-2.pdf>
- 日本貿易振興機構 (2004)  
 在欧州・トルコ日系製造業の経営実態 -2003 年度調査-

添付資料

ジェイムズ・ダイソン氏による BBC のリチャード・ディンブルビー講演の英文原典

The Richard Dimbleby Lecture for 2004 - Engineering the Difference by James Dyson - broadcast on BBC ONE last night (Wednesday 8 December).

It's fair to say none of us would be here if it wasn't for an engineer. John Logie Baird. A bit of a crackpot. But if it wasn't for him – and several other inventive engineers – there would be no television.

Without TV, the BBC might not exist. In which case, I wouldn't have joined millions of viewers watching the Queen's Coronation in June 1953. Stuck in remote north Norfolk, it was the first time I'd seen a television.

The experience was made all the richer by Richard Dimbleby's commentary. Over the next few years, he became a regular fixture in my mother's living room. As the presenter of Panorama, I'll always think of him as the face of serious television in my youth.

Had it not been for television, it's fair to say Richard Dimbleby and his sons wouldn't have made their reputation in quite the same way. And this lecture, held in their father's memory, wouldn't be taking place.

Logie Baird started quite something, when you think about it.

And here I am, the first engineer to deliver the Dimbleby Lecture. And look... I'm not wearing overalls.

If it alarms you to have to listen to an engineer, let me reassure you. Like you, I once thought engineers were quite beyond the pale. My family were all from a liberal arts background. My parents taught the arts.

And as a schoolboy, I didn't know what an engineer or even an architect did. I was a Classics scholar who went to art school. While at the RCA, I accidentally discovered the glories of making things. And I can tell you it was quite a shock when I realised I was getting interested in engineering.

Now, as I said, no engineer has ever stood here before. And the last industrialist to occupy this spot did so nearly 20 years ago. I can't help thinking, that long absence says something about the way we regard engineers and manufacturers.

Manufacturers and engineers make things to improve our lives and create wealth. But they're less important to us than those who occupy their time writing about it or worrying about it.

It was this disregard for the engineer's creation – the manufactured object – that led me to stand down as Chairman of the Design Museum a month or so ago.

There are two sides to the design coin. There is serious design – making sure that the manufactured object performs its task in the best possible way. And there is styling – the essentially superficial task of making sure something looks attractive.

Both are important to me. After all, my wife is a rug designer and an artist. My daughter and son-in-law design clothes.

However, the Design Museum was set up by Terence Conran to champion the manufactured object.

There are dozens of places that examine style. The V&A, art galleries, newspapers and style magazines. There are very few places that focus seriously on how and why we make things.

I felt the Museum was failing to get the right balance. I still care deeply about the Design Museum, but in its current guise, I have little to contribute. So I stepped down.

A day or so after my resignation, I turned on the radio. When I resigned, I had mentioned a Constance Spry exhibition and now the Today programme was interviewing two flower arrangers.

The interviewer cut through the florists' proclamations, about the life-enhancing effects of lilacs, to ask a very pertinent question.

Can you really, he asked, say that flower design is as important – or even the same – as

designing an aeroplane?

Their answer? "Of course it was."

I knew there and then that my decision to go had been correct. And that it said something about our appreciation – or rather lack of appreciation – of manufacturing.

My resignation caused quite a rumpus.

At the Museum, the visitor figures shot up by 50 per cent! Butlers Wharf had never been so popular.

Meanwhile, in the press, my departure was being deconstructed as a clash between the past and the future.

I was told that styling had usurped engineering in the latter half of the 20th century. And that it went deeper than just a change of fashion.

My values of technology and manufacturing were old-fashioned, they said. And if our economy was to succeed, I had to realise something:

"The future prosperity of developed nations, rested in the hands of stylists."

"Engineering belonged in the past."

Yet here I am. Someone whose recipe for success, has been to make things that people want to buy.

Not because they look better – although of course I hope they do – but because they work better.

I have spent 35 years making things in a country that often has little regard for its manufacturers. It has left me more convinced than ever that engineering is this country's future.

And that styling for its own sake is a lazy 20th century conceit. One that has passed its sell-by date.

This world is driven by technology.

We have no choice but to shake off our obsession with styling. And to focus on creating new more-advanced products.

The first thing we must do, is divest ourselves of several lazy misconceptions.

What kind of deceits?

"That the 18th and 19th centuries were a golden age of manufacturing."

They weren't.

"That Britain once led the industrial world. And that we really knew how to make things well."

We didn't.

"That we are a nation of inventors, more creative than anyone else."

We're not and we never have been.

"That the service and creative industries – there's an oxymoron for you – can replace manufacturing."

They can't.

"That long-lasting wealth can be consumer generated."

That's just plain naïve.

"That engineering doesn't have a place in a post-industrial society."

Rubbish.

"That the industrial future belongs to companies producing intangible goods such as computer software or information."

More rubbish.

It is essential that we dump hoary old myths if we want to maintain our wealth, power, and influence over the future. This evening I'll explain why and how.

Unlike most of the commentators, I have 35 years' experience of making things. And it's taught me a lot.

However, the biggest lesson came four years ago when I located our assembly in Malaysia.

Much as I was resisting the change, there were very clear reasons why we had to change direction.

We needed to invest heavily in research and development. But our manufacturing costs were going up and our market place prices were going down.

And we were trying to expand our factory in the face of local planning opposition.

Meanwhile all our competitors were manufacturing in China, while we were watching our profits go into freefall.

I could see our demise.

But the biggest problem was that we had no local suppliers.

Our British three-pin plugs were made in Malaysia. Our polycarbonate plastics came from Korea. Our electronics came from Taiwan. It was a logistical nightmare.

We needed our suppliers on our doorstep so that we could drive them to improve their quality and keep pace with technology.

In the 1970s, when I was developing the Ballbarrow, I needed some bent metal tubing. I got in my car and went to Birmingham.

In the space of a few streets, I found workshops and suppliers who between them could

provide the tubing, cut it, bend it and coat it. It was an extraordinarily vital environment.

And it was absolutely essential to the small engineering entrepreneur.

You might ask what happened to these British suppliers and subcontractors? Quite simply: we drove them out of existence.

Employment and property laws made it difficult for them to take on extra staff and premises. They needed a tax regime that appreciated the volatile nature of their business.

Instead, Governments imposed PAYE and hammered them with high interest rates, year after year. By the mid-1980s, most had gone to the wall.

Moving Dyson production abroad was a tough decision. Most especially because I had to make 550 people redundant.

However, it meant we could cut our costs, and expand our production. We could invest in R&D and employ more staff.

The upshot is that we now have more people at Malmesbury than ever. All of them are in higher-skilled, better-paid jobs. Most are scientists and engineers.

They contribute more to the local economy. And as a company we pay much more in taxes than we did four or five years ago.

In Malaysia, the biggest benefit has been that all our suppliers are within ten miles of the factory. Some were there anyway.

Others we developed, such as a tent pole maker. We got him to make our highly-engineered telescopic handles. And he turned out to be much better than our previous German suppliers.

At this stage, the benefits are obvious. Our engineers and scientists are in Wiltshire.

For a company that depends on innovation, that's what counts. The know-how is here.

It's British. It generates money for the British economy.

Thousands of other companies are doing what we were forced to do. From Doc Marten shoes and Hornby train sets, to Sony's high-tech electronics, they were all failing to make things competitively in their home markets, and moved their production to China.

This shift has led to a huge period of wealth creation. But it won't last. Why?

Because countries such as China have already mastered low-cost production.

Now they are buying Western know-how – the joint venture between Shanghai Automotive and MG Rover is primarily to secure rights to Rover's technology.

Chinese companies are also copying Western styling. I should know – I'm constantly having to stop them.

Their universities are churning out vast numbers of engineers and scientists. And they're good.

They're taking on Western companies by snapping up Western brands.

Today, a Chinese company bought IBM Personal Computers lock, stock and barrel. Manufacturing, management and the brand.

Chinese corporations have bought Thomson and RCA televisions, Dirt Devil and Vax vacuum cleaners, Alcatel cellphones, and Dornier aircraft.

To survive against them, we can't just rely on shallow styling. We need technology and design that they don't have.

As long as we continue to innovate and produce products that have better features and work better, we can compete.

Our only chance for survival is better engineering.

Now I'm frequently told that championing manufacturing is yesterday's game. That we live in a post-industrial society. That the service and creative industries have replaced

manufacturing.

Well consider this:

Of the world's ten largest corporations by revenue, nine make big, heavy things. Like cars or ships' turbines or computer hardware or consumer electronics.

These companies rely on their engineering and their technology – not their styling – for their wealth. Only one – WalMart – is a service company.

Look at the most profitable companies and again the facts speak for themselves. In the top ten, only three are service companies.

And as for the world's least profitable company? Why it's Vodafone, a service company that made a loss of more than 15 billion dollars last year.

So why does Britain need a manufacturing industry in this supposed age of the service economy?

My answer is simple. We have no choice. Only one in seven British jobs is in manufacturing, yet they generate nearly two-thirds of exports.

Manufacturing creates the wealth and spending power that feed the service industry.

It's obvious. The rest of the world relies on manufacturing for its wealth.

Why do we think we can be different? If we want to maintain our position alongside other leading nations, we've got to join the rest.

We must take steps now. In ten years time China, with its mantra of employment over profit, will not only be the workshop of the world, it will be the technological superpower.

And what will happen to us?

Britain's service industries will wither without their manufacturing customers. Call centres and software developers are already disappearing to efficient service economies.

Such as India.

Innovation will be stifled.

We will be surrounded by products that we have not made. That's something that is already culturally destructive. Ultimately we will be at the mercy of the buying habits of Chinese shoppers.

The impact on the trade deficit will be ruinous.

The loss of manufacturing expertise will compromise our military strength.

History repeatedly shows the correlation between a nation's wealth and its diplomatic and military powers.

Before the Industrial Revolution, Britain accounted for just one fiftieth of the world's manufacturing output, while China spoke for a third.

Fewer than a hundred years later, China had been invaded by a small British army.

Its industry was now backward. Britain, with two per cent of the world's population, was making nearly half the world's goods. And politically we led the world.

So if we want to protect our quality of life and our influence, we must maintain our average wealth – our GDP per capita.

The only sure way to do that, is to continue to innovate and manufacture.

I believe manufacturing is the future, not the past.

And we need to be clear what manufacturing means in the 21st century.

It boils down to three models:

Firstly, high-tech manufacturers such as jet engine maker Rolls-Royce. These survive in the face of lower-cost economies simply because they have the engineering know-how.

The RB211 jet engine was a revolutionary leap of technology. Airlines value features and reliability over price. As long as Rolls-Royce maintains its engineering edge, it can manufacture in a high-cost economy.

Then there are companies like Dyson – creating products in Britain, but making them abroad. We've pared our costs to the minimum but we've maintained our head offices in our expensive home nation.

Why? Because we've spent more than a decade building up a highly-talented team of engineers and scientists, to develop our technology and ensure our future.

Finally, there are companies such as the stylish Apple. Outside contractors do their manufacturing and engineering. Apple maintains its value by marketing its brand expertly.

However, in my mind this could make Apple vulnerable. If a rival makes a significant technological leap, then styling and branding will count for nothing.

So again it's plain to see. In all three scenarios, only innovative engineering will guarantee a future.

But to get engineering and manufacturing right in the future, we need to recognise our strengths and failings in the past.

I am convinced the industrial revolution happened not because we were a particularly inventive or industrious nation, but simply because of circumstance.

By the early 16th century, we'd cut down most of our forests. The Royal Navy had built the fleet that defeated the Spanish Armada. We were constructing wooden housing and using charcoal to fire blast furnaces. Our timber stocks were so depleted that, Parliament passed laws restricting the use of wood.

We had little choice but to turn to coal to fire the pottery furnaces, and to power the textile looms that were emerging in the Midlands.

Necessity was the mother of invention. We developed the steam engine to help us mine that coal. That triggered the industrial revolution.

As luck would have it, this spark of industrialism coincided with a period when Britain was hitting its imperialist stride.

In this virtuous circle of confluent political and industrial needs, industry grew at an incredible rate. The Empire expanded rapidly and we created many inventions.

Our imperial ambitions were fuelled by our industrial might. And vice-versa.

The Empire provided plentiful raw materials, and a captive market.

The growth in manufacturing capability was extreme. It is tempting to suppose it was the result of adept management. Or the skilful exploitation of our engineering know-how.

That would be a big mistake. It happened because the conditions were so right that it was almost impossible to fail.

It was nevertheless a period of great creativity. We have a lot to be proud of. For 200 years we dominated invention, science and manufacturing. Like no other country before or possibly since.

From Newcomen, Watt and Savery's development of the steam engine, in the early 18th century, to Fleming's invention in 1904 of the vacuum diode. Britain ruled each successive wave of technology.

Behind all these, are fascinating tales of human ingenuity and determination. But, above all, these inventions came about in Britain, because the conditions at the time were absolutely right.

Crucially, few were the result of particularly clever engineering development. They were the products of good craftsmanship rather than scientific investigation.

It was more a culture of gifted amateurs, than dedicated professionals.

And it meant we repeatedly failed to capitalise on many of our best ideas. A British curse that persists to this day.

For example, we developed every major innovation in the iron and steel making process. Yet our steel industry failed to adopt them with the same gusto as its counterparts in France, Germany and America.

We were soon left behind.

We lacked initiative. We had a ready supply of raw materials.

And we had an Empire on which to foist our goods.

These were conditions that bred complacency.

And lo and behold, by the late 19th century our volume of production had fallen behind America.

To make matters worse, we were failing to educate the next generation. On the eve of the First World War, Germany had 60,000 university students. We had just 9,000.

German universities turned out 3,000 engineering graduates every year.

In England and Wales, only 350 students secured first and second class honours in all branches of science, technology and mathematics – including engineering.

Our industrialisation had boomed with the expansion of the Empire. And so it retreated with the decline of our imperial power.

By the end of the Second World War, we were in a sorry state.

Having founded reasonably good car, aerospace, textile and shipbuilding industries, we seemed to give up.

My theory is that by 1945 everyone was exhausted. After two world wars and a depression, a desire for security was endemic in society.

We were encouraged to get a job that promised a safe future – accountancy, law, medicine, the foreign office or some other part of the civil service.

We sought refuge in the comfort of pipes, nursery food, big fat armchairs in stuffy, overheated rooms and low-risk jobs for life.

We'd become lazy and we failed to capitalise on our wartime inventions such as penicillin, radar and computers.

Meanwhile, grammar and public schools groomed us for university. We were encouraged to become middle-class professionals and to avoid industry and manufacturing.

When I was at school, my teachers told me that if I failed my exams I'd end up in a factory.

They conjured up a ghastly Dickensian image of grime, repetitive tasks, lousy working conditions and book-keeping on thick ledgers on high lecterns.

Well I proved them wrong.

Somehow I passed most of my exams.

And yet I still ended up in a factory.

In fact, I built one.

And as a manufacturer, I've had to get used to the brickbats that I heard bandied as a child.

The most prevalent of which was that manufacturing was exploitative. Oh, how we liked to paint a picture of being "under the thumb of big business".

Even as a child, I never quite understood why anything to do with industry was portrayed as a dark, evil thing.

But if someone made money from 40,000 inherited acres of prime farmland, or from retailing, then somehow it was morally acceptable.

And then we nationalised our major industries.

In one fell swoop, we killed entrepreneurship.

As a result of all these attitudes and conditions, we failed to benefit from the great, international, post-war, economic boom.

While the economies of other countries were expanding, ours was contracting.

Much of it was down to our dwindling manufacturing base.

In 1950, we produced a quarter of the world's exports; in 1970, just one tenth.

By the mid 1980s our international goods trade was in deficit. Fast forward to today.

We rely on our service industries to prop up our alarming trade deficit. And this sorry situation, is often presented as the conclusive argument, that we have tipped from a manufacturing economy to a service economy.

Time and time again, I'm told Britain can rely on service industries.

"It doesn't matter if we buy all our low-cost goods from abroad," I hear.

"We can rely on our service industry to finance it."

It has become a paradox of our age.

The number of 'made in...' labels in shops, is no longer an accurate gauge of a country's economic output.

So how can we continue to generate wealth when we're making less and importing more?

A commentator recently gave an example. Buying a plastic model of Professor Dumbledore, the Harry Potter character, costs around £10. Doubtlessly it will be labelled 'made in China'.

But according to the commentator, the retail and wholesale margins, royalties, design, advertising and promotion will contribute £7 or £8 to Britain's GDP.

Well I'm sorry to disillusion everyone who believes this argument, but as a manufacturer who operates in 37 countries, I know from experience that this isn't the case.

The retailer's margin would be tiny. And it might well be Toys R Us, Amazon.com or some other non-British company.

Most of the distribution costs will be spent shipping the toy to this country.

Advertising and promotion are likely to be co-ordinated in the manufacturer's home country.

And 10 per cent or more of the cost will go to Warner Brothers.

All money spent abroad.

And there are other reasons why the argument is short-sighted.

First, we spend much more on big, expensive engineered things than we spend on cheap goods such as plastic toys.

Things like: cars or aeroplanes, or the glass and steel used to build skyscrapers in the City.

And if you buy something substantial, then the proportion of the total cost spent on distribution and marketing, within Britain, is minuscule.

But there is an even better argument for supporting our manufacturing industries.

Just imagine that a British company was manufacturing the toys.

Then, instead of scraping a few pennies off each doll sold here, we would be recouping the revenues from every Dumbledore sold anywhere in the world.

But I am not arguing that we have to manufacture everything in Britain for it to continue to generate wealth for us.

What we need is companies that make their money from manufacturing. Even if they do their assembly elsewhere.

Manufacturing companies and entrepreneurs need to have their ideas here.

Do the engineering here. Develop the technology here. Oversee the production from here. Plan the marketing and organise the selling here.

Then if they sell their Dumbledores – or their cars or aeroplanes or televisions – anywhere in the world, then the revenues return to this country.

And the people doing those engineering jobs are highly paid. More than the people doing the retailing jobs that the commentator cited.

But instead of appreciating this simple fact, we have created a strange society.

One in which economic growth relies on us continuing to spend ever greater amounts of our money shopping.

Napoleon wasn't quite right. We're not a nation of shopkeepers, but shopaholics.

I'm as guilty as the next person. I like nothing more than a trip to the shops. I often find myself lost and overwhelmed in DIY stores.

But I am convinced that our love of retailing is part of the reason for our lack of interest in engineering and manufacturing.

We say that we're heading into town for a bit of 'retail therapy'. What we're really doing is going for some product therapy.

But the phrase 'retail therapy' reveals our true motives.

We are as turned on by the act of buying as by the goods we purchase. We have become divorced from the producer.

Just try it yourself. When you show off some thing you've bought, I guarantee the first

question will be "Where did you get it?", not "Who made it?"

The inference is, that if you bought it somewhere expensive and exclusive, then it must be good.

The perception is that the shop makes the goods, not the producer. The producer is eclipsed by the massive retailer.

Yet making money from retailing or the City is admired. While making it from manufacturing is not. Clean money is okay, it seems. Dirty money isn't.

"Not bad for two years' work," said Philip Green, when he made £460m in two years from his investment in BHS. The general reaction was good luck to him.

Maybe it goes back to the Florentines teaching us the business of trade.

Trade, of course, predates manufacturing and has always dominated it. But it's pretty pointless if we don't make anything to trade.

So China breathing down our necks. The only way we'll be able to sell our products is if they have better technology and are better designed.

That means investing in engineering, and engineers, to ensure we don't repeat the mistakes of the past.

What do we need to do to ensure we get manufacturing right in the future?

The first step is to address the shortcomings of our education system. And to use it to change attitudes.

Actually, it is one area of our culture that has vastly improved its approach to engineering. We have a generation of children who have studied Design and Technology at school.

I'm also heartened by the changes taking place on our university design courses.

They have recognised that styling, as a separate entity, was an invention of the latter

half of the 20th century.

And that it was essentially about putting a tired product in new clothes.

Most art and design colleges are now moving from teaching industrial design to teaching engineering design. It's not just a name. They are actually teaching engineering.

The Royal College of Art was in the vanguard when it devised a joint course with Imperial College. It draws on Imperial's engineering expertise – something I did myself when I was at the RCA.

And they have been followed by the best design colleges around the country.

Brunel, Newcastle, Southbank, Glasgow, Dundee and Leicester are all changing.

Five years ago, students got away with turning out conceptual designs. Few of them worked. They were entirely styling and marketing exercises.

Nowadays, students have to make breadboard prototypes that work. Then they think about the packaging and styling.

But there's more we could do at schools and universities. I believe we force our children to specialise too early.

By the time they are 14 or 15, our children have been pigeonholed. They are either scientists or artists.

It limits their choices. And it doesn't create the kind of rounded characters that make innovative, lateral thinkers.

After all, the Lunar Men, who made the discoveries that set the industrial revolution in motion, were polymaths.

The arts and science divide has done such damage to this country's prosperity.

Look at the countries where engineering is held in high esteem – France and Germany.

Most pupils continue with some science instruction right through school.

They are countries with a good vocational teaching tradition.

We also need to develop a culture of rewarding failure. For too long, we have valued effortless brilliance, like the Oxford double first. Not the dogged determined slogger.

It has created a culture in which "having a strong work ethic" is a term of insult.

But the fact is, the B grade students are the most successful in life. They make the best entrepreneurs. They have learned to persevere and they're not scared of failure.

Thomas Edison summed it up brilliantly: "Invention and success are one per cent inspiration, 99 per cent perspiration."

Most successful entrepreneurs have overcome several failures.

If I had given up on prototype 05126 I wouldn't be standing here tonight. It took one more prototype to really make it work. All that taught me a huge amount.

We need to encourage children to be different at school.

In subjects such as Design and Technology, I think students should be marked by how many mistakes they make.

It's what they learn from those mistakes that's important. Not how quickly and neatly they complete the task.

We need to instil an ethos that learning should be through experience and experiment, rather than by rote.

Educating our children to appreciate engineering is only the first step. The next is to change their attitudes.

At the moment, the arts are more important to us than science. or engineering.

Just look at the front page of this week's Sunday Times. Two articles.

On one side "an extra 125 million pounds for Theatreland." On the other, "funds for sciences at universities to be cut."

Since 1997, we have closed 18 physics departments and 28 chemistry departments.

As a result, we now produce only 3,000 physics graduates a year. Compare that to an astonishing 15,000 psychologists!

And it's going to get worse. Yet more science departments are due to close.

Again, long-term prosperity is being sacrificed at the altar of short-term gain.

A quick buck.

Certainly it's an attitude I encountered again and again when I was starting up.

And it brings me to the third step in my manifesto for manufacturing change.

We need to encourage manufacturing investors. And to make them think long-term.

Twelve years ago, I was trudging from venture capitalist to merchant banker.

I was seeking funding to manufacture my vacuum cleaner. A delightful American called Bob Peyton was also looking for money.

He wanted to expand his chain of pizza restaurants.

I wanted to build up something with a potential worldwide market.

My business would not offer a return for several years, whereas Bob was promising a relatively quick buck. So guess who got the funding?

And it hasn't changed.

Banks and venture capitalists are not going to invest long-term unless we give them an incentive.

To do that we need two things. Tax breaks on long term manufacturing investment. And lower interest rates.

Permanently.

As I explained in evidence to the Monetary Policy Committee, manufacturers quite like inflation. It's interest rates and the exchange rate that bother them.

Inflation means our borrowings get smaller, faster. High interest rates, on the other hand, hamper investment.

And high exchange rates create the double whammy of less revenue from exports and more competition from cheaper imports.

So it seems to me utterly bizarre that we set a target rate for inflation.

And to achieve it, we try to use interest rates – a blunt instrument at the best of times.

It should be the other way round. We should set low targets for interest and exchange Rates.

That will encourage investment in manufacturing and R&D.

At Dyson, we invest 12 per cent of our turnover in research and development.

It's a fortune by British standards. British companies invest a meagre 2.1 per cent of turnover in R&D, less than half the international average of 4.3 per cent.

Yet it's been shown that companies which invest in R&D repeatedly outperform the rest of the stock market.

So there's a good reason for the City to take a longer term view.

The Government already gives a small tax break for R&D. It needs to be extended to cover not just innovation, but devising step by step improvements to existing products and the consequent re-tooling.

It's what made Japanese products so successful.

But without support for on-going research, it is much more productive for companies to invest in advertising.

It offers a short-term sales gain but provides no long term investment in our future.

The Government could take genuine steps to encourage R&D investment. Then we could turnaround one of the most depressing signs of our diminishing inventiveness.

We file fewer patents with each passing year.

And in terms of patent applications per capita - probably the best measure of a nation's inventiveness - we are fast slipping down the league tables.

A few years ago, Britain was in seventh place, behind Luxembourg and only just ahead of Monaco. I'd be tempted to ask you to name a famous Monegasque inventor.

But that would be to highlight our sorry state of affairs.

But it needn't be like this.

We can get it right.

All we need to do is give engineers a free hand.

We need to encourage more people to become engineers and scientists.

And to encourage manufacturers and financiers to invest in the future through R&D.

We're already taking the right steps in our schools and universities. They have turned their backs on shallow styling.

They have realised that the future belongs to people who make things that work better.

The cultural change has long been apparent in architecture. It has abandoned the hollow styling obsession of post-modernism.

The best architects now make a feature of the technology that makes their designs possible.

And look. A bridge in Gateshead won the Sterling prize.

It shows that in the field of architecture, technology and engineering are shaping the future.

Now we must do the same for the manufactured object.

We got it halfway right in the past. If we recognise our failings, we can do better in the future.

Manufacturing and engineering are about brains, not brawn or looks.

And the future belongs to those who use their brains best.

Rise up engineers!



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

非 売 品  
禁無断転載

平成16年度  
欧州における製造科学技術の動向調査報告書

発 行 平成17年3月

発行者 社団法人 日本機械工業連合会  
〒105-0011  
東京都港区芝公園三丁目5番8号  
電 話 03-3434-5384

財団法人 製造科学技術センター  
〒105-0002  
東京都港区愛宕一丁目2番2号  
電 話 03-5472-2561