

FAOP - MfgX - PSLX

MESX

MESX ホワイトペーパー
MESX Whitepaper

2004年（平成16年）5月7日

MESX ジョイントワーキンググループ
PSLXコンソーシアム
製造業XML推進協議会
FAオープン推進協議会

一 般 事 項

著作権

本書についての著作権は、MESX ジョイントワーキンググループの母体である PSLX コンソーシアム、製造業 XML 推進協議会及び FA オープン推進協議会の 3 団体にあります。

使用条件

本書により作成した成果物の利用者に対し、無償の通常実施権が許諾されます。本書の利用者は、本書の内容に関し、改変を行うことは出来ません。

免責

PSLX コンソーシアム、製造業 XML 推進協議会及び FA オープン推進協議会は、本書および本書により作成した成果物の使用に関し、本書およびその成果物の利用者が被る損害については、第三者の知的所有権の侵害に対し当該第三者からの請求により利用者が被った損害を含め、一切の責任を負わないものとします。

本書により作成した成果物を稼働させる責任は、すべて成果物の作成者が負うものとし、PSLX コンソーシアム、製造業 XML 推進協議会及び FA オープン推進協議会は一切の責任を負わないものとします。

最新版

本書の最新版は、PSLX コンソーシアム、製造業 XML 推進協議会及び FA オープン推進協議会の 3 団体のホームページで配布しています。

- ・ PSLX コンソーシアム <http://www.pslx.org/>
- ・ 製造業 XML 推進協議会 <http://www.mfgx-forum.org/>
- ・ FA オープン推進協議会 <http://www.mstc.or.jp/faop/>

不具合、要望、感想など

誤植、不整合などの不具合事項については、できるだけ排除するように努力していますが、見つけた際にはいづれかの団体までメールでお知らせ下さい。また、ご要望および感想などがありましたら、同様にお願ひします。

略称および名称

- MESX (Manufacturing Execution System for XML) は、PSLX コンソーシアム、製造業 XML 推進協議会及び FA オープン推進協議会が共同で策定する仕様の総称です。
- MESX ジョイントワーキンググループは、MESX を検討するために PSLX コンソーシアム、製造業 XML 推進協議会及び FA オープン推進協議会の各団体から専門家が参加した会議の名称です。
- PSLX (Planning and scheduling language for XML) は PSLX コンソーシアムの略称です。
- MfgX (Manufacturing XML Promotion Forum) は製造業 XML 推進協議会の略称です。
- FAOP (FA Open Systems Promortion Forum) は FA オープン推進協議会の略称です。

近年、情報技術の活用による企業システムの高度化の一環として、ものづくり分野にも情報技術の活用が求められています。

日本の生産システムは、長期的な需給予測に基づく生産計画（製造オーダ）を行うとともに、製品設計あるいは設計変更から、製造工程設計、生産準備、生産実施、生産実績・稼働情報・品質情報の収集、生産計画の変更、そして再び設計変更にいたる流れの変動に最適に対応出来るように、QC活動に代表される現場での改善活動により日々刻々と着実な進化を遂げてきました。しかし、それ故、情報技術への最適な対応が難しいと言われてきました。

しかし、近年の情報技術の急速な進展にともない、このような日本の生産システムにも対応可能なモデル記述言語（UML）さらにはインタフェース記述言語（XML）の出現により、日本型生産システムの更なる飛躍が可能になる環境が整いつつあります。

このため、生産管理システムの関連ソリューションを提供するシステムベンダ、製造システムを提供するシステムベンダ、生産機器および計測機器のメーカ、そしてその利用者であり同時に知識ベースでもある製造業が連携し、日本の生産システムに対応可能な「柔軟な生産管理システム」の実現を目標に、生産管理系システムと製造実行系システムの接続仕様を策定することとなりました。

この仕様策定には、ダイナミックな生産計画のスケジューリングを行うエンジンとしてのAPS（Advanced Planning and Scheduling）パッケージのインタフェース仕様の検討を行っている「PSLXコンソーシアム」、FA関連の情報プロセスのオープンシステム環境の確立を目指す「FAオープン推進協議会」および製造業に関わるあらゆる側面でのオープン環境の構築をXMLにより目指す「製造業XML推進協議会」の3つの標準化推進団体のエキスパートが参加した「MESXジョイントワーキンググループ」により行っています。

本ホワイトペーパーは、この仕様策定の第一歩として今後の活動方針を定めたものです。

2004年5月7日

MESXジョイントワーキンググループ

PSLXコンソーシアム

製造業XML推進協議会

FAオープン推進協議会

MESX ジョイントワーキンググループ メンバー（氏名の五十音順）

木村 利明	(財)機械振興協会
西岡 靖之	法政大学
武藤 一夫	職業能力開発総合大学校
宇治 桂一	宇治産業(株)
大加茂 梅太郎	東洋エンジニアリング(株)
奥野 義道	(株)明電舎
柿 良幸	日産自動車(株)
上村 義孝	(株)アイ・エル・シー
木中 真吾	カネカエンジニアリング(株)
木下 守克	(株)ケー・ティー・システム
國澤 直樹	(株)テプコシステムズ
児玉 公信	(株)エクサ
佐々木 宏明	横河電機(株)
佐竹 幸雄	(株)三菱電機ビジネスシステム
沢田 満	理化工業(株)
杉浦 彰俊	森永乳業(株)
関戸 俊之	(株)ロジックスジャパン
高橋 邦芳	アスプローバ(株)
田口 方昭	(株)ソフィックス
中野 宣政	三菱電機メカトロニクスソフトウェア(株)
中村 光宏	富士電機アドバンステクノロジー(株)
中山 健	(株)日立東日本ソリューションズ
西 勇治	(株)ケー・ティー・システム
長谷川 徹	(株)アイ・エル・シー
馬場 孝夫	三菱電機(株)
町田 善信	富士アイティ(株)
馬淵 大介	理化工業(株)
渡部 裕二	三菱電機(株)

目 次

1. はじめに.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 MESX ジョイントワーキンググループの目的.....	1
1.3 生産現場情報化の歴史.....	2
1.3.1 生産現場システムの発展と MES の誕生.....	2
1.3.2 MES の発展.....	3
(1) AMR の 3 層モデル.....	3
(2) I-MES.....	4
(3) MES.....	5
(4) 従来の MES の提供形態と、これからの MES.....	7
1.3.3 MES の定義と意義.....	8
2. 標準化動向.....	11
2.1 OpenMES.....	11
2.1.1 特徴.....	11
2.1.2 対象.....	11
2.1.3 構成.....	12
2.1.4 機能グループ.....	13
(1) 工場管理機能グループ.....	13
(2) 製品仕様管理機能グループ.....	13
(3) 工程仕様管理機能グループ.....	13
(4) 工程管理機能グループ.....	13
(5) 資材管理機能グループ.....	14
(6) 搬送管理機能グループ.....	14
(7) スケジュール管理機能グループ.....	14
(8) 設備管理機能グループ.....	14
(9) 製造指示管理機能グループ.....	15
(10) 共通機能グループ.....	15
2.1.5 導入事例.....	15
(1) 事例 1.....	15
2.1.6 OpenMES の評価と課題.....	16
2.2 S95 (Enterprise-Control System Integration).....	16
2.2.1 概要.....	16
2.2.2 標準化の構成.....	16
2.2.3 S95 の範囲.....	17
2.2.4 内容詳細.....	18
(1) モデル化の方法.....	18
(2) レベル 3 の機能データフローモデル (Functional data flow model).....	18
(3) レベル 4 およびレベル 3 間のインタフェース.....	20
(4) オブジェクトモデル.....	21
(5) オブジェクトモデル間の関係.....	22
(6) MESX との関連.....	22
2.3 PSLX (Planning and Sceduling Language on XML specification).....	22
2.3.1 APS による製造業のランドデザイン.....	25
2.3.2 APS エージェントモデル.....	28
2.3.3 PSLX ドメインオブジェクト.....	34

2.3.4 PSLX の XML 標準規約.....	3 8
2.3.5 PSLX の国際標準化活動.....	3 8
2.3.6 PSLX コンソーシアムがめざす標準化によるイノベーション.....	3 9
2.4 MIMOSA (Machinery Information Management Open Systems Alliance)	3 9
(1) MIMOSA の概要.....	3 9
(2) MIMOSA デファクト標準仕様 CRIS.....	3 9
(3) サイトとデータベース.....	4 1
(4) MIMOSA サイトゼロデータベース.....	4 1
(5) セグメントとアセット, 計測点.....	4 1
(6) MIMOSA インタフェース仕様.....	4 1
(7) MIMOSA アプリケーション.....	4 2
(8) MIMOSA の国際標準化活動.....	4 2
(9) MIMOSA 評価と MESX 仕様面での取り込みについて.....	4 4
2.5 業界における MES 関連標準化動向 (XML 仕様関連)	4 4
2.6 他標準との関係.....	4 4
3. MESX 標準化の方向付け.....	4 6
3.1 標準策定の方法.....	4 6
3.1.1 標準化の方針.....	4 6
(1) S95 の階層モデルの採用.....	4 6
(2) 階層ごとのオブジェクトモデルの記述.....	4 6
(3) XML によるインタフェースの記述.....	4 6
(4) 機能モデル.....	4 6
3.1.2 コミュニケーションのモデル.....	4 7
(1) コミットメントネットワークモデル.....	4 7
(2) 9 状態のプロトコル.....	4 8
(3) 6 状態のプロトコル.....	4 8
3.1.3 標準制定の手順.....	4 9
(1) ユースケースの獲得.....	4 9
(2) タイプ図の作成.....	5 0
(3) インタフェースの設計.....	5 0
(4) メッセージの設計.....	5 0
4. MES の概念モデル候補.....	5 1
4.1 ユースケースの獲得.....	5 1
(1) ユースケース記述の形式.....	5 1
(2) ユースケースの粒度.....	5 2
(3) ユースケースの網羅性.....	5 2
(4) ユースケース図.....	5 5
4.2 タイプ図の作成.....	5 7
(1) モデル図の説明.....	5 8
(2) 個々のタイプの説明.....	5 9
4.3 インタフェースの設計.....	6 0

1. はじめに

1.1 背景

日本の製造業は、いま未曾有の危機に陥っている。これに対し、単純に生産拠点を海外に移転するだけでは必ずしも製造業の復活につながらず、本質的な解決策として日本の生産拠点では高付加価値で品質の高い製品を提供し、海外では量産品を安く作るというように、役割をうまく分担する必要があるといわれている。では、高付加価値な生産体制とは何か。高付加価値な生産体制とは、顧客の個別の要求に即したものを適時に提供できる柔軟さを意味し、この柔軟さは、本来、日本の製造業の得意とするところだったはずである。しかし近年、生産を支える手段として導入された MRP を基本とする一般的な生産管理システムは、この点で“堅い”ものといわざるを得ず、今、日本の製造業の強みを活かす“柔軟”な生産管理システムが求められている。

日本型の柔軟な生産管理システムを構築するには、サプライサイクル上の需給の変動を生産計画（製造オーダー）に吸収すると同時に、製品設計あるいは設計変更から、工程展開、生産準備、生産実施、生産実績・稼働情報・品質情報の収集、生産計画の変更、そして再び設計変更にいたるエンジニアリングサイクル上の変動も、できるだけリアルタイムに生産計画に反映しなければならない。このように、生産環境は市場と設計という2つのダイナミクスが生産において交わるという複雑系となっており、日本型生産管理システムの実現は簡単ではない。

また、生産現場には多くの種類の生産設備が並び、そこで生産されているものもそれぞれ異なるので、管理したいポイントや精度が生産現場や、利用者の立場によって異なる。したがって、システムを導入しようとしても自身の生産現場へのローカライズのためのコスト負担が重かったり、市販のシステムパッケージをそのまま導入するのではなく、利用したいところだけを抜き出し、組み合わせでシステム構築をしたくても、システムパッケージがそれぞれの持つインターフェースが異なるために、実現できないといった問題もある。その結果、巨大なシステムを構築することになったり、目的別にシステムを入れて、同じようなデータを幾つも持つなど、ユーザの利便性といった部分が損なわれているというのが実態である。

幸い、最近の情報技術の進展により、ダイナミックな生産計画のスケジューリングを行うエンジンとしての APS (Advanced Planning and Scheduling) と呼ばれるソフトウェアパッケージが実用レベルに到達しつつあり、生産現場の装置レベルにおいてもネットワークによる情報交換手段が普及してきている。また、これら APS や生産現場の間にあり、生産現場を統括する MES (Manufacturing Execution System) も高度化に伴い浸透してきている。これに加えて情報技術の分野では異なる環境間の接続を行うインタフェース言語としての XML (Extensible Markup Language) も、その有効性が認識され証明されつつある。そこで XML の特性を生かし、これら APS と MES、および MES と生産現場の設備・装置を接続することができれば、これまでの問題を解決することができ、日本型の柔軟な生産管理システムの構築が実現可能となる。

1.2 MESX ジョイントワーキンググループの目的

日本型の柔軟な生産管理システムの接続のためのインタフェース仕様を XML で定義し、その仕様をオープン化することで、これまで APS ベンダが MES ごとに設計していたインタフェースの設計が一本化され、MES ベンダが顧客ごとに設計していた機能の境界が一元化され、さらに MES ベンダが装置や設備ごとに設計していたインタフェースも一本化される。

これまで、PSLX コンソーシアムでは、APS 間を XML で接続するインタフェースの仕様の標準化を行ってきており、FA オープン推進協議会 (FAOP) では生産現場設備を構成する FA 機器間の自由な接続を実現する技術などについて研究を進めてきた。今回、この2つの標準化の組織が、それぞれの成果をふまえて、日本型の柔軟な生産管理システムの実現を目指し、MESX ジョイントワーキンググループとして一体的に協力することで、日本の製造業の復活を目指すものである。

1.3 生産現場情報化の歴史

1.3.1 生産現場システムの発展と MES の誕生

生産現場における情報化の発展は、1970年代の後半から POP (Point of production) 等に代表される様 (図 1 - 1 参照) に、個々の機能別システムや特定の課題を解決するための単機能システムとして実現されてきた。また、それと並行して、生産設備の情報化や生産計画や業務の情報化が行われていた。しかし、生産現場の情報は、個々の機能別システム等で管理していたため、工程のあちこちに散在し、相互の連携が図られていなかったり、計画・業務系システムと生産現場や設備などを滑らかにつなぐ仕組みが無いなどの課題を抱えていた。

1980年代半ばに入り、こういった課題を踏まえた情報システムの発展が見られた。進捗や品質の他、実績、設備状態といった、工場内の各種の情報を統合するメリットが認識される様になり生産現場情報の工程を跨いだ連携や、統合化などが進められていった。同時に、計画系システムや制御系システムとの情報の橋渡しも行われ、発展型 POP システムや SFC, CIM と呼ばれるシステムへと移行していった。

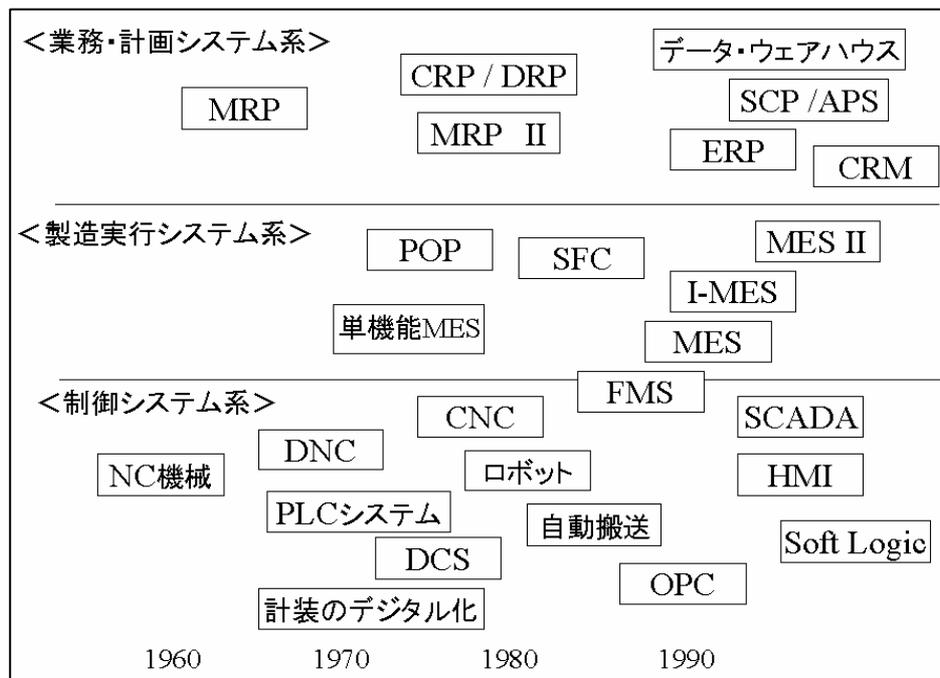


図 1 - 1 製造業における情報化の発展

1.3.2 MES の発展

(1) AMR の 3 層モデル

1990 年に米 Advanced Manufacturing Research 社 (以下, AMR) が, 計画層と制御層の中間に位置する実行層を埋める情報システムとして MES を定義し (3 層モデル: 図 1 - 2), その役割と重要性を説いた。「MES」という言葉は, この 3 層モデルの考え方と合わせて, 1990 年から使われ始めた。

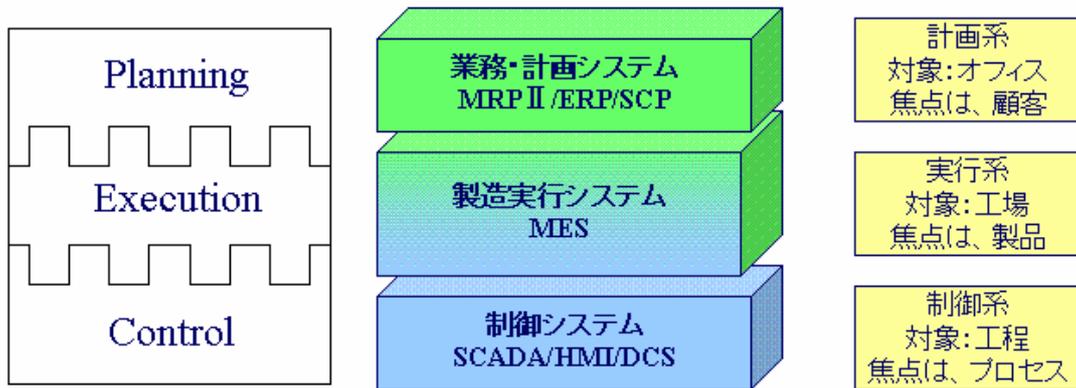


図 1 - 2 AMR の 3 層モデル

各層ごとに, 独自の特徴を持っており, 最下層に位置する「制御システム」の焦点は「プロセス」に置かれている。生産設備の状況を「秒単位」で監視しながら, 適切な生産が行なわれるようプロセスを制御する。各制御システムの管理範囲 (意思決定の場) は, 多くの場合, 特定の「工程」である。

それに対して, 「実行システム」である MES の管理範囲は「工場全体」であり, 工場全体のバランスを考慮した判断が行なわれる。実行システムの焦点は「製品やロット」におかれ, 「分 (min) や時間 (hour)」の単位で, 製品の製造過程を追いかけている。

計画層の「業務・計画システム」では, 同じ製品を対象として取り扱っているが, 受注, 納期, コストなど, 「顧客」との関係に焦点がおかれている。また, 業務・計画システムにおける意思決定の場は「オフィス (管理部門や本社)」であり, その時間のスパンは「月・週・日」が中心になっている。

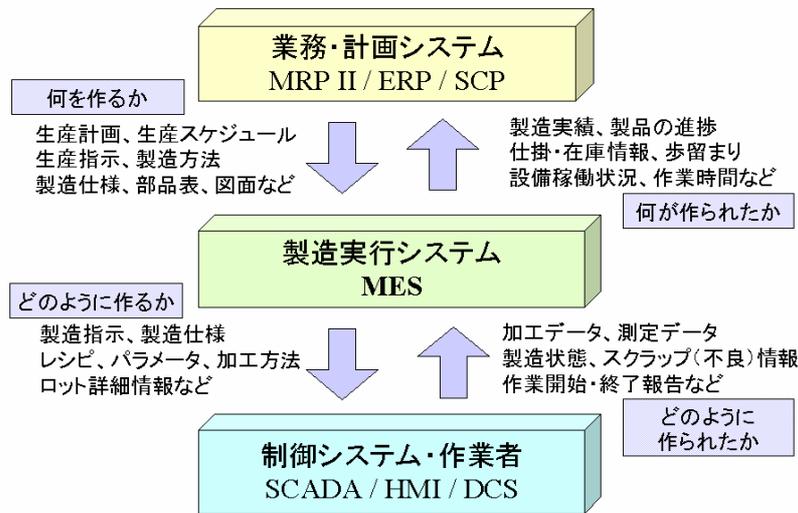


図 1 - 3 各層間で受け渡される情報

各層では、多くの情報がやりとりされており(図 1 - 3)さながら MES は、MRP や ERP などの基幹業務システムの「神経系」となるシステムである。

計画層の業務システムで作成された生産計画を生産現場のレベルに落として MES に伝達し、逆に生産現場から集めた実績・進捗情報を MES から業務システムに報告する。すなわち、MES は生産管理業務と生産現場の情報を滑らかにつなぐ役割を担っている。

一方、制御層は生産の「手足」となるシステムである。制御層では、MES からその時々での工場全体の最適性を考慮した工程ごとの詳細な製造指示を受け、生産設備の製造プロセスを適切に制御する。そして、加工処理の結果、加工データ・測定データ・不良状況などを収集し、MES に報告する。制御層は、制御システムや作業者が含まれるので、MES は、その対象に合わせ情報の提供方法や、収集方法を工夫する必要がある。

(2) I-MES

1993 年、AMR は生産現場の統合システムとしての MES 像を発表する(

図 1 - 4)。この工場全般における「統合」生産実行システムとしての MES は、「I-MES (Integrated MES)」と呼ばれる。このモデルでは、以下にあげる MES の 4 つの機能群が示されており、それらの機能群は中央のリアルタイム・データベースを介して、相互に統一されている。

- プラント管理 (生産資源の管理, スケジューリング, 保守・保安全管理)
- プラント・エンジニアリング (文書・仕様管理, プロセスの最適化)
- プロセス管理 (セルの監視と制御, データ収集)
- 品質管理 (SQC, LIMS)

この AMR の I-MES モデルに示されるように、1990 年代初めまでの MES は生産現場の情報の統合性を強く指向している。

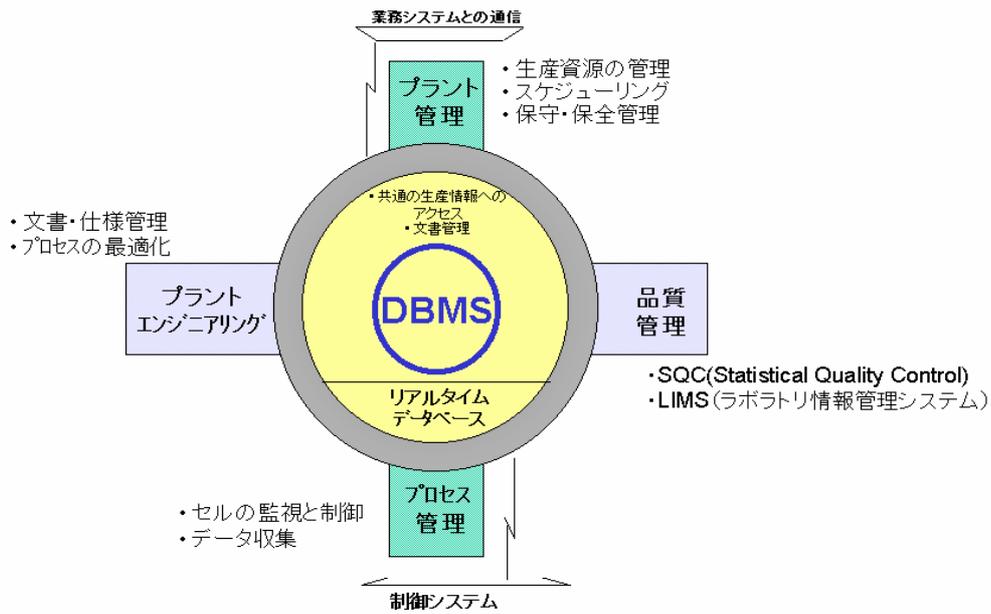


図 1 - 4 MES による情報の統合

(3) MES

1990 年代半ばに入ると、MES の標準化と機能の部品化・モジュール化、そして基幹システムなどの周辺システムとの接続性が提案されるようになる (図 1 - 5)。

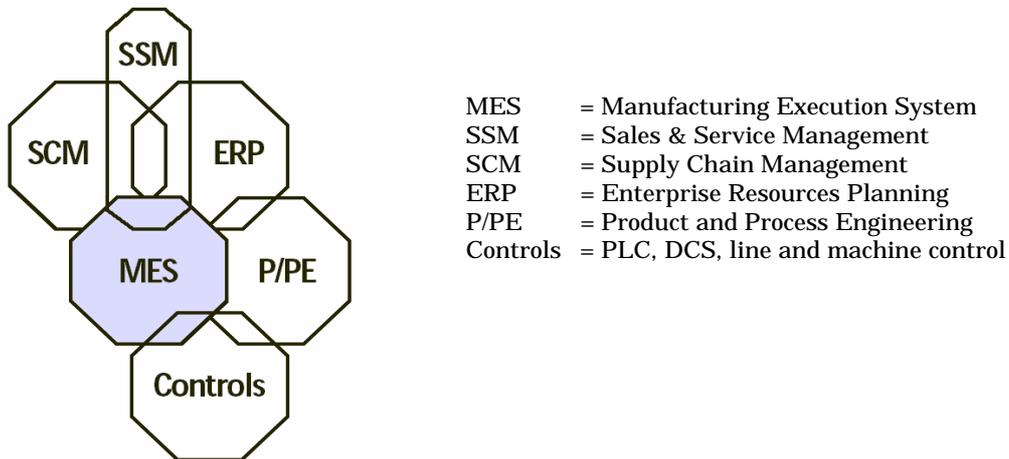


図 1 - 5 MES と周辺システム

図 1 - 6 は、MESA International (<http://www.mesa.org>) (以下、MESA) (欧米の製造業と MES ベンダが中心となり MES の普及、標準化を目的として 1992 年に設立された団体である。) が提唱する「MES 機能モデル (1997 年)」を示したものである。この MES 機能モデルでは、MES の代表的な 11 機能がモジュール (モジュールについては、3-3 で説明する) として配置され、MES がこれらの機能を組み合わせて実現されるイメージが表現されている。AMR は、この

ような部品化された MES 機能によるソリューションの実現を、「MES II (Manufacturing Execution Solution)」と名づけた。

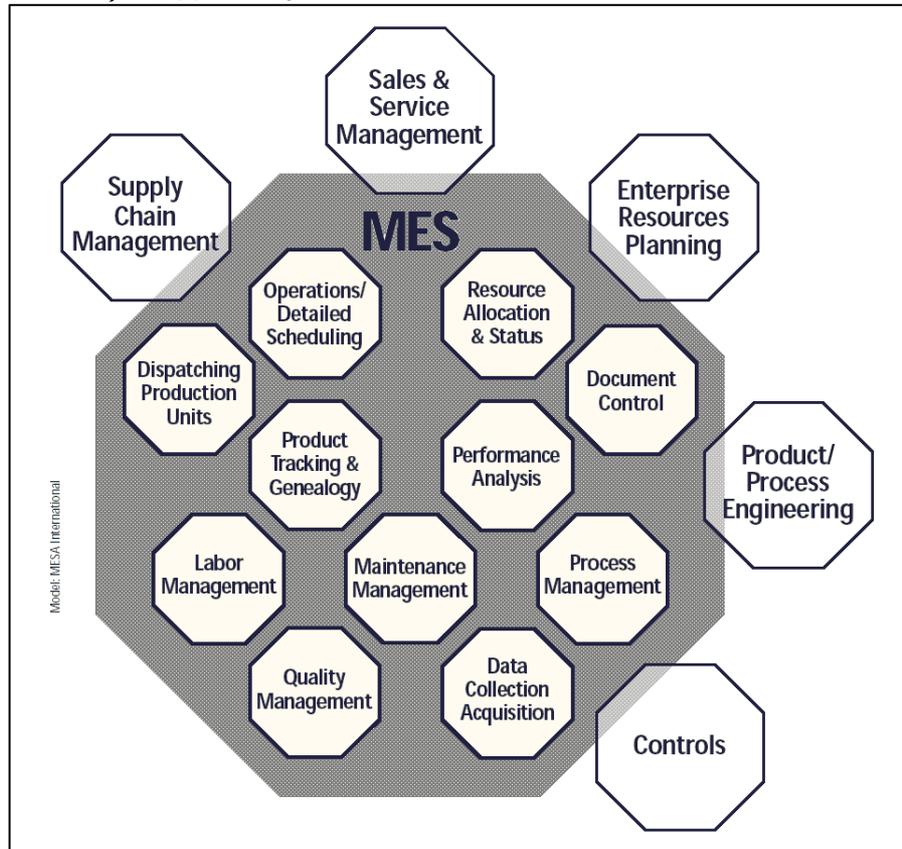


図 1 - 6 MESA の機能モデル

MES の部品化により、ユーザ企業が必要とする機能に応じて、自社の状況にあった複数の MES パッケージを容易に組み合わせ活用することができるようにしようということである。その際に、MES が標準化されていれば、MES パッケージが複数ベンダをまたがって部品化されても、情報の統合性は維持しやすい。標準化と部品化が進めば、企業のさまざまな要求への柔軟性が高まるとともに、MES の構築が迅速に行えるようになるというメリットが生まれる(図 1 - 7)。

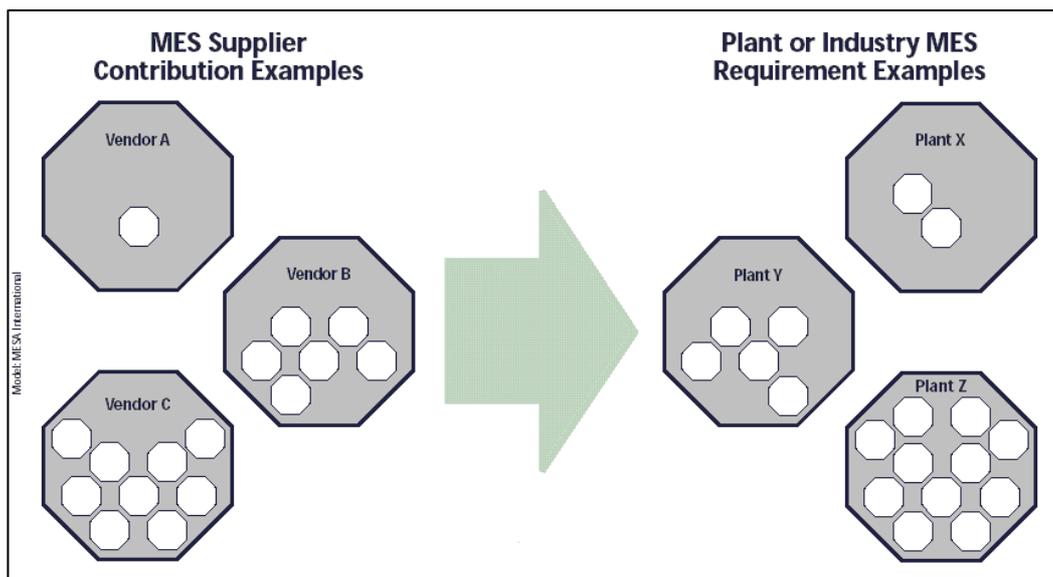


図 1 - 7 MES の標準化と部品化による組み合わせ例

(4) 従来の MES の提供形態と、これからの MES

図 1 - 8 は、外部システムとは、API (Application Program Interface) を使用し、内部機能間は、Data Model、さらに外部企業とは EDI (Electronic Data Interchange) を使用し構築された MES の例である。

API を使用した場合、接続先が限定されることや新たな接続先が発生した場合、作り込む必要があるなどの弊害が発生する。

既に前章にて、いくつかのワーキンググループの事例が紹介されているが、図 1 - 7 に示すような提供形態を実現するためには、図 1 - 9 に示すように部品化された MES 機能も外部システムも、(接続という面では) 同じレベルでの接続性の確保が必要となる。そのためには、プロトコルや、メッセージの書式などを統一し、違うベンダであっても、同じ様に接続を可能にする必要がある。いずれのグループも、MES と業務システムのインタフェースや、MES の機能モジュール間の標準化を明確にすることによる統合 (integration) や相互運用性 (inter-operability) 向上の重要性を唱えており、具体的なシステム間・機能部品間の連携を提案しているグループでは、いずれも ORB (Object Request Broker) を MES の情報インフラとして提案し、プラグ&プレイ・イメージでの MES 機能の組み合わせの実現を指向している。また、そうした標準化の流れを受けて、実際に分散オブジェクト技術の標準である CORBA (Common Object Request Broker Architecture) や業界の標準フレームワークに準拠した MES パッケージが生まれている。

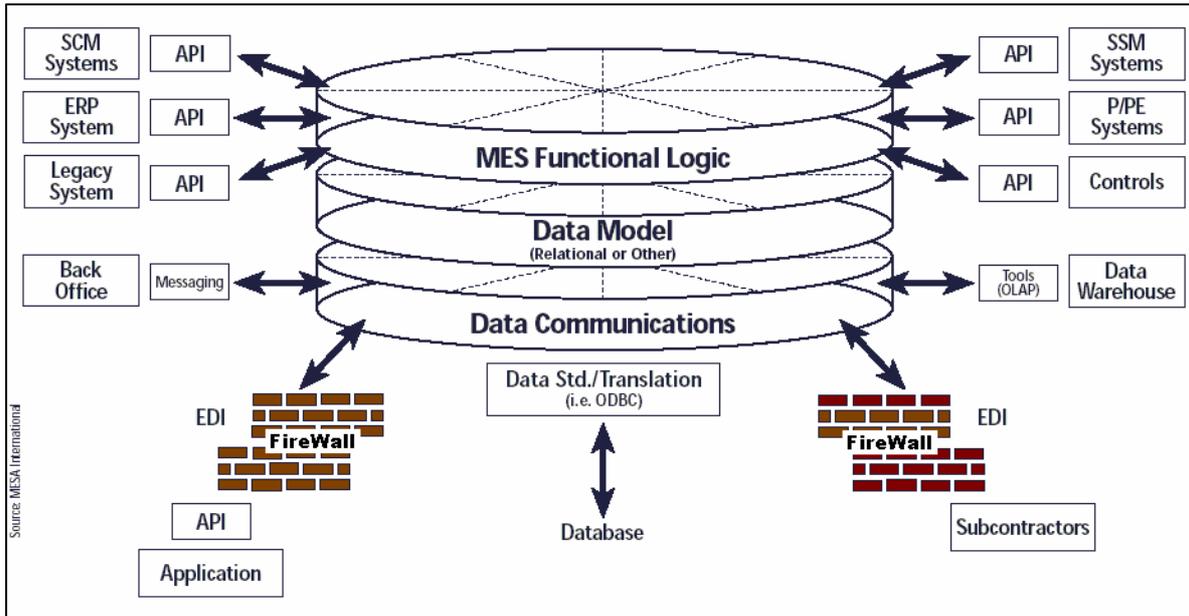


図 1 - 8 代表的 MES の構築例

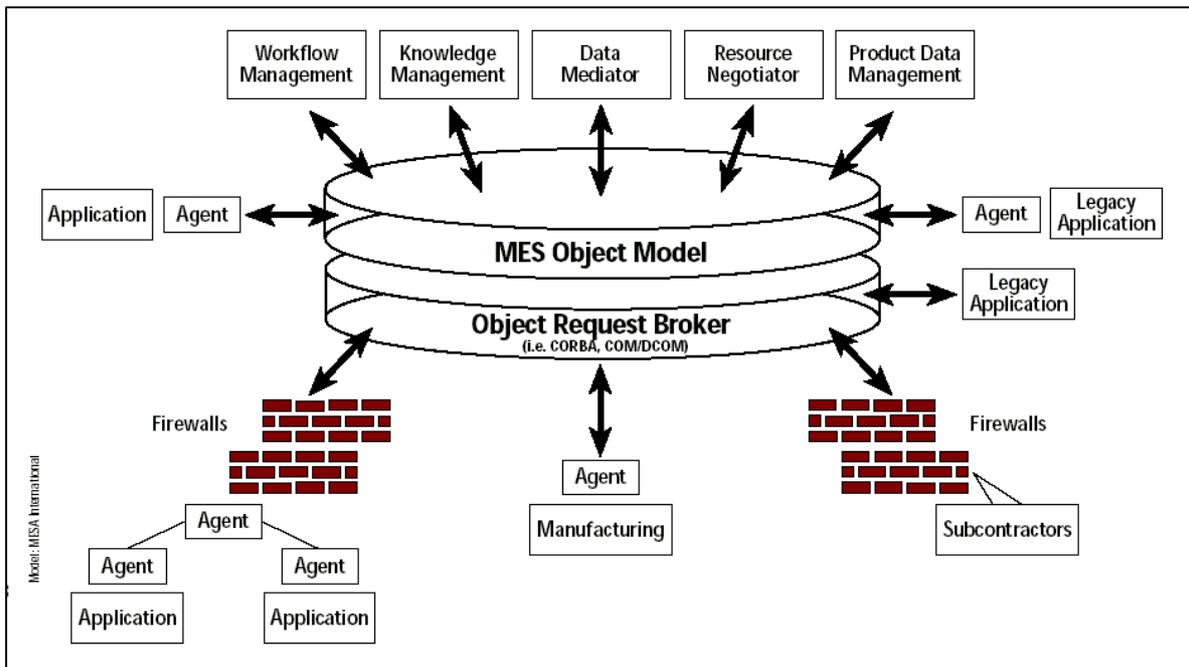


図 1 - 9 目指すべき MES の姿

1.3.3 MES の定義と意義

ここでは、あらためて MES によって得られるメリットについて考えてみる。
 MESA によると MES は、以下のように定義されている。

「MES は、受注から製品の完成までの生産活動の最適化を促進するための情報を取り扱う。現

時点の、かつ、正確なデータを使うことによって、MES は工場において発生した諸活動に基づいて活動の指針を示唆し、その報告を行う。常に変化する状況にすばやく反応し、付加価値のない業務を削減することによって、MES は効率的な工場の業務とプロセスを導く。MES は、納期遵守、在庫回転率、粗利益、キャッシュフローに交換するとともに、ROA を改善する。MES は、双方向のコミュニケーションを通じて、企業全体の、また、サプライチェーン全体にわたってキーとなる生産活動の情報を提供する。」

ここで、AMR が 1998 年に発表した「REPAC モデル」に注目してみる（図 1 - 10）。

「REPAC モデル」は、製造業における業務サイクル中に MES を定義したものである。「REPAC」とは、Ready(準備),Execute(実行),Process(処理),Analyze(解析),Coordinate(調整)の一連のプロセス・サイクルの頭文字である。

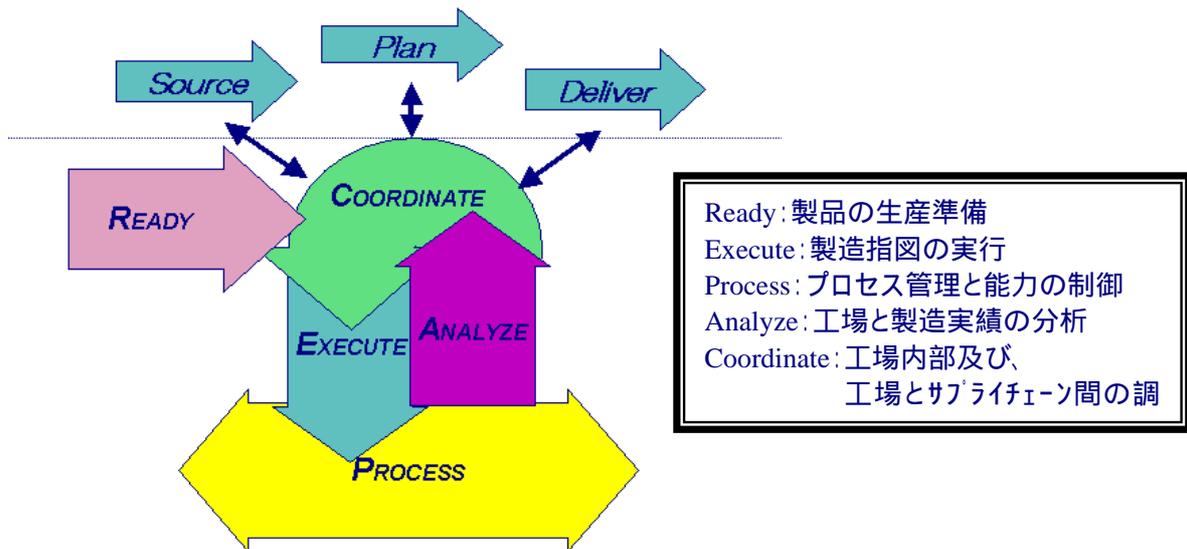


図 1 - 10 REPAC モデル

REPAC モデルは、サプライチェーン業務参照モデル（SCOR：Supply Chain Operations Reference、図 1 - 11）における「Make」のプロセスに焦点を当て、計画系システム、業務系システム、技術系システム、実行系システム、制御系システムの統合・連携をうたっている。REPAC モデルでは、MES を 3 層モデルの中間層として捉えておらず、一連の業務プロセスの 1 つとして定義している。

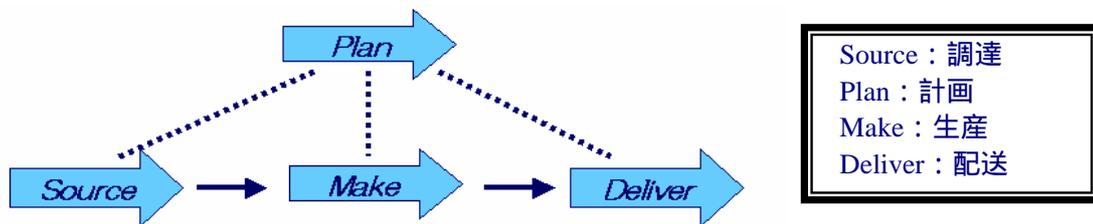


図 1 - 11 SCOR モデル

実際、MES は、一連のサイクルを通じて、上位の基幹業務システムと下位の生産現場（制御シ

システム)との間をつなぎ、上位からの計画を確実に実行し、制御システムと連携して工場のリアルタイム情報を基幹業務システムにフィードバックする役割を担う(図 1 - 1 2)。

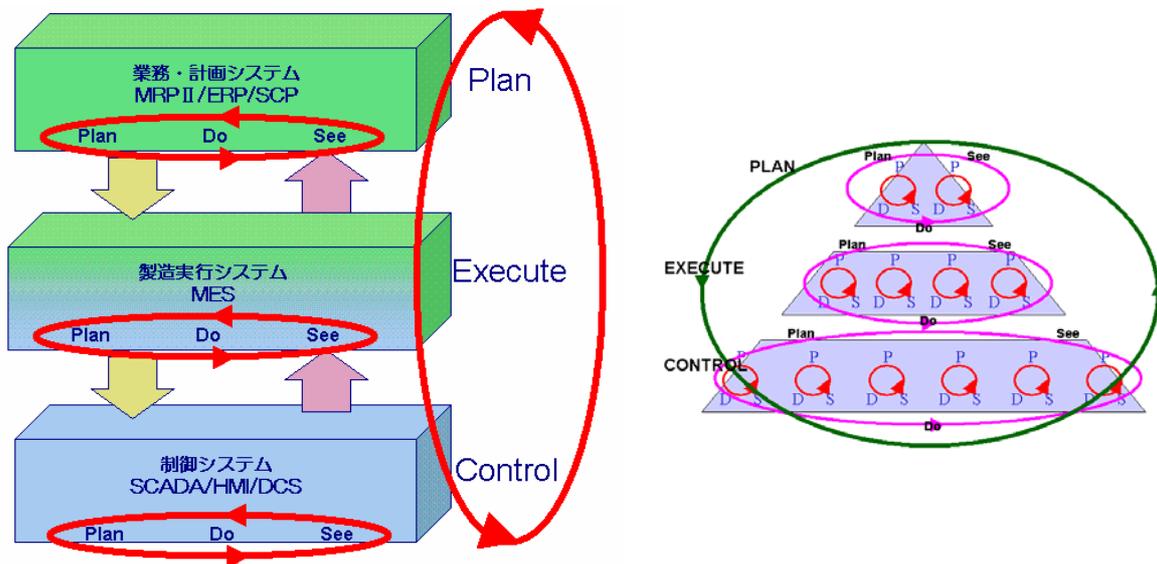


図 1 - 1 2 AMR の 3 層モデルとフィードバック・ループ

図 1 - 1 2 のようなループは、3 層モデルに則した業務・計画システム、MES、制御システムは、それぞれに Plan-Do-See の「横」のフィードバック・ループを持っている。そして、その Plan-Do-See の中身は、上位から下位層のシステムに移る程、詳細化・短期間化・局所化され、それらがシステム間の「縦」のフィードバック・ループを介して支えられている。当然、「横」のフィードバック・ループの数は、Shop やセル、ラインといった要素の他に、管理体系や職場環境などによって大きく影響を受ける。また、組織や MES の管理範囲などにより「縦」のフィードバック・ループも大きく影響を受ける。

一方、計画の詳細化、確実な実行、その時、そのときの実績に応じた、素早いアクションは、縦・横のループの統合が行なわれることで、経営システムとしての保証が可能となる。そのため、MES 中身やその対象範囲を定めることの意味は非常に大きな要素といえるだろう。

計画・業務系と制御系の時間の差や情報の差を埋め、スムーズな接続を実現し、その中で発生した情報によって、より高度な生産現場制御と、素早い判断を実現するための仕組みである MES は、今後の製造業における継続的な発展を実現するためには、非常に重要なファクタといえる。

2. 標準化動向

MES 関連の標準化動向を調べるため、下記の 5 項目について調査した。

- OpenMES
- S95
- PSLX
- Mimoso
- 業界における MES 関連標準化動向

2.1 OpenMES

OpenMES は製造科学技術センタ (MSTC) FA オープン推進協議会 (FAOP) の生産システムモデル専門委員会において下記の目的で 1997 年から 1999 年までの間に開発された。

目的は、生産現場の多様性 (製品, 生産管理方式, 設備等) を前提として、生産システム用の標準的なパッケージソフトウェアを適用できるようにするためのモデルと、さらにそれらを結合する標準的なプラットフォームを提案することである。

成果物として、MSTC から 1999 年 12 月に「OpenMES 仕様書 Ver1.0」が公開されている。

2.1.1 特徴

OpenMES では、個々の生産現場に合った MES の構築を、必要なソフトウェア部品の組み合わせとそのカスタマイズで構築可能であると考え、その実現のためにオブジェクト指向を採用している。

オブジェクト指向によって、生産システムをモデル化しソフトウェア部品に分解することができ、また同時に、これらのソフトウェア部品間の連携を定義することにより、構築されるシステムのテンプレートを予め与えることができる。このテンプレートを MES アプリケーションフレームワークとした。

このようにフレームワークとすることにより、新たな機能部品の追加や、既存機能部品の振る舞いの変更などによるカスタマイズを容易に行うことを可能にすることができる。

また、スケーラビリティとオープン性を確保するため CORBA (Common Object Request Broker Architecture) の分散オブジェクトを用い、複数のサーバにオブジェクトを分散させ、また実装言語として Java を採用している。

こういった MES アプリケーションフレームワークを導入することにより、次のような最適な生産システムの実現を可能にすると考えられる。

- 現場の情報化を実現し、必要な情報へいつでもどこからでもアクセス可能なシステムを構築可能
- ERP/SCM などの上位系システムや設備制御システムと協調して最適な生産が実現可能

2.1.2 対象

一般的に MES が管理対象とする製造工程は、工程運用の観点から次の 3 つの形態に集約されると考えられる。

- 連続プロセス
- バッチ・プロセス
- ディスクリット・プロセス

OpenMES では、この内のディスクリート・プロセスをモデル化の対象としている。

ディスクリート・プロセスとは、ロットなどの単位でまとめられるワークが、工程毎に区切られた製造設備間を移動しながら、加工を施されるものである。機械加工や組立の工場がこれに該当する。

ディスクリート・プロセスには、たとえばコンベア・ラインの様に固定された工程経路をとるフロー・ショップと、工程経路に自由度のあるジョブ・ショップに分かれる。OpenMES では、ジョブ・ショップに対応したモデルを用意し、その特殊系としてフロー・ショップに対応している。

2.1.3 構成

OpenMES は、主に MES フレームワーク、MES コンポーネント、製造設備インタフェースおよび生産計画システムインタフェースの4つの要素から構成される。(図 2 - 1) それぞれの要素に含まれる機能は、つぎの9 機能である。(図 2 - 2)

- MES コンポーネント
 - (1) 工場管理 (保守管理)
 - (2) 製造仕様管理
 - (3) 製品仕様管理
 - (4) 工程管理
 - (5) 資材管理
 - (6) 搬送管理
 - (7) スケジュール管理
- 製造設備インタフェース
 - (8) 設備管理
- 生産計画システムインタフェース
 - (9) 製造指示管理

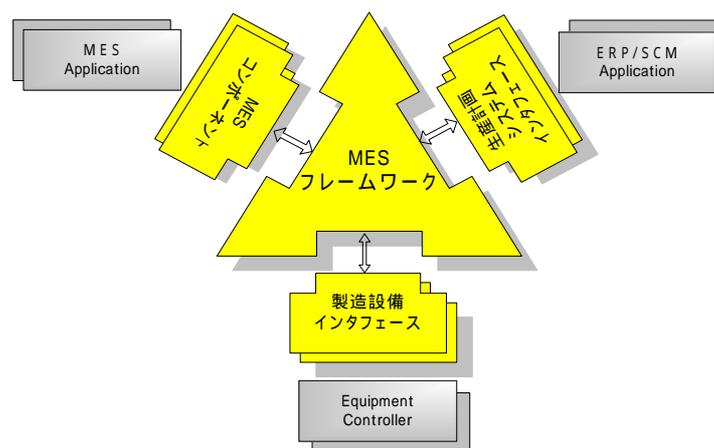


図 2 - 1 機能構成図

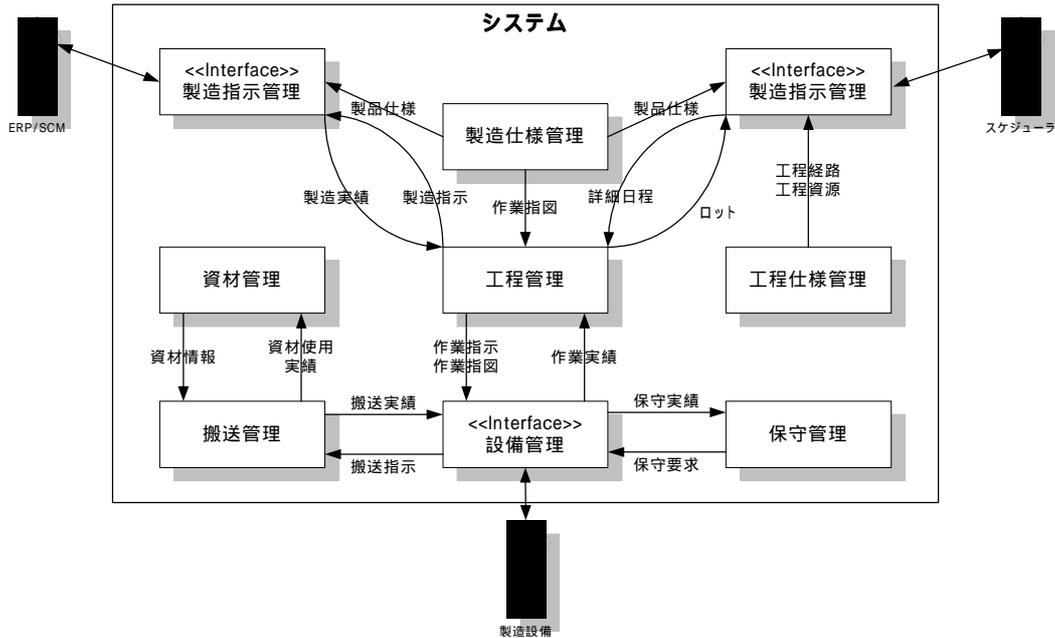


図 2 - 2 コンポーネント関連図

2.1.4 機能グループ

OpenMES は前述の 9 機能に共通機能を含めた次の 10 機能グループから構成され、それぞれつぎに示すコンポーネントから構成されている。

(1) 工場管理機能グループ

工場管理機能グループは、工場の構成と稼動スケジュールを管理する。

- コンポーネント構成
 - 工場構成管理コンポーネント
 - 設備スケジュール管理コンポーネント

(2) 製品仕様管理機能グループ

製品仕様管理機能グループは、製品仕様に対する操作（登録，削除，検索，変更）を行う。

- コンポーネント構成
 - 製品仕様管理コンポーネント

(3) 工程仕様管理機能グループ

工程仕様管理機能グループは、工程経路，工程資源を管理する機能を提供する。

- コンポーネント構成
 - 工程経路管理コンポーネント

(4) 工程管理機能グループ

工程管理機能グループは、ロットに対する製造工程の実行，すなわち設備に対し作業指示を行い，作業進捗を追跡する。工程管理の中心になるのは、ロットに対する作業計画と作業実績を管

理する「LotJob」と呼ぶクラスと、作業計画に基づいて作業指示を各設備に差し立てる「Dispatcher」と呼ぶクラスである。

- コンポーネント構成
 - 製造ロット管理コンポーネント
 - 工程内作業指示管理コンポーネント
 - 投入指示管理コンポーネント
 - 搬送指示管理コンポーネント

(5) 資材管理機能グループ

資材管理機能グループは、資材の利用実績を管理する。「Consumable」クラスと呼ぶ消費財と「Durable」クラスと呼ぶ耐久財を管理対象として定義している。ただし、資材の在庫管理全体まではカバーしておらず、たとえば資材の種別ごとのマスタ情報などは持っていない。これは、資材の在庫管理はERPなどの外部システムが行うものと仮定しており、ここで用意したクラスは、外部システムに対して利用状況を通知するためのインタフェースとして使われることを想定しているためである。

- コンポーネント構成
 - 資材管理コンポーネント

(6) 搬送管理機能グループ

搬送管理機能グループは、ロットを搬送する機能を提供する。

ただし、搬送システムは、通常専門の搬送装置メーカーによって一括してインストールされることが多い。したがって、搬送システム内のAGVや自動倉庫の標準モデルが存在し得るかどうかは不明である。このためOpenMESでは、搬送システムのインタフェースの抽象度に段階を設け、最も高い抽象度では、搬送システム全体をブラック・ボックスとして扱えるように配慮した。

- コンポーネント構成
 - 搬送管理コンポーネント

(7) スケジュール管理機能グループ

スケジュール管理機能グループは、スケジューラへのインタフェース機能を定義する。

- コンポーネント構成
 - スケジューラインタフェースコンポーネント

(8) 設備管理機能グループ

設備管理機能グループは、工場内の製造設備とMES間の作業指示、作業実績、アラーム等のインタフェースとなる機能を提供する。この機能グループは、個々の製造設備に対応するクラスと、それらの設備をまとめて管理するクラスから構成される。

ここで扱う設備は、物理的な実体を持たない抽象的な設備である。抽象設備は、つぎの三つの性質を持つものとしてモデル化されている。

- 稼動状態の管理単位としての設備
- 工程の実行単位としての設備
- 制御装置の単位としての設備

- コンポーネント構成
設備管理コンポーネント

(9) 製造指示管理機能グループ

製造指示管理機能グループは、生産計画とのインタフェースを提供する。製造指示を受けて必要な数のロットを作成し、その製造指示の進捗を監視する。

この紐付けは、受注生産か見込み生産かといった生産形態、MRP や製番管理といった管理方式、ロット分割など、さまざまな要因で変わってくる可能性がある。

- コンポーネント構成
製造指示管理コンポーネント
製造ロット作成管理コンポーネント

(10) 共通機能グループ

- コンポーネント構成
イベント通知管理コンポーネント
リモートエンティティコンポーネント
状態管理コンポーネント

2.1.5 導入事例

(1) 事例 1

- 件名 : 機械振興協会生産設備管理デモシステム (図 2 - 3)
 構成等 : WindowsNT , DB2 , JAVA , VisiBroker , TopLink
 概要 : OpenMES を用いたデモシステムの実装
 詳細 : 機械振興協会技術研究所の IMS 国際共同研究として、OpenMES を用い、同研究所内の搬送機や加工設備を実際に稼働させ、その実績収集を行った。

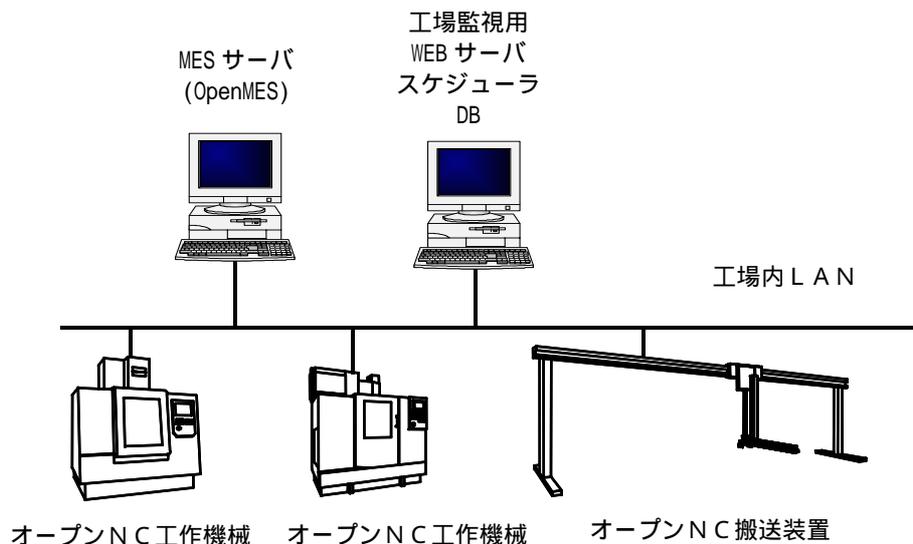


図 2 - 3 事例 1 のシステム構成図

2.1.6 OpenMES の評価と課題

OpenMES はオブジェクトモデルとそれを用いて実装したフレームワークの両者が存在している。

OpenMES のオブジェクトモデルは、MES として十分な機能を有していると考えられるが、モデル化の対象をディスクリート・プロセスの機械加工の FMS としたため、連続プロセスやバッチ・プロセスへの適用がしにくい点が難点といえる。また、プラットフォームとして CORBA を使用している点も現在主流の EJB への対応遅れの感が否めない。

ユーザレベルで OpenMES のオブジェクトモデルを参照して独自にフレームワークを実装し生産システムを構築するには、かなりの期間と工数が必要と考えられ、このことが、導入事例の少なさにつながっている。開発工数削減には OpenMES で実装したフレームワークを流用した生産システムの開発を行うことが有利と考えられるが、VisiBroker や TopLink といったベンダー依存の技術を採用していることや著作権の問題が、流用の妨げとなっている。

今後の課題としては、EJB への対応、インタフェースの XML 化やフレームワークのパッケージ化などが上げられる。

2.2 S95 (Enterprise-Control System Integration)

2.2.1 概要

オートメーションが積極的に導入されてきたプロセス産業においては、生産工程の構築を容易に行うために各種の標準化が積極的に取り組まれている。この中で、センサ、計測機器、制御装置間の接続を担うフィールドネットワーク分野での標準化活動は、積極的に行われている分野の 1 つである。しかし、たとえば、プロセスプラント全体の生産システムを視野に入れた場合、当然、その制御装置に繋がる下位層の設備機器領域の標準化だけでなく、生産管理、品質管理、稼働管理、在庫管理や、さらに上位システムである基幹業務システムとの接続に関する標準化に対しても取り組まなければならない。

この代表的な動きとして、ここでは ISA で取り組まれている標準化動向を概観する。ISA (国際計測制御学会: the Instrumentation, Systems and Automation Society) では、1988 年から、バッチプラントの運転管理と設計コンセプトの標準化を目的として作業を進め、1995 年に S88 (part1:Models and Terminology) を制定した。S88 の主な特長は、バッチプロセスで使用されている用語を定義し、設計手法としてモデル規範型設計を取り入れ、さらにバッチシステムの各種プロセスで使われるデータ構造を標準化している点にある。具体的には、バッチ制御の階層構造化、バッチプロセスの階層構造化、そしてレシピの階層構造化を行い、バッチプロセスモデルの標準化を実施した。S88 は、IEC61512 として登録されている。

S95 は、S88 の検討の過程で、上位と制御の切り分けやインタフェースの検討がバッチプロセスに限らず、ほとんどの製造業の概念が適用できると予想し、統合化の標準化活動を 1996 年に開始したものである。したがって、その適用範囲は広く、プロセスプラントに限らず、組立産業のようなディスクリート系産業も想定し、ERP・MES とのインタフェースの標準化を目指して活動を実施中である。

2.2.2 標準化の構成

S95 については、すでに標準仕様が公表されており、一部は以下の標準規約として登録済みである。

- part1 Models and Terminology (2000/7)
ANSI/ISA-95.00.01-2000 IEC 標準 (ISO/IEC62264-1)
- part 2 Object Model Attribute (2001/3)
ANSI/ISA-95.00.02-2000 IEC 標準 (ISO/IEC62264-2)

- part 3 Activity Models of Manufacturing Operations Management WG にて審議中
- XML 規格 B2MML (schema) (ただし, S95 としての規定ではない。) the WBF(world Batch Forum)にて別途制定(2002.4.7 アナウンス)

2.2.3 S95 の範囲

図 2 - 4 に S95 の規定する装置階層モデルと、機能階層モデルを示す。S95 は、工場全体を視野に入れて、PERA(Padue Reference Model)に基づき、システムを 4 つのレベルに分けている。

- レベル 0
プロセスレベルであり、個別装置のレベルである。
- レベル 1
作業者のコンソールや、デジタルコンロコントローラによるオペレーションレベルでありステーションレベルがこれにあたる。
- レベル 2
スーパーバイザリ・コントロール・レベルであり、ショップフロアのセルレベルがこれにあたる。
- レベル 3
生産管理および制御システムレベルの機能である。いわゆる MES の層に相当し、生産設備データ収集、品質管理データ収集、生産スケジューリング、生産原価報告などの機能を持つ層である。
- レベル 4
企業経営計画(生産, 販売), ロジスティックス計画を行う基幹業務システムレベルの機能である。材料調達, 在庫管理, 工場の生産計画, エネルギー管理などを司る。

S95 は、主としてレベル 3 と、生産ライン(レベル 0~2)および企業経営計画レベル(レベル 5)間のインタフェースを標準化の範囲としている。

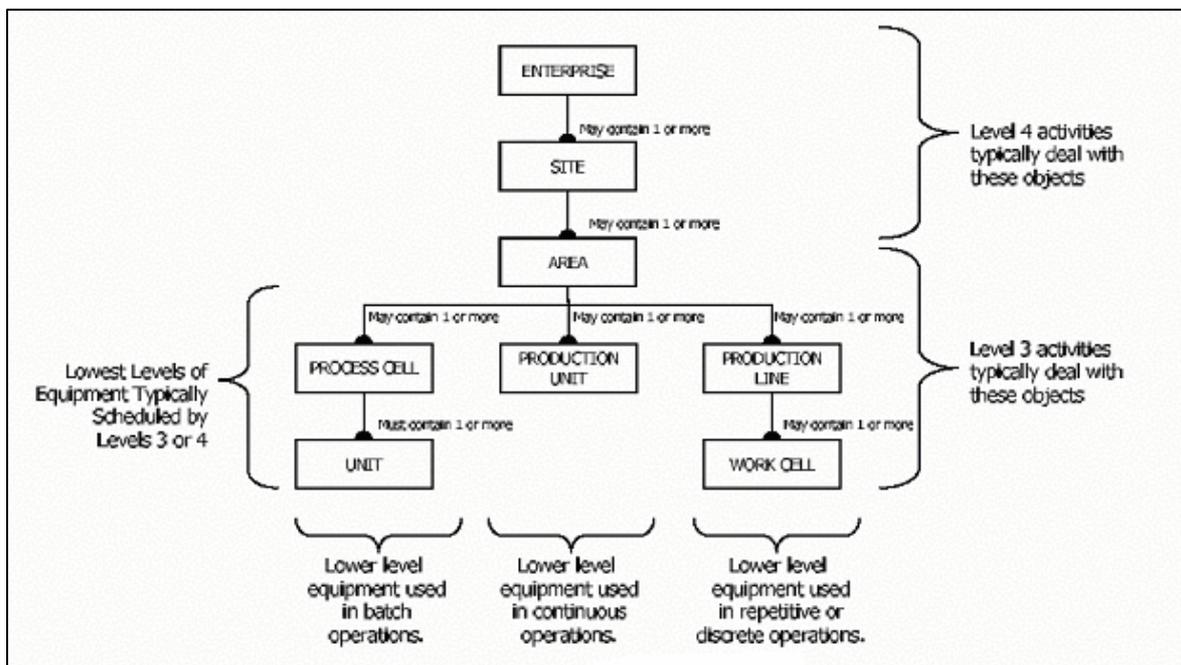


図 2 - 4 装置階層モデル

(ISA-95.00.01-2000 Enterprise-Control System Integration より引用)

2.2.4 内容詳細

(1) モデル化の方法

モデル作成を行う場合、モデル化のプロセスは、着目するドメイン、ファンクション、データフロー、データ分類、抽象データ定義という手順で詳細化される。図 2 - 5 はその過程を示す。モデル化の基礎となっているのは、米国 Purdue 大の CIM リファレンスモデルおよび MESA インターナショナルの提唱した MES の 11 機能である。

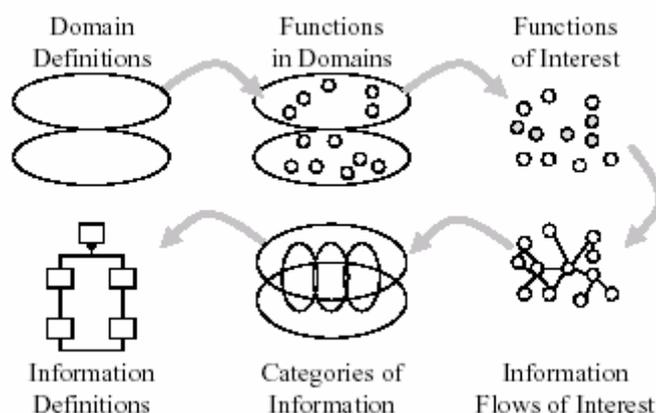


図 2 - 5 モデル化のプロセス

(ISA-95.00.01-2000 Enterprise-Control System Integration より引用)

(2) レベル3の機能データフローモデル (Functional data flow model)

図 2 - 6 に示すデータフローに登場する機能 (Function) は、生産実行機能に詳細化された 12 の機能 (うち R&D と Marketing は別扱い) となっている。この 12 機能は、MESA インターナショナルの提唱した MES の 11 機能とは別に SP95 で定義したものである。また、SP95 では図 2 - 6 中の鎖線部分内の機能フロー、すなわち Production Control を中心とした 6 つの Function について機能を担当する。データフローとして 31 種が定義されている。

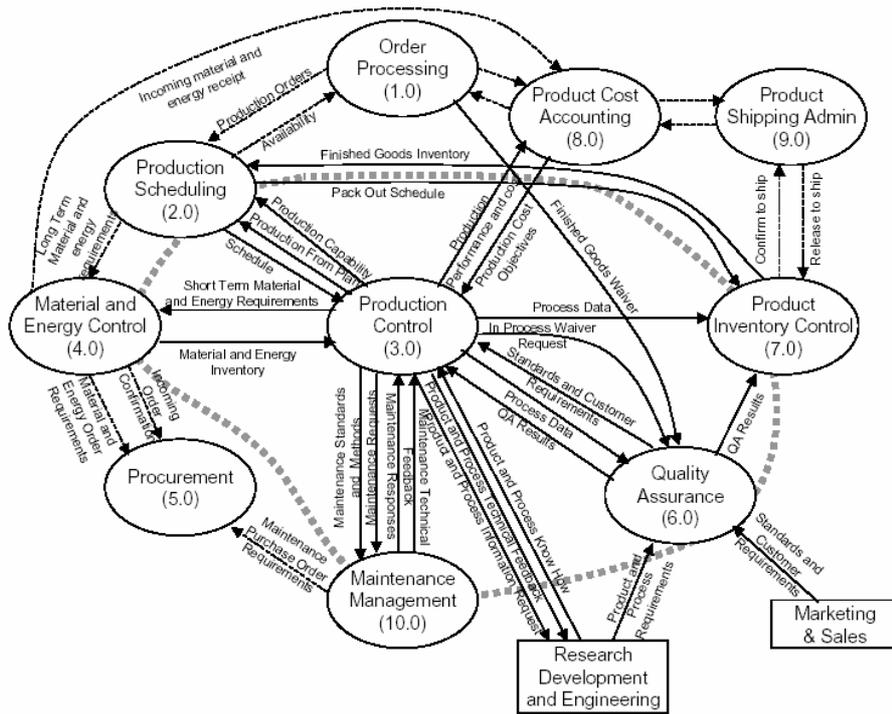


図 2 - 6 機能モデル
 (ISA-95.00.01-2000 Enterprise-Control System Integration より引用)

表 2 - 1 レベル 3 のシステム機能と情報フロー

Functions	Information flows
Order processing (1.0)	1 Schedule
Production scheduling (2.0)	2 Production from plan
Production control (3.0)	3 Production capability
Material and energy control (4.0)	4 Material and energy order requirements
Procurement (5.0)	5 Incoming order confirmation
Quality assurance (6.0)	6 Long-term material and energy requirements
Product inventory control (7.0)	7 Short-term material and energy requirements
Product cost accounting (8.0)	8 Material and energy inventory
Product shipping administration (9.0)	9 Production cost objectives
Maintenance management (10.0)	10 Production performance and costs
Research, development, and engineering	11 Incoming material and energy receipt
Marketing and sales	12 Quality assurance results
	13 Standards and customer requirements
	14 Product and process requirements
	15 Finished goods waiver
	16 In-process waiver request
	17 Finished goods inventory
	18 Process data
	19 Pack out schedule
	20 Product and process know-how
	21 Product and process information request
	22 Maintenance requests
	23 Maintenance responses
	24 Maintenance standards and methods
	25 Maintenance technical feedback

	26 Product and process technical feedback 27 Maintenance purchase order requirements 28 Production order 29 Availability 30 Release to ship 31 Confirm to Ship
--	---

(3) レベル4およびレベル3間のインタフェース

SP95では、ERP等のレベル4のシステムと、MES等のレベル3のシステム間で着目する情報フローを以下の3つの視点から定義している(図2-7)。

(a) Product Definition Information

製品がどのように製造されるのかについてのPLM情報が、レベル4とレベル3の間で交換される。製品の製造規則、BOR (Bill of Resource)、BOM (Bill of Materials)、生産方法指示、製造セグメント情報などがある。

(b) Production Capability Information

製造設備能力、負荷に関する情報である。生産要求に対して、現在、および将来に渡っての設備の生産能力情報の交換がレベル間で必要である。設備保守情報、設備ステータス、生産キャパシティのスケジューリング情報、ラインの生産能力、余剰生産能力情報などがある。

(c) Production Information

Production Informationは、Production Schedule InformationとProduction Response Informationからなる。設備をいかに効率よく稼働させるかについての情報である。製造するために、どの設備を使ってどのように生産するか、そしてどの製品がどのくらい、どの設備を使って生産されたのか等のフィードバック情報を含む。製造に必要な、材料情報、在庫情報、設備稼働情報、スケジューリング情報など、時々刻々の製造情報のカテゴリである。



図 2 - 7 レベル間の情報交換
(ISA-95.00.01-2000 Enterprise-Control System Integration より引用)

(4) オブジェクトモデル

SP95 では、上記のインタフェースを実現するために、つぎの9つのオブジェクトモデルが定義され、それぞれのオブジェクトモデルには、図 2 - 8 のように UML によるクラス図とモデルも持つ属性が定義されている。

(a) Resources

- Personnel
- Equipment
- Material
- Process Segments

(b) Capability

- Production Capability
- Process Segment Capability

(c) Product Definition

- Product Definition Information

(d) Production Scheduling

- Production Schedule
- Production Response

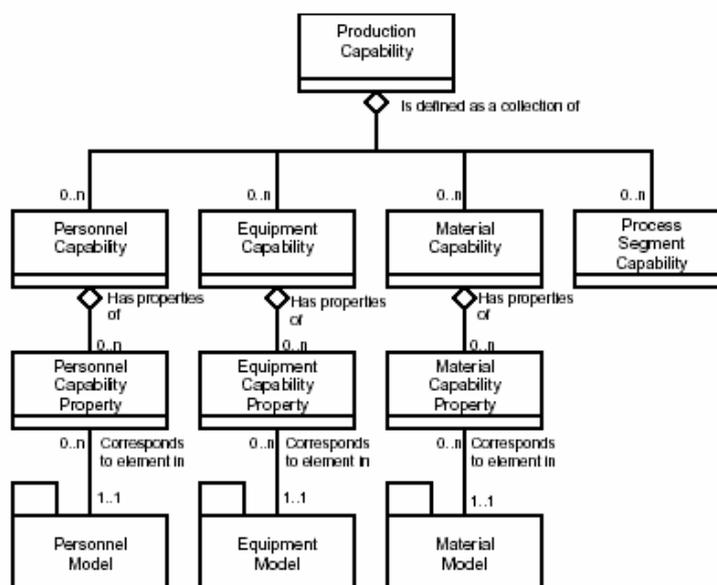


図 2 - 8 オブジェクトモデルの一例 (Production Capability model)
(ISA-95.00.01-2000 Enterprise-Control System Integration より引用)

(5) オブジェクトモデル間の関係

SP95 が規定するレベル間インタフェース（レベル3 - レベル4）の情報と、レベル3内オブジェクトモデルとの関係を表したものを図 2 - 9 に示す。

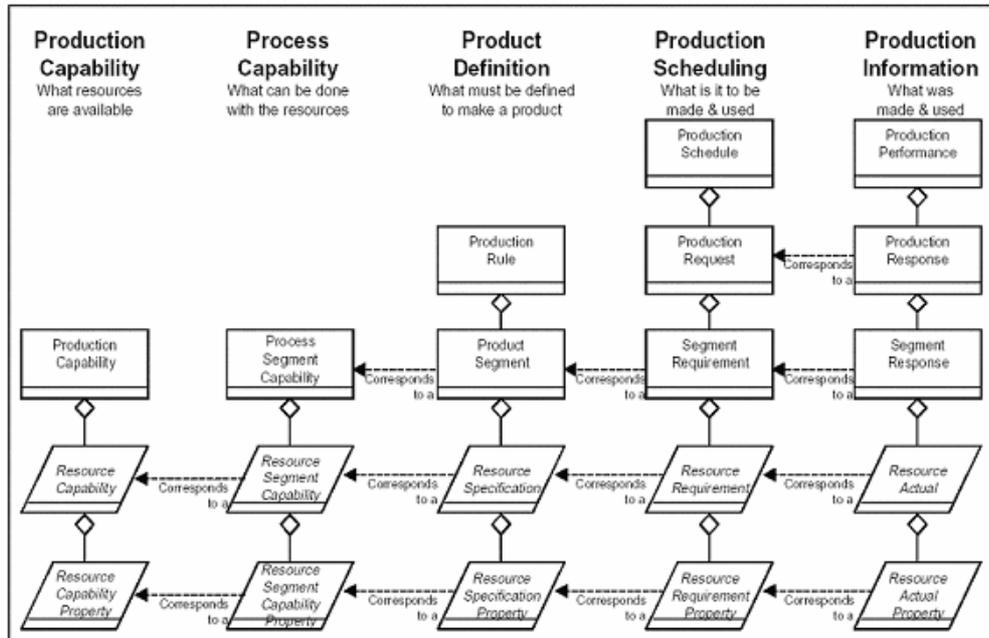


図 2 - 9 オブジェクトモデル間の関係
(ISA-95.00.01-2000 Enterprise-Control System Integration より引用)

(6) MESX との関連

S95 は、バッチ制御の上位システムを中心にして発展してきたが、バッチ制御以外の制御システムからなるプラントにも、共通項が多く、汎用的なシステムを目指している。MESX で目指している、MES-IF の標準化は、S95 のレベル3 に相当し、相互の関連性が深いといえよう。

しかし、MESX では、ディスクリート系のオートメーションを主要な対象分野としており、プロセス系を主眼とする S95 と機能的な相違がみられるため、S95 の適用には注意深い検証と評価が必要である。そのため、相互補完した発展が望ましく、現在 SP95 (part 3) で作業中のレベル3 機能モデル化の進捗を勘案しながら、MESX の作業を進める必要がある。

2.3 PSLX (Planning and Scheduling Language on XML specification)

本章において使用する図表は、PSLX コンソーシアムが発行した「PSLX 技術仕様書 勧告版 2003 年 6 月」から引用している。

PSLX コンソーシアムは生産計画・スケジューリングに関する標準仕様を策定するための非営利団体である。2001 年 7 月に国内開発拠点を持つ有力スケジューラベンダのほぼ大半が集結し、それらの企業が中心となって ERP ベンダや MES ベンダ、そしてシステムインテグレータやコンサルティング企業、さらには大学や研究所なども巻き込む形で発足した。普段は市場で競合して

いる生産スケジューラベンダ同士が、あえて仕様を統一しようと集まったところが非常に大きな特徴となっている。

一般に、生産計画システムは管理部門において実行され、生産スケジューリングは製造部門において実行される。これらの2つのシステムは統合されていない場合がほとんどである。生産スケジューリングという行為そのものが存在しない工場も多い。PSLX コンソーシアムは、このような現在の製造業が、市場の変化にダイナミックに対応するために、生産計画システムと生産スケジューリングシステムを統合または連携させたAPS (Advanced Planning and Scheduling) を実現させるためのソフトウェア的インフラを整えることを目的としている。

PSLX コンソーシアムの活動はまず、現在の製造業が置かれた立場をただしく認識することからはじめ、IT を製造の中にどのように取り込み製造業自身が変化していくべきかに関するグランドデザインの策定から開始した。そして、そこでの議論を受けて、常に最先端の情報処理技術を活用した生産管理の仕組みを、非常に一般的な規模の製造業や、中小企業などに対して適用可能とするための情報システムアーキテクチャを議論してきた。そこでの結論は、製造業を構成する各サブシステムは、エージェントのようにメッセージ交換を行いながら、それぞれが全体の構成の中で自由に機能を発揮できるような「APS エージェントモデル」が有効である、というものである。そして、そのためには、XML を用いたタグの設計とメッセージインターフェースの定義が必要となる。PSLX コンソーシアムが開発したXMLスキーマは、このような経緯の中で誕生し、第一バージョンが、2003年6月に勧告となった。

2003年6月にPSLX コンソーシアムから勧告されたPSLX 技術仕様書は、以下のような内容で構成されている。

- 第0部：ガイダンス
- 第1部：APSによる製造業のグランドデザイン
- 第2部：APS エージェントモデル
- 第3部：PSLX ドメインオブジェクト
- 第4部：XML 標準規約
- 第5部：PSLX 共通用語辞書

これらの内容は、コンソーシアム設立から勧告に至るまでの2年間の間、それぞれの分科会にわかれてほぼ毎月、論議を積み重ねてきた成果をまとめたものである。日本の製造業のこれから見据えた生産計画・スケジューリング技術とその実装のためのガイドラインがここに示されている。なお、この仕様書は、PSLX コンソーシアムのホームページから誰でも自由にダウンロード可能となっている。

ここで、議論の中心となったAPSに関して付記する。

APSの目的は、インターネットを中心とするITをベースに、現在の製造業のプランニングとスケジューリング技術をより高度化することで、多様で不確実性の高い市場の要求に俊敏に対応しながら、企業の利益最大化に貢献することであり、そのスコープは図2-10における横方向の情報の流れであるサプライチェーン（デマンドチェーン）と、縦方向の流れであるエンジニアリングチェーンの交差点におけるプランニングやスケジューリングなどの意思決定となる。

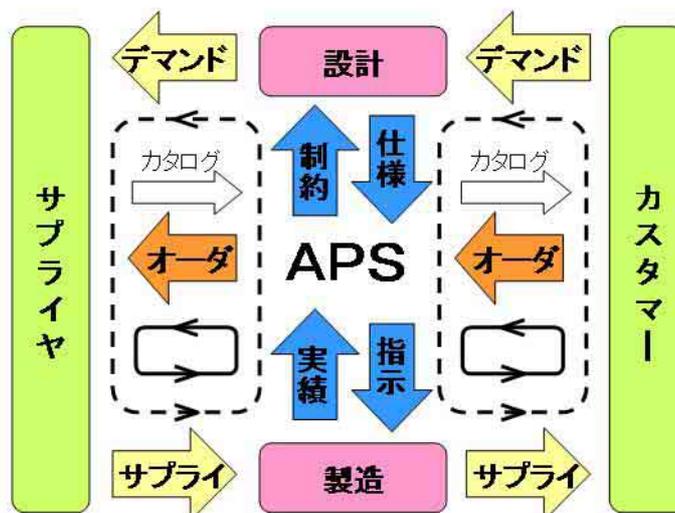


図 2 - 10 APS のスコープ

ここでプランニングとは、要求と事実のギャップを埋めるために、目標や手段を設定し、さらに、それらの間の構造やパラメータを決定する行為である。つまり、プランニングでは、問題そのものを明らかにし、その問題を解決するための具体的な方法を示す。ただし、プランニングでは、おもに因果関係を考慮しながらその構造やパラメータの値を設定することに主眼を置いていることから、そこで得られた結果は、必ずしも実時間上での実行可能性を保証していない。したがって、プランニングの結果である計画情報をより確かなものとするためには、スケジューリングが必要となる。一方スケジューリングとは、プランニングで明らかになった目標や手段が実行可能であることを保証するために、実際に存在する個々の品目や資源の時間的な競合関係を解消し、具体的な作業の開始や終了時刻を定めるとともに、それら品目や資源の時間的な振る舞いを決定する行為である。スケジューリング問題の入力情報は、プランニングで得られた計画情報となる。つまり、スケジューリングでは、プランニングで得られた一部の可能性についてのみ検討を行っているのであり、仮にスケジューリング問題で最適な解が得られたとしても、その解が必ずしも当初の要求を満たす最適な解となる保証はない。このように、プランニングとスケジューリングは、お互いに密接な関係を持っているため、PSLX 技術仕様書で規定している APS の構築プロセスの中では、できる限り両者を統合的に扱うことを強く推奨している。また仕様書では、APS に関するさまざまな議論や検討を行う上で不必要な混乱を避けるために、APS 技術アーキテクチャーをガイドラインとして示している。APS 技術アーキテクチャーは 5 つのレイヤーで構成される。

- レイヤー 1：製造業ビジネスモデル層
- レイヤー 2：APS コラボレーション層
- レイヤー 3：APS エージェント層
- レイヤー 4：ドメインオブジェクト層
- レイヤー 5：データインプリメント層

前述した技術仕様書の構成と、APS 技術レイヤーの関係を表 2 - 2 に示す。

表 2 - 2 APS 技術レイヤーと PSLX 技術仕様書の対応

レイヤー 1	製造業ビジネスモデル層					
レイヤー 2	APS コラボレーション層					
レイヤー 3	APS エージェント層					
レイヤー 4	ドメインオブジェクト層					
レイヤー 5	データインプリメント層					
第 1 部：APS による製造業のグランドデザイン						
第 2 部：APS エージェントモデル						
第 3 部：PSLX ドメインオブジェクト						
第 4 部：XML 標準規約						
第 5 部：PSLX 共通用語辞書						

以下、PSLX 技術仕様書の第 1 部から第 4 部までの要点を同技術仕様書の情報を基に記す。

2.3.1 APS による製造業のグランドデザイン

第 1 部では、製造業がビジネスモデルを自ら再定義するために必要となる基本的な考え方と、実際のビジネスモデル策定作業を行なう上で有益な情報として評価指標を顧客の視点、サプライヤーの視点、資源効率化の視点、情報システムの視点から提供している。また、製造業のグランドデザインを具体的に記述するためには、個々の企業のビジネスモデルを情報システムの中で対応づけ、徐々に詳細化する必要がある、そのためにはシステムを構成する各機能要素がさまざまな状況の中でどのように振舞い、全体としての目的を達成していくかに関するコラボレーション（協調的意思決定）のしくみの設計が重要としている。ここで、APS の概念に基づいたコラボレーションのしくみをビジネスモデルの具体的な実現手段として位置づけ、コラボレーションモデルにおいて登場する構成要素を、エージェントとオブジェクトの 2 種類のクラスに分類している。

エージェントは、APS を構成する主体的な要素をし、ビジネスモデルを実現する機能要素を、それぞれで特徴をもつエージェントが主体的意思決定によって実現する。また、同時に、個々の機能を横断的に扱う“統合的意思決定”の枠組みの中で、それらのエージェントは、常に協調しながら行動を計画し実行する。下記のエージェントの中で、特にプランニングエージェントとスケジューリングエージェントは、APS における重要な役割をもっているため、技術仕様書の第 2 部「APS エージェントモデル」において、その内容がさらに詳細に解説される。

- 方針計画エージェント（1）
- プランニングエージェント（2）
- スケジューリングエージェント（3）
- 製品設計エージェント（4）
- 工程設計エージェント（5）
- 購買計画エージェント（6）
- 受注管理エージェント（7）
- 原価管理エージェント（8）
- SC 管理エージェント（9）
- 輸送管理エージェント（10）
- 能力調整エージェント（11）
- 在庫調整エージェント（12）
- 製造実施エージェント（13）
- 設備保守エージェント（14）
- BOM 管理エージェント（15）
- 仕様決定エージェント（16）
- 引当管理エージェント（17）
- 連携管理エージェント（18）

もう一つの構成要素であるオブジェクトとは、ある程度まとまった目的で利用される受動的なデータの集まりを指し、これらのデータは、さまざまな業務要素、あるいはそこでの統合的意思決定を行う上で必要となる APS 独自の構造を持っている。なお以下では、エージェントが行うコラボレーションの説明のために最低限必要となるオブジェクトをあげているが、オブジェクトモデルの体系的な構造や個々のオブジェクトの具体的な内容は、「PSLX ドメインオブジェクト」として第 3 部において詳細に説明される。

- 財務諸表オブジェクト (1)
- 市場要求オブジェクト (2)
- 生産方針オブジェクト (3)
- 生産オーダーオブジェクト (4)
- 顧客オーダーオブジェクト (5)
- 購買オーダーオブジェクト (6)
- 製造指示オブジェクト (7)
- 販売計画オブジェクト (8)
- 在庫計画オブジェクト (9)
- 輸送計画オブジェクト (1 0)
- 保守計画オブジェクト (1 1)
- 関連企業オブジェクト (1 2)
- 輸送能力オブジェクト (1 3)
- 生産能力オブジェクト (1 4)
- 製造実績オブジェクト (1 5)
- 生産ルールオブジェクト (1 6)
- 製品在庫オブジェクト (1 7)
- 資材在庫オブジェクト (1 8)

この 2 つの構成要素を用い、APS を実現する上で必要となるさまざまなコラボレーションのしくみを、コラボレーションの基本形として 13、APS 拡張コラボレーションモデルとして 12、APS によるマルチサイト計画連携として 4、示している。

- 方針計画コラボレーション (1)
- 生産オーダー計画コラボレーション (2)
- 製造指示計画コラボレーション (3)
- 納期見積コラボレーション (4)
- 製造実施コラボレーション (5)
- 工場計画コラボレーション (6)
- 能力計画コラボレーション (7)
- 設備保守コラボレーション (8)
- 販売計画コラボレーション (9)
- 在庫計画コラボレーション (1 0)
- 業者選定コラボレーション (1 1)
- 購買計画コラボレーション (1 2)
- 輸送計画コラボレーション (1 3)
- 座席生成コラボレーション (1 4)
- 座席予約コラボレーション (1 5)
- 座席修正コラボレーション (1 6)
- 計画生成コラボレーション (1 7)
- 計画引当コラボレーション (1 8)
- 実績管理コラボレーション (1 9)
- 注文設定コラボレーション (2 0)
- 仕様催促コラボレーション (2 1)
- 仕様決定コラボレーション (2 2)
- 収益計画コラボレーション (2 3)
- 切替決定コラボレーション (2 4)

- 製品切替コラボレーション (2 5)
- 在庫情報共有コラボレーション (2 6)
- 予測情報共有コラボレーション (2 7)
- 計画情報共有コラボレーション (2 8)
- 作業指示共有コラボレーション (2 9)

以下に、「設備保守コラボレーション (8)」と「作業指示共有コラボレーション (2 9)」の内容を例示する。

(a) 設備保守コラボレーション (8)

設備保守のための計画を設定する。設備保守作業は、不定期に必要となり、生産スケジュールに割り込む形で実施される。設備保守では、さまざまな設備の稼動状態を監視し、必要に応じて計画を設定する。

名称	設備保守コラボレーション
エージェント	設備保守エージェント, スケジュールングエージェント
オブジェクト	生産オーダーオブジェクト, 製造指示オブジェクト, 生産能力オブジェクト, 保守計画オブジェクト, 生産ルールオブジェクト, 生産方針オブジェクト

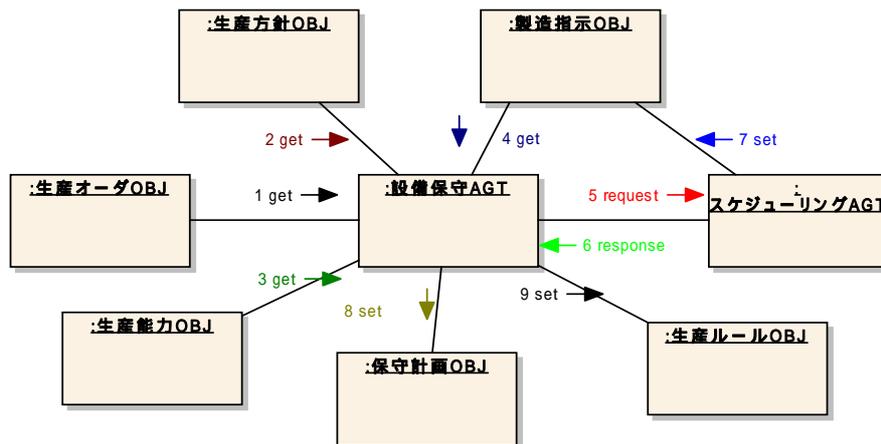


図 2 - 1 1 設備保守コラボレーション

(b) 作業指示共有コラボレーション (2 9)

名称	作業指示共有コラボレーション
エージェント	スケジュールングエージェント, 連携管理エージェント
オブジェクト	輸送計画オブジェクト, 資材在庫オブジェクト, 生産能力オブジェクト, 製造指示オブジェクト, 製造実績オブジェクト, 生産オーダーオブジェクト, 生産ルールオブジェクト

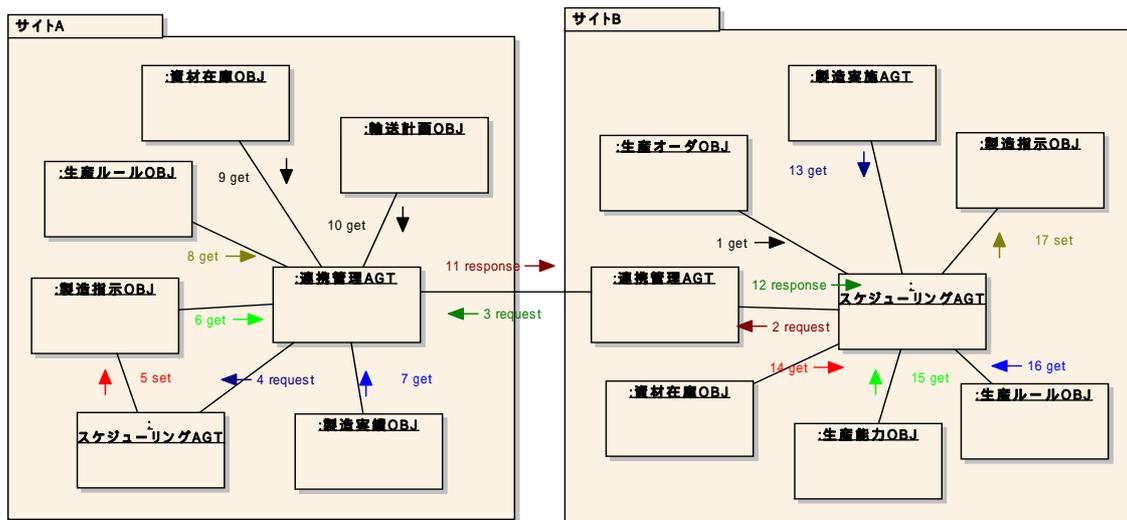


図 2 - 1 2 作業指示共有コラボレーション

2.3.2 APS エージェントモデル

第 2 部では、APS の概念を個々の製造業において IT のしくみとして実装する場合の基本的な枠組みと、そのために不可欠となる仕様を定めている。その内容は、APS が全体としてもつべき機能を定義する必要があることから、まず APS と外部との情報のやりとりを明らかにし、それらの情報交換に対応した APS 側のユースケースを列挙、そして、APS の情報システムとしての外部仕様を明らかにするために外部とのインタフェースを規定、加えて、実際に APS を実現するためのしくみとして APS エージェントの仕様を定め、そのうち、プランニングやスケジューリングといった APS で重要な機能についてさらに詳細な仕様を示している。

APS は、図 2 - 1 3 に示すように、顧客からサプライヤへのデマンド / サプライチェーンと、設計から製造にいたるのエンジニアリングチェーンとの接点に位置付けられる。この図は、「図 2 - 1 3 APS のスコープ」をビジネスコンポーネント、コンポーネント間の相互作用、要求およびそれに対する機能として整理する観点から書き直したものである。

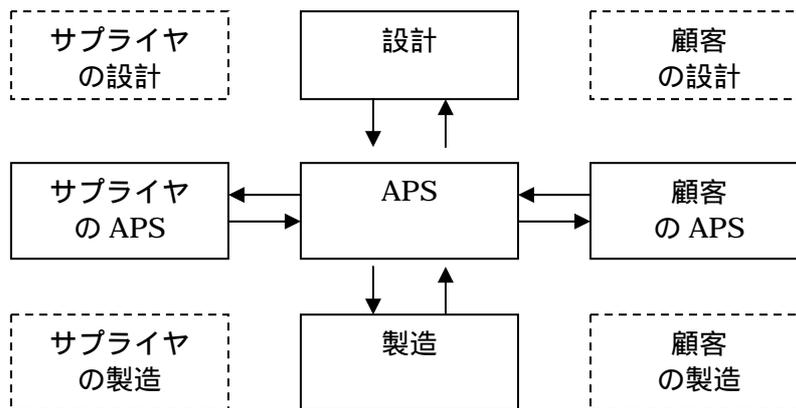


図 2 - 1 3 APS のスコープ

APS と外部のビジネスコンポーネントとの間で行われている情報は以下となる。なお、サブ

イヤとの情報交換は、顧客との情報交換について立場を変えて置き換えたものとする。

(a) 顧客との間での情報交換

- 見積情報 (顧客 < = APS)
- 内示情報 (顧客 = > APS)
- 注文情報 (顧客 = > APS)
- 仕様情報 (顧客 = > APS)
- 納期情報 (顧客 < = APS)
- クレーム (顧客 = > APS)
- 出荷通知 (顧客 < = APS)
- 受領通知 (顧客 = > APS)
- 製品情報 (顧客 < = APS)
- 在庫情報 (顧客 < = APS)
- 計画情報 (顧客 < = APS)
- 生産座席 (顧客 < = APS)
- 在庫情報 (顧客 = > APS)
- 計画情報 (顧客 = > APS)
- 需要情報 (顧客 = > APS)

(b) 設計との間での情報交換

- 生産設備情報 (設計 = > APS)
- 製造工数 (設計 = > APS)
- 設計情報 (設計 = > APS)
- 品質情報 (設計 < = APS)
- 製造 BOM 情報 (設計 < = APS)
- 個別製品要求 (設計 < = APS)
- 個別製品仕様 (設計 = > APS)

(c) 製造との間での情報交換

- 生産実績 (製造 = > APS)
- 完了実績 (製造 = > APS)
- 稼働実績 (製造 = > APS)
- 検査実績 (製造 = > APS)
- 設備異常 (製造 = > APS)
- 品質異常 (製造 = > APS)
- 進捗異常 (製造 = > APS)
- 製造指示 (製造 < = APS)
- 出荷指示 (製造 < = APS)
- 出庫指示 (製造 < = APS)
- 保守指示 (製造 < = APS)
- 保守要求 (製造 = > APS)
- 工程仕様 (製造 < = APS)

APS は、周辺の 4 つのビジネスコンポーネントに対し、以下の機能を提供しており、これは APS の外部仕様となる。これは、ユースケースで表す。なお、下記は例示であり、機能のすべてを網羅するものではなく、また、それぞれは必須のものではない。

(d) 顧客に対する機能 (ユースケース)

識別 ID	ユースケース
UC-C01	見積要求に対して、金額、納期、数量などの情報を回答する
UC-C02	内示情報を受け付ける
UC-C03	注文を受け付け、受領、保留、拒絶情報を回答する

UC-C04	仕様未決定の注文を受け付ける
UC-C05	注文に対する仕様情報を追加で受け付ける
UC-C06	納期間合せに対して、納期回答、あるいは納期確約を行う
UC-C07	クレームを受け付け、その内容に対応する
UC-C08	製品を出荷する際に、必要に応じて出荷通知を送信する
UC-C09	受領通知を受け取る
UC-C10	新製品情報や、価格改定情報を、適宜送信する
UC-C11	在庫情報の照会に対応する
UC-C12	計画情報の照会に対応する
UC-C13	生産座席を提示し、予約等の処理を行う
UC-C14	必要に応じて、生産座席を変更する

(e) サプライヤに対する機能(ユースケース)

識別 ID	ユースケース
UC-S01	内示情報を定期的に送る
UC-S02	注文の送信や、変更、取消などの情報を送る
UC-S03	注文に対する、受諾や保留、拒否などの回答を受け付ける
UC-S04	仕様情報を追加で送る。また、仕様督促に対応する
UC-S05	出荷通知を受け取り、受入の準備をする
UC-S06	製品を検収したら、受領通知を送る
UC-S07	不定期に送られる製品情報を受け取る
UC-S08	定期的または不定期に送られる在庫情報を受け取る
UC-S09	定期的または不定期に送られる計画情報を受け取る
UC-S10	在庫情報を開示する。または照会に対応する
UC-S11	計画情報を開示する。または照会に対応する
UC-S12	需要情報を開示する。または照会に対応する

(f) 設計に対する機能 (ユースケース)

識別 ID	ユースケース
UC-D01	不定期に送られる製造方法 (変更情報を含む) を受け取る
UC-D02	不定期に送られる生産設備情報 (変更情報を含む) を受け取る
UC-D03	不定期に送られる製造工数 (変更情報を含む) を受け取る
UC-D04	不定期に送られる設計情報 (変更情報を含む) を受け取る
UC-D05	品質情報の照会に対応する
UC-D06	製造 BOM 情報の内容の照会に対応する

(g) 製造に対する機能 (ユースケース)

識別 ID	ユースケース
UC-M01	生産実績を受け付ける
UC-M02	完了実績を受け付ける
UC-M03	稼働実績を受け付ける
UC-M04	検査実績を受け付ける
UC-M05	設備異常を受け付け、必要な措置をとる
UC-M06	品質異常を受け付け、必要な措置をとる
UC-M07	進捗異常を受け付け、必要な措置をとる
UC-M08	製造指示を送る
UC-M09	出荷指示を送る
UC-M10	出庫指示を送る
UC-M11	保守指示を送る

UC-M12	保守要求を受け付け、スケジュールに反映させる
UC-M13	工程仕様情報を送る

APS がシステム全体として外部に公開するインタフェースを規定するにあたり、メッセージの交換形式のパターンを記しておく。図 2 - 1 4 の基本パターンと、図 2 - 1 5 の回答保留に対する対応パターンが考えられる。

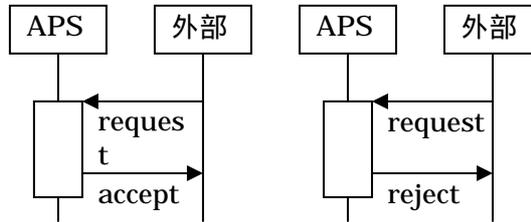


図 2 - 1 4 メッセージ応答の基本パターン

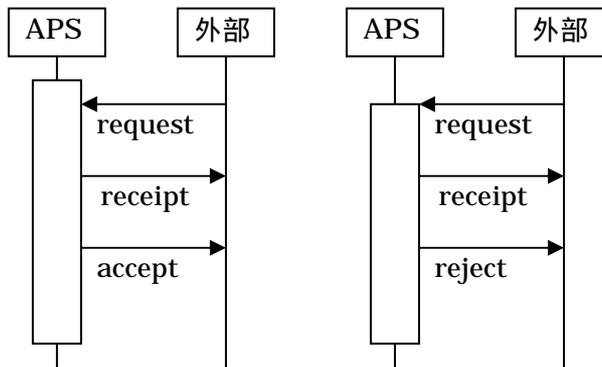


図 2 - 1 5 回答保留に対する対応パターン

PSLX が規定するインタフェースの名称は、メッセージ交換形式を表す識別子と送信するデータ内容を組み合わせた形で表現さる。以下の表に APS がもつ外部インタフェースの一覧を示す。ここで、とある部分が、インタフェースが存在する部分であり、は、存在するが推奨されないことを表す。

インタフェース名	顧客	サプライヤ	設計	製造
setPlan				
getPlan				
setSchedule				
getSchedule				
setCalculation				
getCalculation				
setProduct				
getProduct				
setProcess				
getProcess				
setOrder				
getOrder				
setOption				

インタフェース名	顧客	サプライヤ	設計	製造
getOption				
setEstimation				
getEstimation				
setComplaint				
getComplaint				
setProgress				
getProgress				
setEmergency				
getEmergency				
setStock				
getStock				
setLoad				
getLoad				
setCapacity				
getCapacity				
setLot				
getLot				
setTask				
getTask				

ユースケースにおけるアクターに対して用意された外部インタフェースの表記例を下記に示す。この例は、顧客ビジネスコンポーネント(アクター)に対して用意されたインタフェースの一つである。

名称	setPlan	区分	情報送信型
往信	需要予測情報	復信	受領確認
説明	顧客が持っている需要予測情報を設定する。		
UC	UC-C02		
備考			

前述した外部に対するインタフェースの個々の機能を実現するために、PSLX では、個々に自律的に振舞うことができるエージェントという単位でシステムを構成する。エージェントとは企業のしくみを業務の単位やアプリケーションプログラムの単位で切り出したものということができ、企業内のコンポーネントがここでいうエージェントと認識されるためには、細かな情報は隠蔽しながらも個々に自律的な意思決定を行えることが前提となる。PSLX において APS の実現形態はさまざまなエージェントからなる集合体であり、これらの APS を構成するエージェントを APS エージェントと呼ぶ。APS ではこれらのエージェントが協力して外部インタフェースとして定義した機能を実現する。APS エージェントは、内部エージェントと外部エージェントの 2 種類に分類でき、内部エージェントは APS の機能を自分自身あるいは他の APS エージェントとの協調によって機能を実現する。一方外部エージェントは、機能を実現するために APS の外部にあるビジネスコンポーネントとの連携を行う必要があるエージェントである。前述の APS 全体としてのインタフェースと異なり、各 APS エージェントがもつインタフェースは、それぞれのエージェントごとに独自に設定される。APS が外部に対して提供しているインタフェースが、関係する APS エージェントのどのインタフェースにどのように引き渡されているかは、個々の実装の形態ごとに異なる。図 2 - 16 に APS エージェントの概念を示す。

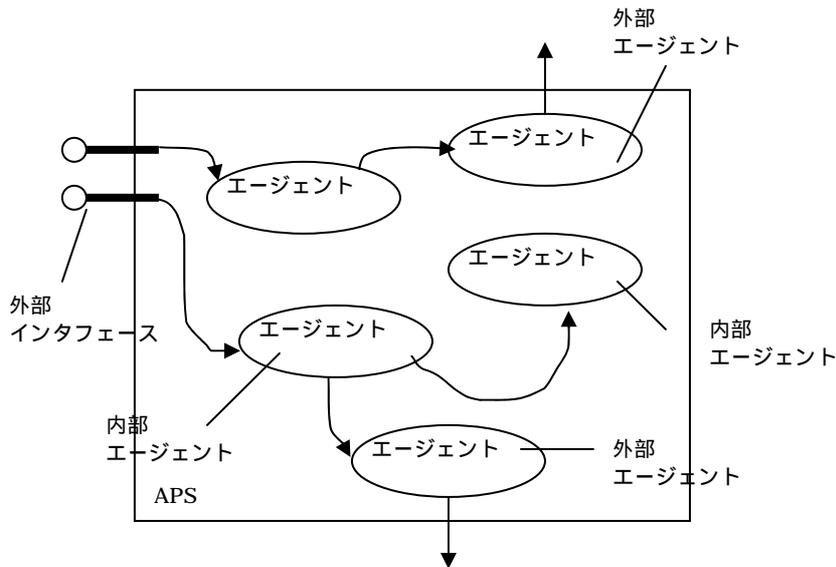


図 2 - 1 6 APS エージェントの概念

APS 外部エージェントは APS にとって外部のビジネスコンポーネントが持つ機能や独自のインタフェースを隠蔽する働きがある。つまり、APS 外部エージェントが、外部のビジネスコンポーネントを代替するものとみなすことができる。PSLX では、この APS 外部エージェントがもつべきインタフェースを規定する。APS の内部からは、外部エージェントがもつこのインタフェースを経由して外部の機能呼び出すことになる。したがって、ここで規定する APS 外部エージェントのインタフェースに併せて実際の外部のビジネスコンポーネントを設計した場合には、直接 APS が外部と連携することになる。また、外部のレガシーなビジネスコンポーネントと APS を連携させる場合には、別途に APS 外部エージェントの中でマッピングを行うなどの差異を吸収するしくみを取り組むことで連携が実現する。APS の内部については、APS エージェントそのものの構成や内部構造などは個々の実装ごとに異なる可能性がある。技術仕様書の中では、プランニングエージェント、スケジューリングエージェント、連携管理エージェントの3つについてのみインタフェースを規定している。これは、APS エージェントの中でこれら3種類のエージェントが、APS の機能を実現する上で非常に重要なものであるためである。技術仕様書であげているこれら以外のエージェントに関するインタフェースについては、今後の仕様拡張によって対応することが可能となる。

技術仕様書では、「2.2.1」に前述の18のエージェントに関して、10個のエージェントが内部エージェントに相当するとし、対応するユースケースとコラボレーションを規定している。あわせて外部エージェントがもつべきインタフェースも規定している。これを下表に示す。これらのインタフェースによって、それぞれの外部エージェントは実際に外部とのメッセージ交換をAPSを代表して行う。表において、○の部分はその列の外部エージェントが対応する機能のインタフェースが実装されるべきであることを示し、また×は該当機能が理論的に存在し得るが、APS全体がもつインタフェースによって代替可能であるものを指す。ここで示すインタフェースは、実際に外部とのやりとりをするもののみをあげているが、実際にはこれら以外に外部のビジネスコンポーネントに関係したさまざまな付帯機能を実現するためのインタフェースが定義可能である。

インタフェース名	顧客	サプライヤ	設計	製造
setPlan				
getPlan				

setSchedule				
getSchedule				
setCalculation				
getCalculation				
setProduct			x	x
getProduct				
setProcess			x	x
getProcess				
setOrder				
getOrder				
setEstimation	x		x	
getEstimation				
setProgress				
getProgress				
setStock	x	x		x
getStock				
setLoad	x			x
getLoad				
setCapacity	x			x
getCapacity				
setLot				x
getLot				
setTask				x
getTask				

2.3.3 PSLX ドメインオブジェクト

第3部では、APSを個々の製造業において具体的なシステムとして実装する場合に必要なオブジェクトモデルの普遍的な構造を明らかにしている。技術仕様書で規定するオブジェクトモデルは、個々に存在するモデルを、あらゆる業種、業態に対して適用可能なように抽象化されたスキーマである。各システムがPSLXに準拠したデータ構造とするにはどうすればよいかについて示している。個々の製造業においてデータベース設計を行う場合、技術仕様書で規定するドメインオブジェクトを利用することで、開発工数が大幅に削減でき、また企業内、企業間でそれぞれ独立したシステムが、ともにこのドメインオブジェクトに準拠してデータ構造を決定した場合、システム間のデータ連携が極めて柔軟に行えるようになる。

技術仕様書では、モデル化にあたっての基本的考え方や、ドメインオブジェクトの利用方法について説明した上で、ドメインオブジェクトの概要を全体の構成が見通せるように解説し、ドメインオブジェクトの個々のクラスについて、その意味と用法を詳細に説明している。個々のクラスの仕様については、リファレンス情報として併記載してある。ここでは、「PSLXドメインオブジェクト」における最も抽象度の高いクラスのクラス図を、図2-17に示す。また、図2-18に、マスター情報のみを抜粋したものを、図2-19に、インスタンス情報のみを抜粋したものを示す。

ドメインオブジェクトとは、APSというドメイン（問題領域）に特化したデータおよび手続きのまとまりである。ただし、第3部で定義するドメインオブジェクトは、APSエージェントと異なり、常に受動的なものである。つまり、外部にある他のオブジェクトに対して要求を発するようなことはない。PSLXドメインオブジェクトは、「2.2.2」項で前述のAPSエージェントモデルにおけるAPSエージェントが、お互いにメッセージを交換する際のメッセージの内容や、情報を内部に蓄積する際のデータモデルを設計する際に利用される。また、製造業の計画やスケジューリング問題に関連したさまざまな対象をモデル化するにあたって、PSLXでは以下の基本方針をとっている。

(a) クラスとオブジェクト

モデル化する対象には、生産現場に個々に存在し一つひとつを識別可能なモノつまりオブジェクトと、それらのモノの特徴を抽象化したクラスがあるが、技術仕様書では、これら2種類の対象を、ともにオブジェクト指向モデリング上でのクラスとして総称的に扱っている。(個々の生産現場での事例が具体的なオブジェクトに対応する。)

(b) 品目中心のモデル化

生産に関係するあらゆるモノを、品目として表現する。生産活動において生産されるモノ、消費されるモノ、そして利用されるモノなどは、すべて品目というクラスとして抽象化される。

(c) 事象による状態変化

状態は、基本的に離散的に変化するものとする。つまり、ある状態から次の状態へは、何らかの事象が発生した時点で変化する。逆に、事象が発生しなければ、状態は変化しない。品目が持っているいくつかの特徴が、時刻によって異なる場合、これらは時刻ごとに複数の状態オブジェクトをもつことで表現する。

(d) フローの表現方法

生産現場に個々に存在する具体的なモノ(たとえば、原材料)が、何らかの作業によって別のモノ(たとえば、製品)に変化するような場合、両者をまったく別のオブジェクトとして表現する。このとき、消費されるモノ、生産されるモノそれぞれを表すオブジェクトは、恒久的に存在し、作業の前後でその在庫レベルのみが変化するものとする。

(e) オントロジとしてのモデル

さまざまなタイプの生産を扱うために、対象モデルの抽象度を上げすぎると、結局何も表現したことにならなくなってしまふ。したがって、PSLX ドメインオブジェクトでは、共通に使えるビルディングブロックとしての最適な粒度でオブジェクトのクラスを切り出すことを最大の評価基準とする。つまり、より少ないオブジェクトによって、どれだけ複雑で多様なモデルを表現できるかがポイントとなっている。

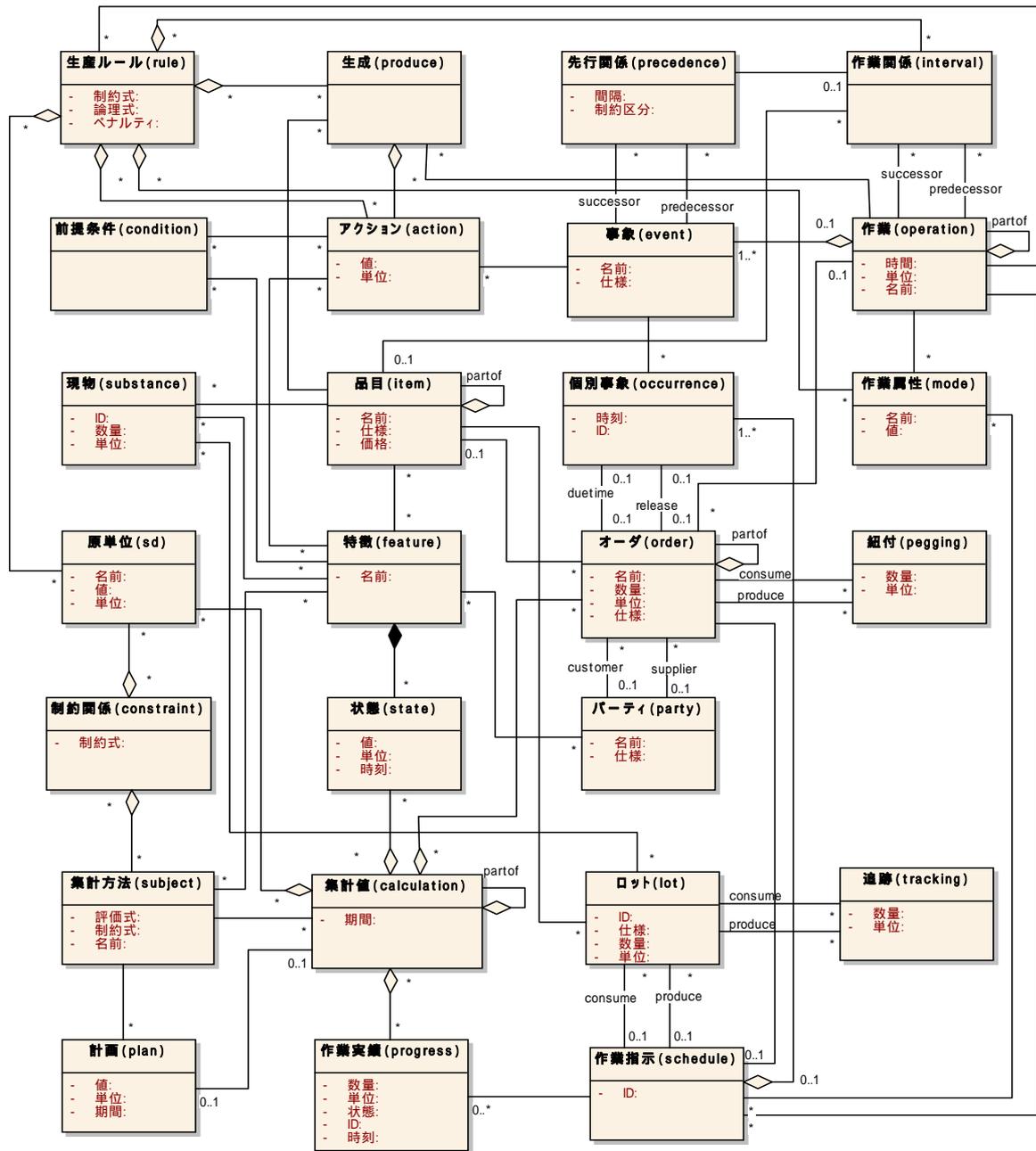


図 2 - 17 クラス図

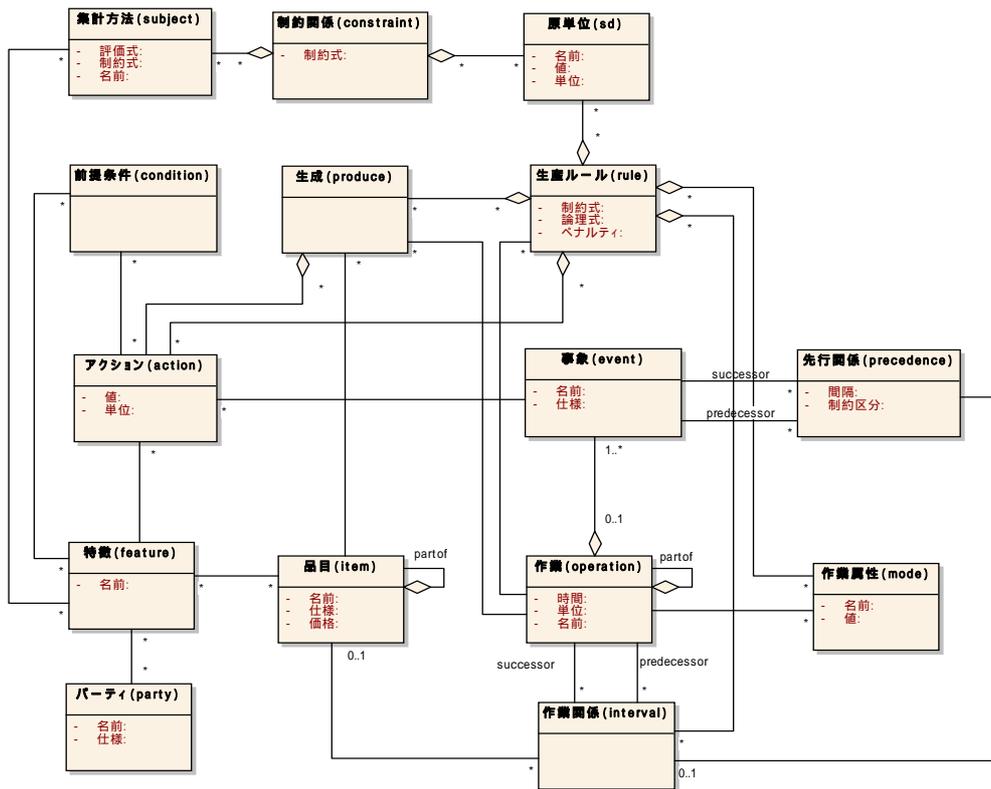


図 2 - 18 マスタ情報の構成

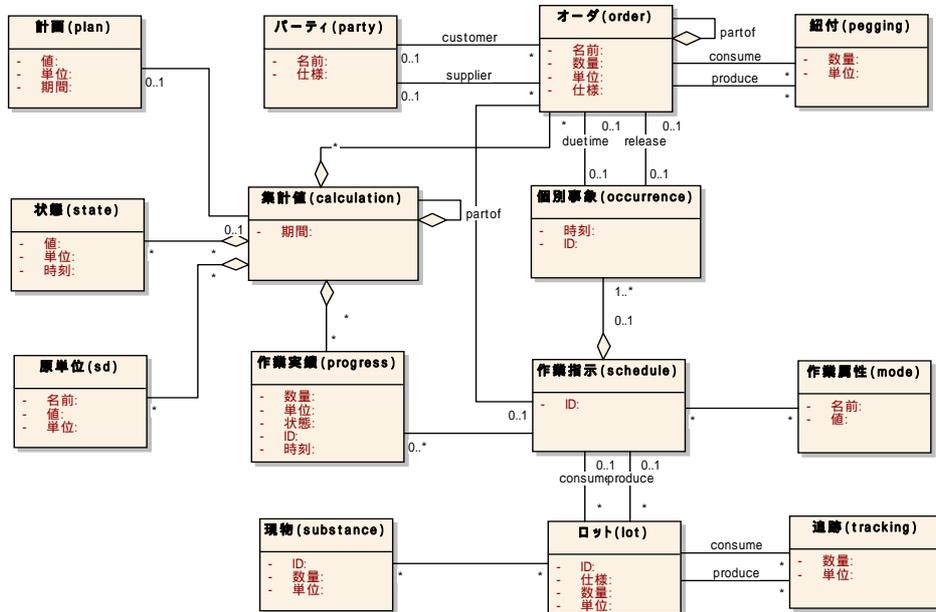


図 2 - 19 インスタンス情報の構成

技術仕様書では、上記の最上位に対して存在するサブクラスも示している。また、以下に関し

ては、意味と用法を詳細に説明している。

- スタティックな情報
- 操作に関する情報
- 作業に関する情報
- さまざまな関係情報
- 属性と集計情報
- 計画関係の情報
- オーダ情報

2.3.4 PSLX の XML 標準規約

第4部では、APS エージェントとなる業務アプリケーションプログラムが、自分自身あるいは他のエージェントとの間で情報交換を行う際の、XML 記述に関する規約と、そのデータを複数の業務アプリケーション間で交換するためのインタフェースの規約を定めている。また、実際にシステム開発を行う上で必要となる、プログラムが通信し PSLX に準拠したデータを送受信するための通信仕様も示している。APS エージェントのソフトウェアがこの規約に従うことで、はじめて APS の各エージェントが連携可能となり、それによって APS の目指すコラボレーションが実現することになる。

また第4部の技術仕様書は、大きく分けて3つのパートから構成されており、まず第1パートは、XML 記述のための規約となる。複数のアプリケーション間で情報交換を行う場合には、それぞれのアプリケーションが、この第1パートで規定している XML 記述形式に基づいてデータのエンコードとデコードを行う必要がある。具体的には、XML のタグ構成を規定し、あわせて XML スキーマの記述に若干の説明を加え、その内容を生産計画やスケジューリングの問題に対応させて、具体的にどのように利用するかを説明している。第2パートは、複数の業務アプリケーションが、お互いにデータ交換を行う際のインタフェースを規定している。XML で記述されたデータは、それぞれのアプリケーションが置かれたビジネスプロセスの中で、第2パートで規定されたインタフェースの形式に基づいて送受信する必要がある。そして、第3パートは、アプリケーション間でデータを送受信するための通信規約である。このパートでは、通信規約としてすでに存在する他の標準との関係や、それらを具体的にどのように利用してメッセージ交換を実装するかについて PSLX 独自の部分を規定している。

なお、付録として、XML で表現するスキーマ構造が、PSLX 技術仕様書の「PSLX ドメインオブジェクト」からどのように導き出されるかについて解説している。ここでは、XML 標準規約が、PSLX の上位の仕様と整合性がとれていることを示している。

2.3.5 PSLX の国際標準化活動

コンソーシアムの2003年度の活動は、次の2つを柱としている。PSLX インタフェース実装システム事例を増やし実績を積むこと、そして国際標準化である。後者の国際標準化活動として、現在、ISO と OASIS への提案活動を行っている。まず、ISO については、2003年4月に ISO/TC 184/SC 5 の全体会議においてプレゼンテーションを行った。そして、同年10月に米国などに向けてのより詳しい会議を行い、具体的な仕様策定のための体制を検討しはじめた。

また、OASIS については、2003年9月に非営利団体として加入し、11月に新しい TC の立ち上げを行った。TC の名称は Production Planning and Scheduling (PPS- TC) となり、日本発の標準仕様策定のための体制がこちらでも整いつつある。なお、この TC は、OASIS の組織ではじめてとなる日本語を標準語とする TC となっており、多くの日本人メンバの参加を歓迎している。仕様策定は2004年9月に完了させる予定である。

2.3.6 PSLX コンソーシアムがめざす標準化によるイノベーション

PSLX コンソーシアムがめざしている標準化によるイノベーションは、以下の4点にまとめられる。

- 現場の知識と経験のデジタル化とネットワーク化
- 企業の情報資産（レガシーシステム）の有効活用
- 部門間、企業間を越えたコラボレーションの実現
- 企業の発展とともに成長可能な IT システムの実現

これらの4つのポイントからなるイノベーションは、PSLX の特徴であるプランニングとスケジューリングの統合、そしてXMLを用いたインターネット上での計画連携によって可能となる。プランニングとスケジューリングの統合も XML を用いたインターネット上での計画連携も、ともに従来の技術では実現できなかった。PSLX では、技術仕様書によって、その実現方法を具体的に示し、実装可能なモデルを提供しており、今後の具体的なパッケージ製品開発や、実用プロジェクトの成果報告が期待される。

2.4 MIMOSA (Machinery Information Management Open Systems Alliance)

MIMOSA については、「製造業における情報統合化環境に関する調査 XML の最新技術動向」(財)製造科学技術センター、および MIMOSA Web サイト (www.MIMOSA.org) に公開されている情報をベースに紹介する。

(1) MIMOSA の概要

MIMOSA はプロセスおよび製造設備ベンダ、メンテナンスサービスプロバイダ、システムインテグレータ（ロックウエル、シーメンス、ABB など）、およびエンドユーザ（Boeing、GM など）から構成された非営利団体（コンソーシアム）であり、その活動目的は、関連プロセス、設備の管理メンテナンスの実施に必要なとされるファシリティ全般からの設備特性、操業履歴、およびメンテナンスの電子化情報の互換性を改善することにある。

MIMOSA の標準化活動の中心は、工場ファシリティ内デジタル制御システムが内蔵する設備データのありかかを特定するビジネスロケーションモデル、設備データ概念モデル、データベーススキーマ、およびデータベースアクセスプロトコルそれぞれの策定にある。

MIMOSA の活動は 1997 年より既に 7 年間経過しており、この間の活動からデファクト標準としてリレーショナルモデルベースの MIMOSA CRIS (Common Relational Information Schema) 2.1 を完成している。現在はそのオブジェクトモデル MIMOSA MOM (MIMOSA Object Model) CRIS 3.0 への取り組みを行っている。また、データベースへのアクセスプロトコルとして SQL トランザクションファイルトランスファ、XML トランザクションファイルトランスファなどのサービスプロトコルが策定されたおり、また MIMOSA テクノロジーを実装した複数のシステムが既に稼動している（米海軍関連設備など）。

上記活動と並行して、主に ISO/TC 108/SC 5、および ISO/TC 184/SC 5 において、MIMOSA CRIS テクノロジーをベースとした国際標準化への取り組みを行っている。成果としては ISO13374-1 Condition monitoring and diagnostics of machines- Data processing, communication and presentation- Part1 Generic guideline が IS となっている。

(2) MIMOSA デファクト標準仕様 CRIS

CRIS はファシリティのメンテナンス情報を格納するリレーショナルデータベースのテーブル構造とテーブル間の関係（リレーション）仕様定義であり、ベンダ非依存のリレーショナルデータベース仕様となっている。CRIS テーブルの内容を表 2 - 3 に示す。

表 2 - 3 CRIS テーブル仕様

CRIS テーブル			MIMOSA 技術							
分類	テーブル数	説明	トレンド	ダイナミック	サンプル	サーモグラフィ	設備登録	設備診断	信頼性データ	作業管理
サイト	1	サイトの DUNS, 社名, ロケーション, FAX 番号などサイト情報								
データベース	2	サイトのデータベース情報								
参照定義	56	セグメント・アセット タイプ, 計測点タイプ, 工業単位タイプ, データタイプ, アラーム タイプ, タイプ間の階層関係など共通のタイプ定義								
	7	設備登録と作業管理に使われている製造メーカ情報および作業タスクタイプなどユーザ定義								
セグメント	4	セグメント リスト, セグメント間の階層関係, セグメントと関連しているデータ								
アセット	10	アセット型番, アセットリスト, アセット階層関係, 使用履歴,								
ネットワーク	3	セグメントとアセットのネットワーク関係								
計測セットアップ	3	計測点, データソース, 変換器のセットアップ情報								
計測データ	17	計測イベントの履歴, 説明, データ, デジタル信号処理データなど								
順位リスト	11	順位リスト, 信号処理のセットアップ パラメータなど								
アラーム	12	計測イベントアラーム, 信号処理アラーム, 計測サンプル アラームおよびアラームの境界値								
エージェント	3	エージェントリスト, エージェント役割など								
サンプル	11	計測サンプルのテスト, 階層関係, 結果, データ, コメントなど								
BLOB	6	セグメント, アセット, 順位リスト, モデルなどに使われている BLOB データ								
機能	5	セグメント機能, アセット機能, モデル機能など								
イベント	44	セグメント・アセット イベントのヒストリ, イベントのデータ, イベント間の因果関係およびリンクなど								
健全度評価	8	セグメント・アセットの健全度評価, 残存期間評価								
アドバイス	30	セグメント・アセットのアドバイスおよびコメント, 健全度評価のアドバイスおよびコメント								
作業管理	27	セグメント・アセットの作業要求, 作業順位, ステップ, 階層関係, 完成状況, 関連データ, 作業履歴など								
合計	260									

(3) サイトとデータベース

MIMOSA の用語ではファシリティおよびそれに関連するビジネスパートナ(ファシリティベンダ, メンテサービス会社)の居場所をサイトと言う。すべてのビジネスサイトは DUNS (Data Universal Numbering System) が付与されることにより, グローバルユニークに識別可となっている。データベースはサイト範囲でユニークな ID をもつから, DUNS と組み合わせることで, これもグローバルユニークに特定できることになる。

(4) MIMOSA サイトゼロデータベース

MIMOSA サイトゼロデータベースとは, MIMOSA (その DUNS は「0」) が管理しているデータベースであり, 定義済みアセット(システム, 装置, デバイス・・・)タイプ, 工業単位タイプ等に関する参照情報が格納され, MIMOSA ユーザサイトのデータの解釈に参照利用される。

(5) セグメントとアセット, 計測点

MIMOSA の用語では, アセットとは特定の設備の一部を意味し, システム, 装置, デバイスはアセットとなり得る。またセグメントとはアセットを設置しているファシリティの居場所である。計測点とは特定のアセット, セグメントにある計測場所である。計測点は MIMOSA サイトゼロに規定されいる任意の計測タイプを有する。図 2 - 2 0 にセグメント, 計測点の例を示す。

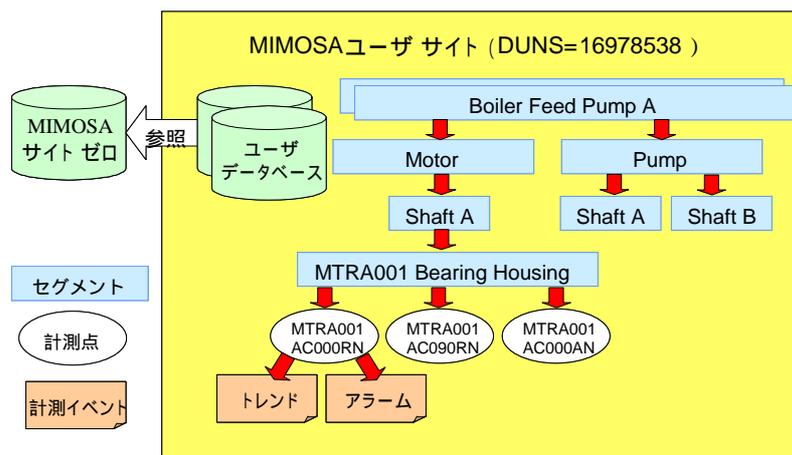


図 2 - 2 0 MIMOSA 用語 (サイトゼロ, セグメント, 計測点, ...)

(6) MIMOSA インタフェース仕様

MIMOSA を実装した製品間のデータ交換には以下の3種類のインタフェースが規定されている。

- ファイルトランスファ : ファイル形式は MIMOSA 仕様による。
- SQL トランザクション : ODBC を利用する
- XML トランザクション : XML 形式ファイルによる。
ただしプロトコルは独自で SOAP ではない。

(7) MIMOSA アプリケーション

MIMOSA の診断アプリケーションテクノロジーとして、つぎがある（一部予定）。

- トレンドアラーム : 設備またはプロセスのデータ・トレンドアラーム
- ダイナミック信号 : 機械振動, 音波, 電流電圧などのダイナミック信号
- (サンプル) : オイル, 流体, ガスなどのテストサンプル
- (サーモグラフィ) : サーモグラフィデータ, 赤外線イメージなど
- (設備登録) : アセット管理登録機能
- (設備診断) : 診断アドバイス
- (信頼性データ) : 信頼性データ, 故障モデル
- (作業管理) : メンテナンス作業ステータス

(8) MIMOSA の国際標準化活動

MIMOSA はコラボレーションと称して ISO, ANSI, NIBS, OPC ファンデーションとの協業を実施している。つぎの ISO, および OPC ファンデーションとの協業について, MIMOSA Web サイトよりの情報を基に紹介する。

(a) ISO TC108 SC5 におけるアクティビティ

ISO TC108 (Mechanical Vibration and Shock) の SC 5 (Condition Monitoring & diagnostics of machines) では, つぎの WG が活動中である。

- WG1 Terminology
- WG2 Data integration & diagnostic techniques
- WG3 Performance monitoring & diagnostics
- WG4 Tribology-based monitoring & diagnostics
- WG5 Prognostics
- WG6 Formats & methods for communicating, presenting and displaying relevant information and data
- WG7 Training & accreditation
- WG8 Condition Monitoring guidelines
- WG9 Life usage monitoring
- WG10 Condition monitoring & diagnostics of electrical equipment

なお上記活動の成果（現時点）として、つぎがある。

- ISO 13374-1: Condition monitoring and diagnostics- Part 1: General guidelines on data processing, communication, and presentation (International Standard)
- ISO/ WD 13374-2: Condition monitoring and diagnostics- Part 2: Data Processing and analysis procedures (Working Draft)

ISO 13374-1 に規定されたプロセッシングモデルを図 2 - 2 1 に示す。

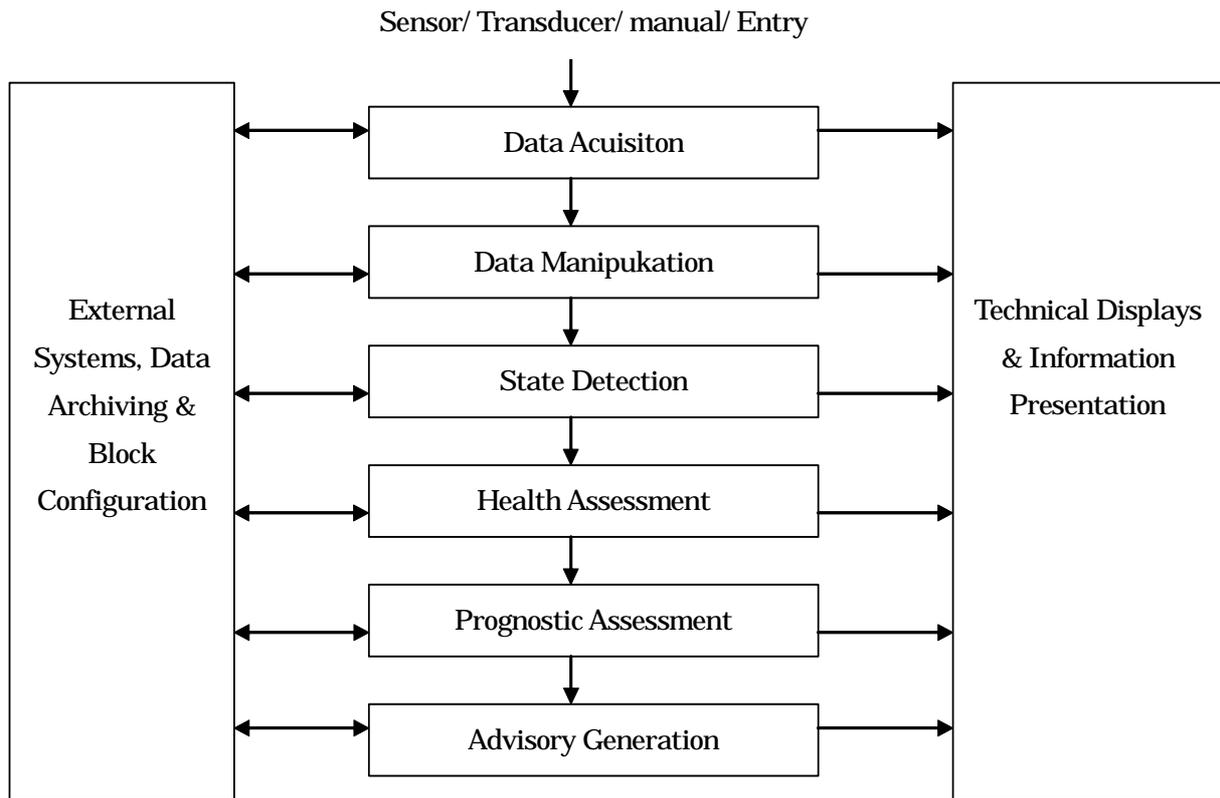


図 2 - 2 1 ISO 13374-1 Processing Model

(b) ISO TC 184 (Industrial Automation Systems & Integration) /

SC5 (Architecture, Communications & Integration Framework) におけるアクティビティ
本アクティビティは TC108 と TC184 のコラボレーションとして MIMOSA より新たなワーク
アイテムとして提案 (NWIP) されている段階にある。内容的には :

- 「 2.2 」 項に紹介されている ISA / S95 (IEC 62264) Enterprise control systems integration アクティビティモデル (これは ISO / TC 184 / SC 5 と IEC / SC 65C のジョイントワーク) を流用し , 統合モデルベースに統合シナリオ参照を開発する。
- ISO 15745 アプリケーション統合フレームワーク (これは ISO / TC 184 / SC 5 / WG 5 のワーク) に ISO 13374 のワークをマッピングする。
- MIMOSA アーキテクチャを使い , 診断 , メンテナンスツール , プラットフォームで統一的に利用できるセマンティックス情報を記述する基盤を提供する。
- ISO 15745 ベースの診断 , メンテナンス相互運用プロファイルを ISO 13374 コンディションベースモニタリングアーキテクチャを使い開発する。

(c) OPC ファンディションとの協業アクティビティ OpenO&M

OpenO&M 標準を OPC ファンディションとの協業で開発中である。

- オペレーション & メンテナンス (O&M) 対応 , ベンダ , プロダクトニュートラルな情報統合標準とそのプラットフォームを提供すること
- OpenO&M 標準は政府 / DOD およびコマーシャル/産業応用マーケットの両分野対応である。

(9) MIMOSA 評価と MESX 仕様面での取り込みについて

MIMOSA として開発し既に運用に供されていると思われるサイト・ゼロ・データベースの情報（WEB より利用可か）および関連ファシリティーの分類、定義などは FA 用として内容の異なる検討を要するが、今後の本 MESX の診断がらみの仕様検討に際してはデファクト仕様としての取り込み対象になりうる。

また、今後の ISO / TC 108 における MIMOSA デファクトベースの標準化開発、および ISO / TC 184 における ISO 15745 および IEC 62264 (ISA S95 デファクト標準) 対応の診断フレームワークとしての標準化開発は、現在は概念データモデルの提案、または新標準開発提案としての、そのスコープなどの議論として精力的に開始されている。これらのアクティビティーは関連標準の設備診断としてのフレームワーク拡張の位置づけであり、当 MESX としても今後フォローしていく必要がある。

2.5 業界における MES 関連標準化動向 (XML 仕様関連)

XML を用いたシステム間通信の標準化は、ビジネス系のみならず製造業においても各種の業界で取り組みが進行中である。主要業界の標準化動向 (表 2 - 4) に、生産管理、品質管理および稼働管理などの製造業の MES 領域に関連するシステムでの標準化の動向を示す。

表 2 - 4 主要業界の標準化動向

業種	規約名	制定団体	内容
プラント	S88	ISA	バッチプラントの運転管理とコンセプトの標準化 http://www.isa.org/
	S95	ISA	ERP, MES との接続の標準化
	OPC-DX OPC-XML	OPC	各社シーケンサのインターオペラビリティ インターネットを介したデータアクセスによって、組織間の生産システム連携を目指す http://www.opcfoundation.org/
	MIMOSA	MIMOSA	統合化企業情報システムと連携した機械設備の保守・保全 MRO の XML ベースのオープン標準を指向 http://www.mimosa.org/
半導体	SEMI/EES	SEMI	半導体製造装置の歩留まり管理、装置エンジニアリング用情報交換規約 http://www.semi.org/ http://www.semi.org/japan/
加工組立	ISO15745-1	ISO	製造装置、製造プロセスの XML を用いたデータ交換に関するフレームワーク http://www.iso.ch/
	OPEN-MES	FAOP	工作機械、産業用ロボット等の制御階層を対象としたオブジェクト指向モデルによる MES フレームワーク http://www.mstc.or.jp/faop/
	PSLX	PSLX	広意のスケジューラ間の XML 通信規約 http://www.pslx.org/
自動車	ASAM-GDI	ASAM	自動車用計測装置および計測システム間の情報通信規約 http://www.asam.de/
印刷	CIF3/4 JDF	CIP	印刷工場のフルオートメーション化を目的として、作業指示情報、装置情報などを XML 化 http://www.cip4.org/
プリント 基板製造	IPC-25XX	IPC	プリント基板製造装置、チップマウントと、その生産管理システム, ERP との XML による情報通信規約。 CAD/CAM, MES, SCM 領域をカバーする広範な規約 http://www.ipc.org/

2.6 他標準との関係

MESX が標準化の対象とする領域と他標準との関係について記述する (図 2 - 22)。図中、レベル 0 ~ 4 は S95 における機能階層モデルを意味する。レベル 5 は S95 にないが、経営に関わ

る機能をレベル 4 から独立させた。したがって、レベル 4 は計画機能を中心に構成され、レベル 5 は長期の計画または経営管理機能を中心に構成されるものとする。ただし、レベル 5 の機能は、計画系と実行系とのインターフェース定義に直接かかわらない。また、各機能の 数字は MESA の 11 機能を示すものとする。

「2.3」項で述べた PSLX では、計画系のコンポーネントどうしが通信する際のプロトコルが規定されている。これを規定した段階では、実行系との通信を十分に検討していなかった。計画系と実行系との機能分担が設定できれば、計画系の概念モデルはより簡略化でき、計画系内部でのプロトコルが軽量化できる可能性がある。この成果に基づいて、PSLX の再設定を働きかけることを検討する。

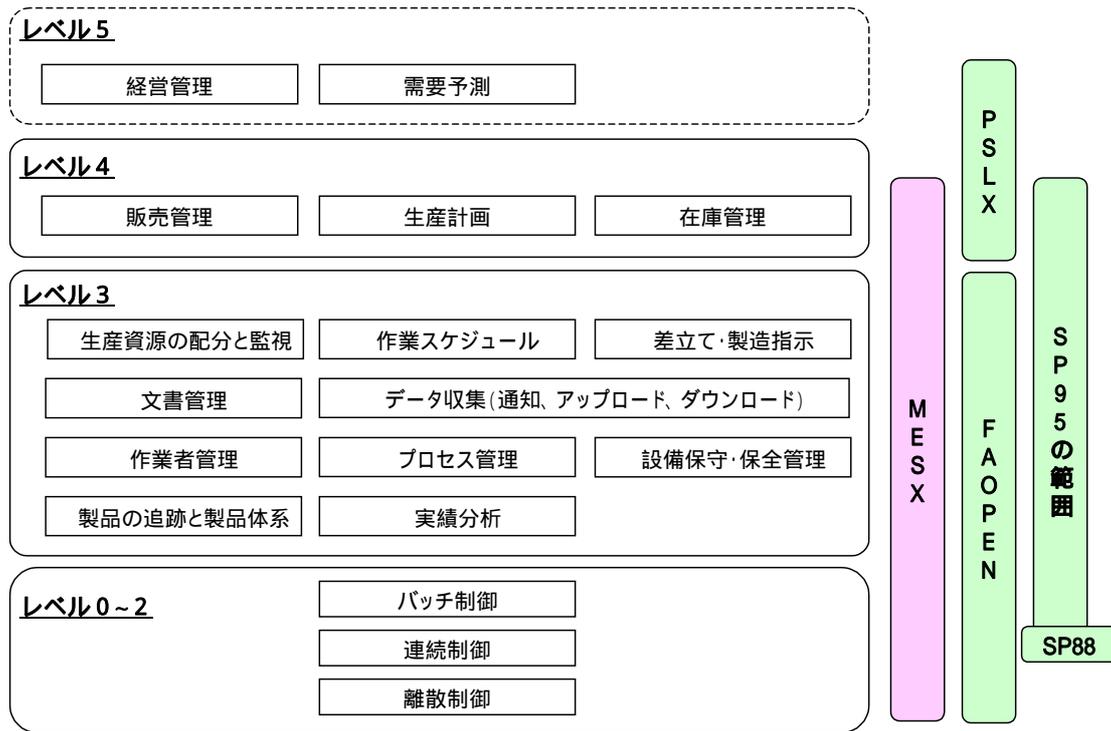


図 2 - 2 2 各標準の範囲と MESX の範囲

3. MESX 標準化の方向付け

3.1 標準策定の方法

標準策定に当たっての方針と手順の検討結果について述べる。

3.1.1 標準化の方針

(1) S95 の階層モデルの採用

生産管理システム、製造実行システム (MES)、装置の各層の定義は、先行する国際標準である S95 (IEC 62264-1:2000) に準拠する。S95 の階層モデルはおおむね妥当であり、ほとんどの製造業に当てはまる。そのモデル化のプロセスそのもの (図 2 - 5) は妥当と言えるが、現在得られているオブジェクトモデル (図 2 - 8 および図 2 - 9) は表層的で製造業のドメインを本質的に記述できていないように思われる。

(2) 階層ごとのオブジェクトモデルの記述

階層を設定する理由は、全体システムが複雑すぎてその振る舞いを記述できなくなったために、全体をいくつかの要素に分離し、それらの相互作用によって創発 (emerge) される振る舞いとして全体システムの振る舞いを記述するためである。この際、各要素が持つ機能群が一貫し、層内で閉じている (高い凝集度; high-cohesion) と同時に、各要素間の関わりが弱く (低い結合度; low-coupling) なるように要素を設計しなければならない。この結果として、階層間のインタフェースは単純で、交わされる情報量は最小となることが期待される。当然、対象を階層に分離した必然として、ドメインのオブジェクトモデルは、階層ごとに記述されなければならない、全階層にわたって共有のデータベースを設けるべきでない。

階層ごとのドメインモデルは、UML のクラス図の記法を用いたタイプ図として記述する。ここでいうタイプとは、具体的な実装形態を決定していないクラスの意味である。

(3) XML によるインタフェースの記述

PSLX ではレベル 4 に当たる生産管理システムのオブジェクトモデルを記述している。このモデルに対応する形でレベル 3 (MES) のオブジェクトモデルを記述する。このモデルはレベル 3 におけるオントロジーとして機能する。生産管理システムと MES 間のインタフェースは、PSLX と同様に、エージェント間またはオブジェクト間の通信プロトコルとして定義する。通信プロトコルは、メッセージのフォーマットを XML で定義したものと表現する。

(4) 機能モデル

通信プロトコルの規定に必要な層間のインタフェースを導くに際しては、S95 の 12 機能や MESA の 11 機能分類からスタートしない。本標準が目指すものは、層間のインタフェースを規定し、その実施のための通信プロトコルを規定することであって、MES の内部機能を規定するものではないからである。また、日本の製造業として独自の機能を取り上げる必要もあるためである。

このために、MESX 参加のメンバが知る現実のユースケースを取り上げることからスタートする。その中には、必ずしも層間で情報のやりとりを行わないものもあるが、それにこだわらず、ユースケースを列挙する。検討の結果、これらが S95 の機能分類や MESA の機能分類に整理されることはあり得るが、それが第一義の目的ではない。

3.1.2 コミュニケーションのモデル

(1) コミットメントネットワークモデル

レベル間のコミュニケーションを Medina-Mora たち[1]のコミットメントネットワーク (CN) モデルでとらえる。CN モデルは、図 3 - 1 に示すように、Customer (依頼者) と Performer (実行者) の間で交わす作業依頼のモデルである。依頼者は実行者に作業を依頼する前に、それが可能かどうかを打診する。可能であればその依頼を受ける。これは一種の契約である。実行者はその作業を実行し、結果を依頼者に報告する。この間の打診、契約、実行、報告はそれぞれ代理人や下請けの実行者に再依頼することができるが、最終的には、最初の依頼者に報告されなければならない。レベル内のコミュニケーションは、これよりやや緩い契約関係に基づくと思われるが、インタフェース設計の対象ではないため検討しない。

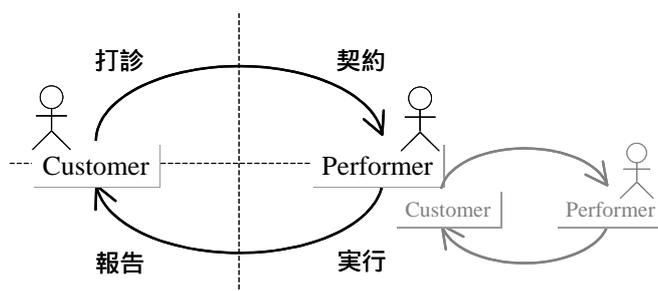


図 3 - 1 コミットメントネットワーク

CN モデルに基づく基本的なユースケースのパターンは図 3 - 2 のようになる。すなわち、依頼側のユースケースとして「打診する」、「契約する」、「(実行を)モニタする」、「報告を受ける」があり、実行側のユースケースとして「打診を受ける」、「契約する」、「実行する」、「報告する」がある。このような委託要求は上位レベルから下位レベルへという方向だけでなく、その逆方向にも発行される。報告の流れは、委託要求の流れと逆になる。

実行者の候補が複数ある場合は、RFP (Request for Proposal) を公開し、入札して決めるプロトコルが知られている (契約ネット) が、分散型の生産では落札基準の設定が難しいので、ここでは考えない。生産管理システムでいうと、実行者、たとえば工程の選定はレベル 4 ですで行われているか、どの工程で実施するかを選定をレベル 4 に依頼するものとする。

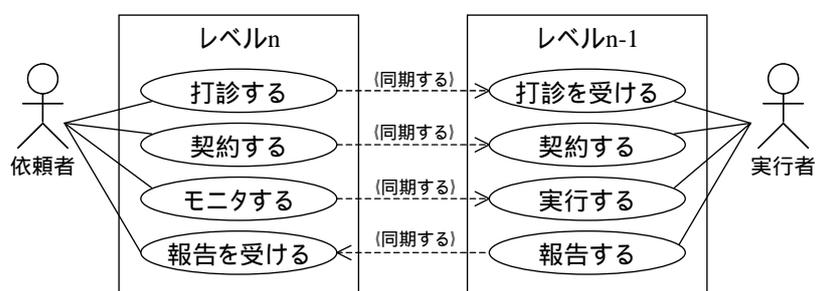


図 3 - 2 コミットメントネットワークのユースケース表現

(2) 9 状態のプロトコル

こうした委託関係には、実際には打診や契約が不調に終わったり、依頼者が実行途中で依頼をキャンセルする、実行者が実行を中断したり放棄するなどの異常状態もありうる。したがって、委託関係がとりうる状態は図 3 - 3 のようになる[2]。このプロトコルを適用する場合には、作業の識別子をつけて対話を行う。

詳細のプロトコルを検討する段階では、状態遷移を引き起こすすべてのプロトコルについて規定する必要がある。

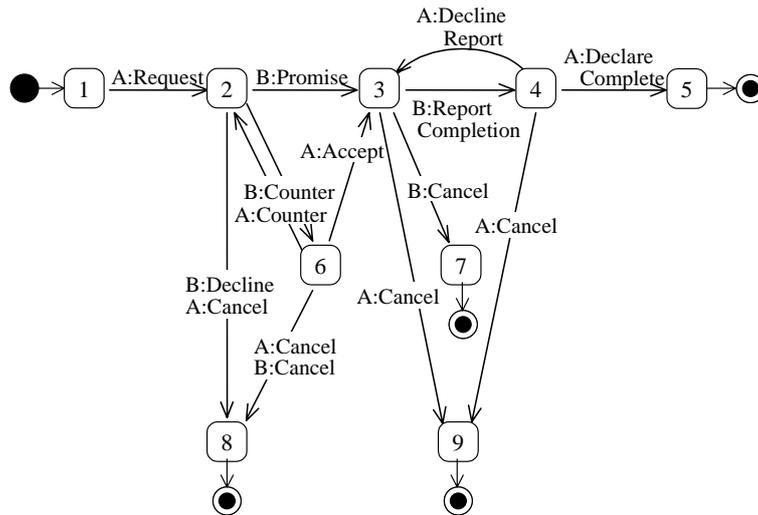


図 3 - 3 コミットメントを伴うインタラクションの 9 状態

(3) 6 状態のプロトコル

一方、委託関係でないコミュニケーションもある。それは、情報を問い合わせる場合であって、問い合わせ先が何らかのコミットをすることはない。この状態モデルは、上の 9 状態の一部を取り出した形になる(図 3 - 4)。

このような問い合わせは、特定の作業識別子をつけて行うものでない点で、上の 9 状態のプロトコルと区別される。もし、特定の作業について情報を問い合わせるとすれば、それは 9 状態プロトコル中の「実行をモニタする」ユースケースである。

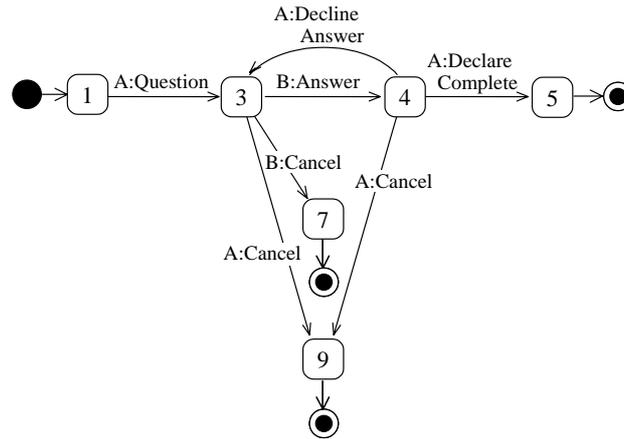


図 3 - 4 コミットメントを伴わないインタラクションの 6 状態

3.1.3 標準制定の手順

通信プロトコルの定義は、次の手順を反復的に行って改善を図りながら進める。

(1) ユースケースの獲得

MESX に参加しているメンバが典型的と考える生産管理システムを想定して、計画系（レベル 4）、実行系（レベル 3）および装置系（レベル 0-2）が持つべき機能を列挙し、ユースケースとして記述する。ユースケースとは、システムが備えるべき機能に 1 つひとつ命名したもので、要求の管理単位である。

ユースケースの記述内容は、ユースケース名、アクタ、目的、この機能の実行のより変化する内容を示す事前状態と事後状態の記述、アクタとシステムの対話、例外条件での振り舞いなどを記述するのが一般的である。この記述を「ユースケース記述」と呼ぶ。列挙したユースケースすべてについてユースケース記述を作成すると作業量が膨大になるので、一部の主要なものについてのみ作成する。

図 3 - 5 はその様子を模式化したものである。計画系のユースケース A-2 は実行系のユースケース B-2 との間で、コミットメントネットワークのユースケースの関係にある。たとえば A-2 が「工程ごとに作業実施を指示する」という打診の働きかけであるとする、B-2 は「工程ごとに作業実施を受ける」という打診を受けるユースケースで対応するという具合である。インタフェースの規定に必要なのはこうしたユースケースであり、これについてはユースケース記述を念入りに行う。

レベル間での対話を伴わないユースケース、たとえば A-1 はレベルを越えないため、インタフェースを規定する必要がない。

任意に列挙されたユースケースが、生産管理システムのあらゆる機能要求を網羅していることはありえないので、ここから検討するインタフェースは、この列挙された機能の範囲を越えて適用することはできない。規定されたインタフェースに対して一般化を行ったり改良を繰り返すことで、適用領域を拡大していく。

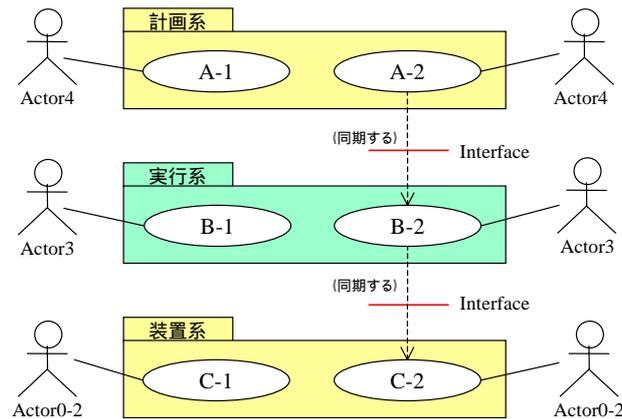


図 3 - 5 ユースケース図とインタフェース

(2) タイプ図の作成

獲得されたユースケースとすでにある知識を基に、実行系、装置系のタイプ図(UMLのクラス図の表記法で記述する)を作成する。ここでいう「タイプ」とは、S95でいう「抽象データ」に相当し、実装方法を規定しないクラスであり、データ属性と操作(抽象的なシグニチャ)を持つ。

タイプ図を記述する目的は、問題領域に現れる語彙と概念構造を記述し、それらの名称と意味を規定することにある。レベルごとに表れる語彙とその意味は異なっているのが普通であり、意味論上のギャップがある。そのギャップを正しく埋めるように通信メッセージを設計する。

タイプ図を作成する過程で発見された新しいタイプやユースケースがあれば、これらを付加することを繰り返して、妥当性を高めていく。

計画系のタイプ図はPSLXですでに規定されているので、これを尊重する。

(3) インタフェースの設計

列挙されたユースケースのうち、計画系と実行系の間で通信する機能を必要とするもの、実行系と制御系(レベル0-2)との間で通信する機能を取り上げて、その間の通信メッセージを設計する。インタフェースは、層間の通信回数と通信量が最小となるように設計する。

(4) メッセージの設計

メッセージ形式はPSLXの形式に準拠する(2.3節を参照のこと)。メッセージの形式は,KQML(Knowledge Query and Manipulation Language) [3]のメッセージ形式を参考にして、命令部(performative:)とデータ部(content:),制御部(sender, receiver, ontologyなどの指定)からなるものとする。これらをXMLでエンコードする。

参考文献

- [1] Medina-Mora, R., Winograd, T., and Flores, F., "The Action Workflow Approach to Workflow Management Technology," Proc. of CSCW 92, pp1-10, 1992
- [2] Winograd, T.: "A Language/Action Perspective on the Design of Cooperative Work", HUMAN-COMPUTER INTERACTION, Vol.3, 3-30(1987-1988)
- [3] <http://www.cs.umbc.edu/kqml/>

4. MES の概念モデル候補

「3.1.3 標準制定の手順」に則って進める。本ホワイトペーパーではユースケースの獲得とタイプ図の作成までを行った。

4.1 ユースケースの獲得

MESX に参加しているメンバがそれぞれに典型的と考える生産管理システムを想定して、計画系（レベル4）、実行系（レベル3）および装置系（レベル0-2）が持つべき機能を列挙し、ユースケースとして記述した。各自、任意にユースケースを記述したので、その網羅性や一貫性、記述レベルに関してはバラツキがあり、調整する必要がある。当面、インタフェース設計までの手順を通して行うことで、その手順、成果物の妥当性について見通しを得ることを優先的な目的とする。以降の活動で、手順、ユースケースの採取法、モデルについて見直す。

(1) ユースケース記述の形式

ユースケースは、システムが備えるべき「機能要求」を記述するものである。機能そのものがどのようなものか（what）を書き、機能をどう実装するか（how）については記述しない。あるいは、外部仕様を記述し、内部仕様を書かない。使いやすさや応答性能といった要求は、機能そのものを述べていないので「非機能要求」と呼ばれる。ここでは、インタフェースの機能的側面のみを扱うことにし、非機能要求は取り上げない。

(a) ユースケース名

本ホワイトペーパーでは、図 4 - 1 に示すような一般的なユースケース記述の形式を採用する。個々の記述項目について説明する。

ユースケース名は、機能要求に付けた名前である。名前は「 する」というように、文となるように命名する。

<p>ユースケース名：工程ごとに作業実施を指示する アクタ：生産計画担当 目的：効率よく作業できるように、作業者に適切な指示をしたい。 事前条件： (1)スケジュールされた生産計画があって、まだ作業指示をしていない。 基本系列： (1)アクタはこのユースケースを起動する。 (2)システムは、工程ごとにまとめて、最新の作業指示を製造実行システムに渡す。 代替系列：なし。 事後条件： (1)作業指示が行われたことが記録されている。 備考： (1)作業指示は、CSVファイル形式とする。</p>
--

図 4 - 1 ユースケース記述の形式

(b) アクタ

ユースケースには、その機能要求の実現によって何らかの利益を受ける主体、あるいはその代理人である「アクタ（actor）」が存在するものと仮定する。

(c) 目的

アクタまたはシステムの所有者は、ユースケースの実現を通して満足される「目的」を持っている。

(d) 事前条件と事後条件

機能を、システムの要素が変化することをもって記述する。たとえば、そのユースケースを実行する前の「(ある) 購買注文が記録されていない」状態から、「(その) 購買注文が記録されている」状態に変化させるという具合である。実行前の状況を「事前条件」に実行後の状況を「事後条件」に書く。

(e) 基本系列と代替系列

アクタとシステムの対話を順に記述することで外部仕様を表現する。対話の記述を「基本系列」と呼ぶ。これは、アクタがシステムに対してどのように働きかけ、それに対してシステムがどのように反応するかを交互に書いたものである。ただし、システムの反応の内部構造や実装方法を書かない。

これらは、必要に応じて備考欄に書く。

基準系列の例外状況における対話を「代替系列」に書く。

(f) 備考

「備考」には、上記で書かなかった要求に関する補足情報を記述する。特に非機能要求や実装方針については、参考情報として記載してもよい。

(2) ユースケースの粒度

今回、ユースケースを任意に取り上げたので、ユースケースの粒度にバラツキがあった。大きなユースケースでは、そのなかに他に記述されたユースケースを含むようなものもあった。小さなユースケースは、装置の動作を記述したものもあった。これらは、可能な限り粒度を合わせるように調整した。また、共通サブルーチンに相当するサブユースケースや特殊仕様のユースケースもあり、それらをそれぞれサブユースケース、特化ユースケースとして識別し、ユースケース図にその旨を示す。

(a) サブユースケース

基本手順の一部を、そのまとまりの良さによって取り出したものを、本体のサブユースケースに対して「サブユースケース」と呼ぶ。たとえば、ユースケース「注文を受ける」から「納期を回答する」をひとまとまりとして取り出すなどである。サブユースケースは、ほかの本体ユースケースからも呼び出されて共有されることを想定している。サブユースケース記述もユースケース記述と同様に書く。本体側のユースケースでは、そのサブユースケースを呼び出すように書く。

(b) 特化ユースケース

これとは別に、一般的なユースケースを特殊な条件に対応するように拡張したユースケースを「特化ユースケース」と呼ぶ。たとえば、「注文を受ける」の特化したものとして「内示注文を受ける」がある。これも同様に、可能な範囲で汎化ユースケースを想定し、特化ユースケースであることをユースケース図に示す。

(3) ユースケースの網羅性

MESX のメンバが取り上げたユースケースは 20 数件だった。これで十分とは考えられなかつ

たため、網羅性を高めるために、会合で議論しながら、考えられるユースケースを追加した。追加したユースケースの内容は記述せず、ユースケース名だけを挙げるにとどめた。こうしてユースケースは、最終的に 111 件を得た。これらをユースケース一覧（表 4 - 1）に示す。追加したユースケースのうち、インタフェースの規定に関わるものは、あらためてユースケース記述を書くものとした。

表 4 - 1 ユースケース一覧

レベル	番号	ユースケース名	ユースケース記述の有無	
			有無	ユースケース名
5	1	利益計画を立てる		
	2	長期需給計画を立てる		
	3	資産を管理する		
	4	新製品を企画する		
	5	品質計画を立てる		
	6	品質統計を取る		
	7	製品を設計する		
	8	製品の設計を変更する		
	9	製品情報を管理する		
	10	標準仕様の原価を予測する		
	11	製品品質の基準を決める		
	12	工程を設計する		
	13	作業品質の基準を決める		
	14	設備品質の基準を決める		
	15	最適運転条件を求める		
4	16	注文を受ける		
	17	内示注文を受ける		
	18	納期を回答する		
	19	注文を生産計画に引き当てる		
	20	出荷を指示する		
	21	調達要求を出す		
	22	定期保守を計画する		
	23	生産計画を立てる		
	24	注文品の生産計画を立てる		
	25	試作品の生産計画を立てる		試験用製品の製作依頼をかける
	26	個別仕様の原価を予測する		
	27	計画に部品、資源を割り当てる		
	28	端数在庫を優先する		
	29	仕掛在庫を優先する		
	30	順序計画を立てる		納期状況に対応したスケジューリングを行う 製造現場トラブルに対応したスケジューリングを行う
	31	生産能力を把握する		作業者の生産能力を更新する
	32	実在庫を把握する		在庫データを渡す
	33	製造を指示する		生産計画を MES に渡す
	34	製造実績報告を受け取る		
	35	品質を追跡する		顧客からのクレームの原因を調査する
	36	異物混入の製品を特定する		異物混入の出荷品を特定する
	37	品質問題の原因を追及する		
	38	調達を実施する		
	39	実績原価を把握する		
40	監査に対応する		監査機関による工程の抜き打ち検査に対応する	
41	稼働率、収率を把握する		生産システムの稼働履歴情報を取得する	

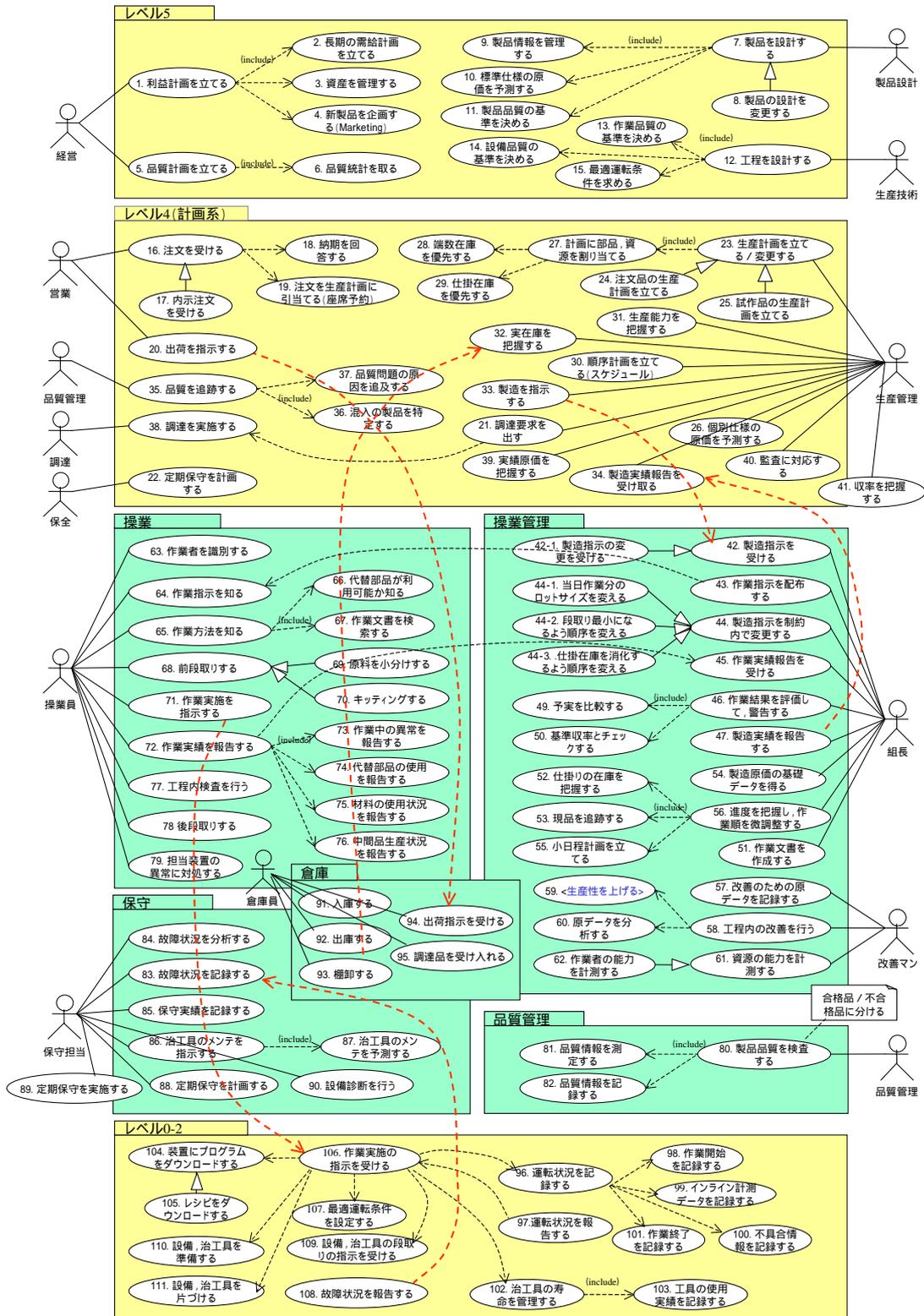
レベル	番号	ユースケース名	ユースケース記述の有無	
			有無	ユースケース名
3	42	製造指示を受ける		
	42-1	製造指示の変更を受ける		
	43	作業指示を配布する		
	44	製造指示を制約内で変更する		バリエーション「生産システムの順序を調整する」
	44-1	当日作業分のロットサイズを変える		
	44-2	段取り最小になるよう順序を変える		
	44-3	仕掛在庫を消化するよう順序を変える		
	45	作業実績報告を受ける		
	46	作業結果を評価して警告する		
	47	製造実績を報告する		
	49	予実を比較する		
	50	基準収率とチェックする		投入量と出来高に矛盾がないか確認する
	51	進捗を把握し、作業順を微調整する		
	52	仕掛かりの在庫を把握する		
	53	現品を追跡する		
	54	製造原価の基礎データを得る		
	55	小日程計画を立てる		
	56	作業文書を作成する		
	57	改善のための原データを記録する		
	58	工程内の改善を行う		
	59	<生産性を上げる>		
	60	原データを分析する		
	61	資源の能力を計測する		
	62	作業者の能力を計測する		
	63	作業者を識別する		作業者を認証する
	64	作業指示を知る		
	65	作業方法を知る		
	66	代替部品が利用可能か知る		
	67	作業文書を検索する		
	68	前段取りをする		
	69	原料を小分けする		原料の小分け指示を表示する
	70	キittingする		
	71	作業実施を指示する		
	72	作業実績を報告する		生産実績の受け渡し
	73	作業中の異常を報告する		
	74	代替部品の使用を報告する		加工情報の変更
	75	材料の使用状況を報告する		
	76	中間品の生産状況を記録する		
	77	工程内検査を行う		工程内検査を実施する
	78	後段取りする		
	79	担当装置の異常に対処する		異常復旧
	80	製品品質を検査する		製品品質を検査する
	81	品質情報を測定する		
	82	品質情報を記録する		品質情報を通知するタイミングを得る
	83	故障情報を記録する		不具合データを収集する
	84	故障状況を分析する		
	85	保守実績を記録する		
	86	治工具のメンテを指示する		
	87	治工具のメンテを予測する		
	88	定期保守を計画する		
	89	定期保守を実施する		定期的な設備保守を実施する

レベル	番号	ユースケース名	ユースケース記述の有無	
			有無	ユースケース名
	90	設備診断を行う		
	91	入庫する		
	92	出庫する		
	93	棚卸する		
	94	出荷指示を受ける		
	95	調達品を受け入れる		
0-2	96	運転状況を記録する		運転状況を記録する
	97	運転状況を報告する		
	98	作業開始を記録する		作業開始
	99	インライン計測データを記録する		
	100	不具合情報を記録する		不具合データを収集する
	101	作業終了を記録する		
	102	治工具の寿命を管理する		
	103	工具の使用実績を記録する		工具の使用実績を記録する
	104	装置にプログラムをダウンロードする		
	105	レシピをダウンロードする		作業開始
	106	作業実施の指示を受ける		
	107	最適運転条件を設定する		最適運転条件を設定する
	108	故障状況を報告する		
	109	設備、治工具の段取りの指示を受ける		
	110	設備、治工具を準備する		工具の払い出し、取り付け
	111	設備、治工具を片づける		工具の取り外し、返却

(4) ユースケース図

ユースケース図は、アクタとユースケースの関係を図示したものである。図には、ユースケース名だけを表記する。サブユースケースには本来、本体ユースケースからサブユースケースに向けてステレオタイプ《include》を付した参照の矢印を付けて示すが、ほかの参照関連がないため、ここでは省略する。特化ユースケースは特化ユースケースから本体ユースケースに向けて、汎化の矢印（白抜き三角）をつけて示す。

ここでは、ユースケース図を、0 から 5 までのレベルごとにパッケージ記号で区分して示す。レベルをまたがる参照関係は、インタフェースの規定に関わるので、それを強調（太線）でマークした。ユースケース図を図 4 - 2 に示す。



生産管理システム全体のユースケース図

図 4 - 2 生産管理システム全体のユースケース図

4.2 タイプ図の作成

ユースケース記述を参考にして、実行系のシステムに表れる概念とそれらの関係をタイプ図で表した(図 4 - 3)。これがインタフェースを規定する際のオントロジになる。インタフェースのプロトコルで受け渡されるデータは、このモデルで規定されたものとする。

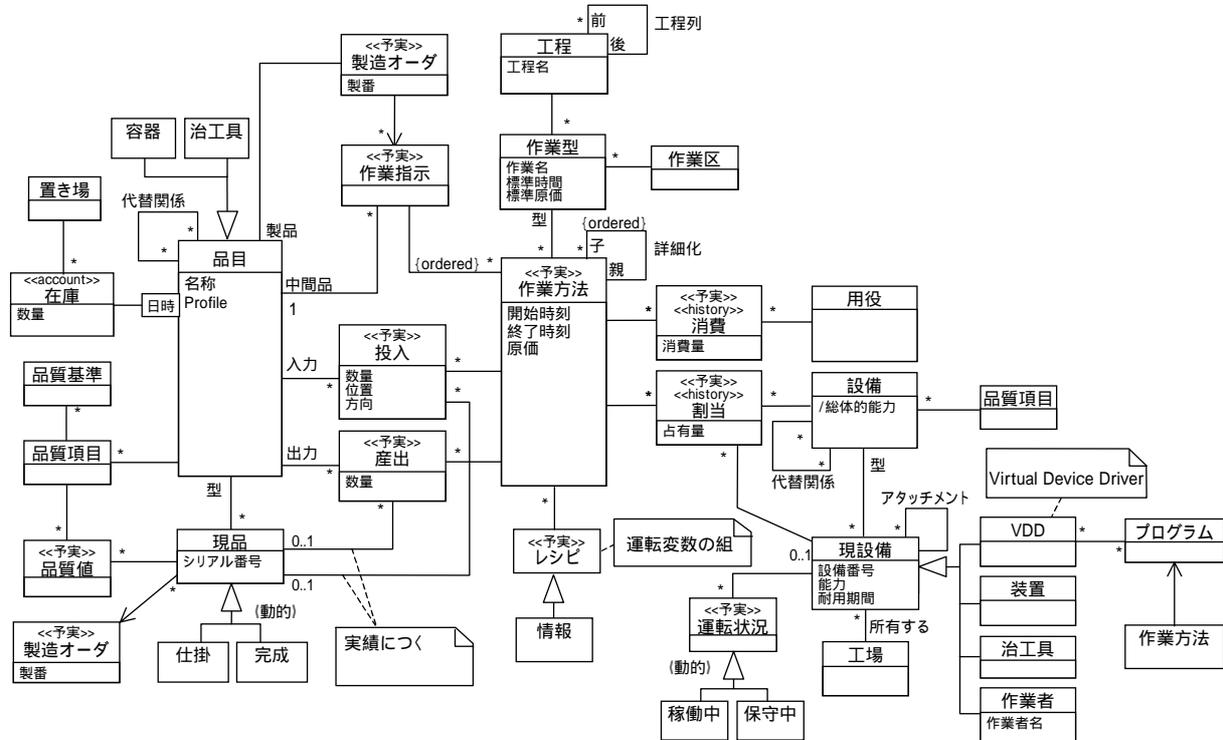


図 4 - 3 実行系システムのタイプ図

タイプ図で使うステレオタイプは《予実》と《history》である。

《予実》の意味は、図 4 - 4 の左側の例に示すように、予定に関わるサブタイプと実績に関わるサブタイプを持ち、双方の関連の多重度が「0..1」となっている構造である。多重度の「0」は、それぞれ予定が履行されない場合および予定がなくても実施される場合を表している。

《history》は履歴を持つ構造である。図 4 - 4 の右側の例のように、「時点」で修飾されたタイプが複数あることを意味する。すなわち、時系列データを表す。

モデル中に同じ名称のタイプが複数ある(「製造オーダ」、「作業方法」、「治工具」など)。それらは同一のタイプである。関連線が輻輳するのを避けるために、便宜上、複数記述している。



図 4 - 4 タイプ図で使用するステレオタイプの意味

(1) モデル図の説明

このモデルでは、「作業方法」を中心に、左側が計画系から来る品目構成と製造手順を記述し、右側が装置系に由来する設備の使い方を記述している。実行系の役割が、ちょう計画（レベル4）と装置（レベル0-2）の間に立って、実行を制御していることを示している。次に、オブジェクト図を用いて、モデルについて概説する。

(a) 作業方法と品目、設備の割り当ての表現

作業方法とは、生産活動の最小単位で、仕様に基づいて、原料や部品を加工・組み立てることによって、具体的な製品または中間品を産出する活動である。「作業方法」オブジェクトには、品目、設備、用役が割り当てられ、目的の品目が産出される。その割り当て関係を、モデル図では「作業方法」タイプを中心に、「品目」、「設備」、「用役」タイプをそれぞれ関連タイプで接続する構造で表現している。これをオブジェクト図に展開して示したものが図 4 - 5 である。「作業方法」オブジェクトを順次連続することで作業の流れも表現されている。

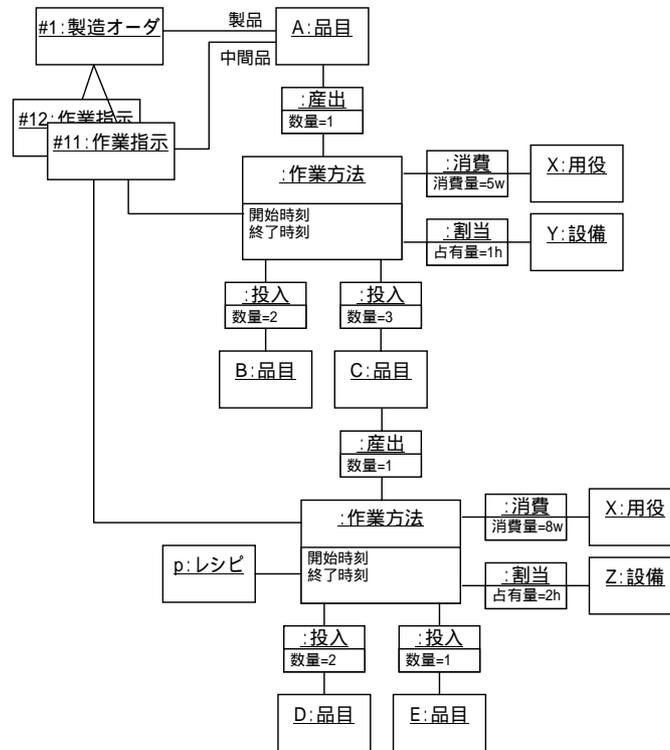


図 4 - 5 作業方法を中心としたオブジェクト図

(b) 現品，現設備の表現

「作業方法」の予定では、どのような種類の「品目」を扱うかだけを記述するが、実行段階では、品目の種類ではなくて目に見える「現品」を投入し、「現品」を産出する。「現品」にはシリアル番号などを付けて識別する。同様に、「作業方法」で割り当てる設備も、予定では設備種だけを指定しておいて、実行段階で具体的な「装置」を決めることがある。

このように、品目種類と現品，設備種と装置の割当の両方を記述する必要がある。

この状況を図 4 - 6 のオブジェクト図で示す。

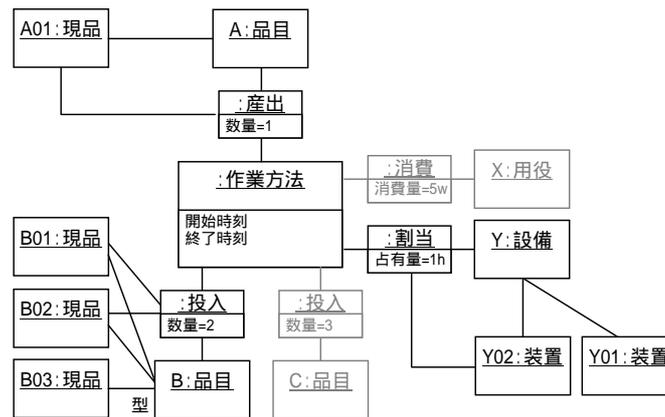


図 4 - 6 現品，現設備に関するオブジェクト図

(c) 計画系由来のタイプ

計画系（レベル4）から受け取るデータは、「製造オーダー」からつながる一群のオブジェクトである。これは、在庫点とする中間品ごとに「作業指示」オブジェクトを展開する。「作業指示」オブジェクトは一連の「作業方法」オブジェクトに展開される。各「作業方法」オブジェクトは作業内容と、作業に投入される「品目」、作業の結果産出される「品目」、作業に割り当てられる「設備」、「用役」、所要時間、予定原価を規定している。

作業の実施結果は予定に対応するように「作業方法」オブジェクトに記録される。これが計画系に報告されて予実差異の分析に使われ、製造オーダーが微調整される。

(d) 装置系由来のタイプ

「作業方法」に割り当てられる「設備」は、レベル0-2の装置を抽象化している。作業の実施段階になると「作業方法」オブジェクトから「設備」オブジェクトを参照して、装置ごとに決められているルールに従って、コマンドを発行する。VDDは装置ごとのルールの違いを解決する仮想的なデバイスドライバである。

装置の実行経過および結果は、この実行系に報告され、必要な時間粒度で集計されて、時系列情報として記録され、さらに実行結果として各オブジェクトの実績記録欄に記載される。

(2) 個々のタイプの説明

タイプ図に表れる主要なタイプの意味を定義する。

- 品目
原料，素材，部品，中間品，製品の総称。容器や治工具も品目とするのは、生産過程でそれらを作ることもあり得るから。
- 品質項目
管理する品質の名称。たとえば，耐電圧，公差。
- 品質基準
品目を合格品とする品質条件。たとえば，95V～105V。
- 品質値
現物の本質項目の値。たとえば，101V。
- 現品
実際に工程に流れる物。シリアル番号などの識別子がつけられることが多い。
- 仕掛／完成
現品の実績把握の時点での消費／完成状況。仕掛率や量で記録する。

- レシピ
その「作業方法」に割り当てられる「設備」の運転パラメタの値の集合。単なるメモや口頭指示の場合は「情報」として特化する。
- 作業方法
生産活動の最小単位で、仕様に基づいて、原料や部品を加工・組み立てることによって、具体的な製品または中間品を産出する活動。活動に伴って、時間と費用がかかる。
- 作業型
作業の種類。類似の「作業方法」を束ねる概念。作業を抽象的にとらえたもの。
- 工程
「作業型」を実行順に並べたもの。工順ともいう。大きなラインのつながりを表す。
- 在庫
ある時点（過去でも未来でも）における品目の残量。生産活動に伴う移動量の累積の差として導出する。
- 置き場
品目の保管場所の識別。置き場番号をが振って識別することが多い。
- 作業区
作業を行う場所の識別。ショップの場所。
- 用役
水，空気，電気，燃料など。
- 設備
装置，治工具，作業者などの資源の総称。
- VDD
Virtual Device Driver。装置の抽象。
- 装置
生産活動で用いる装置の識別。
- 治工具
工具，金型など。装置にアタッチされて使われることもある。
- プログラム
装置に投入するプログラム。作業方法ごとに規定される。

4.3 インタフェースの設計

列挙されたユースケースのうち、計画系と実行系の間で通信する機能は、「33. 製造を指示する」と「42. 製造指示を受ける」、 「47. 製造実績を報告する」と「34. 製造実績報告を受け取る」、 「20. 出荷を指示する」と「94. 出荷指示を受ける」、 「93. 棚卸しをする」と「32. 実在庫を把握する」である。実行系と制御系との間で通信する機能は、「71. 作業実施を指示する」と「106. 作業実施の指示を受ける」、 「108. 故障状況を報告する」と「83. 故障情報を記録する」である。

本白書では通信メッセージを設計する候補として、上の6件を挙げるにとどめる。これで十分かどうか、どのようなインタフェースをするかは今後検討する。

MESX ホワイトペーパー

別 紙

ユースケース記述

ユースケース記述

ユースケース名：（ 2 5 ）試験用製品の製作依頼をかける。	1
ユースケース名：（ 3 0 ）納期状況に対応したスケジューリングを行う	2
ユースケース名：（ 3 0 ）製造現場トラブルに対応したスケジューリングを行う	3
ユースケース名：（ 3 1 ）作業者の生産能力を更新する	4
ユースケース名：（ 3 5 ）顧客からのクレームの原因を調査する	5
ユースケース名：（ 3 6 ）異物混入の出荷品を特定する	6
ユースケース名：（ 4 0 ）監査機関による工程の抜き打ち検査に対応する	7
ユースケース名：（ 4 4 ）生産システムの順序を調整する	8
ユースケース名：（ 4 4 - 1 ）当日作業分のロットサイズを変える	1 0
ユースケース名：（ 4 4 - 2 ）段取り最小になるよう順序を変える	1 1
ユースケース名：（ 4 4 - 3 ）仕掛在庫を消化するよう順序を変える	1 2
ユースケース名：（ 5 0 ）投入量と出来高に矛盾がないか確認する	1 3
ユースケース名：夜間無人運転による機械加工を実施する	1 4
ユースケース名：（ 6 3 ）作業者を認証する	1 5
ユースケース名：（ 6 9 ）原料の小分指示を表示する	1 6
ユースケース名：小分原料を確認する	1 8
ユースケース名：小分の実績を通知する	1 9
ユースケース名：（ 7 7 ）工程内検査を実施する	2 0
ユースケース名：（ 8 0 ）製品品質を検査する	2 1
ユースケース名：（ 8 2 ）品質情報を記録する。	2 3
ユースケース名：（ 8 3 ）故障情報を記録する。	2 4
ユースケース名：（ 8 9 ）定期的な設備保守を実施する。	2 5
ユースケース名：（ 9 6 ）運転状況を記録する	2 6
ユースケース名：（ 1 0 3 ）工具の使用実績を記録する	2 8
ユースケース名：（ 1 0 7 ）最適運転条件を設定する	2 9
ユースケース名：（ 1 0 9 ）設備，治工具の段取りの指示を受ける	3 1

[1]

業種： ****

ユースケース名：（ 2 5 ）試験用製品の製作依頼をかける。

アクタ:

研究開発部員

目的:

販売向け製品の生産を遅らせる事無く、できるだけ早く製品を入手したい。

事前条件:

販売向け製品の生産計画が、毎日たてられている。

手順:

1. アクタはユースケースを起動する。
2. システムは最新の生産計画を調べる。
3. システムはアクタの要求が特急品かどうかを調べる。
4. システムはアクタの要求が特急品である場合に特急品の生産計画として追加する。
5. システムはアクタの要求が特急品でない場合に通常生産計画として追加する。

事後条件:

生産計画にアクタ向け製品が含まれている。

備考:

- 生産計画は日程として管理されている。(製品は1日以内で完成する)
- システムが特急品かどうかを調べる場合、特急品ではないものは全て通常品と判断する。
- システムは特急品に対しては要求の翌日の生産計画に追加する。
- システムは特急品の生産計画について、連続して1日間を越える場合には、翌日に通常品を生産し、以降1日交代となるように生産計画を立てる。

シナリオ:

- 研究開発部員 A は、現行製品を応用した製品を開発するために希望納期を依頼日を含め 3 日以内として、製作依頼をかけた。生産計画に特急品が 1 日程分あったため、翌日が特急品生産となり翌々日に製作依頼分が生産され、希望納期の翌日に製品を入手することができた。
- 研究開発部員 B は、現行製品を応用した製品を開発するために希望納期を依頼日を含め 5 日以内として、製作依頼をかけた。生産計画に特急品がなかったため、翌日に生産され、希望納期より 2 日はやく製品を入手することができた。

[2]

業種： ****

ユースケース名：（30）納期状況に対応したスケジューリングを行う

アクタ：

生産管理者

スコープ：

加工メーカ

レベル：

ユーザ目的レベル

利害関係者と利益：

生産管理者	最適なスケジューリングが行える
売り上げ・外注システム	オーダーの納期回答が行える
製造現場	現場の状況を反映した計画で作業が出来る
加工メーカ	生産性が向上する

事前条件：

製造現場の実績情報がMESに正しく入力されている

最低保証：

オーダーの納期回答が行え、計画変更の影響範囲が分かる

成功時保証：

支給品の納期変更と製造現場の状況、他のオーダーを考慮したスケジューリングができる

主成功シナリオ：

1. 支給品の納期が変更される
2. 生産管理者がスケジューラに納期変更情報を反映する
3. 生産管理者がスケジューラで自動スケジューリングを行う
4. 売り上げ・外注システムがオーダー納期を把握する。
5. 製造現場が変更したスケジューリング結果の情報を確認する

拡張：

- 3a . 自動スケジューリングした結果が不十分である
- 3a1 . スケジューリング結果の微調整を行う

[3]

業種： ****

ユースケース名：（30）製造現場トラブルに対応したスケジューリングを行う

主アクタ：

加工現場管理者

スコープ：

加工メーカ

レベル：

ユーザ目的レベル

利害関係者と利益：

生産管理者	最適なスケジューリングが行える
売り上げ・外注システム	オーダーの納期回答が行える
製造現場	現場の状況を反映した計画で作業が出来る
加工メーカ	生産性が向上する

事前条件：

製造現場の実績情報がMESに正しく入力されている

最低保証：

製造現場のトラブルが把握でき、計画変更の影響範囲が分かる

成功時保証：

製造現場のトラブルにより影響を受けたオーダーと他のオーダーを考慮したスケジューリングができる

主成功シナリオ：

1. トラブル影響を受け、製造オーダーの完了時期が変更となる。
2. 加工現場管理者がスケジューラにオーダー完了変更情報を反映する
3. 加工現場管理者がスケジューラで自動スケジューリングを行う
4. 製造現場が変更したスケジューリング結果の情報を確認する。
5. 売り上げ・外注システムがオーダー納期を把握する。

拡張：

- 3a . 自動スケジューリングした結果が不十分である
- 3a1 . スケジューリング結果の微調整を行う

[4]

業種： ****

ユースケース名：（ 3 1 ） 作業者の生産能力を更新する

アクタ：

生産スケジュール担当者

目的：

作業者の生産能力を最新の計測値に合わせ、スケジューリングの精度を上げたい。

事前条件：

作業者の登録が存在する。

手順：

1. アクタは、このユースケースを起動する。
2. システムは、ユースケース「作業者を認証する」を起動する。
3. 作業者が認証されれば、その旨を表示し、4項に進み、認証されなければ、その旨を表示し、4. 本ユースケースを終了する。
4. システムは、生産能力変更を行う作業者及び作業内容の選択をアクタに求める。
5. アクタは作業者及び作業内容を指示する。
6. システムは、生産能力の設定を求める。
7. アクタは、生産能力を設定する。
8. システムは、変更日時、変更依頼者、生産能力を更新する。

事後条件：

作業者の生産能力の内容が更新されている。

代替系列：

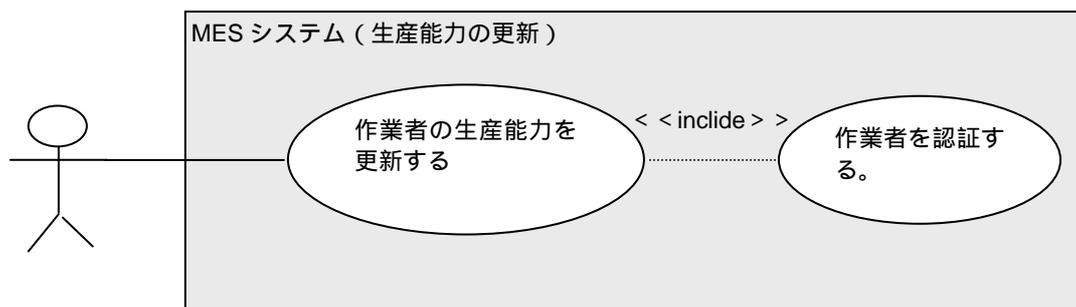
なし。

備考：

- 本ユースケースは、月に一度アクタによって開始される。
- 作業者生産能力の内容は、{ 作業者従業員番号、作業内容、生産能力、設定者従業員番号、最終更新日時 } とする。

シナリオ：

2003年5月30日、計画担当者であるAは、5月の各作業者の生産能力計測値とAPSに登録済み生産能力と比較し、5%以上変動のあった登録データについて、計測データと置き換える。



[5]

業種： ****

ユースケース名：（35）顧客からのクレームの原因を調査する

アクタ：

工場の品質保証責任者

目的：

ユーザからのクレームが起きた際に、工場内での原因箇所をできるだけ早く見つけたい。

事前条件：

クレームが発生する。

手順：

1. アクタは、ユーザからのクレーム情報に基づき、このユースケースを起動する。
2. システムは、クレームが発生するまでの工場での全ラインの稼働履歴をアクタに伝える。
3. アクタはクレームのラインを突き止める。どのラインで原因が発生したのかをシステムに伝える。
4. システムは、そのラインでの生産ロットに関するオーダや資源となるものを導き出す。

事後条件：

クレームの元となった生産ロットと資源の情報がシステムに記録される。

代替系列：

なし。

備考：

前提条件として、上位層にて生産計画や生産ロット、資源に関する情報が存在・管理されていないなければならない。

シナリオ：

食品工場の品質保証責任者である馬淵は、「味がいつものものと異なり、苦い」というユーザからのクレームを受けた。ユーザからのクレームを受けたロットは、4月18日生産のものである。馬淵はこの4月18日のラインの稼働状況を調べたところ、ライン3番の温度管理システムにトラブルがあり、発酵の温度が規定温度よりも10 少ないということに気がついた。

後日、再現調査をし、10 下げた状態で発酵を行なったところ、製品の味が多少苦く感じられたが、菌の生息上、健康に問題はないということを経営者の顧客に報告した。

[6]

業種： 食品工場

ユースケース名：（36）異物混入の出荷品を特定する

アクタ：

品質保証担当者、生産技術者

目的：

異物が混入した恐れのある出荷品を特定する。

事前条件：

異物混入の発生した、系列、時刻（期間）装置がわかっている。

手順：

1. アクタは異物混入の通知を受けて、このユースケースを起動する。
2. アクタは、系列、時刻（期間）、装置をシステムに入力する。
3. システムは、該当する時刻に該当装置内にあった仕掛品ロットを検索する。
4. システムは、該当する仕掛品ロットが使用された全出荷品と仕掛品を検索する。
5. システムは、該当する全出荷品、仕掛品を画面に表示し、印刷する。

代替系列：

"3." で該当時刻に該当装置内に仕掛品がない場合は、その旨を表示し、ユースケースを終了する。

事後条件：

異物混入の全出荷品、仕掛品が出力されている。

備考：

シナリオ：

品質担当者である木中は、製造現場より、バルブの漏れによって、装置 A に 8 月 10 日から 11 日にかけて、洗浄薬剤が混入した可能性があるとして報告を受けた。木中は、システムに、8 月 10 日から 11 日にかけて、装置 A を通過した仕掛品ロットと、その仕掛品を使用した出荷品のリストを出力した。

リスト中のお荷品の品質記録の調査と、工程内にまだある、仕掛品の品質検査を指示した。

[7]

業種： ****

ユースケース名：（ 4 0 ） 監査機関による工程の抜き打ち検査に対応する

アクタ：

工場の責任者

目的：

工程の抜き打ち検査にて、サンプルロットを監査員に提出する

事前条件：

抜き打ち検査が発生する。

手順：

1. アクタは、抜き打ち検査が発生したことをシステムに伝える。
2. システムは、抜き打ち検査のために必要となるサンプルロットを、現在のラインの稼働状況からどれが適切かを判断する。
3. アクタはそのロットを監査員に提出する。

事後条件：

提出したサンプルロットが生産スケジュールのロットから消去される。

代替系列：

なし。

備考：

シナリオ：

外部監査機関による工場の抜き打ち検査が行なわれた。工場内で生産されたサンプルを提出するために、工場の責任者である馬淵は、生産スケジュール的に遅らせても問題ないロット（あるいは仕掛品になりそうなロット）を選定し、それを監査員に提出した。

[8]

業種： ****

ユースケース名：（４４）生産システムの順序を調整する

アクタ：

生産システム管理者、現場作業員、制御機器

目的：

順序計画に基づきラインへの投入指示を出していく過程で、巻き替えや欠品の発生等により投入順番を変更したい。

事前条件：

予め作成された**製造オーダー/作業指示（予定）**により生産されている。**製造オーダー**は順序付けされており、投入作業指示はその順序に従って実施される。

手順：

1. 生産システム管理者は、任意のタイミング、または現場からの製造指示要求発生時にこのユースケースを起動する。
2. システムは、ユースケース「生産システムの順序を調整する」を起動する。
3. 生産システム管理者は、作業員の ID、顧客名、取得する履歴情報の対象生産システム名を指示する。
4. システムは、作業員の ID を確認し、その権限を判定する。製造オーダーを調整できる権限が無いと判定した場合には 9 項へ。
5. 生産システム管理者は、実績になっていない製造オーダーを参照する
6. 生産システム管理者は、現場状況（在庫、不具合情報、故障情報など）を確認し、順序調整の要否を判定する。
7. 生産システム管理者は、順序調整の方法を判定し、製造オーダーの順序入替え指示、追加指示、削除指示、保留 or 保留解除の指示などを入力する。
8. システムは、調整方法で指示されたように順序計画（製造オーダーの順序）を変更する。
9. システムは、次に仕掛ける製品情報を順序計画から取得し指示情報を出力する。
10. 現場作業員は、指示に従い作業する。本ユースケースを終了する。

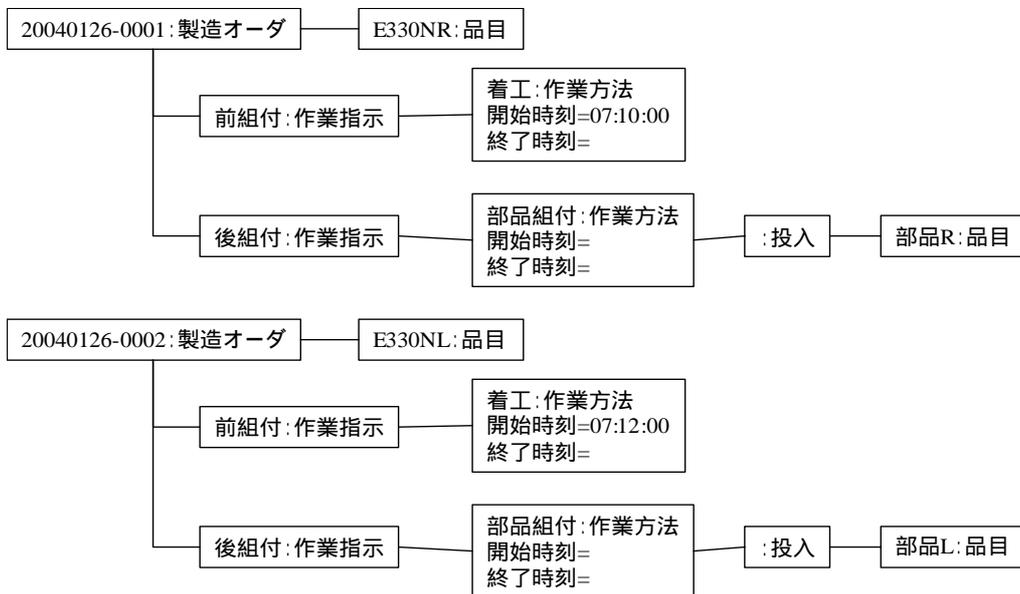
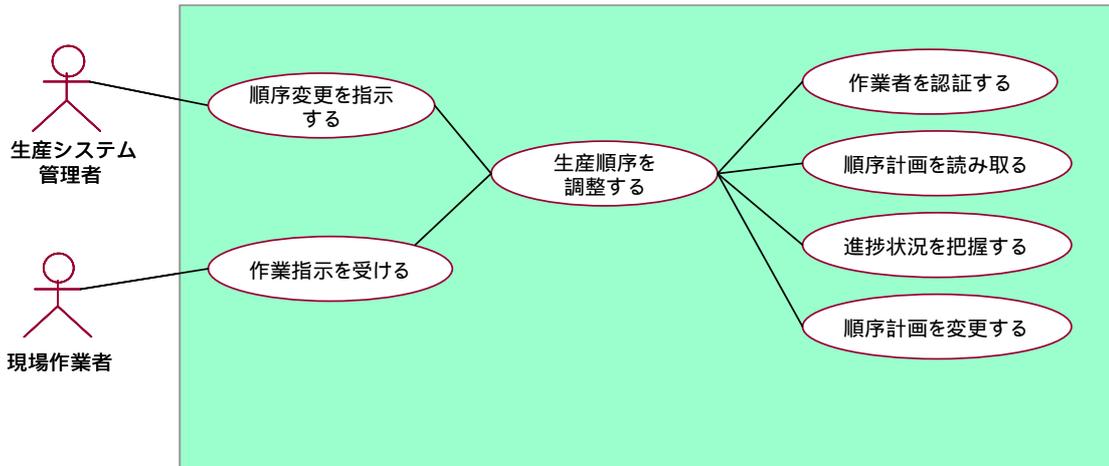
事後条件：

代替系列：

備考：

本ユースケースは、不定期、または現場からの製造指示要求時に開始される。

シナリオ：



[9]

業種：ダンボール製造業

ユースケース名：（44 - 1）当日作業分のロットサイズを変える

アクタ：

工程計画担当者（組長）

目的：

当日午前中の作業指示が出されて午前生産が着手されている状況で、製造未着手オーダーの顧客より、製造数量を2倍にするよう変更依頼を受けた。午前中に生産するオーダーの一部を午後にまわすことも考慮し、全体オーダーの納期にも支障を来さない様に、この要求の実行可否を検討し、実行したい。

事前条件：

午前生産期間の製造指示を入手し、作業指示が配布され、生産スタートしている。該当オーダーの未着手が確認されている。

手順：

1. アクタは、このユースケースを起動する。
2. システムは、該当オーダーの数量を変更し、それに対応するガンチャートと、生産はみ出し状況を示す。
3. アクタは組替え可能なオーダーをシステムに指示し、それに対応するガンチャートで対話的に検討する。
4. アクタは、その組替え候補が午後に倒れ込んだ場合の影響を、上位系スケジューラへ問い合わせるとともに、下流工程への影響とその対応案も検討する。
5. アクタは、"3."、"4." を繰り返し、可否の結論を得て、システムに実行指示する。
6. システムは、作業指示（作業オーダー順、数量）の変更を記録し、操業員に指示する。

事後条件：

午前生産期間途中からの作業指示を更新し、操業員に配布された。

代替系列：

社内対応不可の場合は、外注工程（水平・垂直分業）での代替検討系列に委ねる。

備考：

- （1）当日製造順の組替えは、残業時間まで含む。
- （2）組替指示は、30分以内に完了すること、他の顧客オーダーに影響を極小にする。
- （3）組長の意思決定に必要な、上位、下位系システムの情報の閲覧を手元で可能なこと。

シナリオ：

顧客担当営業から変更依頼を受けた組長は、午前製造期間内で対応不可のため、残業時間でリカバーできるスケジュールの改定に成功し、顧客満足が得られた。

[1 0]

業種：ダンボール製造業

ユースケース名：（44 - 2）段取り最小になるよう順序を変える

アクタ：

コルゲートラインリーダー（組長）

目的：

上位系（スケジューラ）から受けた製造指示のオーダー順で、作業指示すると原紙ロールの段取り替えが頻繁に発生し、マシンの稼働率が低下し生産性が悪い。当日の生産期間（午前／午後）の作業のオーダー順を組替え、段取り替え時間を最小にしたい。

事前条件：

- 当日午前生産期間の製造指示されたオーダーリストと、予め作成された作業指示（各オーダーロットの原紙ロールの予定使用量・残量データを含む）を入手している。
- 当日オーダーの特別指示（特急出荷、原紙ロールの制約条件等）を把握している。

手順：

1. アクタは、システムを当日の午前／午後の操業開始前に起動する。
2. システムは、午前の製造指示オーダーの内、同一原紙ロールを使用するオーダーロットを括り、原紙使用量からロール架け替え不要なものをリストアップする。
3. アクタは、当日のオーダーの特別指示を勘案するとともに、次工程へのディスパッチ順の変更可否を確認後、作業順変更を決定し、システムに指示する。
4. システムは、オーダーロット作業順序と使用原紙ロール、段取り替え不要等の作業指示の改訂と、午前生産期間の段取り短縮予定時間を記録する。
5. アクタは、午前作業指示の変更を確認し、システムに作業指示の配布を指示する。

事後条件：

午前生産期間の作業指示が更新された。（後工程も含む）

代替系列：

なし

備考：

個々のロット作業の完了時点で、操業員の現場判断で、残存端数ロールを、急遽使用し与えられたロット作業順を変更して、作業することは禁止する。

本ケースは、次の[1 1]のユースケースの端数ロールを消化するアルゴリズムと目的が異なるが、本ケースのアルゴリズムとの共通点が多い。共通の一つのユースケースに集約して、切り替えて使うシステム設計にすべきである。

シナリオ：

アクタ（コルゲートライン組長）は、次の[1 1]のユースケースと併用し、生産期間（午前／午後等）内での作業順序組替えを行う事により、端数仕掛り在庫の消化を促進しつつ、段取り替え時間の短縮を果たし、稼働率の改善に成功した。

[1 1]

業種：ダンボール製造業

ユースケース名：（44 - 3）仕掛在庫を消化するよう順序を変える

アクタ：

コルゲートラインリーダー（組長）

目的：

端数原紙ロールの仕掛が多発し、不良在庫化が懸念される。本日の生産は、端数原紙を優先的に活用しつつ、生産を遂行したい。

事前条件：

- 端数原紙ロールの現在庫の棚卸しリストは存在する。
- コルゲートラインの SCADA システムから、各ロット製造完了時に、使用ロールの残存原紙量をインライン計測し、そのデータが記録されている。
- 午前生産スケジュールを入手している。

手順：

1. アクタは、このシステムを始業前に起動する。
2. システムは、スケジュールされた各オーダの所要原紙量に対応し、端数在庫の中から、使用可能なロールをリストアップする。
3. アクタは、そのデータから、端数使用を決定し、上位計画系（スケジューラ）に対し、段取り変え時間の増加を考慮した、スケジュール案の作成を指示する。
4. 上位計画系より、午前中に生産順を組替えたスケジュール案を極小の時間オーバ順に表示させる。
5. アクタは、オーバタイムで遂行するか、該当オーダを午後生産に回すかを、下流工程を考慮し、その可否を決定して、午前生産スケジュールの修正をシステムに指示する。
6. システムは、オーダ順序、ロットサイズ、使用原紙ロール（端数ロールを含む）等の記録を更新する。

事後条件：

午前生産スケジュールは更新された。（後工程も含む）

代替系列：

なし

備考：

- 個々のオーダの完了時点で、操業員の現場判断で、残存端数ロールを、急遽使用することは、原則として行わない。
- 始業前のスケジューリングは、端数ロールを消化するアルゴリズムを習熟させる必要があるが、現場が見える組長に、更なる合理的な仕掛削減の促進を課す。

シナリオ：

コルゲートラインの原紙ロールローダに残存原紙量を計測し、取込む機能を付加した結果、このようなオペレーションが可能となり、端数原紙の仕掛り在庫が、極端に減少し、廃却損失が防止され、経営改善した。

[1 2]

業種： 食品工場

ユースケース名：（ 5 0 ）投入量と出来高に矛盾がないか確認する

アクタ：

生産管理者、現場職長

目的：

装置への投入量と、出来高から矛盾を検出し設備不良、作業ミスをなるべく早く発見する。

事前条件：

投入量と出来高間の理論的計算式が存在し、投入量から理論上の出来高が計算できる。

手順：

1. システムは装置の起動時に本ユースケースを起動する。
2. While 装置が起動中
3. システムは、装置への投入量を制御機器から受信する。
4. システムは、装置からの出来高を制御機器から受信する。
5. システムは、投入量と出来高に矛盾がないか調べる。
6. 矛盾を発見した場合、アラームを発生し、アクタに伝える。
7. While end（一定周期で）

代替系列：

事後条件：

備考：

本ユースケースは、レベル2に分類してもよさそうですが、設備不良を発見する機能はMESの11機能中の(1)生産資源の配分と監視 設備監視、アラーム管理に分類され、個人的にはMESの持つべき機能と思います。

シナリオ：

現場職長である木中は、投入量と出来高間の矛盾を示すアラーム発生を受け、該当装置を停止し、速やかに流量計の点検を行うように指示を出した。

[13]

業種： 機械加工

ユースケース名： 夜間無人運転による機械加工を実施する

アクタ：

工作機械工程管理担当者

目的：

パレットチェンジャ及びツールチェンジャにあらかじめセットした素材と工具で、夜間の無人運転による加工をできるだけ長時間実施したい。

事前条件：

翌日の生産計画にもとづいて、加工すべきワーク（素材）の候補リストがある。

手順：

1. アクタはユースケースを開始し、システムに明朝までの加工候補リストを入力する。
2. システムは各NCプログラムの加工時間、必要工具および必要寿命を算出する。
3. システムは、無人運転中に工具交換無しで、加工時間が最大になるワークの組み合わせを生成する。
4. アクタは、算出された加工時間が短い場合、極端に工具寿命が短いものがあれば工具メンテによって寿命を再生することを仮定して再計算させる。改善が見込めればそちらの計画を採用する。
5. パレットへセットすべき素材の指示、事前交換が必要な工具の指示が出力される。

事後条件：

夜間無人運転に必要な、パレットへセットすべき素材の指示、事前交換が必要な工具の指示が得られる。

代替系列：

工具メンテ作業が現場で対応不可と確認された場合、当初計画に戻される。

備考：

- ユースケースは一日の終業直前に、アクタによって開始される。
- パレット数は8、装着可能工具数は120。
- パレットまたはツールチェンジャをフルに使用しても加工時間が短い場合、工作機械の空き時間となる。
- 工具寿命の測定とデータ入力は、工具入着時または工具の研磨によるメンテ完了時に行う。メンテが効かないレベルとなった工具は廃却される。
- 工具の折損等のトラブルが発生した場合、以後の素材の加工は中止される。

シナリオ：

工作機械工程管理担当のA氏は終業を1時間後にひかえて終夜運転の計画準備にとりかかった。当日の生産実績を反映した翌日の生産スケジュールがあるので、これをもとに加工部品リストを入力するが、稼働時間が充分得られない。工具寿命を確認し極端に寿命の短いものをいくつか発見した。しかしながら、終業時間も残り少ないため、最短寿命の工具のみメンテ作業をしてからツールチェンジャに装着するものとして予定を確定した。

[1 4]

業種： ****

ユースケース名：（63）作業者を認証する

アクタ：

作業者

目的：

作業者が当該作業の担当者（有資格者）であるかを認証する

事前条件：

作業者の担当（有資格）作業がマスタ情報として登録されている。

手順：

1. アクタは、このユースケースを起動する。
2. システムは、アクタの従業員番号の入力を求める。
3. アクタは、従業員番号を入力する。
4. システムは、従業員番号からアクタが該当作業の担当者（あるいは有資格者か等）かを確認し、ユースケースのアクタに回答する。

事後条件：

なし

代替系列：

なし。

備考：

本ユースケースは、作業者認証が必要なユースケースから開始される。

シナリオ：

ユースケースAは、ユースケースの開始に当たり、アクタである作業者の認証を行うため、本ユースケースを起動した。入力された従業員番号の作業者は、ユースケースAの担当者でないため、その旨をユースケースに回答した。

[15]

業種： ****

ユースケース名：（69）原料の小分け指示を表示する

アクタ：

小分け作業者

目的：

原料の小分け作業を正しく（品目、量）効率よく処理したい。

事前条件：

小分け袋に作業指示のキーとなるバーコードが貼付されている。小分けの作業指示情報及び指示順序が作成され計画されている。

手順：

1. アクタは本ユースケースを起動する。
2. システムは、ユースケース「作業者を認証する」を起動する。
3. 作業者が認証されれば、その旨を表示し、4項に進み、認証されなければ、その旨を表示し、本ユースケースを終了する。
4. アクタは、小分け袋に貼られたバーコード（小分けBC）を読ませる。
5. システムは、小分けBCをキーに該当する小分けの作業指示情報を表示する。

事後条件：

小分けの作業指示情報が指示済み（作業中）となる。

代替系列：

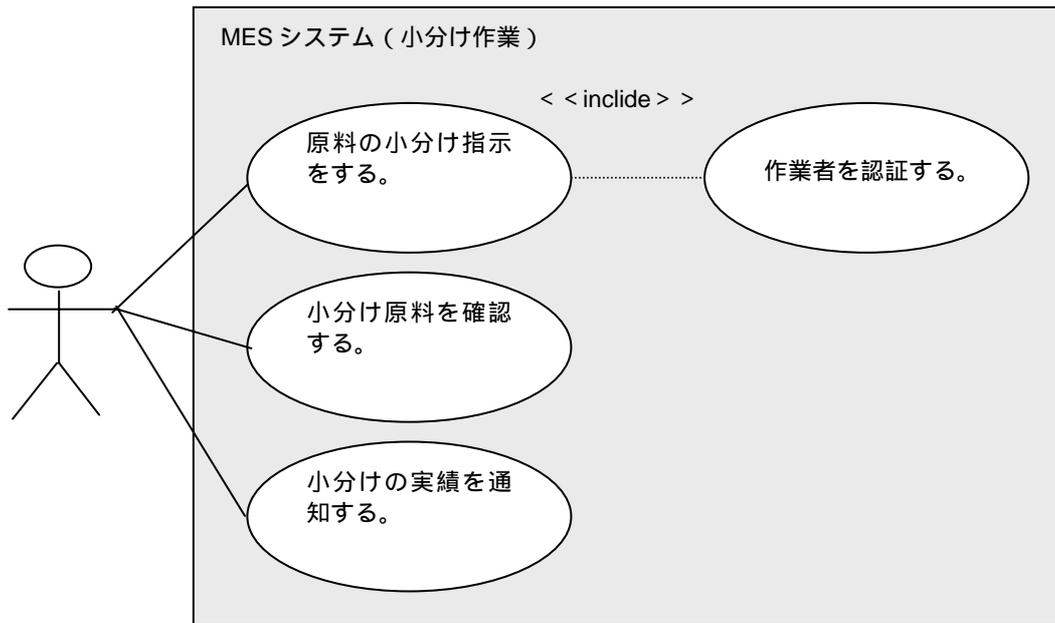
なし。

備考：

- 本ユースケースは、小分け作業時アクタによって開始される。
- 小分け作業とは、原料ロットから製造ロット毎に必要な量を分別する作業である。
- 小分け作業場には、現場端末があり、バーコードリーダー、秤が接続されている。

シナリオ：

2003年7月10日、小分け担当者であるAは、午前中の小分け作業を開始するため、現場端末を起動し、小分け作業指示を要求する。



[16]

業種： ****

ユースケース名： 小分原料を確認する

アクタ：

小分け作業者

目的：

原料の小分け作業を正しく（品目、量）効率よく処理したい。

事前条件：

小分けの作業者用端末に小分けの作業指示情報が表示されている。

手順：

1. アクタは、原料に貼付されたバーコード（原料 BC）を読ませる。
2. システムは、原料 BC から指示した原料であることを判定し、指示原料であれば3項に進み、指示原料でなければ、その旨を表示し、1項にもどる。
3. システムは、秤量作業の開始を指示するとともに秤からの計量値情報を自動で取り込み、表示する。
4. アクタは、計量値が指示値と一致したことを確認し、秤量作業を終了する。

事後条件：

小分けの実績値がシステムに取り込まれている

代替系列：

なし。

備考：

- 本ユースケースは、小分け作業時アクタによって開始される。
- 小分け作業とは、原料ロットから製造ロット毎に必要な量を分別する作業である。
- 小分け作業場には、現場端末があり、バーコードリーダー、秤が接続されている。

シナリオ：

2003年7月10日、小分け担当者であるAは、午前中の小分け作業を開始するため、現場端末を起動し、現場端末の指示に従い、小分け作業を行う。その際、指示通りの原料かどうかの確認をシステムに求める。

[17]

業種： ****

ユースケース名： 小分の実績を通知する

アクタ：

小分け作業者

目的：

原料の小分け作業を正しく（品目、量）効率よく処理したい。

事前条件：

小分けの作業が完了している。

手順：

1. アクタはシステムに小分け作業終了を入力する。
2. システムは、小分け作業終了を受け、小分け作業指示情報の更新、トレーサビリティ情報の更新を行う。
3. システムは、次の小分け作業指示の有無を表示し、このユースケースを終了する。

事後条件：

小分け作業指示情報、トレーサビリティ情報が更新されている。

代替系列：

なし。

備考：

- 本ユースケースは、小分け作業時アクタによって開始される。
- 小分け作業とは、原料ロットから製造ロット毎に必要な量を分別する作業である。
- 小分け作業場には、現場端末があり、バーコードリーダー、秤が接続されている。

シナリオ：

2003年7月10日、小分け担当者であるAは、午前中の小分け作業を開始するため、現場端末を起動し、現場端末の指示に従い、小分け作業を行う。作業完了後、完了をシステムに通知することにより、関連データベースが更新される。

[18]

業種： ****

ユースケース名：（77）工程内検査を実施する

アクタ：

検査装置

目的：

不良品を早期に発見し後工程に流さない。また、検査記録の傾向から工程異常を検知する。

事前条件：

工程毎、品目毎の品質基準がデータベース化されている。

手順：

1. アクタは、このユースケースを起動する。
2. アクタは、工程番号、品目番号をシステムに通知する。
3. システムは、工程番号、品目番号をキーに品質基準を検索する。
4. アクタは測定データをシステムに通知する。
5. システムは、測定データが品質基準の許容範囲内にあるかを判定し、判定結果をアクタに通知する。システムは、測定データをデータベースに記録する。また、測定データの直近の傾向を分析し統計的な異常を検知した場合は、異常を別ユースケースに通知する。
6. アクタは、判定結果を受け、NG の場合は、検査ワークをラインから除外する。
7. 次検査ワークが同一品目の場合は4項、品目が変更される場合は3項へ遷移する。検査を終了する場合は、本ユースケースを終了する。

事後条件：

検査データ及び判定結果が記録されている。

代替系列：

なし。

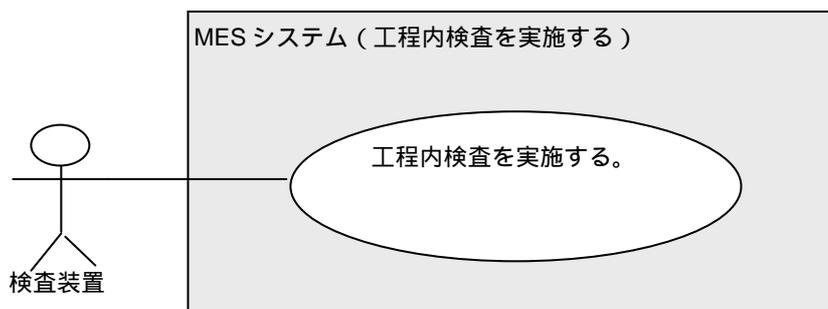
備考：

各工程には、ペアで検査装置が設置されている。

(2) 製造ラインには、複数品目が流される。ほぼ、製造ラインは自動化されている。

シナリオ：

2003年5月30日、ノズル加工ラインでは、品目1234が加工されている。工程10では、主ノズルの穴あけを行い、下流の検査装置で「深さ」及び「直径」が全品検査され、品質基準外の不良品が、10,000個中3個除外されていた。



[19]

業種： ****

ユースケース名：（80）製品品質を検査する

アクタ：

出荷検査作業者

目的：

出荷検査データの集計を自動化し、検査成績書の作成を自動出力したい。

事前条件：

各製品毎に測定項目及びその品質基準が定められていて、測定を行う測定端末情報も含めてデータベース化されている。検査サンプルは、出荷ロットから定められた数量抜き取られ、出荷ロット番号バーコードが貼られた袋に入れられている。

手順：

1. アクタは本ユースケースを起動する。
2. システムは、ユースケース「作業者を認証する」を起動する。
3. 作業者が認証されれば、その旨を表示し、4項に進み、認証されなければ、その旨を表示し、本ユースケースを終了する。
4. アクタは、検査サンプルが入った袋のバーコード（出荷ロット番号）を読ませ、測定端末番号と出荷ロット番号をシステムに通知する。
5. システムは、測定端末番号と出荷ロット番号から出荷ロット番号に対応した製品を特定し、測定端末に対応した測定項目及び品質基準を表示する。
6. アクタは、各サンプルについて、測定項目の測定を行う。測定値は測定端末に表示される。
7. アクタは、全サンプル、全項目の測定を完了をシステムに通知する。
8. システムは、測定の完了通知を受け、測定結果を出荷検査データとしてデータベースに書き込む。
9. 同一作業者が作業を続行する場合は、4項に戻り、作業者が交代する場合は、3項に戻る。作業を終了する場合は、本ユースケースを終了する。

事後条件：

出荷ロットに関する検査データがデータベースに集計されている。

代替系列：

なし。

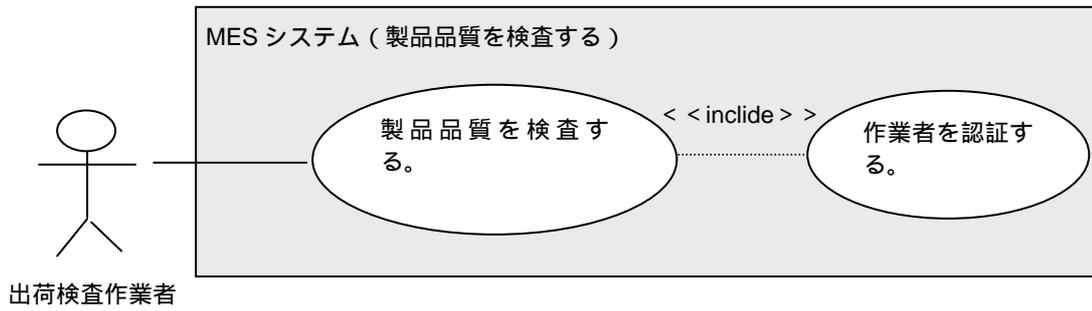
備考：

- 出荷検査は、出荷ロットからの抜き取り検査で行われる。抜き取られた検査サンプルは、出荷ロット番号バーコードが貼られた袋に入れられる。
- 出荷検査は、複数の測定器を使用し実施され、測定器毎に MES システムの端末である測定端末が設置されている。

シナリオ：

2003年7月10日、出荷検査担当者であるAは、測定作業を開始するため、測定端末を起動し、従業員番号を入力する。検査サンプルのバーコードを読ませると測定端末に測定項目が表示される。検査サンプルの一つを手にとり、表示された測定項目をノギスで順番に測定する。全項目、全サンプルの測定完了を画面上で確認し、完了ボタンを押し、その検査サン

プルの測定作業を終了する。



[20]

業種： ****

ユースケース名：（ 82 ）品質情報を記録する。

アクタ：

組立ライン制御装置

目的：

組立ライン制御装置から品質管理システムへ車両情報を通知し、
品質管理システム上のプロセスポイントにおける処理開始のトリガーとする。

事前条件：

組立ライン制御装置と品質管理システムとは通信プロトコルが定まっている。

手順：

1. 品質管理ラインの入口への車両到着タイミングを通知する。
2. 到着車両の車両情報を通知する。（エンジン番号、ミッション番号）
3. 特急車発生時に特急車情報を通知する。
4. 出荷判定（合格・不合格）情報を通知する。
5. シフトの切り替わり時にシフト区分情報を通知する。

事後条件：

代替系列：

ノート：

改訂履歴：

[2 1]

業種： ****

ユースケース名：（ 8 3 ）故障情報を記録する。

アクタ：

溶接オペレータ

目的：

溶接工程での不具合データの収集を行う。

事前条件：

不具合の検査方法が品質情報端末に表示されている。

手順：

1. 溶接オペレータが品質情報端末の画面表示に従い車体の検査を行う。
2. 不具合があった場合、オペレータが不具合データを入力する。
3. VIN（Vehicle Identification Number）に不具合データを関連付けて保存する。
（VIN, 部位, 検査結果）
4. 溶接オペレータが車体に不具合箇所を特定するためのシートを貼り付ける。

[2 2]

業種： ****

ユースケース名：（ 8 9 ） 定期的な設備保守を実施する。

アクタ：

設備保守スケジューラ

目的：

設備保守期限までの生産計画に設備保守計画を盛り込みたい。

事前条件：

- 販売向け製品の生産計画が、毎日たてられている。
- あらかじめ設備保守のための空き日程は用意されていない。
- 保守として本システムを利用するのは（緊急ではなく）定期的なものだけである。

手順：

1. アクタは設備保守期限 10 日前にユースケースを起動する。
2. システムは最新の生産計画を調べる。
3. システムは生産計画に特急品が含まれているかどうかを調べる。
4. システムは通常の実業計画に設備保守時間を挿入する。
5. 以降、設備保守時間は通常の実業計画として扱う。

事後条件：

生産計画に定期的な設備保守時間が含まれている。

備考：

生産計画は日程として管理されている。（製品は 1 日以内で完成する）

シナリオ：

設備保守スケジューラは、設備保守期限 10 日前にシステムに対してメッセージを送った。システムは生産計画の空き日程を探し出し、通常品の生産時間として設備保守時間を割り当て、その結果をメッセージとして設備保守スケジューラに返した。

[23]

業種： ****

ユースケース名：（ 96 ） 運転状況を記録する

アクタ：

生産管理担当者・設備管理担当者

目的：

- ・ 生産の状況を測定する基礎を知りたい
- ・ 装置の劣化を測定する基礎を知りたい（運転していない状況の記録も必要）

事前条件：

記録されるべき項目、記録方法が定まっている。

手順：

1. 記録されるべき項目と記録方法を調べる
2. 記録を開始する（当直を引き継ぐ、または、装置を起動する）
3. 記録を行う
4. 記録を終了する（凍傷を引き継ぐ、または、装置を停止する）
5. 報告する

事後条件：

記録値を判断するアクタ、記録値を処理する方法が定まっている。

代替系列：

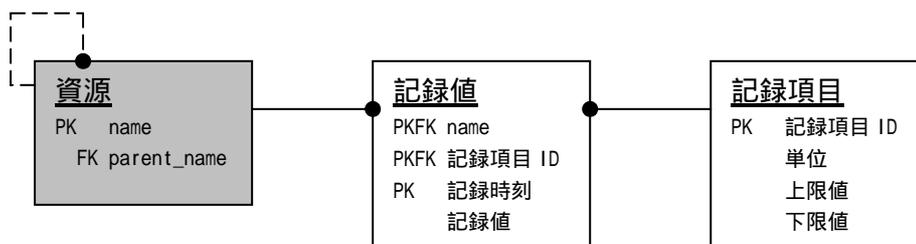
なし

備考：

- ・ 本ユースケースは、記録値に基づく措置を含んでいない。
- ・ 本ユースケースは、生産管理と設備管理の双方の目的に対応する。

シナリオ：

- 月 日 時、担当当直時間の装置の運転計画について連絡を受ける。
- 月 日 時、直前の当直から運転状況の引継ぎを受ける。
自動記録の稼動状況、記録値を確認する。
- 月 日 時 定時記録の指示に従い、記録する。
即時報告すべき異常が観察された場合は所定の報告を行う
- 月 日 時 記録をまとめる
- 月 日 時 直後の当直に引継ぎを行う



このユースケースで言う「装置」は、PSLX 勧告に言う「資源」に相当するものですが、「記録項目」及び「記録値」については、PSLX の勧告には含まれていないと思われます。

MIMOSA には、これに類するエンティティ（MIMOSA は RDB 実装を前提としています）が含まれています。

レベル4に、『定期保守を計画する』が含まれているので、レベル3あたりに、『設備を診断する』というユースケースがないと、設備保全の面から見ると作業が繋がらないこととなります。（もっともMESという視点から見ると本筋の扱いにはならないかもしれませんが。）

[2 4]

業種： ****

ユースケース名：（103）工具の使用実績を記録する

アクタ：

製造設備

目的：

工具の使用状況を確認する。

工具の使用履歴を記録し、その使用履歴から工具寿命の判断に用いる。（工具保全）

事前条件：

各使用工具がデータ化（工具の特性：工具長、径、加工条件など、寿命判定基準など）されていること。

手順：

1. ワークの加工が開始される。
2. 工具が使用される。
3. 製造設備内（CNC）で工具の使用実績が更新される。
製造設備は、工具の使用実績をシステムに通知する。製造設備からシステムへ工具データベースへの通知は、工程内作業の完了時に行う。
工具交換時に行う。
4. システムは、通知された使用実績と使用履歴を工具データベースへ記録する。

別ユースケース（工具の寿命を判定する）にて、記録されたデータをもとに、工具の寿命を判定する。

事後条件：

使用された工具の実績と使用履歴が記録される。

代替系列：

なし。

ノート：

工具寿命の管理は、別ユースケースにて行う。

改訂履歴：

[25]

業種： ****

ユースケース名：（107）最適運転条件を設定する

アクタ：

コルゲートライン操業員

目的：

各オーダロットの与えられた作業指示を実行するに際し、コルゲートライン SCADA 装置に対し、《15．最適運転条件を求める》が蓄積している最適運転条件の DB から該当設定データを入手して設定したい。

事前条件：

- オーダロット毎の作業指示（製品仕様・材料仕様・加工仕様・ロットサイズ）を入手している。
- 作業開始時点の環境のデータ；周囲温度、湿度（季節・天候）の計測データを入手している。
- 《15．最適運転条件を求める》が蓄積している DB が存在する。

手順：

1. アクタは、システムを起動する。
2. システムは、オーダロット毎の作業指示と作業開始時点の環境データを入力し、最適運転条件 DB を検索し、複数の条件データ候補とその運転履歴（製品・製造品質等）を表示する。
3. アクタは、上記候補から最適な条件を選び、システムに指示する。
4. システムは、該当設定データをコルゲートライン SCADA にシフトする。
5. アクタは、SCADA より設定完了した内容を確認し、ライン起動を指示する。

事後条件：

ライン SCADA で、オーダロットの作業仕様、製造履歴、インライン計測、検査結果の収集実行のプリセットが完了し、ライン起動中となる。

代替系列：

なし

備考：

それ以降の関連ユースケースについて、
（レベル2）オーダロットのライン作業中のデータ記録・収集を行なう、
《96 運転状況を記録する》
《99．インライン計測データを記録する》
にて、下記を記録する。
a) オーダロットの作業指示、設定条件の保持
b) 運転状況のトラッキングデータの記録（製造履歴）
（レベル2）オーダロット完了時の作業データ集約とレベル3（品質管理）へ
《97． 運転状況を報告する》にてロット単位の作業情報をシフトする。
（レベル3）品質管理では、
《80．製品品質を検査する》とともに、
《81． 品質情報を測定する》；ライン測定データの評価と収集
《82． 品質情報を記録する》；ライン検査判定、感応情報

にて、ロット品質、製造履歴を集約し、当日生産完了分の品質履歴情報をストレージする。

（レベル5）生産技術では、

《15．最適運転条件を求める》にて、レベル3から当日生産分の全品質履歴情報を一括受け取り、既存最適運転実績と比較検証評価し、最適条件の更新し、次回より活用可能な形で、DB蓄積する。

シナリオ：

ダンボールの多様化する小ロット生産の条件下で、コルゲートラインの製造品質（製品品質・操業品質及び効率）を向上するため、オーダロット毎の作業指示（製品仕様・ロットサイズ）と、作業環境の温度・湿度データをキーにして求めた、最適運転条件を設定し、その作業結果の実績データを収集し、データ検証（PDCAサイクル手法）を重ね、ラインを最適運転する条件（ライン運転の調整、設定パラメータ）取得に成功し、製造品質を高めることが出来た。

[26]

業種： ****

ユースケース名：（109）設備，治工具の段取りの指示を受ける

アクタ：

製造設備、現場作業者

目的：

治工具の段取り指示に従って、必要な治工具を製造設備に対して段取り替えを行う。

事前条件：

工程内作業（加工対象部品毎？）に対して、必要な治工具の一覧が指示されていること。
ユースケース「設備，治工具を準備する」が実行されていること。

手順：

1. システムは、段取り対象設備の現在装着されている治工具と段取り指示する治工具より追加で必要な治工具を取得し、現場作業者へ認識させる。（段取り開始）
2. 製造設備は、システムから治工具の段取り指示を受ける。
3. 現場作業者は、追加で必要な治工具を製造設備へ装着する。
4. 工具の取り外しや不要な治具が発生した場合は、ユースケース「設備，治工具を片づける」を実行する。
5. 製造設備は、システムへ段取り完了を通知する。（段取り完了）

事後条件：

製造設備に対して、必要な治工具が装着される。

代替系列：

なし。

ノート：

手順1で行っている判定について、
既に製造設備内に指示された治具、工具が装着されている場合は、それらを使用することが可能であるため、その判定を製造設備内にて行うことも可能である。

改訂履歴：

- 禁無断転載 -

表題 MESX ホワイトペーパー

発行 2004年(平成16年)5月7日

発行者 MESXジョイントワーキンググループ
PSLXコンソーシアム
製造業XML推進協議会
FAオープン推進協議会