

(背表紙)

平成15年度 経済産業省委託  
(社会基盤創成標準化調査)

3Rを考慮した製品ライフサイクル支援  
モデル表現と交換のための調査研究  
成果報告書

平成16年3月



電子商取引推進協議会  
財団法人日本情報処理開発協会  
電子商取引推進センター

この報告書は、平成15年度受託事業として(財)日本情報処理開発協会電子商取引推進センターが経済産業省の社会基盤創成調査研究の一環として受託し、電子商取引推進協議会(ECOM)の協力を得て実施した「社会基盤創成調査研究(3Rを考慮した製品ライフサイクル支援モデル表現と交換のための調査研究)」の成果を取りまとめたものです。

この成果報告書に含まれているISO 10303に関する4件の作業文書(WD)の日本語訳(抄訳)は、現在ISO/TC 184で検討が進められている国際規格の重要な部分をご紹介するために掲載するものです。WDに関しても著作権はISOが所有しています。今後、審議が進められ、DIS, FDISおよび国際規格と進展し、内容にも変更が予測されることにご注意下さい。なお、ISO規格は英語(原文)で、ISOから入手できます。ISO Website <http://www.iso.org>。

## まえがき

わが国をはじめとする先進工業国においては、過去一世紀にわたり大規模に工業が発展し、エネルギー、交通、通信などの社会基盤が整備され、一般社会にも生活の利便性を向上させる耐久消費財が普及した。社会基盤を構成する設備やシステムは極めて大規模であり、一旦設置されると容易には取換えが出来ず、長期間にわたって基本的な機能を維持するために徹底したメンテナンスが施されてきた。しかしながら、早くから社会基盤整備が進んだ国では、長期の使用により設備やシステムが老朽化し、様々な不具合が顕在化して、社会の安全にも大きな影響を与えるようになってきた。工業化の進展と共に、人口が増大し、都市化が進んで、生活水準も向上する。社会基盤に対する要求も急激に変化し、旧来の設備やシステムを段階的に強化していくことが必要となり、ある段階では完全な取換えが必要となってきた。また、一般社会においては大量の工業製品が普及し、利用後の大量廃棄という問題を引き起こした。メンテナンスなどにより製品廃棄を抑制するというような、地球環境維持の観点から徹底した対策が要求されるようになってきた。

本報告書は、上記のような問題を背景として、持続可能な工業社会を構築・維持していくためには、工業製品の一生をきちんと管理できるような仕組みが重要であることを論じ、そのための製品ライフサイクル支援モデル表現と交換のための調査研究を実施した結果を報告する。3 R (Reduce/Reuse/Recycle)による循環型生産は、製品やシステムに対するきちんとしたライフサイクル支援の基本であり、広義のメンテナンスの活動は3 Rの概念を具体的に実装する効果的な手段である。

きちんとしたライフサイクル管理のためには、ライフサイクルの全ての段階での製品やシステムの状態を把握できることが必須であり、本報告書ではそのための情報モデルの表現と交換について議論する。近年は、製造業の情報化が進み、設計製造情報をはじめとして、様々な製品情報がデジタル的に利用可能となってきた。これらの情報に利用中や利用後の製品情報を付加することにより、製品デジタル情報はライフサイクル管理の基幹となる。このようなライフサイクル管理情報やその支援システム・環境を提供し、メンテナンス活動を製造の業務に取り込んでいくことが、将来の製造業の大きな発展の方向と考えられている。そのためには、標準化された共通基盤としての製品ライフサイクル支援モデリングが重要な技術的課題なのである。

2004年3月

PLCS委員会  
委員長 木村文彦

# 目次

1. 委託業務の概要 .....	1
1.1 調査研究の目的 .....	1
1.2 調査研究内容 .....	1
1.3 ECOM/PLCS 委員会活動実績 .....	2
1.3.1 調査研究期間と委員会開催状況 .....	2
1.3.2 委員名簿 .....	2
1.4 委員会活動の概要 .....	3
1.4.1 PLCS 委員会活動について .....	3
1.4.2 メンテナンス業務とメンテナンス情報に関して .....	3
1.4.3 メンテナンスにおける今年度の委員会活動の位置づけについて .....	4
2. 環境を考慮した PLCS 情報モデルの検討 .....	6
2.1 平成 14 年度 ECOM/PLCS 委員会の成果(メンテナンスの標準情報モデル) .....	6
2.1.1 一般的なメンテナンス業務モデルの提案 .....	6
2.1.2 電動機保全業務からの標準的情報モデルへの要求仕様 .....	15
2.2 LCA の概要 .....	22
2.2.1 LCA の概念と発展の経緯 .....	22
2.2.2 持続的発展の環境マネジメント支援ツールと LCA .....	23
2.2.3 LCA 手法(手順)の概要 .....	24
2.2.4 LCA プロジェクト .....	26
2.3 3R を考慮した環境パフォーマンス評価モデル .....	31
2.3.1 はじめに .....	31
2.3.2 メンテナンスと 3R を含む環境評価の関係について .....	32
2.3.3 評価法について .....	35
2.3.4 環境情報を考慮した製品情報モデル .....	51
2.3.5 環境情報の活用に関して .....	52
2.3.6 まとめと次年度以降への残された課題 .....	53
3. ISO の PLCS 規格開発のフォローと日本の産業界のニーズとの関連 .....	55
3.1 ISO における製品ライフサイクル支援モデルの規格開発 .....	55
3.1.1 ISO 10303-239 (AP239 : Product life cycle support) の概要 .....	55
3.1.2 AP239 の適用領域 .....	60
3.2 ISO における環境データ処理の標準モデルの規格開発 .....	63
3.2.1 AP235 の情報処理手順のモデル .....	63
3.2.2 環境関連データのための ISO 10303-235 (AP235) の潜在的な利用例 .....	65

3.3	ISO における Risk のデータモデルの規格開発.....	67
3.3.1	10303-1264 (Risk) の対象範囲.....	67
3.3.2	10303-1264 (Risk) で取り扱う情報モデルのオブジェクト.....	68
3.4	日本におけるライフサイクルエンジニアリング.....	73
3.4.1	製造業種による生産設備の保全管理のあり方の違いの認識.....	73
3.4.2	高炉製鉄における設備保全管理の変遷.....	73
3.4.3	LCC 管理と設備保全管理の関係.....	76
3.4.4	現在の設備保全管理の活動サイクル.....	77
3.4.5	近代的設備保全管理の適用事例.....	78
3.4.6	顕在化する課題.....	80
3.4.7	根が深い人材の問題.....	81
3.4.8	課題克服へのチャレンジ.....	81
3.4.9	おわりに.....	83
3.5	メンテナンス業務を支援する標準モデルに関する調査.....	84
3.5.1	メンテナンス業務支援システムの目的.....	84
3.5.2	調査対象システム.....	84
3.5.3	整理の方法.....	85
3.5.4	メンテナンス業務のモデル化.....	86
3.6	メンテナンスの標準モデルと ISO 規格案との対比.....	94
4.	シミュレーションに基づくメンテナンスプランニング.....	96
4.1	メンテナンスの考え方.....	96
4.2	メンテナンスプランニングのためのメンテナンスシミュレーション.....	99
4.2.1	メンテナンスプランニングとライフサイクルシナリオ.....	99
4.2.2	シミュレーションによる評価.....	100
4.3	メンテナンスシミュレーションのためのモデリング.....	102
4.3.1	利用者要求と製品機能.....	102
4.3.2	製品の品質モデリング.....	103
4.3.3	製品の挙動劣化モデリング.....	104
4.4	まとめ.....	105
5.	委員からの寄稿.....	107
5.1	ECOM/PLCS 委員会活動への期待.....	107
5.2	PLCS モデルの実装について.....	109
6.	まとめ.....	113
6.1	平成 15 年度の実施内容.....	113
6.2	次年度の実施予定内容.....	113

付録1	ISO 10303-239 (AP239: PLCS規格)のAAMのIDEF0図	115
付録2	平成15年度ECOM/PLCS委員会議事録	139
付録3	ISO/TC 184/SC 4会議(PLCS関係)出席報告書	161

## 目 次

図 1-1	メンテナンス業務と製品ライフサイクル	3
図 1-2	委員会活動とメンテナンスライフサイクル	5
図 2-1	製品ライフサイクルにおけるメンテナンス業務の基本モデル	10
図 2-2	メンテナンスデータに基づく検討と判断	11
図 2-3	メンテナンス計画	12
図 2-4	メンテナンス実施	13
図 2-5	メンテナンスデータ管理・分析・評価	14
図 2-6	メンテナンス業務のAAMと情報モデルの要素	16
図 2-7	メンテナンスの情報モデル	16
図 2-8	製品情報	17
図 2-9	メンテナンス方針策定情報	18
図 2-10	メンテナンス実施情報	19
図 2-11	メンテナンス技術支援情報	20
図 2-12	メンテナンス情報モデル	21
図 2-13	LCAの基礎的考え方(LCA日本フォーラムの提言より)	22
図 2-14	環境調和型経済社会への方向と手法	24
図 2-15	LCA技法の基礎的な考え方(ISO 14040)	25
図 2-16	動脈系インベントリデータベースの概要(抜粋)	27
図 2-17	リサイクル・廃棄工程での積算環境負荷イメージ	28
図 2-18	日本版インパクト評価手法の開発：被害算定型影響評価システムの概要	29
図 2-19	LCAデータベースの構成	30
図 2-20	工場のメンテナンスと環境	32
図 2-21	設備の改良保全による効果例	33
図 2-22	設備の延命対策の効果例	34
図 2-23	メンテナンスのレベルアップによる効果例	35
図 2-24	評価ガイドの概要	36
図 2-25	メンテナンスが環境に与える評価法と対処法に関する概念図	37
図 2-26	環境へ与える評価法と対処法のフロー	38
図 2-27	リスクランキング表	40
図 2-28	リスクランキング表と対処法	41

図 2-29	リスク対処法の分類.....	42
図 2-30	環境影響評価の検討法に関して(ISO 14031 に考え方を参照).....	43
図 2-31	環境側面の特定.....	44
図 2-32	環境状態指標(ECI)の項目と指標の設定例.....	45
図 2-33	環境状態指標(ECI)の項目の導出例.....	45
図 2-34	マネージメントパフォーマンス指標の設定方針.....	46
図 2-35	マネージメントパフォーマンス指標(MPI)の設定方針.....	46
図 2-36	操業パフォーマンス指標の設定例.....	47
図 2-37	操業パフォーマンス指標(OPI)の項目の導出例.....	48
図 2-38	起こりやすさの評価の検討.....	49
図 2-39	故障の起こりやすさの評価例.....	49
図 2-40	診断結果の評価と対処法.....	51
図 2-41	環境パフォーマンス評価情報モデル.....	52
図 2-42	環境へ与える評価法と対処法のフロー.....	53
図 3-1	PLCS のビジョン.....	56
図 3-2	市場の細分化.....	57
図 3-3	PLCS の概念.....	58
図 3-4	モジュール階層の抽出.....	59
図 3-5	10303-235 (AP235)の情報処理手順のモデル.....	64
図 3-6	Risk モジュールのオブジェクト関係図.....	69
図 3-7	高炉製鉄における設備保安全管理の変遷.....	74
図 3-8	リスク-コスト曲線(静的).....	75
図 3-9	リスク-コスト曲線(動的).....	76
図 3-10	装置産業における設備 LCC の概念図.....	77
図 3-11	設備保安全管理の PDCA サイクルとコスト・故障削減の源泉.....	78
図 3-12	LCE 事業の展開による保全コストと故障時間の推移.....	79
図 3-13	図 3-12 の保全コスト削減の内訳.....	79
図 3-14	LCE 事業者の活動概念.....	83
図 3-15	IDEF0 の記述方法.....	85
図 3-16	PDCA サイクル.....	86
図 3-17	A0 設備保安全管理.....	90
図 3-18	A1 方針策定.....	91
図 3-19	A2 計画 (Plan ).....	92
図 3-20	A3 実施(Do ).....	93
図 4-1	ライフサイクル管理による循環型生産の体系.....	97
図 4-2	Intelligent Maintenance System.....	99
図 4-3	エレベータドアのメンテナンスシミュレーション.....	102
図 4-4	エレベータの品質機能展開図の一例.....	103

図 4-5	製品の品質モデル.....	104
図 4-6	劣化挙動のモデリング.....	105
図 5-1	プラントの設計・建設から運転・維持に至るデータ変更量の変遷イメージ.....	108

## 表 目 次

表 3-1	Risk 規格のオブジェクトの説明.....	70
表 3-2	OHSAS18001 と ISO14001 の類似点.....	89
表 5-1	実装対象モデルの特徴.....	109
表 1-2	IT サービス管理のフレームワーク.....	110
表 1-3	運用・サポートと開発フェーズの連携.....	111

## 1. 委託業務の概要

### 1.1 調査研究の目的

地球温暖化、オゾン層破壊などの地球環境問題が真剣に議論されるようになり、ISO では ISO 14000 シリーズとして、環境マネジメントに関する国際規格が整備されてきている。その中で、CO<sub>2</sub> や廃棄物等の環境負荷を評価して改善するための手法も、環境パフォーマンス評価 (Environmental Performance Evaluation : EPE)、ライフサイクルアセスメント(Life Cycle Assessment : LCA)などで規格開発が進められている。

本調査研究は、TC 184/SC 4 で開発が進められている製品ライフサイクル支援 (Product Life Cycle Support : PLCS) モデル (ISO 10303) に、3R (Reduce, Reuse, Recycle)に関する環境管理情報を組み込み、運用から廃棄までの製品構成情報・メンテナンス情報とともに、環境管理情報も一元的に管理出来る製品モデルの研究と標準化を行う。ISO 10303 で開発されている製品モデル表現は、情報システムに依存しない中立的なデータ表現であり、様々なシステムで横断的に活用できるものである。

本調査と標準化は、特に各種の生産設備の PLCS 情報モデルを対象に進める。また併せて、本モデル表現を使用した環境パフォーマンス評価を実施して、評価管理方法のガイドを作成する。

本調査研究により、環境パフォーマンス評価(EPE)の評価を統一的に行えて、環境を考慮した生産設備の運用支援が効率的に進められ、生産設備の環境問題への取り組みが容易になる。

### 1.2 調査研究内容

本年度は、生産設備のメンテナンスを中心とした PLCS 情報モデルの検討を通じて、以下のよう調査研究を実施した。

- 1)環境管理情報を考慮した PLCS 情報モデルの検討：設備のメンテナンスに焦点を当てた PLCS 情報モデルに、環境管理情報を組み込んだメンテナンスに関する PLCS 情報モデルの検討を行った。
- 2) ISO の PLCS 規格開発のフォローと、日本の産業界のニーズとの関連の検討：ISO の PLCS モデルのフォローと、環境及び日本の産業界のニーズを考慮した PLCS 情報モデルとの比較を行い、規格の適用可能性を検討した。
- 3)メンテナンスモデルの検討：製品や設備の最適なメンテナンス計画を立案できる、メンテナンスに関わる情報モデルの検討とシミュレーションを行った。

以上の検討を進めるために、(社)日本プラントメンテナンス協会、(社)産業環境管理協会と連携を図って調査研究を進めた。

また併せて、ISO の国際会議に参加して、規格開発の状況を把握するとともに、日本の調査研究内容との情報交換を行った。

### 1.3 ECOM/PLCS 委員会活動実績

付録2に委員会の議事録を添付する。

#### 1.3.1 調査研究期間と委員会開催状況

区 分	年 月											
	15 4	5	6	7	8	9	10	11	12	16 1	2	3
環境管理情報を考慮したPLCS 情報モデルの検討				←								→
ISOのPLCS規格開発のフォロ ーと、日本の産業界のニーズと の関連の検討				←								→
メンテナンスモデルの検討				←								→
報告書の作成										←	→	
PLCS委員会												

#### 1.3.2 委員名簿

委員名	所属	備考
木村 文彦 (委員長)	東京大学 大学院工学系研究科精密機械工学専攻 教授	中立者
竹内 斎之郎	新日鉄ソリューションズ(株) 社会公共ソリュー-ション事業部	生産者
鈴木 昂士	ニッテツ大阪エンジニアリング(株) 常務取締役	使用者
堀内 康	ニッテツ大阪エンジニアリング(株) 取締役	使用者
井上 和	(株)富士通九州システムエンジニアリング 常務取締役	生産者
出木谷 修	日本アイ・ピー・エム(株) インダストリアルシステム事業部	生産者
加藤 三治	千代田アドバンスト・ソリューションズ(株)	使用者
森 福瑞	日本総合システム(株) ビジネスソリューション部	生産者
遠藤 隆	東日本旅客鉄道(株) 先端鉄道システム開発センター	使用者
村上 英治	(株)山武 IT戦略推進室	生産者
原 俊雄	(株)荏原製作所 風水力事業本部 ITシステムサポート室	使用者
鈴木 岩雄	三菱重工業(株) 名古屋誘導推進システム製作所 誘導・電子機器技術部	使用者
土屋 正春	(株)三菱総合研究所 安全科学研究本部安全技術研究部	中立者
青木 良輔	(社)産業環境管理協会 LCA開発推進部	使用者
河村 泉	(社)日本プラントメンテナンス協会 JIPM 研究所	使用者
坂井 喜毅	経済産業省 産業技術環境局標準課 情報電気標準化推進室長	中立者
鈴木 勝	電子商取引推進センター 主席研究員	事務局
吉岡 新一	電子商取引推進センター 主席研究員	事務局

## 1.4 委員会活動の概要

### 1.4.1 PLCS 委員会活動について

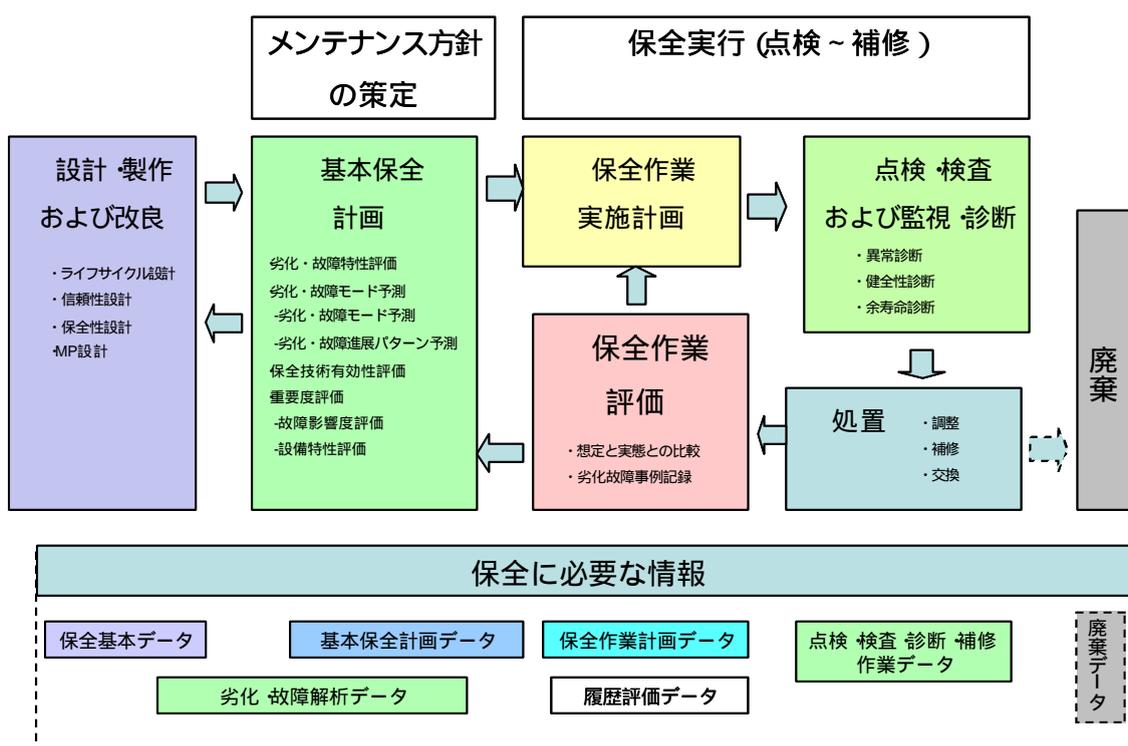
平成 13 年度より取り組んできた PLCS 委員会では、情報技術により製品の運用 保全段階の業務支援を行うために、製品の情報モデルに関する調査研究を実施してきた。

運用 保全段階での主要な業務としては、運用 保全 調達 廃棄などがあるが本委員会では主に保全業務に焦点を絞って調査研究に取り組んできた。

特に、本年度の委員会では環境問題とメンテナンスを主要テーマとして取り組んだ。すなわち、生産設備を対象とする保全活動が、製品の延命による廃棄物の削減 再使用の可能性の拡大や、リサイクル率の向上などの環境問題にどのように貢献するかを検討してきた。

### 1.4.2 メンテナンス業務とメンテナンス情報に関して

メンテナンスに必要な情報が、製品のライフサイクルの中でどのように形成されて活用されるかを、メンテナンスを中心にまとめると、例えば図 1-1 のようなプロセスに表現することができる。



(日本プラントメンテナンス協会開催：ライフサイクルメンテナンス研究講座(高田祥三教授(早大))資料を参考に作成)

図 1-1 メンテナンス業務と製品ライフサイクル

メンテナンスは製品の劣化、運用状態により最適な処置が必要であり、主に 3 つのタイプのメンテナ

ンス作業フローに分類される。

- (1) **定常的なメンテナンス**：メンテナンス計画を策定した条件に設備の状態が維持されている中で行われる、定常的なメンテナンス業務の流れ( 保全作業実施計画～ 点検・検査および監視・診断～ 処置～ 保全作業評価)。
- (2) **メンテナンス方式の設定、見直し時**：(製品)設備の劣化状態や運用が変化して、メンテナンス方式、作業内容の見直しが行われるフロー( 基本保全計画～ 保全作業実施計画～ 点検・検査および監視・診断～ 処置～ 保全作業評価)。
- (3) **(製品)設備の設計・改良時**：設備の運用状況による劣化などのメンテナンスの結果を反映した、製品(設備)の設計が行われる作業フロー( 廃棄～ 設計・製作および改良～ 基本保全計画～ 保全作業実施計画～ 点検・検査および監視・診断～ 処置～ 保全作業評価)。

以上のようなメンテナンス業務の中で保全に必要な情報が作られ、適宜更新されていく。このようにメンテナンスに必要な情報は、設備の状態を正確に把握して的確なメンテナンス作業を実施するための情報を表現する能力が必要である。

#### 1.4.3 メンテナンスにおける今年度の委員会活動の位置づけについて

PLCS 委員会活動は、製品ライフサイクルのメンテナンスに関わる業務を支援するために必要な情報を検討して、標準的な情報モデルや情報支援環境の構築を目指している。

前項の図 1-1 に示したメンテナンスライフサイクル上に本年度の活動を位置づけると、図 1-2 のようになる。

##### (1) **2.3 3R を考慮した環境パフォーマンス評価情報モデル**

従来は、メンテナンスの基本計画としては、主に生産効率・製品品質が基本保全計画を検討するための条件とされていたが、メンテナンスの状態が環境に及ぼす影響も考慮して、基本保全計画を立てるための評価方法と情報要素の検討を実施した。

##### (2) **3.1 ISO における製品ライフサイクル支援モデルの規格開発**

ISO 10303-239 (Product Life Cycle Support Model) は製品の保全だけでなく、運用まで支援することを目的とした情報モデルであり、図 1-2 のほぼすべての領域の作業が支援できる。すなわち、ISO 10303-239 では設計・製作および改良は他のアプリケーションプロトコルの範囲にあるため含まれていないが、保全以外にも運用・調達支援を含む包括的な情報モデルである。本委員会活動では、ISO 103-239 の ISO での開発状況をフォローしているが、ISO 10303-239 は主に軍用機などの軍需装備品が最初の具体的ターゲットとして開発が行われてきたため、プラント設備や鉄道設備などの民需設備の情報モデルとして内容が不十分である可能性があり、ISO TC184/SC4 国際会議へ参加して、委員会活動で得られた民間設備の保全業務支援の成果を提案することで、日本の産業にも広く利用が可能となる PLCS 情報モデル作りにも貢献することを目指している。

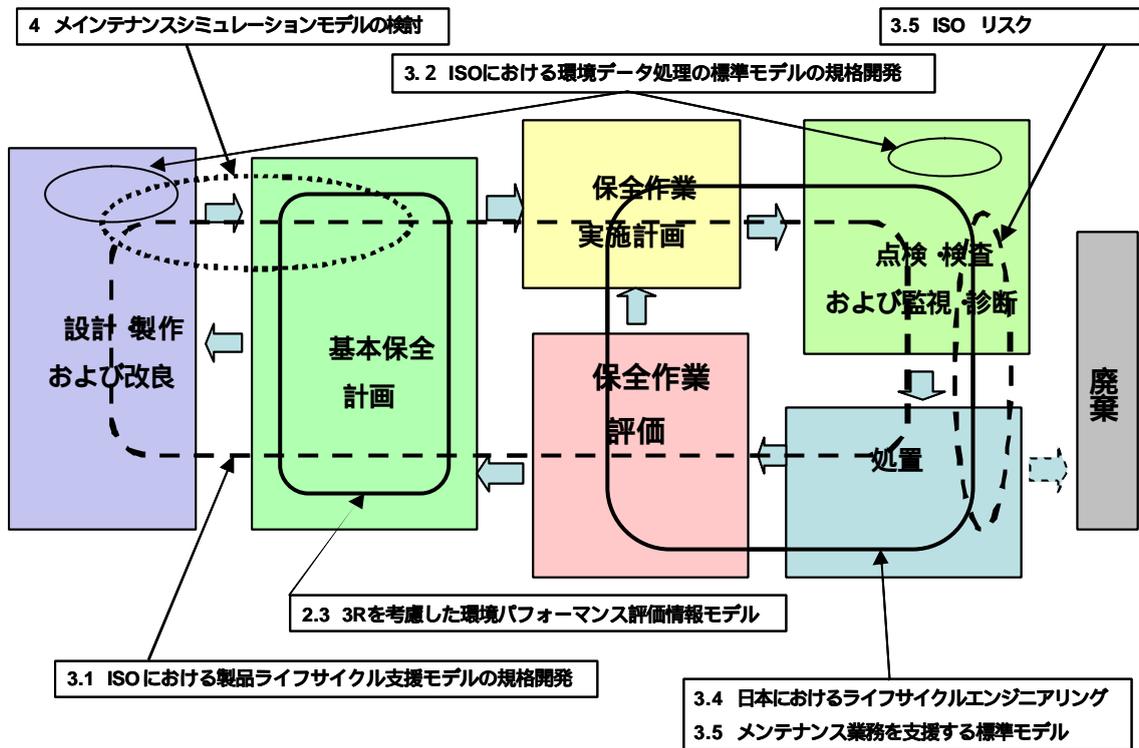


図 1-2 委員会活動とメンテナンスライフサイクル

(3) 3.2 ISO における環境データ処理の標準モデルの規格開発

ISO 10303-235 は LCA に関わる情報モデルであり、環境配慮設計と環境監視業務を支援できる情報モデルであるため、ISO での開発状況を委員会としてフォローする。

(4) 3.4 日本におけるライフサイクルエンジニアリング、および 3.5 メンテナンス業務を支援する標準モデル

ニッセツ大阪エンジニアリング株のモデル - を具体例として、保全業務支援のための情報システムの分析を実施した。実際の現場で活用されているシステムの様々な貴重な情報の分析から、保全業務支援に必要な情報が分析できた。

(5) 4 メンテナンスシミュレーションモデルの検討

メンテナンスシミュレーションの検討を行った。シミュレーションは基本保全計画策定や製品の設計・製作および改良のための重要な支援ツールである。

(6) エラー! 参照元が見つかりません。 ISO における Risk のデータモデル

現場での点検 検査 ~ 処置の作業を行う際には、安全は最重要事項の一つである。製品設備設計の視点から、安全を確保するための指針として、ISO で標準化されている安全に関する規格を調査した。

## 2. 環境を考慮した PLCS 情報モデルの検討

### 2.1 平成 14 年度 ECOM/PLCS 委員会の成果(メンテナンスの標準情報モデル)

昨年度の ECOM/PLCS 委員会の活動では、新幹線の主電動機と製鉄所の圧延ラインの大型電動機のメンテナンスを事例として調査分析し、そこから共通する一般的なメンテナンス業務モデルを抽出したので、それを紹介する[1]。

#### 2.1.1 一般的なメンテナンス業務モデルの提案

鉄道車両と製鉄所の基本的なメンテナンスモデルには共通する部分が多く、また、典型的なメンテナンスの方法である TBM (Time Based Maintenance) と CBM (Condition Based Maintenance) がそれぞれに含まれていることもあり、両者のメンテナンスモデルをベースにして一般的なメンテナンスモデルを作成することが可能と考えて検討を行った。

##### (1) 製品ライフサイクルにおけるメンテナンス業務の基本モデル

今回の調査研究に基づき、製品ライフサイクルにおける一般的なメンテナンス業務の基本モデルを表すアクティビティとして、以下の7つのアクティビティからモデルを構成するものとした。

- A1 設計
- A2 製造・施工
- A3 生産計画・運用計画
- A4 使用
- A5 メンテナンス計画
- A6 メンテナンス実施
- A7 メンテナンスデータ管理・分析・評価

図 2-1 に、これらのアクティビティから構成される AAM を示す。

メンテナンス業務が進められる上で、二つのサイクルが存在することがわかる。

一つは、「メンテナンス計画」「メンテナンス実施」「メンテナンスデータ管理 分析 評価」「メンテナンス計画」という情報のサイクルであり、もう一つは「使用」「メンテナンス実施」「使用」というメンテナンスの対象物そのもののサイクルである。

新幹線と製鉄所の両方のメンテナンス業務においても、この二つのサイクルは存在しており、その他の製品に範囲を広げた一般的なメンテナンスの業務においても、「情報」と「実体」というこの二つのサイクルは存在すると考えられる。

##### (2) メンテナンスデータに基づく検討と判断

図 2-1 の AAM をさらに詳細化してモデル化を進めようとした場合に、メンテナンスデータに基づく検討と判断がどのように行われているかを考えておくことが必要である。

図 2-2 にメンテナンスデータがどのように利用されることになるかを、メンテナンスの種類によって整理した図を示す。

メンテナンスの種類をTBM、CBM、BM (Breakdown Maintenance) のいずれの方法を用いるかを、メンテナンスの基本方針として検討し決定する必要があると考えられるが、その際には、設備あるいは部品の仕様と、設備の劣化速度を評価できるメンテナンスデータが利用される。それらのデータを基に、メンテナンスの基本方針が検討されて、対象とする設備のメンテナンスの種類が決定される。

対象とする設備のメンテナンスが TBM で行われている場合には、メンテナンスデータは「保全 (補修) 周期やその内容の検討」に利用される。データに基づき、周期の妥当性や、保全内容の過不足が検討されて、保全 (補修) 計画に反映されると同時に、保全 (補修) に必要な部品の手配も行われることになる。

対象とする設備のメンテナンスが CBM で行われる場合には、メンテナンスデータは以下の3種類の検討・判断に利用されると考えられる。

- 簡易診断周期・内容の検討
- 精密診断の必要性検討・判断
- 保全 (補修) の必要性検討・判断

特に保全 (補修) の実施には、通常は設備の停止を伴うために生産計画にも大きく影響するため、非常に慎重な判断が必要とされる。そのためには、信頼性の高い診断結果を得る高度なメンテナンス技術と、長年にわたるメンテナンスデータの蓄積と、データに基づき設備の状態を的確に評価する技術が要求される。

### (3) メンテナンス業務モデルの詳細化

図 2-1 のAAMにおいて、メンテナンス業務を構成するアクティビティである「メンテナンス計画」、「メンテナンス実施」、「メンテナンスデータ管理 分析 評価」に関して、もう一段の詳細化を行った。

図 2-3 に「A5 メンテナンス計画」のAAMを示す。図 2-4 に「A6 メンテナンス実施」のAAMを示す。図 2-5 に「A7 メンテナンスデータ管理 分析 評価」のAAMを示す。

図 2-3 に示すように、「A5 メンテナンス計画」を以下の4つのアクティビティで構成した。

- A51 管理レベルの決定
- A52 設備管理システム登録
- A53 メンテナンス作業標準の作成
- A54 メンテナンス計画の策定

「A51 管理レベルの決定」は、対象とする設備の重要度を決定するアクティビティであり、設備の仕様や生産 運用計画を参照して判断される。通常は、設備導入時に実施され必要に応じて見直しが行われることになると考えられる。

「A52 設備管理システム登録」は、対象とする設備の仕様や図面等の情報を、設備管理システムに登録するアクティビティである。これも通常は、設備導入時に一度行われるだけである。登録された情報

は、メンテナンス計画を進める上で参照されることになる。

『A53 メンテナンス作業標準の作成』では、メンテナンスの基本方針を決定する。ここで、TBM、CBM、BMといった基本的なメンテナンスの種類を決めることになる。また、決定した基本方針にしたがって、対象設備のメンテナンス作業の標準（社内標準）を検討し作成することも、この中に含まれる。

『A54 メンテナンス計画の策定』では、各設備のメンテナンスを実施する具体的な計画を検討して作成する。設備の管理レベルに合わせて、簡易診断、精密診断、補修工事の計画を必要に応じて作成する。その際に、『A7 メンテナンスデータ管理 分析 評価』の出力である『設備対応処置判断』が、入力として使用される。精密診断や補修工事の必要性や必要時期については、この『設備対応処置判断』に含まれており、ここではその判断に基づいてメンテナンス計画を作成することになる。

『A6 メンテナンス実施』は、図 2-4 に示すように以下の3つのアクティビティで構成した。

A61 簡易診断（日常点検）

A62 精密診断

A63 補修工事

『A61 簡易診断（日常点検）』は、日常に定期的実施される簡易的な診断であり、通常は、目視や五感、あるいは簡易的なツールを利用して行われる。TBM、CBM の場合に実施されるものであり、BM の場合には実施されない。

『A62 精密診断』は、簡易診断に比べて、より精密な計測設備を用いて行われる診断である。CBM が適用されている場合にのみこのアクティビティは有効であり、精密診断の結果が補修工事の必要性を判断する基礎データとなる。

『A63 補修工事』は、設備を停止し、基本的には設備を解体して行うメンテナンスである。補修対象部品の交換や洗浄、給油等が実施される。補修工事は、TBM が適用されている場合には定期的実施されることになるが、CBM が適用されている場合には、精密診断の結果に基づき実施の必要性が判断されることになる。

『A7 メンテナンスデータ管理 分析 評価』は、図 2-5 に示すように以下の3つのアクティビティで構成した。

A71 メンテナンスデータ管理

A72 メンテナンスデータ分析・評価

A73 設備対応処置検討

『A71 メンテナンスデータ管理』では、診断、補修工事の結果として出力される記録、データ等を、データ管理システムに入力して蓄積 管理を行う。

『A72 メンテナンスデータ分析 評価』では、診断データを分析し、データの傾向から対象設備における補修工事の必要性を判断するパラメータを抽出する。抽出したパラメータは、表、図、グラフ等に整理して出力する。

『A73 設備対応処置検討』では、『A72 メンテナンスデータ分析 評価』で得られた結果に基づき、

対象設備の保守工事の必要性、必要であればその実施時期について検討し、検討結果を「設備対応処置判断」として出力する。また、補修工事を行っても要求される性能を確保することが困難であると考えられる場合には、更新もしくは新規導入の必要性と実施時期について検討を行い、判断を出す。

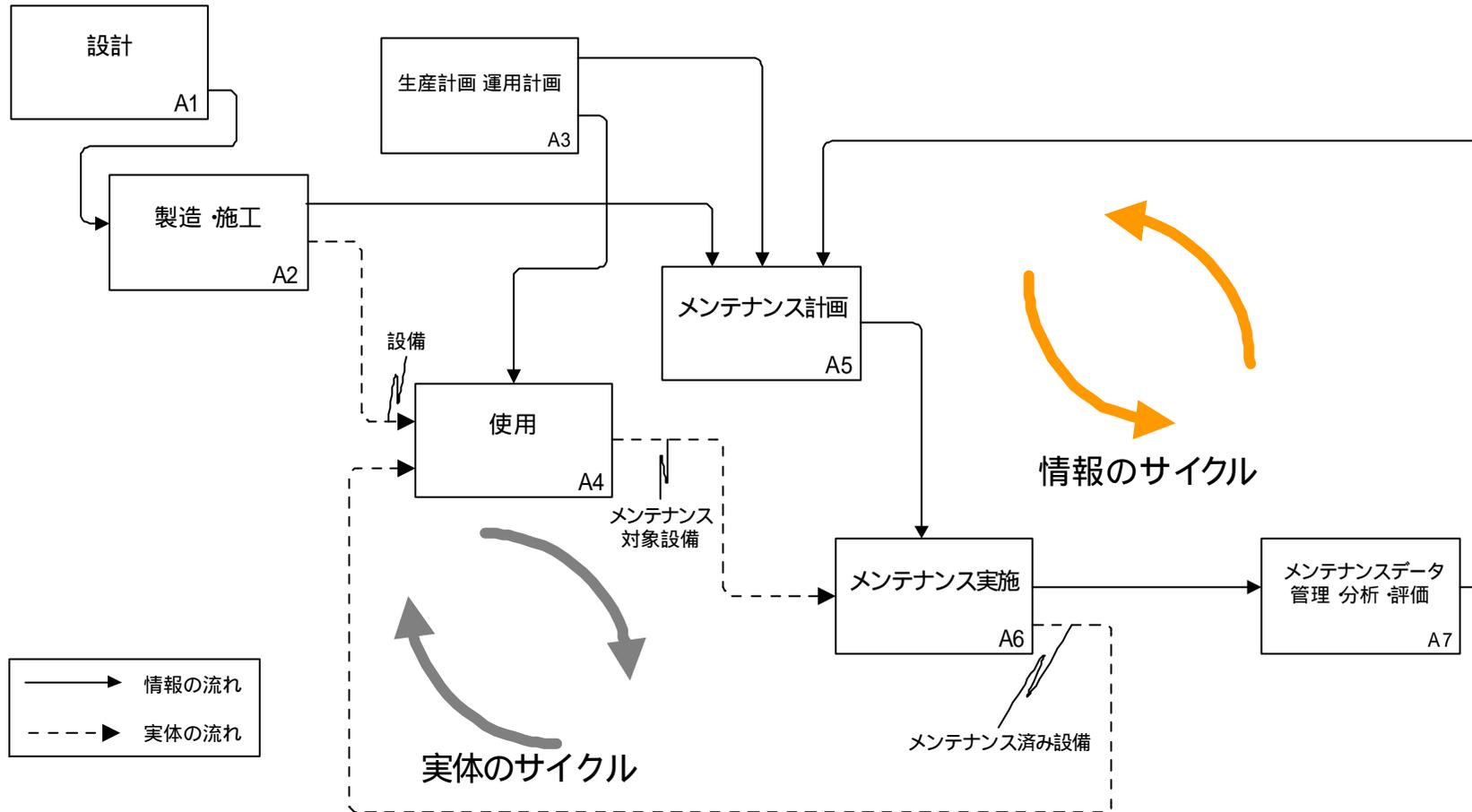


図 2-1 製品ライフサイクルにおけるメンテナンス業務の基本モデル

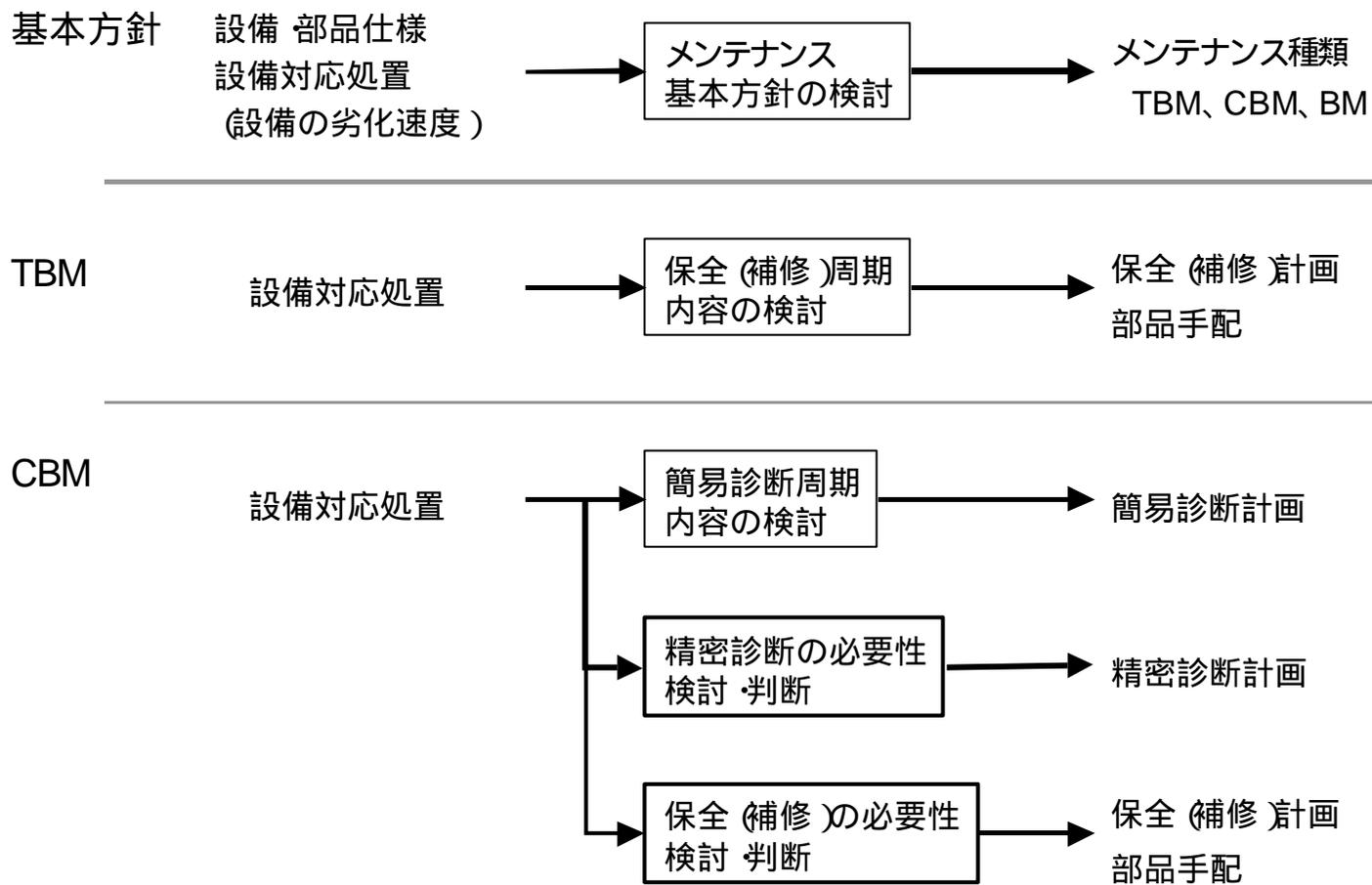


図 2-2 メンテナンスデータに基づく検討と判断

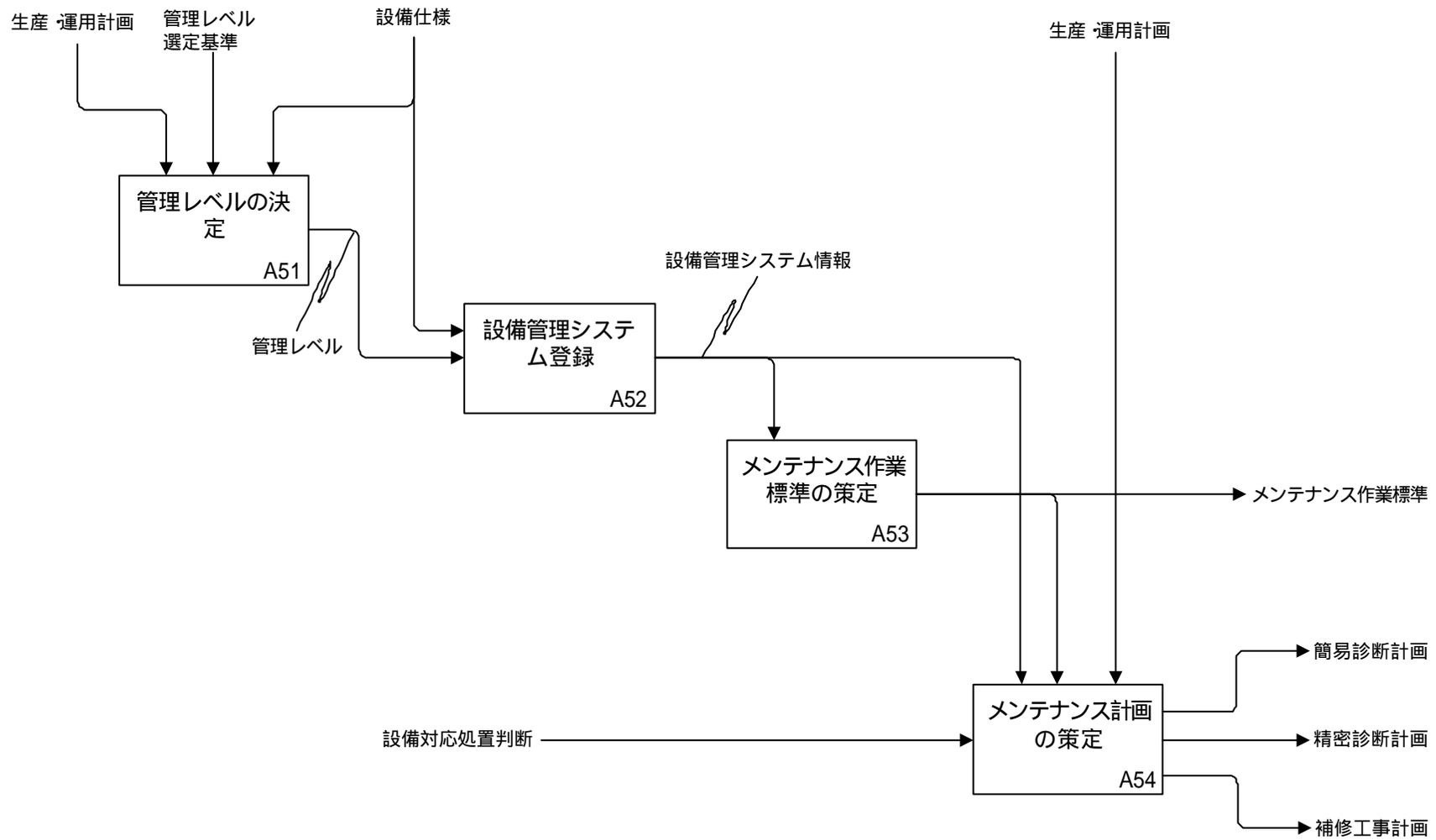


図 2-3 メンテナンス計画

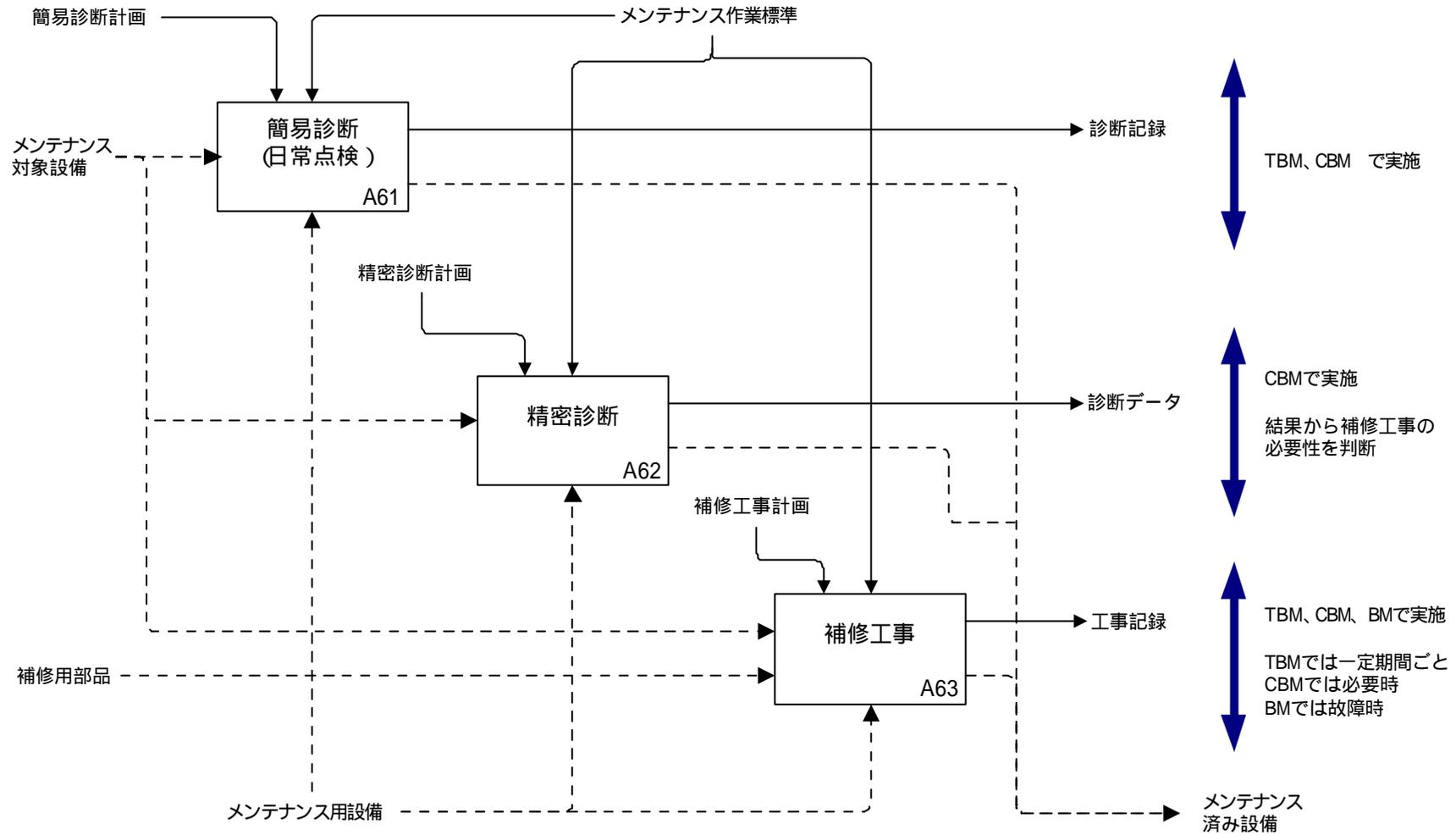


図 2-4 メンテナンス実施

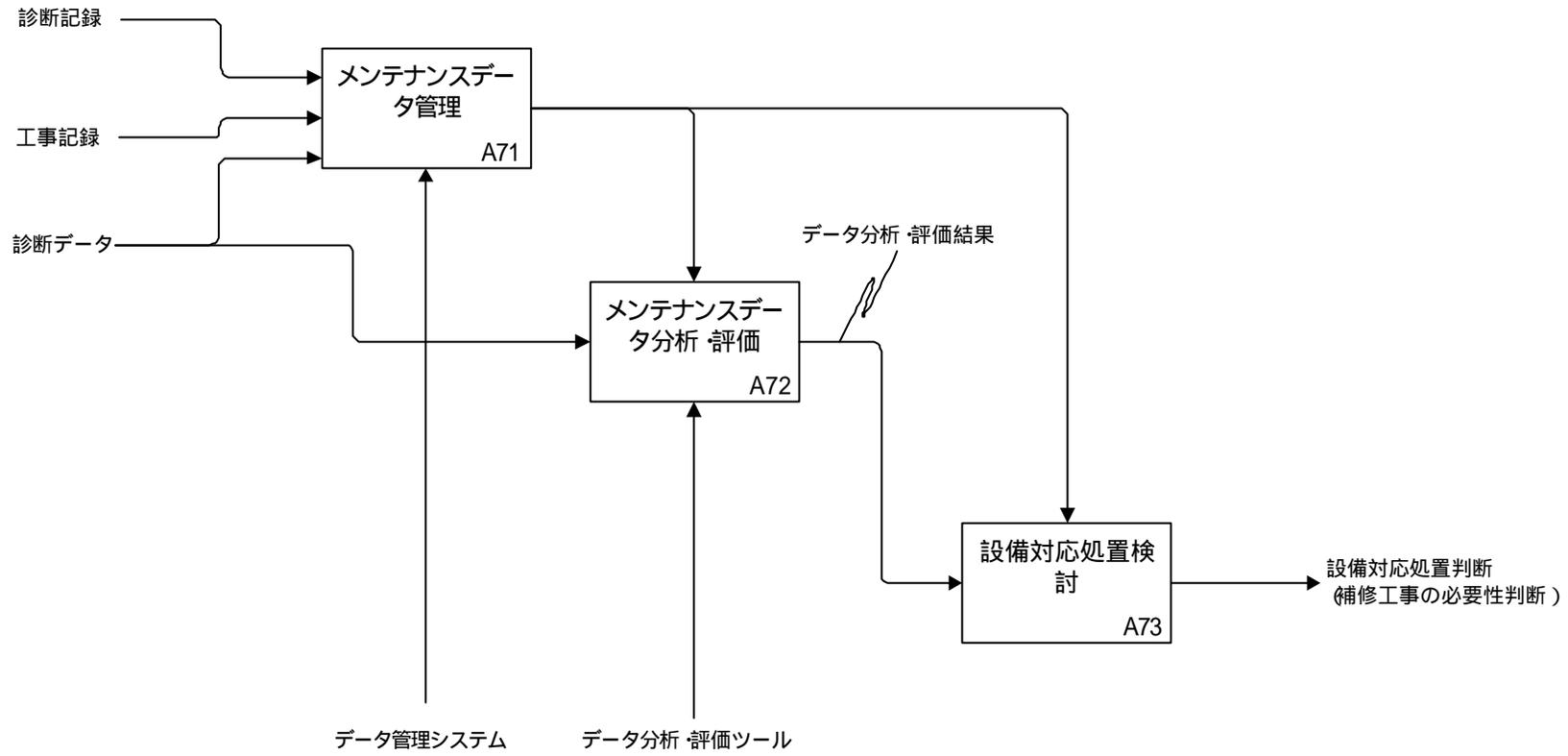


図 2-5 メンテナンスデータ管理・分析・評価

## 2.1.2 電動機保全業務からの標準的情報モデルへの要求仕様

メンテナンスに関する標準的な情報モデルへの要求仕様を明確にすることを目的として、2.1.1 で示した一般的な業務モデルを実現するための情報モデル (ARM) を検討した。

### (1) ARM 検討のための情報要素の抽出

メンテナンス業務を進めるために必要とされる情報として、今回の調査結果で得られた情報から抽出を行った。メンテナンスの対称とする製品を中心として考えると、メンテナンス業務を進める上で必要となる情報は、以下の4つに大きく分けることができると考えられる。

- 製品仕様、設備仕様
- メンテナンス方針策定情報
- メンテナンス実績情報
- メンテナンス業務支援情報

製品仕様、設備仕様」とは、メンテナンスの対称となる製品 (例えば電動機) の仕様を表す情報と、製品が属する設備の情報である。製品が属する設備の情報とは、具体的には工場の名称や、工場内のライン番号のような情報になると考えられる。

「メンテナンス方針策定情報」とは、メンテナンスを行う基本的な方法と、それを決定するために参照する情報である。ここで、メンテナンスを行う基本的な方式とは、TBM、CBM、BM を代表例とするものである。この基本方式を決定するためには、製品の重要度や、法律等の規制を参照して判断することが必要とされる。

「メンテナンス実績情報」とは、実際にメンテナンスを実施した時に得られたデータと、そのデータに基づき判断された結果である。メンテナンスは大きく、診断、補修、故障に分けられ、それぞれに履歴情報として、データと判断結果が含まれる。また、メンテナンスを実施する製品の運転実績も、メンテナンス業務には必要とされ、これも実績情報として分類すれば良いと考えられる。

「メンテナンス業務支援情報」とは、メンテナンス業務の全般にわたって参照される情報であり、製品の仕様や、メンテナンスに必要なとされる部品の調達関係の情報を含む。

これらの情報モデルを構成する要素と、前章で検討した AAM との関係を図 2-6 に示す。

AAM の「メンテナンス計画」においては、主として「設備名称」、「メンテナンス方針策定情報」を取り扱うことになる。その他の情報に関しては、AAM の「メンテナンス実施」とデータ管理 分析 評価」との両方において関係してくることになると考えられる。

また、実際にシステム構築を行う面から考えると、図 2-6 の右側の欄に示した対応するシステムのように、「生産管理システム」、「保全システム」、「調達システム」のそれぞれで、情報モデルの要素が関連してくることになる。

AAM	情報モデルの要素	システム
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; display: inline-block; writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">メンテナンス計画</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block; writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-top: 10px;">メンテナンス実施</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-left: 10px;">データ管理 分析・評価</div>	<div style="border: 1px solid lightblue; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">設備名称</div> <div style="border: 1px solid lightblue; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">製造年月日</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">メンテナンス方針策定情報</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">方式</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">周期</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">製品重要度</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">スケジュール</div> <div style="border: 1px solid lightgreen; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">メンテナンス実績情報</div> <div style="border: 1px solid lightgreen; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">診断履歴情報</div> <div style="border: 1px solid lightgreen; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">補修履歴情報</div> <div style="border: 1px solid lightgreen; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">故障履歴情報</div> <div style="border: 1px solid lightgreen; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">運転実績情報</div> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">メンテナンス技術支援情報</div> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">製品仕様</div> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 2px; display: inline-block; margin-right: 5px;">調達情報</div>	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 20px;">生産管理 システム</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 20px;">保全システム</div> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 5px; display: inline-block;">調達システム</div>

図 2-6 メンテナンス業務の AAM と情報モデルの要素

(2) 情報モデルの検討

メンテナンス業務を進めるために必要とされるメンテナンス情報は、図 2-7 に示すように、「製品情報」、「メンテナンス方針策定情報」、「メンテナンス実績情報」、「メンテナンス技術支援情報」の4つの分類に分けた構造と考えることができる。

ここでは、それぞれの分類について、それを構成する情報要素について検討を行った。

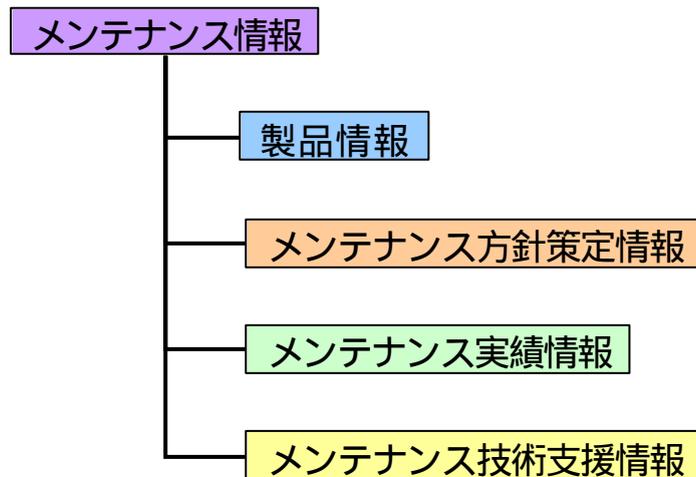


図 2-7 メンテナンスの情報モデル

## 1) 製品情報

図 2-8 には、「製品情報」に関して展開した情報モデルを示す。

ここで製品とは、電動機等の設備を構成する一つの要素を示す。製品に関する情報としてはその製品が、どこの工場の、どの設備の、どのラインで稼働しているかを特定することができる設備情報と、製品の履歴を示す製造年月日（及びそれに付随する情報群）から構成されるものと考えた。

実際のメンテナンス業務は、製品をメンテナンスの単位として実施される場合と、設備全体をメンテナンスの対象として実施される場合とがある。設備全体をメンテナンスの対象として実施される場合には、その設備の属する製品は複数になり、個々の製品のメンテナンス状況を見ながら進められることになる。したがって、情報モデルを考えるにあたっては、製品毎の情報モデルではなく、複数の製品を含む設備全体のモデル化が必要となる。

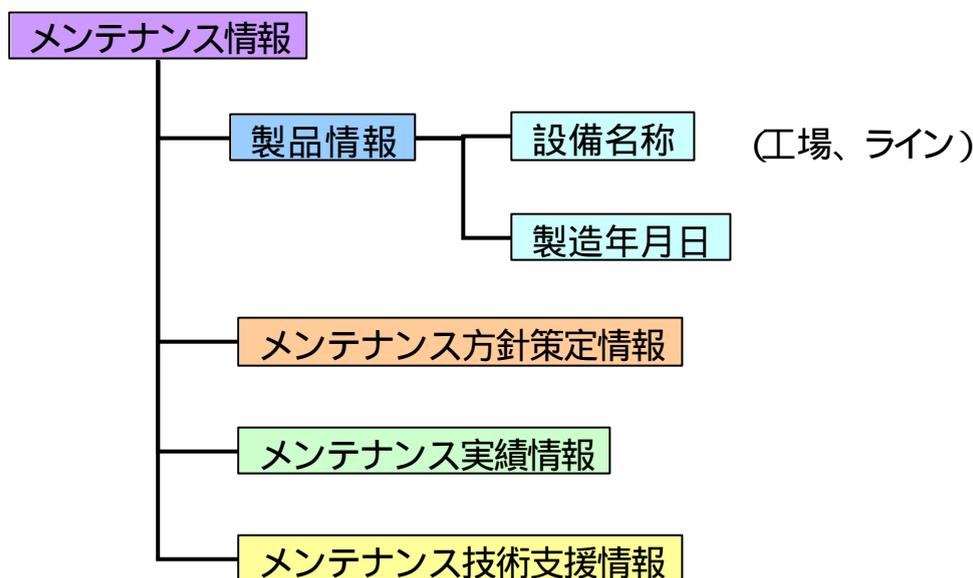


図 2-8 製品情報

## 2) メンテナンス方針策定

図 2-9 は、「メンテナンス方針策定情報」に関して展開した情報モデルを示す。

メンテナンス方針策定情報は、「方式」、「周期」、「製品重要度」、「スケジュール」から構成される。

方式とは、DM、TBM、CBM等のメンテナンスを行う基本方式、及びそれに関する情報である。

周期は、様々なメンテナンスを実施する周期に関する情報である。

製品の重要度は、メンテナンス方針を策定し、また実施の周期を決定するために必要とされる情報で、その製品に故障や不具合が発生した場合に、生産に与える影響や被害の大きさに関する情報である。また、法律、規制、規則といった、社外からの製品使用に関する制限事項に関する情報も含まれるものとする。

スケジュールは、メンテナンスの実施を、誰が、いつ、どの設備で、その製品に関して行うかという情報である。

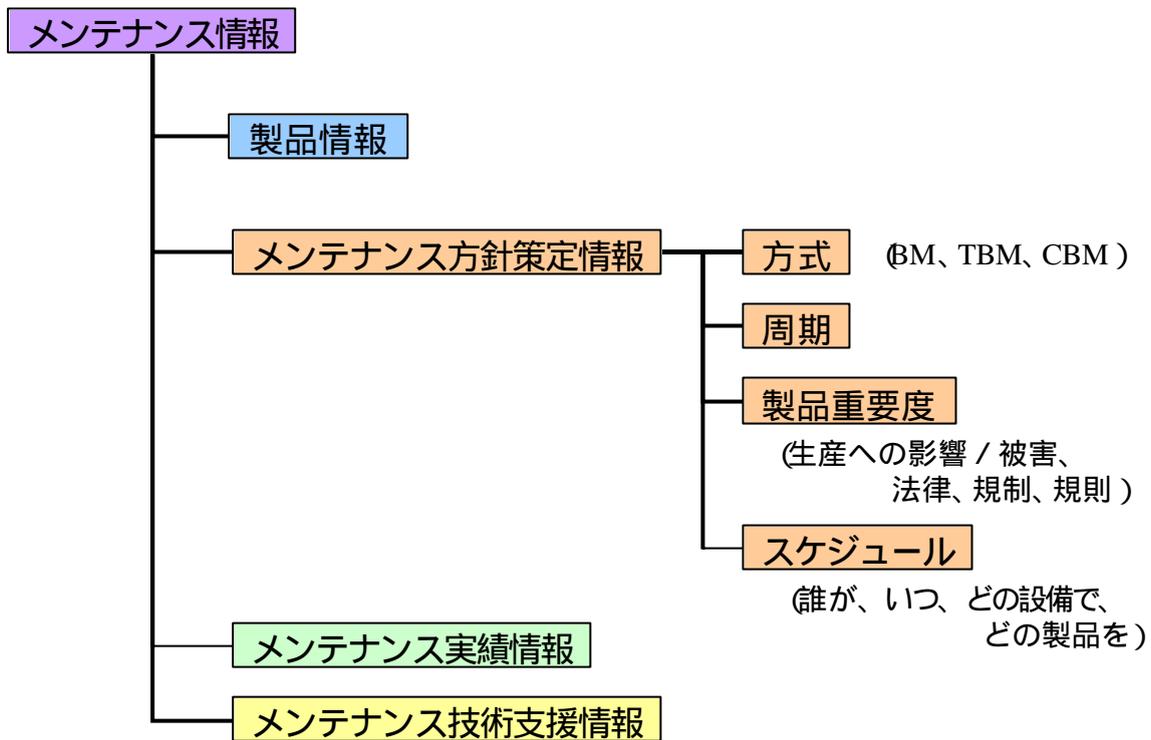


図 2-9 メンテナンス方針策定情報

### 3) メンテナンス実施

図 2-10 は、「メンテナンス実施情報」に関して展開した情報モデルを示す。

メンテナンス実施情報は、「診断履歴情報」、「補修履歴情報」、「故障履歴情報」、「運転実績情報」から構成される。

診断履歴情報は、診断を実施した実績、方法、その結果に関する情報が含まれる。

診断実績の内容は、診断を実施した日時や、診断を実施した担当者に関する情報である。診断方法は、診断を行う方法や手順、具体的には診断のための手順書が情報になる。診断結果は、経年劣化等に関する実際の診断データと、その診断データに基づいて判断され、その設備に関して今後どのような対処を行うべきであるかの方法を示した報告書が情報として含まれる。

補修履歴情報には、補修を実施した実績、方法、その結果に関する情報が含まれる。これに関しては、診断とほぼ同様の内容であるが、補修を実施する際に必要とされたコストに関する情報が含まれることになる。

故障履歴情報には、故障の実績、内容、対処方法に関する情報が含まれる。故障は、診断や補修とは異なり、突発的に発生するものであるため、定型的に情報の履歴を管理するより、その状況をより詳しく記録し、将来の再発防止に向けての対処方法を検討するための情報として記録できるようにする必要がある。

運転実績情報は、メンテナンスを実施した結果ではなく、メンテナンスを実施するために必要とされる運転負荷等の、実際に運転されている状態に関する情報である。この情報に関しては、運転管理情報システムが独立して存在する場合には、そこで得られた情報をメンテナンス情報システムで利用されるような状態になることも考えられる。

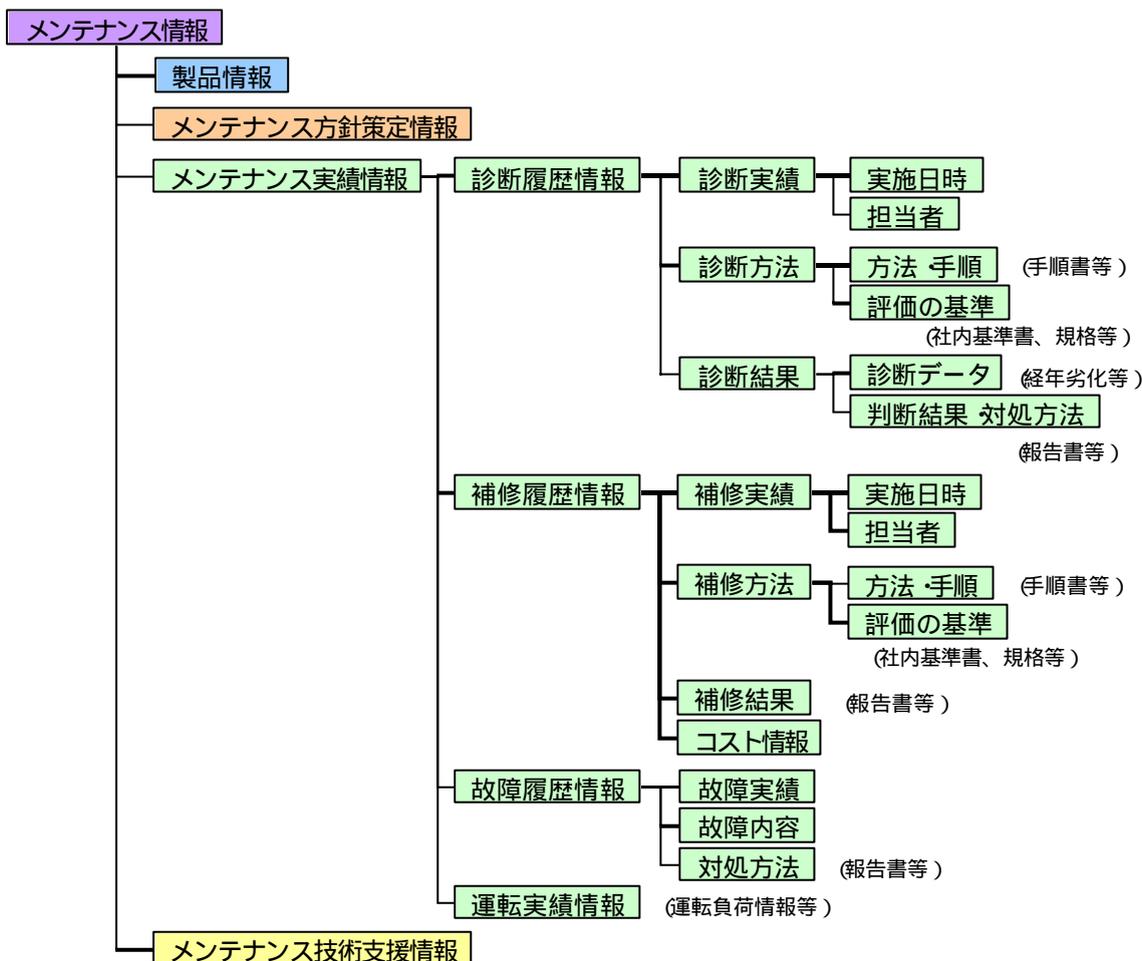


図 2-10 メンテナンス実施情報

#### 4) メンテナンス技術支援

図 2-11 は、「メンテナンス技術支援情報」に関して展開した情報モデルを示す。

メンテナンス技術支援情報は、「製品仕様」、「調達情報」から構成される。

製品仕様については、メンテナンスに必要とされる製品の詳細な仕様に関する情報が含まれる。製品図面等の構造・寸法を確認するための情報ははじめ、定格性能、部品表、初期試験結果など、通常は初期導入時に確定している情報群になる。

調達情報は、メンテナンスを進める際に必要とされる部品や消耗品に関する調達の状況に関する情報が含まれる。在庫情報や、予備品や代替品の存在に関する情報。調達を行う際に注文する調達先や、

注文後に納品されるまでの納期などが、この調達情報に含まれることになる。メンテナンスのスケジュールを作成する際に参照する必要となる情報で構成されている。

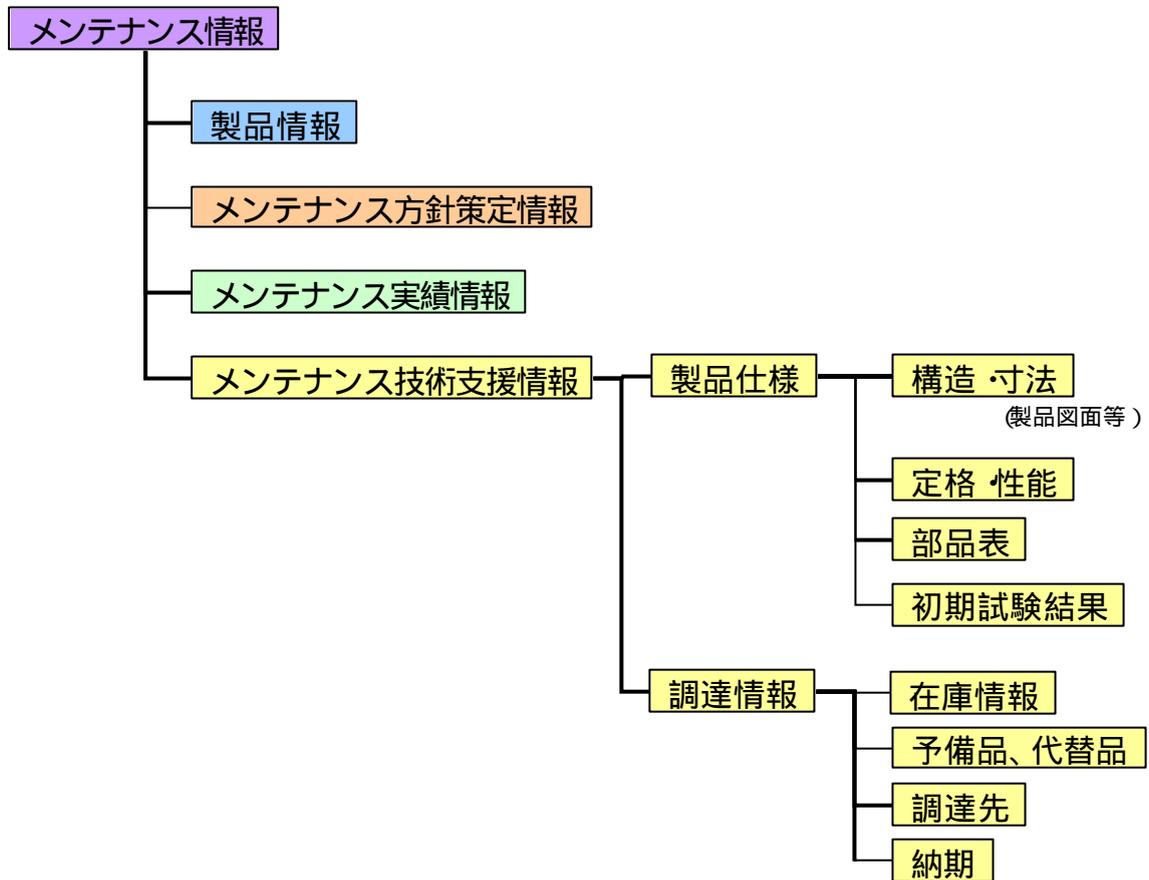


図 2-11 メンテナンス技術支援情報

#### 5) メンテナンス情報モデルまとめ

以上で検討してメンテナンス情報モデルを、図 2-12 にひとまとめにして示す。

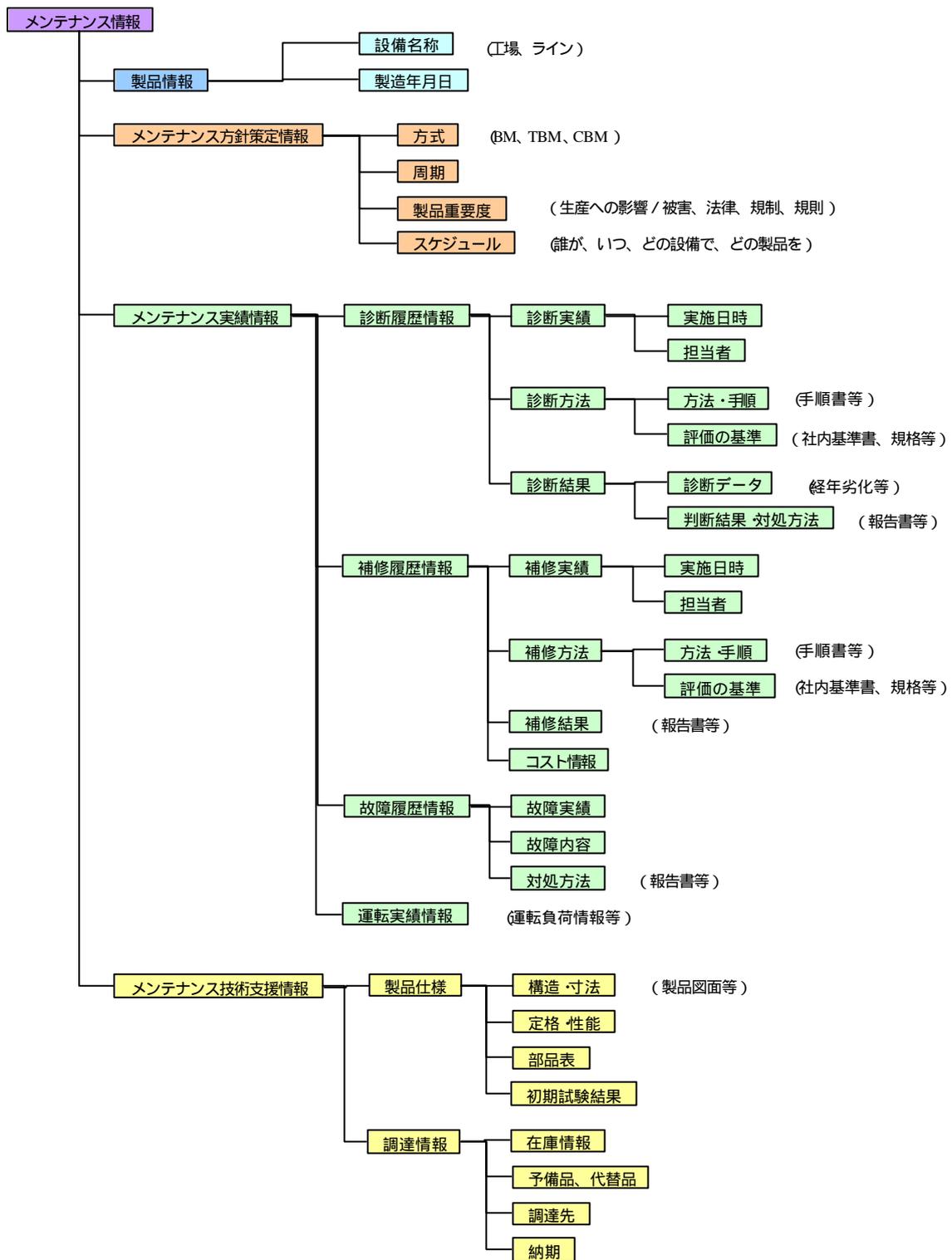


図 2-12 メンテナンス情報モデル

参考文献

[1]平成 14 年度経済産業省委託事業、「プラント設計・保守管理システムの標準化調査研究成果報告書(第 2 分冊)」、(財)日本情報処理開発協会電子商取引推進センター、平成 15 年 3 月

## 2.2 LCA の概要

### 2.2.1 LCA の概念と発展の経緯

LCA の概念は、図 2-13 に示す様に、ある種の製品またはサービスから何らかの利便を享受するとき、地球からの資源の採取に始まり、製造、輸送、使用、及びすべての廃棄物が地球に戻される時点にいたるまで「いわゆるゆりかごから墓場まで(from the cradle to the grave)」のあらゆる活動の環境側面を適切かつ定量的に評価するものである。

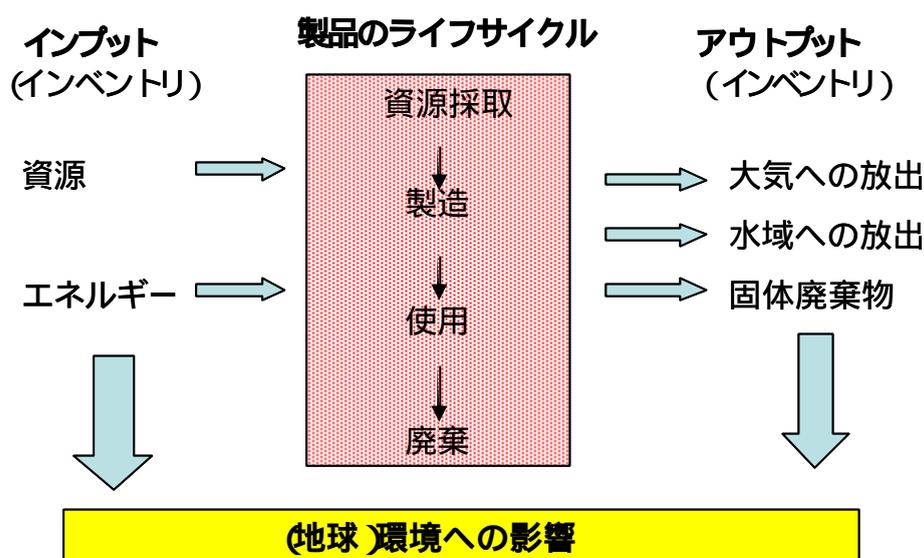


図 2-13 LCA の基礎的考え方(LCA 日本フォーラムの提言より)

LCA 研究の契機となったのは、製品の製造や消費、サービス、日常の社会活動などの拡大が資源の大量消費をもたらし、それが環境にマイナスの影響を与えているという認識の広がりによるものと考えられる。1972 年には Meadows らにより「成長の限界」が発表され、化石燃料と金属資源等の切迫と、エネルギーをはじめとする各種物質の大量消費による資源枯渇と、環境劣化による気候学的な変化による経済成長の限界が指摘されてからは、人間活動が環境に与える負荷が一層明確に意識されるようになった。

LCA は 1960 年代の後半から約 30 年間にわたって実施されてきた。資源の採取から廃棄に至るまでの製品のエネルギー消費量をマテリアルバランスから集計する研究として、第一次石油危機前から断続的に行われてきた。

LCA の原型となっているのは、1969 年にコカコーラ社がアメリカのミッドウェスト研究所に委託して実施した飲料容器を対象とした研究である。これは容器の違いによる天然資源の消費、環境への排出を定量的に比較することによって、環境への負荷が最も少ない容器を決定しようとしたものである。このような研究は 1970 年代初期からヨーロッパでも行われたが、アメリカで実施された資源の消費と製品製造による環境への排出物を定量化する研究は、資源及び環境のプ

ロファイル分析 (REPA : Resource and Environmental Profile Analysis) として知られている(ヨーロッパではエコバランスと呼んだ)。

地球環境問題の顕在化によって、環境影響を包括的に評価する手法へのニーズが高まり、人間活動が環境に与える影響を科学的に明確にすることへの必要性は更に強くなった。1979年に欧米の化学系研究者により組織された環境毒物化学学会 (SETAC : Society of Environmental Toxicology and Chemistry) は、これらを背景にして 1980年代から現在に至るまで、LCA の概念から手法の確立を目指して、専門家によるワークショップや公開シンポジウムを開催している。SETAC では毎年ヨーロッパとアメリカにおいて国際会議が開催され、多数の研究成果が発表されており、LCA の先駆的役割を果たしている。

ヨーロッパでは 1980年代から、イギリスの Boustead らが中心となってデータベースの開発を進めている。オランダのライデン大学環境科学センター (CML : Centre of Environmental Science, Leiden University) は、1992年にインパクト評価で広く利用される特性化係数について示した“Life Cycle Assessment of Products”という報告書を発表し、現在のインパクト評価の枠組みの基礎となっている。スウェーデン環境研究所は EPS (Environmental Priority Strategies for Product Design) と呼ばれる環境影響評価システムを開発し、自動車メーカーのボルボでは、自社製品を環境に与える影響面から改善するためのツールとして実際に EPS を利用した。スイスでは BUWAL (Bundesamt für Umwelt/スイス連邦内務省環境局) が「包装材料のエコバランス」を編集し、アルミニウム、ガラス、プラスチック(PET を含む 7種)、紙・板紙・段ボール、ブリキなど各包装材料製造時におけるエネルギー消費量や環境負荷についてまとめている。この成果は LCI のデータベースとして現在の LCA ソフトウェアに広く利用されている。

1993年以降 ISO では、環境管理に関する規格化作業が開始された。その中で LCA が環境に与える負荷及び影響を分析評価するのに適切な手法として位置づけられ、手法そのものの規格化作業が行われるに至り、LCA は更に世界の関心を集めるようになった。

国際会議やシンポジウムなども LCA の普及促進に広く貢献している。ヨーロッパでは SETAC-Europe 総会、ケーススタディシンポジウムが毎年行われている。日本では 1994年 10月に第 1回エコバランス国際会議が開催され、以降隔年で多数の出席者の参加の下、盛大に行われている。

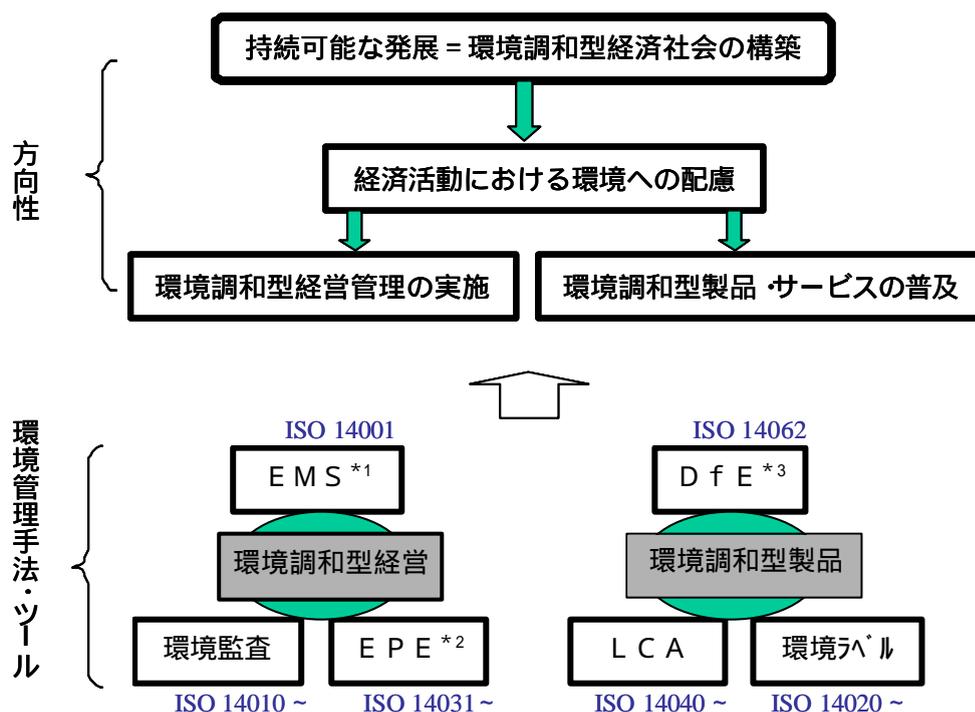
## 2.2.2 持続的発展の環境マネジメント支援ツールと LCA

地球温暖化、オゾン層破壊、資源の枯渇等の地球環境問題、酸性化、砂漠化、生態系破壊等の地域環境問題、さらには質の高い生活を求める要求から生じる騒音、振動等を含む生活環境問題など、近年の環境問題はその規模、範囲において多岐にわたる。こうした環境問題への対処として、1990年代初頭以降、地球環境問題の高まりと共に“持続可能な発展 (Sustainable Development)” の概念が生まれた。わが国において近未来の経済社会として提唱されている循環型経済社会または環境調和型経済社会も、この“持続可能な発展” に整合する概念である。これを实际的に推し進めるために、種々の手法、技法が提案、研究、開発されるようになった。

「持続可能な発展 (Sustainable Development) の実現」と「環境調和型社会の構築」が求められている。その具体的方向性として、一つは企業活動における環境調和型経営の実施と、他方は環境

調和型製品サービスの開発・普及がある。

前者は環境マネジメントシステムに基づいた環境経営の推進、後者は環境配慮設計、環境影響評価手法等を駆使した環境調和型製品開発普及の推進が必須条件となっている。これらの活動を支援するために、ライフサイクルアセスメント(LCA)は、製品サービスのゆりかごから墓場までの一生涯における環境影響を定量的に評価する基本ツールとして位置付けられ、国際規格 ISO 14040 シリーズにより具体的手法が規定された (図 2-14 参照)。



- \*1 EMS : 環境マネジメントシステム ( Environmental Management System )
- \*2 EPE : 環境パフォーマンス評価 ( Environmental Performance Evaluation )
- \*3 DfE : 環境適合設計 ( Design for Environment )

図 2-14 環境調和型経済社会への方向と手法

### 2.2.3 LCA 手法(手順)の概要

ライフサイクルアセスメント(LCA)は製品・サービスの環境負荷を定量的に評価する手法として位置付けられ、ISO 14040 では製品・サービスの原材料の採取から製造、輸送、使用及び廃棄に至るライフサイクルを通しての環境側面と潜在的環境影響を、次の事項に従って分析、評価するよう規定されている。

#### (1) 目的及び調査範囲の設定

調査結果の用途、調査を実施する理由及び調査の結果を伝えようとする相手を記述したり、今回実施しようとする調査をどのくらい広く、深く行おうとしているのかについて、目的と照らし合わせながら設定する。

## (2) ライフサイクルインベントリ分析

製品システムに関連する入力及び出力を定量化するためのデータ収集及び計算を意味する。このデータがライフサイクル影響評価への入力情報になる。ただし、このデータから解釈を行う場合もある。

## (3) ライフサイクル影響評価

インベントリ分析の結果を利用して潜在的な環境影響の重要度を評価する。一般にこの過程はインベントリデータを特定の環境影響と関連づけ、それらの影響を理解することにある。

## (4) ライフサイクル解釈

解釈は結論及び提言を導出するために設定された目的及び調査範囲と整合性をもって、インベントリ分析及び影響評価から得られた知見を統合する段階である。この解釈で得られた情報は今後行う調査の方向性を示すとともに、LCAの結果を構成、完全かつ正確に意図した伝達先に報告されることを目的として行われる報告書作成の基礎となる。

ISO 14040 規格に合致していることや、科学的な妥当性、透明性などを担保しているかどうかを客観的に調査する手続きとして、クリティカルレビューがある。比較主張の場合は利害関係者に大きな影響を及ぼすので、誤解や悪影響の可能性を軽減するように実施されることが重要である。

上記(1)から(4)の順に実施される(図 2-15参照)のが一般的であるが、LCAはこれらのステップを繰り返し行うことで、データの信頼性を向上させていく評価手法である。

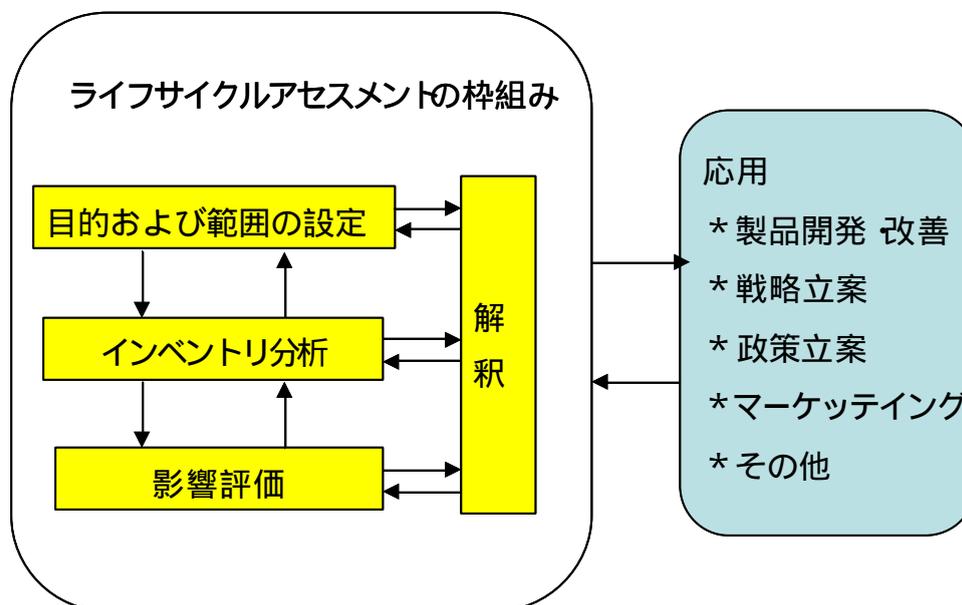


図 2-15 LCA 技法の基礎的な考え方(ISO 14040)

LCA 手法は、次の事項において有効性を発揮するものと期待される。

- 製品(システム)が環境に与えるインパクトに関する情報を消費者に提供することによって商品(システム)選択に影響を与え、結果として環境負荷の少ない社会の実現をめざす。
- 企業が自社製品(システム)のライフサイクルを通じての環境負荷を評価し、製品または生産プロセスの改善を行い、結果として環境負荷の少ない社会の実現をめざす。
- 行政などが技術システムや対象の優先順位付けを行う際に環境側面を重視し、政策による社会誘導を実施し、結果として環境負荷の少ない社会の実現をめざす。
- 消費者が商品(サービス)選択において、その選択基準の一つとして環境情報を考慮し、ライフスタイルの見直しをも含んだ消費生活を行うことで、結果として環境負荷の少ない社会の実現をめざす。

## 2.2.4 LCA プロジェクト

LCA 先進国の主導で開始された国際標準化作業に、日本の主張を反映すべく、産官学共同で参画するとともに、1995～97年には産官学の有識者多数による LCA 日本フォーラムを組織し、「日本における LCA のあるべき姿と各セクターの取り組み」のとりまとめが実施され、ポリシーステートメントが公表された。この中で LCA 手法開発の現状とその課題、および今後の方向に対する提言が整理された。本提言に基づき、平成 10 年度より経済産業省主管の LCA 国家プロジェクト「製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発」は、我が国の共通 LCA 手法の開発、我が国の汎用パブリックデータベースの構築、を目標に実施され、平成 15 年 3 月に終了した。

### (1) インベントリデータ収集

本プロジェクトの第 1 の目標は、パブリックに利用可能なインベントリデータの収集にあった。本プロジェクトにて収集中のデータの最重要な特徴は、各種製品産業界の団体、即ち工業会において主要製品のインベントリデータを日本の代表値として収集していることにある。これらの収集作業にあたっては、データ収集マニュアル、データ入力ソフト、同マニュアルを作成し、各工業会がデータ収集に関して同様の基本的考え方に立ち、データ収集とデータ整理を実施した。プロジェクト研究会参加 22 工業会とデータ提供協力工業会を含め、約 50 強の工業会が 250 製品のデータ集積を終了した。

LCA 実施の際には、加工製品や各種部品データの収集が問題になる。個々のインベントリ収集には限界があり、その汎用化を図るために本プロジェクトでは、主要素材毎に主要加工プロセスのインベントリデータを収集して、素材プラス加工法インベントリの組み合わせにて対応する目的で、加工プロセスインベントリの収集調査も実施している。更に共通データとして、資源採掘に関わるインベントリ、輸送に関わるインベントリ、等の調査データの確認作業を実施し、プロジェクト推奨バックグラウンドデータ(フォアグラウンドデータの入手が困難なときに利用)としてデータベースに収容した(図 2-16 参照)

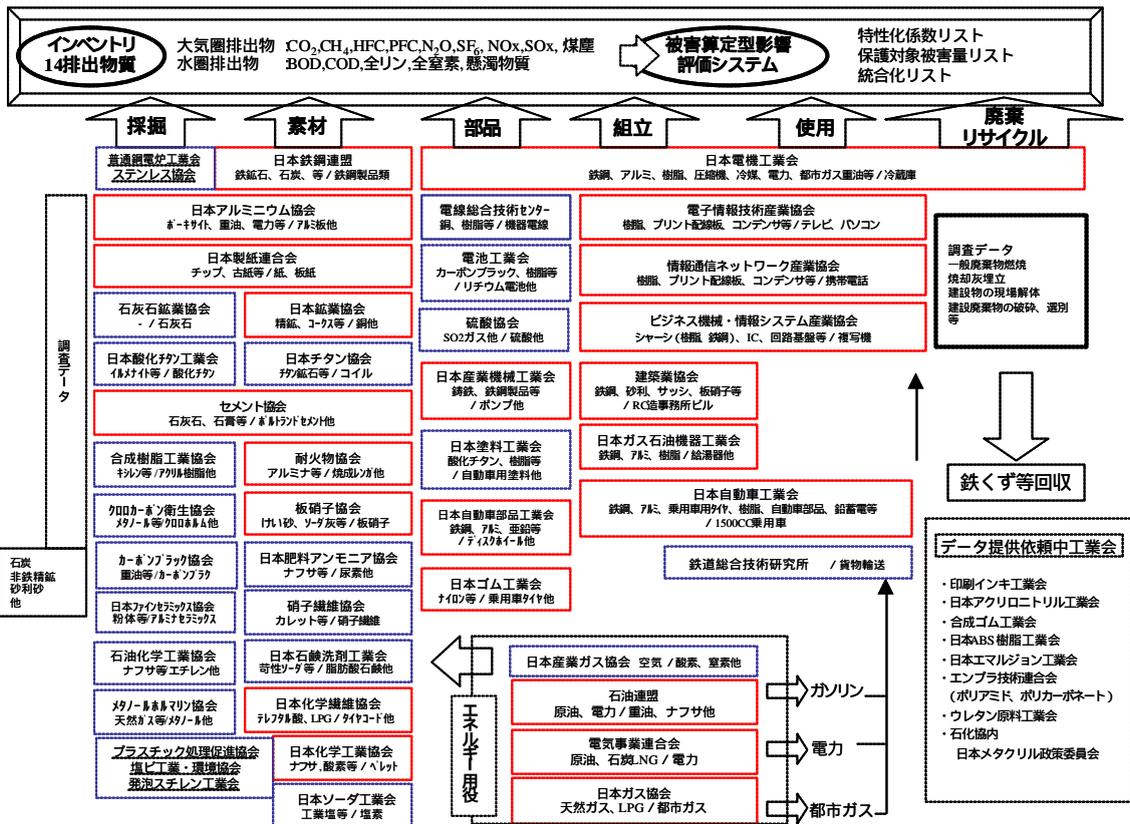


図 2-16 動脈系インベントリデータベースの概要(抜粋)

また、静脈部門のインベントリデータ調査では、業界的なデータ収集には至らないため一般的な静脈部門での LCI 方法論を整理し、リサイクル率の考え方、一般廃棄物処理のモデル化とインベントリの構築、産業廃棄物の中間処理等のインベントリ調査を実施し、廃棄リサイクル段階のバックグラウンドデータを準備した。

静脈部門でのインベントリの特徴は、静脈ルートへ投入される廃製品由来の環境排出インベントリと、静脈プロセス由来の環境排出インベントリとの合算にて表現していること、ならびに不法投棄等された場合及び埋め立て処理をされた後のインベントリとして無害化処理プロセスを提言していることにある。従来の LCA においては最終処理の部分での評価が一定せず、ライフサイクルの最終ポイントが不明確であった。プロジェクトでは最終的に無害化された時点を最終ポイントとし、無害化プロセスを想定し、そのインベントリを構築している。これらのイメージを図 2-17 に示す。

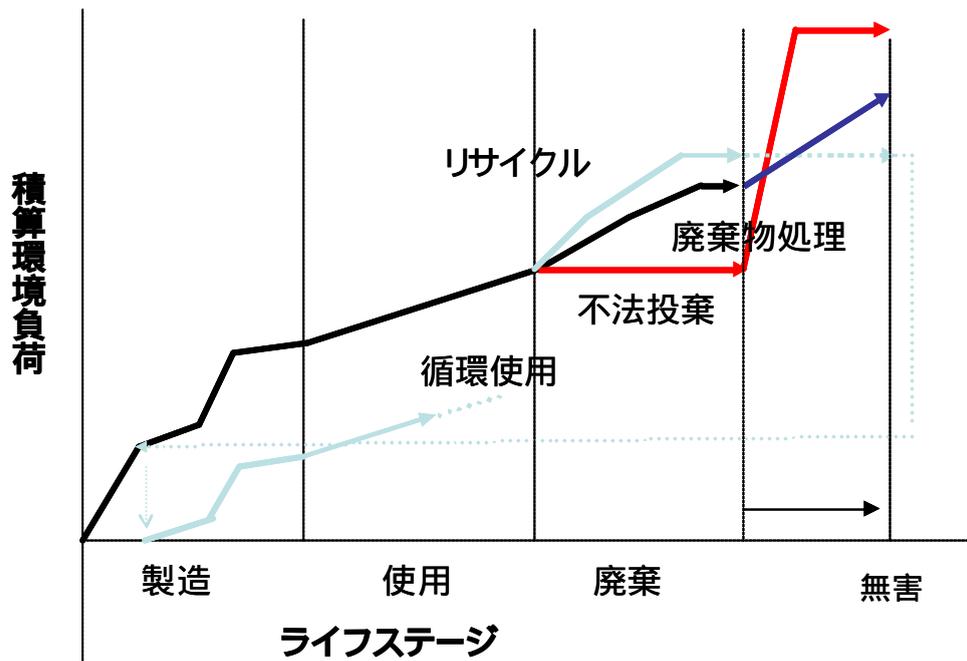


図 2-17 リサイクル・廃棄工程での積算環境負荷イメージ

## (2)インパクト評価手法開発

本プロジェクトにおける第 2 の目標は、日本版環境影響評価手法の構築にある。本プロジェクトでは被害算定型インパクト評価手法として 3 つの段階を考え、それらをできる限り科学的根拠に基づいて関連付け、製品及びシステムがライフサイクルを通じて排出する環境排出物質及び資源の消費が環境に与える影響を指標化した。

日本版被害算定型環境影響手法は、第 1 段階として環境負荷排出物並びに資源消費が環境カテゴリに分類、特性化をする指標リストを構築、第 2 段階として環境カテゴリが保護対象に対して与える被害影響を定量化した(ダメージ評価)指標リストを構築、第 3 段階として保護対象間の重み付けを実施し、単一指標化をする指標リストを構築した。これにより環境影響のトレードオフ関係を解消し、比較評価、優先順位付け等を可能にする評価手法を確立して提案した。これらの 3 種類に指標リストは、LCA を実施する目的により、LCA 実施者が使い分けて利用可能な指標として提供した。

評価システムの概要を図 2-18 に示す

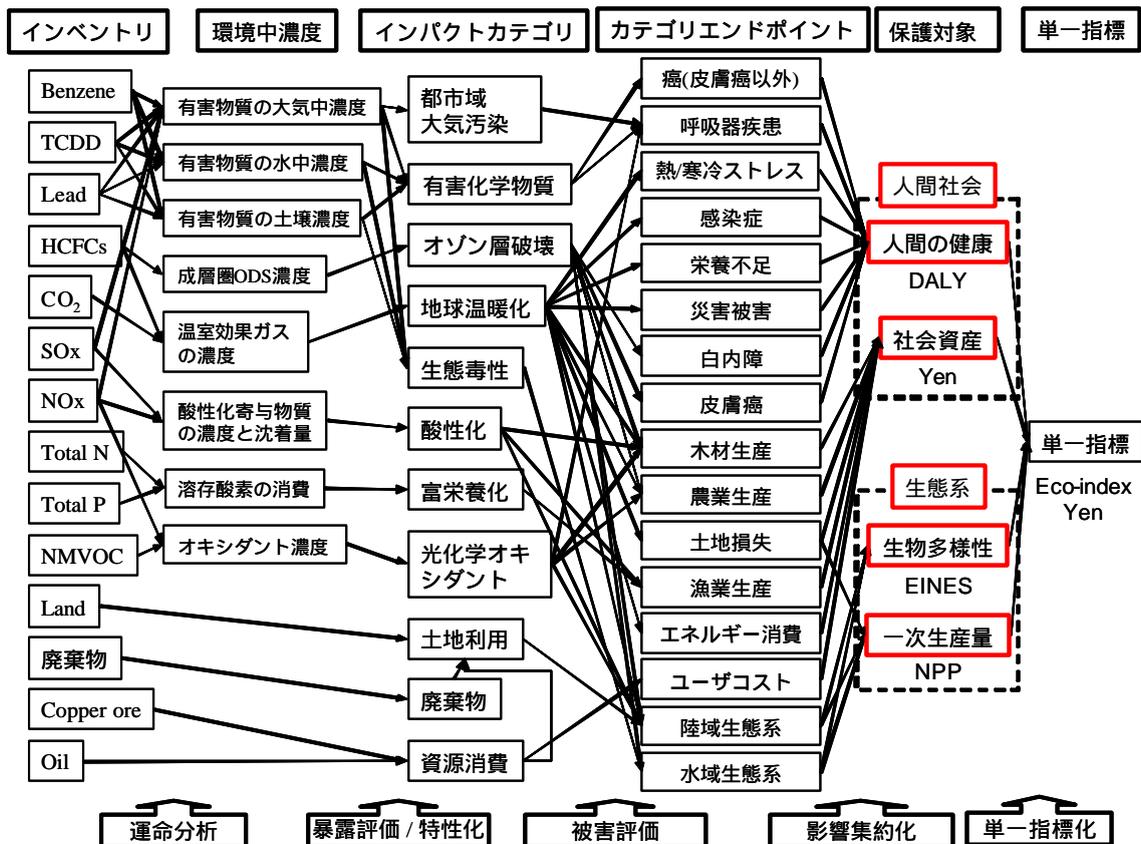


図 2-18 日本版インパクト評価手法の開発：被害算定型影響評価システムの概要

### 1) 環境カテゴリに対する特性化係数リスト

環境カテゴリへの分類化、特性化手法の研究を通じ、対象環境カテゴリとして、地球温暖化、オゾン層破壊、人間毒性、生態毒性、酸性化、富栄養化、光化学オキシダント、都市域大気汚染、有害化学物質、土地利用、資源消費、等の項目を抽出し、環境負荷物質の排出と環境カテゴリを関連付けるための特性化係数リストを整理し、本プロジェクト推奨リストを選定した。

### 2) 保護対象に対する被害量係数リスト

環境カテゴリ毎にそれぞれの専門領域において、保護対象として選定した人間の健康、社会資産、生物多様性、一次生産量、の4項目に対する被害量の算定手法を検討し、各環境被害の定量化を実施し、指標化をした。

### 3) 統合評価係数リスト

設定した保護対象人間の健康、社会資産、生物多様性、一次生産量、の間の重要度比較を実施して統合化指標を策定するための手法として、仮想市場額を評価するためのツールとしてよく利用されている「コンジョイント分析法」を適用し、統合化指標を構築し提案した。

### (3) プロジェクト成果の試験公開

本プロジェクトの成果は、LCA データベースとして2003年8月から2004年2月末まで試験的に産業環境管理協会のホームページ上(<http://lcadb.jemai.or.jp/>)で公開されている。公開されたコンテンツの概要は動脈系を中心とした工業会によるインベントリデータ、海外資源採掘・輸入および加工プロセスインベントリ、ならびに静脈系再資源化および処理処分プロセスインベントリ等調査データ、LCA におけるインパクト評価手法である LIME の係数表に加え、エコバランス国際会議等で公表された文献情報を掲載した(図 2-19)。

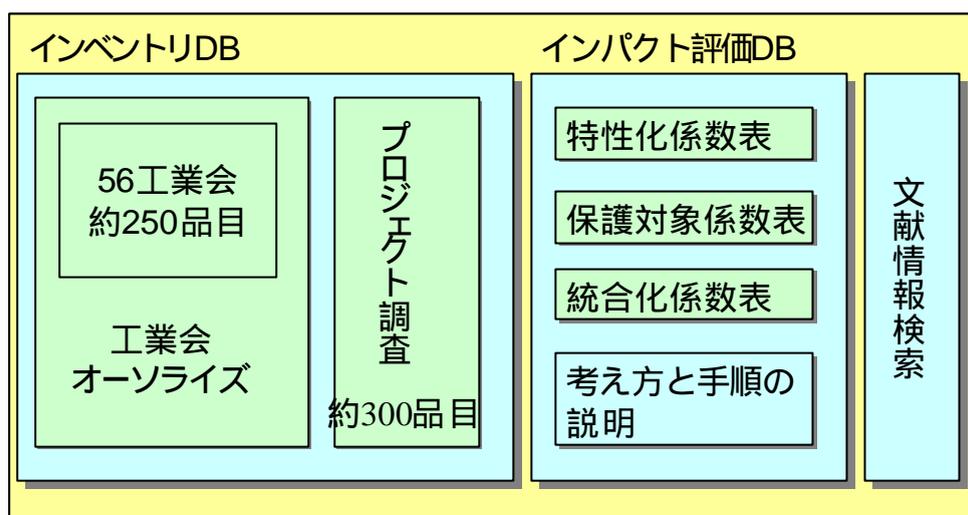


図 2-19 LCA データベースの構成

この公開では、日本において LCA データベースがどのように要求されているか、データベースとしての不足部分を把握することを目的とし、事前登録制を採用した。平成 15 年度は 1300 名をこえる産業界や研究者などがこのデータベースに登録し、日本で共通利用できるバックグラウンドデータとして利用されている。なお、最新版のインベントリデータに更新する作業を実施している工業会もあり、随時更新されている。将来、この LCA データベースは LCA 日本フォーラムによって管理され、継続的に公開される予定であり、一層有効活用されることが期待される。

#### 引用資料

- 1) LCA 日本フォーラム報告書 LCA 日本フォーラム 1997 . 6
- 2) 松田光司、青木良輔 LCA の現状と産業界の対応 標準化と品質管理 1997 . 9
- 3) 青木良輔 実用段階間近の LCA ナショナルプロジェクトの現状 環境管理 2002 . 4
- 4) 平成 13 年度 新エネルギー・産業技術総合開発機構委託 製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発 成果報告書 (社)産業環境管理協会 2002 . 3
- 5) 平成 14 年度 新エネルギー・産業技術総合開発機構委託 製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発 成果報告書 (社)産業環境管理協会 2003 . 3

## 2.3 3R を考慮した環境パフォーマンス評価モデル

### 2.3.1 はじめに

#### (1) 循環型社会と 3R (Reduce, Reuse, Recycle) およびメンテナンス

20 世紀の大量生産 / 大量消費社会は、人類に豊富で安価な工業製品を安定に供給することで豊かな世界を実現して来たが、一方で大量の資源の消費と廃棄物が発生し、地球という有限な環境に対して様々な問題と「ひずみ」を生み出しつつある。例えば化石燃料や天然資源の枯渇、CO<sub>2</sub> や産業廃棄物による環境汚染やオゾン層破壊などの問題は人類の生存環境へ深刻な影響を与え、「20 世紀型の大量生産、大量消費社会」の限界と転換の必要性を示唆している。

このような中で、地球温暖化防止京都会議開催(1997 年)、循環型社会形成推進基本法(2000 年)の施行、また企業での ISO 環境マネジメントシステム(ISO 14000 シリーズ)の認定の積極的取得など、環境問題に対する社会的意識の高まりが進みつつある。

環境問題に対する製造業からの問題解決の取り組みとしては、吉川弘之前東大総長が中心になり、「(製造業は)製品のライフサイクル全般に対して責任を持ち、システムとして安定な人工物の循環系を実現する産業に転換しなければならない。」というインバースマニュファクチャリングの概念が提唱され、循環型社会実現のために「新しい製造システム」の概念が作られつつある[1]。

インバースマニュファクチャリングの中には、循環型社会実現と 3R (Reduce, Reuse, Recycle) の関係、それを実現するためのメンテナンス業務の重要性が唱えられている。すなわち、「最適なメンテナンスを実行することによりいかに長く製品を使用して、廃棄物としての排出を抑制 (Reduce) し、次に製品そのものまたは部品を再使用 (Reuse) し、さらに材料として回収し再資源利用 (Recycle) することが循環社会の基本ループであり、最終的に再資源化が出来ない物のみ廃棄処理を行う。」という考え方が製造業の循環社会実現のための有効な手法であると提唱されている。

#### (2) 最適メンテナンス実現のための情報システムによる支援

3R などの環境問題を考慮した循環社会実現のためには個別の取り組みでは効果が少なく、社会全体で広く推進する必要がある。ところが、メンテナンス業務を考えると、個人の技量と経験に依存する作業が多く、体系的な解析や本格的な情報化への取り組みが他の業務に比べて遅れている分野である。そこで、メンテナンス業務から循環型社会実現を目指すためには、個別の作業員の技能に依存したものでなく、製造業全体のレベルアップが可能な業務へとメンテナンス体系を転換することが必要であり、情報システムによるメンテナンス業務の支援は有効な方法のひとつであると考えられる。

本委員会では以上の考え方にもとづいて循環型社会実現を目指すために、情報システムによるメンテナンス業務支援のための製品情報モデル表現と、それを利用したメンテナンス活動をするためのガイドライン作りに取り組んでいる。

メンテナンス業務支援の製品情報モデル表現に要求される機能としては、大量のメンテナンス情報を長期間維持管理することが要求される。また製品の改造などによる変更管理情報や様々な関連業務との連携が必要である。すなわち循環型社会実現のためのメンテナンス情報には、製品ライフサイクル全体を統一的に管理出来る能力も必要である。

本委員会の活動では、以上の機能を満足する情報モデル表現を PLCS (Product Life Cycle Support) と称して開発に取り組んでいる。このように、本委員会の活動は製品のメンテナンス業務支援が出来る情報基盤の構築を目指し、循環型社会の実現を支えるためのフレームワーク作りを行っている。

### 2.3.2 メンテナンスと3Rを含む環境評価の関係について

従来は、メンテナンスの目的は工場設備の状態を良好に維持することで事故や故障を防ぎ、目的の品質の製品を安定に生産するための重要な企業活動として位置づけられる。ところが、最近では積極的に ISO 14001 の認証を取得することを重要な企業の方針として挙げるところが出てきていて、工場が環境に与える影響も重要な要素として評価する必要が出てきている。

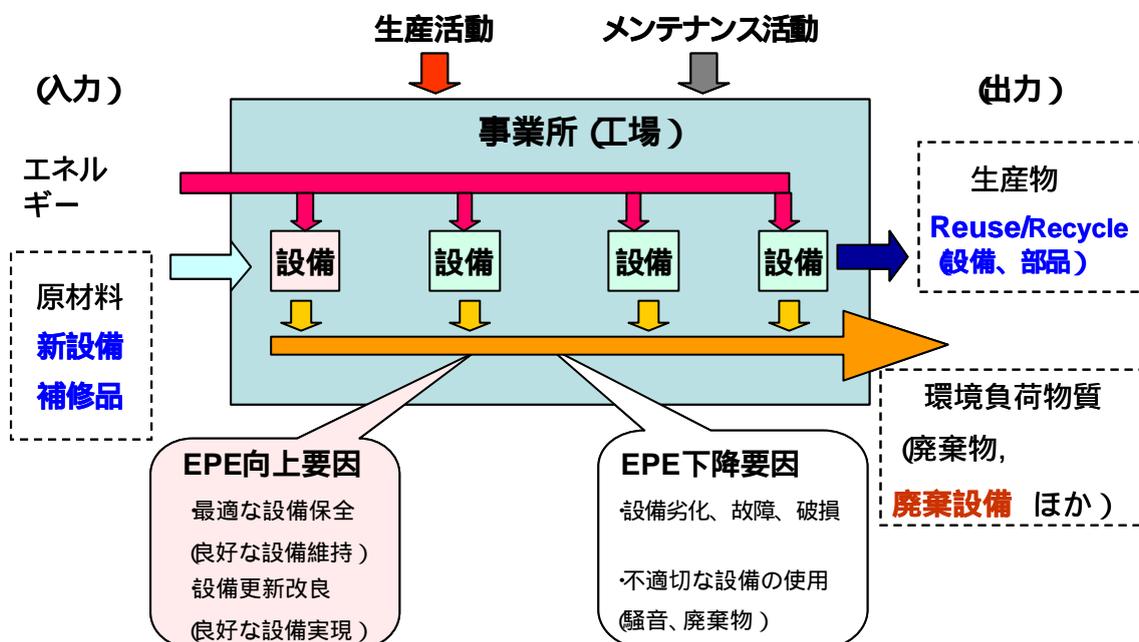


図 2-20 工場のメンテナンスと環境

本委員会は、今まで体系的に充分検討されていなかった工場設備のメンテナンスと環境問題の関係を検討することに取り組んだ。

図 2-20 はメンテナンスと環境に与える影響を概念的に表したものである。

製品の生産のために工場には材料とエネルギーが入力され、生産設備を稼働することで製品を生産する。したがって、このような企業活動により、工場からは排水、廃熱、廃棄物などの環境に悪く影響する物質が排出される。ところで、メンテナンスは工場の生産設備を安定に稼働させるための活動であり、メンテナンスが良くないと振動、騒音、故障による不良品の発生やエネルギーロスなどが生じて環境に悪く影響する。

すなわち、メンテナンス活動が不適切で最適な設備状態が得られない場合に設備を運転すると、

設備不良による不良製品の発生、騒音、振動の発生、および生産効率の低下によるエネルギー損失などが起こり、環境にとって悪い影響が発生する。ところが、不良な状態の設備を廃棄して最新の設備に入れ替えると、不良品の発生、騒音などの環境に悪い影響は減るが、廃止される設備が系(工場)から発生する廃棄物としてカウントされるため、単純な設備更新は環境に良く作用するとは云えない。また、入れ替えられた設備に着目すると、設備に対して実施されて来たメンテナンスの状態が影響して、良くメンテナンスが行われていた場合には、他の生産設備で再使用(Reuse)できる場合や部品としてリサイクル(Recycle)可能な場合が考えられるが、メンテナンスの状態が悪い場合には廃棄物以外使えないこともあり、設備に施されてきたメンテナンスにより環境に与える負荷の評価が大きく異なってくる。

以下にメンテナンスの環境に与える効果の具体例を挙げる。

- (1) 設備の改良保全による効果の例(図 2-21 参照)

### 工業用ポンプのコーティングによる環境負荷削減(省電力)例

通常、ポンプの効率は年率0.6~1.0パーセントで低下して、これに伴い必要な負荷を発生させるためには消費電力が上昇する。

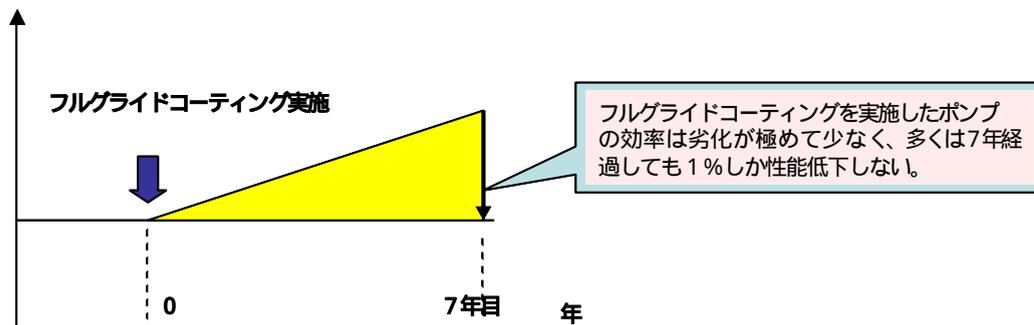


図 2-21 設備の改良保全による効果例

通常、工業用のポンプの効率は、その使用により内部に腐食などが生じるため、年率0.6~1.0パーセントで効率が低下する。そのため、必要な能力を発生させるためには消費電力をより多くかける必要がある。ところが、フルグライドコーティングを施したポンプの効率は、効率の劣化が極めて少なく、多くは7年経過しても1%程度の性能低下しかない。すなわち、通常の状態ではポンプ効率を維持するための消費電力の上昇は3~5%以上上昇するケースが多いので、500KWクラスのポンプのモータを7年間使用する場合には、フルグライドコーティング実施をした場合と実施しなかった場合を比較すると、

$500\text{Kw} \times 0.05 \times 1/2 \times 24\text{hr} \times 365\text{days} \times 7\text{years} = 76.7\text{Kwh}$ の省電力になり、設備の改良保全は環境負荷削減につながる。

(2) 点検による補修個所の診断により設備延命策を実施した場合の効果の例

化学プラントなどの、配管、タンクは腐食等により装置の劣化が進む。ところが配管、タンクなどの大型構造物の設備では、内部の流体などの流れによって設備の特定の個所での磨耗がより進むために、点検により劣化進展個所を特定して、装置の劣化が進んでいる個所に対する部分補修や、劣化進展速度が早い個所に延命のための被覆 / 防食対策を施すことにより、装置の劣化度を緩和することができる。

このように、設備の適切な点検と正確な診断による補修は、保全コスト削減効果だけでなく、装置全体の延命や補修部品、廃棄物の最少化という廃棄物の削減(Reduce)効果がある (図 2-22 参照)。

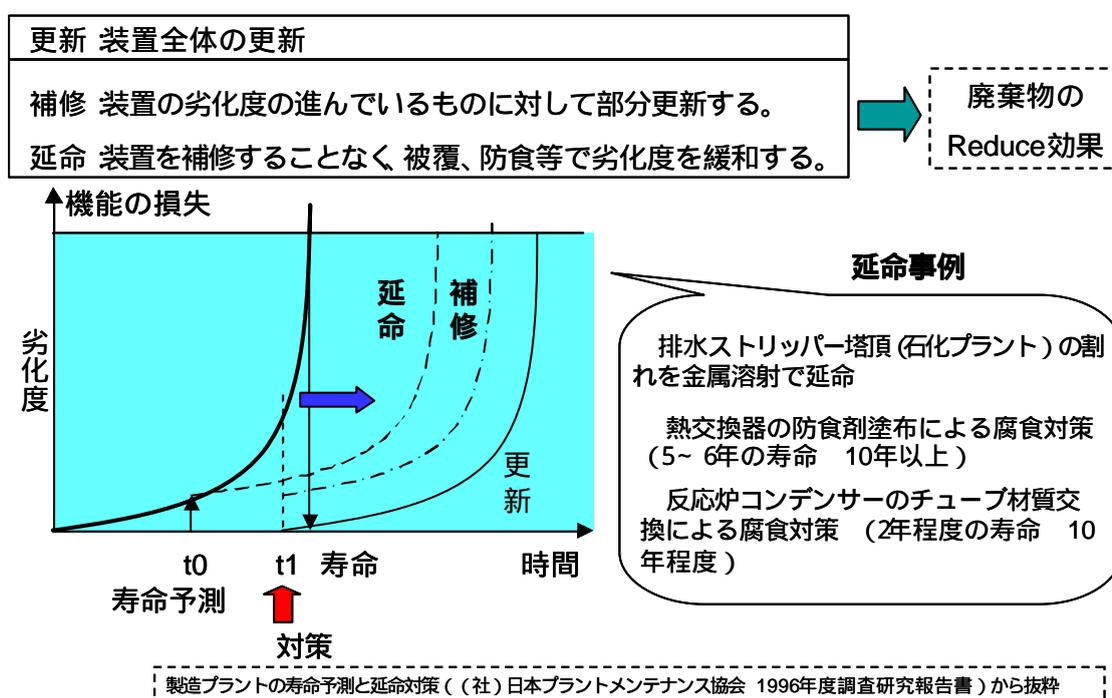


図 2-22 設備の延命対策の効果例

このような装置延命策の具体例は「製造プラントの寿命予測と延命対策((社)日本プラントメンテナンス協会 1996年度報告書)」に詳しいが、著しい効果の例を以下に挙げる [2]。

石油化学プラントの排水ストッパー塔頂部の割れを金属溶射で延命した。

熱交換機の防食剤塗布による腐食対策の効果で、通常 5~6 年の寿命が 10 年以上になった。

反応炉コンデンサーのチューブ材質交換による腐食対策により、通常 2 年程度の寿命が 10 年以上になった。

(3) 設備のメンテナンスのレベルアップによる効果の例

メンテナンスはその手法、技能などのメンテナンスのレベルにより、故障数削減、整備コスト

などに大きく影響する。図 2-23 は A 製鉄会社の X 工場で、メンテナンス業務の分析を行い、改良保全、補修部品の調達改善、メンテナンス方式を TBM から CBM 方式へ変更して、さらに工事標準化によるメンテナンス業務の改善を行った例である。メンテナンス改善の結果、5 年間で故障数 / 整備コストが半減した。特に、故障数は生産損失のみでなく、不良品の発生、エネルギーロスなど環境に悪く影響するから、メンテナンスのレベルアップは環境に大きく影響する。

### メンテナンスのレベルアップによる環境負荷削減 (故障数減、整備コスト減) 例

A 製鉄会社ではメンテナンスのレベルアップで故障数と整備費が大幅に削減した。

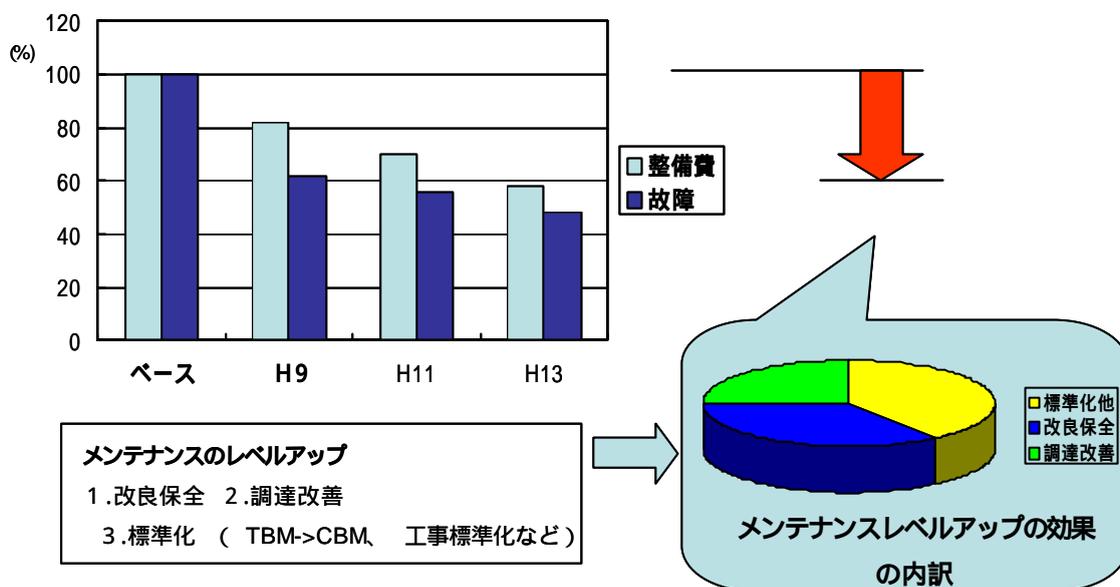


図 2-23 メンテナンスのレベルアップによる効果例

#### 2.3.3 評価法について

本委員会の目標は、メンテナンスの効果を環境情報も含めて総合的に評価できるようにするための評価ガイドの導出と、そのために必要な環境情報を考慮した製品モデルの検討である。評価ガイドは、図 2-24 にあるように事業所・工場の設備が生産活動を行う際の管理基準としてメンテナンスを考慮した場合に、環境負荷を含めた生産活動およびサービスにどのような影響を与えるか総合的に評価するためのものであり、従来はメンテナンスの方針を策定する場合に充分考慮されていなかった環境影響を、故障による生産損失や事故の発生と同じ評価基準で評価してメンテナンス方針を検討するものである。

メンテナンスに関する情報を総合的に評価できるように、環境効果をトータルコストとして換算できるようにするための設備(製品)、環境パフォーマンス活動の関係を整理して情報化する。

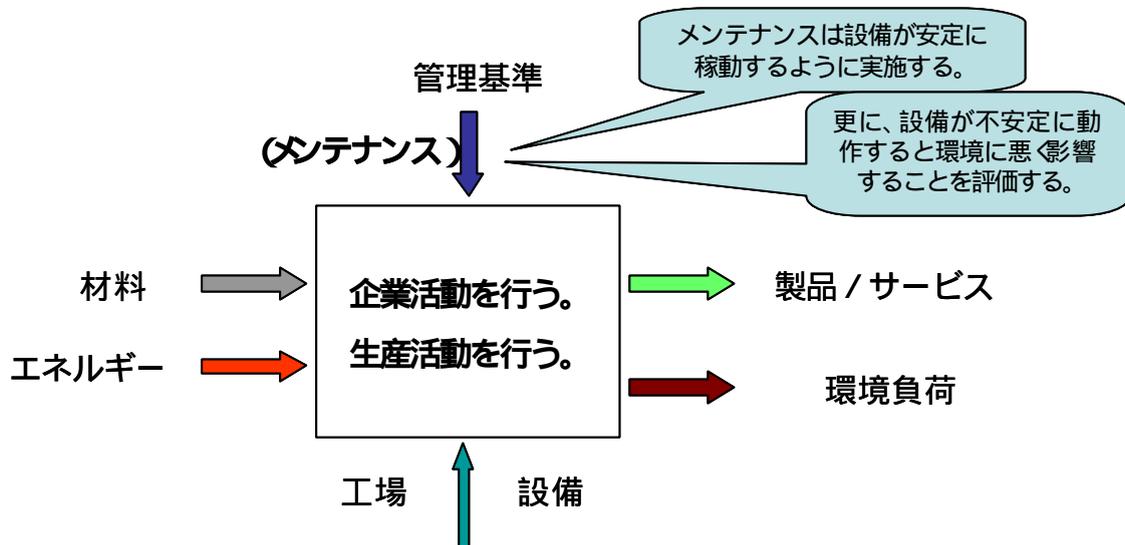


図 2-24 評価ガイドの概要

従来の問題点を以下に挙げる。

- 1) 環境問題への取組みは個別の取組みでは改善が難しく、グローバルな広い取組みが必要である。環境マネジメントシステム(EMS)を取得している事業所ではメンテナンスと環境問題が評価されることがあるが、それ以外の事業所では考慮されることが少なく、EMS 取得の企業の取組みだけでは根本的な環境問題改善へつながらない[5][6]。
- 2) メンテナンス方針の検討の場合には、生産機会損失等による故障影響などメンテナンスの効果が中心であり、環境に与える影響は明白であるが評価基準として採用されることは少ない。すなわち、メンテナンスの環境に影響する評価法が体系的に確立されていないために考慮されることは少ない。

そこで、本委員会では将来的な環境JISなどの規格体系の中に、環境問題とメンテナンスの問題を評価するための基礎的な枠組みを提供することを目指した。

図 2-25 にメンテナンスが環境に与える評価法と対処法に関する評価システムの概念図を示す。

## 【目標】

設備構成、故障情報、メンテナンス情報などの設備情報、設備の運用情報、また環境汚染物質の排出等の環境影響情報、修復のための環境会計情報を考慮して、設備が環境へ与える影響を評価して、その対処法を支援する。

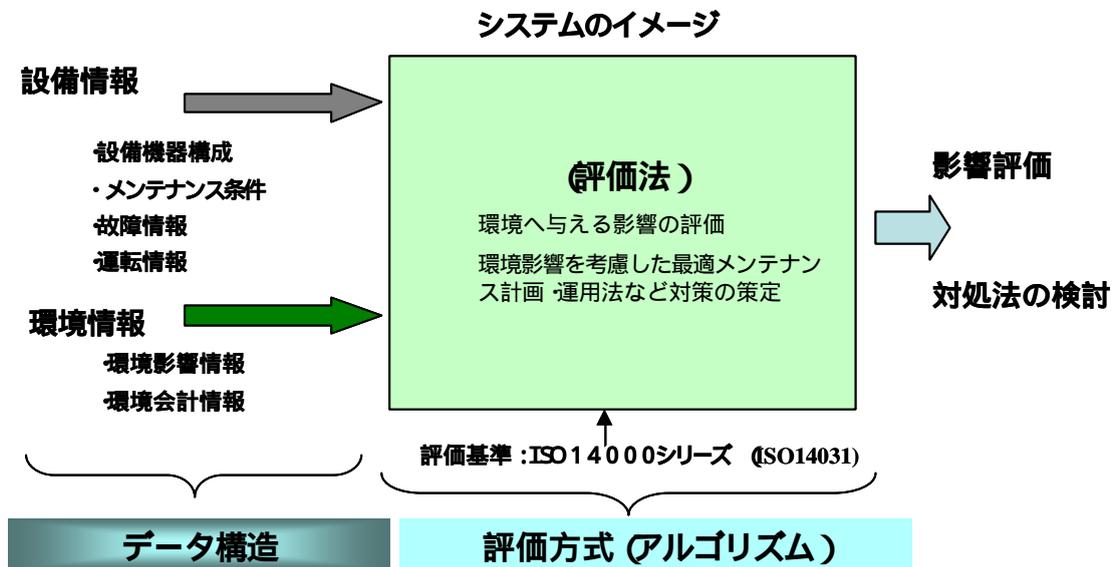


図 2-25 メンテナンスが環境に与える評価法と対処法に関する概念図

この評価ガイドはメンテナンス方針の設定の際に用いて、事業所・工場における設備構成、故障情報、メンテナンス情報などの設備情報、設備運用情報と環境負荷物質の排出などの環境影響情報を総合的に評価するフレームワークを提供する。様々な手法があるが、ここで検討する全体の評価の流れを図 2-26(評価法、対処法のフローの提案)に示す。(参考：他の手法としては、例えば(社)製造科学技術センターの環境効率ポテンシャル評価手法などがある。)

### (1) 評価法と対処法について

メンテナンス不良は生産損失、事故、環境影響など企業活動に様々な影響を引き起こすために、メンテナンスの方針はその事業所・工場の事業方針に基づいて決められる。例えば、ある工場では顧客への信用重視から、品質不良が生じないような設備稼働を実現するためのメンテナンスを最重点で行うが、別の工場では安全最優先の設備稼働を行う場合には、メンテナンスの点検の対象、点検箇所、周期、補修基準などメンテナンス業務の内容は異なる。

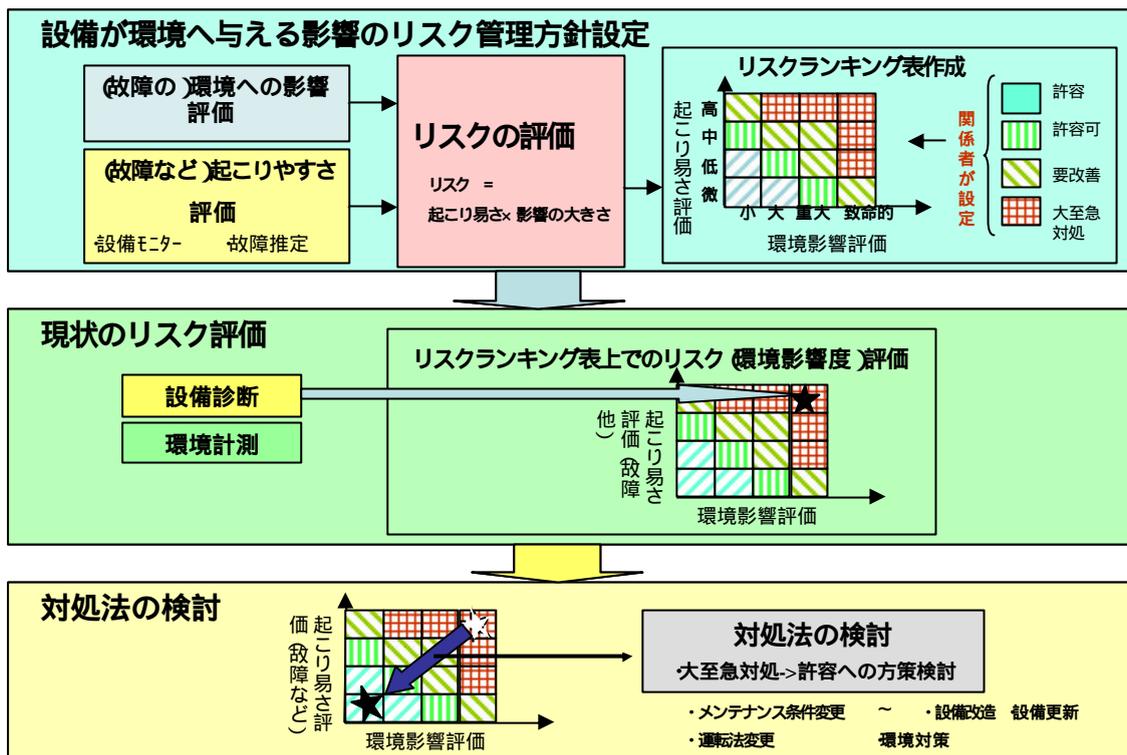


図 2-26 環境へ与える評価法と対処法のフロー

従って、メンテナンスの方式、間隔などメンテナンスの方針を決定する場合には個別の要因を評価するだけでなく、メンテナンスの影響するすべての要素を総合的に評価する必要がある。ここでは、メンテナンスの影響するさまざまな異なる因子を一元的に評価するためにリスクの概念を導入する。すなわち、

$$\text{リスク} = \text{影響の大きさ} \times (\text{故障の})\text{起こりやすさ}$$

このリスク評価式を用いると、環境負荷などの環境要素を、事故、生産機会損失、不良品発生率など異なった概念を同じ評価軸で検討することが可能となる。メンテナンスの効果をリスクの概念を利用して評価すると、メンテナンスに関する重要な効果をリスクという同じ次元で評価が可能となり、工場のメンテナンス方針を総合的観点で決定することができる。

具体的には、

$$\begin{aligned} \text{環境リスク} &= \text{環境影響の大きさ} \times (\text{故障の})\text{起こりやすさ} \\ \text{事故リスク} &= \text{事故影響の大きさ} \times (\text{故障の})\text{起こりやすさ} \\ \text{生産機会損失リスク} &= \text{生産機会影響の大きさ} \times (\text{故障の})\text{起こりやすさ} \\ \text{不良品発生リスク} &= \text{不良品発生の影響の大きさ} \times (\text{故障の})\text{起こりやすさ} \\ &\text{など} \end{aligned}$$

以上のリスクを総合的に評価する場合には、その事業所・工場の経営方針により、どのリスクに対して重点的な取り組みを行うべきかの指針を反映させる必要がある。

この取組みの重要性を(要因)重要度として定義して以上の式に導入すると、

$$\begin{aligned} & \text{(環境要因の)リスク} = \text{(環境要因)重要度} \times \text{環境リスク} \\ & \text{(事故要因の)リスク} = \text{(事故要因)重要度} \times \text{事故リスク} \\ & \text{(生産機会損失要因の)リスク} \\ & = \text{(生産機会損失要因の)重要度} \times \text{生産機会損失リスク} \\ & \text{(不良品発生要因の)リスク} \\ & = \text{(不良品発生要因の)重要度} \times \text{不良品発生リスク} \end{aligned}$$

ただし 0 重要度 1.0

このように、異なる要因のリスクを一元的な評価軸で扱うことが出来る。このリスクを評価することでメンテナンス方針を決定することが出来るが、評価の方法としては、

(評価法 1)総合的にリスクを評価してメンテナンス方針を決定する場合

$$\begin{aligned} \text{リスク} & = \text{(環境要因の)リスク} + \text{(事故要因の)リスク} \\ & + \text{(生産機会損失要因の)リスク} + \text{(不良品発生要因の)リスク} \end{aligned}$$

(評価法 2)最も大きいリスクのみを考慮してメンテナンス方針を決定する場合

$$\begin{aligned} \text{リスク} & = \text{MAX}\{\text{(環境要因の)リスク}, \text{(事故要因の)リスク}, \\ & \text{(生産機会損失要因の)リスク}, \text{(不良品発生要因の)リスク}\} \end{aligned}$$

(評価法 3)最も重要度の高いと思われる要因のリスクのみを考慮してメンテナンス方針を決定する場合

以上の3種類の評価法が考えられるが、どの評価法が最も実態にあったメンテナンス方針を決定できるか具体的に検討する必要があるこれは次年度以降の主要な課題である。

## (2) リスクの評価法について[3][4]

前項で定義したリスクを評価する場合には、関係者がリスクの内容を充分把握して評価する必要がある。すなわち、関係者が集まり、リスクの程度と起きる可能性を評価して、その対処法を事前に検討してメンテナンスの方針を策定する必要がある。

以上のリスクの評価についてAPI581で用いられているリスクランキング表を使えば、リスクとその対処法を関係者でビジュアルに評価、設定することが可能である。まず、図 2-27 で示すように、「故障の起こりやすさ」と「影響の程度(重大さ)」を軸にしたリスクランキング表の上で事前に評価して、リスクの程度と対処法を定義しておく。

「許容不可」: ただちに対策を実施してリスクを回避する必要がある領域

「要計画変更」: メンテナンス法を検討してリスクが緩和されるように対策の実施が可能な領域

「条件付き許容」：現状で運用可能な領域

「許容可能」：現状で運用可能、ただしコスト、作業負荷などのメンテナンス負荷削減の可能性を見直すことが可能な領域

リスクを故障の起こりやすさと故障時の被害の大きさの積として定義する。

$$\text{リスク} = \text{故障の起こりやすさ} \times \text{被害の大きさ}$$

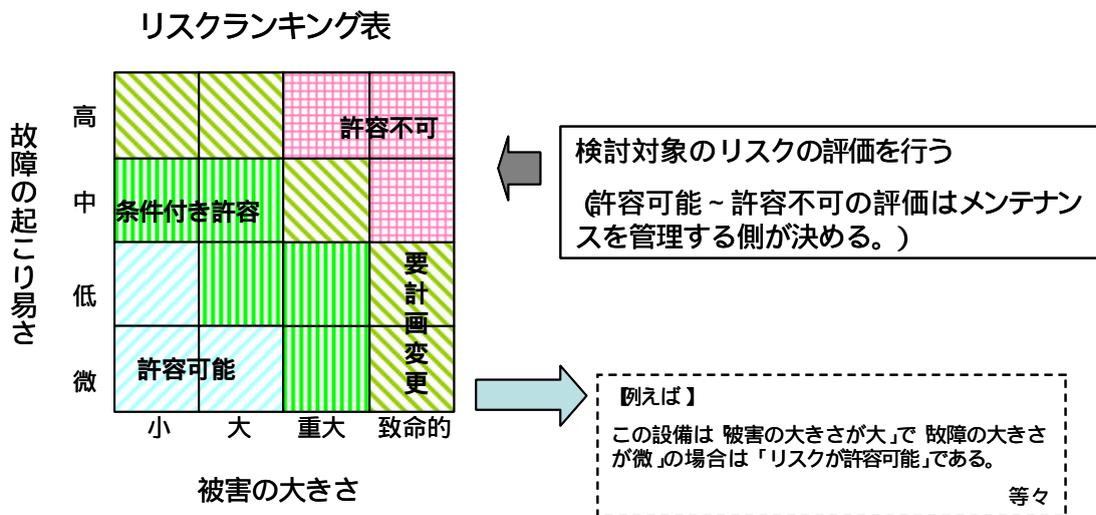


図 2-27 リスクランキング表

(3) 観測されたリスクとその対処法について [3][4]

日常点検や精密診断により、設備の故障の可能性と被害の程度をリスクランキング表上にプロットして、予め決められた対処法に従い、必要な設備改善やメンテナンス方針の見直しを実施する(図 2-28 参照)。現状のリスクと対処法を事前に明確に意識することで、リスクへの適確な対処が迅速に可能となる。

## リスクランキング表上でメンテナンスに対する戦略を立てることが可能となる

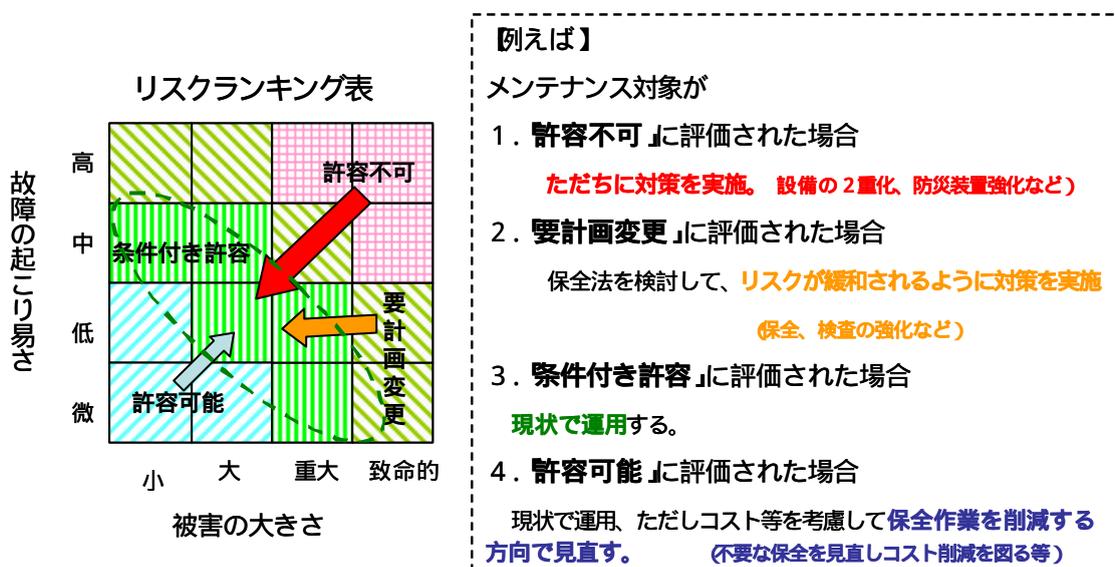


図 2-28 リスクランキング表と対処法

特に、リスク管理は設備改造やメンテナンス法などの現場的対処法だけでなく、保険などの財務による対処法も可能であり、事業所の経営方針とメンテナンス戦略に従った対処が可能である。

リスク管理によるリスク対処法(図 2-29)を以下に示す。

### 1) 制御による対処法

- 回避・除去：危険を避けるために設備、機器、部品の取替えを行う。
- 分散：代替品、予備品の準備などによって損失を小さくする。
- 低減：保全法の改善、運転条件の緩和、被害の低減などを行う。
- 許容：低リスクの設備であるため、現状を受け入れる。

### 2) 財務による対処法

- 移転：リスクによる被害を保険などで補償するなどの対策を行う。
- 保有：リスクの存在を知らずに対処法がない。または損失が大きい場合は設備の運用を停止し、小さい場合はリスクを保有して運転を継続する。

現状のリスクとリスクの対応法を明確に意識することが可能となる

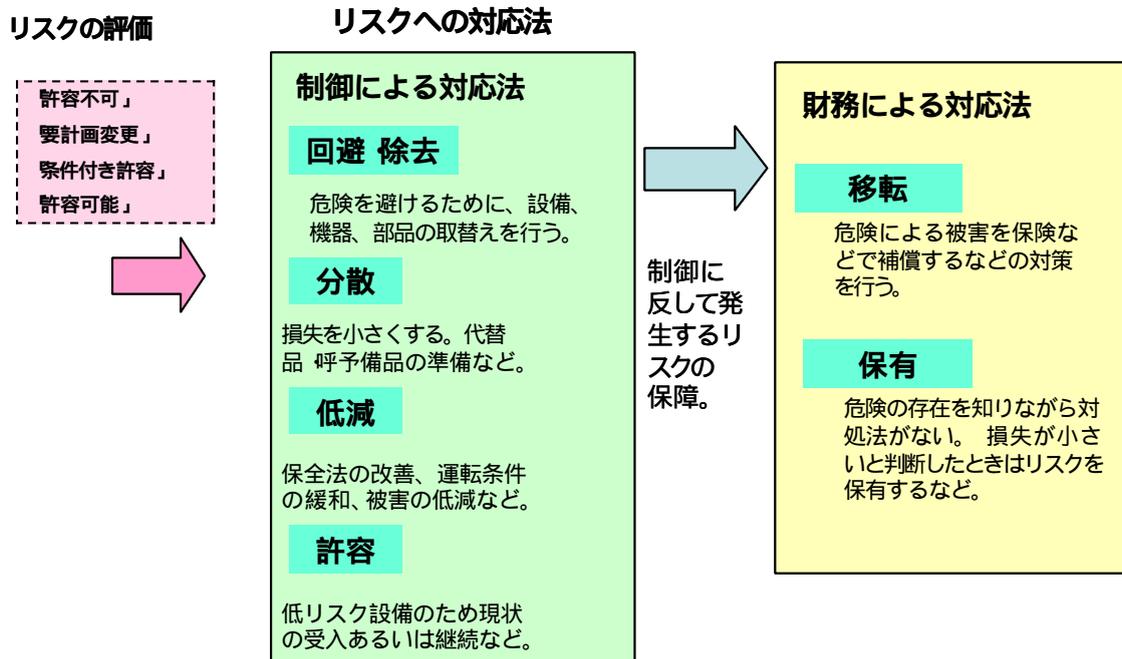


図 2-29 リスク対処法の分類

(4) 環境影響の大きさ(ISO 14031 : 環境パフォーマンス評価)[7][8][9][10]

環境パフォーマンス評価(Environmental Performance Evaluation)は、事業所・工場などの環境パフォーマンスが組織のマネージメントによって定められた基準を満たしているかを判定するための情報を提供し、環境パフォーマンスを改善していくための活動を支援するツールとして位置づけられている。すなわち、組織の活動や、それに伴って生産される製品や提供されるメンテナンスなどの活動が環境に与える影響と結果、実績が評価される(図 2-30 参照)。

特に、ISO 14031は環境マネージメントシステムが確立されていない組織の活動も含めて評価することが可能であり、メンテナンス活動が事業所や工場などの組織の環境パフォーマンスに与える影響を評価することが可能である。

環境パフォーマンス評価では、

- 1) 環境パフォーマンス基準に達するために必要な行動の決定
- 2) 重大な環境側面の特定
- 3) 環境側面に対するマネージメントの向上機会の確保
- 4) 環境パフォーマンスの変化の把握
- 5) 事業の効率と効果の向上
- 6) 戦略的事業活動機会の見極め

を評価できて、メンテナンス活動の環境に与える有効性評価を実施できる。

## 【考え方】

環境パフォーマンス評価法の考え方で環境影響の評価を行う。

ただし、工場設備機器をその主要な対象として考える。

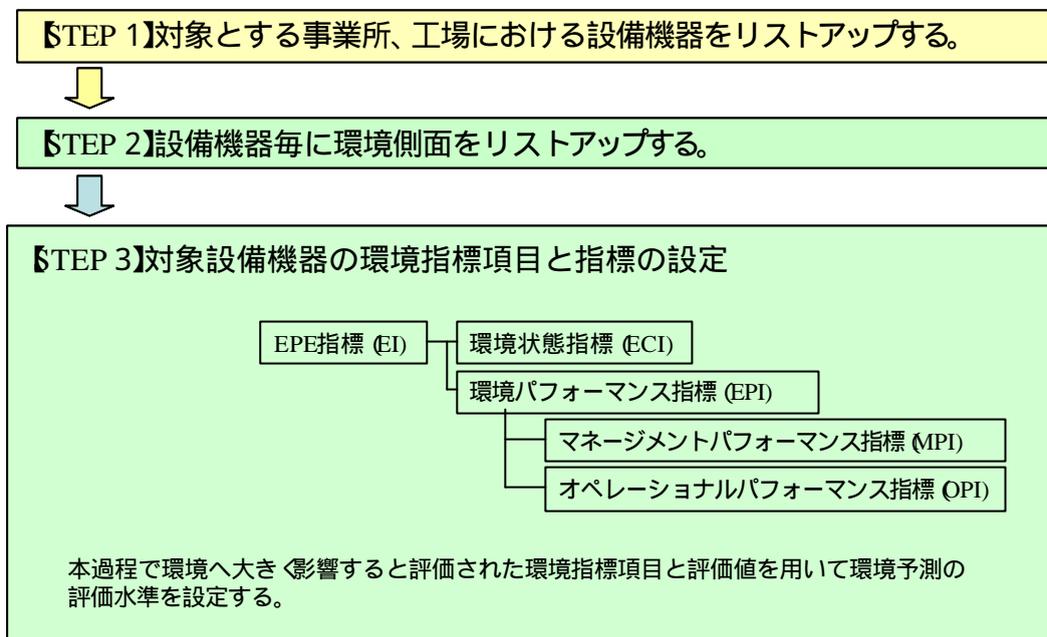


図 2-30 環境影響評価の検討法に関して(ISO 14031 に考え方を参照)

メンテナンスの環境へ与える効果(環境リスク)を評価するために、ISO 14031 に定められている環境パフォーマンス評価法の考え方に従った環境影響評価を用いている。

図 2-31 にメンテナンスの環境パフォーマンス評価のフローを示す。すなわち、

(STEP 1)：最初に対象となる事業所・工場における設備・機器をリストアップする。

(STEP 2)：機器毎に環境側面をリストアップする。

(STEP 3)：対象設備・機器の環境指標項目と指標の設定を行う。

以上のSTEPに従い、メンテナンスの環境へ与える環境パフォーマンス(環境リスクの大きさ)を評価する。

以下に個別の環境パフォーマンス評価STEPのプロセスと指標の設定例をまとめる。

### 1) 境側面の特定 (図 2-31 参照)

ISO 14031 では環境側面を「環境と相互に影響し得る組織の活動、製品、またはサービスの要素」と定めている。

## 環境側面 (Environmental aspect) とは

環境と相互に影響し得る組織の活動、製品、又はサービスの要素。(ISO14031)

### 【環境側面の設定例】

今回は事業所、工場の設備、機械の運用(生産活動)、保全(メンテナンス活動)に着目しているから、対象として考える機械毎に環境側面を挙げていく。

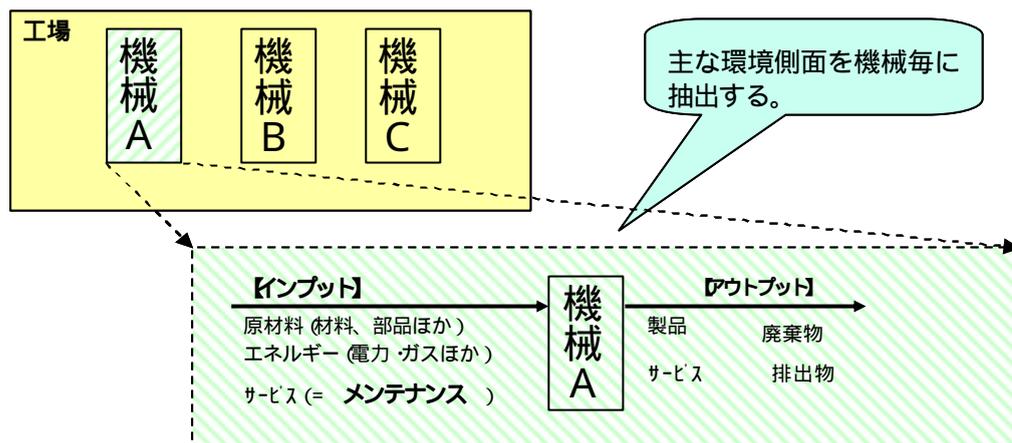


図 2-31 環境側面の特定

ここでは、環境とメンテナンス活動に着目しているから、メンテナンスが影響する事業所・工場の機械の運用(生産活動)に関する環境側面を挙げる。

### 2) 環境状態指数の項目と指数の設定

環境状態指数(ECI: Environmental Condition Indicator)は、環境へ負荷を与えた結果の環境状態を指標化したもので、法律や条令などの規制で定められている各種環境基準値である。

例えば、指標項目としては二酸化窒素、二酸化硫黄、ダイオキシンなどが上げられ、その指標としては、二酸化窒素の大気中濃度あるいは環境基準、二酸化硫黄の大気中濃度あるいは環境基準、ダイオキシンの土壌中環境濃度が挙げられる。

また例えば、メンテナンス不良により設備から法律、条令で規制されている環境基準値を上回る量が環境に排出される場合が挙げられる。図 2-32 に指標項目の設定例を示し、図 2-33 にその導出例を示す。

また、最終的には事業所・工場の関係者の環境方針から環境状態指数項目の基準値を定めて環境リスクを算出する。

## 環境状態指標 (ECI: Environmental Condition Indicator) とは

環境へ負荷を与えた結果の環境状態を指標化したもので、法律や条例などの規制で定められている各種環境基準値 (ISO14031)

### 指標項目の設定例】

<p><b>【法規制】</b></p> <p>4点：環境関連の法規制などが存在し遵守義務があるもの。</p> <p>3点：近い将来、何らかの法規制の対象として遵守義務が生じる恐れのあるもの。</p> <p>2点：業界の自主的な約束事や自社の活動実態などから自主的に管理が必要なもの。</p> <p>1点：法規制の面からは特に管理対象とする必要がないもの</p>
<p><b>【関連性】</b></p> <p>3点：日常的に排出 (使用) しており、事業活動と密接にかかわっているもの。</p> <p>2点：日常的に排出 (使用) しているわけではないが、事業活動とのかかわりがあるもの。</p> <p>1点：事業活動とのかかわりが小さいもの</p>
<p><b>【影響度】</b></p> <p>3：地域・地球環境への影響が大きく問題となっているもの。</p> <p>2：地域・地球環境への影響度の可能性が考えられるもの。</p> <p>1：ほとんど問題になっていないもの。</p>

図 2-32 環境状態指標(ECI)の項目と指標の設定例

### 環境状態指標項目の評価表

項目	判定要素			点数	判定結果	備考
	法規制	関連性	影響度			
大気	二酸化硫黄	1	3	1	5	
	二酸化窒素	3	3	3	9	
	ダイオキシン	2	1	1	4	
廃棄物	廃棄物処理	1	1	1	3	x
	廃棄物埋立	1	1	2	4	
自然	絶滅危機植物	1	1	1	3	x

### 環境状態指標項目基準値

	致命的	重大	大	小
	4	3	2	1
二酸化窒素	法規制を大幅に超えるもの。	法規制をぎりぎりに超えるもの。	法規制を超えないが60%以上	法規制値から問題がない

組織の方針として 6 点以上を対象とする方針。

項目の選択

関係者の環境方針から決める

図 2-33 環境状態指標(ECI)の項目の導出例

### 3) マネージメントパフォーマンス指標

マネージメントパフォーマンス指標(MPI: Management Performance Indicator)は ISO 14031 では「事業所・工場の操業が影響をおよぼす環境パフォーマンスについての情報を提供す

る、環境パフォーマンス指標。」と定義されている。すなわち、メンテナンスの様々な活動計画、行動、チェックの中に、環境パフォーマンスに影響を及ぼすことが考慮されて取り組まれているかを評価することで、メンテナンスにおけるマネージメントパフォーマンス指標が評価できる。図 2-34、図 2-35 にメンテナンスにおけるマネージメントパフォーマンス指標の設定例を示す。

### マネージメントパフォーマンス指標 (MPI: Management Performance Indicator) とは 【指標項目の設定例】

<p><b>【計画】</b></p> <p><b>体制</b> :保全関係組織の環境管理活動の全体調整的な業務の管理体制に関する項目。</p> <p><b>環境方針</b> :保全方針のうち環境にかかわる分野の決定の仕組み、関係者への徹底の仕組みなどに関する項目。</p> <p><b>環境側面</b> :環境に配慮した環境活動を行うに際して、配慮すべき事項を設定する仕組みに関する項目。</p> <p><b>法規制及び遵守事項</b> :環境に配慮した環境管理活動を行うに際して最低必要な条件である環境規制に関する項目。</p> <p><b>目的及び目標</b> :「環境方針 環境側面 法規制及び遵守事項」などに配慮した環境管理活動の目的、目標に関する項目。</p> <p><b>環境計画</b> :保全業務を行う場合の実行業務の策定に関わる、環境に関する基本的な活動の方向性に関する項目。</p> <p><b>投資計画</b> :保全業務実行の際に環境計画の実行のために必要なソフト対策、ハード対策に関わる投資計画に関する項目。</p>
<p><b>【実行】</b></p> <p><b>体制と運営</b> :「人」<u>「金」</u>「技術」のようなソフト的もの、「各種設備」のようなハード的なものを含めた対応の仕組みに関する項目。</p> <p><b>日常管理</b> :環境負荷低減活動、操業管理基準、方針からの乖離状況の是正措置、苦情、地域住民行政などからの指摘事項への対応に関する項目。</p> <p><b>監視 計測</b> :環境方針を具現化させる目的、目標などをチェック 機能保証するための監視 計測に関する項目。</p> <p><b>リスク</b> :保全事業活動の継続、あるいは、環境管理活動の不備に伴うリスクに関する項目。</p> <p><b>緊急事態への対応</b> :日常保全活動における緊急事態に関する項目。</p> <p><b>是正予防措置</b> :本来あるべき状態から乖離した状態にさせないようにするための対応に関する項目。</p> <p><b>従業員教育</b> :保全活動組織の全事業における環境教育に関する項目。</p> <p><b>外部とのコミュニケーション</b> :保全活動組織の事業活動に関わる周辺住民あるいは行政とのコミュニケーションに関する項目。</p> <p><b>社会貢献</b> :組織の事業活動とは本来的には関係の薄い社会貢献に関する項目。</p> <p><b>情報管理</b> :保全活動組織の環境管理活動全般にかかわる情報管理に関する項目</p>

図 2-34 マネージメントパフォーマンス指標の設定方針

<p><b>【チェック】</b></p> <p><b>監査</b> :保全活動に伴う環境管理活動面から監査に関する項目。</p> <p><b>レビュー</b> :保全活動に伴う環境管理活動のレビューに関する項目。</p>
<p><b>【行動】</b></p> <p><b>行動</b> :指摘された項目の改善行動に関する項目</p>

図 2-35 マネージメントパフォーマンス指標(MPI)の設定方針

#### 4) 操業パフォーマンス指標

操業パフォーマンス指標(OPI: Operational Performance Indicator)は、事業所・工場が設備の

メンテナンスが不良な状態で操業した場合に、環境に負荷を与えると考えられる管理すべき項目およびそれらを数値化したものであり、例えばエネルギーとしての LNG、あるいは年間のエネルギー使用量や大気汚染物質の排出量などが考えられる。

また、指標項目としては、窒素酸化物、硫黄酸化物、ダイオキシン類が挙げられ、指標としてはそれらの年間排出量、排出濃度、単位生産量当たりの年間排出量などが挙げられる。

操業パフォーマンス指標項目の設定例および評価表の例を図 2-36、図 2-37 に示す。特に、操業パフォーマンス指標基準値は関係者の環境方針により設定される。

## 操業パフォーマンス指標 (OPI: Operational Performance Indicator) とは

### 【指標項目の設定例】

<p><b>【法規制】</b></p> <p>4点 環境関連の法規制などが存在し遵守義務があるもの。</p> <p>3点 近い将来、何らかの法規制の対象として遵守義務が生じる恐れのあるもの。</p> <p>2点 業界の自主的な約束事や自社の活動実態などから自主的に管理が必要なもの。</p> <p>1点 法規制の面からは特に管理対象とする必要がないもの</p>
<p><b>【緊急度】</b></p> <p>3点 住民や行政などからの要請により早急に対応が必要なもの。</p> <p>2点 特に住民や行政からなどの要請はないが、自社の活動実態などから何らかの対応が必要と考えられるもの。</p> <p>1点 特に対処する必要のないもの。</p>
<p><b>【コスト】</b></p> <p>3点 事業活動に伴うコスト (購入費、対策費など) が企業の負担になっているもの。</p> <p>2点 それなりのウェイトを占めているもの。</p> <p>1点 コスト面からは管理対象とする必要性のないもの。</p>
<p><b>【影響度】</b></p> <p>3点 地域 地球環境への影響が大き く問題となっているもの。</p> <p>2点 地域 地球環境への影響度の可能性が考えられるもの。</p> <p>1点 ほとんど問題になっていないもの。</p>

図 2-36 操業パフォーマンス指標の設定例

## 操業パフォーマンス指標 (OPI)の項目と指標の設定

操業パフォーマンス指標項目の評価表

項目	判定要素				点数	判定結果	備考
	法規制	関連性	コスト	影響度			
大気	窒素酸化物	1	1	1	1	4	
	硫黄酸化物	4	1	1	3	9	
	ダイオキシン	1	1	1	1	4	
製品	リサイクル製品	1	1	1	2	5	

操業パフォーマンス指標基準値				
	致命的	重大	大	小
	4	3	2	1
硫黄酸化物	法規制または社内基準値を大幅に超えるもの。	法規制または社内基準値をぎりぎりに超えるもの	基準値を超えないが60%以上	基準値と比較して問題がない

6点以上を対象

関係者の評価する基準値

図 2-37 操業パフォーマンス指標(OPI)の項目の導出例

### (5) 起こりやすさの評価に関して

環境リスクの評価は、前項で定義した環境影響(環境パフォーマンス)を起こす事象がどの程度起こりやすいかで評価できる。例えば、環境リスクを考える場合は、ディーゼル発電機の吸排気システムが1時間を越える運転期間中に不良になる可能性が高い場合、30分程度の短時間の運転では、窒素酸化物や硫黄酸化物が法律の定める環境基準値を超える可能性は小さい、ところが12時間を越える連続運転を行う場合には故障が起きる可能性は大きくなり、整備不良から生じる燃焼不良により、環境基準を超える窒素酸化物、硫黄酸化物が大量に排出されるおそれがある。すなわち、設備・機器の状態から想定された運転で、環境影響評価に抽出された環境リスクの基準値を超える可能性がどの程度あるか評価することが出来る(図 2-38 参照)。

### 1) 起こりやすさの評価指標値に関して

環境リスクの評価を行うためには、起こりやすさの評価(指標値)を使う。指標値としては、例えば図 2-39のように評価期間内で多分その事象が起こる～起こりそうも無い場合を4レベルに区分して評価することが出来る。特に、これらの評価値は設備・機器が想定する事象を起こす確率を設計値、過去の故障例をもとに評価する。または、複数の構成要素でシステムが構成されている場合には、不具合につながる要素から起こりやすさの評価を行うこともできる。

対象設備機械が環境影響評価の基準値レベルを超える可能性がどの程度あるか評価する。

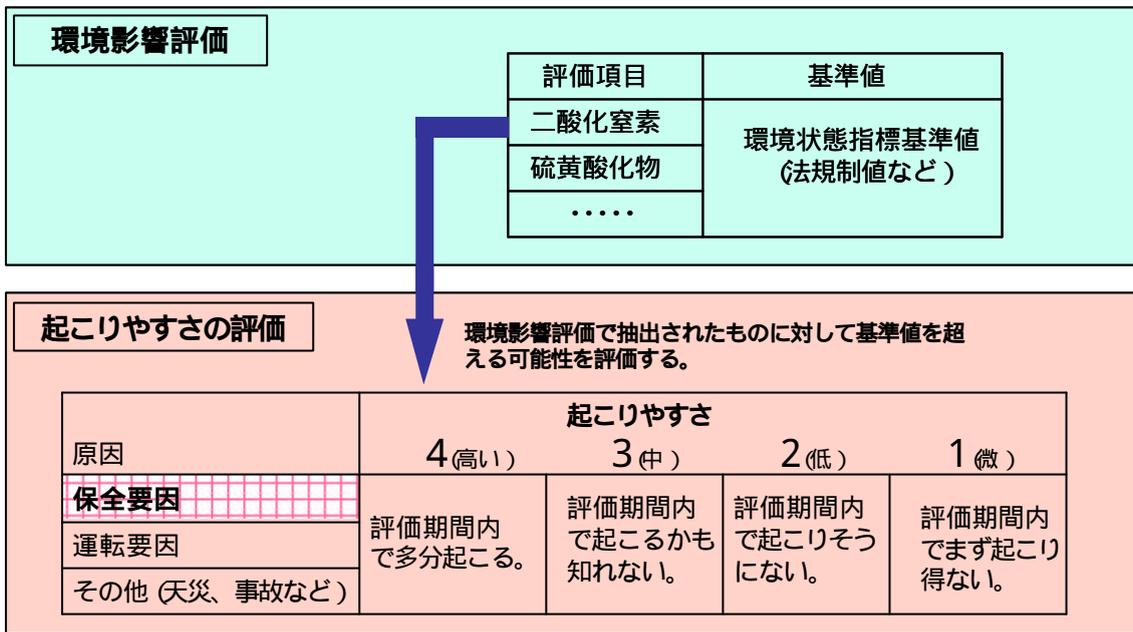


図 2-38 起こりやすさの評価の検討

設備、機器の故障の起こりやすさを、設計値、過去の故障例をもとに評価する。

複数の構成要素でシステムが構成されている場合には、故障につながる要素から故障の起こりやすさを評価する。

故障の発生頻度の評価軸は設備の性格、メンテナンスの考え方から決定する。

評価期間(例えば次のメンテナンスまで)に故障の起こる可能性で「故障の発生頻度 起こりやすさ」の評価とする。

故障の発生頻度 起こりやすさ		定義	確率
	4 (高い)	評価期間内で故障は多分起こる	$10^0$
	3 (中)	評価期間内で故障は起こるかもしれない。	}
	2 (低)	評価期間内で故障は起こりそうもない。	
	1 (微)	評価期間内で故障はまず起こりえない。	$10^{-5}$

図 2-39 故障の起こりやすさの評価例

## 2) 起こりやすさの評価法の例

通常の設備・機器は、正常な運転状態では、環境に悪い影響を与えると評価される排出物が法令で定められた基準値を超えて排出されることが無いように設計されている。すなわち、多くの環境リスクを評価する場合には、設備・機器が故障、事故などの原因で不具合になることを考慮する必要がある。

不具合の起こりやすさの評価法は、保全技術による故障事故の可能性の評価を参考に出来る。豊田利夫著「予知保全の進め方」を参考に評価法の例を以下に示す[11]。

### ) 経験と感覚に基づく評価法の例

回転機械の振動許容曲線として T. C. Rathbone の回転機械の振動許容曲線がある。故障が発生する可能性は振動計測から判断できて、

非常に良い / 良い / 許せる / 少し悪い / 対策が必要 / すぐ対策が必要、などの 6 段階の判断を行う指標が示されている。

### ) 規格や標準類を利用する評価法の例

Rathbone, Yates の判定基準および VDI2056 マシンチェッカの判定基準には、振動計測から回転機械の保全指標として、良好 / 許容 / 耐える / 不可 の 4 レベルの判断指標が示されている。

JIS B8331 クランク式往復ポンプの判定基準には、優 / 良 / 許容 / 不許容の 4 レベルの判定指標が示されている。

### ) 現場のデータから統計的に評価する例

振動データや絶縁値など特徴量の観測値の正常分布、異常分布などの波形分布から故障確率を求める。

### ) 理論的評価法の例

材料の物性値と設計情報、および物理量などから理論的に故障の可能性を導出する。

## (6) 対処法について

評価の対象となる工場の設備機械を点検した結果、故障の起こりやすさは前項((5)項)の評価法のいずれかから導出することができる。また、リスクに関してもその対象機器のリスクは、環境影響リスクに関しては(4)項の考え方から導くことが出来る。また、事前にその事業所の方針をもとに関係者により決定されていて、たとえば図 2-40 のように設定される。そこで、点検診断の結果を対象設備のリスクランキング表上にプロットしてやれば、その事業所・工場の運営方針にもとづく体系的なメンテナンス管理を行うことが出来る(図 2-40 参照)。

設備診断の結果をリスクランキング表上にプロットして効果的対処法の検討を行う。

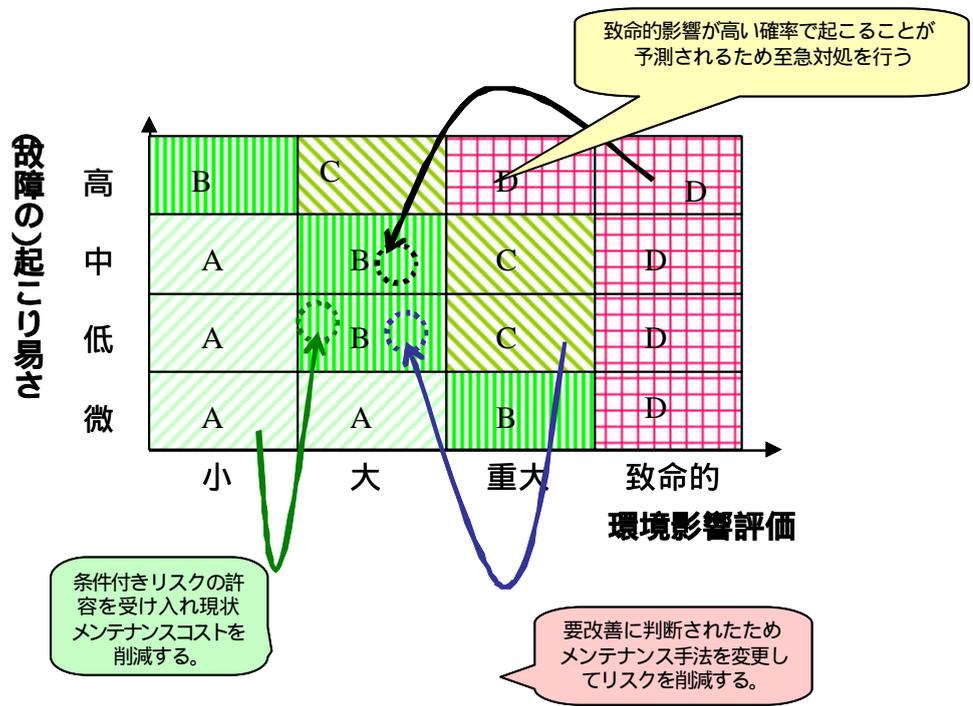


図 2-40 診断結果の評価と対処法

### 2.3.4 環境情報を考慮した製品情報モデル

以上で設備機器のメンテナンスと環境影響情報を評価するための方法論に関して検討してきた。評価のために必要な情報についての詳細な検討は次年度以降の活動の課題とするが、環境情報を考慮した製品情報モデルに必要な情報として、事業所・工場の設備機器と、その故障、メンテナンス手法などのメンテナンスに関する情報、およびその設備機器が環境に及ぼす影響に関する情報を用いて、事業所・工場のメンテナンス方針を検討する際に環境影響も併せて評価する必要がある。

この情報モデルを検討するにあたっては、効率的な開発を行うために ISO TC184/SC4 で開発が進められている ISO 10303-239 (Product Life Cycle Support Model) のなかに必要な情報要素を織り込むことを前提に検討を進めていく方針である。

図 2-41 に環境情報を考慮した製品情報モデルの概念図を示す。

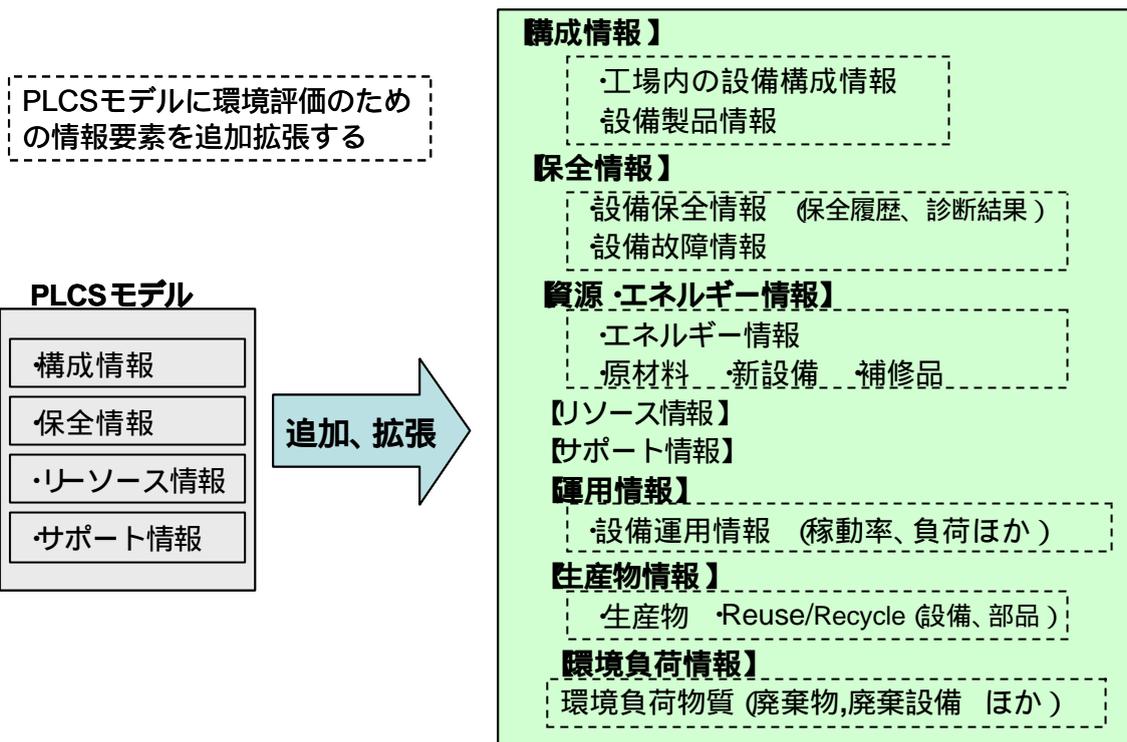


図 2-41 環境パフォーマンス評価情報モデル

### 2.3.5 環境情報の活用に関して

本委員会の活動目標は、従来のメンテナンス活動が生産効率、製品品質などの設備生産性を中心に行われていたことに加えて、さらに環境面を考慮して実施するための評価基準(ガイドライン)づくりにある。すなわち、環境リスクを考慮した総合リスクを評価して、リスク回避の方向にメンテナンス活動を行うガイドを検討することである。特に環境問題は、図 2-42 のように持続的改善が必要であり、常に事業所・工場の設備・機器の運転計画、保全計画をその事業所の方針に照らし合わせて評価して対処法を検討することが必要であり、プロセスメンテナンスの計画(Plan)と対処法の実施(Do)、見直し(Check)、改善(Action)を持続的に実施することにより、最適な設備機器の運用が実現する。

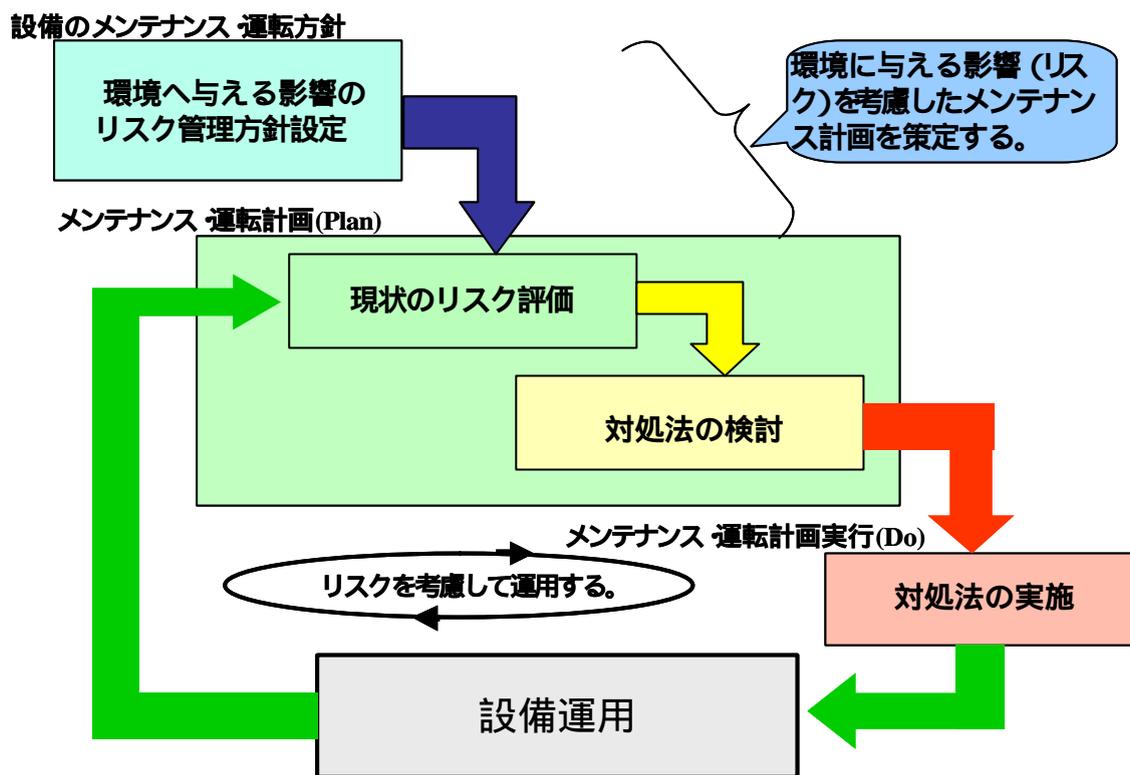


図 2-42 環境へ与える評価法と対処法のフロー

### 2.3.6 まとめと次年度以降への残された課題

今年度の委員会活動での成果は、

- 設備機械のメンテナンスと環境問題の相関を明らかにするため、具体例の調査を行った。
- 環境問題を考慮したメンテナンス方針が策定できるように、様々な手法、評価法の調査と評価ガイドラインの検討を実施した。
- メンテナンスに関係する生産効率、製品品質などを考慮して評価が出来るように、リスク管理の概念を検討して評価ガイドラインのフレームワークの検討をした。
- 環境パフォーマンスを環境マネジメントシステム(EMS)が導入されている事業所以外にも広く適用できるように、ISO 14031 環境パフォーマンス評価を使うことを検討した。
- 設備故障の可能性の評価法を調査した。
- リスク評価のために RBM/RBI で導入されているリスクランキング表を使用することを例示して、そこでの評価法、リスク対処法の検討を行うことで、ビジュアルにリスクの認識と対処法の検討が行えることを示した。
- 評価ガイドラインの活用法に関するメンテナンスのPDCAサイクルの重要性を検討した。

以上のように、本年度の活動成果では評価ガイドラインの骨格作りの整理が出来た。更に、次年度以降は、本年度の検討成果を基に以下の検討を進めて行く必要がある。

- 課題1：具体的事例による評価法の有効性の検討と修正
- 課題2：必要な情報要素の抽出と情報モデルの設計
- 課題3：ISO TC184/SC4でのISO 10303-239の開発状況の調査と本委員会の成果の反映

[参考文献]

- [1] 平成 12 年度調査研究報告書 インバースマニュファクチャリング経済社会システム適用調査、財団法人 製造科学技術センター、平成 13 年 3 月
- [2] 1999 年度メンテナンス実態調査報告書、社団法人 日本プラントメンテナンス協会、2000 年 3 月
- [3] リスクベースメンテナンス(RBM)の適用と実例、(株)ジャシックインターナショナル、2003 年 5 月
- [4] 木原重光，富士彰夫：RBI/RBM入門 リスク評価によるメンテナンス、社団法人 日本プラントメンテナンス協会、2002 年 11 月
- [5] 吉澤正：ISO14001 入門 環境マネジメントシステムとその実際、財団法人 日本規格協会、1997 年 4 月
- [6] 小沼稔：実践経営のための ISO14000 s、工学図書株式会社、2001 年 9 月
- [7] 水野建樹，横山宏：ISO 1431/JIS Q 1431 環境パフォーマンス評価 - ガイドライン -、社団法人 日本規格協会、2000 年 4 月
- [8] 環境マネジメント - 環境パフォーマンス評価 - 指針 JIS Q14031、財団法人 日本規格協会、2000 年 10 月
- [9] 河野正男，(社)日本機械工業連合会：ISO1031 対応環境パフォーマンス評価チェックリスト、日刊工業新聞社、1999 年 8 月
- [10] 土木学会地球環境委員会 LCA 評価・環境パフォーマンス評価研究小委員会：ISO1430-40 の規格化による建設業の環境パフォーマンス評価とライフサイクルアセスメント、鹿島出版会、2000 年 10 月
- [11] 豊田利夫：予知保全(CBM)の進め方、社団法人 日本プラントメンテナンス協会、2002 年 1 月

### 3. ISO の PLCS 規格開発のフォローと日本の産業界のニーズとの関連

#### 3.1 ISO における製品ライフサイクル支援モデルの規格開発

##### 3.1.1 ISO 10303-239 (AP239 : Product life cycle support) の概要

ISO/TC 184 (Industrial Automation Systems and Integration)/SC 4 (Industrial Data)では、長期間にわたって使用され、構造とサポートが複雑な製品システムの運用段階を支援する情報モデルの標準規格案である、ISO 10303-239 (Product life cycle support : PLCS 規格、通称 STEP AP239) を開発している。現在はまだ Working Draft (WD)の段階であるが、その仕様書[1]の "Introduction"の部分を紹介する。この規格が International Standard (IS)になったときには、その仕様書(英文)が正である。

-----  
(引用開始)  
-----

#### **ISO 10303-239 (AP239 : Product life cycle support) の概要**

ISO 10303 シリーズの規格は、製品情報をコンピュータ処理可能な形式で表現し、製品データの交換を行うための国際標準である。その目的は、ライフサイクル全体にわたって製品について記述することができる中立的なメカニズムを提供することである。このメカニズムは、中立的なファイル交換に適しているだけでなく、製品データベースを実装して共有するための基準として、またデータ保管の基準としても適している。

ISO 10303-239 は、ISO 10303 シリーズの中の 200 番台(アプリケーションプロトコルシリーズ)の一つである。ISO 10303-239 は、製品ライフサイクルサポート(Product Life Cycle Support : PLCS)を表現するためのアプリケーションプロトコル(AP : 応用規格)である。これは、サポートを必要とする一組の製品と、それらを運用可能な状態に維持するために必要な仕事を、包括的に記述する能力を提供することによって、製品サポート情報を交換し、統合するための産業界の必要性を満たすものである。

ISO 10303-239 は、サポートが必要な一組の製品、およびそれらを運用可能な状態に維持するのに必要な作業を記述するための包括的な能力を提供する。また、以下の項目の履歴を記録して集める能力を提供する。

- 実施された作業と使用されたリソース
- 製品の使用方法
- 製品の場所、状態および特性
- リソースの場所、状態および特性

この規格は、製品寿命の全体にわたって必要なサポート活動を指定して管理するための、製品とサポート情報の確実なセット(Assured Product and Support Information : APSI)を生成して管理することを可能にする。これには、サポートを提供するために必要なリソースの記述も含ま

れている。この情報は、製品の全ライフサイクルにわたって、変化してゆく製品に追隨して、製品をサポートするために必要な情報を保持するために、構成変更管理に従うものと想定される。

また、サポートを行うために要求され、提供されて利用されるリソースを記述する能力と、製品の使用履歴、状態履歴および作業履歴を記録する能力が提供される。PLCS のビジョンを図 3-1 に示す。

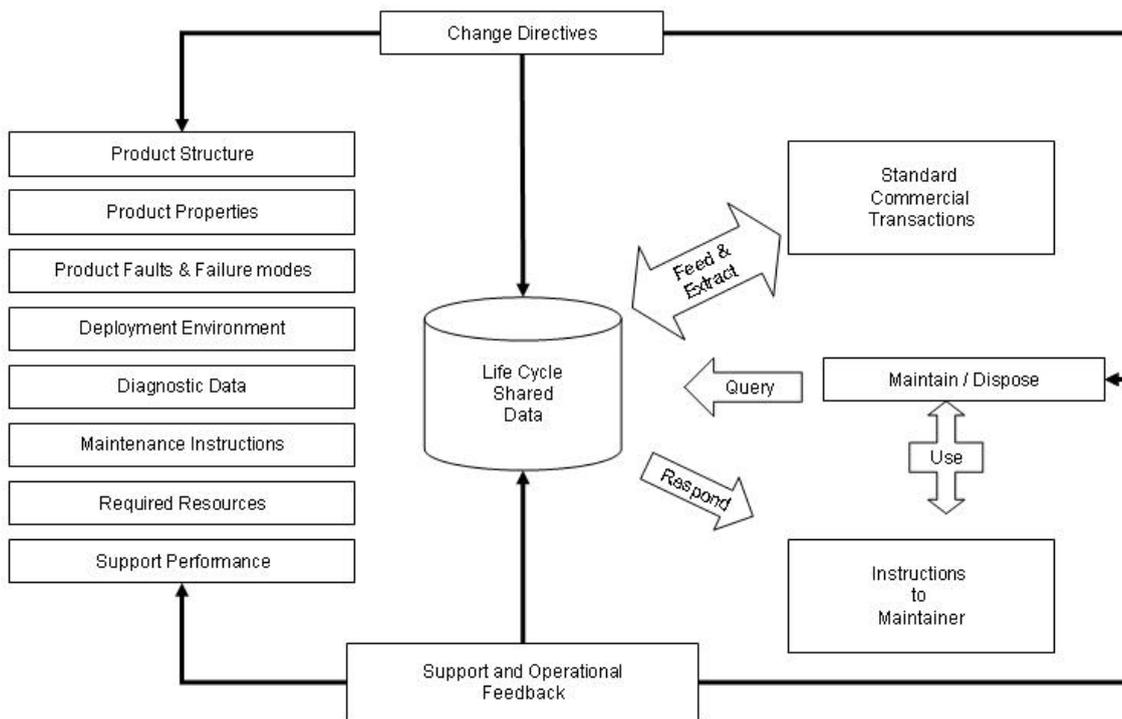


図 3-1 PLCS のビジョン

このビジョンは、ライフサイクルサポートのために必要な関連情報が、いかに統合された形で管理できるかを示している。このライフサイクルデータには二つの構成要素がある。

- 製品とそのサポートを定義し、構成変更管理を受けるAPSI
- 製品、アクティビティ、およびリソースの履歴のフィードバックを含む関連情報(関連情報は時間がたつと更新されるかまたは修正されるが、構成変更管理は受けない)

関連するアプリケーションによって、メンテナンス作業員や他のサポートスタッフが、必要に応じてこのライフサイクルデータを問い合わせることができる。そのような問い合わせへの回答には、個別の製品、場所、およびアクティビティに合わせたタスク指示を含むことができる。必要ならば、ISO 10303-239は質疑応答のコピーを保管することもできる。質疑応答から構成されたデータは、とくにメンテナンス活動を完了させるために必要なフィードバックレポートの大部分の内容を定義するために利用できる。

APSI は、また作業計画アプリケーションによって使用できる。これには、特定の場所で、ある特定の期間に、計画された活動を支援するために必要なリソースの一覧を作成することが含まれる。そのような計画から得られる構造化された情報は、エンタプライズリソースプランニング (ERP) システムまたは同様のシステムの中で、サプライチェーンを運営するために使用される取引メッセージの内容を定義するために使用できる。サプライチェーンの取引からの情報は、現在のリソースの場所などのライフサイクルデータの局面を更新するために引き出せる。

ISO 10303-239 はライフサイクルサポートに使用されるソフトウェアアプリケーションの間の標準化されたインタフェイスを開発するのに使用できる。これらには、次のものが含まれる。

- 異なるアプリケーションソフトウェアを使用する同様の能力を有する二つのシステム間の1対1のインタフェイス。
- 異なる能力を有するが、いくつかの共通のデータを有するシステム間の1対1のインタフェイス
- 主要な資産をサポートする多くの異なるシステムにまたがって、PLCSのビジョンを実現するために必要な統合された一連のインタフェイス

ISO 10303-239 は、航空機、船、または兵器システム(それらは、製品の設計として、または実現された製品として存在する)のような主要なエンジニアリング資産に関連したデータを表現するために開発された。しかし、それはポンプやアンプのようなもっと単純な製品にも適用することができる。ISO 10303-239 が目標とする産業は図 3-2 の陰を付けた領域で示されるが、これには、寿命が長くて、サポート要件を必要とする、複雑な製品という特徴がある。

製品の複雑度	高	ミサイル 衛星 (法令)	ビジネス航空機 特別な産業機器 通信機器 航空機エンジン 航空電子装置	軍用船舶 商用船舶 軍用航空機 商用航空機 潜水艦 電力プラント オイル生産リグ
	中	コンピュータ レジャー車両 無線機器/レーダ	自動車 トランスミッション 特別な工作機械 農業機械 エンジン	電力用タービン 鉱山機器 トラック 着陸装置 エレベータ プロセスプラント 陸軍車両
	低	家事用器具 家電機器 自転車 排気システム	ボート 芝刈り機 鉄道車両 変圧器	ポンプ バルブ フィルタ ブレーキ
		低	中	高
		サポートの複雑度		

図 3-2 市場の細分化

製品サポート情報を組織化するためにISO 10303-239を使用することによる利点は、製品やサポート準備がより頻繁な変更を受けられるという結果をもたらす。

図 3-3 は、ISO 10303-239 における主要な情報概念を説明している。

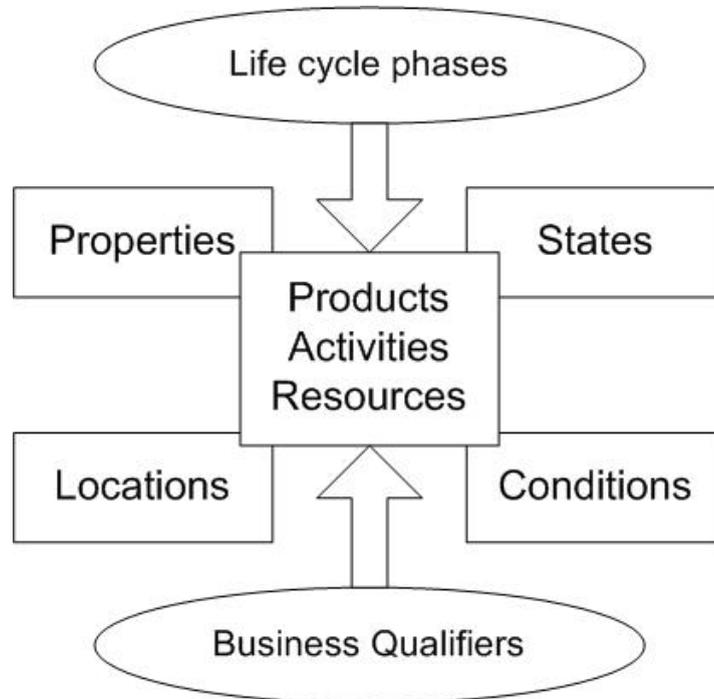


図 3-3 PLCS の概念

ISO 10303-239 の中心となる三つの概念は、製品とアクティビティとリソースである。これらのそれぞれは、特性や状態や場所に関連づけられる。これらの概念の間には条件が適用される。ISO 10303-239 に含まれる多くのエンティティと属性と関係は、また次のことを適用することによって限定される。

- 参照データとして外部のクラスライブラリに格納されたクラス定義を使用するオプションを含めた分類
- 誰が特定の値を、どのような環境下で定義したのかに関する情報を保有することができるような特徴付け
- 情報が値や関係を記録できるような正当性(正当性は、それ自身が分類されたり特徴付けられたりする)。

ISO 10303-239 のモジュール階層の最上位部分を図 3-4 に示す。

注：図 3-4 には主要なモジュールだけが示されており、図の複雑さを減らすために残りは除外した。

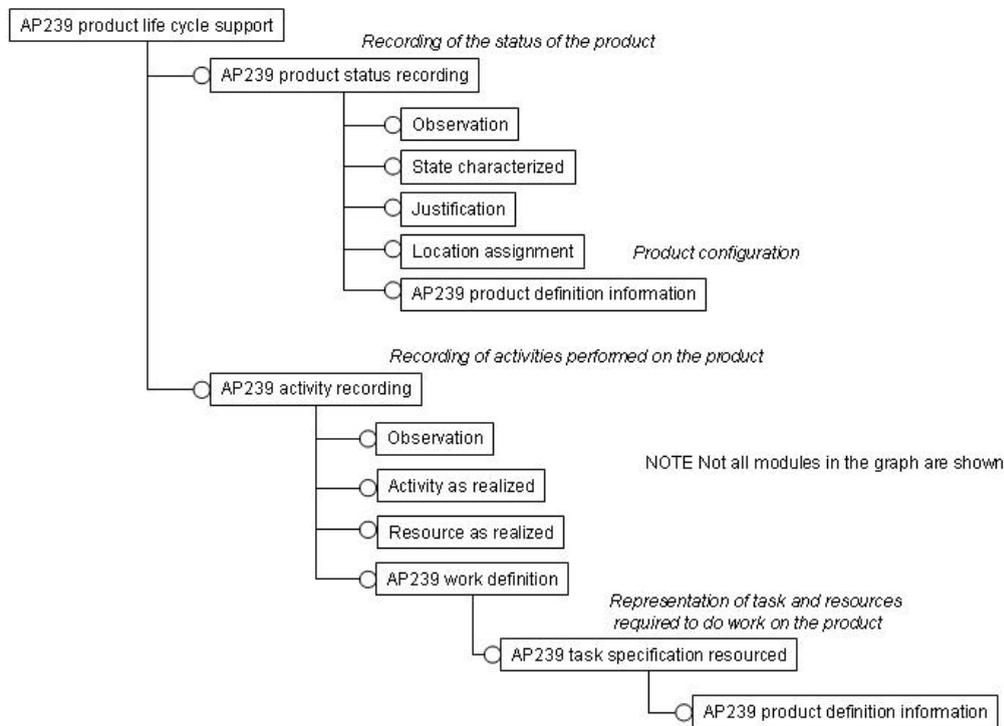


図 3-4 モジュール階層の抽出

このモジュールの能力は、多くの AP239 関連モジュールの能力を一つにまとめたものである。とくに次のものを挙げる。

- AP239 product life cycle support (ISO 10303-439);
- Ap239 product status recording (ISO 10303-1304)
- Ap239 product definition information (ISO 10303-1292)
- Ap239 activity recording (ISO 10303-1287)
- Ap239 work definition (10303-1307)
- Ap239 task specification resourced (ISO 10303-1306)

ISO 10303-239 は ISO 10303 アプリケーションモジュールを使用して構成されている。従って、同じモジュールを使用する他のアプリケーションプロトコルと整合性がとれている。ISO 10303-239 は、製品データ管理情報に関して、アプリケーションプロトコル ISO 10303-203、ISO 10303-214 および ISO 10303-232 の間での整合性を達成するために開発されたアプリケーションモジュール(PDM モジュール)を使用している。

共通のモジュールを通して、ISO 10303-239 は以下の領域で整合性がとれている。

- ISO 10303-214の適合性クラス6の領域
- ISO 10303-203第2版の、組立構造、特性、および、日付と/時間、承認、個人と組織のような

特性概念の表現

- ISO 10303-221、ISO 10303-236およびISO 15926の、分類のアプローチと参照データの使用

ISO 10303-239の要件管理能力は、NWIのISO 10303-233としてシステムエンジニアリングの新しいアプリケーションプロトコルを開発しているプロジェクトと共同で開発された。達成された整合性の正確な内容は、共通モジュールの適用範囲の記述から判断できる。

Copyright ISO 2003 – All rights reserved

----- (引用終了) -----

### 3.1.2 AP239の適用領域

同じ仕様書[1]のScopeは次のようになっている。

----- (引用開始) -----

#### **ISO 10303-239 (AP239 : Product life cycle support) の適用範囲**

以下は、この規格の適用範囲内である。

##### (1) 製品組立品

- 部品とそれに割り当てられるバージョン、定義、および日付などの管理情報の表現
- 部品とバージョンに対する識別子と別名識別子の割り当ての表現
- 部品のバージョンを特徴づける考え方の表現
- 製品とそれが属する製品カテゴリを識別するデータの表現
- 製品のバージョン間の関係の表現
- 製品バージョンの定義の間の、状況に依存する関係の表現
- 製品についてのビューの間の親子関係としての、組立品の構成の表現
- 構成要素の形状表現の合成としての、組立品の形状表現
- 部品または組立品への特性値の関連付け
- 部品または組立品への文書の関連付け

##### (2) ライフサイクル全体にわたる製品

- 部品の組立品の中の構成部品が取り付けられる位置の確認
- 組立品の中の確認された位置に取り付けられる部品の確認
- ある型の製品またはその個々の製品の分解方法の確認と表現
- ある製品を他の製品と取り替えることの表現
- 部品定義情報に適用される文書およびそれに関連する情報の表現と分類
- 物体の特性、その値とタイプ、および分類の表現
- 現存しているか、または将来作られる可能性のある人工物の確認を記録する情報の表現
- - この人工物は、観察によるか、または観察から引き出される情報からしかその特性を知る

ことができない実際の製品である。

- 製品間のインタフェースの表現
- 実現された実際の製品間の現在のインタフェースの、ライフサイクルフェイズの表現で、さらに、計画した製品間の計画したインタフェースをも含む
- 要件とそれが割り当てられる項目との間の関係、および要件とその元になる項目との間の関係の表現
- 要件とそのバージョンを確認する情報の表現
- 要件のバージョンを特徴づける考え方の表現
- 要件の考え方の定義間関係として表現される、要件間関係の表現
- 状態のタイプの表現
- 観察された状態の表現
- 特定の製品概念のための製品構成の確認
- 製品構成に適用される有効性の制約の仕様

### (3) アクティビティの仕様と計画

- テキストで表現される一連の指示としてのタスクの仕様
- 構造化された指示のセットとしてのタスクの仕様
- タスクまたはタスク内のある段階に対する前提条件と事後条件との関連付け
- タスクの仕様と特性との関連付け
- タスクが割り当てられる製品の確認
- タスクが実行される条件の仕様
- タスクによって必要とされるリソースの確認
- リソース項目となる製品または製品分類の確認
- 組織内の地位の表現
- 資格と経験を有する人材のタイプの表現
- リソースが存在するかまたはアクティビティが発生する場所の確認
- 場所とタスクまたはリソースとの関連付け
- 日付、時間、人材、承認およびその他の管理データと、タスクの仕様との関連付け
- 正当性および実現性と、製品へのタスクの割り当て、またはタスクへのリソースの割り当てとの関連付け
- 計画とスケジュールを把握する能力
- 作業要請と作業指示を通しての仕事の管理

### (4) アクティビティの履歴

- 製品の使用方法を記録すること（ここでは使用方法がアクティビティとして取り扱われる）
- 製品に対して実施されるアクティビティを記録すること
- 製品の使用中のリソース使用を記録すること
- 製品に対して実施されるアクティビティのリソース使用を記録すること
- 製品またはそのサポートソリューションに対する観察を記録すること

- アクティビティの記録と、それが発生する基になった作業指示、作業要請および作業定義との間の関係

(5) 製品の履歴

- アクティビティとして、個別の状態の割り当てと条件の評価を記録すること
- 正当化されたものとして個別の状態の割り当てを記録すること
- 個別の状態をもつことが可能な製品データの性質または履歴
- 状態をもつことが可能な製品データの性質または履歴
- 製品データの存在場所
- 製品データの観察
- 二つの製品定義間の状況に依存する関係の状態を記録すること

以下は、この規格の適用範囲外である。

- 製品のサポートに必要なリソースを発注、供給または輸送するための業務取引の表現

Copyright ISO 2003 - All rights reserved

----- (引用終了) -----

参考文献

- [1] ISO TC184/SC4/WG3 N1361: ISO 10303-239: Product data representation and exchange: Application protocol: Product life cycle support, 2004-02-06

### 3.2 ISOにおける環境データ処理の標準モデルの規格開発

ISO TC 184/SC 4では、10303-235 (STEP AP235 : Materials information for the design and verification of products)という規格を開発しているが、その用途としては次の二つが考えられている。

- 製品の設計段階における材料に関する測定・評価手順の標準化
- 生産活動の副生成物である環境影響物質の測定・評価手順の標準化

この開発プロジェクトが作成した資料から、その情報処理手順のモデルの概要と、適用事例を紹介する。

#### 3.2.1 AP235 の情報処理手順のモデル

図 3-5 は、AP235 の Working Draft[1]にある情報処理手順のモデルで、  
は物質の流れを、  
は情報の流れを示す。

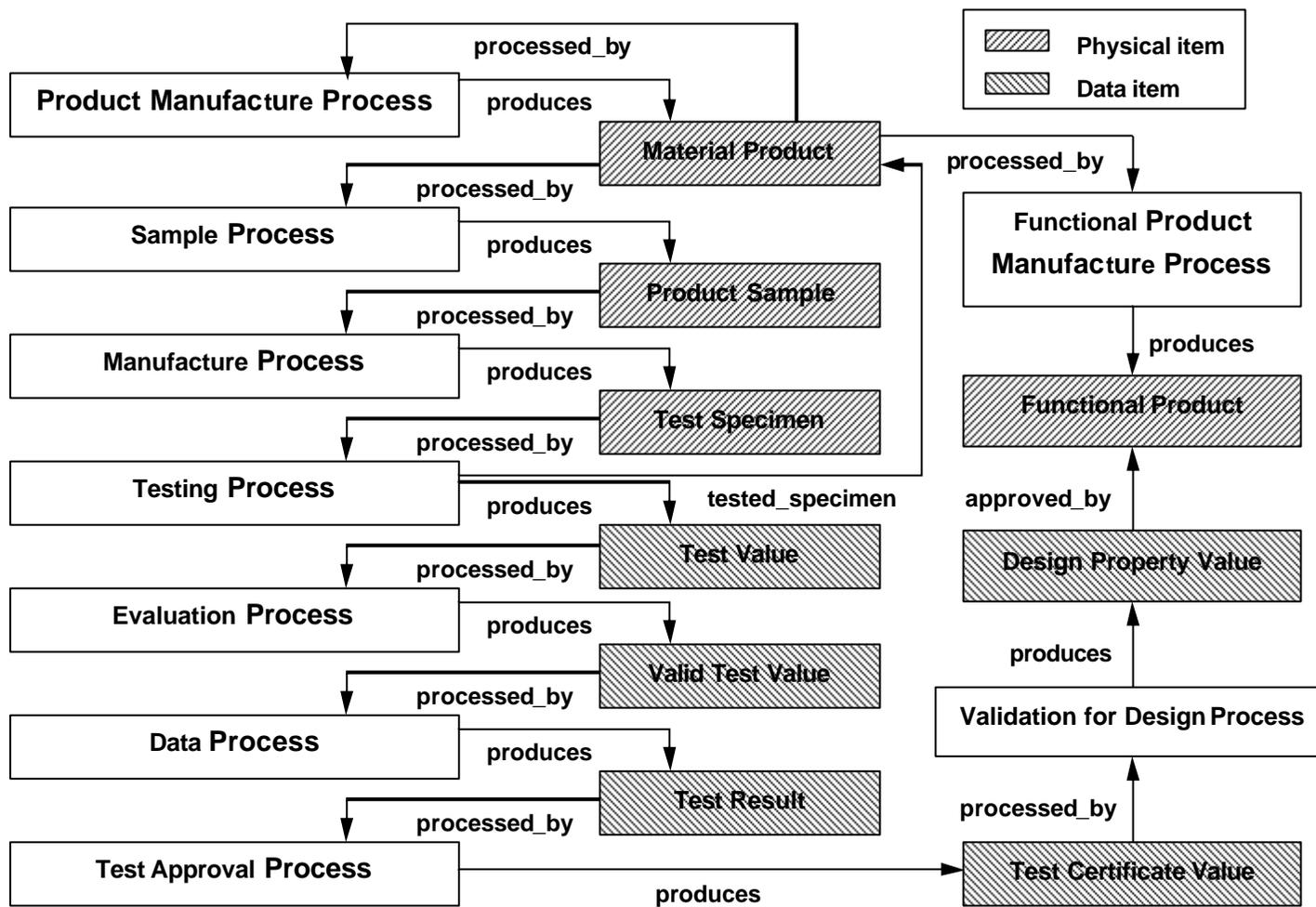


図 3-5 10303-235 (AP235)の情報処理手順のモデル

### 3.2.2 環境関連データのための ISO 10303-235 (AP235)の潜在的な利用例

以下に、AP235を開発しているチームのリーダーである、Dr. Anna Moreno (ENEA、イタリア)の報告書[2]からの抜粋として、環境関連データのための AP235 の潜在的な利用に関する議論の一部を要約している。

------(引用開始)-----

図 3-5 は、環境上の測定のために必要とされる行動について記述するために使用することができる。ここでは、この図の中の各要素に沿って、二つの事例を説明する。

#### (1) 洗浄システムから排出される水に含まれている汚染物質の検査の例

“**product manufacture process**” (製品製造プロセス) は、汚染された水を生成する。

“**material product**” (物質・製品) は、汚染された水である。

“**sample process**” (サンプルプロセス) は、汚染された水からサンプルを抽出する手順である。

“**product sample**” (製品サンプル) は、サンプルプロセスの手順に適合したサンプルである。

“**manufactured sample**” (作成サンプル) は、ろ過されたサンプル、またはサンプルの水分を蒸発させた後の固体残滓のようなものである。

“**testing process**” (検査プロセス) は、一つの要素のための溶質の分析で、さらに他の要素の分析を行うために、溶質をサンプルプロセスに戻すかもしれない。

“**test value**” (検査値) は水の中のヒ素の量のようなものである。

“**evaluation process**” (評価プロセス) は、検査で使用された手順の正確さを考慮するようなことである。

“**valid test value**” (有効な検査値) は、確立された検査規則に適合するものである。

“**data process**” (データ処理) は、一組の値の平均値の計算のようなものである。

“**test result**” (検査結果) は、データ処理の結果である。

“**test approval process**” (検査承認プロセス) は、一連のプロセスのつながりを確認して、値を承認する手順である。

“**certificate**” (証明書) は、汚染された水を川に流すことを可能にするために、認可組織によって発行された文書である。

“**validation for design process**” (設計プロセスの妥当性確認) は、洗浄システムの承認である。

“**design property value**” (設計特性値) は、ある製造工程に対する制約のようなものである。汚染された水は主要製品ではなくて副産物なので、最後の二つの項目 (“**functional product**” と “**functional product manufacture process**”) はこの例には適用できないかも知れない。

#### (2) 複合製品の強度特性に関する例

製品の最終選択がライフサイクルアセスメント(LCA)によって影響を受けることが分かる:

“**sample process**” (サンプルプロセス) は、製品の本体からサンプルを選ぶ手順である。

“**product sample**” (製品サンプル) は、サンプルプロセスの手順に適合したサンプルである。

“**manufactured sample**” (作成サンプル) は、引っ張り検査を実行するために、本体から取り出されて、特定の形に切断されたサンプルである。

“**testing process**” (検査プロセス) は、適切な形の一つ以上のサンプルに用いられるプロセスである。

“**test value**” (検査値) は、引っ張り強度である。

“**evaluation process**” (評価プロセス) は、最終結果を得るための手順、考慮すべきサンプルの数、テストの速度などである。

“**valid test value**” (有効な検査値) は、確立された検査手順の規則に適合するものである。たとえば、有効な検査値を得るためには、標本は中央で破断しなければならない。

“**data process**” (データ処理) は、一組の結果の数学的な評価(平均、Weibull 分布など)である。

“**test result**” (検査結果) は、データ処理の結果である。

“**test approval process**” (検査承認プロセス) は、企業内で設定された、値を承認するための手順である。

“**certificate**” (証明書) は、特定の製品のための検査手順の正確さを主張する、第三者によって発行された文書である。

“**validation for design process**” (設計プロセスの妥当性確認) は、設計の制約に関する評価である。

“**design property value**” (設計特性値) は、設計のために使用される値である。

“**functional product**” (機能的な製品) は、特定の材料で作られた製品である。

“**functional product manufacture process**” (機能的な製品製造プロセス) は、最終製品を製造するプロセスである。

ライフサイクルの考えを導入すると、このプロセスにさらに、使用される原材料や製品寿命の評価をもたらす。たとえば、最終製品がボートである場合、ファイバグラスを使用すれば、カーボンファイバを使用するよりも強度が低いが、製品の重量は少なく、長持ちする。またこれらのパラメータは、最終製品の評価のための LCA 値を与えるために、繰り返されるプロセスの中で容易に加えることができる。

----- (引用終了) -----

#### 参考文献

[1] ISO TC184/SC4/WG3 N1104: Application protocol: Materials information for product design and validation, 2002-06-27

[2] “Extract from Report to the CASCADE project”, Anna Moreno, ENEA, Italy, 2002-12

### 3.3 ISOにおける Risk のデータモデルの規格開発

ISO TC 184/SC 4 では、各種の Risk に対応するための標準的なデータモデルの部品(モジュール)として、10303-1264 を開発しており、また、それを実装するためのリソース規格として、10303-58 を開発している。以下に、現段階の仕様書[1][2]からの抜粋を紹介する。

#### 参考文献

- [1] ISO TC184/SC4/WG12 N00000: ISO 10303-1264: Product data representation and exchange: Application module: Risk, 2003-09-25
- [2] ISO TC184/SC4/WG12 N00000: ISO 10303-58: Product data representation and exchange: Integrated generic resource: Risk, 2003-09-11

------(引用開始)-----

#### 3.3.1 10303-1264 (Risk)の対象範囲

下記は、この規格の対象範囲内である。

- リスクの識別
- 複数のリスクの間の関係
- リスクの確率あるいは可能性
- リスクの結果
- 結果のインパクト
- リスク識別の情報源
- リスクの特性記述
- リスクの分類
- 偶然性またはリスクの削減計画の識別、承認および正当化
- アプローチ戦略またはリスク処理の識別と承認
- 残留リスク
- リスクの知覚の識別、および知覚されたリスクの間の関係

下記は、この規格の対象範囲外である。

- リスクの源を識別するプロセス
- リスクの確率値の評価や、リスクの結果の確定に使用するプロセス
- リスクの分類を決定するのに使用するプロセス
- リスクの評価、またはリスクの重要性を決定するために評価されたリスクを与えられたリスク基準と比較するプロセス(それはリスクを受け入れるか対処するかの決定を助けるために使用されるかもしれない)

- リスクについてのコミュニケーション、または意志決定者とその他の利害関係者間でのリスクに関する情報の交換や共有
- リスクの制御、またはリスク管理の決定を実行する行動
- リスク管理システムの開発
- リスクへの融資、またはリスクへの対処の実行コストおよび関連するコストに見合った資金の供給

© ISO — All rights reserved

### 3.3.2 10303-1264 (Risk)で取り扱う情報モデルのオブジェクト

図 3-6 に 10303-1264 (Risk)で取り扱う情報モデルのオブジェクト間の関連を示す。

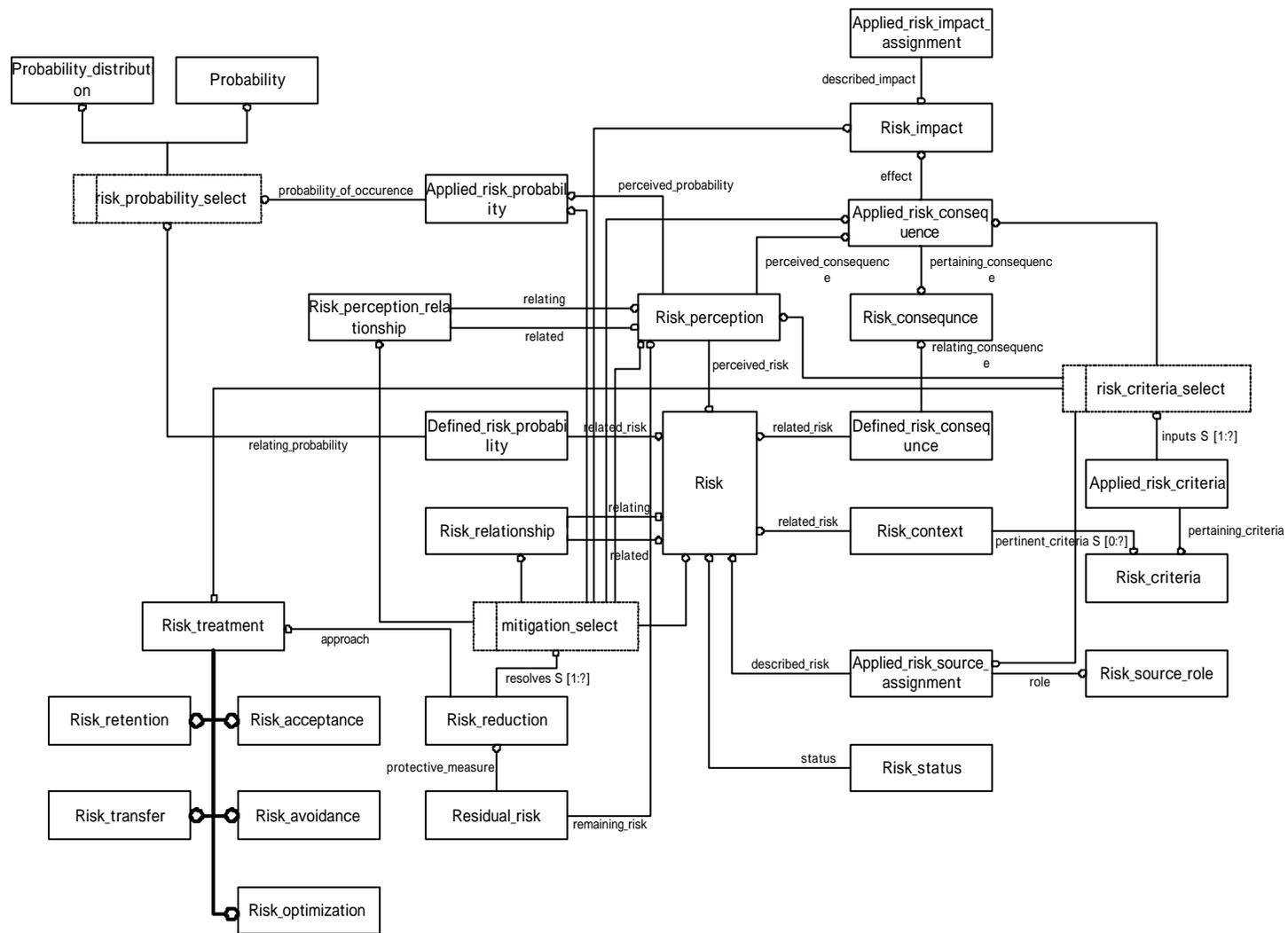


図 3-6 Risk モジュールのオブジェクト関係図

図 3-6 に現れる各オブジェクトの説明を表 3-1 に示す。

表 3-1 Risk 規格のオブジェクトの説明

用語	説明
<b>Applied_risk_consequence</b>	<p><b>Risk_impact</b> を <b>Risk_consequence</b> に割り当てる関連付けである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Risk</b> の <b>Risk_consequence</b> への関連付けは、<b>Defined_risk_consequence</b> で表される。</li> <li>• 結果のレベルは <b>Applied_risk_consequence</b> を用いて表すことができる。</li> <li>• 例 1「5 万ドル以上の予算超過」は「高」レベルの結果と見なされる。</li> <li>• 例 2「1 万ドルから 5 万ドル以上の間の予算超過」は「中」レベルの結果と見なされる。</li> <li>• 例 3「1 万ドル以下の予算超過」は「低」レベルの結果と見なされる。</li> </ul>
<b>Applied_risk_criteria</b>	<p><b>Risk_criteria</b> または <b>risk_condition_item</b> と、<b>Applied_risk_consequence</b>、<b>Applied_risk_source_assignment</b>、<b>Risk_perception</b>、または <b>Risk_treatment</b> との関連付けである。</p>
<b>Applied_risk_impact_assignment</b>	<p><b>Applied_risk_consequence</b> によって引き起こされる影響を受ける項目(群)の関連付けである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 影響を受ける項目は、製品が望ましくない状態に変化する場合のように、通常は製品自身に備わっているものである。</li> <li>• 影響を受ける項目は、製品が存在している環境に対する影響のように、外部に由来するものであってもよい。</li> </ul>
<b>Applied_risk_probability</b>	<p><b>Probability</b> または <b>Probability_distribution</b> と、ほとんどの場合は出来事である <b>risk_item</b> との間の関連付けである。</p>
<b>Applied_risk_source_assignment</b>	<p>ある結果をもたらす可能性のある項目または活動の識別子である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全性の観点では、原因は危険にある。</li> </ul>
<b>Defined_risk_consequence</b>	<p><b>Risk_consequence</b> と <b>Risk</b> との間の関連付けであり、その関連付けの名前と記述を与える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Risk_consequence</b> の <b>Risk_impact</b> に対する関連付けは、<b>Applied_risk_consequence</b> によって表される。</li> </ul>
<b>Defined_risk_probability</b>	<p><b>Probability</b> または <b>Probability_distribution</b> と <b>Risk</b> との間の関連付けである。</p>
<b>Event</b> (出来事) (Event モジュールで定義されている)	<p>ある時点で、ある状態が存在するという事実である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 出来事はすでに発生していても、まだ開始されていなくてもよい。</li> <li>• 出来事が開始する予定時点や開始した時点は、知られていなくてもよいし、指定されていなくてもよい。</li> </ul>
<b>Probability</b> (確率)	<p>確率の値の表現の一種である。</p>

(Probability モジュールで定義されている)	<ul style="list-style-type: none"> <li>特定の出来事またはそれらの組み合わせが起こる機会を、0(不可能)から1(確実)までの線形の尺度で表現したもので、これはまた0から100までのパーセンテージで表現されることもある。</li> </ul>
<b>Residual_risk</b>	<b>Risk_reduction</b> を実行した後に認識されているか、または残されているリスク
<b>Risk(リスク)</b>	<p>出来事(Event)の確率(Probability)とその結果(Risk_consequence)との組み合わせである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ある場合には、<b>Risk</b> は予想されたことからの逸脱である。</li> <li><b>Risk</b> の確率は、<b>Risk</b> と <b>Probability</b> または <b>Probability_distribution</b> (確率分布)との間の関連付けを識別して記述する <b>Defined_risk_probability</b> によって表される。<b>Event</b>の確率は、<b>Applied_risk_probability</b> エンティティによって表される。<b>Risk</b>の結果は、<b>Risk</b> と <b>Risk_consequence</b> との間の関連付けを識別して記述する <b>Defined_risk_consequence</b> によって表される。</li> <li><b>Risk_consequence</b> が識別可能な影響をもつような状況では、<b>Applied_risk_consequence</b> が <b>Risk_consequence</b> と <b>Risk_impact</b> との間の関連付けを識別して記述する。</li> <li>例1「製造ラインの閉鎖」は、製造システムの信頼性という <b>Risk_context</b> における <b>Risk</b> の例である。</li> <li>例2「輸送の渋滞」、「顧客の怒り」、「それに伴う損害」、および「危機の間の供給の中断へのより大きなおそれ」は、すべて <b>Risk</b> の例である。</li> <li>例3「プライバシー」と「安全」は通信事業における <b>Risk</b> の例である。</li> <li>例4「フライバイワイヤ(Fly-by-wire)」は、機械装置を電気と水力と空力の装置の組み合わせによって同じ機能が果たされるように置き換えたものである。</li> <li>例5「時期尚早による拒絶」と「時期尚早のコミットメント」のようなタイミングは他の <b>Risk</b> の例である。</li> </ul>
<b>Risk_acceptance</b>	<p>リスクを受け入れる決定である。<b>Risk_acceptance</b> は <b>Risk_treatment</b> の一種である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Risk_acceptance</b> は <b>Risk_criteria</b> に依存する。</li> </ul>
<b>Risk_avoidance</b>	<p>危険な状況に巻き込まれないようにする決定、または危険な状況から引き上げるような行動である。<b>Risk_avoidance</b> は <b>Risk_treatment</b> の一種である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>この決定は、リスクの評価の結果に基づいて行われるかも知れない。</li> </ul>
<b>Risk_consequence</b>	<p>出来事の結果である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一つの出来事には一つ以上の結果があってもよい。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>結果には肯定的なものから否定的なものまであってよいが、安全に関するものでは結果は常に否定的である。</li> <li>結果は定性的にかまたは定量的に表現される。</li> </ul>
<b>Risk_context</b>	特定のリスクを取り囲む一連の状況である。
<b>Risk_criteria</b>	<p>それによって <b>Risk</b> の重要性が評価される参照用語または <b>Risk_context</b> の表現である。さらに、<b>Risk_criteria</b> は、どの種類の <b>Risk_treatment</b> が <b>Risk_reduction</b> の解決法として適切かを決定するのに適用できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Risk_criteria</b> は、関連する費用と利益、法律や法令の要求、社会経済的および環境の局面、利害関係者の懸念、優先度、および評価のためのその他の入力を含む。</li> </ul>
<b>Risk_impact</b>	<b>Risk_consequence</b> の影響である。
<b>Risk_optimization</b>	<p>あるリスクに関連して、否定的な結果を最小にし、肯定的な結果を最大にし、そしてそれぞれの確率を最大にするための処理である。<b>Risk_optimization</b> は <b>Risk_treatment</b> の一種である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>安全性の観点では、<b>Risk_optimization</b> は <b>Risk</b> を削減することに集中する。</li> <li><b>Risk_optimization</b> は、費用と法的要求を含んだ <b>Risk_criteria</b> に従う。</li> <li>リスク制御と関連させて <b>Risk</b> を考えることができる。</li> </ul>
<b>Risk_perception</b>	<p>利害関係者が特定のリスクを見る際の一連の価値観または関心事であり、ある出来事のような特定のリスク項目が発生する確率と、その結果の影響とを組み合わせたものである。この組み合わせは、<b>Risk</b> と <b>Applied_risk_probability</b> と <b>Applied_risk_consequence</b> とから成る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Risk_perception</b> は利害関係者が表明する要件、問題点および知識に依存する。</li> <li><b>Risk_perception</b> は客観的なデータとは異なってもよい。</li> </ul>
<b>Risk_perception_relationship</b>	二つの <b>Risk_perception</b> エンティティを互いに関連付けする関係である。
<b>Risk_reduction</b>	特定の <b>Risk</b> に関連して、確率や否定的な結果、またはその両方を少なくするためにとられる行動である。
<b>Risk_relationship</b>	二つの <b>Risk</b> エンティティを互いに関連付けする関係である。
<b>Risk_retention</b>	<p>特定の <b>Risk</b> から生じる損失または利益を受け入れることである。<b>Risk_retention</b> は <b>Risk_treatment</b> の一種である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Risk_retention</b> は、まだ確認されていないリスクの受け入れも含む。</li> <li><b>Risk_retention</b> は、保険やその他の方法によるリスクの移転のような処置を含まない。</li> <li>受け入れの程度や <b>Risk_criteria</b> への依存性は変化しやすい。</li> </ul>

<b>Risk_source_role</b>	<b>Risk</b> と <b>risk_source_item</b> との関連付けの目的を指定するものである。
<b>Risk_status</b>	<b>Risk</b> の状態の表現である。
<b>Risk_transfer</b>	<p>特定の <b>Risk</b> に対して、他の人々と利益や損失を共有することである。  <b>Risk_transfer</b> は <b>Risk_treatment</b> の一種である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Risk_transfer</b> は、保険やその他の合意によって実施されてもよい。</li> <li>• <b>Risk_transfer</b> は、新しいリスクを発生させたり、既存の <b>Risk</b> を変更したりすることができる。</li> <li>• 原因の移転は <b>Risk_transfer</b> ではない。</li> <li>• 法律や法令の要求が、ある種の <b>Risk</b> の移転を制限、禁止または委任することがあり得る。</li> </ul>
<b>Risk_treatment</b>	<p><b>Risk</b> を変更するための対策を選択して実施する処理である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Risk_treatment</b> という用語は、しばしば対策そのものを指すのに使用される。</li> <li>• <b>Risk_treatment</b> の対策は、<b>Risk</b> の回避、最適化、移転または保持を含むことができる。</li> <li>• 例1「放置」,「受け入れ」,「注視」,「軽減」および「予防」は、<b>Risk_treatment</b> の例である。</li> <li>• 例2「立ち止まって熟慮する」という発見的な処理は、<b>Risk_treatment</b> のもう一つの例である。</li> <li>• 例3「オプションを組み入れて維持する」,「オープンアーキテクチャを利用する」, および「困難な部分を最初に行う」は、<b>Risk_treatment</b> の他の例である。</li> </ul>

------(引用終了)-----

## 3.4 日本におけるライフサイクルエンジニアリング

### 3.4.1 製造業種による生産設備の保安全管理のあり方の違いの認識

製造業においてその保全対象が生産設備、製造された商品であることは、全ての製造業に共通するものである。ここでは、主に生産設備に関して触れることにする。一言で生産設備と呼んでもその実態は非常に多彩であるが、保安全管理の観点から整理すると生産設備には以下のような差異があることに気付くであろう。

#### 生産設備取得のためのコスト

いわゆる装置産業と呼ばれる製造業では、生産設備の取得コストが極めて膨大である。このようなカテゴリの設備はその取得コストが膨大であることが即ち設備規模の大きさ、或いは設備点数の多さという事実結びつくものが圧倒的となる。

#### 製造プロセスの差1

化学プラントに代表されるように、生産プロセスの多くが化学反応である場合は、生産設備の規模が大きくなっても、外見上は設備が稼働しているイメージは静的である。一方で、形状を作りこむような製造プロセスになると、機械的な設備が多用されるために、設備の稼働はすぐさま動的な動きとして捉えられることになる。しかし、組立産業の場合、同じ動的な生産を見たとしてもまたその趣が異なることは理解されよう。

#### 製造プロセスの差2

生産設備にとっては、その設備が晒される温度、pH、粉塵の有無などの製造プロセス固有のパラメータにより、その設計前提などに大きな差があることも理解されよう。

#### 生産設備に求められる寿命の差

この項目はとも大きな相関がある。なぜならば、取得コストのかかる生産設備を短い時間で廃棄するとなれば、よほど短時間の間に大きな利益を回収できる製品を作っていることになるが、現実にはそのような都合の良い商品を生産している可能性は低いからだ。

もうひとつの切り口としては、次々と新技術を編み出し新商品を頻繁に生み出す業種においては生産設備の寿命は短くてよい。一方素材産業のように付加価値がさほど高くない製造業種では、素材の大量供給を果たすために生産設備の規模は大きくなるし、その設備が稼働しなければならない期間もおのずと長くなる。

以上述べたような差異により、設備の保安全管理に対する考え方は大きく変化するのである。次節では、～の項全てにわたり設備の保安全管理がきめ細かく実施されなければ成らない産業の代表格である高炉製鉄の保安全管理の実態について述べることにする。

### 3.4.2 高炉製鉄における設備保安全管理の変遷

図 3-7 は高炉製鉄における設備保安全管理の形態がどのように変遷してきたかを示したものである。

	60年以前	60年代	70年代	80年代	90年代	21世紀
設備投資	修復投資	大型化、高速化 自動化投資	環境 省エネ、省力化	保全投資	ハイテク化投資	
保全変革	事後保全	予防保全	TBM	生産保全		
保安全管理	KKD	生涯管理	EDPS化	設備診断	限界整備へのアプローチ	
ノウハウ 伝承	保全業務の標準化			保全業務の定量化		

図 3-7 高炉製鉄における設備保安全管理の変遷

(1) 1960年以前：事後保全

壊れたら修理するという事後保全の典型的な時代である。設備点数が多いため現場を熟知した保全マンのKKD(勘、経験、度胸)が保全マン個人の頭の中にあり、情報が共有化、標準化されていないし、科学的な裏付けに乏しい。このような状況下でも当然経営側からは、故障を削減せよ(=修繕費用を削減せよ)という号令が掛かり努力していたが、具体的な対応策は保全マンのKKDでしか無かった(表現は少々乱暴ではある)。

(2) 1970年代：予防保全の萌芽、TBM

壊れたら修理する発想から、壊れる前に兆候を知り対処するという予防保全の考え方が生まれた。定期点検をするTBM(Time Based Maintenance)の始まりである。点検しても具体的に設備の状況が把握されないと点検する価値も薄まるが、五感点検という言葉がまだ幅を利かせている。なぜならば、設備を診断する技術が未発達だからである。

よく知られた図にリスク-コスト曲線(図 3-8)がある。保全コストを下げればリスク(今では生産の機会損失まで含めている)は上昇する。図中で許容されるリスクのぎりぎりまで保全コストを下げれば(図中の黒丸)最適保全点としている。

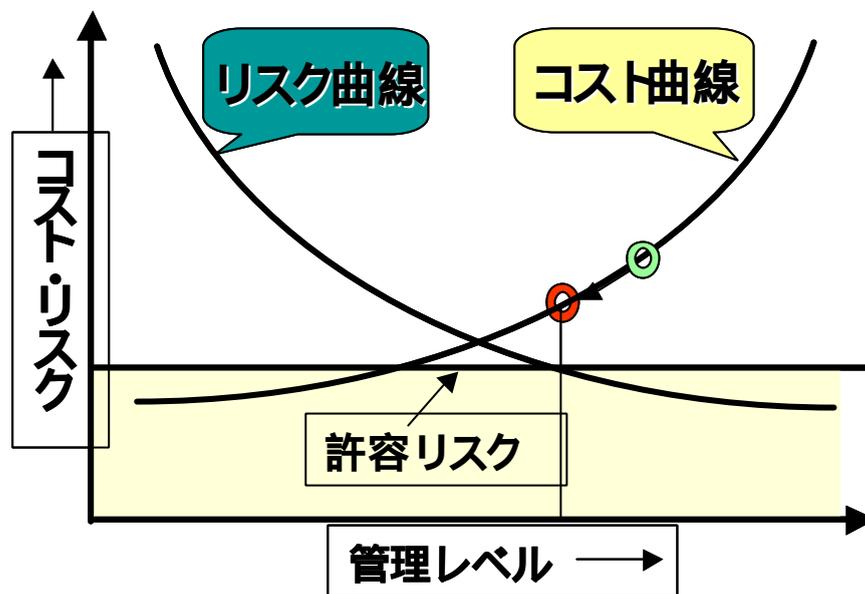


図 3-8 リスク-コスト曲線(静的)

しかしながら、このような活動は許される範囲で無駄な保全コストを下げるだけで、設備の信頼性向上(故障削減)という意味では限界があった。一方、この時代に保全業務の標準化が大きく進んだ。

(3) 1980年代以降：TBM から CBM へ

実用的な設備診断技術が多数登場することにより、TBM に基づいた活動はさらに CBM(Condition Based Maintenance)へと発展する。TBM からの明らかな変貌は、設備を診断し定量的に履歴情報を得られるようになったことがある。情報を蓄積することにより設備の時系列的な状態推移を知り、破綻に向かう兆候を類推することも可能となった。これにより、

既に TBM 化された管理で言うところの点検周期というものが固定されたものでは無くなり、設備の状態に応じ周期を可変に捕らえるようになった。

状態を物理パラメータとして知ることができるようになり、状態の悪い設備に対する事前対処から、「何故悪いか」を考えるようになった。

特に )に示した観点の変化は保全管理の重点が、「補修」や「予防補修」という領域から一歩進んだ「改良改善」という領域へ保全管理が進み出るトリガーとなった。これを端緒に、設備保全管理活動はそれまでとは一線を画する設備体質強化活動としての色合いを強く見せ始めるに至った。以前は静的に捉えていたリスク-コスト曲線(図 3-8)が動的なものとして捉えられるようになり(図 3-9)、設備の体質を強化すればリスク曲線はより低位に引き下げられることに気付いたのである。

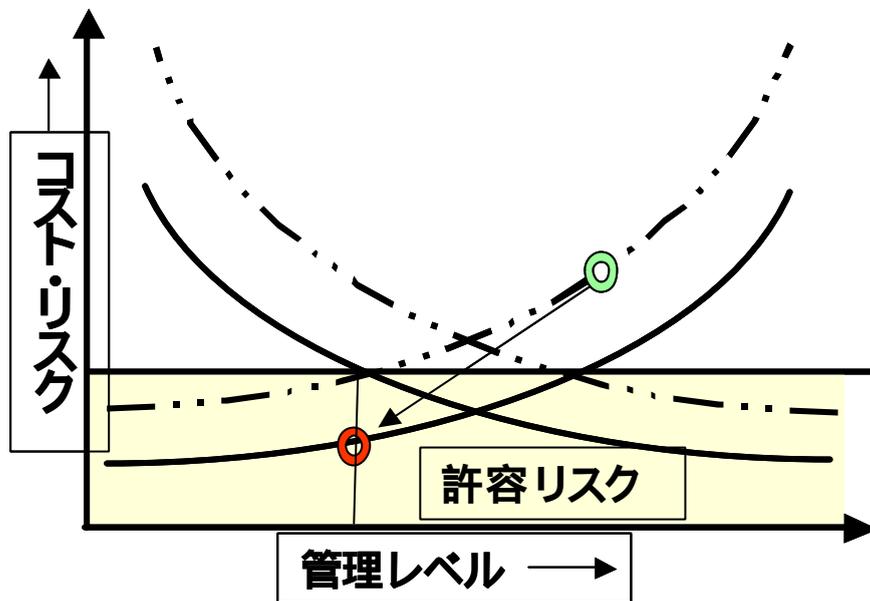


図 3-9 リスク-コスト曲線(動的)

(4) 現在

以降、CBM を盛り込んだ予防保全活動により「改良改善」という設備信頼性向上のための活動は様々なシーズ技術と結びつき成果を挙げてきた。今日ではLCC(Life Cycle Cost)という言葉が多用されるようになったが、実際には日々の保安全管理活動の中でこのような概念は既に芽を出していたのである。磨耗の激しい設備に対して耐磨耗技術を適用して設備の延命を図ること、診断技術と組み合わせられた省エネルギー活動、無駄な生産プロセスを排除するIE技術を投入し、これを具現化する(設備点数の縮小=故障低減)など、全てはLCC を考えた活動と言える。

3.4.3 LCC 管理と設備保安全管理の関係

現在の高炉製鉄の設備保安全管理が自ずから LCC に目を向け始めるに至ったことは少し触れた通りである。実際重厚長大と言われる産業では、保全コストという予算項目以外のコストを無視していたわけではない。図 3-10 は装置産業において設備の生涯にわたって発生する様々なコストの概念を示したものである。設備保全コストは一般に建設費用の3~5%/年かかると言われている。設備寿命を仮に20年とすると設備の生涯で見たトータルの保全コストだけで建設費の60~100%に相当する。実際にはそれ以外に諸改良、省エネルギー・環境対策などにかかるコストを加えれば、建設費用に相当或いはそれ以上の費用となることがわかる。これら保全コスト以外のコストを管理するためには、どうしても設備の状態を定量的に把握する必要があったのだが、紹介したような設備保安全管理形態の発展を見るまでは、これらのコストを計画的にコントロールすることが難しかったのも実情であろう。

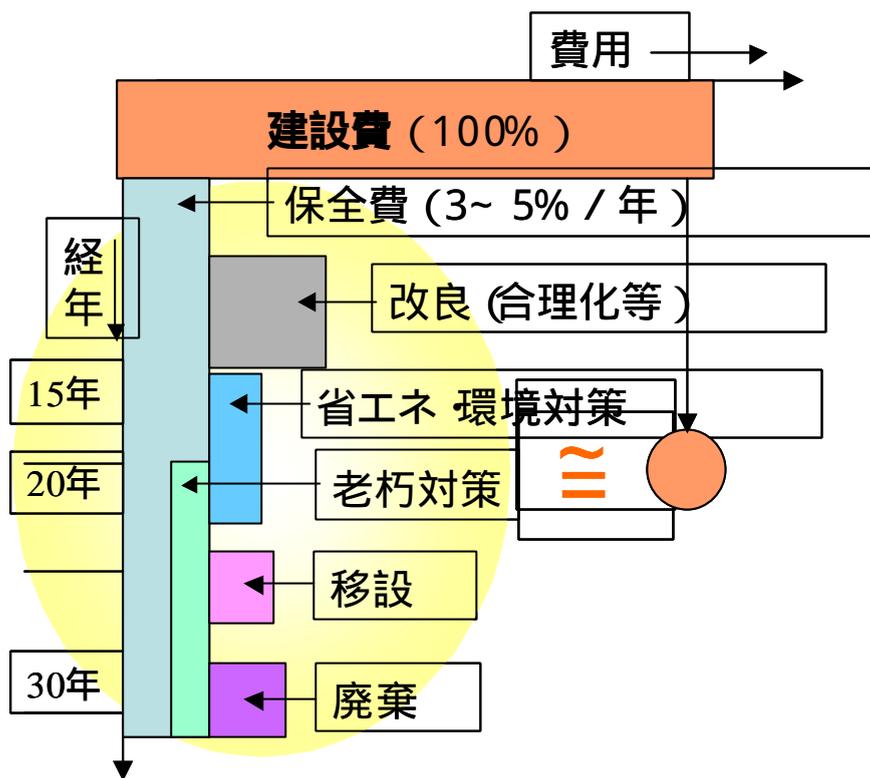


図 3-10 装置産業における設備 LCC の概念図

#### 3.4.4 現在の設備保全管理の活動サイクル

次に、現在の設備保全管理が日々どのようなサイクルを持って活動を実施しているかを見てみることにする。

PDCA(Plan, Do, Check, Action)という言葉は設備保全管理を経験した者ならば誰もが理解している言葉である。実際にどのような活動を繰り返しているのか、そしてPDCAサイクルに含まれる個々の活動が保全コスト(更にはLCC)削減と同時に、設備信頼性に寄与するのかを考察する。

図 3-11 は、設備保全管理業務とコスト・故障削減の源泉としての期待度を示している。左側に列挙しているのがPDCAサイクルに組み込まれた業務である。上から順番に実施し、下まで行くとまた上に戻ることを繰り返す。勿論設備の信頼性、重要性に応じてこのサイクルの速さは異なる。

事後保全から始まり現在に至る過程で蓄積されてきた有効な手段が投入されている。重要でもなく交換部品が安価なものは事後保全のままのものもある。全て現代最高の取組をするものではないことも、LCC を考えれば当然である。TBM 期に進んだ標準化も計画業務に含まれている。さらに、点検、改良改善もCBM期からより強力に上乘せされた。

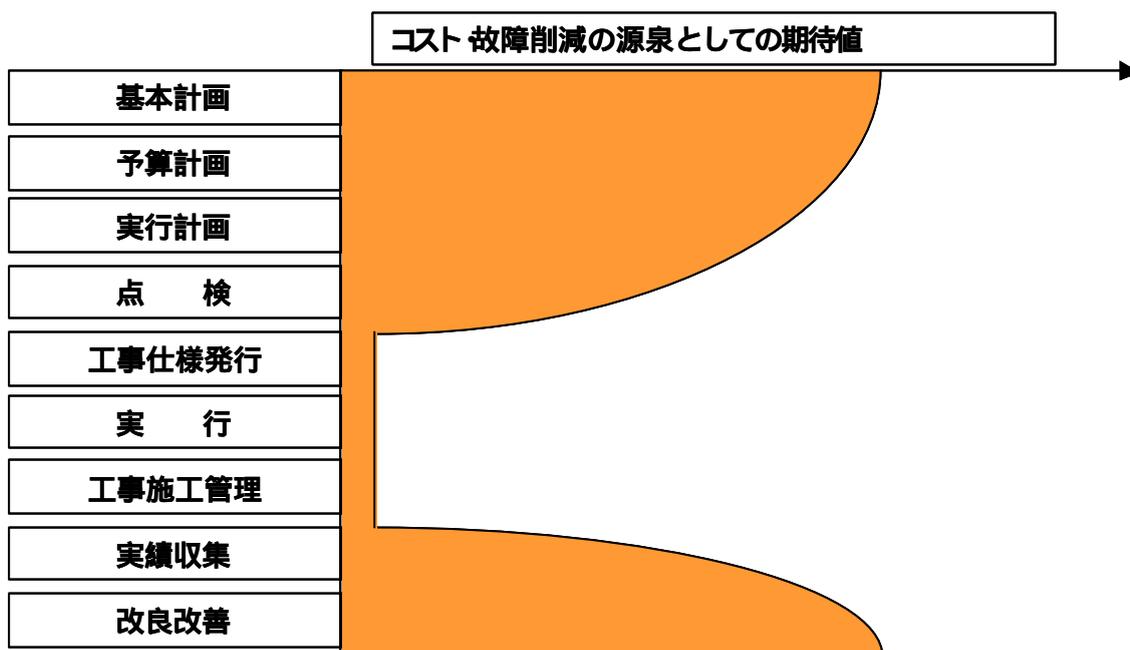


図 3-11 設備保全管理のPDCAサイクルとコスト・故障削減の源泉

そして、それぞれの業務がコスト・故障削減にどれほど寄与するかという期待度は、長年にわたって設備保全管理形態を進化させてきた実感を概念的に示している。少なくとも、修繕工事を実行するフェーズは事後保全の時代より、施工の的確性、施工単価の適正化をしてきており、PDCAのサイクルを複雑化させても今後、コスト・故障削減の余地があまり無いと判断することの正統性は理解されるだろう。しかし、実際に本当に図 3-11 のような期待値なのかという疑問に対しては次節の例示で答えることができる。

### 3.4.5 近代的設備保全管理の適用事例

現在弊社では、これまでに述べてきた活動そのものを LCE(Life Cycle Engineering)事業として他社に提供するに至っている。保全予算を預かり、図 3-11 の業務を実行する人材を顧客現場に常駐させている事業所数は4件に成る。その内一件に関し保全コスト削減と設備故障時間削減(設備信頼性向上)の推移を示したものが図 3-12 である。活動開始以前の状況は図中で「ベース」と記載している。「ベース」はこの事業所の過去3年間の実績データの平均値であるが、コスト、故障ともに横ばい状態であった。この製造所では LCE 活動契約を実施する以前は殆ど事後保全の形態を採っており、LCE 活動が如何に有効に寄与しているかが明確にわかる。

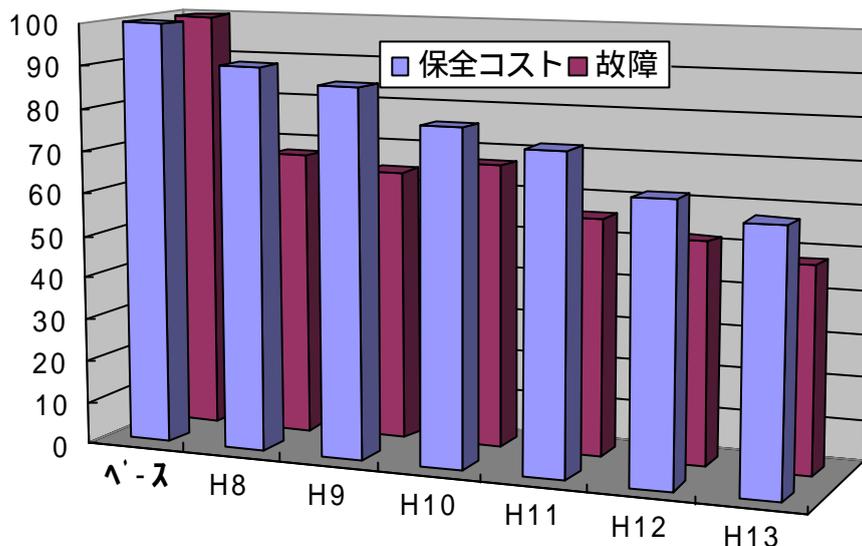


図 3-12 LCE事業の展開による保全コストと故障時間の推移

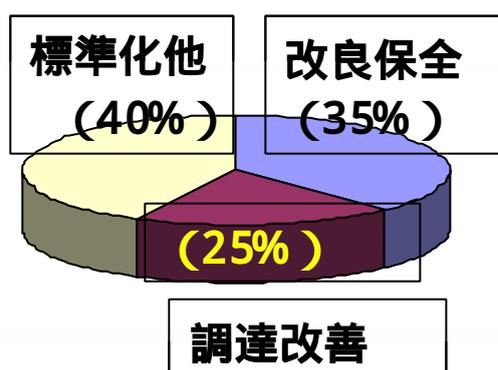


図 3-13 図 3-12の保全コスト削減の内訳

図 3-13 は保全コスト低減の内訳を示したものである。効果の多くは長年の経験から効果を期待していた「標準化」と「改良保全」より生み出されていることが理解されよう。

このような活動を展開してきた結果、弊社では新たな事業所から LCE 事業に関する打診を受けており、その有効性が広く認められていることを実感している。しかし、現場に人材を長期投入する必要があること、遠方の事業所では立地的に難しいことにより、次々と活動対象を広げられない事情もある。従って、依頼の有る事業所に対しては保全のあり方を現場にあわせてコンサルテーションするのみに止めることも多い。

このようなコンサルテーションを実行していて、最近どの業種でも共通して抱える課題があることにも気付き始めた。

### 3.4.6 顕在化する課題

#### (1) 関わる業種の拡大

まず、近年の傾向として実感することは、こういった LCC を自社にも関係が有ると認識する企業の増加である。第 1 節で製造業の生産設備に対し幾つかの分類ができることと、その分類によって、保全コスト、LCC の大きさが異なることを述べた。近年の傾向として、従来ならば新製品の開発と市場投入のサイクルが早く、生産設備の保全コストは二の次であったような業種が、市場の変化で保全コストの問題を直視する方向に向かっていることである。即ち、かつては新製品を作れば売れた時代から、新製品を次々投入しても売れない時代へと変化が起こり、生産設備の廃棄までの時間が延長される傾向にあるということである。

また、製造業とは異なる業種においても、関わりがクローズアップされている。代表的な例としては建築業が挙げられる。減り続ける新規投資により、過去の建築物を維持管理していくことに予算が充てられるようになってきている。保全に充当されるコストは今後増え続け、20 年後には現在の 1.4 倍、建築投資の 40% が保全投資になるとさえ言われている。こうなると、これまでの高炉製鉄の保全の進化と同じく、事後保全の発想から、予防保全、改良改善へと進化する必要性が高まり、LCC を見据えたストック活用を真剣に考える時代になっていくことは指摘するまでも無いただろう。勿論、生産設備も建築物も人造物と捕らえれば、保全の管理体系と管理技術、診断技術を既に成熟した装置産業から学び取って対応することは可能である。しかし、製造業自体が実は高度な設備保全管理体制を維持していくことに困難を感じる時代に入りつつあるという問題がある。

#### (2) 製造業に共通する課題

高度成長時代が終わり、日本のもの作り産業は、構造不況、デフレスパイラル、勝ち組と負け組の二極化などのさまざまな試練を経験した。その中で企業経営者は人員削減、新規採用の見送り、人件費以外の固定費削減などの策を講じた。当然、その余波はプロフィットセンターよりもコストセンターに強く、厳しく押し掛かった訳で、誰の目から見てもコストセンターである、設備、施設、工務、保全といった設備保全管理を担う部署はその洗礼により、弱体化した。従来ならば

- 音、臭い、温度で設備の異常傾向を察知した
- 緊急事態でも迅速に対応した

ことでも、これらを実現してくれていた人材を企業は失ってしまったのである。

最近、施設の重大災害がマスコミでも大きく報じられているが、災害を発生させた企業はそれらの原因として

- 防火シャッターが作動しなかった
- 自動化が進み平時は問題無いが、トラブル発生時の人手と知恵が不足
- そもそも手抜きであった

などを掲げているが、要するに現場を熟知した人材が職場を去ってしまっていてどうしようも無いという状況が伺える。消防庁の発表では鉄鋼、石油、化学などの拠点にある危険物施設の事故発生率は、1991 年を 100% として比較すると 2002 年は実に 224% と急増しているとのことであり、異常事態と言わざるを得ない状況である。更に、注意しなければ成らないことは、近年の施

設災害がいわゆる勝ち組、優良企業で顕在化していることである。大手といえども上述したような事態が深刻化している。

### 3.4.7 根が深い人材の問題

削減してきた保全コストを緊急対策的に元に戻すことは、金の問題であり、企業経営者の決断さえあれば成せる。しかしながら、リストラを重ねて失った人材は戻らない。

保全のPDCAを回転させ、LCCを考える現場の人材を、保全マン、設備管理方と呼ぶ。実はこの人材の育成には非常に時間が掛かり、我々は経験上、10年間当該業務に継続的に従事してようやく実力は80%と知っている。長い間の試練の時代の下で

- 若い人材を投入しなかったこと
- 若い人材を指導できる人材はもはやリストラで職場を去ったか高齢化したこと

が二重苦として覆いかぶさり、もはや一企業が自社内で技術技能を伝承することは絶望的であると見ることもできる。

### 3.4.8 課題克服へのチャレンジ

以上述べたような状況に陥りながらも、企業は手をこまねいているだけでは済まない。打開策を求める活動はスタートしている。弊社に対する保全コンサルティングの要望が増えていることもその裏づけのひとつであろう。さまざまな相談を受けて対応を考えていると、打開策にはふたつあることを認識するに至る。

- ひとつは、未熟な人材を支援する施策
- もうひとつは、もう一度人材を育成する施策

である。本章の括りとして、この2点について概観する。

#### (1) 人材を支援する施策

一言で表現すれば当PLCS委員会のメインテーマである標準化が、人材支援の武器となる。先に示した保全形態の進化の過程で、我々は設備保全管理に必要なマスターデータ、設備の工事計画、予算計画等を標準化して運営するためのシステムを開発してきた。設備点数の多い装置産業でこれらのシステムを構築していない企業は無い。更に、設備点検項目、点検の仕方、施工の仕方なども、可能な限りこのシステム内に情報を取り込むよう努力を重ねてきた。

近年急速に進んだIT技術の投入により、標準化度や情報の共有度は飛躍的に高まりそうである。

設備は部品から構成されていることに着眼し、3D-CGアニメーションを使って組立て分解を見せるツールなど、より細かな標準化の歩みも見ることが出来る。

また、標準化された情報を共有し、専門の人材が遠隔地より現地と交信しながら業務を進めることもWeb技術により可能になるし、一部では設備保全管理パッケージのASPサービスも始まっている。今後はさらに、現場で発生した事象をより詳しく表現したセンサー情報、高精細な画像情報をリアルタイムに伝送することすら簡便に行なえるようになるだろう。

更には診断技術の進歩により、これまではベテランの保全マンの五感に頼っていたような点検業務も次々と標準化されたシステムとなっていくことが出来る。

製造業に限らずマニュアル化、標準化、情報共有化というものは、ベテラン人材の枯渇と、技術技能伝承が困難な局面では非常に重要なファクターであることは言うまでも無い。

最後に、弊社も設備保全管理パッケージを開発販売している立場から付記することがある。設備個体の特異性、稼働環境の違い、果ては企業文化の違いなどは必ず存在するため、一旦標準化されたものが、これらの事情により必ずカスタマイズ、ローカライズを経なければ快適に運用することができないのが実情であるということだ。ERPのようなワークフローに関わるシステムでも、パッケージを供給する側は、業種別のモデルを作り分けて実装している。我々が論じている設備の現場での事象はさらに込み入っており、より詳細なモデルが組み込まれることが必要と思う。

## (2) 人材を育成する施策

前述した標準化による支援の有効性については、誰もが経験的にも科学的にも肯定し、そのレベルの高度化を期待するものである。

しかしながら、我々はこのような標準化されたシステムの中の活動においても、以前には無かったような事象に遭遇して戸惑うものである。ベテランの人材であればその対応力が高いことは誰もが認める。そのようなベテランの技術技能ノウハウを盛り込んで標準化すれば良いことだという反論もあるが、標準化は、過去の経験を整理して纏め上げたものであり、将来への柔軟な対応という意味では改訂が繰り返されるべきものである。かつて AI 技術がもてはやされたが、今はその声も聞かない原因を考えれば理解できることである。現場の事象に待ったは無く、即座に対応することが要求される。技術技能ノウハウの伝承という、過去は一企業内で当然のように行なわれた繰返しが途絶えた今、この機能を復活させることも重要なのではないだろうか。弊社は LCE(ライフサイクルエンジニアリング)事業を通じて、この課題解決にひとつの方向を求めようと努力している。一企業がコストセンターに投じられる人的・資金的リソースに限りがあるのであれば、LCE 事業を実践する企業がこの問題に取り組むことが一つの施策なのでは無いかと考えている。LCE 事業を実践する企業にとっては、整備技術の担保、ベテランの人材の永続的確保こそがコアコンピタンスであり、その組織は企業にとってのプロフィットセンターである。このような考え方に基づけば、顧客企業多数が少しずつ分担して投資をすることで技術技能伝承が実現される。顧客に対して責任を持つ LCE 事業者は、自らの中心に機動性に富んだ集団を保持し、顧客への緊急支援、業務サポート、業務コンサルティングが円滑に行なえるわけである。

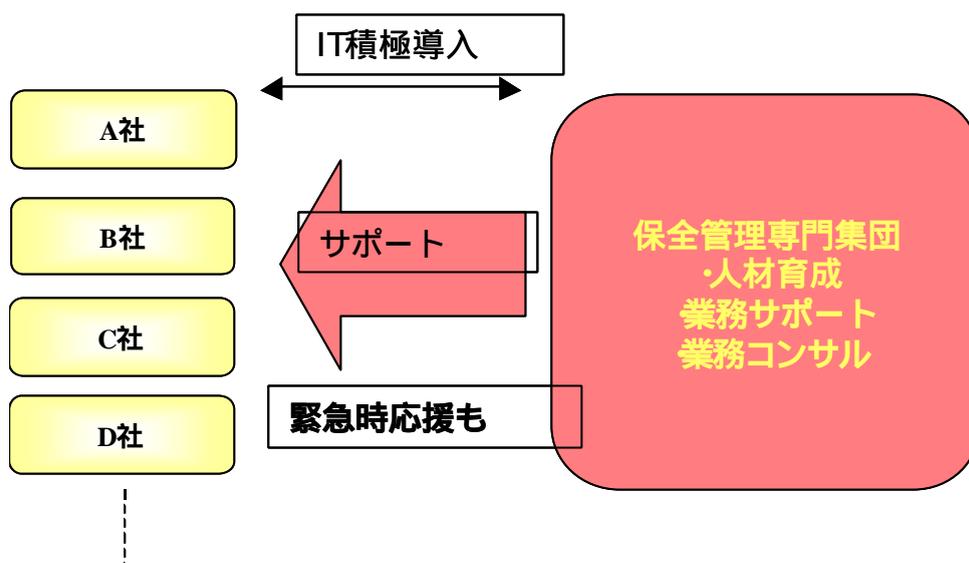


図 3-14 LCE事業者の活動概念

図 3-14 は説明した活動を概念的に示したものである。IT活用により遠隔の企業に対するサポート範囲を拡張することは可能であるが、やはり現場への対応力を考えると、企業周辺にこのような活動を推進する母体が所在することが望ましいと考える。今後のものづくり産業はこのような体制を近隣企業と作り上げていく取組も必要と感じる。

#### 3.4.9 おわりに

以上、日本におけるライフサイクルエンジニアリングの考え方は、製造現場の設備保全管理の体系の進歩とともにたどり着いたものであり、その原点は現場にあり、今後ともそれを無視しての発展は考えにくいことを概観した。更に、企業が経験してきた試練がその現場の技術技能伝承に重大な影響を及ぼしたことに触れ、これを蘇生させるために、人材支援策(標準化)と人材再育成施策が必要なことを述べた。

### 3.5 メンテナンス業務を支援する標準モデルに関する調査

#### 3.5.1 メンテナンス業務支援システムの目的

日本国内における製造業のメンテナンス業務を、従来からの技術をベースとして活用しながら、さらに今後の日本の産業界における体制を考慮して、安全性を向上し、高い信頼性を維持しながら、効率良く業務を進めるためには、ITを利用したシステムの活用が必要であると考えられる。

製造業の生産部門におけるメンテナンス業務の課題を整理すると、以下の点があげられる。

##### 1) メンテナンス業務の目的

- 設備の信頼性を長期にわたって維持すること
- 設備ユーザの安全性を常に確保すること
- 製品の高品質を確保し、生産コストを削減すること

日本の製造業における従来のメンテナンス業務では、熟練技能者の経験と勘に頼る部分が多いと言われている。しかし、そのような熟練技能者が引退の時期を迎えており、なおかつ製造業にとって競争の厳しい時代にあって、人員の補充も十分に行われていたとは言えず、また人材育成を行うための時間も十分にとれない状況である。国内のメンテナンス業務を取り巻くそのような状況を考えると、今後はさらにメンテナンス業務を、ITを利用したシステムを活用して支援することが必要になってくると考えられる。メンテナンス業務支援システムを、いかに効率よく活用することができるかが、企業の生産効率、品質確保、安全確保に大きく影響する時代になると言える。

そのようなメンテナンス業務システムに要求されるポイントとしては、以下の観点が考えられる。

##### 2) メンテナンス業務支援システムの要求事項

- 設備の信頼性を維持しながら関連する情報を蓄積すること
- 設備の安全性を評価できる情報、評価の結果を蓄積すること
- 海外の生産拠点とも連携してグローバルな生産にも対応すること

今回の調査研究では、メンテナンス業務を表現するモデルの標準化について、製造業をサポートすることができる標準モデルの在り方に関して検討することを目的としており、その参考として、現在、国内の製造業で広く利用されているシステムを調査対象とすることにした。実際の生産現場で長年使用され、現場からの要求を取り入れて改良されているシステムは、ある意味でメンテナンス業務の枠組みを表していると考えられる。

#### 3.5.2 調査対象システム

国内製造業で利用されているメンテナンス業務支援システムの調査対象として、ニッテツ大阪エンジニアリング(株)(以下、ニッテツ大阪)が、開発して販売を行っている「総合設備保全管理シ

システム「モデル F」(以下、モデル F)を選択した。

参考 URL:

<http://www.nseo.co.jp/>

<http://www.nseo.co.jp/SI/si.htm>

モデル F は、1985 年以來、新日鐵の設備保全管理のノウハウと、ユーザのニーズを反映しながら、現在まで機能を追加しながら継続して開発されてきているシステムである。現時点で、350 社に 4,000 セットの導入実績があり、鉄鋼、自動車・輸送機器、機械、紙・パルプ、化学・医薬品、繊維、電気機器、食品、電力・エネルギー等、幅広い製造業に導入されている。

### 3.5.3 整理の方法

メンテナンス業務支援モデルの整理の方法として、ニッテツ大阪から提供していただいた情報に基づき、モデル F がカバーしているメンテナンス業務の内容を AAM(Application Activity Model)として作成した。

モデルの記述には、IDEF0 を使用した。図 3-15 に IDEF0 の記述方法を示す。ここでは、一つの四角いボックスで機能・動作(アクティビティ)を表し、そのアクティビティに対する入力を左側から、アクティビティからの出力を右側に示す。また、アクティビティに対する制約条件を上部から、アクティビティで使用する資源や設備を下部からの矢印で記述している。

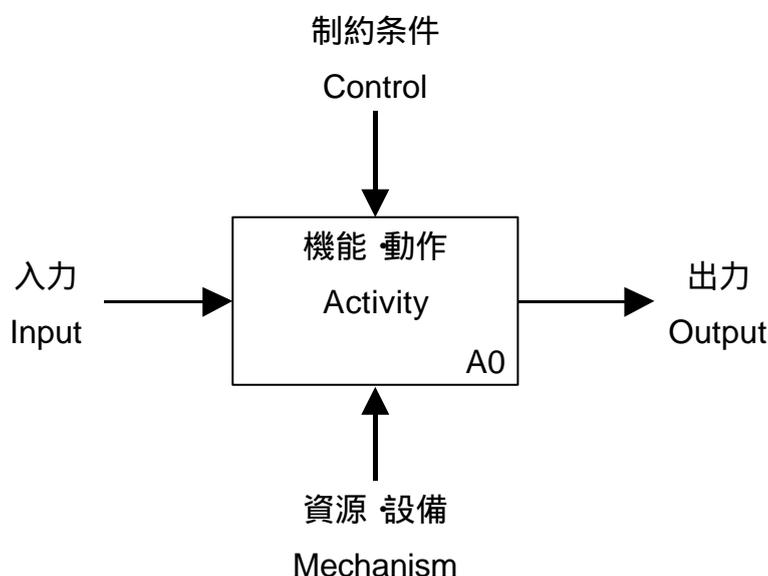


図 3-15 IDEF0 の記述方法

整理を進める上でのもう一つの観点として、PDCA サイクルから見た切り口を考えた。図 3-16 に示す PDCA サイクルは、マネジメントシステムに関する国際規格における共通した考え方になっており、現状でも以下に示す ISO 国際規格等においてマネジメントを進める上での基本的な考

え方とされている。

- ISO 9001 品質マネジメントシステム
- ISO 14001 環境マネジメントシステム
- OHSAS 18001 労働安全衛生マネジメントシステム
- JIS Q 15001 個人情報保護に関するコンプライアンス・プログラム

P(Plan)で要求事項、方針にそった結果を出すために必要な目的及びプロセスを設定し、D(Do)でそれらのプロセスを実行する。C(Check)で要求事項、方針に照らしてプロセスを監視し、測定し、その結果を報告する。そして、A(Act)で、プロセスの実施状況を継続的に改善するための処置をとる、とされている。

表 3-2 に、PDCA サイクルの点から OHSAS18001 と ISO14001 との比較を示すが、共通点が多く、基本的な考え方は同一であることがわかる。

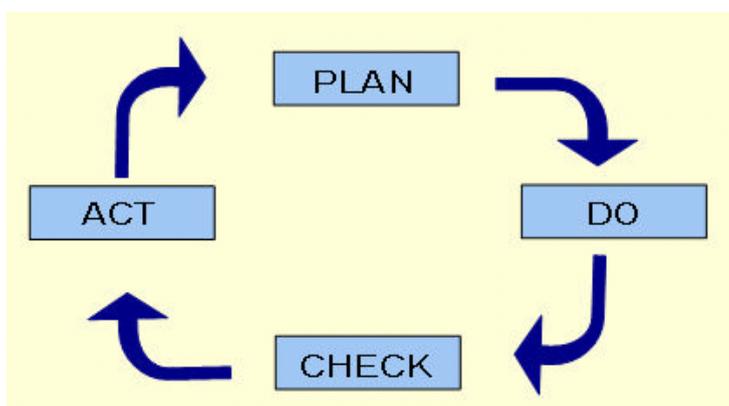


図 3-16 PDCA サイクル

#### 3.5.4 メンテナンス業務のモデル化

モデル F がカバーしているメンテナンス業務の内容を、AAM(Application Activity Model)として作成した。

図 3-17 にモデル F がカバーするメンテナンス業務の全体を、A0 設備保全管理として示した。ここでは、設備保全管理は、大きく、以下の 5 つのアクティビティから構成されると考えている。

- A1 方針策定(Policy)
- A2 計画(Plan)
- A3 実施(Do)
- A4 評価(Check)
- A5 見直し(Action)

A2～A5 については、PDCA サイクルそのものであると言える。A1 方針策定(Policy)、A2 計画(Plan)、A3 実施(Do)の三つのアクティビティについて、一段階詳細化を行った。A4 評価

(Check)、A5 見直し(Action)については、メンテナンス業務支援システムを利用して、蓄積された情報を様々な角度から評価し、その結果に従って見直しを行うアクティビティであり、システムの構成よりもシステムの使い方に依存する面が強く、メンテナンス業務の方針、内容によって変化すると考えられるため、今回の検討対象外とした。

図 3-18 に「A1 方針策定」のアクティビティを展開した結果を示す。ここでは、以下の5つのアクティビティから構成されたと考えた。

- A11 経営方針の策定
- A12 管理方針の策定
- A13 点検標準化
- A14 保全工事標準化
- A15 機器マスター管理

企業全体の経営方針を策定する「A11 経営方針」の策定結果として経営方針が出力され、それに従って製造現場の製造設備の管理方針が策定されたと考えられる。「A12 管理方針の策定」の結果として出力される管理方針は、「A13 点検標準化」、「A14 保全工事標準化」、「A15 機器マスター管理」を進める上で従うものであり、アクティビティの制約条件と位置付けられる。「A13 点検標準化」は点検作業を実施する上での標準を作成するアクティビティであり、点検標準が出力として得られる。「A14 保全工事標準化」は、保全工事を実施する上での標準を作成するアクティビティであり、保全工事標準が出力として得られる。同じく、「A15 機器マスター管理」は、機器マスターを作成するアクティビティである。ここで機器マスターとは、メンテナンスを行う対象の設備を構成する機器の基本仕様と考えて良い。

点検の標準化作業、保全工事の標準化作業、機器管理マスターの作成については、通常は一度作成すれば、あまり変更するものではないため、PDCA サイクルの外にあるアクティビティとして、「A1 方針策定」に含まれるものとして考えた。

図 3-19 に「A2 計画(Plan)」のアクティビティを展開した結果を示す。ここでは、以下の4つのアクティビティから構成されたと考えた。

- A21 点検計画
- A22 保全工事計画
- A23 資材調達計画
- A24 予算計画

計画には点検の計画、保全工事の計画、資材調達の計画、予算の計画がある。「A24 予算計画」では、過去の実績を入力として、予算計画を作成し、予算計画として出力する。予算計画は、実施するために予算が必要とされる「A22 保全工事計画」、「A23 資材調達計画」のアクティビティに対して、制約条件として作用することになる。「A21 点検計画」、「A22 保全工事計画」、「A23 資材調達計画」は、それぞれ点検計画、保全工事計画、資材調達計画を出力する。これらは、「A3

実施(Do)」で、実施の際の制約条件として作用する。

図 3-20 に「A3 実施(Do)」のアクティビティを展開した結果を示す。ここでは、以下の7つのアクティビティから構成されたと考えた。

- A31 点検実施
- A32 点検実績記録
- A33 点検データ分析
- A34 保全工事实施
- A35 保全工事实績記録
- A36 保全工事検収
- A37 資材管理
- A38 予算実績管理

実施の中では、大きく3つの流れがある。点検の流れ、保全工事の流れ、資材管理と予算管理の流れである。点検の流れでは、「A31 点検実施」、「A32 点検実績記録」、「A33 点検データ分析」のアクティビティがあり、それぞれ点検データを入出力として、一つの流れを構成することになる。最終的には、「A33 点検データ分析」の結果として、点検データ、寿命予測データ、診断データが出力される。これらのデータは、「A4 評価 Check」の段階で利用されることになる。

保全工事の流れでは、「A34 保全工事实施」、「A35 保全工事实績記録」、「A36 保全工事検収」のアクティビティがあり、それぞれ保全工事記録を入出力として、一つの流れが構成される。保全工事を実施し、その結果を記録し、それを基に検収が行われ、最終的に得られた検収結果は、「A4 評価 Check」の段階で評価のために参照されることになる。

「A37 資材管理」は資材管理を行うアクティビティであり、入庫資材を入力として、資材調達計画を制約条件として「A34 保全工事实施」の入力として保全工事用の資材を出力するものである。「A38 予算実績管理」では、資材の購入費用、保全工事の費用についてその詳細を蓄積し、予算の実績として常に管理を行うアクティビティである。

以上のように、現状のメンテナンス業務支援システムを AAM としてモデル化を検討したが、PDCA サイクルをベースとした構成によりモデル化が可能であると考えられることがわかった。

表 3-2 OHSAS18001 と ISO14001 の類似点

項目	OHSAS 18001	ISO 14001	類似点
方針	労働安全衛生方針	環境方針	ISO14001と同じく、組織の最高経営層が労働安全衛生方針を定める
計画 Plan	危険源の特定・リスクアセスメント・リスク管理の計画	環境側面	業務に関わる危険源の特定とそのリスクの見積りを行い、管理すべき重大リスクを特定する
	法的およびその他の要求事項	法的およびその他の要求事項	ISO14001と同じく、組織に適用される法的要求事項を明確にする
	目標	目的および目標	ISO14001と同じく、方針に一致し、特定されたリスク等を考慮した目標を設定する
	労働安全衛生マネジメントプログラム	環境マネジメントプログラム	ISO14001と同じく、目標管理活動の計画書を策定し、責任・権限・手段・日程を明確化する
実施 および運用 Do	体制および責任	体制および責任	役割・責任・権限を明確化する
	訓練・自覚および能力	訓練・自覚および能力	管理に必要な能力、訓練および自覚教育
	協議およびコミュニケーション	コミュニケーション	内外コミュニケーション
	文書化	環境マネジメントシステム文書	文書構成と関連文書の作成
	文書およびデータ管理	文書管理	文書の管理手順
	運用管理	運用管理	労働安全衛生マネジメントシステムの運用手段
	緊急事態への準備および対応	緊急事態への準備および対応	緊急事態の特定と対応手順の準備
点検および 是正処置 Check	パフォーマンスの測定とモニタリング	監視および測定	管理に必要な項目の特定と監視と測定
	事故、事故誘因、不適合ならびに是正および予防措置	不適合ならびに是正および予防措置	事故・事故誘因・不適合の原因究明と是正措置・予防措置
	記録および記録の管理	記録	必要な記録の管理
	監査	環境マネジメントシステム監査	労働安全衛生マネジメントシステムの適切性、実効性の監査・改善
見直し Action	経営層による見直し	経営層による見直し	労働安全衛生マネジメントシステムの適切性・妥当性、有効性を見直し

JQA 企セ-2920-J108-I 「労働安全衛生マネジメントシステムの基礎知識」をもとに三菱総研で作成

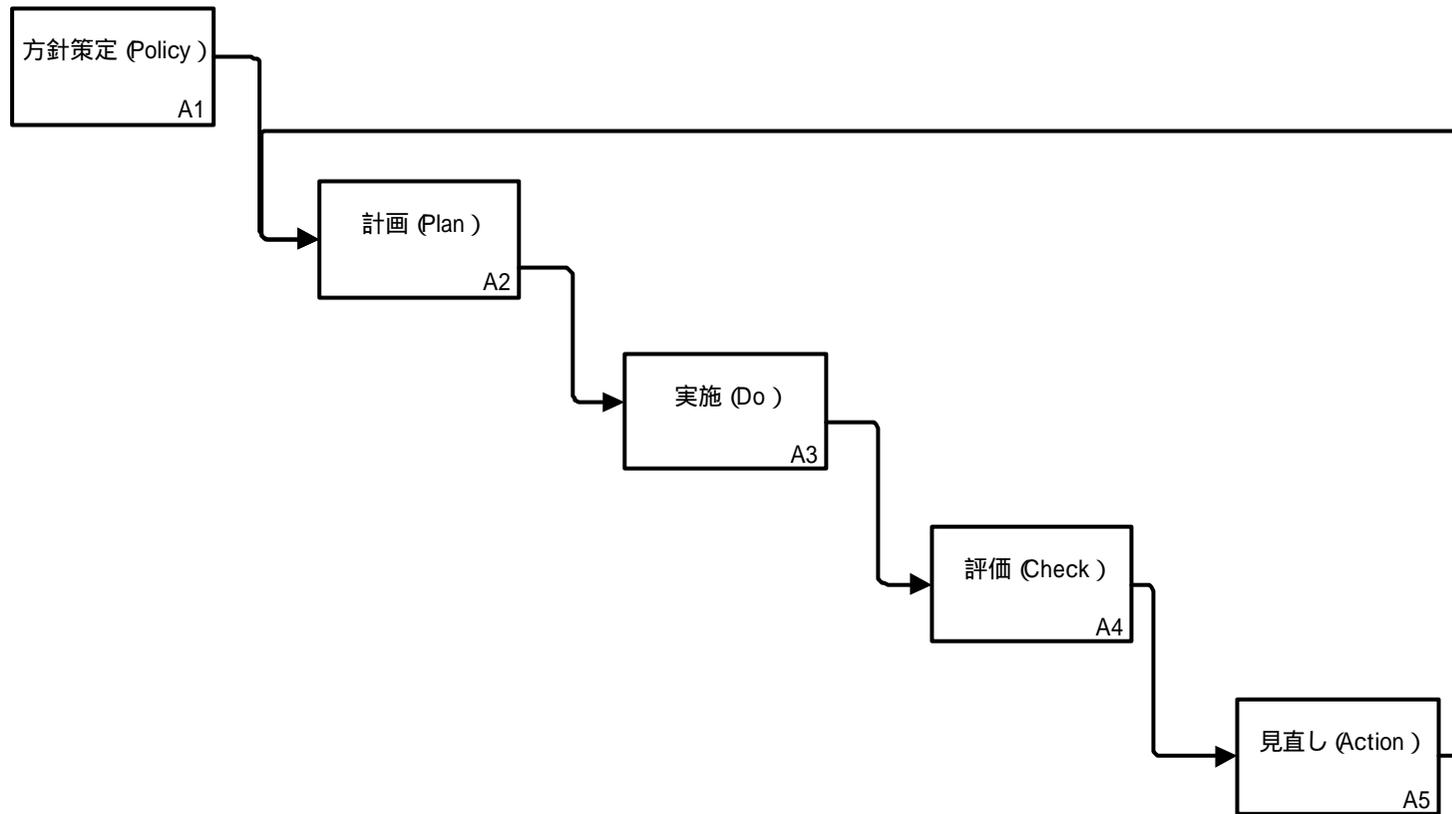


図 3-17 A0 設備保全管理

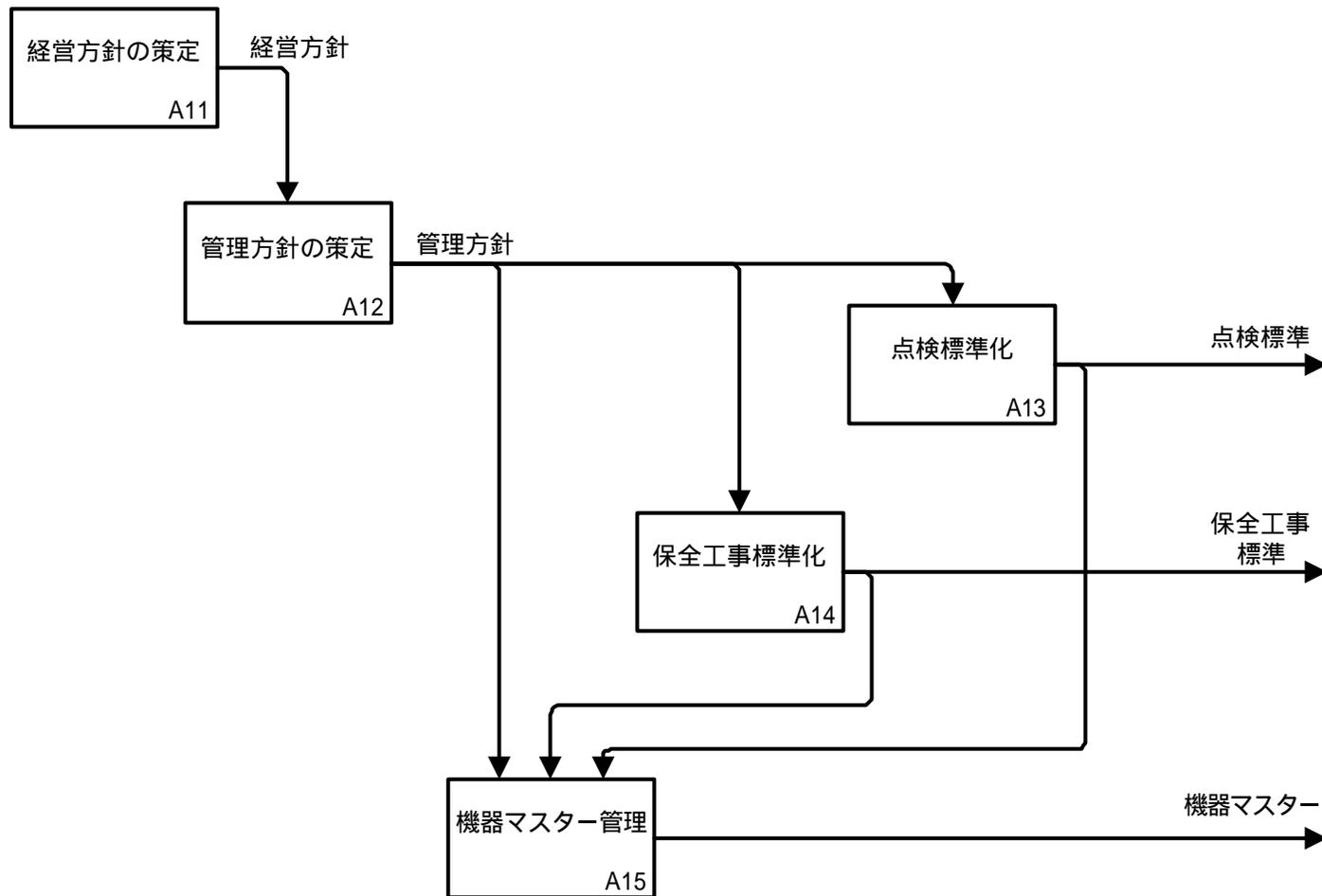


図 3-18 A1 方針策定

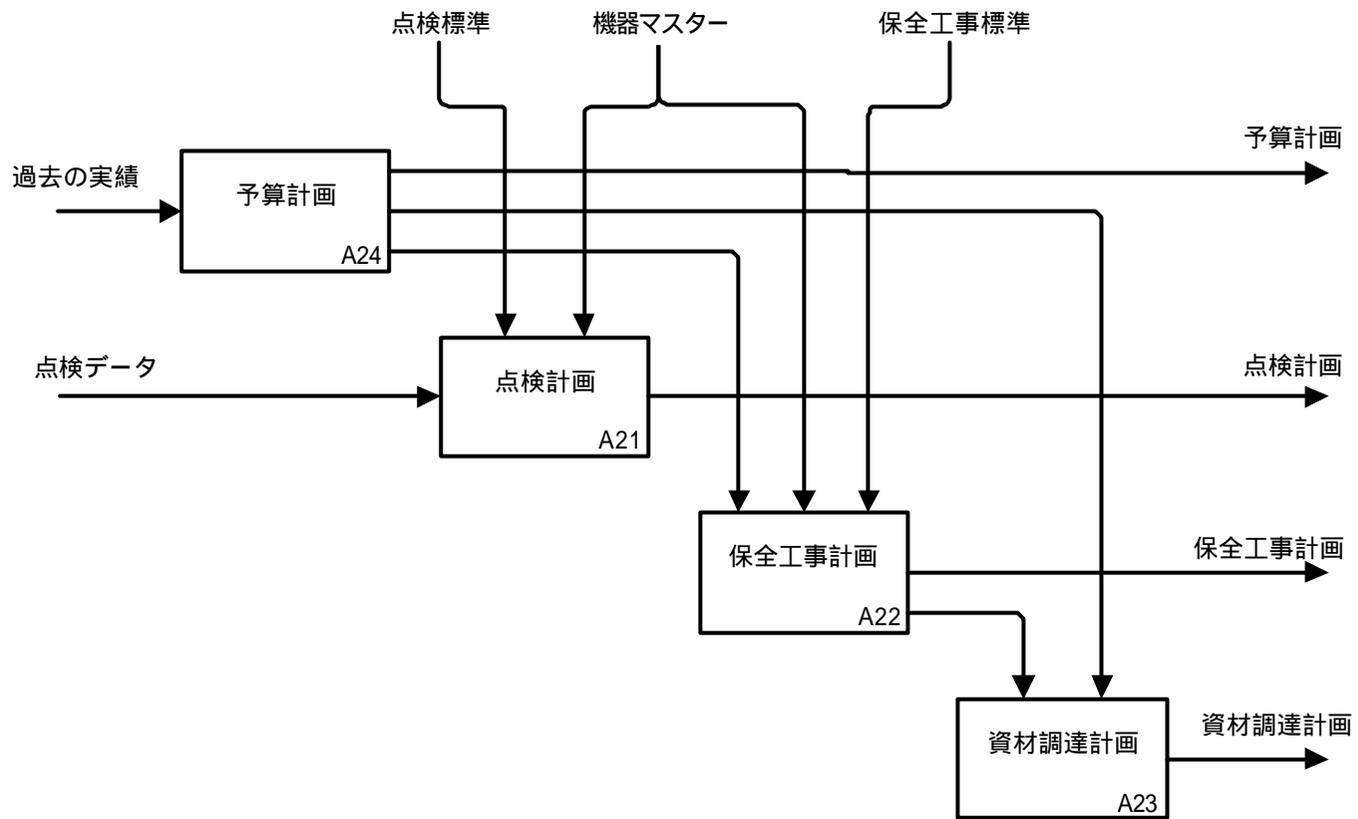


図 3-19 A2 計画 (Plan)

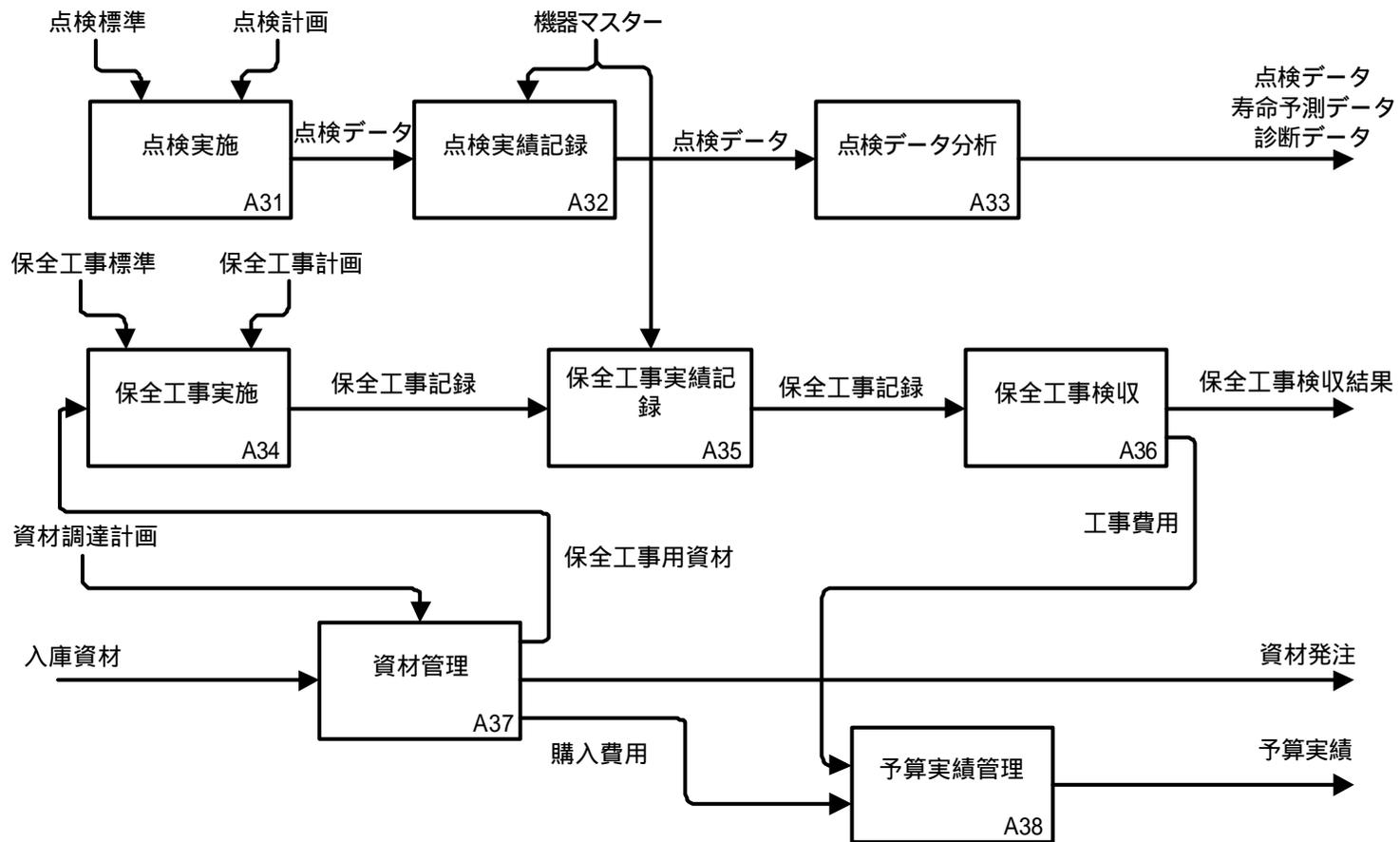


図 3-20 A3 実施(Do)

### 3.6 メンテナンスの標準モデルと ISO 規格案との対比

3.5 に示した国内製造業のメンテナンス業務モデル (以下、業務モデル) と 3.1 に示した ISO で開発中の製品ライフサイクル支援モデル (PLCS 規格 :AP239) とを、両者の対象業務を分析した AAM (Application Activity Model) のレベルで比較検討を行う。AP239 の AAM は付録 1 に IDEF0 図で示されている。IDEF0 図の見方については、3.5.3 の図 3-15 に示されている。

業務モデルは、プラントにおける実際のメンテナンス業務に利用されているシステムをベースとして作成しているため、各アクティビティが業務にそった具体的な内容を示すようになっている。一方、AP239 は、プラントに限らず、より広い範囲をスコープとして開発されているため、アクティビティの内容が広く様々な業務に適用可能とするために、具体的な表現が少なく、ある意味、非常に概念的である。ただし、AP239 のビジョンには、図 3-1 に示されているようにメンテナンス業務も対象とされており、また、図 3-2 に示されているように、プラントについても対象とする製品に含まれている。

AP239 の AAM において、A442 Analyze support feedback (サポートフィードバックの分析) に着目すると、A4423 Determine maintenance need (メンテナンスの必要性の決定) の出力として、maintenance need (メンテナンスの必要性) が出力されていることがわかる。A4423 Determine maintenance need (メンテナンスの必要性の決定) の入力、support feedback (サポートフィードバック) と product integrity exception (製品保全の例外) である。AP239 においては、support (サポート) は、いわゆるメンテナンス作業そのものに近いと思われる。従って、A4423 Determine maintenance need (メンテナンスの必要性の決定) は、メンテナンス作業の結果である support feedback (サポートフィードバック) から、メンテナンスが必要な製品 (部品) であるかを決定するアクティビティであると言える。

この段階は、業務モデルの A0 設備保安全管理においては、メンテナンス実施結果を評価 (A4 評価 (Check)) して見直し (A5 見直し (Action)) を行う段階に近いと考えられる。

maintenance need (メンテナンスの必要性) は、A44 Collect data & provide feedback (データの収集とフィードバックの提供) の出力となっており、A4 Provide support (サポートの提供) においてわかるように、A41 Plan & control support delivery (サポート提供の計画とコントロール) の制約条件になっている。つまり、A44 Collect data & provide feedback (データの収集とフィードバックの提供) の結果として得られた情報を条件として、A41 Plan & control support delivery (サポート提供の計画とコントロール) でメンテナンスの計画が作成されることを表しており、これは業務モデルにおいては、A5 見直し (Action) の結果から、A2 計画 (Plan) においてメンテナンスの計画が作られることに相当すると考えることができる。

A42 Arrange support element provision (サポート要素の供給手配) は、計画で要求された量と状態で、指定された場所と日時に要求されたリソースを供給する手配をすることであり、業務モデルでは A2 計画 (Plan) の中に含まれていると考えることができる。

業務モデルの A3 実施 (Do) に相当する AP239 のアクティビティは A43 Execute authorized task (承認されたタスクの実行) と考えられる。業務モデルでは、メンテナンスの業務を、実際の業務に合わせ、点検と保全工事に分けているが、AP239 ではそれぞれが異なるタスク (task) として実行されるも

のと考えることができる。

以上で示したように、業務モデルにおける PDCA サイクルである計画から見直しのループは、AP239 のアクティビティである A4 Provide support (サポートの提供) に相当していると言える。

AP239 では、A4 Provide support (サポートの提供) 以外のアクティビティとして、A1 Manage information to support a product (製品をサポートするための情報の管理)、A2 Generate support solution (サポートソリューションの生成)、A3 Commission support system (サポートシステムの配備) が存在している。これらは、製品をサポート(メンテナンス実施)するための情報処理システムを構築して管理するためのアクティビティであり、メンテナンスを実施することには直接は関係していない。AP239 は、メンテナンス業務だけでなく、ライフサイクル全体をサポートする製品モデルを管理するシステムの構築も含めた標準であることがわかり、AP239 における support (サポート) もメンテナンスの実施に限らず、ライフサイクルにおいて製品を取り扱うことの一般的な表現として、より広い意味で使用されていると考えられる。

以上の業務モデルと AP239 との AAM レベルでの比較でわかるように、今回の業務モデルは AP239 の中に含めることができると考えられることがわかる。ただし、AP239 の表現は、概念的な表現が多く、プラントのメンテナンス業務を想定して AP239 によりモデル化を検討しようとする場合には、AP239 での定義を実業務に合わせて解釈していくことが必要とされる。

## 4. シミュレーションに基づくメンテナンスプランニング

メンテナンスは、狭義には、製品やシステムの機能損傷を予防し、また損傷を回復する活動をさす。ここでは、この考えを拡張し、メンテナンスを製品のライフサイクル管理の手段として位置付ける。環境に配慮した生産の実現のためには、製品を造りっぱなしにせず、使用後は、きちんと回収して、できるかぎりリサイクル・再利用する循環型の生産システムが要求される。例え循環型の生産システムとなっても、大量生産・大量使用・大量回収・大量リサイクルになっていては、環境負荷の低減はできない。利用者が必要とする適切なサービスを、最小の製品循環で実現することが肝要である。循環型の製品ループで、循環量を制御できる活動は、製造活動と利用時における広義のメンテナンス活動である。ここでは、環境負荷を低減させ、種々の無駄を省くことで生産の効率を上げることを目的として、循環ライフサイクルにおける適切なメンテナンスの実施計画すなわちメンテナンスプランニングを決定する手法、およびそのためのモデリングについて考える。

### 4.1 メンテナンスの考え方

地球環境の持続可能性の達成を目指して、工業製品の環境負荷を徹底して削減するためには、製品の企画から生産、使用、回収、リサイクル・再利用などの、製品の全ライフサイクルを考慮して、完全な循環型生産へ転換していくことが必要である。生産工程で出てきた廃棄物の処理、および使用済み製品のリサイクルや廃棄処理を体系的に行うことは基本的に重要である。それに加えて、生産活動や製品のライフサイクル全体を考え、最初から廃棄物が出ない、出にくい、あるいは出ても処理しやすい製品の体系を計画・設計することが重要になってくる。

このように考えると、製造業が責任を持つ範囲として、従来のような製品の生産のみでなく、図 4-1 に示すように、製品の利用や保守、使用後の処理も含めて、全ライフサイクルを考えざるをえなくなる。このことは、単に環境問題に対応して、「負」の価値を埋め合わせようとするだけでなく、新たなライフサイクルを設計することにより、従来なかった「正」の価値を生み出すように、製造業の範囲を拡大するものとも考えることもできる。ここに、循環型生産の真の意義がある。

ライフサイクル全体を対象とした新しい生産においては、製品のライフサイクルを計画・設計して、その中での製品やそれに付随する製品機能を適切に管理して、付加価値を生み出していくことになる。製品を売りきりにして利益を上げるだけでなく、むしろ製品は利用者が求める(サービス)機能を提供する、利用者とのインタフェースであると考えて、(サービス)機能提供により利益を上げていこうとする考え方である。このような考え方は、製造業の「サービス」産業への転換、あるいは「サービス工学」として既に良く議論されている。従来の製造業は、物理的な製品を大量に製造することにより利益を上げていたので、必然的に物理的な資源の消費が避けられず、その結果として環境問題を引き起こしてきた。物理的な製品とそれが提供する機能とを分離することにより、環境負荷を増大させずに、製品利用者が求めるサービスを向上させ、地球の持続可能性と利用者が求める Quality of

Life を両立させることが可能となる。

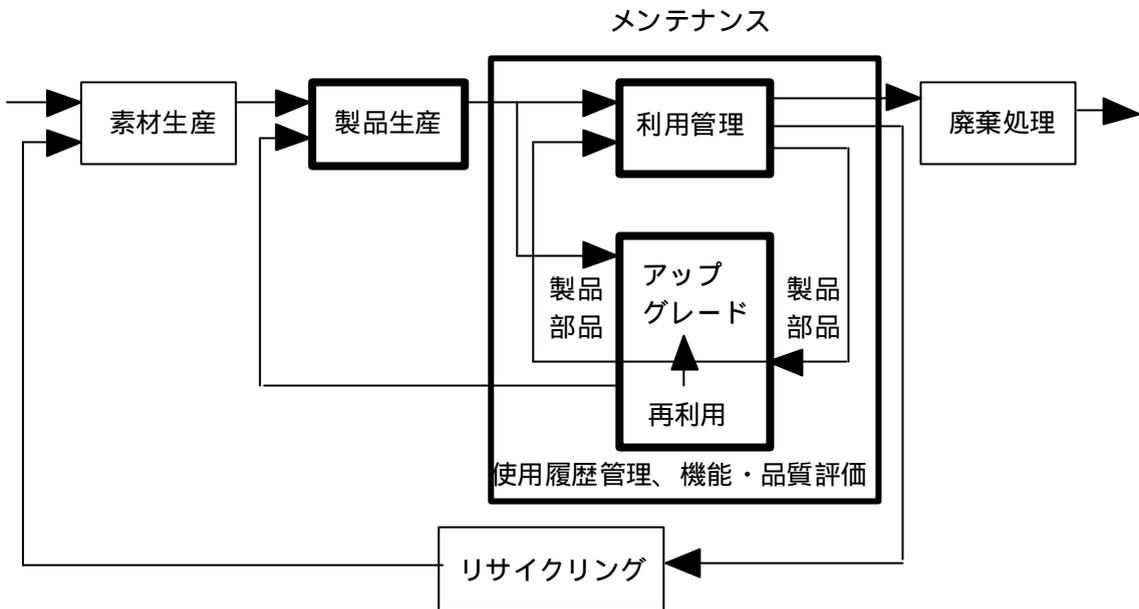


図 4-1 ライフサイクル管理による循環型生産の体系

上記の立場を基本として、製品ライフサイクルのあり方とそれに適合する生産の体系を考えてみよう。特に、上記の考え方においては、使用状態も含めて製品の状態をきちんと把握できるような、製品のライフサイクル管理が重要になるが、従来型の製品のようにライフサイクル管理のコストが大きいと現実には実現されない。一旦無管理状態になった製品をまた管理状態に戻すためには多大のコストがかかる。製品のライフサイクルを徹底して事前計画し管理しきる、という考え方で、ライフサイクル管理コストの削減を迫することは、メンテナンスの位置付けとして有意義である。

問題を把握するために、ライフサイクルループを交通流に喩えてみればわかりやすいであろう。「生産」のプロセスにおいては、長年の研究開発の努力によって、道路は高速道路のように整備され、高速走行に適した自動車が整然と走っている。「リサイクル」においても、まだ不十分とは言え、各種の道路が徐々に出来あがりつつある。しかし、「利用」のプロセスにおいては、道が消えてしまい、荒地や砂漠を不整地走行に適さない自動車が様々な速度で走っているような状態になっている。そのために、「利用プロセス」の前後では、車が大渋滞を起こしたり、逆にいなくなったりして、その流れの予測が困難になる(利用管理、すなわちメンテナンスができていない)。荒地や砂漠の中で利用者に必要なサービスが提供できていない。問題が起きるたびに救援を出すよりは、道路やサービスステーションを整備し不整地に適した車を開発したほうが良いであろう(予め、メンテナンスを良く計画する)。しかしながら、現象は複雑で、その最適化には計算機シミュレーションなど、様々な新技術を開発する必要があるであろう。

基本的な考え方をまとめてみる。現代の生産システムは、生産者側からは、生産効率や環境負荷低減などについてこれ以上改善の余地が無い程に最適化されている。しかるに、製品が工場を出て、販売の流通経路に乗り、また利用者の手に渡って利用され、最後に回収、リサイクル・廃棄処理をされる過程は、良く管理されておらず、最適管理・適正管理以前の問題として、効率が良いのか悪いのか、さえ判然としない状態である。下記の状況を認識する必要がある。

- 製品は、販売業者、利用者、回収・リサイクル業者などの所で無駄に滞留している。
- 利用者は、その製品に対して本来想定されていなかったような非効率な利用の仕方を行っている可能性がある。

上記の状況を改善する方策は、製品を作り放しにしないで、利用者が使い終えた製品は何らかの方式で回収され、資源として有効に再利用されるように、製品ライフサイクルを循環型のループとして完結させることである。そのためには、以下のような課題を解決せねばならない。

- 1)自然な製品回収を実現するライフサイクルループの概念設計
- 2)ライフサイクルに適合して、柔軟なリサイクル、再利用を実現する製品設計
- 3)生産工場のみならず、販売、保守、回収、再生処理を統合した新しい製造プロセスの確立
- 4)新しいサービス提供を受け入れる社会・経済体制の整備

近年、産業界における環境意識の高まりにより、経済性を追求しながら、上記のような完結した製品ライフサイクルを実現しようとする試みが多くみられるようになってきた。その典型的な例として、使いきりタイプのカメラがある。写真を撮った後、出来上がった写真を見るためには、利用者がカメラごと販売店へ持ち込む、というように使用済製品の自然な回収ができるという優れた利用形態になっている。回収されたカメラは、撮影済フィルムが抜き取られた後、工場では部品に分解されて再利用される。部品を再利用することにより、部品を新造する場合と比べて大幅な環境負荷の減少を実現している。

製品を購入するのではなく、サービスを購入する、という立場で、製品ライフサイクルを再構築した例を複写機にみることができる。大型複写機は購入ではなくリース方式で事業所で利用されている。リース方式は、製品を購入するのではなく、複写するというサービスを購入している、とみなすことができる。機種更新時には、新規リース品と交換で使用済複写機が自然に工場に回収される。このような大型複写機は、利用者の手元にある期間中、故障などのサービス低下を予防するために、つねに監視や保守がなされている。このような管理の情報を元に、工場に回収後に製品の品質を厳格に検査して、新規部品と同様の機能を維持している部品が新造複写機の部品として再利用される。このような、使用済部品の品質管理は製造技術における新たな重要技術となりつつある。

上述のようなライフサイクル管理をきちんと行なおうと思えば、製造から利用、回収・リサイクルのようなライフサイクルの各状態において、常に対象となる製品の状態を把握しておくことが重要になる。図 4-2 に示すように、大規模な重機械やシステムなどでは技術的に実現されていることであるが、常に製品の状態を監視して、適切な情報を適切な活動主体に適切なときに提供し、メンテナンスや製品のアップグレードなどにより、“Near-Zero-Downtime Service” を実現

しようとするような考え方も提案されている[1]。最近のユビキタス情報環境の普及と相俟って、家電品などの一般耐久消費財についても同様の考え方が成立する。このようなかたちで、メンテナンスは、循環型の製品ライフサイクルにおける製品品質の管理手段として、重要な役割を果たすことになる。

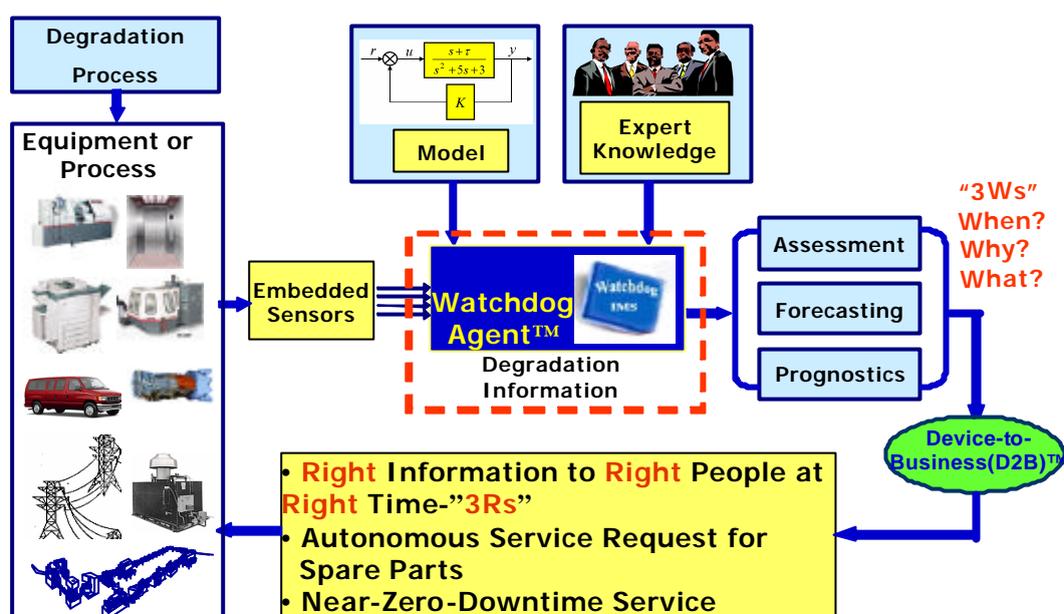


図 4-2 Intelligent Maintenance System

## 4.2 メンテナンスプランニングのためのメンテナンスシミュレーション

製品ライフサイクルに組み込まれたメンテナンス実現のためには、製品設計と平行して、製品の利用の仕方やメンテナンスの方式を設計し、最適なライフサイクルを決定していく必要がある。そのためには、製品の全ライフサイクルをモデル化し、製品の様々な利用の様式を設定してメンテナンスの様相を事前シミュレーションし、メンテナンスの効果を評価することは有効である。

### 4.2.1 メンテナンスプランニングとライフサイクルシナリオ

製品が利用者の手に渡ってから、最終的に、回収・解体・再利用・リサイクル・廃棄されるまでの期間を製品の利用期間という。利用期間において、製品は様々なやり方で、利用者によって使用される。ある自動車は毎日 100 キロメートル以上走行するし、ある自動車は休日のみ 10 キロメートル程度しか走らない。このような製品を利用する頻度、あるいは程度を、製品利用強度と呼ぶ。製品利用強度を含めて、製品の様々な利用の仕方、製品利用様式と呼ぶことにする。

製品のライフサイクルの形態を、製品ライフサイクルシナリオと呼ぶ。例えば、以下のような形態の相違がある。

- 短寿命迅速回収、長寿命重メンテナンス、あるいは、永久使用

- 買取による所有、あるいは、リース・レンタル

基本的に同じ製品機能を提供する場合でも、利用様式は様々であり、適切なライフサイクルシナリオは異なってくる。利用様式とライフサイクルシナリオの組み合わせで、製品の利用効率や環境性能が異なってくる。製品の環境性能は、製品のみでは明確に評価することはできない。その利用様式やライフサイクルシナリオを設定して初めて明確な議論が出来る。要求される利用様式に対して、どのようなライフサイクルシナリオが適切であるかは、自明でないことが多い。ハイブリッド形式の自動車と通常のガソリン自動車のどちらが環境に良いかは、強く利用様式に依存しており、素人の利用者には容易には判定できない。冷蔵庫を何時買い換えればよいか、という問題も、冷蔵庫の省エネルギー性能が向上している時期には、難しい問題である。結局、様々なライフサイクルシナリオを設定して、次節に述べるようなライフサイクルシミュレーションを行って、評価する必要がある。

メンテナンスプランニングは、メンテナンスの実施の様相を決めて、ライフサイクルシナリオを具体的に規定する。例えば、メンテナンス操作を行なう条件としては、以下のような選択の可能性がある。

- 不具合発生後の事後メンテナンス
- 定期的なメンテナンス操作による時間基準メンテナンス
- 状態監視に基づく状態基準メンテナンス
- メンテナンス操作の具体的方式としては、次のような選択が考えられる。
- 現場での修理
- 現場での部品交換
- 製品の取換え

可能なメンテナンス操作は、製品の設計に強く依存しており、このことから、製品の設計とメンテナンスプランニングは同時に進める必要があることがわかる。この場合に、ライフサイクル全体の最適化というマクロな視点が重要である。

#### 4.2.2 シミュレーションによる評価

メンテナンスプランニングのためのライフサイクルシミュレーションは、以下のような手順で進められる。基本的に、大局的な傾向を把握するのに十分な程度の期間と製品利用者を設定して、個々の製品利用者ごとに固有の製品ライフサイクルをシミュレーションし、それらの製品群の環境負荷などを積算して、大局的な製品の環境性能などを評価する。モデルの精度などに限界があるので、評価の絶対値の意義は少ない。様々に設定されるモデルのパラメータなどに対する環境性能の変化の割合を表す、感度解析が重要となるであろう。

##### (1) モデルの設定

###### 1) 対象製品

CAD から得られるような、新規製品のモデルに加えて、製品の使用に従って、劣化していく製品の様相をモデル化する必要がある。厳密なモデリングは極めて困難である。大局的な評価に有用である程度に、大雑把なモデルでよい。むしろ、いかにして容易にモデルを得るか、という

ことが肝要である。次節で更に議論する。

## 2) ライフサイクルシナリオ

製品利用の時間進行や製品の状態などにより、想定されるメンテナンス操作を起動する。様々なメンテナンスシナリオを設定できるように、Petri Net などのような制御機能を含んだ状態遷移モデルによる形式化は有効である。現実の事象の把握には常に誤差が伴うので、確率的な要素もモデル化する必要がある。

## 3) 製品利用環境

メンテナンスファシリティなどのような、様々な環境条件もモデル化する必要がある。経済状況や技術進歩なども含めて、影響する範囲は膨大である。目的とする評価に対応して、適切に評価の境界を設定する必要がある。

### (2) 初期条件の設定

製品の利用状況が動的に変化する場合に、シミュレーションの効果が発揮され、その場合に、ライフサイクルシミュレーションの初期状態の設定は重要である。新製品か、成熟製品か、新規市場か、成熟市場か、など、想定する状況をきちんと反映している必要がある。

### (3) ライフサイクルのシミュレーション

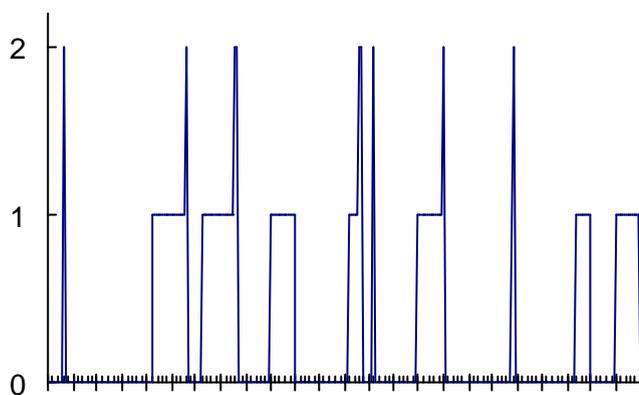
適切な時間間隔を設定して、製品の利用状況を評価し、時間を進行させていく。製品モデルにより製品の状態が変化し、それに応じて、ライフサイクルシナリオモデルに基づいて様々な条件が調べられて、必要な操作が実行されていく。

### (4) 評価値の積算

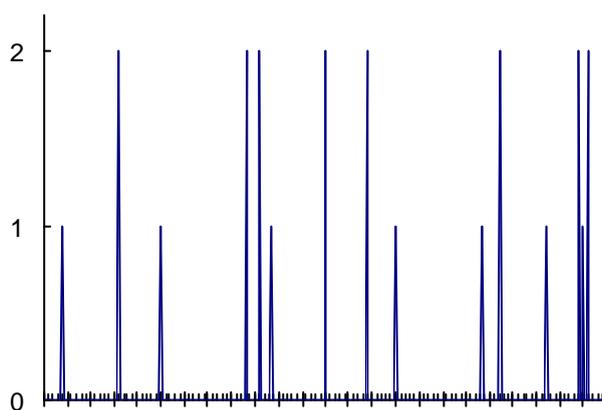
シミュレーションを通じて、製品の挙動や施される操作に従って、個別の製品の時々刻々の環境評価値などが積算され、ライフサイクルを通じた平均的な評価値が算出される。平均的な評価のみならず、種々の条件下での限界値を評価できることが、シミュレーションの大きな効用である。例えば、どんな条件下でも限界以上の故障を起こさないためには、どの程度のメンテナンスファシリティを用意すればよいか、などの評価が出来る。最悪評価や平均評価などを算出して、人の判断により適切な評価を行なう。

エレベータを例として、エレベータの稼働率と必要とされるメンテナンスファシリティとの関係をシミュレーションにより評価した[2]。例えば、状態監視メンテナンスは、注意深くメンテナンスプランニングを行なわないと、むしろメンテナンスの効率を下げることがある、などの現象がシミュレーションされた。実用的な評価とするためには、実際の稼働データとの突合せにより、モデルの精度を高める必要がある。エレベータドアの開閉を対象とするシミュレーション結果の一例を図 4-3 に示す。(a)は通常的时间基準の定期メンテナンスによる故障状況であり、(b)はドア開閉状態を監視するモニタ情報に基づく状態監視メンテナンスを行なった場合である。横軸は、一目盛 1 週間とする経過時間を表す。縦軸は、ドア開閉の動作品質を表しており、0：正常、1：注意状態、2：故障、を表している。(a)では、注意状態となっても、定期点検の時間がくるまで放置されている。(b)では、注意状態となるとモニタ情報に基づく、何らかのメンテナンス操作が

行なわれている。総合的なメンテナンス効果は、エレベータの稼働率とメンテナンスに用いられた資源量とから評価される。



(a) 時間基準の定期メンテナンス



(b) モニタ情報に基づく状態監視メンテナンス

図 4.3 エレベータドアのメンテナンスシミュレーション

### 4.3 メンテナンスシミュレーションのためのモデリング

メンテナンスシミュレーションのためには、メンテナンスの対象製品の使用による機能変化のモデリングが重要な役割を果たす。モデリングの基本的な考え方を概説する。

#### 4.3.1 利用者要求と製品機能

メンテナンスのためのモデリングの基礎として、利用者の機能要求、製品の基本要素機能、基本要素の想定される故障モード、故障モードを検出する状態モニタ、などを体系的に分析して、見落としなくモデルに反映していくことは重要である。そのためには、FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) や FTA (Fault Tree Analysis) などにより、要素の故障から全体機能への展開、あ

るいは全体機能の損傷から要素の故障への帰着など、網羅的な解析は有効であり、これらを効率よく実行するための計算機支援手法が望まれている。また、特に故障モードに着目して、QFD (Quality Function Deployment) を実行することも有効である。エレベータについての簡単な展開例を図 4-4 に示す。これらの解析を基にして、以下に示すように、使用劣化や故障現象を表せるように従来のプロダクトモデリングを拡張する。

Failure, Performance Decline	Level	Causal State	Attributes and Parameters															Sensor																		
			Driving Unit		Wire Rope		Guide Rail			Bracket		Car Door System			Sensor																					
			Controller Failure Rate	Car Position Detector Failure Rate	Number of Loose Bolt/Nut	Lubrication	Alignment	Number of Broken Strands	Wear	Scratch	Tilt	Deformation	Number of Loose Bolt/Nut	Wear of Brake Shoe	Deformation	Lubrication of Slider	Controller Failure Rate	Number of Loose Bolt/Nut	Drive Unit Lubrication	Rail Condition (Sliden)	Rail Condition (Guide)	Car Position	Highway Clearance	Tilt of Guide Rail	Guide Bracket/Wear of Brake Shoe	Car Movement, Rolling	Car Movement, Noise	Car Door / Noise	Car Door System / Position	Car Door System / Guide Rail Clearance						
System Error		Failure of Controllers	X														X																			
Hall door, Not Open		Activation of Safety Mechanism	X								X												X	X	X	X	X				X					
		Failure / Door System																														X				
		Doors are kept open on other floor.																															X			
Bad Alignment of Car Floor Level	A, B, C	Error in Position Detection		X																			X													
		Whole system is not in good condition										X	X										X	X	X	X	X									
Car Movement / Rolling	A, B, C	Guide Rails / Installation Condition										X	X										X	X	X	X	X									
		Guide Rails / Surface Condition								X	X													X	X	X	X									
		Brackets / Installation Condition													X	X									X	X	X									
		Brackets / Sliding Condition													X	X	X									X	X									
Car Movement / Noise	A, B, C	Driving Unit / Alignment					X	X																												
		Driving Unit / Noise				X	X																													
		Guide Rails / Installation Condition								X	X	X	X																							
		Guide Rails / Surface Condition								X	X																									
Car Door / Noise	A, B, C	Brackets / Installation Condition											X	X																						
		Brackets / Sliding Condition													X	X																				
		Driving Mechanism																																		
		Rail Condition																																X		
		Guide Rail Clearance																																X		

図 4-4 エレベータの品質機能展開図の一例

#### 4.3.2 製品の品質モデリング

次項に説明するように、基本的な機能構成要素の機能劣化から製品全体の機能劣化や機能損傷を導出することが望ましい。一般的には、このような構成的な手法で、精度の良いモデルを生成することは難しい。実用的には、より巨視的なモデルで、定性的には製品の品質劣化をよく表すモデルを設定することが有効であろう。そのような、製品の巨視的な品質モデルを図 4-5 に示す [3]。

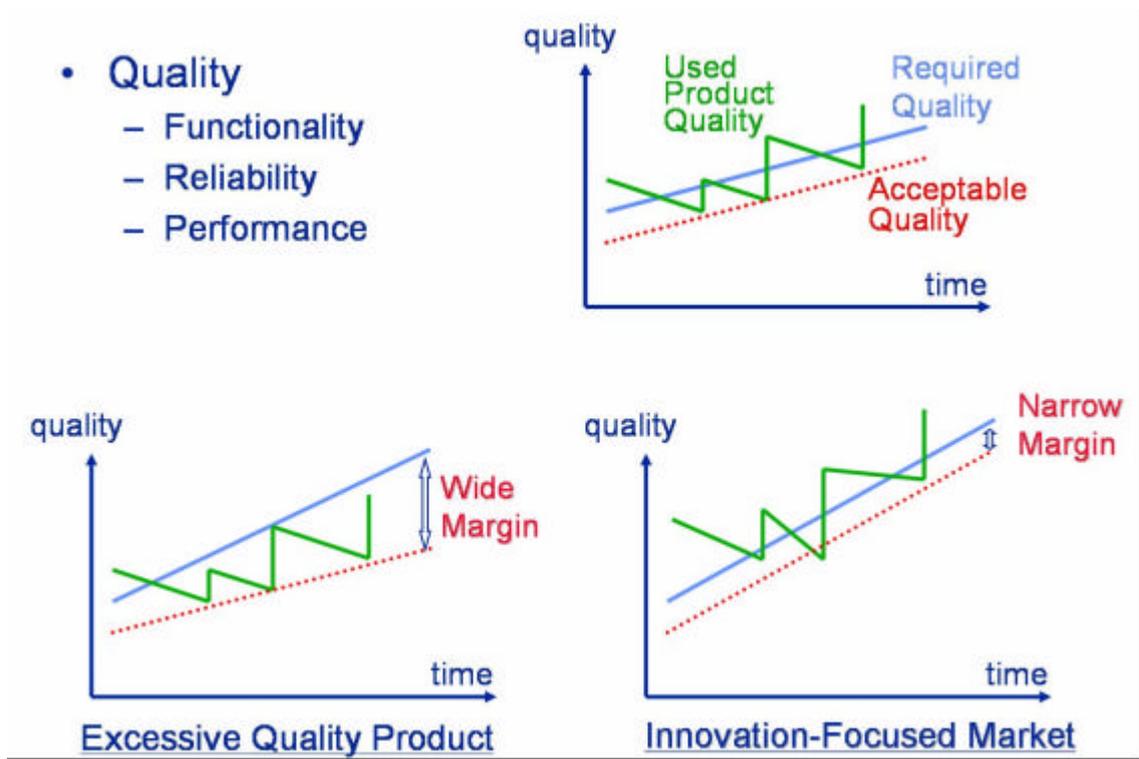


図 4-5 製品の品質モデル

図 4-5 の各グラフにおいて、横軸は製品使用時間を表し、縦軸は製品品質を総称的に表したものである。機能や、信頼性、あるいは、技術の進展による機能劣化も含む。図中の Acceptable Quality とは、これ以下の品質になれば、所用者は製品の使用を止めようとする品質である。Required Quality とは、市場で入手可能な競争的な品質である。これらは、市場競争や技術進歩により、時間と共に向上する。使用中の特定の製品の品質は、Used Product Quality で表われ、使用と共に劣化するが、Acceptable Quality に近づいたらメンテナンスを受けたり、買い換えられたりして、品質が向上する。この3種の品質を適切にモデル化することにより、様々な製品や利用者の挙動を表現することが出来る。例えば、Excessive Quality Product は技術的な成熟製品を表わしており、品質の下限である Acceptable Quality より Required Quality ははるかに高く、新しいものが好きか、製品を大事に使うか、などの利用者の性向により製品の取換え挙動が異なってくる。これに対して、技術的に成長を遂げている Innovation-Focused Product の場合には、製品は急速に機能的に劣化し、利用者は常に新技術を織り込んだ新製品に追い立てられる。

様々な視点で、このような巨視的なモデルを設定することは有効である。このモデルにより、利用者の製品取換え挙動が決定される。

#### 4.3.3 製品の挙動劣化モデリング

前節で述べたような巨視的なモデルは、様々な基礎的な現象により構成されている。これらの要素の影響を構造的にモデル化するためには、より構成的なモデルが必要である。一般的には非

常に複雑なモデルとなる。ここでは、一例として、図 4-6 に示すように、物理的な劣化により、製品機能が低下する現象のモデル化を考える[4]。

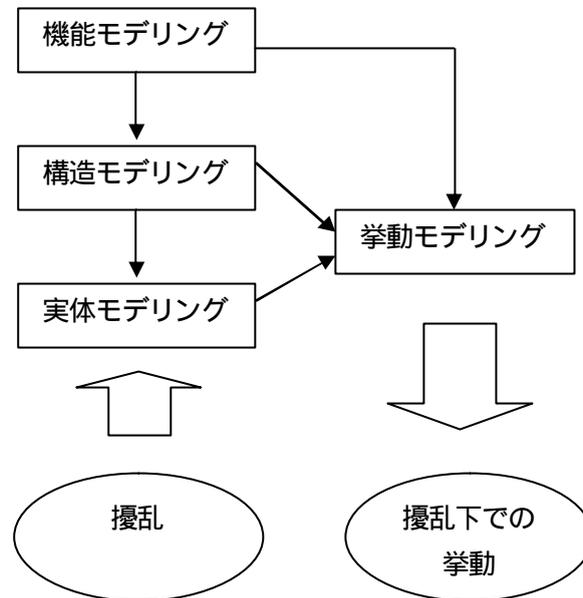


図 4-6 劣化挙動のモデリング

機能モデリングや構造モデリング、実体モデリング、挙動モデリングなどを関連させて、理想的な状態の製品挙動や機能を表示するプロダクトモデルが構成的に表示される。これらのモデルやそのかわり方をどの程度まで意味的にきちんと表示できるかは、プロダクトモデリングの基本的課題であり、現状の実用化技術は十分ではない。更に、製品の機能劣化を表示しようとするれば、機械製品の場合であれば、磨耗、変形、疲労、材質変化などの擾乱を実体モデルや構造モデルに加えて、それらを総合して、挙動評価を行い、機能を生成せねばならない。一般的には、挙動生成には複雑な解析を必要として、実用的な精度を達成するのは困難である。また、挙動を利用者要求に従って解釈したものが機能と考えられるが、この評価の方式も一般的なモデル化は困難であり、今後の多くの研究が必要とされている。

#### 4.4 まとめ

ライフサイクル管理の観点からメンテナンスの重要性を議論し、合理的なメンテナンスプランニングのために有効なメンテナンスシミュレーションについて考えた。シミュレーションの基礎として、製品や、ライフサイクルシナリオ、使用環境などのモデリングは重要であり、特に劣化など、製品の全ライフサイクルと通じたライフサイクルモデリングは重要な課題である。実用的なモデリングのためには、モデリングの基本構造や関連する実績データの整備が必要である。対象範囲が広範であるのでアドホックな対応では不十分であり、標準化は基本的な課題である。

## 参考文献

- [1] Jay Lee, Jun Ni and Dragan Djurdjanovic: Predictive Tools for Machine Performance Degradation Assessment and Intelligent Maintenance Systems, NSF Industry/University Cooperative Research Center on Intelligent Maintenance Systems (IMS), 2004.
- [2] 秦智之、木村文彦：メンテナンスシステム構成要素の製品品質管理への影響評価、日本機械学会第13回設計工学・システム部門講演会、2003年10月。
- [3] Tomoyuki Hata and Fumihiko Kimura: A Simulation-based Approach for Detecting Undesired Product Lifecycle Features in Maintenance System Design, Proc. EcoDesign 2003, Tokyo, Japan, Dec., 2003.
- [4] 木村文彦：信頼性設計へのアプローチ、計算工学会誌、Vol.9, No.1, pp.3-6, 2004.

## 5. 委員からの寄稿

### 5.1 ECOM/PLCS 委員会活動への期待

千代田アドバンスソリューションズ(株) 加藤 三治

平成 15 年度の PLCS 委員会の活動に参加させていただき、簡単ですがその活動への期待について、エンジニアリング業界にいる立場としてのコメントをまとめました。

#### (1) PLCS に対する期待

高度経済成長期が終わった日本において、新たなプラントが建設されず、また、設計寿命が過ぎようとしているプラントも運転せざるをえないという状況において、プラントオーナーとして、現在稼働しているプラントをどのように世の中のニーズに合わせていくかという課題が課せられています。このような状況の中で、プラントを建設する業務に携わってきたエンジニアリング会社は、ビジネスの骨格をなしてきたプラント建設から、環境ニーズ、グローバルでのニーズなどの要素を考慮にいれたプラントのライフサイクルをキーワードにビジネスを再構築していこうとしています。千代田では、PLE(Plant Lifecycle Engineering)というキーワードで、エンジニアリング会社の役割を創出しようとしており、今後日本から世界に向けて PLCS のねらいをより具体化した形で発信していくことにより、エンジニアリング会社のビジネスを確立できると考えています。

#### (2) 具体的なニーズ、応用の可能性

現在商品のライフサイクルが短くなり、かつ物流がグローバルレベルで効率化されてきた状況においては、生産性の高いプラントに生産を委託するという企業が一般的になっているという状況においては、商品の生産は外注を起用し、商品の開発・販売することが企業の役割になっています。このため、生産を役割としているプラントの価値が相対的に評価されるというプラント自体が競争の渦中におかれるようになり、結果的にプラントオーナーとしての努力がプラントの生死を決めるといっても過言ではありません。そこでは、プラントの運用に係わる IT の活用が、プラントビジネス自体を左右する重要な課題の一つとなっています。

このような環境から、プラントの価値を高め、その価値をより具体的に数値で表すことが、求められており、より一元化されたデータベースによるプラントの運用が、ニーズとして上がってくるものと想定されます。いわゆるプラントを維持・運転するプラントオーナーにとってのプラント ERP ともいわれる CMMS(Computerized Maintenance Management System)の活用がその一つとして、検討されるようになっていきます。

PLCS は、CMMS におけるデータベース設計の基本となるべき概念として位置付けられます。

#### (3) 関連する技術情報と展開の可能性

PLCS を考える上で重要なポイントは、コンピュータシステムから見ると CMMS であり、ド

キュメント管理であり、3D プラントモデルであり、スケジューリング管理であり、その他信頼性解析システムの統合化であると考えられます。このような様々な機能を持ったシステムを統合化した環境で実用化することが、プラントメンテナンスにおけるコスト削減、信頼性向上などの成果を具体化するための必須条件といえます。

また、プラントの評価を相対的に実施するということが出来れば、データベースの概念を同じにすることも要求されることから、PLCS の具体化はより注目される作業となっていくものと考えています。

プラントのメンテナンスにおいては、プラントの建設時から蓄えられてきた設備仕様や設備運転・保全履歴などのデータを一元化し、管理していくことも重要な点の一つになりますが、設備仕様に関してみても、データが設計から建設そして運転にいたる様々な過程で、データの質および量の両面で変更・追加・削除等が行われており、それらを統合的に管理することは、至難の業といえます。図 5-1 にプラントライフサイクルにおけるプラントデータの変更量の変遷をイメージしてみました。現在、設計時のデータベースを運転・保守時のデータベースへ移行したりする作業が実施されるようになってきましたが、PLCS における標準化とこれら実際に実施されている作業との概念を共有化できるような活動を行うことにより、PLCS 標準化の役割が注目されるものと考えています。

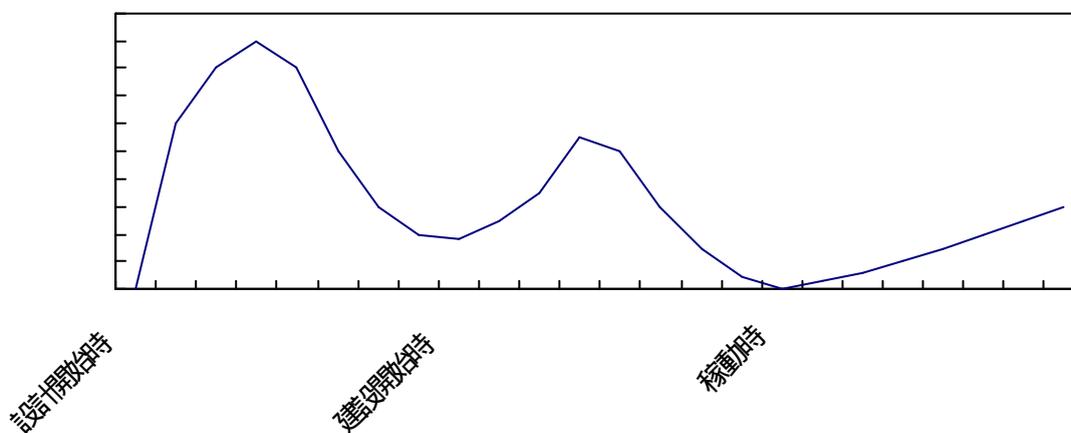


図 5-1 プラントの設計・建設から運転・維持に至るデータ変更量の変遷イメージ

限られた委員会活動の中で、具体的なアウトプットを出すのは難しいと思いますが、「PLCS の標準化とは、」というゴールではなく、PLCS のねらいとすることとその概念をこの委員会の中で議論し、対外的に広く普及することができれば、プラントの IT 化に対するプラントオーナーやエンジニアリング会社の役割と進むべき道筋を提案できるのではないかと思います。

## 5.2 PLCS モデルの実装について

日本総合システム(株) 森 福瑞

平成 15 年度 ECOM/PLCS 委員会が、「3R を考慮した製品ライフサイクル支援モデル表現と交換のための調査研究」を実施してきた。ISO 10303-239 国際規格のレビュー及び国内産業の関連規格をまとめることは主要な活動の 1 つである。製品の製造者及び利用者にとって、標準規格が如何に簡単に実現できるかということは、重要な課題である。本稿は PLCS モデルの実装について考察していきたい。

### (1) 実装対象モデルの特徴

実装の観点から見た場合、対象モデルは表 5-1 に示すような主な特徴がある。

表 5-1 実装対象モデルの特徴

特 徴	内 容
マルチモデル	PLCS モデルの構成は、設計、製造、利用、廃棄等、複数の次元を含む。また、再利用やリサイクルを出発点として設計、製造へ流れていく見方もある。
複数バージョンのモデル	国際規格モデルは、通常 WD, FDIS, DIS, IS 等複数種類のバージョンで洗練していく。また、同一種類でもバージョンアップすることがある。国内産業の関連規格でも同様である。
製品重視からサービス重視への変化	製品の提供者(設計、製造プロセス)から製品の利用者(サービス品質)へ変化する。

### (2) IT サービス管理のフレームワーク

PLCS モデルを実装するとき、IT(情報技術)を用いることは当然である。現在、PLCS モデルは、製品ではなくサービスを中心に考えるように変化中、実装もサービス品質を考慮するように変えなければならない。

英国政府はIT 投資に対する効果があまり出なかったため、1989 年から IT サービス管理(ITSM, IT Service Management)に関する研究を行い、成果物を ITIL (IT Infrastructure Library)として公開した(文献 1)。その後、ITIL は英国標準 BS15000 IT Service Management Standard のベースとなっている(<http://www.bs15000.org.uk>)。

IT サービス管理の主要な目的は、次の通りである(文献 1、第 1 章)。

- IT サービスは、提供者及び利用者双方の現在と将来のニーズを満たすこと
- サービス品質の改善
- サービスの長期コストの削減

IT サービス管理の主要なプロセスを表 1-2 に示すような 2 つのキー分野にまとめた(文献 1、

第2章)。

- サービスサポート：日常の運用とサポート
- サービスデリバリ：サービスの長期的な計画と改善

表 1-2 IT サービス管理のフレームワーク

分野	機能	プロセス	内容
サービスサポート	サービスデスク		サービス提供の単一窓口
		インシデント管理	不具合やサービス要求に迅速に対応する
		問題管理	不具合の根本的な原因を追求し、事後処置及び予防措置を実施する
		変更管理	変更がサービス全体に与える影響を最小限に抑えるために、サービスの構成要素の変更プロセスを標準化する。
		リリース管理	サービスへの変更を確実に実施する
	構成管理	サービスを提供するための構成要素を識別、コントロール、維持、検証する	
サービスデリバリ		サービスレベル管理	サービス品質の目標を設定して、品質を維持し、継続的な改善を実施する
		IT サービス財務管理	サービスを提供するためのインフラやリソースに関する費用対効果を高める
		キャパシティ管理	サービス要求の将来の利用傾向を見極めて、IT インフラの性能とキャパシティを最適化する
		IT サービス継続性管理	災害等の発生時にサービスを規定の時間内に再開する
		可用性管理	サービスが持続的に利用できるように、IT インフラとサポート体制を最適化する

サービスデスクは、プロセスではなく、利用者からのサービス要求に対し、サービスを提供する単一窓口の機能である。サービス要求に応じて各プロセスへ連動する。

各プロセスは、さらに詳細なサブプロセス、入力、成果物、責任分担、コストと効果、考慮事項、問題点を規定する(文献3, 4)。

IT サービス管理の実装に関するガイドも提示されている(文献2)。

### (3) 開発フェーズとの連携

上述の IT サービス管理のフレームワークは、サービスの運用・サポートフェーズに着目して

いる。PLCS モデルがライフサイクルごとに複数種類、複数バージョンがあるため、サービスの開発は、継続的に改善していく必要がある。従って、開発フェーズと運用・サポートフェーズとの連携も重要である。運用・サポートプロセスと開発フェーズとの相互チェックポイントを表 1-3 にまとめる。

表 1-3 運用・サポートと開発フェーズの連携

運用・サポート プロセス		連携	開発フェーズ
サービスサポート	サービスデリバリ		フェーズ
変更管理	サービスレベル管理 サービス財務管理	↔	実現可能性調査
変更管理 リリース管理	キャパシティ管理 サービス継続性管理 可用性管理	↔	設計
変更管理 リリース管理 構成管理	キャパシティ管理	↔	製作、テスト
サービスデスク インシデント管理 変更管理 リリース管理 構成管理	サービスレベル管理	↔	配置、配布
サービスデスク 変更管理	サービスレベル管理	↔	レビュー(試運用)
サービスデスク	サービスレベル管理	↔	運用

#### (4) 結語

PLCS モデル及び関連規格がサービス中心に変化する中、PLCS モデルの実装もサービスを出発点から設計していかなければならない。実装の手法としても、IT 技術やツール重視からサービス自体のあり方重視へ方向変換が必要である。その意味では、サービスの原点に立った ITIL の IT サービス管理のフレームワークが大いに参考になる。また、開発のライフサイクルとの連携も、高いサービス品質を提供するための必要条件である。

#### 参考文献

1. “IT Service Management Pocket Guide”, Version 2.1.b, IT Service Management Forum Limited, May 2003,UK

2. "Planning to Implement Service Management Pocket Guide", Version 1.0, IT Service Management Forum Limited, August 2003,UK
3. "Best Practice For Service Support", IT Service Management Forum Limited, 2001,UK
4. "Best Practice For Service Delivery", IT Service Management Forum Limited, 2001,UK

## 6. まとめ

### 6.1 平成 15 年度の実施内容

#### (1) 環境管理情報を考慮した PLCS 情報モデルの検討

メンテナンスが環境に与える影響の評価法として、ISO 14031 (Environmental Performance Evaluation : EPE) の考え方を利用し、また、メンテナンスが環境に与える評価法に関しては、RBM (Risk Based Maintenance) などで導入されているリスクの概念を使い、設備・機械のメンテナンスに環境効果も含めて評価するためのガイドラインの検討を行った。

#### (2) ISO の PLCS 規格開発のフォローと、日本の産業界のニーズとの関連の検討

ISO 10303-235 (Materials information for the design and verification of products) の環境問題への適用可能性について調査した。この規格の開発プロジェクトは、VAMAS (The Versailles Project on Advanced Materials and Standards) の TWA10 の方に実証実験プロジェクトを提案していることが判明したため、TWA10 の Chair であるエコマテリアル研究センターの原田センター長と情報交換を行って、状況を注視することにした。

また、ISO 10303-239 (Product life cycle support : PLCS) の設備のメンテナンスへの適用可能性を調査したが、当初のバージョンでは、日本のプラントメンテナンスで重視されている RBM に対応するための機能が不足していることが判明したので、改訂バージョンで機能拡張を行うように要望した。

(10303-235 と 10303-239 は、いずれも WD の段階である)

#### (3) メンテナンスモデルの検討

メンテナンスを考慮した設計モデルのシミュレーションを実施した。

### 6.2 次年度の実施予定内容

#### (1) 環境管理情報を考慮した PLCS 情報モデルの検討

平成 15 年度に引き続き、メンテナンスの環境へ及ぼす評価方法の検討を行う。とくに不適切なメンテナンスがもたらす「有害な環境側面」と適切なメンテナンスによる「有益な環境側面」を具体的な保全活動から拾い上げ、情報モデルとしてどのように折り込むべきかを検討する。

リスクをベースとしたメンテナンスの環境へ及ぼす影響の評価法から、メンテナンスがもたらす環境パフォーマンス評価チェックリストの作成を行い、次年度以降のガイドライン作成のための基礎データとして収集、整理する。

#### (2) ISO の PLCS 規格開発のフォローと、日本の産業界のニーズとの関連の検討

1) 10303-239 の適用事例の情報を入手して、日本におけるメンテナンスへの適用のニーズと比較する。現在の 10303-239 には規格の要件である Conformance Class (適合性クラス) の定義が含まれていないため、プラントメンテナンスのために有効な Conformance Class を検討して、提案する。

2) 10303-239 へのリスク対応機能の組み込みに対する日本のニーズを明確にして、仕様に反映されるように要求する。

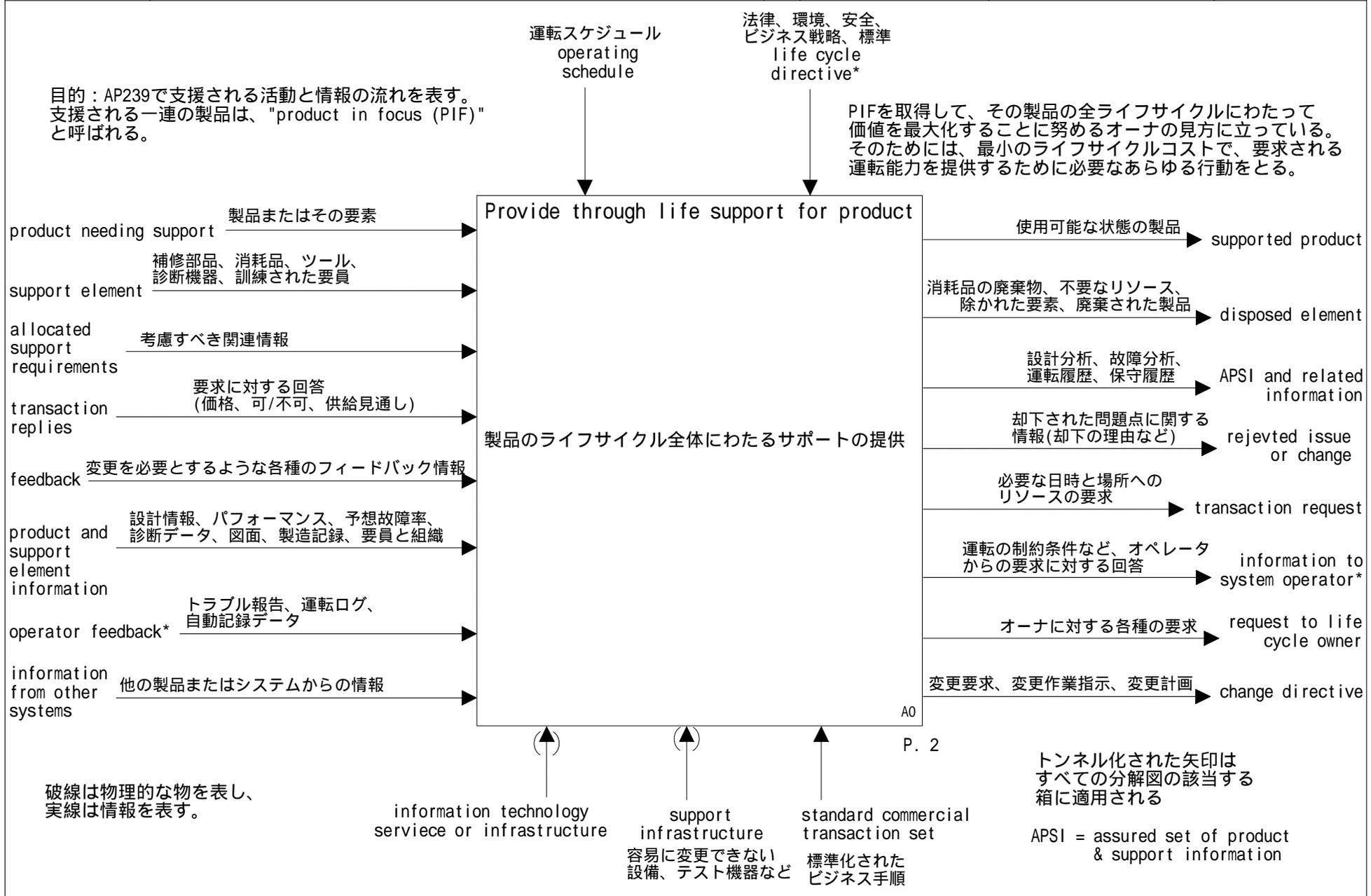
3) 10303-235 と 14048 (Environmental management -- Life cycle assessment -- Data documentation format) とのインタフェースを調査して、日本の産業界にとって問題がないかどうかを検討する。

## 付録1 ISO 10303-239 (AP239: PLCS 規格)の AAM の IDEF0 図

ISO TC 184/SC 4で開発中の製品ライフサイクル支援データモデルの規格案である10303-239 (Product Life Cycle Support : PLCS)の仕様書[1]の Annex Fにある、Application Activity Model (AAM: 規格の対象業務を分析して IDEF0 図で表現したもの)を紹介する。ここに掲載するのは、オリジナルの IDEF0 図の各アクティビティに日本語の名称を追加したものである。

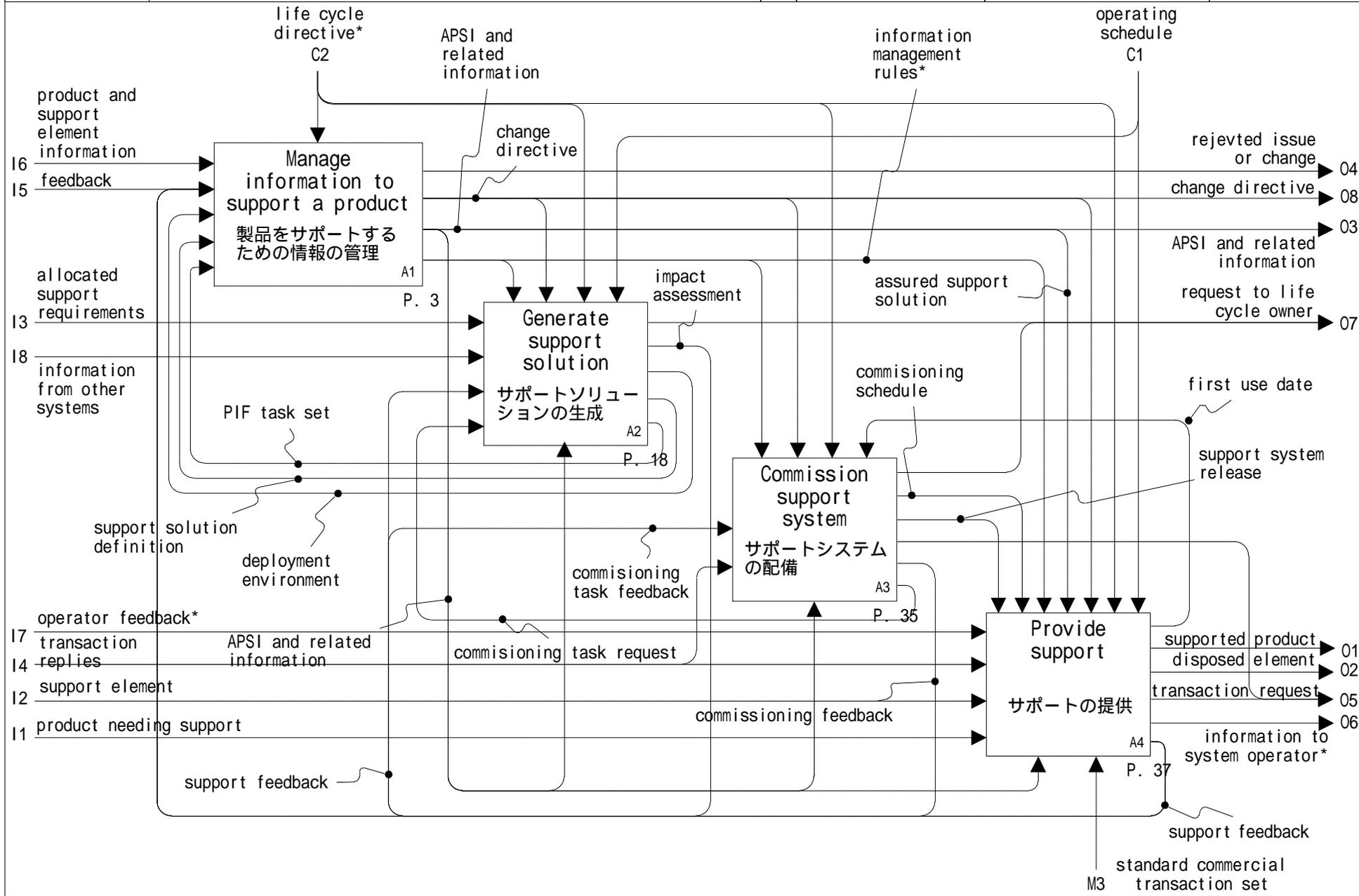
----- (引用開始) -----

USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki PROJECT: PLCS Committee  NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 2003/7/28 REV: 2004/2/11	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  Top
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

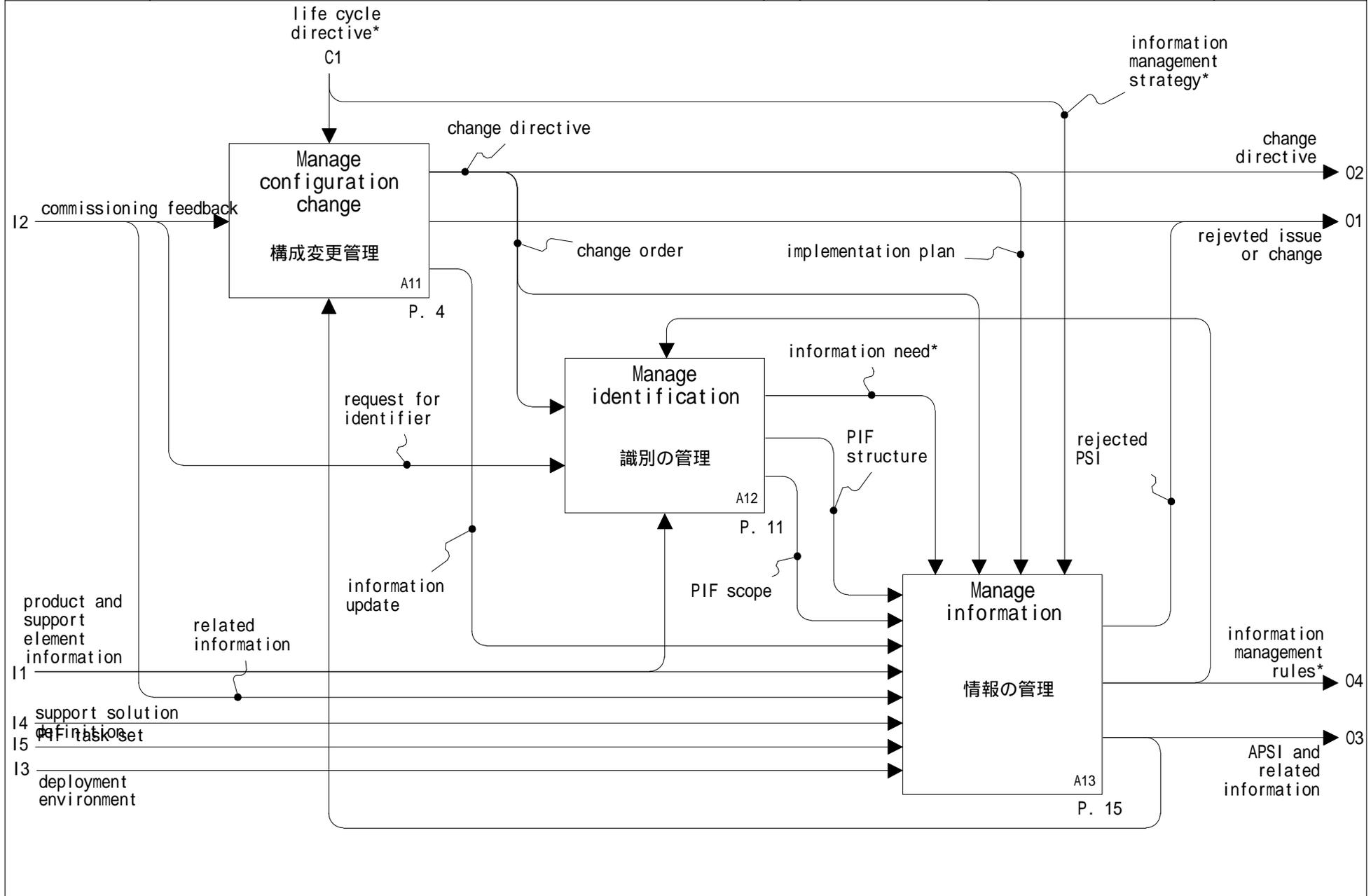


NODE: A-0	TITLE: Provide through life support for product (製品のライフサイクル全体にわたるサポートの提供)	NUMBER: P. 1
-----------	---	--------------

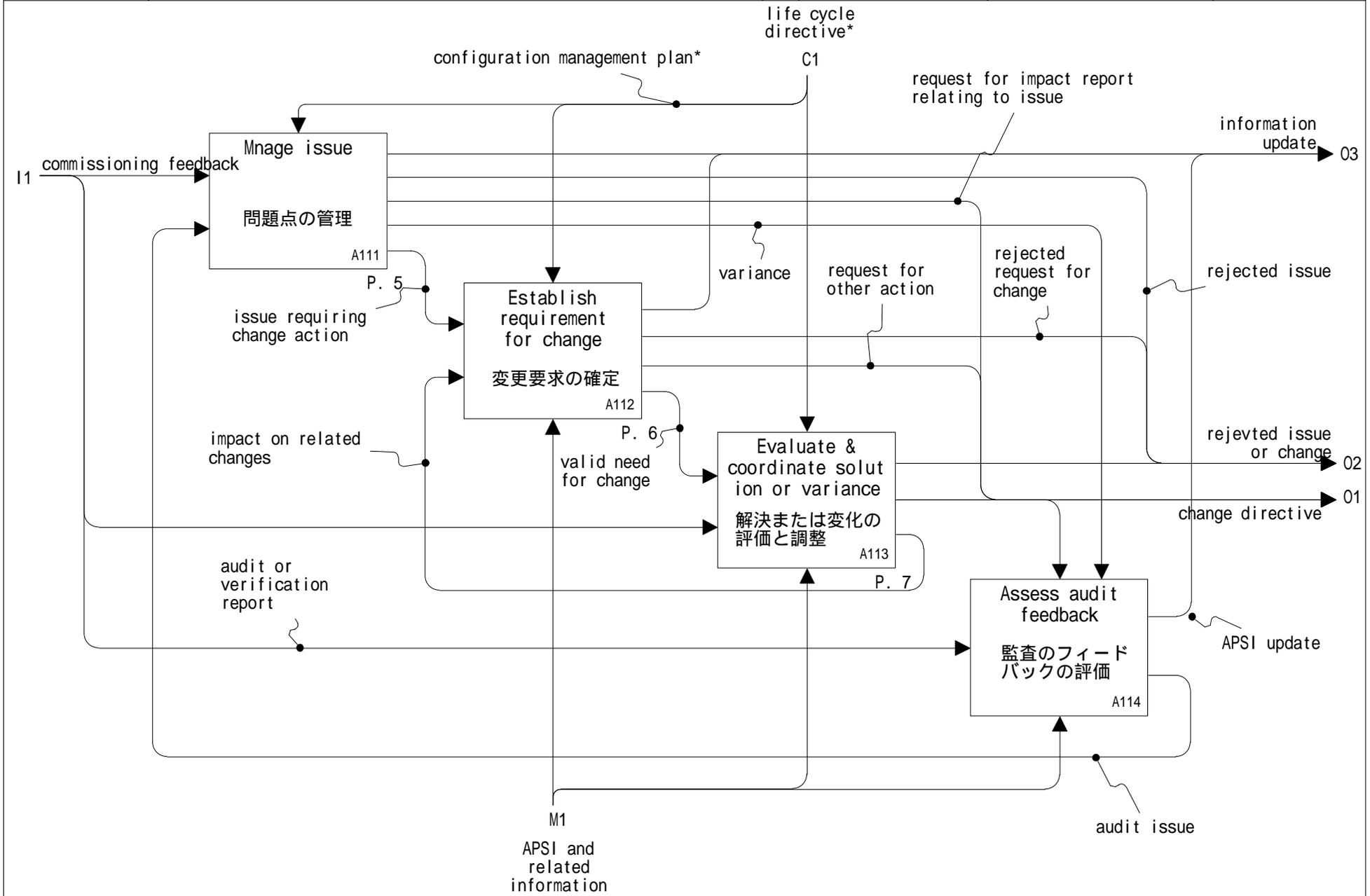
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: ■
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

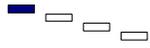


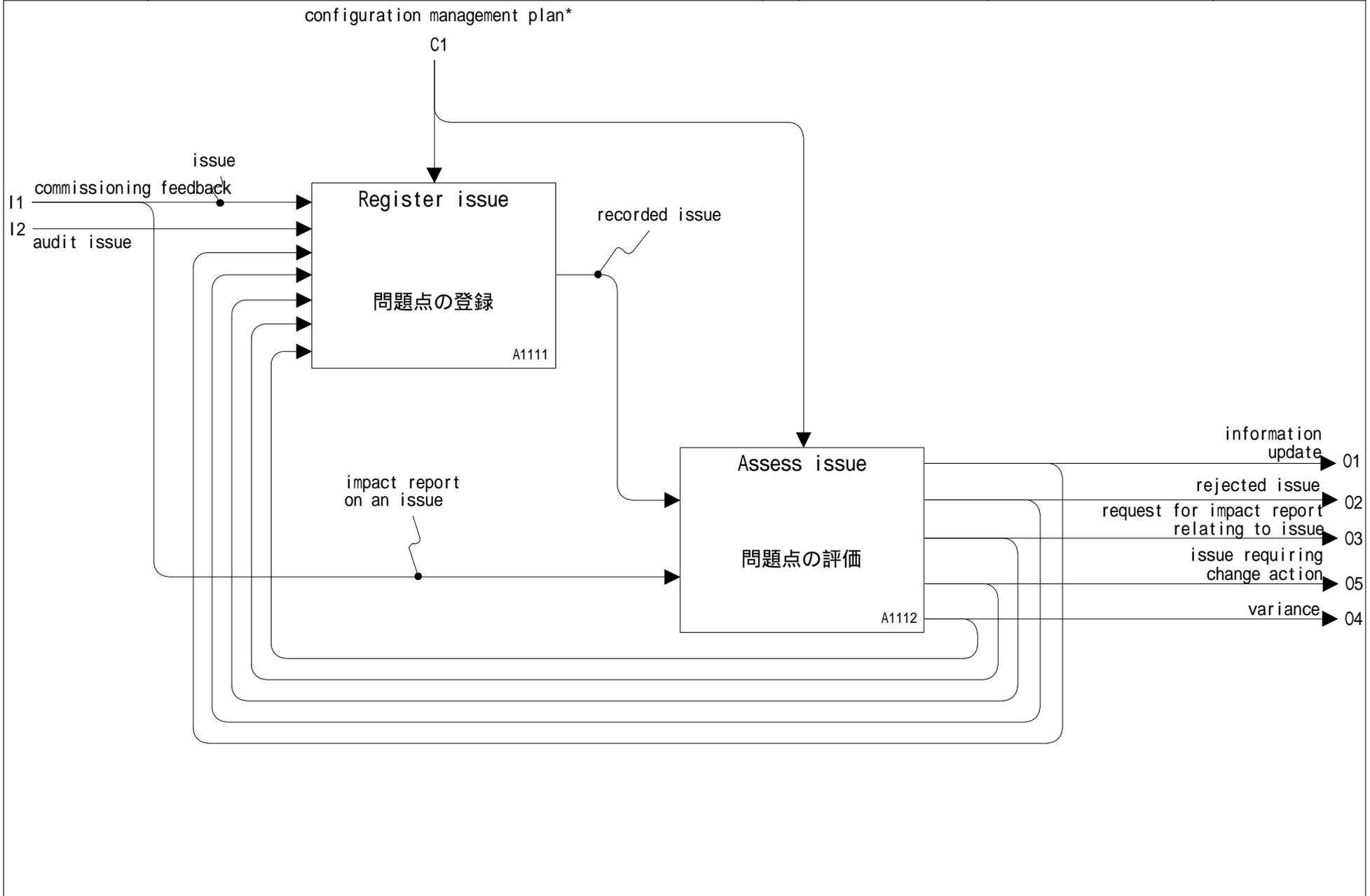
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki PROJECT: PLCS Committee  NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 2003/7/28 REV: 2004/2/11	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: ■ □ □ □
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



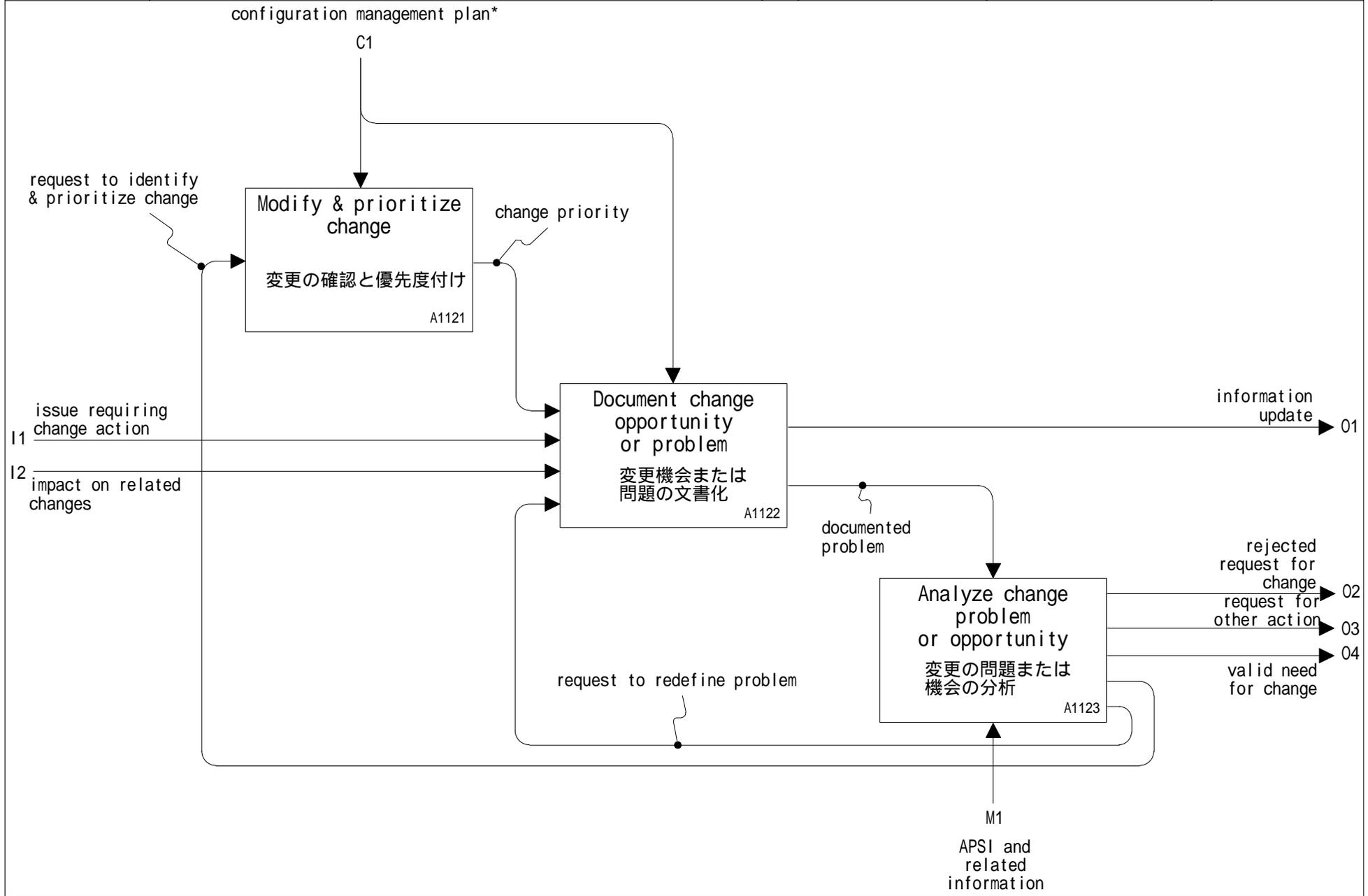
NODE: A1	TITLE: Manage information to support a product (製品をサポートするための情報の管理)	NUMBER: P. 3
----------	--	--------------



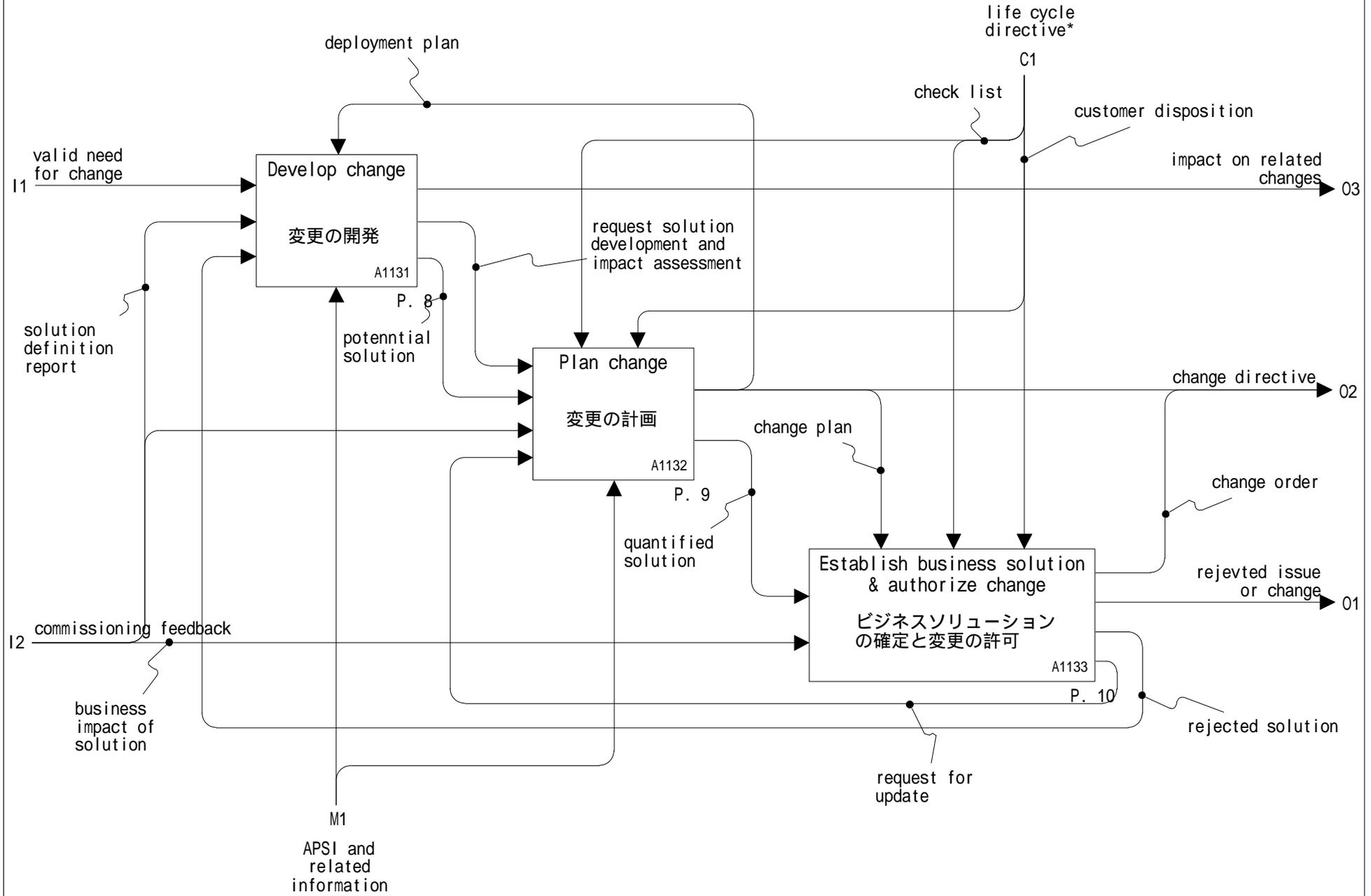
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



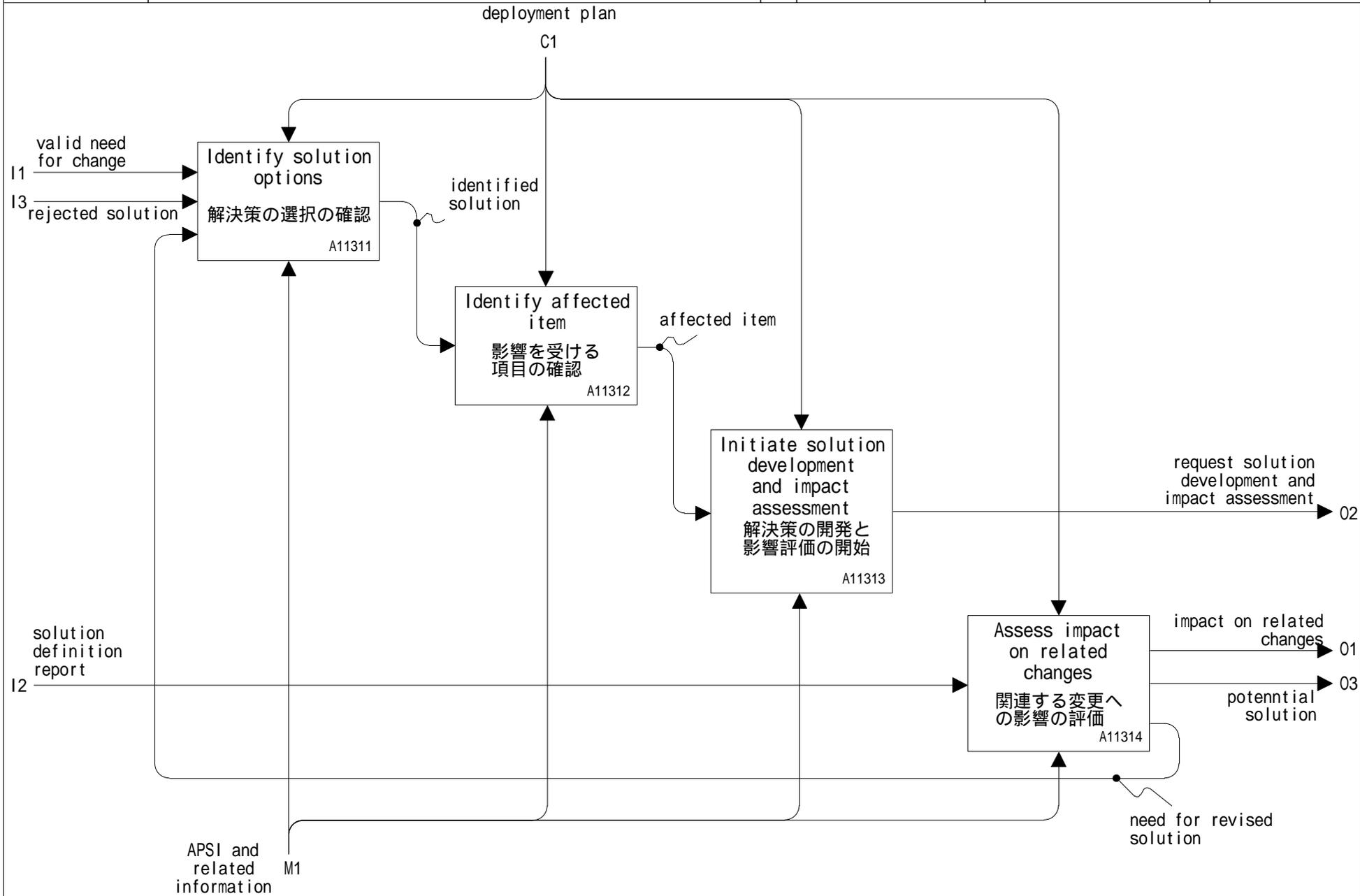
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ ■ □ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

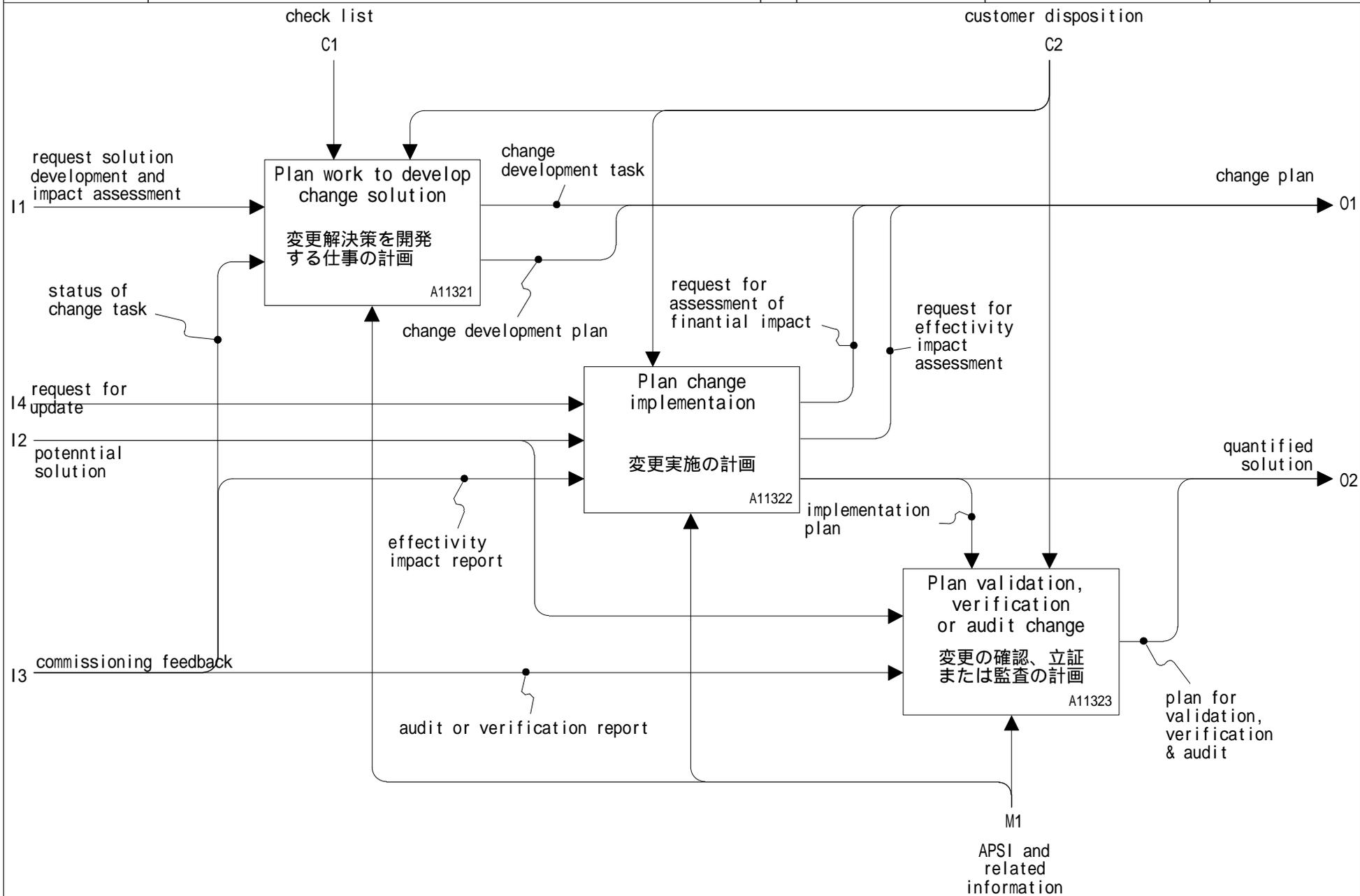


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki PROJECT: PLCS Committee  NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 2003/7/28 REV: 2004/2/11	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ □ ■ □
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

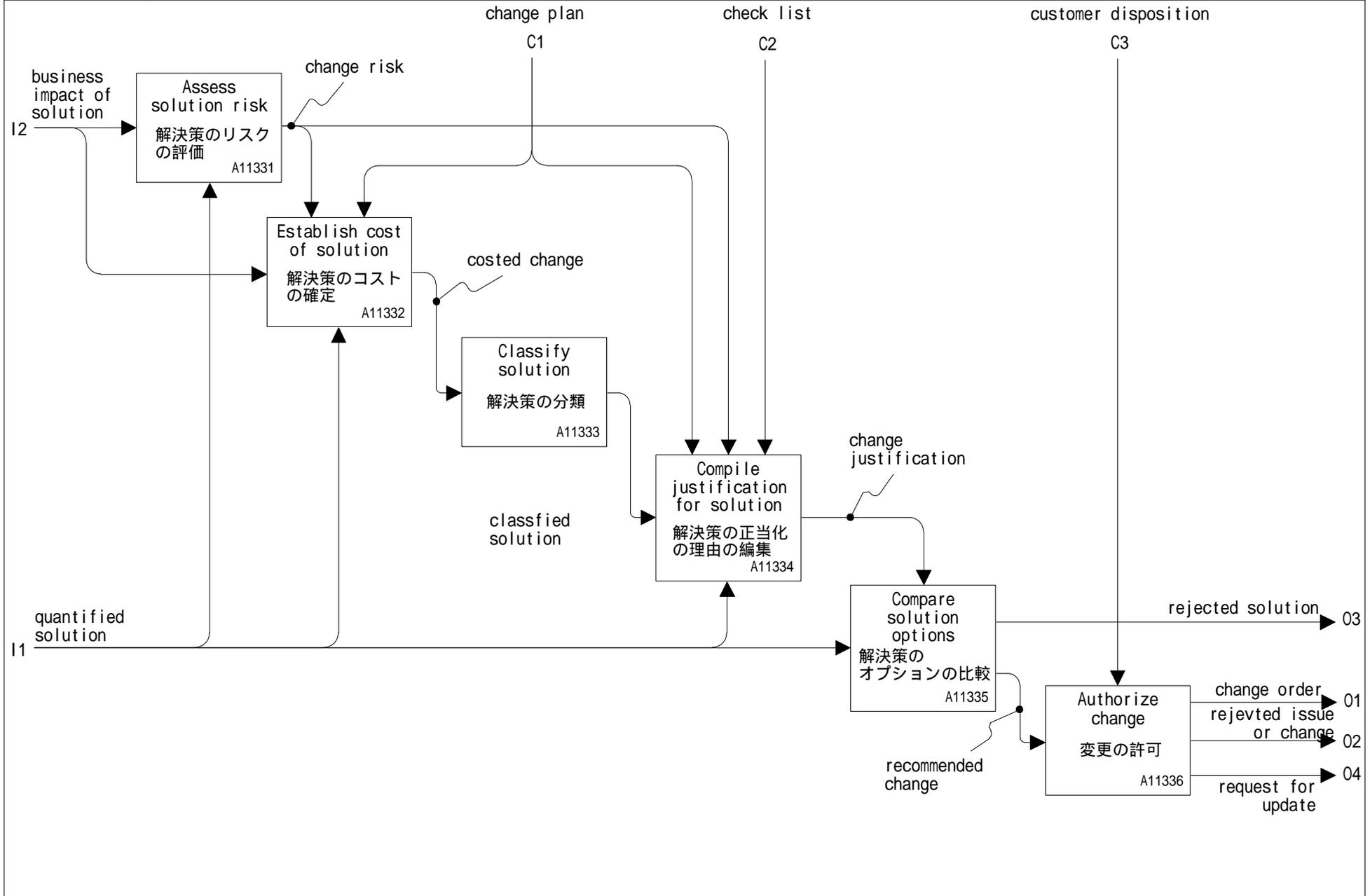


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



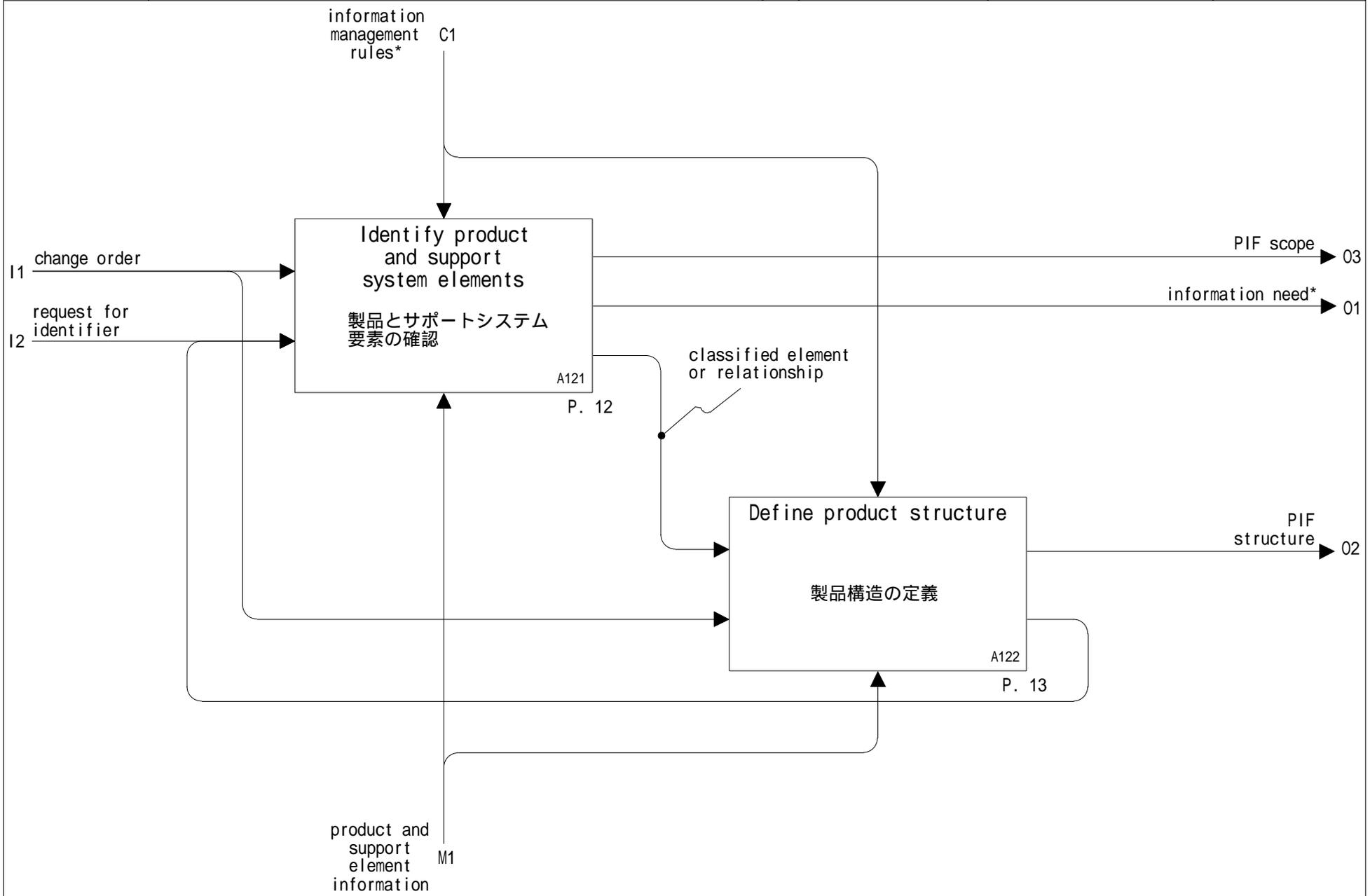


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ □ ■
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

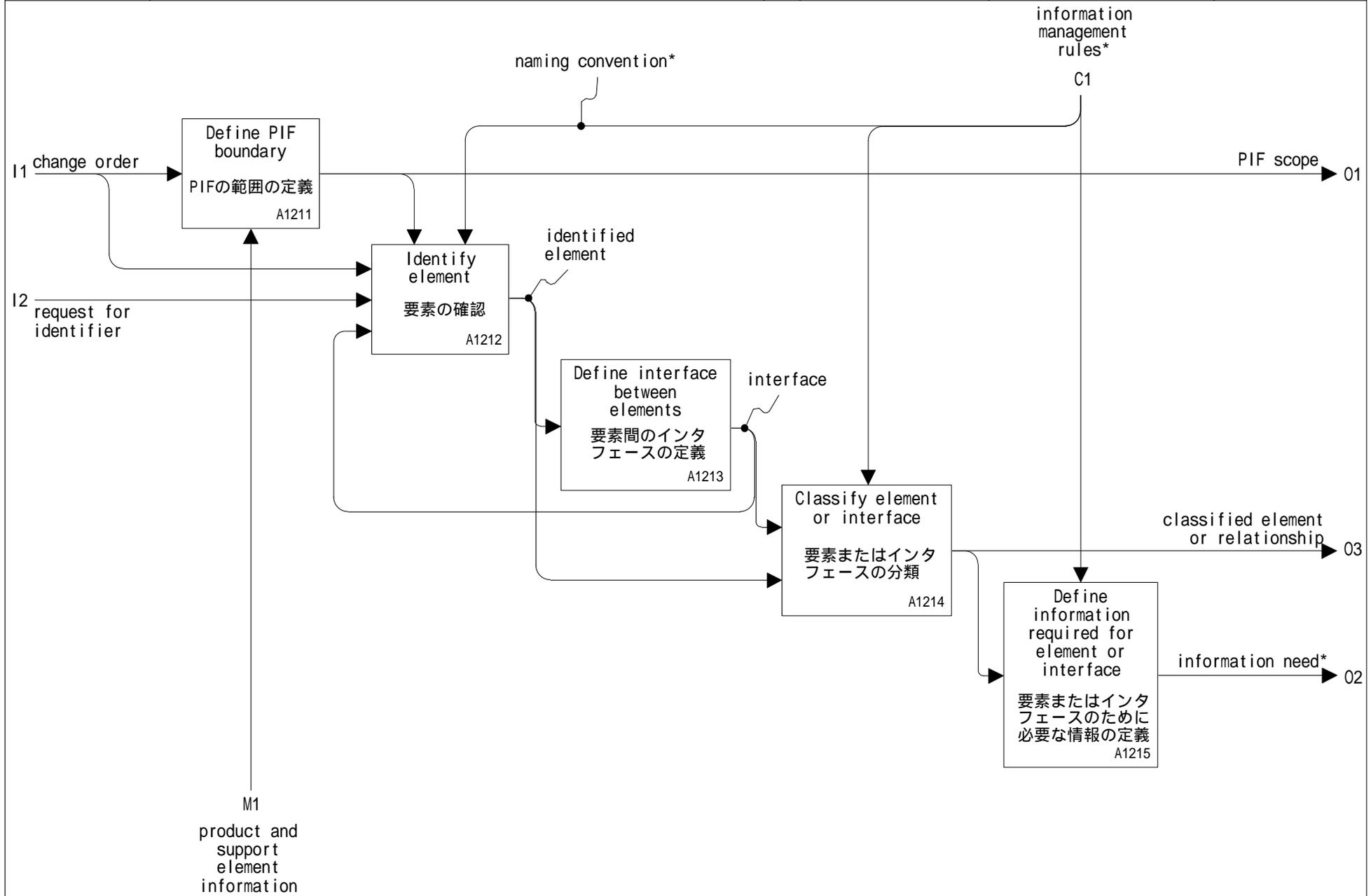


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

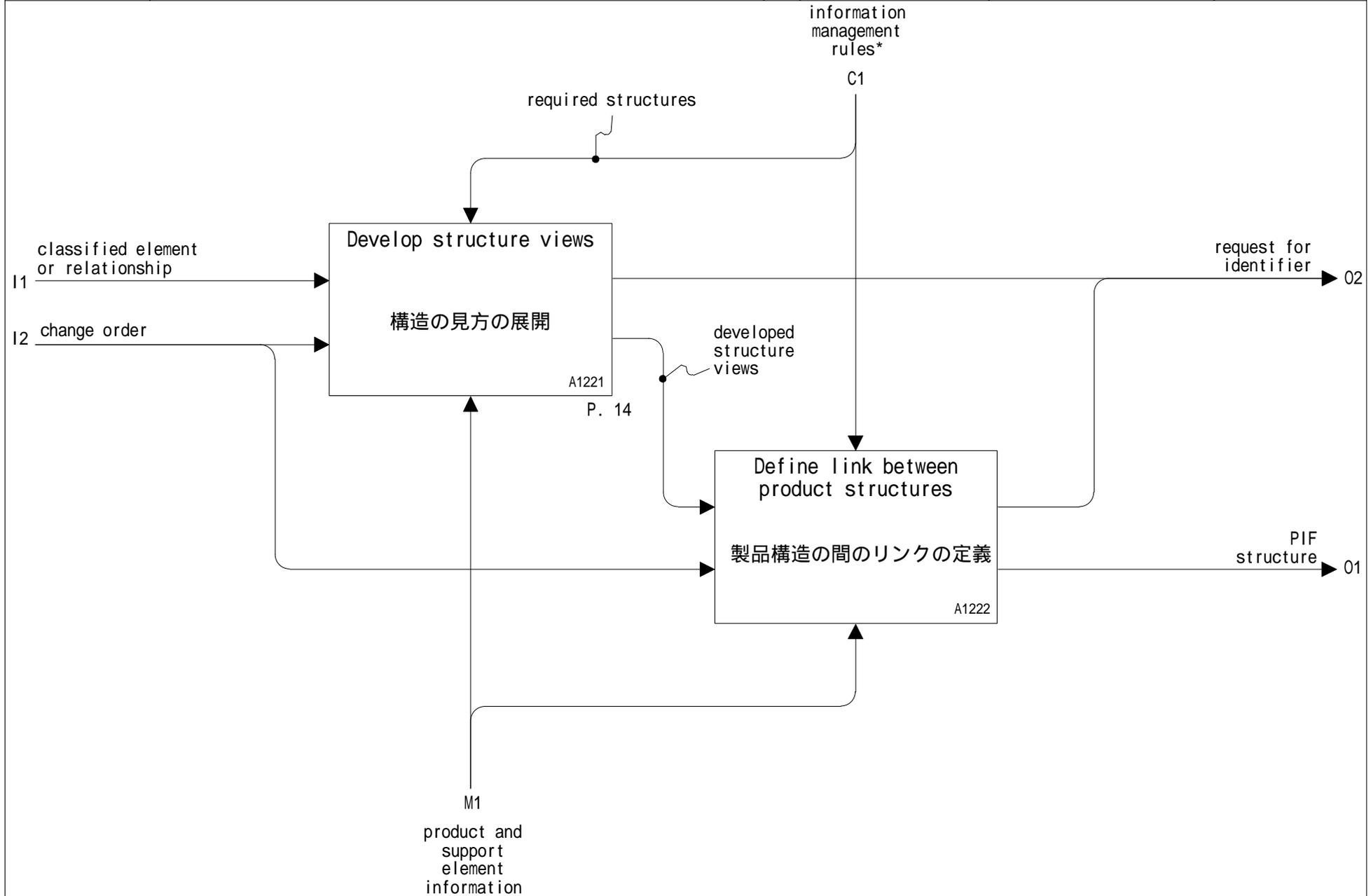
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki PROJECT: PLCS Committee  NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 2003/7/28 REV: 2004/2/11	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: ■    □
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

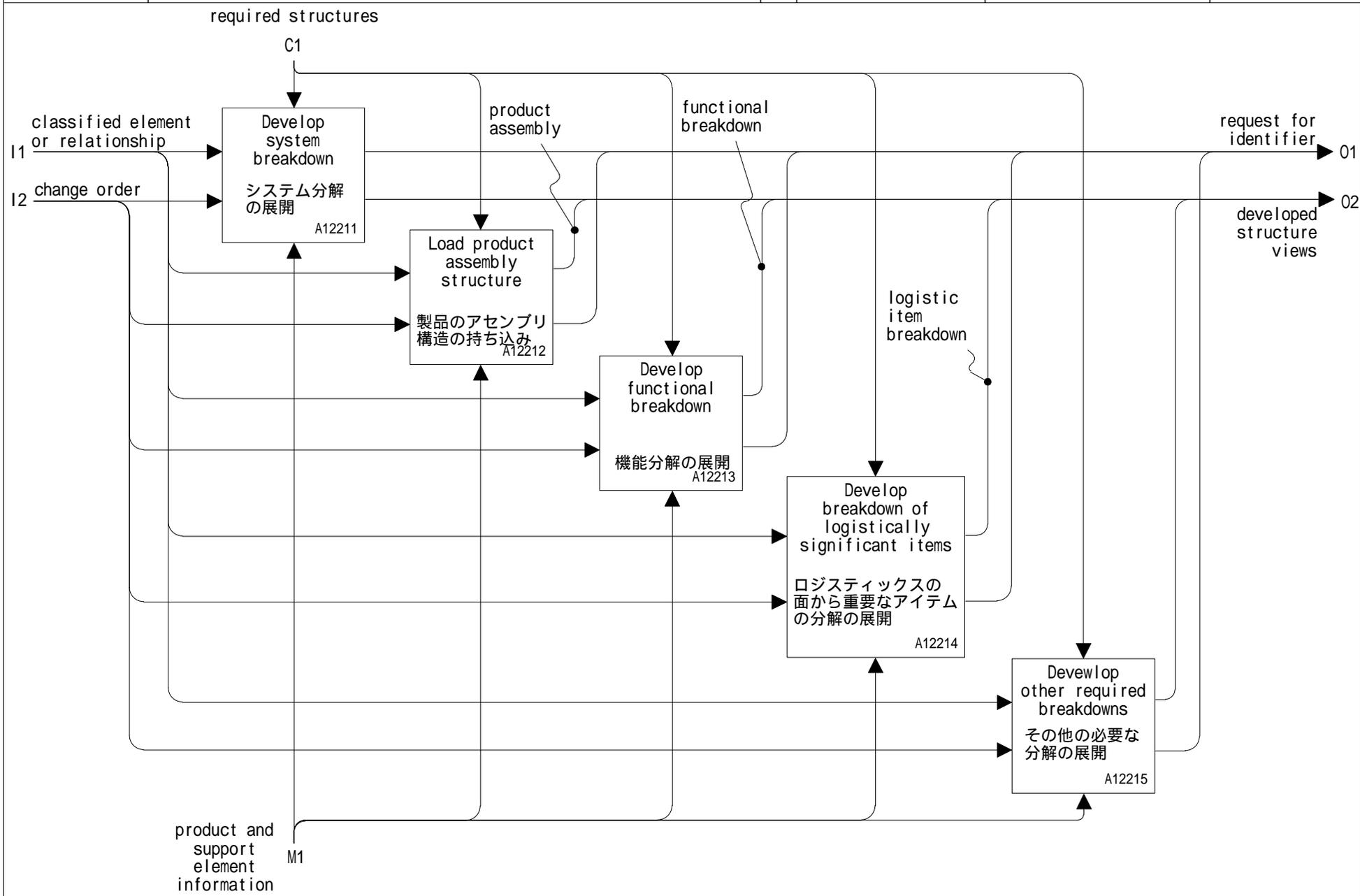


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki PROJECT: PLCS Committee  NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 2003/7/28 REV: 2004/2/11	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



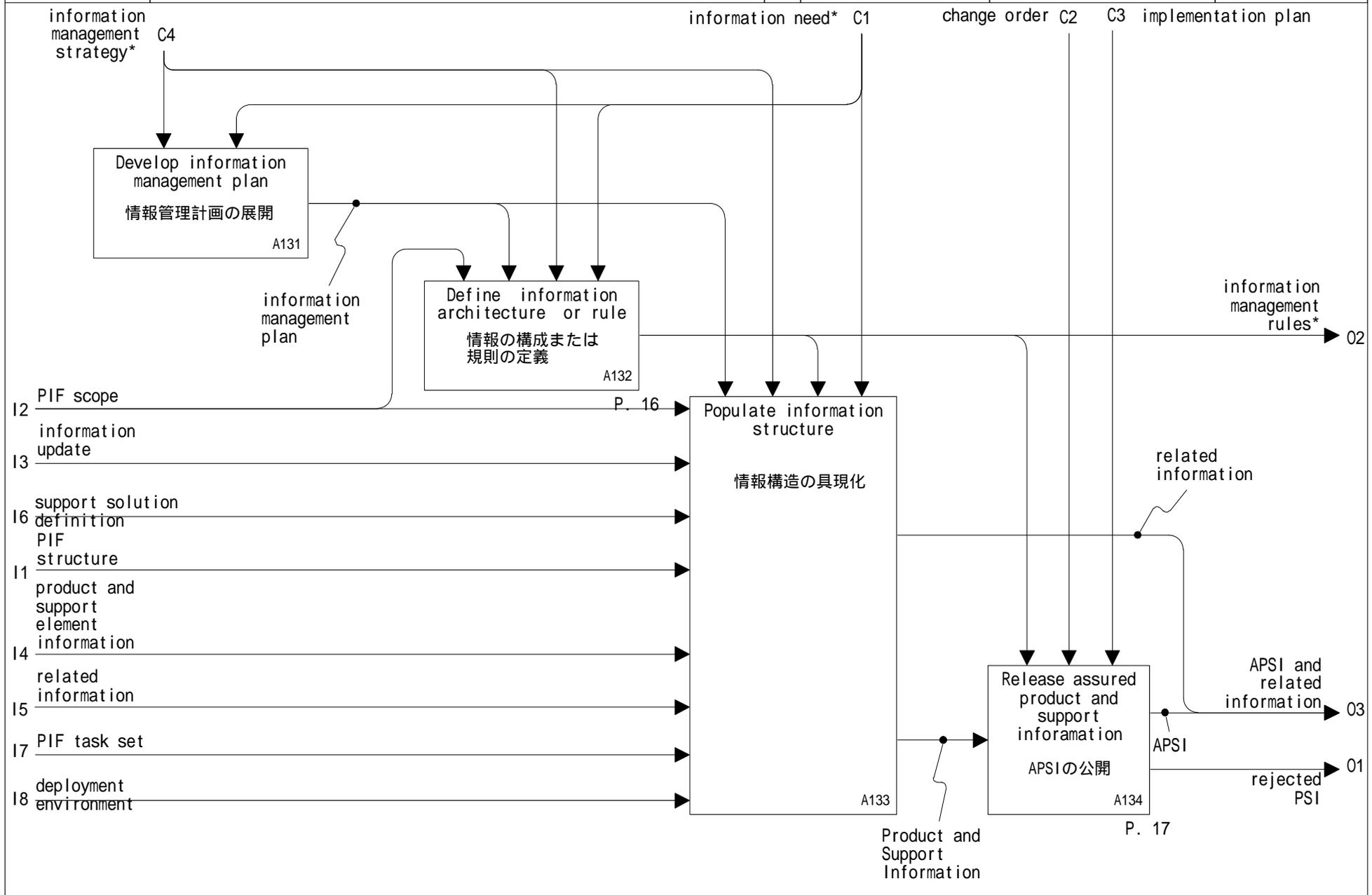
NODE: A122	TITLE: Define product structure (製品構造の定義)	NUMBER: P. 13
------------	---	---------------

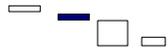
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

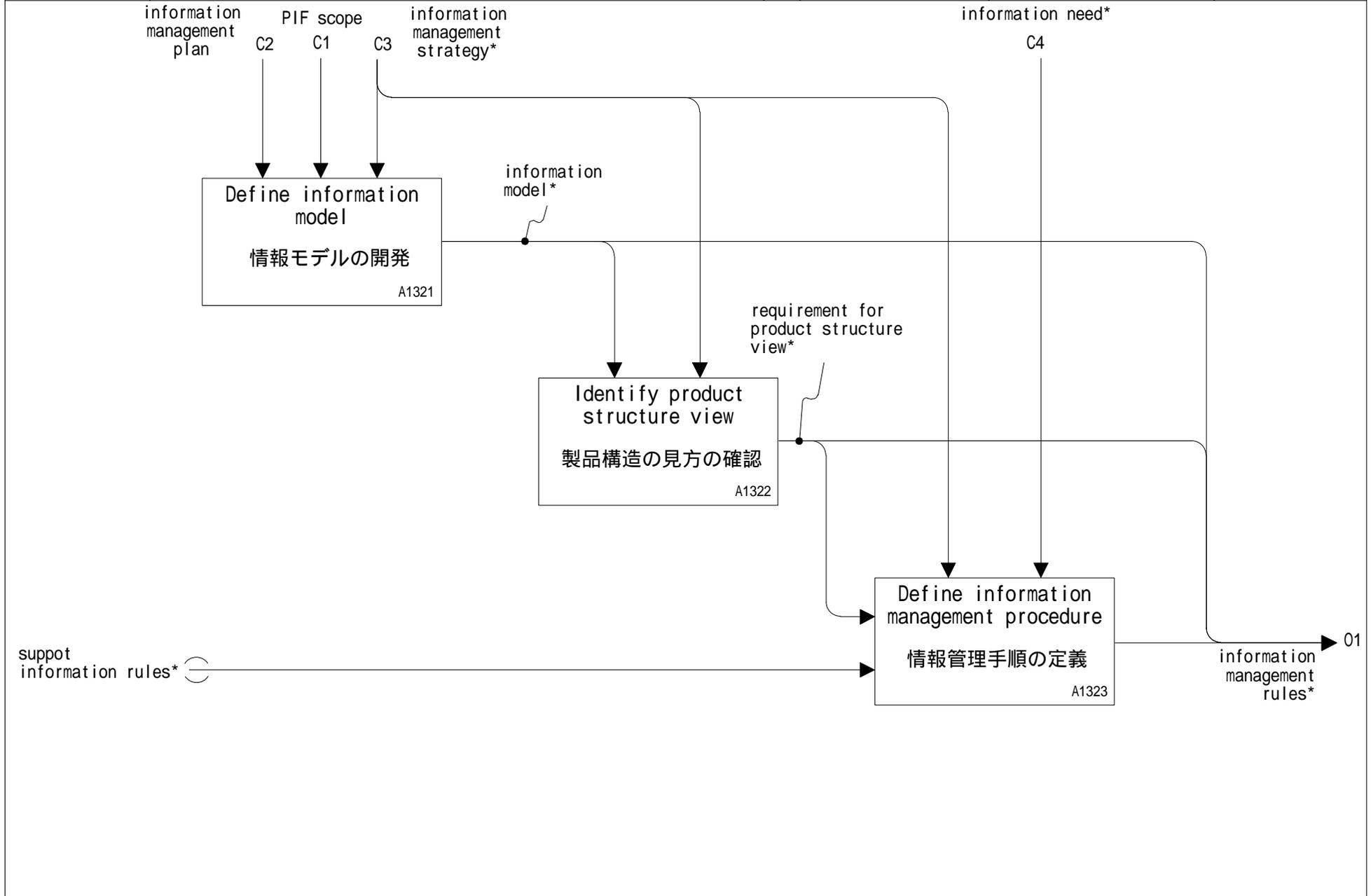


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

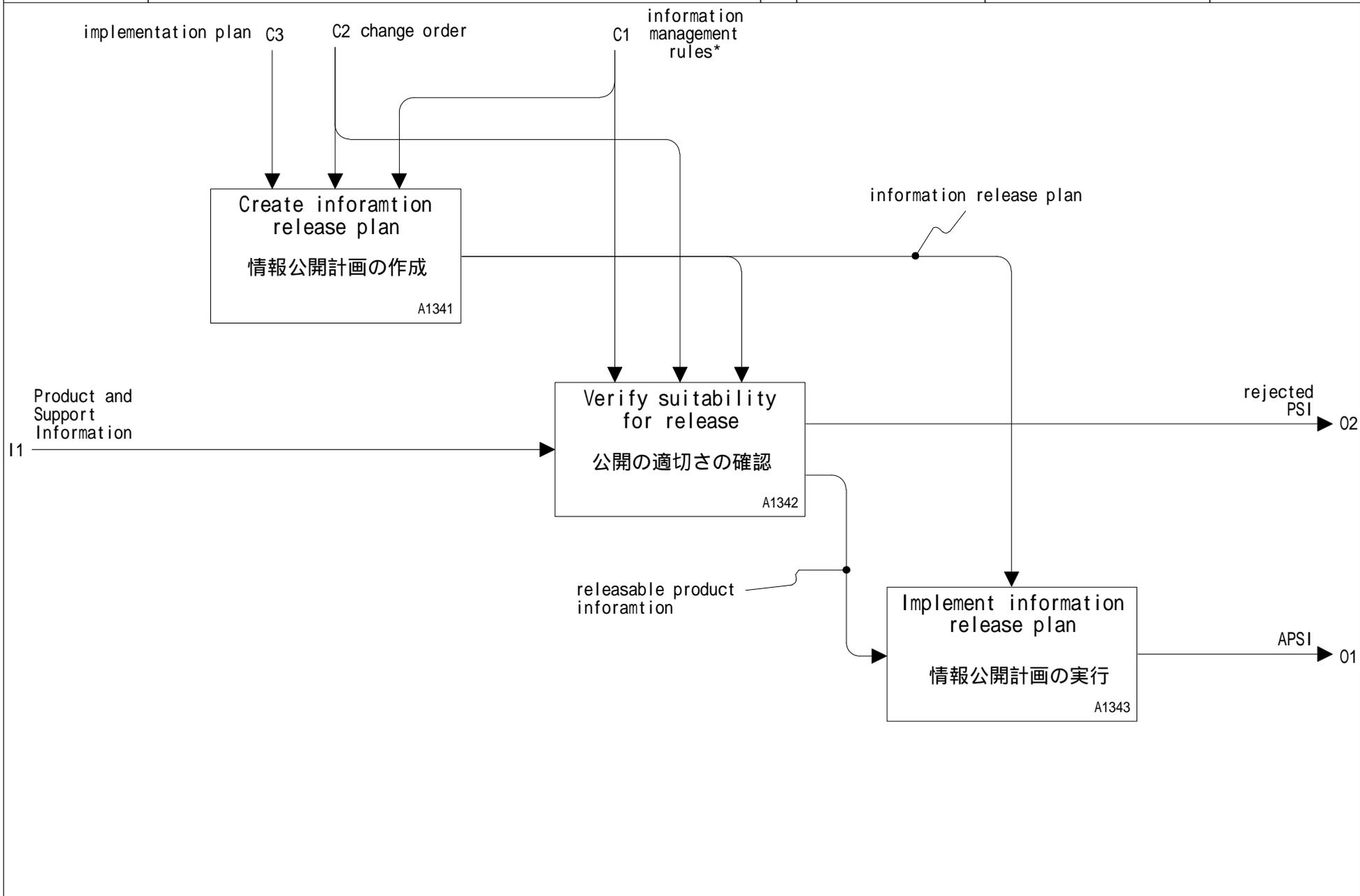
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



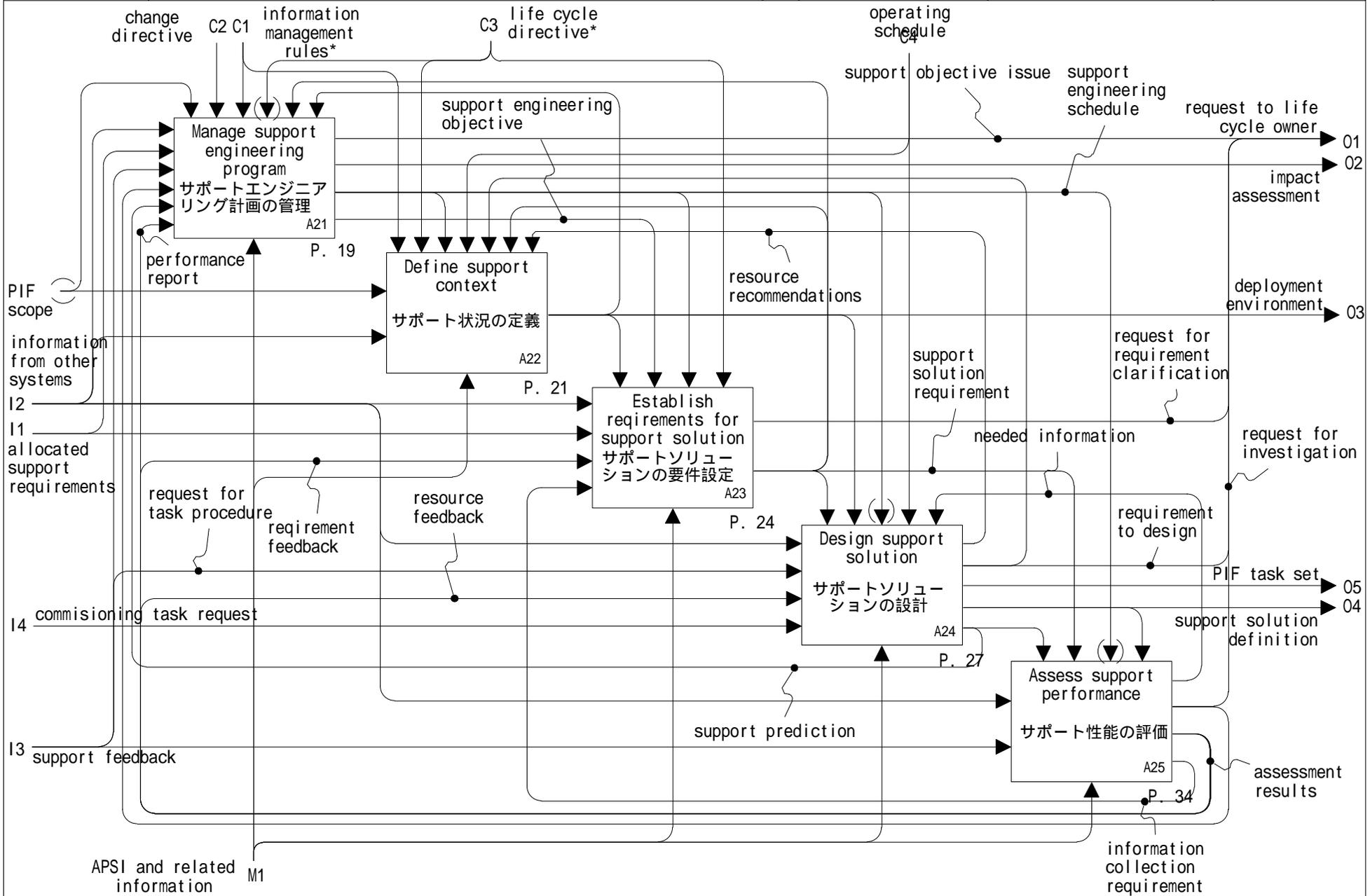
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



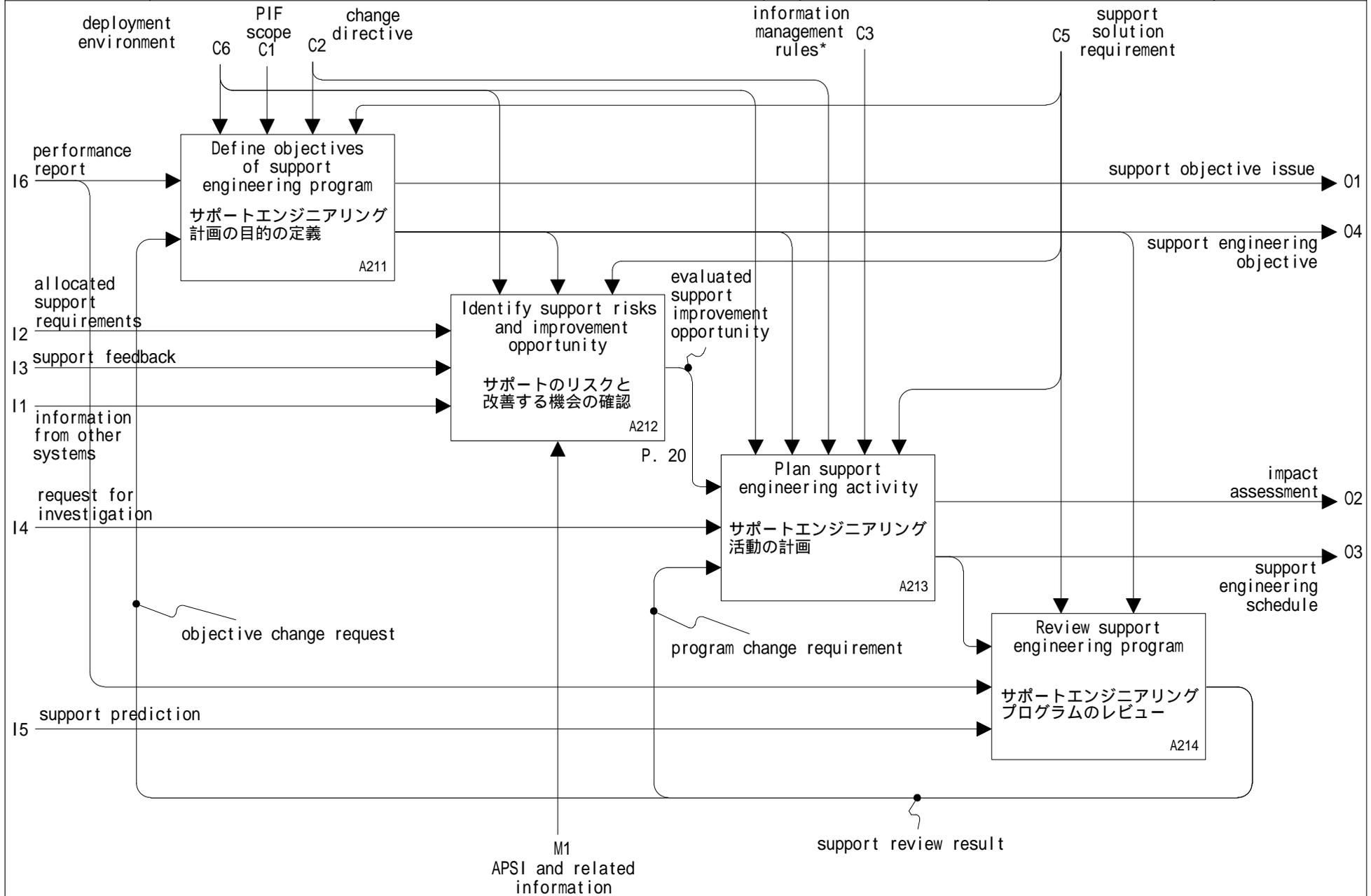
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki PROJECT: PLCS Committee  NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 2003/7/28 REV: 2004/2/11	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



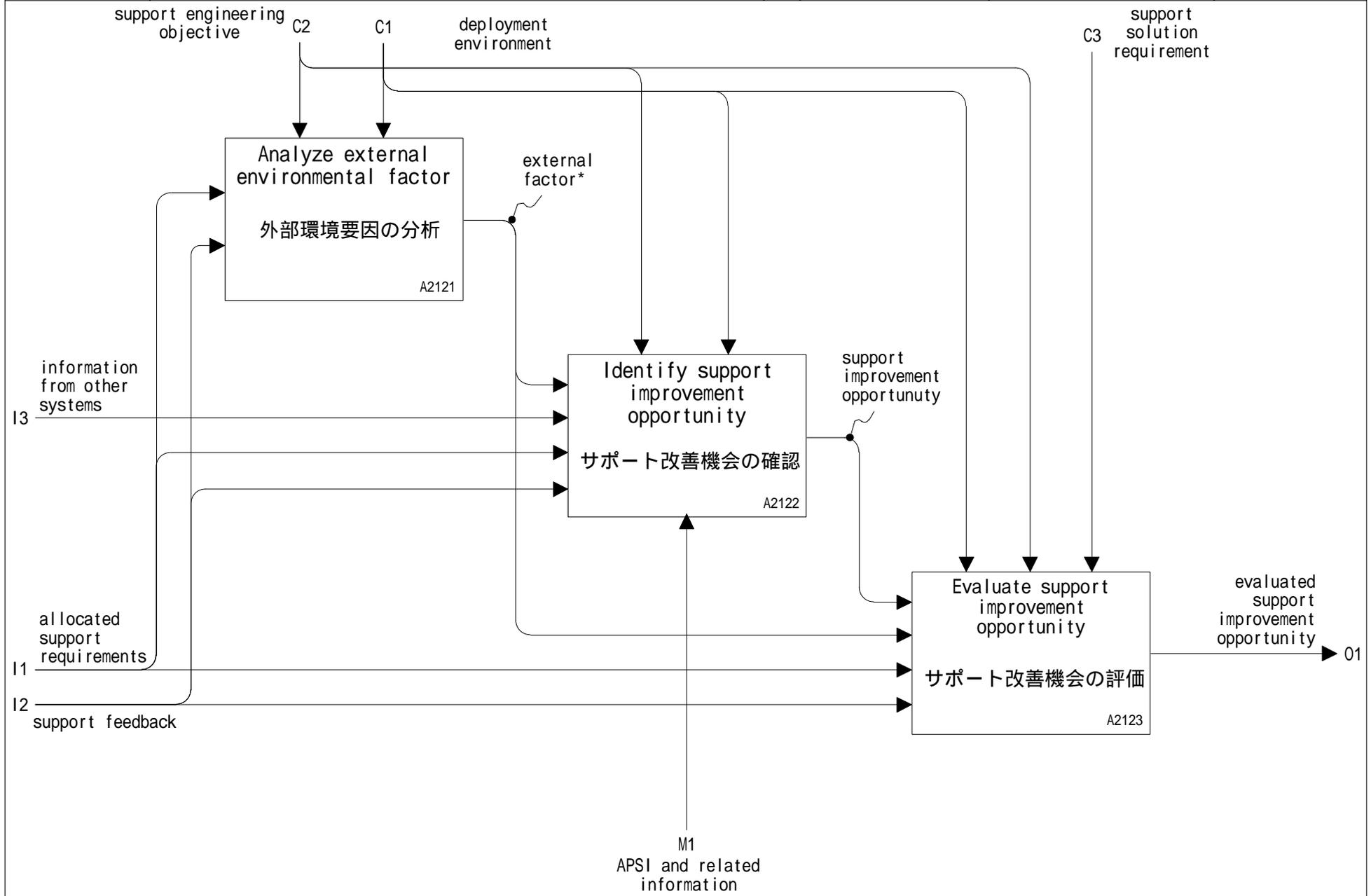
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

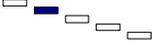


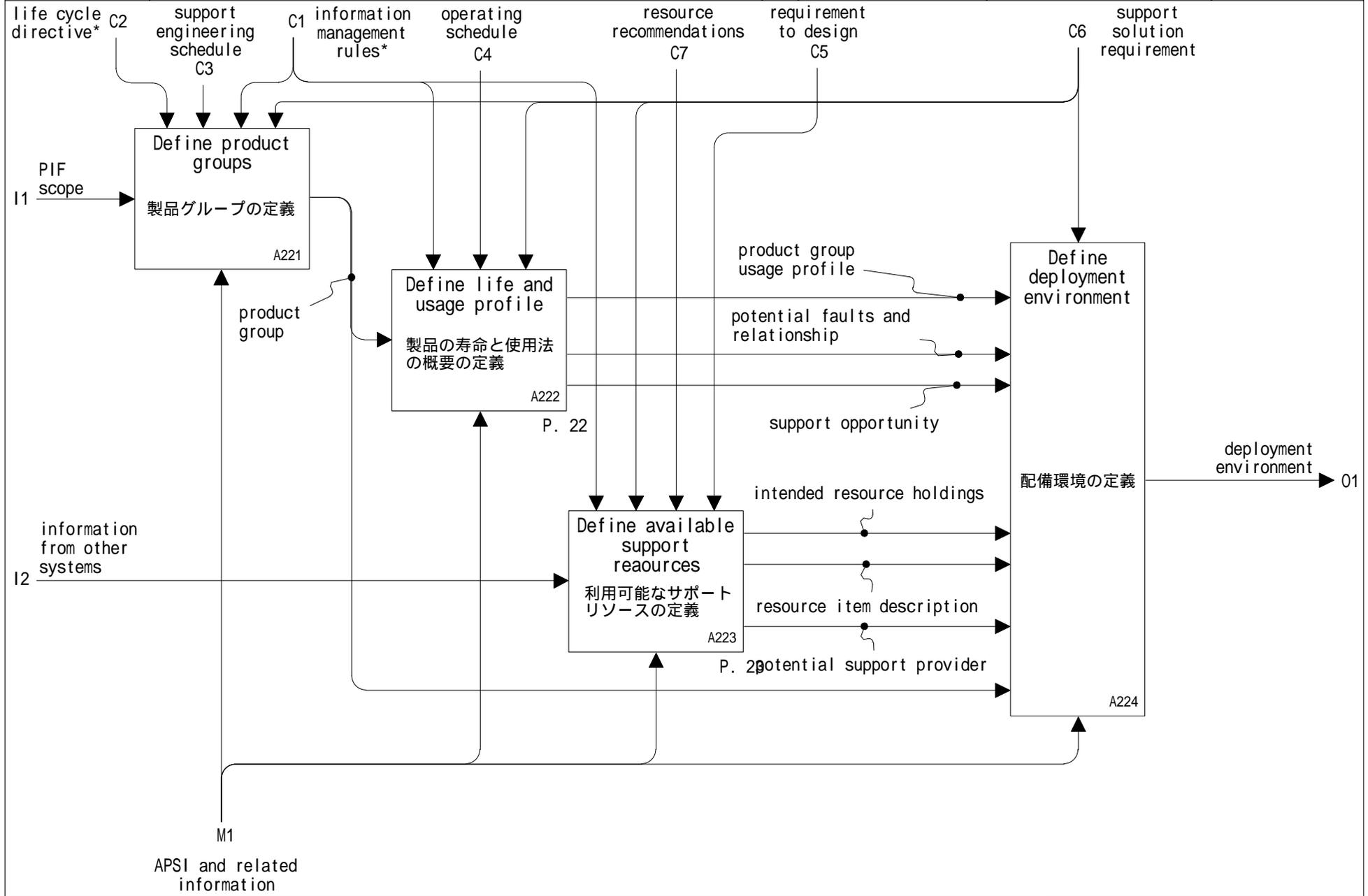
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



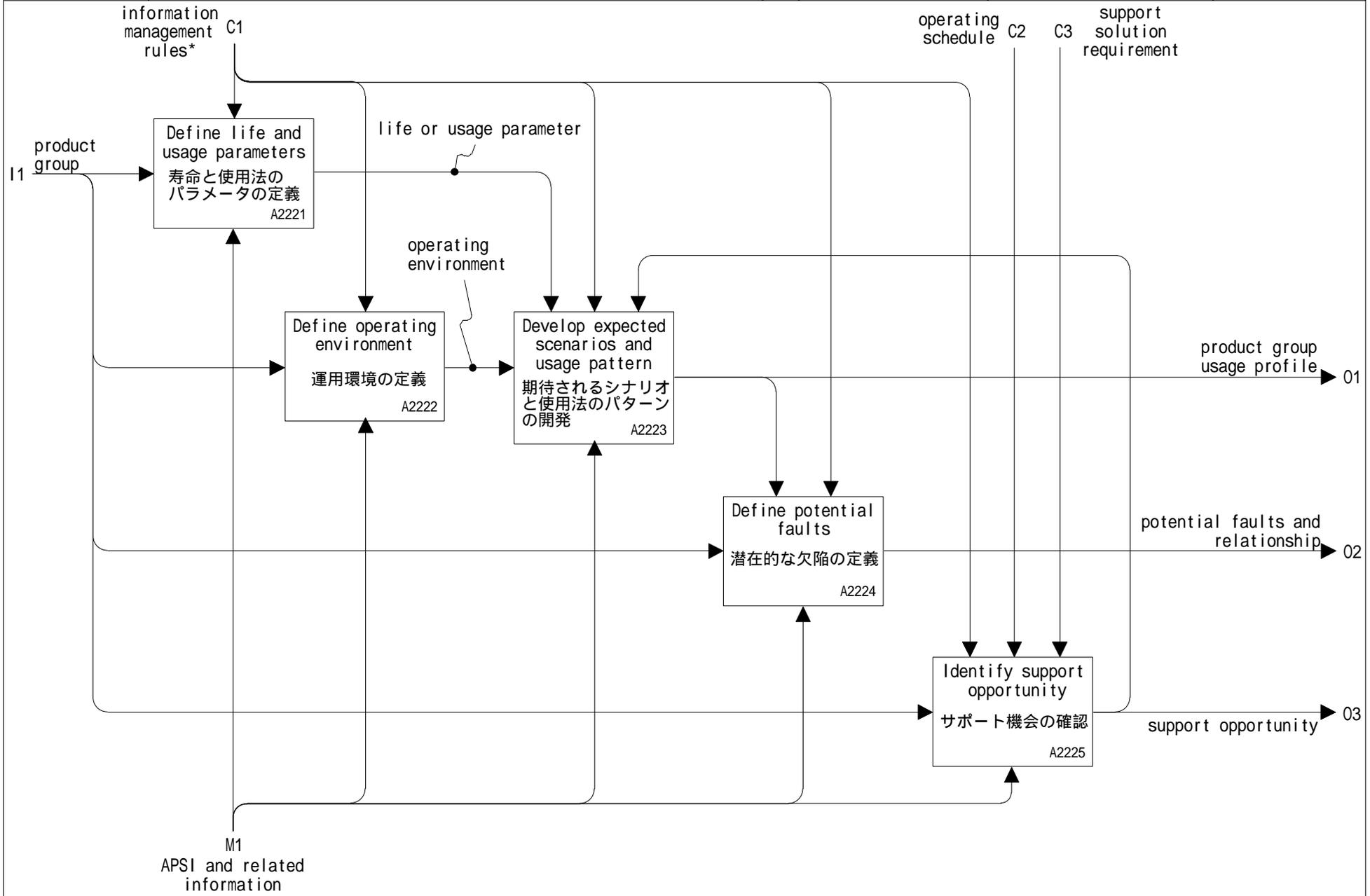
NODE: A21	TITLE: Manage support engineering program (サポートエンジニアリング計画の管理)	NUMBER: P. 19
-----------	---	---------------



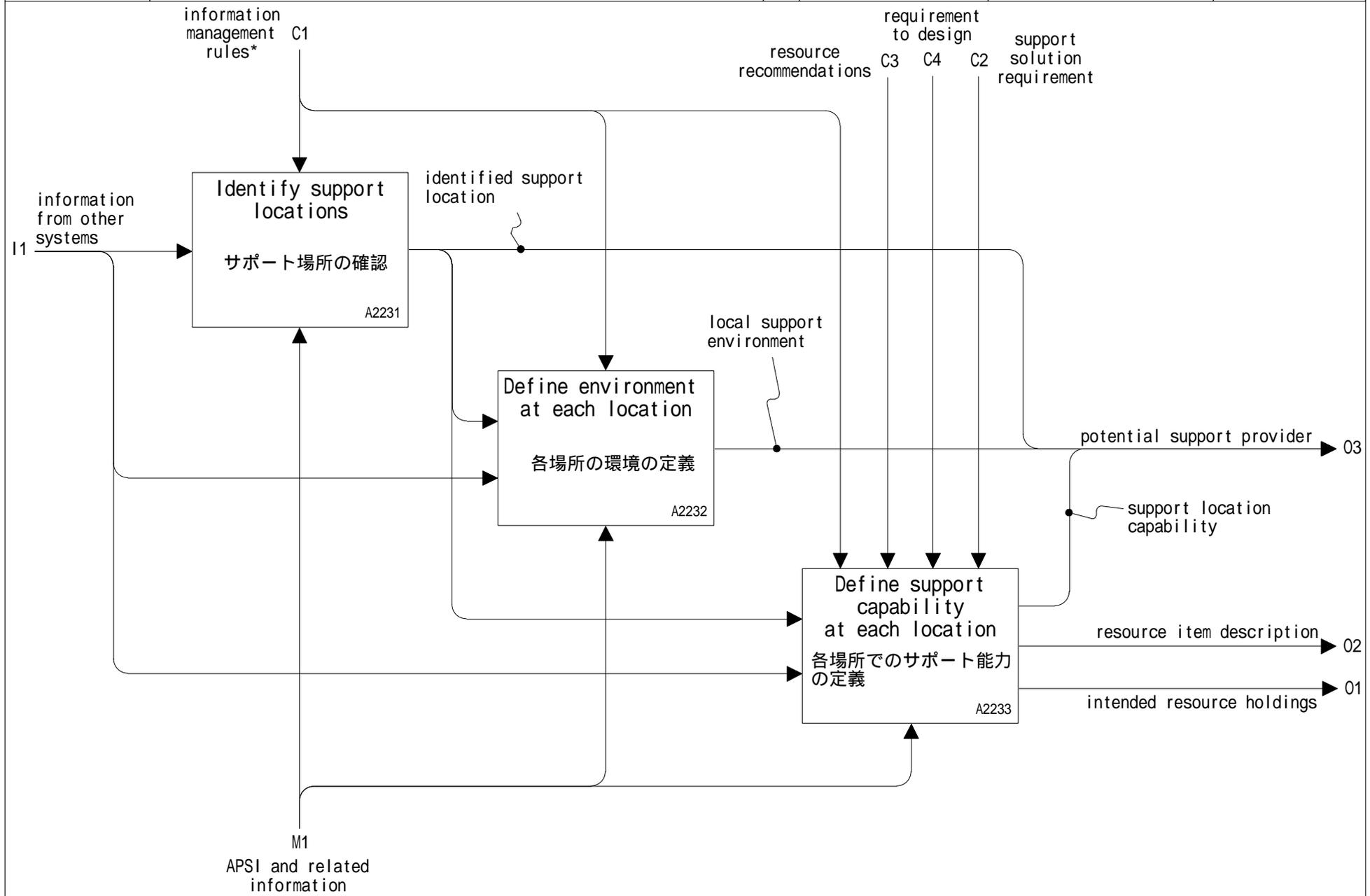
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

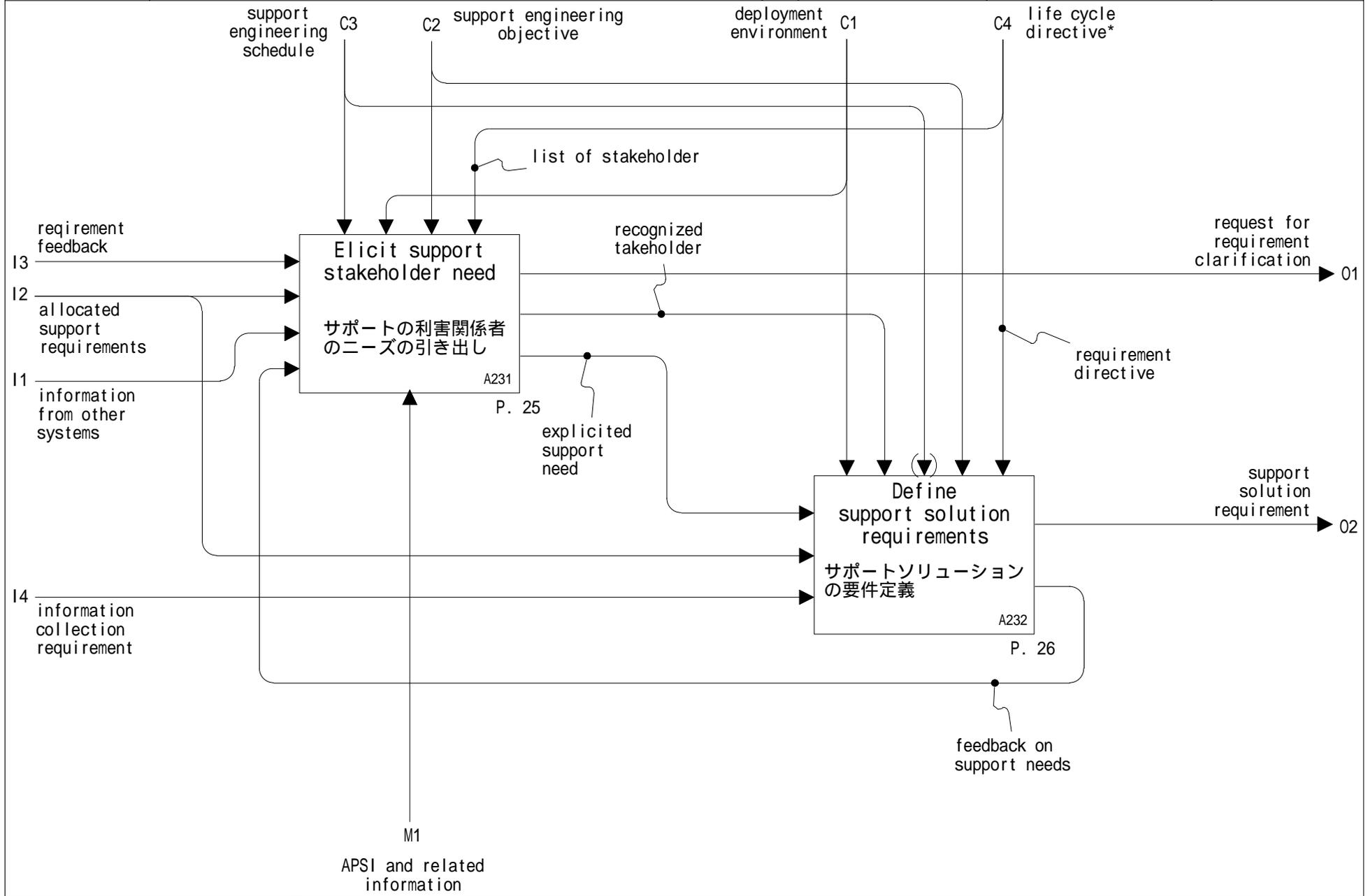


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ ■ □ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

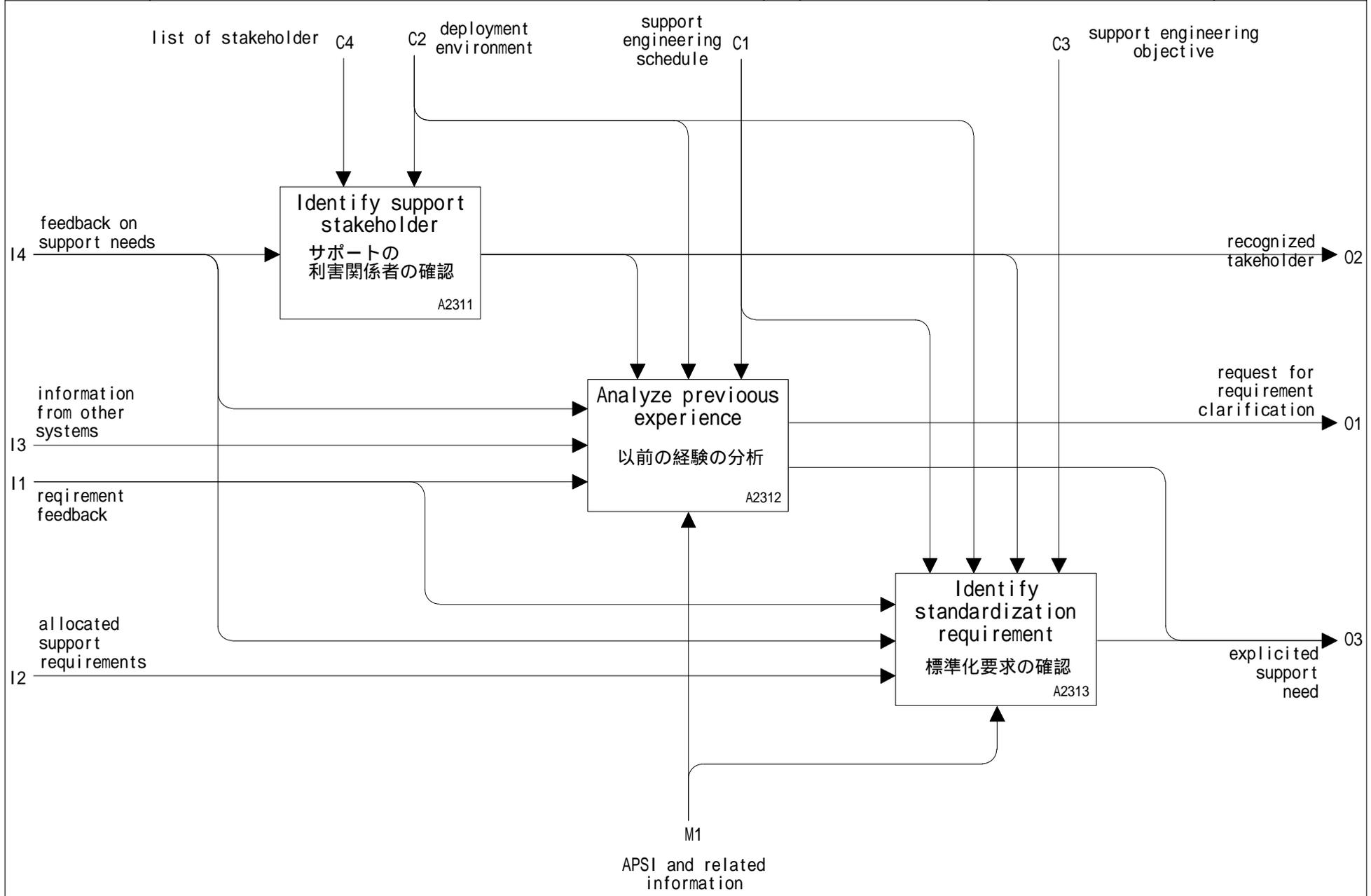


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ □ □ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

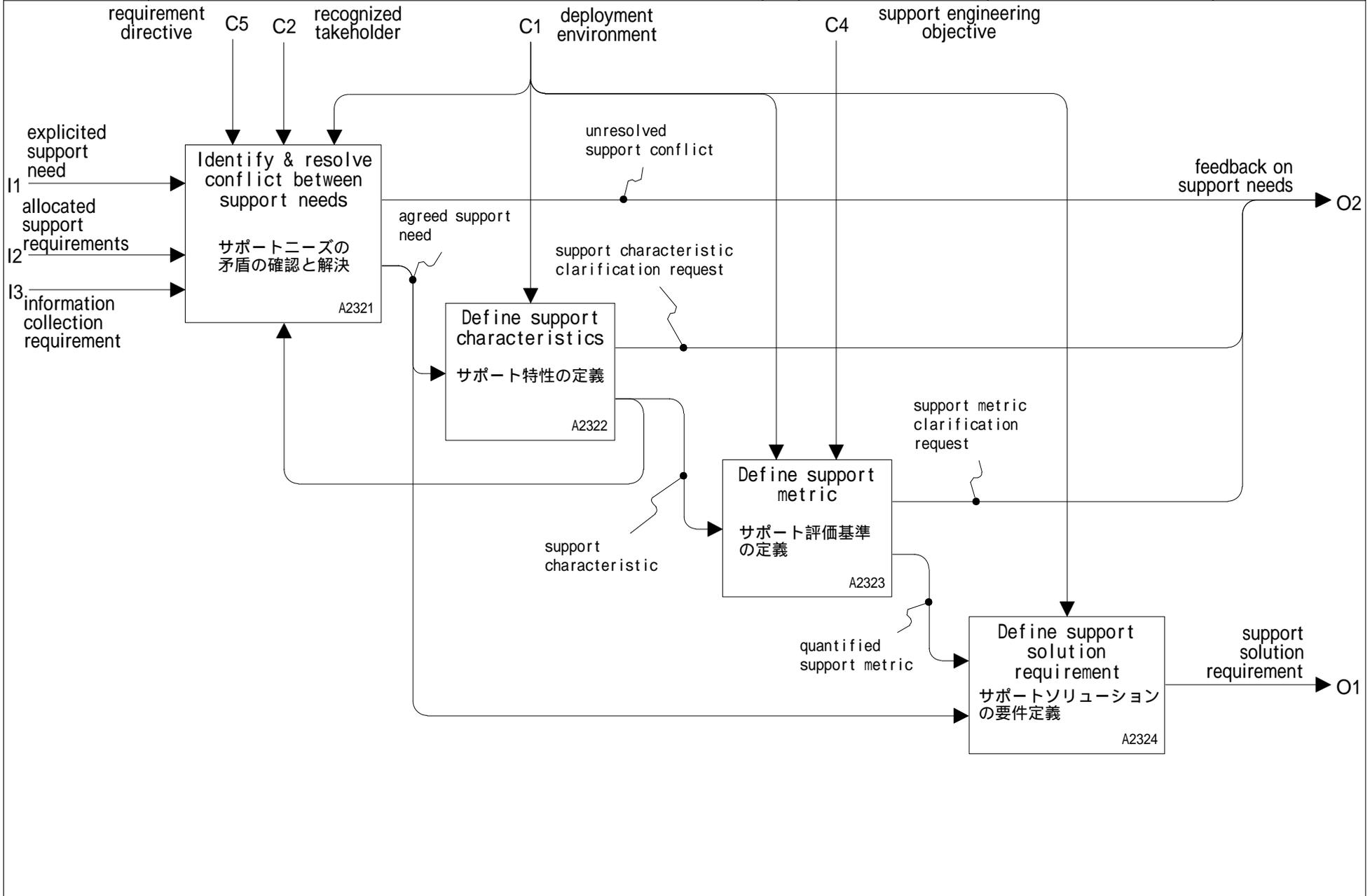




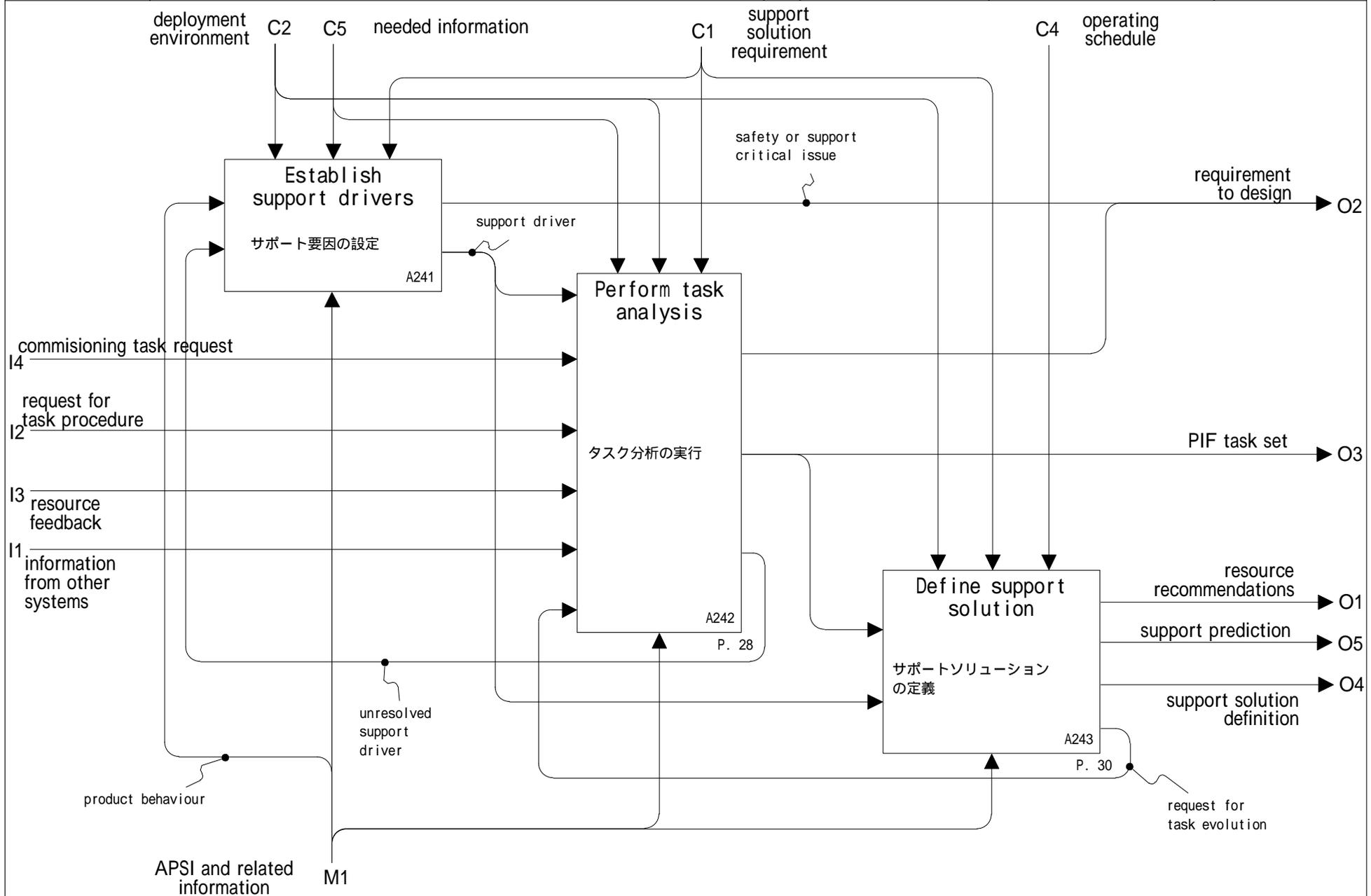
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: ■ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



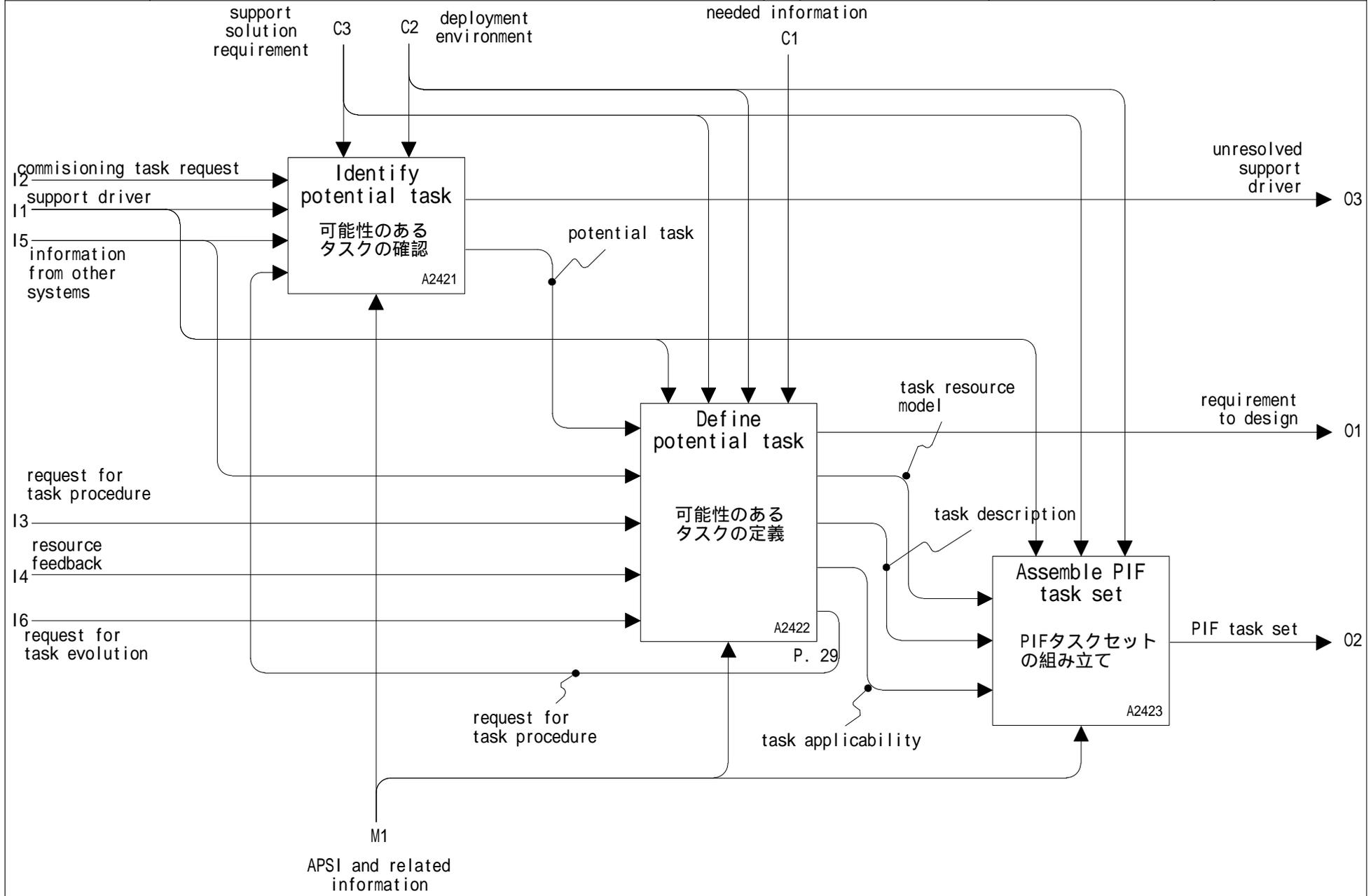
NODE: A231	TITLE: Elicit support stakeholder need (サポートの利害関係者のニーズの引き出し)	NUMBER: P. 25
------------	--	---------------

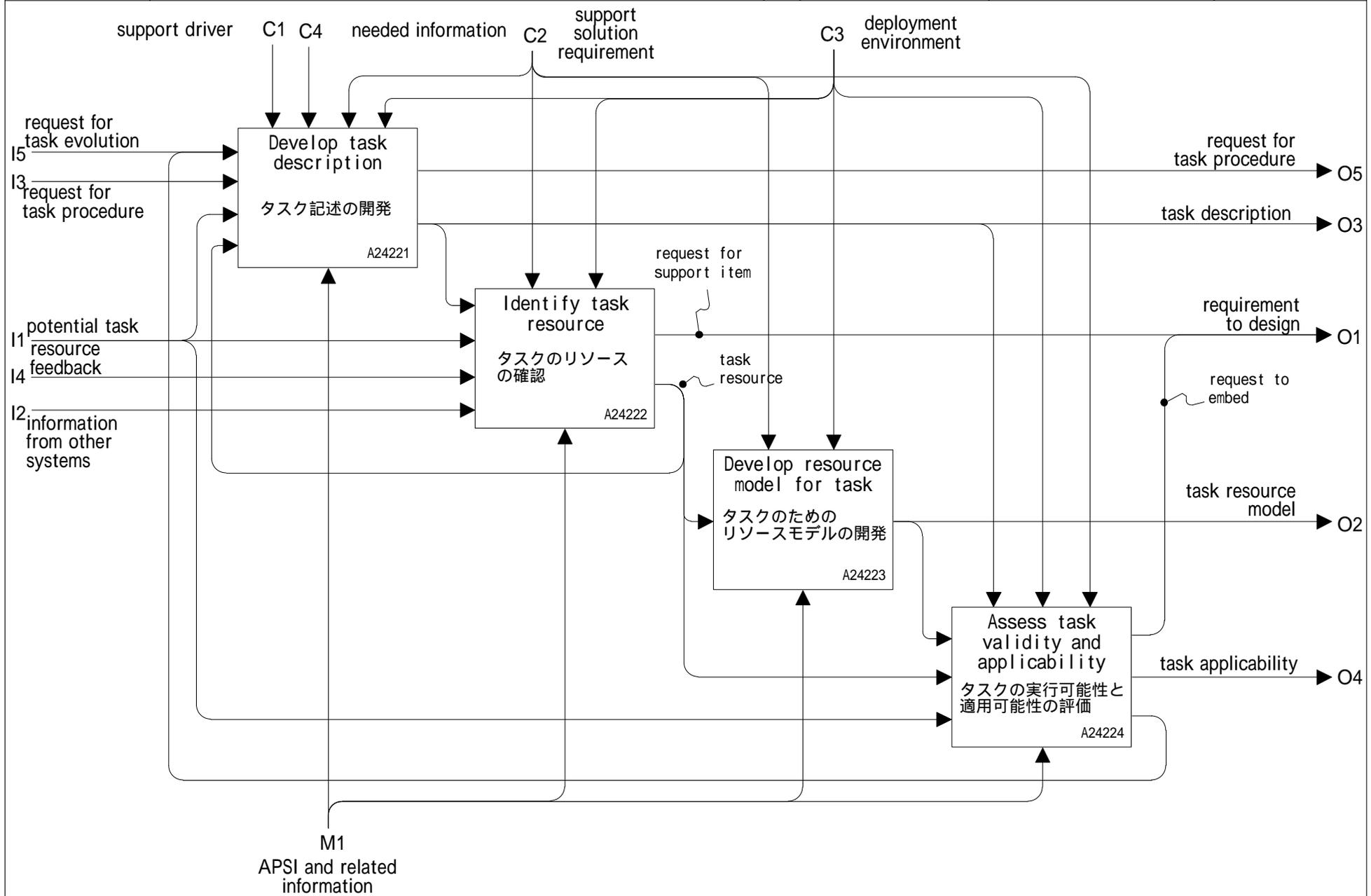


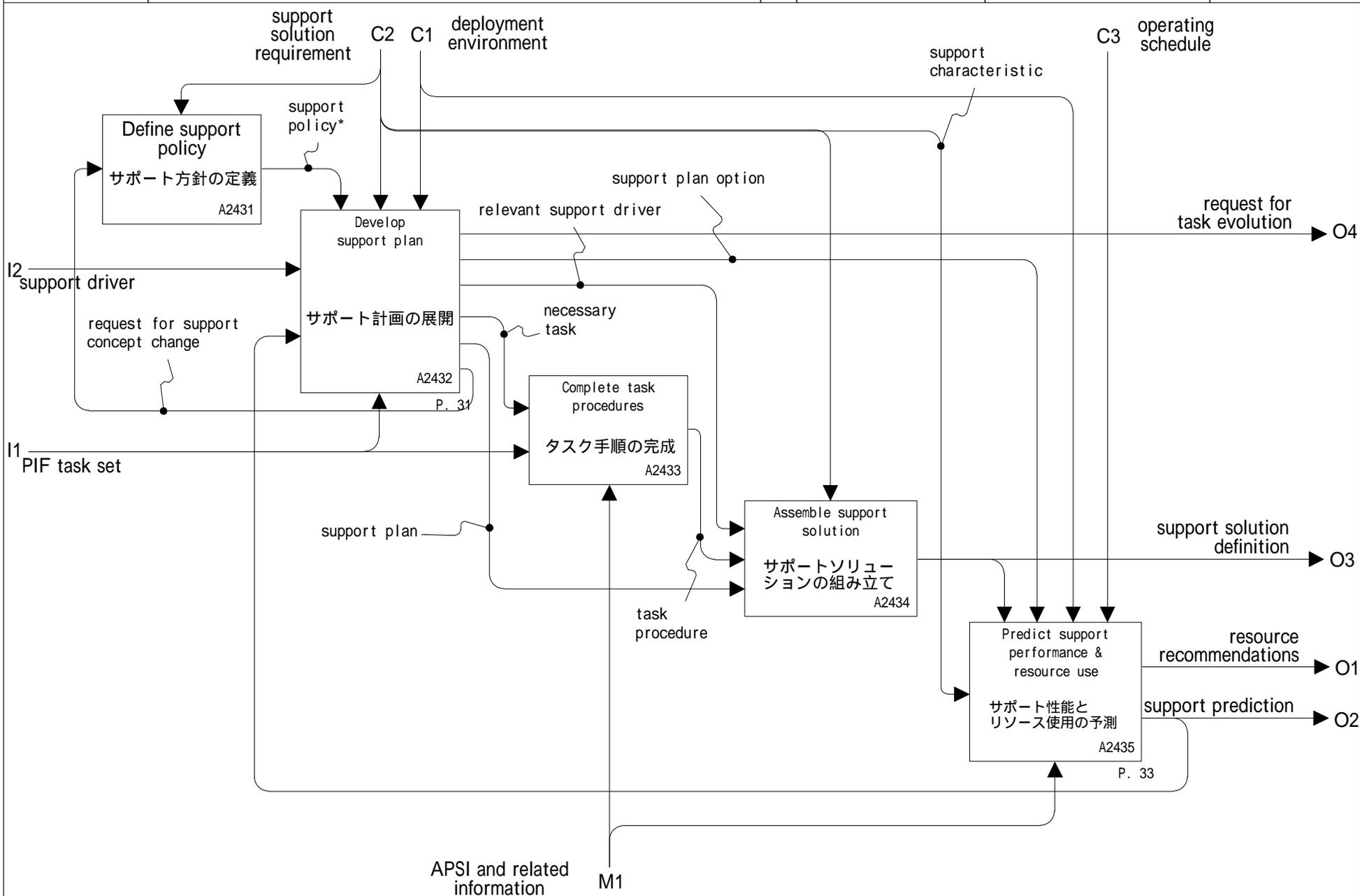
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	X	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ □ □ ■ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



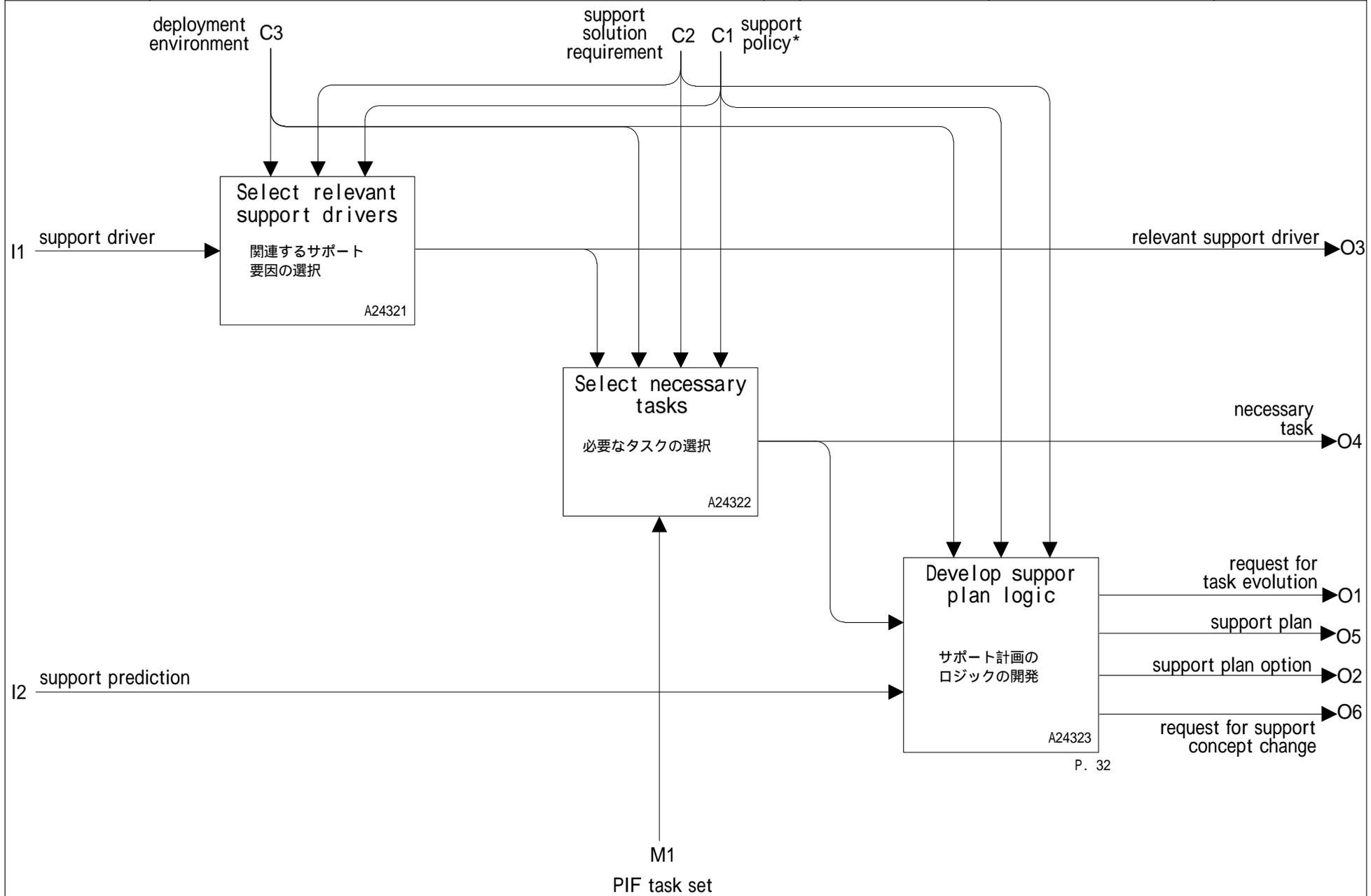
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ ■ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			







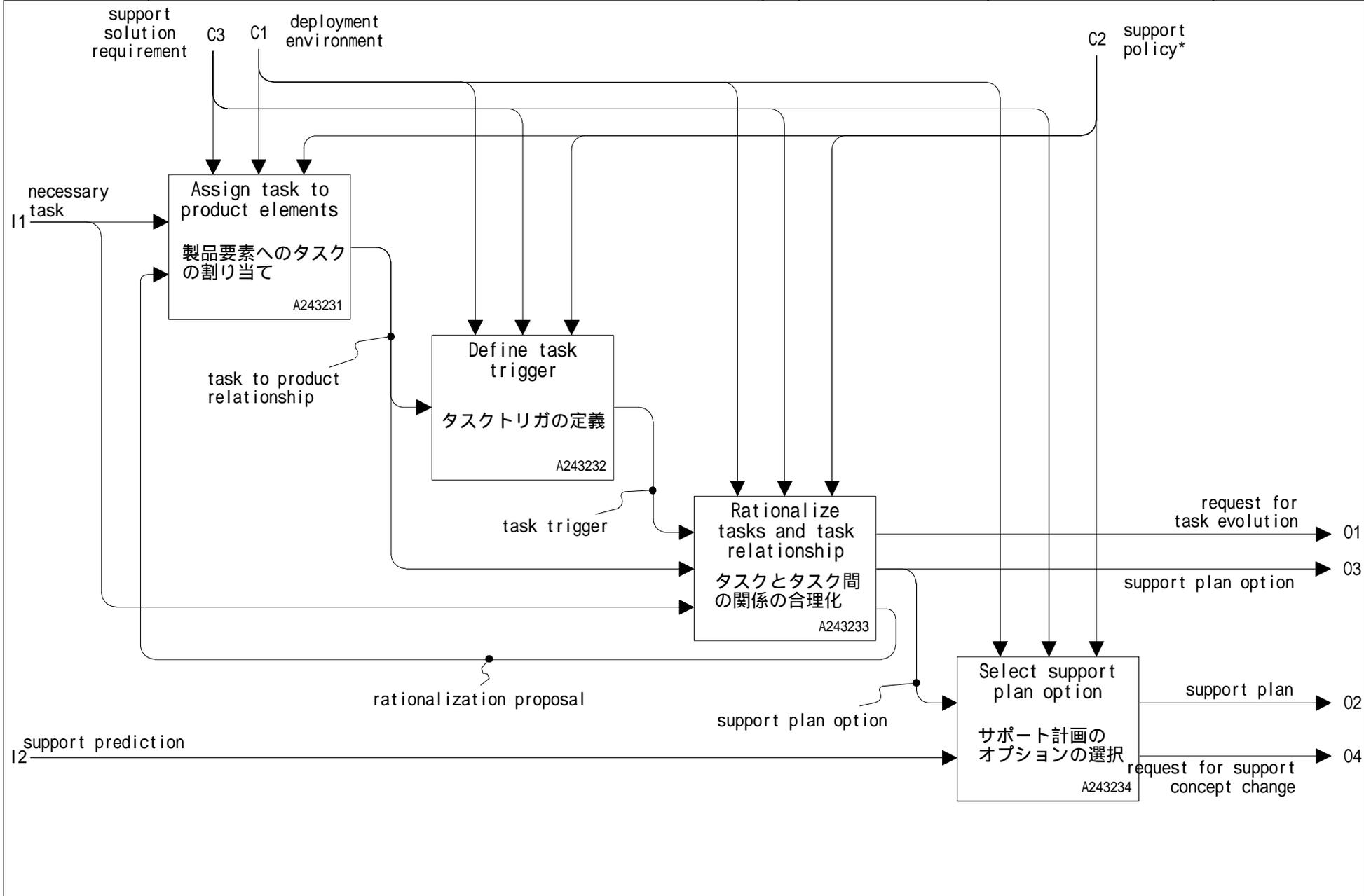
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	X	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ ■ □ □ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



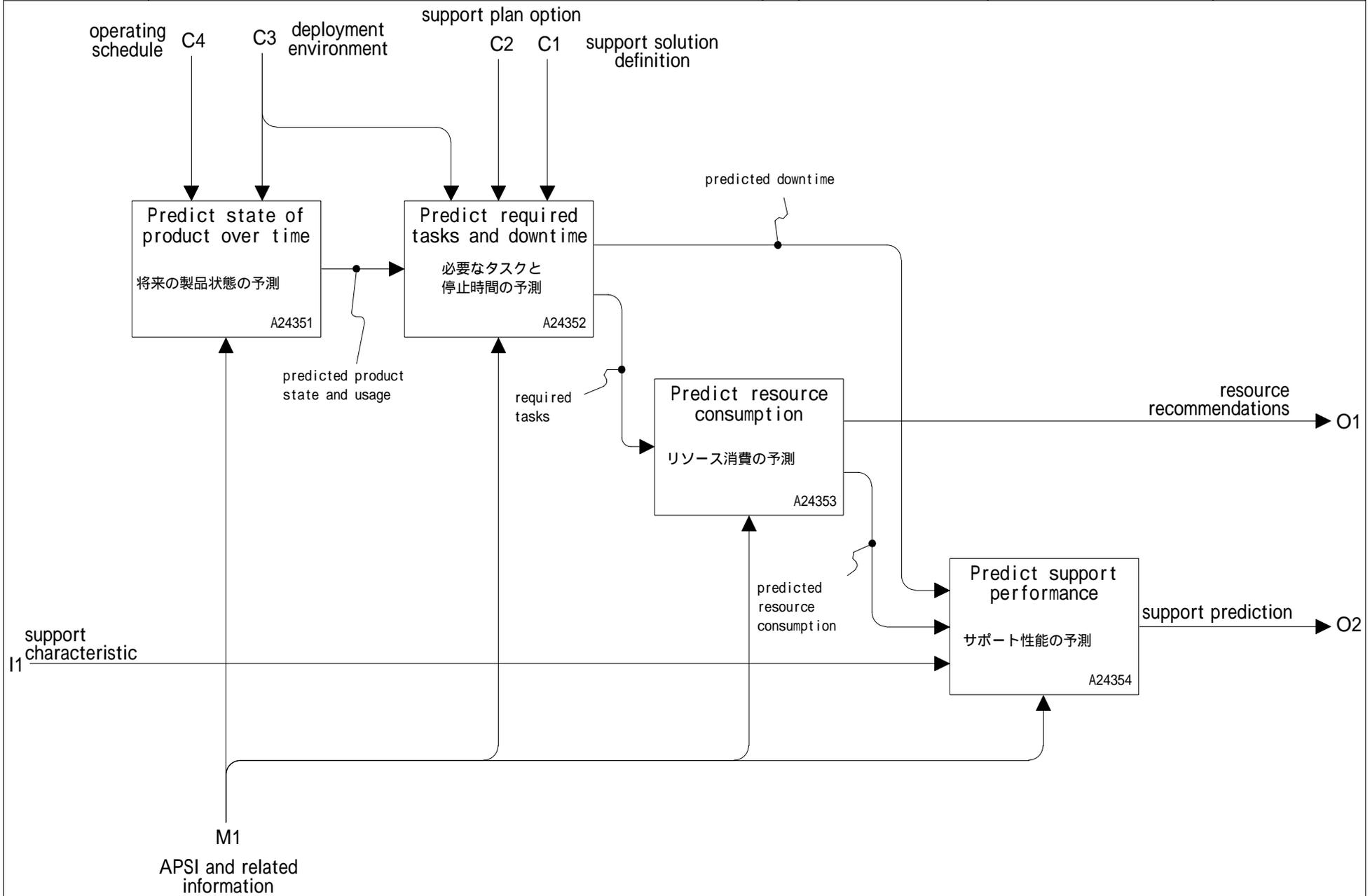
P. 32

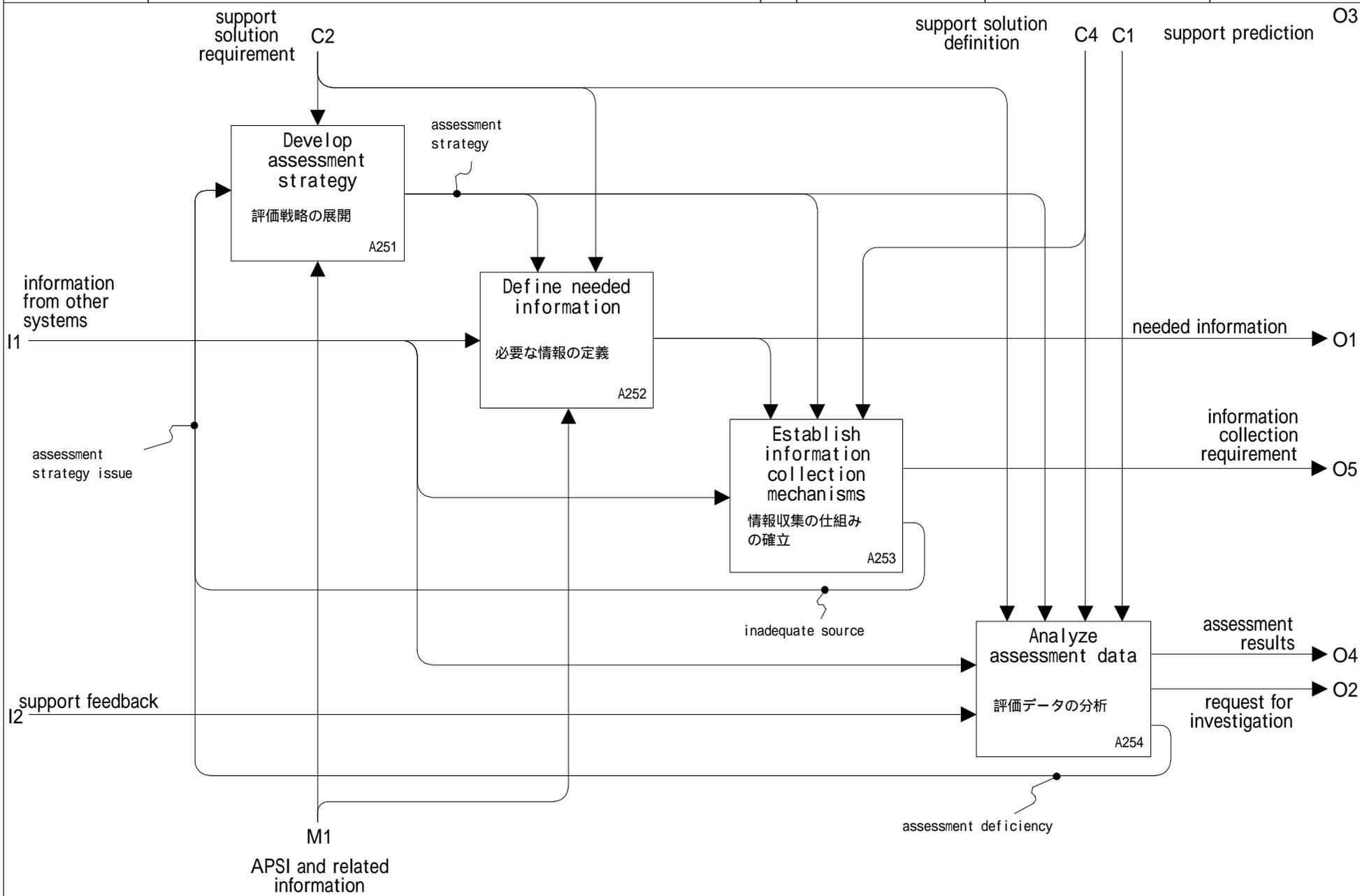
NODE: A2432	TITLE: Develop support plan (サポート計画の展開)	NUMBER: P. 31
-------------	---	---------------

USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ □ ■
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

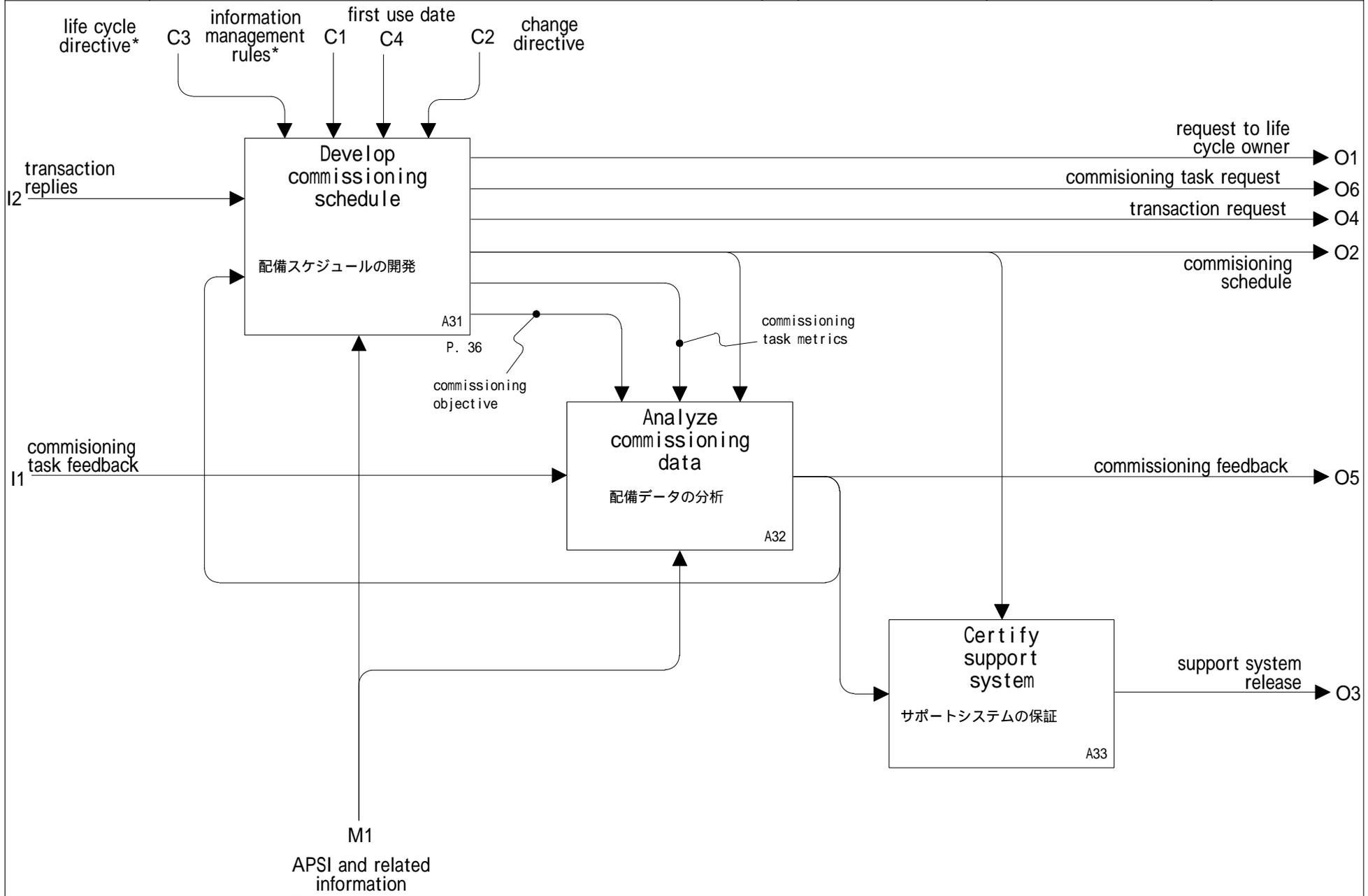


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	X	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □□□□■
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



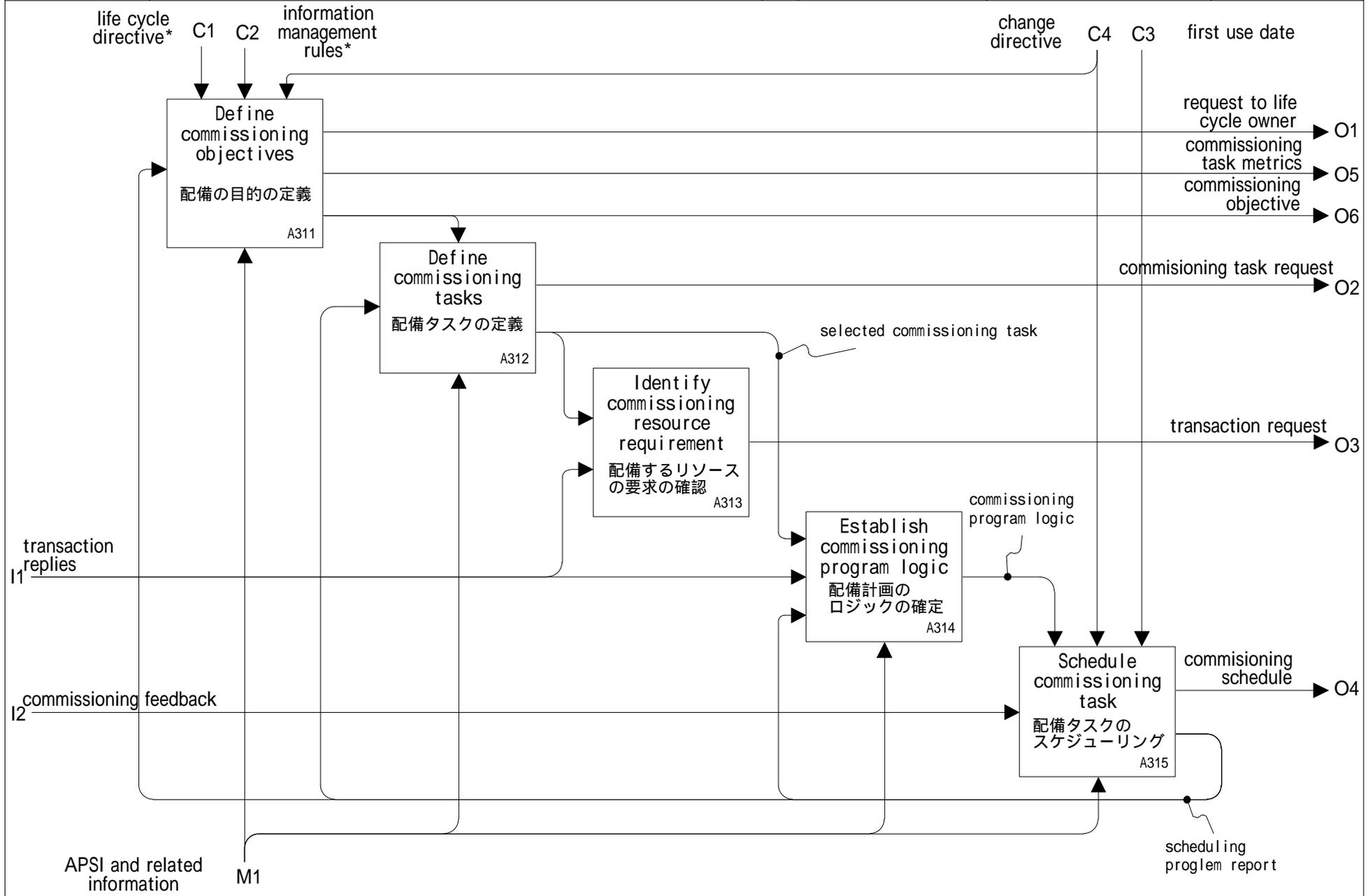


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	X	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ □ ■ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



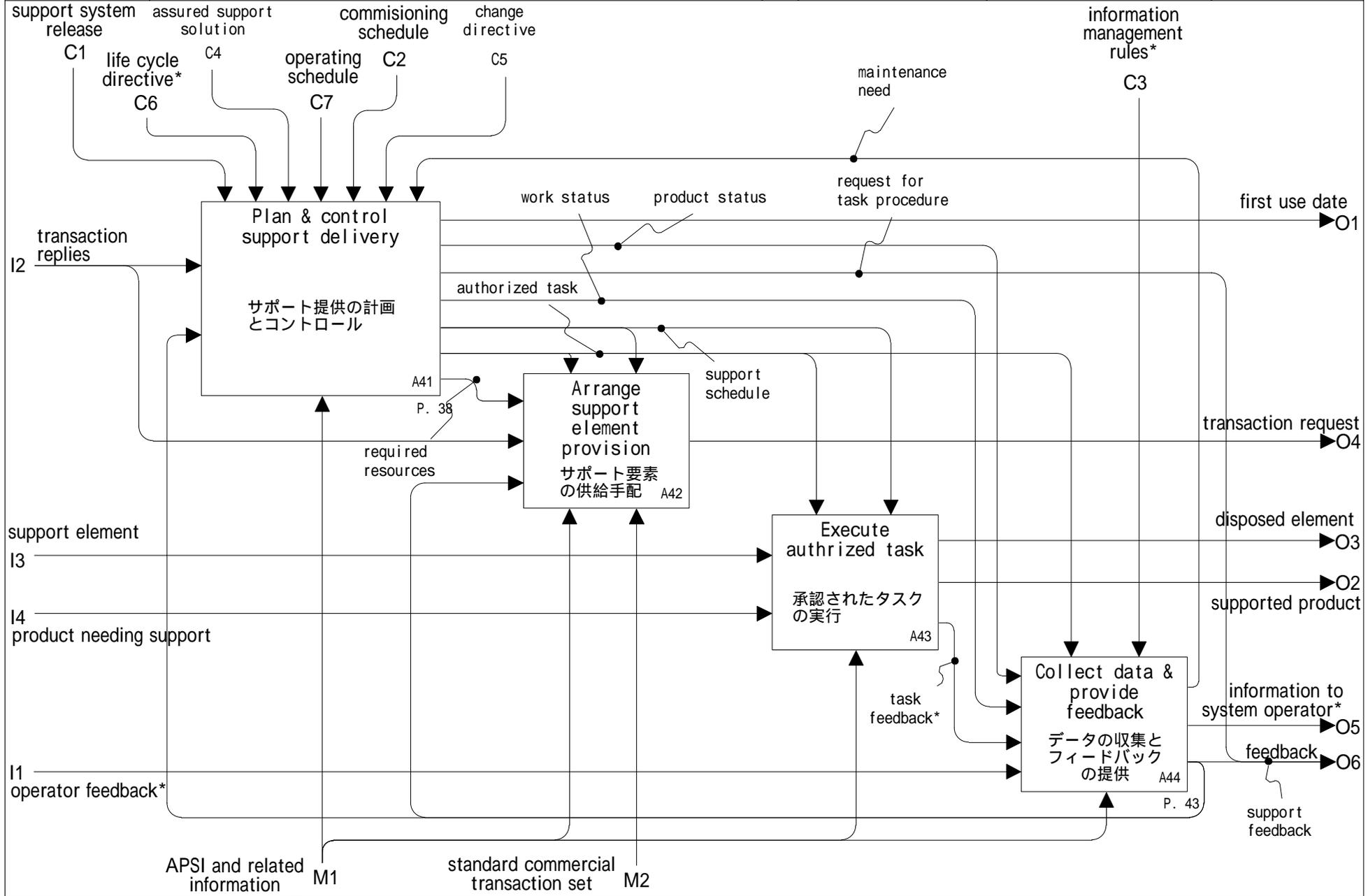
NODE: A3	TITLE: Commission support system (サポートシステムの配備)	NUMBER: P. 35
----------	--	---------------

USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	X	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: ■    □    □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



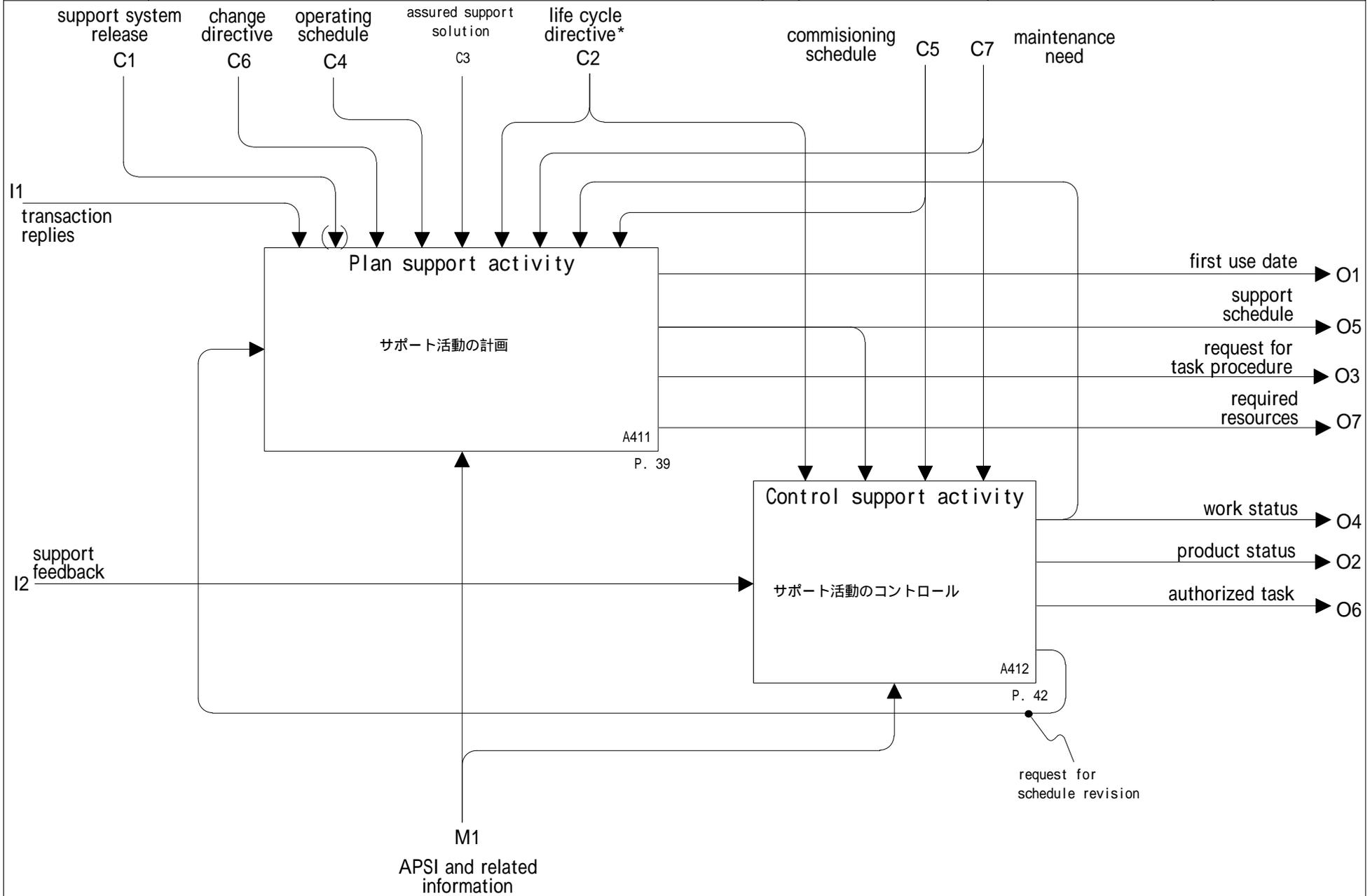
NODE: A31	TITLE: Develop commissioning schedule (配備スケジュールの開発)	NUMBER: P. 36
-----------	---	---------------

USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	X	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ □ □ ■
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

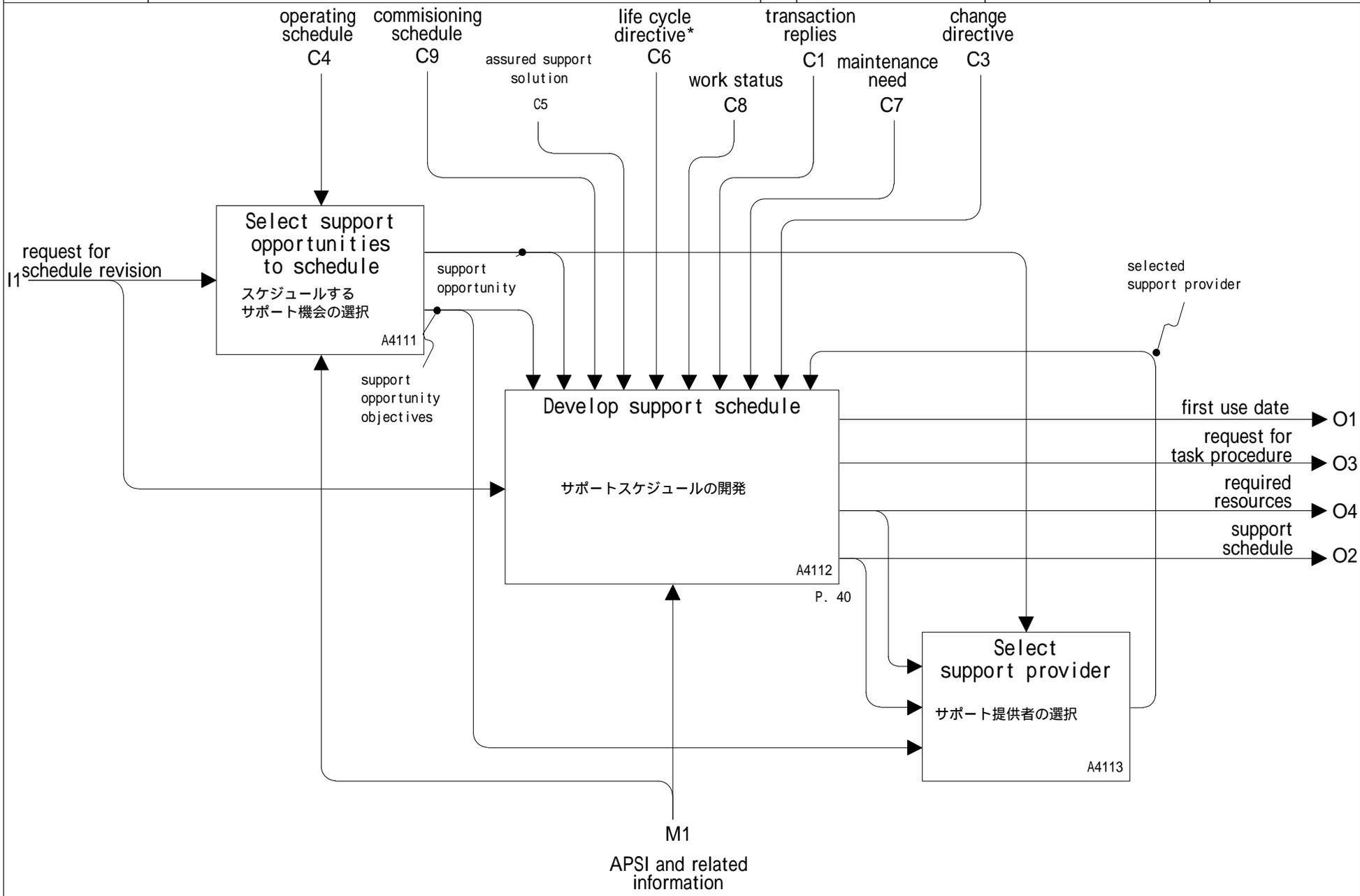


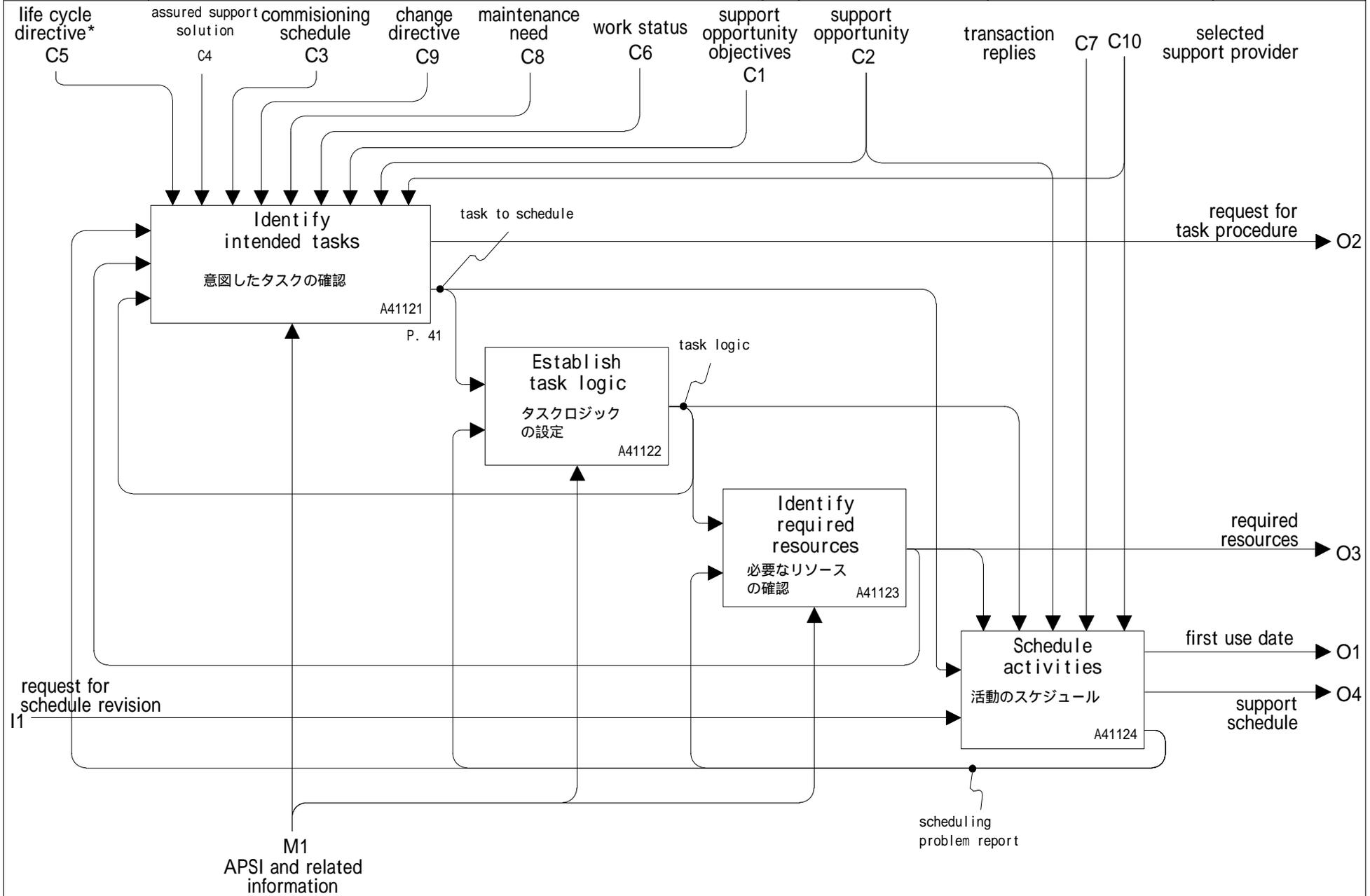
NODE: A4	TITLE: Provide support (サポートの提供)	NUMBER: P. 37
----------	----------------------------------	---------------

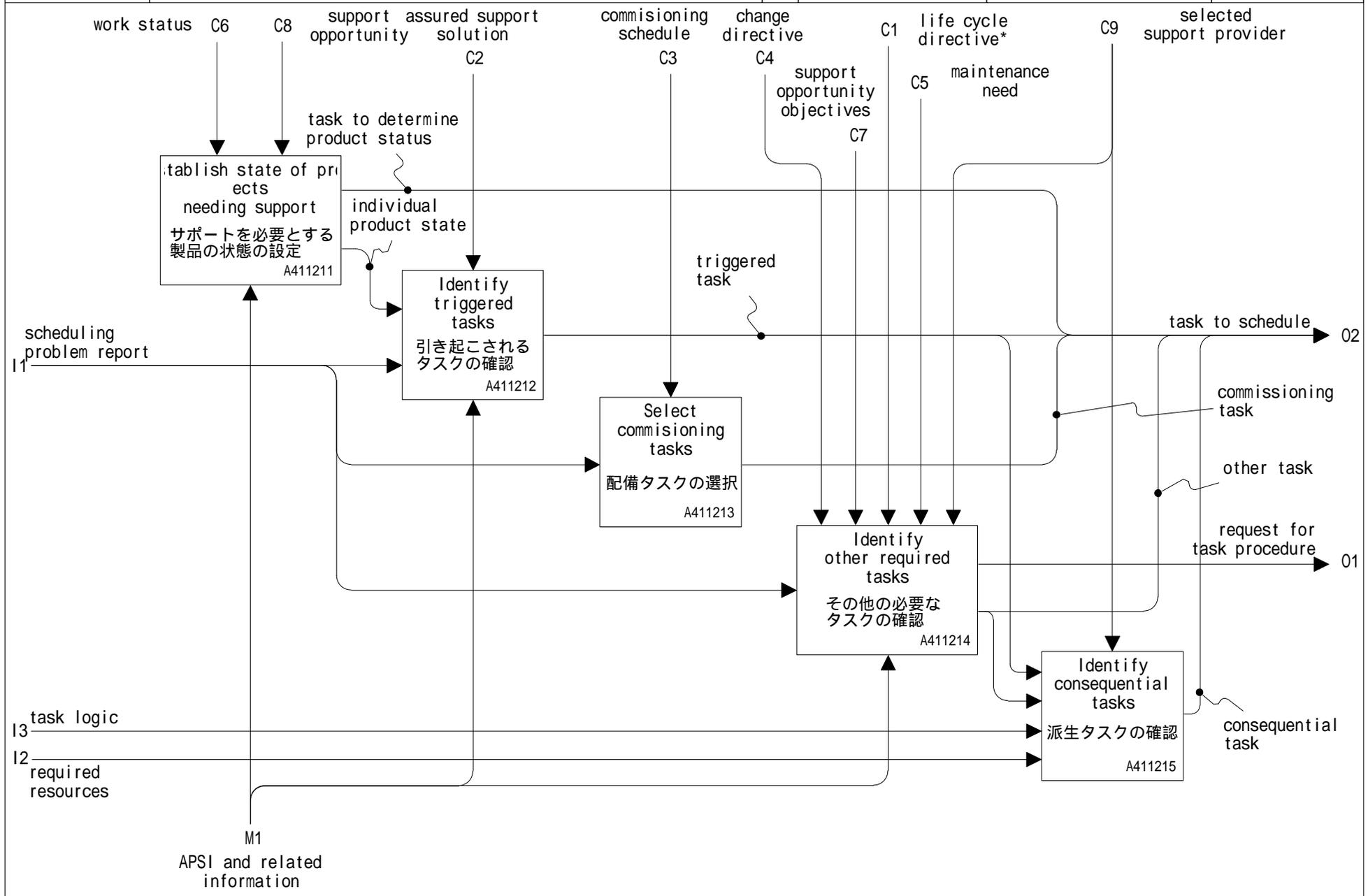
USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	X	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: ■ □ □ □
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



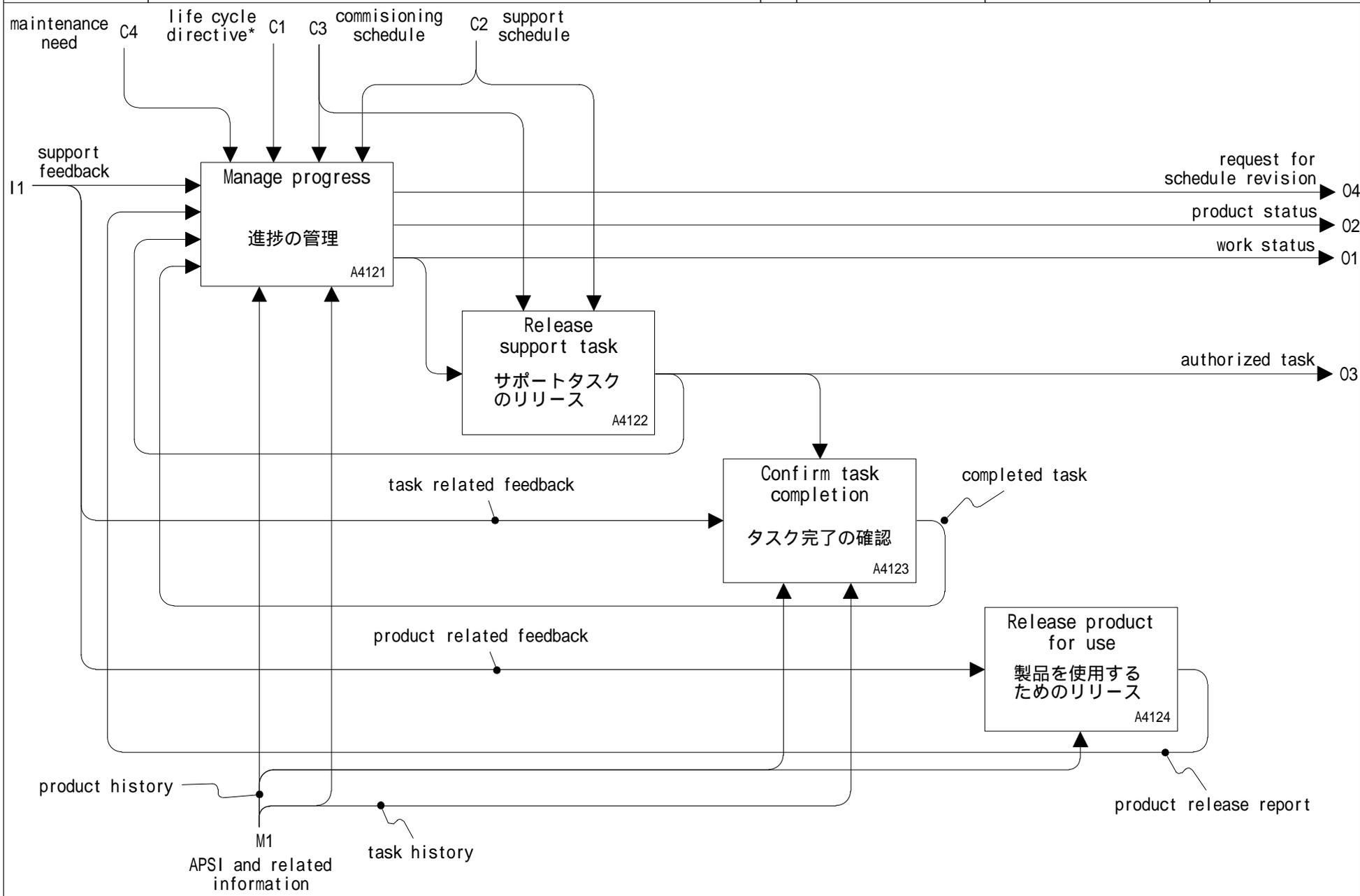
NODE: A41	TITLE: Plan & control support delivery (サポート提供の計画とコントロール)	NUMBER: P. 38
-----------	---	---------------



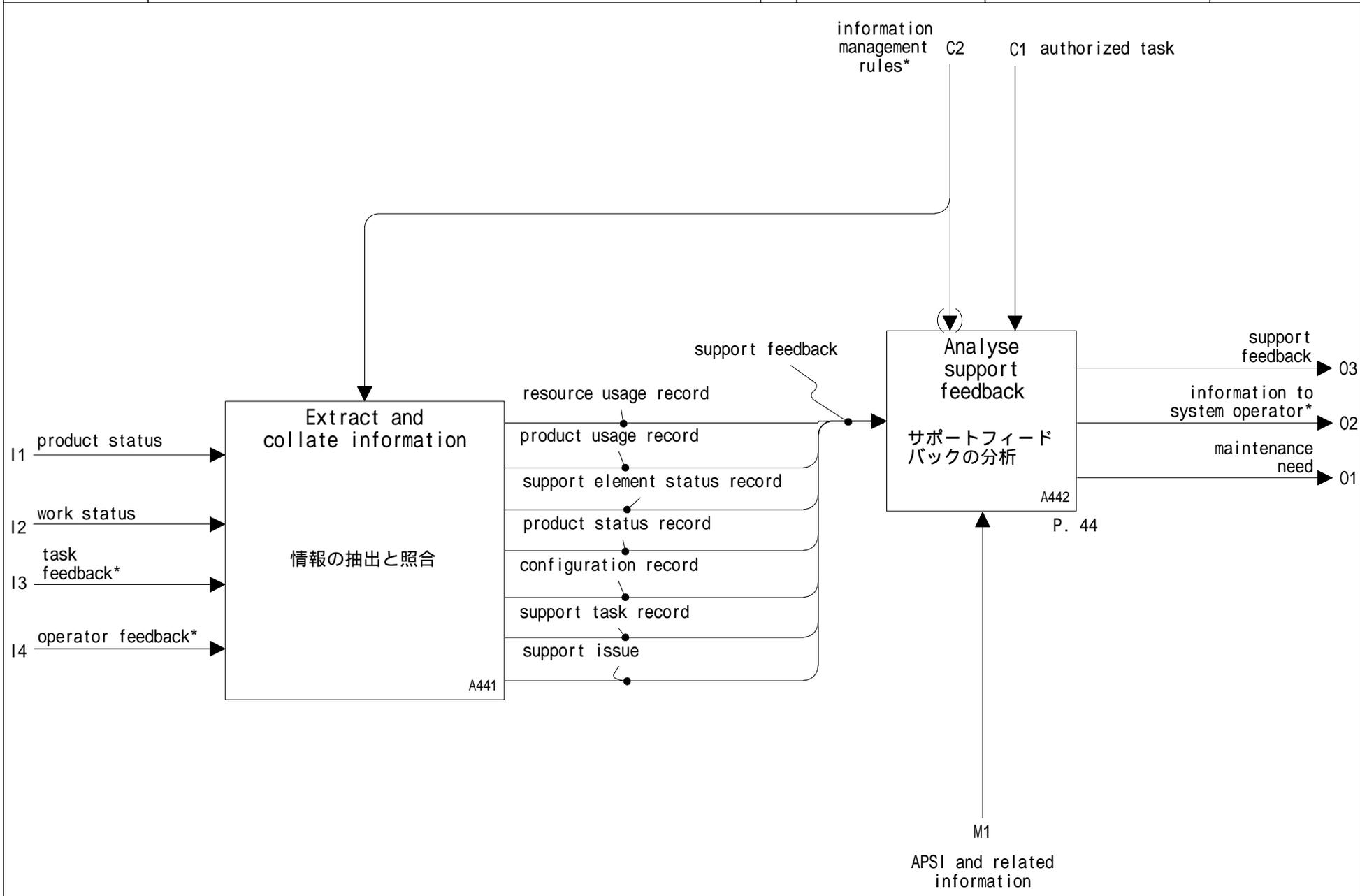




USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: □ ■
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

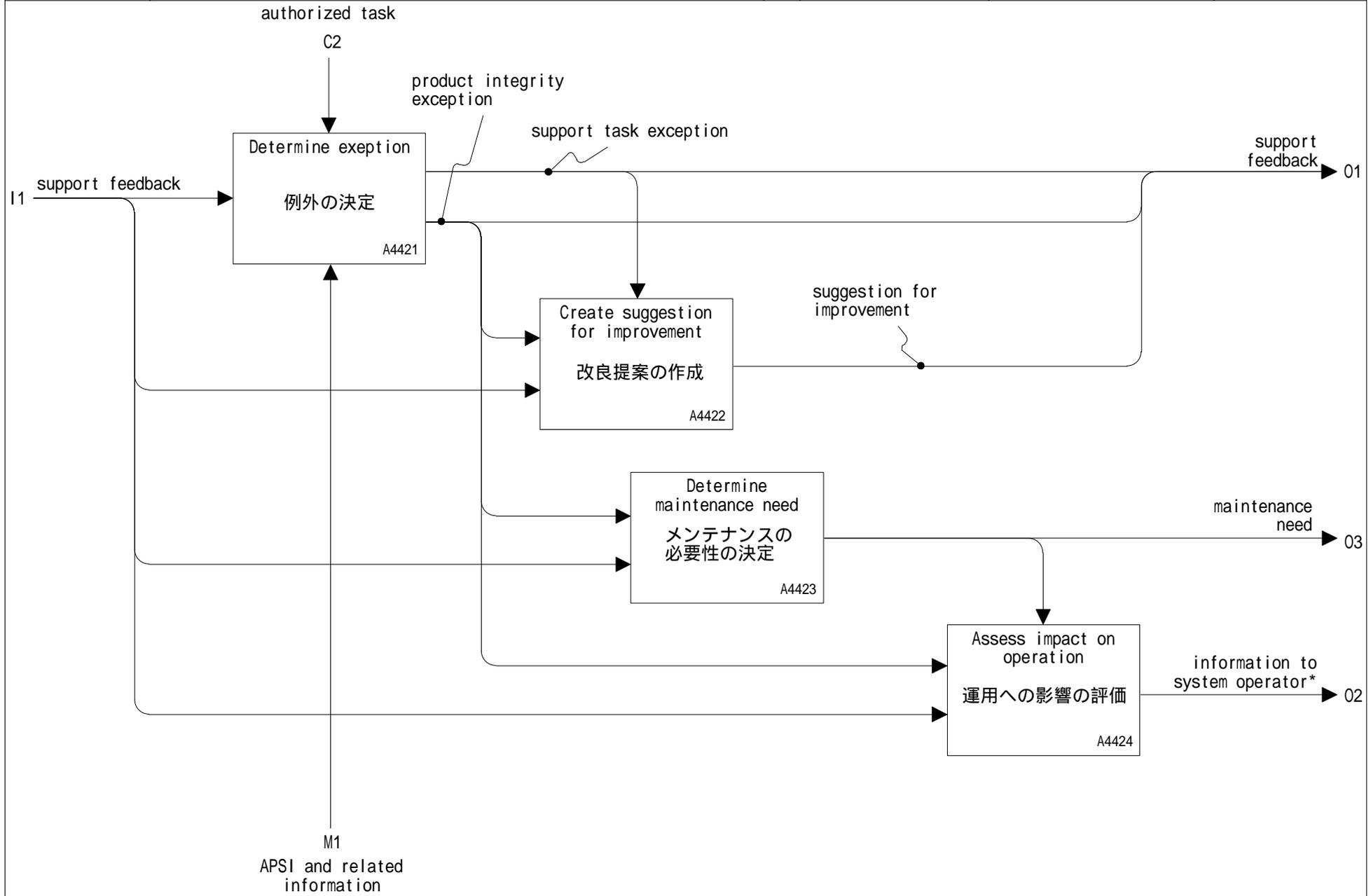


USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki PROJECT: PLCS Committee  NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 2003/7/28 REV: 2004/2/11	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



NODE: A44	TITLE: Collect data & provide feedback (データの収集とフィードバックの提供)	NUMBER: P. 43
-----------	--	---------------

USED AT:	AUTHOR: Recreated by Masaru Suzuki	DATE: 2003/7/28	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	PROJECT: PLCS Committee	REV: 2004/2/11		DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



NODE: A442	TITLE: Analyse support feedback (サポートフィードバックの分析)	NUMBER: P. 44
------------	--	---------------

© ISO 2004 — All rights reserved

------(引用終了)-----

#### 参考文献

- [1] ISO TC184/SC4/WG3 N1361: ISO 10303-239: Product data representation and exchange: Application protocol: Product life cycle support, 2004-02-06

## 付録2 平成15年度 ECOM/PLCS 委員会議事録

### 平成15年度 第1回 PLCS 委員会 議事録

日 時：2003年7月28日(月) 14:00～17:00

開催場所：ECOM 4階 A会議室

出席者：

主査 木村文彦(東京大)

委員 原 俊雄(荏原製作所)、安井義隆(JR 東日本、遠藤委員の代理)、土屋正春(MRI)、  
出木谷修(日本 IBM)、河村 泉(JIPM)、青木良輔(産環協)、村上英治(山武)、  
森 福瑞(日本総合システム)、鈴木岩雄(MHI)、加藤三治(千代田アドバンスト)、  
鈴木昂士(ニッテツ大阪)、竹内齋之郎(新日鉄ソリューションズ)

オブザーバ：堀内 康(ニッテツ大阪)、三上優美子(METI 標準課)

事務局：鈴木 勝(ECOM)

(敬称略)計16名

配布資料：

- ・ PLCS03-01-01： 平成15年度実施計画書(案)
- ・ PLCS03-01-02： 平成15年度 PLCS 委員会の活動案
- ・ PLCS03-01-03： AP239 規格の紹介と開発状況の説明
- ・ PLCS03-01-04： AP239 の AAM 抜粋
- ・ PLCS03-01-05： CASCADE プロジェクトと AP235 の紹介資料
- ・ PLCS03-01-06： 3R を考慮した環境パフォーマンス評価情報モデル
- ・ PLCS03-01-07： Life Cycle Design and Management based on Simulation of Service Quality Variations
- ・ PLCS03-01-08： ニッテツ大阪エンジニアリングの Life Cycle Engineering 紹介資料

議事：

1. 委員の自己紹介
2. 配付資料の確認と昨年度の成果報告書の紹介
3. 本日の議題の紹介
4. 実施計画書(案)と活動案の説明(PLCS03-01-01、PLCS03-01-02)
  - 昨年度までは現場の保守に焦点を当てていたが、今年度はそれに環境問題を絡めて、「3R を考慮した製品ライフサイクル支援モデル表現と交換のための調査研究」をテーマとする。

- 今年度は、(社)産業環境管理協会(産環協)と(社)日本プラントメンテナンス協会(JIPM)に参加していただき、連携して活動を進める。
- 全体テーマの下に、「環境管理情報を組み込んだPLCS情報モデルの検討」、「ISOのPLCSと環境に関連する規格案と日本の産業界のニーズとの照合から、日本独自の要件の抽出」、「メンテナンスモデルによるシミュレーション」の三つのサブテーマを設定する。

Q：JIPMとの連携の具体的な内容は何か。

A：現在まだ詳細を相談しているところである。

Q：エン振協の活動とも関連があるのではないか。

A：(原委員)エン振協の情報システム委員会では、次の二つのテーマに取り組んでいる。

- プラント設備の延命を図るために必要な”Reduce”の技術
- Oil & Gasの分野でのライフサイクルコストの最小化によって国際競争力の向上を図る技術(事務局)具体的なテーマで連携できることがあれば、途中からでも取り組んでゆきたい。

#### 5. 今年度の委員会の開催予定

残りの5回の予定を、次の曜日のそれぞれ14時-17時とする。

- 9月18日(木)
- 10月23日(木)
- 11月27日(木)
- 1月15日(木)
- 2月20日(金)

各回の議題と会議室は別途事前に案内する。

#### 6. 「3Rを考慮した環境パフォーマンス評価情報モデル」の紹介 (竹内委員：PLCS03-01-06)

- 昨年度は、新幹線の主電動機と製鉄所の大型電動機の保守を題材として、メンテナンスモデルの検討を行った。
- 経済産業省からの示唆を受けて、メンテナンスと環境問題を結びつけた今年度のテーマを提案した。最適なメンテナンスを行うと、3Rの問題解決につながるという観点である。
- ISO 14031(環境パフォーマンス評価)とメンテナンスとを結びつけると、設備の更新か延命保守かの判断などに役立てられる。
- 設備機器情報と環境情報とを組み合わせた情報モデルを利用することによって、環境負荷を削減するためのメンテナンスの方法を検討することができる。
- 日本のメンテナンス現場の情報をTC207のISO 14000の方に反映させたい。この面で産環協の協力をいただきたい。

- メンテナンスの設備保全効果だけでなく、環境保全効果まで考慮した取り組みにしたい。
- 活動成果を国の支援予算枠である環境 JIS につなげたい(少なくともガイドラインとしてまとめたい)。

7. ニッテツ大阪エンジニアリングの Life Cycle Engineering(LCE)事業および設備保全管理システム製品 model"r"の紹介 (鈴木委員、堀内オブザーバ：PLCS03-01-08)

- LCE は、単なるメンテナンスのアウトソーシングではなくて、設備管理業務や設備自体の改善によって大きなコスト削減効果を生み出すものである。
- 鉄鋼関係では自社以外に 3 社 4 工場で実施しており、そのエッセンスを取り出してコンパクトにまとめた製品が model"r"である。トヨタ自動車など別の業界にも導入されている。

Q：導入数の単位は何か。

A：クライアント端末の数であり、対象設備の規模とは別である。

(竹内委員)ニッテツ大阪殿には、環境を考慮した情報モデルの検討作業に対する現場を提供してもらえると期待しているが、情報システム化されているので、メンテナンスモデルを検討する作業にも役立つと思われる。

(事務局)活動のために現場を訪問して調査するための旅費などの費用を用意しているので、積極的に参加していただきたい。

Q：システムで管理する運転状態は個々の設備機器とのリンクが取れるようになっているか。

A：データベースはそのようになっている。

Q：プラント系と製鉄系と自動車系では異なる点があるが、それぞれにきめ細かく対応できるのか。

A：イメージデータを取り込めるので、それを有効に活用することができる。

Q：ロボットのプログラムを変更したときに、どのように影響するかを予測できるのか。

A：設備履歴データの中にプログラムのことを織り込んでおけばよい。

Q：トヨタでの事前評価や導入準備のやり方はどのようであったか。

A：全国の 8 工場を導入したが、設備台帳の機器構造データの入力方法について、工場毎に事前に十分な検討を行った。鉄鋼業界は機会損失を減らすことに重点をおいているため、きめ細かい対応ができるシステムになっているが、トヨタもきめ細かくやっているので、保全の考え方の見直しも必要であった。

Q：石油化学プラントでは稼働率が重要であるが、稼働率向上からみたシステムのメリットはどうか。

A：故障が減少すれば稼働率が上がる。システムには MTBF の考えも含まれている。

(事務局)次回にでもシステムのデモをお願いしたい。また導入手順やの紹介をしてもらいたい。

8. 三上オブザーバ(経済産業省産業技術環境局標準課)の紹介

9. 木村研究室の研究テーマ "Life Cycle Design and Management based on Simulation of Service Quality Variations" の紹介 (木村主査：PLCS03-01-07)

- 製品の全ライフサイクルを考えるとという観点から従来の工学に欠けているのは、利用フェーズの考慮であり、設計段階から製品のメンテナンスのことを考慮することが重要である。
- この研究では、製品デザインのどのパラメータを変えると、製品の全ライフサイクルにどのように影響するかを考察している。
- ライフサイクルシミュレーションの中核となるのは、Quality Model である。Required Quality(製造者が提供できる品質・性能のレベル)、Acceptable Quality(ユーザが我慢して使用できるレベル)、および Used Product Quality(使用中の製品のレベル)の間に関係によって、修理して使用を続けるか、更新するかなどの判断が行われる。

Q：世界でのこの分野の研究はどうなっているのか。

A：日本はこの分野の研究が進んでいる。日本の製造業界は新しい動きに対する反応が早い。(河村委員)実データがあまりないという背景として、部品展開や機能展開のやり方が各社毎に異なり、技術力や持っている資源との関係で、メンテナンスの考え方の標準化が難しいということがある。

(事務局)シミュレーションシステムのデモを別途お願いしたい。

10. ISO の PLCS 規格(AP239)の資料紹介 (事務局：PLCS03-01-03、PLCS03-01-04)

11. ISO の環境関連規格(AP235)の紹介 (事務局：PLCS03-01-05)

- AP235 が想定している適用分野としては、EU の CASCADE プロジェクトが検討している環境データの評価と、航空機業界が検討しているエンジン設計データの評価とがある。
- 環境問題に適用するため、ISO 14048 のデータ項目を AP235 に取り込もうとしているため、TC207 と連携している。

12. 今後の進め方

- 三つのサブテーマの進捗について順次報告していただくとともに、本日説明していただいたシステムのデモをお願いしたい。

(木村主査)成果報告書の枠組みについて早めに決めるべきである。

(竹内委員)昨年度、日本工業標準調査会(JISC)の環境 JIS の一環として、TC184 の方でも環境に関することを検討してほしいと求められたが、今年度もそれについて JISC で議論されるのか。

(三上オブザーバ)昨年度決められた環境 JIS の方針に沿って、この活動が委託されているが、そ

れについてさらに議論されるかどうかは、とくに決まっていない。

以上

## 平成15年度 第2回 PLCS委員会 議事録

日 時：2003年9月18日(木) 14:00~17:00

開催場所：ECOM 4階 A会議室

出席者：

主査 木村文彦(東京大)

委員 堀内 康(ニッセツ大阪)、三木靖貴(ニッセツ大阪、鈴木昂委員代理)、鈴木岩雄(MHI)、  
遠藤 隆(JR 東日本)、森 福瑞(日本総合システム)、原 俊雄(荏原製作所)、  
竹内斎之郎(新日鉄ソリューションズ)、河村 泉(JIPM)、出木谷修(日本 IBM)、  
森本 司(産環協、青木委員代理)、土屋正春(MRI)、加藤三治(千代田アドバンスト)

事務局：鈴木 勝(ECOM)

(敬称略、順不同計14名)

配布資料：

- ・ PLCS03-02-01：平成15年度第1回 PLCS委員会議事録(案)
- ・ PLCS03-02-02：平成15年度 PLCS委員会活動について
- ・ PLCS03-02-03：ISO 10303-439 のイントロダクション
- ・ PLCS03-02-04：ISO 10303-239 の AAM(Activity の説明)
- ・ PLCS03-02-05：ISO 10303-239 の AAM(IDEF0 図の抜粋)
- ・ PLCS03-02-06：ISO の PLCS 標準と PLCS 支援業務システムとの関係
- ・ PLCS03-02-07：総合設備保全管理システム モデル F
- ・ PLCS03-02-08：「モデル F」の保全業務モデル
- ・ PLCS03-02-09：モデル F 機能概要説明

議事：

### 1. 配付資料の確認

ニッセツ大阪エンジニアリング殿が本配付した資料を、PLCS03-02-07, -08, -09 とする。

### 2. 本日の議題確認

### 3. 前回の議事録確認

前回の竹内委員からの質問に関連する情報として、昨年度、日本工業標準調査会(JISC)で重点分野として決められた環境 JIS については、9月11日(木)に開催された JISC 主催の産業オートメーション技術専門委員会では、とくに議論されないことになった。

### 4. 今年度の PLCS 委員会の活動内容について(事務局からの説明と各委員からの意見)

- ・ 事務局が用意した資料(PLCS03-02-02)について説明し、それに対して各委員から質問と意見を述べてもらった。

(1) 質問

Q : AP235 が検査手順の標準化を目的とするものであるなら、TC184 以外の TC のテーマではないのか。

A : TC207 の環境関連規格など、他の TC と関係する部分があるが、TC184/SC4 は STEP に代表されるような計算機処理可能な形式で規格化するのが特徴であり、ISO 14048 のように他の TC で規格化されている部分については、それを取り込むようなインタフェースを用意している。

(2) 意見(発言順)

(遠藤委員)

- 環境の切り口は重要である。JISC の中にも鉄道関係の専門委員会があり、そこでも環境問題への対応がライフサイクル支援との関連で検討されている。

(竹内委員)

- 最近の工場の事故を考えると、情報技術によるメンテナンス支援の有効性を訴える活動ができるのではないかと。

(事務局より)具体的なシナリオに基づいて、PLCS 情報モデルによる支援の有効性を示せればと思う。

- METI の新しい標準課長の後藤さんは、前の経歴から見てプラントのメンテナンスなどに関心を持っていると思われるので、この委員会の活動をよく知っていただくのがよい。

(事務局より)そのようにしたい。

- AP239 のモデルにはいろいろと足りないところがある。たとえば最近重視している RBM (Risk Based Maintenance) が含まれていないと思う。RBM は PDCA サイクルの P の段階に相当するが、TBM や CBM は Do の段階の考え方である。このような足りない部分を ISO の場で明らかにしてほしい。

(事務局より)AP239 では RCM (Reliability Centered Maintenance) を重視しているが、RBM についてはどのように考えているのか、規格の開発責任者に確認したい。

(河村委員)

- JIPDEC/ECOM の活動の特徴かもしれないが、システム側からの発想が強い。とくに国内のメンテナンスは、標準化からは一番遠いところにある。RBM や RCM のような海外から輸入された概念は、日本の現場との乖離が大きい。
- AP239 のメンテナンス業務への適用可能性があるとする、国内でよりも海外展開する企業の場合かもしれない。
- 国内で問題になっているのは、団塊の世代が引退する段階になったときの知識の継承である。
- 国内のいろいろな団体がメンテナンスや環境の問題に取り組んでいるが、横通しできていない。

(森本委員)

- EPE や LCA に注目するのは自然な流れなので、無理のない範囲で取り組んでゆきたい。

(土屋委員)

- PLCS 情報モデルがユーザやベンダにとってどのように役に立つのが重要である。

(加藤委員)

- 日本の化学プラントはそろそろ寿命が来ているが、更新はままならないので、メンテナンスの改善による延命に関心がある。従来のように人手に頼ることはもうできないので、情報技術の活用が必須であるが、過去のデータを取り込むのがむづかしい。

(堀内委員)

- 鉄鋼業では KKD(経験・勘・度胸)でやってきたが、データを見てそれをどう活かすかが重要で、ノウハウだともいえる。それに対して、米国の軍需産業ではメンテナンスの標準化に取り組んでいることに興味がある。
- ベテランの要員が少なくなっていて、設備は古くなっているのが問題である。

(鈴木岩雄委員)

- 防衛システムでは運用が一番重要であるが、それからメンテナンス・調達・補給の仕事がある。稼働率を上げるためにはメンテナンスが重要であり、PLCS の考え方が役立つと思う。

(原委員)

- エン振協では、社会インフラ(トンネル、道路、鉄道、水道など)の設備が古くなって脆弱になってきたのに対して、これらを破棄しないで延命させるための方策の検討を行っている。METI からは情報技術を使ってより効果的にしてゆくことが望ましいと言われている。
- 必要ならこれまでの成果をこの場で紹介するために担当リーダを紹介できる。

(出木谷委員)

- 現在は製造業を担当する部門に所属しているが、以前は建設業を担当していて、建設 CALS に参加していた。製造業でも製品の機能だけではなくて、廃棄も含めたメンテナンスの問題に取り組む必要があり、この活動をそれに役立てたいし、それに関する話題も紹介したい。

(木村主査)

- メンテナンスは対象によってばらばらであり、As-is ではよく分かっているのだろうが、それを整理・分析して、どうしてそうなっているのかを考えてみる必要がある Top-down で To-be モデルはできるが、Yes-but になっては進まない。Bottom-up のアプローチも必要である。
- 共通機器のメンテナンスに必要なデータはカタログから取れそうに思うが、実際にはカタログの統一がとれていないので使えない。
- 日本的な情報化を考えてゆくべきである。

(河村委員)

- 各社のポンプの故障データを集める試みをしたことがあるが、活動を始めたら現場で従来よりも注意をするようになったため、故障が少なくなってしまった。

(鈴木岩雄委員)

- 防衛システムでは、メンテナンスの整備報告書に詳細な作業記録をとってデータベース化し、

その傾向分析の結果を調達に反映させている。

5. 総合設備保全管理システム「モデル F」の概要説明とデモ(ニッテツ大阪エンジニアリング、PLCS03-02-07, -08, -09)

- 11月のメンテナンスショーではライフサイクルエンジニアリングのテーマで出展する。

(原委員)海外展開(グローバル対応)についてはどう考えているか。設備の効率だけではなくて、ビジネスモデルまで踏み込んだ対応が必要と思うが。

A: 日本企業が海外に工場進出する場合、日本国内と同じ管理の仕組みをもっていきたいという要望がある。国内でも海外でも導入する場合は、道具だけ持っていても使えなくて、導入指導が必要である。S/W ベンダのパッケージは売り切っておしまいという傾向があるが、ニッテツは導入後のフォローが強みである。

(森委員)用語辞書はモデル F 特有のものか業界標準のものか。

A: 業界標準というものではないが、ユーザの用語を追加できる。

(河村委員)メンテナンス用語の標準化はできていない。日本の現場は暗黙知に強みがあり、デジタルマイスタのようなアプローチは冷ややかに見られている。

(木村主査)ほとんどのデータは機器メーカーから提供できるものではないか。その際の形式を標準化しておけば、ビジネスになるのではないか。

(河村委員)汎用的なポンプのようなものなら可能であるが、それ以外ではむづかしい。

(原委員)それでお金がもらえるかどうかの問題であるが、世界でどこか 1 社でも提供を始めれば他社もやらざるを得なくなる。日本発でそれができればよいのだが。

6. 事務局からの配付資料の紹介(PLCS03-02-03, -04, -05, -06)

- AP239 は、製品の運用段階を中心としたライフサイクル全体にわたって支援するための ISO の規格案であり、製品とそのサポートが複雑なものを適用対象に想定している。
- AP239 の仕様書のイントロダクションや AAM の説明部分を翻訳して、紹介したい。
- このような規格が何の役に立つかが問題であるが、異なるライフサイクル支援システムの間でのデータ交換のようなニーズがあるのかどうかを確認してゆきたい。

7. 今年度の委員会の開催予定

残りの 4 回の予定を、次の曜日のそれぞれ 14 時-17 時とする。

- 10 月 23 日(木)
- 12 月 4 日(木) : 当初の 11 月 27 日(木)から変更されましたので、ご注意下さい。
- 1 月 15 日(木)
- 2 月 20 日(金)

各回の議題と会議室は別途事前に案内する。

以上

## 平成15年度 第3回 PLCS委員会 議事録

日 時：2003年10月23日(木) 14:00～17:00

開催場所：ECOM 4階 A会議室

出席者：

主査 木村文彦(東京大)

委員 鈴木岩雄(MHI)、堀内 康(ニッテツ大阪)、森 福瑞(日本総合システム)、土屋正春(MRI)、

原 俊雄(荏原製作所)、河村 泉(JIPM)、加藤三治(千代田アドバンスト)、

森本 司(産環協、青木委員代理)、竹内斎之郎(新日鉄ソリューションズ)、

遠藤 隆(JR 東日本)

事務局：鈴木 勝(ECOM)

(敬称略、順不同計12名)

配布資料：

- ・ PLCS03-03-01：平成15年度第2回 PLCS委員会議事録(案)
- ・ PLCS03-03-02：3Rを考慮した環境パフォーマンス評価のガイドライン提案
- ・ PLCS03-03-03：リスクベースメンテナンスのクレーン設備への適用
- ・ PLCS03-03-04：メンテナンス業務を支援する標準モデルに関する調査
- ・ PLCS03-03-05：モデルF説明資料の抜粋
- ・ PLCS03-03-06：ISO 10303-239のAAM(IDEF0図の抜粋)改訂版
- ・ PLCS03-03-07：ISO 10303-239のAAMのActivity説明改訂版

議事：

1. 本日の議題確認

2. 配付資料の確認

3. 3Rを考慮した環境パフォーマンス評価のガイドライン提案(竹内委員：PLCS03-03-02, 03)

- RBI/RBMの手法とISO 14000シリーズの概念を利用して、メンテナンスの環境への影響を客観的に評価する方法を提案する。
- RBMのリスクランキング表を活用して、環境へのリスクを削減するための最適なメンテナンス業務を計画する。
- プラントの全体か特定の設備だけか、対象範囲を明確にする必要がある。また、評価期間を決めて評価する。
- 環境状態指標(ECI)は法規制の対象になるが、その他の指標は自主的に決めることになる。
- 多次元の軸で評価すべきであるが、それぞれの和で考えるのか、一番厳しい軸で考えるのか、検討する必要がある。故障の場合は後者でよいのかもしれないが、環境の場合は前者の方がよ

いのかもしれない。

- 本日の話を基にして、産環協殿には考え方の妥当性についてご意見を伺いたい。またニッテツ大阪殿には実際のデータを当てはめてうまくゆくのか教えていただきたい。
- 国内では、東洋エンジニアリングと IHI が RBM のソリューションを提供している。

(各委員の質問と意見)

(木村主査)

- 環境要素にはいろいろなものが含まれており、環境に対する + 面と - 面を分けて考える必要がある。+ 面の評価は主観的になりやすい。
- 既存の評価基準がいろいろとあるのなら、その再利用を図りたい。評価基準には地域性があり、日本国内のプラントと海外にあるプラントでは評価基準が異なる。

(竹内委員)評価軸にするものは今あるものをとらないと説得力がない。

- 原因を追及すると、設計に起因するものかもしれない。北海道地震の事故例を見ると、あんなに簡単に発生するのかわかれる。

(竹内委員)メンテナンスの技術力が落ちている可能性がある。

(加藤委員)

- 1 番目のタンクは設計の不備で、2 番目のタンクは事故後の対応の不備が原因である。対応がきちんとマニュアル化されているところは少ない。
- 石油の場合には RBM ではなくて RCM を使用することが多い。RBI は構造物のようなものを使用し、メンテナンスをいつやるかの判断に使うが、リスクを下げるというような対応は行われない。

(森本代理)

- EPE は日本が主導して作った規格である。すでに定量的に評価するためのソフトウェアシステムもある。今回の考え方には無理がないが、評価表だけでは意志決定にまではもっていけないので、QFD という手法を用いて意志決定につなげられる。
- 14000 シリーズは性悪説に立っているが、よいところに目を付けるのも意味をもつ。

(竹内委員)

- EMS では有益な環境を増やすようにという考えがある。
- 評価結果がでたときに、システムティックに対処する方法を考えたい。

#### 4. メンテナンス業務を支援する標準モデルに関する調査(土屋委員：PLCS03-03-04, 05)

- ニッテツ大阪殿のモデル F システムを参考にして、日本におけるメンテナンス業務を支援する標準モデルの検討を行う。
- PDCA サイクルの観点からメンテナンス業務を分析して、IDEF0 で表現する。
- ISO の PLCS 規格(AP239)との関連を考察する。

(各委員の質問と意見)

(木村主査)

- 標準モデルという観点からは、なぜ標準モデルが必要なのか、それがあるとどうなるのかを明確にする必要がある。たとえば、企業間の情報の流れを明示化することがある。

(土屋委員)

- 欧州では、工場の設備のリスクアセスメントを行って、残留リスクを承知して使用し、事故が発生したときにはメーカーと現場と労働者の責任がはっきりするようにしている。日本では、工場の設備はユーザが作り上げるものとされていて、メーカーは機械を搬入して設置するだけである。また、労災保険があるため、事故が発生したときの原因を分析して、メーカーにまでフィードバックさせるルートがない。しかし、海外展開や海外からの注文に対応するためには、従来のみでは済まない。

(木村主査)

- そのようなことを整理する必要がある。昨年度もそうであったが、問題点は明らかなので、やり方を変えるように動く必要がある。

(土屋委員)

- 従来は事故が起こして訴えられた場合にも、企業の内部データを公開する必要はなかったが、新民事訴訟法では、訴えられたときに自社の管理データを標準的な形式で提示する必要がある。

#### 5. ISO 10303-239 における RBM への対応(事務局：PLCS03-03-06, 07)

- AP239 の AAM(Application Activity Model：業務分析モデル)には、Risk の考慮が含まれている。ISO TC184/SC4 では、Risk に対する共通のニーズを実現させるためのモジュールが開発されているが、AP239 は開発期間とリソースの制約により、このモジュールの組み入れを断念した。来週の SC4 会議では Risk に対応するモジュールの紹介がされるので、AP239 がこれを取り入れるように要望し、その結果によって今後の投票に対する対応を判断する。
- AP239 を現実のニーズに合わせてサブセット化する DEX(Data Exchange Set) が定義されているので、その情報を来週の ISO の会議で入手して紹介したい。

以上

## 平成15年度 第4回 PLCS委員会 議事録

日 時：2003年12月4日(木) 14:00~17:00

開催場所：ECOM 4階 A会議室

出席者：

委員 竹内斎之郎(新日鉄ソリューションズ)、堀内 康(ニッテツ大阪)、原 俊雄(荏原製作所)、  
村上英治(山武)、鈴木岩雄(MHI)、河村 泉(JIPM)、土屋正春(MRI)、  
加藤三治(千代田アドバンス)、森本 司(産環協、青木委員代理)、遠藤 隆(JR東日本)

オブザーバ：木幡真望(山武)

事務局：鈴木 勝(ECOM)

(敬称略、順不同計12名)

配布資料：

- ・ PLCS03-04-01：平成15年度第3回 PLCS委員会議事録(案)
- ・ PLCS03-04-02：メンテナンス業務を支援する標準モデルに関する調査
- ・ PLCS03-04-03：LCA概要
- ・ PLCS03-04-04：メンテナンス関連の情報技術概観
- ・ PLCS03-04-05：メンテナンス・テクノショー2003
- ・ PLCS03-04-06：Integrated Resource Risk (10303-58) & Support Risk Module (10303-1264)
- ・ PLCS03-04-07：ISO/TC 184/SC 4のRiskモジュールの概念説明
- ・ PLCS03-04-08：ISO/TC 184/SC 4のRiskモジュールの仕様書抜粋
- ・ PLCS03-04-09：DEX development status
- ・ PLCS03-04-10：LCAプロジェクト成果の概要

議事：

1. エコプロダクツ2003の案内 (森本)
2. 木幡オブザーバの紹介 (事務局)
  - ・ 本日の山武殿のご説明の内容に詳しいので、出席していただいた。
3. 前回議事録(案)の確認 (事務局)
  - ・ よりよい議事録にしたいので、皆様の発言で漏れていることや誤りがありましたら、ご連絡いただきたい。
4. 本日の議題と配付資料の確認 (事務局)

(以下は配付資料にない補足説明と Q&A を中心として記述)

#### 5. メンテナンス業務を支援する標準モデルに関する調査 (土屋：PLCS03-04-02)

- メンテナンス業務を支援する標準モデルの効果については、まだつかみきれていない。
- もう一つの切り口として、安全確保の視点からも検討する必要があると考え、調査してみた。
- ドイツでは機械を使用する段階で、保険関係の第三者機関の認証がないと、設備のスイッチを入れてはいけないことになっており、ヨーロッパや日本以外のアジア諸国でも同様の傾向にある。
- 設備安全に関する ISO/IEC 規格の 7~8 割は JIS 化されているが、従来からある構造規格の一部に IEC 規格と不整合がある。また、「機械の包括的な安全基準に関する指針」は、機械の使用に対する強制力がない。

Q：リスクにはいろいろあるが、今の話しは人体に対する影響に関するものだけか。

A：そうです。

Q：環境汚染やや経済損失のリスクにも展開するような枠組みもあるのか。

A：Guide 51 はリスク一般に対して適用できる手順であるが、今日の話しは国際安全規格は環境問題に対しては適用できない。

Q：RBM の観点の環境問題への適用を考えると、リスクの大きさを環境への影響と発生頻度の積ととらえられるが、それとの関連性はどうか。

A：機械安全に関するリスクアセスメントの考え方もまったく同じである。

#### 6. LCA の紹介 (森本)

##### (1) LCA 概要(PLCS03-04-03)

- 最近では Social LCA と称して、地域の環境評価に LCA の手法を利用することがある。
- エネルギーだけに着目する LCA は分かりやすかったが、環境に適用するようになって LCA が難しくなったと言われている。
- 昔の LCA は Life Cycle Analysis の略で、事後の評価分析の手法であったが、現在は Life Cycle Assessment の略で、製品の設計段階における事前評価の手法である。
- 従来の LCA はある時間断面に集約させた静的 LCA であるが、これからは時間軸を含めた動的 LCA が使用されるようになる。
- LCA には労働力が含まれていない。日本は自動化を進めるためにエネルギーを大量に使用するが、中国は人的労力を活用するために LCA の計算結果が日本よりも小さくなる。
- LCA は製品の欠点に着目するが、松下電器の「環境効率」の定義では、製品のよいところを評価するために、製品寿命や製品機能を考慮しているのが特徴である。
- インプットとアウトプットをすべて考慮して環境負荷を計算するのは難しいので、インプット(資源の使用量)だけで計算する資源生産性という指標も利用されている。

##### (2) LCA プロジェクト成果の概要(PLCS03-04-10)

- 平成 10 年から 14 年にかけて、日本の産業界全体の協力を得て構築した世界最大の LCA データベースであるが、韓国でも 1 年遅れでさらに大きな英語版のデータベースを構築している。
- 日本でも当初は英語版での構築を考えていたが、外国のコンサルタントに容易に利用されることを懸念したのと、物質の特性が日本語でないと表現できないものがあるとの理由で、日本語で構築された、バージョン 2 で英語版にする予定である。

Q：インベントリデータは国によって異なるので、英語にしたからといって、そのまま外国で適用はできないのではないか。

A：そのとおりであるが、外国人が日本の製品評価を行うのに利用できる。

- 今年度は NEDO の支援で、無償で試験公開されているが、その使用目的と結果を報告する義務がある。来年度からは国の支援がなくなるので、別の運用体制を考える必要がある。
- 参加工業界だけでは提供できない廃棄物などの静脈系のデータは、調査会社を利用して収集した。

Q：このデータベースはバックグラウンドデータとして利用するのか。

A：そうです。

Q：松下電器の LCA 分析はフォアグラウンドデータで行っているのか。

A：そうですが、一部はバックグラウンドデータを利用しているかもしれない。

Q：1 社の製品だけならば評価できるかもしれないが、複数の企業の製品を比較するためには、バックグラウンドデータを利用する必要があるのではないか。

A：それは LCA データだけではできない。タイプ 3 環境ラベルでは、各社の LCA の結果を定量的に比較評価することができる。

Q：先週の JR 東日本のセミナーでも、LCA が重視されているように感じたが。

A：(遠藤委員)現状ではエネルギーアセスメントに注目している段階である。鉄道総合技術研究所も今回の LCA プロジェクトに参加している。

## 7. メンテナンス関連の情報技術概観 (村上、木幡：PLCS03-04-04)

### (1) メンテナンス支援情報システムの動向

- 日本の製造業では、売り上げの減少以上に従業員数が減少しており、それだけ合理化が進んでいる。
- 設備投資額も減少していて、設備の平均年令が 12 年に延びており、米国の 2 倍近い。
- 少ない従業員数で古い設備を運転するために、製造業の経営者が従業員に求めるスキルとして、設備の保全スキルが 5 番目に上がってきている。
- このような状況に対応するために、設備管理用の情報システムが重要になっている。

### (2) メンテナンス(運転)支援技術の紹介

(山武の設備管理システムの機能、および Rexion システムのテキストマイニング機能の紹介)

Q：テキストマイニングにはニューラルネットを使用しているのか。

A：ニューラルネットは再現性を保証できないため、統計的手法と人工知能技術を組み合わせて

いる。

Q：クラスタはものによって定義する必要があると思うが。

A：自動クラスタリング技術を使用している。

8. メンテナンス・テクノショー2003の出展内容紹介（竹内：PLCS03-04-05 および回覧資料）
  - 従来の保全データ管理システムに、知識ベースの処理を組み合わせ、保全要員を支援する動きがいくつか見られた。
  
9. ISO/TC 184/SC 4 の Risk データモデル規格の紹介（事務局：PLCS04-03-06, 07, 08, 09）
  - 10月下旬のSC4会議で、開発中のRiskモジュールの説明を受けたが、船級審査を業務とするノルウェーのDet Norske Veritas(DNV)社のRisk Managerが開発に参画している。
  - ISO TC184/SC4では、データモデルの規格のモジュール化を推進しており、PLCSなどでRiskを取り扱うために、あらたにRiskモジュールを開発しているが、すでにある既存のモジュールを利用しながら、Risk管理特有の概念を定義している。
  - PLCS04-03-07に基づいて、Riskモジュールの主要な概念を紹介した。
  - 間もなく投票にかけられる予定の10303-239(AP239：PLCS規格)では、開発時間の制約からRiskモジュールが組み込まれていないが、SC4会議で日本がRBMを重視していることを強調して、次のバージョンには組み込まれることを確認した。本来なら、要求する国は開発のソース(人)を出す必要がある。
  - 日本でRiskモジュールを評価して、日本の要件があれば出して欲しいと要望された。
  - AP239を現実のニーズに合わせてサブセット化するDEX(Data Exchange Set)の一つとして、故障を対象とした”Fault states”というサブセットがあり、これでRCM(Reliability Centered Maintenance)には対応できるとのことである。
  
10. 次回の予定
  - 次回は1月15日(木)であるが、その前に成果報告書の構成案を提示する。

以上

## 平成15年度 第5回 PLCS委員会 議事録

日 時：2004年1月15日(木) 14:00~17:00

開催場所：ECOM 4階 C会議室

出席者：

主査 木村文彦(東京大)

委員 遠藤 隆(JR東日本)、竹内斎之郎(新日鉄ソリューションズ)、堀内 康(ニッセツ大阪)、  
出木谷修(日本IBM)、井上 和(富士通九州)、青木良輔(産環協)、土屋正春(MRI)、  
森 福瑞(日本総合システム)、河村 泉(JIPM)

事務局：鈴木 勝(ECOM)

(敬称略、順不同)計 11名

配布資料：

- ・ PLCS03-05-01： 平成15年度第4回 PLCS委員会議事録(案)
- ・ PLCS03-05-02： メンテナンス業務を支援する標準モデルに関する調査  
- リスクアセスメント支援ツール -
- ・ PLCS03-05-03： Early implementation of ISO 10303-AP239  
for product life cycle support
- ・ PLCS03-05-04： Lifecycle Support 2004
- ・ PLCS03-05-05： 成果報告書目次(案)と分担(案)
- ・ PLCS03-05-06： 成果報告書原稿のご執筆についてお願い

議事：

1. 配付資料の確認

2. Lifecycle Support 2004(4/28-30, London)の紹介 (事務局：PLCS03-05-04)

- 今年が第1回目であるが、AP239が間もなくできるのに合わせて、欧米ではこのような企画が実現している。

3. 木村研究室のテーマ紹介 (木村主査)

- 当初予定していた内容は次回に回して、関連する Life cycle simulation の紹介をしていただいた(スライドのみ)。
- LCA で製品単体の環境負荷を検討してもあまり意味がない。
- 欧米では Life cycle simulation とは言わないで、Dynamic LCA と呼んでいる。
- モデル(マクロとミクロ)の作成が重要であるが、製品のない設計段階で作る必要がある。最初はラフにして、設計の進展とともに詳細化してゆく。

- Quality Model はマーケットによっても異なる。携帯電話の例では、日本では製品の機能を上げると Requirement も上がってゆくが、米国ではそうではない。
- 従来の CAD では、Computer-Aided FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)のために必要な情報が入らなかったが、Feature-Base の CAD では対象になっている。
- (以下省略)

#### 4. リスクアセスメント支援ツールの紹介 (土屋：PLCS03-05-02)

- 最近日本で発生した産業事故の原因を調査した METI の報告書の内容を紹介

Q：マニュアルの不備が人的要因というのはおかしいのでは。人が気をつければよいとしたら、改善は進まない。

A：MRI が METI に説明を聞きに行ったが、報告書にあるような切り分け方は必ずしも適切ではないと認めていた。

Q：この資料では、鉄鋼業界は安全管理を何もやっていないことになる。

A：人的要因とされるものは、現場の作業員の問題によるものと、設備の老朽化に対して適切な対応をしていないなどの社内制度的なものに分けられる。教育などは、人的要因というよりは経営の問題でもある。

- 本日紹介するリスク評価支援ツールは、EU の"CE マーク"の取得を支援するものであり、EU 指令の更新に対応している。

Q：このツールは日本での代理店があるか。

A：現在はまだない。今回はツールの開発元であるドイツの部品メーカーの日本法人から情報ももらった。

Q：木村先生の話は物理化学的な劣化によるリスクが対象であり、このツールが対象とするのは人が絡むリスクではないか。

A：(「対策の方向」のスライドで説明)

Q：日本における PL 法への対策のようなものか。

A：欧州にもこれとは別に PL 法があり、それで訴えられないようにするためにもリスク評価が行われる。

#### 5. "Early implementation of ISO 10303-AP239 for product life cycle support" (事務局：PLCS03-05-03)

- 規格はできあがってから使用するのではなくて、開発段階で早期に実装を行って、その結果を規格開発に反映させる必要がある。
- AP239 は従来の 10303 シリーズ(STEP)の規格に対して、次のような特徴がある。
  - (1) 製品の 1 個ずつの履歴を管理する。
  - (2) 規格の部品であるモジュールによって組み立てられる。

- (3) 規格のサブセットである Conformance Class を規格の外部で定義して、実業務に合わせて柔軟に対応できるようにする(DEX : Data Exchange Set、OASIS で管理される)。
- (4) 適用分野によって文字列の属性値が異なるものに対しては、外部のライブラリを参照するレファレンスデータ機能を活用する。
- この論文の著者である Timothy King が、3月末から数週間日本に来るので、何らかの形の情報交換の場をもちたい。

6. 成果報告書の内容と原稿執筆依頼について (事務局 : PLCS03-05-05、PLCS03-05-06)

- 原稿執筆に当たっては、依頼書にあるように著作権の取り扱いについて十分に留意してください。
- 竹内委員が昨年度 METI に確認したときには、PLCS 委員会の成果報告書の全体を ECOM のホームページに掲載することは認められなかった。今年度も同様であることを事務局が確認した。
- 昨年度の成果報告書は、委員を中心として配布するだけであったが、今年度は ECOM の会員にも配布する可能性がある。

Q : 昨年度は自由には配布できなかったが、今年度はよいのか。  
会議のあと事務局が配布について制約がないことを確認した。

7. 次回の予定

- 次回は 2月20日(金)であるが、その頃までに成果報告書の原稿を提出していただきたい。

以上

## 平成15年度 第6回 PLCS委員会 議事録

日 時：2004年2月20日(金) 14:00~17:00

開催場所：ECOM 4階 A会議室

出席者：

主査 木村文彦(東京大)

委員 竹内斎之郎(新日鉄ソリューションズ)、遠藤 隆(JR東日本)、原 俊雄(荏原製作所)、  
出木谷修(日本IBM)、堀内 康(ニッテツ大阪)、森 福瑞(日本総合システム)、  
加藤三治(千代田アドバンスト)、森本 司(産環協、青木委員代理)

事務局：鈴木 勝(ECOM)

(敬称略、順不同計10名)

配布資料：

- ・ PLCS03-06-01：平成15年度第5回 PLCS委員会議事録(案)
- ・ PLCS03-06-02：産業オートメーション技術分野の環境配慮規格整備方針
- ・ PLCS03-06-03：社会基盤創成調査研究(継続)\_METI 報告資料
- ・ PLCS03-06-04：竹内委員の説明資料

議事：

1. 本日の議題と配付資料の確認

2. プラントシミュレーションの紹介 (木村主査)

- ・ 資料がまだ不完全なので、後日配布する。
- ・ 製品の設計段階でメンテナンスシステムを設計し、そのシミュレーションを実施することによって、製品品質の要求仕様の実現と、管理計画に従った効率的な製品の交換や修理を実現する。
- ・ そのために、メンテナンスシステムの構成要素の影響を調査し、メンテナンスシステムのモデルを構築して、モデルを用いた要素の違いがもたらす影響を評価する。
- ・ エレベータを対象としてシミュレーションを行っている。
- ・ 今後の課題として、システムの設計方法の検討とプロセスのモデルの詳細化が挙げられる。

3. 「3Rを考慮した環境パフォーマンス評価情報モデルに」について、および関連事項

(竹内委員：PLCS03-06-04)

- ・ 今年度の委員会活動のいろいろな要素を、メンテナンス業務と製品ライフサイクルの観点から位置づけした。
- ・ 「3Rを考慮した環境パフォーマンス評価情報モデルについて」の検討結果のまとめを説明した。
- ・ 環境評価手法の参考として、製造科学技術センターで考案した「環境効用ポテンシャル評価手

法」を紹介した。これは、2月10日に同センターを訪問して、情報交換を行って得たものである。

4. 社会基盤創成調査研究の継続提案状況と来年度の活動の進め方（事務局：PLCS03-06-02, 03）  
継続提案のヒアリングを通して、今年度の活動は、昨年度 METI の産業オートメーション技術専門委員会で採択された「産業オートメーション技術分野の環境配慮規格整備方針」に基づくものであることを再認識させられた。ここに記述された方針に沿って成果が評価され、最終目標は JIS にすることを求められている。当初は必ずしも JIS を目指さなくてもよいと考えていたが、継続を確保するために TR (Technical Report) を目指すことにした。全体の予算が削減されているので、来年度は減額されるかもしれない。

5. 来年度の活動に向けて（全員）

- 出席者全員に、今年度の活動に対する所感と、来年度の活動に対する意見を述べてもらった。この結果は別途とりまとめて報告する。

5. 成果報告書のとりまとめ状況（事務局）

- 本日まで原稿の提出をお願いしていたが、まだの人には、なるべく早く提出するように依頼した。

以上

## 付録3 ISO/TC 184/SC 4 会議(PLCS 関係)出席報告書

(1) Stuttgart Meeting (ドイツ、2003年6月)

### WG3/T8 PLCS (AP239)

報告者：鈴木 勝(ECOM)

日時：

2003年6月26日(木) 10:30 ~ 12:00

出席者：

R. Bodington(Eurostep), T. King(LSC), J. Haenisch(EPM), M. Gibson(UK MoD), 鈴木  
(ECOM)

入手資料：

(1) “Part 41 edition3.ppt”, R. Bodington, 15 slides (Part 41 ed3の変更内容説明)

会議要旨：

- (1) Bodingtonが、PLCS\_Ballot Cycle 3のModuleで必要とされる、Part 41の拡張内容(edition 3)について説明し、その是非を検討した。いくつかの変更の必要性が指摘されたが、AP239のAPのCD投票スケジュールが逼迫しているため、そのすべてに対応できるかどうかを留保した。
- (2) 日本のPLCS委員会活動の一環として、AP239のAAMを紹介した際に出された疑問点を鈴木が紹介して、意見交換を行った。AP239のAAMでは、メンテナンス作業の実施段階の詳細を分解していないが、日本プラントメンテナンス協会で紹介した際に、その詳細が提示されない役に立つのかどうか判断できないと言われた。この点について問いただしたところ、AP239の開発チームではその内容をさらに分解したことがあるが、仕様書の完成を急ぐために、あえて記載を割愛したとのことである。それがARMの内容に影響しているかどうかまでは把握できなかった。

特記事項：

- (1) AP239を開発しているPLCS Inc.が10月に解散するため、それまでにCD投票に提出するのが最優先課題であるが、その後はOASISの傘下で開発を継続することを検討しており、そのためにSC4とOASISの間でリエゾン関係を結ぶResolutionが承認され、D. LealがSC4側のLiaison Officerに指名された。

(2) Poitiers Meeting (フランス、2003年10月)

### WG3/T8 PLCS (AP239)

報告者：鈴木 勝(ECOM)

#### 日時：

2003年10月27日(月) 13:00～15:00

#### 出席者：

M. Christison(UK MoD), J. U'Ren(NASA/JPL), T. King(LSC), R. Bodington(Eurostep),  
I. Bailey(Eurostep), J. Haenisch(EPM), 鈴木(ECOM), 他5名

#### 入手資料：

- (1) "DEX development status", N. Sandsmark(DNV) (DEX status October 2003 v0.ppt)
- (2) "PLCS Pilot – Norwegian Frigate", N. Sandsmark(DNV) (PLCS\_Pilot\_Oct03v0.ppt)

#### 会議要旨：

(1) 今週のPLCS関係の予定の確認。

- Opening Plenary(このセッション)
- Risk Resource(Part58)とRisk Moduleの開発状況のレビュー(28日午前中)
- PLCS Modules ballot-cycle 3(29日締め切り)のComment resolution(30日午前中)
- D. Priceによるexffの詳細説明(30日午後)

(2) 日本からのAP239に対する要望

ECOMのPLCS委員会で、プラントなどの設備のメンテナンスで重要視されているRBM(Risk Based Maintenance)にAP239が十分対応していないのではないかと指摘されたので、会議の前にプロジェクトリーダーのJ. Dunfordに確認したところ、PLCS Inc.の解散による資金と時間の制約のため、AP239のEdition 1では、現在開発中のRisk Moduleの組み込みを見送ったとの回答を得たので、日本としては懸念していると報告した。とくに、Modular APのScopeは、AP Documentよりも先に、AP Moduleで決まってしまうため、AP239のAP Moduleを含む現在投票中のPLCS Modules ballot-cycle 4(11月11日締め切り)で、日本がどのように投票するかは、今後のRBMへの対応で判断することを表明した。

(3) Washington DCで開催されたPLCSに関するWorkshop(時期未確認)で、PLCSのデータをSAPに変換する話があったことが紹介された。

(4) 英国のシステムインテグレータであるBAE SystemsとスウェーデンのERPベンダであるIFCとの合弁会社であるBAE-IFSが、PLCSとPDMとの連携の作業を行っていることが紹介された。

(5) このセッションとは別に、OASISに設置されたPLCS TCで管理されているDEX(Data Exchange Set : AP239の非公式なConformance Classに相当し、Usage Guideを伴ってリリースされる)に関する情報を、N. Sandsmark(DNV)から入手した。

**特記事項：**

- (1) その後のセッションや非公式打ち合わせを通して、現在のAP239は、Riskを故障が関係する限定した範囲に絞って対応しているが、Risk ResourceとRisk Moduleが完成したら、Edition 2としてこれらを組み込むことによって、その他のRiskも含めてRBMに十分に対応する予定であるとの回答を得たので、PLCS Modules ballot-cycle 4については、RBMへの対応を要望するコメント付き賛成の投票をすることに決めた。

## WG3/T8 PLCS (AP239)

報告者：鈴木 勝(ECOM)

### 日時：

2003年10月28日(火) 8:00 ~ 12:00

### 出席者：

J. U'Ren(NASA/JPL), I. Bailey(Eurostep), D. Price(Eurostep), M. Christison(UK MoD), M. Gibson(UK MoD), T. King (LSC), V. Smaaberg(Norwegian Defence), J. Johnson(BAE Systems), A. Leyson(DNV), R. Lervik(DNV), N. Sandsmark(DNV), G. Siebes(NASA/JPL), 鈴木(ECOM)

### 入手資料：

- (1) “Integrated Resource Risk(10303-58) & Support Risk Module(10303-1264)”, R. Lervik(DNV), A. Leyson(DNV) (Risk\_agenda.ppt)

### 会議要旨：

- (1) AP233やAP239からの要求で開発されているRisk ResourceとRisk Moduleの開発状況が、担当しているDNV社の開発者から報告され、その仕様に関して検討された。ノルウェーのDNV社の主要業務は船級の審査で、英国のLloyd's Register社と競合する。
- (2) ISO Guide 73では、Riskは次のように定義されている。  
“Risk is the combination of the probability of an event and its consequence.”
- (3) 英国とオーストラリアには、Riskに関する国内規格がある。
- (4) 次回のFt. Lauderdale会議でもこのセッションを行い、その後にBallotに出したい。
- (5) Risk Resource とRisk Moduleが完成すれば、AP239に組み込むことは容易である(Edition 2 とする)。

### 特記事項：

- (1) 日本の PLCS 委員会で要望されている RBM(Risk Based Maintenance)に対応するためには、Risk Resource と Risk Module が必要だと思われるが、今回の説明資料に基づいて、これらに関する日本の要件を調査して提示することを求められたので、PLCS 委員会で検討する。

(3) Ft. Lauderdale Meeting (アメリカ、2004年3月)

### WG3/T8 PLCS (AP239)

報告者：鈴木 勝(ECOM)

#### 日時：

2004年3月1日(月) 13:00～15:00 今週のスケジュール確認  
2日(火) 8:00～12:00 T25/T8合同のReference Data 検討  
2日(火) 13:00～17:00 Risk ModuleとRisk Resourceの内容検討  
4日(木) 8:00～17:00 AP239のDEXの検討Workshop(鈴木は一部のみ出席)

#### 出席者：(全体を通して)

G. Radack(CTC), V. Lees(CTC), J. U'Ren(NASA/JPL), H. Frisch(NASA/GSFC),  
B. Gischner(GDEB), K. Hunten(LM), S. Arnet(DLIS), P. Benson(ECCMA), D. Oliver(MBS),  
R. Wood(NG), M. Christison(UK MoD), M. Gibson(UK MoD), P. van Exel(USPI-NL),  
D. Sud(Shell), T. King(LSC), T. Turner(LSC), R. Bodington(Eurostep), I. Bailey(Eurostep),  
D. Price(Eurostep), J. Johnson(BAE Systems), L. Klein(LKSoft), J. Haenisch(EPM),  
N. Sandsmark(DNV), M. Valen-Sendstad(DNV), T. Hansen(DNV), A. Leyson(DNVPS),  
S. Han(KAIST), 上野(ユニバーサル造船), 笠原(日本海事協会), 鈴木(ECOM), その他

#### 入手資料：

(1) "On RDLs for PLCS", R. Bodington(Eurostep) (PLCSandRDL\_v4NoDemo.ppt)

#### 会議要旨：

##### (1) AP239のDEX

従来型APのConformance Classに相当するDEX(Data EXchange set)を、OASISのPLCS TCで開発しており、その進捗と内容がレビューされた。現在7個のDEXが定義されており、それぞれはさらに小さい単位のCapability(UoFに相当)の組み合わせから成る。各Capabilityは異なるModuleから必要なARM Entityをピックアップして定義される。

##### (2) AP239のReference Data

AP239のReference Dataの表現にW3CのOntologyの標準であるOWLが使用されており、これをSC4の標準的なツールとすることが提案されている。

##### (3) AP239の投票

使用しているすべてのModuleのTS投票が終了したので、AP239をDIS投票にかける準備をしている。

#### 特記事項：

##### (1) SC4に対する新しい技術の提案

AP239に代表されるModular APの開発チームは、XMLによる開発環境の延長として、W3C

やOMGの成果に基づくOWLやUML(XMI)の技術とツール(安価で種類が多い)を積極的に活用しており、その方法論をSC4の標準として取り入れることを提案している。

(2) T. Kingの来日

AP239開発チームの有力メンバであるLSC社のT. Kingが、3月末から4月中旬まで来日するので、日本のPLCS委員会の関係者との意見交換会を開催することを検討している。

## WG3/T4 AP235

報告者：鈴木 勝(ECOM)

### 日時：

2004年3月1日(月) 15:00～17:00 (これ以外にも毎日会議を行っていたが、鈴木は出席できず)

### 出席者：

N. Swindells(Ferroday), A. Moreno(ENEA), M. Lindeblad(Volvo), 鈴木(ECOM)

### 入手資料：

(1) LCAのデータ交換のためのRound Robin Testの参加募集資料の暫定版

### 会議要旨：

(1) AP235のWorking Draft

昨年から早く出してほしいと要望しているが、現在まだARMからAIMへのマッピングを行っている段階であり、それが済んだあとの6月くらいにならないと出したくないとのことである。

### 特記事項：

(1) LCA(Life Cycle Assessment)のデータ交換のためのRound Robin Test

A. Morenoが参加している欧州のCASCADEプロジェクトでは、LCAのデータ交換のためのRound Robin Testを計画しており、一昨年から日本にも参加が呼びかけられていた。まだテストが立ち上がっていないこともあって、これまでのところは具体的な動きにはなっていないが、筑波の産総研にいるLCAの専門家にMorenoがメールでコンタクトしたことがあるとのことなので、私の方で少し状況を調べてフォローする予定である。

(奥付)

禁 無 断 転 載

平成15年度 経済産業省委託  
(社会基盤創成標準化調査)  
3Rを考慮した製品ライフサイクル支援  
モデル表現と交換のための調査研究  
成果報告書  
平成16年3月 発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会  
電子商取引推進センター  
東京都港区芝公園三丁目5番8号  
機械振興会館 3階

TEL: 03(3436)7500

印刷所 昭和情報プロセス株式会社  
東京都港区三田五丁目14番3号  
TEL: 03(3452)8451

この資料は再生紙を使用しています。

この調査研究は、財団法人日本規格協会からの再委託で実施したものの  
成果である。