

スマートマニュファクチャリング特別委員会

2017年度版 製造業2030

Manufacturing 2030 Ver.FY2017

2018 年(平成 30 年) 5月 16日 発行



一般社団法人日本電機工業会

スマートマニュファクチャリング特別委員会

来 歴

日付	内容
2016 年 5 月 23 日	2015 年度版 製造業 2030 の発行
2017 年 5 月 15 日	2016 年度版 製造業 2030 の発行
2018 年 5 月 16 日	2017 年度版 製造業 2030 の発行

目 次

	ページ
序文	1
1 スマートマニュファクチャリングの動向	3
1.1 国内の動向	3
1.2 海外の動向	6
2 製造業に影響しうる環境の変化	10
2.1 Connected Industries	10
2.2 仮想通貨	11
2.3 ブロックチェーン	11
2.4 RPA(Robotic Process Automation)	12
2.5 EV(Electric Vehicle)と自動運転の進展	12
2.6 特化型 AI と汎用 AI	12
2.7 量子コンピュータ	13
3 ビジネスシナリオ(WG3)	14
3.1 はじめに	14
3.2 ビジネスシナリオ	14
3.3 新たな付加価値	34
3.4 要件定義	34
4 FBM の実現に必要な構成及び FBM モデル(WG1)	37
4.1 はじめに	37
4.2 FBM モデルに必要な機能	39
4.3 FBM モデル関連	40
4.4 FBM の考え方を利用してシステムをデザインする手順	46
4.5 FBM ツールの実装及び運用	47
4.6 FBM 要件(3 章で検討)への対応	48
4.7 まとめ	49
5 制御盤の将来像(制御盤 2030)(WG2)	50
5.1 2016 年度の総括	50
5.2 今年度の検討の進め方	51
5.3 将来像と現状の最新事例とのギャップ認識	51
5.4 海外の最新動向	64
5.5 まとめ	67
6 FBM の実現に向けた課題とロードマップ	73
6.1 FBM 実現に向けた課題	73
6.2 本委員会の中長期計画及び将来の方向性	73
7 特別委員会の委員名簿	77

最後に(編集後記)	79
附属書 A 特別委員会の各回の活動概要	80
附属書 B 製造台数に見合ったフレキシブルなビジネスの組換え例	84
附属書 C FBM に基づくシステムデザイン手順詳細	86
附属書 D FBM の環境整備(ツール関連)	88
附属書 E FBM の属性とその値を決めるためのプロファイル(参考)	89
附属書 F フレームワークの提供する評価機能に関する推奨機能	91
附属書 G フレキシビリティを持つビジネスモデルの FBM 実行例	92
附属書 H 物流改革とフレキシブル自販機製造ビジネス	99
附属書 I FBM 関連 UML 図(参考図)	103
附属書 J 制御盤のモジュール化の概要	104

まえがき

この資料は、スマートマニュファクチャリング特別委員会の審議を経て作成した委員会資料である。この資料は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この資料の一部が、技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。一般社団法人 日本電機工業会は、このような技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任をもたない。

2017 年度版 製造業 2030

Manufacturing 2030 Ver.FY2017

序文

この文書は、一般社団法人 日本電機工業会 スマートマニュファクチャリング特別委員会の 2015 年度版及び 2016 年度版の提言書「製造業 2030」の続編である。

我が国の産業政策は、「Society5.0：超スマート社会を実現し、人々に豊かさをもたらす」ことを目的とし、「Connected Industries：様々なつながりにより新たな付加価値が創出される産業社会」の実現を目標としている。これまで「製造業 2030」で提唱した FBM(Flexible Business and Manufacturing)は、この産業政策目標を実現する手段として、新たな付加価値(バリュー)が創出できるコンセプトとして位置づけられる。

「FBM」が実現された製造業では、内外の各種変化に対して、生産を含む製造者の様々なビジネス及びプロセスが、リアルタイムに生体の細胞のように自律的に働き、プロセスの機能そのものの、プロセスの組合せ、ときにはビジネスモデルさえもフレキシブルに変化させられる仕組みを有する。例えば、以下のようなフレキシビリティを持つ。

- a) 顧客要求を満たす製品を供給するための「製品設計、生産技術、生産システム準備/運用、モノの輸送」のフレキシビリティ
 - 1) 受注品毎に日単位で組み替えられる製造企業間連携
 - 2) 受注品毎に時間単位で製品設計から製造手順まで決められる組織/企業連携
 - 3) 受注品毎に時間単位で組み替えられる生産システム(製造プロセス/設備)
 - 4) 企業間中間品、最終出荷製品の輸送の最適化
- b) 現場データに基づき下記を短時間で(時には製造中に)「改善」できるフレキシビリティ
 - 1) 作業手順及びレシピ
 - 2) プロセスの計測制御/運転方法
 - 3) 生産システムの可用性(アベイラビリティ)、信頼性
- c) 急な世の中の変化(天災、技術、嗜好等)に対応しビジネス・プロセスを最適化できるフレキシビリティ

2017 年度は、3 つの傘下 WG にて、ビジネスシナリオ(WG3)、モデル(WG1)、事例(制御盤)(WG2)を使い、前年までの内容をさらに深く検討し、そこで実現しているフレキシビリティ、生み出される価値、FBM の実現に必要な要件を導いた。また、その実現に向けた課題とロードマップを提言した。

本提言書の構成は、下記のとおりである。

1 章では、将来(2030 年)の製造業を変化させる国内外の動向を紹介している。それらの動きを見ると、我々が提言している FBM が世の中の方向性に合っていることが分かる。

2 章では、製造業に影響しうる近年(2016 年～2018 年)の環境変化について述べた。その変化は、FBM に関連が深く、FBM の必要性が高まっていることが分かる。また、FBM を実現するための技術も進歩していることが分かる。

3 章では、1 章及び 2 章で述べたような動向及びトレンドを踏まえて、2030 年の製造業で実現されるであろうビジネスシナリオを例示・考察した。また、FBM に対する要件を抽出した。

本委員会では、2016 年度より、ビジネスのあり方をさらに深く理解するために FBM の実現に必要な構成を検討し、将来の実装やビジネスの評価にも利用できるようにモデル化した FBM モデルを構築中である。4 章では、そのモデルのさらなる拡張と進化を図った。そのモデルは、3 章で例示したビジネスシナリオより抽出された FBM に対する要件をほぼ網羅している。したがって、ここで作った FBM モデルは今後 FBM を構築・実現するときに有用となることが期待される。

5 章では、一般社団法人 日本配電制御システム工業会(JSIA)の会員を交えた議論の結果を示す。FBM を具体的に実証する題材として、2030 年の制御盤に焦点をあて、将来像(制御盤 2030)、それを実現するための課題及びその FBM との関係について述べている。

6 章では、これまでの考察・議論を踏まえ、FBM を実現するための課題を述べた。それらの課題に対して JEMA が活動すべき事項とそのロードマップを示した。加えて、各セクター(官, 学, 産(工業会・個社))に期待する役割も述べた。

国内外 2017 年度に開催したスマートマニュファクチャリング特別委員会の各回の活動概要は、**附属書 A** による。

なお、活動に際し、外部の講師の方々(日鉄住金総研株式会社 山藤様、筑波大学 立本教授、経産省 安藤様、グロースエクスパートナーズ株式会社 鈴木様)に講演頂いた。この場を借りて感謝いたします。

1 スマートマニュファクチャリングの動向

2015 年に「第 4 次産業革命」という言葉が日本でも市民権を獲得した一方で、海外ではそれ以前から「スマートマニュファクチャリング」「Industrie4.0」と呼ばれ、検討が進められてきていた。

スマートマニュファクチャリングは、製造だけでなく、製造分野を含む広範囲の分野での IoT 化、AI 化を対象としている。

将来像を描き、バックキャストする活動において、国際では、システム思考・システムズエンジニアリングを重要視してきたことが分かってきた。一方で、日本における将来像の検討は、本委員会における FBM の検討や機械学会の「CPPS(Cyber Physical Production Systems)分科会」の活動などまだまだ少ない。

次に、システム思考・それをベースにしたドイツの考え方など含め、将来(2030 年)の製造業を変化させる国内外の動向を示す。それらの動きを見ると、我々が提言している FBM が国内外の大きな流れに合っていることが分かる。ただし、将来像を海外と協調して議論できるようにするためには、FBM などの検討においてもシステム思考やシステムズエンジニアリングなどを取り入れることが重要になる。

1.1 国内の動向

国内の行政、民間、学会などの主な活動を紹介する。

1.1.1 内閣府／Society5.0

Society 5.0 は、サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより実現する。膨大なビッグデータを人間の能力を超えた AI が解析し、その結果がロボットなどを通して人間にフィードバックされることで、これまでには出来なかった新たな価値が産業や社会にもたらされることになる。先端技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れ、イノベーションから新たな価値が創造されることにより、誰もが快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる人間中心の社会「Society 5.0」を世界に先駆けて実現していく。

参考 URL : http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

Society 5.0 新たな価値の事例(ものづくり)では、顧客や消費者の需要、各サプライヤの在庫情報、配送情報といった様々な情報を含むビッグデータを AI で解析することにより、産業の競争力強化、災害時の対応、人手不足の解消、多様なニーズへの対応、温室効果ガス(GHG)排出や経費の削減、顧客満足度の向上や消費の活性化を図ることが謳われている。

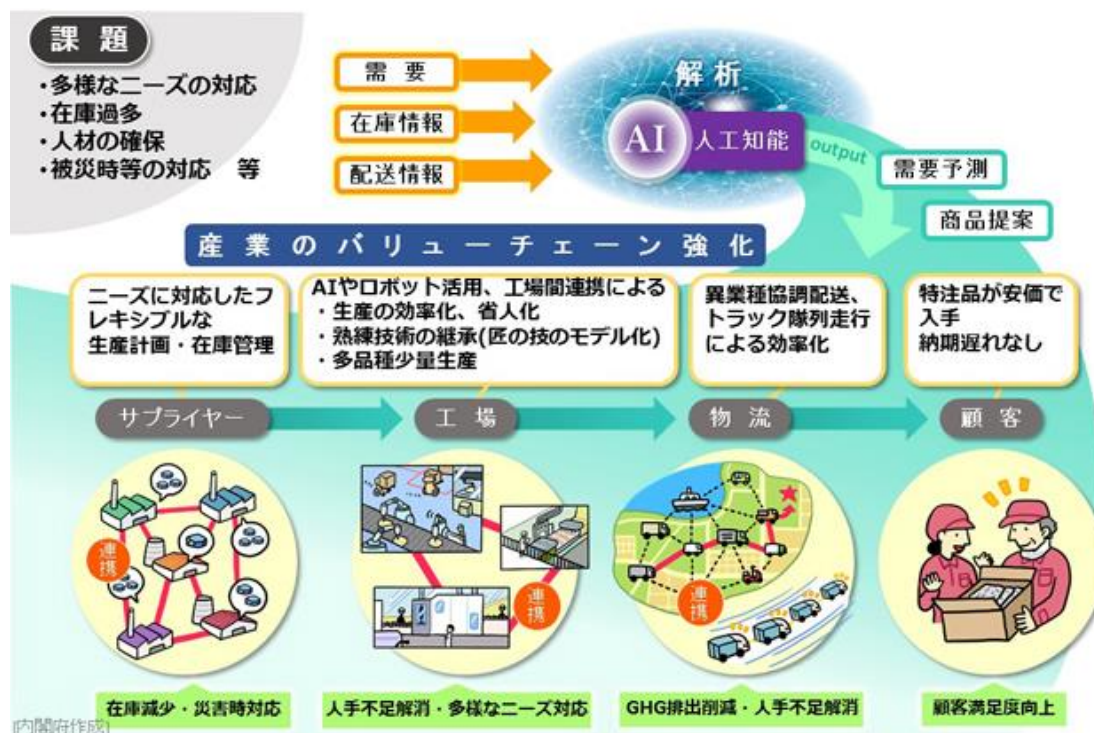


図 1-1 Society 5.0 新たな価値の事例(ものづくり)

参考 URL : http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/monodukuri.html

1.1.2 経産省／Connected Industries

2017 年 3 月に開催されたドイツ情報通信見本市 CeBIT にて、安倍総理、世耕経済産業大臣他が出席し、目指すべき産業の在り方として「Connected Industries」の概念を提唱した。第 4 次産業革命による技術の革新を踏まえて、将来的に目指すべき未来社会である「Society5.0」を実現していくため、様々な繋がりによって新たな付加価値の創出や社会課題の解決がもたらす、「Connected Industries」の実現を打ち出した。大臣懇談会を経て、2017 年 10 月には東京イニシアティブを開催し、重点 5 分野を決め、それぞれ分科会を設け推進した。

参考 URL : http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/index.html

1.1.3 ロボット革命イニシアティブ協議会(RRI)

2015 年 5 月に内閣府のロボット新戦略に基づき発足したこの協議会は、ロボット革命という名前ではあるが、日本のインダストリアル IoT(以下 IIoT)の推進機関である(製造を除く IoT 化全般に関わる事項は、IoT 推進コンソーシアムが推進)。Connected Industries のコンセプトを具現化するため、ものづくり・ロボティクス分野を担当して推進している。

2015 年 12 月に IIoT に関する中間取りまとめとして課題を整理した。その後、次のような活動を行っている。

- 1) ドイツのプラットフォーム・インダストリー4.0(I4.0)と連携協力を締結
- 2) 国内の IIoT の事例公開
- 3) 中小企業向けツールやレシピの公開,

- 4) 全国中小企業支援活動の連携
- 5) 工作機・ロボットなど生産設備のネットワーク化の検討
- 6) 国際標準化・産業セキュリティでの日独の共同宣言
- 7) スマートマニュファクチャリングの将来像検討をドイツや国際標準化活動の場を通じて推進

現在、RRI は、20 の委員会組織で構成され、民間発意の課題抽出や、行政と協働した施策検討、日独連携による国際標準化、産業セキュリティ検討、中小企業支援など多面的な活動を推進している。

参考 URL : <https://www.jmfrri.gr.jp/index.html>

1.1.4 インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ(IVI)

日本機械学会生産システム部門の研究分科会が母体となり、現実のプロジェクトとして社会に実装していくことを目指して、2015 年 6 月に設立、2016 年 6 月には一般社団法人化した。現実の課題に対して ToBe を描いてゆるやかな標準でつながる業務シナリオを整備している。また、地方の企業を対象に地域セミナーを拡充している。さらにデータ駆動型の新しい経済への変革が進む 3 年後、5 年後の未来について、まったく新しいものづくり関連サービス事業のアイデアを形にする取組である未来プロジェクト、これらのベースとなるプラットフォームの具体化などを推進している。

参考 URL : <https://www.iv-i.org/>

1.1.5 日本機械工業連合会

2014 年より 3 年間、世界の製造業のパラダイムシフトへの対応調査研究を実施し、TAKUMI4.0 として報告書を纏めた。2017 年には、IoT・AI 時代のものづくり人材調査専門部会を設けて、企業の問題意識を多面的に整理した。今後この問題意識に対して検討が行われる予定である。

参考 URL : <http://www.jmf.or.jp/intro/chousa/jitensya/1327.html>

<http://www.jmf.or.jp/intro/chousa/jitensya/1337.html>

<http://www.jmf.or.jp/intro/chousa/jitensya/1591.html>

1.1.6 日本機械学会

生産システム部門の中で、2014 年に「つながる工場研究分科会」、2016 年より「CPPS(Cyber Physical Production Systems)分科会」を発足し、現実世界である Physical とコンピュータ上の仮想世界の Cyber とを連携して、ものづくりにおいて新たな価値を創造するものづくりマネジメントのためのシステム技術を検討している。

参考 URL : <https://www.jsme.or.jp/msd/sig/cm/>

<https://www.jsme.or.jp/msd/sig/cpps/index.html>

1.1.7 横断型基幹科学技術研究団体連合

2016 年に第 4 次産業革命とは、ICT の進展がもたらしたシステム化の新たな波であるとして、今日の日本の課題を掘り下げるとともに、人材育成や研究取組み体制などの施策を提言した。製造業、サービス業、科学技術、経営など多くの領域で我が国の国際競争力の長期低落傾向はとどまるきざしが見えない状況である。この根本的な原因は、現代におけるイノベーションの源泉で

あるシステム化への認識が遅れ、システム化の技術が未成熟でそれを担う技術者・研究者が絶対的に不足していることである。システム化を日本の製造技術と経営マネジメントに根付かせる活動として、2017年11月にシステム・イノベーションシンポジウムを開催した。

参考 URL : http://www.trafst.jp/IR_sympo_report.html

<http://www.trafst.jp/IRsys.html>

1.1.8 産業競争力懇談会(COCN)

「人」が主役となる新たなものづくりについて、2016年に中間報告、2018年2月に最終報告が出された。

参考 URL : <http://www.cocn.jp/theme97-L.pdf>

1.2 海外の動向

第4次産業革命とスマートマニュファクチャリングを理解するためには、過去の潮流、特に情報技術、特にオブジェクト化、システム技術の認識が必要である。また、こうした技術が社会変革へ与える影響について捉えることが重要である。

1.2.1 過去の意識すべき技術などのトレンド

2015年を日本の第4次産業革命元年(日経ビジネスでの1月5日号特集とこの年に、JEMAをはじめ国内の様々な活動がスタート)とすると、この3年間で、スマートマニュファクチャリングの理解のための活動は多くの進展があった。中でも、2017年11月30日のロボット革命イニシアティブ主催の国際シンポジウムで、世界経済フォーラムのDavid Aikman氏の基調講演における「Think systems, Not technology」という日本への提言は、改めて日本のものの見方への大きな示唆となった。ここでは、仔細は記載しないが、国際で議論のスマートマニュファクチャリングを理解するために必要な論文書籍やキーワードを時代順に並べる。

経営学

1993年 A new ecology of competition / James F. Moore

2003年 Open Innovation / Henry Chesbrough

システム技術

1994年 INCOSE Systems Engineering Handbook

1998年 System of Systems

1999年 Internet of Things

2000年 Carliss Y. Baldwin・Kim B. Clark / Design Rules The Power of Modularity

2006年 Cyber Physical Systems

その他、最近の活動として、ハードウェアのインテリジェント化、すなわち、ソフトウェア化を考えると、クラウドでのマイクロサービスやサービス駆動開発も注目すべき活動である。こうしたソフトシステム技術の理解は、機械・電気・制御からも今後重要な要件になる。

参考 URL : <http://arclamp.hatenablog.com/entry/2015/06/13/213830>

1.2.2 The World Economic Forum (WEF)

ダボス会議の主催で有名な世界経済フォーラムでは、ダボス会議が予測する未来と称して第4次産業革命を扱っている。将来像の検討は14分野あり、その1つに Shaping the Future of

Production というものがある。WEF は第 4 次産業革命を、新しい思考法や新しい組織、新しい協働の方法を求めるような社会的変化及び政治的变化と置き、これが起きるときには必ず経済的な混乱が起きるとしている。その中で、変化から得られる果実を公益をも意識して対処すべきとしている。

参考 URL : <https://www.weforum.org/system-initiatives/shaping-the-future-of-production>

1.2.3 ドイツ

カガーマン氏らが提唱した Industrie4.0 について理解するためには、技術者協会 VDI/VDE、工学アカデミー、プラットフォーム Industrie4.0 の資料をよく読み直す必要がある。この中で最も重要と思われるものを 1 つ紹介する。Acatech から 2013 年に出された勧告であり、野村総合研究所から和訳版が公開されている「「戦略的イニシアティブ Industrie4.0」の実現へ向けて」である。この資料は独語の原書には附録があるが和訳されていない。付録の部分にも多くの学ぶべき点が記載されていることに注意が必要である。

参考 URL : https://www.nri.com/~media/PDF/jp/products/sangyo/seminar/170531_01_2.pdf

この資料のポイントを次に示す。

- 1) Industrie4.0 は、ドイツの高度技術戦略「ハイテク戦略 2020 行動計画」の一環として開始された、情報通信技術の製造分野への統合を目指す活動、すなわち、産業技術開発を基本とする産業政策である。単に技術開発ではなく、標準化やプラットフォームなどをイネブラーとして産業構造を変革するという産業政策でもある。
 - 2) 産業技術の根幹を、システム・エンジニアリングとオートメーション・エンジニアリングとに置いている。その上で CPS(Cyber-Physical System)を活用した機械群、倉庫システム、生産設備から構成されるグローバルネットワークを確立する。これらは自律的に情報を交換し合い作業指図を行い、独立して相互に制御できる機能を有する。また、CPS はエンジニアリング、製造、資材利用、サプライチェーンなどライフサイクルマネジメントでの根本的な改善活動を推進する。組込み技術及び自動制御技術が技術のベースとなっている。組込み技術は、EU の大規模技術実証プロジェクト FP7 の重要テーマであるモデルベースエンジニアリングとして、2004 年に ARTEMIS(Advanced Reserch&Technology for Embeded Intelligence and Systems)が開始されており、自動車業界で有名な AUTOSAR を生み出しているが、生産システムに関しても BaSys4.0 の開発が進んでいる。
- 参考 URL : <https://www.basys40.de/>
- 3) 産業政策としては、デュアル戦略と称し、製造業及び生産設備業界の両方でのグローバル戦略として位置付けている。
 - 4) これを可能にするのが、本社と工場との垂直統合はもちろん、受注から納品までの水平統合、製品、設備の企画、設計から運用までの価値連鎖を繋ぐエンジニアリングのデジタル化である。これを軸に、国際標準化、アーキテクチャの整備、複雑なシステムの設計管理、ネットワークを含む産業インフラシステム、安全とセキュリティ、業務組織と業務設計、専門家を含む人材育成、制度設計、資源効率化を進めるとしている。

- 5) 一連のデジタル化(スマート xxx 化)を推進する上で、スマートマニュファクチャリングは、製品・サービスで構築するインフラであるという観点からドイツは非常に重要視しており、ビジネスモデルをしっかりと意識した活動を行っている。
- 6) ドイツの産業政策は、プラットフォーム戦略として、管理シェルという概念と BaSys4.0, Toolbox など多面的に用意し、新興国の産業振興も意識して、グローバルでのオープンイノベーションを取り込むエコシステムマネジメントを行っている。日本では、技術では勝っているがビジネスで負けたというような表現や、ルールチェンジなどが言われ、携帯電話などのビジネスモデル変革が注視されたが、ドイツが行っている多面的プラットフォームという高度な戦略について分析が不足している。
- 7) 重要なのは、国際連携を含めた国家のオープンイノベーションの産業戦略であり、産業構造そのものを変える政策(企業が時代に応じて変化するように、国が時代に応じて産業構造を変える)という視点と、その背景に緻密な工学系のエンジニアリング体系のデジタル化がある点である。日本は工学教育において道具の使い方を重視しており、製造・生産分野について本来の科学技術としての体系化が行えていない。この背景には、すり合わせの形式知化、理論化の遅れがあり、トヨタ生産方式などを米国が TPS, TOC, リーンなどと形式知化した例からも、体系化が課題と認識すべきと考える。背景に実学軽視の学識体質の問題もある。
- 8) エンジニアリング体系のデジタル化を支える専門家、学識者の陣容は、この報告書のテクニカルエキスパートのリストによれば、他の組織含め優に数百名に及んでいる。
- 9) 日本で現在、次に紹介する実現戦略含めこのレベルのきちとしたロードマップはいまだできていないことも認識が必要である。

この他、認識を正しく持つには、一部に過ぎず、セキュリティ、人材育成などが抜けているが、下記資料を確認することが望ましい。

- 1) プラットフォーム I4/2015 年「Industrie4.0 実現戦略」
参考 URL : https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/c982b4b54247ac1b/20150076.pdf
- 2) VDI/2012 年「Forschungsfragen in „Produktionsautomatisierung der Zukunft “(「未来の生産自動化」の研究課題)」
CPS による生産自動化とは何かを記載している。
参考 URL :
http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Materialien/acatech_Materialband_Nr15_WEB.pdf
- 3) VDI/2014 年「Wertschöpfungsketten(value chains)」
Industrie4.0 が対象とするエンジニアリング・チェーン、サプライチェーン、製品・設備・工場のライフサイクルのバリューチェーンの関係性を概観している。
参考 URL :
https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/sk_dateien/VDI_Industrie_4.0_Wertschoepfungsketten_2014.pdf

- 4) VDI／2015 年「Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0) 」

参考 URL :

https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2016/januar/GMA_Status_Report__Reference_Architecture_Model_Industrie_4.0__RAMI_4.0_/GMA-Status-Report-RAMI-40-July-2015.pdf

- 5) プラットフォーム I4／2016 「Aspects of the Research Roadmap in Application Scenarios」

バリューチェーン内の 11 の将来像ユースケースを説明し、それらから研究開発の要件を整理している。ドイツでは、このユースケースから、標準化、安全・セキュリティ、制度などの要件を体系的に整理している。これは、所謂システム・アプローチと呼ばれる手法に沿った活動である。

参考 URL : https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/aspects-of-the-research-roadmap.pdf?__blob=publicationFile&v=10

- 6) ドイツに学ぶ科学技術政策 永野博著
7) オープン・イノベーション・システム 徳田昭雄他著
8) プラットフォーム企業のグローバル戦略 立本博文著
9) バーチャル・エンジニアリング 内田孝尚著
10) クラウド・ファースト・アーキテクチャ 鈴木雄介著

2 製造業に影響しうる環境の変化

2015 年度版 製造業 2030 において提言した FBM(Flexible Business and Manufacturing)は、当時の社会情勢、技術動向のトレンドをもとに推論した 2030 年の社会を背景として導かれたプラットフォーム概念であった。その中では、2030 年の製造業に影響するトレンドを(1) 政治、経済、社会のトレンド、(2) 技術のトレンド、(3) 2030 年の製造業の将来像に関わる 5 つのカテゴリ の 3 つに整理、分類し検討を行っていた。しかしながら、社会動向や技術の変化点の予測は困難であり、今年度実施した FBM のモデル化・具体化に際し、製造業のサービス化にともなうビジネスシナリオを通じた要件定義においては、当初想定されていなかった製造業に影響しうると想定される政治、経済、社会の変化、技術のトレンドについて、現在の状況を再確認することが重要である。

そこで、この 2 年間で国際的な取り組みや政治、経済の変化、技術的な発展に伴い、注目すべきスマートマニュファクチャリングに関連する環境の変化、技術トレンドの変化に関して追加・整理を行う。

政治、経済、社会の関するトレンドに関しては、米国の新大統領の就任による TPP の体制の変化があったが、世界的なメガ FTA 間の連携等も議論されており、将来のトレンドに対する影響は少ないと考えられる。また、製造業に関する各国の活動の連携が進むことで、我が国の政策である「Connected Industries」は、具体的な方向性が明示されるようになり将来の製造業にかかわる技術開発、法整備等が加速的に進んでいくと思われる。一方、経済の面では、2016 年に成立した新資金決済法の影響もあり、仮想通貨の活用が急速に立ち上がってきており、グローバルのビジネスモデルに対する影響は大きいと考えられる。

次に、製造業の将来像に関わる 5 つのカテゴリ(顧客価値の最適化・最大化、製造設計の効率化、製造設備構築の最適化、生産運用の最適化、プロダクトライフサイクルマネジメントの最適化)に関しては、特に、プロダクトライフサイクルマネジメントの最適化のために、事務作業の自動化をはじめ、物流システムに関して自動運転や EV の進展等が技術のみならず法整備、社会の受容等が大きく進展してきており、バリューチェーンの変革に対する影響は非常に大きいと思われる。

上記の 2 つのトレンドの変化を支える共通技術要素に関してもブロックチェーンや量子コンピュータの商用化をはじめこの 2 年間で大きく進展している技術要素があり、2030 年の製造業に影響を与えうるトレンドの変化として、以下、各項目に関して記述する。

2.1 Connected Industries

1.1.2 で述べたとおり、「Connected Industries」は、2017 年 3 月にドイツ ハノーバーで開催された「国際情報通信技術見本市(CeBIT2017)」において、日本の産業が目指す姿を示すコンセプトとして発表されたものであり、様々なデータが繋がり有効されることにより、技術革新、生産性向上、機能伝承などを通じた課題解決への取り組みである。「Connected Industries」では、「自動走行・モビリティサービス」、「ものづくり・ロボティクス」、「バイオ・素材」、「プラント・インフラ保安」、「スマートライフ」の 5 つの重点取組分野を設定し、製造業のみならず日本のすべての産業活動に対してリアルデータを核に、データの共有・利活用、基盤整備や国内外の展開に対する支援を強化するとともに横断的課題に対する支援措置、法制度等の整備に取り組んでいる。特に、製造業の分野では、データ連携のための国際標準化、製造業向けのサイバーセ

キュリティガイドラインの作成，業界全体でのデータ協調の最大化のためのガイドラインの検証・改訂，ものづくりデジタル人材の育成，中小企業のデジタル技術が積極導入のための支援，共通基盤技術の研究開発，生産性向上に向けたベストプラクティスの情報共有に関する検討が進められている。

この政策の進展により協働ロボットの開発や自動走行に関する技術開発と運用のための法整備が加速化されると考えられる。

2.2 仮想通貨

仮想通貨は，法定通貨に対して特定の国家による保証を持たない通貨のことであり，現在では，ビットコイン，イーサリアム，リップルなど 600 種類を超える仮想通貨が存在している。

日本では 2016 年に成立した新資金決済法の下では，「仮想通貨」は「物品を購入し，若しくは借り受け，又は役務の提供を受ける場合に，これらの代価の弁済のために不特定の者に対して使用することができ，かつ，不特定の者を相手方として購入及び売却を行うことができる財産的価値であって，電子情報処理組織を用いて移転することができるもの」又は「不特定の者を相手方として相互に交換を行うことができる財産的価値であって，電子情報処理組織を用いて移転することができるもの」と定義されている。

仮想通貨は，単に計算機及びクラウドシステム上にのみ存在するデータであり，紙幣等の実体を持っていない。また，銀行等の金融機関でその存在が保証されているのではなく，仮想通貨の信用は，ブロックチェーンと呼ばれる公開分散元帳の完全性によって成立している。そのため，仮想通貨は，世界中のどの国からも独立しており，国際取引では T/T や L/C を必要としない点で有利に働く場合がある。また多くの仮想通貨では，スマートコントラクト機能を有しており，数分から数十分程度の迅速な取引・決済を行うことが可能である。

仮想通貨の本格的な導入が進むことで，グローバルな決済は容易になり，ビジネスモデルの変化はこれまで以上に大きくなると考えられる。製造業においては，決済を含むサプライチェーンの変化にも柔軟に対応する枠組みの実現が予想される。

2.3 ブロックチェーン

ブロックチェーンとは，分散型台帳技術であり，仮想通貨ビットコインの中核技術として開発されてきた。ブロックチェーンは，Peer to Peer ネットワーク上に展開された一種のデータベースであり，一定量または一定時間のデータを「ブロック」と呼ばれるデータ単位を生成し，既存の台帳に連結することでデータ保管を行う分散データベースである。ブロックの連結時には，Proof-Of-Work(POW)と呼ばれる計算を行いデータの正当性の確認を行っている。

ブロックチェーンにおけるブロックには，直前のブロックのハッシュ値(ハッシュポイント)を保持することで，部分的な改ざんが実質的に不可能になっている。また，Peer to Peer ネットワーク上に保存されているために，高い可用性を持っている。

日本ブロックチェーン協会では，ブロックチェーンを下記のように定義している。

- 1) 「ビザンチン障害を含む不特定多数のノードを用い，時間の経過とともにその時点の合意が覆る確率が 0 へ収束するプロトコル，またはその実装をブロックチェーンと呼ぶ」

- 2) 「電子署名とハッシュポインタを使用し改竄検出が容易なデータ構造を持ち、且つ、当該データをネットワーク上に分散する多数のノードに保持させることで、高可用性及びデータ同一性等を実現する技術を広義のブロックチェーンと呼ぶ」

ブロックチェーンの技術の核心は、認証局などの絶対的な証明書を発行する機関を必要とせず、インターネット上の不特定多数の計算リソースを活用することで理論的に改ざん不可能な証明書を実現できることにある。この技術は、仮想通貨のみならず、情報セキュリティに関しても活用されつつある。

2.4 RPA(Robotic Process Automation)

RPA は、ソフトウェアロボットを利用した業務自動化の取り組みであり、「デジタルレイバー」や「仮想的労働者」とも言われている。RPA は、主にバックオフィスの業務の代行を行い、人間が行う業務の操作手順をあらかじめ登録することで、計算機内のブラウザやワープロのようなアプリケーションを自動的に操作し、長時間の繰り返し処理を効率的に行うことができる。RPA が行うことができる業務は、「ルール化」できる業務に限られているが、その「ルール」にはある程度の柔軟性と適応性があり、いわゆる「単純な定型作業」以上のことを処理することが可能である。RPA による業務自動化のメリットとして売り上げの最大化やコスト削減が期待できる。

将来的には、AI 技術と組み合わせることで柔軟性と適応力の向上を期待されており、企業間連携、業務間連携に関わるバリューチェーンの最適化に大きな影響を与えるだろう。

2.5 EV(Electric Vehicle)と自動運転の進展

EV(Electric Vehicle)は、いわゆる電気自動車であり、従来の化石燃料と内燃機関からなら自動車から蓄電池と電動モータにより駆動する。商用 EV の登場当初は、蓄電池の容量や充電インフラ、価格の問題があり普及が遅れていたが、インフラの整備や技術開発により従来の内燃機関の自動車とほぼ同等の走行能力を有する商用 EV が登場している。また、自動車全体を電気駆動に変更することで、再生可能エネルギーへの転換が進み、地球環境問題に役立ち、自動走行技術の発展が進みつつある。

自動走行技術は、自動車に様々なセンサを取り付け、周囲環境の認識と地図データの利用、AI による高度な認識・判断技術により、安全で効率のよい走行を実現するものである。この自動走行技術が普及することにより「交通事故の削減」、「渋滞の緩和」、「環境負荷への低減」が期待されており、物流のコスト低減や時間短縮、物流人材の不足などの問題解決が期待できる。製造業における工場内においても、自動走行技術は、AGV(Automatic Guided Vehicle)を始めてとした無人走行車にも応用することが可能であり、生産性の向上をもたらす技術でもある。

2.6 特化型 AI と汎用 AI

現在、研究され様々な成果を上げつつあるディープラーニングをベースとした AI 技術は、ある目的を達成するための機能を有しているのみであり、「特化型 AI」と呼ばれるものである。この AI 技術は、予測、認識、評価等の問題には、人間以上の成果を上げているものがあるが、一方で人間のように様々な場面で、異なる機能(予測や認識など)を 1 つのシステムで実現することができない。1 つのシステムで様々な問題を解き、自ら情報を収集し、学習し、機能拡張を行う AI を「汎用 AI」という。この汎用 AI の実現への取り組みは大学や研究機関等で実施されているが、

まだ応用の段階ではない。しかしながら、製造業における AI 技術の利用には、「特化型 AI」でも十分に有用であり、人間が良く設計された「特化型 AI」を適切に利用することで、生産システムの保全や故障予測から経営判断に対するアドバイス等が実現することができると期待できる。また、代表的な特化型 AI であるディープラーニングに関する技術は、Caffe, TensorFlow, Chainer などのミドルウェアが開発され、様々な商用クラウドサービス化、コモディティ化が進んでおり、大量のデータを用意するだけで目的とするシステム構築が可能なものまで出てきている。

2.7 量子コンピュータ

量子コンピュータとは、量子力学的な重ね合わせを用いて並列性を実現するとされているコンピュータ。量子コンピュータの実現方式として「量子ゲート方式」と「量子イジングマシン方式」がある。「量子ゲート方式」は、従来のコンピュータが AND, OR, NOT のゲートの組み合わせで実現されているように、アダマールゲート、回転ゲート、制御 NOT とい y3 種類のゲートで量子計算を行う方式。「量子ゲート方式」の量子コンピュータでは、従来のコンピュータと同じように汎用計算が可能であり、電子的な信号を大量に組み合わせる形で情報処理を行うため高速な演算が可能である。「量子イジングモデル方式」は、カナダの D-Wave や NTT により既に商用化されている量子コンピュータであり、イジングモデルという磁性体のモデルを使って最適化を行うことで、最適化問題を高速に説くことができる。現在実用レベルの量子コンピュータは、「量子イジングモデル方式」のみであるが、組み合わせ最適化問題は、従来のコンピュータが苦手としている問題の 1 つであり、さまざまな活用が期待されている。

3 ビジネスシナリオ(WG3)

3.1 はじめに

Flexible Business and Manufacturing(FBM)の検討を進めるために、いくつかの分野を想定してビジネスシナリオを記載した。ビジネスシナリオを具体的に記載することにより、FBM が 2030 年にどのように実現されているのか、関係者で意識の共有が図られることを期待する。分野の選定にあたっては、一般的な産業分野の製造業だけでなく、植物工場などのアグリカルチャー・ビジネスや、ものづくりが変化するにあたり当然変化を余儀なくされる物流を取り上げるほか、金融がものづくりの変化によりどう進化してくのかについても取り上げ、検討した。

2018 年の現状から、2030 年のものづくりを想起することにより、その進化する内容と、何がフレキシブルになり、どのような付加価値が生まれるのかを考えた。それぞれのビジネスシナリオに横串をさすように俯瞰することにより、FBM に共通となる要件が抽出される。その要件は、4 章で FBM の実現に必要な構成及び FBM モデルの構成要素として定義される。その流れを図 3-1 に示す。

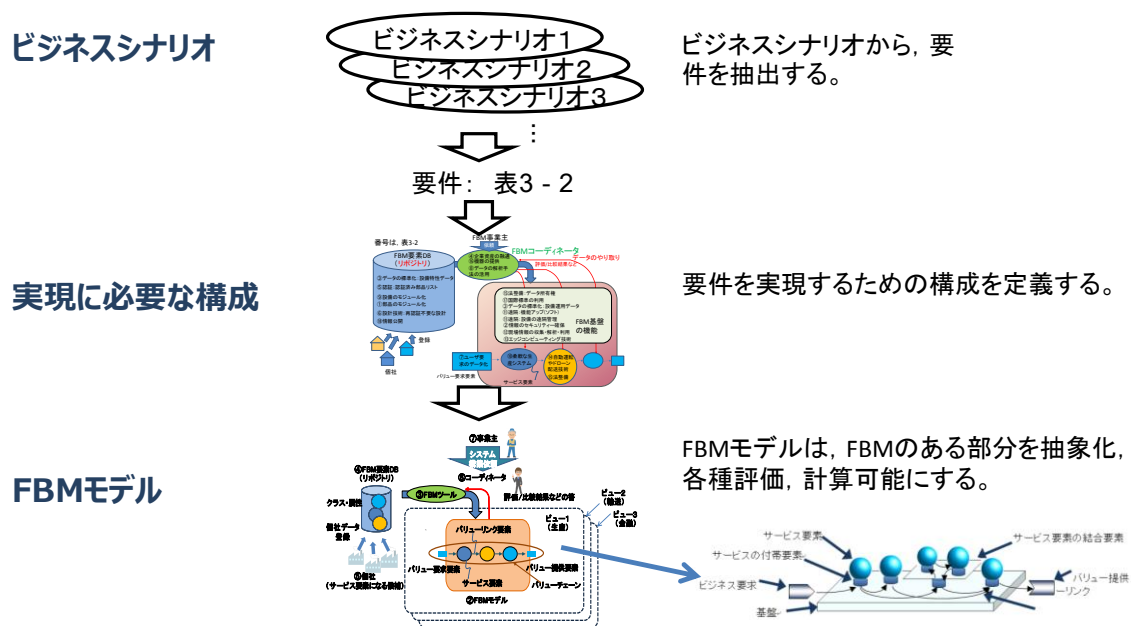


図 3-1 ビジネスシナリオと FBM モデルとの関係

3.2 ビジネスシナリオ

3.2.1 マスカスタマイゼーション(大量生産)＜サーボアンプ＞

3.2.1.1 製品：サーボアンプ

マスカスタマイゼーション(大量生産)について、サーボアンプを事例に 2030 年のビジネスシナリオを検討する。

3.2.1.2 2018 年の現状

サーボアンプはサーボモータを上位装置(PLC 等)の指示するどおりに、モータシャフトの位置決め、回転速度、トルクを発生させる駆動装置である。

サーボの語源であるサーバメントに従うならば、お客様の要望に全てを応えていくのが本来の姿であるが、現状は、一部の量産効果が見込める製品においてはカスタマイズしているが、大部分は、企業側でニーズを調査し、最大公約的に要件を定義、企画して製品化しているのが実情である。自動化の波と多様化する全てのニーズに対して、フルカスタマイズ製品を提供するのが理想的な姿ではあるが、実現には短納期、製品コストが課題となっている。

サーボアンプ自体においては、自動化、AI 化の技術も進歩し、自ら判断して実行する自律分散化を模索している。サーボアンプの構成は、基本的にパワー部と制御部とに概ね分けられるが、パワー部が下位部(アクチュエータ)と一体化したり、制御部が上位部(PLC, エッジやクラウド)へ一体化したりするなど、製品の形態自体が変化していくことも想定され、どのような形態を選択していくか課題がある。

3.2.1.3 2030 年の姿

パワー部と制御部とが基板単位でモジュール化されている。基板製作のノウハウは、パターン配線によるところが大きいですが、AI 技術の進歩により、(リファレンス情報を持った)部品リストを入力するだけで、最適な基板を製作できるようになっている。同時に自動でシミュレーションされるので、一部の部品が変更されても、出力仕様や品質を維持される。システム認証されたツールで製作された基板は、変更されても個々の認証をする必要がなくなった。

ハードウェアはオープン化されたモジュール基板を組み合わせるだけで製品(もの)になるが、ソフトウェアと摺り合わせて、ユーザが望む製品(こと)となるようにカスタマイズして提供していることが考えられる。

スマート化した製造ラインは、需要・受注管理、生産管理、在庫管理、進捗管理、配送管理などと情報が繋がり、常に最適な組み合わせや選択が図られていく。また、設備やラインのリアルタイムな生産に関する情報のみならず、その生産機能や特性をデータ化することにより、要求される製品の生産可能性などを自動判定できるようになる。これらのデータをセキュアなネットワークを介してやり取りすることにより、グローバルな協業メーカと生産情報がリアルタイムに開示しあうことが可能となり、強力なリーン生産を実現している。

3.2.1.4 ビジネスシナリオが生む新たな付加価値

- a) 顧客のニーズに合った製品を迅速に提供できる。
- b) 生産設備への監視だけでなく保守運営まで含めたビジネス領域の拡大が図られる
- c) ダイバーシティ生産が可能になり、新たな労働力と時間を生む。
- d) 標準化された作業により、作業時間に余裕ができ、ロボットのティーチングやサーボの機能調整をユーザに指導するメーカのエンジニア派遣が可能となる。それにより、製品価値を高めることができる。

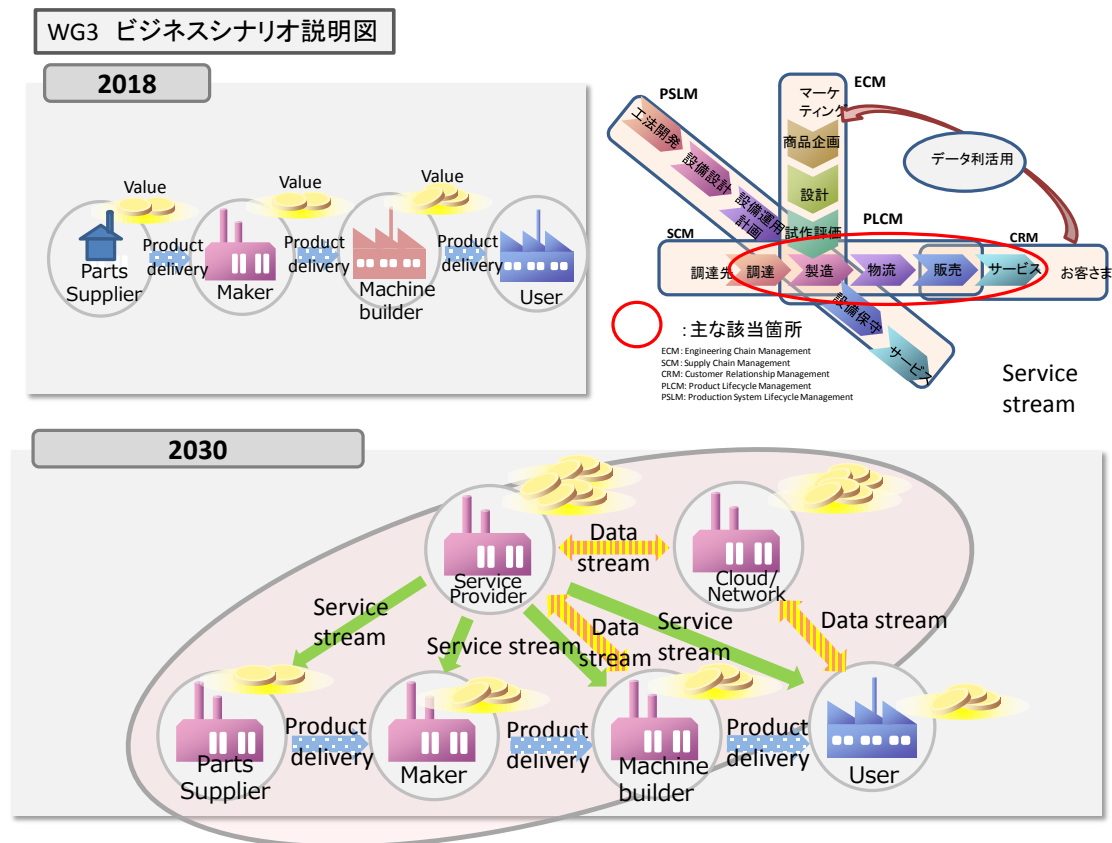


図 3-2 ビジネスシナリオ説明図〈サーボアンプ〉

3.2.1.5 何がフレキシブルか

a) 製品カスタマイズ

認証を受けたモジュールとツールを使用することによる再認証の免除によりカスタマイズに関する作業負荷が減り、製品のカスタマイズの範囲が広がる。ただし、モジュールは他のモジュールへ影響を与えないことが前提となる。

b) カスタマイズの時期

製品の多くの機能がソフトウェアにより実現されている。そのため、納入された後でも現地で仕様変更ができる。

c) 生産拠点

設備情報(設備特性)や製品情報(生産、組立て手順等)をデータ化することにより、当該設備でその製品の生産が可能かを容易に判断できるようになる。これにより、生産可能な設備を迅速に検索可能となり、各現地工場で同じ品質の製品が作れる。

3.2.1.6 フレキシブルなビジネスシナリオ実現のための要求事項

a) ハードウェアとソフトウェアのモジュール化

b) 情報セキュリティ対策手法

c) 製品設計情報と設備特性情報による、製造可能な工場の検索技術

d) あらかじめ認証を受けた部品リスト及び設計ツールの存在を前提とした、再認証処理の不要な設計技術

e) カスタマイズの為のユーザの要求仕様データの定義と高速な分析方法の確立

3.2.2 マスカスタマイゼーション(中少量生産)＜基板＞

3.2.2.1 製品：機電一体モータの基板

マスカスタマイゼーション(中少量生産)について、機電一体モータ(モータにインバータを組み込んで一体化している製品)のインバータ部パワー素子の部品変更に伴う各種作業を、IoT 及び AI を利用して短時間に実現する手段の提供を例として検討する。製品設計は日本、変更部品は日本メーカーの海外生産品、最終製品の回転電機の組み立ては海外工場を想定した。

3.2.2.2 2018 年の現状

量産品の部品変更に必要な作業と情報は、下記となっている。

a) 部品単体

仕様、信頼性、価格、納期、各種規制適合、認証、実力性能など

b) 生産情報

寸法精度、基板パターン、実装条件変更、実装信頼性、工程変更要否など

c) 製品信頼性

性能確認、信頼性評価(実力性能)確認、各種製品規制適合性評価など

d) 規制認証関連

認証機関への申請・手続き、再認証試験の実施など

e) 品質保証

納入先への変更申請・承認、品質管理システム、トレーサビリティなど

以上の他にも各種作業が大量にかつ同時に発生する。

現状では、関連する企業及び工場の各部門が連携して、これらの内容を並行して実施することにより、品質を確保しつつ量産品の部品変更を日々実施している。

3.2.2.3 2030 年の姿

多品種少量生産でも、部品変更等、設計変更を伴う量産変更が数時間から数日の時間内に可能な高度なフレキシブル性を備えた製造システムが実現されている。

IoT, AI などを駆使し、シミュレーションや標準化、データベース化などによる製造業に関わる全てがデータ化、デジタル化される。これらを有機的に結合することが可能な FBM の基盤が構築されることにより、3.2.2.2 の作業効率を画期的に向上させ、量産及び量産変更のリードタイムが大幅に短縮される。工場の生産ラインでも、生産設備のモジュール化、ロボット化の推進により、ラインレイアウトの逐次変更や機械の増設・入れ替えなど物理的にもフレキシブル性を備えたものになる。これにより新製品の立ち上げや量産製品の仕様変更などに掛かるコストが軽くなり、市場の変化に素早く追従、さらには先回りする製品の市場投入が容易になる。製造業が敏捷性を備えることによってマスカスタマイゼーションが実現する。

3.2.2.4 ビジネスシナリオが生む新たな付加価値

FBM 基盤により生産リードタイムが画期的に短くなれば、量産の立ち上げにかかるコストも低くなる。これにより、以下の新たな付加価値が生まれる。

- a) マーケットの変化に即応した新製品を素早く投入するとともに、ニーズや環境の変化に即応して製品の仕様を細かくバージョンアップすることが可能となる。
- b) テストマーケティングをより細かく実施できるようになり、潜在市場の掘り起こしが活発となることで新ビジネスの創生が促される。

WG3 ビジネスシナリオ説明図

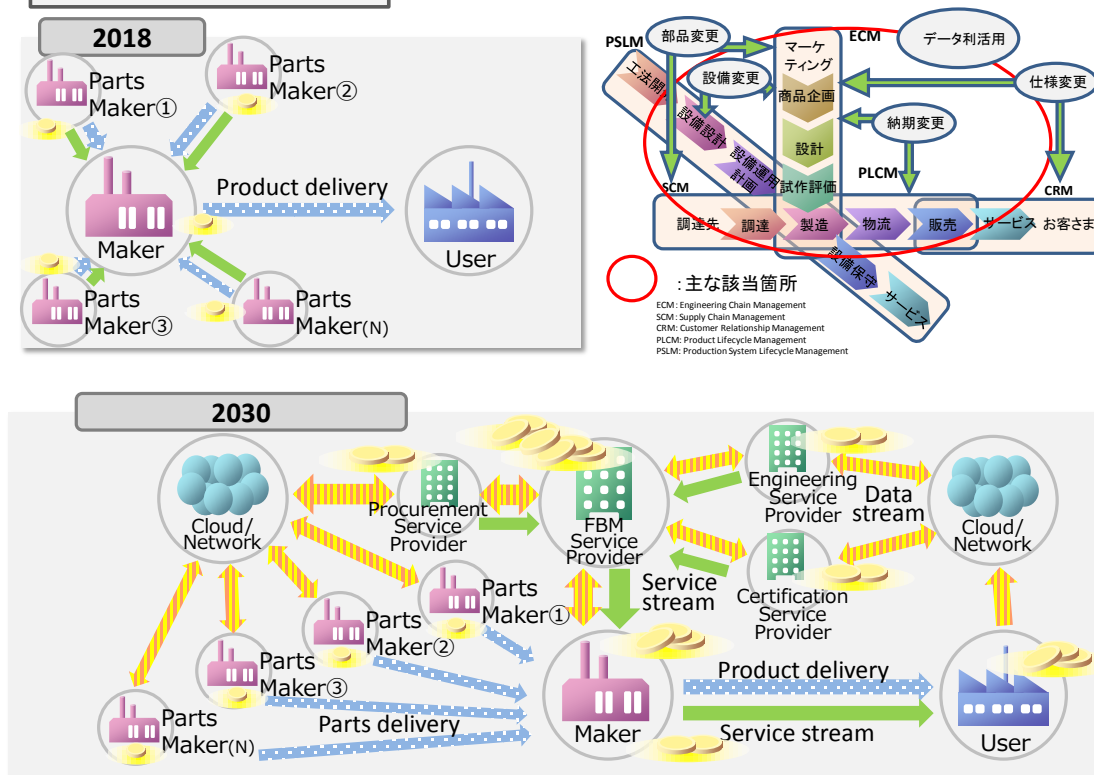


図 3-3 ビジネスシナリオ説明図〈基板〉

3.2.2.5 何がフレキシブルか

量産変更や新規量産立ち上げのリードタイムが画期的に削減されることで、量産コスト(特に間接コスト)のミニマム化と多品種少量かつ短納期生産が可能な次世代の量産システムとなる。その結果、以下がフレキシブルとなる。

- a) マスカスタマイズに関する部品、設計等の変更
- b) 工場の生産ラインにおける、ラインレイアウトの逐次変更や機械の増設・入れ替えなど

3.2.2.6 フレキシブルなビジネスシナリオ実現のための要求事項

- a) 量産品の部品変更に必要な作業と情報の標準化

3.2.2.2 の 1)~5)を標準化して、FBM 基盤上にデータベース化するとともに、それらを有機的に組み合わせ利用することを可能とする。

- b) 認証、評価に関わる作業を自動化する為の技術

AI 等の技術を活用することにより、従来は試作機で検証していた各種評価データをほぼ全てサイバー上でシミュレーションにより検証可能とする。

- c) 各設備が機能毎に高度にモジュール化、標準化された生産ライン

生産ラインの組み合わせの自由度が最大化し、多品種変量生産に対応できる。

d) a)～c)をトータルでサポートできる製造業の基盤(プラットフォーム)

これらの要求事項を実現する仕組みの一例として、国際標準や海外の規制について考える。そのような標準や規制は、日本国内の個社単位、製品単位で対応するのではなく、日本の製造業の基盤として国際標準や規制に素早く対応できるような仕組みが必要と思われる。また、海外規制、国際標準、各種認証等は FBM 基盤にすべての最新情報のデータベースがあり、いつでも関連する情報が即時検索可能、部品変更等で発生する再認証の申請などもこの FBM 基盤を介して各国の規制機関へ照会できる機能の構築が有用と考えられる。

3.2.3 ものづくりのサービス化<ポンプ>

3.2.3.1 製品：ポンプ

ものづくりのサービス化について、ポンプを事例に 2030 年のビジネスシナリオを検討する。

3.2.3.2 2018 年の現状

ポンプは社会の重要なインフラであり、監視サービスは、1990 年代より電話回線によって実施されている。現在は、電話回線の廃止により、モデム端子の入手が困難になったため、暫時携帯ネットワーク網へのサービスの切り替えが行われている。従来の FAX や音声による通知に対するサービスを受ける自治体や管理会社側でのニーズに対応する必要があり、新サービスへの切り替えが一部で課題となっている。

給水ユニットなどの高機能なポンプや、上下水道施設などで使われているポンプについては、稼働の確保が重要で、高付加価値なことから監視サービスの提供がビジネスとして成立をしている。一方、単機能の工場やビルで稼働しているポンプについては、価格に対するサービス提供に必要なハードウェアの必要対価の比率が高く、導入が図られていないのが実情である。

3.2.3.3 2030 年の姿

上下水道施設については、人口減少にともない道府県での統合が急速に進展し、自治体から民間委託への転換が図られている。システム売りからサービス売りへの転換が浸透し、単機能のポンプについては、制御機能などの内蔵・小型化が進展して、IoT 化が進捗していると考えられる。

さらに、様々な機器が IoT 化されるためにネットワークインフラが発達しており、機器のデータはネットワーク階層を越えてセキュアな通信が可能となっている。そのため、稼働データの収集のみならず、サーボアンプのファームウェアを遠隔から書き換えることも可能であり、納入後のカスタマイズにも対応できる。

3.2.3.4 ビジネスシナリオが生む新たな付加価値

- a) 監視サービスから O&M への転換
- b) 設備への監視だけでなくサービスの運営まで含めてのビジネス領域の拡大
- c) 地域の枠(自治体など)を越えた連携やノウハウの共有。
- d) 新ビジネスモデルの展開のインフラ(ポンプの使用量に応じた課金、ポンプへの保守メンテナンスが、施設ごとの主体(自治体など)を超えた連携)
- e) 新興国が生産した単機能のポンプとの差別化が図られ、高機能製品への価格へ転嫁が可能となっている。

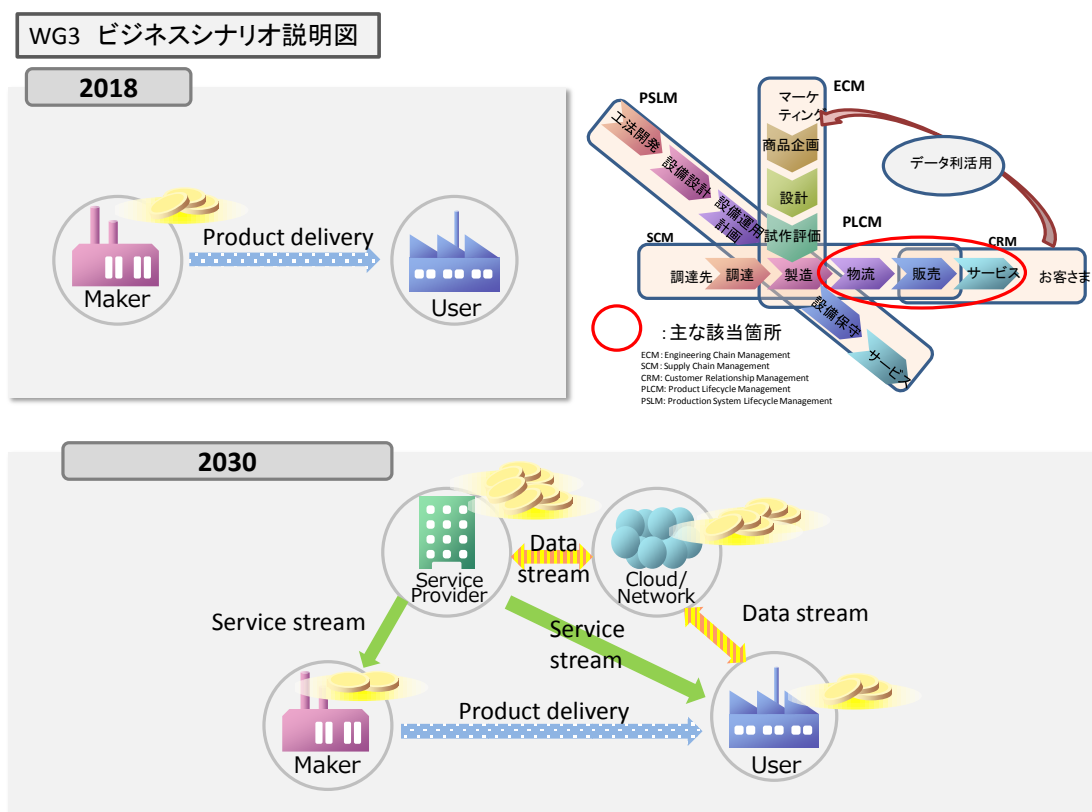


図 3-4 ビジネスシナリオ説明図〈ポンプ〉

3.2.3.5 何がフレキシブルか

a) 機能アップ

ポンプの機能はモジュール化されたソフトウェアにより実装されるようになる。そのため、ソフトウェアの追加や組換えを行うことにより、現場に投入された後でも新たなサービスを提供可能となる。例えば、流量監視や省エネ機能、水質分析機能などを追加購入するようなことが可能となる。

b) 地域性

セキュアなネットワーク記述が確立され、インフラとして展開される。これにより、サービスの切り替えや機能アップの作業を遠隔から自由に実行可能となる。また、近郊や遠隔地の差が無く様々なサービスを享受可能となる。

c) 地域間の連携

クラウドでのサービス提供が一般的となり、全国的なプラットフォーム事業が展開される。それにより、地域間の連携サービスを多様かつ迅速に実施可能となる。例えば、全国でのランキングなどが一覧で確認ができる。また、排水水質のデータなども公平に全国一律に公表され、流域間での連携がより容易に実現できる環境が整っている。

d) データ連携

様々なネットワークを採用することができることにより、遠隔サービスなどで必要となるデータ連携方法が多様となる。これは、ポンプの通信部がソフト的にもハード的にもモジュール化さ

れ、モジュールの交換により容易に新通信ネットワークへの追従が可能となるためである。ポンプは 10 年以上使われることもめずらしくなく、携帯電話などのネットワークの技術サイクルに比較して使用年限が長い傾向がある。インフラ技術の発展に関してサービスを提供し続ける為に、重要である。

3.2.3.6 フレキシブルなビジネスシナリオ実現のための要求事項

- a) ハードウェア、ソフトウェアのモジュール化
- b) 遠隔からのサービスのコントロール(機能実施やその切り替え等)
- c) 遠隔からのファームウェアアップデート機能の確立。ファームアップ中にネットワークが途中で切断されても再起動可能。
- d) 現場の機器の特性やリアルタイムな現場データの収集法。これらのデータは様々なサービスで活用する。
- e) 緊急事態には、サービス内容の変更と他のシステムとの連携により、サービスの継続を実現できる機能。

3.2.4 ものづくりのサービス化<回転電機>

3.2.4.1 製品：回転電機

ものづくりのサービス化について、回転電機(発電機及び電動機)を事例に 2030 年のビジネスシナリオを検討する。

3.2.4.2 2018 年の現状

一般的に、太陽電池や燃料電池などを除き、ほとんどの発電は発電機が電力を生産している。

その電力を消費するのは、エレベータ、電車、上下水などの電力を利用するインフラでそのほとんどが電動機によって駆動されている。回転電機(発電機及び電動機)は、機械エネルギーと電気エネルギーの変換器であり、エネルギーのインタフェース部ということができる。ここには機械エネルギーと電気エネルギーそれぞれの情報が集中している。そこで回転電機から IoT によって情報を引き出し、それらを分析&利用することができれば、回転電機の先にある動力源や負荷の状況変化を制御することが可能となる。そこで回転電機にインバータ(発電コントローラ)を組み込んだ機電一体型の回転電機がエッジコンピュータを介して AI とつながることにより、現在発電機や電動機が接続されているすべての機械システムの詳細な情報を利用することができると考えられる。

しかし、現在の回転電機には、IT システムに情報を上げる機能はほとんど装備されていない。このため、重要なインフラや生産設備の予兆管理を実施するためには、電流電圧計、振動センサなど各種の計測器を設備に設置し、それらから得られるデータを FFT 解析などの解析処理を行うことにより実施している。予兆管理はシステムが大掛かりとなるため、特に重要な設備のみが対象となり、ほとんどの設備は故障してからの保全システムまたは、故障前に定期的に点検交換する予防保全となっている。

3.2.4.3 2030 年の姿

回転電機にインバータ(発電コントローラ)とネットワーク機能を組み込んだ機電一体型の IoT 回転電機が普及し、それらがエッジコンピュータを介して IT システムにつながれば、発電機や電動

機が接続されているすべての機械システムの詳細な運転情報を AI が利用できる。エネルギーを生産する設備から、エネルギーを消費する設備までのすべての情報が IoT を介して AI へ接続されることにより、インフラシステムすべての予兆管理が実現し、予兆保全によるインフラ全体の信頼性が向上する。

3.2.4.4 ビジネスシナリオが生む新たな付加価値

a) エネルギー変換部分の詳細な情報を利用した各種のサービスビジネスが実現

回転電機が利用されているすべてのエネルギー変換部分の詳細な情報が得られることから、それらを AI で解析、利用することで予防保全、予兆管理、最適制御を実現し、コストを最小に抑えたサービスシステムの構築が可能となる。これにより、現在は人件費や設備コストで経済的に実現が困難だった各種のサービスビジネスが実現可能となる。

具体的な例として、日本国内の全ての風力発電一基毎の発電電力と軸速度から算出した風車軸トルクと気象衛星のデータをリンクさせて AI に学習させれば、より正確な発電量の予測が可能となる。電力の消費側では、地域毎に各種のインフラを駆動する電動機からの動力負荷データを AI へ吸い上げることで、地域毎の電力消費予測が可能となる。世界の消費電力の 60%，日本国内では 55% が電動機によって消費されている。前述の気象衛星データからの発電電力予測と地域毎の消費電力予測を合わせれば、最適な電力ミックスを実現することが可能となる。

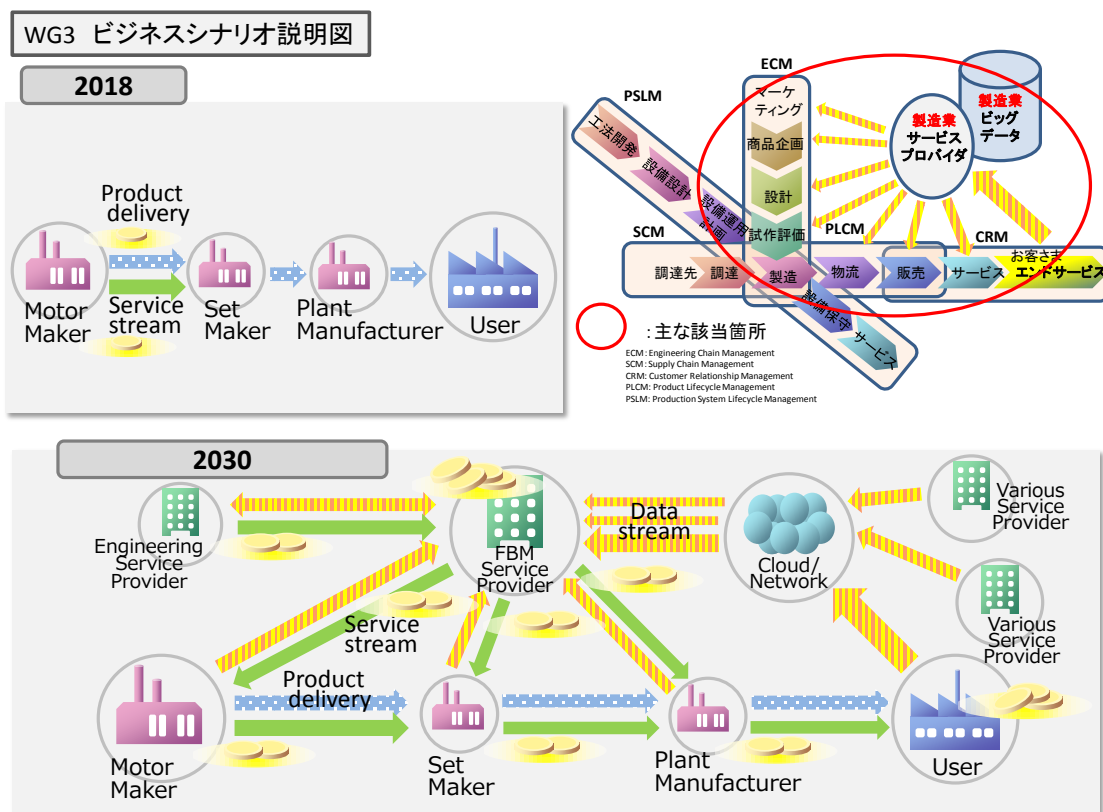


図 3-5 ビジネスシナリオ説明図〈回転電機〉

3.2.4.5 何がフレキシブルか

a) 制御手法や統合制御システムの構築がフレキシブル

IoT 回転電機からの情報を、エッジコンピュータさらには上位の AI システムで利用することができるようになる。これにより様々な変化に対するの予測を含むフィードバック制御や統合制御システムの構築が可能となる。対象情報としては、回転電機の先の状態変化、例えば風力、水力のエネルギー変動、タービンの異常や劣化、ポンプの仕事量の変化や劣化、機器の異常や水の使用量の変化、エレベータなどではその稼働状況(何人を昇降させたかの累積データ)、など様々な駆動エネルギー、消費エネルギー及びその関係から得られる経年変化の情報までの詳細な情報が含まれる。

3.2.4.6 フレキシブルなビジネスシナリオ実現のための要求事項

a) 回転電機からのデータ取得

回転電機からは、原理的には現状以上の様々なデータを得ることが可能であるが、その取得の方法等は、個社の技術が必要となる。

b) エッジコンピュータで情報の一次加工を行う環境

回転電機から得られたデータを直接 IT システムに送るとすると、データ量やリアルタイム性等に課題がある。そこで、エッジコンピュータで情報の様々な一次加工が必要となる。ただし、ここはメーカ毎の競争領域としたほうが、応用技術の発展を阻害しないと思われる。また、多様なエッジコンピュータ用プラットフォームが存在するようになると予想されるため、プラットフォーム間連携方法が必要となる。

c) 情報のセキュリティ

協調領域となるべきエッジコンピュータから上位の IT システムについては、情報のセキュリティが非常に重要である。インフラに直接かかわるデータとなることからこれらのデータの扱いについて、どのように管理すべきかさらなる検討が必要である。例えば地球の反対側のポンプのメンテナンス情報は現地のサービス会社が直接利用できるべきだが、稼働情報からそのプラントの運転実績がわかる場合、プラントの競合関係者には、漏れてはいけない。よってこれらの情報には利用する人の用途によって多層化したアクセス制限が必要である。

例えば、次のようなレベル分けも必要となろう(レベル 0:一般者, レベル 1:メンテ業者, レベル 2:設備保有者, レベル 3:ポンプメーカなど)。

3.2.5 物流・ロジスティクス改革の波及効果

3.2.5.1 製品：物流システム

物流システムの変革と、製造業への波及効果について、2030 年のビジネスシナリオを検討する。

3.2.5.2 2018 年の現状

近年国内物流においては、ネット通販に代表される電子商取引(EC)の物販が大きく拡大しており、宅配便の取扱個数が急増。直近の伸長率を適用すると、2014 年約 36 億個が、2030 年には約 55 億個になる見込み。外国人観光客が利用する国際宅配便の需要も拡大している。高速道路沿線に大規模物流センターが拡大し、IT 化・自動化により、省力化・効率化が進んでいる。一方で、トンベースでは国内物流の約 9 割をトラック輸送が担っており、小口化によるトラック積載効率の低下(41%以下)や、運転手の高齢化(29 歳以下急減)・高コスト体質(約 40%が人件費)、宅配便の

再配達増加(宅配貨物全体の 20 %)による効率低下、更には物流倉庫の作業員不足などが大きな課題となっている。

3.2.5.3 2030 年の姿

自動運転があるレベルで実現する。拠点(物流センター)間を結ぶ幹線高速道路では、トラック隊列走行(運転手は先頭車両のみ)が事業化される。拠点エリア内では、レベル 4 自動運転(限定区域内無人運転)やドローンによる無人配送が事業化され、運転手不足、高コスト体質が改善されている。

物流センターや倉庫では、ウェアラブル端末やパワードスーツなどのサポートで、女性・高齢者・外国人の活用が拡大し、作業員不足が解消。並行して、自律型ピッキングロボット(アーム付き・床マーカ無し AGV)などによる自動化(省人化)が進み、コストが一層削減される。

IoT の浸透で、物流に関する様々なリアルデータ(車両運行状況、荷物輸送状況、など)が、グローバルレベルでリアルタイムに自動収集される。これらのデジタルデータは、サイバー空間で既存システム(倉庫管理、集・出荷管理、他)の IT 情報と共有され、物流システムのデジタル化が一層進展する。既存の各種運用システム(トラック運行システム、物流センターや倉庫の管理システム(WMS)、工場生産システム、他)が IoT データ(リアルデータ)を利活用することで、効率化・省人化が進む。

例えば、複数の荷主と物流事業者(3PL : 3rd Party Logistics)が、荷物情報やトラック運行状況などを IoT で自動収集し、デジタル情報としてリアルタイムで共有しあうことで、共同輸配送などが実現し、積載効率改善、物流コスト低減が図られる。各荷主の生産システムと連携することで、ジャストインタイムの物流が実現できる。物流共有のメリットが認知され、この結果、物流のアウトソーシングが進む(自社物流は一部の大手企業に限定される)。

調達物流や販売物流、更には回収物流(リサイクル)の最適化を実現するために、梱包や輸送に適した製品設計が求められるようになる。また、ブロックチェーン技術に代表されるセキュアな環境の下で、物流取引の電子化と法整備が進む。

3.2.5.4 ビジネスシナリオが生む新たな付加価値

a) デジタル情報活用による荷主業務の代行

部品の調達、ウェアラブルデバイスの支援で納入先での取り付け・点検、などの荷主機能を物流が代行する。

b) IoT が収集するリアルデータ(流通情報、生産情報、製造情報)と、機械学習技術(≒AI)や最適化技術の組合せによる、新たなサービスとそのプロバイダが生まれる。

- ・ 同時複数の荷主を対象とした、物量予測、最適ルート選択、配車スケジュール最適化など。
- ・ 物流センター運用最適化、自動決済、など。

c) 様々なサービスを統合し、オーダーに応じて、最適サプライチェーンを提供するサービスプロバイダが登場する。

WG3 ビジネスシナリオ 物流改革 説明図

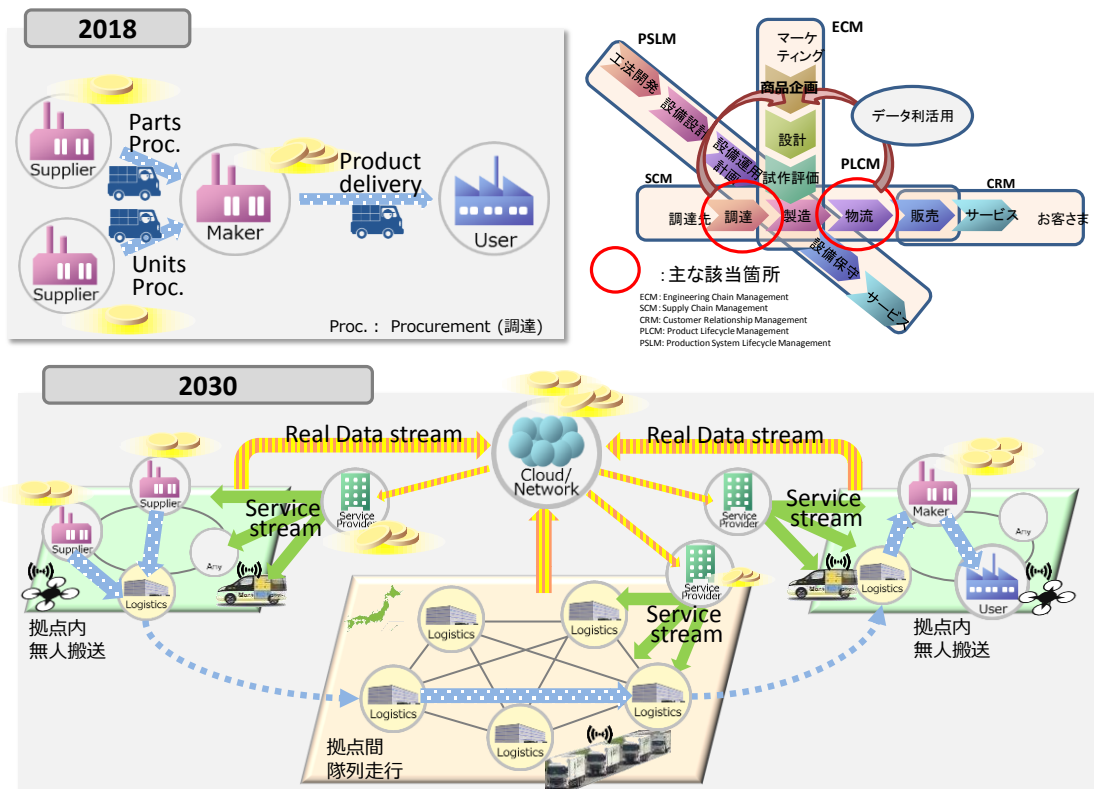


図 3-6 ビジネスシナリオ説明図〈物流・ロジスティクス〉

3.2.5.5 何がフレキシブルか

a) 物流ルートを選択

調達品、出荷製品ごとに、納期・コストに合った最適な物流ルートを柔軟に選択できる。

b) トラッキング

RFID や QR コードの拡大によって物流がデジタル化されるので、調達品、出荷製品双方について、グローバルレベルでトラッキング(輸送状況の見える化)に関して実現手段を柔軟に選択可能となり、物量予測などに利用できる

c) 人的な運用体制

ウェアラブル端末、パワードスーツ、自動運転などの活用で、スキルや経験の不足している人材でも十分作業をこなせるようになり、人的な運用体制が柔軟となる。

d) 物量変動対応

物流ルートやトラッキング、人的な体制の柔軟性により、物量予測及び対応計画立案が容易となり、物量変動に柔軟に対応できる

e) 工場内搬送

アーム付き自律型ピッキングロボットなどにより、ライン変更・物量変動に、工場内搬送が柔軟に対応できる

3.2.5.6 フレキシブルなビジネスシナリオ実現のための要求事項

- a) 自動運転やドローン配送に関わる技術が確立している。また、それらに関する法律やインフラ(ドローンポートなど)が整備されている。
- b) 安価な自律型(床マーカ不要)ピッキングロボットが提供されている。
- c) 荷物がグローバルにトレースできる RFID などの国際規格が整備されている。
- d) IoT などを用いた、フィールドのリアルデータ収集のインフラが広く整っている。
- e) データの所有権にまつわる法整備がなされている。
- f) 収集されたデータを用いてリアルタイムにプランニングが可能である。

3.2.6 アグリカルチャー・ビジネス(施設園芸・植物工場など)の未来

3.2.6.1 製品：アグリカルチャー

アグリカルチャー・ビジネス(主に施設園芸・植物工場)の未来について、ビジネスシナリオを検討する。

3.2.6.2 2018 年の現状

我が国の農業を支える組織形態の内訳は、家族経営体と組織経営体到大別されている。この内、家族経営体 97 %以上と多数を占めており、農作物の作出を中心に個別に機能を分担している。この中で、法人やコンソーシアムなどの形態で次世代に向けた取り組みが進められている。法人やコンソーシアムの形態のもと、主に農作物を作出する以外の加工、流通・販売などを組合せた、いわゆる 6 次産業化に向けた経営が始まっている。

また、農作物作出関連の技術として、施設栽培の最適化システム、農作業用ロボット、バイオ関連などの技術開発が次世代の社会実装に向けて進められている。

3.2.6.3 2030 年の姿

組織としては、現在、次世代に向けた取り組みを進めている法人やコンソーシアムの形態から農業共同体の経営形態へ進化すると考えられる。この形態は、2015 年度版 製造業 2030 で提言した「ネットワーク型企业」と同等の機能を有している。この形態は、各法人などが分担していた各機能を集合・集約した農業複合化のビジネス形態を、商業ベースで実行・実現する組織形態として構成される。

最新技術の社会実装により、複合化農業へと発展していく。一例として、気候変動に柔軟に対応可能な施設栽培の実現、高品質・高収量農産物作成技術、バイオマスなど再生可能エネルギー利用・安定供給(発電、熱電併給など)、農作業用ロボットが稼動する施設、農作物の生産・収穫などの実行が考えられ、社会実装が進行する。その結果、施設園芸が拡大し、農作物の計画生産への移行することにより、食料供給の安定化に寄与する。

また、農業複合化として、加工、流通、販売、農業研修、アミューズメント(体験型テーマパークなど)と一体化し、農業の分野においても、農作物を作出するというものづくりを基盤としながら、農業コトづくりが進行する。

3.2.6.4 ビジネスシナリオが生む新たな付加価値

- a) 需要動向に応じた計画生産による農作物の安定供給

施設園芸だからできることであり、天候不順(長雨、日照不足など)、四季や地域性によらない農作物の生産など、自然環境の影響を極力避けることが可能となる。

b) 特色ある農作物の産出

バイオ関連技術の開発成果として、高付加価値な農作物(機能野菜、新種など)、多量結実、多収穫品種の作出が、IoTを用いたきめ細やかな管理により可能となる。

c) 生産に関わるコスト縮減

各機能が集合・集約されることにより、エネルギー設備などの集約、農機具類の共同所有による設備費低減が実現でき、生産に関わるコスト縮減の一助となる。

d) 農業事業化等による地域活性化

地域に根ざした農業共同体として、地域活性化・雇用促進、地産地消サイクルによる地域活性化、地産地消めざして農業不適切地方における農業事業化、エネルギーのリサイクルが可能となる。

e) 農業のコトづくり化

農作物を作出するというものづくりを基盤とした農業コトづくりとして、農作物の提供とともに楽しいサービスの提供が進んでいく。アミューズメント施設として、農作物を作出している実際の施設を利用して農業体験できる施設の運営(体験型テーマパーク)が行われる。この施設では、需要動向、年齢層などに応じた施設(フードアミューズメントなど)が運営される。

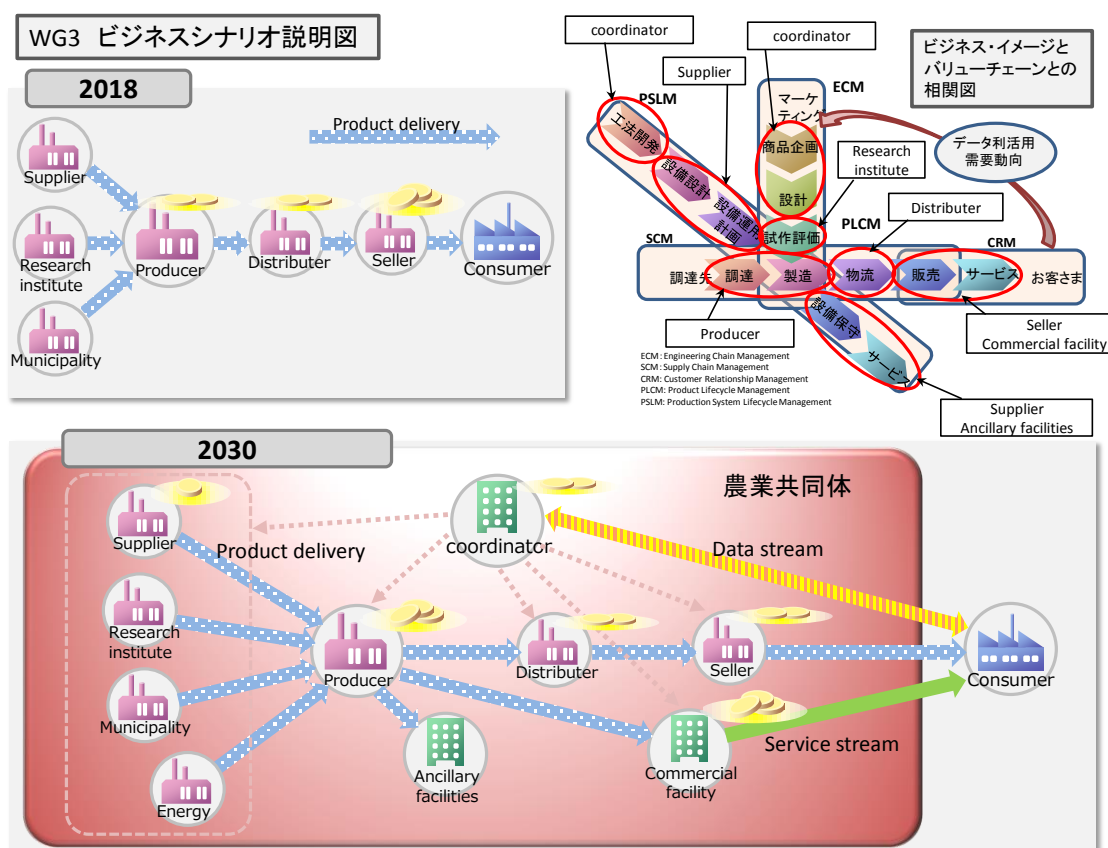


図 3-7 ビジネスシナリオ説明図〈アグリカルチャー〉

3.2.6.5 何がフレキシブルか

a) 成長サイクルに合わせた農作物及び施設の変更・入替

組織形態が農業共同体へ移行すると、農業複合化を実現しネットワーク型企业と同等なフレキシブルさを持合せた農業経営を実行する組織体となる。ここでは、需要動向に応じて、施設園芸(特に植物工場)だからこそ実現できる、成長サイクルに合わせた農作物及び施設のフレキシブルな変更・入替が可能となる。

b) 設備運用

農業共同体により、生産、加工、流通、販売などの各機能が集合・集約されると、各機能が使用する機材、設備などを共同使用により「融通しあう」というフレキシブルな設備運用が可能となる。一例として、耕耘機は農作物生産サイクルでは主に土を耕す局面で使用する。多様な農作物を組み合わせで栽培し、成長サイクルを調整することにより、融通しあいながら耕耘機を共同使用が可能となり、設備稼働率は向上する。

c) ビジネス形態(作物+サービス)及び人材配置、就業形態

農作物を作出するというものづくりを基盤とした農業コトづくりとして、農作物の提供とともにサービスの提供によるビジネス複合化へ進んでいく。一例として、研修施設の充実が図られ、就農者数の向上、農業技術の習得など更なる普及に向けた施設が農業施設に併設される。農作物を作出している実際の施設を利用しながら、対象農作物に応じたカリキュラム編成、技術の進化に合わせてフレキシブルに構築される。この結果、次世代を担う農業従事者を創出することができる。農業従事者の専門性、力量と、市場の需要動向に応じて、フレキシブルに適切な人材配置、就業形態を構成することが可能となる。

3.2.6.6 フレキシブルなビジネスシナリオ実現のための要求事項

a) 各種情報の公開・取得

農作物の更なる生産向上に向けて、気象情報など農作物生産に影響を与える情報、最新の技術動向(新種、設備・機械類、手法など)など、最新の情報の公開と取得が必要となる。

b) セキュリティ確保

公開される情報はビジネスに従事する人々には重要でかつ必須の情報である。しかしながら、各種情報の一般公開と限定公開を明確に区別し、新品種や最新技術の成果など悪意ある情報漏えいを防ぐセキュリティの確保が必要である。

c) 植物生育に関する様々な現場情報の収集とそれに関する評価方法の確保

農作物の生育環境の詳細な各種情報の収集及び、その情報を用いて最適な環境を示唆するサービスの確立が必要である。

d) 販売に関する情報の収集とそれに関する評価方法の確保

需要動向(種類、地域など)、各地の生産情報等、市場での農作物の販売状況等を収集し、最適な販売チャンネルを示唆するサービスの確立が必要である。

e) 設備管理

設備の融通の為のスケジューリング等を行う管理システムが必要となる。

3.2.7 金融機関のビジネス評価手法の変化

3.2.7.1 製品：金融

製造業のビジネスがフレキシブルに変わる中で、2030 年における金融機関のビジネス評価手法は大きく変わることが予想される。

3.2.7.2 2018 年の現状

企業の収益性を評価する際の参考指標として、一般に ROA(総資産利益率：Return on Asset)が活用されている。ROA は総資産に対するリターンの割合を表す指標であるため、ROA を高めるには分子であるリターンの向上や分母である総資産の削減を図ることになる。分母である総資産の削減のためには、有形固定資産を売却したり、設備を保有せずレンタルし、使用した分だけ費用を払う「As a Service」の形態が考えられている。

一方、金融機関が企業に融資する際は、ROA だけでなく債務償還年数も重視している。これは、継続したキャッシュフローで債務(借入金等)を返済できるかを評価する指標であるが、継続したキャッシュフローは既存の事業から生み出されるという前提で評価していることが一般的である。

3.2.7.3 2030 年の姿

企業はグローバルな活動態(プラットフォーム)でビジネスを展開している。1 社で資産を保有するという概念は希薄となり、IoT や AI を活用し共同で資産を管理しながら、臨機応変に設備の形態を変えている。従来は、設備などの有形固定資産は経過年数とともに価値が減少していくので、減価償却という概念があったが、IoT や AI により価値が減少する前に設備は自動的に最新式にアップデートされ、むしろ価値は上昇するという考えられている。また、設備等の有形固定資産から得られるデータが新たな資産となっており、その活用方法の巧拙で企業が生み出すキャッシュフローの価値が刻一刻と変わるようになる。そのため、金融機関はもはや、キャッシュフローは同一の事業のみから生み出されると考えておらず、IoT や AI を駆使して企業の事業活動を詳細にチェックし、次々に生み出されるキャッシュフローの中身を精査するようになっている。また、データ資産は保有するだけでは価値がなく、どのように活用するか考える人材やデータ資産を活かすサービス遂行力などの組織力が重要視されるため、金融機関の企業評価の指標も、ROA や債務償還年数といった定量的な指標に加え、サービス遂行力などの定性的な情報がより重要になっている。

3.2.7.4 ビジネスシナリオが生む新たな付加価値

a) 新たなビジネス創生

デジタル化(モジュラー化)できるビジネスは、即座にコピー&ペーストされやすく、付加価値を生まないが、データ資産を活用できる人材や組織力が重要視されることで、金融機関は定性情報に重きを置いた新たな指標を評価指標として活用するようになる。

これにより、ヒトや組織に注目した新たなビジネスが生まれる可能性がある

3.2.7.5 何がフレキシブルか

a) ビジネスの立ち上がり

IoT や AI の活用により、企業のビジネスはデジタル化が加速するため、簡単にコピー&ペーストでビジネスが立ち上がっていく。

b) ビジネスの価値

パッチ&アップデートという考え方で企業のビジネスはフレキシブルに価値を変え、そのスピードは速くなる。企業のビジネスが変幻自在に変わるようになることで、金融機関はますます情報化産業の色合いを強めていき、データ資産の分析や人材・組織の評価を高度にできる金融機関が存続する。

3.2.7.6 フレキシブルなビジネスシナリオ実現のための要求事項

- データ資産を活用できる人材やマネジメント体制(組織力)・サービス遂行力など、定性的なものも含め様々な情報を把握できる。
- インテリジェント情報も含めた価値の高い情報を入手できる
- IoT や AI を駆使し、業務判断ができること。例えば、キャッシュフローの中身の精査による企業活動企業評価や、定性的な情報や様々なインテリジェント情報を解析して融資判断等ができる。
- フレキシブルに組織やビジネスを変えられる。
- グローバルに提携できる。

3.2.8 企業間連携による製造

3.2.8.1 製品：日本酒製造

FBM が Connected Industries を実現するための手段として普及するためには、企業の垣根を超えて情報を共有する＝協調領域を創出することが必要である。ここでは、企業間連携による製造として、2030 年のビジネスシナリオを検討する。

3.2.8.2 2018 年の現状

SCF2017/計測展 2017 TOKYO では、酒蔵をモデルにして電機・計測エコシステム(図 3-8)のデモを実施した。展示会実行委員会 14 社が協力して付加価値の源泉である現場データをクラウドにアップロードした。デモレベルでは、エコシステムが実現している。

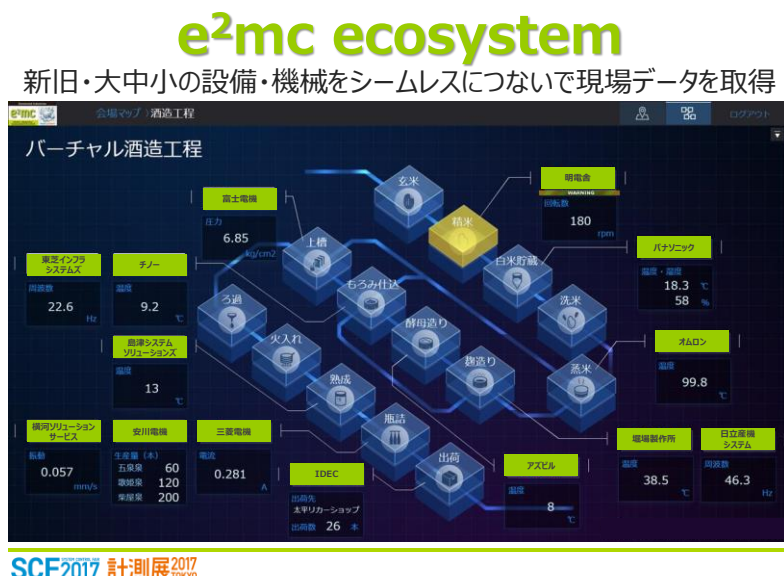


図 3-8 電機・計測エコシステム

<SCF2017/計測展 TOKYO2017 主催者特別展示より一部改変>

3.2.8.3 2030年の姿

人を中心とした「Connected Industries：様々なつながりにより新たな付加価値が創出される産業社会」が実現しており、企業間連携のツールが次のように用いられている。

a) 現場

各企業の製品、設備、時間、人財など、企業間連携の対象となる現場プロパティ＝協調領域がデータベースに登録されている。

b) 資本

自社に不足する現場プロパティをデータベースに問い合わせ、需要に見合った資本プロパティを補完することができる。

c) 知識

データベースに登録された知識データベースは、ブロックチェーンで担保された価値(信用)をベースにしてステークホルダーへ開放されており、ユーザニーズに即応できる仕組み＝自社の競争領域を明確にする手段を有している。

d) 知恵

データベースは、個々の企業の競争領域を強化するツールとして活用されている。

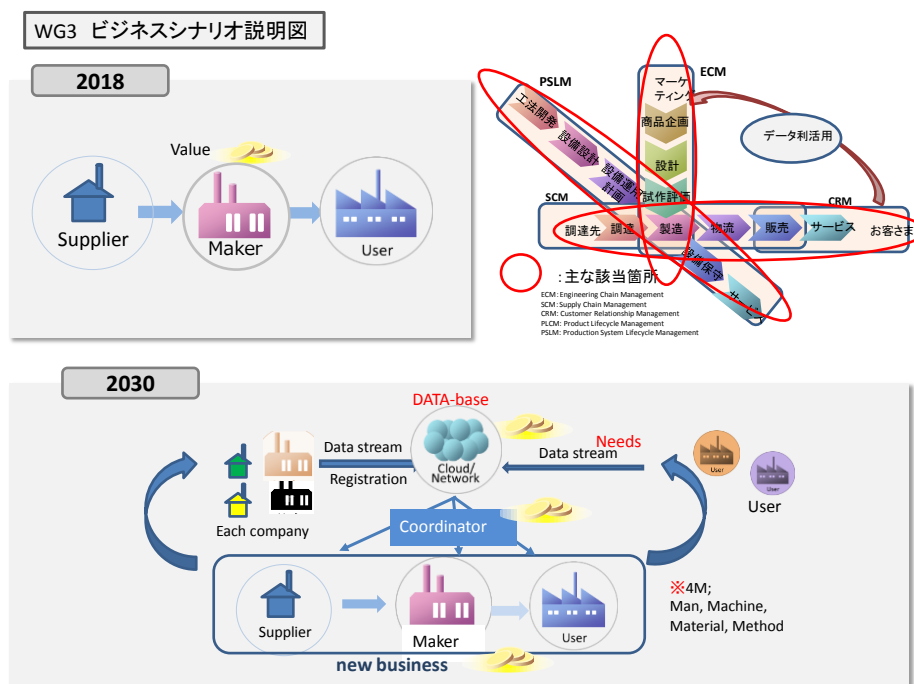


図 3-9 ビジネスシナリオ説明図

3.2.8.4 ビジネスシナリオが生む新たな付加価値

- 現場データの「見える化」によるメンテナンス工数削減
- 事業継続計画(BCP)への応用による被災工場の早期再開
- クラウドシステムによるワールドワイドサポート
- 究極のトレーサビリティによる暗黙知の形式知化と競争領域シーズの発見

3.2.8.5 何がフレキシブルか

現場, 資本, 知識, 知恵がフレキシブルである。

3.2.8.6 フレキシブルなビジネスシナリオ実現のための要求事項

- a) 新旧各種機械/設備の現場データの収集と解析, 意思決定機能が提供されている(各社機器統合エッジコンピュータ&クラウドデータベースの活用)。
- b) 生産に参加する企業, 用いられる設備のプロパティ(データ諸元)が統一された様式で管理されている。
- c) 設備の運用データ(使用済み/使用中等, リアルタイム情報含む)が, 設計/保全/品証などの管理・意思決定者毎に意味ある形で提供されている。
- d) 設計/保全/品証などの管理・意思決定のために必要となる解析機能が必要に応じてシステム上で利用できる。
- e) 関連するステークホルダー(企業や組織など)が協調して連携できるための技術がシステム上で利用できる。

コラム：企業間連携による製造

酒造業は、その経営方針と規模により、経験と勘による手造りから全自動まで、「ものづくりの要素を全て持っている」ユニークな業種である。また、酒づくりの工程は、コメ作り・精米・白米貯蔵・蒸米・麴造り・酒母造り・もろみ仕込・上槽・熟成・瓶詰出荷などから成り、AA(Agriculture Automation), PA(Process Automation), FA(Factory Automation), BA(Building Automation)「全ての産業オートメーションが適用可能な総合プラント」と見なすこともできる。それぞれの工程に酒蔵独自のノウハウがあり、総責任者である杜氏を中心に、最高の酒を求めて日々改良、改善、改革を繰り返している。そこで、一軒の酒蔵を例に、2018年に始まった企業間連携による製造の導入を振り返ってみる。

1) 2018年春

中越酒造社長兼杜氏の深山は1999年に一大決心をし、それまでの経験と勘による手造りから酒造工程の自動化に取り組むことに決めた。新たな酒蔵は2004年に無事竣工し、それ以来均質で高品質な清酒を造り続けることができていた。しかし、個々の機械や設備は独立して制御され、最近流行りのIoT/M2Mソリューションに乗り遅れているのではないかと心配になってきた。そこで、国内最大のオートメーションと計測の先端技術総合展示会を見学に行き、酒蔵をモデルにした電機・計測エコシステムに大いに興味を引かれていた。

2) 2030年初冬

杜氏としての感性と思いを叩き込み、息子の良太に家業を引き継いだ深山は、ここまでの道のりを振り返っていた。目の前の画面には、世界中から入ってくる【俺の酒】の注文が映し出されている。「麴を生かすのに企業間連携による製造は役に立つが、やっぱり最後は人だな...荒井さん。」

a) 2019年12月13日(金)午前@新潟の造り酒屋

杜氏の深山は、先週の展示会で見たデモに興味を持ち、コーディネータ第一号の荒井を呼び出していた。

「深山さん、企業間連携による製造を本格的に導入してみませんか？」

「確かに色んな会社の機器を使っているからね。結構メンテに困っていたんだ。」

それに、これぞっ！という麴米ができて、今の設備じゃ再現性が無いしね。」

「そこです。原材料のトレーサビリティ、設備の稼働監視、その他もろもろ、全ての現場・現物データを記録していますから、ものづくりの再現性も設備のメンテナンスもバッチリです。」

b) 2022年5月23日(月)夕刻@新潟の造り酒屋

「なんとか仕込みに間に合いましたね。」

5日前に深山から自然災害の一報を受けた荒井は、ダッシュボードで被災状況を確認し、関係各所に指示を出していた。

幸い、クラウドに登録されていた広島酒造設備会社に在庫があり、破損したもろみタンクは、2日で届いた。

c) 2028年7月15日(土)夕刻@マイニンガーホテル

「荒井さん、これだ！これが究極の麴米だ。深山はWEB画面に向かって叫んでいた。」

「承知しました。さっそくクラウドで照合・解析にかけます。」

フランクフルトに出張中の荒井は、スマホに向かって音声指示を出した。

d) 2028年12月22日(金)早朝@新潟の造り酒屋

「ついにできたな。究極の酒が...。」

深山は、荒井に向かって嬉しそうに声を上げた。

「はい。電機・計測エコシステムを発表してから、11年もかかってしまいました。」

「しかたないよ。色んな装置や機器の会社に関係していたから。でも、荒井さんを信じて企業間連携による製造を導入して、大正解だった。」

「長いあいだ信じて付き合っていていただいて、本当にありがとうございました。」

3.3 新たな付加価値

本章で例示した各ビジネスシナリオにより生み出される新たな付加価値を、FBM として特徴づけるために表 3-1 にまとめる。付加価値は A~H までに分類され、ビジネスシナリオの間に共通な付加価値があることが分かる。FBM であることで多くの付加価値が期待できることが分かる。

表 3-1 各ビジネスシナリオにより生み出される新たな付加価値

ビジネスシナリオ名称	ビジネスシナリオが生む新たな付加価値	
	具体的内容	分類(A~H)
(3.2.1) マスカスタマイゼーション (大量生産) ＜サーボアンプ＞	顧客のニーズに合った製品を迅速に提供できる。	A：市場ニーズ適応
	生産設備への監視だけでなく保守運営まで含めたビジネス領域の拡大が図られている	B：事業領域拡大
	ダイバーシティ生産が可能になり、新たな労働力と時間を生む。	D：労働力創出
	標準化された作業により、作業時間に余裕ができ、技術者のコーチング派遣が可能となる。それにより、製品価値を高めることができる。	E：製品の高付加価値化
(3.2.2) マスカスタマイゼーション (中少量生産) ＜基板＞	マーケットの変化に即応した新製品を素早く投入するとともに、ニーズや環境の変化に即応して製品の仕様を細かくバージョンアップすることが可能となる。	A：市場ニーズ適応
	テストマーケティングをより細かく実施できるようになり、潜在市場の掘り起こしが活発となることで新ビジネスの創生が促される。	C：新ビジネス創出
	監視サービスから O&M への転換	B：事業領域拡大
(3.2.3) ものづくりのサービス化 ＜ポンプ＞	設備への監視だけでなくサービスの運営まで含めたビジネス領域の拡大	B：事業領域拡大
	地域の枠(自治体など)を越えた連携やノウハウの共有。	G：企業間の連携強化
	新ビジネスモデルの展開のインフラ(ポンプの使用量に応じた課金、ポンプへの保守メンテナンスが、施設ごとの主体(自治体など)を超えた連携)	C：新ビジネス創出
	新興国が生産した単機能のポンプとの価格の差別化が図られて、高機能製品への価格へ転嫁が可能となっている	E：製品の高付加価値化
(3.2.4) ものづくりのサービス化 ＜回転電機＞	エネルギー変換部分の詳細な情報を解析、利用して予防保全、予兆管理、最適制御を実現し、コストを最小に抑えたサービスシステムの構築が可能となる。	C：新ビジネス創出
(3.2.5) 物流・ロジスティクス 改革の波及効果	デジタル情報活用による荷主業務の代行	B：事業領域拡大
	リアルデータ(流通情報、生産情報、製造情報)と、機械学習技術を組み合わせた新たなサービスとそのプロバイダが生まれる。	C：新ビジネス創出
	様々なサービスを統合し、オーダーに応じて、最適サプライチェーンを提供するサービスプロバイダが登場する。	C：新ビジネス創出
(3.2.6) アグリカルチャー・ビジネスの未来	需要動向に応じた計画生産による農作物の安定供給	F：製品の安定供給
	特色ある農作物の産出	E：製品の高付加価値化
	生産に関わるコスト削減	H：コスト削減
	農業事業化等による地域活性化	C：新ビジネス創出
(3.2.7) 金融機関からみた 2030 年のビジネスシナリオ	新たなビジネス創生：ヒトや組織に注目した新たなビジネスが生まれる可能性がある	C：新ビジネス創出
(3.2.8) 企業間連携による製造	現場データの「見える化」によるメンテナンス工数削減	B：事業領域拡大
	事業継続計画(BCP)への応用による被災工場の早期再開	F：製品の安定供給
	クラウドシステムによるワールドワイドサポート	B：事業領域拡大
	究極のトレーサビリティによる暗黙知の形式知化と競争領域シーズの発見	C：新ビジネス創出

3.4 要件定義

本章で例示した各ビジネスシナリオ実現のための要件を整理する。要件の記述を一般的な(やや抽象的な)レベルとした。各ビジネスシナリオに横串をさすように俯瞰するため、各要件を①～②に分類した。4 章では、この分類に基づき、FBM の実現に必要な構成及び FBM モデルの構成要素が定義される。

関連するビジネスシナリオと対応づけて、表 3-2 にその整理した要件を示す

表 3-2 ビジネスシナリオと要件定義

ビジネスシナリオ名称	要求事項(FBM に対する要件)		FBM モデルと利用環境の要件
	具体的内容	分類：①～⑳	
(3.2.1) マスカスタマイゼーション (大量生産) ＜サーボアンプ＞	a) ハードウェアとソフトウェアのモジュール化	①部品のモジュール化	
	b) 情報セキュリティ対策手法	②情報のセキュリティ確保	
	c) 製品設計情報と設備特性情報による、製造可能な工場の検索技術	③データの標準化	○
	d) あらかじめ認証を受けた部品リスト及び設計ツールの存在を前提とした、再認証処理の不要な設計技術	④企業資産の融通	○
	e) カスタマイズの為のユーザの要求仕様データの定義と高速な分析方法の確立	⑤認証：認証済み部品リスト	
		⑥設計技術：再認証不要な設計	
(3.2.2) マスカスタマイゼーション (中少量生産) ＜基板＞	a) 量産品の部品変更に必要な作業と情報の標準化	⑦ユーザ要求のデータ化	
	b) 認証、評価に関わる作業を自動化する為の技術	⑧データの解析手法の活用	○
	c) 各設備が機能毎に高度にモジュール化、標準化された生産ライン	③データの標準化	○
	d) a)～c)をトータルでサポートできる製造業の基盤	⑧データの解析手法の活用	○
		⑨設備のモジュール化	
(3.2.3) ものづくりのサービス化 ＜ポンプ＞	a) ハードウェア、ソフトウェアのモジュール化	⑩柔軟な生産システム：プラットフォーム	
	b) 遠隔からのサービスのコントロール	①部品のモジュール化	
	c) 遠隔からのファームウェアアップデート機能の確立。ファームアップ中にネットワークが途中で切断されても再起動可能。	⑪遠隔：設備の遠隔管理	
	d) 現場の機器の特性やリアルタイムな現場データの収集法。これらのデータは様々なサービスで活用する。	⑪遠隔：機能アップ(ソフト)	
	e) 緊急事態には、サービス内容の変更と他のシステムとの連携により、サービスの継続を実現できる機能。	⑫現場情報の収集・解析・利用	○
(3.2.4) ものづくりのサービス化 ＜回転電機＞	a) 回転電機からデータを得る	④企業資産の融通	○
	b) エッジコンピュータで情報の一次加工を行う環境	⑫現場情報の収集・解析・利用	○
	c) 情報のセキュリティ	⑬エッジコンピューティング技術	
(3.2.5) 物流・ロジスティクス改革の波及効果	a) 自動運転やドローン配送に関わる技術が確立している事。また、それらに関する法律やインフラが整備されていること。	⑩柔軟な生産システム：プラットフォーム	
	b) 安価な自律型(床マーカ不要)ピッキングロボットが提供されること	②情報のセキュリティ確保	
	c) 荷物がグローバルにトレースできる RFID などの国際規格が整備されていること	⑭自動運転やドローン配送技術	
	d) IoT などを用いた、フィールドのリアルデータ収集のインフラが広く整っていること	⑮法整備：自動運転やドローン配送	
	e) データの所有権にまつわる法整備がなされていること	⑯機器の提供	
	f) 収集されたデータを用いてリアルタイムにプランニングが可能であること	⑰国際標準の利用	
(3.2.6) アグリカルチャー・ビジネスの未来	a) 各種情報の公開・取得	⑫現場情報の収集・解析・利用	○
	b) セキュリティ確保	⑮法整備：データ所有権	
	c) 植物生育に関する様々な現場情報の収集とそれに関する評価方法の確保	⑫現場情報の収集・解析・利用	○
	d) 販売に関する情報の収集とそれに関する評価方法の確保	⑱現場以外の情報の収集・解析・利用	○
	e) 設備管理	④企業資産の融通	○

表 3-2 ビジネスシナリオと要件定義(続き)

ビジネスシナリオ名称	要求事項(FBM に対する要件)		FBM モデルと利用環境の要件
(3.2.7) 金融機関からみた 2030 年のビジネスシナリオ	a) データ資産を活用できる人材やマネジメント体制・サービス遂行能力など、定性的なものも含め様々な情報を把握可能	⑪現場以外の情報の収集・解析・利用	○
	b) インテリジェント情報も含めた価値の高い情報を入手可能	⑪現場以外の情報の収集・解析・利用	○
	c) IoT や AI を駆使し、業務判断ができること。	⑧データの解析手法の活用	○
	d) フレキシブルに組織やビジネスを変えられること。	⑩組織・ビジネスのフレキシビリティ	
(3.2.8) 企業間連携による製造	a) 新旧各種機械/設備の現場データの収集と解析、意思決定機能が提供されていること	⑫現場情報の収集・解析・利用	○
	b) 生産に参加する企業、用いられる設備のプロパティ(データ諸元)が統一された様式で管理されること	③データの標準化：設備特性データ	○
	c) 設備の運用データが、設計/保全/品証などの管理・意思決定者毎に意味ある形で提供されていること	③データの標準化：設備運用データ	○
	d) 設計/保全/品証などの管理・意思決定のために必要となる解析機能が必要に応じてシステム上で利用できること。	⑫現場情報の収集・解析・利用	○
	e) 関連するステークホルダーが協調して連携できるための技術がシステム上で利用できること。	④企業資産の融通	○

4 FBM の実現に必要な構成及び FBM モデル(WG1)

4.1 はじめに

4.1.1 FBM モデルの深化の経緯

特別委員会はいくまでの活動の中で、2030 年の製造業のあり方を示す FBM(Flexible Business and Manufacturing)という概念を提唱して来た。。その中で、特別委員会傘下の WG1 は、FBM モデルの検討を行って来た。2015 年度には基本概念を提唱し、2016 年度にはそのモデルの構成例を検討した。

図 4-1 に 2015 年度に提唱した FBM の基本概念(2030 年の製造業のあり方を示す概念)を、図 4-2 に 2016 年度に提示した FBM モデルを示す。

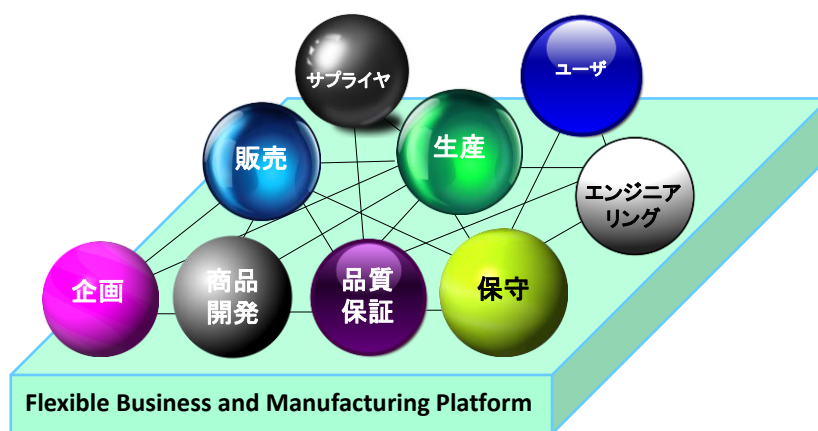


図 4-1 FBM の基本概念(2015 年度提唱)

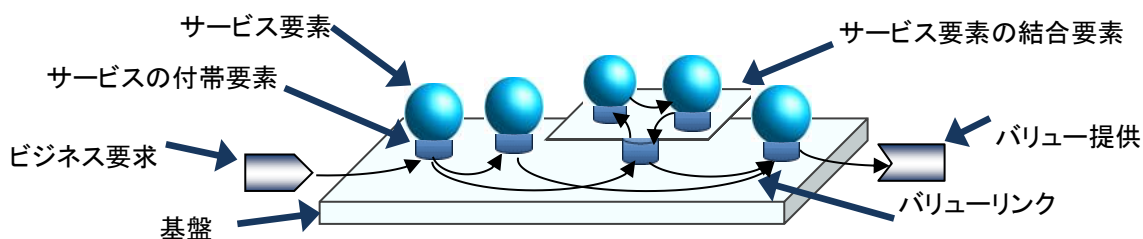


図 4-2 FBM モデルの構成例(2016 年度検討の代表図)

2017 年度の活動ではこのモデルのさらなる拡張と進化を図った。モデルを使うことにより次のような効果を期待できる。

- 様々なビジネスを検討の対象とすることができる。
- ビジネスと製造の仕組みを第 3 者に提示することができる。
- 互いの理解を共有することにより、ビジネスと製造のあり方を議論することができるようになる。
- モデルを使って、上記の作業を支援するツールを実装(プログラムの製作)できるようになる。

2017 年度は、モデルで表現できる適用範囲の拡大を目指した。さらに、将来のツール化も視野に入れて検討を継続した。

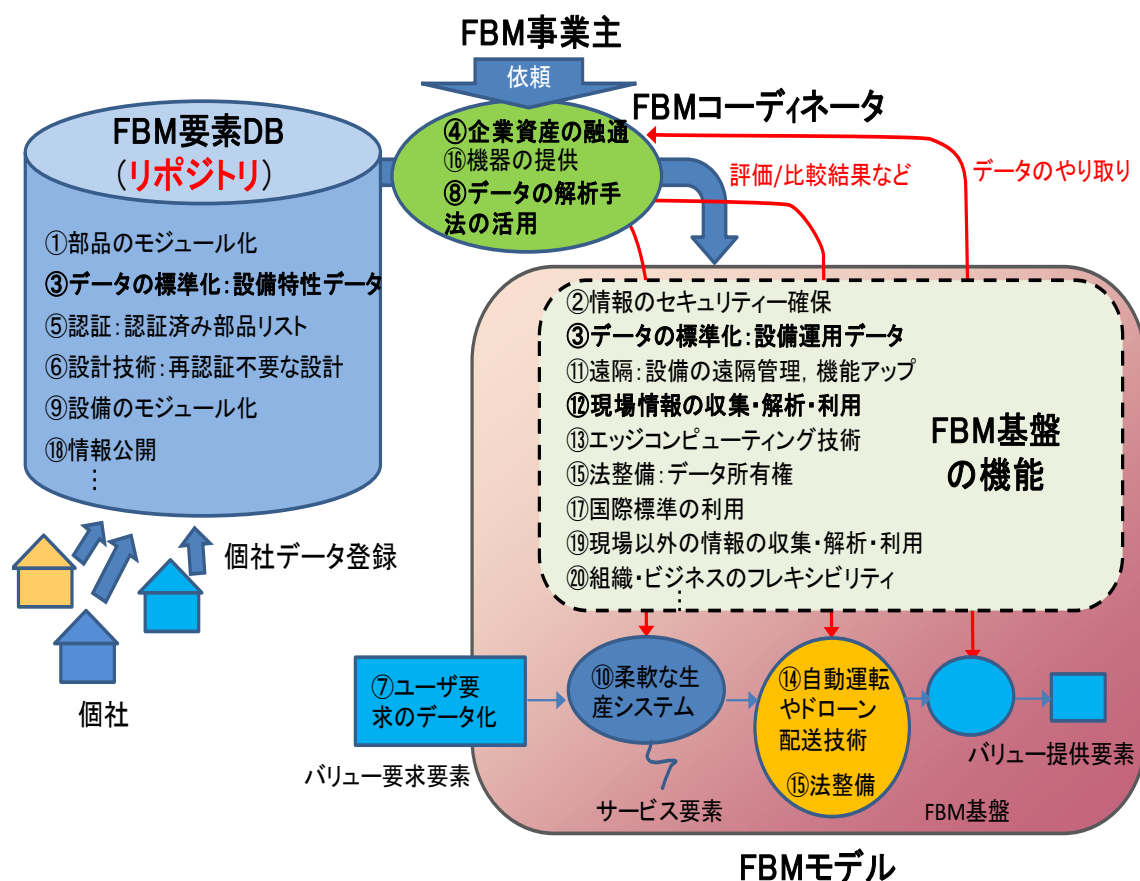
4.1.2 FBM の実現に必要な構成

2016 年度までの考察及び FBM に対する要件(3 章で検討し、表 3-2 にその結果をまとめた)に従って、FBM の実現に必要な構成を検討した。その構成を図 4-2 に示す。

図中の番号は、表 3-2 に示した FBM 要件の番号である。ニーズの変化に対して最適なバリューチェーンを瞬時に構成するためには、あらかじめ FBM 要素 DB に登録されたデータが必要で、ビジネスと製造のシステムの中で利用されるその要素は、すぐに組み合わせができるようにモジュール化等が必要である。要素の組み合わせは、FBM コーディネータにより最適化される。ニーズの変化に応じて FBM コーディネータが想定されるシステムの中から最適解を選び出す。

また、要素から情報を取り出したり、要素にデータを送信したりする基盤がある。基盤を通してバリューチェーンの各要素にアクセスできる。

なお、コーディネータにシステムを構築する事業を依頼する人として、FBM 事業主を想定した。



注 ①～⑳は表 3-2 に示した FBM 要件の番号、太字は FBM モデルとその利用環境の要件である。

図 4-3 FBM の実現に必要な構成

4.1.1 FBM モデルの利用方法概要

図 4-4 に FBM モデルの利用方法を示す。図中に記入された番号に対応する用語を説明する。

- ① FBM ツール： FBM の考え方に沿ったビジネスと製造のシステムの効率を計算して、システムの良否を評価するソフトウェア
- ② FBM 要素 DB： サービス要素のクラスと属性のデータを個社ごとにデータ化して保存

- ③ 個社： サービス要素としてコーディネータに選択採用されて、バリューチェーンの一員として機能
- ④ コーディネータ： FBM の考え方に基づき、ニーズに最適なビジネスと製造のシステムをフレキシブルに構築
- ⑤ 事業主： ビジネスのスタートさせること、ビジネスが良好かどうかを評価する役割を持ち、コーディネータを選定し、コーディネータにビジネスのシステム構築を依頼

次にシステム構築の考え方を示す。⑤事業主が新規の事業を創生するために、④コーディネータにビジネスと製造のシステムの構築を依頼する場合を想定している。コーディネータは①FBM ツールを使って、システムの効率を計算することにより、構築する可能性のある複数のシステムの候補の中から効率の良いシステムを選んで構築する。

FBM でのシステム構築/支援を行う①FBM ツールを利用する場合、②FBM 要素 DB のデータを使って製造システムの効率を計算する。なお、②FBM 要素 DB には、コーディネータからシステムの一員として選択されることを希望する③個社のデータを保存している。個社は、コーディネータに選択されるために必要な個社の製造能力や特徴に関するデータを②FBM 要素 DB にあらかじめ保存しておく。

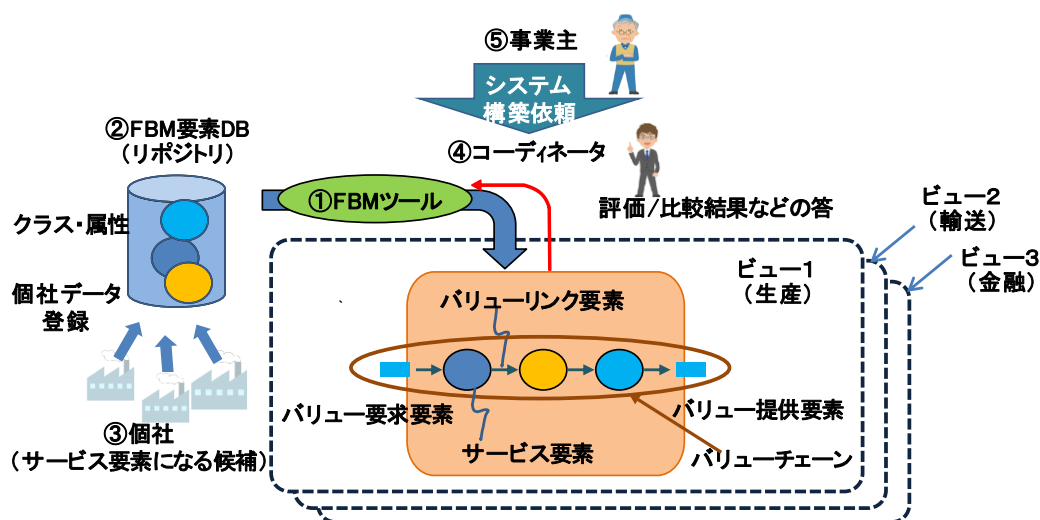


図 4-4 FBM モデルの利用方法

4.2 FBM モデルに必要な機能

3 章では、ビジネスシナリオから導かれる FBM モデルの要件を検討した。この検討から、FBM モデルには、下記 a)~d)のような機能が必要であることが分かった。本章で説明する FBM モデルに関しては、この条件を満たすよう規定している。なお、詳しくは 4.6 にて述べる。

- a) 多様な対象の表現が可能であるよう、様々な「ビュー」(評価基準に従ったモデル。ビューの基準には、「システム効率」「コスト」「納期」などがある。)を記述できる。
- b) 分かり易くフレキシブルなバリューチェーンの表現が記述できる。
- c) 評価を行う際に、現在情報を含む様々な情報の取得機能を備えている。
- d) コーディネータの様々な要請に応えられるよう、フレキシブルな評価方法を提供できる。

4.3 FBM モデル関連

4.3.1 FBM モデルの構成

FBM モデルに基づく製造システムの構築は、既知のニーズに対応した商品や、新たなニーズの掘り起こしを狙って新しい商品の創生を図るために行われる。その製造においても、ニーズに対してフレキシブルに、どういうレベルのものを、どこで、どういう手段で作るか、作った後のユーザへの提供の仕方や、その後の保守はどうするのかなど、ビジネス構造の最適化を目指してコーディネータによる調整が行われる。

4.3.1.1 サービス要素及び基盤

製造においては、製造そのものの機能と、その製造を支える機能の2つに大別できる。

a) 製造そのものの機能(FBM モデルでサービス要素と定義され、球で表される機能)

- 1) 構想に基づきどんな「もの」にするかの「商品企画」
- 2) 商品企画に基づいた「もの」を設計する「開発」
- 3) 設計された「もの」をどのような方法で生産するかの「生産設計」
- 4) 設計された「もの」に必要な原料・材料を調達する「資材調達」
- 5) 設計された「もの」を製造して商品にするための「生産」
- 6) システム的な「もの」の場合にシステムアップする「エンジニアリング」
- 7) 作り上げた「もの」が「商品企画」に適合するかを試験し保証する「品質保証」
- 8) 売った「もの」のその後の「保守」
- 9) 生産した「もの」が不要となった場合の「廃却」

b) 製造を支える機能(FBM モデルで基盤と定義され、厚板平板で表される機能)

- 1) 設計・製造・試験するための「設備導入・整備・保守」
- 2) 商品の注文を受ける「受注」
- 3) 資材調達段階、生産段階、出荷段階での「輸送」
- 4) 商品の売る「販売」

上記の「機能間のやりとり(サービス要素間のやりとり)」には、「ものの移動」に加えて、「情報の移動」や「お金の移動」等が想定できる。また、上記の機能ひとつ一つに、その機能を実現可能な複数の業者が選択肢として存在していて、それぞれがさまざまな特質を持つ。

それぞれの機能を行う業者をつなぎ、選択される基準は「利害取引」であり、利害の上にやりとりが存在し、そのやり取りし合うことで「もの」が製造されユーザ提供されていく。これらの取引がビジネスであり、その取引を支えるのが「ビジネスルールであり、ビジネス基盤」であり、FBM 基盤として扱われる。

取引相手や取引内容は、社会の情勢や、資源の供給状況、部材の入手方法、技術の進歩、ニーズなどの変化で変わっていく。

しかし、基盤の中で、これらのサービス機能が機能し、それらの機能を道具・商材としてビジネスが展開して行くことは不変である。

これを概念的に表したものが、FBM の基本概念で示される、基盤に乗った複数のサービス要素(球として表現される)群とそれらを接続するバリューリンク(線として表現される)からなり、図 4-5 全体がバリューチェーンを表現している。

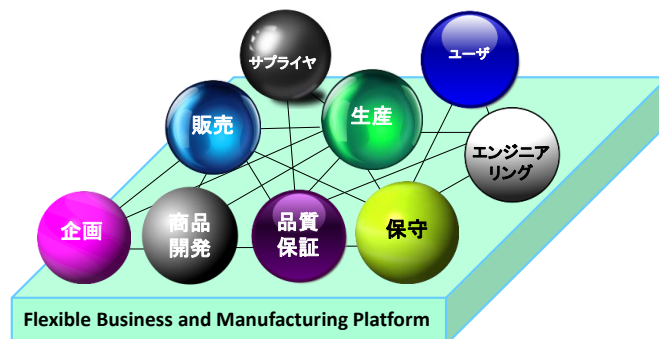


図 4-5 FBM の基本概念(の再掲)

4.3.1.1 構成モデル

FBM モデルの構成例を図 4-6 に示す。FBM モデルは、FBM の基本概念(図 4-5)を発展させ、実装(ソフトウェアツールの製作)を念頭に置いた場合に扱いやすさも考慮したモデルである。この実装には、コーディネータを支援するツール(ソフトウェア)や、FBM 要素やバリューリンクに関するデータ化支援のためのツール(ソフトウェア)等が想定される。

このモデルでは、ビジネスを表す「基盤」は「Flexible Business and Manufacturing Platform」の考え方から変更はない。一方、サービスに関連する要素(「サービス関連要素」)には、「サービス要素」に加えて「サービス付帯要素」, 「サービス結合要素」を新たに定義している。また、バリューチェーンに関連する要素(バリューチェーン関連要素)として、「バリューリンク要素」に加えて「バリュー要求要素」, 「バリュー提供要素」を新たに定義している。これらにより、FBM で対象とするシステムの整理(階層化/カテゴライズ)や、その外側のシステムとの連携(入力/出力)を定義することが可能となり、システム記述が容易となった。

FBM ではこれらの要素を組み合わせることにより対象のビジネスと製造を表現する。

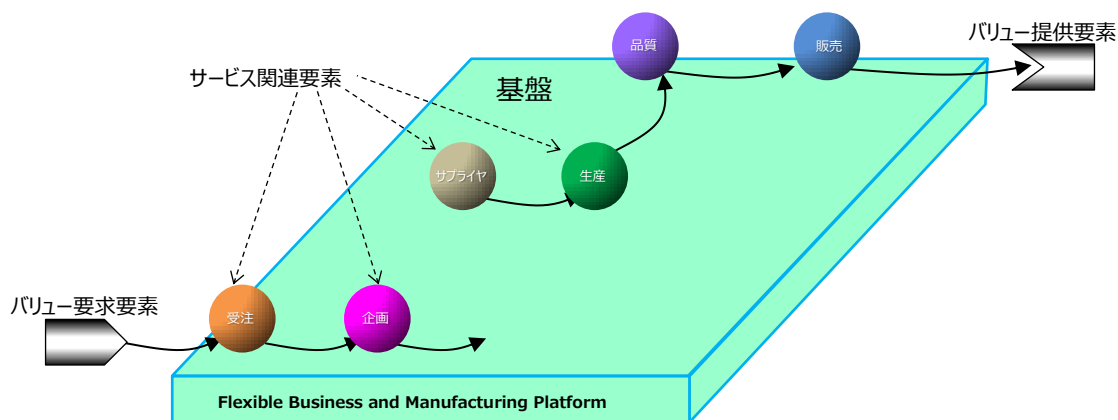


図 4-6 FBM モデルの構成例

4.3.1.2 複数ビジネスの連携モデル

バリューチェーン全体の中の、それぞれのサービス要素間のやり取りが、一つの共通のビジネスルール(基盤)に基づいて行える場合、図 4-6 のとおりの一つの基盤での表現となる。

しかし、バリューチェーン全体の中に異なるビジネスとのやりとりを含む場合、複数のビジネスがあることを明示する必要がある。複数のビジネスがあることを示す場合の概念図を図 4-7 に示す。図 4-7 では、4つのビジネスルール(基盤)がある場合を示している。

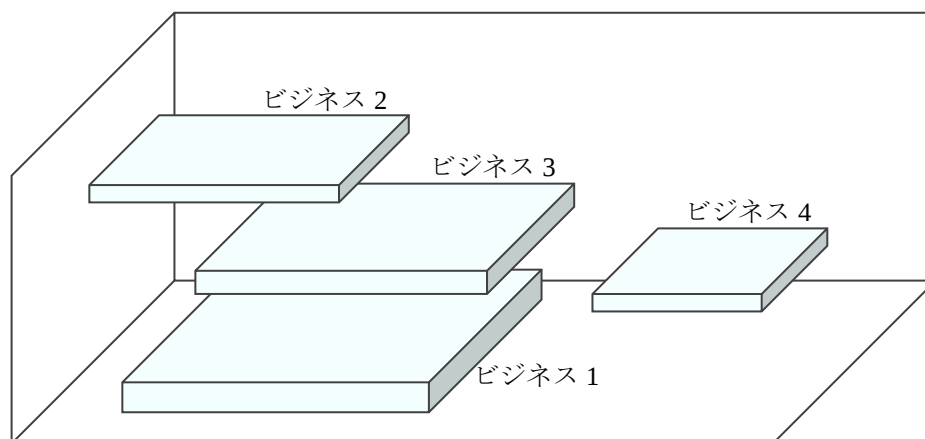


図 4-7 複数のビジネスを対象とした FBM のビュー

4.3.1.3 製造台数に見合ったフレキシブルなビジネスの組換え

FBM モデルは、単一の製品を製造するためのバリューチェーンの評価に利用するのが基本的な活用方法である。しかし、類似した「複数種の製品を製造するためのバリューチェーン」(ビジネスの組み合わせ)の総合的な評価を行う場合にも活用できると考えられる。例えば、量産やマスカスタマイゼーションにおける製造設備の構成の決定などの活用などがこれに当たる。

このような場合、ビジネスを意味する基盤を、製造台数に応じて重み付けをして複数枚組み合わせる。さらにそれらを仮想的なひとつの基盤として扱い、評価を行う。このような方法を取るにより、効果の小さいバリューリンク(線)を除去するなどのバリューチェーンの表現の単純化が可能となり、原価低減など、ビジネス全体の効率を評価できる。にビジネスの組み合わせの評価の際の FBM モデル例を示す。

なお、本内容の適用例を附属書 B に記載する。

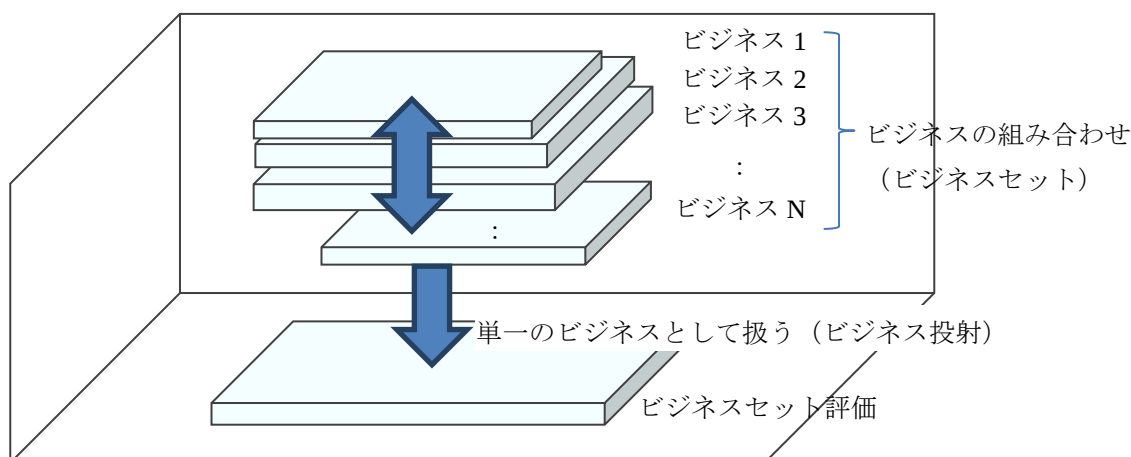
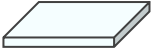


図 4-8 ビジネスセットの評価の際の FBM モデル例

4.3.2 構成要素

FBM モデルの構成要素を表 4-1 に示す。

表 4-1 FBM の構成要素(ビジネスモデル要素)

No	分類	要素名	表示形状	説明
1	—	基盤	肉厚平板 	ビジネスに関する領域を表すモデル要素。 この基盤上に、ビジネスにおける複数のサービス要素や、それらをつなぐバリューチェーン要素が置かれる。ビジネスの評価もこの領域で行われる。
2	サービス関連要素	サービス要素	球 	サービス(バリューを作る、あるいはバリュー向上させる作業)を示すモデル要素。 例えば製造を対象とすると、「加工」というサービスは、製品の価値を向上させる作業。
3		サービス付帯要素	台座 	サービスを実施するに当たり発生する付帯作業のモデル要素。例えば、事務処理コストなどをここにマップする。
4		サービス結合要素	肉薄平板 	サービスの構造化をモデリングするための要素。この上に載っている複数の要素が一つのサービス要素として機能する。例えば、サービスの細分化やクラスタ化などで利用する。
5	バリュー関連要素	バリューリンク要素	矢印 「  」	バリューリンクを示すモデル要素。 一方向又は双方向矢印で示す。
6		バリュー要求要素	矢印 図形 「  」	ビジネスの開始を表すもので、バリューに対する要求。
7		バリュー提供要素	矢印 図形 「  」	バリュー要求に対応した価値の提供。ビジネスの終着点を表すものとなる。
8	ビジネス連携関連要素	ビジネス連携要素	串(曲がる実線及び点線)	複数のビジネス間を関係づけるモデル要素。異なる基盤間、及びその上の要素間の連携を示す。

4.3.2.1 各種要素に共通な特徴

FBM モデルは様々な種類の要素から成り立っており、その組み合わせにより FBM の考えを採用するバリューチェーンの形成と評価方法を提供することができる。それらの要素に共通する機能は、次の通りである。

- ① 各要素が識別できる。

- ② 各々が要素ごとに定められるルールに基づいて接続される。この接続により、バリューチェーンが形成される。
- ③ システムの効率を評価する際に利用される属性を持つこと。なお、属性とは機能の性質を表すパラメータのことである。属性及びその内容(属性値)は、コーディネータが対象とするビジネスを評価して、どのシステムが最適かを選択する際に利用される。また、サービスや基盤の提供者は自身のデータであるプロフィールまたはカタログとして、コーディネータにデータを提供する。

4.3.2.2 基盤

バリューチェーン中にある、サービス要素間のやりとりが、共通のビジネスルールに基づいている場合、それはビジネスを表す基盤として扱える。

一つの共通のビジネスルールでの取引するためには、各々のサービス要素間でやり取りする規格が同じであり、価値基準(お金)が同じであり、ビジネス全体で何が得られるかという価値も同じ基準で判断される。

これらをまとめると、基盤は下記のような4つの機能を持つ。

- ① ビジネスとしてのモデル要素の一体管理(サービス要素を繋げる技術を含む)
- ② サービス要素間の接続方法(金融、保険、品質、セキュリティ)
- ③ ビジネスがうまく行くかどうかをツールを使って評価するための、評価方法の提供(評価式を使った演算が定義される)
- ④ 異なるビジネスルール間の連携方法の提供

これらの機能から、「基盤」はビジネスの効率を評価する方法をその中に持っていることが分かる。つまり、ビジネス効率を評価する際は、各サービス要素が持つ属性値を、「基盤」に特有な評価方法により効率を評価することができる。さらに、ビジネスの規模(売上金額と連動)、事業領域の広さ(事業の分野の広さ)、ビジネスの効率(営業利益)なども属性値から算出することが可能となる。これらの評価を実現させるためには、それぞれのサービス機能において、評価属性を「登録・削除・確認・実行」することが可能なソフトウェアの製作が可能とすることが望ましい。

4.3.2.3 サービス関連要素

FBM モデルにおいて「サービス要素」は球で描かれ、バリューを作る、あるいは、基盤内を流れるバリューを向上させるなどの変化を起こす要素を意味する。例えば、「企画」、「製品開発」、「生産」、「販売」等がサービス要素の例である。また、システム記述を容易にするために、それに付帯する性質を記述する「付帯要素」や複数のサービス要素をひとつにまとめる「結合要素」も定義している。

4.3.2.4 バリューリンク関連要素

FBM モデルにおいて「バリューリンク要素」はサービス要素間を接続する線で描かれる。バリューの流れる方向に描かれる場合と、双方向の線分として描かれる場合がある。複数のバリューリンクの組み合わせによりバリューチェーンが構成され、バリューの創生、バリューの変更(向上)等の流れを表現することが可能である。

4.3.2.5 ビジネス間連携関連要素

4.3.1.2 で述べたように、ビジネス間の関連性(基盤と基盤の関連)を記述する場合、ビジネス間の連携状態を示す要素(表記方法)が必要となる。そのため、2016 年度版製造業 2030 の要素表にはモデル図上では球や基盤を貫く「串」のように図示され、貫かれた球や基盤に共通性のあることを示す要素が示されていた。ソフトウェアの製作の上では、ビジネス間の連携状態は、各要素の属性とその間の関係性として表現される。

ビジネス間の関連を表記することが必要となる例には、下記の 4 種類の場合が想定される。これらビジネス間の関連を表記する例を図 4-9 に示す。

- ① 入出力を介した連携：複数のビジネス間で、各ビジネスを表す基盤の出力を表す「バリュー提供要素」と入力を表す「バリュー要求要素」を繋げることによるビジネス間連携。
- ② 異なるビジネスが同一のリソースを利用：例えば、複数のビジネスで使用されるリソース(装置等)を同一のリソースと表現するための表現方法。なお、リソース ID を用いることにより、この方法を使わずに複数ビジネス間に分散している同一のリソースを表現することも可能である(サービス要素間連携)。
- ③ 異なるビジネスの異なるリソース間の連携：あるリソースと同等の機能を持つ別のリソースを認識する方法。例えば、天変地異などにより生産設備が機能停止した場合に、代替リソースを瞬時に探して事業継続を行うなどの場合に活用できる(サービス要素間連携)。
- ④ ビジネス間の連携：同じ資金を活用する共通ファンドによる連携、同一資本系列によるビジネス連携を表現(基盤間連携)。

以上の中で、ビジネス連携要素を使ってシステムを表現する場合は図形表現の②③及び④の場合である。(②はリソース ID でも連携を表現することが可能) これらのシンボルとしては、ビジネス間の連携では点線、サービス要素間の連携では実線を用いる。なお、バリューリンクで表される複数の球(球+線+球など)は、それに注目することにより、ひとつの「サービス要素」として扱うことが可能であるため、ビジネス間連携要素の記載は不要である。

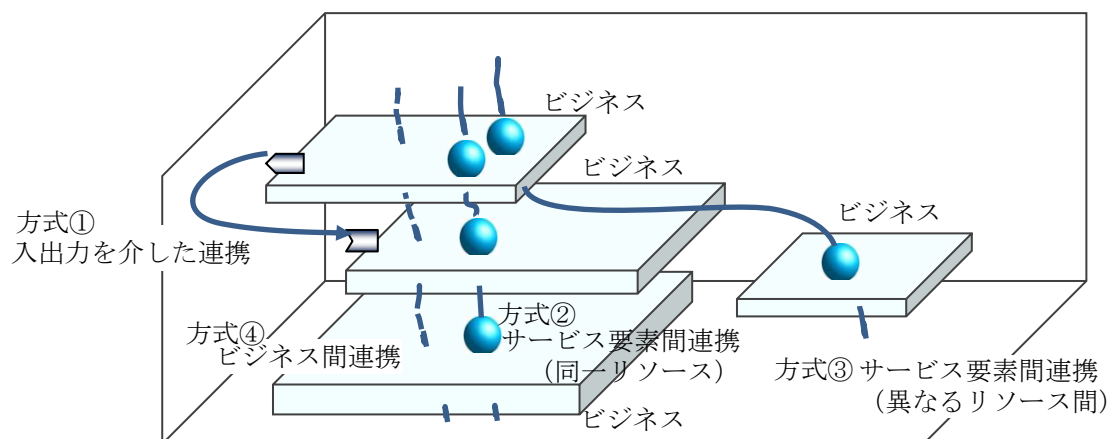


図 4-9 複数ビジネス間の連携の表記方法

4.4 FBM の考え方を利用してシステムをデザインする手順

FBM に基づくシステムデザインの手順の例を、表 4-2 に示す。ここでは、事業全体の成否に責任を持つ者を事業主とし、受注活動や製品企画などを実施した結果、ユーザのニーズに応じて何らかのバリューを提供する主体となる。事業主はバリューチェーンの構成をデザインして構築する必要があるが、それをコーディネータに依頼する場合を典型的な例として考える。コーディネータは、FBM モデルを活用して、様々な条件のもと、事業主に最適な効率のバリューチェーンをデザインする。これは FBM モデルを活用する代表的な例である。一方、受注活動や製品企画からバリュー提供するまで、最初から最後まで FBM モデルで記述して、全体の最適な効率化を図る場合もある。持ち株会社から見た事業推進の例は、この例に当たると考えられる。

また、表 4-3 にこれを準備するための作業手順を示す。FBM モデルを利用するためには、サービス要素の適否を判定するための基礎データの収集/整理と判定する方法を指定する作業がある。

また、これらの作業の詳細手順とそこで考慮される主なオブジェクト(ものや機能をひとまとまりとして扱う時に使う用語)に関して**附属書 C**に掲載する。

表 4-2 FBM の考え方を利用するシステムデザインの手順の例

No	大区分	フェイズ	内容
1	バリュー要求(入力定義)	受注活動・製品企画	FBMの対象活動を受注する、または企画する。
2	バリューチェーンデザイン	FBM設計指示	コーディネータにFBMによるシステム設計を指示する。
3		バリューチェーン作成	バリューチェーンを作成する。その際に、バリューチェーンのテンプレートに自動フィル等のような支援を行うツールなども利用可能。
4		バリューチェーン評価	バリューチェーンを評価する。
5		バリューチェーン報告	完成したバリューチェーンをFBM事業主に報告する。
6		バリューチェーン確認	報告されたバリューチェーンが本当に適しているかを確認する。
7	バリュー生成	実行指示	バリューチェーンに沿って、実行の手配指示を行う。
8		実行	手配指示に従い実行し、完了した場合にFBM事業主に報告する。
9	バリュー提供(出力の定義)	ビジネスの検収	納品・販売などや、費用回収を行う。

表 4-3 FBM の考えを利用するシステムを構築するための準備作業

No	大区分	フェイズ	内容
1	システム効率を評価する準備	FBMカタログ作成(各企業を定義するデータ)	FBMで扱われるビジネスの内容をテンプレートに埋めるように作成する。これを元にFBMの専門家がプロファイルを作成する。(専門家ではなくても対応できるようにする為)
2		FBM要素クラスプロファイル作成を表現するデータ・セット	FBMで扱われるサービスやバリューリンクなどの要素クラスを作成するためのプロファイルを作る。プロファイルからツールの利用するデータ類(クラス含む)が生成される。
3		FBMの効率を評価するルール作成	FBMバリューチェーンの評価ルールを設定する。評価ルールは、FBM対象ビジネスごとに異なる。

本表に記載する手順の詳細は、**附属書 G** に示す。また、飲料自動販売機を製造するビジネス事例を元にして、**附属書 H** に詳細手順を説明する。

4.5 FBM ツールの実装及び運用

4.5.1 データ準備のための規定

4.5.1.1 属性(プロパティ)

FBM モデルに現れる各要素は、属性を持つ。属性とは、各 FBM 要素が持つその性質を表す項目及びその「値」であり、その要素の種類ごとに複数の属性があり、その組み合わせが異なる。また、その内容(属性値)は、サービス要素や基盤の提供者がシステム構築するコーディネータにプロフィールまたはカタログとして提供される。コーディネータは、対象とするビジネスを評価し、構築する際に、各要素に提供されている属性値を利用する。

属性には、全体に共通なものと、要素ごとに共通なもの、各要素に独自のものが存在する。属性は、ツール(ソフトウェア)によって利用する方式が異なるため、例としてだけ定義される。附属書 E に主な要素に共通な属性の例を記載する。

4.5.1.2 プロファイル

FBM モデルを用いて、ソフトウェアによりシステムの効率性を表す評価値を得るためには様々な要素の属性及び属性値が利用される。属性とは異なるプロフィールをどのように表記するかに関しては今後統一すべきであり、課題と考えている。

また、プロフィールが外部からコーディネータに提供されることを前提としている。附属書 E に FBM の各構成要素のプロフィールを提供する者には何があるかを示す。なお、プロフィールを作成するためには専門的な知識が必要であるが、実際のサービスや基盤の提供者はソフトウェアの専門家であるとは限らない。そのため現実的には、実際のサービスや基盤の提供者には自社を記述するカタログの提供を依頼し、そこから専門家がソフトウェアに必要な属性値を作成することとなると考えられる。

4.5.2 実装(ソフトウェア製作)関連

ソフトウェアの実装に関しては、下記の 4 つの課題がある。本年度は、そのうちで①の要件に關しての検討を実施した。②～④については、今後の検討を期待する。

- ① コーディネータを支援する機能(評価方法)の推奨機能
- ② ツール(ソフトウェア)・フレームワーク(ソフトウェア+データ)の推奨仕様
- ③ ソフトウェアの表示標準(メニュー、シンボルなど)
- ④ 操作性評価

4.5.2.1 コーディネータを支援する機能の評価方法

コーディネータを支援するためには、様々な評価が必要となる。また、そのためには様々なノウハウを投入する必要がある。そのためには、下記のような機能が必要となる。

- ① データ収集：登録情報(属性値)やフィールドからデータを集める機能
- ② データ解析：収集データを解析し、所望の内容/形式に変換する機能(正規化)
- ③ 状況評価：正規化データを用いて所望の評価を行う機能
- ④ バリューストチェーン構築支援：所定要件(状況・人的入力)での要素のチェーン構築機能
- ⑤ 判断支援：バリューチェーン評価シミュレーション
- ⑥ 判断：最終判断機能(多くの場合は人が行う。)

⑦ 連携：依頼書や発注書を自動的に生成し、人からの許可を得た後に対象に送る機能

さらに、これらの機能は、変化する環境に対応していくため、次々と変更・成長可能である必要がある。

このため、機能を一度決めたらその後には仕様を変更しない種類のソフトウェアを使ってシステムに組み込むのではなく、様々な機能の組み込みをサポートし、継続発展するプラットフォーム的な構造が要求される。

例えば、各要素の属性値を用いて所望のシステムの効率評価を行う際の評価方法などがこれにあたる。ビジネスの規模(売上と連動)やビジネス領域の広さ(ビジネスドメイン数)、ビジネスの効率(営業利益)等を抽出する。または、複数の属性値からビジネス効率を算出するなどの機能が必要である。その場合、FBM モデルの利用者がソフトウェアを使って対象の評価値を基盤に対して問い合わせることにより、内蔵された評価アルゴリズムによる評価値を得ることができることが望ましい。その際、評価方法は基盤内で定められているが、一旦、評価方法が呼び出されると、サービス要素等の様々な要素に対して設定された属性値を、指定された手順で問合せ、演算し、その評価結果を呼び出し側に答えとして戻す必要がある。これらの機能は様々なパターンをとるため、機能を登録する仕組みや登録済みの機能を検索する方法のソフトウェアが推奨される。

附属書 F に、フレームワークが提供する評価機能についての推奨機能を示す。

4.6 FBM 要件(3 章で検討)への対応

表 4-4 に、FBM モデルと 3 章に述べられた FBM に対する要件(表 3-2)との関係を示す。モデルの対象としていない項目もあるが、想定しているユースケースにおける要件を今回のモデルがほぼカバーしていることが分かる。また、カバーできていない部分に関しては、個別事象として扱う項目と考えられる。

表 4-4 FBM に対する要件と FBM モデルの対応

No	FBM 対応	FBMモデルの機能 /非対応判定理由	FBMモデルの対応機能詳細 /非対応理由詳細	3章における対応する要件
1	対 応 範 疇	多様な対象を表現	多様な対象の表現が可能	⑩様々なビジネスシナリオに対応可能
2		フレキシブルなバ リューチェーンの 表現	サービス内容の入替えが容易	④企業資産の融通
3		様々な情報の取得 機能を具備	FBM要素に内包する様々な情 報を取扱い可能	③データの標準化：設備特性データ ⑲現場以外の情報の収集(・解析・利用)
			リアルタイムデータを取得可 能	③データの標準化：設備運用データ ⑫現場情報の収集(・解析・利用)
4		フレキシブルな評 価方法を提供	様々な情報を対象に多様な評 価が可能	⑫現場情報の(収集・)解析・利用 ⑲現場以外の情報の(収集・)解析・利用
			評価方法をカスタマイズ可能	⑧データの解析手法の活用
5	非 対 応 項 目	表3-2においてFBM モデルが対応すべ き事項に分類され ていない項目	システム化技術項目	①部品のモジュール化 ②情報のセキュリティ確保 ⑥設計技術：再認証不要な設計 ⑦ユーザ要求のデータ化 ⑨設備のモジュール化 ⑩柔軟な生産システム
			個別技術項目	⑪遠隔：設備の遠隔管理、機能アップ ⑬エッジコンピューティング技術 ⑭自動運転やドローン配送技術
			技術以外の項目	⑤認証：認証済み部品リスト ⑮法整備 ⑯機器の提供 ⑰国際標準の利用 ⑱情報公開 ⑳組織・ビジネスのフレキシビリティ

4.7 まとめ

FBM モデルに関して 2016 年度から 2017 年度に検討して来た内容と今後のテーマをまとめた。
 今後は 2018 年度以降のテーマの欄に記載した内容を検討して行く計画である。

表 4-5 FBM モデル年度別検討内容

分類	FBM モデルに関する年度別検討内容		
	2016 年度	2017 年度(本節の内容) (番号は章・節の番号)	2018 年度以降のテーマ
モデル関連 (モデル化・抽象化)	・モデルの概念 ・モデルの基本構造	4.1 はじめに(これまでの検討の経緯) 4.2 FBM モデルに必要な機能 4.3 FBM モデル関連 4.6 FBM 要件(3章で検討)への対応 4.7 まとめ(年度別検討内容)	—
実装 (プログラミング化)	—	4.5 FBM ツールの実装及び運用	・データベース ・ASP の仕様
運用	—	4.4 FBM の考え方を利用して システムをデザインする手順	・運用(データ規定と運用規定/データハンドリング)
啓発・広報活動	—	—	・国際標準化(仕様作成・提案) ・書籍等の発行 ・コーディネータの育成

5 制御盤の将来像(制御盤 2030)(WG2)

5.1 2016 年度の総括

スマートマニュファクチャリング特別委員会の WG2 では、FBM(フレキシブル・ビジネス・アンド・マニュファクチャリング)を実証する題材として制御盤に焦点をあて、2030 年の「制御盤のあるべき姿」について、一般社団法人 日本配電制御システム工業会(JSIA)の会員を交えて議論を行ってきた。その中から導き出された制御盤の進化の過程を図 5-1 に示す。

中でも量産型の FA 用制御盤においては、その機能毎に分割(モジュール化)され、其々が無線で通信を行うようになる。各モジュールは再利用性が高く、設計・製造コストを削減し、顧客(納入先)の要求事項にも柔軟(フレキシブル)に対応することが可能となる。

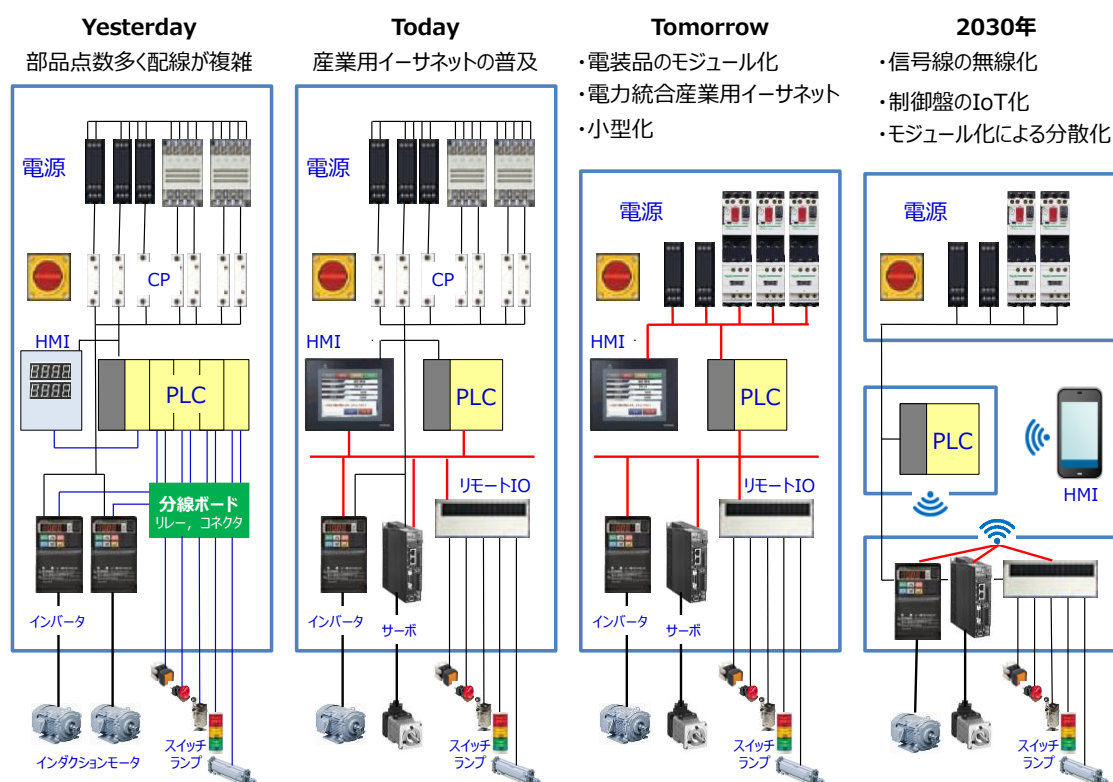


図 5-1 制御盤進化論

さらに、このように制御盤がモジュール化されるようになると、顧客の要求に応じてモジュールの組合せや発注先の選定が重要となり、それらをコーディネートする企業が見れると予測する(図 5-2)。

また、各モジュール間のインタフェースを標準化するために、工業会の果たす役割も大きい。ここで指摘された項目(モジュール化、コーディネータの存在)は、3 章で抽出した FBM の重要な要件であり、制御盤 2030(2030 年の制御盤のあるべき姿)は、FBM のビジネスシナリオの1つとなっていることが分かる。

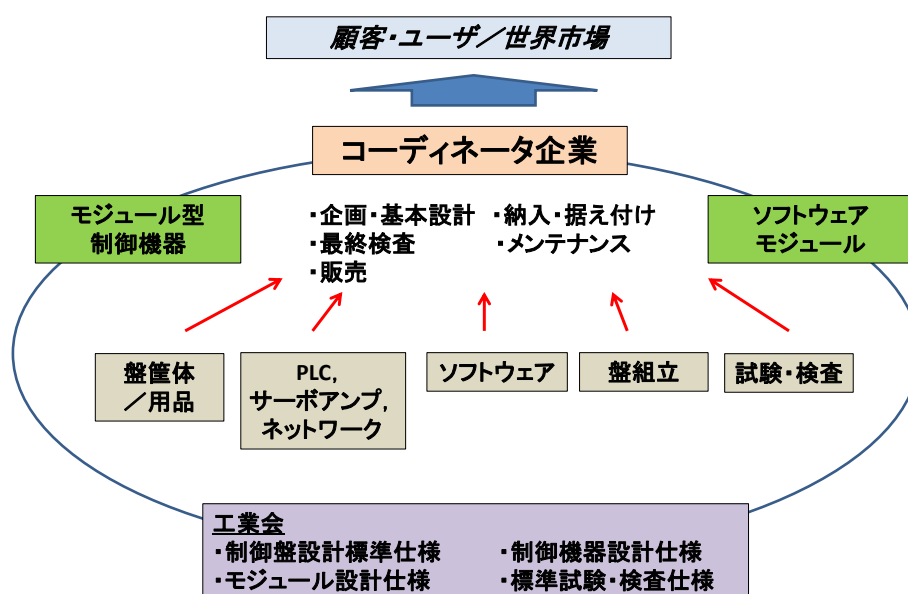


図 5-2 コーディネータ企業と工業会の役割

5.2 今年度の検討の進め方

近年、製造業各社の生産現場では、市場のグローバル化や最終製品の多様化等、多くの環境変化に合わせ、生産設備の高機能化が求められ、それに呼応する形で制御盤に搭載される FA 機器も増加し、膨大な配線で作業が複雑化している。さらに、生産設備の迅速な立ち上げが必須となる一方で、熟練工を中心に労働人口は減少し深刻な人手不足が発生している。このような中で、設備メーカーや制御盤メーカー各社が抱える、設備や制御盤の“小形化”、“短納期化”、“付加価値の向上”といった課題への解決策が必要となる。

5.1 で示したように、2030 年の制御盤は「モジュール化」され、顧客の要求に応じてそれらの最適な組合せを考える「コーディネータ」企業が現れることを提言した。

そこで 2017 年度は、「2030 年の制御盤のあるべき姿」と現状のギャップを把握することを目的とし、WG2 メンバ各社の取組み事例について紹介いただき、意見交換を行った。

5.3 将来像と現状の最新事例とのギャップ認識

5.3.1 概要

制御盤の進化論 「制御盤のあるべき姿」(5.1)を実現する上で重要となる、「信号線の無線化」, 「制御盤の IoT 化」, 「モジュール化による分散化」を実現するためには、電装部品の進化(多機能・高性能、小形化、共通化、省配線化など)が不可欠である。その課題解決の方向性として制御機器メーカーの取組み事例の紹介を踏まえて、「顧客が求める制御盤のあるべき姿」について述べる。図 5-3 に概要を示す。

ここで、「顧客が求める制御盤のあるべき姿」は制御盤 2030 の要件であり、それらは、3 章の表 3-1 で示された FBM 要件と制御盤 2030 の個別要件に分けられる。つまり、設備の状態監視、故障検知、モジュール単位でのメーカー間互換性確保、モジュール単位での交換により保守簡便化、エンジニアリングチェーン及びサプライチェーンの合理化は、3 章で挙げられている項目に含ま

れ、一方、制御盤の筐体レス、制御盤の小型化、配線工数の削減は、制御盤 2030 個別の要件である。

また、図 5-3 の顧客への提供価値は、3 章で述べられているビジネスシナリオが生む新たな付加価値(その一部は、FBM が生む付加価値)と同等なものである。

3 章では、あるべき姿を実現するために今後やるべきこと(課題)は述べてないが、5 章ではそこまで検討を進めた。

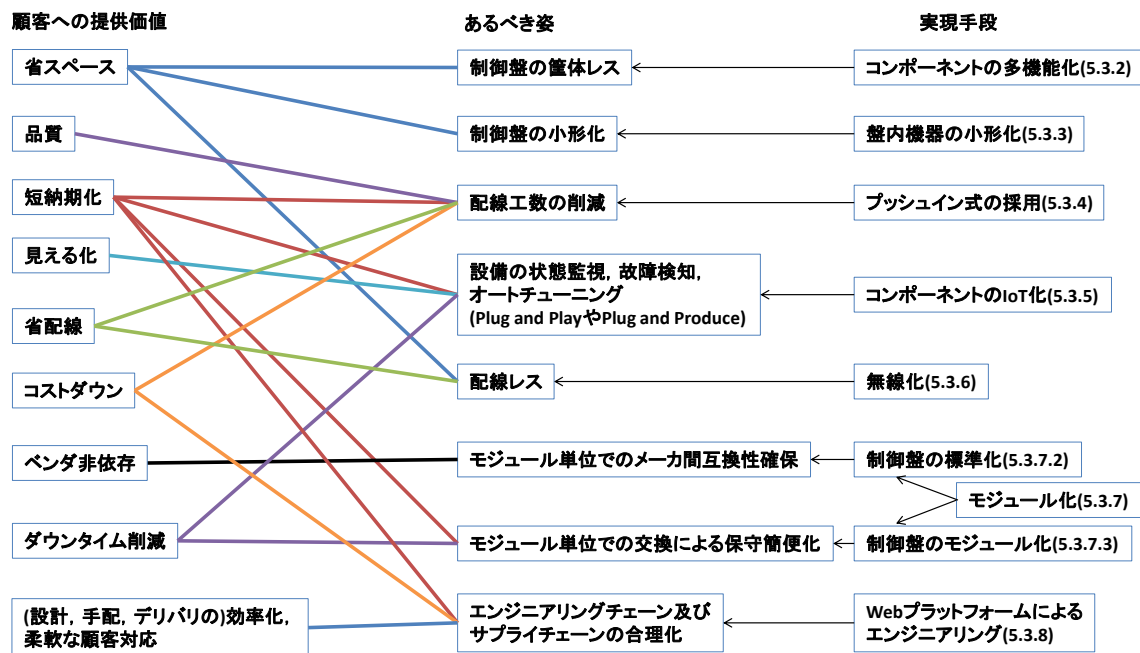


図 5-3 顧客が求める制御盤のあるべき姿

5.3.2 コンポーネントの多機能化

制御盤筐体の役割は、「各種機器を一カ所にまとめて操作ができ、塵埃・熱・湿気からの保護、人への感電防止」であるが、コンポーネントである制御機器の多機能・高性能により、筐体レス化が可能になってきている。

例えば、図 5-4 のとおり、インバータ単体で、制御機能、防塵、防水構造でノイズ対策フィルタを内蔵しており、制御盤への収納不要(盤筐体レス)が実現可能となる。そのインバータでは、PLC(プログラマブルコントローラ)で制御していた機能を搭載し、温度、圧力、流量等の条件に応じて冷却塔、冷却水ポンプなどの運転をきめ細かく制御できる。



機械室等における設置イメージ

図 5-4 制御盤レスの機械室

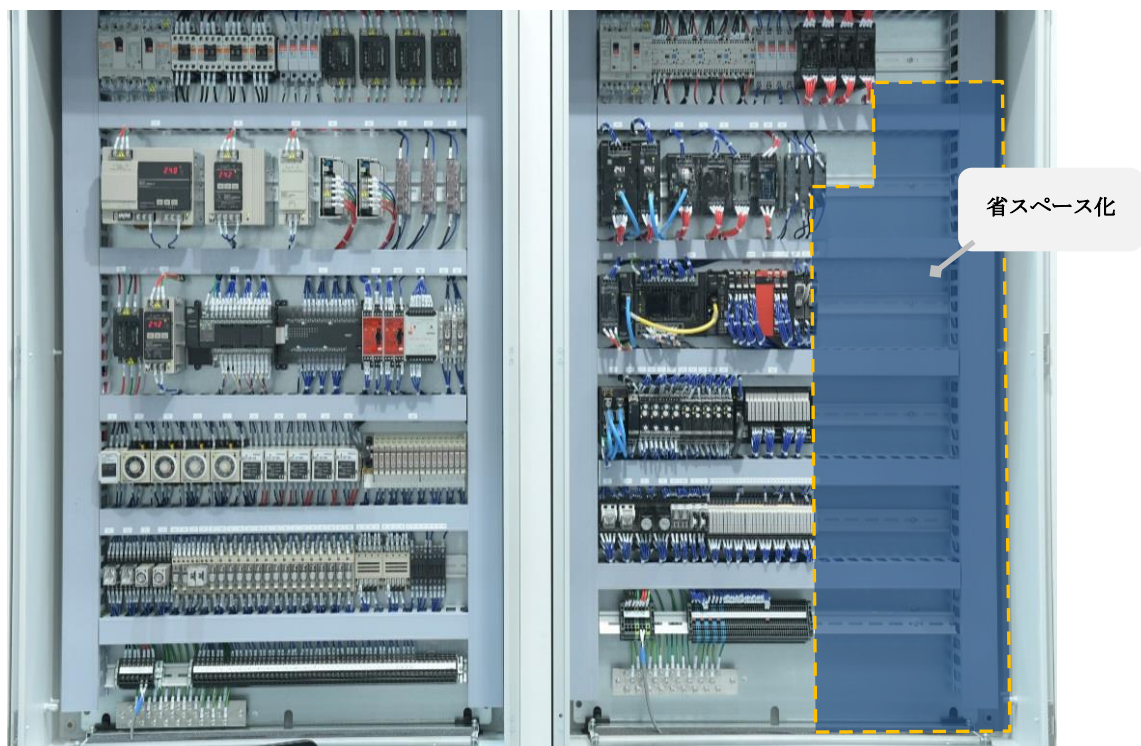
今後は、盤筐体の形態に拘らず、機械側に制御部分が含まれていくソリューションが主流になっていくと推測される。既に包装機械業界では、制御機器が機械のフレームと一体となった斬新なデザインの機械が評価を集めている(図 5-5)。



図 5-5 フレーム一体型制御盤の包装機(SCHUBERT 社)

5.3.3 盤内機器の小形化

盤内は、様々な機器が配置され、異なる機器間では、寸法や配線方法の共通性は少なく、盤内スペースに無駄が生じていた。寸法や配線方法を統一し、小形化した機器の登場で、制御盤の省スペース化が期待できる。



従来機器による制御盤

小形化した機器による制御盤

図 5-6 機器の小形化による制御盤の省スペース化

5.3.4 プッシュイン式の採用

製造現場の環境変化への対応から、FA 制御盤に搭載する機器が膨大になり、配線が複雑化している。一方、労働環境が厳しくなる中でも、品質の安定性向上と生産効率との両立が求められている。日本における制御盤の製造では、ねじで締める丸端子及び Y 端子が一般的であり、配線作業において、ねじ締めの手数が多くを占めている。

欧州において一般的なプッシュイン式の端子台の使用により、ねじ式機器に比べ、大幅に配線工数削減が可能(図 5-7)となる。さらに輸送や装置の振動によるねじの緩みが生じないため、増し締めが不要となる。

プッシュイン式の説明は、JSIA の「制御盤製作の省コスト化の調査研究 #1 配線接続の合理化に関する調査報告書」参照。

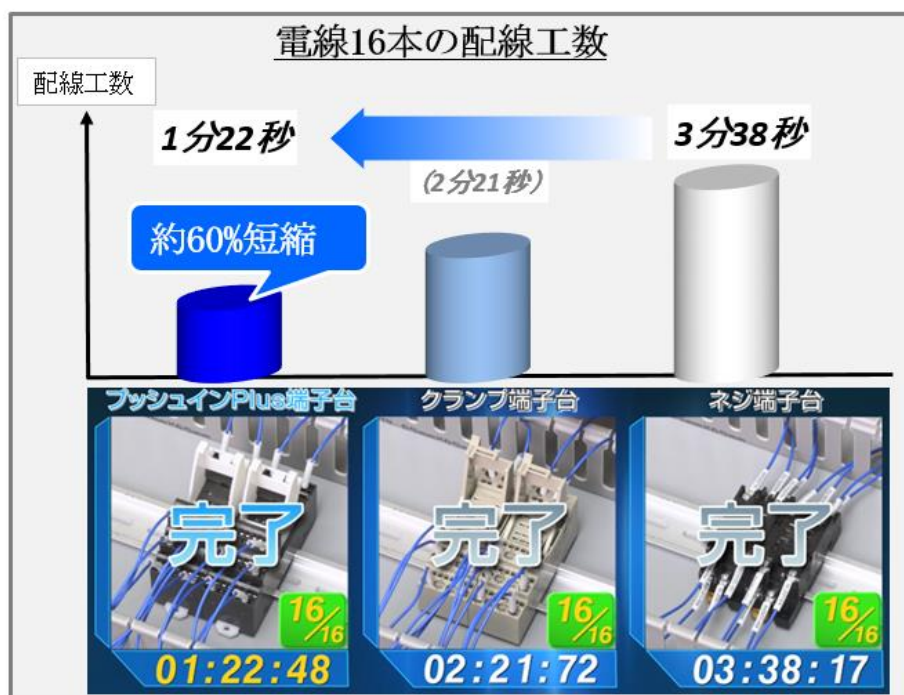


図 5-7 ねじ式機器とスクリーレス機器配線工数比

押しイン式機器は、日本の制御機器メーカーも注力しており、主回路機器にも適用されつつある。図 5-8 のとおり、品質安定性及び生産性向上以外にも、盤の小形化や安全性向上の利点がある。

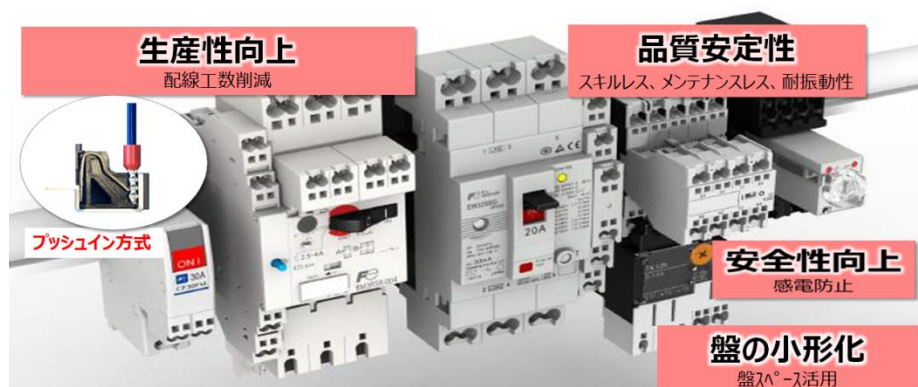


図 5-8 プッシュイン式機器拡大(主回路機器)

5.3.5 コンポーネントのインテリジェント化(IoT 化)

製造業では近年、IoT を活用することで多品種少量生産やより高度で効率的な生産への対応を実現する取組が行われている。将来的には制御盤を構成する機器と機器、そしてそれら機器と操作する人や保全する人が繋がることによって、設備の状態を監視し、故障を事前に捉え、設備が自律的にオートチューニングしながら最適な生産を継続することが可能となる。

さらに、機器をネットワークに接続すれば、必要な設定が自動的にダウンロードされ、人による初期設定なしで動作させることができるようになる(Plug and Play)。また、製造ライン変更によ

る設備変更が発生した場合においても、速やかに稼働して製造をすることができる(Plug and Produce)。このようにコンポーネントの IoT 化による製造業へのメリットは非常に大きい。

これまでは産業用ネットワークへの接続は、コントローラや HMI 機器などの機器に限られていたが、現在では監視機器やスイッチング電源、温度調節器にまで IoT 化が展開されてきている。



図 5-9 広がる IoT 化

＜オムロン(株)カタログより＞

今後、リレーなどの I/O 機器、タイマなど小形で比較的価格の安いコンポーネントへ展開が加速し、状態監視、故障検知、設備の自律的なオートチューニングを実現していくためには、産業用ネットワークを構成する部品のさらなる小形化及び低価格化が必要となってくる。

また、製品に 2 次元バーコード(QR コード®)を付与し、モバイル機器などで読み取ることで製品情報をスピーディに入手することができる取組みや AR 技術も活用しながら保全効率の向上を図る取組みも IoT 化の 1 つの取組みとして行われている。今後、機器メーカー間で入手できるデータ形式の統一化、アプリケーションソフトなどの共通化などが保全作業の大幅削減の実現には必要不可欠となる。



図 5-10 二次元バーコードの活用

＜Schneider Electric Japan Holdings Ltd Web Site より＞

5.3.6 無線化

生産性向上を目的とした生産設備や生産状況の「見える化」への投資の活発化によって、I/O 点数が増加し、装置が複雑化していること、季節商品や製品のモデルチェンジなど生産変動に合わせたフレキシブルな工程・ライン変更が求められることから、制御盤内配線の膨大な変更作業に繋がっており、制御盤内信号の無線通信に対する要求が高まってきている。

有線通信と比較し、無線通信には次のメリットがある。

- ・ 配線作業工数、配線材料削減による製作コストの低減
- ・ ワイヤ断線、ねじ緩みによるワイヤ脱落が起こらない。
- ・ 制御盤内の配置変更を短時間で実現(フレキシブル性向上)

一方、無線通信には一定の遅延時間(一般に数 10 ms~100 ms)が発生するため、現段階では制御盤内信号の無線化には用いられておらず、図 5-9 に示すようなリアルタイム性を必要としない工場内表示や生産状態報告用押しボタンスイッチなどの無線通信化に限られている。



図 5-11 工場内の無線利用

<オムロン(株)カタログより>

今後、制御盤内信号の無線通信を実現するにあたって、次の点が課題となる。

- ・ 遅延時間の極小化のための無線デバイス、プロトコル開発(1ms 以下の遅延)
- ・ 大型モータ、盤内コンダクタなどが発する無線帯域のノイズ対策技術の確立
- ・ セキュリティ面での安全性、信頼性確保

リアルタイム性を実現した無線ネットワークが実現することにより、機械間通信での無線化(図 5-11)が普及し、さらに制御盤内のノイズにも対応することで、制御盤内通信の無線化が可能となる。モノや技術が整備されつつある中、今後は法整備、セキュリティ対策や業界のパラダイムシフトにより、より進化したシステム開発につながっていくことを期待したい。

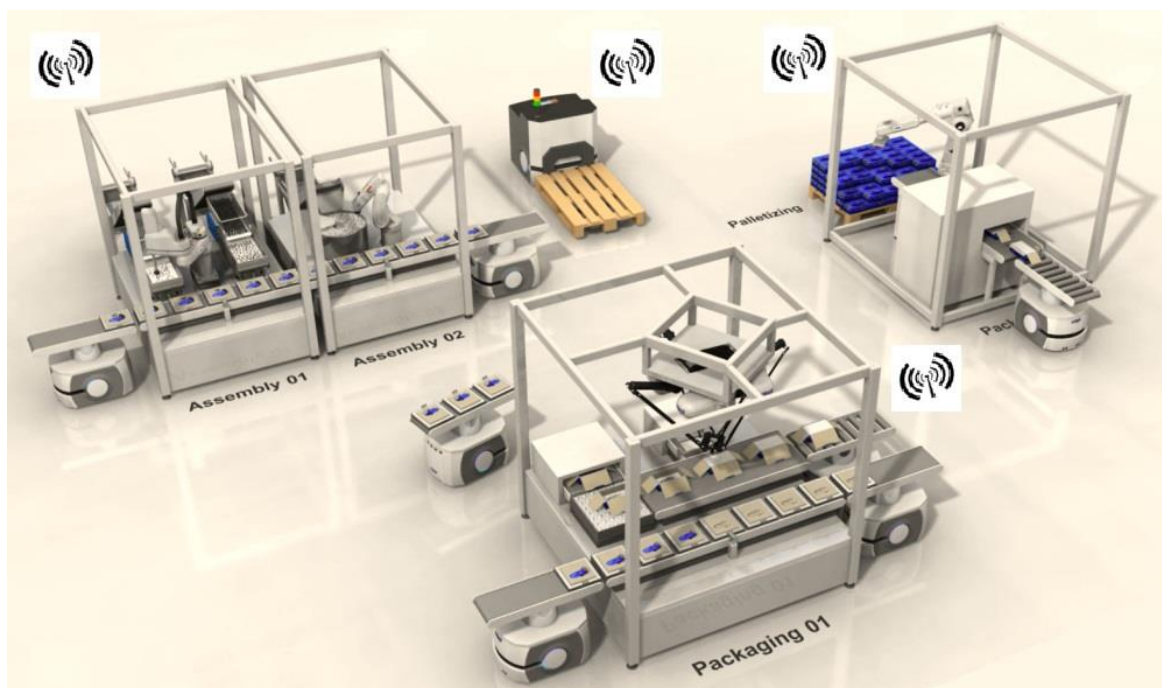


図 5-12 機械間通信での無線化

＜オムロン(株)カタログより＞

5.3.7 モジュール化

5.3.7.1 制御盤のモジュール化の概要

制御盤のモジュール化の概要は、附属書 J 参照。

5.3.7.2 制御盤の標準化(コントロールセンタの例)

現在、最も標準化されている制御盤であるモータコントロールセンタを例として制御盤に於ける現段階のモジュール化に対する方向性を示す。

モータコントロールセンタは、1 つのモータに対して MCCB・過電流保護リレー・電磁接触器などから構成されるモータ駆動用の動力回路を 1 つのユニットに納め、そのユニットを給電用の水平母線、垂直母線が配置される筐体に挿入して使用する制御盤である。主として制御盤の電源部と駆動部を収納する盤で、制御部を構成する補助継電器盤や PLC 等と組み合わせて使用する(図 5-13)



図 5-13 コントロールセンタのユニットと外観

＜三菱電機(株)三菱 B 形コントロールセンタカタログより＞

モータコントロールセンタの原形は 1935 年に米国において製品として上市された^(注 1)。省スペース性, ユニット追加による拡張性, ユニット交換による故障時の設備停止時間の削減などの利便性から国内の産業界においても多く採用され, 1966 年には JEM 規格も JEM 1195(コントロールセンタ)として制定されている。規格自体は時代の変遷に合わせてブラッシュアップされており, その規格に基づき, 現在も多くの国内メーカーがコントロールセンタを製造している。しかしながら, その外観は図 5-14 に示すように各社似ているようで違っている。

(注 1) Eaton カタログ Volume 12—Aftermarket, Renewal Parts and Life Extension Solutions V12-T14-2 頁による



図 5-14 各社コントロールセンタ外観

＜三菱電機(株)三菱 B 形コントロールセンタカタログ,
(株)日立産機システム日立モータコントロールセンタカタログ,
東芝産業機器システム (株)TE 形コントロールセンタカタログ,
富士電機(株)モータコントロールセンタ SM1201 カタログより＞

JEM 1195 で規定されている内容は、適用範囲・使用状態・定格・保護構造・形式・試験方法、表示方法など性能や安全性に関する事項であり、ユニットと盤筐体のインタフェースは規定されていない。よって、メーカー毎にユニットの互換性は保証されているが、メーカーを跨いでのユニットの互換性がないのが現状である。電氣的な容量や遮断電流等の定格や性能の保証を鑑みるとメーカーを跨いでのユニットの互換性を実現するモジュール化の可能性はまだ低いと言える。

しかしながら、コントロールセンタユニットのインテリジェント化により、各コントロールセンタユニットと PLC のオープンな通信(PROFIBUS, Modbus[®], FL-net, CC-Link 等)によるインタフェースのサポートが開始されている(図 5-15)。このことは、A 社 PLC を用いて C 社コントロールセンタを制御することが可能となってきたことを示しており、複数社が混在するモジュール化の第一歩と言える。

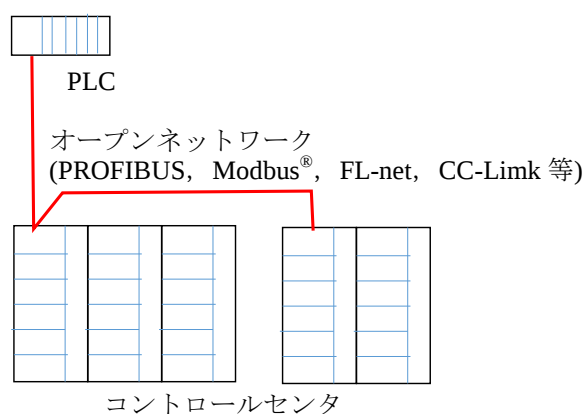


図 5-15 コントロールセンタとオープンネットワーク

5.3.7.3 制御盤のモジュール化

クローズ戦略としてモジュール化を推進するメーカーも海外では出現している。Schneider Electric のモジュール制御盤用機器(Modular Control Panel Solution)は、制御盤の設計、部品調達、組立、試験、保守などにおける QCDS(品質・コスト・納期・安全)の向上を目指すとともに、これらのエンジニアリングチェーンの変化を促す製品として見なされている。

モジュール取付板に搭載されるモジュール機器には、安全機器接続の制御・配電機器、インバーター一体形コンタクタ、フィルタ付制御トランスなどがあり、それらは主回路用及び制御回路用コネクタにより接続される。また、盤内部品として、主回路バスバーモジュール、モジュール取付板設置用クロスバー、電線引き回し用アップライトなども供給されている。

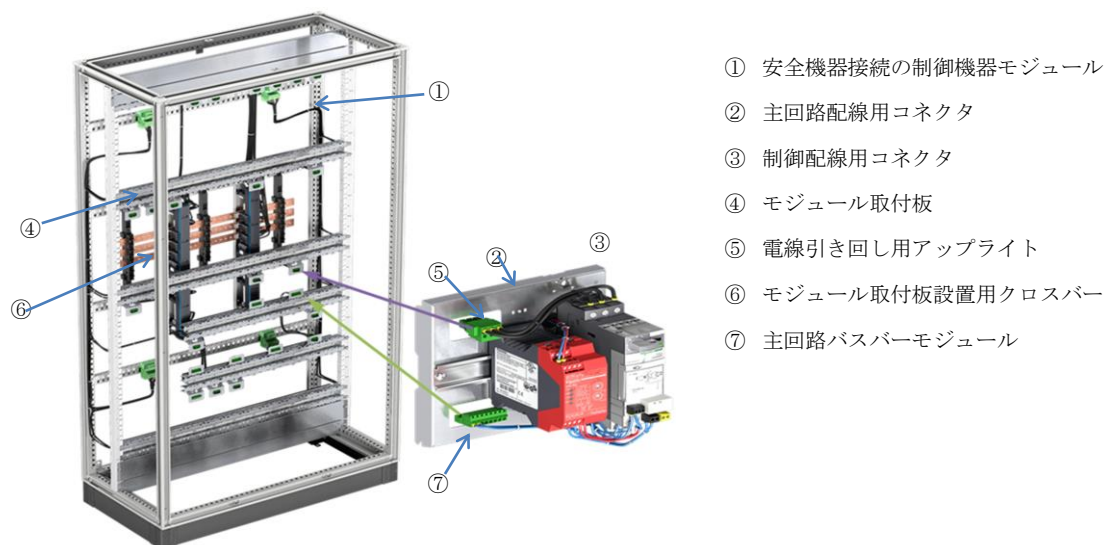


図 5-16 Schneider 社のモジュール制御盤用機器

本製品は、モジュール構造の特質を生かした以下のような特長を有している。

- a) モジュール構造の採用により、組立時間が 30 %短縮するとともに製造コストも 30 %低減し、納期短縮にも寄与する。
- b) モジュール機器を発熱量の少ないもの(制御機器など)を前方区画に、発熱量の多いもの(トランスなど)を後方区画にそれぞれ配置する方式を採用することにより盤内温度、気流の最適化を図ることが可能となり、冷却ファンのサイズ、数の低減や電気料金の削減を図ることが可能となる。
- c) 構成部品が取付板ごとのモジュール構成によるコネクタ接続方式になっているために、保守交換作業が容易となり、設備のダウンタイムの削減に貢献する。
- d) 専用の機器選定用コンフィグレーションツールを用意するとともに、EPLAN, Auto CAD, E3 Series などの CAD ツールのデータ適用が可能であるので、機器選定、盤内レイアウト設計などの作業性が向上し、設計費用の削減と開発リードタイムの削減に寄与する。
- e) モジュール機器は、IEC 61439 規格群(Low-voltage switchgear and controlgear assemblies)の適合性試験が Schneider 社で実施済の製品となっており(TVDA: tested, validated, documented architecture), Schneider 社で試験記録文書を準備しているために、制御盤メーカーにおける IEC 61439 の適合性試験作業の大半を省略することが可能となり、盤製作の期間、コストの削減を図ることができる。また、主回路用配線と制御回路用配線の配置が分離されているために、EMC 適合性が向上している。

上記のような特長を持った Schneider 社のモジュール制御盤用機器が日本国内で普及する場合には、これまでの日本国内の垂直統合された制御盤メーカーのエンジニアリングチェーンに対して将来的に下記のような変化を喚起する可能性を持つと推測される。

時期		現状作業分担	将来的な作業分担		
作業主体		制御盤メーカー	モジュール機器メーカー (Schneider社等)	制御盤メーカー	その他
設計、開発	製品受注	●		●	
	構想設計 / 基本レイアウト設計	●	○ (コンフィグレーション ツールを用意)	● (コンフィグレーション ツールを活用)	
	詳細設計 (ソフトウェア設計 / ハードウェア接続図)	●		●	
	部品選定 / 見積	●		●	装置機械メーカー、 エンドユーザ
	BOM 制作	●	○ (CADツールを提供)	●	
	部品購入	●	○	●	
組立、試験 出荷、設置	組立	●		●	
	評価試験 (ソフトウェア / ハードウェア)	●	○	●	
	技術資料 / 取扱説明書	●	○	●	
	梱包 / 出荷	●		●	
	規格認証取得	●	●	○	
	設置 / 現地調整	○			装置機械メーカー
保守・サービス	アフターサービス / 更新	○	○	○	装置機械メーカー

(凡例) : モジュールメーカー、盤メーカー、エンドユーザの分業化が進展 : 製品選定、BOM作成、設計ソフトウェア/ツールによる「コーディネート」機能
 作業分担……● : 主体的に作業実施 ○ : 補助的に作業実施/作業を支援

図 5-17 制御盤のエンジニアリングチェーン変化の可能性

5.3.8 Web プラットフォームによるエンジニアリング

各企業が展開する Web システムを連携することで将来に向けた盤ソリューションのプラットフォーム構築の可能性が広がる。

顧客が求める価値は簡単で早く安く製品が購入でき、その製品が安全で安心して使用できることは当然である。時間や場所、特定の技術を保有しなくても欲しいときに欲しいモノが手に入るフレキシブルな支援が Web システムに期待される。

a) 各企業の Web システム

各社では、バリューチェーンにおける自動化やモジュール化により、顧客に対する付加価値を創出してニーズの変化に対応している。

エンジニアリングチェーンをモジュール単位に分割した上で独自技術を活かして自動化し、それらを連結させた Web システムとすることで設計/生産納期を短縮している。これは、仕様、購買決定者のインプット情報を直接製品設計に反映させられる点で優れている。

メーカーから見た顧客への価値は、お届けする製品(モノ)であったが、時代に合わせたフレキシブルな設計や納期対応(コト)も含めた総合的なサービスが顧客から見た価値に変わりつつある。

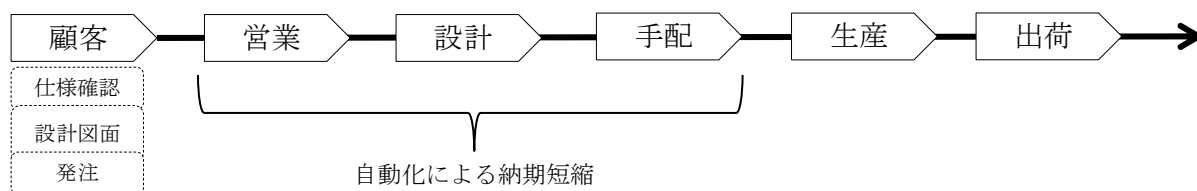


図 5-18 バリューチェーンにおける価値創出例

次に、日東工業及びオムロンにおける Web システムについて説明する。

日東工業のレーザ穴加工システム「キャビスタ」では、配電盤、制御盤の製造や据付に必要な筐体(キャビネット)の加工を Web 上で設計～図面完成～発注が実施でき、短納期化を実現する。



図 5-19 キャビスタ<日東工業株式会社>

オムロンの「Panel Assist Web」では、エンジニアリングプロセスにある部品選定、部品表作成、熱量計算(簡易熱シミュレーション)、端子台選定等が実施でき、制御盤の設計効率化が実現する。



図 5-20 Panel Assist Web<オムロン株式会社>

海外企業では、以前より EPLAN, ABB などは Web システムを利用して設計時間の短縮, 設計品質の向上に繋げている。部品データを企画や設計に使用でき, ユーザ自身が納入図面の見積を確認し, 発注できる。

b) Web プラットフォームの課題

Web システムユーザによる設計図面データの取込が可能となり, そのデータを流用設計できるなどの価値変革に伴い, ユーザとメーカーとの間の責任分担範囲が変化し, これに伴い瑕疵責任の範囲について考慮が必要になる。

仕様整合, 製品設計, 品質基準の責任担保は, Web システム提供企業又は Web システムユーザのいずれかとなる。エンジニアリングチェーンにおけるモジュール分担ごとに責任範囲を明確にしておくことが重要となる。

c) 将来に向けた Web ソリューション

クラウド上での制御盤の設計だけでなく, 運転情報をクラウドで受けて, 設計情報及び運転情報を踏まえたメンテナンス支援が可能となる。CAD データを基に製品やエンジニアリングが標準

化され、クラウド上で運営される「ライブラリデータ」や「エンジニアリングツール」を盤製造業者や設計事務所、場合によっては施主などが自由に使用できる (図 5-21)。

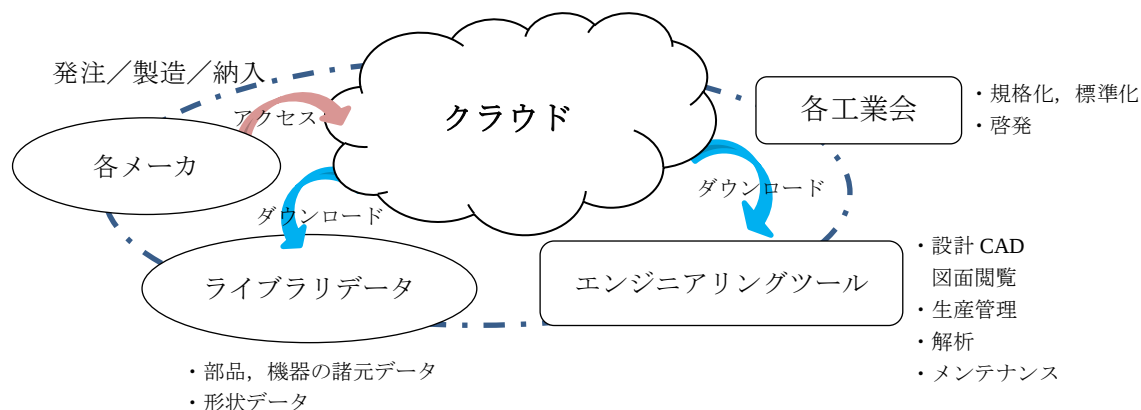


図 5-21 クラウドを利用した Web ソリューション

制御盤 2030 のコンセプト検討を行っているが、課題の一つとしてコーディネータ企業とモジュール提供企業をつなぐ、ものづくりのプラットフォームがない点が挙げられている。

制御盤の設計、製造を可能とする各企業の Web システムを統合するプラットフォームは、本工業会、本委員会が掲げるプラットフォーム構想の一部であるコーディネータ企業の運営のあり方のひとつとして挙げられる。将来はコーディネータ企業が運営する場で、エンジニアリングツールを使用する企業間が繋がり、合理化されたシステムとエンジニアリングチェーンで安全安心な製品が製造される可能性を広げていきたい。

5.4 海外の最新動向

5.4.1 制御盤世界カンファレンスにおけるプロモーション活動

5.4.1.1 制御盤世界カンファレンス

制御盤世界カンファレンスは、株式会社三笠製作所が 2 年に 1 度開催する技術セミナーである。本カンファレンスは、同社提携先の北米や欧州の制御盤メーカーや国内外の部品メーカーが海外向けの制御盤関連のソリューションや技術紹介、事例紹介などを行う。2017 年度は 10 月 19 日(横浜)、10 月 24 日(名古屋)に開催され、各会場とも約 200 人がセミナーに参加した。参加者の多くは輸出案件の設計担当者である。

5.4.1.2 当特別委員会及びワーキンググループの活動紹介

同カンファレンスの中で本ワーキンググループの松隈主査が登壇し、「制御盤 2030」と題したプレゼンテーションを行った。



図 5-22 制御盤世界カンファレンスでの講演

参加者のアンケート(感想)から見てきた代表的な関心事や顧客課題は以下のとおりである。

- ・ CE マーキングにおける安全設計や EMC 対策が難しい。
- ・ モジュール化を推進するのであれば、専用の高価な設計ツールではなく、低価格でオープンなエンジニアリング環境の出現が望まれる。
- ・ 工業会ごとの規格ではなく、IEC のような国際標準規格がほしい(輸出のみでなく、国内でも業種により大きく異なるため)。これが広範なモジュール化につながる。
- ・ 国際規格に根差した機械装置の安全関連は、全工業会で取り組んでそれぞれの分野で底上げをしていく必要がある。JIS B 9960-1(IEC 60204-1 対応規格)の普及も必要である。
- ・ コーディネート企業の力量が成否を左右する。ただし、工場を持たない知識集約型の企業にも大きなチャンスがあると考える。
- ・ プッシュイン端子台などのコンポーネントに関しては、日本は後発の印象がある。コンポメーカ・工業会などに先進的な推進活動をしていただきたい。
- ・ PLCopen XML や AutomationML によるエンジニアリングツールの情報連携に期待(図 5-23)。

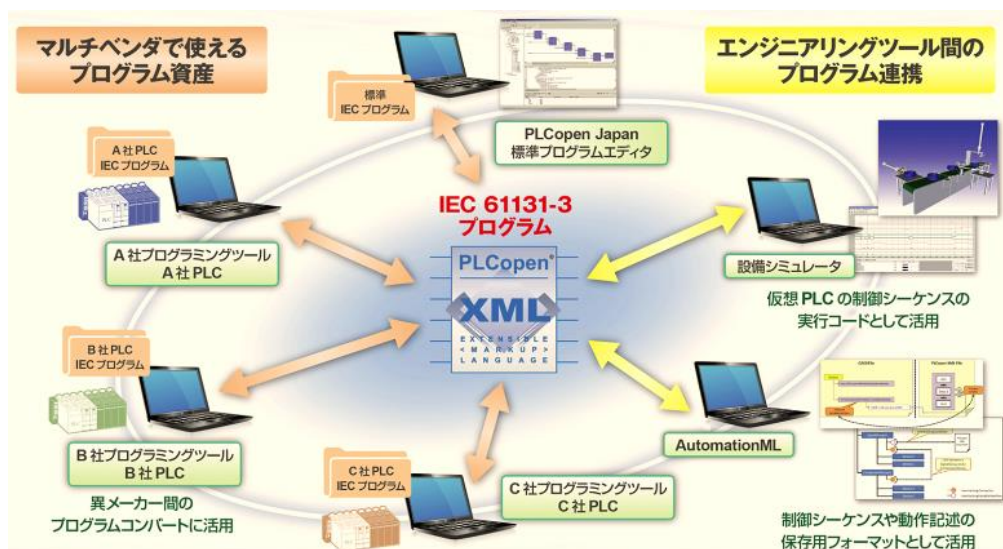


図 5-23 エンジニアリングツール間のプログラム連携

5.4.1.3 海外情報の紹介

同カンファレンスの中で本ワーキンググループの山口委員が登壇し、筐体関連の国際規格の枠組みや IEC 規格と UL 規格の対比, ANSI, NFPA, UL, NEMA, CSA などの各規格の関連性と各規格の個別の紹介を実施した。

世界の規格マップ

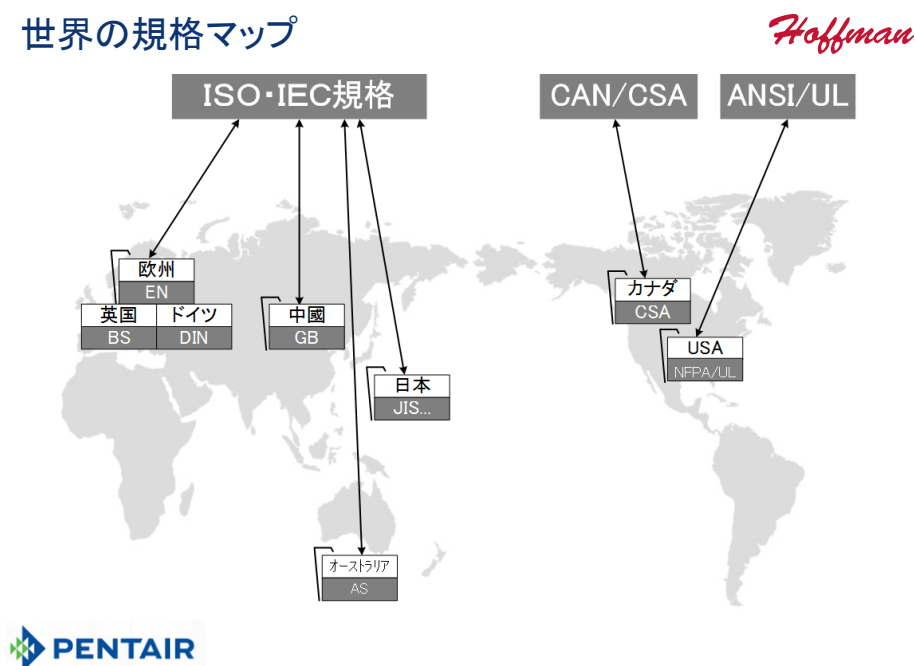


図 5-24 世界の規格マップ

5.4.2 海外との相違

海外メーカの視点として、国内と海外との相違として、次のような点がある。

- a) 業務分担が明確＝モジュール化

海外では、発注者が受注者に発注を行う際に、発注仕様(要求仕様)が国内に比べて明確に指定される傾向にある。各モジュールに対する要求内容(入力・プロセス・出力)が明確なので、必須な機能の実現と共に必要最小限のコストの両立を求めていると思われる。

要求する仕様に曖昧さが少なく、供給側が発注仕様を良い意味で付度して、仕様を変更もしくは付加するような自由度は国内に比べて低い。言い換えれば、要求する仕様や品質が明確である一方、供給者側が独自に品質や仕様をより改善したものを提供する余地は低いと考えられる。

b) リスクマネジメント

欧州では、製品企画段階から国内よりも安全性の実現・維持に対する強い要求を念頭に置いて徹底したリスクマネジメントが行われており、製品と共に提出されるドキュメント等での評価も要求される。これは、背景として、機器を直接操作するオペレータやメンテナンス要員などで多民族、多言語、習熟度に差異があることが挙げられる。この概念は、国内には理解し辛い面がある。

c) 仕様決定へのアプローチ手法

前述の通り、海外ではリスクマネジメントも念頭においた事前検討を行うアプローチであると言えるが、国内では、事故などのフィードバックに軸足を置いて製品仕様の改良を追加して、より品質に優れた製品を構築してきたとも言え、リスクマネジメントからトップダウン的に製品企画や設計を行うアプローチは馴染まないと考えられる。

今後、グローバルに制御盤ビジネスを広げていく上では、海外のような水平分業をベースとした製造プロセスも視野に入れて検討していく必要がある。

5.5 まとめ

5.5.1 今年度の活動概要

本 WG では、制御盤 2030(2030 年の制御盤のあるべき姿)を FBM のビジネスシナリオの 1 つと捉え、委員各社の活動紹介を通じて、制御盤を適用される最新のコンポーネント技術の動向、Web システムを用いた新たな顧客とのビジネスソリューション、更に海外メーカの技術動向等を報告頂き、制御盤の将来像、新たな価値創造、製造業の今後の可能性などを議論した。議論の中で、顧客への提供価値を抽出し、それらに対してあるべき姿、その実現手段について整理した(5.3.1 の図 5-3)。また、あるべき姿に対して現状とのギャップについてそれぞれ分析して考察した。

- ・ 省スペース、省配線に対しては、制御盤の筐体レスや盤内機器の小形化、プッシュイン式の端子台、無線化などが挙がり、今後は機械側に制御部分が含まれるなどして制御盤の形態が変化していき、制御機器等の寸法や配線方法が標準化されて統一されていくと推測される。
- ・ また、短納期化に対しては、コンポーネントのインテリジェント化、モジュール化や Web プラットフォームによるエンジニアリングが挙がっていた。
- ・ その中で、初期設定レスで動作可能な Plug and Play や製造ライン変更によって設備変更しても、直ちに稼働して製造可能な Plug and Produce の可能性について示した。

- ・ また、モジュール化された制御盤であるコントロールセンタにおいて、各コントロールセンタユニットと PLC の通信においてオープンなインタフェースのサポートが開始され、複数社が混在したシステム構築が可能となってきたことも示した。
- ・ さらに、コーディネータ企業を中心に、各企業が展開する Web システムを連携することで将来に向けた盤ソリューションのプラットフォーム構築の可能性が広がることについても示した。バリューチェーンに亘って最適なソリューションを提供するためにも、コーディネータ企業の役割が重要になると考えられる。

これらの検討・知見等を踏まえ、コーディネータ企業の在り方や工業会連携の方向性を考察する。

5.5.2 コーディネータ企業

制御盤は、筐体・コンポーネント等の構成要素を全て内製する企業は殆ど存在せず、顧客の要求・購入仕様に基づき、制御盤の機能・構造を決定し、必要なコンポーネントを調達し、制御盤を組立、性能保証の上で、顧客に引き渡している。

この役目は、コーディネータ企業の定義とも捉えることができ、制御盤メーカーが既にコーディネータ企業の役割を担っていると考えられる。

顧客ニーズの多様化、技術進展による制御盤の進化等を踏まえて、新たなコーディネータ企業の役割を検討する。

a) 多様化するニーズに応えるコーディネータ企業

昨年度の報告書にも記載しているが、制御盤は機械組込み型のように特定の機械に密接して制御を行うタイプ、ドライブ機能を収納した FA タイプ、プラント監視制御を主とした PA タイプや施設・ビルなどに適用する BA タイプに大別され、求められる制御盤の機能や形態はそれぞれ異なっている。

これまでの制御盤メーカーは、上述のタイプ別に得意とする分野で主に制御盤を提供する傾向が多いが、標準化・モジュール化の進展、調達環境の改善等の条件が整えば、多様化するニーズに対応し、システムコーディネーションに特化して、タイプを越えた各種制御盤を調達することが可能となる。

このシステムコーディネーションに特化し、詳細設計と製造／組立を調達により水平分業を推し進めることが、コーディネータ企業の役割となる。

b) コンサルティング型コーディネータ企業

制御盤を構成する技術は、本報告書にも記載に通り、小形化や高機能化など技術進展しており、IoT 技術やコンポーネントのインテリジェント化により、様々なタイプの制御盤が提供可能となっている。しかし、顧客要求仕様は、従前通りの機能や仕様を要求しており、制御盤技術が提供する新たな価値を認識し得ないケースも多く存在する。

Web プラットフォームを更に拡充し、顧客に対話形式にて仕様用途、要求仕様を確認しつつ、提供可能な制御盤(もしくは制御システム)を提示し、顧客が気付かない価値向上をコンサルティング型に提案して制御盤全体仕様を顧客と共に設計していく。

このコンサルティング型コーディネータ企業は、顧客と設計した全体設計に基づき、自身が制御盤を製造・提供するケースと、全体設計を元に他の制御盤メーカーに設計・製造を委託して制御盤を提供するケースが考えられる。

c) 制御盤ソリューションを提供するコーディネータ企業

このコーディネータ企業は、自身が制御盤を提供するより、最新のコンポーネント技術、製造技術等を踏まえた制御盤メーカーに各種の将来型制御盤の姿を提供していく、エンジニアリング・コンサルティング型をイメージしている。

コンベンションタイプの制御盤・製造プロセスを提供している制御盤メーカーに対して、省配線・小形化、設計・製造のスリム化に寄与する最新技術、製品等を制御盤タイプ別に可視的に用意し、制御盤メーカーに対してコンサルティングを行うものである。規格との整合性、仕様実績などのデータベースを合わせて提供していくことも重要である。

ただし、この役割の一部は、工業会が担っていくことも可能である。

d) コーディネータ企業による FBM モデルの活用

2016 年度版「製造業 2030」で提言したように、システムズエンジニアリングのようなモデルベースデザインが浸透してくると、コーディネータ企業が制御盤の設計まで行うようになる。現在は各機械メーカーが設計しているが、それでは設備の全体最適化を実現することは難しい。

図 5-25 は包装設備を FBM モデルで表現した例であり、図中の球が制御盤の構成要素を示している。

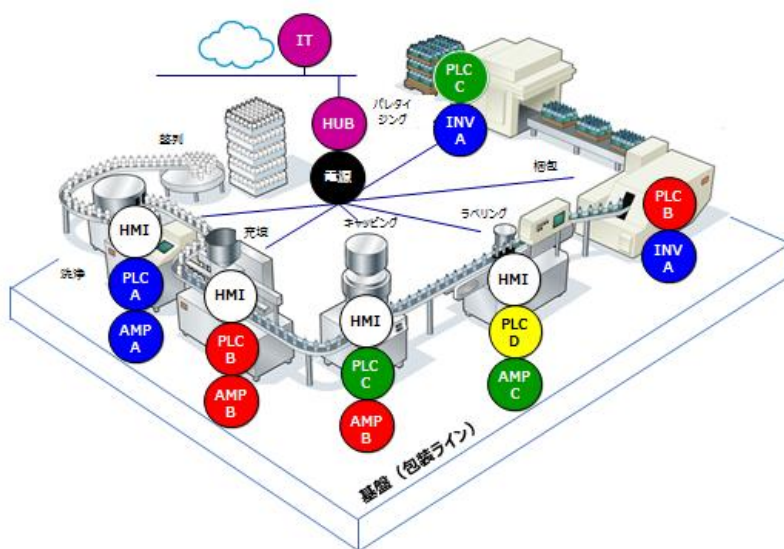


図 5-25 包装設備の FBM モデル

設備を全体俯瞰することにより、制御盤の構成要素である HMI, PLC, サーボアンプ(AMP), インバータ(INV), 電源, IT 機器などの最適な組合せやイノベーション(新結合)が実現できる。そして、このようなコーディネータ企業の要求にフレキシブルに対応する為には、制御盤メーカーにおけるシステムズエンジニアリングへの対応能力が必要となってくる(図 5-26)。

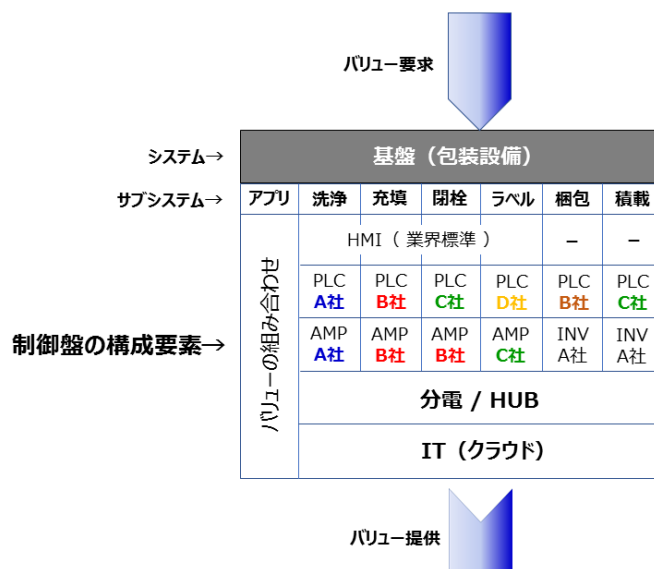


図 5-26 包装設備のシステムズエンジニアリングの流れ

5.5.3 今後の制御盤 2030WG の活動及び工業会連携

今年度挙げた“顧客が求める制御盤のあるべき姿”と実現手段に対して、表 5-1 のとおり、課題及び制御盤 2030WG としての検討テーマをまとめた。

表 5-1 制御盤 2030 推進における課題

実現手段	箇条	具体的な課題	制御盤2030WGの検討テーマ
コンポーネントの多機能化	5.3.2	筐体レスの製品ラインナップが少ない。	—
盤内機器の小形化	5.3.3	(各コンポーネントベンダの努力によって進展する。)	—
プッシュイン式の採用	5.3.4	プッシュイン式機器で使用する専用の圧着端子は、欧米の規格化に留まり、IEC/JIS規格、各工業会規格、国土交通省の公共建築工事標準仕様書において、規定されていないために、国内市場(ユーザ)での採用が進まない現状がある。	プッシュイン式機器普及のため、端子台、端子、各コンポーネントの関連団体・委員会、制御盤関連の団体・委員会、制御盤を利用する工業会などとの意見交換を実施し、普及の具体的促進策を検討する。
コンポーネントのIoT化	5.3.5	機器メーカー間で入手できるデータ形式の統一化、アプリケーションソフトなどの共通化などが保全作業の大幅削減の実現には必要不可欠となる。	データ形式の統一化として、調達、仕様決め、保守、改廃作業、オペレーションなど、どのプロセスで用いるデータなのかを明確にする。
無線化	5.3.6	機器メーカー間で共通化された無線方式やアプリケーションソフトの構築が必要となる。また、セキュリティに関する対応が必要となる。	制御システムセキュリティ関連団体合同委員会、PLC技術専門委員会傘下の制御システムセキュリティWGと連携した活動を行う。
制御盤の標準化	5.3.7.2	(ユニットをベンダ非依存で互換とするのか。)	—

表 5-1 制御盤 2030 推進における課題(続き)

実現手段	箇条	具体的な課題	制御盤2030WGの検討テーマ
制御盤のモジュール化	5.3.7.3	(各社のオープン・クローズ戦略に依存する。)	制御システムインテグレータの立場で製品のモジュール化ガイドラインを策定する。
Webプラットフォームによるエンジニアリング	5.3.8	Webシステムユーザによる設計図面データの取込が可能となり、そのデータを流用設計できるなどの価値変革に伴い、瑕疵責任においても課題が発生する。仕様整合、製品設計、品質基準の責任担保は、クラウド運営者またはWebシステム提供企業、Webシステムユーザのいずれかとなる。エンジニアリングチェーンにおけるモジュール分担ごとに責任範囲を明確にしておくことが重要となる。	WEBプラットフォームを用いたエンジニアリングでの責任範囲の明確化、議論を行うため、工業会によるガイドラインを策定する。 「コンポーネントのIoT化」の課題と同様にデータ形式を統一した上、部品ライブラリの整備が必要となる。

検討テーマは、制御盤の構造や製造に関わる内容(プッシュイン式の採用、コンポーネントのIoT化、無線化)、ビジネスのプロセスに関わる内容(制御盤のモジュール化、Webプラットフォームによるエンジニアリング)と大別できる。

前者は、製品そのものについての活動となるため、制御盤に関わる各団体及び団体内の委員会など既存の組織との連携が重要となる。今後は、制御盤 2030WG 単独の活動ではなく、WG が他委員会との連携を主導し、方針が明確になった段階でスマートマニュファクチャリング特別委員会から独立した活動とすることが望ましい。

後者のビジネス上のプロセスに関わる内容は、WG 内で現状とあるべき姿のギャップを埋めるために何が必要か、更なる深掘りが必要である。例えば、エンジニアリングチェーン及びサプライチェーンの構成を変化させていく上で、FBM の基盤に該当するようなものは何があるのか、エンジニアリングチェーンの中でモジュール化した方がよい要素は何かなど、検討する必要がある内容は多岐に渡る。今後も制御盤 2030WG 内で活動を行う。

- a) 検討テーマのうち、来年度は次の 4 点を重点に活動する。スクリーレス機器普及のため、端子台、端子、各コンポーネントの関連団体・委員会、制御盤関連の団体・委員会、制御盤を利用する工業会などとの意見交換を実施し、普及の具体的促進策を検討する。
- b) データ形式の統一化として、調達、仕様決め、保守、改廃作業、オペレーションなど、どのプロセスで用いるデータなのかを明確にする。
- c) 制御システムインテグレータの立場で製品のモジュール化ガイドラインを策定する。
- d) WEB プラットフォームを用いたエンジニアリングでの責任範囲の明確化、議論を行うため、工業会によるガイドラインを策定する。

a)は、JSIA の「制御盤製作の省コスト化の調査研究 #1 配線接続の合理化に関する調査報告書」などで既に制御盤製作における検討は進められているため、制御盤 2030WG は、他団体や関連委員会と連携を主導し、意見交換を行うところから始める。b)～d)は、ビジネス上のプロセスに関わる内容や付加価値に関わる内容など多岐に渡るため、WG 内で現状とあるべき姿のギャップを埋めるために何が必要か検討を行う。

連携が必要となる他団体や関連委員会は、次を想定している。

表 5-2 連携が必要となる他団体や関連委員会

分類	委員会名又は団体名
制御盤関連	一般社団法人 日本配電制御システム工業会(JSIA) JEMA内の盤関連委員会 配電盤・制御盤技術専門委員会 コントロールセンタ技術専門委員会 スイッチギア技術専門委員会
コンポーネント	一般社団法人 日本電気制御機器工業会(NECA) 端子台及び他のコンポーネントの関連委員会 一般社団法人 日本電気計測器工業会(JEMIMA) JEMA内のコンポーネントの関連委員会 端子技術専門委員会 配線用遮断器技術専門委員会 漏電遮断器技術専門委員会 小形回路遮断器技術専門委員会 制御装置技術専門委員会 サーボ技術専門委員会 インバータドライブ技術専門委員会 PLC技術専門委員会 など
使用者	一般社団法人 工作機械工業会 一般社団法人 産業機械工業会 電気事業連合会 など

6 FBMの実現に向けた課題とロードマップ

6.1 FBM 実現に向けた課題

前章まで、2015 年度及び 2016 年度に提唱した FBM について、各種ビジネスシナリオ、モデル及び実例としての制御盤の将来像(制御盤 2030)の検討を深めてきた。本章では、これまでの考察・議論を踏まえ、FBM を実現するための課題と各セクター(官、学、産(工業会・個社))の役割を提言し、特に、JEMA でやるべきこととそのロードマップを示した。

序文で記載したように FBM の最も特徴的なところは、そのフレキシビリティにある。それがどのようなものか、3 章では、それぞれのビジネスシナリオについて示した。またそれによって市場ニーズ適応、事業領域拡大等の様々な付加価値が生まれることも表 3-1 にて示した。また、表 3-2 では、各々のシナリオが成立する要件(FBM の要件)を示した。その中で特に FBM モデルによって対応できる事項も示した。その要件は、4 章で提示された FBM モデルで表現されている。4 章の議論の結果を踏まえた FBM の全体像を図 6-1 に示す。この図では、FBM を実現するには、表 3-2 以外にも、FBM 事業主、FBM 要素 DB 等が必要になることが表現されている。

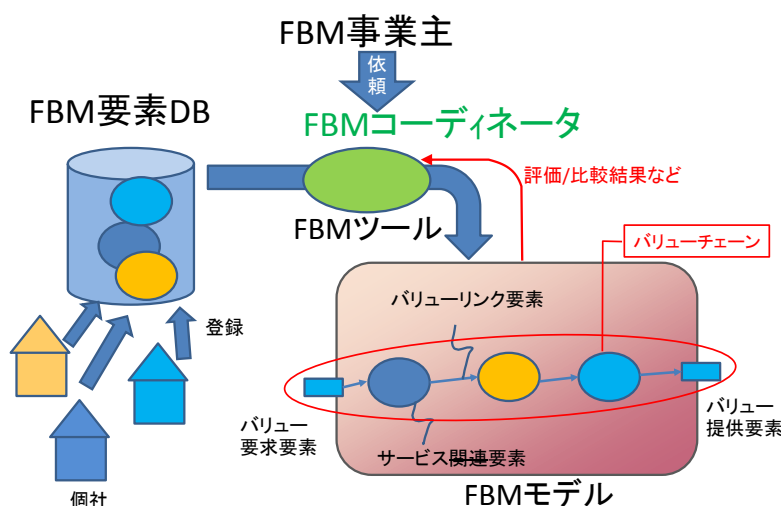


図 6-1 FBM の実現のための要件を含めた全体像

5 章では、表 5-1 で制御盤 2030 に向けた具体的な課題と今後の検討テーマが示されている。個々の製品のあり方など個社が取り組むべき事項とともに、Web プラットフォームによるエンジニアリングなど業界として取り組むべきことがまとめられている。

6.2 本委員会の中長期計画及び将来の方向性

今後、本委員会で実行を計画していることは、次の a)～c)である。それに加え、FBM の実践の最初として c) 制御盤 2030 の実現を目指す。また、f) 海外工業会との情報交換を計画している。また、関連別委員会での活動として d)が計画中である。それらの中長期計画を図 6-2 に示している。

a) FBM モデルの検討(継続)

本提言書 4 章で示した FBM の実現に必要な構成及び FBM モデルについて効果の検証作業を継続する。2018 年度は FBM の評価手法等の開発を含む検証、2019 年度は展開、2020 年度以降は普及となる。

b) FBM コーディネータの実現に向けた環境整備

FBM コーディネータは、FBM の実現に向け重要な役割を演じる。コーディネータとは、フレキシブルで価値連鎖を創造するために、例えば商社のように、個々の製造業者の枠を越えて活動する存在である。コーディネータになるのは個社であるが、JEMA はコーディネータが活躍できる環境の整備を検討する。2018 年度はコーディネータの役割を明確にし、整備が必要な項目を抽出する。

例えば、3.2.2, 3.2.3 で示したビジネスシナリオで示した部品の急な変更に対応するために、全体的な製品の品質保証を誰がどう実現するか検討が必要であり、FBM の実現には重要な課題である。

c) 制御盤 2030 を継続発展

これまで FBM を具体的に実証する題材として 5 章で述べた制御盤 2030 を継続発展させる。ここでは、個社でやるべきことも示した表 5-1 の内容を他団体と連携して検討していく。制御盤を事例として検討した FBM の考え方を他のシステム、業界へ展開していく。

d) 本委員会外での関連する活動テーマ

JEMA デバイスプロファイル技術専門委員会では、電動機から得られるデータに基づいて IoT アプリケーションが実現できるように、プロファイルの標準化を検討している。スマートマニュファクチャリングに関わる重要なテーマであり、協力して活動を進めたい。

e) 国内工業会・団体との連携

FBM の実現は、JEMA 単独ではできない。そのため、様々な関係工業会・団体と連携して推進する。例えば、プラットフォームや国際標準に関するアーキテクチャの提案等を行っている団体(例えば、RRI, IVI など)が既に存在する。それらの団体と、お互いに補完関係になるようにプロジェクトを組むことにより、スマートマニュファクチャリング全体の実現に寄与できる。

f) 海外工業会との情報交換

FBM を実現するには、世界的な潮流の中で協調すべきところは協調し、取り込むところは取り込む必要がある。2018 年度は、日本と欧州との間で将来課題及び推進のための運営方法について意見交換を実施する。

本委員会は、以上のような 2018 年度以降の活動を通して FBM の実現を目指して検討・提言を継続する。それによって、スマートマニュファクチャリング：「Connected Industries」「Society5.0」の実現へ向けた役割を果たす。

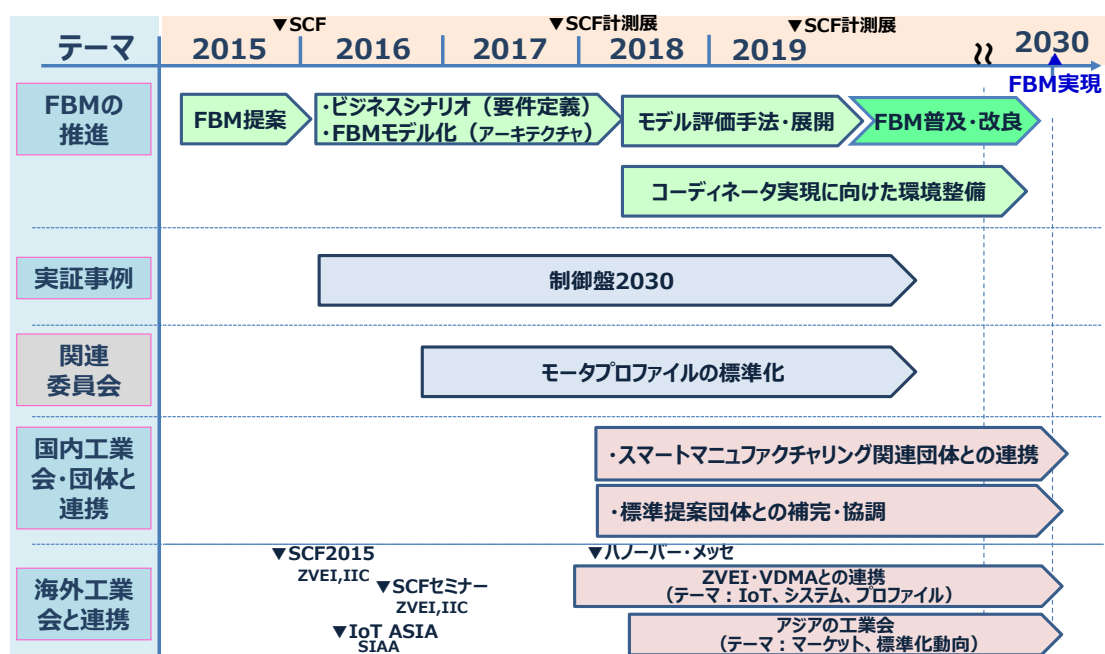


図 6-2 JEMA のロードマップ

なお、日本が目指す「Connected Industries」「Society5.0」の実現のためには、各セクターが次を実行していくことも重要であることを強調しておきたい。

1) 官

- ・大きな進むべき方向の継続した旗振り(「Society5.0」「Connected Industries」)
- ・製造業にかかわる法整備(データ所有権, 金融取引, セキュリティ, 安全)
- ・将来の製造業にかかわる技術開発の支援(SIP 等の補助金)

2) 学

- ・情報技術の研究
 - AI 技術
 - 情報セキュリティ技術(ブロックチェーン等)
 - コンピュータ技術(量子コンピュータ等)
- ・最適化技術の研究
 - 生産システム最適化, 製品の最適設計, 配送ルート最適化
- ・生産システムの研究
 - フレキシブル生産システム(協働ロボット, モジュール型製造装置)
- ・人材育成(システム化等)

3) 工業会

- ・FBM モデルの検討(継続)
- ・工業会・団体連携(情報共有, 方向性補完・統一化, 標準化(つながる仕組み, 安全等))
- ・FBM コーディネータの実現のための環境整備
- ・企業資産データベース化支援
- ・データの価値評価指針提案

4) 個社

- ・製品の変化への対応(モジュール化, 最適化, 遠隔での機能アップ, 筐体レス, 小形化等)
- ・生産の変化への対応(柔軟な生産システム, 製造技術のデータ化・共有化, 稼動情報収集・利用等)
- ・バリューチェーンの変化への対応(個々の顧客要望の簡単な入手, 製造者・輸送経路等 の最適化, 製品利用情報の収集・蓄積・解析・利用, 企業資産の融通等)
- ・組織の変化への対応(フレキシブルな組織, コーディネータへの脱皮等)

7 特別委員会の委員名簿

この提言書を作成した特別委員会の委員名簿を、次に示す。

スマートマニュファクチャリング特別委員会

	氏名	組織名	所属WG
(委員長)	富田 浩治	株式会社安川電機	WG3
(副委員長)	茅野 眞一郎	三菱電機株式会社	WG1
(委員)	石隈 徹	アズビル株式会社	WG1,3
	松隈 隆志	オムロン株式会社	WG2
	原 功	国立研究開発法人産業技術総合研究所	WG3
	荒川宣男	山洋電気株式会社	WG3
	中村 至雄	山洋電気株式会社	WG2
	柏崎 維寿	株式会社田原電機製作所	WG2
		(一般社団法人日本配電制御システム工業会)	
	日下部 宏之	東芝インフラシステムズ株式会社	WG1
	杉森 久容	東芝三菱電機産業システム株式会社	WG1
	久積 崇志	東芝三菱電機産業システム株式会社	
	堀川 徳二郎	東芝三菱電機産業システム株式会社	WG3
	梅田 浩之	日本アイ・ビー・エム株式会社	WG3
	青木 崇	株式会社日本政策投資銀行	WG3
	槇原 正	パナソニック株式会社	WG1
	小池 博	株式会社日立コンサルティング	
	苗村 万紀子	株式会社日立産機システム	WG3
	小倉 信之	株式会社日立製作所	WG3
	折居 仁	広沢電機工業株式会社	WG2
		(一般社団法人日本配電制御システム工業会)	
	松倉 禎生	ファナック株式会社	
	務台 明良	ファナック株式会社	
	小島 伸浩	富士電機株式会社	WG2
	戸枝 毅	富士電機株式会社(SCF/計測展実行委員会)	WG1,3
	福住 光記	富士電機株式会社	WG3
	葉山 陽一	富士電機機器制御株式会社	WG2
		(一般社団法人日本電気制御機器工業会)	
	西岡 靖之	学校法人法政大学	
	中村 稔	三菱電機株式会社	
	古澤 康一	三菱電機株式会社	WG2
	山岡 宏司	株式会社明電舎	WG3
	包原 孝英	株式会社安川電機	WG1
	小田 信二	横河電機株式会社	
	徳山 幹夫	ロボット革命イニシアティブ協議会	
	水上 潔	ロボット革命イニシアティブ協議会	
(事務局)	阿部 倫也	一般社団法人日本電機工業会	WG2
	佐野 正浩	一般社団法人日本電機工業会	WG3
	高橋 一郎	一般社団法人日本電機工業会	WG1
	田中 一彦	一般社団法人日本電機工業会	WG2
	本松 修	一般社団法人日本電機工業会	WG3

上記の委員名簿は、組織名の五十音順、氏名の五十音順にて記載した。

WG2(制御盤 2030WG)は、スマートマニュファクチャリング特別委員会に所属していない委員を含めたため、別途 WG の委員構成を次に示す。

制御盤 2030WG

	氏名	組織名
(主査)	松隈 隆志	オムロン株式会社
(委員)	大場 恒俊	オムロン株式会社
	澤井 大介	オムロン株式会社
	中村 至雄	山洋電気株式会社
	柏崎 維寿	株式会社田原電機製作所 (一般社団法人日本配電制御システム工業会)
	小久保健司	日東工業株式会社
	折居 仁	広沢電機工業株式会社 (一般社団法人日本配電制御システム工業会)
	小島 伸浩	富士電機株式会社
	葉山 陽一	富士電機機器制御株式会社 (一般社団法人日本電気制御機器工業会)
	山口 克彦	エヌヴェントジャパン株式会社
	古澤 康一	三菱電機株式会社
	片山 浩一	三菱電機株式会社
(事務局)	阿部 倫也	一般社団法人日本電機工業会
	大和久 吾朗	一般社団法人日本電機工業会
	田中 一彦	一般社団法人日本電機工業会

上記の委員名簿は、組織名の五十音順、氏名の五十音順にて記載した

最後に(編集後記)

本委員会が発足して3年が経過した。2010年にドイツで起こったスマートマニュファクチャリングの潮流が、3年前に遅ればせながら日本にも流れ込んできた。当初、その流れは大きくはなかったが、各セクターでその流れがどんな性質を持つものか、それを理解するための情報収集が開始され、それを元にした議論が起こり始めていた。

その後3年間で、その議論は広がりを見せ、現在では、1章で紹介されたように国内の産学官で、ある一定の方向性を持った活動をしている。各企業(個社)では、データの取得・活用、AIベンチャーとの連携、プラットフォーム戦略構築、国プロでの標準化に向けた動き等が実行されている。本委員会でもFBMというコンセプトを提言し、その実現に向けた課題を議論するまでになった。海外の動きも含めて考えると、着実にスマートマニュファクチャリングが実現に向かっていえると言えよう。

この3年間の本委員会の活動を私なりに原点に戻り振り返ると、なぜ、世界中の人がこぞってそのような活動をしているのだろうか、何を目指しているのだろうかを考える。そこには、幸せになりたい、幸せにしたいという人間の本質があると信じている。本文で提案したFBMは、ビジネスも含めた製造業が最適化される。そこでは、得意な分野で全員が活躍できる世界となる。そのような世界は幸せの1つの形であろう。

人の幸せとは、なんだろうか。私は、人と人のつながりが根源的なものと感じている。2年前に流行したアドラー心理学のシリーズ本「嫌われる勇気」「幸せになる勇気」では、「共同体感覚」が幸せの源泉と記載されている。また、昨年流行った「君たちはどう生きるか」でも、他者との関係性で幸せを感じる事が述べられている。私個人の感覚でも、人と人のつながりを感じたとき幸せを感じる。この3年間の本委員会活動でも人のつながりを感じ、2017年度の委員長としては力不足ではあったが、充実した幸せな気持ちが得られた。

スマートマニュファクチャリングもIoTにより機械と機械、機械と人がデータでつながることで大きな効果をもたらし、結果、人の幸せに向かっていく一助となっていくことを信じている。

スマートマニュファクチャリング特別委員会
委員長 富田 浩治

附属書A 特別委員会の各回の活動概要

特別委員会の各回の活動概要及び外部での講演等について次に示す。

a) 第 18 回特別委員会

日時	2017年4月19日(水)13時30分～17時
場所	JEMA電機工業会館 6階63会議室
討議	2016年度版 製造業2030発行に向け、全体構成、各WGの提言内容を検討した。 WG1はビジネス創生の仕組みのモデル化、WG2はモジュール化による制御盤のフレキシブルな製造、WG3はサービスビジネスをテーマとして活動報告をまとめた。

b) 第 19 回特別委員会

日時	2017年5月11日(木)13時30分～17時30分
場所	JEMA電機工業会館 6階63会議室
討議	2016年度版 製造業2030発行に向けた最終調整を実施した。 WG1及びWG2の活動範囲について、2017年度も継続して活動する方針とした。 WG1はFBMモデル検討の深掘りを行う。 WG2は、今後の制御盤製造業のあり方及び変革を検討して実現に具体的検討を行うと共に、WG1と連携したFBMモデルのユースケースによる検証を行う。WG2では重電・産業技術委員会や関係委員会にも委員募集の照会を行うことにした。

c) 第 20 回特別委員会

日時	2017年6月27日(火)13時30分～17時
場所	JEMA電機工業会館 6階62会議室
講演	「新しい現場力、と絶えざる進化を目指して～TAKUMI4.0」 平成28年度日本機械工業連合会 “ものづくりパラダイムシフト対応調査専門部会” 報告 ＜講師＞日鉄住金総研株式会社 山藤 康夫 氏
討議	「2016年度版 製造業2030」について、より議論したい点、分かりにくい点について議論するワークショップを実施した。WG1(FBMモデル)は、各種の事例に対してFBMモデルを適用して行く。WG2(制御盤2030)は、JSIA、NECAから継続参加を得、JEMAの配電盤・制御盤技術専門委員会と連携して、制御盤の将来像についてさらに検討する。

d) 第 21 回特別委員会

日時	2017年8月2日(水)13時30分～17時
場所	JEMA電機工業会館 6階62会議室
討議	茅野委員よりFBMの検討成果、今後の課題・活動ポイントについてプレゼンがあり、FBMモデル検討を始めとする今後の活動計画への要望をグループディスカッション形式で検討した。フレキシビリティの具体的な定義や時期や環境による変化の取り込み、ユースケースの拡充、ビフォア・アフターの比較などが議論され、WG活動に落とし込みを図りつつ検討を加速することとした。

e) 第 22 回特別委員会

日時	2017年9月7日(木)13時30分～17時
場所	海事センタービル 2階201, 202会議室
講演	「ITトレンドに見る日本のエンタープライズITについて」 <講師>グロースエクスパートナース株式会社 鈴木 雄介 氏
討議	9月28日の製造業2030シンポジウム, SCF/計測展2017でのパネル展示・セミナー, 10月のIoT World Conference 東京&大阪 2017に向けた調整を行った。 WG3(FBM要件定義WG)のプレ会議の内容が共有され, FBMの事例については, 製造ラインだけでなくビジネスのフレキシブルを含めた幅広い内容を扱っていく方針とした。また, 認識の統一, 広報として動画作成を行ってはどうかとの意見が出された。

f) 第 23 回特別委員会

日時	2017年10月2日(月)13時30分～16時
場所	電設工業健康保険組合 第1会議室
討議	グループディスカッションでビジネスの変化の事例を本にして, フレキシブルの価値について議論した。自動車業界や富士フィルムの例(自社技術を分解・整理して, 製品構成を入替え)などから, 製品の変化を分類する軸を挙げた。

g) 第 24 回特別委員会

日時	2017年12月25日(月)13時～17時
場所	JEMA電機工業会館 6階61会議室
講演	「IVIRA-nextによるプラットフォームオープン連携構想」 <講師>インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ 理事長 西岡 靖之 氏(法政大学) 「独管理シェル・エコシステム考」 <講師>ロボット革命イニシアティブ協議会 水上 潔 氏 「Edgecross コンソーシアムのご紹介」 <講師>三菱電機 茅野 眞一郎 氏
討議	各WGの活動状況報告の後, 2017年度製造業2030のまとめ方について検討を行った。

h) 第 25 回特別委員会

日時	2018年1月30日(火)13時30分～17時
場所	NATULUCK飯田橋東口駅前店
	「日本機械学会 つながるサイバー工場CPPS研究分科会(Cyber Physical Production System)」 <講師>パナソニック株式会社 榎原 正 氏
討議	各WGの活動状況報告の後, 2017年度製造業2030の内容について検討を行った。

i) 講演会

製造業 2030 の内容を広報するため, 次の講演を実施した。

日時	講演会	講演者
2017年9月28日	製造業2030 シンポジウム	委員長 富田 浩治
2017年10月23日, 26日	IoT World Conference 東京&大阪 2017	幹事 苗村万紀子
2017年11月29日	SCF/計測展 2017内のセミナー 「マニファクチャリング 2030」	委員長 富田 浩治
2018年3月5日	SPS Industrial Automation Fair (SIAF) Guangzhou(広州/中国)	委員長 富田 浩治 事務局 阿部 倫也

「製造業 2030 シンポジウム」及び「マニュファクチャリング 2030」は、当委員会が企画した講演会であり、外部の講師を招いて講演及びパネルディスカッションを実施した。当日のプログラムを次に示す。

1) 「製造業 2030 シンポジウム」のプログラム

時間割	講演者	概要
13:30-13:35	富田委員長	開催挨拶, シンポジウムの開催趣旨説明
13:35-14:05	経済産業省 ものづくり政策審議室 安藤 尚貴 課長補佐	“Connected Industries”推進に向けた 我が国製造業の課題と今後の取組
14:10-14:40	筑波大学 立本 博文 教授	「ビジネス・エコシステムとプラットフォームビジネス」 2017年3月に上市した『プラットフォーム企業のグローバル戦略 -- オープン標準の戦略的活用とビジネス・エコシステム』(有斐閣)を題材に紹介を行う。さらに、ページ数の関係から書籍に盛り込めなかった内容(産業IoTエコシステムやビックデータ/人工知能(機械学習)による第4次産業革命)の紹介を行う。
14:50-15:20	ロボット革命イニシアティブ協議会 水上 潔 IoT統括	「IoTによる製造ビジネス変革WG報告」 安倍首相(政府)の方針に従い、民で設立した本協議会において、国と現在約150社・団体で構成する製造業のIoT化の本WGでは、独のIndustrie4.0を始め国際連携して、国際標準化、産業セキュリティ、中堅・中小企業支援などの活動を推進している。2017年度より「2035年の将来像」の検討をシステム・アプローチで開始し、将来像からバックキャストした施策を今後検討していく。今回はその途中経過を説明する。
15:30-16:00	スマートマニュファクチャリング 特別委員会 富田 浩治委員長	提言書「2016年度版 製造業2030」の概要を説明する。 本書では、市場環境に合わせて製造プロセスを組み替えるなどフレキシブルにビジネス環境を構築する「FBM(フレキシブル・ビジネス・アンド・マニュファクチャリング)」を提言している。さらに、その理解を深めるため、FBMモデルを定義し、FBMを用いた製造業の変革やサービス化について具体例を検討した結果をまとめており、その概要を説明する。
16:00-16:10	(休憩)	
16:10-17:00	パネルディスカッション パネラー 安藤 尚貴 課長補佐 立本 博文 教授 水上 潔 IoT統括 富田 浩治 委員長 司会 JEMA技術部長 田中	講演者4 名によるパネルディスカッション ①イノベーション ②フレキシビリティ ③将来の製造業の姿 ④パネラーからのメッセージ

2) 「マニュファクチャリング 2030」のプログラム

時間割	講演者	概要
11:30-11:35	スマートマニュファクチャリング特別委員会 富田 浩治 委員長	開催挨拶, 開催趣旨説明
11:35-12:15	筑波大学 立本 博文 教授	エコシステム型産業はパソコン産業などから始まり、現在、幅広い産業で観察される。第4次産業革命ではより多くの産業がエコシステム型の産業になると考えられている。本発表ではエコシステム型産業の産業構造や産業発展の特徴について説明し、その中でプラットフォームビジネスが果たす役割についても説明する。
12:15-12:45	スマートマニュファクチャリング特別委員会 富田 浩治 委員長	社会や2030年の製造業の将来像をプレゼンとパネルディスカッションを通して情報発信する。プレゼンでは、社会の未来像について、また、日本電機工業会のスマートマニュファクチャリング特別委員会が提言した、製造業の将来像「FBM (フレキシブル・ビジネス・アンド・マニュファクチャリング)」について紹介する。
12:45-13:30	パネルディスカッション モデレータ： 株式会社日経BP 山田 剛良様 (日経テクノロジーオンライン 編集長) パネラー： 筑波大学 立本 博文 教授 JEMAスマートマニュファクチャリング特別委員会 富田 浩治 委員長 榎原 正 委員 (IVI未来プロジェクト 副委員長)	

j) 連載記事

日経テクノロジーオンライン(現 日経 xTECH)にて全6回の連載記事掲載を実施した。

URL : <http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/column/15/122700089/>

附属書B

製造台数に見合ったフレキシブルなビジネスの組換え例

FBM モデルは、単一の製品を製造するためのバリューチェーンの評価に利用するのが基本的な活用方法である。しかし、類似した複数種の製品製造の為のバリューチェーン(ビジネスセット)の総合的な評価を行うことにも活用できると考えられる。例えば、量産やマスカスタマイズにおける設備構成の決定などの活用などがこれにあたる。

その場合、ビジネスを意味する基盤を、重み付けを施して複数枚組み合わせる。さらに単一の基盤に投射して、そこで評価を行う。このような方法をとると、効果の低いバリューリンクは除去するなどの改善が可能となり、原価低減などのビジネス全体の効率を評価できる。図 B-1 にビジネスセットの評価の際の FBM モデル例を示す。

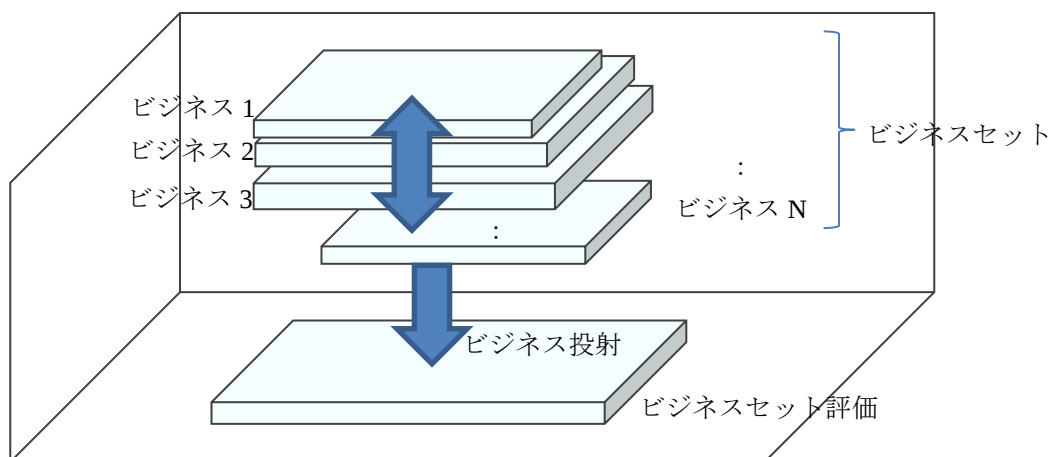


図 B-1 ビジネスセットの評価の際の FBM モデル例

ここでは、適用例として以下に 2 例を挙げる。

- ① オーダーのボリュームにより依頼先企業の数を変化させたい場合
- ② 特定のボリュームの際に価格体系の違うどの企業に依頼するか決定する場合

B.1 オーダーのボリュームにより依頼先企業の数を変化させたい場合

依頼先の企業の生産規模やラインの空き状況によっては、そのボリュームによって依頼先を変更する可能性がある。例えば、ボリュームが少ない時は 2 社に依頼し、多い時は 3 社に依頼するというようなものを例に挙げられる。その場合、各ビジネスの評価値を重ねることにより、モデル化可能となる。さらに、その 2 つの評価値の比較により、オーダー先の切替え(追加/削減)を実施する目安ともなる。図 B-2 にその例を示す。

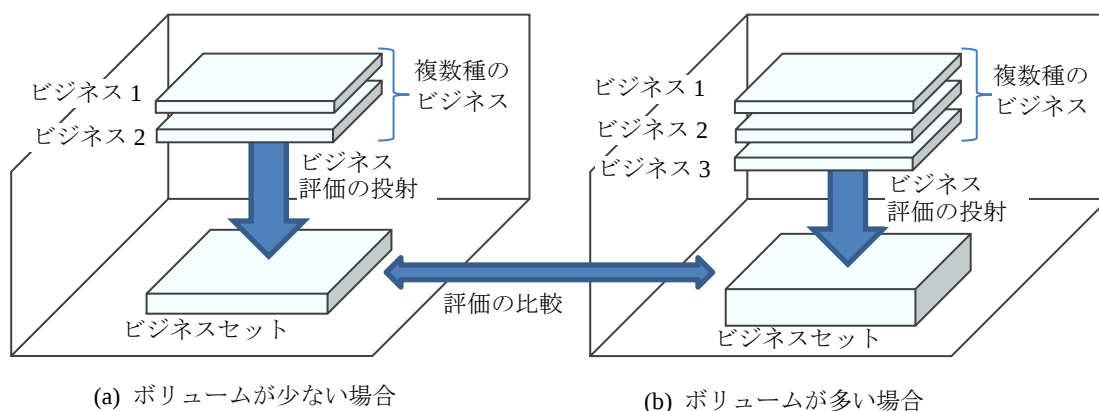


図 B-2 オーダーのボリュームにより依頼先企業の数を変化させたい場合の例

B.2 特定のボリュームの際に価格体系の違うどの企業に依頼するか決定する場合

ボリュームディスカウント等がある場合、たとえ同じ企業に依頼するとしても、ボリューム境界ごとに別ビジネスとしてモデル化し、それを重ねるようにして評価することが容易な場合も考えられる。図 B-3 にその例を示す。もちろん、一つのビジネスとして評価値を算出することも可能である。

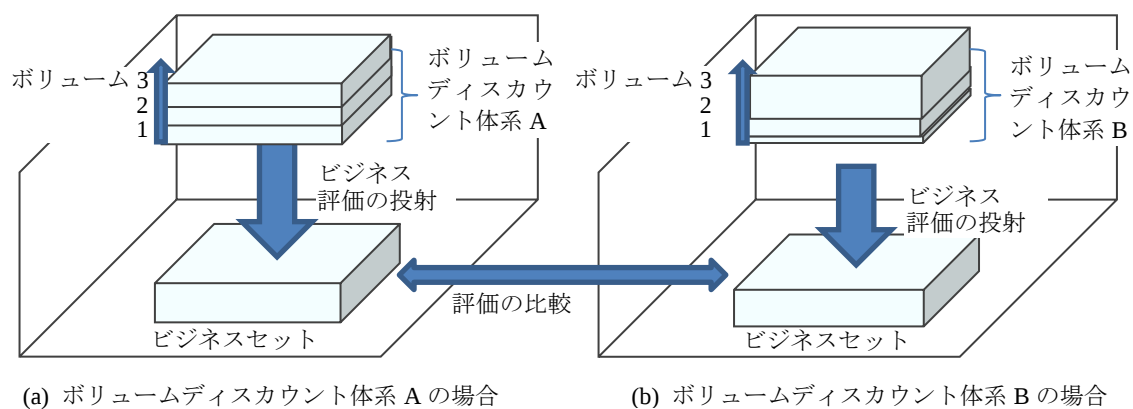


図 B-3 特定のボリュームの際に価格体系の違うどの企業に依頼するか決定する場合の例

附属書C

FBM に基づくシステムデザイン手順詳細

ここでは、4 章に述べた FBM に基づくシステムデザイン手順の詳細に関して記載する。

表 C-1 に FBM を実行する手順を、また、表 C-2 にその準備のための作業を示す。また、これらの作業の詳細と使用される主なオブジェクトに関して表 C-3 に掲載する。

表 C-1 FBM に基づくシステムデザイン手順例(詳細)

	大区分	フェイズ	内容【アウトプット】	実施者
1	バリュー要求	受注活動・製品企画	FBMの対象活動を受注する、または企画する。【FBM要求】	FBM事業主
2	バリューチェーンデザイン	FBM設計指示	コーディネータにFBMによるシステム設計を指示する。【FBM依頼】	
3		バリューチェーン作成	バリューチェーンを作成する。その際に、バリューチェーンのテンプレートに自動ファイル等のような支援を行うツールなども利用可能。【FBMバリューチェーン】	コーディネータ
4		バリューチェーン評価	バリューチェーンを評価する。【バリューチェーン評価値】	
5		バリューチェーン報告	完成したバリューチェーンをFBM事業主に報告する。【最適なバリューチェーン】	
6		バリューチェーン確認	報告されたバリューチェーンが本当に適しているかを確認する。	FBM事業主
7	バリュー生成	実行指示	バリューチェーンに沿って、実行の手配指示を行う。【業務依頼】	
8		実行	手配指示に従い実行し、完了した場合にFBM事業主に報告する。【バリュー、業務完了報告】	FBM要素提供事業主
9	バリュー提供	ビジネスの検収	納品・販売などや、費用回収	FBM事業主

表 C-2 FBM 実行の準備作業(詳細)

	大区分	フェイズ	内容【アウトプット】	実施者
1	準備	FBMカタログ作成	FBMで扱われるビジネスの内容をテンプレートを埋めるように作成する。【FBMカタログ】	FBM要素提供事業主
2		FBM要素クラスプロフィール作成	FBMカタログからFBMで扱われるサービスやバリューリンクなどの要素クラスを作成するためのプロフィールを作る。クラスはプロフィールからツールにより生成される。【要素プロフィール、要素クラス】	FBM専門家 (FBM要素提供事業主)
3		FBM評価ルール作成	FBMバリューチェーンの評価ルールを設定する。評価ルールは、FBM対象ビジネスごとに異なる。【FBM評価ルール】	FBM専門家 (コーディネータ)

表 C-3 FBM で用いられるオブジェクト

No	大分類	名称	内容	提供者
1	ツール	FBMツール	FBMのツール。通常は、ツールと共に、各種のテンプレートや基本要素クラス、バリューチェーン評価ルール要素、データ登録用画面などをセットで提供される。	ツールベンダー
2		FBMカタログテンプレート	FBMカタログのテンプレート。FBM要素を作成する為の元情報を作るための項目集。	ツールベンダー
3	FBM 要素	FBMカタログ	FBM要素を作成するための元情報。通常、中小企業や運送屋などの事業主が、自企業のビジネス内容をテンプレートの項目を埋めるようにして記載する。これらの事業主はFBMの専門家では無い為、クラスの作成などは専門家に任せる。これらの情報には、ビジネス内容のリアルタイムデータと呼び出す方法論なども記載する場合がある。	FBM要素提供事業主
4		FBM基本要素クラス	FBMの要素クラスの基底クラス。	ツールベンダー
5		FBMリファレンス要素クラス	FBM対象ビジネスに対応したサービス要素クラスやバリューリンク要素クラス。ただし、属性などが完全ではない。	FBM専門家 (オーディネータ、ツールベンダー)
6		FBM要素クラス	FBMカタログの項目から作成されたサービス要素クラスやバリューリンク要素クラス。なお、FBM要素提供事業主がFBM専門家の場合、FBMカタログを作らず、これを提供する場合もある。	FBM専門家 (FBM要素提供事業主)
7	評価ルール	FBMバリューチェーン評価ルール基本要素	FBMの評価を行う方法の基本要素(演算を行うための関数等)。これらを組み合わせることにより、バリューチェーン評価ルールが構成される。	ツールベンダー (場合により、評価方法設計者も作成)
8		FBMバリューチェーン評価ルール	FBMの評価を行うルール(演算式など)。場合により、リアルタイムデータの収集方法の呼び出しなども組み込む場合がある。	FBM専門家 (コーディネータ)
9	バリューチェーン	FBMバリューチェーンテンプレート	FBMバリューチェーンのテンプレート。Fサービス要素とFBMリンクの組合せを含むが、内容はリファレンス。また、評価ルールは実態。ここに様々なFBM要素をマッチングさせることにより、バリューチェーンを形成する。	FBM専門家 (コーディネータ)
10	FBM 実行	FBMバリューチェーン	サービス要素とFBMリンクの組合せ。	コーディネータ
11		リアルタイムデータ収集要素	現状の情報の収集を行う要素。ラインのスケジューリング状況などを読み出したりする。その機能を返すURLなどで指定する。	FBM要素提供事業主

附属書D FBM の環境整備(ツール関連)

この附属書では、FBM モデルを実装したツールに関して、その環境維持に必要な機能に端して述べる。

FBM モデルを利用するに当たっては、次に示すような作業が必要となる。これらは、ツールによって支援されるべき作業である。

- ① 準備：FBM による処理用のデータ準備を行うこと。サービス要素等へのデータ準備の為にカタログやプロファイル、また、評価ルールの作成等がこれにあたる。
- ② FBM 実行：FBM による設計を行うこと。バリューチェーンの作成、評価、及びその最適解を得るまでの繰り返し、そして結果報告等がこれにあたる。
- ③ バリュー提供：バリューチェーンの評価結果に従って、実際の製造などの実行やビジネスの検収などを行う。

これらの内容を、ツール化を考慮すると、表 D-1 に示す環境維持が必要である。

表 D-1 FBM の実行の準備作業

No	大区分	フェイズ	内容【アウトプット】	実施者
1	環境整備	ツール開発・提供	FBMモデルを扱うツールを開発、提供する。ツールで使用される様々なテンプレート類なども同時に提供する。【ツール、各種テンプレート、評価ルール要素、等】	ツールベンダー
2		FBMシステム管理	FBMの様々な管理。オブジェクトのリポジトリ管理などが主。	FBMシステム管理者(コーディネータ)

附属書E

FBM の属性とその値を決めるためのプロフィール(参考)

E.1 属性(プロパティ)

FBM で使用される各要素は、属性を持つ。属性とは、各 FBM 要素に付与された項目及びその「値」であり、その要素の種類ごとに異なる。また、その内容(属性値)は、サービスや基盤の提供者がプロフィールまたはカタログとして提供することを前提としている。コーディネータは、対象とするビジネスを評価したり構築したりする際に、各要素の属性値を利用する。

属性には、全体に共通なものと、要素ごとに共通なもの、各要素に独自のものが存在する。例として、主な共通属性例を表 E-1 に、基盤の主な属性の例に関して表 E-2 に記載する。なお、属性は、ツールによって実装形式が異なるため、例としてのみの記載となる。

表 E-1 構成要素に共通な属性項目例

No	種類	属性名称	必須	説明
1	共通	要素種(ID)	○	各要素種を表す識別子
		要素名(ID)	○	各要素名を表す文字列または識別子
		提供者名(ID)	○	提供者名を表す文字列または識別子
		コメント		コメント

表 E-2 基盤の主な属性項目例

No	種類	区分	属性名称	必須	説明
1	共通	共通属性	要素種(ID)	○	各要素種を表す識別子
			要素名(ID)	○	各要素名を表す文字列または識別子
			提供者名(ID)	○	提供者名を表す文字列または識別子
			コメント		コメント
2	サービス要素関連属性	サービス要素関連属性	要素数		サービス要素の数
			ID ID(1) :		サービス要素の識別子 : (実装上は表やチェーン等で構成可能)
3	付帯要素関連	付帯要素関連	要素数		付帯要素の数
			ID ID(1) :		付帯要素の識別子 : (実装上は表やチェーン等で構成可能)
4	結合要素関連	結合要素関連	要素数		結合要素の数
			ID ID(1) :		結合要素の識別子 : (実装上は表やチェーン等で構成可能)
5	バリューリンク要素関連	バリューリンク要素関連	要素数		バリューリンク要素の数
			ID ID(1) :		バリューリンク要素の識別子 : (実装上は表やチェーン等で構成可能)
6	バリュー要求要素関連	バリュー要求要素関連	要素数		バリュー要求要素の数
			ID ID(1) :		バリュー要求要素の識別子 : (実装上は表やチェーン等で構成可能)
7	バリュー提供要素関連	バリュー提供要素関連	要素数		バリュー提供要素の数
			ID ID(1) :		バリュー提供要素の識別子 : (実装上は表やチェーン等で構成可能)
8	ビジネス関連携要素関連	ビジネス関連携要素関連	要素数		ビジネス関連携要素の数
			ID ID(1) :		ビジネス関連携要素の識別子 : (実装上は表やチェーン等で構成可能)
9	評価ルール関連	評価ルール関連	評価ルール数		評価ルールの数
			ID ID(1) :		付帯要素の識別子 : (実装上は表やチェーン等で構成可能)

E.2 プロファイル

FBM モデルを用いて評価値を得るためには様々な要素の属性及び属性値が利用される。属性とは異なり、プロファイルの表記方法に関しては、統一すべきであり、今後の課題と考えている。

また、これらは、プロファイルとして外部から提供されることを前提としている。表 E-3 に FBM の各構成要素のプロファイルの提供者に関して示す。なお、プロファイルを作成する為には専門的な知識が必要であるが、実際のサービスや基盤の提供者は専門家であるとは限らない。そのため現実的には、実際のサービスや基盤の提供者にはカタログを提供してもらい、そこから専門家が必要な切り口の属性値を作成することとなると考えられる。

表 E-3 属性項目の概要及びプロファイルの提供者

No	要素分類	属性分類	提供者	説明
1	共通	共通項目	—	各種要素に共通する属性項目。要素分類、要素名、プロファイル提供者名等。
2	基盤	基本項目	基盤提供者	基盤の属性項目であり、FBMにおける環境等の基本的な項目類がこれにあたる。プロファイル登録環境(DB)、評価環境、セキュリティ環境(認証等)、エージェントやサービスの登録等がこれにあたる。
3	サービス要素	サービス関連項目	サービス要素提供者	価値の変化を引起すサービスの属性項目。生産や開発/設計
4	付帯要素	サービス要素付帯関連項目	サービス要素提供者	基盤提供者から提供される項目は、FBMにおける基本的な項目。サービス要素提供者から提供される高奥は、事務/受入/払出コスト、社内輸送費、必要時間など、各企業に必要な項目。
		結合要素付帯関連項目	基盤提供者	
5	結合要素	クラスタ化関連項目	サービス要素提供者	
		サービス分割関連項目	基盤提供者	
6	バリューチェーン要素	基本項目	基盤提供者	FBMにおける基本的な項目類。
		サービス関連項目	サービス要素提供者	輸送等、価値の変化を引起さないサービス
7	ビジネス要求要素	ビジネス要求関連項目	ユーザ	仕様やコスト、納期等の要求項目値。なお、項目種は一般に基盤提供者が用意。
8	バリュー提供要素	ビジネス結果関連項目	コーディネータ	仕様やコスト、納期等の要求項目値。なお、項目種は一般に基盤提供者が用意。
9	ビジネス間連携要素	ビジネス連携関連項目	FBM事業主	複数のビジネスを展開している事業主。

附属書F フレームワークの提供する評価機能に関する推奨機能

フレームワークの提供する評価機能は、新しい状況に対応していくため、次々と変更・成長可能である必要がある。そのため、機能をハードコーディング的にシステムに組み込むのではなく、様々な機能の組み込みをサポートするプラットフォーム的な機能が要求される。

例えば、各要素の属性値を用いて所望の評価を行う際の評価方法などがこれにあたる。ビジネスの規模(売上と連動)やビジネス領域の広さ(ビジネスドメイン数)、ビジネスの効率(営業利益)等を属性値から抽出、または複数の属性値から算出などを行う機能を対象としてみる。その場合、FBM の利用者が目的の評価値を基盤に問い合わせることにより、内蔵された評価アルゴリズムによって処理された結果を得ることができることが望ましい。その際、評価方法は基盤内に収められているが、呼び出されると、サービス要素等の様々な要素に収められている属性値を、指定された手順で問合せ、演算し、その結果を呼び出し側に戻す必要がある。これらの機能は様々なパターンをとるため、機能を登録する仕組みや登録済みの機能の検索方法の実装が推奨される。

表 F-1 に、フレームワークの提供する評価機能に関する推奨機能を示す。

表 F-1 フレームワークの提供する評価機能に関する推奨機能

No	区分	機能	提供者	説明
1	登録 管理	評価方法の問合せ	基盤提供者	実装されている評価方法の問合せ。評価機能名、呼び出し方法、説明などを返す。
2		評価方法の登録		評価方法を登録する。
3		評価方法の削除		登録されている評価方法を削除する。
4	実行 管理	評価方法の呼び出し		登録されている評価方法に関して、引数の登録、評価方法の呼び出し、結果の受け取りなどを実行。実行形態は基本的には同期であるが、実装によっては非同期のこともある。
5		評価の一時停止		実行中の評価処理を一時的に停止する
6		評価の継続		一時停止している評価処理を再開する
7		評価の停止		実行中の評価処理をやめて戻る
8		評価の強制停止		実行中の評価処理を強制的にやめて戻る
9	実行	評価方法の実行	機能提供者	与えられた引数により、評価を実行する。実行形態は基本的には同期であるが、実装によっては非同期のこともある。
10		評価方法の実行停止		実行中の評価をキャンセルする

附属書G フレキシビリティを持つビジネスモデルの FBM 実行例

G.1 FBM 実行の基本的手順例

フレキシビリティを持つビジネスモデルの FBM 実行の基本的手順例を以下に示す

a) 基本設計

ビジネスモデル概観を設計し、検討対象のサービス範囲を選定する

b) 詳細設計

a)で選定したサービス要素に関してビュー単位で以下を実施する

- 1) 基本タイプ：検討の基準となる実行タイプとして、ブレイクダウンしたサービス要素を配置しその属性を設定する。関連するサービス間をリンクで接続し、リンクにサービスが内在していないかを確認、評価に必要な場合は詳細サービスに展開する。
- 2) 代替タイプ：変化させた実行タイプとして、上記と同様にサービス・リンクの設計を行う
- 1) 差分設計：基本タイプと代替タイプの差分を抽出・対応関連をリンクで記載し、切替に伴うサービスが内在していないか確認、評価に必要な場合は詳細サービスに展開する。

c) モデルの評価

b)のサービス・リンクに関して様々な条件下でシミュレーションを行い、モデル属性パラメータの最適設定と結果評価を行う。

この附属書では、飲料自動販売機製造ビジネスを事例として、各ステップの概要を説明する

G.2 基本設計

- a) ビジネス全体として必要な大枠でのサービスを配置し、関連するサービス間をリンクで接続する

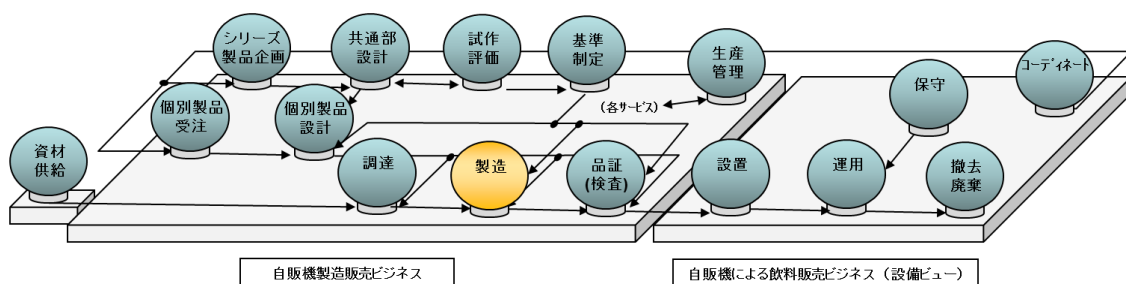


図 G-1 飲料自動販売機関連ビジネス概観

- 1) 図 G-1 では、飲料自動販売機関連ビジネスを自販機製造販売ビジネスと自販機による飲料販売ビジネス(運用面)に大別している。

- 2) 飲料販売ビジネス側では自販機設備 SCM にフォーカスしているが、需要と保有設備の大小により、発注・設置／撤去・廃棄を行う。自販機製造販売ビジネス側から自販機の供給を受け、運用方法革新に関する開発要求／個別注文を行う。
 - 3) 自販機製造販売ビジネスの 1 段目は標準設計の ECM を表し、顧客ニーズ／運用データ等から製品シリーズを企画し、共通部設計／評価を行う。1 段目のアウトプットとしてモジュール・I/F 標準や設計・製造・試験基準が、2・3 段目に提供される
 - 4) 自販機製造販売ビジネスの 2 段目は個別設計の ECM を表し、個別受注製品に関する設計を行う。2 段目のアウトプットは調達／製造／検査指示とその情報で、3 段目に提供される
 - 5) 自販機製造販売ビジネスの 3 段目は SCM で、上位基準／設計指示に基づき、資材調達・製造・検査を行なう。
 - 6) 生産管理は、ビジネスモデル内・外の各サービスから情報を受け、リソースを提供する
- b) 検討対象サービス範囲を選定し、基本方針・目標を設定する。
- 以降の事例では図 G-1 の製造サービスを対象とし、外部委託による増産対応を目標とする。

G.3 詳細設計

a) モデル作成の手順

モデルは「原料・製品等モノの流れ」「基準／設計データ／品質／生産情報等のコトの流れ」「人／設備等の資源の流れ」等、多面的なビューに対して構築する。モデル作成は基本的に以下の手順で行う

- 1) 対象サービスを結合要素(肉薄平板)とし、ブレイクダウンしたサービス要素を配置する
- 2) 各サービスに対して属性を設定する
- 3) 関連するサービス要素間をリンクで接続する
- 4) リンクで接続されたサービス間の属性を比較し、リンクにサービスが内在していないか確認する
- 5) 検討評価に必要な場合、内在しているサービスを更に展開する

フレキシビリティの評価を行う場合は、基本となる実行タイプと変化後の実行タイプのモデルを作成し、更に両者を切替える際に必要な要素の抽出を行う。

b) 基本タイプモデルの作成

最初に「製品の流れ」に関する検討を行うものとし、検討の基本となる実行形態としては全て自社製造とした。図 G-2 では、自動販売機製造に必要なコンポーネント製造／盤製造／各組立の単位操作要素を配置し、関連を有向線線で結んだ

「冷却ユニット製造」と「完成品組立」に設定された属性により、両者は同じ工場内だがエリアが異なるため、「工場内搬送」が内在している事が判る。

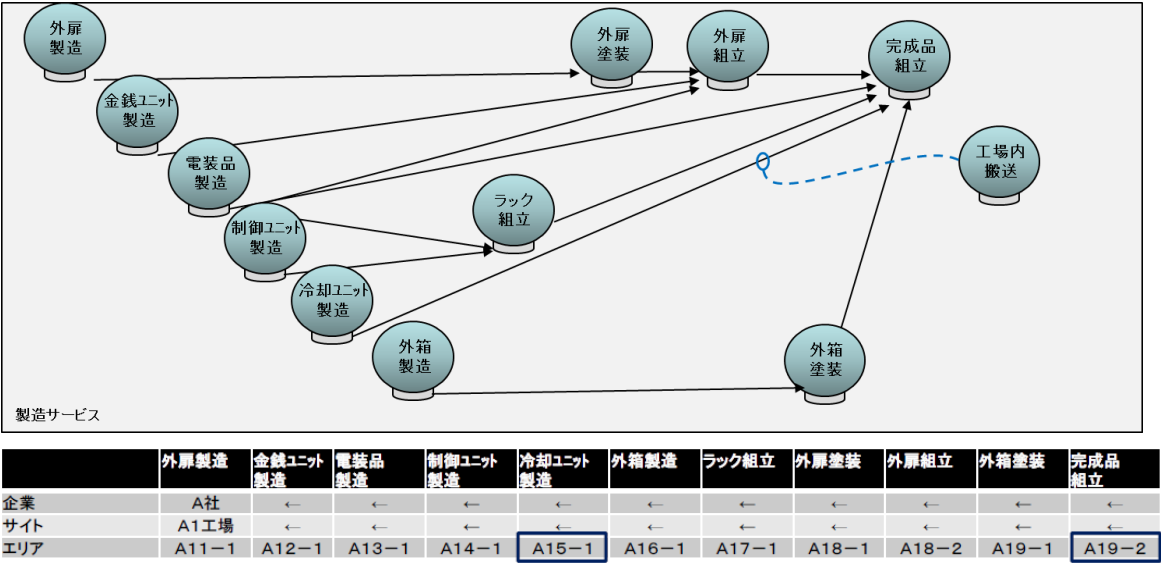


図 G-2 製造サービスの基本実行形態(モノの流れ)

c) 代替形態モデルの作成

図 G-3 では代替実行形態として、基幹コンポ(制御ユニット/金銭ユニット)の製造、及び製品組立て以降を社内に残し、その他(外扉/電装品/冷却ユニット/外箱)の製造をアウトソーシングすることを想定した。

「冷却ユニット製造」と「完成品組立て」は製造会社が異なる為、「工場間輸送」が内在している事が判る。

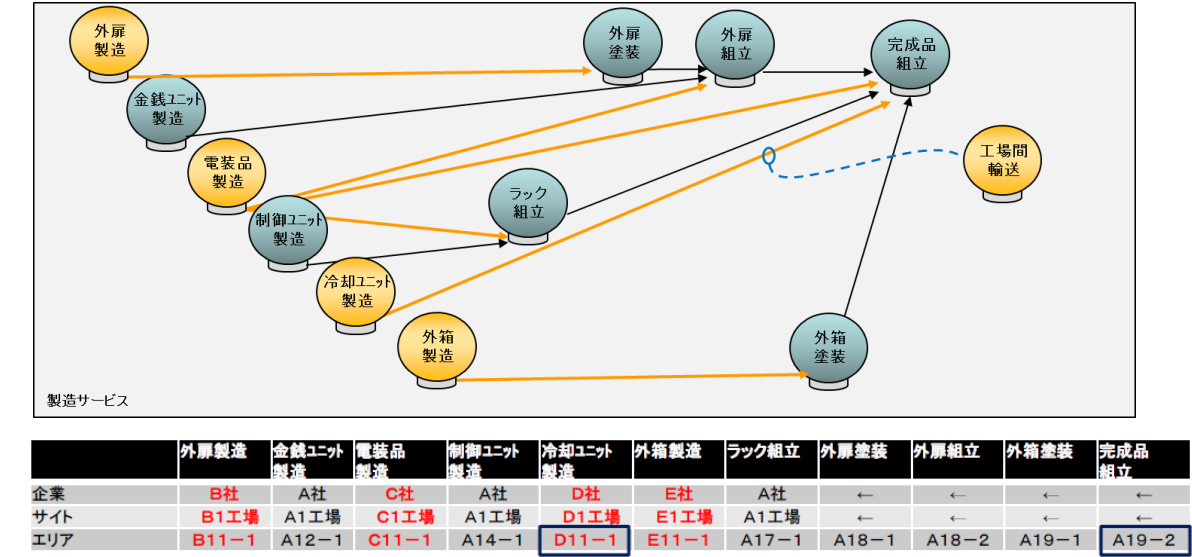


図 G-3 製造サービスの代替実行形態(モノの流れ)

リンク内に主要なサービスが内在している場合は、それを展開(肉薄平板上に粒度を上げたサービスを配置し、属性を設定、リンクを設定)する。

なお、サービス要素が変化する場合、リンクで結合された相手先にも変化が発生する場合がある。

図 G-4 では「冷却ユニット製造」と「完成品組立」間の工場間輸送を展開している。サービスが変更(工場内輸送→工場間輸送)されたことで、出側に「出荷梱包」入側に「受入検品」「保管」が追加される。また「生産管理」との間には情報転送サービスが内在するが、基盤内の追加サービス間、基盤間での通信が追加となる。

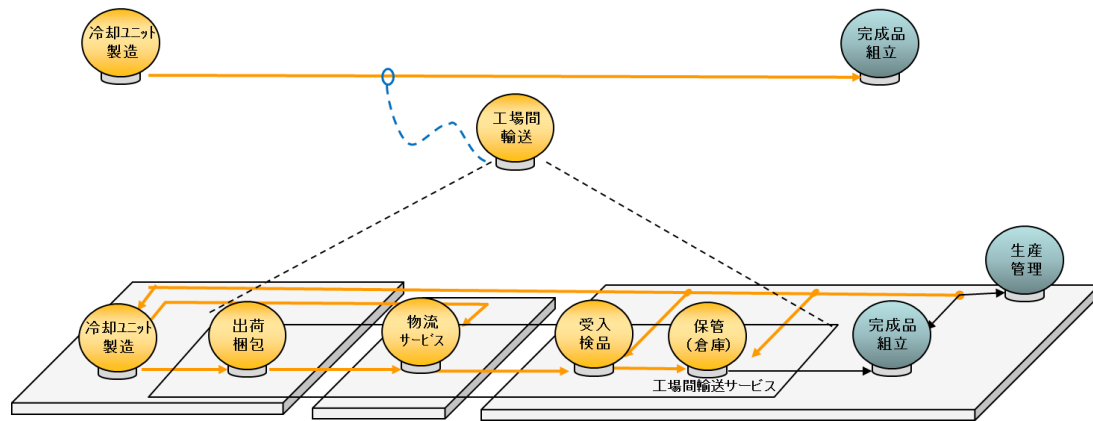


図 G-4 製造サービスの代替実行形態(工場間輸送の展開)

d) 差分設計

基本モデルと代替モデルの差分を抽出する。両モデルで対応するサービス間をリンクで接続するが、両者で差のないサービス間のリンクは記載を省略する。差のあるリンク(変化リンク)はサービス間の属性を比較して、サービスが内在するかを確認し、必要により展開する。

なお、変化リンクのサービスには 初回のみ必要(設備導入等)と変化都度必要(段取等)があり、評価時に留意する。

図 G-5 は前掲の工場間輸送に関して基本モデルと代替モデルの差分を表したもので、オレンジ色のサービスが変化している（工場内輸送は両者に含まれるので省略）。自工場内に注目すると、追加された「受入検品」「保管」に関しては、その資源(人員・倉庫)の増強(サービスとしては教育や建設)が必要となる。これらと「生産管理」との間には情報転送サービスが内在するので、その構築が必要となる



b)~d)ではモノの流れに着目しているが、異なるビューからモデルを作成し、多面的に評価を行って、総合的に判断する事が望まれる。

図 G-6、図 G-7 では設計標準情報(図 G-1 の「基準制定」にて生成)と個別製造情報(「個別製品設計」にて生成)に関するモデルを作成している。

図 G-6 では図 G-2 の各サービス要素に対して、関連属性を設定し、情報のリンクを記載している(リンク関係は図 G-2 と異なる)。設計 CAD として同一(a 方式)を採用しているので、設計データを直接「外箱製造」で使用する事が出来る。また、伝送 I/F 基準として α 方式を採用している為、各ユニットは制御ユニットと遣り取りが出来る。

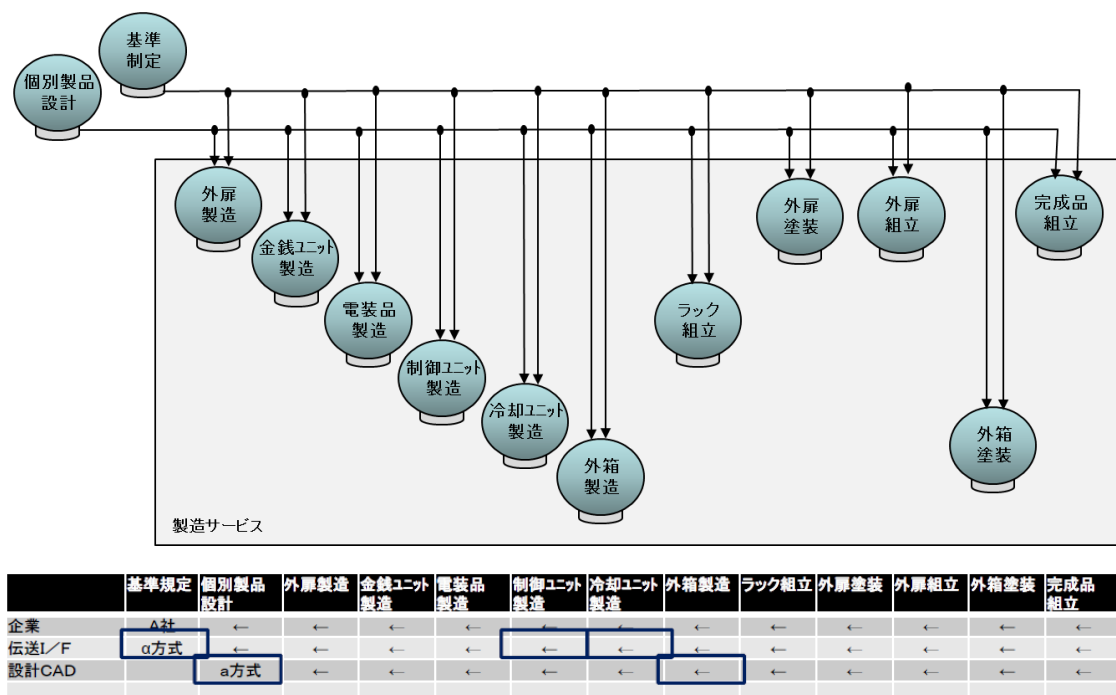


図 G-6 製造サービスの基本実行形態(基準／設計情報の流れ)

図 G-7 では図 G-3 と同様に外扉/電装品/冷却ユニット/外箱の製造をアウトソーシングしており、各サービスの属性が変化し、これに伴いリンクも変化している。E 社(外箱製造)で採用している設計 CAD の方式が異なれば、情報リンクにはデータ変換(または「外箱製造」への「データ手入力」付与)が必要となる。また D 社(冷却ユニット製造)で採用している伝送 I/F が異なれば、「冷却ユニット製造」に「I/F 製造」が付加される。

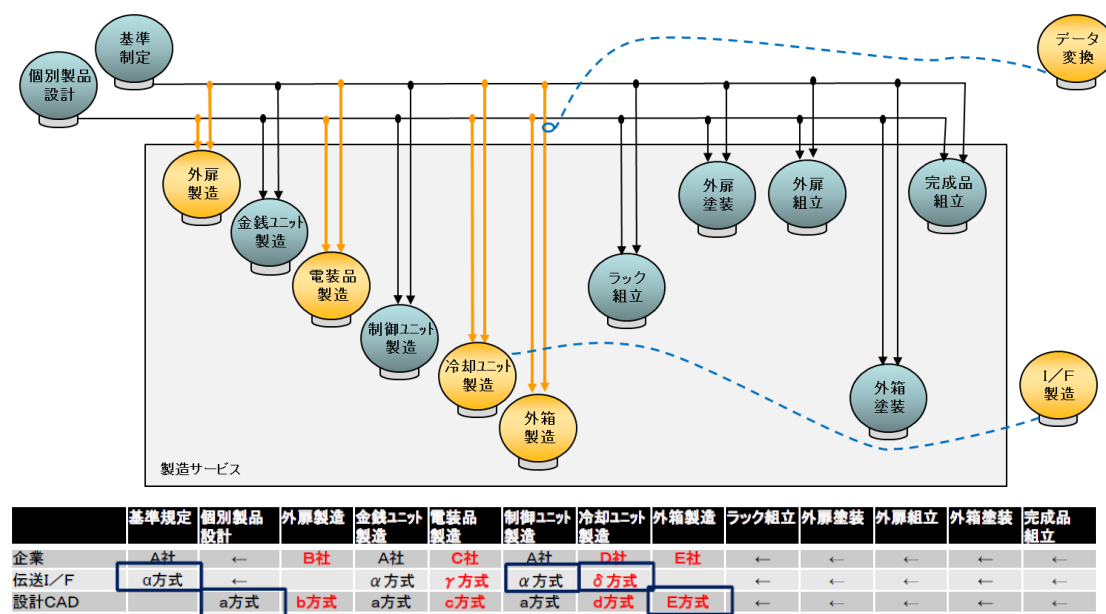


図 G-7 製造サービスの代替(基準／設計情報の流れ)

G.4 モデルの評価

各サービス要素に付与した評価属性(時間・コスト・・・)を用いてシミュレーションを行う。フレキシビリティの評価の為に多様な実行条件でのシミュレーションを実施して、総合的に評価を行う。また、必要に応じて属性パラメータの最適調整を行う。

Σ (基本モデルー代替モデル)は Σ 差分となる。変化リンク分を加算する。

図 G-8 では製造サービスのシミュレーションイメージを示す。

- 基本モデル製造が選択されている場合を表すが、生産能力で「冷却ユニット製造」がボトルネック(25)となっている。
 - 「冷却ユニット製造」を代替モデル製造に切替えた場合を表す。ボトルネックが解消されシステム全体の生産能力が 75 に拡大する。
 - 「冷却ユニット製造」を行っていた「A15 エリア」を「制御ユニット製造」に振向け、属性パラメータ(生産能力)を調整した場合を表す。システム全体の生産能力は 100 に拡大する。
- 生産量が 25 以下であれば a)がコスト的に優位となる
 需要が拡大して b)に切替える場合は、初回には I/F 製造の変化リンクコストが必要となる
 更に拡大して c)に切替える場合は、都度ライン切替段取りの変化リンクコストが必要となる。

b), c)で常時付加される冷却ユニットや物流コストを含めた総合コストや、リードタイム等を含めて総合的に評価を行い、目標に達しない場合は新たな代替モデルを模索する事になる。

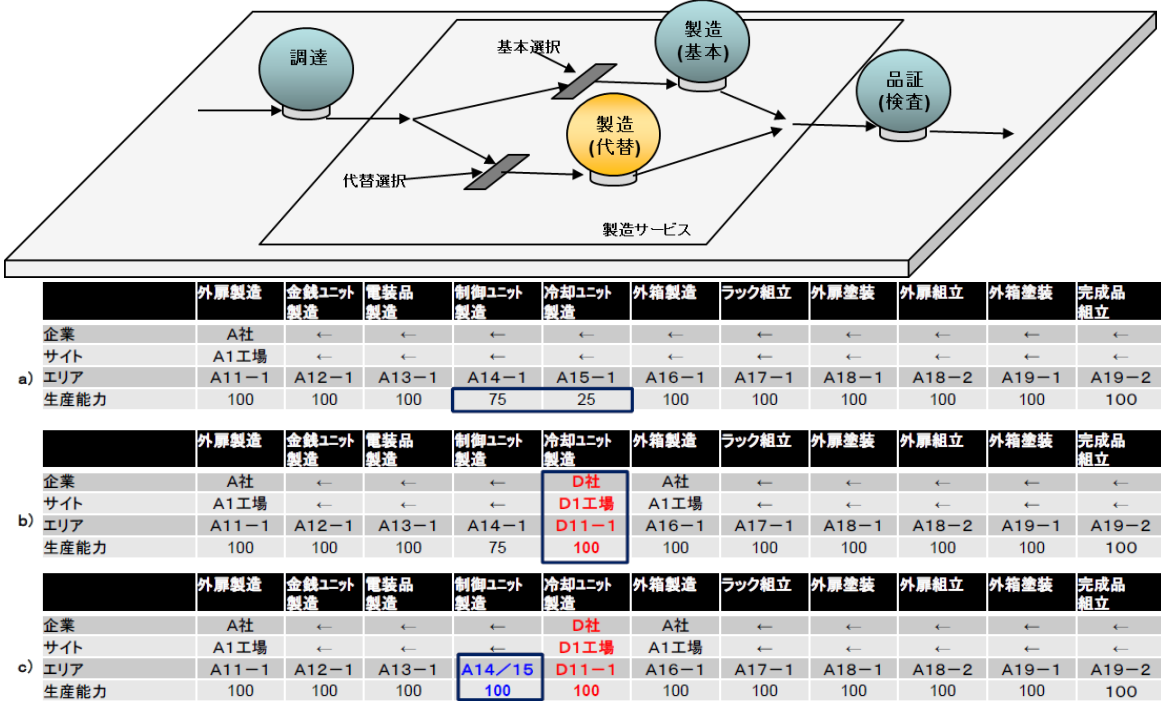


図 G-8 製造サービスの実行シミュレーション

附属書H 物流改革とフレキシブル自販機製造ビジネス

この附属書では、附属書 G で使用した飲料自動販売機製造ビジネスに対する改善検討を FBM モデルで記述した事例を示す。

H.1 物流改革とフレキシブル自販機製造 Biz

附属書 G で例示したモデルに関して物流改革等による改革を検討する。図 H-1 では図 G-4 での製造サービスの代替実行形態(工場間輸送の展開)の物流サービスを更に展開している。拠点間の長距離幹線輸送, 各地域の集荷店～拠点間の地域輸送, 集荷店までの地域輸送が内在している。

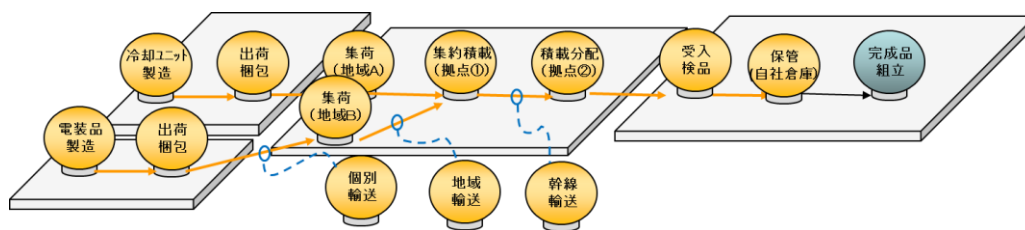


図 H-1 物流サービスの展開

a) サービス要素の改善

ICT 技術の導入によりサービス要素を改善する。

出荷時点での梱包単位・荷姿を指定・個品に ID タグを貼付け、輸送状況トレース／入荷後の自動振分けに活用する事で、検品作業を削減する

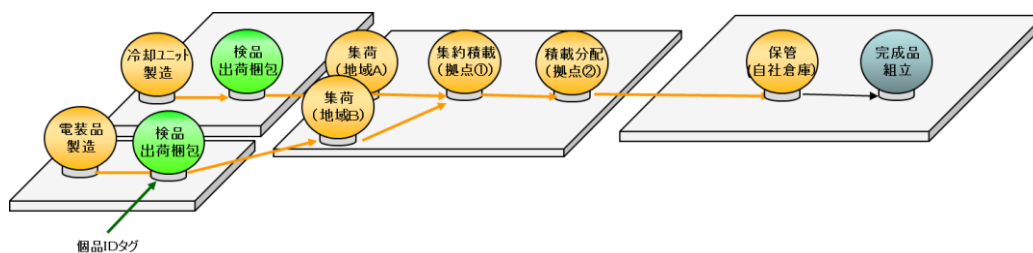


図 H-2 デジタル化によるサービスの改善

b) 資源のシェア

倉庫を個社で設置する場合、最大負荷で設計すれば生産動向によっては稼働率が低下する。自社／他社倉庫の空隙・専用倉庫会社を纏めて保管サービスとして提供する事で、変動を吸収する。

同様に物流の稼働率向上の為に共同配送(貨車空隙のシェア)が検討される。図 H-3 の例では電装品の個別輸送は、近隣(地域 C)に集荷点を持つ物流会社を併用する事で個別輸送距離を削減する。

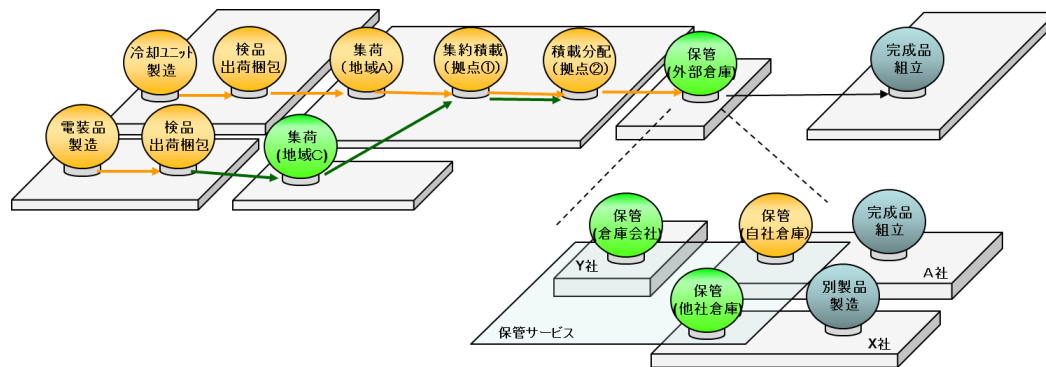


図 H-3 資源のシェア

c) プラットフォーム・インフラ構築／サービス提供

「輸送・保管」対象が「人の移動・宿泊」である個人旅行予約では、次のように進展している。

- ① 専用システム端末を持つ窓口赶赴いて予約
- ② 航空会社・ホテル個社の予約サイトでネット予約
- ③ 旅行予約サービスで航空券・ホテルを一括検索・予約
- ④ 比較サービスで複数の旅行予約サービスから最安値を提示
- ⑤ レストラン／観光地等の口コミ情報を併せて提供

②は資源提供者によるネットワーク化，③は第3者によるサービス提供，④はサービス自体の市場化，⑤は価値の創造(チケットを売るのではなく旅行の楽しみを提供)と言えるが，BtoB の物流でも類似した変化が想定される。

- ・ 個別接続からプラットフォーム構築へ
- ・ サービス提供者の登場とサービス深化
- ・ オープン API による資源提供者から複数サービスへの提供・市場化

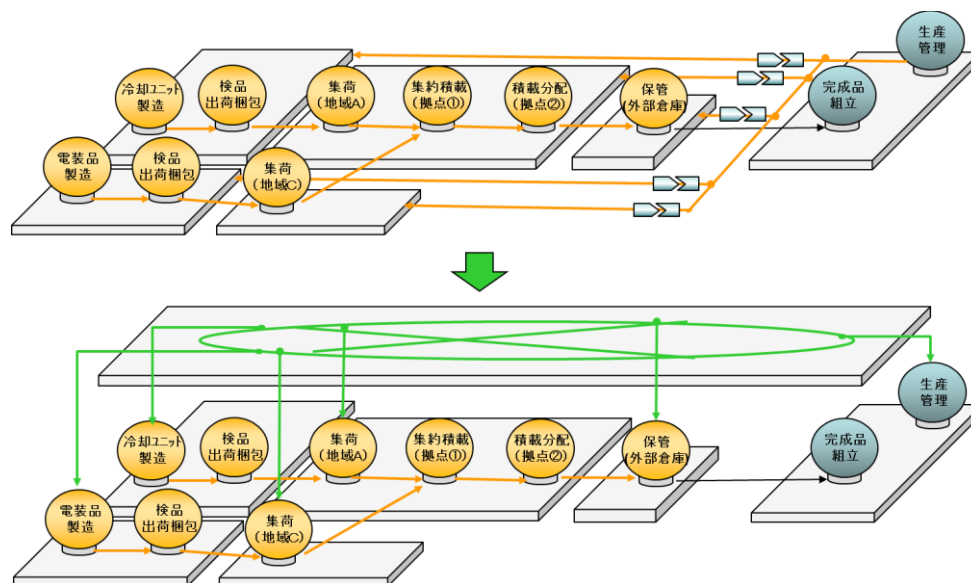


図 H-4 プラットフォーム・インフラ

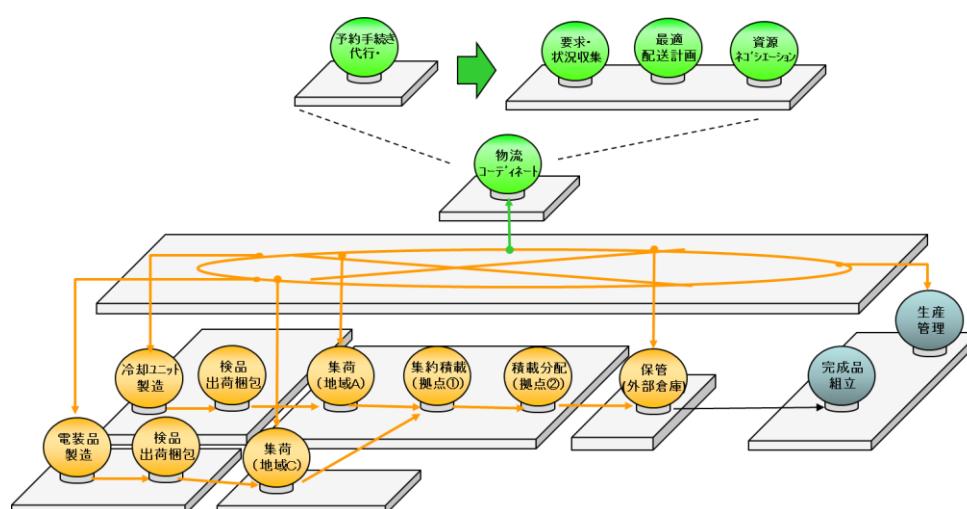


図 H-5 コーディネーションサービス

d) 標準化

企業系列内／寡占状態では主幹事業者の標準を DFS として採用されるが、 m 対 n でバリエーションが組合される構造の市場では公的団体・工業会等での標準化が検討される。

- ・標準・規格等の制定
- ・テストベッドの構築

標準化によるメリットは、次のとおりである。

- ・コンポーメカ(C社・D社)は販売先毎のI/F開発が不要→販路拡大
- ・自販機メカ(A社)は供給元選択肢が拡大、個別接続確認が軽減

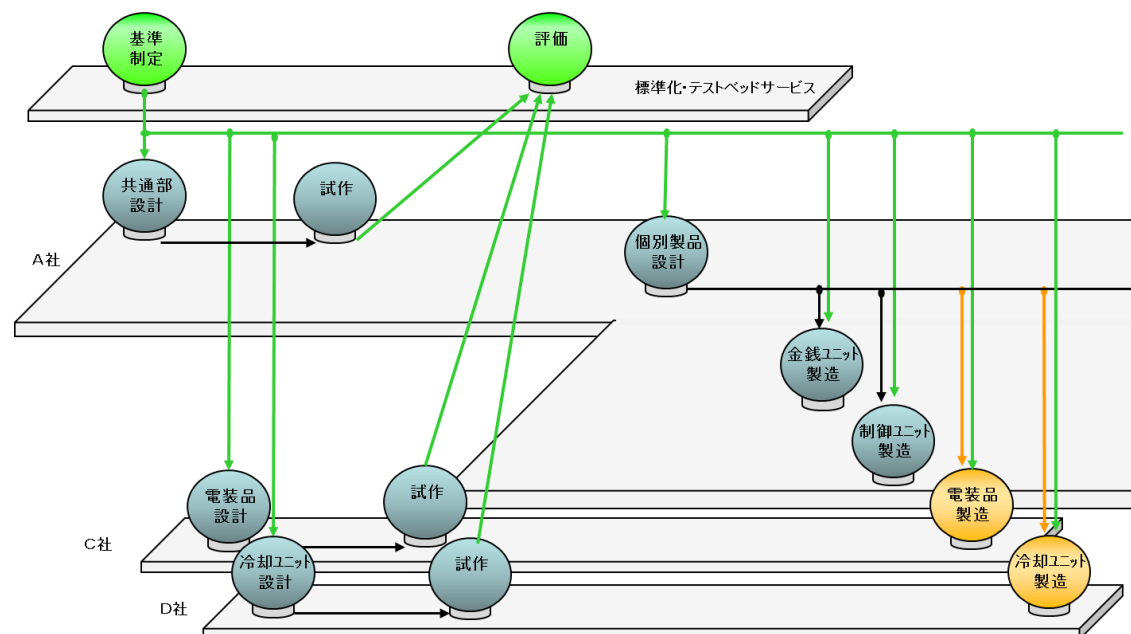


図 H-6 標準化

e) ハードウェア・プラットフォーム

旧来の自販機は飲料販売機能だけだったが、近年の自販機では購入者層を識別し販売提案を行う機能を持ち、その為の資源としてカメラ／大型ディスプレイ等のデバイスやネットワーク環境が付与されている。

このハードウェアをプラットフォームとして、ソフトウェアを追加する事で新たな価値の創造が適用・検討されている。(販売を行っていない時間での広告提示、情報提供や周辺情報の収集等)

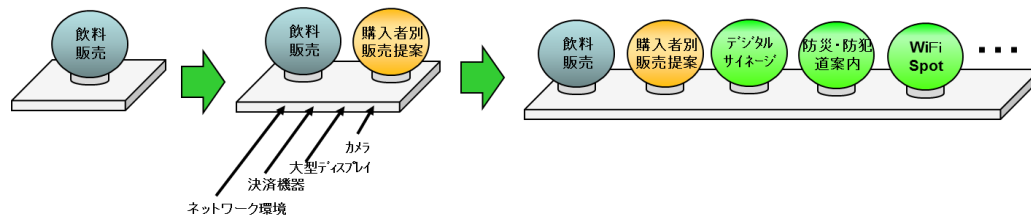


図 H-7 ハードウェア・プラットフォーム(ソフトウェア・デファイン)

附属書I FBM 関連 UML 図(参考図)

この附属書では、参考として FBM 関連の UML 図を記載する。

図 I-1 は FBM の基本構成を示す UML 図であり、図 I-2 は FBM モデルを示す UML 図である。
両図とも、FBM モデルの理解を助けるための参考図として掲載する。

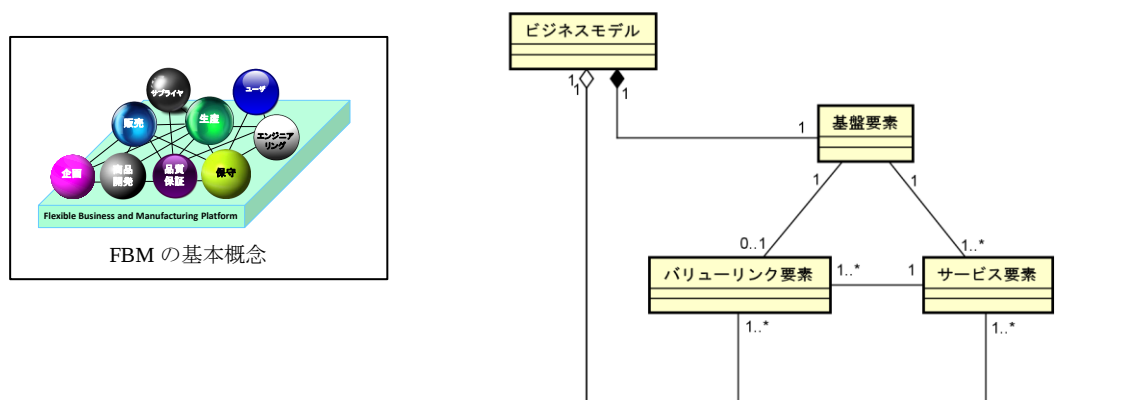


図 I-1 FBM の基本構成を示す UML 図(参考図)

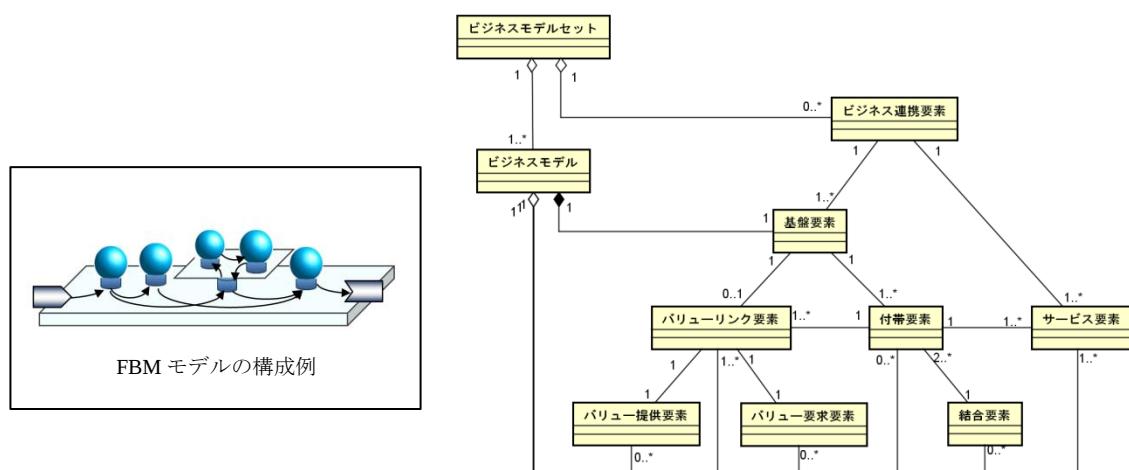


図 I-2 FBM モデルを示す UML 図(参考図)

附属書J 制御盤のモジュール化の概要

a) モジュール型とインテグラル型の定義

製品を設計思想で分類すると、モジュール型(組み合わせ型)とインテグラル型(摺り合わせ型)に大別することができる。モジュール型製品の代表的な製品例がパソコンシステムとなる。パソコン、ディスプレイ、キーボード、プリンターなど共通規格のインタフェースによりメーカーが違っていてもケーブルを繋げてシステムを構築することができる。結果、修理や保守に関してモジュール単位で管理することができるのでコストやリスクを分散させることができる。一方、インテグラル型の代表例は自動車がある。乗り心地の良さや燃費の向上、安全機能の追求のためにタイヤやサスペンション、エンジン、車体、電装品などそれぞれのパーツを摺り合わせて最適設計した部品を組み立てて作るものがインテグラル型製品にあたる。最適設計で在るが故に様々な車種の部品を好きなように組み合わせて組み立てる事は難しい。

制御盤は、主に遮断器や開閉器等の電源部、モーションやサーボやインバータ等の駆動部、PLC や変換器やリレー回路等の制御部の機能に分けられそれらを 1 つのパネル上に配置し盤筐体サイズの最小化・最適化を図っている。制御盤は制御対象装置の要求仕様を満たす機器要素の選定を行い電源部や駆動部、制御部の各回路連系の摺り合わせをした全体最適設計を要求されるのでインテグラル型製品といえる。

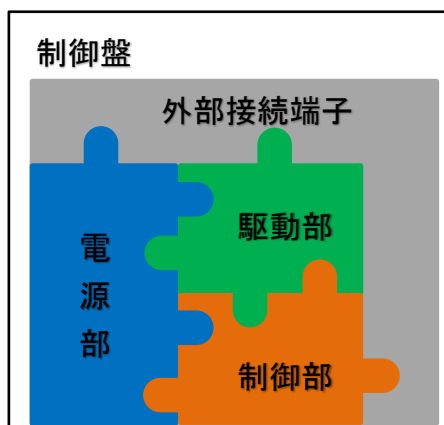


図 J-1 制御盤内の機能連係

b) 制御盤を構成するモジュール機器

例えば PLC を例に挙げると、一部のユニットを高性能の物に交換したり、ユニットを追加するだけで製品の性能をアップさせたり機能を拡張することができる。しかし、機器メーカーが異なるとコネクタのピンアサインが違う。故障や機能アップのために別の機器メーカーのモジュールを容易に置き換えすることができない。交換作業に制御盤改造に多くの工数が発生する。等の問題がある。

では、電源部や駆動部、制御部の各機能を部位モジュール化した場合についてはどうであろうか。最適なインタフェースを考慮しないと部位毎にモジュール間を繋ぐ配線端子台スペース増加と接続配線の作業量が増える。設計プロセスも「一品每手作り」的なものとなり、モジュール化のメリットが少ない。将来的には、統合標準化された通信ネットワーク及び無線、端子接続技術が望まれる。部位モジュール間の機能拡張及び交換が容易化するはずであり、結果接続配線の作業が簡易化して、顧客に大きなメリットが生まれる。

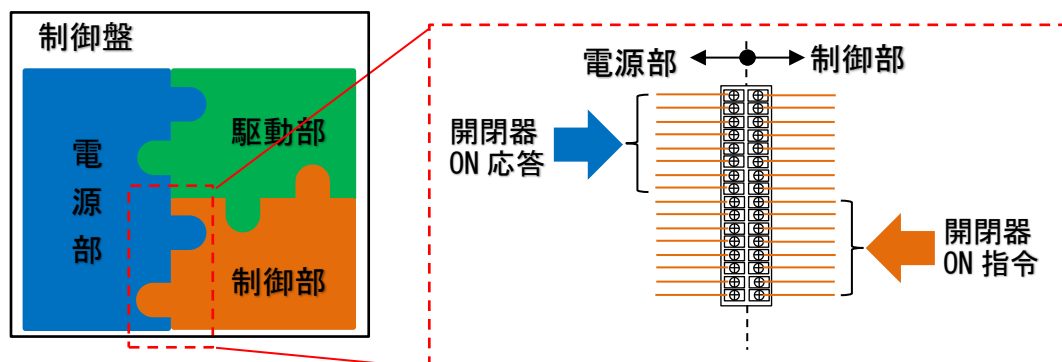


図 J-2 最適なインタフェースを考慮しない場合の部位モジュール化

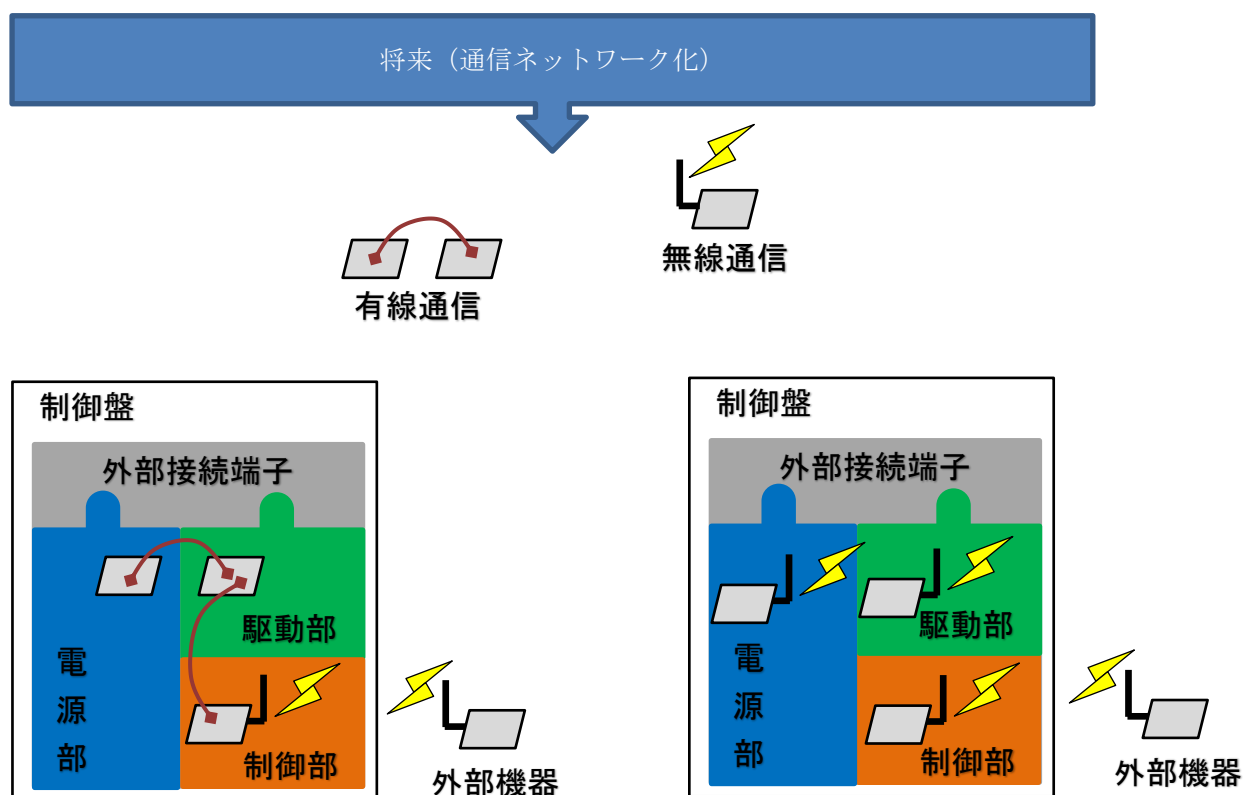


図 J-3 各機能を部位モジュール化した場合のイメージ

c) 複数社のモジュール組合せるようなソリューション

モジュール化のメリットは、構成要素間の調整などにかかるコストを削減できる、モジュールの独立性が確保することが前提だが、全体に対する変化をモジュール(部分)として注力できる、システムの多様性を容易に確保できるなどである。デメリットは、①各モジュールの独立性確保のためインタフェースの長期間固定が必要(=インタフェースの進化が抑制されてしまう)、②幅広いモジュールを扱うには、インタフェースに凡庸性をもたせなくてはならず、結果的に全体システムの最適化では無駄が生じる可能性がある。

現在のモジュール事例は、国内事例[5.3.7.2 制御盤の標準化(コントロールセンタの例)]や海外事例[5.3.7.3 制御盤のモジュール化(Schneider Electric のモジュール制御盤用機器(Modular Control Panel Solution))]に示す通り、各社独自のモジュール最適化設計までは実現している。しかし、顧客価値の将来像を考えると、一社のモジュールだけでなく複数社のモジュールを組合わせるようなソリューションが必要となるだろう。

例えば、コンピュータ産業は「モジュール化」によって大きな発展を遂げたと言える。近年のパソコンは、メモリーやハードディスクなどの「標準化された部品」を組み立てて生産できる仕組み=各々の部品をどのメーカーが生産しても、全体としては問題なく動作する。そして、「国際的で水平的な分業体制(産業構造のモジュール化)」を確立させ、さまざまな分野(生産・業務プロセス・組織形態など)において、「モジュール化」の有用性が語られるようになった。モジュール化の目的は、製品のリユース対応、メンテナンスの容易化、モジュール交換で制御製品の延命化、水平分業することで圧倒的なデリバリスピードの実現、モジュール単位での輸送費低減がある。また、有害物のパッケージ化(例えば、鉛蓄電池)も考えられる。

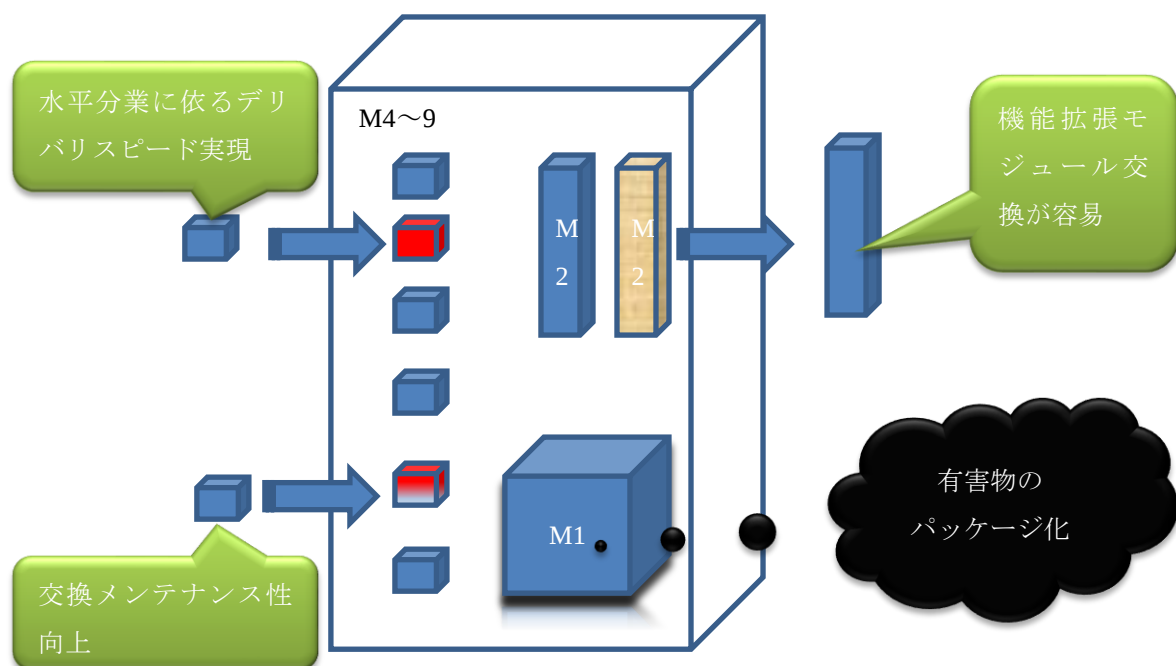


図 J-4 制御盤(M1~9 は、モジュールを示す)

モジュール化は、サイズや固定方法を基準化、電源及びインタフェースの統一、各モジュール単位での独立性確保、磁石に S 極や N 極が存在するように様々なモジュールが他のモジュールとの協調性や排他性を容易に判断できるような仕掛けが必要と考える。また、コンピュータや周辺機器の電源を入れた状態で接続して使用できる機能として **hot plug** 機能があるが、それに類する機能がメンテナンス性向上の為に是非欲しいはず。一方、個々のモジュール単位での品質保証が事前にできている事を前提として機器組み付け後(または一定期間が経過した後に稀に発生する問題)に発生した問題点切り分けをどのように保証すべきなのか?などの問題点が挙げられる。仕組み作りや公的なルール作り、問題点を解決に向けた取組、サプライチェーンの付加価値は何か、機器全体の製品担保をどうするか等、まだまだ大きな課題がある。