

愛知工業大学大学院経営情報科学研究科

博士論文

BRMS によるスマート・エンタープライズ実現と
企業価値最大化に関する研究

Study on the Smart Enterprise Implementation and
Maximize Corporate Value by BRMS

2018 年 3 月

学籍番号 : B15801

氏 名 : 青島 弘幸

指導教員 : 石井 成美 教授

目次

第1章 序論	1
1.1 研究の背景と目的.....	1
1.2 本論文の構成.....	2
参考文献 (第1章).....	5
第2章 BRMS によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略.....	6
2.1 はじめに.....	6
2.2 我が国製造業の生産性と IT 経営の現状.....	6
2.3 スマート・エンタープライズとは.....	7
2.4 CMMI (能力成熟度モデル統合) とは.....	7
2.5 システムの制御機構とルール.....	7
2.6 IT 経営によるルールの自動化と最適化.....	9
2.7 IT ソリューションの実態と問題.....	10
2.7.1 メーカー A 社における事例.....	11
2.8 スマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略.....	13
2.9 BRMS の有効性に関する考察.....	13
2.10 スマート・エンタープライズ実現に向けた人材育成の必要性.....	14
2.11 おわりに.....	15
参考文献 (第2章).....	15
第3章 PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化に関する考察.....	17
3.1 はじめに.....	17
3.1.1 研究の目的.....	17
3.1.2 研究の手順.....	17
3.2 MOT 及び PLM の現状.....	18
3.3 CMMI による設計組織能力の構築.....	18
3.4 スマート・エンタープライズの実現と課題.....	19
3.5 スマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略のモデル化.....	20
3.6 BRMS の試行評価.....	21
3.6.1 BRMS の仕組み.....	22
3.6.2 試行評価の概要.....	22
3.6.3 手順 (ロジック) と BRMS による定義の違い.....	23
3.6.4 評価結果.....	24

3. 7	PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化.....	24
3. 8	おわりに.....	26
	参考文献 (第3章).....	27
第4章	MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化に関する考察.....	28
4. 1	はじめに.....	28
4. 1. 1	研究の目的.....	28
4. 1. 2	研究の手順.....	28
4. 2	MRP の現状.....	28
4. 3	IT 経営と CMMI による組織能力構築.....	29
4. 3. 1	IT 経営のステージ.....	29
4. 3. 2	IT 経営の動向.....	30
4. 3. 3	IT 経営ロードマップ.....	31
4. 3. 4	組織能力成熟度 (CMMI).....	31
4. 3. 5	IT 経営のステージと CMMI の関係.....	32
4. 4	航空機生産の概要.....	33
4. 5	MRP による日程計画の問題と解決策.....	34
4. 6	スマート MRP の実現と課題.....	36
4. 7	BRMS の概要.....	38
4. 8	MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化.....	38
4. 8. 1	スマート MRP 実現に向けた企業システム戦略のモデル化.....	39
4. 8. 2	スマート MRP を運営する BRMS 管理者の育成.....	40
4. 9	おわりに.....	40
	参考文献 (第4章).....	41
第5章	業務の標準化・柔軟化とビジネスルール管理者の育成.....	42
5. 1	はじめに.....	42
5. 1. 1	研究の目的.....	42
5. 1. 2	研究の手順.....	42
5. 2	IT 経営における業務の標準化・柔軟化.....	42
5. 2. 1	IT 経営とは.....	42
5. 2. 2	IT 経営の動向.....	43
5. 3	組織能力成熟度 (CMMI) における業務の標準化・柔軟化.....	44
5. 4	業務の標準化・柔軟化と IT の関係.....	44
5. 5	航空機メーカーにおける業務の標準化・柔軟化の実態.....	45
5. 5. 1	生産スケジューラの導入事例.....	45

5. 5. 2	オンライン進捗管理システムの導入事例.....	46
5. 5. 3	ルールの逸脱とガバナンスの欠如.....	47
5. 5. 4	システム以前の標準化	47
5. 5. 5	航空機部品製造における規定違反.....	47
5. 5. 6	標準化の推進状況	48
5. 6	ビジネスルールマネジメントの重要性.....	49
5. 6. 1	スマート・エンタープライズ実現の課題.....	49
5. 6. 2	ビジネスルールマネジメントとは	49
5. 6. 3	ビジネスルールマネジメントの重要性.....	50
5. 6. 4	組織体制とビジネスルール管理者の育成.....	51
5. 7	おわりに.....	52
	参考文献 (第5章).....	53
第6章	IoT時代のIT経営とビジネスルールマネジメント.....	54
6. 1	緒言.....	54
6. 2	IoT時代のIT経営.....	54
6. 2. 1	IT経営の定義.....	54
6. 2. 2	IT経営のステージ	55
6. 2. 3	IT経営の動向.....	55
6. 2. 4	IT経営ロードマップ.....	56
6. 2. 5	組織能力成熟度 (CMMI).....	56
6. 2. 6	IT経営のステージとCMMIの関係.....	57
6. 2. 7	工場におけるIoT時代のIT経営.....	58
6. 3	航空機部品生産におけるIT経営の実態.....	58
6. 3. 1	航空機部品生産の経営課題.....	58
6. 3. 2	オンライン進捗管理システムの導入.....	58
6. 3. 3	オンライン進捗管理システムの状況.....	59
6. 3. 4	民間航空機ビジネス拡大に伴う状況悪化.....	60
6. 3. 5	システムの改善と結果.....	60
6. 3. 6	ルールの逸脱とガバナンスの欠如.....	61
6. 3. 7	ルールの標準化	62
6. 4	ビジネスルールマネジメントの重要性.....	62
6. 4. 1	IoT時代のIT経営における課題.....	62
6. 4. 2	ビジネスルールマネジメントとは	63
6. 4. 3	ビジネスルールマネジメントの重要性.....	64
6. 4. 4	組織体制とビジネスルール管理者の育成.....	65

6. 5 結言.....	65
参考文献 (第6章).....	66
第7章 BRMS による製造業の企業価値最大化に関する考察.....	67
7. 1 はじめに.....	67
7. 1. 1 研究の目的.....	67
7. 1. 2 研究の方法.....	68
7. 2 BRMS によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略.....	68
7. 3 PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化.....	70
7. 4 MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化.....	70
7. 5 業務の標準化・柔軟化とビジネスルール管理者.....	71
7. 6 IoT 時代の IT 経営とビジネスルール管理.....	72
7. 7 標準化と IT 経営に関する企業動向.....	72
7. 8 BRMS による製造業の企業価値最大化に貢献する仕組み.....	77
7. 9 おわりに.....	78
参考文献 (第7章).....	79
第8章 結論.....	80
8. 1 研究結果の要約 (各章の要約).....	80
8. 2 全体のまとめ.....	83
8. 3 今後の研究課題.....	84
参考文献 (第8章).....	85
謝 辞.....	86
付 録 本論文と関係する発表または投稿論文リスト.....	88

第 1 章 序論

1. 1 研究の背景と目的

我が国製造業の生産性は各国に比べ後塵を拝している [1]. しかし我が国経済が持続的に成長するためには生産性の向上がいっそう重要である. 労働生産性(=Output:付加価値額/ Input:労働投入量)の向上には, 製品企画から設計,製造,アフターサービスといったバリューチェーンを通じたプロダクトイノベーション及びプロセスイノベーションによる付加価値額の向上や労働投入量削減,すなわち生産効率の向上が不可欠である. そのためには経営学と情報技術 (IT: Information Technology)を融合し, 高度に利活用していく必要がある. バリューチェーンの上流では MOT (Management of Technology) や PLM(Product Lifecycle Management), 下流では生産管理の理論と IT の実装である MRP(Material Requirements Planning)が中心的な位置づけにある.

これらの一貫として国家 IT 戦略の中では IT を活用した IT 経営が提唱されている. IT 経営ロードマップでは, 企業が環境変化へ柔軟に対応し, 組織能力を構築・持続的成長させるために組織能力・構築能力を獲得することが重要とされている [2][3]. そのような能力を獲得した賢い企業がスマート・エンタープライズである [4]. スマート・エンタープライズを実現するには経営戦略を実行するための業務のプロセスやルールを標準化し, 見える化・共有化・柔軟化と段階を経て高度化していく必要がある.

業務の標準化は, 様々な企業で日常的に行われており, 目的は業務効率化や業務品質の安定化である. 最近ではこのような現場の改善だけではなく, IT 経営や組織能力構築を目的とした全社的な活動の中でも業務の標準化は重要な位置づけとなっている. この業務の標準化を基本として, 外部環境に応じて業務を柔軟に組み替えたり, 組織横断的な最適化を図ったりする. しかし, 従来の現場での標準化と同じくボトムアップ的に進めた結果, 全社的な標準化に至らず, 業務や IT が硬直化し思うような成果が得られないことがある. また全社的な業務標準は基本的な部分しか定義していないため, 日常的な業務ルールは現場の都合で変えられ, 結果的に IT や経営が意図しない方向に向かってしまうこともある.

さらに, 近年注目されている IoT (Internet of Things : モノのインターネット) は IT 経営を高度に実現するために有効である. 例えば, 工場内外でモノの動きをリアルタイムに把握することで「見える化」「共有化」「柔軟化」が図られる.

この IoT が有効に機能するためには, いつ, どこで, どんなデータをどれだけ収集し, どのように分析し意思決定にフィードバックしていくのかルールを定義し, 環境変化に合わせて迅速に変えていかなければならない.

いずれにしても IT 経営を実践し全体最適化を図るには設計から製造まで組織横断的に業務を標準化し IT を活用して全体最適化を図る必要がある. さらに外部環境の変化に

応じて柔軟に業務を組み替えることができる企業全体のスマート化（スマート・エンタープライズ化）が必要である。

そこで有効となるのが業務ルールを独立して一元管理することで，業務ルールを迅速かつ柔軟に変更が可能となる BRMS（Business Rule Management System）である[5][6]。これまで BRMS は一部の金融機関や他国の産業界においてソフトウェアの高速開発ツールとして導入された事例が数件報告されているが普及段階に至っていない[6][7]。また，スマート・エンタープライズの実現に向けた IT 経営の推進や高度化の方法論としてのビジネスルールマネジメントや BRMS の活用に関する体系的な研究は進んでいない。

本研究の目的は，この IT 経営を高度に実践するための鍵として BRMS（Business Rule Management System）を取り上げ，環境変化へ柔軟に対応できるスマート・エンタープライズを実現し企業価値（将来的に得られるキャッシュフロー）最大化を図るための仕組みを明らかにすることである。

1. 2 本論文の構成

本論文の構成は図 1. 1 に示すように 8 章から構成される。「第 1 章 序論」では本研究の背景と目的を明確にし，本論文の構成について説明する。

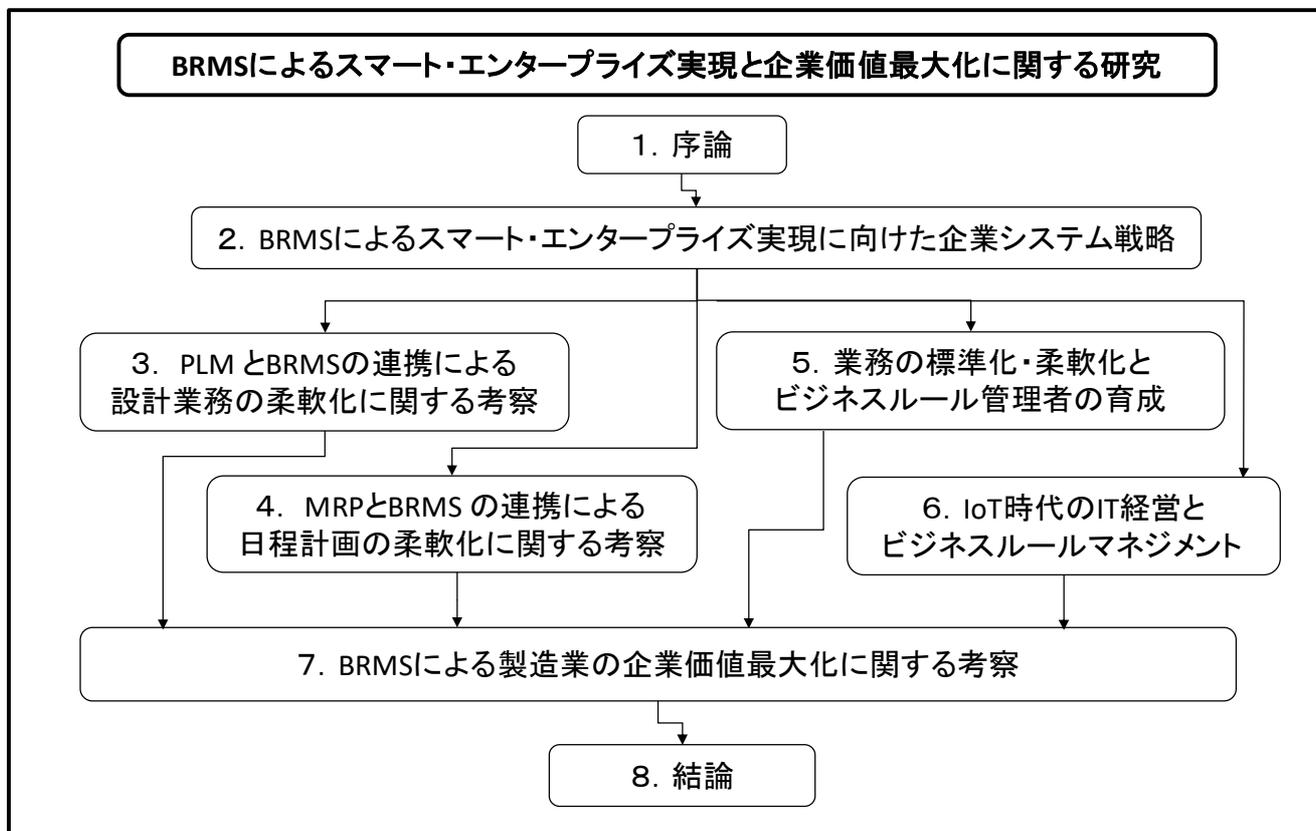


図 1. 1 本論文の構成

第2章以下は次のような構成と内容となっている。

「第2章 BRMSによるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略」における研究目的は、スマート・エンタープライズの実現に向けたIT経営の取り組みとしてBRMSによる企業システム戦略を提示することである。

研究手順は、まず組織能力の成長モデルとしてCMMI (Capability Maturity Model Integration)を適用し、段階的に組織が最適化される仕組みをシステムの制御機構とルールから俯瞰する。次にIT経営によるルールの自動化と最適化について述べ、ITソリューションの実態と問題について事例を示す。

これを解決しスマート・エンタープライズを実現するために、企業をシステムとして捉え、システムを制御するルールに焦点を当てた企業システム戦略をモデル化する。最後にBRMSの有効性、及び戦略遂行に必要な人材育成に関して考察する。

「第3章 PLMとBRMSの連携による設計業務の柔軟化に関する考察」における研究目的は、経営学として主に製造業の価値創造と価値獲得を目的とした技術経営（以下、MOT: Management Of Technology)と情報科学として製品のライフサイクル全体をマネジメントするための概念及び手法であるPLM(Product Lifecycle Management)を取り上げ、PLMとBRMS (Business Rule Management System)の連携による設計業務の柔軟化に関しその有効性について考察する。

研究手順は、まずMOT及びPLMの現状を俯瞰し、価値創造に向けて経営戦略に基づき両者を有機的結合することの有意性を確認する。次に企業システム戦略モデルの中核となるBRMSについて、実際にBRMSの評価版を使用し、ルールを柔軟に変更が可能であるかを試行評価する。

最後にMOTとPLMの価値創造マップより、バリューチェーンの中で上流に位置し、市場ニーズの変化に柔軟に対応した製品の価値創造において重要である、製造業務に伝達すべき設計情報を生成するための新規設計プロセス及び設計ルールを取り上げ、PLMとBRMSの連携による設計業務の柔軟化に対する有効性について考察する。

「第4章 MRPとBRMSの連携による日程計画の柔軟化に関する考察」における研究目的は、生産性向上に必要な組織能力構築のために、経営学とITを融合し高度に利活用して実践するIT経営として、生産管理の理論とITの実装であるMRPを取り上げ、BRMS (Business Rule Management System)との連携による日程計画の柔軟化（スマートMRP)について考察する。

さらにスマートMRPを実践するための企業システム戦略をモデル化すると共に必要な人材育成について提案する。研究手順は、まずMRPの現状について整理し、次に航空機メーカーの部品生産を例にMRPによる日程計画の問題点と解決の方向性を提示する。

その上で MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化（スマート MRP）について考察する。最後にスマート MRP を実践するための企業システム戦略をモデル化すると共に必要な人材育成についても研究する。

「第 5 章 業務の標準化・柔軟化とビジネスルール管理者の育成」における研究目的は、業務の標準化・柔軟化における課題を整理し、真に企業価値の最大化を目指せる IT 経営の実現や組織能力向上に必要なものとなる、ビジネスルール管理者の育成について提示することである。

研究手順は、まず、IT 経営や組織能力向上における業務の標準化・柔軟化について調査し、次に筆者が従事していた大手航空機メーカーにおける業務の標準化・柔軟化の実態について考察し、課題を明らかにする。

最後に課題解決策として経営的観点から業務の標準化・柔軟化を推進するために重要となるビジネスルール管理者の役割とその育成について提示する。

「第 6 章 IoT 時代の IT 経営とビジネスルールマネジメント」における研究目的は、近年注目されている IoT（Internet of Things：モノのインターネット）が有効に機能するためには、いつ、どこで、どのようなデータをどれだけ収集し、どのように分析し意思決定にフィードバックしていくのかルールを定義し、環境変化に合わせ迅速に変えていくビジネスルールマネジメントが重要であることを提示することである。

研究手順はまず、IT 経営に関する調査を踏まえ、IoT 時代の IT 経営とはいかなるものかを考察する。次に筆者が従事していた航空機部品生産における IT 経営の実態について考察する。

最後に IoT 時代の IT 経営における課題を提示し、解決策としてビジネスルールマネジメントの重要性を示す。またビジネスルールマネジメントの実践に向けた組織体制とビジネスルール管理者の育成についても言及する。

「第 7 章 BRMS による製造業の企業価値最大化に関する考察」における研究目的は生産性向上に必要な組織能力構築のために経営と IT を融合し高度に利活用して実践する IT 経営として、製造業における設計工程の PLM と製造工程の MRP を取り上げ、設計から製造まで企業全体をスマート化（スマート・エンタープライズ化）するための課題を整理し、BRMS による製造業の企業価値（将来的に得られるキャッシュフロー）最大化の仕組みを明らかにすることである。

研究手順は、まずこれまでの研究として「第 2 章 BRMS によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略」、「第 3 章 PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化」、「第 4 章 MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化」、「第 5 章 業務の標準化・柔軟化とビジネスルール管理者の育成」、「第 6 章 IoT 時代の IT 経営とビジネスルールマネジメント」を取り上げ、これまでの解決策とスマート・エンタープライズ

化に向けた今後の課題を整理する。

次にアンケート調査により業務の標準化と IT 経営に関する企業動向を分析する。以上を踏まえ最後にスマート・エンタープライズの実現と BRMS による製造業の企業価値（将来的に得られるキャッシュフロー）最大化の仕組みを明らかにする。

「第 8 章 結論」では、本研究で得られた一連の成果を要約するとともに、今後の研究に向けた課題を整理する。

参考文献

- [1] 内閣府,“平成 25 年度年次経済財政報告第 2 章第 1 節製造業企業の収益性と生産”, (2013 年)
- [2] 経産省,“IT 経営ロードマップ改訂版”, (2010 年)
- [3] 延岡健太郎:「MOT[技術経営]入門」,日本経済新聞社, (2006 年)
- [4] 日経コンピュータ:「少子高齢化に伴う労働人口の減少の解決策は, デジタルマーケットとスマート・エンタープライズ」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/14/091700068/091800009/>, (2014 年 09 月)
- [5] ロナルド・G・ロス:「アジャイル経営のためのビジネスルールマネジメント入門」, 日経 BP 社, (2013 年 7 月)
- [6] 岡部 一詩:”進化する BRMS ソフト”,日経コンピュータ,pp.96-101 (2013 年 3 月)
- [7] 井上 英明:“超高速開発先進国, 知られざる韓国企業の実態”,日経コンピュータ, (2012 年)

第2章 BRMSによるスマート・エンタープライズ実現 に向けた企業システム戦略

2.1 はじめに

我が国製造業の生産性は各国に比べ後塵を拝している[1]。そこで国家 IT 戦略の中では IT を活用した IT 経営が提唱されている。IT 経営ロードマップや MOT (Management of Technology) では、企業が環境変化へ柔軟に対応し、組織能力を構築・持続的成長させるために組織能力・構築能力を獲得することが重要とされている[2][3]。

そのような能力を獲得した賢い企業がスマート・エンタープライズである[4]。スマート・エンタープライズを実現するには経営戦略を実行するためのルールを標準化し、見える化・共有化・柔軟化と段階を経て高度化していく必要がある。

そこで有効となるのが BRMS (Business Rule Management System) である[5][6]。これまで BRMS は一部の金融機関や他国の産業界においてソフトウェアの高速開発ツールとして導入された事例が数件報告されているが普及段階に至っていない[6][7]。また、スマート・エンタープライズの実現に向けた IT 経営の推進や高度化の方法論としてのビジネスルールマネジメントや BRMS の活用に関する体系的な研究は進んでいない。

本研究の目的は、スマート・エンタープライズの実現に向けた IT 経営の取り組みとして BRMS による企業システム戦略を提示することである。研究手順は、まず組織能力の成長モデルとして CMMI (Capability Maturity Model Integration) を適用し、段階的に組織が最適化される仕組みをシステムの制御機構とルールから俯瞰する。

次に IT 経営によるルールの自動化と最適化について述べ、IT ソリューションの実態と問題について事例を示す。これを解決しスマート・エンタープライズを実現するために、企業をシステムとして捉え、システムを制御するルールに焦点を当てた企業システム戦略をモデル化する。最後に BRMS の有効性、及び戦略遂行に必要な人材育成に関して考察する。

2.2 我が国製造業の生産性と IT 経営の現状

日本の生産性は、アメリカ、ドイツに比べ低水準となっている[1]。そこで政府は国家 IT 戦略の中で IT 経営の推進による生産性向上を推進している。また、MOT や TOC (Theory Of Constraints) 等の経営理論や PLM (Product Life-cycle Management) や APS (Advanced Planning and Scheduling) 等の IT ソリューションが活用され先進的な企業で成果を上げている。

一方で IT に組み込んだ標準化されたルールが硬直化し「柔軟化」できていない現状が

ある。その結果、IT投資に対する「不満足」が「満足」の2倍以上の割合を占め、重要な業務プロセスの効率化や社内体制・組織の再構築等、経営課題への取り組みがうまくいっていない[8]。

2.3 スマート・エンタープライズとは

スマート（賢い）・エンタープライズとは外部環境の変化に即応し、高い生産性を発揮でき、利害関係者への満足、社会的責任を果たし、持続的成長ができる企業である[4]。これをビッグデータ、アナリティクス、モバイル、クラウド、M2M（Machine to Machine）、IoT（Internet of Things）等最新のICT技術を駆使して実現している企業という意味も持つ。

同様の概念を都市に当てはめたのがスマート・シティ、工場に当てはめたのがスマート・ファクトリである[9]。スマート・ファクトリはドイツで始まった第四次産業革命（インダストリー4.0）の中核的位置づけにある。

スマート・ファクトリでは工場内に張り巡らされたネットに接続された機器センサーと人工知能が決定的な役割を果たす。人間が関与しなくても機器がネットを通じて情報を伝達しあい、生産や供給、製造パフォーマンスを最適化する。

2.4 CMMI（能力成熟度モデル統合）とは

CMMIはカーネギーメロン大学が開発した、組織能力の成熟度を5段階で定義したモデルである[10]。レベル1～2は、組織能力が個人またはワークグループの経験に依存する段階であり、成功や失敗は予測不可能もしくは、経験分野において再現可能である。

レベル3では、組織としての意思決定や活動が標準化され文書により定義される。レベル4では、意思決定や行動の結果を定量的データとして測定し、その測定結果によりプロセスが管理される。

レベル5では、さらにイノベーションによりプロセスが継続的に改善され、最適化されていく。レベル5を達成している企業には、IBM、Boeing、富士通等がある。企業は、このCMMIの「定義→測定→最適化」を実践することで段階的に組織能力・構築能力を獲得していくことができる。

2.5 システムの制御機構とルール

システムは図2.1に示すように入力－処理－出力の単純なモデルで表現することができる。入力に対し出力が所与の目標値になるように処理が設計されるが、内的・外的要因という不確実性（ノイズ）により出力の目標値に対して「ばらつき」が生じる。

そこでシステムは、ばらつきを抑え出力を目標値に近づけようとフィードバック制御により最適化を図る[11].

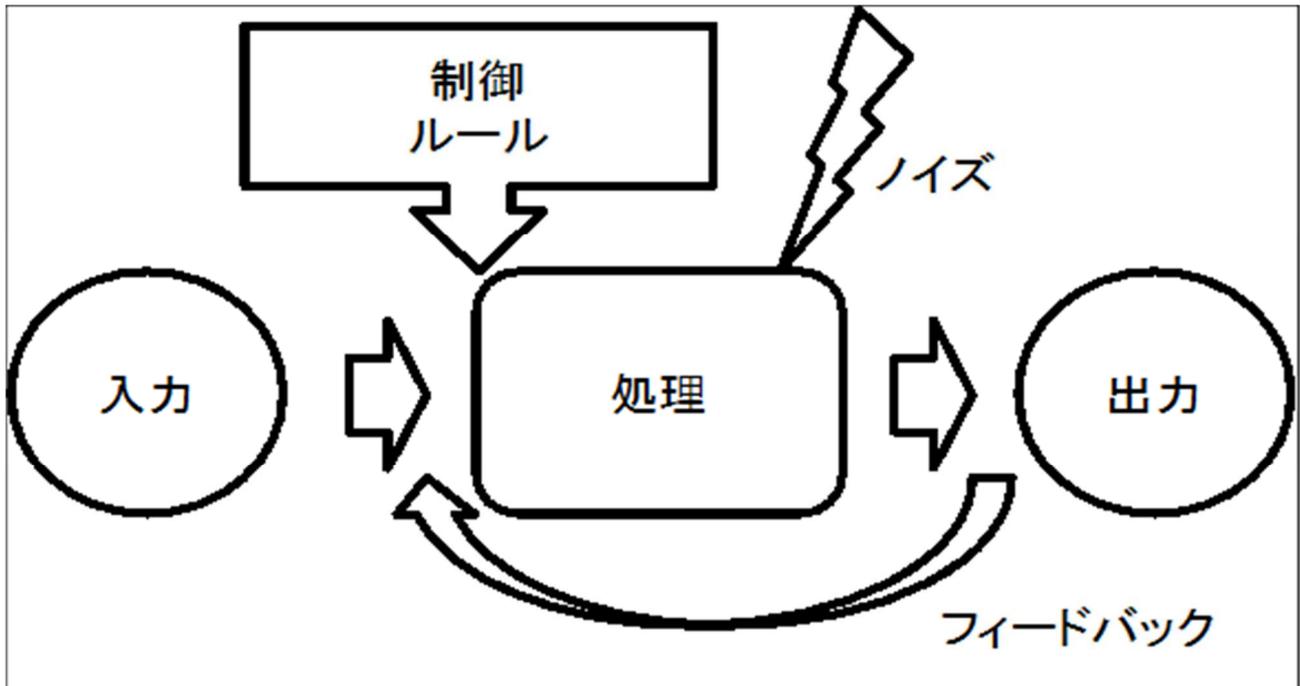


図 2. 1 システムの概念モデル
出典:[11]を基に筆者が作成.

例えば「かんばん方式」は後工程からの情報を前工程にフィードバックすることで、需要変動に対する出力のばらつきを制御し「必要なものを、必要なだけ、必要な時に」生産するシステムである.

これを制御するために「後工程が引取った量だけ前工程が生産」「かんばん枚数」「標準手持ち」等のルールが存在する.

これらのルールはフィードバック制御の中で無駄な在庫が生じないように最適化される. 組織もシステムも CMMI が示す「定義→測定→最適化」のフィードバック制御を有し、これを規定するのがアルゴリズムである.

このアルゴリズムは条件分岐・順序・反復で構成される[12]. すなわち制御とはアルゴリズムを定義し、その実行結果を測定・フィードバックし、最適化することである. 組織においては、条件分岐は意思決定、処理は行動と捉えることができる. この意思決定の条件と行動を定義したものがビジネスルールであり以下を制御する.

- ・プロセス
- ・マスタデータ管理
- ・利活用方法
- ・人材育成とガバナンス

ビジネスルールは，CMMI のレベル 3 を達成している組織では業務標準等の文書で定義され組織内に展開されるが，レベル 1 や 2 の組織においては属人的な暗黙的ルールとして存在することも少なくない．またレベル 3 以上の組織でも，属人的な暗黙的ルールが存在する場合もある．

2. 6 IT 経営によるルールの自動化と最適化

IT 経営は経済産業省が推進する IT を戦略的に活用する経営手法である．図 2. 2 に示すように，IT 経営の発展段階が 4 段階に定義されている．現状，国内企業の 7 割がステージ 2 に留まっており，図 2. 3 に示すように IT 経営の段階と営業利益率には相関関係がある[2]．

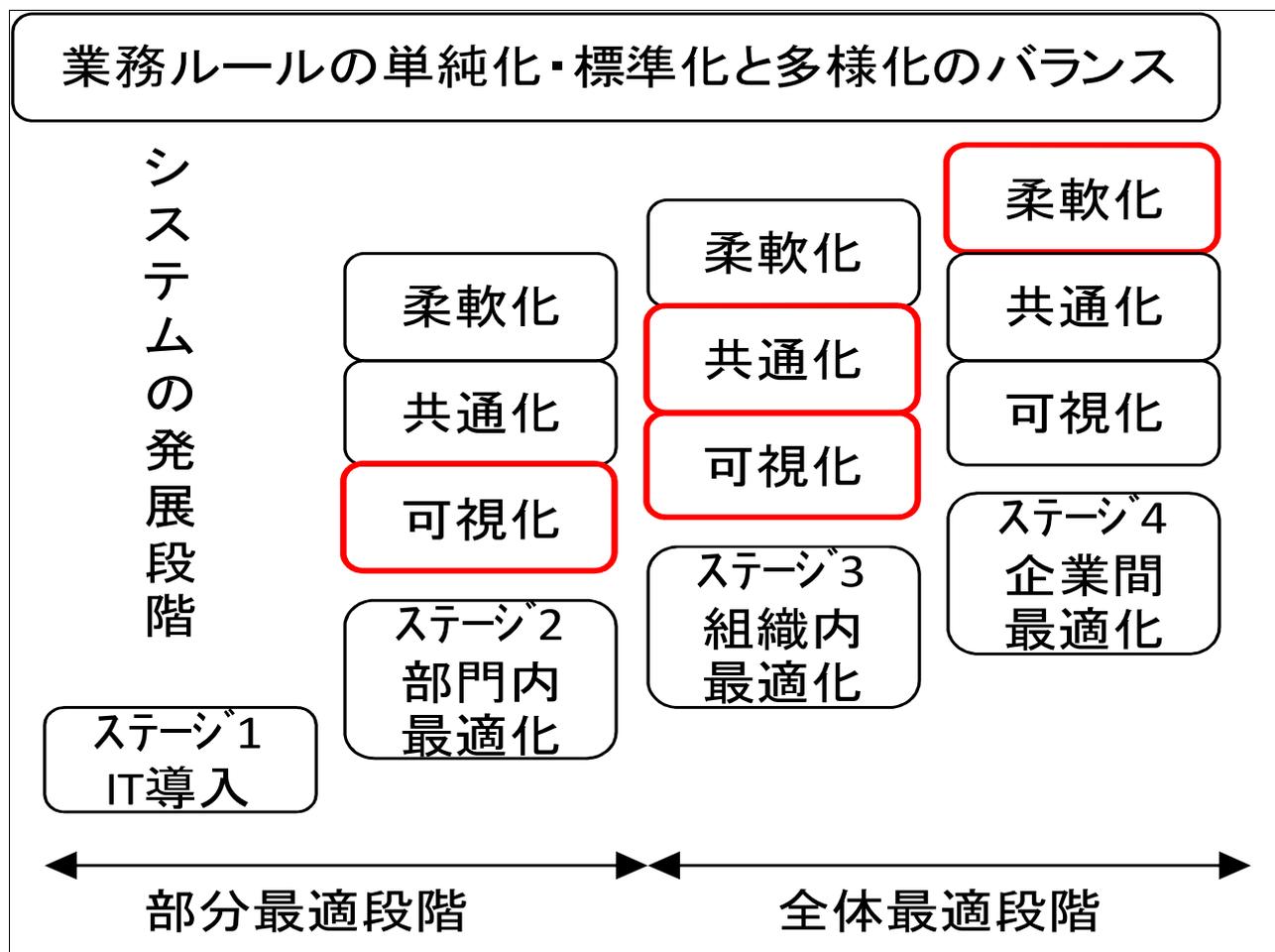


図 2. 2 IT 経営によるルールの自動化と最適化

出典:経産省,“IT 経営ロードマップ改訂版”

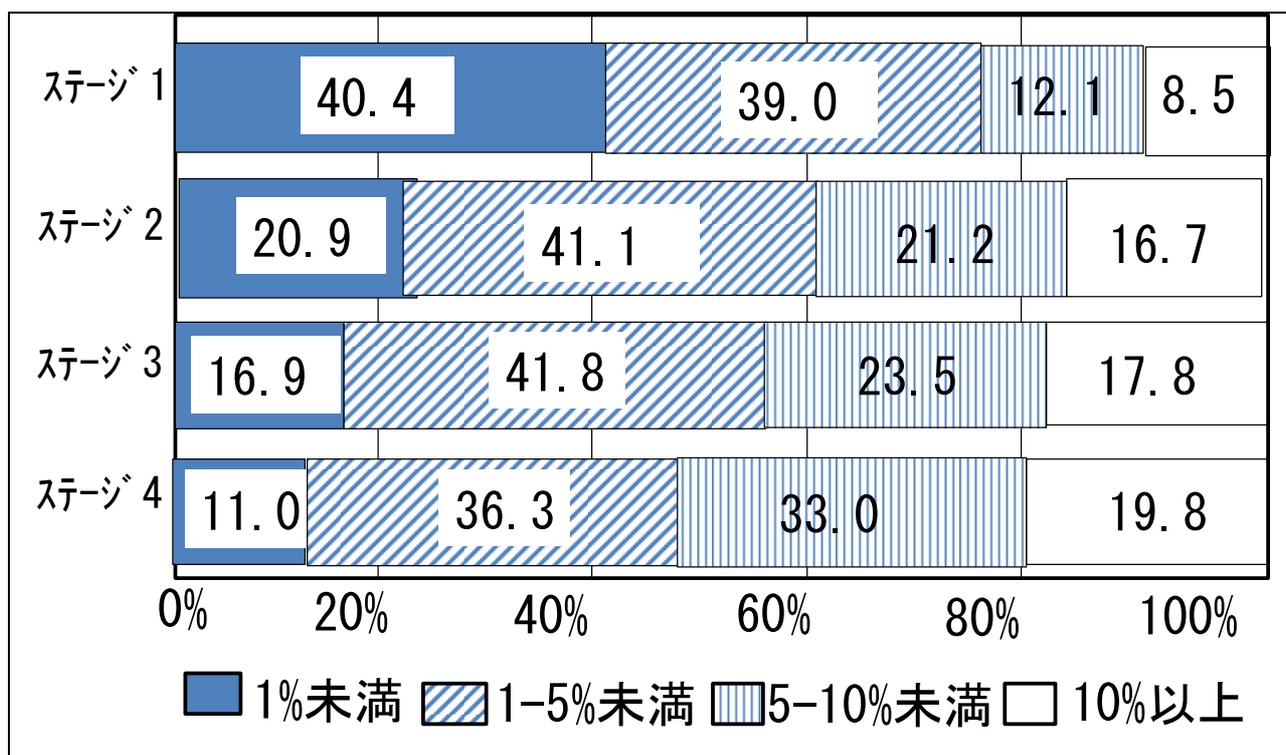


図 2. 3 IT 化ステージ別の売上高利益率

出典：経済産業省 「IT 経営力指標」を用いた企業の IT 利活用に関する現状調査
(第 3 回) (2009 年 3 月)

IT 経営を推進し経営効果を獲得するには組織能力の向上は重要であり、CMMI のレベル 3「定義」の達成が最低条件である。なぜならプロセスを個人の経験に依存せず、全社的に標準化し定義することで社員の意思決定や行動を全社戦略に整合させることが可能となるからである。またプロセスの結果をフィードバックし、プロセスを組織的、かつ、継続的に改善することが可能となる。

さらに定義したプロセスとルールをアルゴリズムとして IT ソリューション組み込むことが可能となり、時空を超えて意思決定や行動を制御し、定量的に管理することができる。定量的に管理できれば、差異分析の結果をフィードバックしプロセスの全体最適化を図ることが可能となるからである。

2. 7 IT ソリューションの実態と問題

IT 経営を実践するためのツールとして PLM, APS 等の IT ソリューションが存在する。これらは企業のバリューチェーンとサプライチェーンを縫合する形で配備されており [13], ベストプラクティスとして標準的なルールや経営管理手法が組み込まれている。

しかしながら、これら標準があらゆる企業に適合するわけではないため、導入に際し既存業務との Fit & Gap 分析を行う。国内では Gap を埋めるために IT ソリューションをカスタマイズするケースが多く、IT 経営の実態調査でレベル 2 以下 (個別最適) の企業

が7割を占める一因となっている。

つまり、各部門がカスタマイズで独自ルールをITに組み込むため組織横断的に全体最適化する時のネックとなり「柔軟化」への障害となる。一方、ルールの標準化（定義）を達成しITソリューションを導入した企業であっても、経営環境の変化に追従し持続的成長を促すにはルールを適時に変えてく必要がある。

ところが一度ルールを定義してしまふとなかなかルールを変えられないというジレンマがある。またルールをITで自動化する際に図2.4に示す様々なGAPが生じるため、時間とコストを要し「定義→測定→最適化（柔軟化）」の迅速な実行を阻害している。

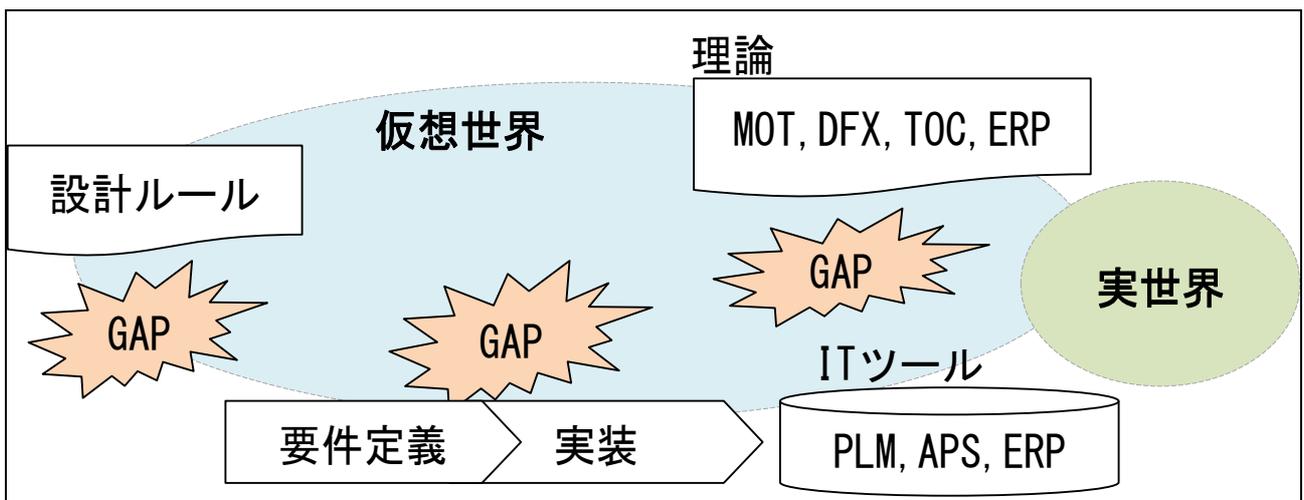


図2.4 ITによるルールの自動化におけるGAP

<ITによるルールの自動化におけるGAP>

- ・ 属人的な暗黙知と標準／ルールのGAP
- ・ 標準／ルールと要件定義のGAP
- ・ 要件定義と設計／COTS（商用品）のGAP
- ・ 設計と実装／実装と試験のGAP
- ・ 自然言語とプログラム／機械語のGAP

2.7.1 メーカーA社における事例

筆者はIT部門のリーダーとしてメーカーA社における生産スケジューラ（APS）の導入を担当した。A社では航空機が多様な部品を効率よく生産するためにFMS（Flexible Manufacturing System）を導入していた。FMSでは部品の仕様に合わせて様々な切削工具を取り換えて生産を行う。

そのため部品の生産順序を決定するスケジューリングが重要となる。しかし、このスケジューリングは複雑でベテラン作業長でも数時間を要しており、これを改善するためにAPSを導入することにした。

そこで図 2. 5 に示すように数か月に渡り複雑な FMS の工程と部品表 (BOM: Bill Of Materials) を APS に組み込んでカスタマイズすると共に, 標準機能では不足していた部品のグルーピングによるスケジューリング機能を付加した. 並行してベテラン作業長に APS の使用方法や工程マスタ, BOM の管理方法を教育した.

その結果, スケジューリングは数分で可能となり, さらに最適なスケジュールを求め数回のシミュレーションが可能となった. 唯一の懸念事項は APS の運営を行う専任組織を設立せず, 作業長が運営するとした点である. 数年後この APS は使われなくなり不良資産化した.

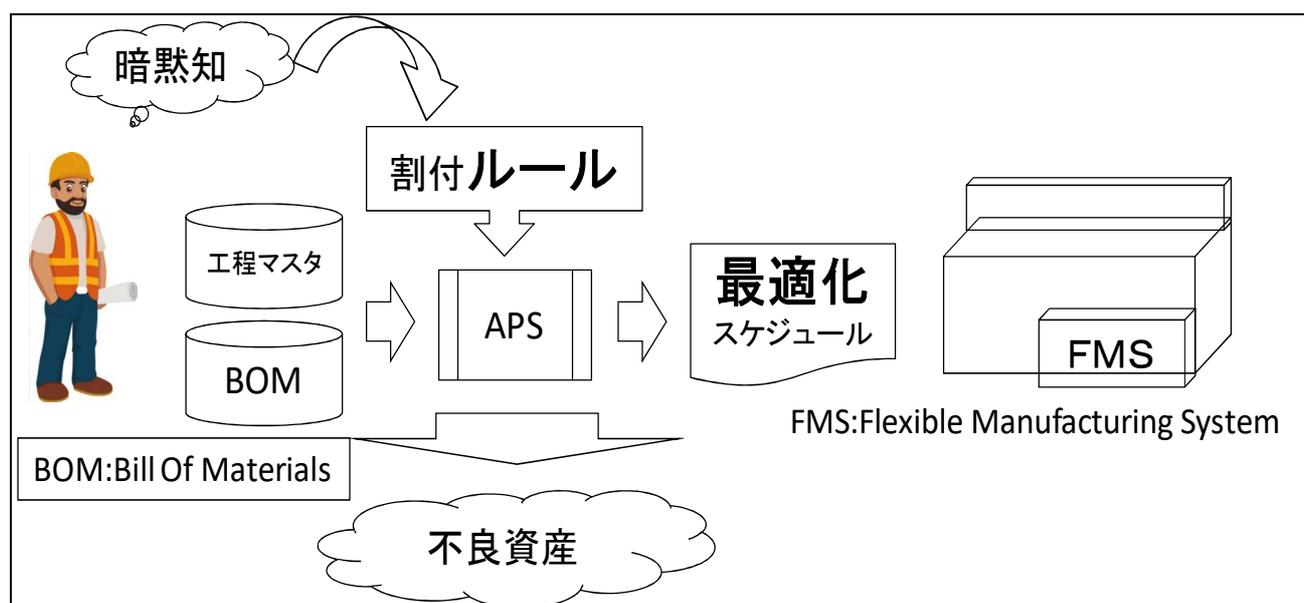


図 2. 5 APSの不良資産化

現場への聞き取り調査の結果, 以下のような原因が判明した.

- (1) 作業長が多忙で BOM 等のマスタ管理が停滞
- (2) 作業長が交代し引継ぎが不十分
- (3) 暗黙知を標準ルールにできなかった
- (4) プロセス, マスタ管理, 利活用方法, 人材育成とガバナンスに関するルールが不明確
- (5) APS に組み込まれたルールの硬直化・陳腐化

この事例では APS の導入によりベテラン作業長の属人的なルールを自動化し目前の最適化を図ることはできた.

しかし, ルールが標準化されておらず, マスタ管理や人材育成等に関するルールも不明確であったため, APS を柔軟化し持続的に成長することができなかった典型である.

2. 8 スマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略

企業システム戦略とは，企業をシステムとして捉え，情報の流れを中心に最適化・高度化し，俊敏で無駄の無い強靱な企業体質を総合的に強化していく戦略である[14].

図2. 6にその概念モデルを示す. 企業システムはフィードバック型の情報の流れを持ち，ルールにより制御されている[11].

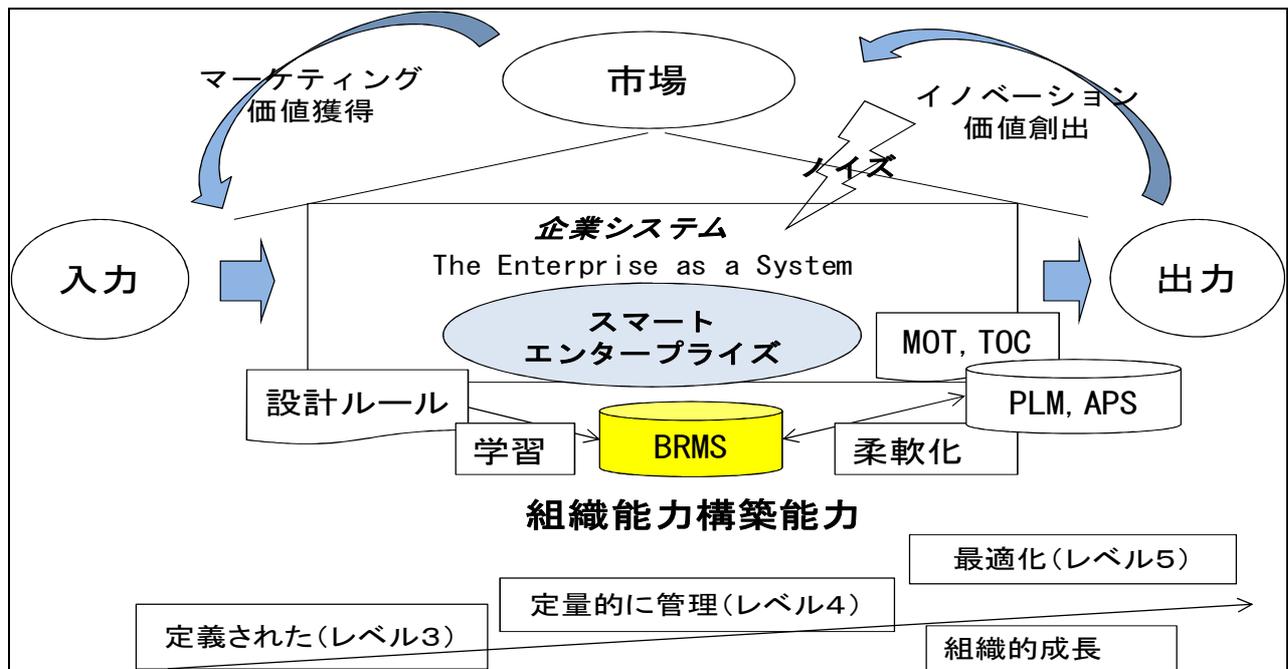


図2. 6 企業システム戦略の概念モデル

この企業システム戦略のPDCAサイクルを回すこと（フィードバックによる自己組織化）によりスマート・エンタープライズの実現が可能となる.

そのためにはCMMIの「定義→測定→最適化」という段階を踏んで組織能力の向上を図ると共にIT経営のステージを上げていくことが必要である.

さらに環境変化に適応してルールを弛まなく柔軟かつ迅速に変更し同期させる能力（レジリエンス）が必要となる.

2. 9 BRMSの有効性に関する考察

BRMSとは，ルールをITソリューションの外側で管理する仕組みである.すでに一部金融機関等の分野で実用化されている[6][7].図2.7に示すように，BRMSにより従来，必要となっている業務部門とIT部門を跨る開発・保守プロセスを省略し，業務部門が直接，ビジネスルールを柔軟に変更することができる.

その結果，2.7節で示した業務部門の標準やルールとシステム要件定義の間にある解

積や時間・コストの GAP, 要件定義と設計や COTS (商用ソフトウェア) の間にある同様の GAP, 設計と実装・実装と試験の間にある同様の GAP, 自然言語とプログラムや機械語の間にある同様の GAP など様々な IT (仮想世界) とビジネス (実世界) の間にある GAP を解消し, 環境変化に企業システムを同期させることができる.

将来的には Big Data を用いた機械学習によりルールを自動的に最適化することも考えられる. すなわち CMMI が示す「定義→測定→最適化」のフィードバック制御を迅速に駆動し, IT 経営の「見える化」「共有化」「柔軟化」への取り組みにより組織能力を向上し, IT 経営レベルを高度化することに他ならない.

その結果, 企業は外部環境に即応してビジネスルールを柔軟に変更し最適化することが可能となり, 企業戦略のアジリティと柔軟性を高めることが可能となる.

従って BRMS はスマート・エンタープライズの実現に向けた企業システム戦略にとって有効なツールと成り得る.

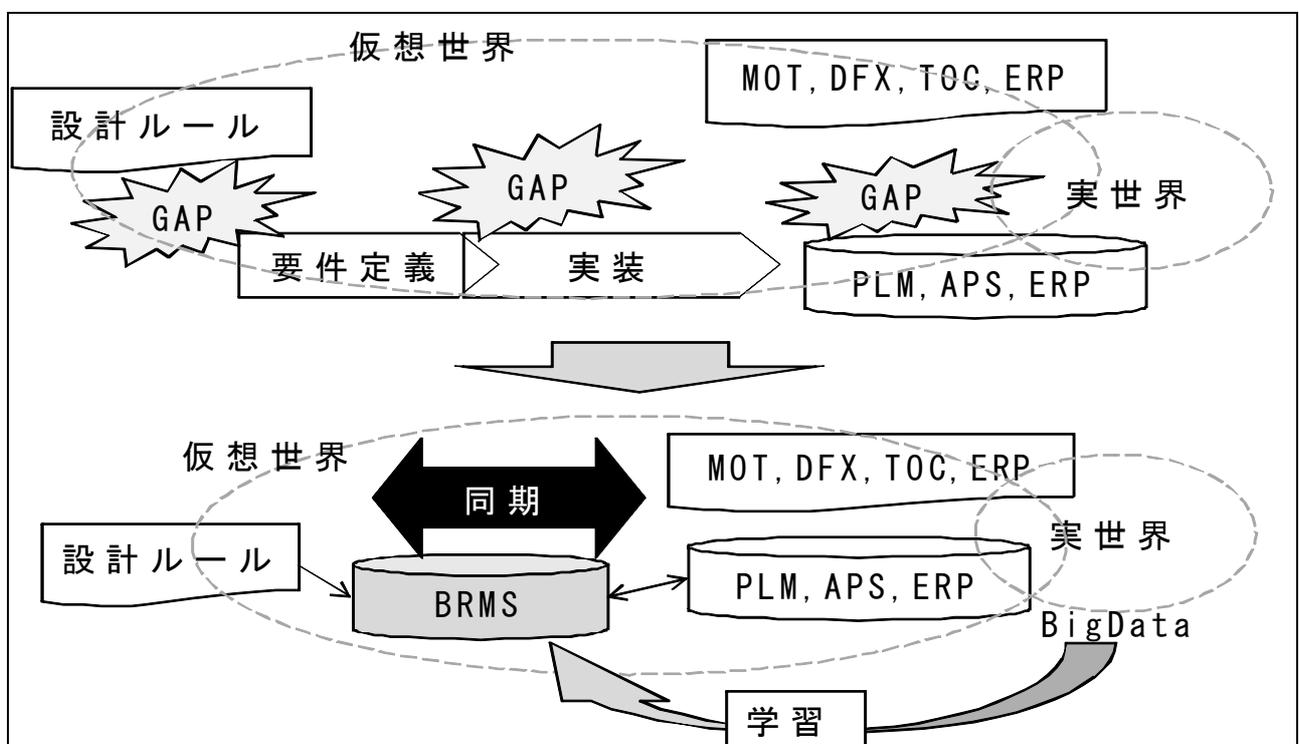


図 2. 7 BRMS による企業システム戦略の有効性

2. 10 スマート・エンタープライズ実現に向けた人材育成の必要性

最新のコンピュータ技術はチェスや将棋の名人を負かすまでになった. 過去の膨大な譜面を Big Data として取り込み, 分析することで最適なルールを自ら創り出すことができる [15]. ただし, これはチェスや将棋のように比較的ルールが形式化されているケースである.

企業システムを取り巻く環境変化や意思決定を制御するルールは複雑であり, コンピ

ュータが自律的にルールを最適化できるようになるにはもうしばらく時間が必要であろう。それまではルールを定義・変更し最適化するのには人の役割となる。

この役割を担う人材が企業システム戦略家であり、スマート・エンタープライズの実現に向け、企業システムを制御するルールを戦略的に考え、環境変化に適応させ、持続的に成長させることができる人材である。

例えば、APS の事例で示したように、IT ソリューションを導入して使うだけでは不十分である。BRMS を活用し、外部環境の変化に即応して、継続的に生産効率を最適化し企業価値意を最大化するために如何にルールを変更すべきかを創造的に考えていかなければならない。すなわち「作る」から「創る」、「使う」から「活かす」、価値を生み出すプロの力を持つ人材育成が重要となる[16]。

2. 1 1 おわりに

BRMS はビジネスの柔軟性を高めると期待されつつも、これまで一部の金融機関や他国の産業界においてソフトウェアの高速開発ツールとして導入された事例が数件報告されているが国内では普及段階に至っていない。またスマート・エンタープライズの実現に向けた、IT 経営の推進や高度化の方法論としてのビジネスルールマネジメントや BRMS の活用に関する体系的な研究は進んでいない。

本研究では、スマート・エンタープライズの実現に向けた IT 経営の取り組みにおいて課題となっている IT とビジネスの GAP について、航空機メーカー A 社における生産スケジューラの導入事例を基に課題を整理し、その解決策としての企業システム戦略をモデル化し、BRMS の有効性を提示した。また、これを実践するために必要な人材の育成についても言及した。

今後は、MOT と PLM, TOC と APS の融合等による組織能力・構築能力の獲得において、BRMS によるスマート・エンタープライズの実現に向けた企業システム戦略の有効性を BRMS の試行を踏まえて実証していく。また、企業システム戦略を推進するために必要となる人材像の明確化や人材育成についてもさらに研究を進める。

参考文献

- [1] 内閣府,“平成 25 年度年次経済財政報告第 2 章第 1 節製造業企業の収益性と生産”, (2013 年)
- [2] 経産省,“IT 経営ロードマップ改訂版”, (2010 年)
- [3] 延岡健太郎:「MOT[技術経営]入門」,日本経済新聞社, (2006 年)
- [4] 日経コンピュータ:「少子高齢化に伴う労働人口の減少の解決策は、デジタルマーケティングとスマート・エンタープライズ」
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/14/091700068/091800009/>, (2014 年 09 月)

- [5] ロナルド・G・ロス：「アジャイル経営のためのビジネスルールマネジメント入門」，日経 BP 社，（2013 年 7 月）
- [6] 岡部 一詩：“進化する BRMS ソフト”，日経コンピュータ,pp.96-101（2013 年 3 月）
- [7] 井上 英明：“超高速開発先進国，知られざる韓国企業の実態”，日経コンピュータ，（2012 年）
- [8] 一般財団法人日本情報経済社会推進協会：“JIPDEC IT-Report 2014Spring 特集「企業 IT 利活用動向調査 2014」にみる IT 化の現状”，（2014 年）
- [9] 熊谷 徹，“インダストリー4.0 とは何か？ドイツが官民一体で進める「第 4 の産業革命」”日経ビジネス，（2014 年）
- [10] カーネギーメロン大学，“CMMI1.3 日本語版”，（2012 年）
- [11] ドネラ・H・メドウズ：“世界はシステムで動く”，英治出版，（2015 年）
- [12] 石橋 亨：“アルゴリズム入門—プログラミンの考え方がわかる”，工学社，（2014 年 7 月）
- [13] 石井成美,後藤時政,近藤高司,福澤和久：“経営戦略にもとづく PLM と MOT の有機的結合に関する一考察”，日本生産管理学会論文誌第 21 卷 1 号,p p109-114,（2014 年）
- [14] INCOSE：“Enterprise Systems Engineering”,SEBOK1.3.1,p575,（2014 年）
- [15] 日経コンピュータ：“「機械学習」革命的中したビル・ゲイツの予言”，<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/NC/20131226/527422/>,（2015 年 6 月）
- [16] 独立行政法人情報処理推進機構（IPA）IT 人材育成本部：“IT 人材白書 2014”，（2014 年）

第3章 PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化

に関する考察

3.1 はじめに

我が国の労働生産性は、OECD(Organization for Economic Co-operation and Development:経済協力開発機構)加盟 34 カ国の中では第 22 位 (2013 年)と振るわない[1]。労働生産性(=Output:付加価値額/Input:労働投入量)の向上には、製品企画から設計、製造、アフターサービスといったバリューチェーンを通じたプロダクトイノベーション及びプロセスイノベーションによる付加価値額の向上や労働投入量削減、すなわち生産効率の向上が不可欠である。

このバリューチェーンの中で、日本のものづくりの強さは加工技術や生産技術にあることは間違いない。しかし、一方で製品の付加価値はバリューチェーンの上流にあたる企画段階や設計段階で大半が決定されてしまい、加工技術などの強みを付加価値額にうまく転嫁できていないのも労働生産性が低くなっている一因であろう。

そこでバリューチェーンの上流にも目を向け、加工技術などの強みを活かし付加価値の高い製品やサービスを創造し、獲得できる組織能力の構築が重要となる[2]。そのためには経営学と情報技術 (IT: Information Technology)を融合し、高度に利活用していく必要がある。

さらに市場ニーズや経営環境の変化に応じて柔軟に業務を組み替えることができるように柔軟化し、持続的成長を可能とするスマート・エンタープライズ (賢い企業) の実現が不可欠となる。しかし、これらを実現するための方法論は、これまで存在しなかった。

3.1.1 研究の目的

本研究の目的は、経営学として主に製造業の価値創造と価値獲得を目的とした技術経営 (以下、MOT : Management Of Technology)と情報科学として製品のライフサイクル全体をマネジメントするための概念及び手法である PLM(Product Lifecycle Management)を取り上げ、スマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略[9]をモデル化すると共に、PLM と BRMS (Business Rule Management System)の連携による設計業務の柔軟化に関しその有効性について考察する。

3.1.2 研究の手順

本研究の手順は、まず、MOT 及び PLM の現状を俯瞰し、価値創造に向けて経営戦略に基づき両者を有機的結合することの有意性を確認する。次に、組織能力を段階的に向上するためのモデルである CMMI(Capability Maturity Model Integration)とシステム思考をベースに組織能力構築能力 (組織能力を構築するための改善力等) を獲得しスマート・エンタープライズを実現するための企業システム戦略をモデル化する。

次に、企業システム戦略モデルの中核となる BRMS について、実際に BRMS の評価版を使用し、ルール

を柔軟に変更が可能であるかを試行評価する。最後に MOT と PLM の価値創造マップより、バリューチェーンの中で上流に位置し、市場ニーズの変化に柔軟に対応した製品の価値創造において重要である、製造業務に伝達すべき設計情報を生成するための新規設計プロセス及び設計ルールを取り上げ、PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化に対する有効性について考察する。

3. 2 MOT 及び PLM の現状

1962 年マサチューセッツ工科大学に Management of Science and Technology の経営プロジェクトが発足したのを源流に、日本でも MOT を教える大学・大学院は約 30 校に上り、学術的研究が盛んに行われつつある。しかし、産業界に目を向けて見れば、MOT の研究成果を戦略的に経営や事業活動に活用し、高付加価値の創造と獲得を十分にできている製造業は決して多くはない。

一方、『Harvard Business Review』(1965 年)に「Exploit the Product Life Cycle (製品ライフサイクルの活用)」(セオドア・ラビット著)が掲載されてから半世紀以上経た現代でも PLM が戦略的に活用されているとは言えず、指針となる学術的研究も少ない。

また、PLM と MOT を橋渡しするような研究はこれまで積極的に行われておらず、両者を有機的結合させることで戦略的に活用するための指針を与えることができる。有機的結合とは、MOT のフレームワークを実務レベルの「取り組むべき施策」まで落とし込み、それらを PLM の各業務プロセスで機能単位にまで落とし込んだものと結びつけることである[3]。

3. 3 CMMI による設計組織能力の構築

CMMI(Capability Maturity Model Integration)は、カーネギーメロン大学が開発した、組織能力の成熟度を 5 段階で定義したモデルである[4]。レベル 5 を達成している企業には、IBM、Boeing、富士通等がある。図 3. 1 に CMMI の 5 段階を示す。

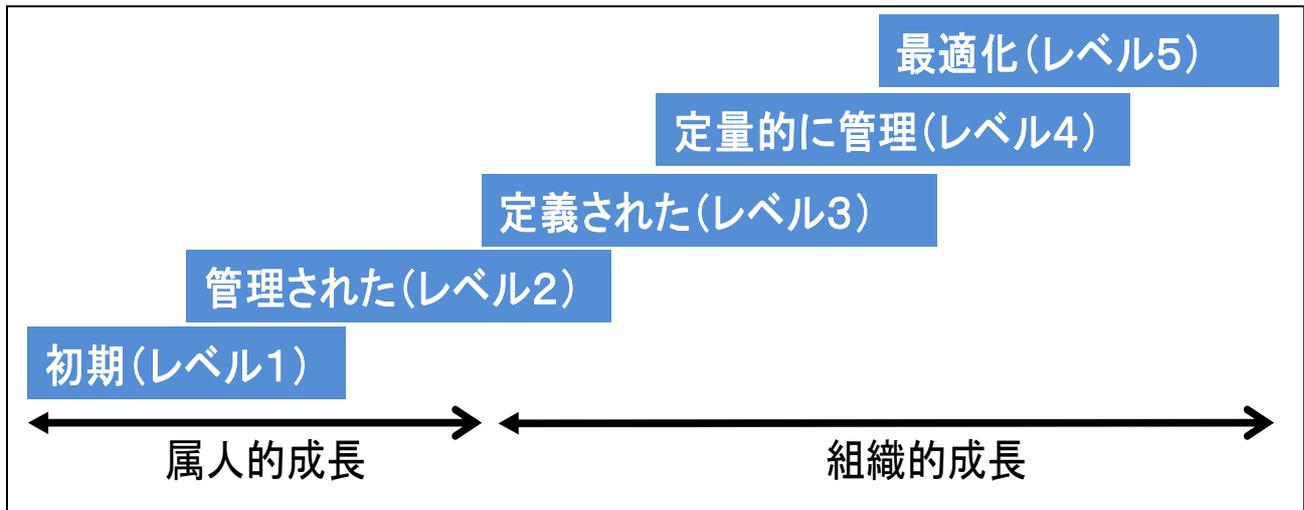


図 3. 1 CMMI による設計組織能力成熟度

レベル 1~2 : 組織能力が個人またはワークグループの経験やスキルに強依存する段階であり、成功や失

敗は予測不可能もしくは、経験分野においてのみ再現可能である。

レベル3：組織としての意思決定や活動が標準化され文書により定義される。また、定義された標準をITで自動化しコントロールしていることもある。

レベル4：意思決定や活動の結果を定量的データとして測定し、その測定結果によりプロセスの実行が制御される段階である。

レベル5：プロセスの実行結果をフィードバックし、イノベーションによりプロセスが継続的に改善され、最適化されていく段階である。

CMMIの5段階を設計組織に当てはめると次のようになる。

レベル1：付加価値の高いイノベティブな製品の創出や材料の選定、設計諸元の決定、既存設計の流用等は設計者個人の能力や経験に依存しており、成功や失敗の再現性が低く、予測困難な段階。

レベル2：過去に経験のある類似の分野や市場において、属人的或いは小集团的経験の範囲で再現が可能な段階。一部のノウハウは非公式にマニュアル化されている場合もある。

レベル3：製品開発を行うための設計プロセスやルールが全社的に標準化・文書化されており、設計業務が組織的に実行されている段階。

レベル4：開発過程及び市場からのデータによるフィードバックを受け、設計業務及び設計結果が標準に対し適合するように組織的に制御可能な段階。

レベル5：革新的技術進歩を通じて、設計プロセスやルールを市場に適合させるよう継続的に改善し、最適化している段階。

設計組織は、このCMMIを実践し定義された組織能力のレベルを1から5まで一段階ずつ順に達成することで、MOTにおいて最も重要な課題の一つとされる組織能力構築能力を段階的に獲得することができる。

3.4 スマート・エンタープライズの実現と課題

スマート（賢い）エンタープライズとは、様々な経営環境の変化に対して適切に適応し、高い生産性を発揮でき、利害関係者への満足、社会的責任を果たし、持続的成長ができる企業である。これをビッグデータ、アナリティクス、モバイル、クラウド、M2M(Machine to Machine)、IoT(Internet of Things)といった最新のICT技術を駆使して実現しているという意味も持つ。

同様の概念を都市に当てはめたのがスマート・シティ、工場に当てはめたのがスマート・ファクトリで

ある[4]。スマート・ファクトリは、ドイツで始まった第四次産業革命（インダストリー4.0）の中核的位置づけとなっている。

スマート・ファクトリでは、工場内に張り巡らされネットに接続された機器センサーと人工知能が、時々刻々と変化する工場の生産状況をリアルタイムに把握し、柔軟に対応することで生産や供給、製造パフォーマンスを最適化する。すなわち、CMMIのレベル5を達成している工場である。

このCMMIを実践する上でいくつかの課題が存在する。第一に設計者の属人的経験を設計ルールとして標準化することである。設計作業は、ルーティンワークと異なり設計者の頭の中での思考や試行錯誤によりアイデアとして創出する作業であるため、設計者自身も自らがどのような設計ルールを持っているか意識していないことが少なくない。

例えば、製品仕様に対し標準部品を採用すべきか、新しく部品を設計すべきかの判断など、コストと品質のトレードオフにより経験的に行われていることが多い。そのため経験や勘のような漠然としたものを設計ルールとして明文化し、組織の標準的なルールとして定義することは決して容易ではない。

各々の設計者が経験的に行っている判断を明文化するには、どのような判断材料をもとに、どのような根拠で判断しているのか深い洞察が必要になる。

例えば、標準的な製品仕様で目標コストがいくら程度なら標準部品を採用し、特別仕様で目標コストがいくら程度であるなら新しく部品を設計するなどである。

さらにこれらの明文化されたルールは設計者毎に異なるため、すり合わせを行い組織としての標準化を図らなければならないが、すり合わせが難航することも少なくない。

次の課題は標準化した設計ルールを設計者全員に周知することである。分厚い何冊にも及ぶペーパー・ベースの設計標準、あるいは電子化され社内ネットワークを通じて共有されていたとしても、設計者全員が正しく理解し、確実に設計に反映するには相当の教育と訓練の時間を要する。

さらに新任の設計者や外部のパートナー企業から招集した設計者に対する教育訓練は不十分になりがちである。そこで一定規模以上の設計組織では、この課題解決のためにCMMIのレベル3～4を達成すると並行して、MOT等の経営管理手法やPLM等のITツールによるプロセスの自動化と制御に取り組むことが有効となる。

しかし、レベル5の最適化を図る段階において、PLMに組み込んだ設計ルールの硬直化という課題が残る。これは、市場ニーズや経営環境の変化に追従して設計ルールを変えようとした場合、IT部門を通じて専門のPLM技術者に依頼しなければ、設計プロセスの管理者自身が容易にPLMに組み込まれた設計ルールを変更することができないことを意味する。

さらに、PLM技術者であっても時間の経過に伴い複雑化してゆく設計ルールの変更には多大な時間を要したり、設計ルールを間違えて解釈しPLMに組み込んでしまったりする。その結果、PLMが陳腐化し設計業務の硬直化を招き、市場ニーズへの対応遅れ、ひいては価値創出・獲得における見込み違い、時期喪失などが発生する。

3. 5 スマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略のモデル化

経営環境や市場ニーズに即応して、設計ルールを変更し設計業務を柔軟化することは、MOTにおける組織能力構築能力の獲得、スマート・エンタープライズの実現に不可欠である。図3. 2に課題解決に向けた企業システム戦略モデルを示す。

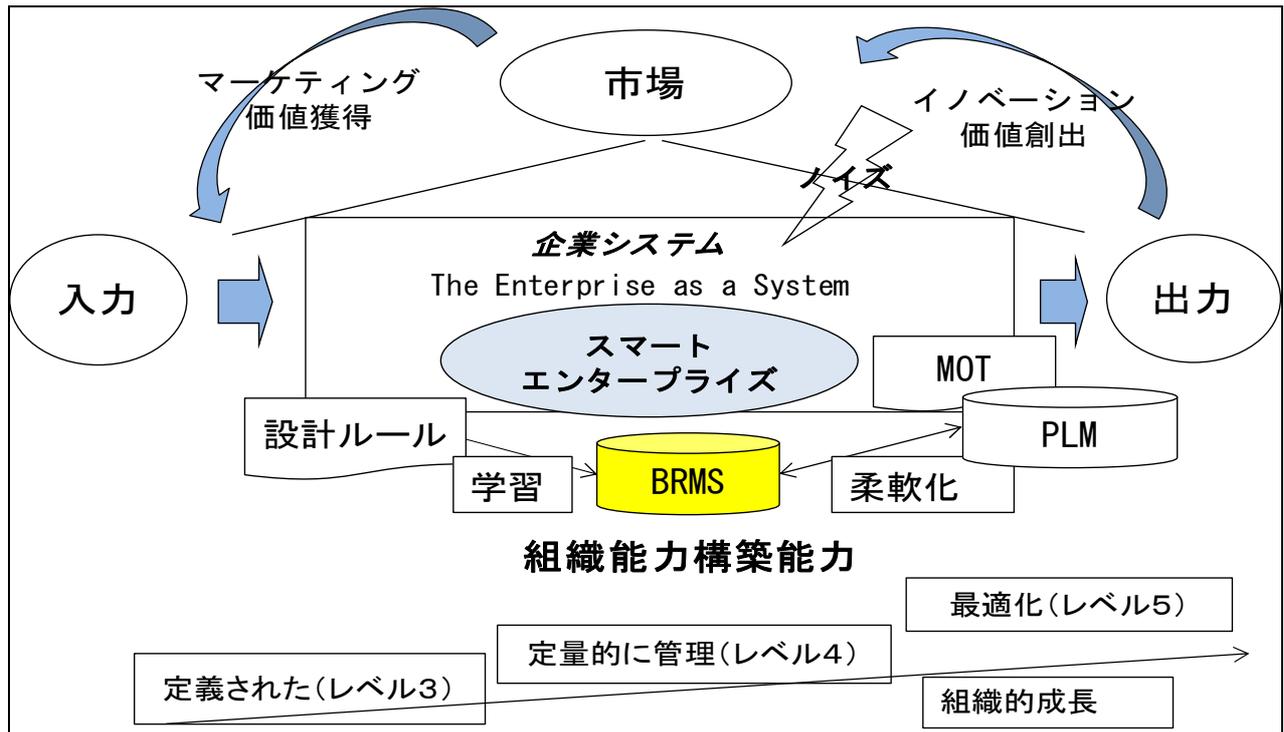


図3. 2 スマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略モデル

企業システム戦略とは、企業を一つのシステムとして捉え、入力ー処理ー出力といった一連の活動を情報の流れを中心に最適化し、俊敏で無駄の無い強靱な企業体質を総合的に強化していく戦略である[6]。企業システムはフィードバックループ型の情報の流れを持ち、ルールにより制御されている[7]。

この企業システム戦略のPDCAサイクルを回すことでCMMIのレベル5：最適化を達成し、スマート・エンタープライズの実現が可能となる。

ここで重要となるのが、先に述べたようにCMMIのレベル5：最適化における課題を解決し、市場からのフィードバックにより設計ルールを適時、柔軟に変更し、PDCAサイクルを俊敏に回すことが可能な仕組み、すなわち設計業務の柔軟化である。BRMSはその中核となる位置づけにある。

3. 6 BRMSの試行評価

図3. 3に示すようにBRMSはビジネスルールをPLMなどの業務アプリケーションから切り離し、独立して管理する仕組みである。業務アプリケーションの柔軟性が高まるとして一部の金融機関等で使われ始めている[8]。

本研究ではBRMS評価版を用い、「コンテナの設計」を例題として簡単なルールの定義、変更の容易性や柔軟性について試行評価した。

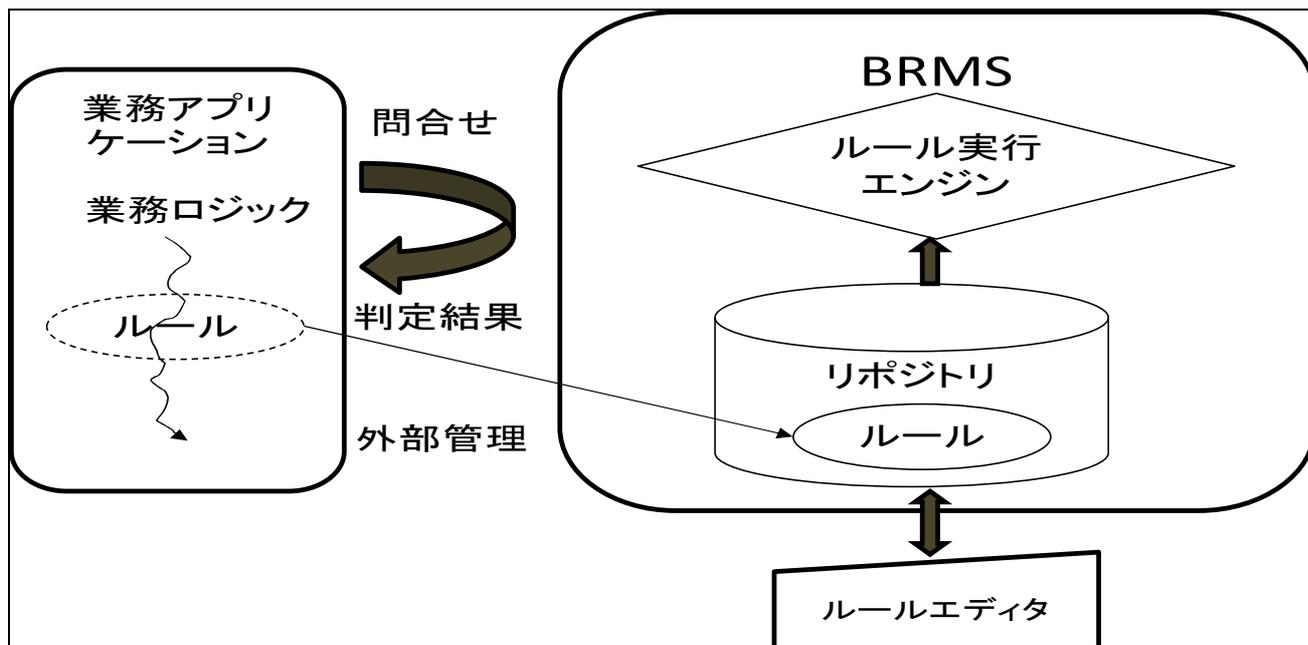


図3. 3 BRMS の仕組み

3. 6. 1 BRMS の仕組み

BRMS は、業務アプリケーションから業務ロジックを制御するためのルールを切り出し、リポジトリで管理する。リポジトリで管理されるルールは、専用のルールエディタを用いて、自然言語に近い形で容易に定義・変更することができる。

業務アプリケーションは、業務ロジックを実行する中で判定が必要になった時点で BRMS に問合せを行う。BRMS は問合せに対しルール実行エンジンがリポジトリを参照してルールを評価し、該当する計算等のアクションを実行し結果を返す。

3. 6. 2 試行評価の概要

図3. 4に示す「コンテナを設計する為のルール」を BRMS 上に定義し、手順（ロジック）による記述と比較し、容易にルール変更が可能かを評価する。

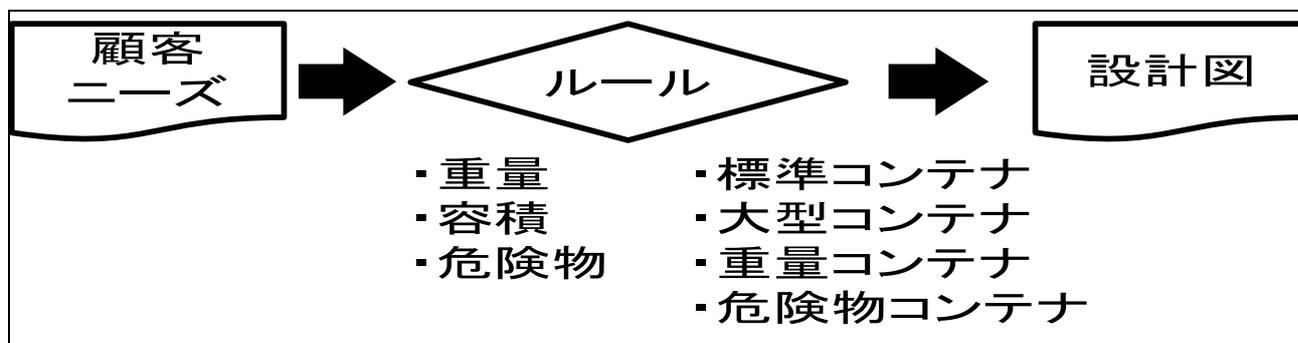


図3. 4 コンテナを設計する為のルール

試行で使用したルールは、顧客ニーズにより積載する貨物の重量と容積に応じて、設計するコンテナの種類を判定するものである。後に危険物の場合は重量や容積に関係なく危険物コンテナを設計するという条件を追加する。

3. 6. 3 手順（ロジック）と BRMS による定義の違い

コンテナを設計する為のルールを記述した手順と BRMS による定義の違いを図 3. 5 に示す。

a.コンテナを設計するルールの手順の記述	b.コンテナを設計するルールのBRMSによる定義
If 重量50t以下の荷物	条件1 重量50t以上で容積80立方メートル以下
Then If 容積80立方メートルを超える荷物	<u>かつ、危険物ではない</u>
Then <u>If 危険物の荷物</u>	アクション 重量コンテナを設計
Then <u>危険物コンテナを設計</u>	条件2 容積80立方メートルを超える
Else 大型コンテナを設計	(優先1) <u>かつ、危険物ではない</u>
Else If 危険物の荷物	アクション 大型コンテナを設計
Then <u>危険物コンテナを設計</u>	条件3 重量50t以下
Else 標準コンテナを設計	(優先2) <u>かつ、危険物ではない</u>
Else If 容積80立方メートル以下の荷物	アクション 標準コンテナを設計
Then <u>If 危険物の荷物</u>	条件4 <u>危険物</u>
Then <u>危険物コンテナを設計</u>	アクション <u>危険物コンテナを設計</u>
Else 重量コンテナを設計	※優先:条件を判定する優先順
Else If 危険物の荷物	
Then <u>危険物コンテナを設計</u>	
Else 大型コンテナを設計	

図 3. 5 手順（ロジック）と BRMS の違い

ここで下線部分が後に追加した危険物に関する取り扱いルールである。このように手順の場合は、意図したように処理を制御するために、予めどのような順番で条件を判定し処理して行けばよいかの手順を考えなければならない。一方、BRMS の場合は各ルールが独立しており実行順序には関係しない。

全ての条件判定を行い、条件に該当するアクションを実行する。条件 4 の追加では、既存の条件 1 から 3 に対し、条件 4 に対する否定条件を追記する必要がある。この否定条件の追加をしない場合、例えば、重量 50t 以下の危険物は、条件 3 と条件 4 の両方に該当し、実行すべきアクションにあいまいさが生じる。BRMS には、条件のあいまいさや矛盾を事前に検証できるものもある。

3. 6. 4 評価結果

BRMS を試行した評価結果を表 3.1 に示す。実験は IT 部門のプログラミング経験を有する経験年数 5~30 年の被験者 5 人によって行い、設計からテストまでの作業を対象とした。表 3. 1 の評価項目について各自が評価した結果を記録し、それらを持ちよりディスカッションして評価結果を集約した。

評価項目 1 の評価結果より、今回取り上げたケースでは従来のロジックによる記述では平均 4 時間以上を要するが、BRMS ではコードの修正やデバッグが不要となり平均 1 時間程度に短縮することができた。

また、評価項目 2 で BRMS は実装前に機械的にチェック可能なルールの論理的矛盾は 100% 検出できるためテスト作業を効率化できることが分かった。

これらによりルールを手順として IT に組み込むより、BRMS 上に定義したほうが容易に実現でき、かつ変更できることがわかった。

一方で、評価項目 3 及び 4 の結果から、ルールを定義するに当たり、手順的な思考から脱却する必要があることも判明した。特に複雑なルールを手順的な思考をせず定義するためには、定義方法のマニュアル化などを通じた経験とノウハウの蓄積が必要になると考える。

表 3. 1 BRMS の試行による評価結果

番号	評価項目	評価結果
1	ルールの定義は、ロジックの記述に比べ容易か？	設計～テストまで BRMS: 平均1時間で完了。 ロジック記述: 平均4時間以上必要。
2	開発ライフサイクルを通じて効果があるか？	あいまいさチェックについて、ロジックの場合、テストでも見つからない可能性あり。 特に変更時の論理矛盾は、回帰テストでの発見が難しい。入力画面を作らなくても、BRMS上で即時、ルールの妥当性を検証できるは効率的。
3	難しい習得や考え方を大きく変える必要があるか？	特別な知識や考え方は不要。BRMSによるルールの定義や操作に慣れは必要。
4	ルールの定義方法や整理にノウハウがあるか？	業務要件を満足するために、手順ではなく、ルールをどう定義すべきかを考え、整理するためのノウハウが必要。

3. 7 PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化

これまで金融機関や製造業に導入されている BRMS の例は、適用範囲が限られ実装技術としての活用レベルであり、経営戦略として活用する段階には至っていない。また、そのような戦略的活用を促すような学術的研究も存在しない。

そこで経営戦略にもとづき MOT と有機的結合された PLM と BRMS を連携させ、BRMS で設計ルール

を独立して管理することで設計業務を柔軟に組み替えることが可能となる。

すなわちこれが設計業務の柔軟化であり，MOT を実践する製造業がスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略を実行する上での鍵となる．その基本アーキテクチャを図3. 6に示す．

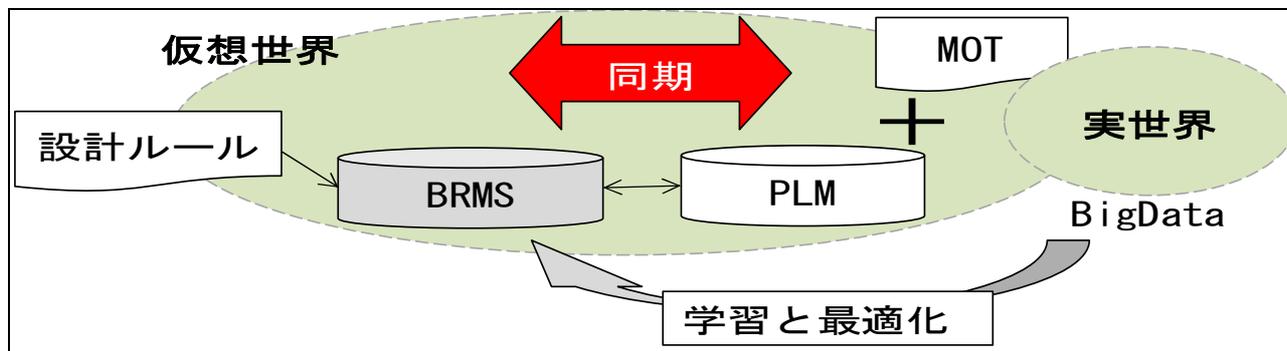


図3. 6 PLMとBRMSの連携による設計業務の柔軟化のための基本アーキテクチャ

次に図3. 7に示す「価値創造マップ（一部イメージ）」では，縦軸に示すMOT軸（価値創造プロセス等）と横軸に示すPLM軸（設計業務プロセスとPLMの機能）を有機的結合し付加価値創造に効果のある施策を，実際のPLMシステムでの操作に対応つけて定義している[3]．

例えば，MOT軸の「顧客ニーズへの合致」に対する「顧客ニーズの把握」という施策を実行するために，PLM軸の商品企画プロセスにおいて「要件仕様の定義」機能を活用する．これにより要求仕様をPLMシステム上に集約させ，組織内で共有を図ることで顧客ニーズを確実に把握することができる．

MOT	取り組むべき施策	PLM 業務プロセス							
		商品企画プロセス					製品構成管理		
		製品定義管理			製品構成管理				
		要求-仕様の定義	自社-他社比較	製品バリエーション定義	モジュール定義	制約条件定義	設計BOM展開	受注仕様入力	受注BOM作成
顧客ニーズへの合致	顧客ニーズの把握	○				○		○	
	多様な顧客ニーズへの合致	○				○		○	
	優れた製品開発のサポート	○				○		○	

図3. 7 価値創造マップ（一部イメージ）

出典：石井成美,近藤高司,後藤時政:“経営戦略にもとづくPLMとMOTの有機的結合による価値創造”

[3]

この価値創造プロセスの実行を設計者個人の努力に依存せず組織能力として獲得するには，CMMIのレベル3として情報共有のプロセスとルールを定義，標準化し，PLMに組み込み統制を自動化し制御する必要がある。

例えば図3. 8に示すように新規設計プロセスとしてドキュメント管理上で共有されている設計情報を参照した上でなければ出図できないようにしたり，新規設計であっても既存の標準部品を一定の割合以上で流用しなければ出図審査に合格しないルールとしたりすることが考えられる。

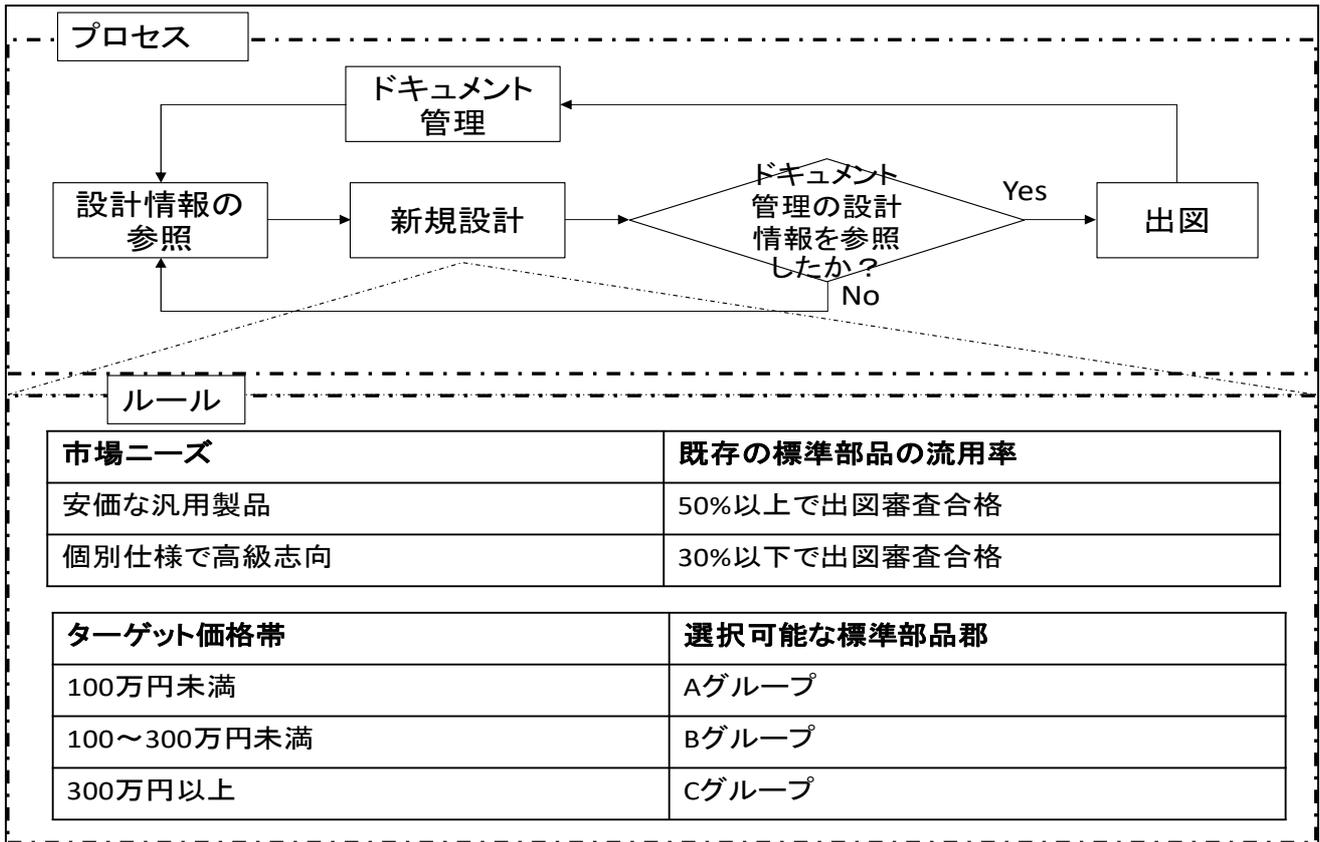


図3. 8 付加価値創造の新規設計プロセスとルール

ここで業務の柔軟化において、特に重要なのはルールである。プロセスは一度、設定すれば、市場ニーズや経営環境によって頻繁に変更する必要はないが、ルールは頻繁に変更する必要がある。

例えば、前述の標準部品を一定の割合以上で流用しなければ、出図審査に合格しないというルールは、市場ニーズや経営環境に応じて、流用する割合を見直していかなければならない。安価で汎用性の高い製品を設計するのであれば、標準部品の流用率を高く設定する必要がある。

一方、個別仕様で高級志向の製品を開発するのであれば、標準部品の流用率を低めに抑える必要がある。さらに、ターゲットとする製品価格帯によって選択可能な標準部品群を制御することも考えられる。市場ニーズや経営環境が変化しているにもかかわらず、同じルールを採用し続けるのは、経営戦略として致命的である。「4 スマート・エンタープライズの実現と課題」に述べたように、このルールがPLMにロジックとして組み込まれている場合、ルールを変更するためには、ルール管理者がPLM技術者に要求を伝え、ロジックを変更してもらう。その結果を検証して設計者に展開するという工程が必要となる。

この工程は最低でも数週間、場合によっては数ヶ月を要する。一方、BRMSではルール管理者自身がルールを変更すれば、即、組織内への展開が可能であり、経営戦略実行上、両者の時間差は致命的である。このように組織能力構築能力を獲得しスマート・エンタープライズを実現するには、MOTとPLMを有機的結合させた上で、BRMSとの連携による設計業務の柔軟化が有効である。

3. 8 おわりに

労働生産性の向上には、付加価値の高い製品やサービスを創造し、獲得できる組織能力を構築してい

なければならない。そのためには経営学と情報技術を融合し、高度に利活用していく必要がある。

さらに、市場ニーズや経営環境の変化に応じて柔軟に業務を組み替え、持続的成長を可能とするスマート・エンタープライズの実現が必要となるが、これを実現するための方法論は、これまで存在しなかった。

本研究では、スマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略において、PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化が有効であることを考察した。

今後の課題としては、PLM と BRMS の連携技術やルールを変更し組織に展開していくためのチェンジマネジメント、ルール変更のルール、すなわち誰が、いつ、どのような根拠やデータによってルールを変更すべきかのメタルールを戦略的に考えること、そしてこれらを主導すべき人材育成などがある。微細な市場変化にルールを追随させると企業システムは不安定となり、かえって非効率となる恐れがある。その一方で追随が遅れると市場撤退というリスクが顕在化する。

市場ニーズや経営環境と経営戦略を踏まえ企業システム戦略を遂行できる人材、経営戦略にもとづき MOT と PLM の有機的結合を図った上で業務プロセスを設計し、BRMS によりルールを市場ニーズや経営環境の変化に追随させる能力を持った人材として BRMS 管理者の育成が不可欠である。

参考文献

- [1] 公益財団法人日本生産性本部:”日本の生産性の動向”,http://www.jpc-net.jp/annual_trend/(2015.11 閲覧).
- [2] 延岡健太郎:『MOT”技術経営”入門』,日本経済新聞社(2006.9).
- [3] 石井成美,近藤高司,後藤時政:”経営戦略にもとづく PLM と MOT の有機的結合による価値創造”,日本生産管理学会論文誌第 21 巻 2 号,pp.113-117(2015.4).
- [4] カーネギーメロン大学:”CMMI1.3 日本語版”(2012).
- [5] 熊谷 徹:”インダストリー4.0 とは何か?”,
<http://business.nikkeibp.co.jp/article/world/20140717/268842/>,日経ビジネス(2015.11 閲覧).
- [6] INCOSE: “Enterprise Systems Engineering”,
SEBOK1.3.1,Part4ApplicationsofSystemsEngineering,p.575(2014).
- [7] ドネラ・H・メドウズ:『世界はシステムで動く』,英治出版(2015).
- [8] 井上 英明:”超高速開発先進国 知られざる韓国企業の実態”,
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120402/388695/>,日経コンピュータ(2015.11 閲覧).
- [9] 青島弘幸,石井成美:”BRMS によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略”,第 55 回日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集,pp.34-37(2015.9).

第4章 MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化

に関する考察

4.1 はじめに

我が国の労働生産性は OECD(Organization for Economic Co-operation and Development)加盟 34 カ国中第 21 位 (2014 年)と平均を下回っている[1]. かつて日本のものづくりは世界一と目されていたが、欧米を中心にトヨタ生産方式等が研究されると共に経営ツールとして IT の利活用が進んだのが一因である。労働生産性の向上には価値の高い製品を創造し、その価値を獲得できる組織能力の構築が鍵となる[2].

その為には従来の日本のものづくりの強さである現場改善に加え、経営学と情報技術 (IT: Information Technology)を融合し、高度に利活用する IT 経営に取り組む必要がある[3]. 製造業では技術経営等と共に生産管理の理論と IT の実装である MRP(Material Requirements Planning)がこの中心的な位置づけにある[4]. さらに高い組織能力の獲得と生産性の向上には、生産状況に応じて柔軟に日程計画の変更が可能となるスマート MRP の実現が不可欠であるが、そのための体系的な研究は多くない。

4.1.1 研究の目的

本研究の目的は、生産性向上に必要な組織能力構築のために、経営学と IT を融合し高度に利活用して実践する IT 経営として、生産管理の理論と IT の実装である MRP を取り上げ、BRMS (Business Rule Management System)との連携による日程計画の柔軟化 (スマート MRP) について考察する。

さらにスマート MRP を実践するための企業システム戦略をモデル化すると共に必要な人材育成について提案する。

4.1.2 研究の手順

本研究の手順は、まず、MRP の現状について整理し、IT 経営と CMMI(Capability Maturity Model Integration)による組織能力の構築について俯瞰する。次に航空機メーカーの部品生産を例に MRP による日程計画の問題点と解決の方向性を提示する。

その上で MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化 (スマート MRP) について考察する。最後にスマート MRP を実践するための企業システム戦略をモデル化すると共に必要な人材育成についても研究する。

4.2 MRP の現状

MRP は 1960 年代に開発された生産管理の理論で、部品表と基準生産計画及び在庫に基づき資材の所要量と必要時期を計算し、調達や生産に指示を出す仕組みである[4]. 大型汎用コンピュータの時代にソフトウェア化され現在に至るまで多くの生産管理システムの中核として採用されている。

MRP が理論通りに機能するためには、部品表と基準生産計画及び在庫に高いデータ精度が必要とされる。

一方でMRPは生産現場の能力や変動を考慮していないことや計算に使用するリードタイムなどが固定的である為、算出された調達や生産の指示が現場の実態に合わない、あるいは日々の現場の変動に柔軟に対応することが難しいなどの限界がある。

この限界を補うために図4.1に示すようにMRPは中日程計画へ適用するに止め、日々の生産は生産スケジューラや手書きボードなどによる小日程計画を中心に行われることが多い。また日々の生産実績がMRPに反映されることが少ないため中日程計画は生産現場の実態と乖離しやすく、実質的な生産管理は小日程計画による個別最適に留まりがちである。

本来MRPは全体最適を志向したものであるが、理論通りに生産を全体最適化し経営的成果を上げているケースは少ないのが現状である[5]。

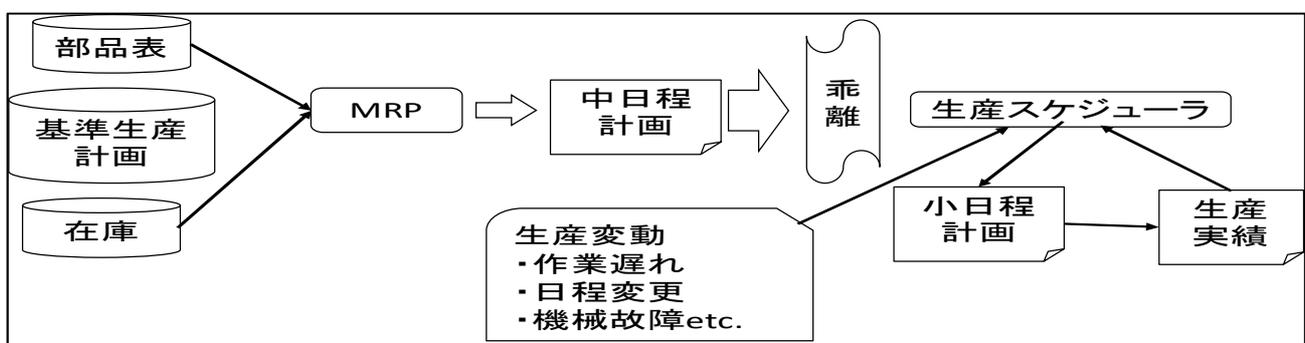


図4.1 MRPの現状

4.3 IT経営とCMMIによる組織能力構築

4.3.1 IT経営のステージ

IT経営では、図4.2に示すようにITの活用レベルとプロセスや成果の最適化範囲によって、その達成度合いを4つのステージで示す[3]。ステージ2まではいわゆる個別最適化の段階であり、ステージ3以上が全体最適化の段階となる。ステージが高いほど組織能力や収益力も高くなるとされる。

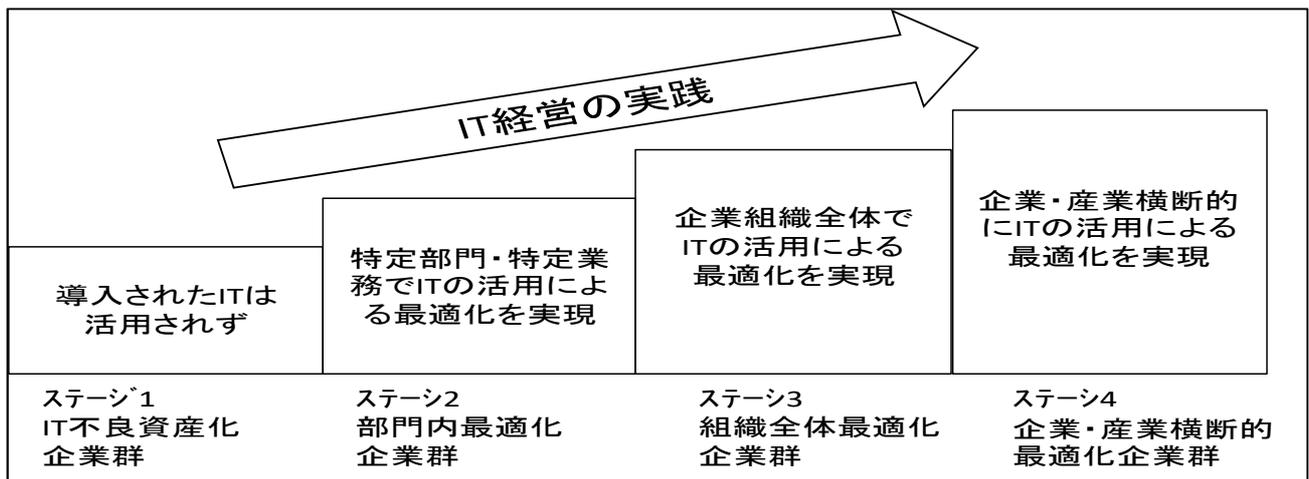


図4. 2 IT経営のステージ

出所：[3]「IT経営ロードマップ」

4. 3. 2 IT経営の動向

経済産業省の動向調査[3]によれば、日本企業の各ステージ達成比率は、図4. 3に示すように70%弱がステージ2：部門内最適化までを占め、特定部門や特定業務の最適化で留まっている。

これに対し、米国ではステージ3以上の企業が過半数を占めており、IT経営の実践が進んでいるとされる。

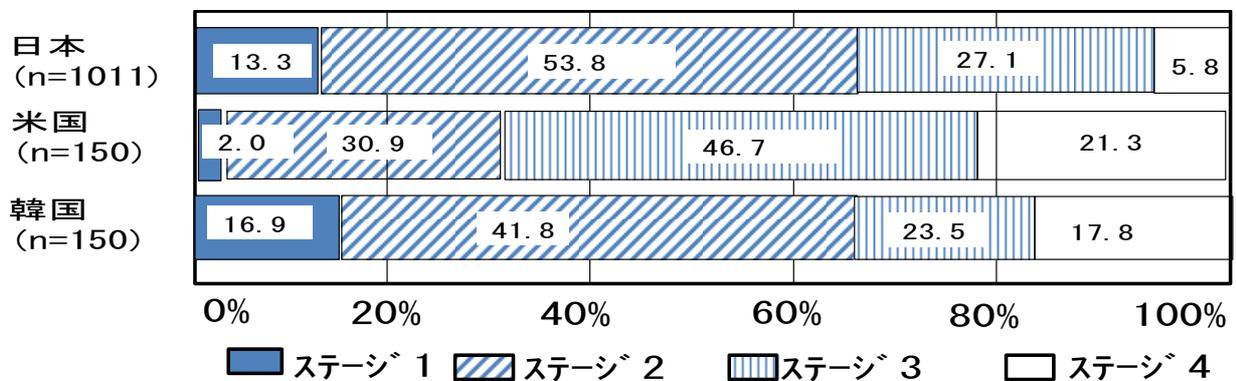


図4. 3 我が国企業のITステージの現状

出所：[3]「IT経営ロードマップ」

また、筆者が独自に行った調査でも表4. 1に示すように業務とITの活用レベルが個人レベルでの活用又は各部門の固有業務と個別システムを活用の企業が約半数を占めている。

表 4. 1 「業務ルールの標準化と IT 活用の実態調査」

業務とITの活用レベルはどのレベルですか	
(1)表計算ソフトなど個人レベルで活用	17.1%
(2)各部門の固有業務と個別システムを活用	31.4%
(3)全社標準に沿った基幹システムを活用	37.1%
(4)企業グループ全体でシステムを連携	14.3%
(5)業界標準のEDI等を活用し企業間で連携	0.0%

2016.7-8 東海三県のメーカーを中心にアンケート調査（有効回答数 36 社）

ここでも MRP のような全体最適指向の IT ツールが十分に活用されず、現場指向の生産スケジューラが好まれたり、IT 以外による管理が好まれたりする結果、個別最適に留まりがちな日本の生産管理の傾向を伺うことができる。

4. 3. 3 IT 経営ロードマップ

「IT 経営ロードマップ」[3]では、IT 経営を実現するための取り組みを、成功企業の事例を踏まえ「見える化」「共有化」「柔軟化」の 3 段階で整理している。この取り組み過程で IT 経営の組織成熟度も向上する。

しかし、この点においても「3.2 IT 経営の動向」で述べたように、現場での個別の「見える化」は進んでいても、「見える化」の成果を IT の活用により社内外の組織横断的な「共有化」が十分に図られていない。その為、全体最適に向けての「柔軟化」が難しくなっている。結果的に個別最適による現場での調整能力は高いものの組織横断的な成熟度はあまり高いとは言えない。

4. 3. 4 組織能力成熟度（CMMI）

CMMI は、カーネギーメロン大学が開発した、組織能力の成熟度を 5 段階で定義したモデルである[6]。レベル 5 を達成している企業には、IBM、Boeing、富士通等がある。図 4. 4 に CMMI の 5 段階を示す。

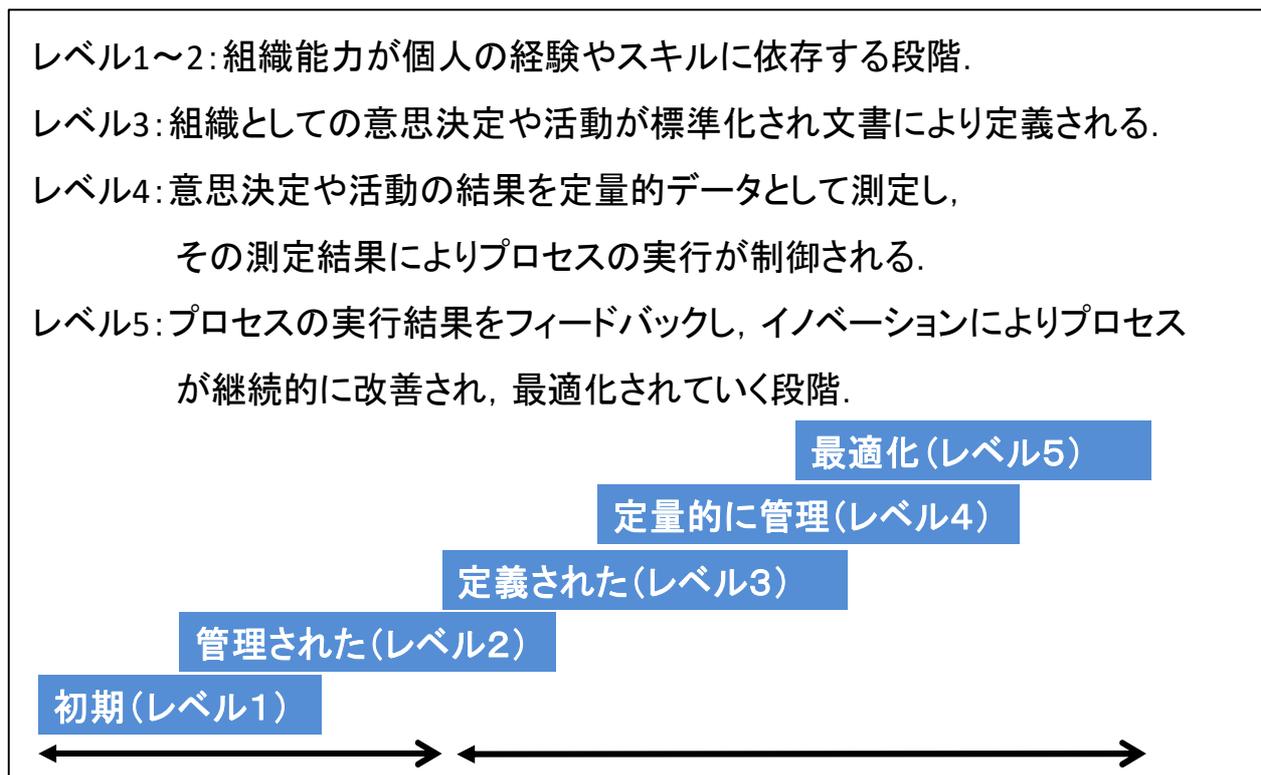


図 4. 4 CMMI による組織能力成熟度

この CMMI の 5 段階を生産管理に当てはめると次のようになる。

レベル 1～2：生産計画や生産統制，改善等は生産管理スタッフや生産現場の個人能力に依存する段階。

レベル 3：生産及び生産管理プロセスやルールが全社的に標準化され文書により定義される。

レベル 4：生産実績を定量的データとして測定し，その測定結果により生産及び生産管理が制御可能。

レベル 5：生産及び生産管理の結果をフィードバックし，イノベーションによりプロセスやルールが継続的に改善され最適化されていく段階。

4. 3. 5 IT 経営のステージと CMMI の関係

企業が IT 経営を実現するための取組を「見える化」「共有化」「柔軟化」の 3 段階 で進め，IT 経営のステージが上がる過程で IT 経営の組織成熟度が向上するが，CMMI の視点から見れば，組織能力成熟度のレベルを向上させる取り組みによって IT 経営のステージが向上するとも言える。この IT 経営ステージと CMMI の関係を図 4. 5 に示す。

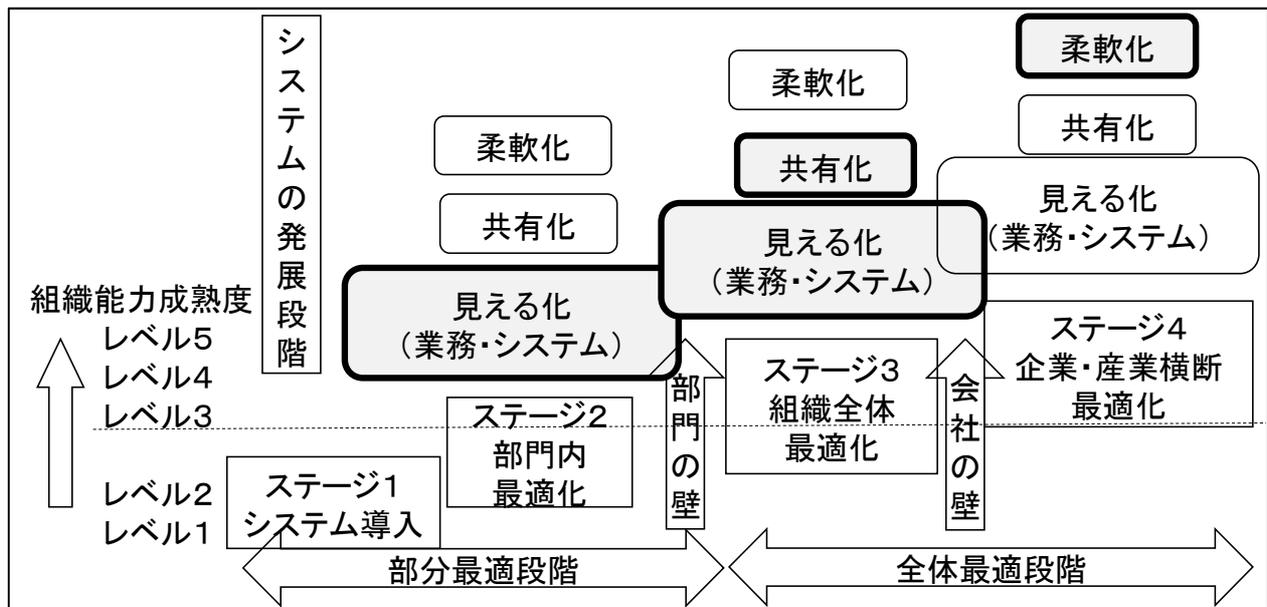


図4. 5 IT 経営ステージと CMMI の関係
 出所：[3]「IT 経営ロードマップ」に筆者が加筆。

いずれの段階においても「見える化」が基本となっており、そのための業務プロセスとルールの標準化が前提である。

4. 4 航空機生産の概要

航空機メーカー M 社の生産管理方式は 1960 年代に米国から導入した MRP 方式で、航空機生産の流れを図 4. 6 に示す。

材料切断から部品キットまでは複数の製品、複数の生産機数分をまとめたロット流しで生産指示が出される。組立から出荷は製品毎に 1 機毎に生産する 1 機流しとなっている。

また航空機は受注生産であるため基本的に部品の中間在庫を持たないが、ほぼ同じ仕様に少しの変更を加えた製品を繰り返して生産する。そのため造船などの一品受注生産とも異なり、自動車のような繰り返し生産とも異なる生産形態をとる。

さらに、航空機材料の多くを占めるアルミ材の調達は海外の材料メーカーへの依存度が高く、調達リードタイムが半年以上と長いいため受注生産でありながら見込みで発注をしている。

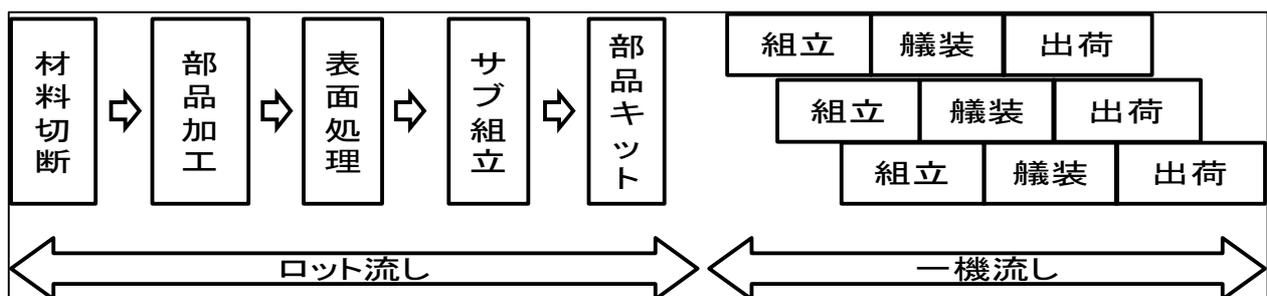


図4. 6 M 社航空機生産の流れ

部品生産の日程計画は MRP により「いつまでに、どれだけ、どの部品を」生産するかを図 4. 7 に示すように組立必要日から逆算して策定する。

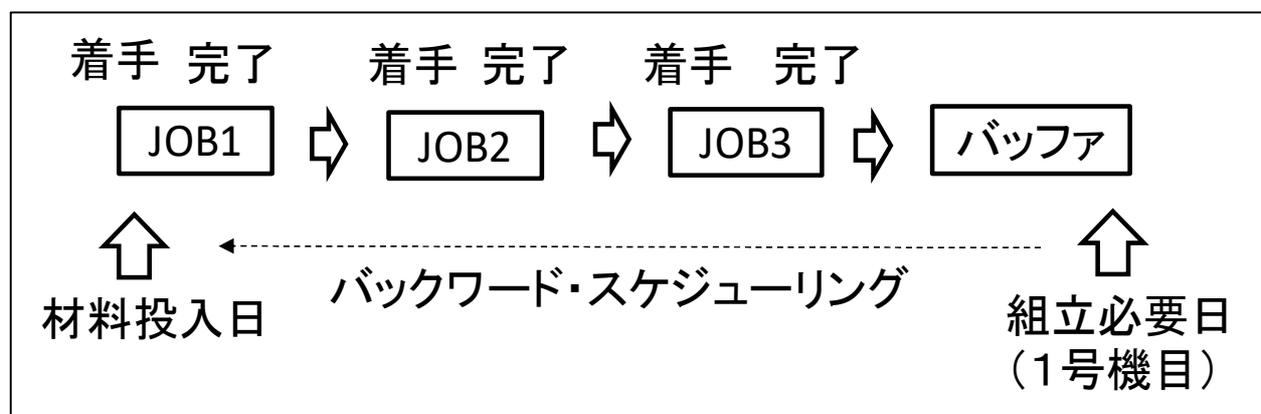


図 4. 7 航空機部品生産の日程計画

部品表等のデータが高い精度で整備されていれば、MRP が算出した指示通りに生産を進めれば無駄なく必要な部品を必要な時に供給することが可能である。

実際、M 社では戦闘機など官需製品の生産において、日程の遅れなど生産現場での変動による MRP とのかい離は、現場の調整機能の中で吸収されており大きな問題は発生していなかった。

4. 5 MRP による日程計画の問題と解決策

M 社の日程計画は以下のルールで行っている。

$$LT = \Sigma(\text{工数}/\text{JOB} \div 8 \text{ 時間/日} + \text{運搬} \cdot \text{検査日数}) \times \text{生産機数} + \text{出荷バッファ (安全余裕日数)}$$

※LT：生産リードタイム

組立必要日から溯り、各 JOB に要する工数を 1 日 8 時間として除し所要日数を求め、全 JOB を積算して部品 1 個当たりの LT を算出する。

なお稼働時間は工程能力に関係なく 8 時間/日で、表 4. 2 に示すように各 JOB には一律で運搬日数と検査日数が設定されている。

表 4. 2 JOB 毎の作業工数、運搬/検査日数の設定

工程	作業工数	運搬/検査日数	備考
JOB1	10Hr	10日	標準工程
JOB2	30Hr	10日	標準工程
JOB3	50Hr	20日	特殊工程

この生産リードタイムに生産機数を乗じて総リードタイムとし、これにバッファ（安全余裕日数）を加算する。バッファは製品毎に固定で設定されている。この計算式（ルール）は、全部品、全工程に共通的に適用されているため、部分適用ができず、もし、計算式を変更するのであれば、工場全体で調整を行う必要がある。

しかし、計算式を変更した結果、工場の生産がどのような状況になるか誰も予測がつかないためリスクが大きすぎて計算式を変更することもできない。

例えば、図4. 8に示すように日程計画を柔軟化することを考え、特定のJOBで機械設備を2台持ちにすれば、16時間/日となり、生産リードタイムは半減する。

あるいは、生産が遅れている工程はある週だけ2シフトによる夜勤を実施する場合も日当たりの稼働時間は2倍となり生産リードタイムは半減することが予想される。さらにバッファもJOB毎にきめ細かく設定を変更することができれば生産リードタイム短縮を図ることができる。

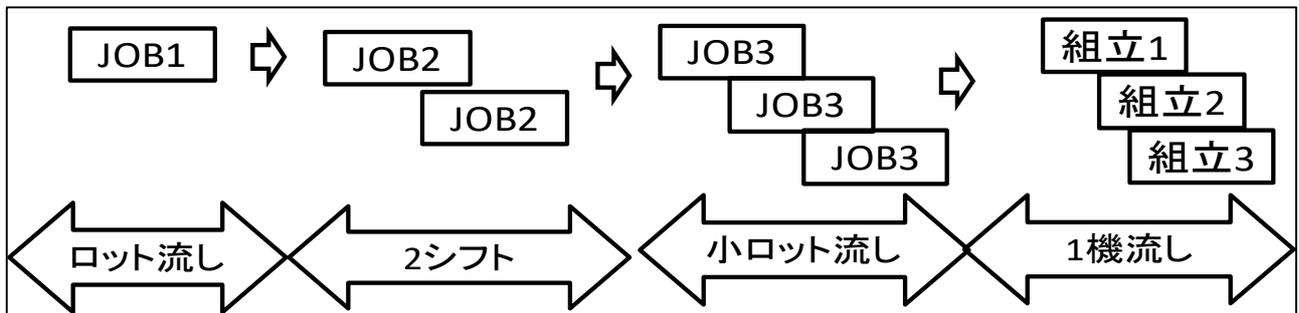


図4. 8 日程計画の柔軟化

- ・従来の日程計画によるLT

$$LT = \Sigma (10 \cdot 8 \div 8) \cdot 20 + 20 = 220 \text{ 日}$$

- ・2シフトの日程計画によるLT

$$LT1 = \Sigma (10 \cdot 4 \div 8) \cdot 20 + 20 = 120 \text{ 日}$$

$$LT2 = \Sigma (10 \cdot 4 \div 16) \cdot 20 + 20 = 70 \text{ 日}$$

$$LT = LT1 + LT2 = 190 \text{ 日}$$

※30日（約14%）のLT短縮が可能

しかし、実際には前述したようにMRPツールの固定的な特性上、このような調整を柔軟に行うことは不可能であるため、現場での人間系によるローカルな調整が行われている。

官需機では生産機数は月産数機であるが、民間機では月産10機を超えるようになり、多様な製品も生産するようになってきた。この結果、民間機ではMRPで算出した生産指示は間延びしたものとなり、生産リードタイムが現場の実態と乖離するようになった。

また、図4. 9に示すように製品毎にMRP計算した後に工場全体で全製品の作業負荷を山積みすると工程能力をはるかに超えるJOBが発生した。この点についても、MRPは無制限能力を前提としており負荷調整の機能を持たないため現場での調整に任されていた。

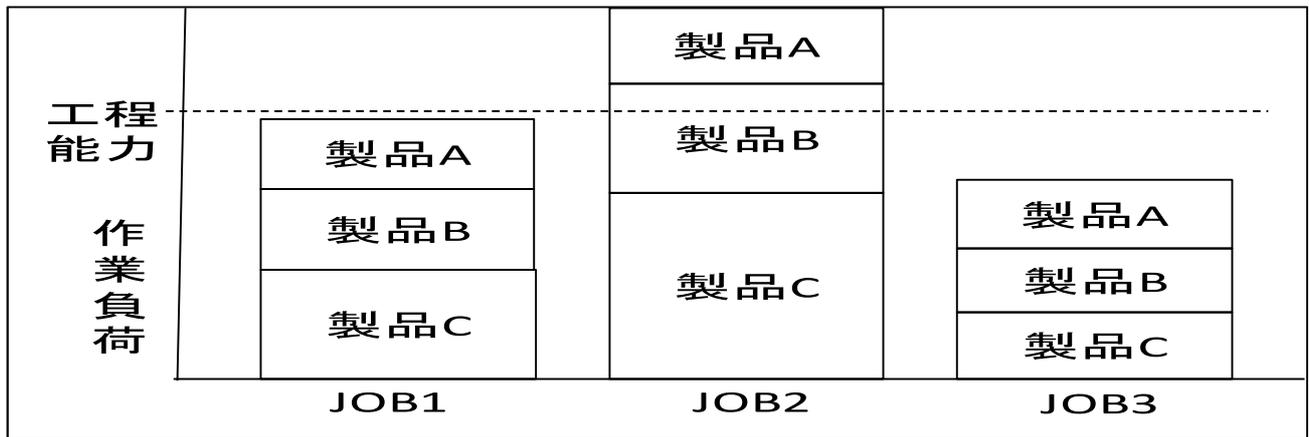


図4. 9 工場全体の作業負荷状況

さらに、部品は全工程でロットサイズを固定した大ロットによる一括生産方式をとっており、組立の1機流しと同期しない。

例えば、1ロット20機で流す場合、20機分の部品が全て完成しないと、1号機目の組立が開始できないことになる。また、20機分の部品がまとめて組立に届く。

その結果、部品在庫は常に過剰であるにもかかわらず欠品が多発して組立の生産を阻害していた。このような状況下では、1機のみ納期変更（前倒し）があっても部品側は対応できないため、現場では部品の抜き取りが発生し生産の混乱に拍車がかかっていた。

これも、JOB毎にロットサイズを可変とし、切断や機械加工などはロット生産、板金加工は1機流し、表面処理は到達毎、処理時間毎の生産、サブ組立は品目毎にロット生産と1機流しの混流生産、部品KIT～組立・出荷までは1機流しとすることで生産リードタイムを現場の実態に整合させ短縮を図ることが可能となる。

4. 6 スマートMRPの実現と課題

従来のMRPでは様々なルールが内部コードに書き込まれているため、一度設定したら柔軟に変更することが困難である。ルールを変更するにはIT部門に変更要求を伝えてコードを書き換えてもらわなければならない。この書き換えには短くても数日を要し、場合によっては数週間以上を要する。

筆者が独自に行った調査でも表4. 3に示すように70%以上の企業で業務ルール変更に伴うITの変更期間は1件当たり平均数週間以上を要しており約17%の企業が半年以上かかっている。

表 4. 3 「業務ルールの標準化と IT 活用の実態調査」

業務ルール変更に伴うITの変更期間は1件当たり平均どれくらいですか	
(1)即日	5.9%
(2)数日	20.6%
(3)数週間	32.4%
(4)数か月	23.5%
(5)半年以上	17.6%

2016.7-8 東海三県のメーカーを中心にアンケート調査（有効回答数 36 社）

さらに図 4. 10 に示すように IT 部門に要求を伝える段階で計算ルールの認識違いや要求事項と実際のソフトウェアの実装との差異など様々な GAP が存在し、思うように MRP を変更することができない。

4.5 節で示したように生産現場では生産状況に即応してルールを変更し日程計画を柔軟化したいが、これでは全く間に合わない。結果的に MRP の指示を無視した現場主導の個別最適な生産が行われるようになる。

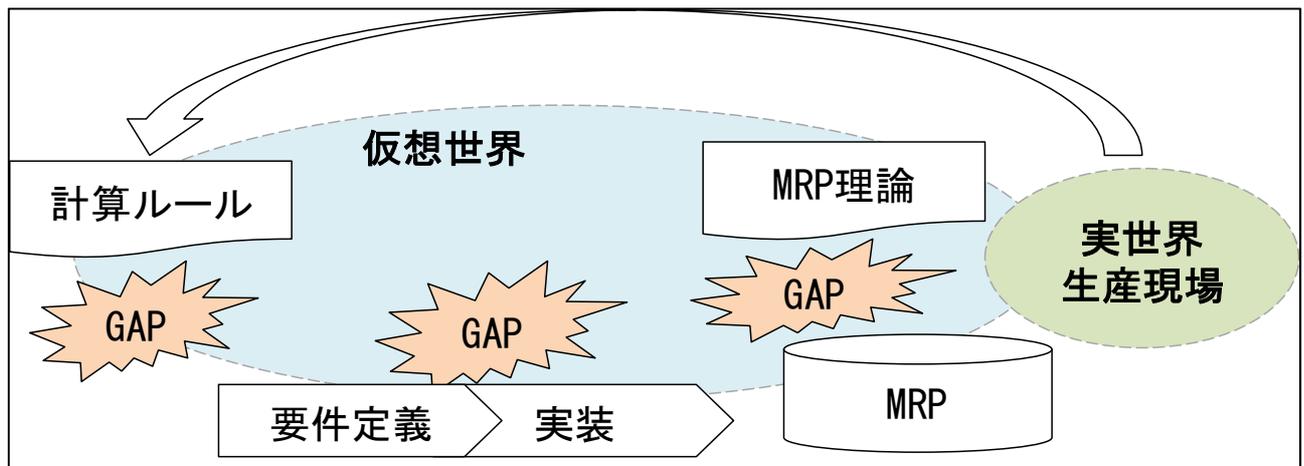


図 4. 10 スマート MRP の実現と課題

その結果、MRP が算出した生産指示を無視して現場は都合のいいように部品を生産することが常態化し、組立に必要な部品の要求日との同期は不可能な状況であった。

組立では自衛手段として部品の督促要員を増員し、部品の供給を促進するようになった。各組立が自工程の部品を最優先で要求するため、部品の生産混乱はさらに拍車がかかることとなる。

このような従来の MRP による日程計画の問題と解決策を図るには、IT 経営と CMMI での「柔軟化」と「最適化」に取り組む必要があり、これを実現した MRP を本研究では「スマート MRP」と称する。

スマート MRP の実現には、MRP 計算に使用するルールを生産現場の状況に即応して柔軟に変更ができるよう IT の技術的課題を解決する必要がある。

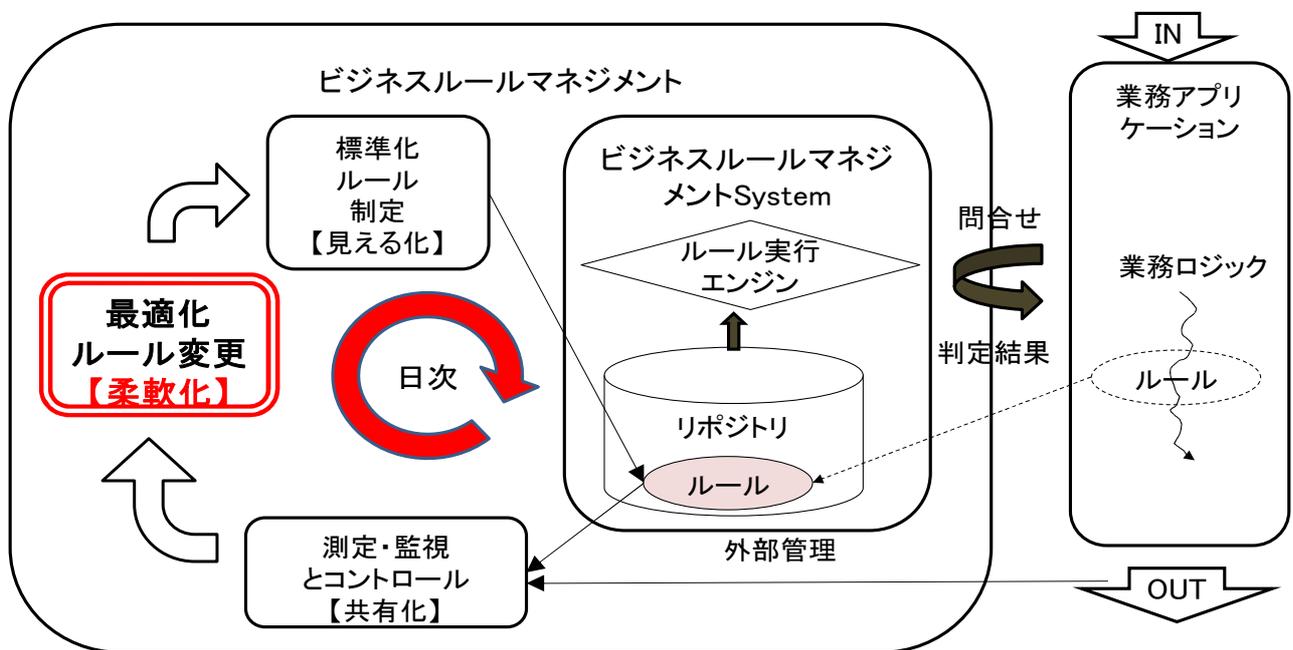
4. 7 BRMS の概要

図4. 1 1に示すように BRMS はビジネスルールを業務アプリケーションから独立して管理する仕組みである。

ビジネスルールを変更する場合、従来のように IT 部門に要求事項を伝え、IT 部門による開発・保守プロセスを経ることなく、業務部門が自律的にビジネスルールを変更することができる。

そのため業務アプリケーションの柔軟性が高まるとして一部の金融機関等で導入され、他分野への適用拡大が期待されている[7].

現在は、業務アプリケーションの高速開発ツールとして位置付けられているケースがほとんどであるが、業務部門が主体となり外部環境の変化に即応しビジネスルールの「見える化」「共有化」「柔軟化」の PDCA サイクルを迅速に回すことで IT 経営のアジリティを高めることができる[8].



ルールの例：通常勤務の場合は8時間/日

図4. 1 1 BRMS の概念

4. 8 MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化

MRP に組み込まれているルールを BRMS で独立して管理できれば、日程計画の柔軟化(スマート MRP)の実現が可能となる。

なぜなら、BRMS では IT 部門による MRP の変更作業が不要となり、現場状況に即応して生産部門が直接、ルールを柔軟に変更し MRP を制御することが可能だからである[9].

表3の調査でも BRMS 導入企業は、IT の変更期間が「即日」であった。将来的には IoT により収集した生産実績の Big Data を人工知能で解析・機械学習により、BRMS のルールを柔軟に変更し、多種多様な航空機部品の生産効率を最適化することも可能である。その基本アーキテクチャを図4. 1 2に示す。

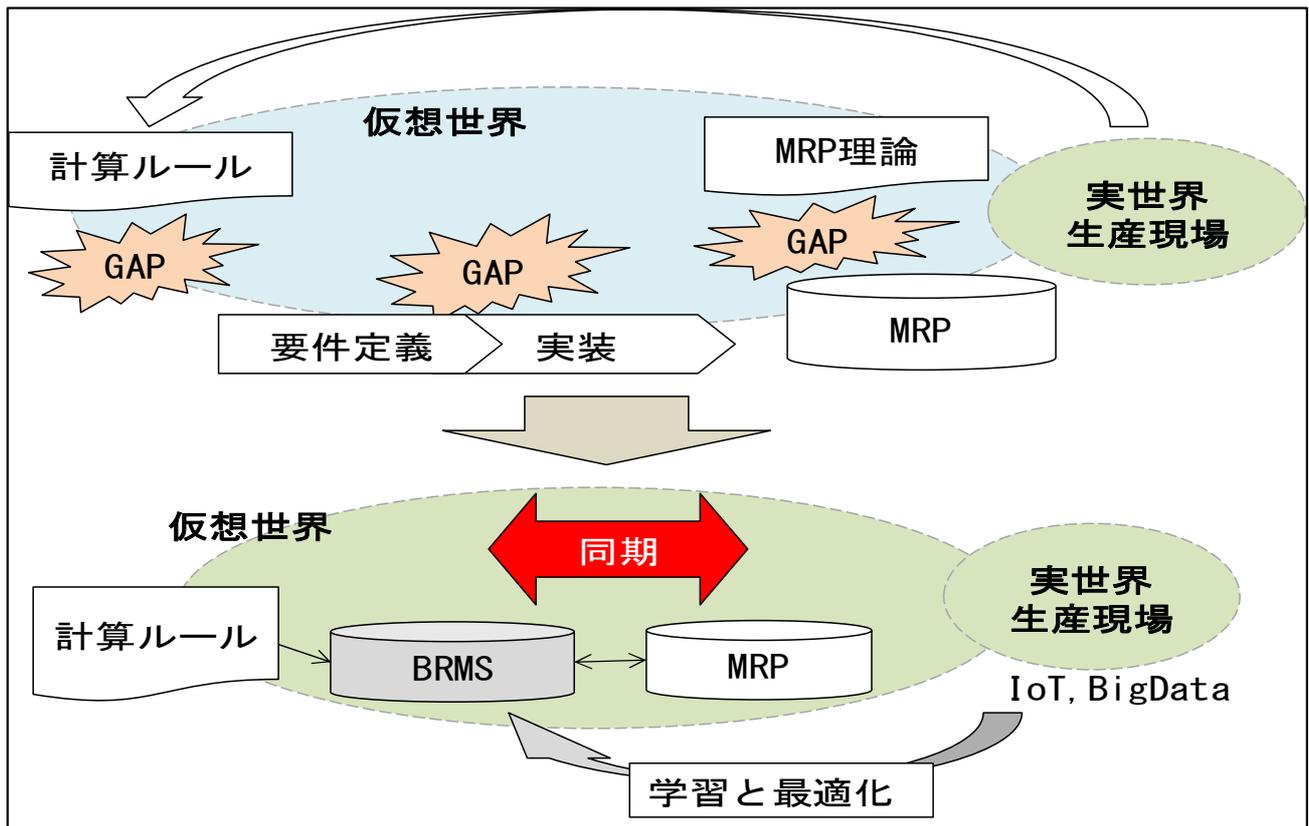


図4. 1 2 MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化のための基本アーキテクチャ

4. 8. 1 スマート MRP 実現に向けた企業システム戦略のモデル化

生産現場の状況に即応してルールを変更し、日程計画を柔軟化することは生産管理における組織能力構築、そしてスマート MRP の実現には不可欠である。

そのためには企業をシステムと捉え、情報の流れを中心とした入力・処理・出力のフィードバックループによる自己組織化が必要である[10]。そのような企業システム戦略のモデルを図4. 1 3に示す。

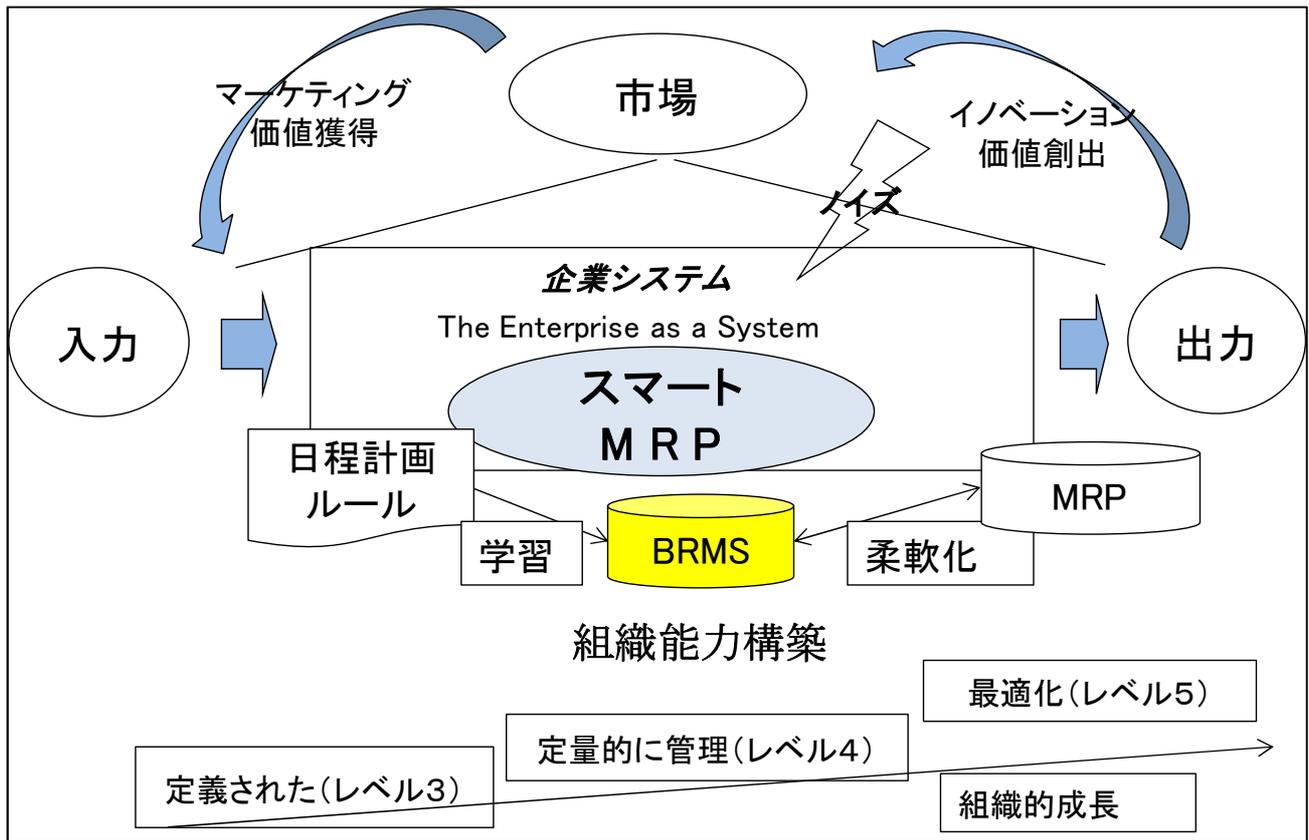


図4. 13 スマート MRP 実現に向けた企業システム戦略モデル

4. 8. 2 スマート MRP を運営する BRMS 管理者の育成

どれほど優れたシステムを導入しても、そのシステムを運営するためのルールを変えなければ期待した成果は得られない[11]。一方、BRMS の柔軟性は生産現場にとっては両刃の剣となる可能性がある。

なぜなら日々の変動を即時に反映してルールを変更することで、逆に現場が振り回される可能性があるからである。従来の MRP のように生産の実態と乖離したままの硬直的な運営も問題であるが、あまりに頻繁にルールが変わるのも考えものである。

そこで BRMS を運営するにはどのようなタイミングで、どこまで組織全体のルールを変更し、どこから先を現場の自主性に任せるかを考え、全体最適化を図らなければならない。

安定的に生産を最適化するには状況を先読みしつつ、できるだけルール変更は少なく、しかし、状況によっては適時適切に反応しルール変更を決断していかなければならない。この安定と不安定のバランス感覚を身につけた BRMS 管理者の育成が鍵を握る。

4. 9 おわりに

労働生産性の向上には IT 経営を実践し組織能力を向上しなければならない。製造業では生産管理の理論と IT の実装である MRP がこの中心的な位置づけにある。

さらに生産現場の状況変化に応じて柔軟に日程計画を組み替えることができるスマート MRP の実現が不可欠だが、これを実現するための体系的な研究はあまり行われていない。

本研究では航空機部品生産の日程計画を例に従来の MRP の課題と解決策を整理し、MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化（スマート MRP）について考察した。

さらにこれを実践するための企業システム戦略モデルと人材育成について提示した。今後は実プロジェクトで MRP と BRMS を連携し、様々な生産変動に対して日程計画がどのように柔軟化され、現場とのかい離が解消されるのか、本研究の有効性が実証されることを期待する。

参考文献

- [1] 日本生産性本部 日本の生産性の動向。
[http://www.jpc-net.jp/annual_trend/\(2016.7](http://www.jpc-net.jp/annual_trend/(2016.7) 閲覧).
- [2] 藤本隆宏：『能力構築競争』，中央公論新社(2003.6).
- [3] 経産省：“IT 経営ロードマップ改訂版”(2010.3).
- [4] レイトン・スミス：『MRP の理論と実践；生産管理のダイナミックシステム』，日本能率協会(1977.11).
- [5] Vincent C.S.Wiers,Kenneth N.McKay：『生き残るための生産管理マネジメント』，日経 BP 社(2005.10).
- [6] カーネギーメロン大学，“CMMI1.3 日本語版”(2012.5).
- [7] 岡部 一詩：“進化する BRMS ソフト”，日経コンピュータ,pp.96-101(2013.3).
- [8] ロナルド・G・ロス：“アジャイル経営のためのビジネスルールマネジメント入門”，日経 BP 社(2013.7).
- [9] 青島弘幸,石井成美：“PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化に関する考察”，生産管理学会第 43 回全国大会講演論文集,pp309-312(2016.3).
- [10] ドネラ・H・メドウズ：『世界はシステムで動く』，英治出版(2015.1).
- [11] エリヤフ・ゴールドラット：『チェンジ・ザ・ルール！』，ダイヤモンド社(2002.10).

第5章 業務の標準化・柔軟化とビジネスルール管理者の育成

5. 1 はじめに

業務の標準化は、様々な企業で日常的に行われている。目的は、業務効率化や業務品質の安定化である。基本的な考え方は、改善のステップ（定義・測定・分析・改善・継続）にあり、標準化は最初のステップの「定義」にあたる。

定義されないものは管理できず、管理できないものは測定できず、測定できないものは改善できないとされる。また、最近ではこのような現場の改善だけではなく、IT 経営や組織能力構築を目的とした全社的な活動の中でも業務の標準化は重要な位置づけとなっている。

この業務の標準化を基本として、外部環境に応じて業務を柔軟に組み替えたり、組織横断的な最適化を図ったりする。

しかし、従来の現場での標準化と同じくボトムアップ的に進めた結果、全社的な標準化に至らず、業務やITが硬直化し思うような成果が得られないことがある。

また全社的な業務標準は基本的な部分しか定義していないため、日常的な業務ルールは現場の都合で変えられ、結果的にITや経営が意図しない方向に向かってしまうこともある。

5. 1. 1 研究の目的

本研究の目的は、業務の標準化・柔軟化における課題を整理し、真に企業価値の最大化を目指せるIT経営の実現や組織能力向上に必要となる、ビジネスルール管理者の育成について提示することである。

5. 1. 2 研究の手順

まず、第2～4章ではIT経営や組織能力向上における業務の標準化・柔軟化について調査し、第5章で筆者が従事していた大手航空機メーカーにおける業務の標準化・柔軟化の実態について考察し、課題を明らかにする。

第6章では課題解決策として経営的観点から業務の標準化・柔軟化を推進するために重要となるビジネスルール管理者の役割とその育成について提示する。

5. 2 IT 経営における業務の標準化・柔軟化

5. 2. 1 IT 経営とは

経産省のIT経営ポータル[1]では、IT経営を経営・業務・ITの融合による企業価値の最大化を目指すことと定義している。国家IT戦略の一環としてIT経営を推進しており、ITを有効活用することで企業価値最大化を目指し、ひいては日本の労働生産性向上、競争力強化を図ろうとしている。

図5.1に示すようにIT経営では達成度合いを4段階のステージに分けており、ステージを上るため

に必要な機能と行動指針，ロードマップを示している。

ステージ3では全社的な業務プロセスの標準化が要求される。標準化により、「見える化」「共有化」に取り組むことが，次のステージ3～4において外部環境に応じて業務を柔軟に組み替える「柔軟化」を実現するための前提となる。

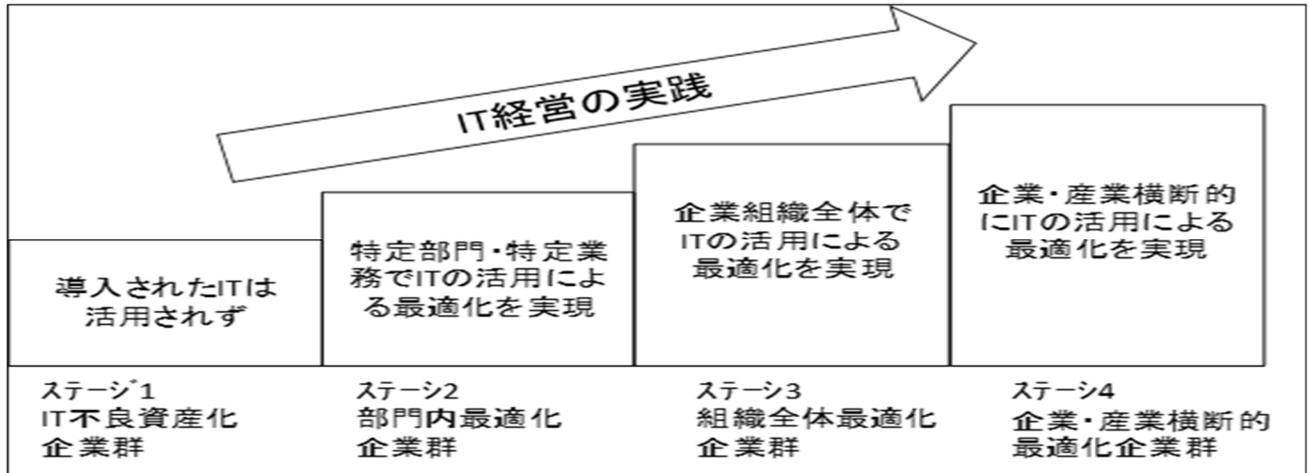


図5. 1 IT経営のステージ

出典：[1] 経産省，“IT経営ロードマップ改訂版”，2010

5. 2. 2 IT経営の動向

経済産業省の動向調査によれば，図5. 2に示すように日本企業の各ステージ達成比率は，ステージ1：約13%，ステージ2：約54%，ステージ3：約27%，ステージ4：6%，となっており，ステージ2：部門内最適化企業群までが70%弱を占めており，IT活用が特定部門や特定業務の最適化で留まっている[1]。

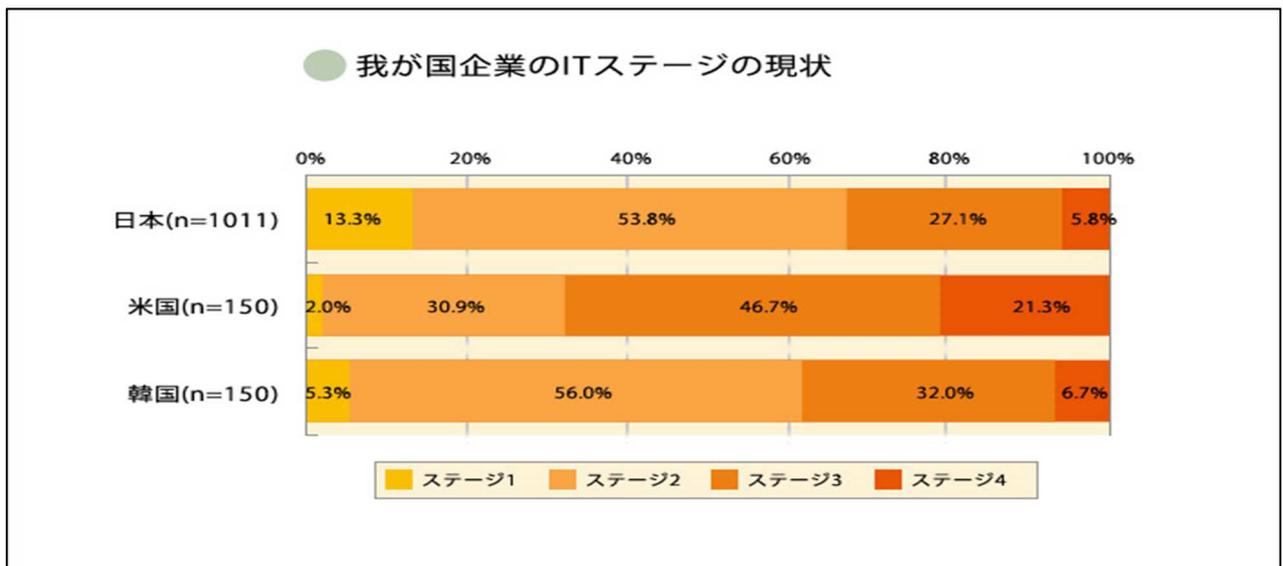


図5. 2 IT経営ステージの現状

出典：[1] 経産省，“IT経営ロードマップ改訂版”，2010

5. 3 組織能力成熟度（CMMI）における業務の標準化・柔軟化

CMMI(Capability Maturity Model Integration)は、カーネギーメロン大学が開発した、組織能力の成熟度を5段階で定義したモデルである[4]。レベル5を達成している企業には、IBM、Boeing、富士通等がある。以下に、CMMIの段階表現による5レベルを示す。

レベル1～2：組織能力が個人的な経験やスキルに強依存する段階。

レベル3：組織の意思決定や活動が「標準化」され文書により定義される。

レベル4：測定結果によりプロセスの実行が制御される段階である。

レベル5：意思決定や活動の結果をフィードバックし、外部環境に応じてイノベーションにより標準プロセスやルールが継続的に改善され、最適化されていく段階である。

これは、IT経営の「柔軟化」にあたる。

今日の企業は、高度な製品とサービスをより良く、より早く、そしてより安く市場に提供するために、複雑な開発と保守のプロセスを管理し制御することができなければならない。

CMMIは、組織の縦割りと障壁を取り除き、製品とサービスのライフサイクルを通じて組織全体で取り組む統合的なアプローチを提供するものである。

5. 4 業務の標準化・柔軟化とITの関係

IT経営においてもCMMIにおいても、図5.3に示すように標準化は組織横断的に全体最適を実現するための基本である。まず、標準化がしっかりできてこそ、柔軟化が可能となる。

しかし、組織横断的な標準化が十分に行われないうまま、ITが導入されることも少なくない。特に我が国では、現場での改善活動を通じてボトムアップ的に特定部門での特定業務が標準化されることが多く、それらを組織横断的に横通しすることは容易ではない。

そのため、ITには様々なルールが組み込まれることとなる。ベストプラクティスとして標準的なプロセスやルールが組み込まれているITパッケージの導入においてもこの傾向が強い。

結果的に組織横断的な最適化において大きな障壁となり「共有化」を阻害する。また「柔軟化」では、環境変化に適応し持続的成長を促すにはルールを適時に変えてく必要があるが、組織横断的にルールの標準化を達成しITを導入した企業であっても、ITに組み込まれたルールを容易に変えることが困難となっている。まして、多様なルールを組み込んだITでは、いっそう「柔軟化」が困難となる。

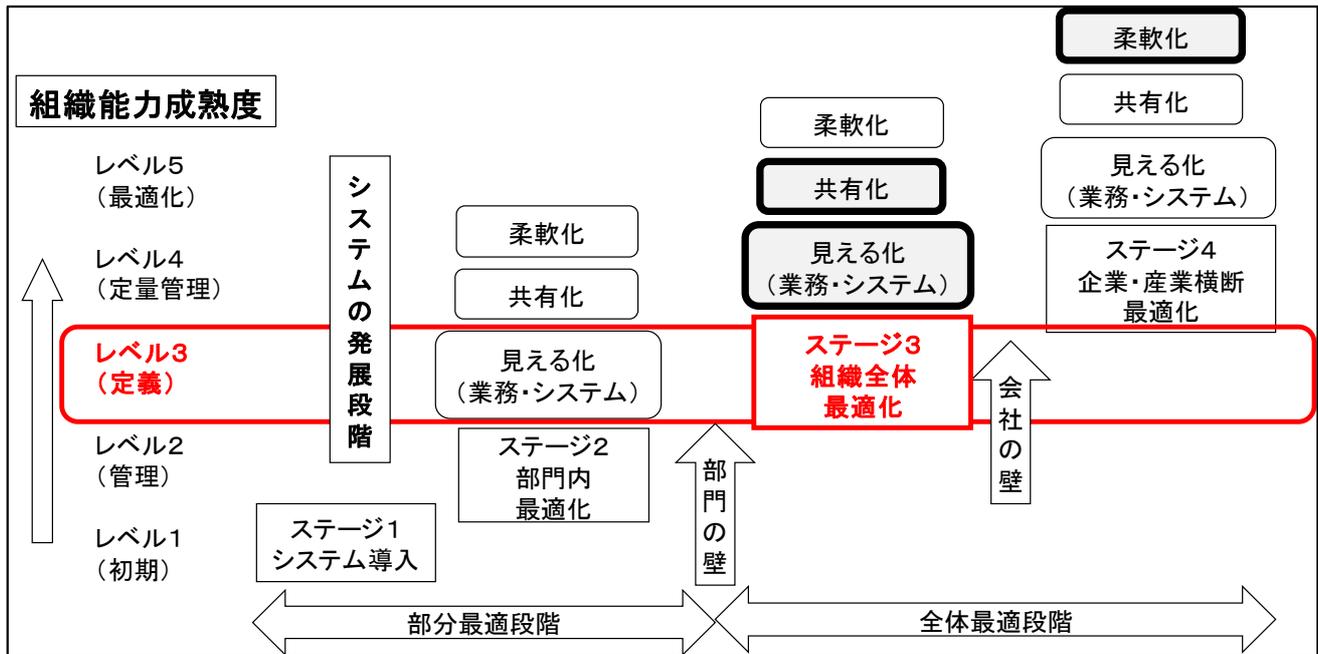


図5. 3 業務の標準化・柔軟化と IT の関係

出典：[1]に著者加筆作成

5. 5 航空機メーカーにおける業務の標準化・柔軟化の実態

5. 5. 1 生産スケジューラの導入事例

M社では航空機の多様な部品を効率よく生産するためにFMS（Flexible Manufacturing System）を導入していた。FMSでは部品の仕様に合わせて様々な切削工具を取り換えて生産を行う。

そのため効率的に生産を行うためには、どのような順番で部品を生産するかというスケジューリングが非常に重要である。しかし、このスケジューリングは非常に複雑でベテラン作業長でも毎月末には翌月のスケジュールをほぼ徹夜で作成していた。

これを改善するために生産スケジューラを導入することとした。複雑なFMSの工程と部品表（BOM：Bill Of Materials）を組み込んでカスタマイズを実施した。

その結果、毎月末のスケジュールリングは数分で可能となった。数年後、この生産スケジューラは使われなくなり不良資産となった。現場への聞き取り調査（調査時期:2013/7、調査場所:名古屋、対象者:生産技術スタッフ及び作業長）の結果、以下のような原因が判明した。

- (1) プロセス、マスタ管理、利活用方法等のルールが標準化されなかった
- (2) 生産スケジューラに組み込まれたルールの硬直化・陳腐化

この事例は、生産スケジューラの導入によりベテラン作業長のノウハウを自動化し個別最適化を図ることはできた。しかし、ノウハウが標準化されておらず、マスタ管理や人材育成等に関するルールも標準化されていなかった為に、「柔軟化」できなかった。結果的に3000万円（500万円 x スケジューラ5ライセンス費と導入費用）の投資を失った。

5. 5. 2 オンライン進捗管理システムの導入事例

航空機は一機当たりの部品点数が数十万点～数百万点に及び、かつ、部品種類も数万種類に及ぶ超多品種大量生産である。そのため機械設備によるライン生産は難しく、ジョブショップ型の生産となっている。

航空機部品は高い品質と安全が要求されるため数百にも及ぶジョブがあり、ジョブ毎に品質検査と記録が必要である。この大量の部品を組立の着手までに間に合うように生産していく必要があるため、進捗管理が重要である。このことから、1960年代前半にはオンライン生産管理システムが導入されていた。

しかし、端末を見ても進捗情報が入力されていないことや、表示される進捗情報と実際の現場での進捗状況や部品の所在が違っていることが少なからず発生した。

このような状況となった直接的な原因は、進捗を適時・正確に入力していないことであるが、その元となる原因には、以下のようなシステム運用の標準化に関するものもあった。

(1) 進捗入力時点の標準化

現場への進捗管理の重要性は日頃から説明もされ理解もされていた。しかし、実際にオンラインでリアルタイムに進捗を管理するとなれば、進捗入力作業の頻度は高くなり必然的に現場の本業、すなわち部品の加工作業などを圧迫することになる。

進捗入力は当然のことという暗黙了解のもと、いつ、どのような頻度で入力するかなどのルールが標準化されていなかった。

(2) 端末台数の標準化

現場の端末が各ショップに配置されておらず複数のショップで共有されていた。そのため、作業者は進捗入力をするために端末が設置してある共有エリアに移動しなければならない。

これらのことを勘案したうえで各ショップに配備すべき端末の台数が標準化されていなかった。

(3) 入力方法の標準化

現場の作業者が不慣れなキーボード操作で入力作業を行っていた。また、作業者は軍手をしており、キーボードを扱うために軍手を外さなければならないという煩わしさもある。

これも頻度が多くなれば無視できない現実である。各ショップの状況に応じて、どのような入力方法を採用するかが標準化されていなかった。

(4) 二重管理に対する標準化

現場ではオンライン進捗管理以外は紙による管理が多い。第一に作業指示書が紙で発行されており、そこに作業記録や品質記録など証跡として書き込む必要がある。

そのため作業者は、従来の紙の管理とオンラインによる管理と二重管理を強いられることとなったが、具体的な管理方法が標準化されていなかった。

(5) 経営審議方針の標準化

本システムの導入にあたり、納期確保は重要な経営課題であることと巨額の投資であったため経営

会議で審議が図られた。しかし、前述したような現場での運用上の問題について、どのような方針で審議すべきかが標準化されていなかった。

これら（１）～（５）の結果、手作業による部品の追跡と検索に約 100 人が追加され、現場のモチベーションと生産性が低下した。

5. 5. 3 ルールの逸脱とガバナンスの欠如

航空機部品の進捗管理における課題を解決するために IT を活用してきたが、なかなか思うように課題解決には至っていない。生産現場での進捗管理が機能するためには「情物一致」が大原則であるが、航空機部品生産の超多品種大量生産において 100% 完全に実現するのは難しい。

IT を活用することで一気に達成しようとすることに無理がある。これまで述べたように現場では、進捗管理の重要性は十分理解しており異論はないが、実際には様々な要因で進捗入力に適時・正確に行われない。それ故、問題と解決をシステムに求めがちである。

例えば、当初の進捗入力は全てのジョブに対して着手と完了をジョブ毎に入力するルールとなっていた。現場は、入力作業の効率を改善するために完了だけを入力すれば、自動的に次のジョブの着手が入力されるようにルールを変え、システムを”改善”した。

納期が確保できないという経営課題が深刻となった時、この現場での小さなルール変更とシステム改善を経営トップが知ることとなった。IT 経営における「ガバナンス」が機能していない状況であったと考えられる。

5. 5. 4 システム以前の標準化

システムが機能しなくなり分かったこともある。例えば、部品生産の遅れ納期の入れ替えが発生した時に、どの部品を優先するかのルールなどシステム以前の標準化が不明であった。

また、システムで全ての部品の進捗を把握できるのであれば、優先付けをあまり意識する必要はなかったと考えられる。しかし、システムが機能しなくなり人手で進捗を把握しなければならない状況では、50 万個／月を超える部品の進捗を全て把握するのは不可能なため、あらかじめ優先すべき重要な部品をルール決めしておく必要がある。

このルールは、標準化し部品工場だけでなく、組立工場や経営・管理者層にも周知・徹底しておかなければならない。

5. 5. 5 航空機部品製造における規定違反

本件は、現場でのルールの逸脱が内部告発により発覚した事案である[3]。原因として、社内に納期優先の体質があることや不十分な作業管理や教育・訓練等などがあったとされる。

再発防止策として、「経営トップによる品質第一の経営方針の示達、作業の質・量に応じた適切なリソース配分等」、「生産計画及び管理の改善、作業工程の適切な設定等」、「プロセス保証型への移行、内部監査の改善等」、「規定遵守に関する教育」などの見直しが行われた。

国交相は当時、「ルールから逸脱して製品を造っていたということが内部告発によって明らかになったことを、非常に残念に思う。」との趣旨を述べた。

一方、経営トップは「各種の規定，ルールを遵守することは事業活動の根幹．ルールを遵守することの重要性及び意識付けや教育を再徹底していく．また，現場の問題点や悩みを早期に把握，解決できる仕組みをつくり，規定違反が未然に防止できる体制を構築し，信頼回復に全力で取り組んでいく．」趣旨のコメントをした。

5. 5. 6 標準化の推進状況

表5. 1は，M社における標準化の推進状況である．標準化の専任組織は設計部門のみに設置されているが，実態は標準の製本・配布が主体である。

標準化そのものは，設計者が業務の傍らで行っており，他の部門と同じである。

表5. 1 M社における標準化の推進状況

部門	標準化組織の有無と役割	標準化の推進役	定期見直し頻度	標準に対する意識
設計	有り 発行管理	設計者	毎期	バイブル
生産技術	無し	生産技術者	毎年	教科書
生産管理	無し	スタッフ	毎年	教科書
製造	無し	現場	毎年	教科書
品質	無し	現場	毎年	教科書
事務	無し	事務員	毎年	参考書

出典：著者作成

そのため標準の見直しも適時に行われない傾向があり，形骸化・陳腐化を招きやすい．例えば，古い規格を採用した部品を発注してしまい，取引先から指摘を受けてはじめて気が付くことがある。

標準に対する意識は，設計標準はバイブルとして扱われているが，他の業務標準は教科書（実務は教科書どうりにはいかない）という意識がある。

そのため実務の都合により，安易なルールの逸脱が起きることがあるが，管理監督者も同じ意識であるためルールの逸脱に対して厳しくはない．これも標準と実務の乖離を増長し，標準の形骸化や陳腐化につながりやすい。

5. 6 ビジネスルールマネジメントの重要性

5. 6. 1 スマート・エンタープライズ実現の課題

様々な経営環境の変化に対して適応し、高い生産性を発揮でき、利害関係者への満足、社会的責任を果たし、企業価値増大と持続的成長できるスマート・エンタープライズを実現するためには、IT 経営や組織能力向上に取り組んでいく必要がある。また、5.1 及び 5.2 のような投資の損失を無くし、人的コストの増加を抑制し、スタッフのモチベーションと生産性を向上させなければならない。

その基本となるのが業務の標準化であり、柔軟化である。この柔軟化とは外部環境変化に対し適時に対応することができる組織能力を意味する。従来の現場でのボトムアップ的な標準化だけではなく、組織横断的に標準化を推進することで、組織横断的な「見える化」「共有化」を図り、定量的な測定と分析をフィードバックすることで「柔軟化」に取り組むことが、スマート・エンタープライズ実現の課題である。

5. 6. 2 ビジネスルールマネジメントとは

ビジネスルールとは、業務プロセスの実行における様々な意思決定やアクションを決定するためのルールである。このビジネスルールは、業務標準書として制定され紙や電子媒体で維持管理されている。

業界標準や全社的な規模のものから、ワークグループ内でのものがある。このビジネスルールを適用する関連組織で調整・制定し、実行・監視、評価・改善する経営活動を広義のビジネスルールマネジメントと捉えることができる。IT 経営においては、このビジネスルールが IT に要求仕様として組み込まれ自動化（固定化）される。ここで従来は、IT に組み込まれたビジネスルールを迅速・容易に変更することが困難なため経営のアジリティ（IT 経営での「柔軟化」）が阻害されるという課題がある。

これを解決するために、IT からビジネスルールを独立させて管理するという手法が図 5. 4 に示す狭義のビジネスルールマネジメントである[4]。

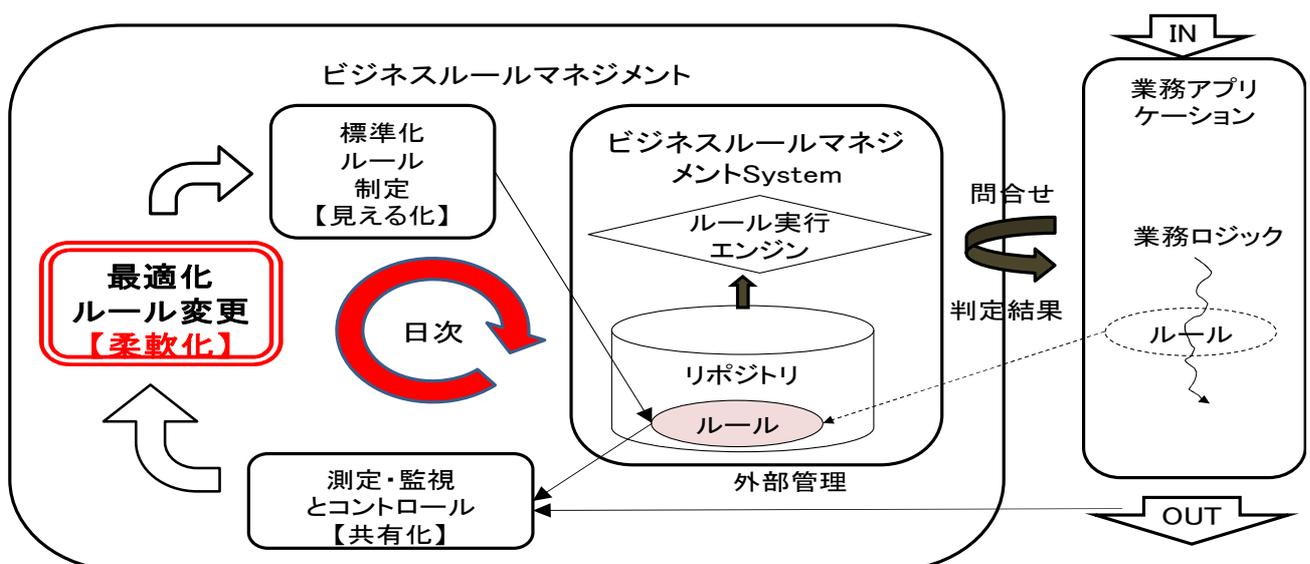


図 5. 4 ビジネスルールマネジメントの仕組み

出典：[4]を参考に著者作成

5. 6. 3 ビジネスルールマネジメントの重要性

航空機メーカーの事例で示したように、単に業務プロセスを標準化し IT を活用するだけでは課題を解決することは困難である。運用上でのルールの逸脱や標準ルール不在がガバナンスの欠如をもたらし、大きな経営問題に発展する。

例えば、業務プロセスを標準化し IT 活用でスケジューリングが効率的にできたり、大量の部品の進捗と所在がリアルタイムで自動的に収集できるようになったりしても、ルールの標準化が行われ、適正に運用されなければ重要な意思決定やアクションを誤る可能性が高くなる。

また、誤ったパラダイムに支配されれば、安全よりも納期が優先され、ルールの逸脱が起きる。ルールを変え、行動を変えるには、現場の風土改革も必要だが、トップダウンのパラダイム変換も必要である。

正しいパラダイムのもとで、いつ、どこで、誰が、どれだけ、どのように、何を優先して意思決定やアクションをするかの基本的なルールを組織横断的に標準化し、社内外と調整し周知していく必要がある。そして、ルールを実行し、実行した結果を評価し、ルールを継続的・迅速に改善して最適化していかなければならない。

なぜなら、外部環境の変化に即応するためには業務プロセスを変更するよりも、ビジネスルールを変更しなければならないことの方が遥かに多いからである。

すなわち、ビジネスルールマネジメントを現場での改善活動に任せきりにせず、経営管理サイクルの一環として実践することが重要である。これを企業システム戦略モデルとして図 5. 5 に示す[5]。

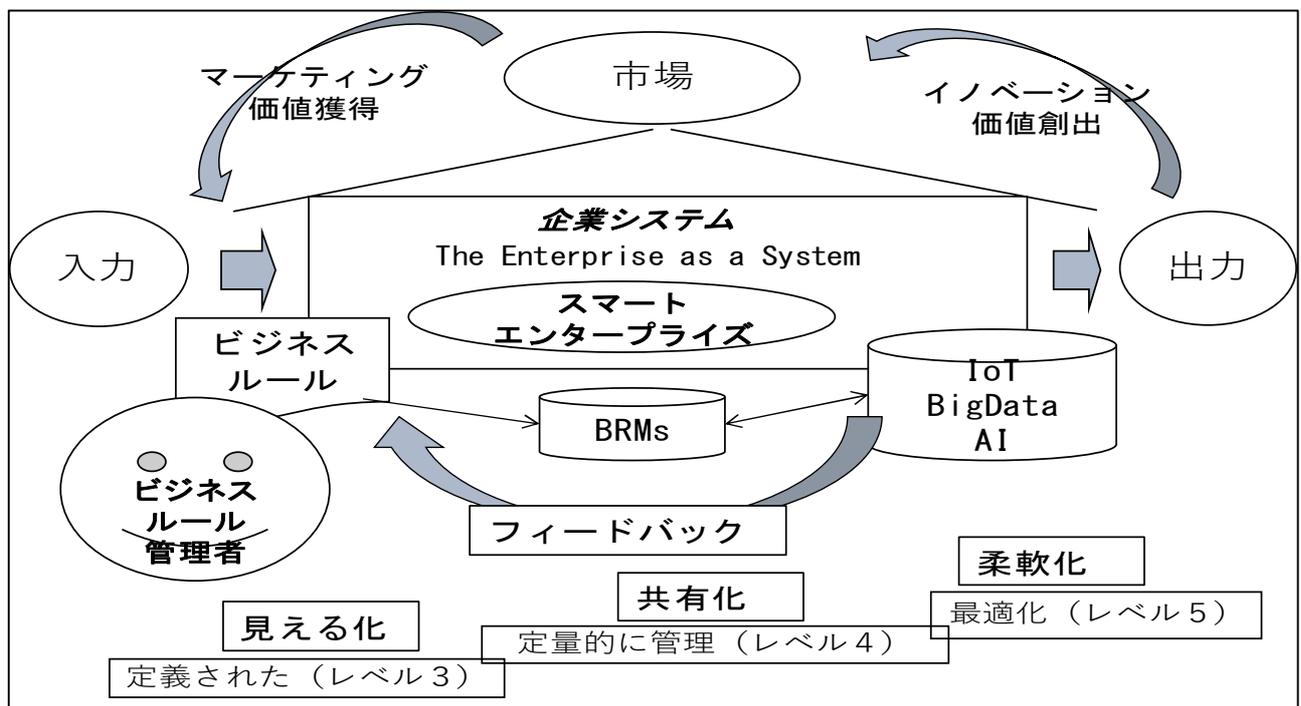


図 5. 5 企業システム戦略のモデル

出典：著者作成

5. 6. 4 組織体制とビジネスルール管理者の育成

ビジネスルールマネジメントを経営サイクルの一環として実践するためには、これを現場任せにせず経営活動として行うための組織体制とビジネスルール管理者の育成が重要である。

ビジネスルール管理者はビジネスルールを柔軟に管理し、5章の航空機メーカーにおける業務の標準化・柔軟化の実態で示したような問題を解決し、組織としての全体最適化を図らなければならない。この点について CMMI でも記載されている[2]。ビジネスルール管理者が強い態度を通して組織的な支持を形成することが、プロセス改善に向けた最も重要な第一段階である。ビジネスルール管理者は、ビジネスルール管理に基づき、プロセス改善の取り組みに積極的に関与しなければならない。ビジネスルール管理者によって実施される活動には、以下が含まれる。

- ・ビジネスルール管理を採用するよう組織に影響を及ぼす
- ・ビジネスルールを監視し利害関係者と調整し全体最適化する
- ・ビジネスルール管理に必要な十分な資源を確保する

ビジネスルール管理者としての知識と素養が十分であれば、次の段階は、ビジネスルール管理の取り組みを進めるために、強力で技術的に有能なチームを確立することである。特にビジネスルールはプロセスよりも現場よりで細くなるため、全社的にプロセスをマネジメントしている組織であっても、ビジネスルールの運用は現場に委ねられていることが多い。

その結果、航空機メーカーの事例で示したように、現場の都合だけで行ったルール変更が生産の進捗や部品の所在を見え難くし、納期確保困難という経営問題にまで発展する。ビジネスルール管理者は、このようなルールの逸脱を経営的な視点からマネジメントしていかなければならない。

また、ルールの標準化や運営に当たっては、企業価値最大化を見据えた戦略的ルールの策定、バリューチェーン/サプライチェーンでの社内外での組織横断的な調整が必要となる。航空機業界における EDI、自動認識、RFID、バーコードなど、経営戦略としての標準化（例えば、国際標準化への参画等）を推進する必要もある。これは従来のような現場レベルでの調整とは異なるものであり片手間にできるようなミッションではないため、ビジネスルール管理に関する技術的スキルだけではなく、以下のような広範囲なスキルが要求される。

- ・洞察力、調整力、組織への浸透
- ・リーダーシップ、行動力、柔軟性など高いコアコンピテンス

今後は、専任組織体制の確立とビジネスルール管理者の育成が契機の課題である。ビジネスルール管理者を育成するには、より広範囲の部門（航空機業界では設計、製造、生産管理、現場管理、品質管理、調達等）をローテーションすると共に、他部門間や対外的な調整を業務とする IT 部門や標準化部門での経験が有効である。またビジネスルール管理者のスキルは、図 5. 6 に示すように IT 経営のステージと同様、ビジネスルールの調整範囲によって次のように段階的に評価することができる。

- ・第一段階：ビジネスルールが標準化されていない

- ・第二段階：現場レベルでのビジネスルールの最適化ができる
- ・第三段階：設計／製造組織横断的にビジネスルールの最適化ができる
- ・第四段階：航空宇宙業界横断的にビジネスルールの最適化ができる

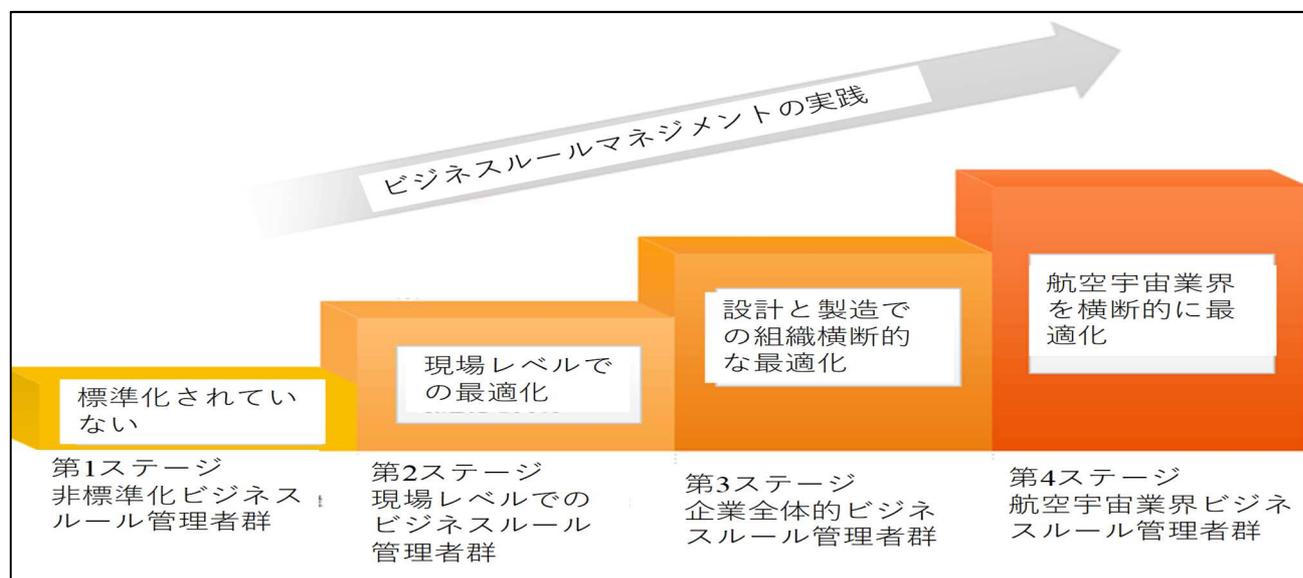


図5. 6 ビジネスルール管理者のステージ
出典：[1]を基に著者作成

5. 7 おわりに

本研究では業務の標準化・柔軟化における課題は何かを議論し、その解決策としてビジネスルールマネジメント及びビジネスルール管理者の育成について提示した。本研究の結果を要約すると以下のとおりである。

(1) IT 経営を実現するための取り組みとして「見える化」「共有化」「柔軟化」を進め、ステージ3以上(例えば、スマート工場やスマート・エンタープライズ)を達成するには業務の標準化・柔軟化は必須である。同時に組織横断的にプロセス改善を進め CMMI レベル3以上を達成するためにも標準化・柔軟化が重要である。

(2) 航空機メーカーの事例で見るとプロセスを標準化し IT 活用導入しても、現場でのルール不明や逸脱により成果が得られない。また、誤った経営パラダイムでもルールの逸脱が起きる。

(3) 業務の標準化・柔軟化における課題を解決するには、ビジネスルールマネジメントを経営の一環として組織横断的に推進する必要がある。

また、経営陣のコミットと適切な関与の元、組織体制の確立とビジネスルール管理者の育成が重要である。

参考文献

- [1] 経産省,“IT 経営ロードマップ改訂版”,2010
- [2] カーネギーメロン大学,“CMMI1.3 日本語版”,2012
- [3] 財経新聞, 三菱重工, 航空機部品製造における規定違反 1 1 9 1 件 国交省
<http://www.zaikai.co.jp/article/20110826/79230.html>, 2016/5/1 閲覧
- [4] ロナルド・G・ロス (著), 宗 雅彦 (監修), 渡部 洋子 (翻訳)
アジャイル経営のためのビジネスルールマネジメント入門,日経 BP 社 (2013/7/25)
- [5] 青島弘幸,石井成美:“BRMS によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略”,第 55
回日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集,pp34-37,2015.9

第6章 IoT時代のIT経営とビジネスルールマネジメント

6.1 緒言

我が国は、国家競争力の強化においてITの利活用が重要と位置づけ国家IT戦略を推進している。その一環として、経済産業省は「IT経営」を推進しており、取り組みの道筋として「IT経営ロードマップ」がある[1]。

IT経営の達成度合いは4ステージで示され、日本では約70%の企業が第1～2ステージにある[2]。IoT（Internet of Things：モノのインターネット）は第3～4ステージを高度に実現するために有効である。例えば、工場内外でモノの動きをリアルタイムに把握することで「見える化」「共有化」「柔軟化」が図られる。

ここで重要となるのがビジネスルールマネジメントである。いつ、どこで、どんなデータをどれだけ収集し、どのように分析し意思決定にフィードバックしていくのかルールを定義し、環境変化に合わせ迅速に変えていかなければならない[3]。その上でこそIoTは有効に機能する旨を提示するのが本研究の目的である。

本稿ではまず、第2章でIT経営に関する調査を踏まえ、IoT時代のIT経営とはいかなるものかを考察する。次に第3章で筆者が従事していた航空機部品生産におけるIT経営の実態について考察する。第4章ではIoT時代のIT経営における課題を提示し、解決策としてビジネスルールマネジメントの重要性を示す。

さらに、ビジネスルールマネジメントの実践に向けた組織体制とビジネスルール管理者の育成についても言及する。

6.2 IoT時代のIT経営

6.2.1 IT経営の定義

経産省では、IT経営を次のように定義している[2]。『IT投資本来の効果を享受するためには、目的なく単に現業をIT化するだけでは不十分であり、自社のビジネスモデルを再確認したうえで、経営の視点を得ながら業務とITとの橋渡しを行っていくことが重要である。

このような、経営・業務・ITの融合による企業価値の最大化を目指すことを「IT経営」と定義する。』

すなわち、ITを経営戦略と整合させた上で有効活用することで企業価値最大化を目指し、ひいては労働生産性（売上÷従業員数）の向上、競争力強化を目指すものである。

6. 2. 2 IT 経営のステージ

次に経産省が定義する,IT 経営の達成度合いを示す 4 つのステージを以下に示す[2].

第 1 ステージ：IT 不良資産化企業群

導入した IT が使われず，不良資産となっている．

第 2 ステージ：部門内最適化企業群

IT を活用して特定部門や特定業務で最適化を実現．

第 3 ステージ：組織全体最適化企業群

IT を活用して企業組織全体で最適化を実現．

第 4 ステージ：企業・産業横断的企業群

IT を活用して企業・産業横断的に最適化を実現．

6. 2. 3 IT 経営の動向

経済産業省の動向調査[2]によれば，日本企業の各ステージ達成比率は，ステージ 1～2：約 67%，ステージ 3：約 27%，ステージ 4：6%，となっており，70%弱がステージ 2：部門内最適化までを占め，特定部門や特定業務の最適化で留まっている．

また，筆者が独自に行った調査では，図 6. 1 に示すように業務の標準化がされていないか，もしくは部分的にマニュアル化されている企業が 60%以上を占めている．

そして 80%以上の企業が業務の IT 化が 50%程度に留まっている．さらに 70%以上の企業で個人の努力任せや部門単位での取り組みとなっており，全社的な取り組みとなっていない．

【1】標準化のレベルはどのレベルですか		【2】どれくらいの業務を IT 化していますか	
(1)標準化されておらず属人性が高い	20.6%	(1)10%未満	20.0%
(2)部分的にマニュアル化されている	41.2%	(2)30%	40.0%
(3)全社的に標準化を進めている	20.6%	(3)50%	22.9%
(4)業務状況を標準に照らし定量的に管理している	14.7%	(4)70%	14.3%
(5)継続的に標準を改善し最適化している	2.9%	(5)90%以上	2.9%

【3】業務の標準化やIT化に必要な組織・人材育成について	
(1)個人の努力に任せている	25.0%
(2)部門単位での取り組み	47.2%
(3)全社的な組織体制や人材育成を計画的に推進	27.8%
(4)業界の標準化団体等へ参画	0.0%
(5)国際標準化団体等への参画	0.0%

図6. 1 「業務ルールの標準化とIT活用の実態調査」アンケート調査結果
2016.7-8 東海三県のメーカーを中心にアンケート調査 有効回答数 36社

これに対し、米国ではステージ3以上の企業が過半数を占めており、IT経営の実践が進んでいるとされる。また、IT経営のステージと労働生産性には相関関係があり、ステージが高いほど労働生産性（売上÷従業員数）が高くなっている。

6. 2. 4 IT経営ロードマップ

「IT経営ロードマップ」[1]では、IT経営を実現するための取り組みを、成功企業の事例を踏まえ「見える化」「共有化」「柔軟化」の3段階で整理している。

(1) 見える化：経営的視点より現場の課題抽出と解決検討に繋がるように、事実を客観的に把握する。

(2) 共有化：現場から得た「見える化」の成果を社内外の関係者間で、いつでも効率的に使えるようにする。

(3) 柔軟化：外部環境の変化に適応し、自社の業務を柔軟に組み替えられるようにする。また、社内外の情報を元にイノベーションを創出できるようにする。

この取組により、IT経営ステージが上がる過程でIT経営の組織成熟度も向上する。

6. 2. 5 組織能力成熟度 (CMMI)

CMMI(Capability Maturity Model Integration)は、カーネギーメロン大学が開発した、組織能力の成熟度を5段階で定義したモデルである[4]。以下にCMMIの5段階を示す。

レベル 1～2：組織能力が個人またはワークグループの経験やスキルに強依存する段階。

レベル 3：組織としての意思決定や活動が標準化され文書により定義される。

レベル 4：意思決定や活動の結果を定量的に測定し、プロセスの実行が制御される段階。

レベル 5：イノベーションによりプロセスが継続的に改善され、最適化されていく段階。

6. 2. 6 IT 経営のステージと CMMI の関係

企業が IT 経営を実現するための取組を、「見える化」「共有化」「柔軟化」の 3 段階で進め、IT 経営のステージが上がる過程で IT 経営の組織成熟度が向上するが、CMMI の視点から見れば、組織能力成熟度のレベルを向上させる取り組みによって IT 経営のステージが向上するとも言える。

この IT 経営ステージと CMMI の関係を図 6. 2 に示す。

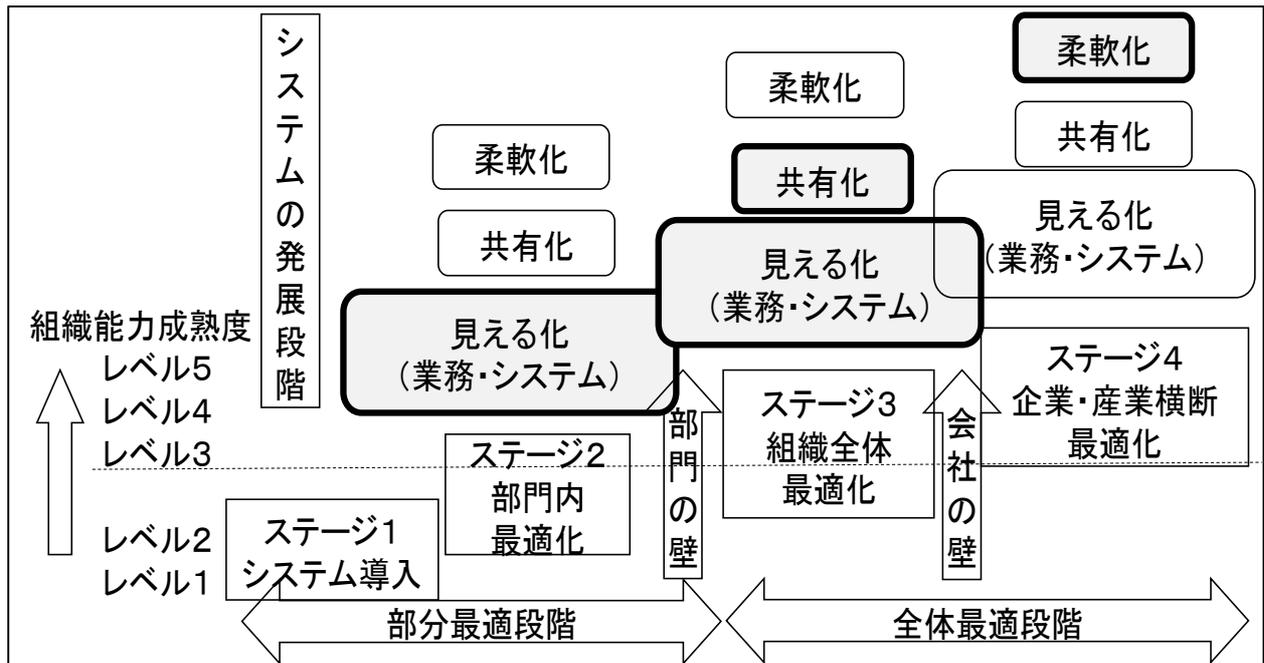


図 6. 2 IT 経営ステージと CMMI の関係

出所：[1]「IT 経営ロードマップ」に筆者が加筆。

IT 経営ステージ 1 / CMMI レベル 1～2：業務と IT 活用が個人またはワークグループの経験やスキルに強依存する段階。

IT 経営ステージ 2 / CMMI レベル 3：意思決定や活動が標準化され、IT を活用して「見える化」している。

IT 経営ステージ 3 / CMMI レベル 4：意思決定や活動の結果を IT 活用により「見える化」「共有化」し、プロセスが制御される段階。

IT 経営ステージ 4 / CMMI レベル 5：外部環境に適応し、イノベーションによりプロセスが継続的に改善され、最適化されていく「柔軟化」の段階。

いずれの段階においても「見える化」が基本となっており、業務プロセスとルールの標準化が前提である。

6. 2. 7 工場における IoT 時代の IT 経営

IoT 時代の IT 経営とはどのようなものか、前述した IT 経営の定義や取り組みなどの大きな枠組みが変わるものではないと考える。IoT は IT 経営の取り組みとして基本となる「見える化」を高度化し、達成度をステージ 3 以上へ加速する可能性がある。

例えば、工場におけるリアルタイムでの完全な情物一致と共有の実現である。ドイツの Industry 4.0 や米国の Industrial Internet Consortium (IIC) は、その先進的な取り組みであろう[5]。我が国でも、D 社など先進的な工場で IoT 時代の IT 経営への取り組みが始まっている[6]。

その目指すところは、「つなぐ」Industrie 4.0 と「分析する」IIC の両者を取り込み、「予知・予兆管理」「重点管理」「全員オーナー/源流良化」「共創改善」の実現を挙げる。D 社では、工場の IoT 活用を推進する上で、人を中心に据えることを意識し、日本流スマート工場を目指している。

6. 3 航空機部品生産における IT 経営の実態

6. 3. 1 航空機部品生産の経営課題

筆者が従事していた大手航空機メーカーにおける部品生産は、航空機の 1 機当たり部品点数が数十万点に及び、かつ、部品種類も数万種類に及ぶ超多品種大量生産である。

そのため機械設備によるライン生産は難しく、人手による加工作業などの多いジョブショップ型の工場となっている。ショップは大きく板金課、機械課、表面処理課で構成され、各課には 50 程度のショップがある。

各ショップでは、部品種類毎に異なるジョブにより部品を生産する。航空機部品は高い安全品質が要求されるため数百にも及ぶジョブがあり、ジョブ毎に検査と記録が必要である。このような状況において大量の部品を適時に生産するには進捗管理が重要になる。

生産が計画通りに進捗すれば問題はないが、現場では設備故障や欠品、設計変更など日々様々な変動が発生する。また、納期変更や納入順序入替えなどの客先の都合による変動も発生する。このような変動に迅速に対応し納期を確保するために、部品生産の進捗状況を適時、正確に把握することが航空機部品生産における経営課題である。

6. 3. 2 オンライン進捗管理システムの導入

このような状況から航空機部品生産における進捗管理を人手と紙による記録では自ずと限界があり、大型コンピュータが日本に導入された 1960 年代前半からオンライン生

産管理システムが導入された。当時としては大型投資となり経営審議会を経て導入が決定した。また、現場に設置する入力端末も非常に高価であったため1ショップ1台の配置とはならず、いくつかのショップで共有する形であった。

このシステムの導入により、現場での部品生産の進捗状況を生産管理部門や組立ライン、経営層など全社でリアルタイムに共有することが可能となった。すなわち1960年代の前半にIT経営のステージ3を達成したことになる。

6. 3. 3 オンライン進捗管理システムの状況

形としてはステージ3を達成したが、システム上の進捗情報と実際の現場での進捗状況や部品の所在に差異があることが少なからず発生した。そのため経営課題が解決されたとは言い切れない状況である。

このような状況の直接的な原因は、進捗を適時・正確に入力していないことであるが、その元となる原因には様々なものがあった。以下にその原因を列挙する。

(1) 現場への教育不足

現場への進捗管理の重要性は日頃から説明もされ理解もされていたが、オンライン・リアルタイムの進捗管理では、進捗入力作業の頻度が高くなり、余計な作業が増えたと感じていた。

(2) 現場の端末不足

端末が高価なため複数のショップで共用されており、作業者は進捗入力のために端末設置エリアまで移動しなければならない。作業者としては加工作業を頻繁に中断することとなり生産性が低下すると共に作業時間が圧迫される。また、端末の待ち時間も発生する。

(4) 入力作業の困難

現場の作業者が不慣れなキーボード操作で進捗入力を行うのが困難であった。また、キーボード操作時に軍手を外さなければならないという煩わしさがある。バーコードを併用したが、完全にキーボード操作を無くすことはできていなかった。

(4) 二重管理

現場ではオンライン進捗管理以外は紙による管理が多い。作業指示書が紙で発行されており、そこに作業記録や品質記録など証跡として書き込む必要がある。そのため作業者は、従来の紙の管理とオンラインによる管理と二重管理を強いられることとなった。

(5) 経営陣の理解不足

本システムの導入は、納期確保が重要な経営課題であることと大型投資であったため経営審議会で決定された。しかし、前述したような現場での運用上の問題について、経営陣が十分理解していなかった可能性がある。

6.3.4 民間航空機ビジネス拡大に伴う状況悪化

このような状況であったが、当初は取り扱う製品が戦闘機など官需主体で月産機数が少なく、生産計画の変動もほとんど無く安定的な生産が行われていた為、それなりに見える化はできた。しかし、1980年代に民間航空機へとビジネスを拡大し始めてから状況は急激に悪化した。

生産量が月産数十機と約10倍となり、部品生産も最大50万個/月以上に急増した。その結果、現場での進捗入力が増え、オンライン進捗管理の仕組みは十分に機能しなくなった。対策として、部品の進捗と所在を把握するための要員を10倍程度までに増やす必要があった。

6.3.5 システムの改善と結果

このような状況の中、大型コンピュータ上で稼働するオンライン進捗管理システムの使い難さや機能不足等も問題視され、いくつかのシステム改善が行われた。以下に各システムの概要を示す。

(1) 部品位置情報検出システム

作業員の進捗入力が増えないため、部品の位置情報を検出するシステムを考案した。RFIDを装着した札を部品に取り付け、部品探索要員がアンテナを持って現場を巡回し部品を探索するシステムである。

(2) 電子作業指示書システム

本システムは紙とシステムによる二重管理を排除するために導入された。ユーザ・インターフェースにタッチパネルやモバイル端末など最新のITを使用し、紙に近いイメージで作業員が記録できるようにした。また一層厳しくなった新型機民間航空機の安全基準に適合するため、紙による記録漏れ防止の目的もあった。

(3) 外注管理システム

民間航空機では部品生産の外注率が約70%に増加した。そのため外注先での進捗や所在が不明では納期確保が難しい。そこで、インターネットを介して外注先の進捗を把握

する本システムを導入した。形としては IT 経営のステージ 4：企業間連携を達成したことになる。

これらのシステム改善と見える化の結果を航空機部品生産における IT 経営の実態として表 6. 1 にまとめた。

表 6. 1 航空機部品生産における IT 経営の実態

導入システム	見える化の結果
オンライン進捗管理システム	現場への教育不足や現場の端末不足などで、適時・正確な進捗入力が行われず。民間航空機へのビジネス拡大で部品産量が増加し、さらに状況が悪化。
部品位置情報検出システム	試行では一定の成果を得たが、電子タグの技術的課題と設備投資が大き過ぎて全面展開は断念。
電子作業指示書システム	民間航空機の新型機から適用開始したが、従来の民間機や官需機への適用拡大は緩やかで、紙の管理と従来の進捗管理システムと電子作業指示書システムが混在。
外注管理システム	インターネットを介して外注先での進捗を把握するために本システムを導入したが、進捗入力に対して外注先の協力が得られず苦戦。

6. 3. 6 ルールの逸脱とガバナンスの欠如

航空機部品生産における課題を解決するために IT を活用してきたが、なかなか思うように解決に至っていない。生産現場での進捗管理が機能するためには「情物一致」が大原則であるが、超多品種大量生産のジョブショップ型工場において 100%完全に実現するのは難しい。

これまで述べたように現場では、進捗管理の重要性は十分理解しており異論はないが、実際には様々な要因で進捗入力が適時・正確に行われない。それ故、問題と解決をシステムに求めがちである。

例えば、当初の進捗入力は全てのジョブに対して着手と完了を入力するルールとなっていた。現場は、これを入力作業の効率を図り完了だけを入力すれば、自動的に次のジョブの着手が入力されるようにルールを変え、システムを”改善”した。さらに、重点ジョブだけ完了を入力すれば、中間ジョブは自動的に進捗が入力されるようにルールを変え、システムを”改善”した。

結果的に進捗情報と実態の乖離が大きくなった。納期確保という経営課題が深刻となった時、この現場でのルール変更とシステム改善を経営陣が知ることとなった。

状況を把握するために進捗を適時・正確に入力するよう現場に向け、トップメッセー

ジを発信したが現場は動かなかった。本業での部品生産が遅れているのに入力作業をしている暇はないというのが現場の率直な反応であった。

6. 3. 7 ルールの標準化

システムが機能しなくなり分かったこともある。例えば、部品生産の遅れや納期の入替えが発生した時に、どの部品を優先するかのルールなどが不明確であった。官需機では大きな変動はあまりなく、ほぼ生産計画どおりに進捗しており問題は顕在化していなかった。現場での調整範囲内で対応ができていたため、納期確保が困難になるなど生産管理部門や経営陣にエスカレーションする事態に至っていなかったと考えられる。また、システムで全ての部品の進捗を把握できるのであれば、優先付けをあまり意識する必要はなかったと考えられる。

しかし、システムが機能しなくなり人手で進捗を把握しなければならない状況では、50万個／月を超える部品の進捗を全て把握するのは不可能なため、あらかじめ優先すべき重要な部品をルール決めしておく必要がある。このルールは標準化し部品工場だけでなく、組立工場や経営・管理者層にも周知・徹底しておかなければならない。実際、ルールが標準化され周知・徹底されるまで、声の大きい組立の作業長や管理者が必要としている部品を優先させるということもあった。

さらに、ルールは状況に応じて適時、適切に見直し、標準を柔軟に変更していかなければならない。ルールが硬直化すれば、実態と乖離し直ぐに形骸化する。

6. 4 ビジネスルールマネジメントの重要性

6. 4. 1 IoT時代のIT経営における課題

納期確保は製造業において経営課題であり、IT経営ロードマップで示される「見える化」が重要である。現場の状況が適時・正確に見えなければ、様々な変動に即応（「柔軟化」）することが益々困難な時代である。しかし、航空機部品生産の事例で示したように、超多品種大量生産を行うジョブジョブ型の工場では、形としてはIT経営のステージ3～4を達成できても、真に経営課題を解決できているとは言えない。

適時・正確な進捗入力が行われなため完全な「情物一致」が難しいことが原因である。情報と物の流れが乖離した状況では、真の「見える化」「共有化」にならず、「柔軟化」も困難となる。IoTはこれを解決し、高度に実現できる可能性があるとして注目されている。このIoTを取り入れ適切に運用することでステージ3～4を実質的に達成し、経営課題の解決につなげ企業価値の最大化を図ることが、IoT時代のIT経営における課題である。

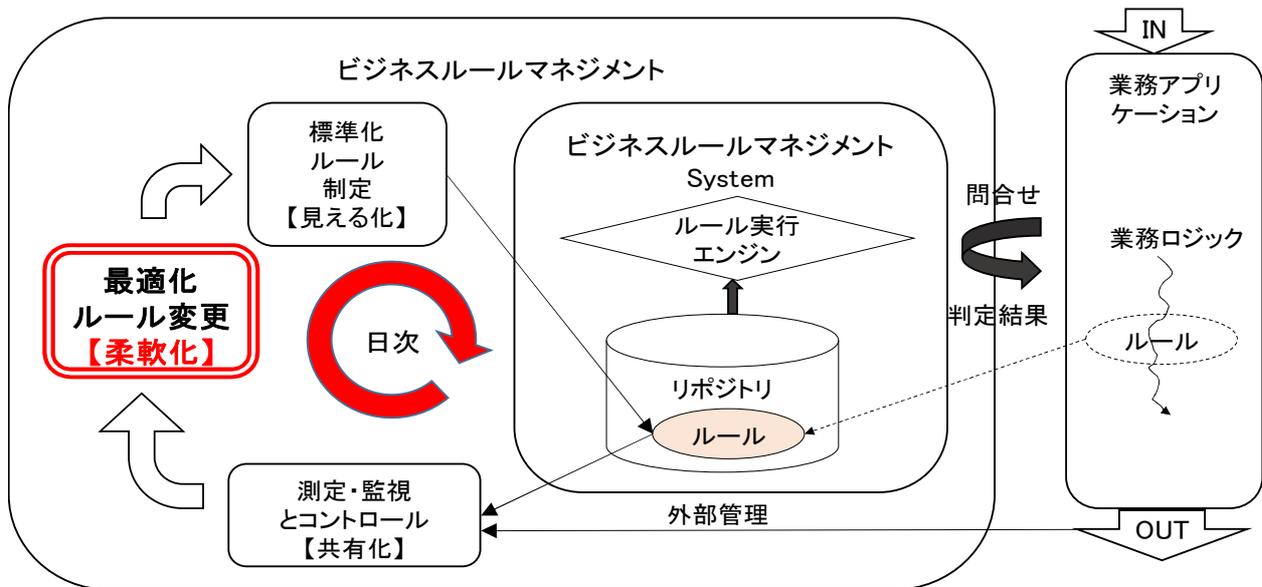
6. 4. 2 ビジネスルールマネジメントとは

ビジネスルールとは、業務における様々な意思決定やアクションを決定するためのルールである。ビジネスルールは、業務標準書として制定され紙や電子媒体で維持管理され、業界標準や全社的な規模のものから、ワークグループ内でのものがある。

ビジネスルールを制定し、実行・監視、評価・改善する経営活動を広義のビジネスルールマネジメントと捉えることができる。IT 経営においては、このビジネスルールが IT に組み込まれ自動化（固定化）される。

ここで IT に組み込まれたビジネスルールを迅速・容易に変更することが困難なため経営のアジリティが失われるという課題がある。

これを解決するために、IT からビジネスルールを独立させて管理するという手法が狭義のビジネスルールマネジメントである。図 6. 3 に、ビジネスルールマネジメントの概念を示す。



ルールの例

優先度	優先付けのルール
A	組立中の不良による欠品
B	納期までに1か月を割り込んだ部品
C	重要顧客X社向け製品に使用するクリティカル部品

図 6. 3 ビジネスルールマネジメントの概念

6. 4. 3 ビジネスルールマネジメントの重要性

航空機部品生産の事例で示したように、経営課題を IT だけに頼って解決することは困難である。運用上のルールの逸脱や標準ルールの不在がガバナンスの欠如をもたらし、納期確保困難という製造業にとっての経営問題に発展する。

IoT を取り入れても、これまでと同じ IT 経営の延長線上では経営課題の解決につなげ企業価値の最大化を図ることはできない。なぜなら、IoT で 50 万個／月を超える部品の進捗と所在がリアルタイムで自動的に収集できるようになったとして、真の「見える化」にはならないからである。

情報量が増えれば、これまで可視化できていなかったことが可視化できるようになる一方で、ノイズも増加する。ノイズが多ければ、正しい情報が埋もれてしまい重要な意思決定やアクションを誤る可能性が高くなる。

リアルタイムで自動的に収集される大量の情報に振り回されることなく、現場で起きていることを正しく把握してこそ真の「見える化」となる。その次に、はじめて有効な分析が可能となり適切な意思決定やアクションが可能となる。

大量の情報処理は、人工知能に任せればよいという発想ではなく、いつ、どこで、誰（もの）が、どんなデータを、どれだけ、どのように、何を優先して収集、分析し、フィードバックするか。こういった基本的なルールを標準化し、社内外の利害関係者へ周知していく必要がある。

そして、ルールを実行し、実行した結果を評価し、外部環境に即応してルールを継続的・迅速に改善して最適化していかなければならない。このビジネスルールマネジメントを経営管理サイクルの一環として実践することが重要である。図 6. 4 にビジネスルールマネジメントを核とした企業システム戦略モデルを示す。

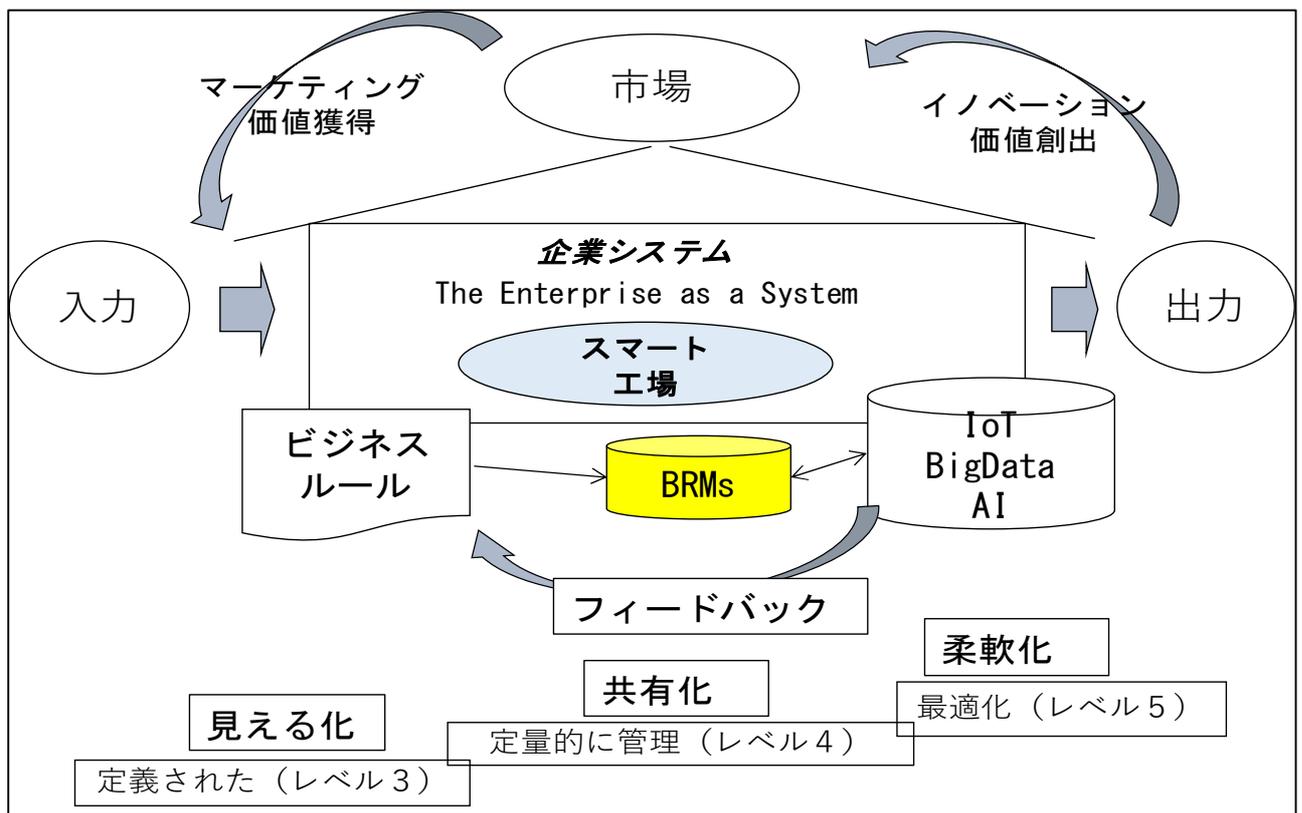


図 6. 4 企業システム戦略モデル

6. 4. 4 組織体制とビジネスルール管理者の育成

ビジネスルールマネジメントを経営管理サイクルの一環として実践するには、これを現場任せにせず経営活動として行うための組織体制とビジネスルール管理者の育成が重要である。

航空機部品生産の事例で示したように、現場の都合で行ったルール変更が進捗や部品の所在を見え難くし、納期確保困難という経営問題にまで発展する。ビジネスルール管理者はルールの逸脱を経営的観点からマネジメントしていかなければならない。

また、ルールの標準化や運営に当たっては、IoT時代のIT経営を見据えた戦略的ルールの策定、バリューチェーン/サプライチェーンでの組織横断的な調整が必要となる。これは現場レベルでの調整とは異なり片手間にできるようなミッションではないため、専任組織体制の確立とビジネスルール管理者の育成が喫緊の課題である。

6. 5 結言

本研究ではIoT時代のIT経営における課題とは何かを議論し、その解決策としてビジネスルールマネジメントの重要性を提示した。本研究の結果を以下に要約する。

(1) IoT時代のIT経営は、工場におけるリアルタイムでの完全な情物一致を実現し、「見える化」「共有化」を高度し、ステージ3以上「柔軟化」の達成が課題である。

(2) 航空機部品生産のような超多品種大量生産を行うジョブショップ型工場では、形的にはステージ3~4を達成しているが、実態は基本ステップの「見える化」(情物一致)を十分に達成できていない。その一因としてルールの逸脱や標準ルールの不在・硬直化がある。

(3) IoTにより工場の「見える化」(情物一致)を高度に実現し、IT経営ステージ3以上を達成することが期待できる。これを実現し、確実に経営課題の解決につなげていくためには、よりいっそう大量かつリアルタイムで収集される情報に振り回されることなく、適切にIoTを活用しつつIT経営を実践することが必要となり、その中核としてビジネスルールマネジメントが重要である。

このビジネスルールマネジメントを推進するためには、専任組織体制の確立やビジネスルール管理者の育成が喫緊の課題である。

参考文献

- [1] 経産省,“IT経営ロードマップ改訂版”,2010.3
- [2] 経済産業省『中小企業IT経営力大賞ポータル』
http://www.meti.go.jp/policy/IT_policy/IT-keiei/index.html (2016.4閲覧)
- [3] ロナルド・G・ロス(著)『アジャイル経営のためのビジネスルールマネジメント入門』,日経BP社,2013.7
- [4] カーネギーメロン大学『CMMI1.3日本語版』2012.5
- [5] 熊谷 徹,『インダストリー4.0とは何か?ドイツが官民一体で進める「第4の産業革命」』日経ビジネス,2014.7
- [6] 『デンソーはなぜ工場のIoT活用を急ぐのか2020年,「ダントツ工場」実現に向けた道筋』<http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/column/15/335160/042100006/?rt=nocnt>
(2016.4閲覧)
- [7] ドネラ・H・メドウズ『世界はシステムで動く』英治出版,2015.1
- [8] 青島弘幸,石井成美『BRMSによるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略』第55回日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集,pp34-37,2015.9
- [9] 独立行政法人情報処理推進機構(IPA)IT人材育成本部『IT人材白書2016』2016.4

第7章 BRMSによる製造業の企業価値最大化

に関する考察

7.1 はじめに

我が国の労働生産性は、OECD(Organization for Economic Co-operation and Development: 経済協力開発機構)加盟 34 カ国の中では第 21 位 (2014 年)と振るわない[1]. 労働生産性を向上させ、企業価値の最大化を図るには価値創造と価値獲得ができる組織能力の構築が鍵となる[2].

その為には経営と情報技術 (IT: Information Technology)を融合し、高度に利活用していく IT 経営が必要となる[3]. 製造業では技術経営と PLM(Product Lifecycle Management)の有機的結合 [4]や生産管理の理論と IT の実装である MRP(Material Requirements Planning)がこの中心的位置づけにある.

IT 経営の実践には設計から製造まで組織横断的に業務を標準化し IT を活用して全体最適化を図る必要がある.

さらに外部環境の変化に応じて柔軟に業務を組み替えることができる企業全体のスマート化 (スマート・エンタープライズ化) が必要である.

スマート (賢い) エンタープライズとは外部環境の変化に即応し、高い生産性を発揮でき、利害関係者の満足、社会的責任を果たし、持続的成長ができる企業である.

このための有効な仕組みとして業務ルールを独立して管理することで、業務を迅速かつ柔軟に変更が可能となる BRMS (Business Rule Management System)があるが、具体的に BRMS を活用し業務と IT を全体最適化し、スマート化するための仕組みに関して体系的な先行研究は見当たらず、本研究に取り組むこととした.

研究の結果、BRMS を活用し組織横断的に業務標準化と IT 経営に取り組むことで企業価値最大化に貢献する仕組みについて明らかにすることができた.

7.1.1 研究の目的

本研究の目的は生産性向上に必要な組織能力構築のために経営と IT を融合し高度に利活用して実践する IT 経営として、製造業における設計工程の PLM と製造工程の MRP を取り上げ、設計から製造まで企業全体をスマート化するための課題を整理し、BRMS による製造業の企業価値最大化 (将来的に得られるキャッシュフロー) に貢献する仕組みを明らかにすることである.

7. 1. 2 研究の方法

目的達成に向けた論理展開として、①全体最適化の戦略を俯瞰し、②次に製造業の基幹業務である設計業務と製造業務を対象とし航空機メーカの事例研究と BRMS の試行を踏まえて仕組みの有効性を提示し、③さらに仕組みを効果的に適用するための業務標準化や人材育成、IoT との関連等にも言及し、④最後に全体最適化の仕組みを明らかにする。

本研究では一連のこれまでの研究として「BRMS によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略」[5]、「PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化」[6]、「MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化」[7]、「業務の標準化・柔軟化とビジネスルール管理者の育成」[8]、「IoT 時代の IT 経営とビジネスルールマネジメント」[9]に取り組み、論理展開の③まで完了したので、ここまで得られた成果と残された課題等を整理する。

次にアンケート調査結果より業務の標準化と IT 経営に関する企業動向を分析する。以上を踏まえ最後にスマート・エンタープライズの実現と BRMS による製造業の企業価値最大化に貢献する仕組みを明らかにする。

7. 2 BRMS によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略

これまでの研究[5]では、スマート・エンタープライズの実現に向けた IT 経営の取り組みにおいて課題となっている IT とビジネスの GAP について、航空機メーカ A 社における生産スケジューラの導入事例を基に課題を整理し、その解決策としての企業システム戦略をモデル化し、BRMS の有効性を提示した。

BRMS とは、ルールを IT ソリューションの外側で管理する仕組みである。図 7. 1 に示すように、BRMS により従来、必要となっている業務部門と IT 部門を跨る開発・保守プロセスを省略し、業務部門が直接、ビジネスルールを柔軟に変更することができる。

その結果、業務部門の標準やルールとシステム要件定義の間にある解釈や時間・コストの GAP、要件定義と設計や COTS（商用ソフトウェア）の間にある同様の GAP、設計と実装・実装と試験の間にある同様の GAP、自然言語とプログラムや機械語の間にある同様の GAP など様々な IT（仮想世界）とビジネス（実世界）の間にある GAP を解消し、環境変化に企業システムを同期させることができる。

その結果、企業は外部環境に即応してビジネスルールを柔軟に変更し最適化することが可能となり、企業戦略のアジリティと柔軟性を高めることが可能となる。

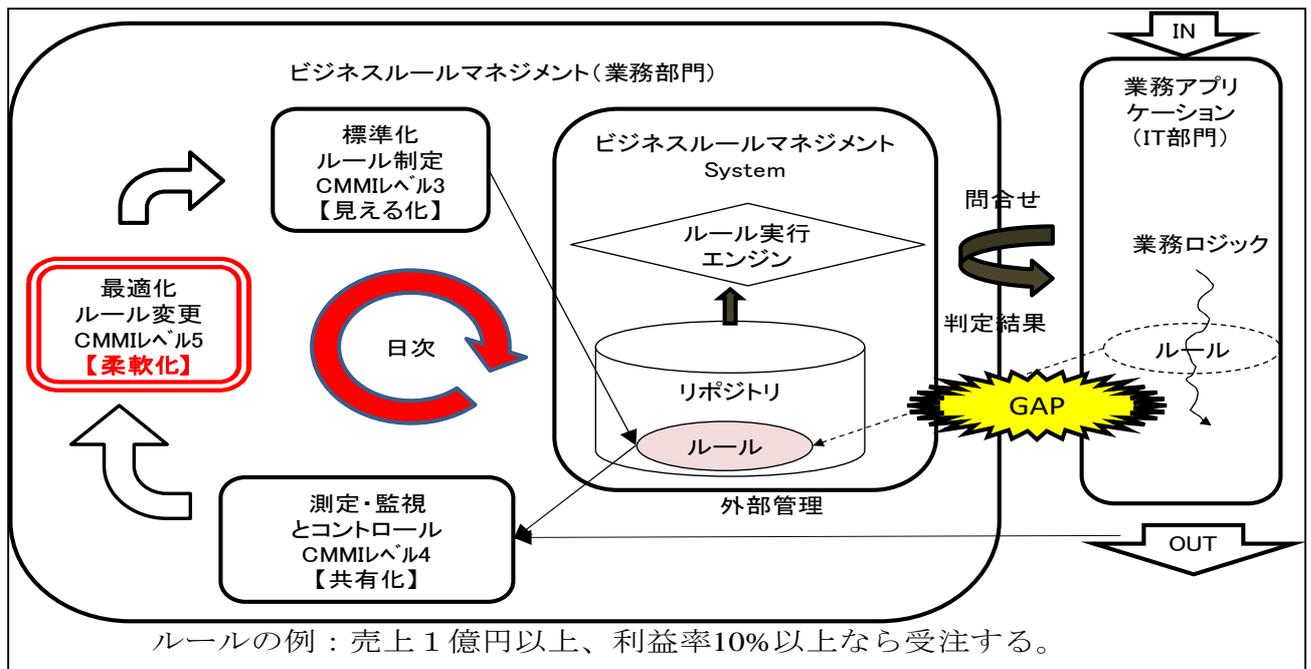


図 7. 1 BRMS の仕組み

出所：著者作成

企業システム戦略とは、企業をシステムとして捉え、情報の流れを中心に最適化・高度化し、俊敏で無駄の無い強靱な企業体質を総合的に強化していく戦略である。

図 7. 2 にその概念モデルを示す。企業システムはフィードバックループ型の情報の流れを持ち、ルールにより制御されている。この企業システム戦略の PDCA サイクルを回すことによりスマート・エンタープライズの実現が可能となる。

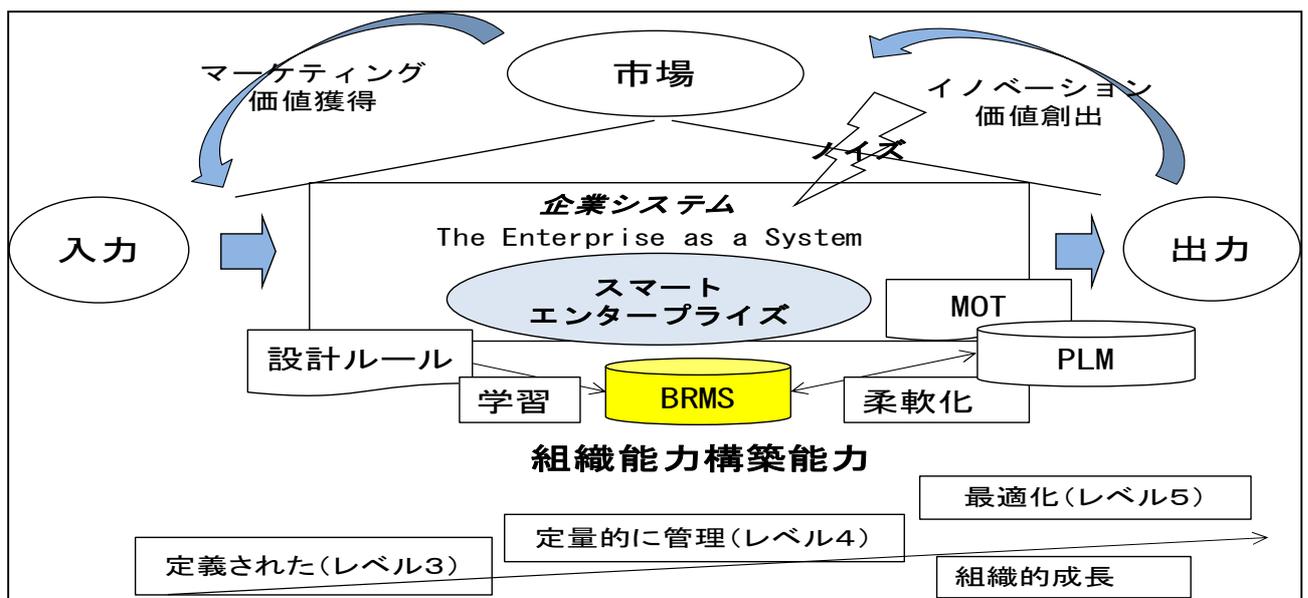


図 7. 2 BRMS による企業システム戦略

出所：著者作成

7. 3 PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化

これまでの研究[6]では、図 7. 3 に示すとおりスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略において、PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化が有効であることを考察した。

ここでは設計業務として船積みコンテナの設計を事例として、積載容量と積載重量からコンテナを選定する設計ルールを設定した。次に実世界（市場）からの学習と最適化により、危険物を取り扱うためのコンテナの設計ルールを変更するケースを想定し、従来の業務アプリケーションと BRMS での設計ルールの変更容易性について比較評価した。

結果として PLM と BRMS を連携することで市場変化に即応した設計業務の柔軟化が図られることが分かった。

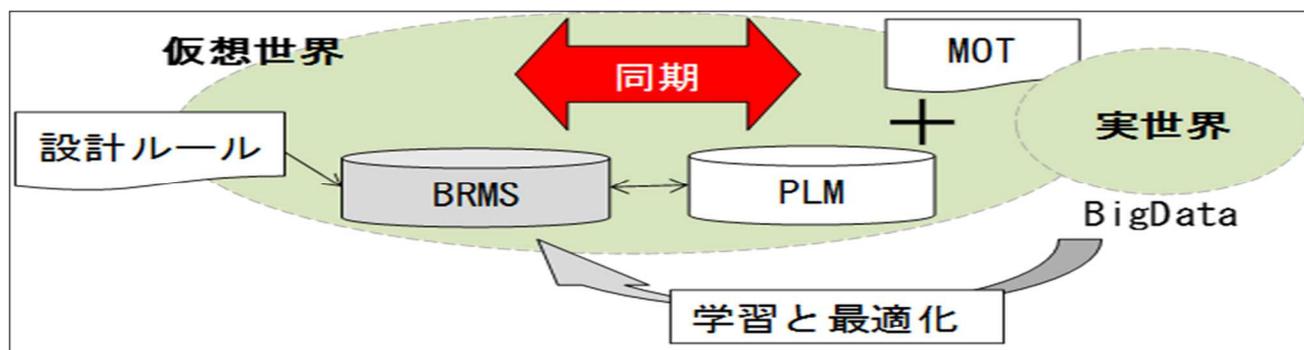


図 7. 3 PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化

出所：著者作成

7. 4 MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化

これまでの研究[7]では図 7. 4 に示すとおり航空機部品生産の日程計画を例に従来の MRP の課題と解決策を整理し、MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化（スマート MRP）について考察した。

ここでは MRP と BRMS を連携させ、現場の生産状況に応じて各工程毎に稼働時間やシフト体制を BRMS 上で柔軟に変更することで、従来の MRP では実現が困難であった日程計画の柔軟化（スマート MRP）の実現可能性を明らかにした。

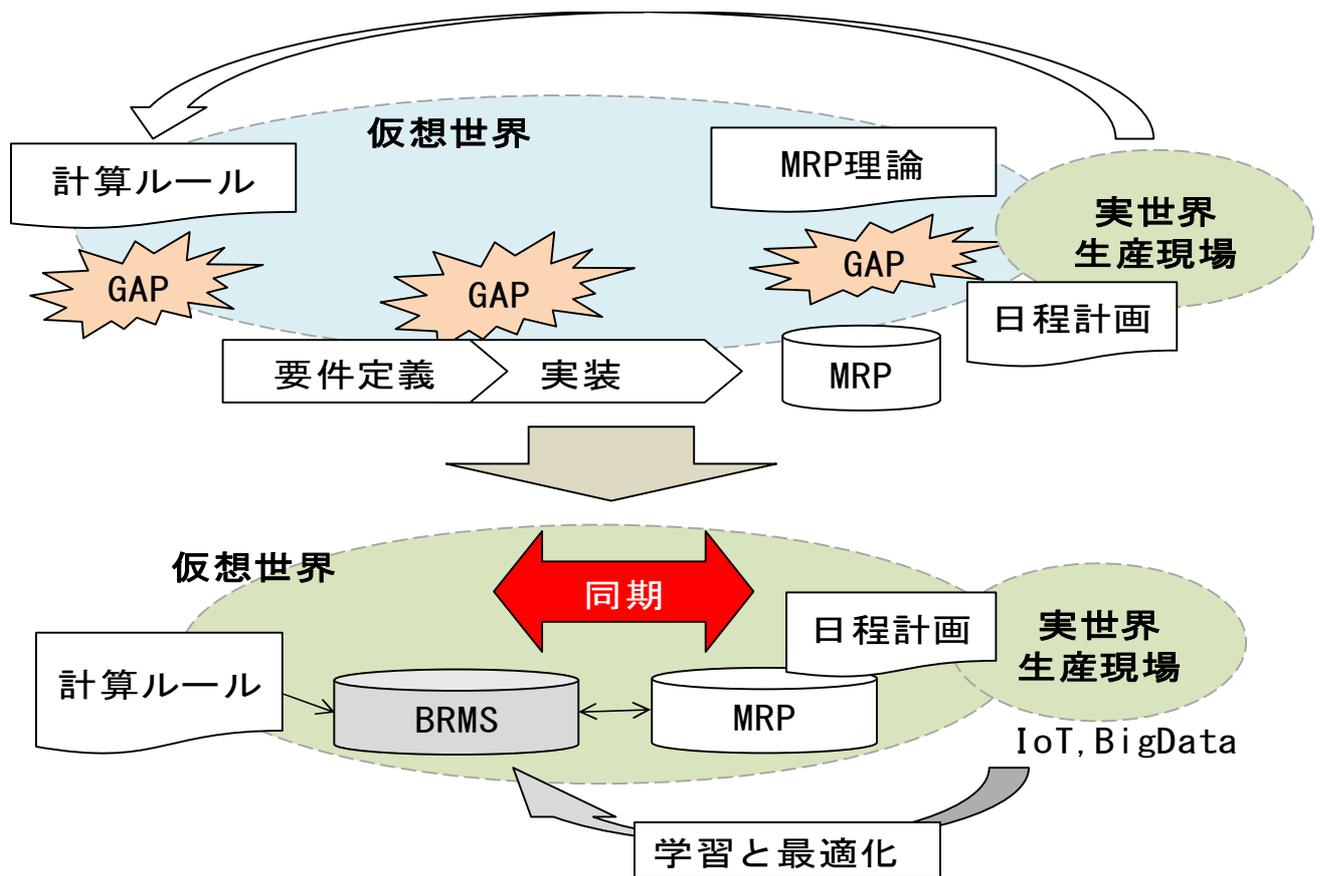


図 7. 4 MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化

出所：著者作成

7. 5 業務の標準化・柔軟化とビジネスルール管理者

これまでの研究[8]では航空機部品製造を事例として取り上げ、業務の標準化・柔軟化における課題は何かを議論し、その解決策としてビジネスルールマネジメント及びビジネスルール管理者の育成について提示した。

例えプロセスを標準化し IT を導入したとしても、現場での運営ルールが不明であったり勝手な逸脱が発生したりすることにより成果が得られない。また、誤った経営パラダイムによってもルールの逸脱が起きることがある。

航空機部品製造では納期第一優先のパラダイムであったため、現場が工程を省略するというルールの逸脱が起きた。このような業務の標準化・柔軟化における課題を解決するには、ビジネスルールマネジメントを経営の一環として組織横断的に推進する必要がある。

そのためには、経営陣のコミットと適切な関与の元、組織体制の確立とビジネスルール管理者の育成が重要であることを明らかにした。

7. 6 IoT時代のIT経営とビジネスルール管理

これまでの研究[9]では航空機部品の進捗管理システムを事例として取り上げ、IoT時代のIT経営における課題とは何かを議論し、その解決策としてビジネスルールマネジメントの重要性を提示した。

航空機部品の進捗管理システムは現場の進捗入力作業の負担や入力端末の不足等によりこれまで十分な成果を得られていない。ICタグを利用した進捗把握も技術的課題や投資対効果の問題で試行段階に留まっている。

IoTの活用によりこれら課題の解決が期待されるが、確実に経営課題の解決につなげスマート化するためには、よりいっそう大量かつリアルタイムで収集される情報に振り回されることなく、適切にIoTを活用しつつIT経営を実践することが必要となる。

そのためには、ビジネスルールマネジメントを中核とし、どこでどのような情報をどれくらい収集すべきか、収集した情報をどのように分析すべきか、そして分析した結果を使用してどのようにシステムや経営を制御していくのか等の様々なルールを適切に設定し、改善し、全体最適化を図っていかなければならない。

7. 7 標準化とIT経営に関する企業動向

これまでの研究では航空機メーカーの事例研究を主体としてきたので、アンケート調査により業務の標準化とIT経営に関する企業動向を分析する。

本調査は2016年7-8月に東海三県を中心に全てのメーカーを対象とし、従業員数0-100人、101-1000人、1001-2000人、2001-3000人、3001-5000人、5000人以上の各範囲で40-50社程度偏らないように選択し、全体で200-300社に依頼し36社から回答を得た。その集計結果を表7.1に示す。

表7.1 「業務ルールの標準化とIT活用の実態調査」

【1】業務ルールの標準化はどれくらい進んでいますか		
(1)10%未満	4	11.4%
(2)30%	10	28.6%
(3)50%	11	31.4%
(4)70%	5	14.3%
(5)90%以上	5	14.3%

【2】 標準の見直し頻度は平均どれくらいですか		
(1)毎日	2	5.7%
(2)毎週	0	0.0%
(3)毎月	3	8.6%
(4)毎年	21	60.0%
(5)数年毎	9	25.7%

【3】 標準の見直し組織は主にどこですか		
(1)専任部門	6	16.7%
(2)各部門の専任組織	3	8.3%
(3)各部門の標準担当者	9	25.0%
(4)各部門の各実務者	12	33.3%
(5)不定	6	16.7%

【4】 標準化のレベルはどのレベルですか		
(1)標準化されておらず属人性が高い	7	20.6%
(2)部分的にマニュアル化されている	14	41.2%
(3)全社的に標準化を進めている	7	20.6%
(4)業務状況を標準に照らし定量的に管理している	5	14.7%
(5)継続的に標準を改善し最適化している	1	2.9%

【5】 どれくらいの業務をIT化していますか		
(1)10%未満	7	20.0%
(2)30%	14	40.0%
(3)50%	8	22.9%
(4)70%	5	14.3%
(5)90%以上	1	2.9%

【6】 業務ルール変更に伴うITの変更期間は1件当たり平均どれくらいですか		
(1)即日	2	5.9%
(2)数日	7	20.6%
(3)数週間	11	32.4%
(4)数か月	8	23.5%
(5)半年以上	6	17.6%

【7】業務ルール変更に伴うITの変更費用は1件当たり平均どれくらいですか		
(1)10万円未満	13	41.9%
(2)50万円未満	8	25.8%
(3)100万円未満	5	16.1%
(4)500万円未満	3	9.7%
(5)500万円以上	2	6.5%

【8】業務とITの活用レベルはどのレベルですか		
(1)表計算ソフトなど個人レベルで活用	6	17.1%
(2)各部門の固有業務と個別システムを活用	11	31.4%
(3)全社標準に沿った基幹システムを活用	13	37.1%
(4)企業グループ全体でシステムを連携	5	14.3%
(5)業界標準のEDI等を活用し企業間で連携	0	0.0%

【9】業務の標準化やIT化に必要な組織・人材育成について		
(1)個人の努力に任せている	9	25.0%
(2)部門単位での取り組み	17	47.2%
(3)全社的な組織体制や人材育成を計画的に推進	10	27.8%
(4)業界の標準化団体等へ参画	0	0.0%
(5)国際標準化団体等への参画	0	0.0%

【10】業務ルールの変更を安価・即時に標準とITに反映する仕組みについて		
(1)自社にとってはさほど有効ではない	3	8.6%
(2)自社の組織能力向上や柔軟化につながると思う	27	77.1%
(3)BRMSを知っている	2	5.7%
(4)BRMSを導入（検討）中	2	5.7%
(5)BRMSを活用中	1	2.9%

出所：2016.7-8 東海三県のメーカーを中心にアンケート調査（有効回答数 36 社）

・設問 1 に関する分析

「業務ルールの標準化はどれくらい進んでいますか」では約 70%の企業が業務ルールの標準化が 50%以下の業務に留まり、半分以上の業務が標準化されていない状況である。つまり、多くの業務が属人的に行われており日々、調整が発生している可能性が高い。

・設問 2 に関する分析

「標準の見直し頻度は平均どれくらいですか」では 85%以上の企業が標準の見直しは年 1 回以下である。業務が頻繁に変わらないからという理由も考えられるが、近年の外

部環境の変化からすると業務変化に標準の見直しが追いついていないと考えられる。

・設問 3 に関する分析

「標準の見直し組織は主にどこですか」では 70%以上の企業が標準の見直しは各部門で実施されており、専任部門が主体となって見直しを行っているのは 16%程度に留まっている。

・設問 4 に関する分析

「標準化のレベルはどのレベルですか」では約 60%の企業で属人性が高く標準化されていないか、部分的なマニュアル化に留まっている。

以上の結果から組織横断的な業務の標準化はあまり進んでいない状況であり、各部門の個別最適な標準になっていると考えられる。あるいは各部門の標準間で矛盾を生じていたり衝突していたりすることより非効率な業務が行われている可能性があると考えられる。

・設問 5 に関する分析

「どれくらいの業務を IT 化していますか」では 80%以上の企業が 50%以下の業務しか IT 化できていない。これは設問 1 で多くの企業が 50%以下の業務しか標準化できていないことに起因するもので、IT 化の前提として業務の標準化が重要であることを意味する。

・設問 6 に関する分析

「業務ルール変更に伴う IT の変更期間は 1 件当たり平均どれくらいですか」では業務ルール変更に伴う IT の変更期間は 70%以上の企業で数週間以上を要し、約 17%の企業は半年以上を要している。

この結果から航空機生産の事例研究と同様、多くの企業で業務ルールを外部環境に即応して変更しようとしても IT がそのスピードについていけないことが分かる。

また、公式の IT に組み込まれている業務ルールが実情とかい離することにより、公式の IT が使われずに非公式な IT（例えば、表計算ソフト等）により業務が遂行されることによる内部統制上の問題を引き起こしていることも考えられる。

・設問 7 に関する分析

「業務ルール変更に伴う IT の変更費用は 1 件当たり平均どれくらいですか」では 40%以上の企業が 10 万円未満となっており小規模な変更が多い。設問 6 と合わせてみると小規模な変更にもかかわらず変更時間に時間を要していることが分かる。

一方で業務ルールの変更を IT に反映するために 100 万円以上の費用を投じている会社も 15%以上ある。いずれにしても業務ルールの変更を IT に反映するために多くの企業で時間と費用を要していることが判明した。

結果的に業務と IT が融合できておらず、IT 経営の実践があまり進んでいないと考えられる。

・設問 8 に関する分析

「業務と IT の活用レベルはどのレベルですか」では 50%以上の企業が表計算ソフトなどの個人レベルでの活用や各部門での固有業務と個別システムの活用に残っている。一方で全社やグループ全体で基幹システムを活用している企業も 50%程度あるが標準化されている一部の業務（例えば財務会計等）に残っていると考えられる。

さらに業界標準の EDI 等を活用して企業間で連携している企業は無かった。これにより IT 活用に関しても個人又は部門内での個別最適化のレベルから脱しておらず、まだまだ組織横断的に IT を活用した企業全体や業界での全体最適化が不十分と考えられる。

・設問 9 に関する分析

「業務の標準化や IT 化に必要な組織・人材育成について」では 70%以上の企業が業務の標準化や IT 化が個人の努力任せや部門単位での取り組みとなっており、全社的な組織体制や人材育成を計画的に推進している企業は 30%に満たない。

さらに業界の標準化団体や国際標準化団体等へ参画している企業は無かった。この結果からも業務の標準化や IT 化が組織横断的・業界横断的に推進されておらず、その推進役となる組織体制の整備や人材育成が計画的に進められていないことが分かった。

・設問 10 に関する分析

「業務ルールの変更を安価・即時に標準と IT に反映する仕組みについて」では BRMS のような仕組みに対して、自社の組織能力向上や柔軟化につながると期待する企業が約 77%あった。

また BRMS を認知している企業は 10%程度であるが、すでに BRMS を活用中と回答した企業では、業務の標準化と IT 化が進み、業務ルールの変更に伴う IT の変更期間は「即日」と回答があったことから、スマート・エンタープライズ化を達成しつつあると考える。

最後に自由形式で「業務ルールの標準化と IT 活用における課題は何だと思いますか。」との設問に対しては以下のような回答があった。

- ・標準化の重要性を社員自身が自覚すること。
- ・製造現場における IT 活用はベテラン社員の IT スキル不足でなかなか進まない。
- ・業務ルールが決まらないまま IT 導入が進められる。
- ・上層部に近くなるほど業務の標準化に対する意識が薄くなる。
- ・まず手作業で実施し、作業の定着化と効果の検証を行いシステム化すべき。
- ・IT 化の課題は効果の推定と検証。
- ・各部専門システムが導入されており人事異動等でシステムを操作する業務処理スピードが落ちる。
- ・知見不足、人手不足が足かせとなっている。

ここからも業務の標準化と IT 活用を組織横断的に推進し全体最適化を図っていくための様々な課題があることが明らかになった。

7. 8 BRMS による製造業の企業価値最大化に貢献する仕組み

スマート・エンタープライズの実現と BRMS による製造業の企業価値（将来的に得られるキャッシュフロー）最大化の仕組みに関して、これまでのこれまでの研究では、スマート・エンタープライズの実現における業務の標準化や柔軟化、BRMS の有効性について航空機メーカを事例として設計業務や製造業務に各々焦点を当てて研究してきた。

一方、アンケート調査の分析によれば、多くの企業において業務の標準化や柔軟化が組織横断的に行われておらず、IT 活用も多くの企業で個別最適となっていることが分かった。このような状況では、BRMS を導入しても設計業務や製造業務が個別最適化・柔軟化されるのみに留まり、組織横断的な業務の標準化や IT 化が推進されないため企業全体のスマート化が行われずスマート・エンタープライズが実現できない可能性がある。

その結果、企業価値最大化が図られない。例えば、設計業務にとって最適な設計ルールは、製品の機能・性能面だけを追求するルールとなり特殊な材料や部品を使用したり、特殊な加工が必要となったりと製造業務にとっては生産性を損なうルールであるかもしれない。

逆に製造業務にとって最適なルールは、生産性のみを追求するルールとなり、できるかぎり標準的な材料や部品を多用し特殊な加工を必要としない設計を要求するあまり、製品の市場価値やニーズに対して魅力の乏しいものとなる可能性がある。

これはアンケート調査で多くの企業が「業務ルールの変更を安価・即時に標準と IT に反映する仕組みについて、自社の組織能力向上や柔軟化につながると思う」という期待に反する結果となり企業価値の最大化も図られない。

そこで図 7. 5 に示すように企業の設計工程にある PLM に関する業務ルールと製造工程にある MRP に関する業務ルールを組織横断的に標準化した上で、単一の BRMS で一元管理することを提言する。

さらには関係部門や利害関係者間で業務ルールの調整を図り、企業全体で最適解としての業務ルールの決定を行うための組織体制とビジネスルール管理者が必要である。このような組織体制の確立や人材育成は、従来のようなボトムアップによる改善の延長線上にはなく一朝一夕にはできるものではない。

トップマネジメントのコミットメントと強力な支援により権限を与えられた専任組織が必要であり、ビジネスルール管理者は各部門をローテーションして業務経験を積んだ上で部門間の調整を行うなどさせて育成していく必要がある。

これにより部門間での業務ルールの矛盾や衝突を避け、企業全体として常に外部環境に呼応したパフォーマンスの最適化が図られるように経営管理の一環として業務ルール

をマネジメントすることが可能となる。

このような仕組みを確立した上でマネジメントサイクルを回し、設計～製造を通じて市場に価値を提供し、IoT や BigData を活用してフィードバックを得て、組織的に学習することで業務ルールを柔軟に変更し全体最適化を図っていくことでスマート・エンタープライズの実現が可能となり企業価値最大化に貢献することができる。

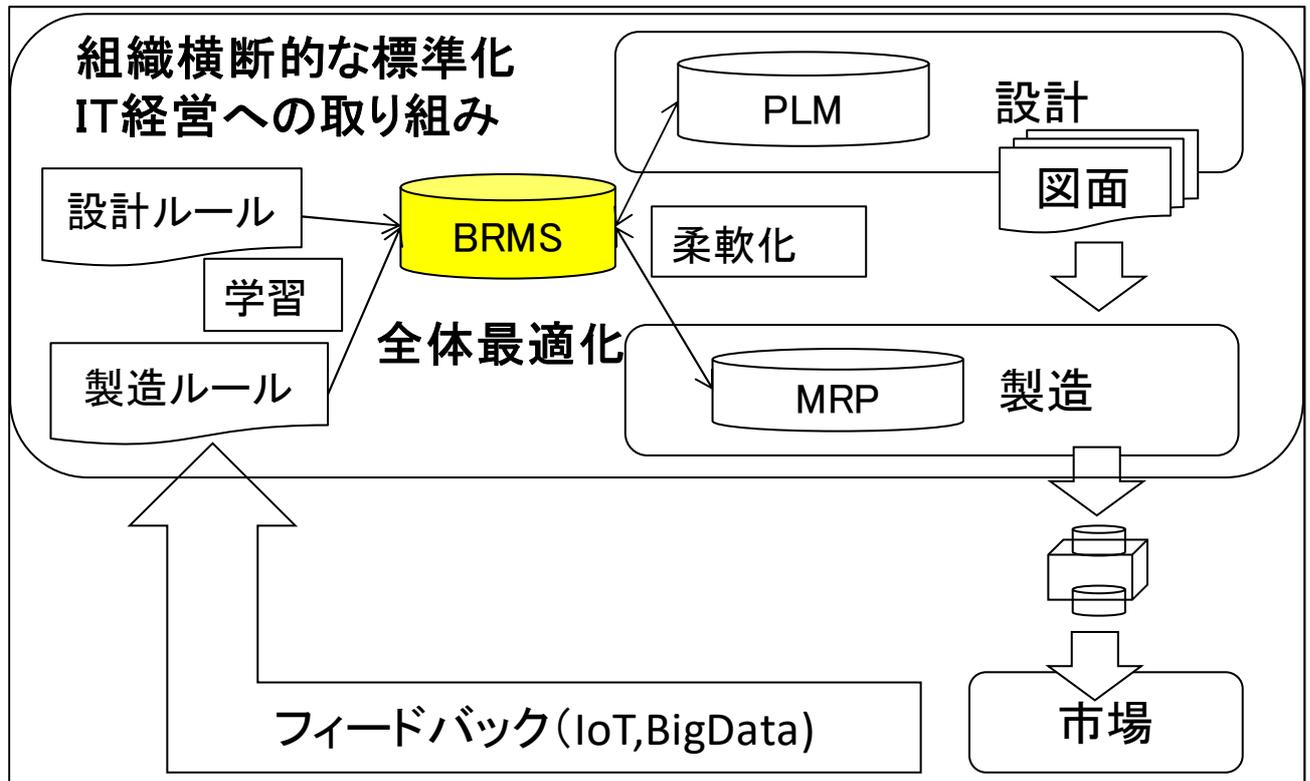


図 7. 5 BRMS による製造業の企業価値最大化

出所：著者作成

7. 9 おわりに

労働生産性の向上には、IT 経営を実践し組織能力を構築しなければならない。製造業では価値創造のための技術経営や PLM と共に、生産管理の理論と IT の実装である MRP がこの中心的な位置づけにある。

IT 経営の実践には設計から製造まで組織横断的に業務を標準化し IT を活用して全体最適化を図っていく必要がある。さらに外部環境の変化に応じて柔軟に業務を組み替えていかなければならない。

すなわち企業全体のスマート化（スマート・エンタープライズ化）が必要である。このための有効な仕組みとして業務ルールの変更を容易に行える BRMS があるが、具体的に BRMS を活用し業務と IT を全体最適化しスマート化するための体系的な研究はあま

り行われていなかった。

本研究では、目的達成に向けた論理展開を踏まえた一連の研究よりスマート・エンタープライズ化に向けた解決策と今後の課題を整理すると共にアンケート調査により業務の標準化と IT 経営に関する企業動向を分析した。これを踏まえスマート・エンタープライズの実現と BRMS による製造業における企業価値最大化に貢献する仕組みを明らかにした。ただし、本研究調査では実企業において企業価値最大化に貢献する仕組みを適用した場合のキャッシュフローとの因果関係に関して不十分な点がある。

今後の課題としては、製造業の様々な実企業において BRMS による仕組みを構築・適用し、その結果、どのようにスマート・エンタープライズが実現され、企業価値が最大化されるかを調査し、有効性を評価していく必要がある。また評価には BRMS と企業価値の因果関係を明らかにし、適切な評価指標を設計する必要がある。

さらに構築・適用の過程で、どのような問題・課題が発生するか調査分析し、企業価値最大化に向けた取り組みでは「何が貢献し、何が障害になりうるか」を把握した上で、有効な対策を提示していけるよう今後の研究の方向性なども報告していく必要がある。

参考文献

- [1] 日本生産性本部 日本生産性の動向。
[http://www.jpc-net.jp/annual_trend/\(2016/11_閲覧\)](http://www.jpc-net.jp/annual_trend/(2016/11_閲覧))).
- [2] 藤本隆宏：『能力構築競争』，中央公論新社(2003.6).
- [3] 経産省：“IT 経営ロードマップ改訂版”(2010.3).
- [4] 石井成美,近藤高司,後藤時政:”経営戦略にもとづく PLM と MOT の有機的結合による価値創造”,日本生産管理学会論文誌第 21 巻 2 号,pp.113-117(2015.4).”,日本生産管理学会論文誌第 21 巻 2 号,pp113-117(2015.4).
- [5] 青島弘幸,石井成美:”BRMS によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略”,日本経営システム学会誌第 33 巻 2 号,pp131-137(2016.11).
- [6] 青島弘幸,石井成美:”PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化に関する考察”,日本生産管理学会論文誌第 23 巻 2 号,pp37-42(2016.10).
- [7] 青島弘幸,石井成美:”MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化に関する考察”,日本生産管理学会論文誌第 24 巻 1 号,pp21-28(2017.4).
- [8] 青島弘幸,石井成美:”Standardization and Flexibility of the Business and Development of the Business Rules Manager”, 標準化研究学会第 5 回国際大会予稿集,pp.81-84(2016.7), 同学会誌査読付き論文(2017.4).
- [9] 青島弘幸,石井成美:”IoT 時代の IT 経営とビジネスルールマネジメント”, 日本経営診断学会第 49 回全国大会報告要旨集,pp.7-10(2016.10).

第 8 章 結論

8. 1 研究結果の要約（各章の要約）

我が国経済が持続的に成長するためには生産性の向上がいつそう重要である[1]. 労働生産性(=Output:付加価値額／Input:労働投入量)の向上には, 製品企画から設計,製造,アフターサービスといったバリューチェーンを通じたプロダクトイノベーション及びプロセスイノベーションによる付加価値額の向上や労働投入量削減,すなわち生産効率の向上が不可欠である.

そのためには経営学と情報技術を融合し, 高度に利活用していく必要がある. その一貫として国家 IT 戦略の中では IT を活用した IT 経営が提唱されている. IT 経営ロードマップでは, 企業が環境変化へ柔軟に対応し, 組織能力を構築・持続的成長させるために組織能力・構築能力を獲得することが重要とされている[2][3].

そのような能力を獲得した賢い企業がスマート・エンタープライズである[4]. スマート・エンタープライズを実現するには経営戦略を実行するための業務のプロセスやルールを標準化し, 見える化・共有化・柔軟化と段階を経て高度化していく必要がある.

そこで有効となるのが業務ルールを独立して一元管理することで, 業務ルールを迅速かつ柔軟に変更が可能となる BRMS である[5][6].

これまで BRMS は一部の金融機関や他国の産業界においてソフトウェアの高速開発ツールとして導入された事例が数件報告されているが, スマート・エンタープライズの実現に向けた IT 経営の推進や高度化の方法論としてのビジネスルールマネジメントや BRMS の活用に関する体系的な研究は進んでいなかった.

本研究では, この IT 経営を高度に実践するための鍵として BRMS を取り上げ, 環境変化へ柔軟に対応できるスマート・エンタープライズを実現し企業価値(将来的に得られるキャッシュフロー)最大化を図るための仕組みを明らかにした. 以下に各章における研究結果の要約を示す.

(1) 第 2 章の結果

BRMS はビジネスの柔軟性を高めると期待されつつも, これまで一部の金融機関や他国の産業界においてソフトウェアの高速開発ツールとして導入された事例が数件報告されているが国内では普及段階に至っていない.

またスマート・エンタープライズの実現に向けた, IT 経営の推進や高度化の方法論としてのビジネスルールマネジメントや BRMS の活用に関する体系的な研究は進んでいなかった.

本章では、スマート・エンタープライズの実現に向けた IT 経営の取り組みにおいて課題となっている IT とビジネスの GAP について、航空機メーカー A 社における生産スケジューラの導入事例を基に課題を整理し、その解決策としての企業システム戦略をモデル化し、BRMS の有効性を提示した。また、これを実践するために必要な人材の育成についても言及した。

(2) 第 3 章の結果

労働生産性の向上には、付加価値の高い製品やサービスを創造し、獲得できる組織能力を構築していかなければならない。そのためには経営学と情報技術を融合し、高度に利活用していく必要がある。

さらに、市場ニーズや経営環境の変化に応じて柔軟に業務を組み替え、持続的成長を可能とするスマート・エンタープライズの実現が必要となるが、これを実現するための方法論は、これまで存在しなかった。

本章では、スマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略において、PLM と BRMS の連携による設計業務の柔軟化が有効であることを考察した。

(3) 第 4 章の結果

労働生産性の向上には IT 経営を実践し組織能力を向上しなければならない。製造業では生産管理の理論と IT の実装である MRP がこの中心的位置づけにある。

さらに生産現場の状況変化に応じて柔軟に日程計画を組み替えることができるスマート MRP の実現が不可欠だが、これを実現するための体系的な研究はあまり行われていない。

本章では航空機部品生産の日程計画を例に従来の MRP の課題と解決策を整理し、MRP と BRMS の連携による日程計画の柔軟化（スマート MRP）について考察した。さらにこれを実践するための企業システム戦略モデルと人材育成について提示した。

(4) 第 5 章の結果

本章では業務の標準化・柔軟化における課題は何かを議論し、その解決策としてビジネスルールマネジメント及びビジネスルール管理者の育成について提示した。本章の結果を以下に要約する。

1) IT 経営を実現するための取り組みとして「見える化」「共有化」「柔軟化」を進め、ステージ 3 以上（例えば、スマート工場やスマート・エンタープライズ）を達成するには業務の標準化・柔軟化は必須である。同時に組織横断的にプロセス改善を進め CMMI レベル 3 以上を達成するためにも標準化・柔軟化が重要である。

2) 航空機メーカーの事例で見るとプロセスを標準化し IT 活用導入しても、現場でのルール不明や逸脱により成果が得られない。また、誤った経営パラダイムでもルール

の逸脱が起きる。

3) 業務の標準化・柔軟化における課題を解決するには、ビジネスルールマネジメントを経営の一環として組織横断的に推進する必要がある。また、経営陣のコミットと適切な関与の元、組織体制の確立とビジネスルール管理者の育成が重要である。

(5) 第6章の結果

本章では IoT 時代の IT 経営における課題とは何かを議論し、その解決策としてビジネスルールマネジメントの重要性を提示した。本章の結果を以下に要約する。

1) IoT 時代の IT 経営は、工場におけるリアルタイムでの完全な情物一致を実現し、「見える化」「共有化」を高度し、ステージ3以上「柔軟化」の達成が課題である。

2) 航空機部品生産のような超多品種大量生産を行うジョブショップ型工場では、形的にはステージ3~4を達成しているが、実態は基本ステップの「見える化」(情物一致)を十分に達成できていない。その一因としてルールの逸脱や標準ルールの不在・硬直化がある。

3) IoTにより工場の「見える化」(情物一致)を高度に実現し、IT経営ステージ3以上を達成することが期待できる。これを実現し、確実に経営課題の解決につなげていくためには、よりいっそう大量かつリアルタイムで収集される情報に振り回されることなく、適切にIoTを活用しつつIT経営を実践することが必要となり、その中核としてビジネスルールマネジメントが重要である。

(6) 第7章の結果

労働生産性の向上には、IT経営を実践し組織能力を構築しなければならない。製造業では価値創造のための技術経営やPLMと共に、生産管理の理論とITの実装であるMRPがこの中心的位置づけにある。

IT経営の実践には設計から製造まで組織横断的に業務を標準化しITを活用して全体最適化を図っていく必要がある。

さらに外部環境の変化に応じて柔軟に業務を組み替えていかなければならない。すなわち企業全体のスマート化(スマート・エンタープライズ化)が必要である。

このための有効な仕組みとして業務ルールの変更を容易に行えるBRMSがあるが、具体的にBRMSを活用し業務とITを全体最適化しスマート化するための体系的な研究はあまり行われていなかった。

本章ではこれまでの研究より、これまでのスマート・エンタープライズ化に向けた解決策と今後の課題を整理すると共にアンケート調査により業務の標準化とIT経営に関する企業動向を分析した。

これを踏まえスマート・エンタープライズの実現とBRMSによる製造業における企業価値最大化に貢献する仕組みを明らかにした。

8. 2 全体のまとめ

本研究では、IT 経営を高度に実践するための鍵として **BRMS** を取り上げ、環境変化へ柔軟に対応できるスマート・エンタープライズを実現し企業価値（将来的に得られるキャッシュフロー）の最大化を図るための仕組みを明らかにした。

「第 2 章 **BRMS** によるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略」では、スマート・エンタープライズの実現に向けた IT 経営の取り組みとして **BRMS** による企業システム戦略を提示した。

「第 3 章 **PLM** と **BRMS** の連携による設計業務の柔軟化に関する考察」では、**BRMS** による企業システム戦略の実践例として製造業における **PLM** と **BRMS** の連携による設計業務の柔軟化に関しその有効性について考察した。

「第 4 章 **MRP** と **BRMS** の連携による日程計画の柔軟化に関する考察」では、**BRMS** による企業システム戦略の実践例として製造業における生産管理の理論と IT の実装である **MRP** を取り上げ、**BRMS** との連携による日程計画の柔軟化（スマート **MRP**）について考察した。

「第 5 章 業務の標準化・柔軟化とビジネスルール管理者の育成」では、**BRMS** による企業システム戦略の実践において重要となる、業務の標準化・柔軟化における課題を整理し、真に企業価値の最大化を目指せる IT 経営の実現や組織能力向上に必要となる、ビジネスルール管理者の育成について提示した。

「第 6 章 IoT 時代の IT 経営とビジネスルールマネジメント」では、**BRMS** による企業システム戦略の実践において、近年注目されている IoT が有効に機能するためには、いつ、どこで、どんなデータをどれだけ収集し、どのように分析し意思決定にフィードバックしていくのかルールを定義し、環境変化に合わせ迅速に変えていくビジネスルールマネジメントが重要であることを提示した。

「第 7 章 **BRMS** による製造業の企業価値最大化に関する考察」では、以上の研究成果に基づき **BRMS** による企業システム戦略の実践において、製造業における設計工程の **PLM** と製造工程の **MRP** を取り上げ、設計から製造まで企業全体をスマート化（スマート・エンタープライズ化）するための課題を整理し、**BRMS** による製造業の企業価値（将来的に得られるキャッシュフロー）最大化に貢献する仕組みを明らかにした。

8.3 今後の研究課題

8.1 節で述べた各章の研究結果における今後の課題を以下に要約する。

(1) 第2章の課題

MOTとPLM, TOCとAPSの融合等による組織能力・構築能力の獲得において, BRMSによるスマート・エンタープライズの実現に向けた企業システム戦略の有効性をBRMSの試行を踏まえて実証していくとともに, 企業システム戦略を推進するために必要となる人材像の明確化や人材育成についても研究を進める必要がある。

(2) 第3章の課題

PLMとBRMSの連携技術やルールを変更し組織に展開していくためのチェンジマネジメント, ルール変更のルール, すなわち誰が, いつ, どのような根拠やデータによってルールを変更すべきかのメタルールを戦略的に考えること, そしてこれらを主導すべき人材育成などがある。

市場ニーズや経営環境と経営戦略を踏まえ企業システム戦略を遂行できる人材, 経営戦略にもとづきMOTとPLMの有機的結合を図った上で業務プロセスを設計し, BRMSによりルールを市場ニーズや経営環境の変化に追従させる能力を持った人材としてBRMS管理者の育成が不可欠である。

(3) 第4章の課題

今後は実プロジェクトでMRPとBRMSを連携し, 様々な生産変動に対して日程計画がどのように柔軟化され, 現場とのかい離が解消されるのか, 本成果の有効性が実証されることを期待する。

(4) 第5章の課題

業務の標準化・柔軟化における課題を解決するには, ビジネスルールマネジメントを経営の一環として組織横断的に推進する必要がある。また, 経営陣のコミットと適切な関与の元, 組織体制の確立とビジネスルール管理者の育成が重要である。

(5) 第6章の課題

IoT時代のIT経営では, 確実に経営課題の解決につなげていくために, よりいっそう大量かつリアルタイムで収集される情報に振り回されることなく, 適切にIoTを活用しつつIT経営を実践することが必要となり, その中核としてビジネスルールマネジメントが重要である。このビジネスルールマネジメントを推進するためには, 専任組織体制

の確立やビジネスルール管理者の育成が喫緊の課題である。

(6) 第7章の課題

製造業の様々な企業において実際に BRMS を活用した結果，どのようにスマート・エンタープライズが実現され，企業価値（将来的に得られるキャッシュフロー）が最大化されるかを調査し，有効性を評価していく必要がある。

また評価には BRMS と企業価値の因果関係を明らかにし，適切な評価指標を設計する必要がある。

以上を総括すると本研究の成果を実際に製造業やその他様々な業態・業種の企業に適用するなどして実証すること，そのための推進体制を確立し人材を育成すること，実証結果を評価するための適切な指標を設計することなどが今後の課題である。

参考文献

- [1] 内閣府，“平成 25 年度年次経済財政報告第 2 章第 1 節製造業企業の収益性と生産”，（2013 年）
- [2] 経産省，“IT 経営ロードマップ改訂版”，（2010 年）
- [3] 延岡健太郎：「MOT[技術経営]入門」，日本経済新聞社，（2006 年）
- [4] 日経コンピュータ：少子高齢化に伴う労働人口の減少の解決策は，デジタルマーケティングとスマート・エンタープライズ
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/14/091700068/091800009/>，（2014 年 09 月）
- [5] ロナルド・G・ロス：「アジャイル経営のためのビジネスルールマネジメント入門」，日経 BP 社，（2013 年 7 月）
- [6] 岡部 一詩：“進化する BRMS ソフト”，日経コンピュータ，pp.96-101（2013 年 3 月）

謝 辞

私は航空機メーカーの情報システム部門に30年ほど従事しました。その過程で、経営とITの融合、経営に役立つITなどIT経営の実践に取り組んできました。30年間で大小500ほどのプロジェクトを経験しましたが、その中では失敗も多く経験し、様々なことを学び、解決の工夫なども重ねてきました。そのような取り組みから得た経験をもとにユーザ事例として論文にまとめたり、著作物にまとめたり、インターネット上で発信したりしてきました。

昨今の経営環境は変化が激しく、不確実性が高まっています。一方で、IT経営を推進して導入したはずのITが硬直化し、逆に経営の変化についていくことができず足かせとなってしまふようなケースもいくつか経験しました。そこで着目したのが「ビジネスルールマネジメントシステム」でした。

このテーマについて深く研究し、論文としてまとめたいと考えていたところ、指導教官である愛知工業大学経営学部経営学科の石井成美教授から社会人特別選抜入試をご紹介いただき入学を決心しました。石井成美教授とは日本ITストラテジスト協会でも10年以上のお付き合いをさせていただいており、入学に際しても親身になって、様々なご尽力いただき感謝の念に堪えません。

また、選考過程では愛知工業大学経営学部の近藤高司教授や多くの先生方にも大変にお世話になり、2015年4月に愛知工業大学大学院経営情報科学研究科・博士後期課程に無事に入学を果たすことができました。また、同年6月に関連会社への移籍退職となり、社会人と大学院生の二足のわらじを履くこととなりました。

入学後は、生産管理学会、経営システム学会、標準化研究学会、経営診断学会に所属し、全国大会での発表、学会誌への論文投稿において、石井成美教授にはいつも様々な視点からご指導いただき本当にありがとうございました。

おかげさまで当初計画していた「3年間で査読論文2本以上」を大きく超える成果を残すことができました。具体的には、生産管理学会では全国大会発表3回及び査読論文2本、研究論文1本、経営システム学会では全国大会発表1回及び査読論文1本、標準化研究学会では国際大会発表1回及び査読論文(英文)1本、経営診断学会では全国大会で統一論題による発表1回となっております。

各学会での全国大会発表会では、本学をはじめ、福岡、高知、札幌の各主催校となった大学に石井成美教授と共に邪魔することができ、基調講演や研究発表聴講による様々な知識習得や発見、各校の特色あるキャンパス、周辺観光など数多くの楽しい思い出となっております。この際にも、出張関係の申請や報告、事務手続きなど、石井成美教授をはじめ事務局の方々にも大変にお世話になりました。

査読論文の審査においては、こころよく査読を引き受けて下さり、そして、貴重な時

間を割かれての数々の有益なコメントにてご指導いただきました査読者の先生方、そして、査読結果の対応において適切なアドバイスと励ましをいただいた石井成美教授にあらためて心から感謝の意を表したいと思います。

本博士論文の執筆にあたっては、石井成美教授のご指導の下、研究室の皆さんの勉強会にごいっしょさせていただいたり、アンケート調査にご協力いただいたりしたこと、この場を借りて厚く御礼申し上げます。そして、審査にあつては愛知工業大学経営学部経営学科の藤井勝紀教授ならびに近藤高司教授、他の教授の方々より、甚大なるご指導とご鞭撻をいただくことができ、本当にありがとうございました。

この3年間は長いようで短く、あっという間に終わりを迎えようとしております。社会人との二足の草鞋ゆえ、時に時間に追われ苦しい時もありましたが、指導教官である石井成美教授、本学や各学会の多くの先生方のご尽力・ご指導・励ましをいただきまして、入学の動機であった研究テーマ「ビジネスルールマネジメントシステム」に関して、なんとか一定の成果と評価を得ることができました。

本研究テーマは先行研究がほとんど無く、実業界においてもまだまだ数少ない事例の中で、始まったばかりの研究テーマですので、今後も継続して研究に取り組み、我が国のIT戦略・IT経営への貢献、ひいては生産性向上にむけたプロセスイノベーションの一端を担うべく精進してゆく所存です。ここに重ねて、本学での研究の機会を与えお導き下さった石井成美教授、お世話になった多くの先生方、そして、私の生活の基盤であり支えとなってくれた家族に心より感謝の意を表したいと思います。

愛知工業大学 自由が丘キャンパス
石井研究室にて
青島 弘幸
平成30年1月吉日

付 録

本論文と関係する発表または投稿論文リスト

(2018年1月1日現在)

論文のテーマ	学会誌等	掲載年月等	著者	対応章
1.BRMSによるスマート・エンタープライズ実現に向けた企業システム戦略	日本経営システム学会誌第33巻2号,pp131-137	2016年11月公開	青島 弘幸 石井 成美	第2章
2.PLMとBRMSの連携による設計業務の柔軟化に関する考察	日本生産管理学会論文誌第23巻2号,pp37-42	2016年10月公開	青島 弘幸 石井 成美	第3章
3.経営戦略にもとづくMOTとPLMの有機的導入の具現化	日本生産管理学会論文誌第23巻2号,pp91-96	2016年10月公開	石井 成美 青島 弘幸 近藤 高司 後藤 時政	第3章
4.MRPとBRMSの連携による日程計画の柔軟化に関する考察	日本生産管理学会論文誌第24巻1号,pp21-28	2017年4月公開	青島 弘幸 石井 成美	第4章
5.Standardization and Flexibility of the Business and Development of the Business Rules Manager	標準化研究学会第5回国際大会予稿集pp.81-84,同学会誌	2016年7月掲載, 2017年4月受理 2018年3月公開 予定	青島 弘幸 石井 成美	第5章
6.IoT時代のIT経営とビジネスルールマネジメント	日本経営診断学会第49回全国大会報告要旨集,pp.7-10	2016年10月公開	青島 弘幸 石井 成美	第6章
7.BRMSによる製造業の企業価値最大化に関する考察	日本生産管理学会論文誌,Vol.25,No.1, (日本生産管理学会第45回全国大会講演論文集,pp.205-208)	2018年4月公開 予定	青島 弘幸 石井 成美	第7章