

# ERP による工場機能統合についての実証研究

佐藤 修

## 1. はじめに

ERP (Enterprise Resource Planning) ソフトウェアが企業で広く採用されてから久しい。今日では殆どの大企業に導入され、現在は中小企業に導入が進みつつある。

従来のシステム開発方法論では、情報システムは職能・機能別に作成され、その結果として、各種情報システムが職能・機能毎にバラバラに併存するのが常であった。これに対して ERP は、機能横断的に統合する全社統合型商用 (Commercial Off-The-Shelf : COTS) ソフトウェアである。大規模な単一のデータベースによりデータを統合・共有することで、機能の全社統合を実現するソフトウェアである (Ragowsky and Gefen, 2008 ; Boersma, and Kingma, 2005 ; Kumar and Hillegersberg, 2000 ; Davenport, 1998)。代表的な ERP には SAP 社の SAP/R3, Baan 社の Baan, PeopleSoft 社の PeopleSoft 等がある。

ERP は全社統合型ソフトウェアなので、各企業あるいは企業グループは一つのパッケージを選択し、これを社内の全拠点あるいは関連企業を含めて導入する。社内で異なるパッケージを並行利用する事は、パッケージの統合機能活用に反する。故に特異な事情がなければ、通常、社内の全ての拠点でこれを共用する事になる。

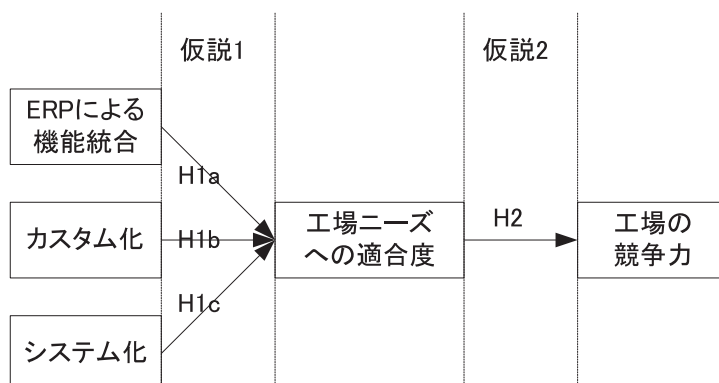
ERP は高価で大規模なパッケージである。その導入成否は企業の命運を左右する非常に重要な問題である。このため ERP ソフトウェアとその利用については、既に多数の研究が発表されている。

しかし後述するように、その研究は経済レベル・企業レベルのものが多く、逆に職能・機能レベルのものは殆どない。また、ERP ソフトウェアの生い立ちにも係わらず、工場における利用を扱った研究は少ない。本稿では、筆者が属する国際共同研究グループが収集したデータに基づき、ERP ソフトウェアによる職能・機能レベルの統合効果が工場成果を説明するのに有効かどうか、実証分析を行う。

## 2. 過去の関連研究

前記のように、ERP についての研究は多い。特に海外では多数の研究成果が発表されてい

図1 Sato et al. (2009) の仮説モデル



る (Esteves and Bohorquez, 2007 ; Lapointe and Rivard, 2005 ; Lee, 2000)。しかしその最も重要な特長である機能統合を扱った研究, 特にERPが機能・職能の縦割りの壁を超えて機能間の統合を実現するかどうか, についての研究は少ない (El Amrani, Rowe, Geffroy-Maronnat, 2006, p.80)。

Sato et al. (2009) は図1のモデルを想定して, 以下の仮説についての実証研究を行った。

仮説1 ERPによる機能統合 (H1a), システム化 (H1b), ソフトウェアのカスタム化 (H1c) が進めば, 工場ニーズへの機能適合度が改善する。

仮説2 工場ニーズへの機能適合度が改善すれば, 工場全体の競争力が改善する。

実証分析の結果, H1bとH1cとは統計的有意性を検出できたが, H1a及びH2は正の相関を確認できたもの, 統計的有意性を確認するには至らなかった。また, 追加的なデータ分析により, カスタム化がERPによる機能統合と有意な相関関係があることも確認した。以上を要約すると, 図2のようになる。以上から, Sato et al. (2009) は以下の結論を導出した。

- ERPによる機能統合を実現する為にはソフトウェアのカスタム化が必要である。
- システム化 (H1c) 及びソフトウェアのカスタム化 (H1b) が進展すると工場ニーズへの適合度が高まる。

仮説2が成立しなかった事については次のように説明している。すなわち, 工場の全体的な競争力には多様な要素が影響しており, システム管理者により認識される工場ニーズへの適合度はその一つに過ぎず, このため統計的に有意な説明力を持つほどの影響力はない。因果の連鎖と言う点で, 両者の間には多少の隔たりがある。具体的には次の二点である。第一に, 使用したアンケートでは工場ニーズへの適合度はシステム部門管理者の評価であるのに対して, 工場の競争力は工場長 (Plant manager), 副工場長 (Plant Superintendent), 製造技術管理者 (Process engineer) の三人の評価の平均値である。すなわち回答者が異なる。第二に, システム部門管理者が管理するシステムの工場ニーズへの適合度が高いと思っても,

図 2 Sato et al. (2009) のモデル分析結果

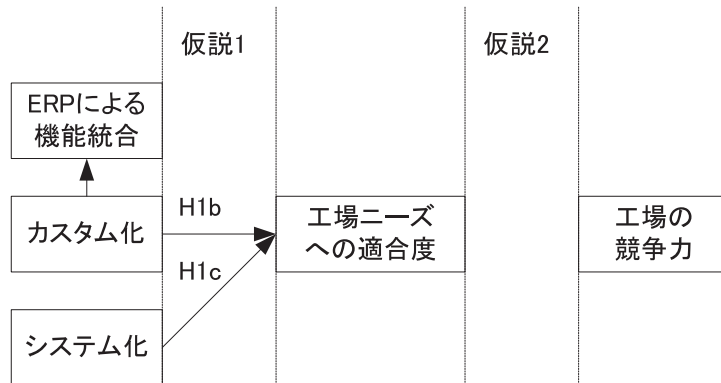
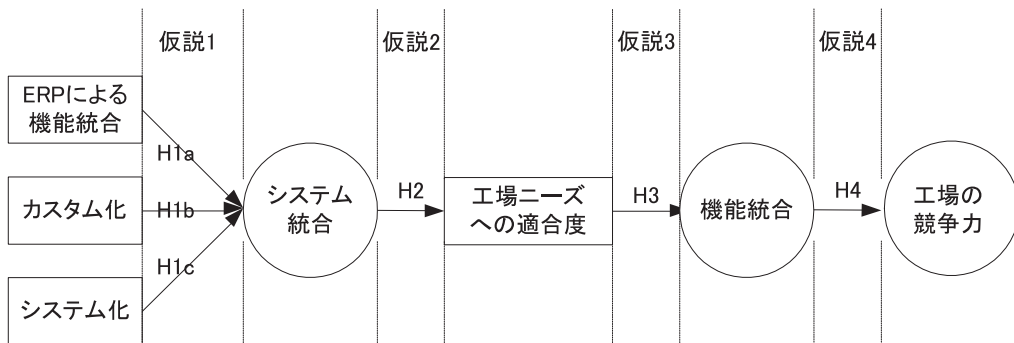


図 3 本研究の仮説モデル



それが工場の競争力に影響していない。工場の競争力に影響する要素は多数であり、システムの工場ニーズへの適合度はむしろ重要性の低い多数の要素の一つに過ぎない。以上の結果、Sato et al. (2009) では仮説 2 が成立しなかったと理解できる。

### 3. 研究仮説

以上を受けて本研究では、工場ニーズへの適合度と工場の競争力の間に、工場レベルでの機能統合の実現度を媒介変数として考慮し、図 1 のモデルを拡張して図 3 のモデルとする。なお機能も職能も英語では Function であり、本稿でも両者と同じものとして扱っている。

以上から次の仮説が導出できる。

H1 ERP による機能統合、カスタム化、システム化によりシステム統合が改善される。

H1a ERP による機能統合によりシステム統合が改善される。

表1 工場競争力についての質問

質問番号	質問
GRCPN01	製造単価
GRCPN02	製品の品質安定性
GRCPN03	予定通りの納品
GRCPN04	迅速な納品
GRCPN05	製品ミックス変更の柔軟性
GRCPN06	生産量変更の柔軟性
GRCPN07	在庫回転率
GRCPN08	サイクルタイム（原材料の調達から納品まで）
GRCPN09	工場への新製品導入のスピード（開発リードタイム）
GRCPN10	製品の性能
GRCPN11	タイムリーな新製品の立ち上げ
GRCPN12	製品の革新性
GRCPN13	顧客へのサポートとサービス

Cronbach alpha=0.865

H1b カスタム化によりシステム統合が改善される。

H1c システム化によりシステム統合が改善される。

H2 システム統合により工場ニーズへの情報システムの適合度が改善する。

H3 工場ニーズへの情報システムの適合度が改善すると、工場の機能統合が改善する。

H4 工場の機能統合が改善すると、工場の競争力が向上する。

このうち H1 は顕在変数による潜在変数の合成なので、検証すべき仮説とは言い難いが、Sato et al. (2009) (図 2) との対比を考慮して、ここでは仮説とみなす。

## 4. 分析データと分析方法

### 4.1. 質問表

本研究では、筆者が所属する国際共同研究チームで開発した質問表を使用した。元の質問表は英文であるが、これを調査国毎にその言語に翻訳して利用している。日本では英語の質問表を日本チームが共同で翻訳したものを利用している。チームで分担して翻訳を行い、分担以外のチームメンバーが翻訳をチェックするという方法で、翻訳の一致性を確認している。

工場競争力についての質問は表1にあるそれぞれの項目について「全世界規模で競合他社とあなたの工場を比較して」Likert 尺度による5段階評価（1=業界の最低レベル、2=競合他社と同等、3=平均的、4=平均以上、5=非常に優れている）での回答を依頼している。

本研究で追加した機能統合の尺度は、職能間の統合、職能間統合へのリーダーシップ、職

表 2 職能間の統合を構成する質問

質問番号	質問
SSINN01	工場の各職能は一緒にうまく動いている。
SSINN02	この工場内の職能間で利害の対立が起っても、協力して問題解決に当たっている。
SSINN03	マーケティングや財務部門は、製造についてよく知っている。
SSINN04	工場内の職能は相互の活動を調整している。
SSINN05	工場では各職能が他の職能と相互に関わりながら働いている。

Cronbach alpha=0.805

表 3 職能間統合へのリーダーシップを構成する質問

質問番号	質問
SSLFN01	我々のトップは、職能間の良好な関係の重要性を強調している。
SSLFN02	我々の管理者は職能間の衝突をうまく解決している。
SSLFN03	工場の他職能とうまく意思疎通をとるよう推奨されている。
SSLFN04	我々の管理者は他職能の管理者と効果的に意思疎通をとっている。

Cronbach alpha=0.834

表 4 職能間統合の組織的調整を構成する質問

質問番号	質問
SSOCN02	職能間の衝突を解決するのに上からの調整が助けになっている。
SSOCR03	我々の目標を達成するために、他の職能と相互作用することはない。
SSOCN04	我々の評価システムは、職能間の軋轢を回避するのに役立っている。
SSOCR05	この工場では、他の職能は製造について知る必要はないと考えている。

Cronbach Alpha=0.638

表 5 職能間統合の実現度を構成する質問

質問番号	質問
SSAFN01	工場内の各職能は良く統合されている。
SSAFN02	この工場では職能間の問題は容易に解決できる。
SSAFN03	工場内の職能間調整はうまく行っている。
SSAFN04	職能間で衝突することなく、事業戦略は実践されている。

Cronbach alpha=0.783

能間統合の組織的調整、そして職能間統合の実現度の4つの尺度から構成されている。各尺度はそれぞれ5つ、4つ、4つそして4つの質問から構成されている(表2～表5)。各表の下には内部一貫性指標としてのCronbach alphaを示している。Nunnally (1967)は、Cronbach alphaによる信頼性基準は、試行的尺度では0.5-0.6、通常の基礎研究は0.8、応用

表6 使用した回答データの分布

産業	フィンランド	ドイツ	日本	スウェーデン	米国	合計
電機・電子	14	8	10	6	5	43
機械	6	11	11	7	7	42
自動車	10	17	13	7	9	56
合計	30	36	34	20	21	141

研究は0.9以上が必要であるとしている。職能間統合の組織的調整を構成する質問（表4）では0.638、職能間統合の実現度を構成する質問では0.783と多少低いが、それ以外は0.8以上なので、これらがまだ試行段階にある尺度である事を考慮すると、Nunnallyの基準を満たしている。

#### 4.2. 回答者

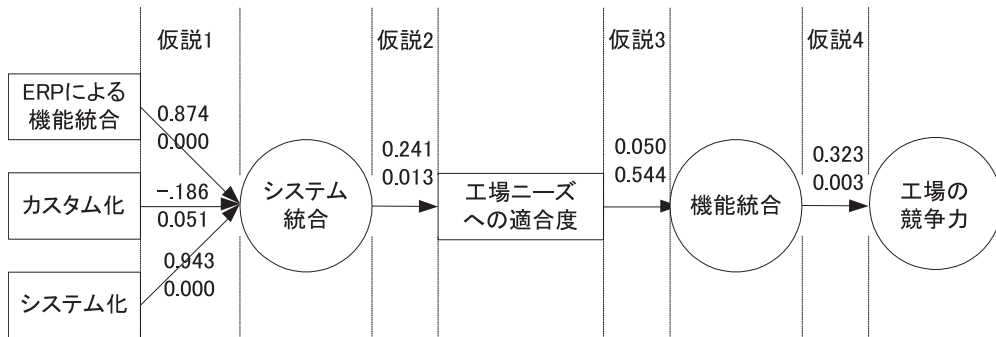
元になっている国際共同研究では、6カ国（フィンランド、ドイツ、日本、スウェーデン、米国、韓国）で調査を行った。しかし今回は欠損データの状況などを考慮して韓国のデータを除外し、表6の5カ国のデータに限定して使用している。また、対象とした産業は、電機・電子、機械、自動車（部品メーカーと組立メーカーを含む）の3産業に限定している。調査は工場単位であり、同じ企業からは一つの工場しか調査していない。故に全ての工場の所属企業は異なる。調査対象企業は各国・各産業を代表する有名企業である。アンケート調査は2002年から2004年の間に各国で実施した。

機能別のERPによる機能統合、カスタム化、システム化、工場ニーズへの適合度については各工場のシステム部門管理者が回答している。工場の競争力についての質問及び本研究で追加した機能統合の尺度の質問には、Sato et al. (2009) で工場の競争力について回答した工場長、副工場長、製造技術管理者の三人が回答している。利用した評価は、この三人の平均値を使用している。

#### 4.3. 分析方法

Sato et al. (2009) ではモデル分析に重回帰分析を採用した。しかし本研究では、ERPによる機能統合、カスタム化、システム化の3つの顕在変数から、システム統合という潜在変数が合成されると考えて、仮説モデル（図4）をSEMモデルとして構成した。図4で顕在変数は長方形で、潜在変数は円で示している。また、図中の誤差変数を省略している。分析にはAMOS7を使った。前節で述べたように機能統合及び工場競争力は潜在指標であり、前者は表2～表5の4つの顕在変数、後者は表1の13個の質問から構成している。しかし簡略化の為に、図4ではこれらを省略して記述している。

図 4 SEM モデルによる検定の結果



(注 図中で上段の数値は標準化係数, 下段の数値は p 値である)

## 5. 分析結果

以上の分析結果は図4のようになった。仮説1ではカスタム化のシステム統合への影響(H1b)が5%有意水準で僅かに有意でない以外は、全て強く有意であった。仮説2及び仮説4も強く有意であった。しかし仮説3は有意な結果とは言えない。むしろ殆ど関係ないと言えそうである。統計的仮説検定の結果は以下のように纏めることができる。

H1 ERPによる機能統合, システム化によりシステム統合が改善される。

H1a ERPによる機能統合によりシステム統合が改善される。

H1c システム化によりシステム統合が改善される。

H2 システム統合により工場ニーズへの情報システムの適合度が改善する。

H4 工場の機能統合が改善すると、工場の競争力が向上する。

モデル適合性は、CMIN/DFは2.465、と必ずしも良くない(豊田秀樹, 2007; 田部井2001)。しかしRMSEAが0.097なので、考慮できる限界内にあると解釈した。

## 6. まとめ

本稿では、Sato et al. (2009)で今後の研究課題として示された、工場ニーズへの適合度と工場競争力の間の関係を説明する事を目的に、工場レベルでの機能統合を中間尺度に挿入して因果モデルを再構築した結果を紹介した。この結果、機能統合が工場の競争力に結びついている事は明らかになった。そして、工場ニーズへの適合度と機能統合との因果関係が切れていることも明らかになった。これによって、Sato et al. (2009)で示したモデル不適合の理由をより精密に分析する事ができた。

今後の研究は、機能統合を説明するその他の要因の考慮、及びその中での工場ニーズへの適合度の相対的な貢献度を分析する事である。また、本稿で示した分析結果モデル(図4)も上記のように決して良い適合度とは言えない。もっと良いモデルがあり得る、すなわち考慮すべき要素が他にあったり、因果関係の考え方に再考の余地があったりする可能性がある。あるいはデータを子細に調べて、国毎の違いや産業毎の違いが影響している可能性についても検討しなければならない。これらについては今後の研究課題としたい。

謝辞：本稿は東京経済大学個人研究助成費(A08-24)による研究成果の一部である。記して感謝する。

#### 参 考 文 献

- 田部井明美(2001)「SPSS完全活用法」東京図書
- 豊田秀樹(2007)「共分散構造分析 Amos 編」東京図書
- Boersma, K. and Kingma, S. (2005) "From Means to Ends: The Transformation of ERP in a Manufacturing Company" *Journal of Strategic Information Systems*, Vol.14, pp.197-219.
- Davenport, T.H., (1998) "Putting the Enterprise into the Enterprise System" *Harvard Business Review*, pp.121-131.
- El Amrani, R., Rowe, F., and Geffroy-Maronnat, B. (2006) "The effects of enterprise resource planning implementation strategy on cross-functionality" *Information Systems Journal*, Jan 2006, Vol. 16 Issue 1, p79-104.
- Esteves, J. and Bohorquez, V. (2007) "An Updated ERP Systems Annotation Bibliography: 2001-2005" *Communications of the Association for Information Systems*, volume 19 pp.386-446.
- Kumar, K. and Hillegersberg, J.V. (2000) "ERP Experiences and Evolution," *Communications of the ACM*, April Vol.43, No.4, pp.23-26.
- Lapointe, L., and Rivard, S. (2005) "A Multilevel Model of Resistance to Information Technology Implementation," *MIS Quarterly*, September, Vol.29 No.3, pp.461-491.
- Lee, A. (2000) "Researchable Directions for ERP and Other New Information Technologies," *MIS Quarterly*, March Vol. 24 No. 1, pp. iii-viii.
- Nunnally, J.C. (1967) *Psychometric Theory*, McGraw-Hill.
- Ragowsky, A., and Gefen, D. (2008) "What Makes the Competitive Contribution of ERP Strategic" *The DATA BASE for Advances in Information Systems*, Volume 39, Number 2, May, pp.33-49.
- Sato, O., Matsui, Y., and Kitanaka, H. (2009) "Functional Integration with ERP and the Impact to Plant Performance" *日本情報経営学会誌*, Vol.30 近刊

—— 2009年7月6日受領 ——