

Title	セクトラル・イノベーション・システムの進化における急進的市場開拓企業の役割：日本のロボット分野における(株)テムザックの事例を中心にして(ナショナル・イノベーション・システム, 一般講演, 第22回年次学術大会)
Author(s)	小柳, 和子
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 74-77
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7212
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

セクトラル・イノベーション・システムの進化における急進的市場開拓企業の役割 —日本のロボット分野における(株)テムザックの事例を中心にして—

○小柳和子（東北大学）

I はじめに

日本のロボット分野では、産業用ロボットのセクトラル・イノベーション・システム（Sectoral Innovation System、以下 SIS という）から、ユビキタス・ロボティクスの SIS に向けて進化を遂げようとしている。その進化プロセスは 2000 年を起点とする。その推進者は内閣府、総合科学技術会議、経済産業省を中心とした関係省庁、地方自治体、大学、研究機関、企業等と多岐に及ぶ。進化に向けた活動の背景には、これまで蓄積されてきた技術成果を経済成果につなげようという意図が存在する。すなわち、新しい市場の創出である。想定される市場は、オープン／モジュラー型アーキテクチャの製品を対象にした市場である。

現在、市場創出に向けて、二つの対照的なルートが同時進行中である。一つは「オープン化から市場創出へ」のルートであり、もう一つは「市場創出からオープン化へ」のルートである。前者としては多様なアクターを巻き込んで推進されている国の取り組みがあげられ、後者としては福岡県を拠点とする研究開発型ベンチャー企業(株)テムザック（以下テムザックという）の活動があげられる。国を中心に大きな流れが形成される中で、テムザックは小さい存在ながら異彩を放つ。

本研究の目的は、日本のロボット分野の SIS の進化プロセスにおいてテムザックが果たす役割を明らかにすることである。

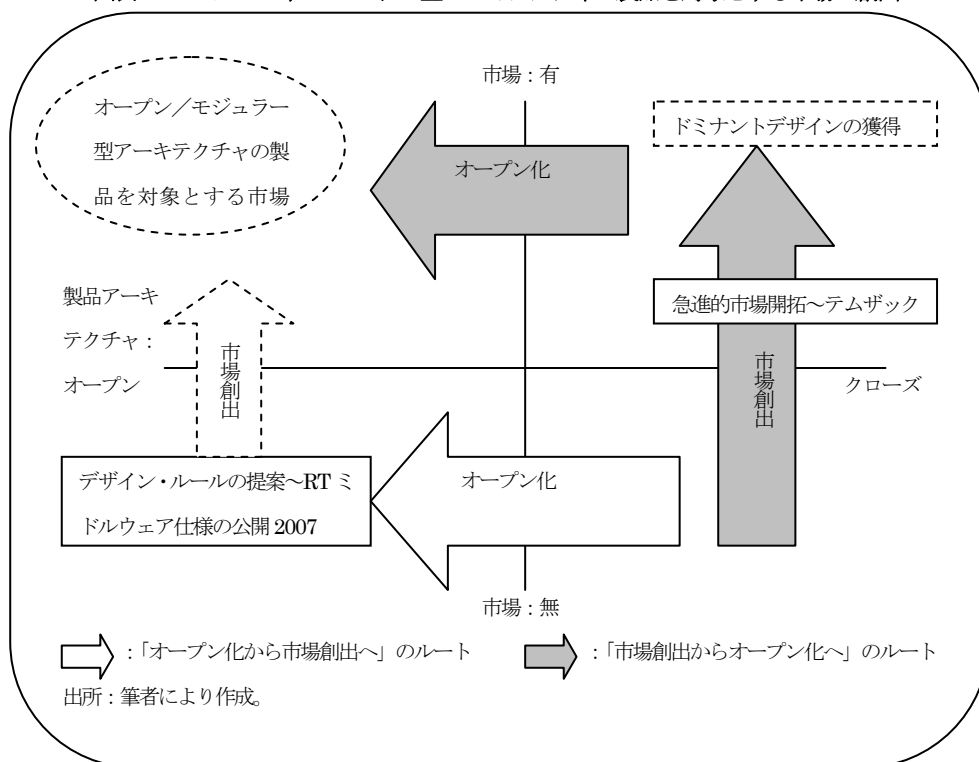
II 研究の枠組み

イノベーション・システムに関する先行研究には、フリーマン(1987)、ネルソン(1993)、ランドヴァル(1992)等による NIS (=National Innovation System) の研究がある。それらの研究から派生し、イノベーションや技術変化がセクターごとに異なる特徴を持ち、異なる経路をたどる点に注目した研究にはマレルバ (2004) がある。

本研究では、SIS を、ある特定の産業セクターにおける産学官の様々なレベルのアクターが、制度からの影響、経路依存性および相互依存性のもとで、知識を

生産、普及および利用しつつイノベーションを推進していくシステムとしてとらえる。イノベーション・プロセスでは、ニーズが製品コンセプトに翻訳される過程を経て研究および開発が行われ、製品製造および販売を通じて市場が形成される。各ステップ間の関

＜図表 1＞ オープン／モジュラー型アーキテクチャの製品を対象とする市場の創出



係性は本質的に逐次性を残しつつも、フィードバックループによる相互作用を通じて調整される。

産業用ロボット市場は、クローズ／インテグラル型アーキテクチャの製品を対象とした市場であった。一方、ユビキタス・ロボティクスの新しい市場は、将来的にオープン／モジュラー型アーキテクチャの製品を対象とする市場として想定される。そこでは、デザイン・ルールの確立が前提とされる。デザイン・ルールは、開発、提案、普及および確立というオープン化プロセスをたどる。本研究で注目するデザイン・ルールとは、ロボットを動かすソフトウェアの共通化の方法を指す。

<図表1>は、オープン／モジュラー型アーキテクチャの製品を対象とする市場創出の試みとして、「オープン化から市場創出へ」のルートと「市場創出からオープン化へ」のルートを対照的に示したものである。まず、「オープン化から市場創出へ」のルートでは、市場創出を急ぐよりも製品アーキテクチャにおける部品間の関係性をクローズからオープンへ移行させるためのデザイン・ルールの開発・提案に優先的に取り組む。このルートは、現在、多様なアクターを巻き込みながら国によって推進されている。

一方、「市場創出からオープン化へ」のルートでは、最初から市場創出が優先課題とされる。つまり、まず、ロボットの製品アーキテクチャにおいて部品間の関係性をクローズに維持したまま市場創出が図られる。オープン化は、デザイン・ルールをめぐる優位性の獲得を念頭に置きつつ、市場創出プロセスに織り込まれていく。本研究が注目するテムザックが、このルートをたどる。

このように、日本のロボット分野では、対照的な二つのルートが同時進行しており、製品アーキテクチャのあり方と市場化をめぐる優先順位の相違はSISの進化に何らかの影響を与えるものと考えられる。

III 「オープン化から市場創出へ」のルート： 国の動き

現在、日本のロボット分野では、総合科学技術会議科学技術連携施策群次世代ロボット連携群によって、次世代ロボット共通プラットフォーム技術¹⁾の確立が図られている。経済産業省を中心とした動きとしては、オープン化戦略の推進がある。オープン化は、ロボットの部品群のインターフェイスの共通化を意味し、様々な機能要素の組み合わせ利用を促進する。

オープン化戦略を受けて、製品アーキテクチャを規定するデザイン・ルールの開発を目的とする国家プロジェクトが2002年から3カ年計画で実施され、RTミドルウェアが誕生した。RTミドルウェアは、分散オブジェクト技術を利用したロボットシステム構築のためのソフトウェア技術であり、アクチュエータ、センサ、制御プログラム等のロボットの要素技術をモジュラー化するRTコンポーネントの共通仕様と、それを利用したロボットシステム構築のための支援ソフトウェアから構成される。

その後、RTミドルウェアを実装した画像認識、音声認識および運動制御用デバイスおよびモジュールの開発を目的としたプロジェクト等が実施されている。また、OMG²⁾においてRTミドルウェアをベースにした国際標準化活動が行われ、2007年秋にその国際標準仕様が公開される。オープン化戦略の推進プロセスにおける国際標準仕様の公開は、デザイン・ルールの提案である。経済産業省では、予め想定されるロボットの用途ごとにその製品化を図る三つのプロジェクトが実施されているが、市場創出には至っていない。

IV 「市場創出からオープン化へ」のルート： テムザックの動き

テムザックは、食品加工機械メーカーの(株)テムス内に1993年に設置されたロボット研究室が、2000年に別会社として独立したものである。独立の契機は、ロボット研究開発費が本業を圧迫し、1999年には撤退を余儀なくされたことである。しかし、福岡県知事（当時）による新産業創出への期待および同県工業技術センターによる別会社化への提案を受けて、日本初のロボットベンチャー企業の設立に至った。

テムザックでは、人に役立つロボットの開発という事業コンセプトのもとで、受付・案内ロボット、家庭用留守番ロボット、災害・救助ロボット、巡回・警備ロボット、ヒューマノイド型2足歩行ロボット等の多様な用途の製品が開発されている。同社は、既に一般販売および受注販売の実績を持つ。

製品開発プロセスでは、市場創出活動の布石となる以下のような活動がみられる。テムザックⅢ号機での遠隔操作による路上実験は、後に「ロボット開発・実証実験特区（ロボット特区）」の実現につながっている。ロボットが道路交通法上人にも自動車にも該当しない存在であるため、同社の公道での実験を警察が問題視したことが発端となった。災害・救助ロボットT53援竜では、2007年7月に車両ナンバーの取得が実現し、一般道路の走行が可能になった。その他、1999年に開発されたテムザックⅣ号機は、産学連携を実現させている。製造された同機15台のうち11台が大学および研究所に原価で販売された。それと同時に、テムザックでは11件のプロジェクトが立ち上がったという。

その他に、製品開発プロセスでは、様々な実証実験が行われている。巡回・警備ロボット T63 アルテミスを用いた実証実験では、研究所にはわからない現場のノウハウおよび技術のノウハウが習得された。災害・救助ロボット T52 援竜では、消防救助訓練、雪害対策実験、特定実験局（専用周波数 5015MHz）を利用した実証実験等が行われた。特に、特定実験局を利用した実証実験は、無線の干渉を回避し通信の安全を確保する観点から実施され、ロボット専用電波帯域の将来的確保の必要性が検討された。

テムザックは、いくつかの国家プロジェクトへの参加を通じて、現場のノウハウおよび技術のノウハウを獲得している。ショッピング同行ロボット T12-1 および遠隔ショッピングロボット T12-2 は、経済産業省電子タグ実証実験事業（2005 年度）で開発された。実証実験では、福岡県内のショッピングセンターにおいて、電子タグ情報に基づく両機による買い物客へのショッピング支援が検証された。同実証実験を通じて、テムザックは現段階での電子タグの実用化を疑問視する。同社は、電子タグの小型化・低価格化の必要性、磁気テープやカラーテープでの代替可能性等を指摘する。また、経済産業省「次世代ロボット実用化プロジェクト」（2004～2005 年度）で開発された屋外対応警備・案内ロボットムジローおよびリグリオは、愛・地球博会場で 185 日間安全に移動した実績を持つ。同研究開発からは、ロボットごとに GPS を装着した場合、一般の人が購入するには値段が高くなることを学習している。

テムザックでは、既に受注販売のための体制が整えられている。受付・案内ロボット T2-3-001 および T2-3-002 は、会津中央病院からの注文を受けて、2006 年にテムザックが開発・販売した。開発プロセスでは、安全性の確保等に関して両者間で様々な検討が行われた。ロボットは技術的には自動的に人を避けながら移動することが可能であるが、同病院はロボットの通路を予め患者に知らせることを要求したという。それを受けて、テムザックはロボットの技術レベルを下げることを決め、病院のフロアに白いテープを貼ってロボットがそのテープを読み取りながら移動する技術を採用した。このような受注販売では、現場のノウハウおよび技術のノウハウが学習される。

また、テムザックは、家庭用留守番ロボット番竜およびロボリアの一般販売を行った。同社は、一般販売からマーケティングのノウハウを習得する。ロボリアは 2004 年に番竜の後継機として開発され、2005 年 9 月に販売を開始した。ロボリアでは番竜の販売を通じて学習されたユーザーニーズが活かされ、番竜の小型化および低価格化が実現している。ロボリアの販売実績は、2007 年 6 月現在、約 1000 台である。当初より 3000 台の限定販売であり、追加販売の予定はないという。テムザックは今後、ロボリアのような小型ロボットではなく、中型および大型のロボット市場をターゲットにしていく方針である。

急進的市場開拓に専念してきたテムザックも、2007 年 9 月にオープン化への取り組みを開始した。同社は、Windows ベースのロボット開発プラットフォーム Microsoft Robotics Studio に準拠したソフトウェア部品の共通化で、マイクロソフトと協業する旨の発表を行った。テムザックは、当初より RT ミドルウェアを採用する予定はないとしており、マイクロソフトが事実上オープン化を主導する Microsoft Robotics Studio への参加を通じて市場開拓およびグローバル化を促進させる狙いである。

今後テムザックは、九州を拠点にグローバルな事業展開を目指す。同社には、マイクロソフトの他に、ドイツ、イタリア、韓国、台湾、シンガポール等における政府、大学、企業等からの引き合いがある。2007 年 6 月には、福岡市において運用実験が開始された。運用実験は、ロボットによる経済効果の検証を目的とし、ロボットによるサービスを人々が体験することを通じて市場開拓に必要なデータの収集が図られている。今後、テムザックは、福岡に 100 台のロボットを集中的に投入する計画である。

V 考察

ここでは、日本のロボット分野の SIS の進化プロセスにおいて、テムザックが果たす役割について考察する。まず、テムザックは、急進的市場開拓の役割を果たしていると大きく総括することが可能である。テムザックは、多様な用途のロボットを開発し、ユーザーとのコミュニケーションを行い、既に販売実績を持つ。また、多様なアクターとのネットワークを形成し始めている。SIS の進化プロセスにおける同社の役割は、以下の四つに要約することが可能である。

第一に、テムザックはロボットとユーザーの相互作用の場の形成を通じてプロセス知を獲得する役割を果たす。同社では、製品開発、実証実験、運用実験、製品販売等を通じたユーザーとのコミュニケーションによって培われた市場開拓企業としての能力をベースに、製品開発および製品販売を繰り返す探検的マーケティング³⁾ (expeditionary marketing) が実施されている。探検的マーケティングでは、ロボットとユーザーの相互作用の場が形成される。そこで実現されるユーザーとのコミュニケーションは、同社にプロセス知をもたらす。プロセス知には、イノベーション・プロセスにおける学習を通じて獲得する現場のノウハウ、技術のノウハウ、マーケティングのノウハウ等が含まれる。プロセス知を通じて、例えば同社は最先端技術が必ずしも市場創出の最短距離を実現する

とは限らないことを学んでいる。したがって、ロボットとユーザーの相互作用の場の形成を通じてプロセス知を獲得するテムザックの役割は、SIS の進化を加速させているといえる。

第二に、テムザックは社会におけるロボットの受容に際し必要とされる制度整備を促す役割を果たす。真つ先にロボットを社会に配置する急進的市場開拓企業ならではの役割である。具体的には、道路交通法、電波法等とロボットの接点に問いを投げかけた。制度のあり方は、進化の行方を左右する変動要因である。したがって、いち早く制度整備を促す同社の役割は、SIS の進化を促進させているといえる。

第三に、テムザックは水平分業型産業アーキテクチャへのシフトを促す役割を果たす。クローズ／インテグラル型からオープン／モジュラー型への製品アーキテクチャのシフトは、垂直統合型から水平分業型への産業アーキテクチャのシフトを伴う。中小企業であるテムザックはオープン・イノベーション志向であり、グローバリゼーションはその帰結である。グローバル市場をめぐる合従連衡が予想される世界の潮流の中で同社が今後もオープン・イノベーションを維持する限り、今回のマイクロソフトとの分業のような動きが生じることは自然の流れである。したがって、急進的市場開拓活動においてオープン・イノベーションを志向するテムザックは水平分業型産業アーキテクチャへのシフトを促す役割を通じて、SIS の進化を加速させているといえる。

第四に、テムザックはデザイン・ルールをめぐる緊張関係を生み出す役割を果たす。オープン／モジュラー型アーキテクチャの製品を対象とする市場創出プロセスにおいて、国が RT ミドルウェアを基盤にデザイン・ルールのオープン化を推進する一方で、テムザックは急進的市場開拓活動の一環として異なるデザイン・ルールを取り込んだ。テムザックはデザイン・ルールをめぐる緊張関係を生み出す役割を通じて、SIS の進化を促すダイナミズムを生起させたといえる。

VI 結論

本研究では、オープン／モジュラー型アーキテクチャの製品を対象とする市場の創出過程において、一つの SIS 内に大きく異なるサブ・システムが形成される様子をとらえてきた。二つのサブ・システムの萌芽の背景には、製品アーキテクチャのあり方と市場化をめぐる優先順位の相違が浮かび上がる。一方のサブ・システムを形成したコア・アクターであるテムザックは、急進的市場開拓活動を通じて、上述の四つの役割を果たした。いずれの役割も SIS の進化の局面をダイナミックに前進させる力を発揮する。したがって、本研究は、急進的市場開拓企業であるテムザックの活動を、SIS の進化を形づくるダイナミズムの源泉として位置づけるものである。

-
- 1) 次世代ロボット共通プラットフォーム技術とは、ロボットの研究開発を加速すると同時に、様々なロボットによるサービスを可能にする基盤・インフラ技術であり、ロボット用基盤ソフトウェア技術および環境情報構造化技術から構成される。
 - 2) OMG (=Object Management Group) とは、オブジェクト指向技術の標準化および普及を進めるため、1989年にヒューレットパッカード、サン・マイクロシステムズ等 11 社により設立された業界団体である。これまでに CORBA (=Common Object Broker Architecture)、UML (=The Unified Modeling Language) 等を標準化した実績を持つ。
 - 3) 探検的マーケティングとは、できるだけ早く市場の理解を深めるために、コストを抑えながらペースの速い市場参入を繰り返すことである。

< 主要参考文献 >

- Baldwin, C. Y. and K. B. Clark (2000) *Design Rules: The Power of Modularity*, MIT Press, Cambridge.
- Chesbrough, Henry W. (2003) *Open Innovation: The New imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press, Cambridge, MA (大前恵一朗訳(2004)『Open Innovation: ハーバード流イノベーション戦略の全て』産業能率大学出版部)。
- Freeman, C. (1987) *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter London.
- 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編 (2001)『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣。
- 小柳和子・権奇哲 (2007)『セクトラル・イノベーション・システムの進化における国家プロジェクトの役割：日本のロボット関連プロジェクトの事例を中心として』『研究年報経済学』Vol68 No.2、65～82 頁。
- Lundvall, B. A. (ed.) (1992) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, London.
- Malerba, F. (ed.) (2004) *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Nelson, R. (ed.) (1993) *National Innovation Systems*, Oxford Univ. Press, Oxford.
- Prahalad, C. K. and G. Hamel (1994) *Competing for the Future*, Harvard Business School Press, Cambridge, Mass. (一條和生訳(2001)『コア・コンピタンス経営：未来への競争戦略』日本経済新聞社)。