

Title	デジタル経済下の製造業のイノベーション活性ダイナミズムの実証分析 (2) : 産業の興亡とオープン・イノベーションの役割
Author(s)	中川, 正広; 渡辺, 千仍
Citation	年次学術大会講演要旨集, 32: 619-622
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/14843
Rights	本著作物は研究・イノベーション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 Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

2 F 0 6

デジタル経済下の製造業のイノベーション活性ダイナミズムの実証分析 (2) 一産業の興亡とオープン・イノベーションの役割

○中川正広（横国大/都市大/住友電工），渡辺千仞（ユヴァスキュラ大学）

1 序 電機から自動車への産業構造の変化

21 世紀はじめの日本、産業構造は大きく変わった。エルピーダメモリの設立と倒産、鴻海精密によるシャープ買収に象徴されるように、それまで隆盛を極めていた電機・IT 産業が急速に衰退し、代わって自動車産業が興隆に向かった。その姿は両産業の売上高に如実に現れている（図 1）。

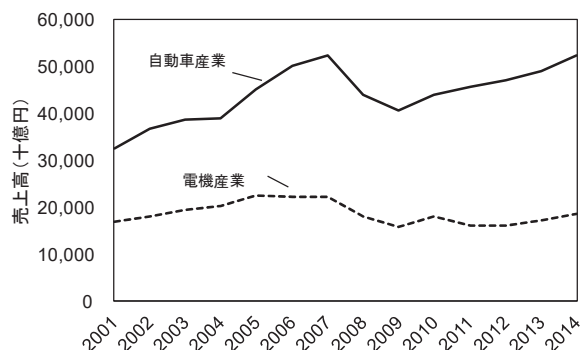


図 1. 自動車産業と電機産業の売上高の推移 (2001-2014)

自動車産業、電機産業の売上高は、科学技術研究調査報告（総務省）各年度版から「自動車・同附属品製造業」「電気機械器具製造業」のデータである。本研究では、産業全体のデータは同報告によるものである。

図 1 を見ると、2001 年から 2014 年の期間、電機産業の売上高は大きく変化していないのに対し、自動車産業はリーマンショック後の 2 年を除いて成長しつづけていることが確認され、産業の主役交代を如実に示している。電機産業の衰退については、新興国との競争や TV の地デジ化、エコポイント制度による市場の先食い、またリスク回避の投資戦略、市場の変化への不応適などが要因と考えられている（Wakabayashi 2012, 泉田 2013, 西村 2014, 湯之上 2012, 湯之上 2013）。自動車産業の興隆には、新興国の市場拡大とともに環境と IT 投資を積極的に行ったことなどが指摘されている（Cortez et al. 2011）。自動車の環境・IT 投資を具体例に焦点を当てて見ると、ハイブリッド・電気自動車(EV)、自動ブレーキ、路車・車車間通信(V2X, vehicle to something communication), 自動運転技術などが挙げられる。これら自動車の技術イノベ

ションには、電気・電子、情報通信技術が多く使われているが、これらは自動車産業よりは、むしろ電機産業や情報通信産業に蓄積されてきたものである。したがって、またオープン・イノベーションの意義も考慮すると、自動車産業が電機産業から電気・電子・情報通信技術を受容してイノベーションを起こしていると考えるのは不思議ではない。

我々は、21 世紀はじめから現在までの自動車、特に EV, V2X 関連の技術イノベーションに用いられた技術が電機・IT 産業に由来するものかどうかを検証し、外部技術による成長産業のイノベーションのダイナミズムを、代表的な一企業について、企業内部の詳細な技術開発活動に焦点を当てた実証分析によって解明する。

2 ケースの選定

序の最後に述べた実証分析を行うためには、自動車産業を代表し、かつ技術イノベーションに積極的な企業を分析対象とする必要がある。

本研究では、住友電気工業株式会社（住友電工）、特にその自動車事業部門を分析対象とした。この事業部門を選定した理由は、(1) 自動車事業部門の売上高、営業利益、研究開発投資のトレンドが自動車産業全体を代表していること、および(2) 同事業部門が自動車関連の技術開発に積極的なことである。

まず、(1)については、住友電工の自動車事業部門が、自動車産業の縮図となっていることを示す。

住友電工には、自動車、情報通信、エレクトロニクス、環境・エネルギー、産業用素材の 5 事業部門があるが、自動車事業部門は、車載電線を中心に自動車部品を製造・販売しており、事業内容は自動車産業全体（自動車・同附属品製造業）と重なるところが大きい。また、売上高、営業利益、研究開発投資を自動車産業と比較すると、図 2, 図 3, 図 4 に示すように、ほぼ同じ傾向を示している。

ここで、住友電工の各事業部門の売上高、営業利益、および研究開発投資は、各年度の有価証券報告書に記載の連結決算による。

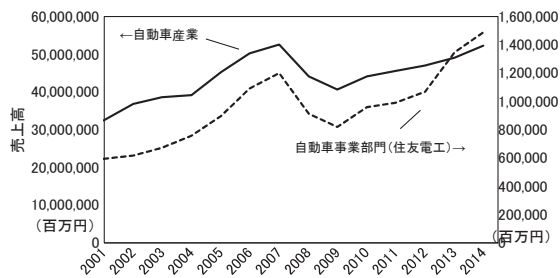


図 2. 自動車事業部門（住友電工）と自動車産業全体の売上高の推移(2001-2014)

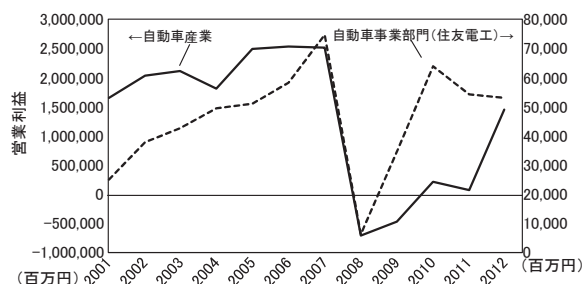


図 3. 自動車事業部門（住友電工）と自動車産業全体の営業利益の推移(2001-2014)

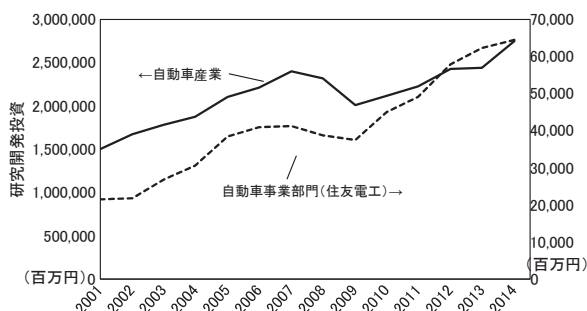


図 4. 自動車事業部門（住友電工）と自動車産業全体の研究開発投資の推移(2001-2014)

図 2, 図 3 は、自動車事業部門の業績が自動車産業全体の縮図となっていることを示している、図 4 は、自動車事業部門の技術開発への投資行動が、自動車産業全体と同じ傾向であることを示している。

次に、(2) 技術開発に積極的であることは、特許生産性から推定される。住友電工の自動車事業部門の特許生産性（単位技術ストックあたり特許出願数）は、2001 から 2014 年度の間で自動車産業、電機産業の代表的企業の中で極めて高い値を示しているが（中川ら 2016）、これは住友電工の自動車事業部門が技術開発に積極的であることを示唆している。

上記の理由から、住友電工の自動車事業部門は、自動車産業の技術イノベーションを分析するた

めの適切な事例であると考えられる。

また、住友電工の情報通信事業部門は、情報通信用途の電子デバイスを製造・販売しており、電機産業（電気機械器具製造業）と事業内容が重なり、自動車事業への技術ドナーとなりうることも考慮した。

3 仮説

序章の最後で提起したように「自動車、特に EV, V2X 関連のイノベーションが電機・IT 産業から取り込まれた技術によるものかどうかを検証し、外部技術による成長産業のイノベーションのダイナミズムを明らかにする」実証分析のための仮説を、住友電工の自動車事業部門に即して設定した。仮説は、外部技術を利用する能力と技術開発の実際について設けた。外部として、距離の近い社内他事業部門、同種技術を蓄積している自動車産業、技術ドナーの候補である電機産業を取り上げた。

(1) 仮説 1: 住友電工の自動車事業部門は、外部（特に自動車産業、電機産業、社内他事業部門）から技術を受容することができる能力を蓄積している。

(2) 仮説 2: 住友電工の自動車事業部門は、外部（特に自動車産業、電機産業、社内他事業部門）から技術を受容、新技術・新製品を開発している。

4 分析方法

(1) 仮説 1 について

組織が、外部技術を受容・同化する能力「技術同化能力」は式 (1) で表される (Griliches 1980, Watanabe 1999)。

$$Z_{i,s} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta T_s}{T_s} \frac{\Delta T_i}{T_i}} \cdot \frac{T_i}{T_s} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 $Z_{i,s}$ は、組織 i のテクノロジーストックプール s に対する技術同化能力、 T_i は組織 i のテクノロジーストック、 T_s のテクノロジーストックである。テクノロジーストックを自動車産業全体、電機産業全体、および情報通信事業部門として、自動車事業部門の技術同化能力をそれぞれ求めた。

まず、定義から

$$\frac{\Delta T}{T} \equiv \frac{d \ln T}{dt} \dots \dots \dots (2)$$

であるから、 $\frac{\Delta T}{T}$ は $\ln T$ の時間 t に対する回帰分析で求めることができる。住友電工の自動車事業部門、他事業部門および自動車産業、電機産業の研究開発投資を R&D デフレータで実質化してテクノロジーストックを計算、線形重回帰分析を行なった。次に、求めた技術同化能力とテクノロジース

ビルオーバーパールから、同化可能なテクノロジーストックの大きさを求めた。

(2) 仮説 2 について

まず、2001 から 2014 年度の自動車事業部門の新技术・新製品を広報誌 SEI WORLD から収集した。

同時に、住友電工（連結子会社含む）が出願人に含まれる日本国特許庁への特許出願から、発明者が自動車事業部門に所属するもののうち社内他事業部門あるいは他社との共同出願・共同発明を選び出した。発明者の過去の特許出願から、発明者の知識分野を推定、それぞれの発明者が共同発明に提供した技術分野を特定した。

5 結果

1) 自動車事業部門の技術同化能力の推移

図 5 と図 6 に自動車事業部門の自動車産業、電機産業、社内他部門からの技術同化能力と、受容可能なテクノロジーストックの推移を示す。

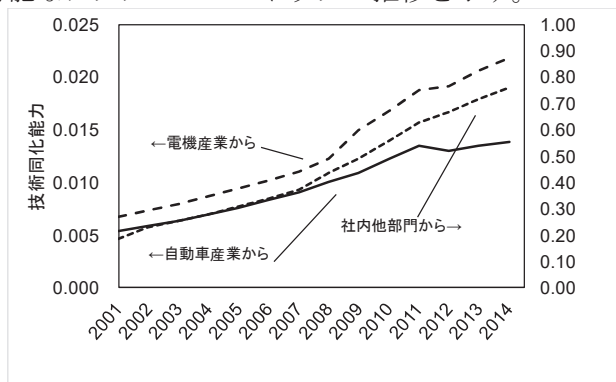


図 5. 自動車事業部門の自動車産業、電機産業、社内他部門の技術同化能力の推移(2001-2014)

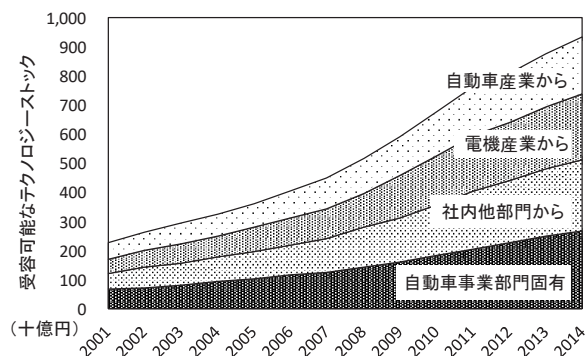


図 6. 自動車事業部門の自動車産業、電機産業、社内他部門から受容しうるテクノロジーストックの推移(2001-2014)

2) 外部技術による技術イノベーション

自動車事業部門の代表的な新製品(2001-2014)を表 1 に示す。

表 1 自動車事業部門の代表的新技术・新製品(2001-2014)

年度	代表的新技术・新製品
2001	・新型車にブランド・コーナーモニターカメラ搭載
2002	・車載マルチメディア用高速車載 LAN 実証実験システム開発
2003	・HEV 用 Li 電池電極材料開発 ・HEV 用高電圧大電流リレー開発
2004	・車載向けビデオ多重伝送システム ・渋滞と事故を同時に削減する信号制御方式開発
2005	・HEV 用パイプハーネス開発 ・広視野角新型フロントカメラ開発
2008	・路車間通信を活用した安全運転支援システム東京お台場大規模実証実験に参加
2009	・自動車用圧粉リアクトル(1) ・PHV 用充電ケーブル
2010	・高周波対応圧粉磁心(1)
2011	・小型 HV 用材料納入開始 ・PHV 用充電ケーブル ・EV 急速充電器用コネクタ付きケーブル(SED-01)の販売開始 ・北米スマートエネルギー実証試験プロジェクト参画
2012	・豊田市プロジェクトに、V2H ケーブル(2)、非常用給電機器供給 ・米インディアナ州での共同実証実験で、車と住宅・インフラを結ぶ通信システム開発参画(2)
2013	・V2H 用ケーブル付きコネクタ販売開始
2014	・超小型・薄型ワイヤレス給電モジュール開発 ・EV 車の効率的な充電をサポートするオープングリッド統合プラットフォームを共同開発(2) ・自動走行研究開発プログラムに参画、「路車協調システム」の実験施設構築

次に、住友電工の自動車事業関連の 17,161 件の特許出願(2001-2014)のうち社内他部門あるいは他社との共同出願・発明が確認された 4 件の技術内容、出願人(外部の技術ドナー)、それぞれの寄与した技術を表 2 に示す。表 2 の 1,2 は対応する新技术・新製品がすでに発表されている(表 1 の(1)(2))。

表 2 自動車事業部門の代表的共同発明

	特許出願、技術の概略(共同出願。発明特許)
	外部出願人(提供した技術分野)
1	EV 用圧粉磁心(磁性体の部品)の構造・製造技術(共同出願 25 件, 2003-2007 年) トヨタ自動車・デンソー(自動車電気技術など) 戸田工業・日油(粉体、有機溶媒など化学) 産業素材事業部門(焼結部品製造技術)
2	EV 用給電ケーブル・コネクタ・給電マネジメント技術(特願 2012-34208) 情報通信事業部門(電力線通信、データ通信マネジメント、システム・ソフトウェア等)
3	V2X 用光ビーコン路車間通信技術(特願 2013-31594) オムロン(車載センサ技術)
4	V2X 用路車歩間通信技術(特願 2012-231608, 特願 2012-285843) パナソニック、三洋電機(パケット通信、携帯電話データ通信) 情報通信事業部門(データ通信、システム技術)

6 結 論

図5と図6から、自動車事業部門は、この期間に技術同化能力を向上させ、外部、特に自動車産業、電機産業と社内他事業部門からテクノロジーストックを受容する能力をもち、継続的に向上させていることがわかる。これによって仮説1は検証された。さらに、図6からは、外部から受容しうるテクノロジーストックは、自らの投資によるものよりも大きいことが示されており、オープン・イノベーションが大きな役割を果たしていることが改めて確認された。

仮説2は表1と表2によって明らかである。自動車事業部門は社内外の技術を活用して実際にEV, V2Xの技術イノベーションを進めてきた。また、圧粉磁心の開発には、電機産業だけでなく、化学産業と産業素材事業部門からも技術を受容していることがわかる。

表2の共同発明について技術のドナーと伝播経路を図示すると、図7となる。

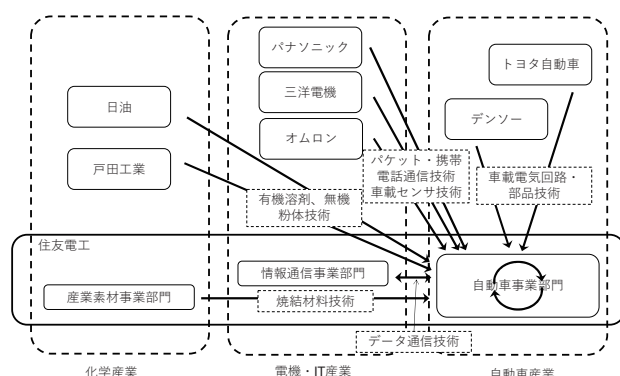


図7. EV および V2X 開発の技術ドナーと経路

図7は、技術のドナーが社内外、産業間に広がっていることを示している。これは Grillitsch によるオーストリアの自動車産業の分析 (Grillitsch 2014)と同様に、自動車産業の技術スピルオーバーが近接性よりは多様性を特徴とする Jacob 外部性であることを支持していると考えられるが、外部性についての正確な評価については統計分析に待たねばならない。

また、受容した技術が電機・化学という成熟産業に蓄積された成熟技術であることは注目すべきである。自動車（成長）産業は電機・化学（成熟）産業に市場機会を与え、電機・化学産業は自動車産業に技術資産を提供することで、両者は共進している。近年、パナソニックのテスラへの電池供給など電機産業の自動車産業への参入についての報道が多いが、このような動きは、この命題を支持しているように思われる。

これを一般化するならば「成長産業のイノベー

ションは成熟産業とのオープン・イノベーションによって起こる」あるいは「成熟産業はイノベーションの場を成長産業に移すことによって復活する」ということができる。そこで「成熟産業と成長産業は技術資産と市場機会を交換することで共進する」という命題が可能性として浮上するが、厳密な検証は今後の研究に待たねばならない。

また、企業の技術戦略の視点では、成長市場を梃子とした陳腐化技術の再活性化戦略と捉えることができる。企業戦略としては、組織の慣性を回避したエコシステムへの適応戦略、事業の過度の傾斜から多様性と成長性を回復する卓越したレジリエンス機能の発現ということができる。

文 献

- ・Cortez, M.A.A., Cudia, C.P. (2011). The Virtuous cycles between environmental innovations and financial performance: Case study of Japanese automotive and electronics companies. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*. 15(2) 31-44
- ・Griliches, Z. (1980). Returns to R&D expenditures in private sector. in J. W. Kendrick & B. N. Vaccara (Eds.), *New Development in Productivity Measurement and Analysis* (pp.419-461), Chicago: University of Chicago.
- ・Grillitsch, M., Trippl, M. (2014). Combining knowledge from different sources, channels and geographical scales. *European Planning Studies* 22 (11) 2305-2325.
- ・Nakagawa, M., Watanabe, C. (2017). Roles of exogenous technologies in vehicle innovation: Cases from a Japan's automotive parts manufacturing firm. *Journal of Technology Management for Growing Economies* 8(1) 93-112
- ・Wakabayashi, D. (2012). How Japan lost its electronics crown. *Wall Street Journal* August 15
- ・Watanabe, C. (1999). Systems option for sustainable development – Effect and limit of the ministry of international trade and industry's efforts to substitute technology for energy. *Research Policy* 28 719-749
- ・泉田良輔 (2013). 日本の電機産業 何が勝敗を分けるのか 日本経済新聞出版社
- ・中川正広、渡辺千帆 (2016) デジタル経済下の製造業のイノベーション活性ダイナミズムの実証分析。ー 自動車技術と ICT 共進ダイナミズムの内生化 研究・イノベーション学会第 31 回 年次学術大会講演要旨集 787-790
- ・西村吉雄 (2014) 電子立国はなぜ凋落したか 日経 BP 社
- ・湯之上隆 (2012) 「電機・半導体」大崩壊の教訓 日本文芸社
- ・湯之上隆 (2013) 日本型モノづくりの敗北 零戦・半導体・テレビ 文藝春秋