

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20330079

研究課題名（和文）自動車電子化推進のための自動車－半導体産業間技術共同開発の在り方

研究課題名（英文）Collaborative development of automotive semiconductor technologies for promoting the car electronics

研究代表者

藤村 修三 (FUJIMURA SHUZO)

東京工業大学・大学院イノベーションマネジメント研究科・教授

研究者番号：90377044

研究成果の概要（和文）：

リーマン・ショック等により当初予定していた自動車産業、半導体産業を対象とした研究遂行は困難となった。そこで、調査対象産業を広げて研究の目的である情報の抽象化と構造化を通じた産業間での技術共同開発に際し考慮すべき基本的かつ実地的な要素の解明を行った。「技術移転の条件」「必要とされる技術・製品に対する認知レベルの統合度」「技術開発に求められる人材像」の三つについて学術的にも実地的にも基本的で重要な知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：

It had become difficult for us by the Riemann shock to accomplish the research planned beforehand that focused on the relation between the automobile industry and the semiconductor industry. Then, by including other industries into the objective industry for research, we tried to clarify the key elements in joint development between different industries through abstracting and structurizing of information. As the results, three practical, academic, basic, important concepts "Condition of the technology transfer", "Integrated level of the cognitive level against needed technology and product", and "Talent image requested from technological development" were obtained.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2009年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
2010年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：経営学

科研費の分科・細目：経営学

キーワード：技術伝播 アーキテクチャ オープン化 アナログ 他分野の知見 自動車産業 半導体産業 ハイパフォーマー

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 技術の高度化・複雑化はその技術の発展を促す母体となった産業分野を超え、新たな産業を生み出すと共に、既存産業間に関係改善を促す状況を創り出している。しかし、各

産業にはそれまでの歴史や商習慣の中で醸成された技術文化とでも言うべき科学観、技術観があり、例え将来の製品開発に互いの技術が必要であることを認識していたとしても、製品開発のために既存産業の枠組みを超

えた連携を円滑に行うことは容易ではない。中でも既存のビジネスモデルでは利益が相反するように見える場合はなおさらである。

(2) 自動車用車載半導体は自動車産業、半導体産業両者の将来に対して多大の影響を持ち、その開発には両産業の先端技術の集約が必要となるが、両産業が協調共生的に車載半導体を共同開発する姿勢は見られない。

(3) この産業間共同開発の問題は薬剤カテーテル等医療用機器を巡る医療機器産業と製薬産業、インターネットを挟んでの放送業界と通信業界等、多くの産業領域で見られる。

## 2. 研究の目的

(1) 自動車用半導体を題材として、既存のビジネスモデルでは利益相反が生じるために、技術的には相互の知識を必要としているにもかかわらず協調関係を築くことが難しい産業同士が相互の技術を活かして共生的に発展するために求められる技術開発手法、及びそれを実行するための組織や制度の在り方を明らかにする。具体的には

A；自動車電子化に共同で取り組む欧米の自動車、電装、半導体各メーカーの技術文化調査。

B；情報の抽象化と階層化を通じた産業間での技術共同開発の方法のモデル化。を行うことを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 当初は経済産業省平成 19 年度「自動車の電子化に関する研究会」において代表研究者が提案し自動車・半導体両産業代表者からも賛同を受けた素子案をたたき台として産業間での共同開発を検討する過程の中で同時進行的に A、B 両目的の研究を進める予定であった。しかし、政権の混乱（07 年参院選での自民党敗戦による予算の大幅変更）とそれに続くリーマン・ショック、半導体業界の再編などにより自動車・半導体両産業とも大混乱となり共同で車載半導体を開発する状況ではなくなってしまった。（例えば本研究に積極的に協力をしてくれていたルネサスは NEC エレクトロニクスとの合併があり新たな投資、新規開発を凍結した。）すなわち、目的の A は実施困難な状況となった。

(2) そこで代表研究者等はより汎用的で学術的な目的 B に注力することにし、自動車・半導体産業に加え、半導体材料産業、半導体製造装置産業、電子機器産業を想定対象に加えたが、目的 B に合致する場合は産業分野に拘らず研究対象とした。

(3) 研究の主たる方法は特許、学術論文、新

聞・雑誌、等の公開文書の分析、インタビュー、アンケートである。

## 4. 研究成果

(1) 主な研究成果は以下の三つである。

① 半導体材料、半導体製造装置用部品、の事例の研究により、技術が伝播するための条件を明らかにした。

② 異なる企業が共同開発を含めた事業統合に際し、製品や技術に対する認知を仕様や評価基準だけでなくより深い認知レベルである製品に対する考え方まで統合する必要があることを明らかにした。

③ 開発部署において、いわゆるハイパーフォーマーと呼ばれる人は課題の処理において、課題を構造化し、深い認知レベルであるメカニズムの検討を行っていること、そしてそれは経験年数に依存しないことを明らかにした。

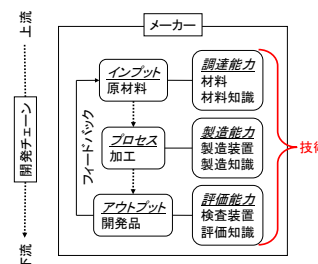
(2) 以下、①、②、③それぞれについて簡潔に説明する。

### (3) ①技術伝播メカニズムの研究

(4) 新製品開発に関する従来のマクロ視野やメゾ視野の研究では、技術はあたかも一つのパッケージのように取り扱われ、その技術の中味については詳細に論じられてこなかった。企業視点・マイクロ視野の研究に位置付けた本研究では、技術レベルで機能性化学品の新製品開発事例を分析し、新製品開発における技術伝播の構造を考察した。

(5) 三井化学のダイアタッチフィルム開発を取り上げ、筆者の経験的事実を基に技術の構成要素としての 3 つの能力、部材調達能力、製造能力、製品評価能力を定義した。そして、『機能性化学品の新製品開発において、部材調達能力、製造能力、製品評価能力の伝播が存在する』という技術伝播に関する仮説を導出した。さらに、技術供与体である既存製品と技術受容体である新製品との間で 3 つの能力が伝播する構造を図式化した下図概念的フレームワークを考案した。

メーカー内における開発行為の構造



(6) 続いて、仮説を検証するために、他の新製品開発事例における技術伝播の構造を考察した。

(7) 1件目の事例として、三井化学の半導体用表面保護テープ開発を取り上げ、2つの新製品開発の技術伝播の構造を考察した。三井化学にとって半導体産業への多角化のきっかけとなった初期の半導体用表面保護テープ開発では、農業産業で長年培われた部材調達能力と製造能力が三井化学社内の技術者を介して内部伝播したことを明らかにするとともに、製品評価能力は顧客や装置サプライヤーを介して外部伝播したことを明らかにした。また、最近の高バンプウェハ向けの半導体用表面保護テープ開発では、部材調達能力は内部伝播し、製造能力と製品評価能力は外部伝播したことを明らかにした。

(8) 2件目の事例として、JSRのフォトレジスト開発を取り上げ、新規リソグラフィ方式の出現に応じた6つの新製品開発の技術伝播の構造を考察した。その結果、製造能力は一貫して内部伝播したのに対して、部材調達能力や製品評価能力は内部伝播したり外部伝播したりと一貫性は見られなかった。

(9) しかし、これら2件の事例は、能力の伝播が内部であろうと外部であろうと、『機能性化学品の新製品開発において、部材調達能力、製造能力、製品評価能力の伝播が存在する』という仮説を強く支持した。さらに、東京応化工業のフォトレジスト開発における技術伝播の源泉も調査し、この仮説が三井化学に止まるものでないことを明らかにした。

(10) 本研究の事例に上図で示したモデルを当てはめて整理すると、3つの新製品開発事例(新製品名: PFR, KRF, オーカレジスト)では部材調達能力が、別の3つの新製品開発事例(新製品名: MY, TPR, OMR-81)では製造能力が、7つの新製品開発(新製品名: DAF, SB, MY, CBR, IX, KRF, ARF)では製品評価能力が、それぞれ外部伝播していた。必要性のない能力はわざわざ外部伝播するとは考えられないため、この結果は、機能性化学品の新製品開発において、部材調達能力、製造能力、製品評価能力の3つの能力の伝播が必要であることを示唆する。このとき、内部伝播、外部伝播の組み合わせには、様々なパターンが存在することがわかる。パターンは、原理的に8通りであるが、本研究では、(部材調達能力、製造能力、製品評価能力) = (外部伝播, 外部伝播, 内部伝播)というパターンと(外部伝播, 外部伝播, 外部伝播)というパターンを除く6通りのパターンを確認することができた。

図表7-1. 本研究で取り上げた新製品開発事例における技術伝播の源泉

材料メーカー名	新製品名	上市年 (開発完了年)	部材調達 能力	製造 能力	製品評価 能力
三井化学	DAF	2007	内部伝播	内部伝播	外部伝播
	SB	1987	内部伝播	内部伝播	外部伝播
	MY	2010	内部伝播	外部伝播	外部伝播
JSR	CBR	1977	内部伝播	内部伝播	外部伝播
	CIR	1979	内部伝播	内部伝播	内部伝播
	PFR	1982	外部伝播	内部伝播	内部伝播
	IX	1988	内部伝播	内部伝播	外部伝播
	KRF	1995	外部伝播	内部伝播	外部伝播
	ARF	2000	内部伝播	内部伝播	外部伝播
東京応化工業	TPR	1962	内部伝播	外部伝播	内部伝播
	オーカレジスト	1965	外部伝播	内部伝播	内部伝播
	OMR-81	1968	内部伝播	外部伝播	内部伝播

(11) ②事業統合に伴う製品認知の研究

(12) 本研究では、企業の合併・買収(Mergers and Acquisitions: 以下 M&A と略す)に伴う企業統合における組織再社会化、すなわち、統合前の組織に適応して社会化\*した組織成員が統合後の新組織で必要な知識や価値観などを獲得して再び社会化する過程、が企業の成果に及ぼす影響の一つを明らかにした。

(13) 具体的には、組織再社会化の文化的側面である品質認知に注目した。ここで品質認知とは、組織成員が、新組織での新たな品質の枠組み\*\*を理解して受け入れ、かつ当該個人がその枠組みに沿った適切な行動を触発されるための準備状態を作り上げる過程を指す。

(14) 本研究では、企業統合時に品質認知がどのように進み、それが当該企業の成果とどのように関係するかについて、一事例を相補的な三つのフレームワークにより詳細に分析した。

(15) 第一は、事例データの分析である。M&Aによって発足したある新会社の5年間の事例データを分析し、統合前後の品質の推移や、統合後の組織における意思決定プロセスの効率の変化を明らかにした。

(16) 第二は、事例企業の組織成員に対する質問票調査およびインタビューである。品質認知のレベルを直接計測することは困難であることから、事例データの分析結果を補強し、検証するためにこれらの調査を実施した。

(17) 第三は、モデル構築による品質認知のシミュレーションである。エージェント・ベース・モデルによる事例企業の条件に基づくシミュレーションは、本稿で示す品質認知に関する理論と、観測された事例データとの間の論理的ギャップを埋めるものである。

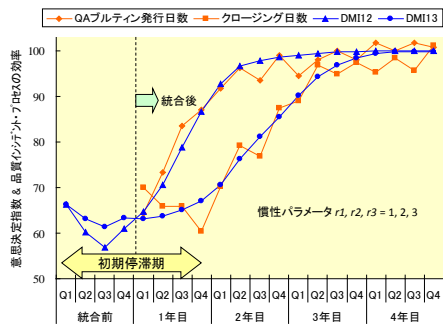


図6. 7 意思決定指数と品質インシデント・プロセスの効率

(18) 図は実際に観測された現象とシミュレーション結果とを重ねたものである。QAブルティンとは品質での新たな問題（インシデント）が見つかった場合に出される速報であり、QA部門が発行する。従って、QAブルティン発行日数とはQA部門の処理時間を反映している。これに対しクロージング日数とはインシデントに対する対策が終了した際に発行する最終報告が出されるまでの日数である。最終報告には次の図に示すように数多くの部門が関わっている。

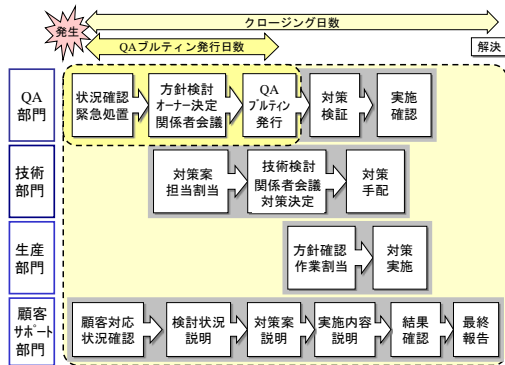


図4. 3 品質インシデント・プロセスの例

(19) 品質に対する基準値は統合前に決められている。基準値の決め方自体はQA部門が責任を負っているが、何を基準とするか、すなわち何を品質として考えるかは全社的な問題であり、より広範囲な部署に広がる抽象度の高い問題である。

(20) DMI12は上司や同僚の影響で第二レベルの認知（ここでは品質の基準値の決め方）がどの程度共通化されるかを示したものであり、DMI12はさらに一段深いレベルの認知（ここでは品質に対する基準をどう考えるか）が統合される過程をシミュレートしたものである。実測とシミュレート結果は良く対応していることが判る。

(21) これらにより、企業統合後の組織再社会化の影響に関して、品質認知のレベルと組織における意思決定の効率とは関連があること、そして、意思決定の効率は、顧客評価

による品質に大きな影響を及ぼすことなどを明らかにした。

(22) \*社会化：個人が自己の属する集団ないし社会の規範・価値・習慣的行動様式を学習し、内面化していく過程（社会学用語辞典による）。

(23) \*\*品質の枠組み：組織および組織成員の、特性と姿勢とが一体となった、品質に関する様式である。（著者の定義による）

(24) ③ハイパフォーマーの研究

(25) 個々人の発想を促進するナレッジマネジメントは、知識の蓄積と有効な活用を促すことによって、研究開発プロセスを向上させる。そして、イノベーションにて得られた知識の利用を促すことは、実務でのナレッジマネジメントに貢献する。これまで、イノベーション分野において、知識の再利用の重要性について考察されてきた。

(26) 知識の利用は、演繹的推論、意思決定、及びアナログに分類され、近年、新規の開発を伴う問題解決プロセスにおいて、実利をもたらすという理由から、アナログへの注目が高まっている。問題解決にて、アナログが重要な役割を果たすことは、過去の文献で議論され、その効果や種類については論じられてきた。しかしながら、アナログを行う個々人の能力の影響、そして、アナログが生み出されるメカニズムについての研究は十分ではない。

(27) アナログにて行われる写像というプロセスについて、認知科学では、構造写像理論が提唱されており、対象が持つ関係性に基づく類似性（構造的類似性）が優先して写像されることが主張されている。この認知科学分野での研究成果を進展させ、認知的アプローチにより、アナログを介した知識の再利用においてハイパフォーマーの思考プロセスを明らかにすることは、ナレッジマネジメントの発展にとって有意義であると考えられる。

(28) よって、本研究では、ハイパフォーマーがどのような能力を持つ人なのかを明らかにすることを目的とした。

(29) A社の医薬品品質試験者へのアンケート、及び、社内で報告された問題解決事例の分析結果に基づいて行った。研究対象は、65名の試験者からなり、分析技術のバリデーション、試験法の開発、及び製品の品質試験を担当することで、製品ごとに独立した種々の試験法について、試験法の開発/向上のため

の問題解決を扱っている。

(30) 研究対象において、ピアレビューにより選ばれたハイパフォーマとその他の試験者(OE)間にて、問題解決プロセスの差異をアンケートにより検証した。その結果、ハイパフォーマでは目的に沿った抽象化プロセスを通して、問題を再定義し、構造的類似性に基づいて写像を行うことで、知識を再利用する傾向が認められた。さらに、この抽象化プロセスの獲得は、ハイパフォーマとその他の試験者間で異なることが示唆された。

(31) 今後、抽象化プロセスの獲得に有効な経験や知識を明らかにすることで、本研究から得られる知見が、研究開発組織やその他の組織におけるナレッジマネジメントシステムの構築へ応用されること、さらには、イノベーションのための人材管理へ応用されることが期待される。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

① 児玉洋一、藤村修三「化学企業内での技術伝播-三井化学における半導体表面保護テープ開発の事例-」化学史学会、2011年1月、第38巻第1号、No.134、PP.18-27。(査読有)

② 佐藤治、藤村修三「LCD産業における日本メーカーの地位低下に関する研究-G4投資に対する日本メーカーの投資判断を中心に-」赤門マネジメント・レビュー、2010年、9巻10号、pp.693-740。

③ 藤村修三「科学・技術に基づいた製品開発」未来材料 Vol.10, No. 8, pp.55-57, (2010)。(査読無)

④ S. Ito, T. Tamiya, and S. Fujimura, "Effects of Cultural Assimilation in a Cross-Border M&A", IAENG TRANSACTIONS ON ENGINEERING TECHNOLOGIES, American Institute of Physics, 20-22 Oct. 2009, Vol.4, pp.389-402。(査読有)

[学会発表] (計30件)

① S. Sakaguchi and S. Fujimura, 'The role of abstraction in knowledge reuse', XXII ISPIM Conference, 12-15 June 2011, Hamburg。(査読有)

② N. Yomiya and S. Fujimura, "Design productivity of large scale and

complicated systems", XXII ISPIM Conference, 12-15 June 2011, Hamburg。(査読有)

③ 尾形わかは、金岡晃、松尾真一郎「Searchable symmetric encryption はどこまで安全にすべきか?」暗号とセキュリティシンポジウム、SCIS2011、2011年1月28日、リーガロイヤルホテル小倉。(査読無)

④ 四十宮隆俊、藤村修三「半導体製造装置サブシステムにおける技術伝播-ターボ分子ポンプのケース-」研究技術計画学会第25回年次学術大会、2010年10月9-10日、亜細亜大学。(査読無)

⑤ 橋本健、藤村修三「インクジェット市場創出期の関連企業-R&D マネジメント差に関する考察：公開特許発明者数分析と技術選択の視点から」研究技術計画学会第25回年次学術大会、2010年10月9-10日、亜細亜大学。(査読無)

⑥ S. Fujimura, K. Takeuchi, and S. Kawabata, "Necessity of coordinating the relation of inter industry for harmonized progress of industrial technologies" Research Workshop on "Governance of Innovation towards Sustainability: The global transport sector", Stockholm Environment Institute and Institute for Management of Innovation and Technology, 16 - 17 September 2010, Stockholm。(招待講演)

⑦ 藤村修三「製品アーキテクチャと市場競争力に関する理論的考察-市場適合性向上の条件」組織学会2010年度研究発表大会、2010年6月5-6日、中央大学多摩キャンパス(査読有)

⑧ K. Takeuchi and S. Fujimura, "Obstacles to inter-industry collaboration in product development: automobile and semiconductor industries in Japan" The Fourth European Conference on Management of Technology, 6-9 September 2009, Glasgow。(査読有)

⑨ 児玉洋一、藤村修三「化学企業内での技術伝播」化学史学会、2009年度科学史研究発表大会2009年7月4-5日大阪大学。

⑩ Y. Kodama and S. Fujimura, "Innovation Dynamics of High Performance Materials in the Electronics Industry" XX ISPIM Conference, 21-24

June 2009, Vienna. (査読有)

⑪ Y. Sakurai and S. Fujimura, “The research of ‘key innovation persons’ activities in Sharp Corporation through the information of its technical journals” XX ISPIM Conference, 21-24 June 2009, Vienna. (査読有)

⑫ 藤村修三「製品アーキテクチャと市場競争力にする理論的考察」組織学会 2008 年度研究発表大会、2008 年 6 月 7-8 日、神戸大学。(査読有)

[図書] (計 1 件)

① S. Fujimura, K. Takeuchi, and S. Kawabata, “The necessity of inter-industry mediation for harmonized industrial progress” Chapter 7, “Paving the Road to Sustainable Transport: Governance and innovation in low-carbon vehicle” edited by Måns Nilsson, Karl Hillman, Annika Rickne and Thomas Magnusson, Routledge, pp.117-135, in print.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

藤村 修三 (FUJIMURA SHUZO)

東京工業大学・大学院イノベーションマネジメント研究科・教授

研究者番号：90377044

### (2) 研究分担者

尾形 わかは (OGATA WAKAHA)

東京工業大学・大学院イノベーションマネジメント研究科・准教授

研究者番号：90275313

### (3) 連携研究者

関根 誠 (SEKINE MAKOTO)

名古屋大学・工学研究科附属プラズマナノ工学研究センター・特任教授

研究者番号：80437087