

製薬企業における技術者個人の多様性と 技術成果に関する実証研究

神戸大学 今井佐知子*

Empirical studies of individual level diversity in research and
development organizations of pharmaceutical company
and its relation to innovation

Sachiko IMAI
(Kobe University)

This paper investigated how diversity in pharmaceutical research and development affects the capability for innovation.

We conducted a questionnaire survey of the research and development organizations of a pharmaceutical company in Japan and measured three aspects of diversity, which were (1) diversity of knowledge and experience among scientists, (2) diversity of communication, and (3) diversity of information sources. The results of this study indicate that diversity has various dimensions, that each of them has a different impact on the capability for innovation, and that the diversity of scientific specialties is especially important. Therefore, when managing technology, it is important to decide what kind of diversity is required and efficient technology management needs to be coupled with human resources management.

Keywords : scientific diversity, innovation, pharmaceutical industry, communication, information

1. はじめに

研究開発型企業において、イノベーションの効率を高めることは、持続的競争優位を獲得する上で、不可欠である。なかでも、異分野の技術者との交流を契機としたイノベーションは、きわめて重要な役割を果たしており (Allen, 1977; 原田, 1998, 1999, 2003), 製薬企業の技術者が、新製品開発の過程を事後的に残した記録の中にも、このような、社内外の異分野の技術者との交流が、技術的問題解決の糸口となった事例は複数報告されている (桑嶋, 2006; 森田, 2000; Shook, 2007 ほか)。

例えば、問題解決に必要な技術が専門分野の範囲内であれば、情報を探索することにより、その存在の有無や所在を突き止めることができる可能性が高い。しかし、専門外の技術の場合には、情報の探索には困難が伴い、必要な技術が存在しても、専門的な知識がないために、その有用性を認識できない可能性もある。このような場合には、異分野の技術者の協力を得ることにより、技術的問題解決の効率が飛躍的に高まる。しかしながら、技術的多様性が技術者個人の研究開発成果を高めるのかどうかについて、製薬産業において厳密に定量分析を行った実証研究は、いままでのところ存在していない。

*神戸大学大学院 経営学研究科 研究員。

Reagans & Zuckerman (2001) は、先行研

究には研究開発チームのデモグラフィ型人材多様性が組織成果に与える影響について、ネガティブなもの（ネガティブなもの）とポジティブなもの（ポジティブなもの）の2つの異なる見解が存在することを指摘している。前者の立場では、多様性が増加すると組織におけるネットワークの密度の低下をもたらす、組織成果にマイナスの影響を及ぼすことになる。一方、後者の立場では、異なるスキル、情報、経験などを有する人材を結びつけることができるため、それが組織の問題解決能力の向上をもたらすからである（Ancona & Caldwell, 1992; Pelled, 1996 ほか）。なかでも、知識・経験は技術者個人に付帯するものであり、その多様性を組織レベルではなく、個人レベルで分析することの意義は大きい。

本稿の目的は、製薬企業の研究開発組織に所属する研究開発担当者（技術者）の技術的多様性のうち、特に専門分野および専門疾患領域に着目し、それらが研究開発成果にどのような影響を及ぼしているのかを、個人レベルで定量的に明らかにすることである。

なお、技術的多様性とは、「スキル、情報、経験」の多様性であると定義する（Reagans & Zuckerman, 2001）。その測定に際しては、スキルと経験を技術者個人が保有する「知識・経験の多様性」、情報については、多様性が組織におけるネットワークの密度の低下をもたらすという点に配慮し、技術者個人の「コミュニケーション」を介して伝達されるものと、その他の「情報源」から入手できるものとに分類し、これらの技術的多様性が、研究開発成果に与える影響を調査する。

2. 先行研究のレビュー

本稿の研究に関連する先行研究は、主に①技術者個人の知識・経験、情報の多様性（diversity）に関する研究と、今回、調査対象として選択した②製薬企業における技術的多様性に関する実証研究、に分けることができる。本節では、これらについてレビューし、本稿が

先行研究と、どのように差別化されるのかについて明らかにし、作業仮説を見出す。

2.1 技術者個人の多様性

(1) 知識・経験の多様性

個人レベルの技術的多様性に関する代表的な先行研究として Pelz & Andrews (1966) をあげることができる。この研究は、企業や政府機関などの 11 の研究所が対象であり、技術者の熟達している専門分野の数や、担当している研究開発機能の数が多いほど、高い技術成果を上げていることが明らかにされている。かれらは、研究課題の深さを追求する技術者よりも、幅広い興味と柔軟性に富む技術開発活動を行っている技術者の方が、高い成果を上げることができるかと解釈している。

この点に関して小阪 (2009, p.26) は、技術者が幅広い専門性を持っている方が画期的なアイデアを得やすく、専門以外の能力の幅を持つ方が他の人材との共同作業が容易となるために、成果は高まるということを示唆している。

さらに、小阪 (2011) は、セラミックコンデンサ業界の特許情報を分析した結果、多角化企業のように集団としての技術的多様性を持つことが難しい事業範囲の狭い企業においても、個々の技術者が関与する技術分野の幅を広げ、個人としての多様性を保持できる可能性を示している。すなわち、初期時点では同質的な集団であっても、個々の技術者の学習によって、長期的には集団としての多様性を獲得できることを示唆している。

Leonard-Barton (1998) は、個別の専門領域をさらに深く追求することによって知識を深化させていく能力と、他の専門領域へと応用範囲を広げることによって新たな技術接点を切り開いていく能力の両者を、T型スキル、それに対して、2つ以上の専門領域を学ぶことにより獲得される能力をA型スキルと呼んでいる。深い専門知識をベースにして仕事をするメンバーから構成される集団では、異なる「言語」を翻

訳し、対立する視点を融和することが必要である。そのためには、T型スキルやA型スキルを保有する人材が翻訳者としての役割を果たすことが求められるという。

多様性に関する実証研究としては、人材の流動性ととの関連で、それがイノベーションに与える影響を検討した青島(2005)を指摘することができる。一般的には、技術者・研究者の移動がイノベーションを促進するという考え方が存在する。しかし、米国に比べて日本の技術者の流動性は低いと言われている。青島(2005)は、日本企業の半導体技術者・研究者のキャリアデータにもとづいて、組織間移動と組織内移動が技術成果に与える影響を分析した結果、組織間移動も組織内移動も技術成果に対してマイナスの影響を与えるということを明らかにした。この場合、移動に伴う多様性の確保は、必ずしも技術者個人の研究開発成果を高めることにはつながらず、むしろ、人材移動による学習の中断や知識の非定着化がマイナスの影響を及ぼしているものと考えられる。

一方、今野(1991)は、大手企業の技術者を対象とする調査の結果、技術者が領域横断的な移動を通じて多様な経験を積むことを指摘している。移動形態を、勤務地変更、業務変更、昇進関係の3つに分けて分析した結果、複数の業務を経験し、専門性を確定してゆく時期(キャリアを拡大する時期)、専門分野内でキャリアを積む時期(キャリアを縦に深める時期)が、技術者のキャリア・パターンの中に存在することが明らかにされた。

これらの先行研究からわかるのは、知識・経験の多様性が問題解決能力の向上にプラスに寄与しているということである。また、人材移動が、必ずしもこれらの多様性を維持することにつながらず、情報面および人的ネットワーク面で分断されてしまうこともあり得る。同じ人材移動でも、この種の多様性の確保につながる場合にのみ、個人の研究開発成果にプラスの影響を及ぼすものと考えられる。

(2) 情報の多様性

既存研究では、技術者個人レベルの情報の多様性と研究開発成果について、直接的には検討されていないが、情報の多様性については、さまざまな分類が提示されてきた。中村(1984, Allen邦訳の訳者前書き)によれば、情報には、3種類があり、2次情報とは公開になった記事を指し、1次情報は学会、講演会などで得られる情報、そして0次情報は個人的なface to faceのoral communicationで得られるものであるとしている。本稿におけるコミュニケーションの多様性は0次情報、情報源の多様性は1および2次情報のレベルに相当する。ただし、コミュニケーションを介して得られる1次および2次情報については、コミュニケーションの多様性として評価する。これは、コミュニケーションを介して伝達される情報には、受動的・能動的という方向性が存在すること、組織内のネットワークの密度の影響など、情報源とは区別することが必要となるためである。

Allen(1977)は、情報源を、技術文献、組織内同僚、アウトサイダーに大別しており、原田(1998, 1999, 2003)では、さらに組織内コミュニケーションにフォーカスしたアプローチが採択されている。本稿ではコミュニケーションの方向性については、能動的・受動的という方向性(原田, 1998, 1999, 2003)を取り入れた。これは、受動的なコミュニケーションで得られた情報も、技術者の問題意識として、今後の研究開発に活用されるという仮定に基づくものである。

ただし、これらの研究では、情報源の参照頻度、情報フローのパターンについては、検討されているが、その多様性については、直接的には検討されていない。一方、本稿では多様な情報の媒体としてのコミュニケーションおよび情報源の役割に着目する。

コミュニケーションは、その方向性を考える場合、個人対個人で測定することが必要である。このため、本稿では個人レベルの多様性に

分類している。

(3) 製薬企業における技術的多様性

次に、製薬企業を対象とした技術マネジメントに関連する実証分析についてレビューすることにして。

桑嶋 (2006) は、メバロチン (第一三共、高脂血症治療薬) とアリセプト (エーザイ、アルツハイマー型認知症治療薬) の開発過程を分析することにより、4つの成功要因を指摘している。すなわち、「プロダクト・チャンピオンの粘り強い研究姿勢」、「スポンサーの存在と研究の自由度」、「積極的なコミュニケーションと情報収集」、「適切な研究ドメインの設定」である。なかでも、「積極的なコミュニケーションと情報収集」については、メバロチンの事例をあげて、組織内外のネットワークを活用した積極的なコミュニケーションや情報収集の重要性を指摘している。また、疾患領域の多様性については、例えば、リユープリン (武田薬品工業) は不妊症治療薬としての開発プロセスの中で、前立腺癌治療薬としての強い薬効が見つかり、発毛剤のリアップ (大正製薬) も、当初は降圧薬として開発されていたことを指摘している (p.51)。これらは、疾患領域の多様性を追求することの重要性を示している。

Henderson & Cockburn (1994) は、製薬産業におけるアーキテクチャ能力 (architectural competence) に着目した実証研究を行っている。かれらは、製薬業界のイノベーション特性を、Henderson & Clark (1990) の主張するアーキテクチャ・イノベーション (architectural innovation) としてとらえ、要素技術を組み合わせるアーキテクチャ能力が、この業界におけるイノベーション能力を規定する可能性があることを主張している。かれらは、このアーキテクチャ能力を企業間の情報フロー、あるいは企業内の科学的専門分野および疾患領域間の情報フローと定義し、これが研究開発能力を表す指標としての特許数に有意な影響を及ぼしているこ

とを明らかにしている。

要素技術を組み合わせる際には、担当する技術者個人が、双方の技術に関する知識を保有すること、すなわち、技術的な多様性を保有あるいは獲得することが、技術のすり合わせ (技術融合) の効率化に資する。

Pisano (2006) は、バイオテクノロジーの、サイエンス面での3つの特質として、不確実性とリスク管理、複雑性・学際性とすり合わせ、サイエンスの進歩の速さと学習の積み重ねを指摘している。特に、第2番目の複雑性・学際性とのすり合わせは、本稿で着目した技術的多様性と最も関連が深いと考えられる。つまり、ビジネスの基盤となる科学的知識の複雑性・学際性が極めて高く、学問分野や専門分野の垣根を越えた「すり合わせ」が欠かせないからである (邦訳 p.26)。Pisano (2006) は、新薬開発に資するテクノロジー全般という意味で、バイオテクノロジーという言葉を用いている (邦訳 p.39)。

これらの先行研究から得られる知見は、新薬の研究開発の過程において、組織レベルでの技術的多様性を確保することの重要性を示唆している。技術的多様性を組織レベルで獲得できたとしても、それを研究開発成果に結びつける過程で技術融合が必要になる場合には、技術者個人が融合対象の複数の技術に関する専門知識や技術情報を保有していれば、コミュニケーション障害、コンフリクトなどの発生を未然に防ぐことができるうえ、技術面のリスクを早期に発見することができると考えられる。しかしながら、技術的多様性が研究開発成果を高めるのかどうかについて、製薬産業において、個人レベルで厳密に定量分析を行った実証研究は、いままでのところ存在していない。

2.2 先行研究から導かれる作業仮説

先行研究は、新薬の研究開発の過程において、異なる分野の技術者の協力および情報交換を効果的に推進することが、要素技術の融合段

階では、特に重要であることを示している。このように、技術的多様性は組織レベルの研究開発成果において、決定的に重要な役割を果たしている。本稿では、この命題が個人レベルで成立し得るかという点について検討する。

個人レベルでの技術的多様性の持ち方には、いくつかのパターンが想定できる。例えば、技術者個人が複数の専門分野について、高度な知識を習得する場合には、個人レベルの負担は大きい。しかし、専門分野の周辺知識を、経験的に学習することも可能であるし、また、異分野の技術者から、的確な情報を得ることができれば、いずれも、技術的な問題解決の効率を高めることができると考えられる。メバロチンの事例のように、異分野の技術者から偶発的に得られた情報が突破口となったという事例もあるが、情報入手の確率は高い方が望ましい。的確な情報を入手するためには、コミュニケーションと情報源の多様性が重要な役割を果たす。

技術的問題解決の過程で、技術的専門分野の違い、あるいは、小池（2005）が指摘する知的熟練のような経験的学習により得られる問題解決の手法の違いに起因する、コミュニケーション障害やコンフリクトが発生する可能性がある。結果として、技術者個人の研究開発成果が低下することにもなり得る。しかし、技術者が個人レベルで技術的多様性を保持していれば、コミュニケーション障害やコンフリクトは発生しにくくなる。個人レベルの技術的多様性は、異質なメンバー間での共通の言語やコンテキストの共有を可能にするからである。特に、技術的多様性を研究開発成果に結びつける過程で、異なる技術の融合が必要になる場合には、T型スキルやA型スキルを保有する技術者が重要な役割を担うものと考えられる。

組織レベルでのみ技術的多様性が存在する場合、技術領域がA、B、Cと3つ存在すると仮定した場合、A領域の専門家a、B領域の専門家b、C領域の専門家cが、それぞれの専門知識を提供し合って問題解決にあたる。

一方、個人レベルでの技術的多様性が存在する場合には、組織メンバーはA、B、Cの各専門領域に精通しており、個人での問題解決が可能になる。領域ごとの専門分化の程度が大きくなり、加えて、技術融合が求められる場合には、後者の方が効率的だろう。

特定の個人が、いくつかの領域に精通しており、かつ、他のメンバーと共通の領域に精通している場合は、上記2つの中間型であり、すべての領域に個人が精通することはできないものの、専門領域が組織メンバー間で重複していれば、技術者個人の専門性が浅くなるリスクが小さくなる上に、協調的問題解決は、より効率化されるものと考えられる。

つまり、個人レベルの多様性が機能するのは、効率的な技術の融合を可能にするからである。このような技術的多様性と研究開発成果との関係性が本稿での分析の枠組となる。

多様な技術の融合が求められるという製薬産業の特性に鑑み、

作業仮説（1）

技術者個人レベルの専門分野に関連する技術的多様性が、研究開発成果にプラスの影響を与える。

さらに、医薬品の研究開発の過程では、臨床開発の対象疾患を適切に選択することが重要であることから、

作業仮説（2）

技術者個人レベルの専門疾患領域に関連する技術的多様性が、研究開発成果にプラスの影響を与える。

を提示することができる。

3. 方法

3.1 調査対象

国内大手製薬企業（1社）の研究開発組織に所属する技術者約2,000名を調査対象とし、平成25年5月から6月にかけてアンケート調査

表 1 調査協力者のプロフィール

1_1	年齢	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳-	合計
		17 12%	31 22%	54 39%	33 24%	3 2%	138 100%
1_2	在籍期間	5年未満	5-9	10-19	20-29	30-	合計
		22 16%	22 16%	25 18%	61 44%	8 6%	138 100%
1_3	職位	担当者	主任以上	主席以上	RM以上*	合計	
		31 22%	37 27%	50 36%	20 14%	138 100%	
1_4	研究開発担当期間	5年未満	5-9	10-19	20-29	30-	合計
		19 14%	17 12%	36 26%	59 43%	7 5%	138 100%
1_5	博士号	なし	あり	合計			
		86 62%	52 38%	138 100%			

*Research Manager 以上（同分野の複数の研究テーマを統括）

を実施した。対象となる技術者のなかで、製品開発に直結する業務の担当者という基準にもとづきターゲットを約 245 名に絞り、質問票を配布し、そのうち 154 名から回答を得ることができた（回収率 約 63%）。うち、有効回答 138 名を解析対象とした。回答者個人の属性の分布は表 1 に示されている通りである。

3.2 変数の定義

先行研究では、定量的な調査結果はほとんど得られていないことから、本稿では探索的な試みとして先行研究で注目されてきた各種の個人レベルの技術的多様性に関する変数を説明変数として用いる。まず、技術的多様性については、①知識・経験、②コミュニケーション、③情報源という 3 つの観点から測定する。

技術者の知識・経験の多様性については、専門分野・専門疾患領域・担当課題・企業内移動、転職の 5 項目で測定した。これは、Reagans & Zuckerman (2001) の分類におけるスキルの多様性を、知識の多様性として捉え、専門分野・専門疾患領域・担当課題を説明変数として想定した。同様に、経験の多様性については、企業内異動、転職を説明変数として想定した。専門分野の分類については、科学研

究費補助金「分科細目表」（表 2 参照）、疾患領域の分類については、調査対象企業のアニュアルレポートを参考にした。担当課題数、企業内移動（部門内・部門間・転勤・派遣）は、5 段階（1, 2, 3, 4, 5）のリッカート尺度または経験の有無で評価し、転職については、経験の有無で評価した。

Reagans & Zuckerman (2001) の分類における情報の多様性を、本稿では、コミュニケーションと情報源の多様性の 2 つに分割した。コミュニケーションの多様性は 0 次情報、情報源の多様性は 1 および 2 次情報のレベルに相当する。ただし、コミュニケーションを介して得られる 1 次および 2 次情報については、コミュニケーションの多様性として評価する。

コミュニケーションの多様性については、社内・社外に分け、コミュニケーションの頻度と問題解決のキーパーソンを調査した。本稿におけるコミュニケーションとは、研究開発の推進に必要な、技術上の情報収集、問題解決のための相談、助言、情報交換と定義した。社内コミュニケーションの頻度については、技術的多様性を評価するために、専門分野・専門疾患領域・担当課題の 3 項目のそれぞれについて、回答者と接触する相手の属性の異同別に能動的・

表2 専門分野一覧表

薬学 (①化学系薬学, ②物理系薬学, ③生物系薬学, ④創薬化学, ⑤環境系薬学, ⑥医療系薬学)
⑦医学, ⑧生物系, ⑨理工系, ⑩人文社会系

(参考)

①化学系薬学	(A) 有機化学, (B) 合成化学, (C) 生体関連物質, (D) 生薬・天然物化学, (E) 有機反応学, (F) ヘテロ環化学, (G) 不斉合成
②物理系薬学	(A) 物理化学, (B) 分析化学, (C) 製剤学, (D) 生物物理化学, (E) 同位体薬品化学, (F) 生命錯体化学, (G) 分子構造学, (H) 構造生物学, (J) イメージング, (K) ドラッグデリバリー, (L) 情報科学
③生物系薬学	(A) 生化学, (B) 分子生物学, (C) 免疫学, (D) 細胞生物学, (E) 発生生物学, (F) 薬理学, (G) 薬効解析学, (H) 神経生物学
④創薬化学	(A) 医薬品化学, (B) 医薬分子設計, (C) 生物活性物質, (D) 医薬分子機能学, (E) ゲノム創薬, (F) レギュラトリーサイエンス
⑤環境系薬学	(A) 環境衛生学, (B) 環境化学, (C) 環境動態学, (D) 食品衛生学, (E) 栄養化学, (F) 微生物・感染症学, (G) 薬用資源学, (H) 中毒学
⑥医療系薬学	(A) 臨床薬学, (B) 薬物動態・代謝学, (C) 医療薬剤学, (D) 医薬品情報・安全性学, (E) 臨床化学, (F) 薬剤経済学, (G) オーダーメイド医療, (H) 社会薬学, (J) 病院薬局・保険薬局管理学

受動的コミュニケーションの頻度を、5段階 (1, 2, 3, 4, 5) のリッカート尺度で評価した。社外コミュニケーションの頻度については、専門分野・専門疾患領域の2項目に絞って、社内コミュニケーションの場合と同様の方法で、5段階 (1, 2, 3, 4, 5) のリッカート尺度で評価した。ただし、社外の場合、頻度の段階の定義は、社内コミュニケーションよりも低頻度とした (社内は毎日～月1回未満、社外は週1回～年1回未満)。コミュニケーションの社内・社外のカテゴリおよび受動的・能動的という方向性については、原田 (1998, 1999, 2003) を参照した。問題解決のキーパーソンについては、青島 (2005) を参考にした。

最後に情報源の多様性については、Allen (1977) の分類を参考に、活用頻度を5段階 (1, 2, 3, 4, 5) のリッカート尺度で評価した。この場合、紙媒体・インターネットなどから得られる情報に着目しているため、能動的・受動的という方向性については、検討していない。

従属変数となる技術者個人の研究開発成果については、個人レベルでの研究開発成果によって測定する。具体的には、原田 (1998) など参考に、特許出願数、論文数に加えて、社内評

価の指標である社内表彰数を追加した。

いずれの従属変数も、5段階 (1, 2, 3, 4, 5) のリッカート尺度で評価した。

それ以外のコントロール変数として、年齢、調査対象企業における在籍期間、職位、医薬品の研究開発業務の担当期間、博士号の取得領域を追加し、いずれも、順序尺度を用いて回帰式に投入した。

各変数の記述統計は、表3に示されている。

4. 結果

本節では、技術者個人の研究開発成果の指標である、特許出願数、論文数、社内表彰数に対して、技術的多様性がどのような影響を及ぼすかを検討する。これらの従属変数は序列変数であり、統計的一致性を確保するため、推計方法は順序プロビットを採用した。表4は、その結果を示している。

表4に示した説明変数と従属変数のうち、回帰係数が5%有意水準を満たした組み合わせについて、以下に、詳細に分析する。

表 3 各変数の記述統計

	Mean	Std.Dev.		Mean	Std.Dev.
知識・経験の多様性			情報源の多様性		
1_1 年齢	2.812	1.008	4_1 担当分野の学術誌	2.899	1.314
1_2 在籍期間	3.080	1.215	4_2 その他専門分野の学術誌	2.239	1.212
1_3 職位	2.428	0.996	4_3 専門外の学術誌	1.565	0.943
1_4 研究開発担当期間	3.130	1.139	4_4 特許	1.478	0.938
1_5 博士号	1.377	0.486	4_5 専門書	2.043	1.183
2_1 現時点での専門分野数	1.283	0.628	4_6 業界誌	2.457	1.485
2_2 現時点での専門疾患領域数	2.413	1.488	4_7 新聞・一般誌	3.993	1.472
2_3_1 現在の担当課題数	3.159	1.590	4_8 市販データベース	2.072	1.343
2_3_2 入社以来の担当課題数	3.623	1.486	4_9 インターネット	4.370	1.054
2_4_1 部門内移動数	2.529	1.280	4_10 市販調査報告	1.319	0.745
2_4_2 部門間移動数	2.283	1.475	4_11 政府刊行物	1.551	0.944
2_4_3_a 国内拠点内移動数	1.906	1.053	成果変数		
2_4_3_b 海外拠点への移動	1.188	0.392	5_1 特許出願数	2.029	1.361
2_4_4_a 国内派遣	1.101	0.303	5_2 論文数	2.739	1.838
2_4_4_b 海外派遣	1.348	0.478	5_3 社内表彰数	2.399	1.287
2_5_1 転職経験	1.109	0.312			
コミュニケーションの多様性					
社内					
・専門分野					
3_1_1_1 同専門, 相談する頻度	3.355	1.311			
3_1_1_2 同専門, 相談を受ける頻度	3.449	1.404			
3_1_1_3 異専門, 相談する頻度	2.275	1.283			
3_1_1_4 異専門, 相談を受ける頻度	2.210	1.293			
・疾患領域					
3_1_2_1 同疾患, 相談する頻度	3.051	1.358			
3_1_2_2 同疾患, 相談を受ける頻度	3.043	1.444			
3_1_2_3 異疾患, 相談する頻度	1.652	1.051			
3_1_2_4 異疾患, 相談を受ける頻度	1.674	1.095			
・担当課題					
3_1_3_1 同テーマ, 相談する頻度	3.536	1.362			
3_1_3_2 同テーマ, 相談を受ける頻度	3.645	1.339			
3_1_3_3 異テーマ, 相談する頻度	2.051	1.216			
3_1_3_4 異テーマ, 相談を受ける頻度	2.101	1.269			
3_1_4_1 社内キーパーソンのタイプ数	2.529	1.389			
社外					
・専門分野					
3_2_1_1 同専門, 相談する頻度	1.848	1.113			
3_2_1_2 同専門, 相談を受ける頻度	1.746	1.095			
3_2_1_3 異専門, 相談する頻度	1.391	0.823			
3_2_1_4 異専門, 相談を受ける頻度	1.413	0.894			
・疾患領域					
3_2_2_1 同疾患, 相談する頻度	1.732	1.057			
3_2_2_2 同疾患, 相談を受ける頻度	1.543	0.913			
3_2_2_3 異疾患, 相談する頻度	1.275	0.692			
3_2_2_4 異疾患, 相談を受ける頻度	1.225	0.604			
3_2_3_1 社外キーパーソンのタイプ数	2.652	1.823			

N = 138

表4 順序プロビット回帰分析

	研究開発成果					
	特許出願数		論文数		社内表彰数	
	Coef.	P> z	Coef.	P> z	Coef.	P> z
知識・経験の多様性						
年齢	0.636	0.060 *	1.567	0.004 ***	-0.678	0.006 ***
在籍期間	0.132	0.794	0.988	0.148	0.337	0.290
職位	0.502	0.107	0.811	0.095 *	0.008	0.970
研究開発担当期間	0.453	0.400	-1.589	0.052 *	0.893	0.006 ***
博士号	-0.137	0.772	2.596	0.000 ***	-0.354	0.285
専門分野数	0.541	0.023 **	-0.244	0.393	0.419	0.005 ***
専門疾患領域数	0.079	0.572	-0.557	0.023 **	-0.020	0.835
現在の担当課題数	0.132	0.412	-0.316	0.194	-0.130	0.244
入社以来の担当課題数	-0.013	0.948	0.758	0.012 **	0.349	0.014 **
部門内異動数	0.009	0.949	0.161	0.477	-0.335	0.004 ***
部門間異動数	0.152	0.223	0.004	0.987	-0.088	0.334
国内拠点内の移動数	-0.471	0.016 **	0.175	0.477	-0.090	0.521
海外拠点への移動	-0.160	0.737	-1.571	0.061 *	0.144	0.693
国内派遣	-1.334	0.022 **	-0.108	0.907	-0.891	0.044 **
海外派遣	1.040	0.011 **	3.371	0.000 ***	-0.079	0.803
転職経験	-2.919	0.034 **	1.314	0.379	0.242	0.627
コミュニケーションの多様性						
社内						
▪ 専門分野						
同専門, 相談する頻度	0.398	0.170	-0.153	0.709	-0.159	0.448
同専門, 相談を受ける頻度	-0.568	0.079 *	0.189	0.606	-0.097	0.640
異専門, 相談する頻度	0.427	0.200	-0.290	0.501	0.324	0.119
異専門, 相談を受ける頻度	-0.034	0.921	1.165	0.012 **	-0.430	0.059 *
▪ 疾患領域						
同疾患, 相談する頻度	-0.155	0.708	0.043	0.925	0.120	0.655
同疾患, 相談を受ける頻度	0.395	0.322	0.319	0.494	0.265	0.274
異疾患, 相談する頻度	0.981	0.069 *	-2.185	0.022 **	-0.551	0.149
異疾患, 相談を受ける頻度	-1.200	0.026 **	2.034	0.035 **	0.570	0.135
▪ 担当課題						
同テーマ, 相談する頻度	-0.164	0.637	0.275	0.529	-0.201	0.402
同テーマ, 相談を受ける頻度	0.743	0.053 *	0.188	0.668	0.381	0.129
異テーマ, 相談する頻度	-1.448	0.002 ***	1.675	0.011 **	0.145	0.589
異テーマ, 相談を受ける頻度	0.934	0.041 **	-2.596	0.000 ***	-0.304	0.273
▪ 社内キーパーソンのタイプ数	-0.242	0.133	-0.538	0.046 **	0.367	0.001 ***
社外						
▪ 専門分野						
同専門, 相談する頻度	-1.286	0.001 ***	0.162	0.694	0.228	0.257
同専門, 相談を受ける頻度	-0.088	0.804	-0.366	0.340	-0.032	0.886
異専門, 相談する頻度	0.352	0.592	-3.050	0.033 **	-0.442	0.211
異専門, 相談を受ける頻度	-0.889	0.063 *	2.655	0.032 **	0.080	0.794
▪ 疾患領域						
同疾患, 相談する頻度	-0.229	0.559	-0.364	0.461	-0.295	0.209
同疾患, 相談を受ける頻度	0.733	0.147	-1.048	0.187	0.367	0.226
異疾患, 相談する頻度	0.599	0.557	3.540	0.004 ***	-0.542	0.356
異疾患, 相談を受ける頻度	0.626	0.608	-4.048	0.013 **	1.307	0.065 *
▪ 社外キーパーソンのタイプ数	0.003	0.983	0.354	0.108	-0.223	0.016 **
情報源の多様性						
担当分野の学術誌	0.038	0.850	-0.180	0.550	-0.113	0.412
その他の専門分野の学術誌	0.740	0.006 ***	0.981	0.023 **	0.247	0.150
専門外の学術誌	0.091	0.721	-0.345	0.369	-0.002	0.991
特許	0.324	0.168	0.288	0.320	0.038	0.839
専門書	0.498	0.011 **	0.141	0.651	-0.077	0.552
業界誌	-0.152	0.304	0.052	0.797	-0.161	0.107
新聞・一般誌	-0.153	0.235	0.040	0.840	0.181	0.049 **
市販データベース	0.335	0.047 **	-0.012	0.964	-0.088	0.465
インターネット	-0.298	0.102	0.530	0.045 **	0.013	0.920
市販調査報告書	-0.616	0.032 **	-0.232	0.555	-0.100	0.615
政府刊行物	0.228	0.336	-0.328	0.311	0.200	0.188
LR chi2(49)		205.88		210.69		113.28
Prob > chi2		0.0000		0.0000		0.0000
Pseudo R2		0.5680		0.6289		0.2719

N = 138, *p < .1, **p < .05, ***p < .01

4.1 知識・経験の多様性

(1) 知識の多様性

表5によると、複数の成果指標に対してプラスの影響を及ぼしたのは、専門分野数と入社以来の担当課題数である。

入社以来の担当課題数が増加すると、論文・社内表彰数が増加する。これは、複数の課題を担当する間に獲得される知識、すなわち、知的熟練と同様に、研究開発の現場において経験的に獲得される知識に類するとみなした。

博士号を有すると、論文数が増加するが、これは、専門知識の深さも多様性の一種とみなすことにより説明できるプラスの効果である。

専門分野数が増加すると、特許出願数・社内表彰数が増加する。特許出願数や社内表彰数については、技術者個人が、複数の専門分野の知識を活用することによるプラスの効果が認められている。

逆に、専門疾患領域数が増加すると、論文数

が減少する。論文作成においては、研究対象となる特定の疾患領域における知識の深さを追求することが求められるため、その数が減少したとみることでもできる。

つまり、研究開発成果の指標によって、求められる知識の多様性の質が異なるということがわかる。

(2) 経験の多様性

表6によると、複数の成果指標に対してプラスの影響を及ぼしたのは、海外派遣であり、特許出願・論文数が増加する。年齢が高くなるほど、論文数が増加し、社内表彰数は減少する。一方で、研究開発担当期間が長くなるほど、社内表彰数は増加する。通常、研究開発成果は経年的に増加することが予想されるが、社内表彰数は、加齢に伴い減少する。これには、例えば、近年における社内表彰制度の活発化、若手技術者を優先的に表彰していることなどが理由とし

表5 知識の多様性と研究開発成果

知識の多様性	研究開発成果 ^{注1)}		
	特許出願数	論文数	社内表彰数
博士号 ^{注2)}		(+)	
専門分野数	(+)		(+)
専門疾患領域数		(-)	
入社以来の担当課題数		(+)	(+)

注1) (+) (-) は、回帰係数の符号を表す。

注2) 博士号は知識の深さの指標とみなす。

表6 経験の多様性と研究開発成果

経験の多様性	研究開発成果 ^{注1)}		
	特許出願数	論文数	社内表彰数
年齢 ^{注2)}		(+)	(-)
研究開発担当期間 ^{注2)}			(+)
部門内移動数			(-)
国内拠点内の移動数	(-)		
国内派遣	(-)		(-)
海外派遣	(+)	(+)	
転職経験	(-)		

注1) (+) (-) は、回帰係数の符号を表す。

注2) 年齢および研究開発担当期間は経験的に獲得される多様性の指標とみなす。

て考えられるが、一方で、研究開発担当期間が増加すると、社内表彰数も増加する。これも経験的な効果とみられるが、年齢の場合には、社歴が長くなる過程で、一時的に研究開発部門以外の部門に移動したことなどの影響が認められている可能性も否定できない。

国内移動は複数の成果指標にマイナスの影響を与え、海外派遣はプラスの影響を与える。国内移動によって獲得される経験の多様性を、研究開発成果に結びつけることは、今後の課題である。この理由としては、青島(2005)で指摘されている組織間・組織内移動に伴う技術成果へのマイナスの効果と同様に、情報面・人的ネットワーク面での問題と関連している可能性がある。しかし、海外派遣については、それらを上回るプラスの効果が得られている。

4.2 コミュニケーションの多様性

(1) 社内コミュニケーションの多様性

表7によると、社内コミュニケーションについては、回帰係数が有意(有意水準5%)となったのは、その符号に関わらず、回答者とは異なる専門分野、専門疾患領域、担当課題の技術者とのコミュニケーションであった。このことは、研究開発成果に社内コミュニケーションの多様性が影響を与えているということを示している。

i) 専門分野

異なる専門分野の技術者から相談を受ける頻

度が高いと論文数が増加する。

ii) 専門疾患領域

異なる専門疾患領域の技術者から相談を受ける頻度が高いと論文数が増加する。逆に、異なる専門疾患領域の技術者に相談する頻度が高いと、論文数が減少する。一方、異なる専門疾患領域の技術者から相談を受ける頻度が高いと、特許出願数は減少する。

iii) 担当課題

専門分野・専門疾患領域の異同が明確でないコミュニケーションも想定される。

異なるテーマの技術者に相談する頻度が高いと、論文数が増加し、特許出願数が減少する。逆に、異なるテーマの技術者から相談を受ける頻度が高いと、論文数が減少し、特許出願数が増加する。

基本的に、相談する頻度が高い技術者は、技術的な情報収集・問題解決が必要な状態にある。相談が問題解決に結びつかない場合もあるため、相談する頻度が高い技術者の方が、相談を受ける頻度が高い技術者と比較して、研究開発成果が低いということが予想される。一方、相談を受ける側の技術者には、社内における異分野の技術的問題に関するトピックが集まるため、多方面にわたり問題意識が醸成されることによって、技術的多様性を追求するきっかけとなる可能性もある。このような技術者は、技術融合の際のキーパーソンとなりうるため、高い研究開発成果を上げることが期待できる。

表7 社内コミュニケーションの多様性と研究開発成果

コミュニケーションの多様性(社内)	研究開発成果 ^{注)}		
	特許出願数	論文数	社内表彰数
異専門, 相談を受ける		(+)	
異疾患, 相談する		(-)	
異疾患, 相談を受ける	(-)	(+)	
異テーマ, 相談する	(-)	(+)	
異テーマ, 相談を受ける	(+)	(-)	
キーパーソンのタイプ数		(-)	(+)

注) (+) (-) は、回帰係数の符号を表す。

実際、異なる専門分野および専門疾患領域の技術者から相談を受ける頻度が高いと、論文数が増加する。この場合、当該分野の優れた技術者として社内で認知されていることによる逆相関の影響が懸念される。ただし、技術的問題解決の相談相手を選択する際には、優れた実績を上げているということ以外にも、相談しやすい雰囲気、問題解決に必要なリーダーシップなど、複数の要因が関連している可能性がある。

今回の検討で、回帰係数が5%有意水準を満たした組み合わせについては、論文数と特許出願数が、逆の傾向を示した。一般に、特許出願は、知的財産権保護の観点で、研究開発の初期段階から行われるため、論文発表の方が、同じ研究テーマで比較すると時期的に遅くなることが多い。これは、研究開発の時間軸によって、望ましいコミュニケーションのパターンが異なるということを意味する。

(2) 社外コミュニケーションの多様性

社外コミュニケーションは、社内の技術的多様性が十分ではない場合に、特に有用である。

表8に示すように、論文数については、いずれも、社内コミュニケーションの場合と同様に、回帰係数が有意（有意水準5%）であったのは、その符号に関わらず、回答者とは異なる専門分野、専門疾患領域の技術者とのコミュニケーションであった。

i) 専門分野

社外の同じ専門分野の技術者に頻繁に相談するということは、社内では解決できない技術上の問題が存在することを示しており、実際、特許出願数に、マイナスの影響を与える。

異なる専門分野の社外技術者から相談を受ける頻度が高いということは、専門性の深さを示しており、論文数が増加する。このような技術者は、社内コミュニケーションの場合と同様に、技術融合の際のキーパーソンとなりうるため、高い研究開発成果を上げることができる。一方で、相談する頻度が高い場合には、社内リソースで解決できない問題を抱えている可能性があり、論文数は減少する。

ii) 専門疾患領域

異なる専門疾患領域の社外技術者への相談は論文作成には有効であるものの、相談を受けることが、論文発表にはつながらない。

iii) 問題解決のキーパーソン

表7および表8によると、問題解決のキーパーソンのタイプ数については、社内表彰数は、社内キーパーソンが多いと増加し、社外キーパーソンが多いと減少する。社内キーパーソンが多いと、論文数が減少する。

これは、専門中心主義と組織中心主義の違いによるものであると考えられる。Gouldner (1957) は前者をコスモポリタン、後者をローカルと呼ぶ。

表8 社外コミュニケーションの多様性と研究開発成果

コミュニケーションの多様性 (社外)	研究開発成果 ^{注)}		
	特許出願数	論文数	社内表彰数
同専門, 相談する	(-)		
異専門, 相談する		(-)	
異専門, 相談を受ける		(+)	
異疾患, 相談する		(+)	
異疾患, 相談を受ける		(-)	
キーパーソンのタイプ数			(-)

注) (+) (-) は、回帰係数の符号を表す。

表9 情報源の多様性と研究開発成果

情報源の多様性	研究開発成果 ^{注)}		
	特許出願数	論文数	社内表彰数
担当外の専門分野の学術誌	(+)	(+)	
専門書	(+)		
新聞・一般誌			(+)
市販データベース	(+)		
インターネット		(+)	
市販調査報告書	(-)		

注) (+) (-) は、回帰係数の符号を表す。

4.3 情報源の多様性

表9によると、各種情報源の参照頻度が高いと、特許出願数、論文数、社内表彰数にプラスに作用することが多いが、例外として、市販調査報告書の参照頻度が高いと、特許出願数が減少する。担当外の専門分野の学術誌の参照頻度が高いということは、担当外の研究開発成果にもキャッチアップすることが、特許出願数、論文数という研究開発成果にプラスの影響を与えているということを示している。

4.4 作業仮説の検証

作業仮説の検証に際して、アンケート調査の結果を技術者個人レベルの専門分野および専門疾患領域の技術的多様性という観点でまとめる。

1) 専門分野に関連する技術的多様性

専門分野数は、特許出願・社内表彰数にプラスの影響を与える。コミュニケーションでは、社内および社外の異なる専門分野の技術者から相談を受ける頻度が論文数にプラスに作用する。担当外の専門分野の学術誌の参照頻度も、特許出願数と論文数にプラスに作用する。

つまり、これらの専門分野の多様性は、研究開発成果にプラスの影響を与えるということがわかる。このような技術者は、技術融合の際のキーパーソンとなりうるため、高い研究開発成果を上げることができる。

ただし、社外の異なる専門分野の技術者に相談す

る頻度は、論文数にマイナスの影響を与える。また、社外の同専門分野の技術者に相談する頻度も、特許出願数にマイナスの影響を与える。これらは、社外技術者とのコミュニケーションで得た情報を、研究開発成果に直結させることが、容易ではないことを示したものと見える。

2) 専門疾患領域に関連する技術的多様性

専門疾患領域数は、論文数にマイナスに作用する。コミュニケーションについては、異なる専門疾患領域の技術者に相談する頻度が、論文数に、社内ではマイナス、社外ではプラスに作用する。異なる専門疾患領域の技術者から相談を受ける頻度は、論文数に、社内ではプラス、社外ではマイナスに作用する。特許出願数についても、社内の異なる専門疾患領域の技術者から相談を受ける頻度はマイナスに作用する。

つまり、専門疾患領域の多様性の場合、技術者個人が複数の疾患領域に対する専門性を有することや、社内技術者に相談する頻度は、研究開発成果を高める上で、有効ではなく、むしろ、社外技術者に相談する頻度が高い方が、論文数に対してはプラスの影響を与える。異なる専門疾患領域の技術者から相談を受ける頻度は、社内技術者からの相談が、論文数にプラスに作用することをのぞき、研究開発成果にマイナスの影響を与える。社内の異なる疾患領域の技術者からの相談を受ける頻度が高い技術者は、社内技術融合の際のキーパーソンとなりうることを示すものである。

以上をまとめると、技術者個人が、専門分野における知識・経験、コミュニケーション、情報源の多様性を有することは、研究開発成果にプラスの影響を与える。ただし、社外の技術者から得た専門分野の情報を研究開発成果に結びつけることはできていない。つまり、作業仮説(1)は社外技術者への相談をのぞき、支持されたといえる。

一方、技術者個人が、知識・経験の多様性のうち、専門疾患領域の多様性を有することは、研究開発成果(論文数)に、マイナスの影響を与える。これは、個人の多様性あるいは個人が社内から獲得できる多様性は、論文作成時に要求される知識の深さの面で十分ではないことを示している。実際、社外専門家に高頻度で相談することが有効である。これは、各疾患領域の社外医学専門家との相談の影響とみられる。このように、専門疾患領域の多様性は、専門分野の多様性とは、大きく異なる特徴を示すことがわかる。また、異なる疾患領域の技術者から相談を受ける頻度が高い場合については、プラスとマイナスの結果が混在し、明確な結論が得られなかった。以上をまとめると、作業仮説(2)は、支持されなかったとみることができる。

なお、説明変数のうち、2つ以上の従属変数にプラスの影響を与えたのは、専門分野数、入社以来の担当課題数、海外派遣、担当外の専門分野の学術誌の参照頻度の、4つのみであった。今回、選択した成果指標である特許出願数、論文数、社内表彰数については、それぞれの研究開発成果にプラスの影響を与える説明変数には特徴が認められた。

5. 考察

本稿では、技術的多様性に着目し、それが技術者個人の研究開発成果にどのような影響を与えるのかについて、製薬企業の研究開発組織に所属する技術者を対象とする実証分析を行うことにより明らかにした。具体的には、専門分野の技術的多様性が個人レベルでの研究開発成果

にプラスの影響を与えるということである。なお、本稿では、特許出願数、論文数、社内表彰数という研究開発成果の指標を用いたが、多様性の種類によって、成果が期待できる指標が異なるということも確認できた。

この結果から示唆されるのは、第1に、技術者個人が保有すべき技術的多様性は、企業内での役割分担によって、異なるということである。例えば、部門横断的なプロジェクトの場合、各部門から研究、開発、マーケティング、生産などの専門家が参加する。同様に、研究・開発部門内にも、より細分化された複数の技術的な専門領域にエキスパートが存在する。技術者が自身の専門分野を拡張することも可能であるが、必要な専門知識を有する社内外の専門家に助言を求めることで、より迅速な問題解決が期待できる。このような場合に、技術者が専門外の技術領域についても一定の基礎知識を有することは、問題解決の過程で、コミュニケーション障害やコンフリクトが発生しにくくなるという点で、有用と思われる。実際、専門分野数は、特許出願・社内表彰数にプラスの影響を与える。

第2に、専門疾患領域の多様性に関していえば、急性疾患・慢性疾患、地域毎の人口増加率・有病率・薬価、規制当局の方針などの多様性が存在し、これらに対応するためには、技術系のプロジェクトメンバーにも、それぞれの疾患領域に適した多様な属性が求められる。例えば、東レのレミッチは、当初、鎮痛薬として開発されたが、鎮痛用量での安全性の問題により、新たに低用量での止痒薬としての開発が開始された。現在では、鳥居薬品が血液透析患者におけるそう痒症の改善薬として販売している(長瀬, 2010; 東レプレスリリース, 2013)。つまり、ある作用メカニズムを有する薬剤が、どのような疾患を対象に臨床開発できるのかという検討を行う際に、この種の多様性が求められる。

しかし、専門疾患領域数は、成果変数に、む

しるマイナスに作用した。この種の多様性は、個人レベルではなく、組織レベルで達成される方が、効率的であるということを示唆している。なかでも、企業レベルで、新たな疾患領域に参入する場合には、社外技術者（医学専門家）との連携が不可欠である。

Pelz & Andrews (1966) では、コミュニケーションの頻度および専門領域の多様性は、技術成果と必ずしも線形性を示さないということが論じられている。すなわち、逆U字型の関係が見られるのである。この場合、当然ながら、多様性と技術成果は、直線回帰するものではなく、多様性の増加には調整コストの増加を伴うことが予想される。つまり、最適点に到達した後、技術成果は低下するのである。

次に、知識・経験の多様性のなかでも、移動の効果については、国内移動は研究開発成果に対してマイナスの効果、海外移動（社外）はプラスの効果を与えるという結果が得られた。人材育成の観点から、国内移動において獲得される多様性を研究開発成果につなげるための方策は、今後の検討課題といえる。

コミュニケーションの多様性については、研究開発成果に対する影響を、頻度だけで評価することには、限界があるのかもしれない。コミュニケーションの頻度は、研究開発成果のうち、特に論文数への影響が大きいという特徴がみられる。論文を作成する課程では、社内外の技術者とのコミュニケーションが活発に行われているということがわかる。

情報源の多様性については、情報源の参照頻度が高いと、研究開発成果に対して、プラスの影響を与えることが多い。コミュニケーションと比較すると、情報源の場合は、方向性、パーソナリティー、リーダーシップなどの影響がないため、研究開発成果との関連は評価しやすいと思われる。ここでも、担当外の専門分野の学術誌の参照頻度は、特許出願・論文数にプラスの影響を与えた。現在、担当していない専門分野についても、情報収集を継続している技術者

の研究開発成果が高いということを示している。また、ある程度、継続的に同じ種類の情報源を参照する場合を想定しているため、特定の問題解決に際して、技術者が1度に大量の検索を実施する場合などにおける情報量の問題、さらに、情報の質および新規性についても考慮していない。

以上の実証結果から示唆されるのは、技術融合が求められる製薬産業の場合、技術者個人レベルの専門分野の知識、コミュニケーション、情報源の多様性が、研究開発成果を高める上で、重要な役割を果たすということである。

なお、本稿では、製薬企業の技術者を調査対象としているため、この研究結果が他の業種の技術者に対しても成立するかどうかについては慎重な検討が必要である。この点に関し、Henderson & Cockburn (1994) は、製薬企業のイノベーションの特徴はアーキテクチャ・イノベーションであり、この種のイノベーションへの組織的な取り組みが研究開発の効率を高めることを示している。このことから示唆されるのは、本稿の結果は、高度な技術融合が求められる業界の技術者個人においても成り立ちうる可能性がある。

しかしながら、本稿では調査対象企業が1社であり、調査対象となる技術者は日本人に限定されているという点で限界があることには変わりがない。特に、後者に関しては、日本企業では、長期雇用が原則であるため技術者の長期育成が可能であり、人材の移動はあまり多くはない。一方、人材移動が活発な海外の場合、技術的多様性の影響に関して異なる結果が得られる可能性がある。この点については一定の留保が必要であろう。

謝 辞

本研究を進めるにあたっては、神戸大学大学院経営学研究科における指導教官である原田勉教授をはじめ、原拓志教授、鈴木竜太教授から貴重な御指導をいただきました。アンケート調

査の実施にあたっては、多くの技術者から、御協力をいただきました。また、査読プロセスでは匿名レフェリーの先生方、蔡芒錫前編集委員長より、大変有益なコメントをいただきました。皆様に、心より厚く御礼申し上げます。

参考文献

- Allen, T. J. 1977 *Managing the flow of technology*. Cambridge, MA: MIT Press. (中村信夫訳“技術の流れ”管理法 開発社 1984)
- Ancona, D. G. & Caldwell, D.F. 1992 Demography and design: Predictors of new product team productivity. *Organization Science*, **3**, 321-341.
- 青島矢一 2005 R&D 人材の移動と技術成果 日本労働研究雑誌 **541**, 34-48.
- Gouldner, A. W. 1957 Cosmopolitan and locals: Toward an analysis of latest social roles-I. *Administrative Science Quarterly*, **2(3)**, 281-306.
- 原田 勉 1998 研究開発組織における3段階のコミュニケーション・フローゲートキーパーからトランスフォーマーへー 組織科学, **32(2)**, 78-97.
- 原田 勉 1999 知的転換の経営学 ナレッジ・インタラクションの構造 東洋経済新報社.
- Harada, T. 2003 Three steps in knowledge communication: The emergence of knowledge transformers. *Research Policy*, **32(10)**, 1737-1751.
- Henderson, R. M. & Clark, K. B. 1990 Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, **35(1)**, 9-30.
- Henderson, R. & Cockburn, I. 1994 Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research. *Strategic Management Journal*, **15(S1)**, 63-84.
- 小池和夫 2005 第1章 知的熟練 仕事の経済学 (11-26) 東洋経済新報社.
- 今野浩一郎 1991 第1章 技術者のキャリア 大卒ホワイトカラーの人材開発 (28-62) 東洋経済新報社.
- 小阪玄次郎 2009 技術開発成果に影響する人員・集団の諸特性：多様性と時間的変化に関する文献レビュー 一橋商学論叢, **4(1)**, 24-34.
- 小阪玄次郎 2011 研究開発組織における集団ベースの多様性と個人ベースの多様性：セラミックコンデンサ業界を事例として 組織科学, **45(2)**, 74-86.
- 桑嶋健一 2006 不確実性のマネジメント 日経 BP 社.
- Leonard-Barton, D. 1998 *Wellsprings of knowledge*. Boston: Harvard Business School Press. (阿部孝太郎・田端暁生訳 知識の源泉 ダイヤモンド社 2001)
- 森田 桂 2000 新薬はこうして生まれる 日本経済新聞社.
- 長瀬 博 2010 ナルフラフィン塩酸塩(レミッチカプセル)の設計・合成とその薬理学的特性 日本緩和医療薬学雑誌, **3(4)**, 115-122.
- Pelled, L. H. 1996 Demographic diversity, conflict, and work group outcomes: An intervening process theory. *Organization Science*, **7**, 615-631.
- Pelz, D. C. & Andrews, F. M. 1966 *Scientists in organizations: Productive climates for research and development*. New York: Wiley. (金子 宙訳 創造の行動科学 ダイヤモンド社 1971)
- Pisano, G. P. 2006 *Science business the promise, the reality, and the future of biotech*. Boston: Harvard Business Review Press. (池村千秋訳 サイエンス・ビジネスの挑戦 バイオ産業の失敗の本質を検証する 日経 BP 社 2008)
- Reagans, R. & Zuckerman, E. W. 2001 Networks, diversity, and productivity: The social capital of corporate R&D teams. *Organization Science*, **12(4)**, 502-517.
- Shook, R. L. 2007 *Miracle medicines*. New York: Portfolio Penguin. (小林 力訳 新薬誕生 ダイヤモンド社 2008)
- 東レ プレスリリース 東レの「 κ 型オピオイド受容体作動薬ナルフラフィン塩酸塩の発明」が平成 25 年度全国発明表彰「発明賞」を受賞 (2013.6.19).
- (平成 26 年 5 月 1 日受稿, 平成 27 年 8 月 10 日受理)