

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	R & D人的資源動員の定量化に基づく企業R & Dマネジメントの研究
Title(English)	
著者(和文)	橋本健
Author(English)	Ken Hashimoto
出典(和文)	学位:博士(技術経営), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9251号, 授与年月日:2013年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:藤村 修三,日高 一義,青島矢一,調 麻佐志,辻本 将晴,梶川 裕矢
Citation(English)	Degree:Doctor (Management of Technology), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9251号, Conferred date:2013/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

2013 年度 学位論文

R&D 人的資源動員の定量化に基づく
企業 R&D マネジメントの研究

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 イノベーション専攻

橋本 健

論文要旨

本論文は、「R&D 人的資源動員の定量化に基づく企業 R&D マネジメントの研究」と題し、以下の9つの章から構成されている。

第1章「序論」では、人的資源動員・配分が企業 R&D マネジメントの重要な意思決定事項であるにもかかわらず、従来は定量的に分析されることが少なかったという本研究の背景と問題意識および本研究での企業 R&D マネジメント動態分析の枠組みについて述べている。

第2章「先行研究レビューおよび本研究の対象と位置づけ」では、イノベーション、特許分析、インクジェット(IJ)に関する技術と製品開発の三つの観点から先行研究を概観し、本研究の独自性が、発明者数の動的变化（年間発明者数の経年推移；発明者数はさらに各年の新参発明者数と経年後の残存率に分解し、それぞれの経年変化挙動も評価する）に注目した意思決定要因の追究、および事後の市場視点ではなく事前の R&D 視点（技術選択等）重視の分析である点を述べている。そして同時に、技術選択の異なるキャノン（C社）サーマル・インクジェット(TIJ)とセイコーエプソン（SE社）ピエゾ・インクジェット(PIJ)の比較に研究の焦点を当てることの妥当性についても説明している。

第3章「研究方法」では、公開特許に基づく企業別発明者数の動的变化と新参発明者数指標の算出方法、C社とSE社の企業公式ホームページと関連学会の解説論文等を用いた R&D アウトプット指標としての新規製品技術の客観的抽出方法について述べ、本研究の新指標と既存文献の定性記述との共通点や差異について説明している。

第4章「発明者数の構造分析：発明者数と技術者数、マネジメントの関係」では、各年の発明者数を各年の「新参発明者数」と経年後の「残存率」の関数として捉え、「発明者数の動的变化」が組織外からの人的資源動員、組織内での人的資源活動状況および組織の新陳代謝を反映した指標であることを明らかにしている。その上で残存率の分析とC社、SE社の特定事例調査から、発明者数とR&D技術者数は等しくなく、その差は p 年間に1年だけ発明者として登場する「 $1/p$ 」発明者効果で説明できること、そして組織外からの動員効果に焦点を当てた「仮想発明者数の動的变化」を算出することにより、人的資源動員増強の意思決定ポイントの推定を可能にしている。さらに、残存率の変動を利用して残存率モデル値 $+3\sigma$ （標準偏差）相当の発明者数をR&D技術者数の推算値とする考え方も提示している。

第5章「発明者数と特許件数の関係」では、企業別に各年の発明者数と公開特許件数の相関を分析し、さらに全分野とIJ分野の特許件数の比較を行い整理した。そしてその結果に基づき、特許件数を発明者数の代用とする利点はないが、企業知財方針の推定（全分野件数）やIJの該企業内での重み推定（IJ出願比率）の補助指標として有用であることを示している。

第6章「C社とSE社のIJ開発の流れとアウトプット」では、TIJとPIJの技術的特徴と長所短所を整理し、2社の「新規製品技術」を抽出している。これをR&Dアウトプットとすると、2社のアウトプット・インプット比、すなわち（新規製品技術数）/（累積発明者数）はほぼ等しいこと、しかし質的には、C社は高難度の「普通紙カラー高画質」、SE社は「IJ専用紙カラー高画質」と異なるR&D戦略を採用していたことを明らかにしている。また産業レベルでは発明者数が製品出荷量（アウトカム）の先行指標になる可能性を示している。

第7章「IJ発明者数の動的变化とR&D活動との対応」では、各社のR&D活動に関する既存文献記述詳細と発明者数の動的变化を対比し、第4章で推定した人的資源増強の意思決定ポイントの妥当性を含

めて、発明者数の動的変化が R&D 人的資源動員マネジメントの定量代用指標となり得ることを確認している。

第 8 章「定量化で明示された R&D マネジメントの違いに関する考察」では、C 社と SE 社の人的資源動員の差を事前の R&D 視点から分析し、2 社の「発明者数の動的変化」パターンは異なるが、資源増強期間を線形近似しその「傾き」を定量指標とすると、資源増強は小動員と大動員に大別できることを明らかにしている。その上で、2 社の差の比較考察から、SE 社の異なる R&D 戦略は、SE 社 PIJ の当時の技術制約で説明できることを示し、小動員での C 社への対抗や製品差別化に繋がった可能性を指摘している。また大動員の意思決定の要因として自社新規技術の発展性への確信があることを推察している。

第 9 章「結論」では、本論文の新たな成果、得られた含意、今後の方向性を総括している。

以上、本研究は、発明者数の動的変化が R&D 人的資源動員の定量代用指標として用いることが可能であること示した上で、それにより資源動員の意思決定要因、人的資源動員と R&D 戦略、技術選択や技術制約との相互関係などを推察することが可能であることを示した。定性的研究を定量的に補完し、イノベーションを促進する R&D マネジメントの理解深耕に貢献すると考えられる。

A New Method to Analyze a Firm's R&D Management
Based on Dynamic Change in the Annual Number of Inventors

This research addresses a new method to quantify long-term R&D management of established firm towards technological innovation from early research phase to business development phase, using two measures for R&D management: dynamic change in the number of inventors (DCNI) for human resource mobilization, and transition of newly developed product technologies (NDPT) for knowledge creation. Based on the above concept, the inkjet (IJ) innovation in Japan during 1976 – 2005 has been investigated to discuss management differences among Japanese IJ firms, focusing on the difference of technology selection between Canon's thermal inkjet (TIJ) and Seiko Epson's piezoelectric inkjet (PIJ).

Analyses of DCNI as a function of annual number of newcomer-inventors (NC) and its survival ratio (SR) change with time reveal that DCNI reflects intra-organization human resource allocation as well as inter-organization human resource mobilization. Variation of SR indicates that “1/p inventor effect” generates some gap between the number of inventors and that of actual researchers and engineers. Using this variation, an idea to estimate the number of actual researchers and engineers is proposed. Contrarily, virtual DCNI removed the influence of SR variation enables us to estimate the decision-making year for R&D human resource increase, and the estimated years are recognized as appropriate referring to existing documents.

DCNI figures showed that human resource mobilization in Canon was quite different from that in Epson. Although R&D output quantity such as cumulative number of NDPT proportionally depended on that of inventors inputted both in Canon and Epson, transition of NDPT revealed R&D strategy difference between Canon's “high quality on plain papers” and Epson's “high quality on IJ special papers”.

Factors influencing these differences are examined mainly from technology viewpoints. The results suggest that they can be explained in terms of technology selection difference: relative disadvantages of Epson's PIJ on plain papers against Canon's TIJ. A hypothesis of factors to determine resource mobilization scale is proposed.

目次

第1章 序論	1
1.1 はじめに	1
1.2 本研究の基本的な問いと問題意識	2
1.3 研究の基本デザイン	3
1.4 本論文の構成	8
第2章 先行研究レビューおよび本研究の対象と位置づけ	9
2.1 先行イノベーション研究の概観	9
2.2 特許情報を利用した企業 R&D マネジメント分析に関する先行研究	15
2.3 日本の IJ 技術イノベーションのマネジメントに関する先行研究	19
2.4 本研究の対象	23
2.5 本研究の意義	25
第3章 研究方法	26
3.1 R&D 資源動員を主体とするマネジメント分析のための特許情報調査	26
3.2 IJ 技術の調査および各社の「新規製品技術」の調査	27
3.3 新たな方法・指標の有効性の検討	29
<u>PART I 発明者数指標の特徴と R&D 人的資源動員の定量化</u>	
第4章 発明者数の構造分析：発明者数と技術者数，マネジメントの関係	32
4.1 発明者数の動的变化	32
4.1.1 発明者数および新参発明者数の動的变化挙動	32
4.1.2 新参発明者数の経年減少特性と特異年	35
4.1.3 残存率の動的变化（経年減少特性）	38
4.2 発明者数と R&D 人的資源動員（R&D 技術者数）の関係	43
4.2.1 2段階線形近似モデルによる発明者数補正と R&D 技術者数の推算	43
4.2.2 R&D 初・中期の発明者数と R&D 技術者数の関係: C 社と SE 社の事例から	48
4.3 新参発明者関連指標による R&D マネジメントの分析	52
4.3.1 残存率の動的变化による先発 2 強と後発 3 社の R&D マネジメント比較	52
4.3.2 新参発明者関連指標と R&D マネジメントの関係	56
4.4 小括：発明者数と R&D 技術者数，マネジメントの関係	57

第 5 章 発明者数と特許件数の関係	62
5.1 5 社の IJ 関連公開特許件数の動的变化	62
5.2 R&D マネジメントの視点で公開特許件数の意味を考える	66
5.3 全分野の出願の中で対象技術領域の出願が占める割合と企業 R&D マネジメント	69
5.4 小括：公開特許件数の位置づけ	70

PART II 企業間 R&D マネジメントの違いに関する比較分析

第 6 章 キヤノンとエプソンのインクジェット開発の流れとアウトプット	72
6.1 インクジェット技術の黎明期	72
6.2 キヤノン (C 社) TIJ 方式とエプソン (SE 社) PIJ 方式の違い	77
6.3 C 社の TIJ 技術・製品開発の流れ：「新規製品技術」の抽出	83
6.4 SE 社の PIJ 技術・製品開発の流れ：「新規製品技術」の抽出	87
6.5 C 社と SE 社のインプットとアウトプット	89
6.6 小括：C 社と SE 社の IJ 技術とアウトプット	92
第 7 章 インクジェット発明者数の動的变化と R&D 活動との対応	93
7.1 C 社, SE 社+3 社の IJ 発明者数の動的变化パターンの概観	93
7.2 発明者数の動的变化と R&D 活動との対比 (1) C 社のケース	94
7.3 発明者数の動的变化と R&D 活動との対比 (2) SE 社のケース	100
7.4 発明者数の動的变化と R&D 活動との対比 (3) R 社, FX 社, B 社	104
7.5 小括：発明者数の動的变化と R&D 活動の対応	106
第 8 章 定量化で明示された R&D マネジメントの違いに関する考察	108
8.1 発明者数の動的变化の線形近似	108
8.2 1990 年前後の C 社と SE 社の R&D 人的資源動員の比較考察	109
8.3 C 社と SE 社の技術選択と R&D 資源動員の関係	114
8.4 SE 社の 2000 年以降の大動員について	118
8.5 小括：R&D 人的資源動員マネジメントの意思決定要因に関する仮説	121
第 9 章 結論	122
9.1 結論 (主要な発見, 成果)	122
9.2 残課題と今後の展望	123

補章 今後の展開に向けた示唆	124
A.1 発明者数の動的変化のパターンと R&D 戦略の特徴について	125
A.2 実務の立場で「R&D 合理性」を考える	126
A.3 技術イノベーションを促進する企業 R&D マネジメントの要因：実務的含意	129
A.4 知識創造のインプット：累積「新参発明者数」	130
謝辞	131
参考文献	132

第1章 序論

1.1 はじめに

本研究は、企業レベルのイノベーション、特に既存企業がそれまで基盤としてきた既存技術とは異なる新規技術に基づいて、新製品を開発し新市場を創出するタイプの技術イノベーションを対象として、企業 R&D マネジメントの分析を行う。新規技術がアイデア探索や原理の研究から要素技術、新製品開発、そして新事業開発、新市場創出へと展開されていく間の長期 R&D 動態を、人的「資源動員」に着目して定量指標化することで、企業間の R&D マネジメントの違いや人的資源動員と知識創造の相互関係を追究する新たな企業 R&D マネジメント研究方法の開発を目的としている¹。

個別企業のイノベーション事例に基づいて、その R&D マネジメントやイノベーション・マネジメントの成功・失敗要因を追究した先行研究は多いが、大半は企業内部の「知識創造」プロセスと R&D やイノベーションのアウトプットもしくはアウトカムとの相互関係に関する分析であり、かつ当事者へのインタビュー結果に基づく定性的研究が主流である²。本研究は、新規技術で新市場を創出したインクジェット (IJ と略記)・イノベーションを対象として、まず (1) 特定領域に対する企業 R&D マネジメントの人的資源動員の動態を、該技術領域に於ける企業別「発明者数の動的変化」や「新参発明者数指標」を代用指標として定量化する研究手法 (定性的研究への定量指標の導入) を提案する。次いで (2) 該手法ではじめて浮き彫りになる企業間の違い、成功企業間でも異なる R&D 人的資源動員の違いを追究し、R&D マネジメントに影響を与える要因の明確化を検討する。従来の研究は製品仕様と市場受容性に着目した「事後の市場視点」に基づく分析が多いが、本研究はそれを補完する「事前の R&D 視点」(技術原理選択の影響、等) から人的資源動員 (R&D のインプット) と知識創造 (R&D のアウトプット) の相互関係を分析・考察することを試みる。そして技術イノベーションを促進する要因の探索等、今後の企業 R&D マネジメント研究への貢献を意図した。

¹ 本稿では「R&D」を、新規事業や新規技術の構想アイデア探索・発案、機能発現原理の研究から要素技術開発、生産技術開発、新製品システムの設計・開発までをカバーする広範な活動として捉えている。R&D に対する代表的な定義の一つである OECD の定義 (たとえば OECD Factbook 2011-2012 参照) と対比すると、厳密な比較は困難だが、概ね applied research と experimental development に対応する。また、「新規技術」の用語は、本稿では、原則として既存技術と機能発現原理が異なる新たな技術に対して使用する。「事業開発」は、単独の製品設計・開発ではなく、一連の製品群が並行して設計・開発される段階の R&D を意味する用語として使用する。

² ここでは軽部・武石・青島 (2007) や武石・青島・軽部 (2008) に倣って、イノベーションおよびその手段である企業の R&D 活動を「知識創造」プロセスと「資源動員」プロセスに分けて議論している。なお既存研究の詳細に関しては、後述する。

1.2 本研究の基本的な問いと問題意識

本研究の基本的な「問い」は、「技術イノベーション実現に向けた企業 R&D マネジメントの動態を定量化できないか」である。企業が、既存事業とは異なる新規技術や新規な価値提供コンセプトで新たな市場を創出しイノベーションとして結実させるためには、まずそれらの原点となる知識創造のための資源配分が必要である。そして最初のアイデア探索・創造から新規な製品の開発・実用化に至るまで、知識創造と共に継続的な資源動員が必須である。企業の R&D マネジメントを単純化して表現するならば「どんな出口 (=市場・顧客価値) を想定して、どういう技術を創造・選択し、いつどのくらい資源を投入するか」といえるであろう。

しかしながらイノベーションであれ、その手段である R&D マネジメントであれ、知識創造に関する研究は多く行われてきたが、資源動員に関する研究は必ずしも多くない³。日本企業に対する研究では、たとえば軽部・武石・青島 (2007) や武石・青島・軽部 (2008) が 18 件の大河内賞受賞事例を題材としてイノベーションへの資源動員正当化の理由を分析し、客観的・普遍的経済合理性だけでは説明困難であり、特定の主体固有の主観的・局所的な理由が重要である、と結論している。この一連の研究は、将来の知識創造と資源動員の統合研究の重要性にも言及しており、本研究の方向検討に対しても多くの示唆を与えてくれた。しかし、どの段階のどんな資源のどの程度の動員が問題にされたのか、資源動員詳細の定量的な議論は行われていない。従来資源動員に関する先行研究では、関係者へのインタビューや質問票の回答に基づいて R&D マネジメントの意思決定や資源動員状況を定性的に記述するケースが多いが、マネジメントの重要な決断を反映する「いつどのくらい資源を投入」に対する定量的言及は少なく断片的なデータ提示に留まっていた、とあってよい。国・産業レベルのイノベーションに対しては、イノベーションのインプットとアウトプットやアウトカムとの相互関係が定量的に議論される場合が多いが (たとえば OECD Factbook 2011 – 2012)、企業レベルのイノベーションでは、インプットに対応する資源動員とアウトプット、アウトカムの相互関係を定量的に議論した例が見当たらないことは不思議である。R&D パフォーマンスと対応するアウトプットやアウトカムの定量指標としては、企業や技術領域別の特許出願件数、同

³ 先行研究の詳細は、第 2 章で一括して述べる。

登録件数，学術論文数，そして企業や事業・製品別の売上高，出荷量，利益，等が比較的利用しやすく，これらの定量指標は先行研究でもよく採りあげられている。しかし，複数の企業間，組織間の R&D マネジメントを比較分析するためには，アウトプット指標やアウトカム指標の定量化だけではなく，資源動員と対応するインプット指標を定量化し，インプットとアウトプットのセットで比較することが必要であろう。以上の問題意識に基づき，技術イノベーションを促進する企業 R&D マネジメントを追究するためには，新規技術 R&D マネジメントの重要なポイントである R&D 資源動員の動態を，インプット指標としてまず定量的に把握可能とすることが重要だと考えた。

そしてその定量データを，既に多くの先行研究による蓄積がある資源配分・動員の意思決定や正当化理由，R&D 知識創造の諸活動，R&D プロセスと R&D パフォーマンスとの関係に関する定性的な知見と対比し，定性的研究のバイアス効果を減じつつ両者を組み合わせることができれば，イノベーションを促進する R&D マネジメントの究明に有効かつ重要な貢献が可能と考えた。

1.3 研究の基本デザイン

本研究では，新規技術で 1 兆円を越える新市場を創出し，かつ複数の日本企業が有力プレイヤーとして活躍する水性インクジェット (IJ)・プリンタの技術イノベーションに着目した。特に国内二大勢力であるキヤノン (C 社と略記) とセイコーエプソン (SE 社と略記) を主対象として，インクジェットに関する 2 社の R&D マネジメントを比較分析する⁴。2 社の IJ イノベーションを対象とした理由は三つある。第一は，2 社を含むプリンタ企業が従来から R&D マネジメント研究の対象となっており (Takeuchi and Nonaka, 1986)，さらに 2 社の IJ 技術イノベーションに関する既存研究も多いことから，本研究の汎用性が期待し得ることである。IJ 技術イノベーションの既存 2 次資料が豊富なことは，本研究の定量データ (R&D 資源動員) との対比によって本研究の妥当性チェックが可能なことも同時に意味する。第二は C 社がサーマル方式 (Thermal Ink Jet, TIJ と略記)，SE 社がピエゾ方式 (Piezoelectric Ink Jet, PIJ と略記) と異なる IJ 技術原理を採用しており，技

⁴ 日経産業新聞 (2012.7.30 ; データ出所はガートナー・ジャパン) によると 2011 年の IJ プリンタ世界市場は出荷 8010 万 9000 台で，市場シェアは①米国 HP 社 (48.2%)，②C 社 (22.5%)，③SE 社 (19.2%) と 3 社で約 90% を占める。国内市場は①SE 社 (46.2%)，②C 社 (37.2%) の 2 強で 80% 以上を占めている。本研究では主に C 社と SE 社を比較分析するが，1990 年以降に汎用水性 IJ プリンタを独自開発・販売した 3 社，リコー (R 社)，富士ゼロックス (FX 社)，ブラザー工業 (B 社) も必要に応じて比較議論する。

術選択が資源動員や知識創造に及ぼす影響や知識創造と資源動員の相互作用に関する分析への発展が期待し得ること。そして第三は、著者がIJ分野の知識を有するため詳細な分析・考察が可能なことである⁵。図1-1に国内企業のIJプリンタ出荷量推移を、図1-2にIJプリンタの国内企業別出荷額シェア推移をC社とSE社の対比を主体に示した。

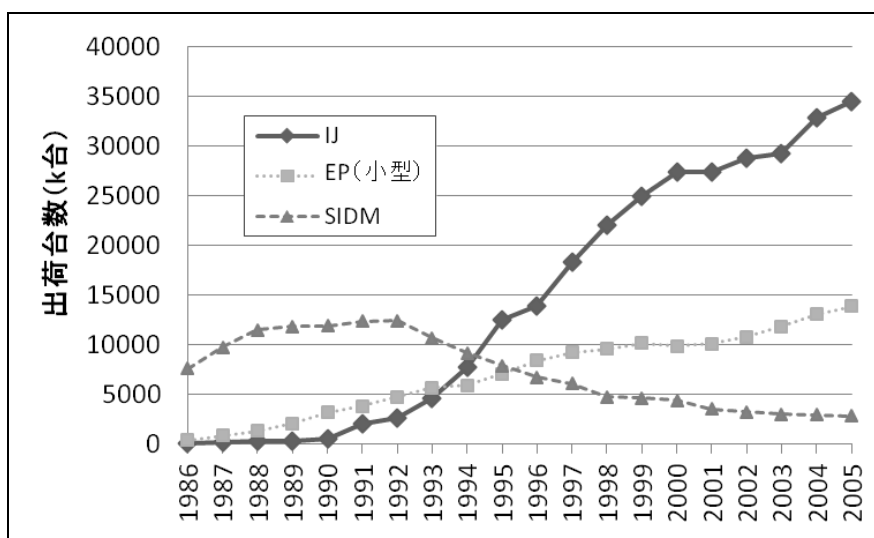


図1-1 国内企業のIJプリンタ出荷量推移 (1986年～2005年)

補注1) 日本マーケットシェア事典 (矢野経済研究所) のデータに基づき著者作成。IJプリンタと共にインパクト・プリンタ (IPと略記, SIDMはIPの主力方式), 電子写真プリンタ (EPと略記; 台数はIJ>EPだが金額はEP>IJと逆転) の出荷量推移も参考併記した。

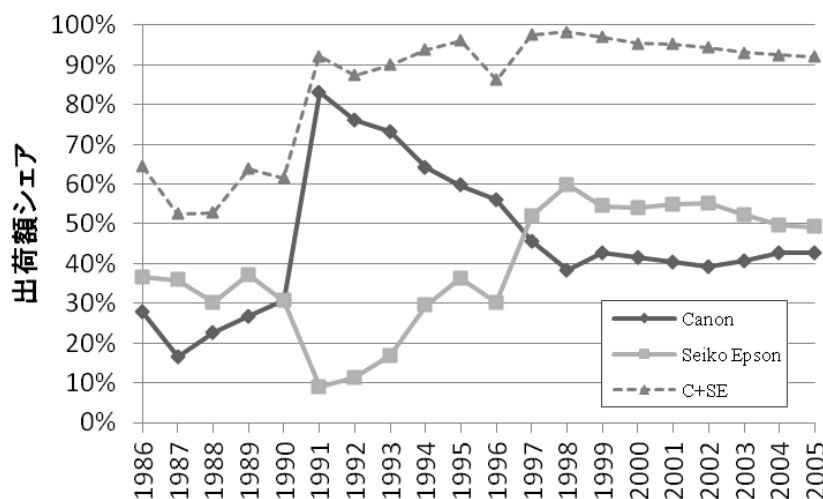


図1-2 国内企業別IJプリンタ出荷額シェア (1986年～2005年)

補注1) 日本マーケットシェア事典 (矢野経済研究所) のデータに基づき著者作成。

⁵ 著者は、大手情報機器企業において2種のIJ技術 (TIJおよびPIJ) や感熱転写, 電子写真を含む多様な画像記録技術, 同材料技術のR&DおよびR&Dマネジメントの経験を有する。

本研究の主テーマである企業の R&D 資源動員の動態を、如何にして定量的に把握するか。R&D 資源動員の定量指標としては、研究開発費や設備投資費が代表的である。これらは各企業において事業が確立され軌道に乗った後の段階ならば、各事業別の情報が開示される場合が多く、事業確立後の R&D および生産マネジメントの定量指標としては有用である。しかし新規技術が製品化され、新規事業が軌道に乗る以前の段階では、その特定新規技術の研究開発費や設備投資費が公開されることは稀である。新市場創出に向けた新規技術の研究、技術選択、製品開発、等に絡む R&D マネジメントと対応する R&D 初期段階の資源動員指標としては採用し難い。また、新規技術・製品開発を立ち上げていく際の R&D マネジメントは、こういった「金」資源よりも新たな R&D 組織の設計・構築と直結し、調達もより難しい「人」資源、つまり R&D 技術者の動員が重要な意味を持つと考えられる。さらには知識創造を担う「人」資源の定量指標化ができれば、イノベーションの両輪である知識創造と資源動員両プロセスの統合的研究も視野に入り得る。しかしながら企業内の全 R&D 技術者数は有価証券報告書等で調査可能な場合もあるが、特定の新規技術領域の R&D 技術者数は、関係者へのインタビュー等を通じて得られる断片的情報を除き、公開されることはほとんどない。一方、特許は研究段階であれ事業が軌道に乗った後であれ、容易に入手、調査可能であり、新規技術・製品を立ち上げていく際の最重要資源であろう「人」資源情報が得られる点に注目した。企業のある技術領域の発明者数が該領域の R&D 技術者数を反映しているならば、発明者数データから、知識創造の担い手である「人」資源 (=R&D 技術者) 動員が定量化可能と推測し、公開特許「発明者数」と「発明者数の動的変化」を R&D「人」資源動員の動態と対応する代用定量指標候補、つまり R&D の定量インプット指標候補とした⁶。

では、R&D (知識創造) のアウトプット指標をどう捉えるか。通常 R&D のアウトプット指標として用いられることが多い公開特許件数や特許登録件数は、当り前のアウトプット指標候補となり得る。しかし特許の内容が玉石混淆であることはよく知られているし、企業が R&D 技術者を動員する主目的は、特許出願・登録というよりも新規技術をベースにした新製品を開発することである。したがって特許件数より新製品数の方がアウトプット指標候補として相応しいとあってよい。しか

⁶ 企業の特定技術領域の年間公開特許から、重複を除いた年間発明者数(頭数)を求め、それを該企業の該技術分野の年間「発明者数」とした。「発明者数の動的変化」は、その「発明者数」の経年推移を意味する。詳細は、第3章の「研究方法」を参照。

し、新規技術が単発の新製品で消滅するのではなく、複数の製品ラインや多様な製品バリエーションを有する新規事業として成長軌道に乗るまでの長期間の R&D 動態を研究対象とする場合は、新製品といってもいろいろである。確かに、新規技術に基づく最初の新製品はアウトプットとしての位置付けが分かりやすいが、以後、毎年発売される新製品群の内訳は、旧製品の僅かな改良品から画期的な新要素技術を導入した製品まで多種多様であろう。そこで、「新規製品技術 (=製品に搭載された新規キー技術)」の件数を R&D マネジメントの定量アウトプット指標候補として新たに想定した。この「新規製品技術」をどんな方法で抽出するかが、ひとつの検討課題となる。アウトカム
の定量指標としては、一般的な製品出荷量を採用した。

本研究で提案する企業 R&D マネジメント動態分析の基本的な枠組みを、図 1-3 に概念図として要約した。この枠組みに基づき、本研究は次のステップで進める。

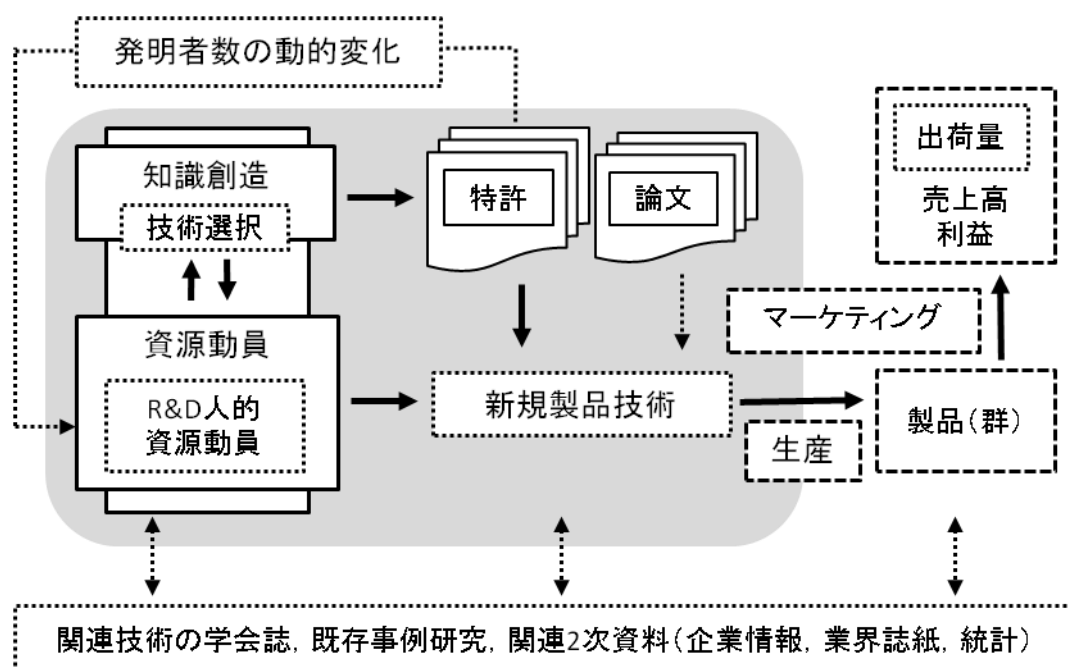


図 1-3 本研究における企業 R&D マネジメント動態分析の枠組み

補注 1) 「網掛け背景領域」が本研究で R&D マネジメントの対象とする領域を示す。

<本研究のステップ>

(0) 国内 IJ 関連企業 5 社の IJ 発明者数の経年推移（動的变化）を概観

(1) 発明者数の動的变化が、該技術分野の R&D 人的資源動員（=R&D 技術者数）の動的变化の代用指標といえるか否かを、各年の新参発明者数に着目した発明者数の構造分析によって追究するとともに、新参発明者（数）特性自体が人的資源動員の内容理解に有用であることを示し、R&D 人的資源動員の定量化法を提示する。

(2) C 社, SE 社の IJ 技術選択と R&D 活動の経緯を既存文献の記述と IJ 関連学会の「解説論文」から抽出した 2 社の新規製品技術（製品に搭載された新規キー技術；R&D アウトプット）によって整理し、発明者数（および新参発明者数）の動的变化との対応を確認，考察する。
→ 本研究の方法で明確になった 2 社の人的資源動員状況の違いを，R&D 知識創造アウトプットとの相互関係を中心に R&D 視点（技術原理選択の影響）に基づいて比較分析し，R&D 人的資源動員マネジメントの意思決定要因を追究，仮説を導出する。

1.4 本論文の構成

本論文の本体は全9章+補章で構成されるが、それら各章の流れと位置づけを図1-4に要約した。

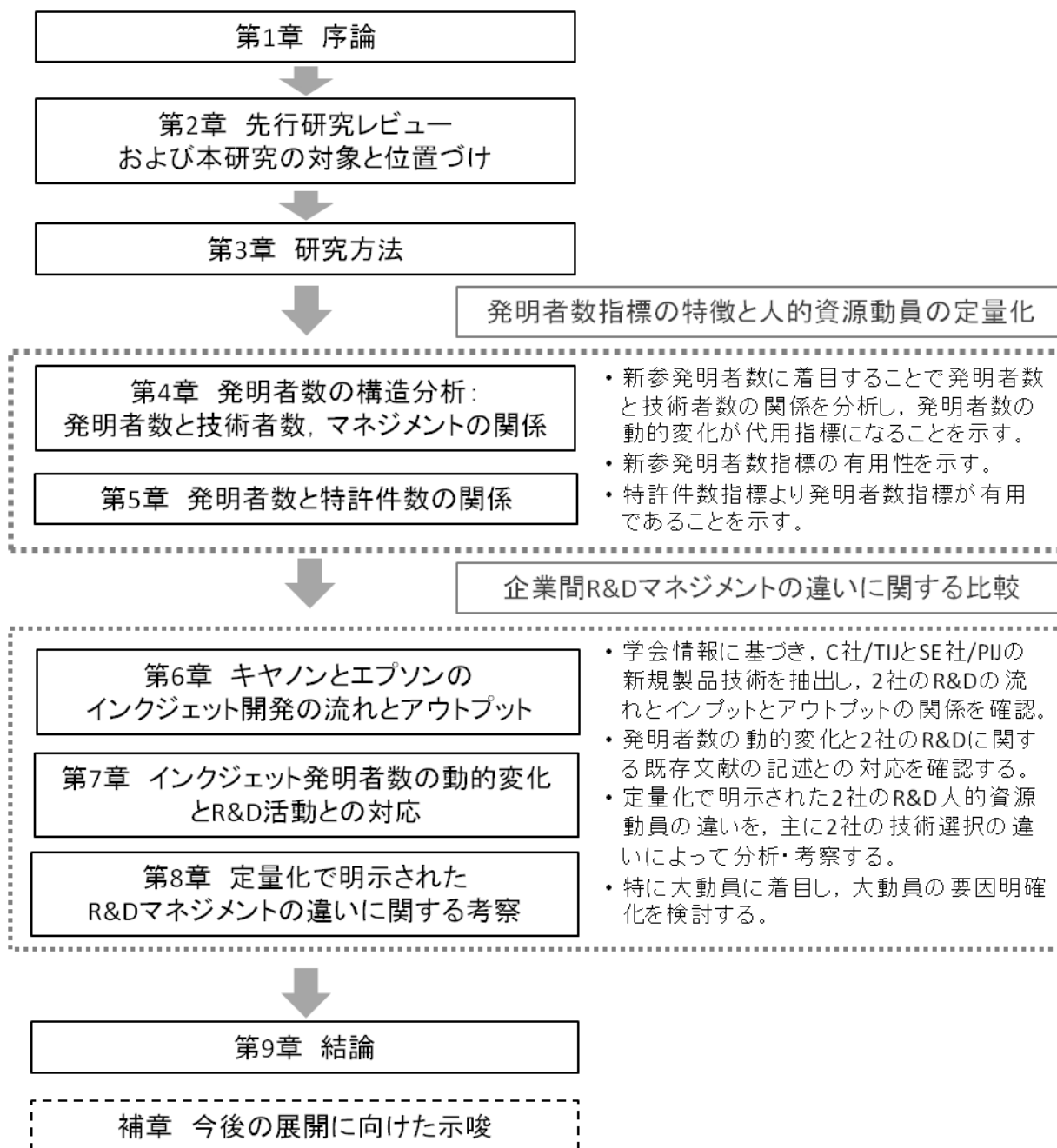


図 1-4 本論文の各章の位置づけ

第2章 先行研究レビューおよび本研究の対象と位置づけ

2.1 先行イノベーション研究の概観

Brown and Eisenhardt (1995) や青島 (1997) が指摘したように、イノベーション研究には二つの流れがある。ひとつは国や産業レベルのイノベーションを対象とした研究であり、主に経済学をベースとした研究の流れである (たとえば Dosi, 1988; Griliches, 1998; 後藤, 1998; 永田, 1998; 渡辺・宮崎・勝本, 1998)。発明 (インベンション) とイノベーションの間の障壁である「死の谷」や「ダーウィンの海」で知られる Branscomb and Auerswald (2002) や OECD の統計データベースと調査・研究, さらに日本政府機関の調査・研究もこの流れとして位置づけられるであろう。産業や技術の進化・競争と経済成果・成長の相互関係を国レベルや産業レベルで明確にすることが主眼であり、定量指標を用いてイノベーションのインプットとアウトプットやアウトカムの相関を統計的に分析したり、数学モデルを検討する定量的研究が主体である。R&D や技術イノベーションに関連した定量指標は、科学技術関連の統計と連動して整備が進み、OECD (経済協力開発機構) の *main science and technology indicators*⁷ や NSF (全米科学技術財団) の *science and engineering indicators*⁸ がよく知られている。日本の同様の指標としては NISTEP (文部科学省 科学技術政策研究所) の科学技術指標⁹ や経済産業省の知的財産戦略指標¹⁰ の検討がある。R&D や技術イノベーションのインプット指標としては研究開発費と研究者・技術者数が、アウトプット指標としては特許出願 (公開) 件数もしくは特許登録件数と学術論文数が概ね基本であり¹¹、アウトカム指標としては国レベルでは GDP, 国・産業レベルでは TFP (全要素生産性) が代表的な指標として用いられ¹²、多くの分析が行われてきた。しかしながら、イノベーションのキャラクタライズがまだ十分とは言えない状況であることは、いまだにイノベーションの指標や測定手法の探索が継続されていることから分かる (たとえば NISTEP, 2007; NISTEP, 2008)。

⁷ OECD 科学技術統計関連のホームページ (http://www.oecd.org/department/0,3355,en_2649_34451_1_1_1_1_1,00.html) 参照。

⁸ NSF のホームページ (<http://www.nsf.gov/statistics/seind10/>) 参照。

⁹ たとえば文部科学省 科学技術政策研究所 科学技術基盤調査研究室, 科学技術指標 2011 (2011)を参照。

¹⁰ たとえば経済産業省, 知的財産戦略指標の策定に向けた中間整理 (2004)を参照。

¹¹ 指標の用途に応じて、これらの基本的な指標をそのまま使用するだけでなく、たとえば規模の効果を除くために研究開発費/GDP や研究開発費/研究者数のように相対指標に加工して、あるいは重要な特許や論文に着目するために3極出願件数や論文の被引用件数といった工夫をして用いる場合も多い。

¹² 企業レベルのアウトカム指標としては、売上高や営業利益が代表的な定量的指標となる。

確かに、イノベーションの指標や測定手法には改善の余地があると思われるが、このインプットとアウトプットやアウトカムを定量的に対比する分析や長期間の動態へ着目は、ミクロな企業レベルや企業内組織レベルの R&D マネジメント分析にも有用で参考にすべきと考えられる。たとえば R&D と特許出願に関する分析は幾つかの参考視点を提示してくれる（たとえば Kondo, 1995; 鈴木, 2002; 長岡, 2004）。また、1960 年代から 1990 年代の長期業績推移データに基づいて、日本製造業の資本効率が 1980 年代初頭から低下し始めていたことを示し、1980 年代に注目された日本企業の行動が過剰評価だったと指摘した分析（加藤, 2003）¹³、や日本製造企業の研究開発費が 1986 年以降、設備投資額を上回るようになった逆転現象に着目して、この逆転を製造業から創造業へのパラダイムシフトと捉えた研究（児玉, 1991）¹⁴、逆に国内企業の研究開発効率低下という観点から捉えて、企業レベルの研究開発の生産性に関して多様な問題提起を行った研究（榊原・辻本, 2003）¹⁵ は、定量指標をベースにした産業レベルと企業レベルを結ぶ研究として示唆に富む。

イノベーション研究のもうひとつの流れは、よりミクロな企業や企業内組織さらには個人レベルに着目し、イノベーションのメカニズムを主に企業組織内部の要因に基づいて究明しようという流れである。主に経営学をベースにした研究の流れとあってよい。この流れは、研究・開発組織の構造や組織内もしくは社内外の組織間コミュニケーション、企業の新製品開発マネジメントや製品開発プロセス、等に注目し、特定の産業に関する詳細な事例研究を行うことで、イノベーション創出のメカニズムを追究してきた。

最初に、新しい事業や技術のアイデア探索から新製品開発に至るまでの時間軸に沿ったフローの視点で先行研究を概観すると、リア・モデルと連鎖モデルに代表される、研究と開発の位置づけや研究から製品開発への展開プロセスに着目した研究が古くから行われている（Abernathy and Rosenbloom, 1968; Kline, 1985）。展開プロセスの構造は、技術の性質に依存するだろうが、何れにせよ初期のアイデアが企業の R&D 活動によって新規技術コンセプトや新規製品コンセプトとして

¹³ 財務省「法人企業統計」に基づいて、日本製造企業の営業利益総額は 80 年代がピーク、平均総資本利益率（ROA）は 60 年代から年代を追うごとに単調低下、総資本回転率は 1980 年を頂点に以後ほぼ単調に低下していたことを示した。

¹⁴ 研究開発費と設備投資額を定量指標とした議論は、ここでは産業レベル分析だが（児玉, 1991）、後年、研究開発費/売上と設備投資額/売上の 2 軸で企業戦略を可視化する手法に応用され、日米企業の戦略転換比較分析に展開されている（児玉・小平・岡田, 2009）。

¹⁵ 研究開発投資と設備投資の比較だけでなく、研究開発投資と利益の関係についても既存調査・研究を広範にレビューし、日本企業の研究開発効率が低下と断定はできないが、効率低下を示唆する研究が多い、としている。また 1980 年代後半から閉鎖性を強めた日本企業の技術戦略が（たとえば国際的戦略技術提携件数が欧米企業より低下）、研究開発効率低下に影響した可能性を指摘している。

結実し、資源を獲得しつつステップ・アップしていくためには、ステージ・ゲート法 (Cooper, 1990) で代表されるように、マネジメントによる評価、審査をクリアしていかなければならない。そこで R&D テーマやプロジェクトを、いつ、誰が、どんな基準で評価、選択すべきかについては、学術側・実務側の両サイドから過去多くの研究や提案がされてきている (たとえば Boer, 1999; Schmidt and Freeland, 1992; Cooper, Edgett, and Klineschmidt, 2002; 辻本, 2005)。これら一連の先行研究は、知識創造や資源動員を直接的には扱わないが、両者を連結する研究領域と位置付けてよいであろう。

時間軸と共に R&D プロジェクト内外の情報の流れはどう変わるのか、どんなコミュニケーションが R&D 知識創造やイノベーション促進に効果的なのか。こういった視点からは、製品開発における R&D 組織とマーケティング組織や生産組織とのコミュニケーションの重要性に関する指摘や、R&D におけるゲートキーパーやトランスフォーマーの役割に焦点を当てた研究が、同様に古くからあり (Allen, 1970; Allen, Tushman, and Lee, 1979; Allen, Lee, and Tushman, 1980; 原田, 1998), 技術と市場をつなぐ R&D とマーケティングの統合をどんな形でどの程度やるべきかに関しては、新製品プロジェクトのフェーズや不確実性に依存するとされている (Griffin and Hauser, 1996)。

次いで、技術イノベーションや新製品開発の成功要因という視点で企業レベルの先行研究を概観する。多様な製品開発事例からイノベーションの成功要因を探る研究は 1960 年代から見られ、中でも多数の成功事例と失敗事例を比較分析することでイノベーションの成功要因を探究した英国の Rothwell, et al (1974)によるプロジェクト SAPPHO (Scientific Activity Predictor from Patterns of Heuristic Origins)やカナダの Cooper (1979) のプロジェクト NewProd 等が有名である。これら初期の研究においては、R&D マネジメントの詳細に関する言及は少ないが、広範な要因探索に基づき顧客ニーズの理解やマーケティングの重要性、技術と生産のシナジー、等を基本的成功要因として抽出している。本論文の研究対象と重なる部分が多そうな、企業の新製品開発プロセスと該領域のマネジメントに焦点を当てた研究は、1980 年代から活発化した。この時期の研究は、製品開発プロセスを市場・顧客の要求を物理構造 (製品) に具現化する問題解決プロセスとして捉えた内容が多く、また日本企業がしばしば研究対象として採りあげられている。たとえば Imai, Nonaka, and Takeuchi (1985), Takeuchi and Nonaka (1986) は大企業各社の PC (パーソナル・コンピュータ),

プリンタ、複写機、自動車、カメラの製品開発プロセスを調査し、組織横断的な情報共有の効果やリレー型よりもラグビー型（開発フェーズのオーバーラップ）がパフォーマンスを向上することを見出した。ここで対象とした製品はそれぞれ製品としての成長・成熟段階が異なる点は興味深い、何れも基本的には技術と市場が立ち上がり既存市場化した後の既存製品の改善や進化が対象である。Clark and Fujimoto (1991)は、世界の自動車企業（22社）の29の新製品開発プロジェクトを調査、統計分析を行った。そして開発プロセスのオーバーラップ、クロス・ファンクショナル・チームによる統合的問題解決等、組織形態と開発成果の関係を明らかにすると共に重量級プロジェクトマネージャが高い成果を生む傾向を指摘した。一方、Iansiti (1995)は、メインフレーム・コンピュータ産業の場合は、自動車産業とは異なり設計と製造の間のオーバーラップ型問題解決は成果と無関係であり、研究と製品開発の効果的な統合（技術統合）が製品開発パフォーマンス向上に有効と報告している。共に著名な先行研究だが、これらも既存技術・製品の改善を主対象としており、新規技術をベースにした新製品による新市場創出を議論した例は少ない。時間軸に対する技術やマネジメントの変化という観点では、たとえば楠木 (1992) がファクシミリの新製品開発の進化パターンを、Meyer and Utterback (1993)が、米国の電子イメージング関連の製品ファミリーの進化を調査・分析しているが、これらは製品の進化が研究対象であり、新規技術が研究から技術開発、製品開発さらに事業開発（一連の製品群の開発）へと至る R&D マネジメントの動態に関する研究ではない。新しい技術や新市場を狙った製品開発マネジメントでは、Burgelman and Sayles (1986)の研究が代表例の一つである。大企業内の社内ベンチャーを、探索研究から製品開発、生産プロセス開発、事業化に至る継続的プロセスとして捉えて、該プロセス遂行の阻害要因と対策案や促進条件を検討、ミドル・マネージャ、プロダクト・チャンピオン、プロジェクト・リーダーの重要性を議論している。古典的な代表例中心に採りあげたが、その後の Krishnan and Ulrich (2001), 竹村 (2001), 桑島 (2002), 安本・藤本 (2003) や Tushman (2004), Shane and Ulrich (2004), Page and Schirr (2008), Durisin, Calabretta and Parmeggiani (2010) のレビュー論文からも製品開発マネジメントに関する研究傾向に大きな変化はなさそうである。つまり、この範疇の先行研究は、対象産業や製品は異なっても、新規技術による新製品開発・新市場創出を対象とする例は少なく、既に立ち上がった市

場における成功企業の既存製品・技術の改善，進化を主対象として，製品開発パフォーマンスに対する製品開発プロセスや組織の構造，組織能力¹⁶，製品のアーキテクチャー¹⁷，等のマネジメント要因がどう影響するかを解明してきた，といえそうである。また，「知識創造」と「資源動員」といった区分で見ると，「知識創造」プロセスの研究が主流だったと総括できる¹⁸。

しかしながら，新規技術や新規な価値提供コンセプトで新たな市場を創出し，イノベーションとして結実させるためには，軽部・武石・青島（2007）や武石・青島・軽部（2008）が指摘した如く，それらの原点となる「知識創造」と共に実用化へ向けた「資源動員」が必要かつ重要である。意思決定に着目して製品開発に関する文献レビューを行った Krishnan and Ulrich（2001）は，R&D マネジメントに関連した幾つかの意思決定のタイプを示しているが，つまるところ技術イノベーションを促進する企業 R&D マネジメントのポイントは，新規技術の創造・選択（= 知識創造自体）および製品化（= 該知識の具現化）に対して，如何に効果的・効率的に資源動員を行うか，といえるであろう。しかし上述の調査では，イノベーションであれ，その手段である R&D や製品開発マネジメントであれ，知識創造に関する研究は非常に多く行われてきたが，資源動員や資源配分に関する研究は少なかった。

一方，R&D 資源動員や資源配分に関する先行研究の多くは，新規技術や新しい構想に基づく新製品開発を主対象としたものであった。新しい技術原理の研究からキー要素の技術開発，新生産技術開発や新製品システムの設計・開発を立ち上げ，軌道に乗せるためには，既に基本的な資源を保有する既存技術の改良とは異なり，資源動員が大きな課題であることの裏返しといえる。既存大企業にとっては，新たなビジネス機会に対してどう資源を配分するかが大きな課題であり，内部資源配分プロセスの繰り返しこそが，まさに戦略策定プロセスである（Noda and Bower, 1996）。大企業の新規技術に対する内部資源配分の行動パターンは，Christensen and Bower（1996）が，ディスクドライブ産業の研究に基づいて示したように，「企業は既存顧客のニーズがあれば，既存技術の改良だ

¹⁶ Leonard-Barton（1992），Tece, Pisano, and Shuen（1997）によると競争優位の源泉となるルーチン，スキル，知識などを意味する。

¹⁷ システムの機能と構成要素が 1 対 1 に対応するモジュラー型と複線的なインテグラル型に大別される。Ulrich（1995）に詳しい。

¹⁸ 本文に引用した多くの先行イノベーション研究が，知識創造プロセスと関連しているが，その外，知識創造理論とイノベーションとの関連に関する先行研究として I. Nonaka（1994），野中（1997）が，日本企業の R&D 知識創造の問題指摘という観点で藤村（2002）の報告が，企業 R&D マネジメントを「知識創造」面から分析する際の参考となる。

けでなく高難度の革新技术への挑戦、資源配分も行うが、顧客がまだ存在しない新市場用途に対しては、単純な技術開発であっても開発や資源配分が後手に回る」で概ね記述できるであろう¹⁹。

つまり、イノベーションに向けた新たな R&D 活動を論理的に正当化し、組織内でその活動の意義を共有することは難しく、それが既存大企業の継続的なプロダクト・イノベーション成功を妨げてきた(Dougherty and Heller, 1994), といえる。イノベーションに向けた資源動員を如何に正当化するかという視点からは、Dougherty and Hardy (1996) が既存大企業 15 社の 40 の新市場用製品開発もしくは新技术を採用した製品開発の事例（開発途上のものや開発が中止されたものも含む）を採りあげ、当事者インタビューを行い、イノベーター達には組織資源、組織プロセスと組織戦略を連結するパワーが不足している、といった問題の確認と対策の議論を実施している。しかし、これらの資源配分や資源動員に関する研究は、概ね定性的な議論であり、資源配分や資源動員の定量的内訳に関しては部分的なデータ提示に留まっている。国内企業に関する研究では、半導体プロセス技術を対象に、3 種の技術領域（先進的・中間的・後進的）に対する日米企業の資源投入パターンの違いを、両国の経済制度（ベンチャー・キャピタルの存在、労働市場の流動性）を要因として分析した研究（軽部, 1997）、エレクトロニクス企業のヒット商品開発（既存技術の改良が主体）の動機や目標設定、開発課題、人材補強、等を「研究開発フロー&ストック・ダイアグラム」と称する定性的手法で整理・分析した例（齋藤, 2003）、そして大河内賞受賞事例に対する資源動員正当化の理由に関する研究（軽部・武石・青島, 2007; 武石・青島・軽部, 2008）や、カネカの太陽電池事業創造プロセスを調査し、資源動員の正当化を分析した例（松本, 2011）が最近の代表例であろう。これらの研究も資源動員や資源配分に関する考え方や正当化理由の分析は記述されているが、資源動員の定量的内容に関しては断片的な情報に留まり、資源動員の動態を定量的に追究した先行研究は見当たらない。たとえば武石・青島・軽部(2008)は、18 件の大河内賞受賞事例を題材として各事例のイノベーションへ向けての資源動員正当化理由を調査・分析し、客観的・普遍的経済合理性だけでは説明困難であり、特定の主体固有の主観的・局所的な理由が重要であると指摘し、資源動員

¹⁹ Christensen and Bower (1996)の結論は、Bower (1970) の「中間管理職がプロジェクト失敗のリスクを避けるため、ニーズが明確なプロジェクトを支持しそれが資源配分に影響する」という分析や Burgelman (1983a, 1983b), Burgelman and Sayles (1986)の社内ベンチャーの資源配分分析で示された企業内部の資源配分プロセス研究の発展形であり、同時に Pfeffer and Salancik (1978)が提唱した資源依存論（企業の存続に必要な資源を提供してくれる外部の顧客や投資家の要求するイノベーションに対して資源が配分される）を統合したものとして位置づけられる。

の正当化理由を、①技術重視の考え方、②経営トップのリーダーシップ、③支持者の獲得、④当事者の危機感、という4種に分類しているが、マネジメントの重要な決断を反映する「いつどのくらい資源を投入」に関する定量的記述はない。

企業レベルの R&D マネジメントやイノベーション・マネジメントに関する伝統的研究パターンは、それが知識創造の研究であれ資源配分・資源動員の研究であれ、R&D パフォーマンス（定量的もしくは定性的）と下記の定性的要因の相互関係の分析だったと総括できるであろう：

- 1) R&D 組織構造（R と D の位置づけ、マトリクス構造、人材、等）：主に知識創造
- 2) R&D 組織内、組織間や R&D と社外とのコミュニケーション：主に知識創造
- 3) R&D と生産やマーケティング等、他機能との関連構造、コミュニケーション：主に知識創造
- 4) R&D 開発プロセス（組織能力や技術の構造、アーキテクチャとの関連を含む）：主に知識創造
- 5) R&D テーマやプロジェクトの評価方法：知識創造と資源動員の交点
- 6) R&D 資源動員や資源配分の定性的パターンや戦略：主に資源動員

これらの領域には既に多くの蓄積がある。しかし、国・産業レベルのイノベーション研究と異なり、インプットとアウトプット、アウトカムを客観的な定量データで対比することがほとんどない状況は不思議である。

本研究は、企業 R&D マネジメントの動態を人的資源動員に着目して定量化することで、企業 R&D のインプットとアウトプット、アウトカムの対比を可能とし、企業間の R&D マネジメントの違いの分析に定量的根拠を与えることで従来の定性的研究を補完し貢献することを狙っている。

2.2 特許情報を利用した企業 R&D マネジメント分析に関する先行研究

前節で触れたように、特許は通常 R&D 知識創造のアウトプットとして議論され、個々の企業の出願件数や登録件数の変化、共同出願状況、出願分野（IPC 分類）分布の変化、等を代表指標として企業の R&D マネジメント実務での活用は勿論、学術領域においても多くの研究が行われてきた。最近では、たとえば Artz, Norman, Hatfield, Cardinal (2010) が 272 社のイノベーションを対象に、R&D 費と登録特許件数および新製品件数（共にアウトカム指標）、ROA および売上高成長（共に企

業パフォーマンス指標)とのマクロな相関を分析し、R&D 費と登録特許件数が正の相関、登録特許件数と新製品件数も正の相関、登録特許件数と ROA、売上高成長は予想に反して負の相関、と報告している。出願分野 (IPC 分類) 分布に着目した研究では、たとえば Suzuki, Kodama (2004) が日本の大企業 2 社 (C 社と武田薬品工業) を対象に、特許 IPC 分類のシェアや重複状況を調査することで、技術軌道 (経路) 間の相互作用を分析し、技術の持続性と多様性が製品の多角化と売上高成長に貢献した、と報告している。また Ernst (2003) は、企業マネジメントのよりミクロな観点から、特許情報を競合企業のモニターや技術アセスメント、R&D ポートフォリオ・マネジメント、さらには M&A や人事マネジメントの手段として使用する概念を提示している。

しかしながら一部では、特許件数を R&D のアウトプットではなくインプットつまり R&D 資源動員の代用指標として議論するケースもあった。たとえば Grilliches (1990) は、国・産業レベルのイノベーション研究において、特許件数と研究開発支出の相関から特許件数をインプットの代用指標に転換し得ることを指摘している。日本の産業に対する特許件数と研究開発支出の相関を分析した Kondo (1995, 1999) の一連の研究も、直接的言及はないが同様の示唆が読み取れる。同じく国内企業の研究開発支出と特許出願の先行関係を分析した鈴木 (2002) は、研究開発依存型産業の場合は特許が研究開発支出に先行するため、特許出願は研究開発支出のアウトプットというよりもインプットと捉える方がよい、といった指摘をしている。何れも本来は R&D のアウトプットである特許件数を指標とした議論であり、見掛けの先行関係や相関関係から特許件数を便宜上 R&D 活動に対するインプットの代用指標とし得る、という提案や示唆である。

インプットの代用指標としては、本来、特許件数よりも発明者数に着目すべきと考えられるが、一般に特許件数と発明者数の間にはあるレベルの相関が存在するため、特許件数を代用インプット指標として用いても大雑把な議論は可能であろう。特に国や産業レベルのようなマクロな議論においては、大きな問題はないかもしれない。しかし企業レベルや企業内グループ・レベルのミクロな議論では、特許件数の議論と発明者数の議論とは異なるものとして分けるべきである。特許件数はそれが出願・公開件数であれ、特許登録件数であれ、企業の財務状況や企業の知財方針、対象技術領域でのクロスライセンス有無に左右されるため、企業間の特許件数比と発明者数比とは合致しな

い。また特許出願は、個々の技術もしくは製品開発プロジェクトの開始時と終了時に集中する傾向がある等、R&D サイクルに依存し、経済環境の影響も受けやすいため、特許件数の動的変化は一般に発明者数の動的変化よりも変動大となる。つまり発明者数分析と特許件数分析は等価ではない。また鈴木・後藤（2007）が指摘するように、特許出願件数の時系列比較を行う場合は、特許制度変更（たとえば1988年以降の改善多項制）の影響考慮が必要となる場合もある²⁰。

特定の組織や技術領域における特許発明者数自体は新たな指標ではなく、特許件数と同様の単純な定量指標として古くから使用されている²¹。しかし特定の組織・技術領域における発明者数を該組織・技術領域のR&Dインプット指標として明確に位置づけ、該組織・技術領域のR&Dマネジメントを議論した研究は少ない。代表例は、中馬・橋本（2007）がDRAMビジネス盛衰過程の分析で日米韓6社の米国特許に注目し、各年毎に重複のない形で集計した各社の発明者数（=研究者数と仮定）を比較し、企業のマネジメント差を解釈した研究であろう。「米国特許発明者数=研究者数」といった仮定は、ある範囲で有効そうに思えるが、その妥当性は検証されていない。日本企業の米国出願件数は国内出願の10から20%程度であり²²、米国特許調査では日本企業の発明者数は米国企業より過少評価されやすい。調査対象が米国特許であれ日本特許であれ、母国企業と海外企業のR&D活動状況やR&Dマネジメントをどこかの1カ国に出願された特許件数や発明者数だけで比較することは難しい。また支援的な解析技術研究者は出願に絡まないケースがあり、生産技術研究者も特許よりノウハウ秘匿を選ぶケースも多い。さらに製品開発を主務とする技術者には、出願よりものづくり実務を優先する技術者も多く、これらも技術者数や研究者数を見積もる際の誤差要因となる。他の文献も軒並み「発明者数=研究者数、技術者数」を暗黙の前提としているが（たとえば渡邊・橋本，2009），この出発点の吟味も課題の一つである。「発明者数≠研究者数，技術者数」であっても、発明者を知識創造に積極的な研究者や技術者と考えるなら、企業（組織）間の発明者数の比較はそれぞれの企業（組織）の知識創造に対する一種の戦力比較といえる可能性が高い。しかし

²⁰ 鈴木・後藤（2007）は、この外にも特許データベースの整備状況や特許の質評価指標（被引用度、サイエンス・リンケージ、権利維持期間、登録率、等）の問題に言及し、日本の特許データを用いたイノベーション研究状況を概説している。なお、特許の質に関して、後藤・玄場・鈴木・玉田（2006）は被引用数、引用特許数と共に発明者数（1件当たり）が指標として有効と指摘している。

²¹ 特許発明者数を指標として、企業や地域のR&D陣容や動向を比較することは従来から行われており、たとえばダイヤモンド社経営開発情報や金子（2005）の例がある。

²² 科学技術白書（各年度版）のデータに基づき過去（1995年～2004年）の日本国籍出願人の米国出願比率を見積もると、暦年および技術分野毎に多少差はあるが、米国出願件数は、国内出願件数の10%～20%程度となる。

誰がいつどのようにしてその戦力を整備したのであろうか。イノベーションを促進する企業 R&D マネジメント追究の視座からは、単純に発明者数を比較するだけでなく、マネジメントの重大な意思決定と対応している可能性がある「発明者数の動的変化」において増減の傾きが大きく変化する領域に注目することが重要だと推察される。そのため、本研究では調査・分析対象を日本企業に絞り、日本公開特許から企業別に各年の発明者数を求め、発明者数だけでなくその動的変化に着目して分析・考察することを意図した。同時に各年の新参発明者数の挙動を利用して発明者数の構造を分析し、発明者数と定常的に該技術領域に従事している R&D 技術者数との関係を考察した²³。

IJ 技術領域を対象とした特許分析の先行研究には、C 社の IJ 特許出願内容（米国特許）と出願戦略に関する研究（辻, 2000）、日米の IJ 企業の特許出願への参入状況（企業数）と製品出荷状況から日本企業の長期 R&D 継続、米国企業の早期撤退傾向を分析した研究（Tsuji, 2001）、日米韓企業の IJ 米国特許出願内容分布と売上高、市場シェアの関連を分析した研究（クライマー・浅羽, 2005; Clymer, Asaba, 2008）があるが、何れも出願件数と内容の分析が主体であり、資源動員ではなく知識創造が議論の対象である。Tsuji (2002) は、C 社の一連の IJ 特許調査において各特許の連名発明者に着目することで特許分析の組織研究への展開を試みている²⁴。C 社の R&D 活動の多くがチーム活動であり、個々のチームは単一の特定要素技術もしくはデバイスを研究しているが、製品開発のある段階で数チームがひとつの大きなグループを構成する、といった分析結果を提示している。しかしこれも R&D 資源動員視点ではなく、R&D 知識創造プロセスの研究が主眼となっている。

²³ 特許査定となる特許は公開特許の一部であるため、実際の R&D 陣容に最も近い姿は企業の母国（日本）の公開特許に反映されると推定できる。なお米国特許が公開制度を採用したのは 2000 年以降である。

²⁴ 特定の組織や技術領域の発明者数を R&D のインプット指標（R&D 資源動員）と位置づけ、R&D のアウトプットやアウトカムとの関係を分析する既存研究は稀だが、個々の特許の発明者、共同発明者に着目して R&D やイノベーションとの関係を議論する既存研究は多い。後者の既存研究は、本稿と直接関係しないため省略するが、ここで触れた企業内組織構造や企業間のネットワーク、産官学連携に関連した研究の流れ（たとえば、犬塚, 2009; 西村・岡田, 2009; 飯野・廣川, 2009）、科学と技術の連携・相互作用に関する研究の流れ（たとえば、Ijichi, Yoda, Hirasawa, 1993; Balconi, Breschi, Lissoni, 2004; Breschi, Catalini, 2010）、優れた発明者の特徴に注目した研究の流れ（たとえば、Ernst, Leptien, Vitt, 2000; Giuri, Mariani, 2005; 長岡, 2010）等があるが、何れも基本的には R&D 知識創造プロセスを対象とした研究である。

2.3 日本のIJ技術イノベーションのマネジメントに関する先行研究

C社とSE社のIJ技術イノベーション・マネジメントに関しては、多くの既存研究や2次資料が存在する。C社のIJ技術R&Dの推移やマネジメントの定性的状況は、米山(1996)、宮崎(2002)の事例研究、C社の社史やC社ホームページを含む公式情報、岩井(1997)、さらにはC社で実際にIJ開発をリードしたマネジメント自身の著作やインタビュー資料(遠藤, 1993, 1994; 松田, 2006)で概略把握可能である。同様に、SE社のIJ技術R&D活動やマネジメントの定性的状況も、藤原(2002)、宮崎(2002)、青島・北村(2008)の事例研究、SE社の社史やSE社ホームページを含む公式情報、青柳(2000)、さらにはSE社技術マネジメント陣のインタビュー記事(日経エレクトロニクス, 2000)で概ね確認できる。これらの既存文献には、両社のR&D資源動員に関する定量的情報はごく一部を除いて含まれていないが、ともにIJ技術イノベーションの成功企業とあってよい両社のR&D知識創造を主体とする定性的状況については、それぞれかなり詳細な記述がある。しかし、技術イノベーションの成功要因を考察すべく、両社のR&Dマネジメントを両社間で、あるいは他のIJ関連企業も含めて比較議論しようとする、主に個々の立場を踏まえたインタビュー結果に依拠する定性的情報だけでは十分な比較が困難であることが分かる。たとえば1977年から1997年までのIJプリンタ業界の発展過程を、C社とSE社を比較しつつ分析した宮崎(2002)は、両社シニア・マネジメントの発言を引用して、C社のR&Dはシーズ重視、SE社のR&Dはニーズ重視と総括的に指摘しているが、これは妥当な解釈であろうか。写真画質IJプリンタという新市場開拓でC社よりも先行したSE社の事後の結果を見ると、納得できそうな気もするが、C社マネジメントの発言時期はIJイノベーションが軌道に乗った後の1997年、SE社マネジメントの発言はIJイノベーションが本格的に立ち上がる前の1985年である²⁵。また研究・技術開発に近いマネジメントは相対的にシーズ重視、製品開発に近いマネジメントは相対的にニーズ重視に振れる可能性も否定できないであろう。企業組織間のR&Dマネジメントを比較議論するためには、事後のアウトプットやアウトカムだけでなく、事前のマネジメントの重要な意思決定と直結

²⁵ 1997年は、C社がSE社に抜かれそれまでの国内IJプリンタ出荷No.1からNo.2へ転落した年である(SE社が1996年秋に発売した初の写真画質IJプリンタPM-700Cの影響)。また1985年当時、SE社はインパクト・プリンタ(SIDM)のトップ・メーカーであり、前年1984年に同社初のPIJプリンタIP-130Kを発売。C社が同社初のTIJプリンタBJ-80を発売したのは1985年。

する R&D 資源動員の定量的な把握が必要と考えられる。本研究ではこの R&D 資源動員の定量化を新たに検討し R&D のインプットとアウトプットやアウトカムの定量的な裏付けの下に、C 社と SE 社、さらには他の IJ 関連企業の R&D マネジメントの違いを比較議論する。

C 社は TIJ (サーマル・インクジェット) 方式, SE 社は PIJ (ピエゾ・インクジェット) 方式と全く異なる IJ 技術原理を選択, 採用した。この技術選択の違いは R&D 戦略やマネジメントの違いに反映される可能性が高いと推測される。C 社と SE 社を比較記述した宮崎 (2002) は勿論のこと, 他の先行研究も概ね両社の技術選択の違いとそれぞれの技術の特徴に言及している。しかし, それらは C 社 (TIJ) もしくは SE 社 (PIJ) の立場から特徴 (主に特長) をそれぞれ併記したものであって, 必ずしも同一基準で客観的に TIJ と PIJ の得失比較がされているわけではない。たとえば, 藤原 (2002) は, 「原理的により優位にあるといわれている物理的エネルギーによるインク吐出方式を開発し続けたセイコーエプソンがその製品化に成功し, 競争優位を実現・・・」と記述, 議論しているが, 関連学会の技術比較アセスでは, PIJ と TIJ には一長一短があり, PIJ が TIJ より優位という結果は得られていない (日本画像学会編, 2008)。

IJ プリンタの製品開発戦略の違いに着目して C 社と SE 社, あるいはさらに他社を交えて比較分析した先行研究も多い。宮崎 (2001) は, 1990 年から 1999 年の間に C 社, SE 社, HP 社から発売された IJ プリンタ全 112 機種の新製品リリース・ニュースを, 内容分析 (content analysis) によって分析し, 発売時に各社が意図した設計コンセプトの推定を試みている²⁶。そして IJ プリンタ業界全体としては, 当初のビジネス用プリンタとしての位置づけがパーソナル家庭用プリンタにシフトし (1990 年代前半), 1996 年~1997 年に掛けて, それまでの文書印刷重視から写真印刷重視に急激に移行したこと, 企業別では SE 社が写真印刷に特化, HP 社は高速印刷重視, C 社は小型軽量化が差別化の軸だが SE 社と HP 社の間で独自性が出せていない, といった結果を得ている。この手法は, インタビューの問題 (調査者の影響, 記憶の曖昧さ, 等) 緩和にも有用であり興味深い, ニュース・リリースの性格からここで読み取れる各企業の意図した設計コンセプトは, 製品開発の一部分とマーケティングの意図を反映したものと考えられ, R&D マネジメントの意図を反

²⁶ 宮崎 (2001) によると, 「内容分析」は, コミュニケーション研究の分野で新聞, 雑誌, 書籍, ラジオ, テレビ放送などのメディア内容を分析し, 社会的文脈や行為主体の意図を推論する手法。また「設計コンセプト」は宮崎 (2001) の用法に従って使用している。

映しているとは言い難い。

製品カタログに記載される製品仕様情報をベースにした研究では、IJカートリッジの構造とランニング・コストに着目した榊原・松本（2004）がやや異色だが、大半で議論されているポイントは印字解像度、インク色数、印刷速度、等の一部の製品仕様と価格、市場での受容性の関係である。伊藤（2008）は、1998年から2006年に発売されたIJプリンタ製品を対象に、各種の品質特性（製品仕様）をヘッドニック分析²⁷し、製品全体を通じて価格に影響を与える支配的品質は、（印字）解像度²⁸とインク色数であるという結果を得た。そしてこの2点についてC社とSE社の競争状況を分析し、インク色数に関してはC社もSE社も同様の製品ヒエラルキー（4色の普及機と6色の上級機）を形成し同質化、一方、（印字）解像度は両社が差別化競争を実施、と指摘している。これは技術的側面ではなく、消費者行動からみた分析であるため、製品仕様レベルの特性議論に留まり技術選択の影響には触れられていない。藤原（2009）はDSC（デジタルスチルカメラ）産業をIJプリンタの補完産業として位置づけ、両産業の相互作用のIJプリンタの技術蓄積に対する影響を分析している。その中で1996年から2003年までのC社とSE社のIJプリンタ製品を印字精度（代理変数=修正 dpi²⁹）と印字速度（代理変数=ノズル数）の2軸で整理し、両社の戦略は大きく見れば「印字速度のC社」と「印字精度のSE社」であるが、C社が2000年以降「印字精度」を訴求する方向に戦略転換し、印字精度での同質化となった、と指摘している。両社の技術・製品開発における方向の大きな違いは、普通紙高画質志向（C社）かIJ専用紙高画質指向（SE社）の違いであり、普通紙画質制御とIJ専用紙画質制御は技術的に異なるとともに技術難度にも差があるが、その点には触れられていない。またこの結果は、両社の技術原理選択の観点からも説明可能と推測されるが、製品仕様レベルの特性比較に留まり、技術的な考察は付加されていない。また加藤（2011）は、IJプリンタだけでなく、インパクト・プリンタ、感熱プリンタ、電子写真プリンタも含めてプリンタ黎明期から詳細調査を行い、各種プリンタ製品を印字速度と価格の2軸で整理した結果、IJ

²⁷ ヘッドニック・アプローチ：財の価格がその機能や性質で説明できるという考えに基づく評価手法。価格という指標を使って、品質特性を説明変数にした重回帰分析を実施し、それぞれの品質特性が価格に及ぼす係数を計算し、品質特性を金額に置き換える手法。

²⁸ 解像度（通常、dpi = dots / inch で表示）はヘッド解像度（印字ヘッドのノズル密度）を指す場合と、印字解像度（プリント物の単位長さ当たり何ドットのインクを打ち込むか）を指す場合があるが、伊藤（2008）の「解像度」は印字解像度を意味している。

²⁹ 藤原（2009）の「修正 dpi」は、縦方向の印字解像度（dpi）×横方向の印字解像度（dpi）を意味している。

プリンタが本格普及する前の 1980 年代、印字速度による棲み分け（低速は感熱プリンタ、中速はドット・インパクト、高速は電子写真）スキーマ³⁰の存在を指摘した。そしてスキーマを切り口として、その後の C 社、SE 社および N 社（日本電気）の IJ プリンタ製品開発戦略を比較分析し、製品市場で各企業が直面する状況が異なることによって製品戦略に違いが生じた可能性を示唆している。既存の製品市場における自社の状況が新規技術の解釈や利用法の制約になる、といった考え方から、C 社は自社 EP（電子写真）事業と衝突せず自社のプレゼンスがない中低速・中低価格領域に IJ プリンタを位置づけ、SE 社は、自社の主力 IP（インパクト・プリンタ）が手薄な高速・高価格領域に IJ を位置付けた、と説明している。新規技術（= IJ 技術）と自社の既存事業・技術との関連の影響が指摘されている点は興味深いですが、ここでも技術原理に基づく分析は希薄である。

IJ 技術原理上の差に基づく得失比較と製品開発戦略の関係を分析したものは見当たらず、何れも事後の結果を主に市場側の視点で分析した研究といってよいであろう。もちろん技術は市場に受容されなければイノベーションとなり得ず、市場視点での分析は重要である。しかし現実の R&D マネジメントで市場視点はどの程度の重みを持つだろうか。R&D 現場において、市場のニーズ・ウォンツの調査や予測は当然実施されるであろうが、新しい技術、新しい製品コンセプトが市場でどの程度受容されるのか、事前には不透明である。現実の R&D マネジメントは、事前には不透明な市場視点の外に事前の理解度、合理性の高い R&D 視点、つまり選択した技術原理やその時点での技術の達成状況の制約、競合企業や代替技術との優位性予測、自社の既存技術・事業との関係に関する視点の影響が大きいと考えられる。既存技術の改善で既存市場のシェアを拡大するケースではなく、新規技術で新市場を創出する場合、企業は新規製品の仕様を検討する段階に達する前に、ベースとなる新規技術の開発に長い期間と多くの資源を投入している。それでも最初から自由自在に市場ニーズ・ウォンツに対応した製品仕様が実現可能なケースは稀であり、少なくとも製品市場が立ち上がりはじめる初期段階では選択した技術原理やその時点の技術達成レベルの制約をうけた範囲での製品仕様しか実現困難である。つまり製品仕様は市場視点と同等以上に R&D 視点の影響をうける可能性が高いのではないだろうか。

³⁰ スキーマは「認識枠組み」であり、無意識のうちにしてしまう、ある決まった観方、考え方を意味する。

2.4 本研究の対象

研究対象企業は、既に述べてきたように主対象として C 社と SE 社の 2 社を選択した。選択理由は、2 社が日本の IJ 技術イノベーションを草創期から牽引し現在も国内市場におけるガリバーであって、かつ C 社が TIJ 方式、SE 社が PIJ 方式とそれぞれ異なる IJ 技術原理を採用しているからである³¹。1980 年代には電機メーカーを中心に多くの日本企業が IJ プリンタの初期市場に参入したが、大半はその後脱落した。現在の IJ イノベーションに技術的に繋がる 1990 年代に自前の IJ プリンタを開発・上市した 3 社つまり、ブラザー工業（B 社と略記）、富士ゼロックス（FX 社）³²、リコー（R 社）を副対象として選択、必要に応じて主対象 2 社と比較した（表 2-1 参照）。これらの副対象 3 社の中では、FX 社のみが TIJ 方式を採用し、B 社と R 社は PIJ 方式を採用している。また対象とする IJ プリンタ製品は、原則として出力サイズが A4 から A3 サイズの汎用水性 IJ プリンタとした³³。

表 2-1 研究対象企業の概要

	対象企業	IJ技術選択（DJ後の製品化年）	基盤とした記録事業・技術
主	C社（キヤノン）	TIJ(1990 / 白黒)	EP（電子写真複写機）
	SE社（セイコーエプソン）	PIJ(1993 / 白黒)	IP（インパクト・プリンタ）
副	B社（ブラザー工業）	PIJ(1997 / カラー)	IP（インパクト・プリンタ）
	R社（リコー）	PIJ(1998 / カラー)	EP（電子写真複写機）
	FX社（富士ゼロックス）	TIJ(1998 / カラー)	EP（電子写真複写機）

補注-1) 「DJ 後の製品化年」は HP 社 DeskJet (1988. 2) 後に各社が自前新技術で上市した新製品発売年と白黒・カラー分類。

補注-2) 1980 年代に画像記録分野で各社が基盤としていた既存事業・技術は各社の社史および Web 情報に基づく。

³¹ 米国 HP 社（TIJ 方式採用）は、現在の IJ 技術イノベーションの起点企業であり、かつ世界市場における IJ プリンタ市場シェア No.1（日本市場での HP 社のシェアは低い）であるが、本研究では HP 社を比較対象外とした。理由は、本研究は日本企業の母国出願特許（日本公開特許）に基づく発明者数分析が研究の中核を占めるが、米国 HP 社は、母国である US 出願に比べ日本出願が少なく日本企業と同列の比較が困難なためである。但し、HP 社の R&D が C 社および SE 社の R&D に大きな影響を与えたことは公知であるため、HP 社の公式 Web 情報、HP 社の技報である HP journal, Packard (1995, 2005), Fleming (2002) をベースに HP 社の R&D 概要を調査し、C 社および SE 社の R&D マネジメントの分析、考察に反映した。

³² FX 社は、1998 年に独自開発の普通紙カラー TIJ プリンタ JetWind 300C (400dpi) で市場参入し、2002 年にはビジネス用の高速普通紙カラー TIJ プリンタ WorkCentre B-900 等を発売したが、2003 年以降は TIJ 方式の汎用プリンタ出荷はない。

³³ 要するに、一般のパーソナル用もしくはビジネス用の水性 IJ プリンタ（含む複合機）を対象とした（大半は小型印字ヘッドを走査しつつ記録するシリアル IJ プリンタである）。A2 サイズ以上の大判用 IJ プリンタや写真サイズに特化した IJ プリンタ、ファックスやワープロ組み込みプリンタ、その他の産業用 IJ プリンタは、技術的な事情がある場合は言及するが、原則として対象外とした。

対象期間は、1976年から2005年までの30年間とした。1976年は主対象企業のIJ特許出願開始の前年に当たる。2005年で区切った理由は、2005年前後を境に、汎用IJプリンタの画期的な新IJ要素技術（インク・ヘッド）の導入が停滞し、開発競争の舞台がそれまでの汎用用途から産業用途へシフトする傾向が目立ち始めたからである。IJ技術イノベーションは現在も進行中であるが、大判サイズ出力用IJプリンタ、紙幅のライン・ヘッドを搭載した高速IJ印刷機、用紙以外への出力を専門とする特殊プリンタ、さらにはIJ技術を画像記録ではなく「ものづくり」の手段として使用するデジタル・ファブリケーションが、各企業のIJ関連R&Dに占める割合が増大したと推察される³⁴。

図2-1にR&D視点をベースにしたR&Dマネジメント研究の概念図を示した。最下層は技術のR&D活動を、上層は市場・用途毎の製品のR&D活動を示している。従来主流の市場視点の研究は主に上層を対象とした分析と考えられるが、本研究は該上層だけでなく下層を含めたR&D全体、特に従来陰に隠れていた下層つまり技術のR&Dに着目したR&D視点に立脚する。技術イノベーションを促進するR&Dマネジメント理解のためには、研究・技術開発で選択された技術原理とその後の製品定義や製品開発方向との関連、さらには資源動員との関連を詳しく分析することが重要であろう。本研究では、C社とSE社の選択した技術原理の違いやその時点での技術達成レベルを考慮したR&D視点をベースにして両社のR&D戦略やマネジメントの再分析を試みたい。

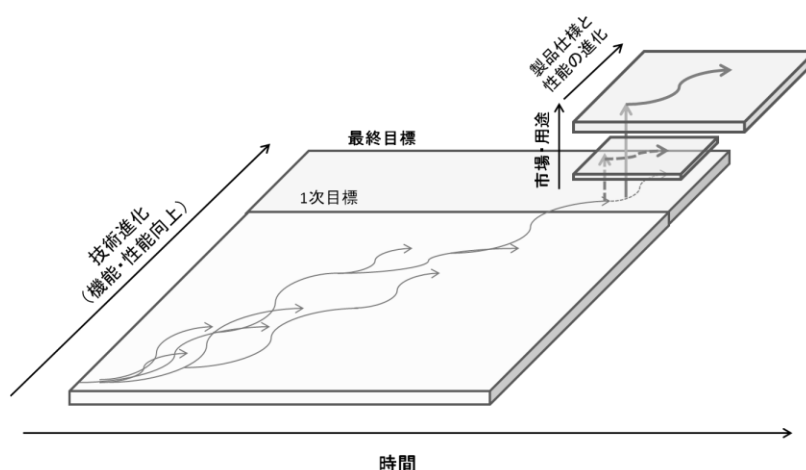


図 2-1 R&D 視点からの企業 R&D マネジメント研究：概念図

³⁴ たとえばIJのライン・ヘッドはC社によって1980年代から特殊用途には実用化されていたが、多くの企業で開発が活発化したのは最近である（DRUPA 2008の展示）。IJ技術を応用したデジタル・ファブリケーションも関連特許は1980年代から出願されていたが、米国画像学会（IS&T: The Society for Imaging Science and Technology）が、初の国際会議（Digital Fabrication 2005）を開催したのは2005年9月である。

2.5 本研究の意義

以上、関連する既存研究を概観して本研究との違い、そして本研究の位置づけを述べてきたが、要約すると本研究の意義は、発明者数の動的変化および新参発明者数特性によって企業の R&D 人的資源動員を定量化し、企業間の R&D 人的資源動員マネジメントや R&D 活動状況の違いの比較分析を可能とすること、そして R&D マネジメントの重大な意思決定と対応すると考えられる人的資源動員の大きな変化から人的資源動員の意思決定要因の明確化を可能とすることである。従来の定性的研究と組み合わせ考察することで、企業レベルの定性的イノベーションもしくは R&D マネジメント研究に、より客観的な根拠を付加し、イノベーションを促進する企業 R&D マネジメントの理解深耕に貢献できると考えている。

第3章 研究方法

3.1 R&D 資源動員を主体とするマネジメント分析のための特許情報調査

C社, SE社, B社, R社, FX社の主・副合計5社を対象企業（出願人）として、1976年1月から2005年12月までの30年間に申請された日本公開特許を調査した。IJ技術固有の特許を抽出するためにFI分類のB41J3/04 101からB41J3/04 104Zまでを対象に設定し、下式で、対象公開特許の検索・抽出を実施した³⁵：

$$\text{検索式} = (\text{該当 FI 分類}) \times (\text{出願人：対象 5 社}) \times (\text{出願日：1976.1.1} \sim \text{2005.12.31})$$

表 3-1 検索対象とした特許 FI 分類の内容概略

特許FI分類	内容概要
B41J3/04	可動針または可動針類似物またはライティング・ジェットによるもの
B41J3/04 101	IJによるもの（記録装置） （ex. 101A：カラー記録，同B：インクミスト，同Y：インク，記録媒体，同Z：その他）
B41J3/04 102	インク供給装置 （ex. 102N：ノズル乾燥防止，同H：ヘッド部清掃，同R：不要インク回収，等）
B41J3/04 103	インク粒子形成装置 （ex. 103B：液体気化による体積変化利用，同D：ダイヤフラム式，同H：ヘッド組立・製造，等）
B41J3/04 104	インク粒子飛翔制御装置 （ex. 104B：電界制御型，同F：フィードバック制御，同H：ドットパターン処理，同X：濃淡，階調）

最初に出願年（暦年）毎に企業別の公開特許件数（≡出願件数；以下、出願件数と見做して議論する）を集計し、各企業のIJ技術に関する年間出願件数の30年間に渡る動的变化を概観した。

これは企業R&D知識創造のアウトプット指標の一つとして用いる外、企業R&Dの代用インプット指標として本研究で提案する発明者数の動的变化（後述）と比較するために用いる。

次いで企業別のIJ関連公開特許から、発明者（連名共同発明者をすべて含む）を抽出し、出願年（暦年）毎に重複を除いた発明者リストを作成し、（1）年間発明者数を集計、30年間の動的变化を概観した³⁶。前述した如く、本研究では企業間の発明者数を単純に戦力比較するだけでなく、

³⁵ FI分類は、特許庁が国際特許分類（IPC）をベースにさらに細分化した分類である。本稿の検索式は特許庁（2006）を参考として渡邊、橋本（2009）に準じて設定した。他のFIが付与される可能性もあるインク（C09D11/00）や記録方法（B41M5/00）の一部、プリンタ共通技術（給紙、画像処理、等）の一部は、検索対象外となる可能性もあるが、ノイズと絞り込みのバランスから本範囲を選択した。なお対象期間における5社の全分野の公開特許件数とC社およびSE社の全分野のUSP登録件数も併せて調査した。特許検索ツールとしては市販のDocuPAT（富士ゼロックス）とStarPAT（住商情報システム）を使用した。

³⁶ 発明者数は頭数でカウントした。A氏が発明者に含まれる出願がX年に1件以上あればA氏はX年の発明者リストで1人とカウントされる。例）A氏が発明者に含まれる出願がX年に3件、Y年に0件の場合、A氏はX年には1人、Y年には0人とカウントされる。

R&D マネジメントの重大意思決定を反映している可能性がある「発明者数の動的変化」により焦点を当てている。発明者数には、検索式の不マッチによる漏れやノイズ、同姓同名や改名、氏名入力ミスによるノイズが若干の比率で混入すると予測されるが、年間発明者数の動的変化に着目すれば、そういったノイズを越えた大きな変化を観察することは可能であろう。また「発明者数≠R&D技術者数」であっても、R&D 人的資源動員の大きな変化は年間発明者数の動的変化に反映されると予測し、本研究では発明者数の絶対値よりも発明者数の動的変化を重視した。

各年の発明者数の構造と意味を明確にすべく、(2)「新参発明者数」という新指標を設定した。X年に、対象技術領域(特許FI分類)に発明者として初登場した人を「(該領域の)X年の新参発明者」と定義し、各年の「新参発明者数の動的変化」を求めた。この増減の傾きにも重大なR&Dマネジメントの意思決定が反映されている可能性があると考え、発明者数の動的変化と共に分析・考察した。ある年にIJ技術の新参発明者として初登場した技術者は、一定期間IJのR&Dに従事した後、他のプロジェクトに移ったり、管理業務に昇進したり、他職種に異動、退職、等の理由で発明者リストから消えていくと推測される。X年の新参発明者数が、新参後の経年で(X+n年)どう減少していくのか、「新参発明者数残存率の経年減少」を観察することで、各年の発明者数の構造やR&D組織の新陳代謝の検討を試みた。

また必要に応じて(3)特定の特許の詳細調査や特定の発明者群の出願履歴調査を実施した。

3.2 IJ技術の調査および各社の「新規製品技術」の調査

本研究は、C社とSE社のR&Dマネジメントと技術原理選択(C社/TIJ vs. SE社/PIJ)の関係を分析する。IJ技術原理の概要、各方式の得失比較、技術開発の歴史と動向、関連基礎科学、等に関しては、日本画像学会が編集したIJ技術の解説図書(日本画像学会編, 2008)³⁷を主資料として、米国画像学会(IS&T)のジャーナルと講演要旨集、日本画像学会(旧電子写真学会)の学会誌と講演要旨集、その他関連学会³⁸の資料(主に解説)を副資料として調査した。

³⁷ 日本画像学会編(2008)は、C社、SE社、R社、FX社を含む計7社のIJ関連技術者による共著、共編であり、TIJとPIJの比較や掲載技術事例はIJ技術に関する既存図書中で最も客観性が高いと推定できる。

³⁸ 日本印刷学会、日本写真学会、画像電子学会、電子情報通信学会、映像情報学会、日本機械学会、紙パルプ技術協会、日本化学会、色材協会の学協会誌(1981-2006)をGoogle Scholarで検索、表題チェック、必要に応じて原本確認を実施(著者所属企業の図書館)。

また、本研究では、C社とSE社の「新規製品技術（＝製品に搭載された新規キー技術）」開発の流れをベースにして2社のIJ技術R&D経緯を概観する。そして同時にこの「新規製品技術」数が企業R&Dの新たな定量アウトプット指標となる可能性を探る。研究対象企業が、自社の特徴的な製品技術や新技術に関する解説論文を掲載した技報（テクニカル・ジャーナル）を発行している場合は、技報の調査・分析が新規製品技術の抽出やR&Dマネジメント分析の有力なツールになり得る³⁹。しかしながら本研究の主対象企業であるC社とSE社は技報を発行していない⁴⁰。そこで、下記2種の調査を元にして「新規製品技術」の機械的な抽出を試みた：

- (1) 企業ホームページに掲載されているIJ技術領域のマイルストーン製品を抽出
- (2) 日本画像学会のIJ技術解説図書（日本画像学会編，2008）および同学会誌に掲載された解説論文から抽出

対象となる解説論文は、日本画像学会の学会誌閲覧サービスで1981年から2010年に発行された日本画像学会誌（および電子写真学会誌）を「インクジェット OR インキジェット OR バブルジェット OR インク」をキーワードとして検索した⁴¹。その結果、ヒットしたC社技術者の著作は24報あったが、そこから原著論文（IJ技術，非IJ技術）と非IJ技術関連の解説10報を除き計14報を新規製品技術の抽出対象とした。同様にヒットしたSE社技術者の著作は13報であるが、原著論文と非IJ技術の解説，2006年以降の製品に関する解説を除いた計9報を抽出対象とした。その後，2012年の日本画像学会誌に先のIJ技術解説図書（日本画像学会編，2008）の続編ともいふべき解説論文（藤井・竹本・大倉・岡田・江口・高田・中島・竹内，2012）が掲載され⁴²，IJプリンタの基本性能向上と課題解決のために1980年代から導入された新規技術が議論された。そこで，これを加えた計23報の解説論文からC社とSE社のIJ固有技術（ヘッド関連技術，インク関連技術）を主体とする「新規製品技術」候補（1981－2005）を該新規技術が最初に搭載された「製

³⁹ 企業の「技報」を用いたイノベーション・マネジメント研究では、シャープの技報に着目した櫻井・藤村（2008）が先駆的研究。

⁴⁰ 調査対象5社の内で、自社のテクニカル・ジャーナルを発行しているのは、副対象のリコーと富士ゼロックスの2社のみである。

⁴¹ 日本画像学会の学会誌閲覧サービス（<http://www.jstage.jst.go.jp/browse/isi-char/ja/>）で検索ヒットした著作は、C社著者24報，SE社著者13報，その他企業・機関に属する著者の著作42報，総計79報であり，全件を参照チェックした。その後2012年に学会IJ技術部会がまとめた解説論文（藤井ほか，2012）のp.154からp.155の表を追加参照した。

⁴² 藤井ほか（2012）は、本研究の対象5社（C社，SE社，R社，FX社，B社）を含む計8社のIJ関連技術者による連名著作である。

品」単位で抽出した⁴³。

1981年に米国画像学会（IS&T）が初回のNIP（Non Impact Printing の略称）国際会議を開催し、次いで日本画像学会の前身である電子写真学会が1984年7月に第1回NIP技術シンポジウムを開催している⁴⁴。そして1980年代末以降は、この日本画像学会が電子写真、感熱記録、IJ、等で代表されるNIP技術発表の国内の主たる場として定着しているため、「新規製品技術」抽出の対象学会として日本画像学会（旧電子写真学会）を選定した。日本企業の場合、IJ技術に関する一般的な解説論文や共通要素技術のオリジナル論文は、日本画像学会以外で発表される場合もあるが、IJ固有技術（ヘッド、インク、印字方法）の論文や特徴的IJ製品の解説に関しては、発表の場の主力は日本画像学会であり、かつ同学会誌以外の学会誌にのみ掲載された「新規製品技術」候補は見当たらなかった⁴⁵。

3.3 新たな方法・指標の有効性の検討

本研究で提案する新たな方法・指標の有効性は、既存2次資料や先行事例研究との対比によって分析、考察する。1970年代後半以降、対象企業5社はIJ技術の研究やIJプリンタの製品開発を、どのような戦略、マネジメントで遂行してきたのであろうか。各社の経営状況やIJ関連R&D活動に関しては公式ホームページ、社史、有価証券報告書、製品カタログ、業界誌紙の情報を調査した。そしてC社とSE社に絡んだ先行事例研究資料として特に、宮崎(2002)、松田(2006)、岩井(1997)、Fleming(2002)、藤原(2002)、青島・北村(2008)を参照した。

前述の新定量指標「発明者数の動的変化」を、既存文献に定性的に記述されているR&D活動と対比することによって「ある技術領域のR&D資源動員マネジメント(=R&D技術者数の動的変化)は、該領域の発明者数の動的変化で代用できる」という仮説の可能性を検討する。そして「発明者数の動的変化」という定量指標の導入によって、はじめて浮上するC社とSE社のR&D人的資源

⁴³ IJ専用紙等のIJメディアもIJ固有の重要技術ではあるが、開発主体がIJプリンタ企業ではなくメディア企業（製紙メーカー等）であるため新規製品技術の対象からは除いた。また個々の要素技術単位ではなく「製品」単位でのカウントとした理由は、IJ製品技術の本質が、「ヘッド・インク相互作用」と「インク・メディア相互作用」の制御にあるため、新規ヘッド技術や新規インク技術の採用は、常にそれ単独の進化・革新だけではなく周辺要素技術（たとえば用紙搬送、メンテナンス、画像処理ソフトウェア、コントローラ、等）の進化や調整を伴う場合が多い。各事例でそれらの詳細把握や分割検討が困難なため、原則「製品」単位でカウントした。

⁴⁴ NIP技術シンポジウムは1984年以降毎年開催されているが、1988年からJapan Hardecopyに、2006年6月からはImaging Conference Japanと改称し継続開催されている。

⁴⁵ 調査範囲は、脚注38に記した計9学協会誌である。

動員の違いを、主に「R&D 視点」で捉え、技術原理選択や知識創造の違いとの関係を分析・考察し、技術イノベーションを促進する企業 R&D マネジメントに関する含意抽出を検討する。

また新参発明者数に着目して発明者数の構造を分析する方法と、既存文献に断片的に定量記述がある R&D 技術者数と対応年の発明者数を対比する 2 種の方法で、発明者数と R&D 技術者数の関係を推測し「発明者数=R&D 技術者数」といえるか否かの検証を試みる。そして企業間の R&D インプット（人的資源動員）と R&D アウトプットの関係と比較し、さらに R&D マネジメントの範疇を越えるが最終的アウトカム（製品出荷量）との関係も一部考察を加える。本研究で採り上げた企業 R&D マネジメントの代用指標候補を表 3-2 にまとめた。

なお IJ を含むプリンタ市場動向は、調査会社資料（矢野経済研究所、各年版の日本マーケットシェア事典）や業界団体（JEITA）の統計資料を参照した。

表 3-2 企業 R&D マネジメント分析のために本研究で検討した代用指標候補の概要

被説明特性 説明因子 (代用指標候補)		発明者数の 構造および R&D技術者数 との関係理解 (含特異年)	R&Dマネジメント			
			人的資源動 員と活用の マネジメント	人的資源動 員マネジメン トの大変化	R&D知識創 造へのイン プット	R&D知識創 造のアウト プット
発明者数	動的变化	○	●	●		
	累積発明者数				●	
新参 発明者数	動的变化	●	○	●		
	残存率の経年減少特性	●	●	○		
	累積新参発明者数	○			○	
	新参以前の出願履歴			○	○	
特許件数	出願・公開件数		△	△		○
	対象件数/全分野件数			○		
	(登録件数)					○
	内容分布(FI分類等)			○		○
新規製品技術(内容と件数)			○	○		●

補注) 各被説明因子をどの説明因子(代用指標)で説明するかを要約した。●が代表説明因子(主代用指標)であり、●>○>△の順に代表性低下。網掛け領域は、本研究では除外した。これらの説明因子は、最終行の「新規製品技術」のみが、解説論文を中心とする学会情報に基づき、他の説明因子はすべて公開特許情報から抽出したものである。

PART I

発明者数指標の特徴と R&D 人的資源動員の定量化

第 4 章 発明者数の構造分析：発明者数と技術者数，マネジメントの関係

第 5 章 発明者数と特許件数の関係

第4章 発明者数の構造分析：発明者数と技術者数，マネジメントの関係

企業別の「発明者数の動的変化」結果は，R&D 人的資源動員を反映しているようにみえるが，一時的に発明者数が減少する年（「特異年」と呼ぶ）も多い。もし「発明者数=R&D 技術者数」ならば，特異年には R&D 技術者数も減少していることになるが，増員傾向下での一時減員は考えにくい。本章では「新参発明者（数）」とその経年後の「残存率」を新たな切り口として発明者数の構造を分析し，発明者数と R&D 技術者数，さらには R&D マネジメントの関係を考える⁴⁶。そして「発明者数の動的変化」が R&D 人的資源動員マネジメントの定量代用指標となり得るか否か，可能性を確認する。既存資料の定性記述全般との詳細比較，考察は 7，8 章に譲る。

4.1 発明者数の動的変化

4.1.2 発明者数および新参発明者数の動的変化挙動

IJ 技術の特許調査から企業別に重複を除いた年間発明者数（1976 年～2005 年）を求め，C 社，SE 社および R 社，FX 社，B 社を加えた 5 社の IJ 発明者数の動的変化の結果を図 4-1 に示した。

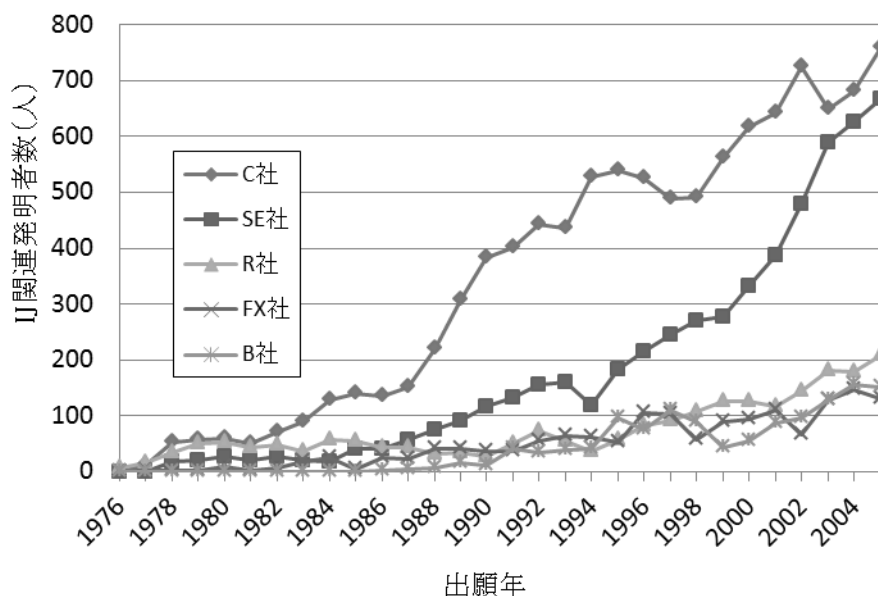


図 4-1 5 社の IJ 発明者数の動的変化（1976 年～2005 年）

⁴⁶ 同じ技術領域（FI 分類），同じ期間（暦年）での「発明者」数と「R&D 技術者」数を比較する。本稿の「R&D 技術者」は，該領域の R&D マネジメントの対象となる技術者であり，該領域の R&D にある期間，定常的に従事した技術者を意味する。該領域の発明者でも，それがスポット的で他領域が主務の「周辺」技術者は，対象外とした。文の冗長化を避けるため，多くの場合「R&D 技術者」と簡潔に表記するが，「周辺」技術者と区別する場合は，「定常的に従事している R&D 技術者」，「（中核）技術者」のような修飾を付けた。

図 4-1 から、5 社すべてマクロには発明者数の増加傾向が見られ、特に 2 強企業（C 社と SE 社）の発明者数増強が後発 3 社（R 社、FX 社、B 社）よりも早く顕著であることが分かる。C 社と SE 社の場合は、米国 HP 社が DeskJet（1988 年 2 月発売）で IJ モノクロ PC プリンタの市場を創出したことに反応して、2 社ともに HP 社に対抗すべく新規な印字ヘッド技術を開発したことが知られている。その活動と対応するように、2 社ともに HP 社の DeskJet 発売の前後からそれぞれの新規ヘッドを搭載した IJ モノクロ PC プリンタの発売年まで（C 社は BJ-10v 発売の 1990 年、SE 社は MJ-500 発売の 1993 年）発明者数の急増が見られており、発明者数の動的变化は各企業の R&D 人的資源動員の動的变化を反映しているようにみえる⁴⁷。しかし発明者数は単調に増加しているわけではなく、発明者数が前年より減少する特異年も多く見られ、発明者数と R&D 技術者数の関係に関する分析・考察が必要であることを示唆する。

本研究のひとつの特徴は発明者数だけではなく毎年新たに登場する「新参発明者（数）」を補助指標として使用する点にある。発明者数の構造や企業 R&D 組織構成の動き（新陳代謝）、R&D マネジメントの状況をより詳細に分析・考察するため、新参発明者（数）に着目し、（1）その動的变化と（2）X 年に新参者として登場後、Y 年（ $Y \geq X$ ）に発明者として残っている X 年の新参者は何割程度かその残存率を調べた。まず C 社と SE 社の各年の「新参発明者数の動的变化」をそれぞれ図 4-2a,b に示す。図には、新参発明者数とともに発明者数の動的变化（図 4.1 と同じ）も再録したが、両社ともに発明者数の動的变化グラフに概ね対応した形で新参発明者数のグラフにも類似の増減凹凸が見られる。但し、たとえば SE 社の 1994 年の特異年における対前年発明者数減少は同年における新参発明者数の対前年減少よりも大きく、特異年の原因をその年の新参発明者数の減少だけに求めることは無理がある。特異年の理由が、従来からの R&D 技術陣にも新参技術陣にも同様に作用した結果、発明者数グラフと新参発明者数グラフにおける増減凹凸の類似パターンを生んでいる可能性が高い。新参発明者がすべて新たに IJ 組織に動員されかつ発明者として登場した IJ 関連 R&D 技術者と対応するかどうかは後の議論となるが、図 4-2a から C 社の新参発明者数

⁴⁷ C 社は 1987 年 7 月に TIJ の主管を研究部門から事務機事業本部に移し、B プロジェクトで IJ 技術者を増強、SE 社も 1980 年代末から IJ 技術開発に技術者をシフトし、1990 年には HP 対抗の緊急ヘッド・プロジェクトがスタートしている。なお、各企業の発明者数の動的变化（図 4-1）と各企業の実際の R&D 活動との対応詳細に関しては、7 章で述べる。

は 1988 年以降（前述の B プロジェクト以降）、毎年 100 名規模で 2005 年までほぼ一定に見える。図 4-2b の SE 社は 1995 年頃から数十名規模の緩増傾向が見られる。これは発明者数の動的变化では十分読み取り難いが、1994 年に SE 社がプリンタ事業の中核を IJ にシフトすると発表した事実と符合する⁴⁸。そして 1999 年以降はさらに急増を示し、2005 年まで毎年 150 名から 200 名弱に達している。「新参発明者数の動的变化」は、新たな人的資源動員の変化を反映し、「発明者数の動的变化」では読み取り難い変化が読み取れる可能性があるといえる。

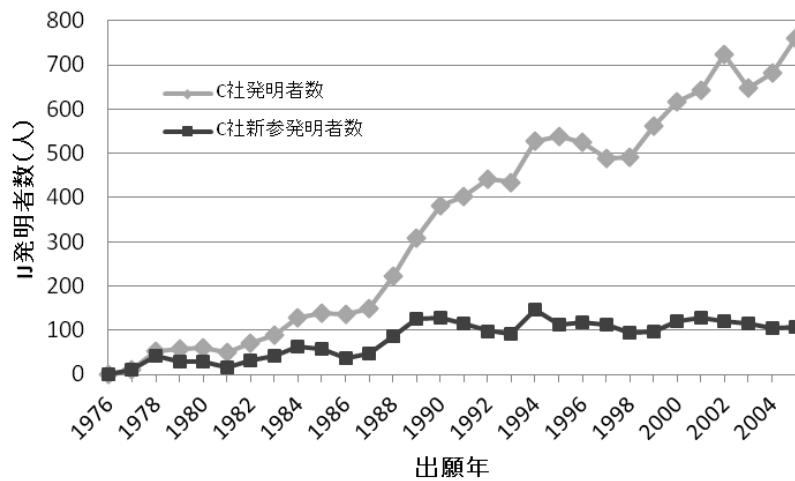


図 4-2a C 社の発明者数と新参発明者数の動的变化（出願年：1976 年～2005 年）

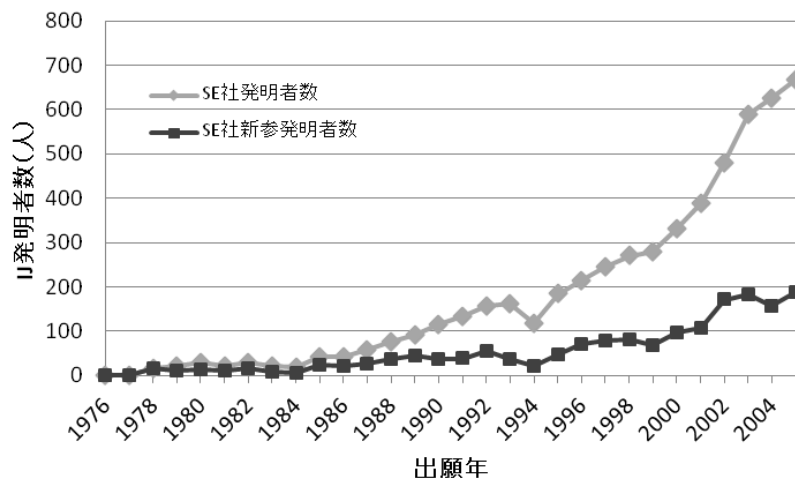


図 4-2b SE 社の発明者数と新参発明者数の動的变化（出願年：1976 年～2005 年）

⁴⁸ 日本経済新聞，1994 年 5 月 12 日，p.15

4.1.2 新参発明者数の経年減少特性と特異年

次いで新参発明者数の経年減少特性を概観する。図 4-3 に C 社の年間発明者数を各年の新参発明者数に分解し、新参発明者数が経年減少する状況（1986-1995）をサンプルとして示した。この図で 1986 年の新参者（棒グラフ最下層）に注目すると、1 年後の 1987 年に残っている 1986 年新参発明者はほぼ半減し、微小増減を繰り返しつつ経年減少する状況が分かる。新参発明者数が経年で単調減少せず脈動的微小増減を繰り返すことから、組織異動等による退出とは別に、発明者として数年毎に登場する「飛び石」型の存在が示唆される。次の図 4-4 は SE 社の発明者リストの一部を切り出したものであるが、発明者として毎年登場する「連続」型に加えて断続的な「飛び石」型や 1 年しか発明者として登場しない「飛び入り」型の可能性がある発明者の存在が観察できる。

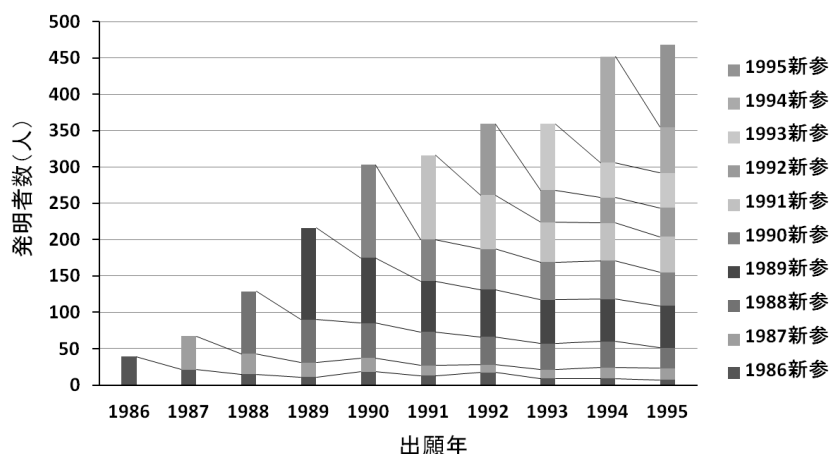


図 4-3 発明者数の各年新参発明者数への分解と新参発明者数の経年減少

No.	発明者氏名	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
72	N. K										
73	H. H.										
74	N. O.										
75	H. O.										
76	K. O.										
77	A. O.										
78	T. O.										
79	K. S.										
80	M. T.										
81	T. T.										
82	H. N.										
83	Ha. N.										
84	O. N.										
85	Y. N.										
86	T. N.										
87	F. N.										
88	K. H.										
89	M. T.										

図 4-4 SE 社 IJ 発明者リストの一部抜粋：発明者の登場パターンの実例

補注) 網掛け部分は発明者として登場した年、空白部分は発明者として登場しなかった年を示す。

図 4-3 と図 4-4 に基づく予備的な考察から、「発明者数の動的変化」を「各年の新参発明者数の経年減少特性の複合体」として表示すると、特異年が技術者の流出・減少か一時的な発明・出願活動低下起因か、判定できそうである。図 4-5a,b に C 社、SE 社の各年の新参発明者数経年減少特性を積上げ棒グラフの複合体として表示したが、両社ともに特異年とグラフ区分線の落ち込み・回復挙動とが対応している⁴⁹。2 社ともに探索研究の段階ではなく技術・製品開発競争の段階であり、この挙動は特異年が R&D 技術者数の一時的異動・減少というよりも、R&D 技術者の発明もしくは出願活動の一時的低下（「飛び石」型の増加）が主因である可能性を示唆する。

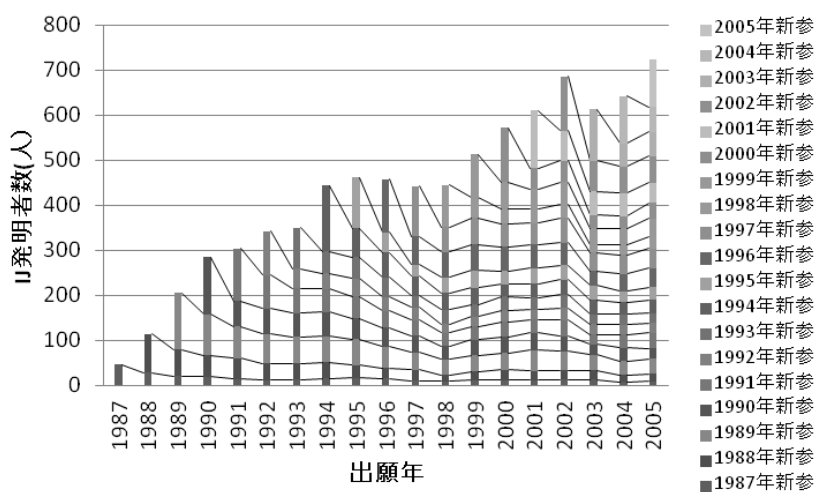


図 4-5a C 社：「新参発明者数の経年減少複合体」の動的変化（1987 年新参～2005 年新参）

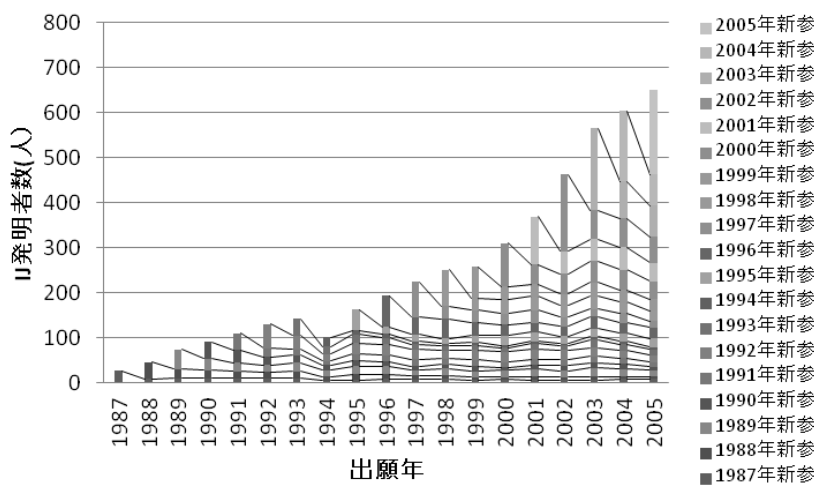


図 4-5b SE 社：「新参発明者数の経年減少複合体」の動的変化（1987 年新参～2005 年新参）

⁴⁹ 分析・考察の主対象期間が 1988 年（DeskJet 発売）以降のため、C 社と SE 社はその前年の 1987 年以降、後発 3 社は 1988 年以降の新参発明者数の経年減少で表示した。

後発3社の同様のグラフを図4-6a,b,cに示したが、R社、FX社、B社においても特異年は、グラフ区分線の落ち込み、回復挙動と対応しており、特異年の主因は実際にR&D技術者数が減少しているわけではなく、何らかの理由で技術者の発明・出願活動が一時的に低下したためと推測される。

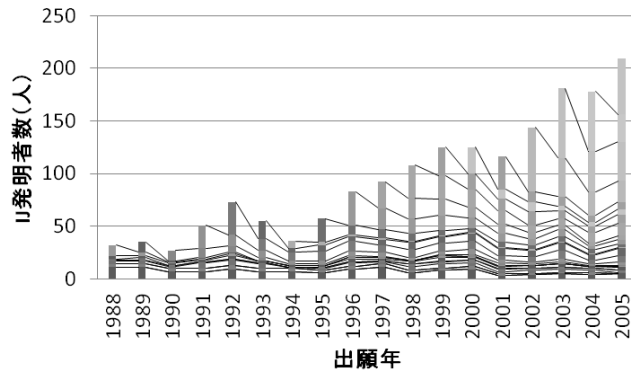


図4-6a R社：「新参発明者数の経年減少複合体」の動的変化（1988年新参～2005年新参）

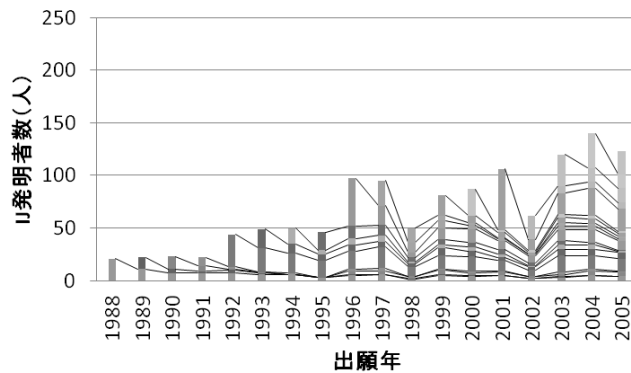


図4-6b FX社：「新参発明者数の経年減少複合体」の動的変化（1988年新参～2005年新参）

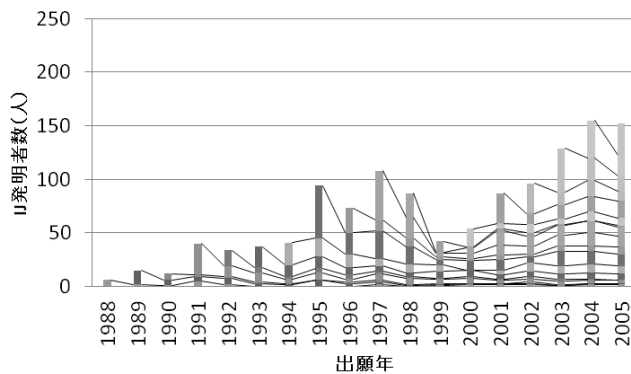


図4-6c B社：「新参発明者数の経年減少複合体」の動的変化（1988年新参～2005年新参）

4.1.3 残存率の動的变化（経年減少特性）

前掲した新参発明者数の経年減少特性（図 4-5, 図 4-6 の区分線の動き）を、各年の新参発明者数の多寡の影響を除いて、新参発明者数の残存率変化として表示すると、経年減少挙動の差や企業間差がより理解しやすい⁵⁰。図 4-7 に 2 社の 1988 年から 1993 年新参者を対象として、新参発明者数の新参後 12 年間の新参発明者数残存率（残存率と略記）の動的变化（経年減少）を示した⁵¹。

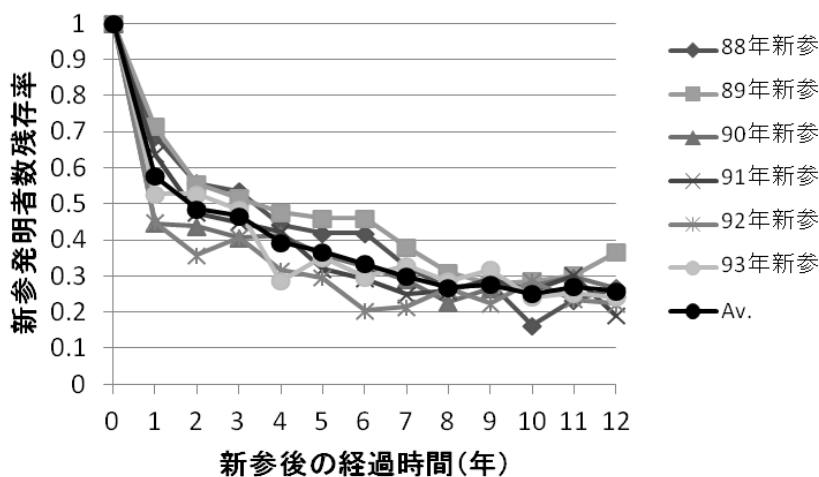


図 4-7a C 社新参発明者の新参後 12 年間の残存率の減少特性

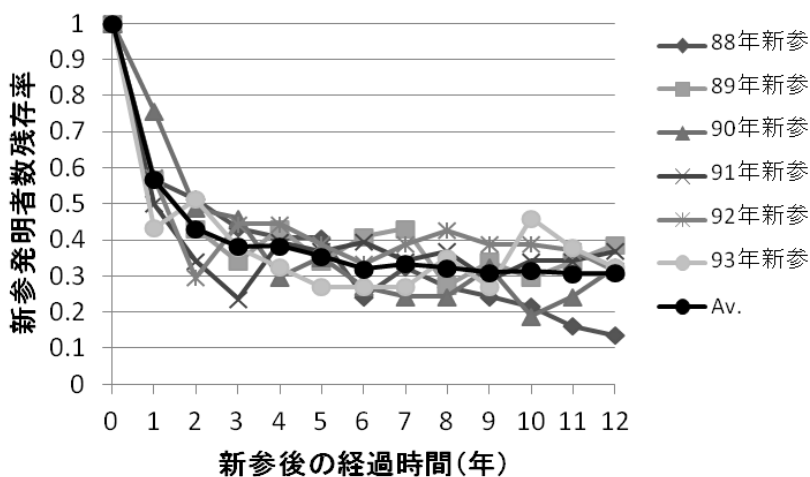


図 4-7b SE 社新参発明者の新参後 12 年間の残存率の減少特性

⁵⁰ 「X 年新参発明者の Y 年 ($Y \geq X$) における残存率 = (Y 年に発明者として登場した X 年新参者の数) / (X 年の X 年新参者数)」で定義される。新参年の新参発明者数=1 として図 4-7 のように残存率で経年減少特性を表示すると、C 社の場合は 1980 年代初期から、SE 社の場合は 1980 年代後半から概ね類似パターンを示す。それ以前の R&D 初期はバラツキが大きい、新参発明者数が少ないことが主因と推測される。

⁵¹ 図 4-7a の C 社残存率=1 は平均 108 人（標準偏差=18）、図 4-7b の SE 社残存率=1 は平均 41 人（標準偏差=7）。また 1988 年から 1993 年は、C 社の発明者中に占める当該年の新参者率は 21~41%、SE 社は新参者率=23~49%である。

図 4-7a,b から C 社と SE 社の残存率の経年減少パターンがよく似ていることが分かる。図中には各年の残存率平均値を結んだ合成曲線も同時に示し、各平均値と標準偏差、変動係数 (CV) を表 4-1 に示した。そして表 4-2 に、これら 2 社の新参 12 年後までの残存率経年減少特性を、n=6 の繰り返しのある 2 元配置として分散分析した結果を示したが、P-値=0.559 は大きく (>0.05)、この範囲では 2 社間に有意差はみられなかった (有意水準 5%)。

表 4-1 C 社と SE 社の残存率経年減少特性のパラツキ (1988 年新参~1993 年新参)

C社: 新参発明者数残存率経年減少挙動のパラツキ													
新参後(年)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
88-93 平均値	1	0.577	0.485	0.466	0.393	0.367	0.333	0.298	0.269	0.276	0.251	0.270	0.259
標準偏差	0	0.119	0.079	0.054	0.075	0.062	0.093	0.060	0.028	0.031	0.047	0.034	0.059
CV (%)	0	20.6	16.2	11.7	19.1	16.8	27.8	20.1	10.3	11.3	18.5	12.5	22.9

SE社: 新参発明者数残存率経年減少挙動のパラツキ													
新参後(年)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
88-93 平均値	1	0.567	0.431	0.382	0.383	0.354	0.320	0.333	0.322	0.310	0.315	0.306	0.309
標準偏差	0	0.108	0.092	0.084	0.059	0.047	0.070	0.071	0.071	0.053	0.103	0.085	0.090
CV (%)	0	19.1	21.5	22.0	15.5	13.4	21.9	21.2	22.0	17.0	32.7	27.9	29.0

表 4-2 C 社と SE 社の残存率経年減少特性の分散分析結果

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
標本(C社, SE社)	0.00172	1	0.00172	0.343388648	0.558896	3.913989
列(12年後まで)	5.626485	12	0.468874	93.61309389	7.59E-58	1.827349
交互作用	0.069107	12	0.005759	1.149798317	0.326361	1.827349
繰り返し誤差	0.651122	130	0.005009			
合計	6.348435	155				

また、新参発明者数の経年減少特性は、2 社共に最初の 1, 2 年で残存率 ≈ 0.5 と発明者数の急減が観察され、新参後 2, 3 年目から緩慢な減少過程に移行しているように見える。そこで、図 4-7 の残存率平均値の経年減少特性を急減過程と緩減過程の 2 段階に分け、それぞれの過程を線形近似すると図 4-8 が得られる⁵²。

⁵² 後半の緩減過程は指数近似でもよく合うが、実務上簡便な 2 段階の線形近似で例示した。また横軸は時間軸であるが、線形近似 (特に緩減過程) に無理がないことを示すために R² (決定係数) を参考付記した。

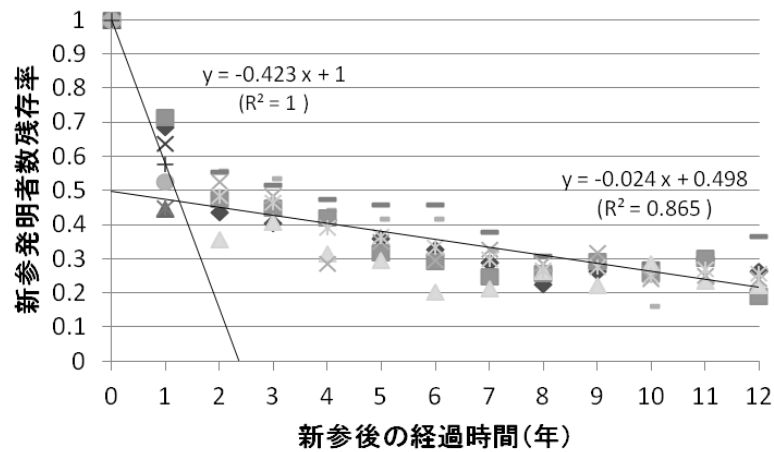


図 4-8a 残存率の経年減少特性の 2 段階線形近似モデル (C 社'88 年新参~'93 年新参)

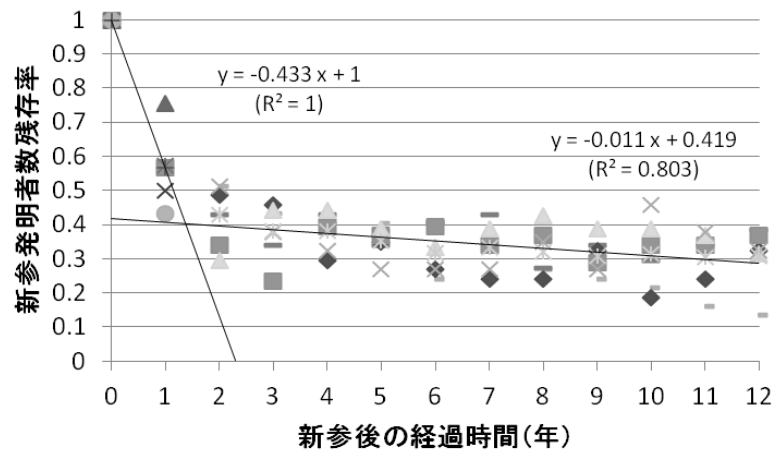


図 4-8b 残存率の経年減少特性の 2 段階線形近似モデル (SE 社'88 年新参~'93 年新参)

図 4-8 の 2 段階線形近似モデルで、C 社が -0.423 、SE 社が -0.433 とほぼ同傾向を示す最初の急減過程は何を意味するのか。毎年、R&D 組織やプロジェクトに新規参画したメンバーの半数を 1~2 年で他へ移すマネジメントは、探索研究の段階ではよく見られるが、R&D の基本的な方向が定まった後では効率的に疑問である⁵³。新規技術の R&D 初 (~中) 期は、技術アプローチに多様なオプションが存在するため関連知識を持つ周辺技術者がアイデアをスポット的に「飛び入り」出願

⁵³ 以後「R&D 組織」を対象領域 (IJ) の固定組織 (部門) の外、関連タスクやプロジェクト・チームも含む総称とする。「中核」組織は本稿で「R&D 組織」と同じ意味だが、対象領域 (IJ) の R&D 以外を主務とする「周辺」組織と区別して議論する場合に用いる。

するケースも多い。また R&D 初期段階では中核 R&D 組織が保有する機能や知識がまだ整備されておらず不十分な場合も多く、実験依頼や技術相談で周辺 R&D 組織の機能・知識を借用する場合があります（含む関連プロジェクトへのパートタイム参画）、結果的に周辺技術者の「飛び入り」出願を誘発する。製品開発や事業が軌道に乗り中核 R&D 組織が大きく成長した後は、新人技術者が該 R&D 組織で研修を受け、「飛び入り」連名発明者として出願に名を連ねた後に、他組織や自組織内の発明よりも開発実務を優先する部署に配属されるケースも生じる。中核 R&D 組織では、新規技術が直面する予想外の問題解決に向けた実験や試作に追われて、数年に 1 回（1 年）しか発明者として登場しない「飛び石」発明型の技術者も多いと推測され、特に発明休眠期間が長い極端な「飛び石」型の中核技術者は結果的に「飛び入り」型として観察されるため、周辺からの「飛び入り」と区別困難となる。「飛び入り」型も「飛び石」型も、ともに IJ 発明者としては p 年間に 1 年だけ発明者として登場するパターンを示すため、以下「 $1/p$ 」発明者と総称する（ p は自然数）。

以上の検討から、急減過程の主な要因は R&D 技術者の異動・昇進等による退出ではなく、「飛び入り」型および「飛び石」型を仮定した「 $1/p$ 」発明者効果と考えられる⁵⁴。

図 4-8 のモデルの新参後 2 年目以降の緩減過程の傾きは、C 社が -0.024 、SE 社が -0.011 であり、C 社の残存率が SE 社より速く減少することを示唆する。外挿すると、C 社は新参後 21 年目、SE 社は同 38 年目に残存率 $\doteq 0$ となる。緩減過程の傾きは、組織の新陳代謝指標として技術者の異動・昇進等による退出を主に反映し、残存率の平均値に対するバラツキ（表 4-1）が主に「飛び石」型の「 $1/p$ 」発明者効果に基づくと推測される。

次いで図 4-9a,b に C 社と SE 社の「残存率の経年減少複合体」の動的変化を示した（1987 年新参～2005 年新参）。これは図 4-5a,b の「新参発明者数の経年減少複合体」を「残存率の経年減少複合体」に置換したグラフであり、図 4-5 から各年の新参発明者数の多寡の影響を除き、各年の新参者の残存率変化の影響だけを読み取ることができる。グラフには、残存率の経年減少特性が図 4-8a,b の 2 段階線形近似モデルに従う仮想ケースを「モデル」として実測値とともに示したが、モデルを基準とすると実測値の相対的な増減変動が分かりやすい。

⁵⁴ 「飛び入り」型、「飛び石」型の内容の例示に関する記述は、著者の IJ 技術および類似技術領域における基礎・探索研究から要素技術開発、新規製品開発、事業開発までをカバーする R&D マネジメント経験をベースにして整理したものである。

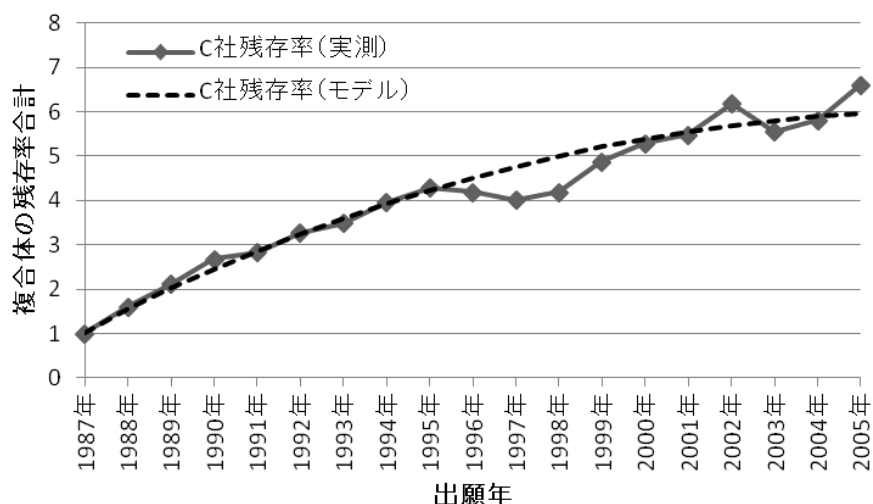


図 4-9a C 社：「残存率の経年減少複合体」の動的変化（1987 年 - 2005 年）

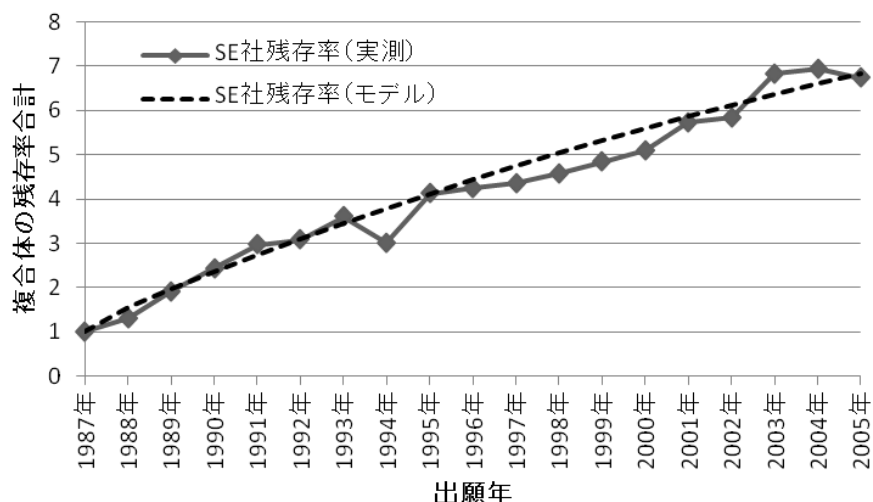


図 4-9b SE 社：「残存率の経年減少複合体」の動的変化（1987 年 - 2005 年）

図 4-9 から C 社と SE 社の残存率複合体の動的変化における増減凹凸パターンが、図 4-1 の 2 社の発明者数の動的変化における増減凹凸パターン（含む特異年）とよく似ていることが分かる⁵⁵。

そして図 4-9 の実測とモデルの比較から、発明者数の動的変化の特異年や凹期間は新参発明者数の

⁵⁵ (1) 残存率複合体の動的変化も新参発明者数の動的変化の特徴も、ともに発明者数の動的変化パターンと類似している。しかし、それぞれの相関をみると、新参発明者数と発明者数の相関は、SE 社では高いが、C 社では低い。一方、複合体の残存率合計と発明者数の相関は、C 社 ($R^2 = 0.985$)、SE 社 ($R^2 = 0.885$) 共に高い。これらの詳細については 4 章の補足 (1) に付記した (図 4-18a,b)。

(2) 図 4-9 は、図 4-5 と同様に 1987 年以降を表示している。C 社の場合、1993 年以降は発明者数の 80% 以上そして 1997 年以降は発明者数の 90% 以上が 1987 年新参以降の発明者で占められる。SE 社の場合も、1991 年以降の発明者数の 80% 以上、1997 年以降の発明者数の 90% 以上が 1987 年新参以降の発明者数で占められている。

残存率が一時的に前年より減少側に振れることや相対的に残存率が低い期間の後に残存率が再上昇する状況と対応することが、先の図 4-5 以上に明示される。2 社ともに 1990 年代は IJ 技術・製品開発競争の段階であり、IJ 中核組織の R&D 技術者が一時的に異動し、その後復帰するケースが多い状況は考え難い。つまり発明者数の動的变化における特異年や凹部の要因は、R&D 技術者数の減少ではなく、何らかの理由による技術者の一時的な発明もしくは出願活動の低下がマクロな主要因と考えられる（「1/p」発明者効果）。図 4-9 からは、特異年以外でも残存率複合体の残存率実測値がモデルよりも低い期間があることも分かる。たとえば SE 社の 1996 年から 2002 年の残存率実測値は対前年では低くないが、対モデルでは低い。2005 年の残存率は対前年で低いが、当該年の新参発明者数が多く（図 4-2 参照）、発明者数の動的变化では見掛け上特異年としては表示されない。

また、図 4-1 の発明者数の動的变化グラフでは、C 社の発明者数が 1998 年から 2002 年の期間や 2003 年から 2005 年にかけて急増しているように見えるが、これらは図 4-2（新参発明者数の動的变化）と図 4-9（残存率複合体の動的变化）から、残存率複合体の残存率の変動（急上昇）が主因であって IJ 関連 R&D 技術者数の急増を意味しているわけではないことが示唆される。一方、図 4-1 で観察される 2000 年以降の SE 社の発明者数急増は、図 4-2 と図 4-9 から、残存率の相対的増加の影響もあるが、2000 年以降の新参発明者数急増が確認されるため、前述の C 社とは異なり IJ 関連 R&D 技術者数の増加効果と考えられる。

4.2 発明者数と R&D 人的資源動員（R&D 技術者数）の関係

4.2.1 2 段階線形近似モデルによる発明者数補正と R&D 技術者数の推算

前節までの結果は「発明者数≠R&D 技術者数」を示唆している。ここでは図 4-8 の 2 段階線形近似モデルをベースにして、（1）残存率の経年減少特性が該モデルに従う場合の仮想的な発明者数の動的变化（＝特異年の発明者数を補正した動的变化）を求め、次いで（2）仮想的な発明者数の動的变化をベースにして、さらに R&D 技術者数の概算見積もりを試みる。

先ず（1）の仮想的な発明者数の動的变化は、C 社と SE 社の各年の新参発明者数と図 4-8a,b の 2 段階線形近似モデルを展開した残存率モデル値（一部は外挿値を含む）から求められる。そして

Y年の仮想発明者数 (I_y) は、X年の新参発明者数 (NI_x) と X年新参者の Y年 ($Y \geq X$) における残存率モデル値 (SR_{yx}) から次の式 4-1 で計算できる。

$$I_y = \sum_{x=f}^y (NI_x \times SR_{yx}) \quad (4-1)$$

(f は最初の発明者登場年であり、C社の場合は1977年、SE社の場合は1978年)

なお特許出願年の年末問題と新参ラグの分布を考慮し⁵⁶、X年の新参発明者数 (NI_x) としては、実測値ではなく、(X-1)年、X年、(X+1年)の前後を含む3年間の新参発明者数の平均値(四捨五入)をX年の新参発明者数(モデル)として用いた(図4-10a,b参照)。

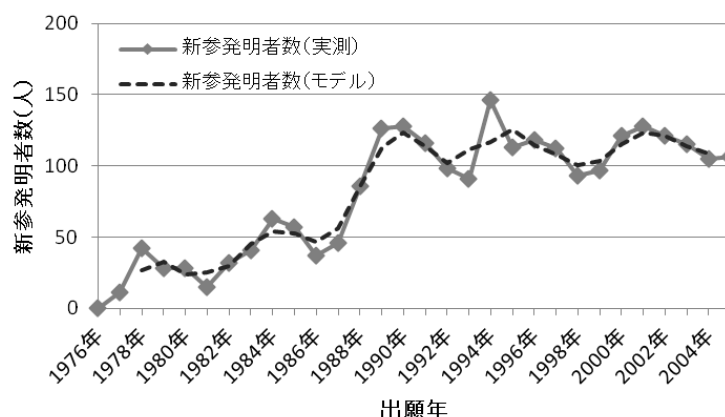


図 4-10a C社新参発明者数の動的变化：実測 vs. モデル（前後年を含む3年間の平均）

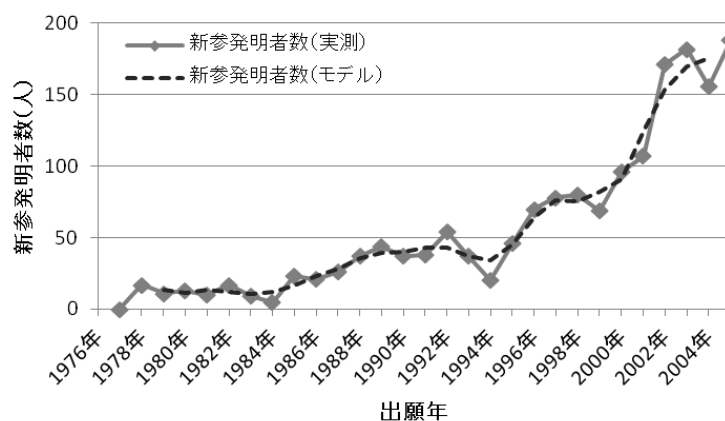
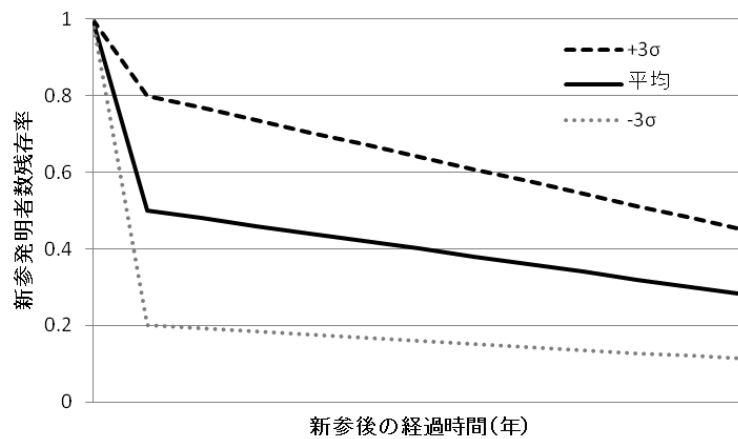


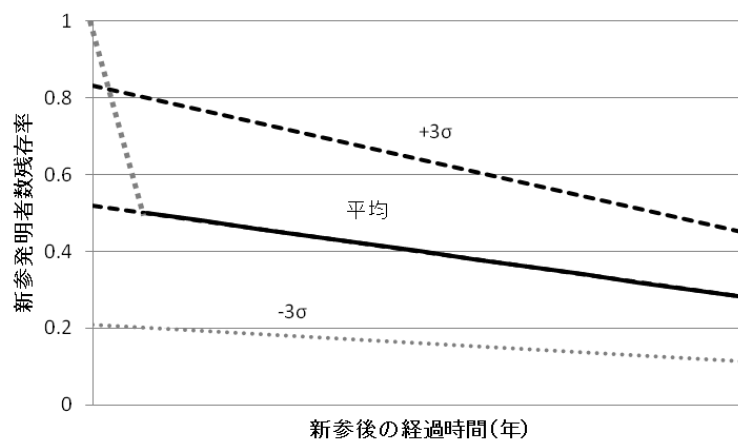
図 4-10b SE社新参発明者数の動的变化：実測 vs. モデル（前後年を含む3年間の平均）

⁵⁶ 「特許出願年の年末問題」は、X年の12月出願とX+1年の1月出願は、ほぼ同時期の出願だが出願年が1年ずれることを意味する。「新参ラグの分布」は、技術者が新たな領域に参画後、該領域の新参発明者として登場するまでの期間の分布を意味する（詳細後述）。

次いで(2)をどう見積もるか。残存率の実測値が2段階線形近似モデル値よりも低下するケースは「 $1/p$ 」発明者の増加を、逆に実測値がモデル値よりも高いケースは「 $1/p$ 」発明者が減ること意味する。そこで残存率が、モデル値の $+3\sigma$ (σ :標準偏差)の時、R&D技術者はほぼ全員が発明者として登場、即ち「発明者数 \approx R&D技術者数」を仮定すると(1)と同様の方法でR&D技術者数の概算見積もりが可能となる。表4-1から2社ともに 3σ に相当する $3CV$ (変動係数) $=60\%$ と仮定した⁵⁷。なお、新参年の残存率は常に1であり、新参年の残存率に対してはこの考え方の適用が困難であるため、概念図4-11の(a),(b)に示した2種の考え方で推算を試みる。



(a) 新参年のみ発明者数=技術者数を仮定 (X年の新参発明者数=X年の技術者数)



(b) 緩減過程を新参年に遡って外挿し、外挿値の 3σ を適用(新参年の「飛び入り」補正)

図4-11 残存率の変動に基づくR&D技術者数の概算見積もり概念図

⁵⁷ 表4-1でC社残存率の変動係数(CV)は、新参後の12年間で10.3%から27.8%におよび平均値は17.3%。SE社のCVは13.4%から32.7%までばらつき、平均値は21.9%である。以上から、2社ともに $CV=20\%$ と仮定した。図4-11の概念図では平均値 $\pm 3CV(=60\%)$ のラインを付記している。

新参年における新参発明者数と新参 R&D 技術者数の関係に曖昧さが残るが、当該年の発明者数に占める当該年の新参発明者数の比率が低いケースであれば（≒R&D 中期以降）、上述の考え方に基づいて R&D 技術者数の概算見積もりは可能である⁵⁸。Y 年の仮想発明者数（ I_y ）と Y 年の R&D 技術者数（ T_y ）の関係を、図 4-11 の（a）の考え方で記述すると式 4-2 で表示される。

$$T_y = (1 + 3CV/100) \times (I_y - NI_y) + NI_y$$

$$= (1 + 3CV/100) \times \sum_{x=f}^{y-1} (NI_x \times SR_{yx}) + NI_y \quad (4-2)$$

（ NI_y , NI_x は Y 年, X 年の新参発明者数。共に前後年を含む 3 年平均値採用。 SR_{yx} は X 年新参者の Y 年の残存率）

また図 4-11 の（b）を採用すると、式 4-3 で記述できる。

$$T_y = (1 + 3CV/100) \times \sum_{x=f}^y (NI_x \times SR'_{yx}) \quad (4-3)$$

（ SR'_{yx} は, X 年新参者の Y 年の残存率で, 新参年と 1 年後の残存率が緩減過程外挿値となり SR_{yx} と異なる）

そして当該年の新参発明者数（ NI_y ）の寄与が無視できるレベルでは、実務的にはより簡便な式 4-4 で Y 年の R&D 技術者数（ T_y ）を Y 年の発明者数実測値（ I_y ）からラフ推測可能であろう。

$$T_y \doteq (1 + 3CV/100) \times I_y \quad (4-4)$$

式 4-4 は概念図（図 4-11）条件下では「R&D 技術者数 ≒ 1.6 × 発明者数」となる。これらの推算の直接的検証は困難だが、1999 年末の C 社の研究開発人員約 7500 人と 2002 年の C 社公開特許の発明者数 4916 人の関係を調べると「R&D 技術者数 ≒ 1.53 × 発明者数」となっている⁵⁹。n=1 の間接的なデータであるが、前述の概算見積もりと近い結果を示すことが分かる。

2 段階線形近似モデルをベースにして、以上の考え方に基づき求めた C 社と SE 社の仮想発明者数の動的变化と R&D 技術者数の概算見積もりの結果（1988 年以降）を図 4-12 に示した。発明者数（実測）を仮想発明者数の動的变化と対比することで、特異年等「1/p」発明者効果の増減影響を除き、どこで発明者数の急増変化（R&D 人的資源動員の増強）があったのかが読み取り易くな

⁵⁸ 本節の発明者数と技術者数の関係は、図 4-8（1988 年から 1993 年の新参者のその後の 12 年間）がベースである。C 社と SE 社で異なるが概ね 1990 年前後から発明者数に対する当該年の新参発明者数の影響は相対的に低下する（新参者率 < 40%）。当該年の新参発明者数の寄与低下は、同時に周辺からの「飛び入り」の寄与低下も意味し、R&D 中期以降は概ね「R&D 技術者数 > 発明者数」と推測できる。但し、R&D 初期は、周辺からの「飛び入り」の影響が相対的に高く、「R&D 技術者数 < 発明者数」の可能性もあり得る。

⁵⁹ C 社有価証券報告書総覧（平成 11 年度）によると 1999 年 12 月末の研究開発人員は約 7500 名。一方、2002 年の公開特許（2000 年 7 月～2001 年 6 月出願）から C 社発明者総数（全技術分野）は 4916 名とされる（ダイヤモンド経営開発情報）。研究開発人員の定義は不明確だが、「R&D 技術者数（7500） ≒ 1.53 × 発明者数（4916）」となり、n=1 だが見掛け上、概算予測値に近い値を示す。なお C 社の出願状況（全技術分野）は、2000 年が 9625 件、2001 年が 10687 件であり、前後年と比較して特異ではない。

る。図 4-12（および図 4-10）から、1988 年以降の増強期として C 社の 1987 年起点から 1990 年頃まで、SE 社の 1987 年起点と 1994 年起点、2000 年起点が示唆される⁶⁰。

なお、図 4-12 には式 4-3（緩減過程の外挿、CV=20%）による R&D 技術者数の概算見積もり値を表示した。式 4-2（CV=20%）で R&D 技術者数を見積もると C 社の場合、2004 年で 1000 人弱、SE 社の場合は 900 人強と式 4-3 より多めにシフトする。

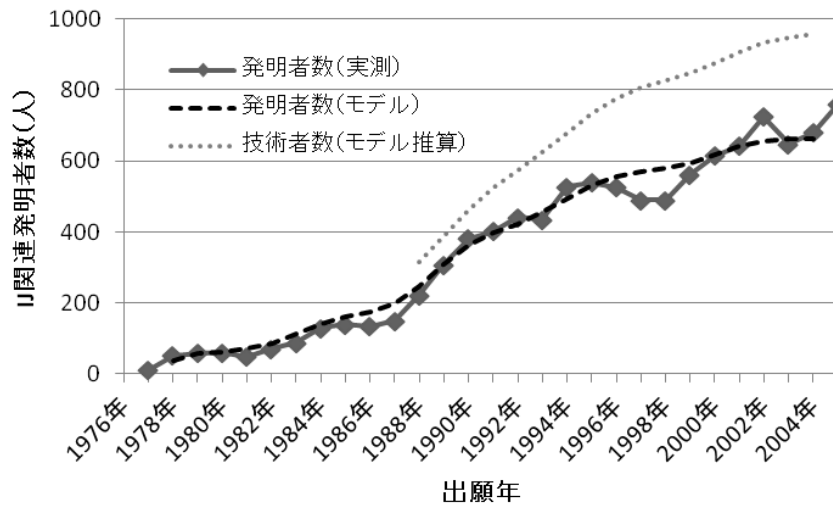


図 4-12a C 社の発明者数補正と R&D 技術者数の概算見積もり

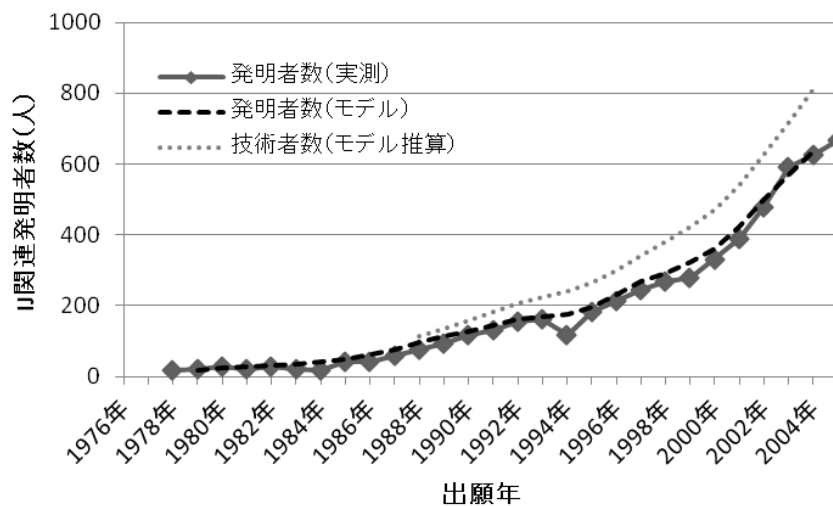


図 4-12b SE 社の発明者数補正と R&D 技術者数の概算見積もり

⁶⁰ 図 4-12 から直接「傾き」の変化を読み取る方法は簡便だが、SE 社の場合は、①1986,7 年頃、②1994,5 年頃（1986,7 年の延長のようにも見える）、③1999 から 2000 年頃と、ラフな読み取りになる。そのため、実際には 4 章の補足（2）として付記した方法で傾き変化を精査し、上述の如く人的資源動員の意思決定ポイント推定した（図 4-19、図 4-20）。

4.2.2 R&D 初・中期の発明者数と R&D 技術者数の関係: C 社と SE 社の事例から

図 4-13 に C 社と SE 社の新参率 (= 新参発明者数/発明者数) の推移を示したが、これまでの議論は新参率が概ね 40%以下の R&D 中期以降が主対象である。ここでは、新参率が高い R&D 初期 (~中期) の具体事例を調査する。一つは R&D 立ち上げ直後の C 社事例 (1978 年; 新参率=81%), もう一つは前節のデータにも一部含まれる R&D 中期初頭の SE 社事例 (1989 年; 新参率=48%) を対象として、発明者数と R&D 技術者数の関係を調査・検証する。これまでの検討から、R&D 初期は、周辺からの「飛び入り」の影響も大きく「発明者数 \geq R&D 技術者数」の可能性があり、中期への移行とともに「発明者数<R&D 技術者数」の傾向となることが予測される。

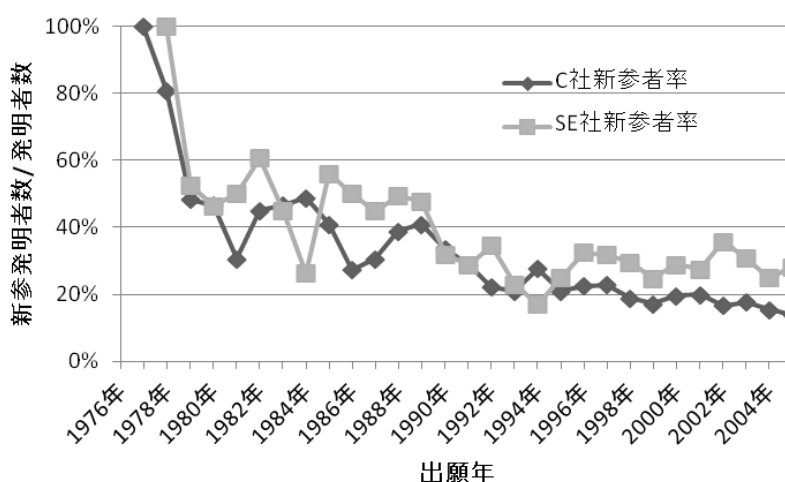


図 4-13 新参率 (= 新参発明者数/発明者数) の推移

さて、技術者が新たに IJ の R&D に従事してから発明に参画し、特許明細書をまとめて特許庁に出願するまでの出願タイムラグ、つまり新参発明者として登場するまでの新参ラグはどの程度であろう。学会誌寄稿や受賞の略歴紹介記事によって、入社年月が特定可能な IJ 技術者 11 名 (C 社が 6 名, SE 社が 5 名) について、入社後何ヶ月で特許 (IJ 以外の特許も含む) に発明者 (含む連名) として登場したかを調査した⁶¹。11 名の平均タイムラグは 13.5 ヶ月, 最短は 5 ヶ月 (インク技術), 最長が 36 ヶ月 (生産技術) であった。サンプルの n 数は少なく分布も広いが, n=11 の中には印字ヘッド, インク, プリンタ機構等, IJ 技術の広範な要素が含まれており代表値として採用可能と考

⁶¹ 電子写真学会誌, 日本画像学会誌の IJ 関連寄稿, 日本写真学会技術賞 2005 の紹介から IJ 技術者 11 名を選び, 全技術分野を対象に特許出願履歴を調査し, 出願年月と入社年月の差を算出した。

える。ただ調査対象が新卒者に偏っているため、R&D と出願経験を有する中堅技術者の新参ラグ短縮可能性を考慮して、以下の議論では新参ラグ=1年と仮定した。

[1] 発明者数と R&D 技術者数の関係：C 社の事例（1978 年）

C 社 TIJ の基本発明者であり、同社 TIJ 研究開発リーダーだった遠藤（1993, 1994）によると、1978 年初頭⁶²の C 社 IJ 研究開発陣容は 40 数名とされている。40 数名の内訳は不明だが、R&D 開始直後であり全員が発明・出願に絡む技術者と推定する。前述の如く R&D 新参ラグ=1 年を仮定するならば、この 40 数名と 1978 年（同年 1 月～12 月出願）の C 社 IJ 発明者数を比べればよい。同年の C 社 IJ 発明者数は 52 名であり、40 数名の R&D 組織と概ね対応するが発明者数の方が多い結果となった。発明者氏名のチェックを行い、同一人物と思われかつ特許記載住所が合致する者を入力ミスと推定して除くと⁶³、1977 年新参が 10 名、1978 年新参が 38 名の合計 48 名となり、見掛け上は 40 数名の R&D 技術者数と概ね合致する。しかし、前節までの分析は両者の合致に疑問を呈する結果であり、1978 年の発明者 48 名（修正後）に対して個別出願履歴調査を行った。

表 4-3 にはそのうち 1977 年新参の 10 名をピックアップし 10 年間の出願行動を要約した⁶⁴。

表 4-3 C 社 1977 年新参発明者の出願行動（1977 年 - 1986 年）

No.	発明者氏名	78R&D組織	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
1	遠藤一郎*	○	DT/IJ	IJ	IJ	IJ	-	-	-	(IJ)	(IJ)	-
2	佐藤康志*	○	DT/IJ	IJ	IJ	IJ	DT	DT	DT/(IJ)	DT/(IJ)	DT(IJ)	DT
3	春田昌宏	○	DT/IJ	IJ	IJ	IJ	IJ	IJ	IJ	DT/(IJ)	DT	DT/(IJ)
4	杉浦進	○～△	DT/IJ	DT/IJ	DT/IJ	DT/IJ	DT/IJ	DT/IJ	DT/IJ	DT	DT/IJ	DT/IJ
5	西出勝彦	△	DT/IJ	IJ	DT	DT	DT	DT	DT	DT	DT	DT
6	西村征生	○	DT/IJ	IJ	IJ	IJ	DT	DT/IJ	DT/IJ	DT	DT	DT/(IJ)
7	斉藤誠二*	○	DT/IJ	IJ	IJ	IJ	IJ	DT/IJ	DT	DT/(IJ)	DT/(IJ)	DT
8	大野茂*	○	IJ	IJ	DT/IJ	DT/IJ	DT	DT	DT	DT/(IJ)	DT/(IJ)	DT
9	鷹取靖	○	DT/IJ	IJ	IJ	IJ	DT/IJ	DT/(IJ)	DT	DT	DT/(IJ)	DT/(IJ)
10	中桐孝志*	△	DT/IJ	DT/IJ	DT/IJ	DT	DT	DT	DT	DT/(IJ)	DT/(IJ)	DT

「IJ中核 R&D組織」のメンバーか否かの推定：○は正メンバー、△は兼任・協力メンバー（or 正メンバーか非メンバーか不明確）、×は非メンバー
 補注-1) 1977年のC社IJ関連発明者数は機械的リスト化では11名だが、鷹鳥は鷹取の入力ミスと推定し(両者の特許記載住所同一)、10名に修正表示。
 補注-2) IJ=IJ技術の出願、(IJ)=過去のIJ出願の分割出願、DT=非IJ技術の出願、DT/IJ=非IJ出願+IJ出願もしくはIJ対象に含む共通技術の出願。
 補注-3) *印は、C社の最初のTIJ出願(特開昭54-59936)の発明者

⁶² 遠藤の記述、岩井（1997）、有価証券報告書の組織記述から 1978 年 1 月と推定できる。

⁶³ 特許の発明者住所は、通常は所属企業（出願人）住所が記載されるが、1978 年当時の C 社特許には各発明者の個人住所が記載されていた。同一人物と判定した例は、鷹鳥靖=鷹取靖、今滝貫之=今滝寛之、佐藤康士=佐藤康二、西村征夫=西村征生、斉藤誠二=斉藤誠二であり、氏名の出現数から等号の前が誤、後が正と推定した。

⁶⁴ 当時、研究室長の遠藤氏は 1980 年まで出願が見られ、管理職も発明者として登場することが分かる。一方、1984 年、1985 年にも発明者として登場しているように見えるが、この時点の出願は古い出願の分割特許のみであり、新たな発明・出願は確認されない。

この 10 名の中で、同時期に IJ だけでなく他の記録技術（電子写真や感熱記録）を含む画像処理やファックス関連の出願が多い杉浦氏，半導体薄膜関連が主務の中桐氏，1979 年以降は非 IJ 技術（感熱記録，等）にシフトしている西出氏は，1978 年当時 IJ の R&D 組織に属していたのか，兼任や周辺の協力者だったのか，不明確と見える（Y/N 分類）。つまり 1977 年新参者の内，1978 年の中核 R&D 組織メンバー（Y 分類）と推定できる人は 7 名（Y）～10 名（Y+Y/N）となる。

1978 年の新参発明者 38 名に対しても同様の検討を行い，17 名（Y），10 名（Y/N），11 名（N）と推定した。両者の合算から，1978 年の R&D 陣容 40 数名に該当する人数は，24 名（Y）～37 名（Y+Y/N）と推定される。つまり，発明者の 5 割～8 割程度は定常的に IJ 技術に従事している中核 R&D 技術者と推定されるが，残りは周辺技術者の可能性が高いとなる。1978 年には発明者として登場していない IJ 中核技術者も数名～20 名程度，存在する可能性が示唆された。

なお「1/p」発明者効果を評価すべく，10 年間で 1 年だけ IJ 発明者として登場した発明者に着目すると，1978 年の新参者 38 名中 15 名が該当し，内 10 名は出願状況から電子写真や磁気記録，表示技術，等を本業とする周辺技術者（N）の「飛び入り」，残り 5 名は不明確（Y/N）と推定した。

見掛け上「発明者数 \approx （中核）R&D 技術者数」（含む「発明者数 \geq 中核 R&D 技術者数」可能性）であったが，両者は厳密には合致せず，IJ 中核 R&D 組織内の未出願者数（含む「飛び石」）と周辺組織からの「飛び入り」発明者数がたまたま近かった，推測される。

[2] 発明者数と R&D 技術者数の関係：SE 社事例（1989 年）

青島，北村（2008）は，SE 社の IJ 開発体制について「ビデオプリンタの部隊は，最終的に，88 年 10 月に解散し，全ての技術者が IJ プリンタ開発部隊に統合……。ここに総勢 100 名規模の新たな IJ プリンタの開発部隊が再結成された」と記述している。100 名規模の技術者の定義や内訳は不明だが，初期の製品開発と HP 社対抗の新技术開発が主務であり，発明・出願にからむ技術者と仮定し分析した。新参ラグ=1 年を仮定して翌 1989 年の発明者数を数えると 92 名である⁶⁵。100 名規模に対しては少ないが，R&D 技術者数と発明者数は近い値を呈示す。しかし，先の C 社事例と同様に 1989 年の発明者 92 名に対して，個別出願履歴調査で出願状況と内容を確認した結果，1988

⁶⁵ たとえば「松沢=松澤，宮沢=宮澤，曾田=會田」のように入力ミスによる同一人物と推測される例もあるが，先の C 社事例とは異なり，特許記載住所が企業住所のため同一か否かの判定が困難。そのため，人数は未修正数値を使用。

年末の IJ 中核 R&D 組織成員の可能性が高い発明者は 71 名 (Y)，不明確が 7 名 (Y/N)，周辺技術者が 13 名 (N)，入力ミスによる同一人物が 1 名と推定した。1989 年の発明者 92 名中，100 名規模の陣容と合致するのは約 8 割であり，残りの約 2 割は周辺技術者の可能性も高く，1989 年に発明者として登場しない中核 R&D 技術者も 20 名前後存在する可能性が示唆された⁶⁶。

また SE 社の 1989 年新参発明者数は 44 名であり，翌 1990 年には 19 名が消え，残存発明者は 25 名である (図 4-7b のグラフの一つに対応する)。消えた 19 名は「飛び入り」および「飛び石」発明者であり，出願履歴調査の結果，19 名中 IJ 中核組織内の可能性がある発明者は 8 名 (Y+Y/N)，周辺が 11 名 (N) と推定した。ここでの調査・推定は，残存率の初期急減要因に対して 4.1.3 で提示した仮説 (周辺からの「飛び入り」と中核内の「飛び石」による「1/p」発明者効果) を支持する。

[3] R&D 初・中期の発明者数と技術者数の関係に関するまとめ

C 社 (1978 年) と SE 社 (1989 年) の事例から (1) R&D 初期は「発明者数≒R&D 技術者数」であり「発明者数>R&D 技術者数」の可能性もあり得るが，R&D 中期初頭には「発明者数<R&D 技術者数」となる傾向が確認された。また (2) 「発明者数≒R&D 技術者数」の場合でも，発明者数の構成と R&D 技術者数の構成は厳密には合致せず，ギャップは周辺組織からの「飛び入り」型および中核組織内の「飛び石」型発明者，つまり「1/p」発明者効果で説明できることが示された。

図 4-14 に発明者数と R&D 技術者数の関係に関する概念図を示した。

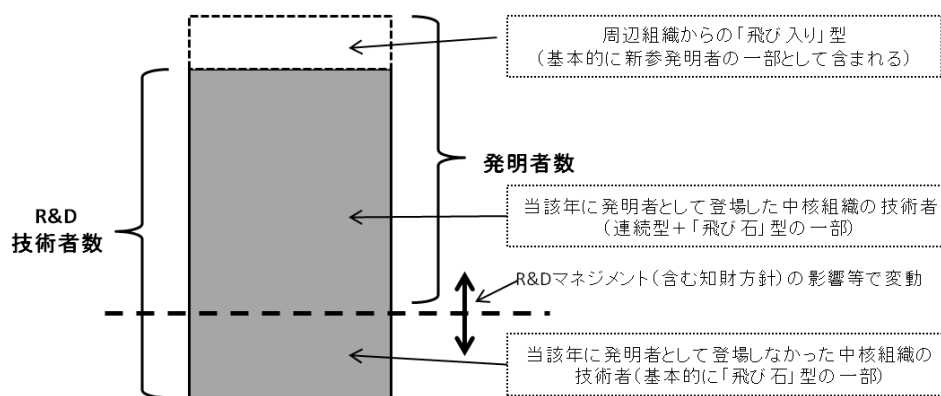


図 4-14 発明者数と R&D 技術者数の関係を示す概念図

⁶⁶ 機械処理で「発明無し」と表示された年でも，他の FI での出願があるケース (ex. 共通技術やインク等) や国内優先権利用で出願日がずれたケースも含まれるが，こういったノイズ除去後も「飛び石型」発明者は残り，年間発明者数の増加と共に目立つ傾向にある。

4.3 新参発明者関連指標による R&D マネジメントの分析

ここまでは主に発明者数の構造分析という観点から新参発明者数指標を検討してきた。しかし、新参発明者数の動的变化や残存率の動的变化(経年減少特性)の観察は、各年の発明者数増加や「1/p」発明者の状況に差があるか否かのモニターとして有効だけでなく、これ自体が企業 R&D マネジメントの状況や R&D 活動の状況を示す有効な指標といえる。本節では、こういった観点から後発 3 社を加えた分析を追加し、新参発明者関連指標と R&D マネジメントの関係を整理する。

4.3.1 残存率の動的变化(経年減少)による先発 2 強と後発 3 社の R&D マネジメント比較

5 社の R&D 中期 8 年間(1988 年~1995 年)の新参発明者を対象として、残存率の経年減少特性を調査し、図 4-15 に新参後 10 年間の残存率平均値(各 n=8)の減少特性を示した⁶⁷。5 社のパターンは類似しているが、2 強と比べると後発 3 社の残存率は低いといった差がみられる。実際にこれら平均値を分散分析(二元配置)で検定すると、表 4-4 に示したように有意差あり(有意水準 1%)となる⁶⁸。これは後発 3 社の発明者数と技術者数の関係が C 社、SE 社の場合とは差があり、「発明者数<R&D 技術者数」の傾向が強まる可能性を意味する。

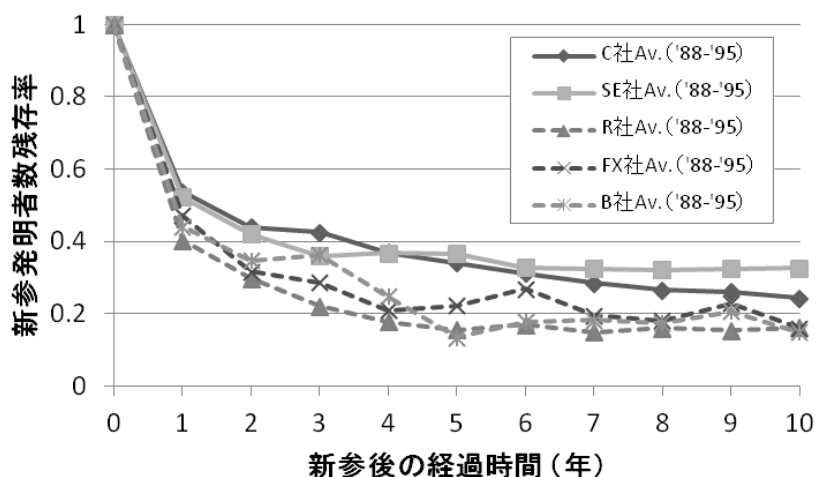


図 4-15 5 社の残存率平均値(1988 年新参~1995 年新参)の経年減少特性

⁶⁷ データ n 数を増やすために 1988 年から 1995 年新参まで対象を拡張し、経年減少特性の観察期間を 12 年から 10 年に短縮した。

⁶⁸ C 社と SE 社の 2 社間および後発 3 社間でそれぞれ分散分析を行っても有意差なし(有意水準 5%)となる。また 4.1.3 で緩減領域の線形近似の傾きが組織の新陳代謝指標となる可能性を指摘したが、図 4-15 に対して 2 年後~10 年後を線形近似すると、C 社=-0.0256, SE 社=-0.0102, R 社=-0.0132, FX 社=-0.0148, B 社=-0.0226 となる。

表 4-4 5社の残存率平均値の分散分析結果（1988年新参～1995年新参）

5社の新参発明者数経年減少特性(1988年新参～1995年新参)分散分析表($\alpha=0.01$)

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F境界値
標本	2.527467	9	0.28083	17.89091307	2.01E-24	2.458249
列	1.578616	4	0.394654	25.14235531	2.55E-18	3.373157
交互作用	0.280421	36	0.007789	0.496246755	0.99388551	1.685633
繰り返し誤差	5.493872	350	0.015697			
合計	9.880376	399				

C社, SE社と後発3社では, 平均値の高低だけではなくバラツキの大きさにも違いが見られる。新参5年後の残存率を代表サンプルとして対象を2000年新参発明者まで広げ, 図4-16aにC社とSE社を, 図4-16bにR社, FX社, B社の結果を示した。

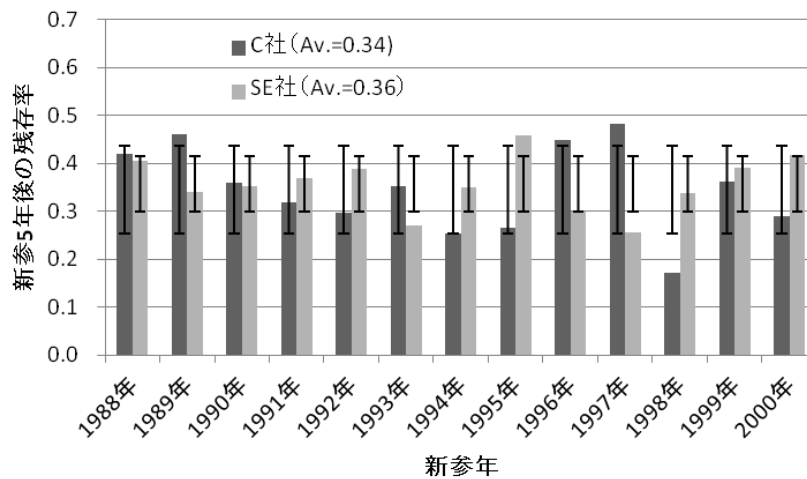


図 4-16a C社とSE社の新参5年後の残存率比較（1988年新参から2000年新参）

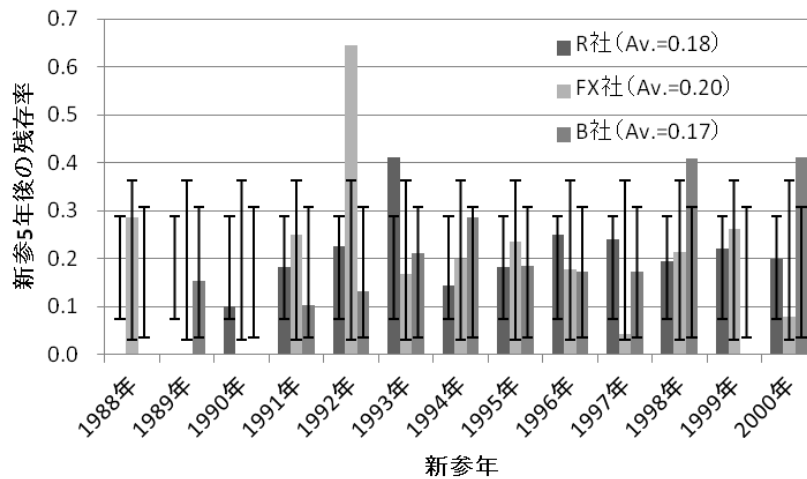


図 4-16b 後発3社の新参5年後の残存率比較（1988年新参から2000年新参）

補注) グラフ中のエラーバーは標準偏差を示す (n=13)。

C社、SE社ともに、5年後残存率の平均値 ≈ 0.35 であり標準偏差も後発3社に比べると小さい。そして1988年新参者から2000年新参者まで、新参年によって残存率は変動するが、この期間内においては残存率が時間（R&D段階、R&D組織規模）依存性を有することはなさそうである。分散分析（一元配置）の結果、C社とSE社の間には有意差なしとなった（有意水準5%）。

次に後発3社だが、こちらは5年後残存率の平均値が0.17から0.20であり、C社、SE社の約1/2と低くかつ標準偏差も大きい。分散分析（一元配置）の結果、後発3社間には有意差は確認されなかった（有意水準5%）。1980年代末から1990年代初頭の残存率が低く見え、時間（R&Dの段階）もしくはR&D組織の規模依存の可能性を示唆する。

後発3社の組織規模依存の影響可能性をチェックすべく、発明者数と新参発明者数を尺度として、それらが同レベルである1991年～1995年の3社（R社、FX社、B社）とその8年前である1983年～1987年のSE社の新参5年後の残存率を比較した。結果を表4-5に要約したが、SE社の場合は、組織規模が小さいR&D初期の時点でも、新参5年後の平均残存率 $=0.32$ と後発3社よりも高かった。バラツキの増大は、R&D組織規模が小さい（新参者数が少ない）ためであろう。

表4-5 後発3社（1991年～1995年）とSE社（1983年～1987年）の比較

	発明者数		新参者数		新参者5年後残存率	
	Av.	標準偏差	Av.	標準偏差	Av.	CV (%)
SE社(83-87)	36	17	17	9	0.32	58.6
R社(91-95)	54	13	20	9	0.229	46.5
FX社(91-95)	54	11	18	8	0.299	65.4
B社(91-95)	50	25	27	14	0.183	38.8

後発3社の残存率の平均値がC社、SE社の約1/2ということは、後発3社のR&D活動状況が、C社、SE社の特異年におけるR&D活動と類似の状況にあることを示唆する。前述の如く特異年のマクロな要因はR&D技術者の発明もしくは出願活動の低下と考えられ、具体的ミクロな要因は後章に譲るが、単純に捉えれば「発明・出願よりも製品・事業化実務優先」と換言できる。分析対象期間（1991～1995年）は、後発3社が最初の製品を開発・出荷する前の新規技術開発の段階であり、R&D技術陣の発明アイデア不足という状況ではない。個々の企業固有のR&D方針の影響であろうか。後発3社は、それぞれの既存事業やIJの技術選択が異なっており、3社だけに共通するのは、「後発」としての立場であろう。したがって、図4-15で後発3社の残存率がC社、SE社より

も低い要因は、主に後発としての立場に起因した「発明・出願よりも製品・事業化実務優先」の影響と推測される。また残存率が平均値から大きく変化（急上昇）する部分にも、個別企業固有の R&D マネジメントの変化が反映されている可能性がある。

C 社、SE 社と後発 3 社の差ではなく C 社と SE 社の差は検知できないのか。図 4-15 に戻ると、新参 7 年後以降、C 社は残存率が低下するが、SE 社の残存率は維持されており、中堅技術者の R&D 活動状況に差がありそうである。2 社の新参 10 年後の残存率を比較した結果を図 4-17 に示した。分散分析（一元配置）から、2 社の残存率平均値の差は有意（有意水準 5%）であることが分かる（表 4-6）。先の図 4-8 と同様に C 社と SE 社の R&D 組織新陳代謝の差の可能性を示唆する。

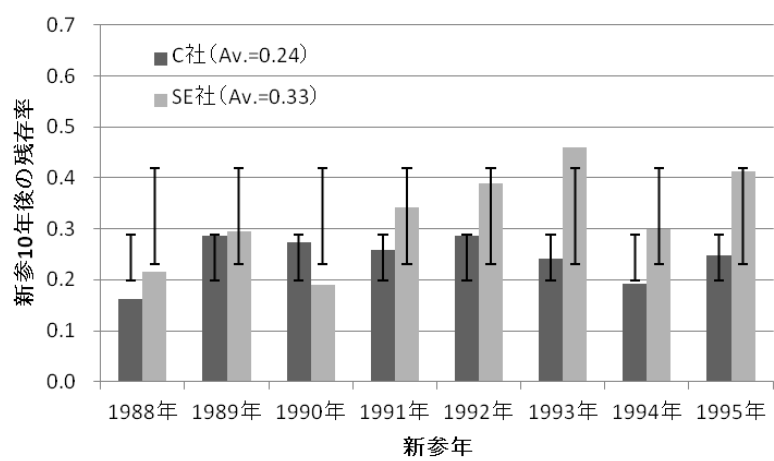


図 4-17 C 社と SE 社の新参 10 年後の残存率比較（1988 年新参～1995 年新参）

補注) エラーバーは標準偏差を示す。

表 4-6 C 社と SE 社の新参 10 年後の残存率平均値の分散分析結果

分散分析: 一元配置

概要

グループ	標本数	合計	平均	分散
C社	8	1.949	0.243625	0.001982554
SE社	8	2.603	0.325375	0.008855125

分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	0.02673225	1	0.02673225	4.933205912	0.043350637	4.600109937
グループ内	0.07586375	14	0.005418839			
合計	0.102596	15				

4.3.2 新参発明者関連指標と R&D マネジメントの関係

「新参発明者（数）」指標は、後章（7,8 章）の議論・考察にも登場する。本節の最後に、R&D マネジメントの代用指標という観点から、本研究ユニークな新参発明者関連指標を整理する。

（1）新参発明者数：「飛び入り」型発明者や新参ラグの分布、出願の年末問題によって、「新参発明者数=新参 R&D 技術者数」とはいえないが、新たな R&D 技術者の動員が反映された指標といえる。「新参発明者数の動的変化」グラフにおける大きな変化（急増）の傾向は、その約 1 年前に R&D マネジメントの人的資源動員に関する重大意思決定があったことを示唆する（「新参発明者 \approx 1 年前の新参 R&D 技術者」を仮定）。「発明者数の動的変化」は、既存技術者の「1/p」発明者効果による変動も重畳されるため、人的資源動員の意思決定推定には、「発明者数の動的変化」とともに「新参発明者数の動的変化」の参照が望ましい。7 章、8 章でも両者を参照した。

2）残存率の動的変化（経年減少特性）：動員した人的資源のその後の活動状況を観察する窓として位置づけられる。そして急減過程と緩減過程からなる 2 段階線形近似モデルで表示でき、初期の急減過程は「1/p」発明者効果が主要因、後半の緩減過程は技術者の異動・退出が主要因で R&D 組織の新陳代謝を反映する。残存率の増減凹凸（脈動）は、「1/p」発明者効果起因であり、R&D マネジメントや活動の状況（発明志向か開発実務志向か）を反映する。後者は R&D 方針や組織変更、新規技術・製品開発活動状況との対応が推測され、本研究では 7 章で議論を補足する。

3）新参発明者の出願履歴：新参発明者に着目し、該技術領域の新参発明者数とともに「新参発明者の出願履歴」を調査することで、新たな人的資源動員の供給源の詳細推定が可能となる。そして人的資源動員の量的情報とともに供給源（企業内部の既存事業・技術領域、代替技術領域、企業外部）が分かれば、R&D マネジメントの狙い、意思決定のレベル、新組織の設計意図が推定可能となる。本研究では、8 章の考察の一部で本手法を利用した。

また、これら一連の新参発明者関連指標を活用した分析・考察の結果、「発明者数の動的変化」は、（1）組織外からの R&D 人的資源動員の変化（ \Leftrightarrow 新参発明者数の動的変化）と（2）動員した人的資源の組織内配分つまり組織内での活用・活動状況（ \Leftrightarrow 残存率の動的変化）」という 2 種の R&D マネジメント因子を反映する指標と位置づけられる。

4.4 小括：発明者数と R&D 技術者数，マネジメントの関係

「発明者数の構造」を各年の「新参発明者数」とその新参後の「残存率」の動的变化（経年減少特性）に分解して分析し，C社とSE社を中心に比較した結果を以下に要約する。

(1) 「発明者数の動的变化」は，①R&D 人的資源動員（R&D 技術者数）の動的变化と②動員した人的資源の活用・活動状況（残存率の変動）の動的变化がともに反映された指標である。したがって，①の R&D 人的資源動員の効果に焦点を当てるためには，②の影響を除く必要がある。

(2) そして先ず②の影響を分析した結果，以下が分かった：

- ・ 「発明者数≠R&D 技術者数」であり（R&D 初期は「発明者数≒R&D 技術者数」がありえる），両者が合致しない主要因は「1/p」発明者効果で説明できる。
- ・ 発明者数が増加傾向を示す中で一時的に前年よりも発明者数が減少する「特異年」も「1/p」発明者効果に基づく現象であり，R&D 技術者数の減少というよりも技術者の発明もしくは出願活動が相対的に低下したことがマクロな主要因と考えられる。

(3) 次いで②の影響（特異年，等）をキャンセルすべく，残存率が2段階線形近似モデルに従う「仮想発明者数の動的变化」を求め（特異年の発明者数補正），さらに新参発明者数の動的变化を参照して，発明者数の増加傾向が変化する期間を抽出，増強の意思決定ポイントを推定した。

- ・ 発明者数と新参発明者数，残存率との関係を，補足（1）の図 4-18a,b に整理した。
- ・ 人的増強の意思決定ポイント推定法に関して，補足（2）に付記した（図 4-19, 4-20）。

(4) また逆に②の人的資源の活用・活動状況に焦点を当てることで，以下を見出した：

- ・ 残存率の動的变化（経年減少）のバラツキに着目して，残存率モデル値+3 σ （標準偏差）で「発明者数≒R&D 技術者数」を仮定し，R&D 技術者数を推算する考え方を提示するとともに C社と SE社に対して概算見積もりを示した。
- ・ 後発3社の残存率は先発2強より低く（1%有意），先発2強とは「発明者数と技術者数の関係」が異なり，R&D マネジメントは開発実務優先（vs. 発明・出願優先）といえる。
- ・ C社と SE社の残存率の動的变化に大きな差は見られないが，新参後10年になると差が確認され（5%有意），R&D 組織の新陳代謝に差があることを示唆する。

<補足（1）：発明者数と新参発明者数，残存率の相関について>

図 4-2a,b に示したように，発明者数の動的変化における増減凹凸パターンと，新参発明者数の動的変化パターンの間には特徴の類似が見られた。同様に，図 4-2a,b と図 4-9a,b との比較から分かる様に，発明者数の動的変化における増減凹凸パターンは，残存率の増減凹凸パターンとも類似していた。以下，C 社と SE 社の 1987 年以降のこれら相関を整理し，図 4-18a,b に要約する。

図 4-18 から，2 社ともに発明者数と複合体の残存率合計の相関は高く，残存率の変動が発明者数に強く影響していることが分かる⁶⁹。一方，新参発明者数は，1990 年前後からほぼ一定となる C 社の場合は発明者数との相関なし，新参発明者数が継続増加する SE 社の場合は残存率以上に高相関，と対照的な結果を示す。C 社の場合も R&D 初・中期のデータでは高相関が確認されており⁷⁰，新参発明者数と発明者数の相関は，組織規模や新参率に依存している可能性がある。

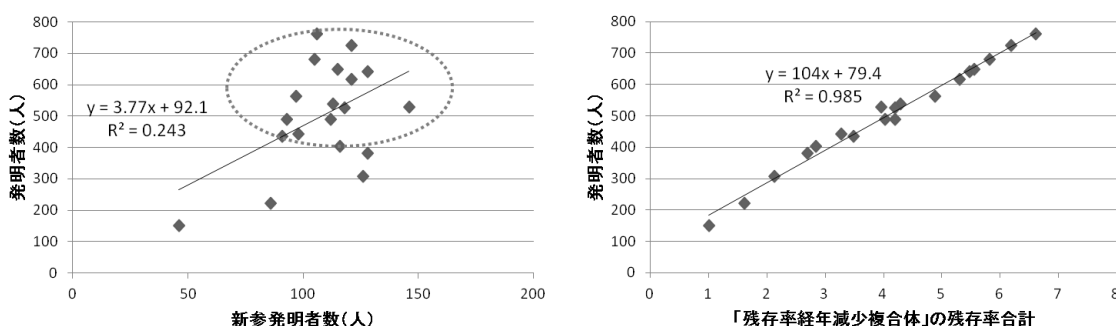


図 4-18a C 社の発明者数と新参発明者数，残存率の相関について（1987 - 2005）

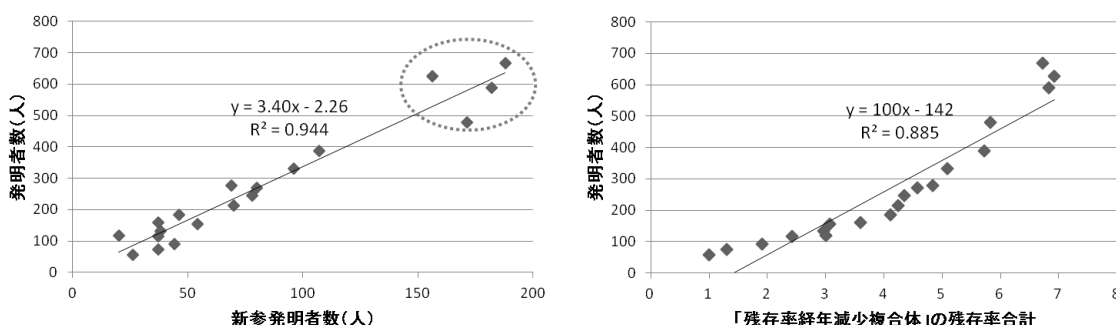


図 4-18b SE 社の発明者数と新参発明者数，残存率の相関について（1987 - 2005）

⁶⁹ 図 4-18b 右側の SE 社残存率グラフは，残存率合計=4+の近傍（1995 年～2000 年のデータ）で 2 分割もしくは 3 分割し線形近似すると，より高相関を示す。（SE 社の場合，新参発明者数が継続増加しているため，単位残存率当たりの発明者数が経時増加する。）

⁷⁰ C 社も 1977 年から 1991 年（発明者数≒400 人）までのデータでは， $R^2 = 0.926$ の高相関を示す。SE 社の場合はデータが少ないが，発明者数 > 400 人（図 4-18 で点線楕円で囲んだ領域）のエリアで発明者数と新参発明者数の相関が低下する傾向が見える。

<補足（2）：発明者数グラフに基づく R&D 人的資源動員の意思決定ポイント推定法>

図 4-12a,b から直接、グラフの傾きの変化を精度よく読み取ることは難しいため、実際には以下の二つの方法で精査した。その結果、1988 年以降の人的資源増強の重大意思決定ポイントとして、C 社は 1987 年の 1 回、SE 社は、①1987 年、②1994 年、③2000 年の 3 回と推定した。

(1) 残存率変動の影響を緩和した「仮想発明者数の動的変化」データに基づく方法

- ・ 「仮想発明者数の動的変化」グラフの傾きの変化を抽出するために、縦軸を「対前年発明者数の差分（＝発明者数増加/年）」としたグラフ（図 4-19）を用いて、ある期間（ ≥ 3 年間）の傾き（＝発明者数増加/年）が、それ以前より大きい期間を特定する。10%以下の差は、原則バラツキ範囲と見做す。
- ・ 該期間の前年もしくは前前年で、その年（D 年）の傾き（＝発明者数増加/年）と翌年（D+1 年）の傾きの「傾き比」＝（D+1 年の傾き）/（D 年の傾き）が 1.2 以上である時、D 年を意思決定年と推定する（対前年の差分が負または 0 の場合は、1 と見做して見積もる）。
- ・ 図 4-19 で点線楕円で囲ったエリアが特定した資源動員増強期間、■表示が意思決定年の推定結果を示す(対象期間は 1988 年以降)。C 社の 1988 年以降の顕著な人的資源動員増強は、1988 年から 1990 年頃までであり意思決定は 1987 年（傾き比＝2.0）と推定される。一方、SE 社は、①1988 年～1992 年頃まで、②1996 年（もしくは転移年の 1995 年）から 2000 年まで、③2001 年以降の 3 期間が抽出され、意思決定年は順に、1987 年（傾き比＝1.3）、1994 年（特異年、傾き比＝2.5）、2000 年（傾き比＝1.8）と推定できる。

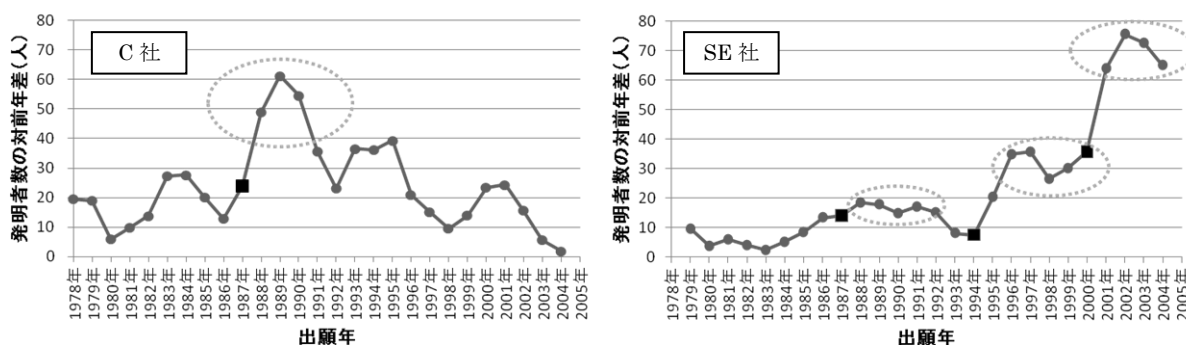


図 4-19 仮想発明者数の動的変化の傾きに基づく人的資源動員の意思決定の推定

(2) 新参発明者数（前後年を含む3年間平均値）の動的変化グラフを用いる方法

- ・ 本方法は、(1)の補助手段として併用。ある期間（≧3年間）の新参発明者数が、それ以前の新参発明者数よりもコンスタントに多い期間を(1)と同じように抽出する。
- ・ 該期間の前年もしくは前前年で、その年(D年)の傾き(=新参発明者数増加/年)と翌年(D+1年)の傾きの「傾き比」= (D+1年の傾き) / (D年の傾き) が1.2以上である時、D年を意思決定年と推定する（対前年の差分が負または0の場合は、1と見做して見積もる）。
- ・ 結果を図4-20に示した。C社の場合は、1988年を転移年として1989年以降ほぼコンスタントに新参者が100人規模となり、意思決定は1987年（傾き比=3.3）と推定される。SE社は、①1980年代後半に増強傾向が強まり、1988年から1993年頃までコンスタントに40名規模の新参者が見られ、意思決定は1987年（傾き比=1.6）、②次いで1995年の転移を経て1996年から2000年（もしくは1999年）まで70名前後の新参者規模となり、意思決定は1994年（特異年、傾き比=1.9）、③2001年以降は100人を越え、2002年以降は150名を越える新参者規模となり、対応する意思決定は2000年（傾き比=1.5）と推定できる。

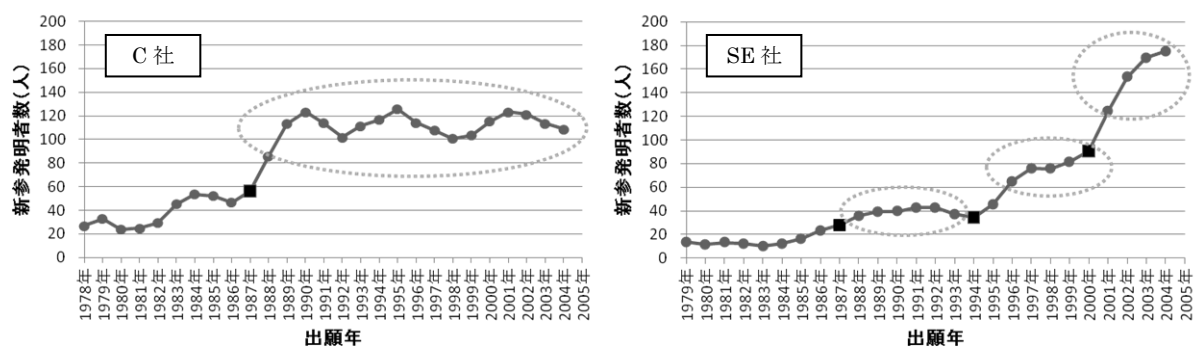


図 4-20 新参発明者数の動的変化に基づく人的資源動員の意思決定の推定

なお、R&D 人的資源動員マネジメントの意思決定に関しては、7章での既存文献の記述との照合を経て8章で議論する。

<補足（3）：発明者の分類と「1/p」発明者に関する補足説明>

発明者分類全体の概要を補足，整理する。特定の技術領域における発明者の出願パターン（発明者として登場するパターン）を，発明者がその特定技術領域に初めて新参発明者として登場した新参年（X年）を起点として，表示分類すると下記の3パターンとなる：

（1）連続型発明者：新参後，毎年発明者として登場する発明者。細分すると観察期間（ここでは便宜上，X+9年までの10年間）の全域で登場するケースと，途中で退出するケースの2種となる。

発明者として登場している期間は，該技術領域の中核R&D組織に属するR&D技術者と推定する。

（2）飛び入り型発明者：新参後，再登場しない発明者（便宜上，新参後の10年間で判断）。

X年の前後で他の技術領域に関する発明の有無を調査し，他の技術領域の発明があれば，周辺組織のR&D技術者による「飛び入り」の可能性が高いと推定する。

（3）飛び石型発明者：新参後，断続的に発明者として登場する発明者。発明者として登場しない期間の他領域に関する発明の有無を調査し，他領域の発明が無ければ，該技術領域の中核R&D組織に属するR&D技術者と推定する。

技術者	X年新参発明者の10年間の発明出願状況										発明者のタイプ	X年の状況推測		X+4年の状況推測	
	X	X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7	X+8	X+9		発明者？	中核技術者？	発明者？	中核技術者？
A											連続型	yes	yes	yes	yes
B											連続型	yes	yes	yes	yes
C											連続型	yes	yes	no	no
D											1/p(飛び入り型)	yes	yes or no	no	no
E											1/p(飛び石型)	yes	yes	no	yes
F											1/p(飛び石型)	yes	yes	yes	yes
G											1/p(飛び石型)	yes	yes or no	no	yes or no
H											1/p(飛び石型)	yes	yes	no	yes or no

補注-1) 技術者は全員X年の新参発明者という前提。

補注-2) DがX年の前後でI以外の発明実績がある場合は，周辺組織からの飛び入りでの可能性が高い。DがX年の前後でI以外も含め発明が無い場合は，yesの可能性もあると推測。

補注-3) GがX+1年からX+4年の間，I以外の発明があればnoの可能性もある。I以外も含めて発明がない場合は，yesの可能性が高いと推測。

技術者	X年新参発明者の10年間の発明出願状況										発明者のタイプ	「1/p」発明者に関する補足
	X	X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7	X+8	X+9		
D											1/p(飛び入り型)	10年間(以上)で1年間だけ発明者として登場→「1/10(～max約1/35)」発明者
E											1/p(飛び石型)	ほぼ連続的だが，2年間に1年/3回発明者(≒「1/2」発明者)となる期間が10年間で3回
F											1/p(飛び石型)	X+1年～X+2年とX+3年～X+4年は「1/2」発明者，X+5年～X+7年は「1/3」発明者
G											1/p(飛び石型)	X+1年～X+5年の間は「1/5」発明者
H											1/p(飛び石型)	X+1年～X+2年の間は「1/2」発明者

図 4-21 「1/p」発明者に関する補足説明

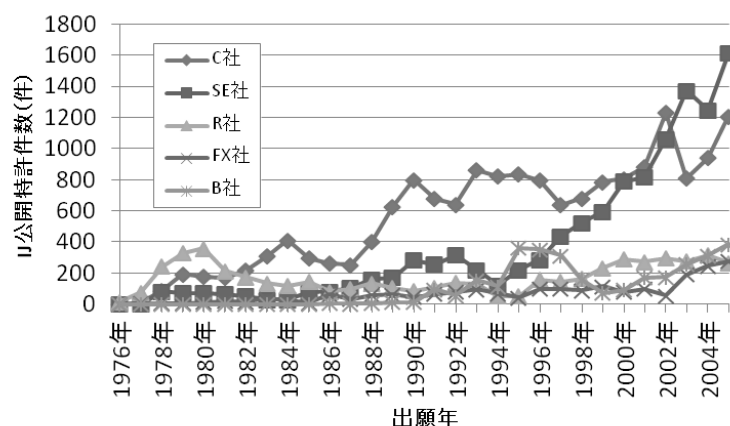
5章 発明者数と特許件数の関係

本研究の主眼は R&D 人的資源動員の定量指標化である。そのため人的資源を直接的に代表する発明者数を「評価すべき特性」として着目、議論をしてきた。しかし国・産業レベルの研究を中心に、一部には「評価しやすい」特許件数がイノベーションや R&D のインプット指標に成り得ることを指摘する先行研究もある⁷¹。

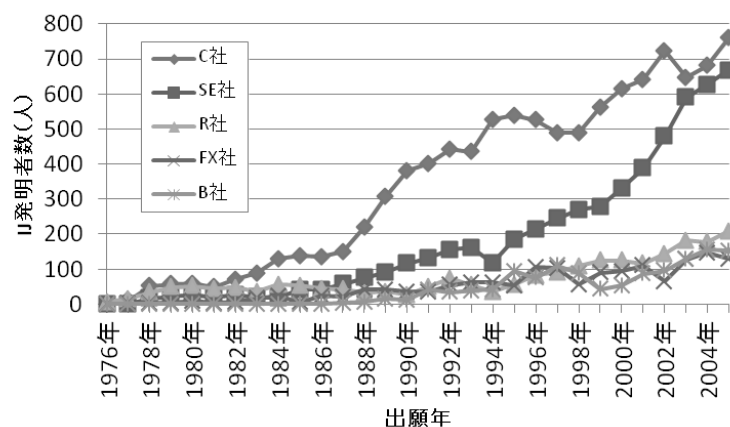
そこで本章では、公開特許件数と発明者数の違いを整理、考察する。

5.1 5社のIJ関連公開特許件数の動的变化

最初に、公開特許件数と発明者数の動的变化を図 5-1 (bは図 4-1 と同じ) で比較概観する。



(a) IJ関連公開特許件数の動的变化



(b) IJ関連発明者数の動的变化

図 5-1 IJ 関連 5 社の公開特許件数と発明者数の動的变化

⁷¹ 先行研究の詳細は 2 章を参照。なお、先行研究での特許件数が R&D のインプット指標になり得るという示唆や指摘は研究開発費の代用等を意味しており、企業 R&D の人的資源動員の代用を意味しているわけではない。

図 5-1a（公開特許件数）と図 5-1b（発明者数）のグラフ形状は類似しており、両者にあるレベルの相関がありそうなことが分かる。特許件数の動的変化で見られる増減凹凸の多くは、発明者数の増減凹凸と同期しているように見えるが、特許件数の方が発明者数よりも増幅された大きな凹凸となる傾向が観察される。また、企業間の数の序列も特許件数と発明者数では異なる期間がある、等の違いも目につく。次いで企業別に発明者数と特許件数の相関を、原点を通る 1 次回帰で概観すると、図 5-2a から図 5-2e のような結果が得られる。ここから発明者数と公開特許件数の間には多くの場合相関があるが、企業間や時期によって両者の相関は異なることが分かる。

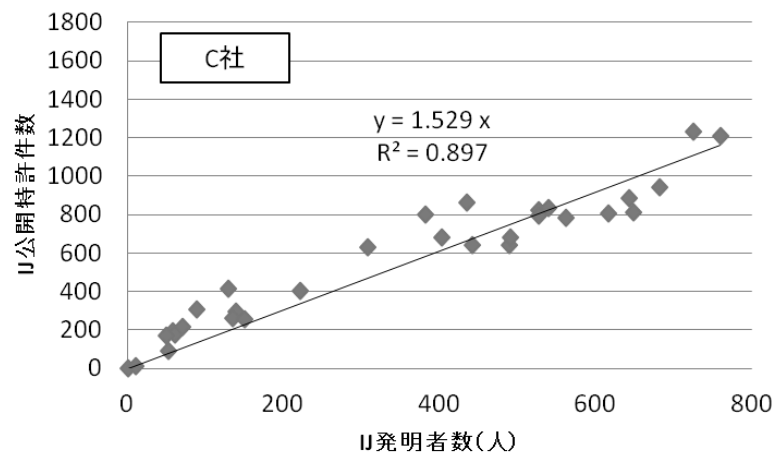


図 5-2a C 社の発明者数と公開特許件数の相関

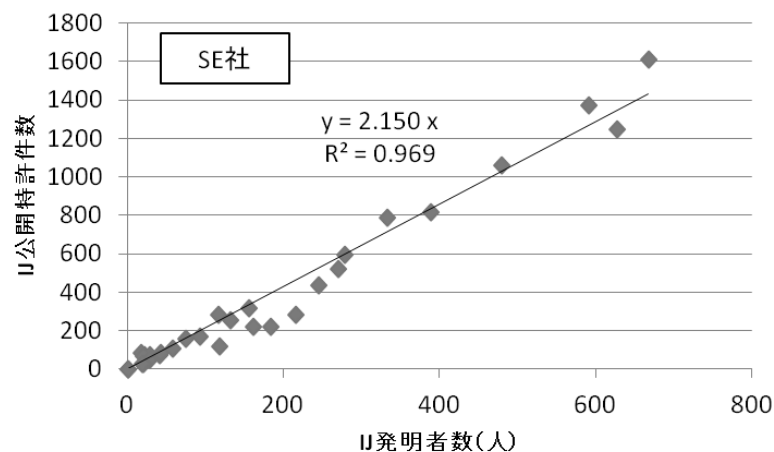


図 5-2b SE 社の発明者数と公開特許件数の相関

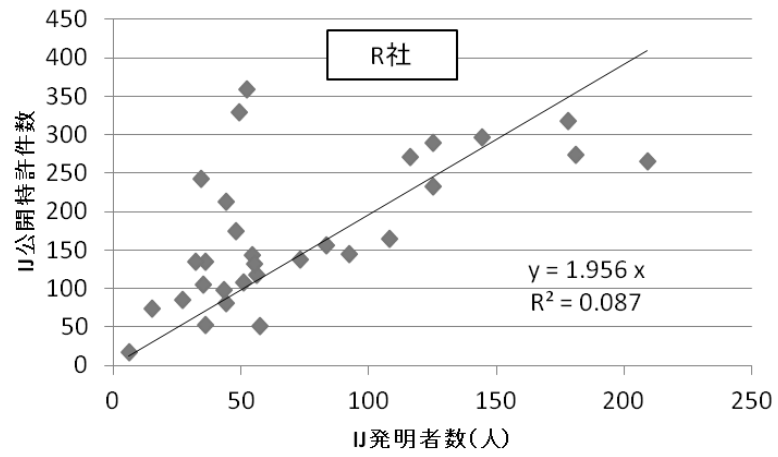


図 5-2c R 社の発明者数と公開特許件数の相関

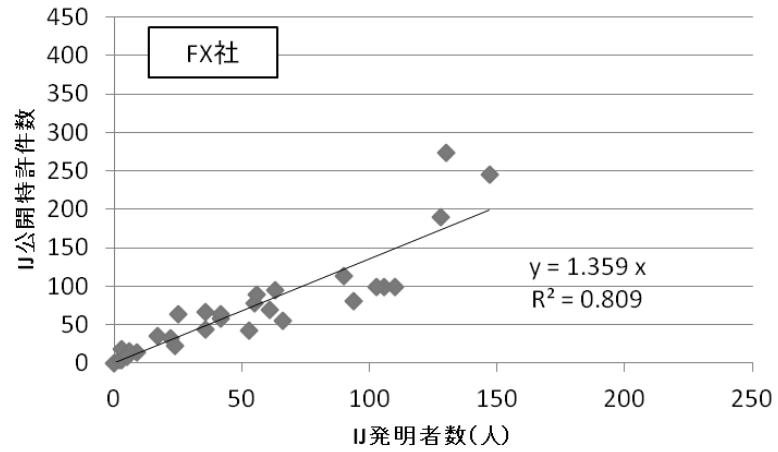


図 5-2d FX 社の発明者数と公開特許件数の相関

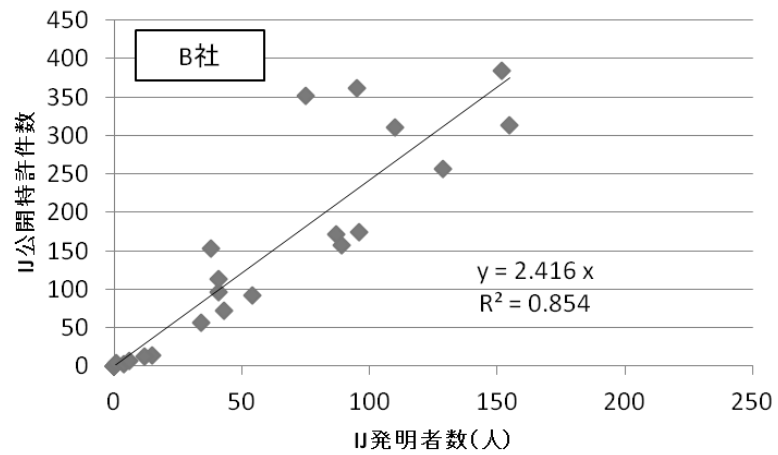


図 5-2e B 社の発明者数と公開特許件数の相関

原点を通る 1 次回帰で見積もった企業間の「特許件数/発明者数」は、最大 (B 社) の約 2.4 件/人から最小 (FX 社) の約 1.4 件/人まで幅がある。B 社の特許件数/発明者数が高めの理由は B 社の IJ 技術 R&D 参入が最後発 (1986 年) であったことが影響している、FX 社の特許件数/発明者数が低めの理由は、合弁企業であり米国 X 社の出願も権利としては加算されるため、といった理由の推測は可能だが、特定は困難であり、各企業の R&D 戦略、知財方針・戦略や状況に依存していると思われる。5 社中、R 社 (図 5-2c) を除く 4 社は、1 次回帰でも決定係数 $R^2 > 0.8$ と高い相関を示すが、個々のグラフからは発明者数の領域 (≒時期) に依存した異種の相互関係の存在が示唆される。R 社 (図 5-2c) が一つの典型例であり、発明者数が約 50 名以下の領域 (R&D 初期の 1980 年前後) と約 50 名以上の領域 (1980 年代後半以降) で発明者数と特許件数の関係が大きく異なっている。たとえば 1978 年から 1981 年までの 3 年間、R 社の特許件数/発明者数は約 7 件/人と高い値を示すが、1980 年代半ば以降は、約 2~4 件/人、1990 年代以降は概ね約 1 件/人から約 2 件/人に着地する。初期の研究・技術開発段階で少数の技術者が多数の出願を行い、事業が立ち上がり複数の製品が並行開発されるような段階になると、特許件数/発明者数が低下する傾向は 5 社を含めてしばしば観察される。

この図 5-2 の結果から、特許件数の構造は下記の如く整理できる：

①特許件数は、「特許件数 = $h \times$ 発明者数」と表示できる。

② h は一定の定数ではなく、企業間で、そして同一企業でも時期で異なる。

各技術領域レベルの R&D 戦略だけでなく全社レベルの知財方針 (たとえば出願増強、国内出願抑制・海外出願増強、A 分野増強・B 分野縮小、等) や企業財務状況の影響が推測される。

③5 社の $n=136$ のデータ (図 5-2) では、 h (=特許件数/発明者数) は、最大 7.1 件/人 (R 社) から最小 0.8 件/人 (C 社, R 社, FX 社, B 社) の範囲で変動。

確かに、公開特許件数の動的变化と発明者数の動的变化は類似したパターンを示すが (上述①)、企業間や時期で h が異なるため (上述②. ③)、特許件数による分析は複雑化する。人的資源動員に対して、特許件数は発明者数の代用というよりも補助指標と位置付ける方がよい (5.2, 5.3 参)。

5.2 R&D マネジメントの視点で公開特許件数の意味を考える

前述の h の変動と関連して、企業 R&D マネジメントの立場から特許件数の意味を再考してみる。企業 R&D 組織が特許出願を行う目的は、R&D 成果の実用化に向けて特許権により自社技術を保護し、他社参入を排除するためである。つまり公開特許件数は、R&D 活動のアウトプットの一つとして潜在的権利の量（と内容の幅）を意味する。R&D アウトプットであるため結果的に、R&D 組織が検討（もしくは思考）した技術アプローチの範囲も同時に示すことになる。

では、出願件数（公開特許件数）は何によって決まるのであろうか。ひとつは R&D 戦略と直結した R&D 組織、技術者数やアウトプット（新技術・新製品）に依存すると考えられる。もう一つは R&D 戦略と知財方針が反映された特許関連予算（国内出願+海外出願；権利化、権利維持）であろう。つまり特許件数は、予算と R&D 活動のアウトプットの関数である可能性が高い。特許出願の予算管理主体が R&D 組織か知財組織かは企業によって異なるであろうが、出願予算は企業の R&D 戦略と連携した知財方針・戦略が反映されかつ企業の財務状況の影響をうけると推測される。そして特許出願予算は、当然、各 R&D 組織の、さらに個々の R&D 技術者の特許出願目標に展開される⁷²。各企業で発明者数と公開特許件数の間に相関がみられる理由は、この予算と目標展開に基づく可能性が高いと推測される。以上の考察を要約すると図 5-3 の如く表示できる。

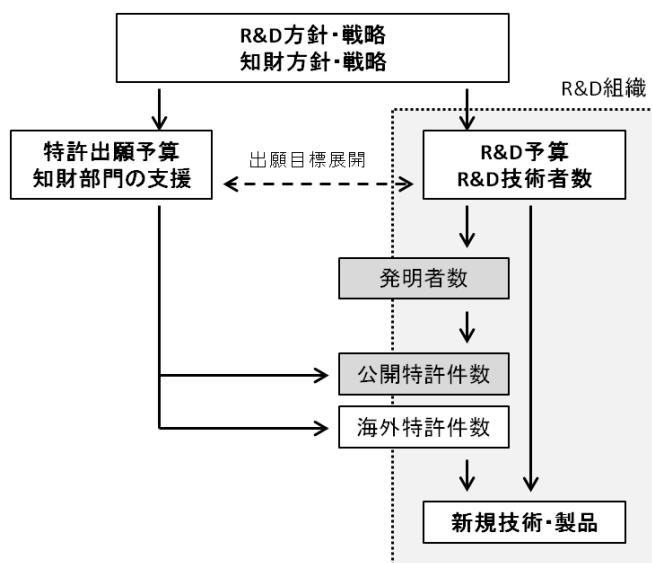


図 5-3 企業の公開特許件数に影響を及ぼす企業内部要因の考察

⁷² 著者は良い意味での目標として捉えているが、小宮（2004）、荒井（2011）等では、企業のノルマ的出願が指摘されている。

もちろん企業毎に、また同一企業でも R&D 領域や時期によって R&D もしくは知財の方針・戦略には差があり得るため、予算設定や目標展開の論理は同一とはいえない。

では特許出願予算は何で決まるのか。企業の他の予算と同様に前年度および当該年度の売上高や利益の影響をうけると推察される。実際、菅田（2010）は C 社の売上高と USP（米国特許登録）件数の相関を示唆している。本研究の対象期間における C 社と SE 社の特許出願方針を探るべく、2 社の売上高と全分野の公開特許件数および USP 件数の動的変化を調査し、図 5-4a,b に示した⁷³。

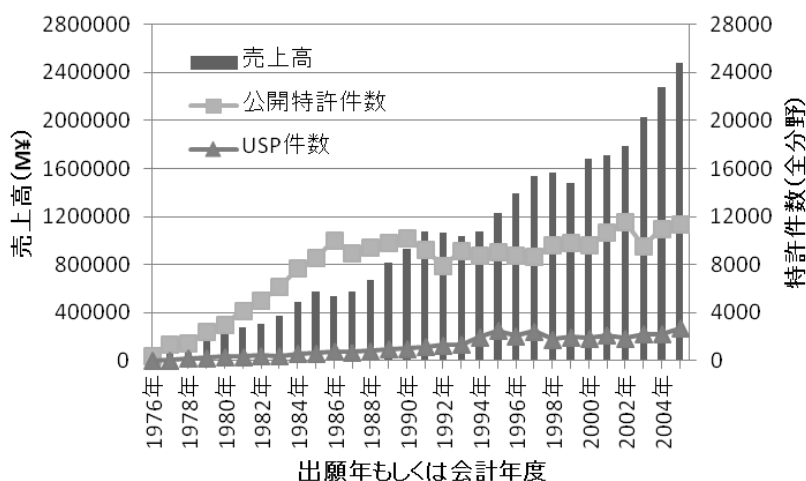


図 5-4a C 社売上高と公開特許件数, USP 件数の動的変化

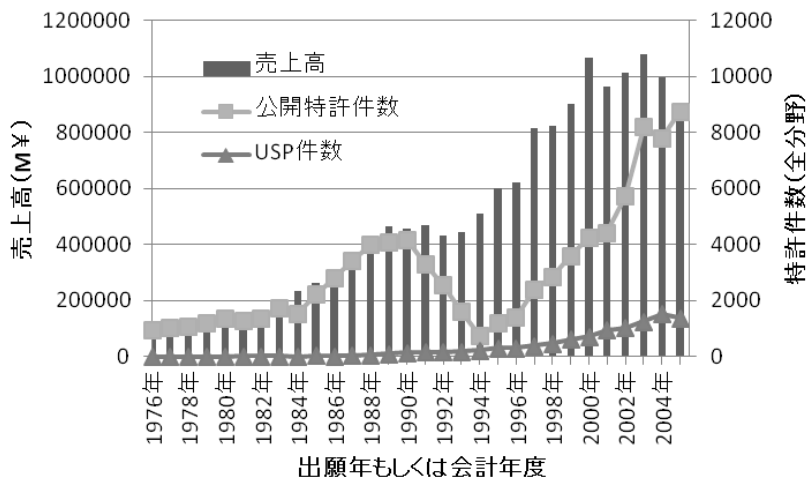


図 5-4b SE 社売上高と公開特許件数, USP 件数の動的変化

⁷³ C 社, SE 社ともに売上高 (単独) は社史および有価証券報告書に基づく。全分野の公開特許件数, USP 件数は IJ 関連特許と同じく StarPAT により調査を実施した。また USP は、①1980 年代から 2000 年初頭までは日本企業の海外出願の代表として見做せる、② USP は登録特許のため出願件数とは異なるが出願件数に概ね比例する、と仮定し、USP 件数の調査を行った。

図 5-4a から、C 社の公開特許件数（全分野）は、1977 年（出願年）に 1000 件を突破、1986 年に 10000 件の大台に乗るまでは、売上高成長と連動して増加していたが、1986 年以降の年間出願は約 1 万件（≒10000±2000）でほぼ一定となり、USP だけが、1978 年に 100 件突破、1984 年に 500 件突破、1991 年に 1000 件突破、1995 年に 2000 件突破と件数成長を維持していたことが分かる。この C 社全分野の特許件数の動きが、当時の C 社全体の R&D および知財方針を反映していると仮定して、C 社の IJ 関連公開特許件数の動的变化（図 5-1a）と比べると、1988 年から 1990 年の IJ 出願急増や 1997,8 年を中心とした凹領域（特異年）は、全分野の公開特許件数挙動と合致しないが、1990 年以降の公開特許件数成長が目立たない等、類似部分も多いことが分かる。C 社の IJ 公開特許件数は、C 社全体の R&D および知財方針（予算）と IJ 領域固有の R&D 戦略および R&D アウトプットの両者に依存していると推測できる。

図 5-4b から、SE 社の公開特許件数（全分野）は、1977 年（出願年）に C 社と同じく 1000 件を突破、1988 年に 4000 件突破と売上高に連動して件数成長がみられたが、1991 年から 1994 年に掛けて公開特許件数は急降下し、1994 年には 756 件と 1000 件を下回った。この件数急降下は必ずしも売上高連動とは見えない⁷⁴。そして 1995 年から再び売上高と連動し、公開特許件数が増加を始める。一方、USP 件数は公開特許件数が急降下した時期も含めて成長を維持している。理由は不明だが 1991 年～1994 年に掛けて国内出願を縮小し、海外出願（US）増に舵を切るような SE 社全体の R&D および知財方針（予算）の変更があったと推測できる。SE 社の IJ 公開特許件数の動的变化（図 5-1a）と比べると、1994 年に特許件数が底となる点は同じで、両者の動的变化は類似パターンを示すが、1991,2 年の急降下は見られない等、異なる部分もある⁷⁵。SE 社の公開特許件数も、SE 社全体の R&D および知財方針（予算）と IJ 領域固有の R&D 戦略および R&D アウトプットの両者の影響を受けている、と推測される。

また IJ 発明者数の増減凹凸と特許件数の増減凹凸の類似性は、特許数だけでなく、発明者数の動的变化にも IJ の R&D 戦略だけでなく知財方針(予算)の影響が一部あり得る可能性を示唆する。

⁷⁴ SE 社社史によると、1990 年から 1995 年までの売上高は、¥4,569 億→¥4,707 億→¥4,314 億→¥4,446 億→¥5,109 億→¥6,009 億、経常利益は、¥201 億→¥58 億→¥7 億→¥60 億→¥43 億→¥73 億と推移している。好況ではないが、SE 社の財務状況が特許件数急降下の単独主要因とは断定し難い。

⁷⁵ 1994 年は SE 社の発明者数も底を示す（特異年）。前後の h を調べると 1994 年が 1.0 件/人で最小値となる。

5.3 全分野の出願の中で対象技術領域の出願が占める割合と企業 R&D マネジメント

全社的 R&D および知財方針（予算）の影響を減じて特定技術領域の公開特許件数から該領域の R&D マネジメントの変化を把握するためには、全分野の出願件数（全公開特許件数）に対する特定技術領域への出願件数の比率の変化を見ればよい。図 5-5 は、5 社それぞれの企業別公開特許件数（全分野）に占める IJ 公開特許件数の比率が約 30 年間でどう変化してきたかを示す。

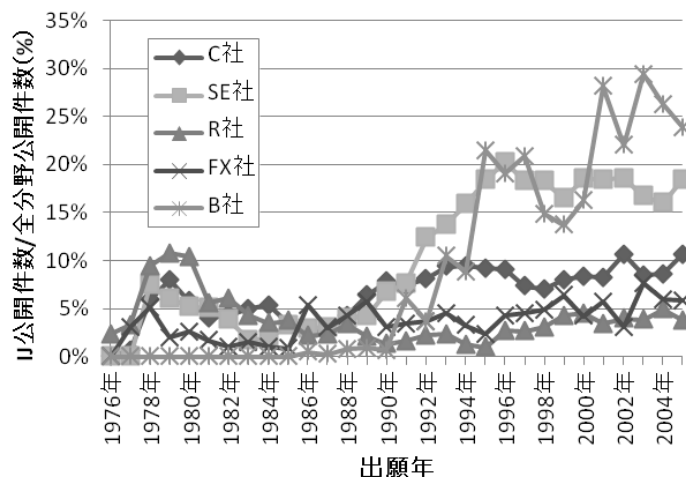


図 5-5 5 社の IJ 出願比率の動的変化

C 社は IJ 研究開始直後の 1979 年に IJ 率= 8.0%と高い値を示すが、その後は概ね 2~5%程度で推移し、1988 年から再び急上昇をはじめ 1993 年に IJ 率 = 9.4%に達する。以降 2005 年まで凹凸はあるが、ほぼ IJ 率= 9±2%程度で安定化している。SE 社も IJ 研究開始直後の 1978 年に IJ 率 = 7.5%と高い値を示した後、低下し 1988 年頃から再び上昇を開始する。1992 年に IJ 率 = 12.4%、1996 年に IJ 率 = 20.2%に達した後は IJ 率= 15~20%のレベルではほぼ一定となる。

後発 3 社の詳細は略すが、R 社は 1998 年以降の IJ 率 = 3~5%。FX 社は、1986 年以降凹凸は多いが IJ 率 = 3~7.6%の範囲。B 社は 1995 年以降、概ね IJ 率 =15~30%の範囲に入る。

IJ 率の動的変化自体は、R&D 活動状況の指標として特に優位と思える点は見当たらない。但し、製品開発が軌道に乗った後の IJ 率は、既存技術・事業が EP である C 社、R 社、FX 社の IJ 率と、既存技術・事業が IP の SE 社、B 社の IJ 率の間に明確な差が見られるように、各企業の IJ 関連 R&D に対する重みの比較指標としての可能性がありそうである。

5.4 小括：公開特許件数の位置づけ

発明者数と特許件数の関係を分析・考察し、特許件数は発明者数の代用ではなく補助指標として位置づけるべきとした：(1) 両者は概ね高い相関を示すが、両者の関係は企業間で異なり、同一企業でも時期により異なる。(2) 特許件数は、R&D活動だけでなく知財方針（予算）の影響を受ける。(3) 「対象分野出願件数/全分野出願件数」は、企業内の該分野 R&D 重要度の指標となる。

<補足：企業 R&D 戦略・技術動向把握と公開特許の情報分析>

本研究では、R&D 戦略や技術動向は特許情報ではなく学会情報（解説論文）をベースに分析する方法を採用した。その理由について補足する。

5.2 で述べたように R&D 組織の特許出願の目的は、R&D 成果の実用化に向けて特許権により自社技術を保護し、他社参入を排除するためである。公開特許件数は R&D 活動のアウトプットの一つとして潜在的権利の量（と内容の幅）を意味する。公開特許は技術的重要性や有効性だけを基準に出願されているわけではない。権利期間は 20 年であり、出願も眼前の問題改善から 10 年以上の長期視野に基づく将来技術の種まで多種多様である。結果的に特許情報の内容はマイクロかつ網羅的ではあるが玉石混淆となる。対象分野の技術専門家によるマイクロな分析には適しても、非専門家である社会学者が企業 R&D マネジメント研究の観点から過去の事例のマクロな動向や長期動態について調査・分析する目的には必ずしも適した情報源とはいえない⁷⁶。そのため、本研究では技術的重要性に基づく対象の絞り込みと記述内容の客観性の点でより信頼性が高いと考えられる学会情報をベースにした新たなマクロ技術動向把握の方法を検討した。

現実の企業 R&D 組織では、マイクロな専門領域毎に特許内容を技術と権利の両面から調査・分析し、他社の約 2 年前の R&D 戦略・戦術を推定し、自社の R&D（と知財の）戦略・戦術を検討することが日常業務の一部である。そのため企業 R&D マネジメントに有用な新知見を追究するといった観点からも、企業内で通常用いられている方法とは異なる方法がより有効と考えた。

⁷⁶ 著者は、技術の専門家でもあるため特許情報からマイクロ、マクロ両面の分析が可能であるし、実際に両分析を実施している。しかしながらマクロな分析を目的とする場合は、特許情報の大半はノイズである場合が多く、特許情報を補助資料として用いることは有効であるが、中核情報源として採用する必要はないと考えている。

PART II

IJ 技術イノベーションにおける 企業間 R&D マネジメントの違いに関する比較分析

第 6 章 C 社と SE 社の IJ 開発の流れとアウトプット

第 7 章 IJ 発明者数の動的変化と R&D 活動との対応

第 8 章 定量化で明示された R&D マネジメントの違いに関する考察

第6章 C社とSE社のインクジェット開発の流れとアウトプット

本章ではC社とSE社のR&Dの流れを「新規製品技術」つまり製品に搭載された新規キー技術という切り口から概観する。先ず6.1で両社がIJ関連R&Dを立ち上げた当時(1970年代～1980年代)の業界、学会の状況を振り返り、IJ技術の代替・競合技術に対する位置づけやC社、SE社がR&Dをスタートした背景を整理、概観する。次いで、6.2においてC社TIJ技術とSE社PIJ技術は何が違うのか、IJ技術の基本およびTIJとPIJの得失を整理、要約する(次の6.3, 6.4の理解と8章の考察のベースとなる)。そしてこれら準備作業の後に、6.3と6.4でC社およびSE社の「新規製品技術」を抽出し、それを通して両社のIJ技術・製品開発のマクロな流れを把握する。また「新規製品技術」をR&D知識創造のアウトプットと捉えて、インプット(発明者数)との関係を議論する。なお、本章の内容は特に引用を明示した部分を除き、日本画像学会編(2008)を参照し作成した。

6.1 インクジェット技術の黎明期

IJ技術といっても現在実用化されているIJ技術のインク噴射原理は様々である。また同じ噴射原理を採用している場合でも、印字ヘッドの構造や組み合わせるインクの材料物性によってIJ技術の内容・特徴は変わる。IJ技術は大別すると、連続噴射型IJとオンデマンド型IJの2種に分類されており、1968年に発売されたVideojet 9600(A. B. Dick社)が最初のIJ製品といわれているが、これは連続噴射型IJに属する。連続噴射型IJは、記録に使われなかったインクの回収が必要であり、装置の小型化も難しかったため、パーソナル用やビジネス用のプリンタとしては余り成長せず、現在は専ら産業用IJ分野で活躍している。現在PCプリンタとして普及しているIJ技術はTIJとPIJだが、これらは共にオンデマンド型IJに分類される。

オンデマンド型IJの開発では、ピエゾ素子の圧電効果を利用してインクを機械的に噴射するPIJが先行し、1970年頃に3種の重要発明が出願され⁷⁷、1977年に初のPIJプリンタが発売された(Siemens社PT-80)。当時、IP(インパクト・プリンタ)を主力としていたSE社が、IJ技術の特許出願を始めたのは1978年であり(当時は諏訪精工舎とその子会社である信州精器)、SE社初

⁷⁷ 1970年～1971年に掛けて、E. L. Kyser (USP 3,946,398), S. I. Zoltan (USP 3,683,212), N. G. E. Stemme (USP 3,747,120)が初期PIJの3種の基本発明を出願。

の水性インクを使用した PIJ 製品 IP-130K (Kyser 技術導入) は 1984 年に製品化されている。1980 年代後半, まだ国内の IJ プリンタ市場が本格的に立ち上がる前, SE 社は IP の 1 種である SIDM (シリアル・インパクト・ドット・マトリクス) だけでなく IJ プリンタでも国内トップの売上高を得ていた。当時の IJ プリンタ売上高は IP の約 1/10 と小規模ではあったが, この国内トップに貢献したビジネス市場向け IJ プリンタが HG シリーズであり, 最初の製品 HG2500 (24 ノズル) は 1986 年 10 月に製品化された。初期の IJ プリンタは, 何れもノズル目詰りや噴射不良 (ドット抜け) といった信頼性に多くの問題を抱えていたが, SE 社は HG シリーズの開発過程で, インク流路中の気泡による噴射不良対策として, インク中の溶存空気濃度を下げるために外側をアルミ蒸着した袋で真空にしてインクを充填する, 目詰り対策のためにインク用の染料を超純水並に精製する, インクの改良以外にもヘッドキャップ機構やメンテナンス機構の改良により IJ の信頼性向上を図っている (コラム 6-1 参照; 小藤, 1987; 電子情報技術産業協会編, 2001)。

コラム 6-1) SE 社の IP-130K と HG-2500 に関する SE 社大渡章夫氏の談話から

IP-130K の評判はどうだったのでしょうか?

「高くて余り売れなかった。このプリンタは, ヘッドを目詰りさせないために使い終わるとインクを全部洗浄液に置換するとか, ものすごく難しい事をやっていた。・・・結果として非常に使いづらく, 何せ使用後にヘッドを自動洗浄するわけですからインクのランニングコストも高かったのです。」

「HG-2500 は, 複雑なインク回収システムを無くしてシンプルなインク回収システムに改良しました。色々と合理化にも取り組んで値段を IP-130K の約半額の 25 万円にコストダウンできました。それで結構売れたんです。」

出所: 電子情報技術産業協会編, モノ造りの足跡: IT 社会を支える情報端末誕生秘話, 日本工業出版 (2001) の p.11 から p.12 の記述による。

一方, 水性インク自体を加熱して膜沸騰を起こし, 発生蒸気の圧力でインクをノズルから噴射する TIJ の発明は PIJ よりも遅く, 1977 年の遠藤ら (C 社) の出願が基本発明とされている⁷⁸。当時, 電子写真複写機 (およびプリンタ) を基盤としていた C 社では 1977 年に IJ 特許出願が始まり, 最

⁷⁸ TIJ の発想は, 1962 年の M. Naiman (USP 3,179,042), 1971 年の N. G. E. Stemme (USP 3,747,120) に開示があるが, 現在の TIJ に繋がる発明は, C 社遠藤らの出願 (特開昭 54-59936) とされる。当時, 活発化していた感熱記録と IJ 技術のハイブリッドともいえる TIJ を着想した人は多く, C 社遠藤らの 3 日前に小夫真 (リコー, 特開昭 54-51837), 8 ヶ月後に斎藤静雄 (SE 社, 当時は信州精器, 特開昭 54-161935) の出願があった。HP 社 J. Vaught ら (USP 4,490,728) も少し遅れて独立に着想, 研究を開始している。なお, 感熱記録と IJ 技術のハイブリッドといえるもう一つの技術に, ホットメルト IJ もしくは相変化 IJ と呼ばれる IJ 技術があるが, これは水性インクではなく, ワックス状の固体インクを加熱溶融, 液体化し PIJ で噴射する方式が代表的である。多くの用紙や紙以外のメディアに比較的容易にカラー記録可能であり, ほぼ同時期に R&D が活発化した。米国 Xerox 社等が事業化している。

初は TIJ ではなく PIJ で製品化を実施し（グールド社ライセンス；1980 年），その後 TIJ にシフトしている。TIJ は，感熱記録と IJ 記録のハイブリッド記録とマクロに捉えると面白い着想であり，次代のプリンティング技術のチャンピオン候補のようにも思える。しかし現実の技術システム構成は，サーマルヘッド（半導体素子）上で水性インク（電解質）を沸騰させるという非常識な組合せともいえる。水性インクがヘッドの発熱体に直接接触せず，かつ熱伝導を阻害しない薄層絶縁層，急熱によるバブルの生成・消滅に伴うキャビテーションによる破壊を防ぐ耐キャビテーション層，等の新たな R&D が必要であった。また，発熱体近傍のインクは瞬間的に数百℃に加熱されるため，インク中の染料や不純物を中心に発熱体上部にコゲつき（コゲーション），噴射を劣化させる問題が生じた。この回避のためにはインクの精製や成分材料選択の R&D が必要であった。TIJ の発明後，約 4 年で実用化への基本的目途を付け 1981 年 11 月の C 社グランド・フェアにて TIJ 紙幅ライン・ヘッドを搭載した 2 色デジタル複写機（試作機）を展示した。但し，世界初の TIJ 製品化では C 社と一時共同研究を実施した米国 HP 社の ThinkJet（12 ノズル；1984 年）に先行され，C 社初の TIJ（C 社では BJ=バブルジェットと称する）プリンタ BJ-80（24 ノズル）は 1985 年 10 月に発売されている。（コラム 6-2～6-4 参照）

コラム 6-2) C 社と HP 社の協力について

“HP 流”の R&D に啓発された点も少なくなかった。ある関係者がこう言っている。「キヤノンは原理と資料を提供した。HP は成果の評価方法と理論を教えてくださいました」

82 年秋，“インクジェットプリンタのヘッド開発協力の話し合い”が始まった。半年後の 83 年 4 月に成約した。

ただし，キヤノンと HP の“共同開発”には無理があり，「フェアな競争で行こう」ということになった。

出所：岩井（1997）の p.150 より

発熱体のキャビテーション対策について：

「タンタルは実は非常にいい材料で，その後，HP さんはそれをすぐに採用しました。これいいよって教えてくださいましたから」

出所：松田（2002）の p.301 より

コラム 6-3) HP 社 ThinkJet に TIJ 製品化で先行された C 社の反応

「そう言うのは失礼ですが、性能的にはきわめてプリミティブ（原始的）なものでした。ただ、ヘッドを量産可能なカートリッジ化し、コストダウンを可能にするなど、参考になる点はありましたね」（遠藤一郎）

当事者は、内心はともかく表面はきわめて平静を装った。しかし、周囲がだまっていない。

出所：岩井（1997）の p.154 より

「技術の共同開発話が出たとき、キヤノンと HP は“似たもの同士”，メリットがあると思って賛成しました。先行されて、敵に塩を送ったのか、と責める人もいましたね」（遠藤）

出所：岩井（1997）の p.155 より

コラム 6-4) C 社初の TIJ プリンタ BJ-80 の開発について

・・・，1983 年末には BJ 技術最初のパソコン用プリンタ BJ-80 の開発が意思決定された。
・・・，製品開発で大きなコストがかからない方法として、パッケージの変更を伴わずにエンジンだけ BJ 技術を利用する方法を提案した。これを受け入れたのが、当時ドットインパクト・プリンタや熱転写プリンタを開発していた電子事務機事業部であった。・・・発売された BJ-80 は同社のドットインパクト・プリンタ N-80 と外見上、瓜二つであった。

出所：宮崎（2002）の p.168 から p.169 より

1980 年代には、国内外の多くの企業が IJ の R&D や製品化に参入したが、初期の IJ プリンタはノズル目詰り等の問題が多く、IJ 技術が最初から将来のプリンタ技術として有望視されていたわけではない。1981 年 6 月、米国画像学会（IS&T）は第 1 回 NIP(Non Impact Printing)国際会議を開催したが、そこには IJ 技術以外にも多くの記録技術（感熱記録，静電記録，磁気記録，電子写真，等）の研究発表があった。その場で「NIP 技術の将来の方向」についてと題するパネル討論が実施されたが、そこでも低速プリンタ（シリアルプリンタ）領域では、IJ 技術よりも感熱記録技術が有力と予測されていた。ちょうど 20 年後に 1981 年当時のパネル討論を振り返って NIP 技術予測の妥当性を総括した Gaynor (2002) は、IJ 技術に関する読み違いが最大のミスであり、予測はずれの主因は 1981 年当時、まだ形が無かった「TIJ の台頭」と分析している。実際 IJ 技術が本格的に脚光を浴びたのは、1988 年 2 月に米国 HP 社が DeskJet を発売してから、とってよいであろう。

DeskJet は、小型・安価だがレーザー・プリンタ並みの普通紙画質実現を謳った白黒 TIJ プリンタであり⁷⁹、現在に繋がる IJ 技術イノベーションの実質的な起点であったといえる（コラム 6-5）。

C 社、SE 社共に HP 社 DeskJet 対抗のために印字ヘッドの基本設計・製法を大変更し、C 社 (BJ-10v) は 1990 年に、SE 社 (MJ-500) は 1993 年にそれぞれ新ヘッドを搭載した新製品を発売している。

コラム 6-5) HP 社 DeskJet とその前後の状況について

HP は、キヤノンと同じく熱を動力源とする独自のインクジェット技術（サーマルジェット技術）にもとづいて、1984 年に最初のインクジェット・プリンタ「ThinkJet」を開発していた。この第一号機は、他社での事例と同じく、印刷品質が悪くて問題点を数多く抱えたものであった。その後も HP では、紆余曲折があったものの、コンピュータ周辺機器部門の責任者であるリチャード・ハックボーンの指揮下で継続的にインクジェット・プリンタの開発・改良に取り組んだ。その結果、1988 年には 1,000 ドル以下の価格でレーザー・プリンタ並の印刷品質を提供するというコンセプトのもと、「DeskJet」を発表、さらに 1990 年には、セイコーエプソンを筆頭とする日本企業が優勢であったドットインパクト・プリンタ（350－500 ドルの価格帯）の代替を狙うというコンセプトを確立し、小型で低価格の「DeskJet500」を商品化、HP は、これによって米国のプリンタ市場を席卷し、ドットインパクト・プリンタを主力とする日本勢を敗退させていった。その後も HP のインクジェット・プリンタの勢いは弱まるどころを知らず、1990 年代を通じて全世界インクジェット市場の 4 割以上のシェアを獲得し続けている。

出所：宮崎（2002）の pp.179－180 より

表 6-1 に、HP 社 DeskJet 発売後に、電子写真学会誌に掲載されたプリンタ技術の比較評価を示した。下表で“IJ（オンデマンド）”は“TP（溶融転写）”に信頼性で劣るが、ランニング・コストとカラー化対応で優位とされている。当時の関連業界の平均的な技術評価と対応すると考えてよい。

表 6-1 代表的プリンティング技術の得失比較

記録方式	記録材料	解像度	階調再現	カラー化対応	普通紙適性	記録速度	記録保存性	装置小型化	騒音	ランニングコスト	装置コスト	長所	短所
IP(活字型)	インクリボン	△	×	×	◎	△	○	◎	×	○	◎	小型、安価、保守容易、複写可	騒音、低速 印字数限定
IP(ドットマトリクス)	インクリボン	△	×	△	◎	△(シリアル)	○	◎	×	○	◎	小型、安価、保守容易、複写可	騒音、低速
IJ(連続型)	液体インク	◎	○	○	○-△	○	○	△	○	○	△	高解像可、低ランニングコスト	大型化、液体インク使用 メンテナンス必要
IJ(オンデマンド)	液体インク	○	○	◎	○-△	△	○	◎	○	○	○	小型、安価、低ランニングコスト	低解像、低信頼 メンテナンス必要
TP(溶融転写)	インクフィルム	○	○	○	○-△	△(シリアル)	○	◎	○	△	◎	小型、安価、高信頼	低速、高ランニングコスト
TP(染料昇華)	インクフィルム	○	◎	◎	×	△	△	◎	◎	△	○	フルカラー発色良好 階調再現良好	専用受像シート使用、 低速
EP(デジタル)	固体トナー	◎	○	◎	◎-○	◎	○	△	△	○	×	高画質(解像・階調・カラー)・高速	高価格、機械構造複雑、 メンテナンス必要

出所：鈴木弘治(リコー)、ハードコピー機器記録方式の技術動向、電子写真学会誌、29(1)、pp.48-54(1990)に基づき著者が抜粋要約。
補注)抜粋記録方式の中で、特殊記録紙の使用を前提とする放電破壊記録、静電記録、銀塩、直接型感熱記録、およびアナログ電子写真は比較対象から除外した。

⁷⁹ IJ の初期ドミナント・デザイン。同じ TIJ でも C 社とは印字ヘッド構造が異なり、インクタンクと一体の使い捨て型ヘッド・カートリッジ方式を採用。印字解像度=300dpi、ノズル数=50、印字速度=2ppm、価格=\$ 995。当時、約¥20 万だった SE 社や C 社のビジネス市場向け IJ プリンタよりも安価で高画質。なお dpi は dots/inch、ppm は 1 分当たりの A4 印字枚数である。

6.2 C社 TIJ 方式と SE 社 PIJ 方式の違い

IJ 技術の基本を TIJ と PIJ の技術比較を通して整理する。図 6-1 に TIJ (C 社) と PIJ (SE 社) のヘッド駆動原理とヘッド構造の概念図を示した。左下図の TIJ では 2 種の構造を示したが、C 社は最初サイド・シューターを採用し、1999 年以降、順次ルーフ・シューター (HP 社が最初に採用) に変更した。左下図の TIJ は記録信号に応じてヘッド内のヒーターを急熱し、水性インク自体を膜沸騰させ、その圧力でインクを噴射する。右下図の PIJ は、ピエゾの圧電効果を利用して記録信号に応じてピエゾ膜を力学変形させ、機械的に発生する圧力でインクを噴射する。したがって TIJ は原理的に水性インク以外のハンドリングは困難であり、かつ急熱でヒーター表面に焦げ付き易い (コゲーション) 成分材料は使い難い。一方、PIJ は原理的に水性インクに限らず、油性インクや溶剤インクも使用可能である。そのため一般に PIJ は TIJ よりもインク自由度が高いといわれている。しかし、対象を水性インクに限定すると、そのインク自由度は逆転する部分もある。TIJ は水性インクの表面張力が高くても低くても比較的安定噴射が可能だが、PIJ は下図でも分かるように流路が複雑なため、流路に濡れ難い高表面張力インクを用いると、流路中に気泡がトラップされ、噴射不良を発生しやすくなることが知られている。

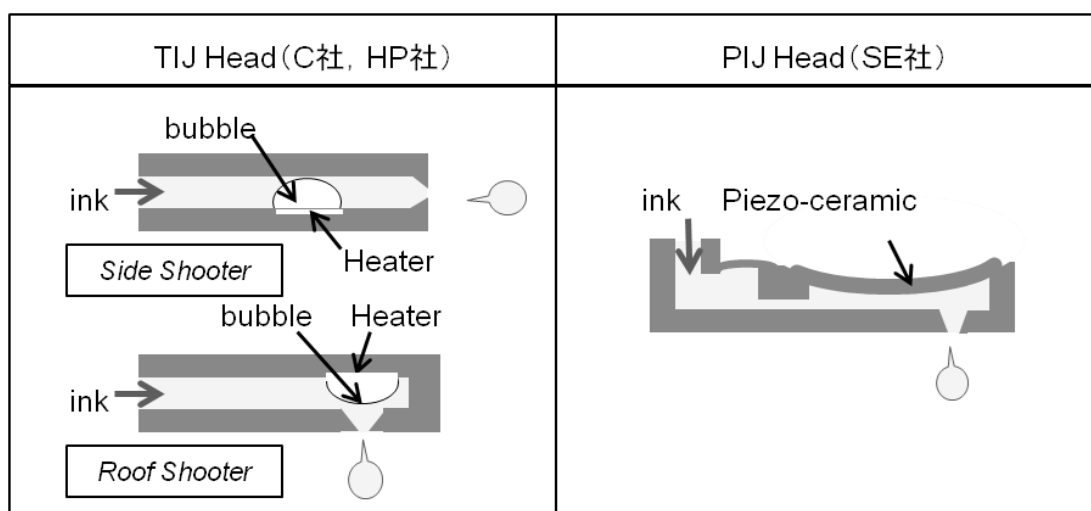


図 6-1 TIJ と PIJ の駆動原理とヘッド構造の概念図

補注) 日本画像学会編 (2008) を参考にして著者作成。

TIJ 用, PIJ 用ともに水性インクは、精製イオン交換水と着色剤（染料、顔料）、保湿溶媒（グリコールやグリセリンのような多価アルコール類、等の水溶性低蒸気圧溶媒）、表面張力制御用の界面活性剤やグリコールエーテル類、粘度調整剤、pH 調整剤、電解質、殺菌剤、その他目的に応じた物性制御用の添加剤から構成され、表面張力= 20~50mN/m、粘度=1.5~4.5mPa・s 程度の低粘度液体である。そして水性インクは通常、使用する着色剤の種類（染料か顔料か）と普通紙に対するドライン時間（SD = Slow Dry か FD = Fast Dry か）で分類されている⁸⁰。ドラインと呼ぶが、水等インク溶媒成分の蒸発の寄与は小さく基本的にはインク用の紙（セルロース繊維の間隙等）への浸透の寄与が大きい。IJ の普通紙画質制御では SD か FD かの選択が重要となる。

主流の染料インクは顔料インクよりもノズル目詰り等の信頼性制御では有利で、IJ 専用紙に印字すると写真画質再現でも有利だが、耐水性や耐光性は劣る（銀塩写真は染料画像である）。一方、顔料インクは、発色は染料より劣るが耐水性や耐光性に優れる（印刷や電子写真は顔料画像である）。TIJ と PIJ の比較では、TIJ の方が顔料インク適性は低い（コゲーション等の問題）。

インク用の紙への浸透挙動は Lucas-Washburn 式で記述され、ある時間 t でインクが毛細管（用紙の間隙）に浸透する距離 l は下式 6-1 で表わされる。

$$l = (d_c \times t \times \gamma \cos \theta / 4 \eta)^{1/2} \quad (6-1)$$

(l : 浸透距離, t : 時間, d_c : 毛細管径, θ : インクの接触角, γ : インク表面張力, η : インク粘度)

上式でインク物性が関連する項は $\gamma \cos \theta / \eta$ であり、インクの表面張力 γ が低く用紙への濡れがよい、つまり $\gamma \cos \theta$ が大きい程、またインク粘度 η が低い程、単位時間当たりの浸透距離 l が長い。インク粘度は、1~5mPa・s 程度しか変化しないが、インク表面張力と用紙で決まる $\cos \theta$ は 0 から 1 の間で桁が変わるため、特にインク表面張力の影響が大きい。換言すると、用紙に対する濡れのよい低表面張力インクは瞬時に用紙に浸透し（=ドライン）かつ画像が太りやすい。これが FD インクである。一方、用紙に対する濡れが悪い高表面張力インクは、浸透は遅いが（ドラインでは浸透が主体だが蒸発も寄与）、画像は鮮明で光学濃度も高くなる。これが SD インクである。

⁸⁰ 「普通紙」は通常コピー用紙を意味する（広義には上質紙）。ドライン時間は、普通紙にインクのベタ画像を打ち込み、その用紙への浸透時間を測る。つまりドラインの大半は蒸発ではなく用紙への浸透時間に依存する。SD インクは普通紙にインクのベタ画像を打ち込んだ時、そのドライン時間が数 s 以上、典型的には 10s 以上の高表面張力インク（ex. > 40mN/m）である。FD インクはドライン時間 < 1s、典型的にはドライン時間 < 0.1s の低表面張力インク（ex. < 33mN/m）である。

SD インクと FD インクの特徴に関しては図 6-2 にまとめた。IJ 専用紙の場合は、表面層のシリカやアルミナがインクの濡れの良い多数のマイクロな毛細管を構成するため、SD インクと FD インクの印字時の挙動差や画質差は余り目立たないが、普通紙に印字すると下図のように顕著な挙動差、画質差が発生する。そして前述の如く PIJ の SD インク（≒高表面張力インク）適性は TIJ ほど高くない。

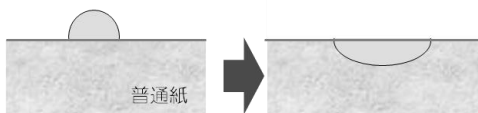

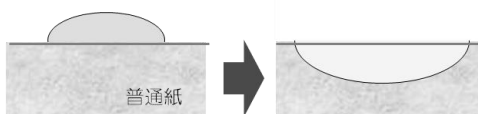

	インクの普通紙に対する浸透	普通紙画質
SD Ink	<p>高表面張力 (> 40mN/m)</p> <p>ドライグが遅い (3s - 30s)</p>  <p>普通紙</p>	 <p>(8pt)</p> <p>良好なテキスト ・高光学濃度 ・鮮明なライン</p> <p>劣悪なカラー グラフィクス ・混色滲み目立つ</p>
FD Ink	<p>低表面張力 (20 - 35mN/m)</p> <p>ドライグが速い (<1s)</p>  <p>普通紙</p>	 <p>(8pt)</p> <p>テキスト画質不良 ・低光学濃度 ・線の滲み、太り</p> <p>良好なカラー グラフィクス</p>

図 6-2 SD インクと FD インクの特徴比較

補注) Doi, Hashimoto (2008)をベースに著者作成

SD, FD インクの特徴を普通紙画質制御と絡めて要約したが、普通紙で黒テキストもカラー・グラフィクスも同時に高画質を達成するためには、①インク設計、②インク・メディア（用紙）相互作用、③その他（インク微小滴化、濃淡インク、等）がポイントとなり、高難度の R&D が要求される。各社、多くの試行錯誤を経て、2005 年時点では、SD（もしくは FD）黒インクと FD カラーインクを組み合わせ、2 液反応やインク間反応でインク・メディア相互作用（ドライグ、フェザリングや太り、光学濃度、混色にじみ）を制御する方向が主力化している⁸¹。一方、専用紙高画質（含む写真画質）を主に狙う場合は、インク・メディア相互作用制御の大半を専用紙設計に分担させることができるため、インク設計は単純な FD インクを採用し、専ら③のインク微小滴化や濃

⁸¹ 「2 液反応」は、インクを印字する前に無色の「反応液（インク中の着色剤と反応、固定する作用を有する）」を用紙に印字もしくは塗布し、その後インクを印字することでインクの画質やドライグ、定着性を制御する技術の総称。「インク間反応」は一部のカラーインクに反応液の成分を添加しておき、該カラーインクを黒の前に印字することで、黒インクの着色剤を固定し、黒インクの画質や定着性を制御する技術の総称。反応メカニズムは、酸・塩基反応等のイオン相互作用がよく用いられる。橋本 (2008), Doi, Hashimoto (2008) に詳しい。

淡インク使用がキーとなり、相対的な R&D 難度は下がる。また、既存研究では画質は専ら印字解像度やインク色数（濃淡インク）で議論されてきたが、R&D 視点からは、まず普通紙画質と専用紙画質を分けた議論が必要であり、専用紙画質の議論においても印字解像度よりもむしろインク滴量（ドロップ量）で議論すべきとなる⁸²。HP 社 DeskJet（300dpi）を含め、1980 年代は TIJ, PIJ とともにインク滴量は 100pl を越えていたが、1990 年代後半に両 IJ 技術ともに 10pl をクリアした。1990 年代後半以降のインク滴量の微小化競争では、ノズルの微細化以外にも滴量の制御因子を有する PIJ が概ね先行していたが、2004 年には両技術ともに最小滴量= 1~2 pl を達成している。

高速化に関してはどうであろうか。既存研究では、プリンタのカタログ印字速度で議論される場合が多いが、シリアル IJ プリンタの印字速度は黒とカラーで異なるし、印字モードでも異なる。つまり出力画質と連動して変化するために比較しにくい。R&D 視点では、一般に式 6-2 の SF (Speed Factor) で議論される（日本画像学会編，2008）。

$$SF = (f \times Nz) / (Pas \times Rp \times Cr) - Tm - X \quad (6-2)$$

（ f = 駆動周波数， Nz =ノズル数， Pas =印字分割パス数， Rp =解像度， Cr =キャリッジ走査：双方向=1，片方向=2）
（ Tm = メンテナンス時間， X = その他のロス：昇温休止やデータ転送時間）

式 6-2 は多くの変数を含むが、単純化するとヘッドの“ f （駆動周波数） $\times Nz$ （ノズル数）”が、ヘッド技術原理を反映した印字速度の代用指標といえる。要するに単位時間に印字ヘッドから何発のインク滴が噴射できるか、という指標である。ノズル数の増大に関しては、噴射原理と印字ヘッドの製法から TIJ が PIJ よりも大幅に有利といえ、1990 年前後の数十ノズルから TIJ の場合は 2000 年代初頭に 1000 ノズルを越えるレベルに達している。駆動周波数も 1990 年代初頭の数 kHz から TIJ, PIJ 共に 2000 年代初頭の数十 kHz へと約 1 桁向上しているが、こちらは PIJ がやや優位 (TIJ の 2 倍弱) となっている。

⁸² IJ 記録は基本的に 1 滴で紙上の 1 ドットを形成するため、滴量を微小化する程、紙上のドット径も微小化され画質は向上する。現在、TIJ, PIJ 共に最小滴量=1~2 pl だが、これはインク・ドロップの直径に換算すると約 15 μm 、そして紙上のドット径に換算すると約 30 μm (IJ 専用紙の場合、ドット径=ドロップ径 $\times 2$ ；普通紙の場合は、ドット径はより拡大される) となる。製品カタログでは数千 dpi という記載もあるが、このドット径は概ね印字解像度 1200dpi のドット径に相当する。人間の明視距離での視認限界は約 30 μm といわれており、最小滴量=1~2 pl でかつ濃淡インクを組み合わせた IJ 専用紙記録は、既に視認限界を越えたレベルといえる。

次の図 6-3 は IJ 記録システムの主要な技術課題をインク・ヘッド相互作用とインク・用紙相互作用 (TIJ, PIJ 共通) の観点から示した概念図である。IJ プリンタの画質, 特に普通紙画質や定着, ドライング時間制御の大半は, 「インク・メディア (用紙) 相互作用」の制御に支配される。また IJ プリンタの信頼性の大半は, 「インク・ヘッド相互作用」の制御で決まるといってよい。

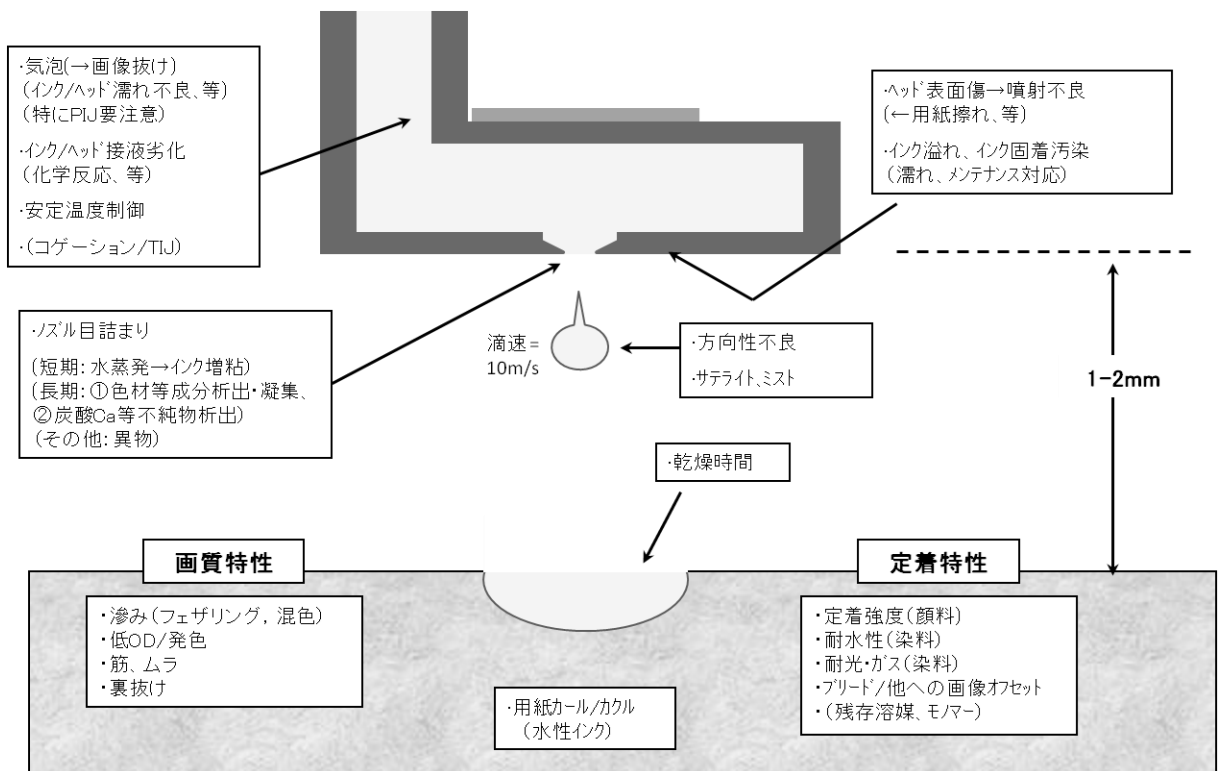


図 6-3 IJ 記録システム主要技術課題：インク・ヘッドおよび用紙相互作用の概念図

補注) 著者作成 (日本画像学会編, 2008 を参照)

表 6-2 には TIJ と PIJ のヘッド特性 (インクとの相互作用の影響を含む) の得失を要約した。TIJ の駆動源であるバブルの成長サイズは PIJ のピエゾ素子変位量の 10 から 100 倍大きい。そのため TIJ は, 一定量のインク噴射に必要な変位を得るアクチュエーター (TIJ は発熱素子, PIJ はピエゾ素子) 面積を PIJ よりも小さくでき, ノズルの高密度配置が可能となる。またヘッドの製法も TIJ はシリコン半導体プロセスが使いやすく, PIJ は精密機械加工技術の使用が多いという違いがある。これらにより, TIJ ヘッドは PIJ よりも小型かつ安価で多ノズル化しやすい。PIJ はノズ

ルの高密度配列や多ノズル化では不利だが、TIJと違い蓄熱影響はあまりなくノズル部インクのみニスカス振動制御が可能のため、前述の如く高周波数駆動（噴射）では有利である。またTIJで微小インク滴を噴射するにはノズルの微細化が必要だが、PIJはノズルが大きいままでも駆動波形を制御することで微小滴噴射や滴径変調が可能である。噴射寿命はデバイス固有の寿命ではPIJが長寿命だが、現実のヘッド寿命は異物や気泡混入、用紙衝突等の外部環境の影響も受ける。表 6.2 から、インク適性も含めてTIJ, PIJ それぞれに一長一短があることが分かる。

表 6-2 TIJ と PIJ の得失比較

特性		TIJ	vs.	PIJ
Head 特性	H1)ヘッド・サイズ, 重量	◎(小さく・軽い)	>	△(大きく・重い)
	H2)ノズル 密度(in-line)	◎(高い)	>	△(低い)
	H3) 駆動周波数	○(高い)	<	◎(非常に高い)
	H4)エネルギー 消費	○(低い)	<	◎(非常に低い)
	H5)ヘッド・コスト	◎(低い)	>	△(高い)
	H6) 使い捨てカートリッジ	○	>	×
Ink/Head 相互作用	I1) 噴射寿命(パルス)	○ (10^8 - 10^9)	<	◎ ($>10^9$)
	I2)ドロップ量変調	△ (or 1, 1/2)	<	○ (1 to 1/10)
	I3)ドロップ速度	◎(非常に速い)	>	○(速い)
	I4) 水性SDインク適性	○	>	△
	I5) 水性FDインク適性	○	=	○
	I6) 非水性インク適性	×	<	○
	I7) Kogation	△(要成分, 色材選択)	<	◎(問題無し)
	I8) 気泡の影響	○(排除容易)	>	△(噴射不良になり易い)
	I9) 接液化学変化	○(材料設計依存)	=	○(材料設計依存)

補注) 日本画像学会編(2008)のp.12, p.48に基づいて著者作成。相対的な序列は、(優)◎>○>△>×(劣)。
 なお、日本画像学会編(2008)は、C社やSE社のIJ技術者を含む学会IJ技術部会により執筆、編集されている。
 また2008年の発行だが、内容は概ね原理に依存しており、1990年代の比較に対しても有効と考えられる。

6.3 C社のTIJ技術・製品開発の流れ:「新規製品技術」の抽出

本節では、IJ技術固有のヘッド技術とインク技術に注目して、1981年から2005年までのC社/TIJの新規製品技術の抽出を試みる。IJプリンタを構成する要素は、もちろん印字ヘッドとインクだけではない。IJ記録プロセス技術、メンテナンス技術、画像処理技術、IJ専用紙に代表されるメディア技術、用紙搬送技術、ヘッドやプリンタの駆動を制御するコントローラ技術、カートリッジ技術、システム全体の統合技術、等、多くの要素があり、IJ製品を開発・設計・製造するためには生産技術を含めて全要素が必要である。しかし、すべての要素が公開情報として等しく露出するわけではなく、かつIJ固有の技術はヘッドとインクで象徴される。そしてIJ記録プロセス、メンテナンス、画像処理、用紙搬送等すべての他の構成要素は、基本的には新規ヘッド技術や新規インク技術と連動して、それらの新規技術を使いこなすために技術が変化・進化していると考えられる(図6-3参照)。実際、C社とSE社の本格的な製品技術の開発競争が始まる1993年から1994年にかけて、C社幹部はTIJ技術の将来方向として、普通紙カラー記録の画質向上のためのインク材料開発、多ノズルヘッドによる高速化の2点を挙げていた(太田, 1993)。そしてSE社の新規ヘッド(MACH)開発者である碓井(1994)は、IJの将来の競争相手を電子写真と想定して、「電子写真を凌駕していく為には、ヘッドの高性能化もさることながら、それ以上にインクにおけるイノベーション、インクを使いこなす技術のイノベーションが必要となろう」と記述していた。

上述の方針に従い、(1) C社ホームページの「キヤノンの歩み」に掲載されていたC社TIJ製品と(2) 日本画像学会編(2008)および日本画像学会誌(電子写真学会誌)の解説論文で採り上げられたC社TIJ製品とその主キー技術を表6-3に全件リスト化した⁸³。次いで、(a) 特殊用途製品(主な出力用紙サイズがA4~A3の範囲以外)、(b) ヘッド、インク以外の製品仕様上の改善と考えられるもの、(c) ヘッドもしくはインク関連技術だが、従来の継続的改善と考えられるものを原則として除いた「新規製品技術」候補を15件抽出した(表6-3で①から⑮の番号を付けた)。

⁸³ 「新規製品技術」の件数カウントは原則として「製品」単位で実施した。ヘッド・インク技術に着目して候補を抽出するが、通常は、それらを使いこなすための周辺ハード、ソフト技術もセットで開発されている。しかし、新規インクやヘッドを使いこなすために周辺でどのような新規技術が開発されたのか、必ずしも公開情報で全貌が把握できるわけではない。したがって「〇〇インク技術」のように技術が特定されてリスト化された場合を除き、原則として「製品」単位でカウントした。たとえば1製品中に3種の新規技術が盛り込まれている場合、新規製品技術件数=1件である。また、同じ新規技術が多種製品に搭載されていても、カウントは1件である。

表 6-3 C 社/TIJ プリンタの「新規製品技術」の推移

暦年	C 社/TIJ のヘッドとインク技術に着目した新規製品技術の抽出	
	C 社公式 HP「キヤノンの歩み」	日本画像学会の「図書」と「解説」論文
1981		世界初の TIJ 試作機技術展示(ラインヘッド搭載 2 色複写機)
1982		
1983		
1984		
1985	①BJ-80	①BJ-80(C 社初の白黒 TIJ プリンタ;パーマネント・ヘッド, 180dpi, 24nzi.)
1986	<i>BJ 電卓キャノナー BP1210-D</i>	②紙幅ラインヘッド・石油探索機搭載(特注製品)
1987		
1988	③CBC1(カラーバブルジェットコピー 1)	③CBC1(大判対応可能なカラーBJ 複写機)
1989		
1990	④BJ-10	④BJ-10v(白黒, 360dpi; 使い捨てヘッド・インク一体カートリッジ)
1991		
1992	⑤BJC-820	⑤BJC-820 (カラーTIJ, 全色 SD インク, 普通紙出力は低画質)
1993	<i>BJP 内蔵 Note PC (w. IBM)</i> ⑦ピクセルジェット S	⑥BJC-600 (普通紙カラー, 全色 FD インク) ⑦PixelJet (TIJ カラー複写機) <i>(IJ 捺染 w. 鐘紡)</i>
1994		⑧BJC-400J(普通紙カラー, 黒 SD インク+FD インク, 耐水性染料) <i>P-400L(初の市販 4"ライン・ヘッド搭載カードプリンタ)</i>
1995		
1996		
1997		⑨BJC-700J (2 液反応インク, 画質と耐水性改善) ⑩BJC-430J (大小ドロップ噴射/nzi)
1998		
1999	⑪BJF850	⑪BJF850, BJF8500 (新規構造・製法ヘッド搭載, MFDT)
2000		⑫BJS-600 (対称配置による完全双方向印刷)
2001		⑬PIXUS850i (大滴 nzi / 小滴 nzi)
2002		
2003	<i>PIXUS50i (超小型 Note)</i> ⑭W8200 (大判プリンタ, 全色顔料インク)	
2004	⑮PIXUS iP8600 (耐光染料)	⑮Chromalife 100(耐光性)
2005		

補注-1) 下線は試作機。灰色斜体表示は、特殊用途製品として除外した製品。黒字斜体は IJ 固有技術ではなく製品設計として除外。

補注-2) C 社ホームページへのアクセスは 2012 年 3 月 11 日。「キヤノンの歩み」の中には、その他 1994 年に IJ プリンタ ≥ 1000 万台, 2004 年に同 ≥ 1 億台, 1994 年に TIJ 発明恩賜賞受賞といった TIJ 関連情報が掲載されている。

最初の全件リスト化は機械的な処理だが、(a) (b) (c) による除外処理には評価者の主観や誤認が混入する可能性があり、また調査した解説論文が必ずしもすべてのキー技術を代表していない可能性もあり得るため 15 件は絶対的な評価ではなく、1981 年以降 2005 年までの C 社の TIJ 新規製品技術件数の概算見積もり ≒ 15 件と評価すべきであろう。以下、表 6-3 の抽出に関して補足説明を加えつつ C 社の TIJ 技術・製品開発の流れを概観する。C 社は 1985 年に C 社初の TIJ 製品として①BJ-80 を出荷した後、電卓組込み TIJ プリンタ (1986 年)、石油探査用の特注製品として②TIJ ライン・プリンタ (1986 年)、大判 (A1) 対応可能な③カラー TIJ 複写機 CBC-1 (1988 年) を開発し、さらに表 6-3 には登場していないが BJ-80 の後継といえる BJ-130 (1989 年) を発売している。これら一連の製品技術は、その仕様から基本的に 1981 年の C 社グランド・フェアに技術展示された TIJ 試作機 (表 6-3 の下線表記) の延長線上の改善技術を展開、実用化したものと推測され、この試作機を新規製品技術のひとつとして選択する考え方もある⁸⁴。

C 社の製品技術が大きく変わったのは、主ヘッドをそれまでのパーマネント型から HP 社類似の使い捨て型ヘッド・インク一体カートリッジに変更した 1990 年の④BJ-10v 以降である。既存研究では、BJ-10v の電池駆動可能、小型で持ち運び可能なノートブック型プリンタという部分が大きく採り上げられており、勿論そういった製品仕様は BJ-10v の市場での大ヒットに影響したと考えられるが、技術的には、ヘッドの構造と製法 (感光性樹脂ノズルからレンズ設計用のエキシマ・レーザーでポリエーテルサルフォンに穴あけした溝付き天板へ) を変え、小型、低コストの使い捨て型新ヘッドに変更したことが注目点となる (松田, 2002)。HP 社のルーフ・シューター型ヘッドに対して C 社はサイド・シューター型ヘッドを採用していたが、この時点ではサイド・シューターを維持して HP 社とは構造の異なる使い捨て型ヘッド (ヘッド・インクタンク一体型カートリッジ) を開発した。パーマネント型と使い捨て型でヘッド技術の基本が固まった後の 1990 年代は、専ら普通紙カラー画質の制御が大きな課題だったといえる。1992 年発売の⑤BJC-820 は従来の白黒プリンタと類似の SD インクを採用しており、基本的には IJ 専用紙を前提とした TIJ カラー・プリ

⁸⁴ 1981 年の試作機を新規製品技術 (TIJ ラインヘッドとカラー複写機) としてカウントする場合は、①BJ-80 (パーマネント・ヘッドの確立) のみを維持し、②と③を除外する。また、C 社は 1980 年代中頃まで TIJ だけでなく PIJ 製品開発 (グールド社ライセンス) も実施していた。その中で 1986 年の PIJ カラープリンタ RP-601, FP-501 は、濃中淡インクやドット径変調による IJ 多値カラー記録の先駆例といえる。これは TIJ ではないため表 6-3 には含まれないが、C 社の新規製品技術としては、+1 件とする考え方もある。

ンタである。普通紙にも出力は可能だが、普通紙でのカラー画質は混色滲み等が目立つ不十分なものであった。翌 1993 年の⑥BJC-600 では全色 FD インクとその使いこなしのための画質制御技術が搭載され、普通紙カラー出力における混色滲み問題は解消されたが、黒テキスト画質は線が太り、濃度の低いものとなった(小坂橋・田鹿, 1994)。1993 年は、⑦PixelJet (小型 TIJ カラー複写機) や TIJ の用紙出力以外への展開 (IJ 捺染) も行われている⁸⁵。1994 年の⑧BJC-400J では黒テキスト画質とカラー・グラフィックス画質の両立に向け、黒用の SD インクとカラー用の FD インクが併用された。そして黒とカラー境界部の混色滲み防止のため、黒とカラーの印字時間差を長くする(ノズル配列の工夫)、黒とカラーの境界を検知して境界部の黒を SD 黒インクではなく FD カラーインク 3 色 (C, M, Y) によるコンポジット・ブラックで記録する、といった新規技術が盛り込まれている(大塚, 1995)。また各色インク染料の耐水性も改善されている。1997 年の⑨BJC-700J は、普通紙での黒・カラー両者の高画質化と染料インクの弱点である耐水性の大幅改善を狙って、2 液反応方式を導入している。C 社の'80 年代から'90 年代後半までの普通紙画質向上を軸とした R&D の流れは、HP 社の新規製品技術開発に呼応して 1~2 年後に対抗技術を出しているようにも見える⁸⁶。1997 年にはヘッド技術でも新たな動きがあり、1 ノズル中に 2 つのヒーターを配置して、1 ノズルで大・小滴を打ち分ける新規技術が⑩BJC430J 等に搭載された。1999 年には再びヘッド技術の大変更が開始され、⑪BJF-850 等に搭載された微小滴ハンドリングに優れる新規構造・製法のヘッドでは従来のサイド・シューターからルーフ・シューター型への変更が行われた(松田, 2002; 中島・松田, 2002)。そして 2000 年の⑫BJS-600 はヘッドを対称に配置し完全双方向印刷で高速化を図った。2001 年の⑬PIXUS850i は大滴用ノズルと小滴用ノズルを有するヘッドを採用⁸⁷、2003 年には大判プリンタではあるが、SE 社に続いて⑭カラー顔料インクを開発、2004 年には⑮Chromalife 100 (耐光性染料インク) を開発している。

⁸⁵ ⑦PixelJet は TIJ ヘッド、インク技術という観点では、新規製品技術というより従来技術の改善の範疇と捉える方が妥当と推測される。一方、用紙ではなく布に画像を出力する IJ 捺染は、TIJ インクおよびインク使いこなし技術としては新規製品技術と見做し得るが、特殊用途製品として除外した。⑦は 1993 年の 2 件の合わせ技として候補選択した。

⁸⁶ HP 社 ThinkJet ('84) に対する C 社 BJ-80 ('85)、DeskJet ('88) に対する BJ-10v ('90)、FD 普通紙カラー DJ-500C ('91) に対する BJC-600 ('93)、黒 SD、カラー FD を採用したヒートアシスト普通紙カラー DJ-1200C ('93) に対する BJC-400J ('94)、インク間反応方式を採用した DJ-850C ('95) に対する BJ-700 ('97)、等。

⁸⁷ ⑬は⑩の延長線上の改善と捉えるならカウント外となり得る。

6.4 SE 社の PIJ 技術・製品開発の流れ：「新規製品技術」の抽出

SE 社の「新規製品技術」候補も C 社と同様の操作によって 8 件抽出し（下記の①から⑧），
表 6-4 にまとめた。

表 6-4 SE 社 PIJ プリンタの「新規製品技術」の推移

暦年	SE 社/PIJ のヘッドとインク技術に着目した新規製品技術の抽出	
	SE 社公式 HP のマイルストーン製品	日本画像学会の「図書」と「解説」論文
1981		
1982		
1983		
1984	①IP-130K	①IP-130K
1985		
1986	②HG2500(*) (HG シリーズの初代)	②HG2500 (強アルカリ・インク)
1987		
1988		
1989		
1990		
1991		
1992		
1993	③MJ-500 (白黒, 印字 360dpi) (MACH/MLP, 12nzl x 4 列=48nzl)	
1994	④MJ-700V2C (カラー, 専用紙印字 720dpi, 全 色 FD インク; 黒 64nzl, カラー16nzl x 3 列)	④MJ-700V2C
1995		<i>MJ-5000C (720dpi 時のドロップ量を小滴化)</i>
1996	⑤PM-700C	⑤PM-700C (MLChips, 専用紙・写真画質カラー, 全色 FD 濃淡インク)
1997		
1998		⑥PM-770C (MSDT=マルチ・サイズ・ドット・テクノロジー; 大中小滴印字)
1999		
2000	⑦MC-9000 (大判, 全色顔料インク)	⑦マイクロカプセル FD 顔料インク (大判の MC-9000, A3 用 MC-2000, 等) <i>PM-800C (フチなし, レーベルプリント)</i>
2001		
2002		<i>写真画質対応顔料インク (PX-P, PM-4000PX)</i>
2003		⑧PX-G900 (グロス・オプティマイザー) <i>PX-G 顔料インク (光沢紙用), PX-V 顔料インク (普通紙) PIJ ミニラボ (ノーリツ鋼機 dDP-411)</i>
2004		
2005		

補注-1) 灰色斜体表示は、特殊用途製品として除外した製品。黒字斜体は改善もしくは IJ 固有技術外の製品設計として除外したもの。
*印は、「年表で読むセイコーエプソン [1881 年～2000 年]」(2001) 中の「セイコーエプソン 開発・技術・製品の流れ」から補足。
補注-2) SE 社ホームページへのアクセスは 2012 年 3 月 11 日。

SE 社の場合も 8 件は絶対的な評価ではなく、1981 年以降 2005 年までの SE 社の PIJ 新規製品技術件数の概算見積もり≒8 件と評価すべきであるが、新規製品技術の累積件数は C 社よりも少なく、C 社の約 1/2 前後といえそうである。以下、SE 社の PIJ 技術・製品開発の流れを概観する。

1984 年の SE 社初の PIJ プリンタ①IP-130K から 1986 年の②HG2500 に始まるヒット作 HG シリーズに関しては、PIJ 技術の基本的な信頼性制御技術の開発と共に 6.1 で述べた。SE 社では 1988 年の HP 社 DeskJet 発売をうけて小型・安価な新規 PIJ ヘッドの開発を開始し、1990 年 6 月から緊急ヘッドプロジェクトで活動を加速、積層ピエゾを用いて PIJ としては画期的ヘッド小型化に成功する（青島・北村，2008）。SE 社の PIJ 技術が大きく変わったのは、1993 年 3 月（米国では 1992 年 12 月）にこの新規 MACH/MLP ヘッドを搭載した白黒 PIJ プリンタ③MJ-500 以降である。引き続き 1994 年 6 月には全色 FD インクを採用し、IJ 専用紙で 720dpi の高画質カラーを実現した④MJ-700V2C を発売、ヒットさせている。1995 年の MJ-800C で黒インクを SD 型に置換したが（黒テキスト画質改善）、混色にじみで不評（青島・北村，2008）。1996 年には MLP よりも安価な新規 MACH/MLChips ヘッドを搭載し、インク滴の微小化と濃淡 FD カラーインクで IJ 専用紙に銀塩並みの写真画質を実現した⑤PM-700C を発売、1998 年には大中小滴印字 (MSDT) 技術を搭載した⑥PM-770C を発売している⁸⁸。そして 2000 年には顔料ハンドリングの許容度が低い C 社 TIJ に先行して⑦MC-2000 等で耐水性、耐光性に優れるカラー顔料インクを導入した。その後も改善を継続し 2003 年には光沢紙用顔料インクと普通紙用顔料インクをそれぞれ開発、画像の光沢を均一化する⑧処理液（グロス・オプティマイザー）も開発している⁸⁹。

SE 社の 1990 年代は、TIJ に対して不利なヘッドの小型化および低コスト化と IJ 専用紙でのカラー高画質化（写真画質）が製品技術開発の主体であった。C 社が普通紙画質の向上を狙って製品レベルで多様な試行錯誤を行っていたことと対称的であり、これが両社の新規製品技術件数の差の要因の一つと考えられる。そして 2000 年以降は、TIJ が苦手とする FD カラー顔料インクを先行して導入しているが、これは専用紙だけでなく普通紙での弱点カバーの意味も持つと推測できる。

⁸⁸ ⑥MSDT 技術（およびインク滴微小化）はヘッド構造と駆動波形の最適化であり（酒井，2001）、新規製品技術というよりも改善と捉える考え方もある。しかし 1990 年代に約 2 桁のインク滴微小化をリードしたのは SE 社 PIJ であり、それら一連の改善負荷も勘案し、ここでは⑥を新規製品技術として機械的に計上した。

⁸⁹ ⑥と同様に⑧も新規製品技術とすることには異論もあり得るが、一連の顔料インク改善活動負荷も勘案し、機械的に計上した。

6.5 C社とSE社のインプットとアウトプット

図 4-1 は 2 社の発明者数（人的資源動員）の差を示すが、2 社の「新規製品技術数」を R&D のアウトプットと捉えると、インプット（発明者数）とある程度対応しているように見える。一方、図 1-2 は 2 社の IJ 製品出荷額シェアが 1997 年以降は拮抗状態にあることを示している。製品出荷量・額（アウトカム）は R&D マネジメントのカバー範囲外であり、R&D 人的資源動員と製品出荷量の間には、R&D 「物・金」資源動員や生産・販売の寄与が介在・混入する。そこでアウトカムとの関連に関する詳細議論は控えるが、R&D 人的資源動員をインプットとして、R&D 知識創造のアウトプット（特許件数と新規製品技術数）とアウトカム（製品出荷量）の関係を概観する。

表 6.5 に毎年の発明者数の 30 年間の合計を R&D 知識創造に対する累積インプット（資源動員）と捉え、新規製品技術の合計件数を R&D 知識創造の累積アウトプットと考えて累積特許件数とともに提示した。前節で述べたように、新規製品技術の抽出件数は幅を持ち得るし、発明者数も同姓同名や原データの誤記等によるノイズを含み、さらに「1/p」発明者効果を含むため、議論の精度に問題は残るが、両社のインプットに対するアウトプットの比は共に約 0.0015 と同レベルとなり、C 社、SE 社ともに R&D 資源動員に見合った知識創造アウトプットといえそうである。

表 6.5 C 社と SE 社の R&D インプットとアウトプットの対比（1976 年～2005 年）

	累積発明者数	累積公開特許件数	累積新規製品技術件数	Output / Input	
	Input	Output-1	Output-2	1	2
C社 (1976 - 2005)	10100	16800	15	1.7	0.0015
SE社(1976 - 2005)	5400	11100	8	2.1	0.0015

補注-1) 累積発明者数は 1976 年から 2005 年までの毎年の発明者数の合計。「1/p」発明者効果やノイズを考慮して、十の位を四捨五入し丸めた値を表示。累積公開特許件数も同様に十の位を四捨五入して丸めた値を表示した。

補注-2) 累積新規製品技術件数は、表 6-3 と表 6-4 で示した 2005 年までの総件数。

つまり最終アウトカム（製品出荷量・額）では、SE 社の生産性が C 社を上回っているが、R&D 知識創造のアウトプットでは、両社ともにインプット（資源動員）に見合ったアウトプットといえる可能性が高い。C 社と SE 社の R&D アウトプットとアウトカムの間の差は、両社の R&D 戦略の影響、つまり普通紙画質優先か IJ 専用紙画質優先かの影響が大きいと推察されるが、前述の如く

アウトプットとアウトカムの間には、人的資源以外の資源や生産、販売、等が介在するため、安易に結論を導出することを控える。そして C 社と SE 社のそれぞれのインプットやアウトプットとそれぞれのアウトカムとの間のギャップの議論ではなく、「C 社と SE 社の合計インプット」と「C 社と SE 社の合計アウトカム」といった単純な（産業・業界レベルの）相互関係を概観する⁹⁰。

図 6-4 は、C 社と SE 社の合計発明者数の動的変化と国内企業の IJ プリンタ出荷量の動的変化を並置したグラフである。1991 年以降、国内企業の IJ プリンタ出荷額の概ね 9 割以上が C 社と SE 社の製品であり、この二つのグラフで議論しても大きな問題はないであろう。図 6-4 から、IJ プリンタ出荷量は、1991 年（C 社 BJ-10v）以降急激に立ち上がり、発明者数の動的変化から数年遅れて類似パターンを描いているように見える。

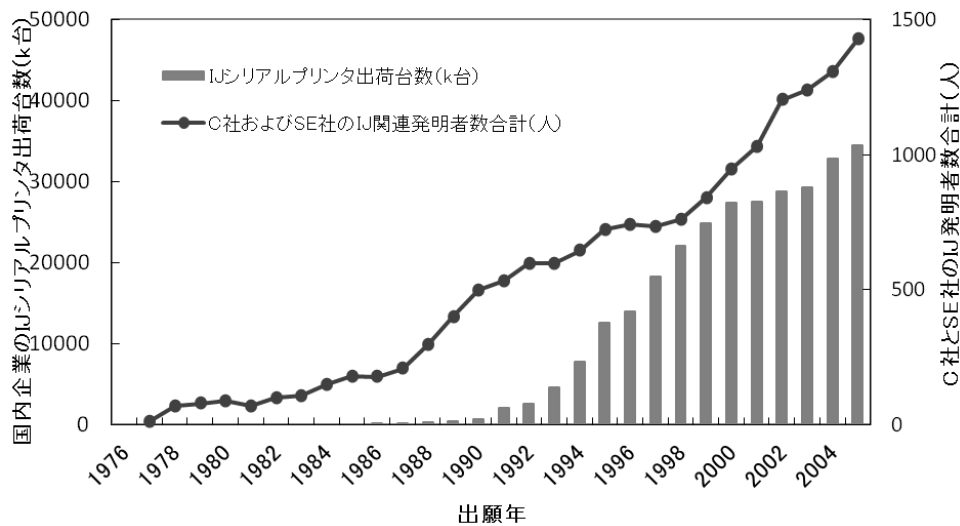


図 6-4 C 社と SE 社の合計発明者数と国内企業の IJ プリンタ出荷量の動的変化

補注) IJ プリンタ出荷量の動的変化は、日本マーケットシェア事典（矢野経済研究所）のデータに基づき、著者が作成。

そこで C 社と SE 社の合計発明者数をインプット指標、5 年後の国内企業 IJ プリンタ出荷量をアウトカム指標として両者の相関を見たところ、結果は、閾値（発明者数合計≒200 人）を有する 1 次回帰として高い相関 ($R^2=0.965$) を示した（図 6-5）。R&D「人」資源動員と製品出荷量の間には、

⁹⁰ C 社と SE 社の戦略差の影響を除去することを狙って、両社の合計で議論する。C 社と SE 社の IJ プリンタ製品出荷量合計のデータ不備のため、国内企業（全社）の IJ プリンタ製品出荷量合計データで代用した。なお、1991 年～2005 年の 2 社の IJ プリンタ出荷額合計は国内企業の概ね 90%以上を占めている。

R&D 人的資源以外の資源も介在するので、より詳細な議論が必要な可能性はあるが、この結果は発明者数があるレベルを越えた後は、発明者数の動的变化が R&D だけではなく、生産・販売の資源動員ともある程度連動する可能性を示唆すると考えられる。またこの高い相関は、実務的には発明者数の動的变化が製品出荷量の先行指標として有効な可能性が高いことを示す。

図 6-6 は、図 6-5 の発明者数を公開特許件数に置換した参考図である。決定係数自体は十分高いが (0.812)、特許件数を発明者数の代用として製品出荷量の先行指標とすることは困難であることが分かる⁹¹。

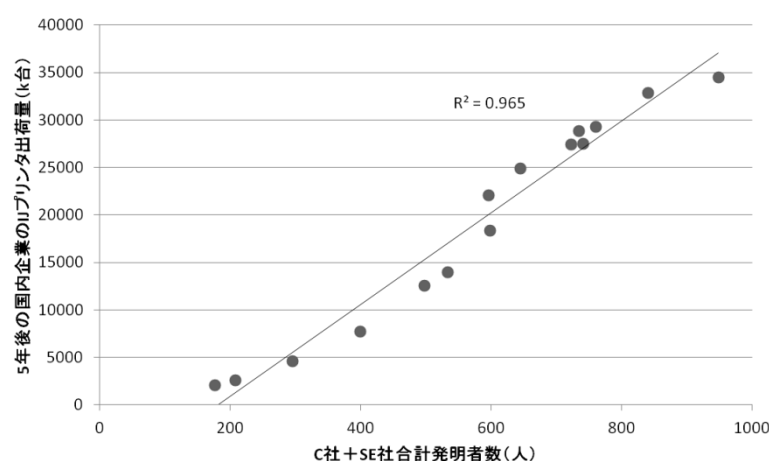


図 6-5 IJ 発明者数（'86- '00）と 5 年後の IJ プリンタ出荷量（'91- '05）の相関

補注) IJ プリンタ出荷量の動的变化は、日本マーケットシェア事典（矢野経済研究所）のデータに基づき、著者が作成。

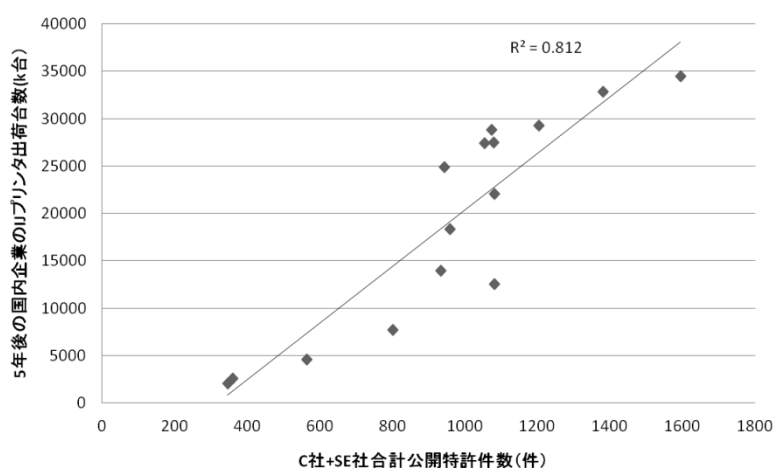


図 6-6 IJ 特許件数（'86- '00 出願）と 5 年後の IJ プリンタ出荷量('91- '05)の相関

⁹¹ 5 章で発明者数と特許件数の関係を議論したが、公開特許件数の動的变化は、発明者数と異なり増減凹凸が多いため、上図の如き差を生ずる。

6.6 小括：C社とSE社のIJ技術とアウトプット

C社/TIJとSE社/PIJの技術原理の違いと得失，代表的インク設計（SD vs. FD）の違いと得失を整理した上で（後の8章での議論のベース），2社のIJ技術の流れを比較し，下記が分かった：

（1）1990年代のC社製品開発は「普通紙カラー高画質」志向であったが，SE社は「IJ専用紙カラー高画質」志向であった。

（2）「新規製品技術」数はC社がSE社の約2倍。「新規製品技術」数をR&Dのアウトプット，発明者数（累積）をインプットとすると，2社のアウトプット/インプット比はほぼ同等であった。

（3）また，産業レベルでは発明者数が製品出荷量の先行指標になる可能性を見出した。

<補足：2社の新規製品技術の抽出>

下表に新規製品技術を抽出するための調査対象とした図書と解説論文リストを添付した。

表 6-6 日本画像学会の図書と解説論文に基づく2社の新規製品技術の抽出

No.	著者(発行年)	表題	新規製品技術	
			C社/TIJ	SE社/PIJ
1	IJ 関連 企業 合同 日本画像学会編 (2008)	インクジェット	③, ⑨, (世界初のTIJ試作機), (カードプリンタP-400)	⑤, ⑧, (ミニラボ)
2	藤井・竹本・大倉・ 岡田・江口・高田・ 中島・竹内(2012)	インクジェット技術	②, ⑥, ⑫, ⑬	②, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, (フチ無し印字), (ミニラボ)
3	鈴木(1989)	キヤノン・カラーバブルジェットコピー CBC-1	③	—
4	雨宮・大森(1990)	フルカラー複写機	③	—
5	片山(1993)	キヤノン・カラーステーション PIXEL JET	⑦	—
6	小坂橋・田鹿(1994)	バブルジェット記録方式における画質制御技術	⑥	—
7	遠藤(1994)	バブルジェット発明の頃	—	—
8	乾(1995)	インクジェットにおける高画質化技術	⑥, ⑧	—
9	鈴木(1995)	インクジェット記録紙	—	—
10	大塚(1995)	バブルジェット記録方式における省エネルギー化と高速化	①, ④, ⑤, ⑥, ⑧, (捺染)	—
11	矢野(1998)	インクジェット記録における色再現の理想と現実	⑨	—
12	横井(1999)	インクジェットプリンタにおけるカラーレジストレーション技術	技術の一般解説	—
13	時田(2001)	インクジェットプリンタにおける高画質化技術	⑩	—
14	時田・香間(2002)	視覚特性を考慮した高画質インクジェットプリンタの最適化画像設計	⑩, ⑫	—
15	中島(2002)	最新バブルジェット技術	⑩	—
16	中島(2004)	インクジェット技術最新動向2004	⑮	③
17	小藤(1990)	プリンターI(コンピューター, ワードプロセッサ用)	—	技術動向の一般解説
18	米窪(1995)	カラーインクジェットプリンター—積層ピエゾ方式—	—	④, (MJ-5000C/小滴化)
19	酒井(2001)	ピエゾ方式インクジェットヘッドのインク滴微小化技術	—	①, ⑤, ⑥
20	酒井(2002)	ピエゾ方式インクジェットプリンタの技術動向	—	同上続編
21	小金平(2004)	光沢に優れる顔料インクジェットインク(PX-Gインク)の開発	—	③, (PX-P顔料, 等)
22	角谷(2004)	複数階調ドット混在時の最適配置ハーフトーン手法	—	技術の一般解説
23	林(2006)	インクジェットプリンタ用インクの高性能化と色材技術	—	③, (PX-P顔料, 等)
24	角谷(2009)	インクジェット技術によるフォト出力	⑩, ⑪, ⑬	①, ⑤, ⑥
25	酒井(2010)	インクジェットプロセスの数値シミュレーション	—	技術の一般解説

第7章 インクジェット発明者数の動的变化と R&D 活動との対応

本章では、C社、SE社と後発3社（R社、FX社、B社）のIJ発明者数の動的变化や新参発明者数特性を、既存文献中の各企業R&D活動の定性的記述や、6章で示した「新規製品技術」に基づく2社のR&D活動の流れと対比し、両者の対応を確認、考察する。

7.1 C社、SE社+3社のIJ発明者数の動的变化パターンの概観

最初に5社のIJ発明者数の動的变化を図7-1に再録した（図4-1と同じ）。

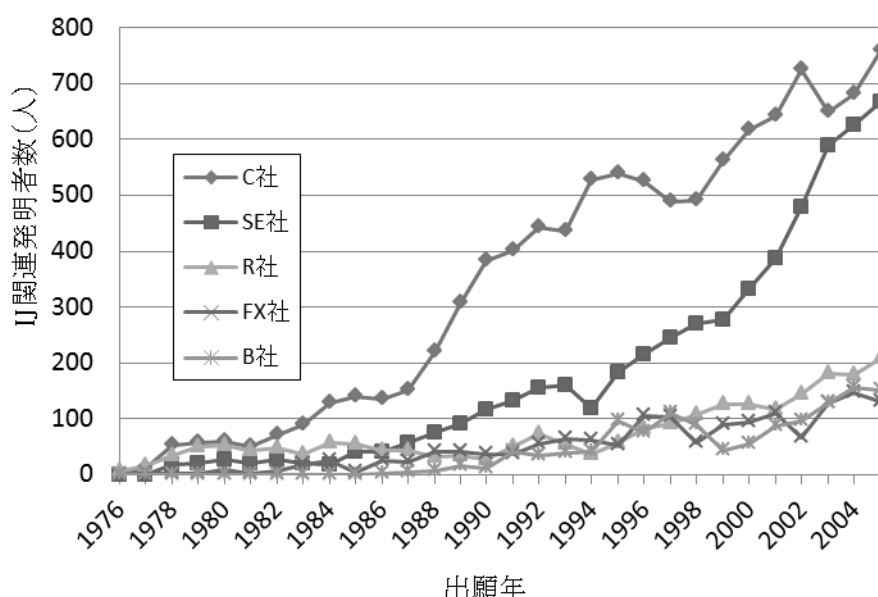


図7-1 5社のIJ発明者数の動的变化（1976年～2005年）

この図から（1）5社中4社は1970年代からIJ関連の発明が存在するが、B社だけは1986年と参画が遅かった、（2）C社とSE社だけが1980年代から発明者数増加が目立つ、（3）C社、SE社は1988年前後から発明者数が急増するが、両社の急増パターンは大きく異なる、（4）R社、FX社、B社は1990年前後から、類似パターンで発明者数の緩い増加がみられる、（5）5社ともに30年間マクロには発明者数が増加しているが単調ではなく、発明者数が前年より減少する特異年がある、等が読み取れる。以下、C社とSE社を主体に、発明者数の動的变化とR&D活動に関する既存文献の主に定性的な記述とを対比検討する。

7.2 発明者数の動的変化と R&D 活動との対比（1）C 社のケース

図 7-1 から、C 社では 1977 年に最初の IJ 発明者群が登場していることが分かる。その 1977 年から C 社 R&D の一つの節目と考えられる 1990 年（BJ-10v 発売年）までを概観すると、翌 1978 年の第 1 次増加で約 50 名（入力ミス推定の修正後 48 名，4 章既述）に増えた後，1980 年までは大きな変化はない。そして 1981 年の微減後から 1985 年までの第 2 次増加で 100 名を越え，1987 年から 1990 年までの第 3 次増加は極めて顕著な急増として観察され 400 名弱に達している。

以上の発明者数の動的変化状況を当時の C 社 R&D 活動に関する既存資料の記述と比較する。最初の発明者数増加時期には，1978 年初めに C 社内で結成された IJ 関連タスクフォース「DOG」と，そこにさらに生産技術部が合流した同年 4 月の「CIC」と呼ばれるタスクフォース結成の動きがあった（岩井，1997）。C 社 R&D の最初の目標は 1981 年の試作 TIJ デジタル複写機の技術展示（表 6-3 の下線表示）であったが，1981 年の発明者数微減時には，この技術展示があり，技術開発活動と試作機作製の負荷増の影響が示唆される（コラム 7-1）。1981 年からの増加期間（第 2 次）は，TIJ の基本的な実用化目途を得た後，米国 HP 社との共同研究を実施し，さらに製品開発への展開を狙った時期である。TIJ 製品化では HP 社 ThinkJet（1984 年）に先を越されたが，翌 1985 年には C 社も初の白黒 TIJ プリンタ BJ-80 を発売し（表 6-3 の①），1986 年には特注ライン・ヘッドの実用化を行っている（表 6-3 の②）。1986 年の発明者数は微減だが，これは最初の製品開発で発生したトラブルへの対処も含めて，開発実務の負荷増大により発明活動が低下した影響が推測される⁹²。（コラム 7-2 参照）

コラム 7-1) 1981 年の C 社 TIJ 試作機技術展示時の状況について

「普通のフェアなら既成商品を出します。この場合はメンバーがそれぞれの担当部分を“手づくり”するしかない。

ところがメンバーにとっては展示品づくりは興味の対象外だった。大変な反発でしたね。そんな仕事は製造現場に任せればいい。なぜ俺たちがつくるの？ そんな雰囲気でした」（松田）

出所：岩井（1997）の p.143～p.144 より

⁹² C 社は 1980 年代中頃まで PIJ プリンタ（グールド社ライセンス）の製品開発も並行実施しており，実際にはこの負荷も重畳されているが，C 社社史等の記述から TIJ の実用化・立ち上げが PIJ より高難度，高負荷だったと推察し，TIJ の R&D 活動で代表させた。

コラム 7-2) C 社初の TIJ プリンタ BJ-80 開発時のトラブル

BJ ヘッドの量産第 1 号は'85 年 10 月にスタートした BJ-80 であった。このヘッドは 24 ノズルで 7.1pel (1mm 当たり 7.1 本) のシリアルプリンター用であった。ヒーターの保護膜構成を改良し、ドライフィルムのトラブル等を解決して'85 年に量産を開始したが、なおもいくつかの不良点が発見されたために生産を中断した。なかでも、ヒーターのすじ割れによる断線は信頼性にかかわる問題だけに、関係者は深刻に受け止め、総力を挙げて解決に取り組んだ。

出所：「キヤノン史：技術と製品の 50 年」(1987) の p.315 より

1987 年から 1990 年までの急増 (第 3 次) は、この間にあった 1988 年の大判対応可能なカラー TIJ 複写機 CBC1 (表 6-3 の③) の開発、そしてヘッド技術の大幅な変更とその新ヘッドを搭載した BJ-10v 開発活動 (表 6-3 の④) と対応している。C 社は 1983 年には既に、共同研究を通じて HP 社の使い捨て型ヘッド・カートリッジ技術に注目しているが、この第 3 次増加の間に従来のパーマネント・ヘッドとは構造・製法が異なる安価な新規使い捨て型ヘッド・インクタンク一体カートリッジの開発を加速し、1990 年 10 月に小型白黒 TIJ プリンタ BJ-10v (解像度 360dpi, ¥74,800) として発売し、国内市場シェア 1 位を獲得している。国内企業の IJ プリンタ出荷量が急速に立ち上がったのも BJ-10v 以降である。C 社のこの活動は、HP 社が 1988 年 2 月に発売し、安価だが、レーザー・プリンタ並み普通紙画質を謳った白黒 TIJ プリンタ DeskJet (300dpi) への対抗 R&D 活動であったと考えられる。

1988 年以降は新参発明者数が毎年 100 名前後の規模で見られており (図 4-2a, 図 4-10a), 4 章では 1987 年が C 社の人的資源動員増強の意思決定年と推定したが、これは C 社内の R&D 体制変更と符合する。C 社の創立 50 周年にあたる 1987 年に TIJ 関連の R&D 体制が一新され、田中宏常務のリーディングによって「B プロジェクト」が 1987 年 7 月に発足、TIJ 技術の主管が研究所から事務機事業本部に移った (岩井, 1997; 松田, 2002)。この体制の変更が R&D 人的資源動員を大きく後押しした要因だったと推定できる。

次いで 1991 年から 2005 年までの発明者数の動的变化を見る。C 社の発明者数は 1991 年以降もマクロには増加傾向が続き 2005 年には 800 名弱に達するが、1993 年の微減、1996 年から 1998 年の減少・停滞、その後 2002 年まで急増し 2003 年に減少と凹凸が目立つ増減パターンとなる。

4章で分析したように、この間、新参発明者数は毎年100人規模で比較的安定しており（平均=112人、標準偏差=14.5人）、発明者数の増減凹凸（含む特異年）は、主に残存率の増減変動起因と見てよい（図4-9a、図4-12a）。そして残存率の一時的な低下は、R&D技術者の発明もしくは出願活動が、一時的に低下することがマクロな主要因と考えられる。では、発明・出願活動低下のさらなる具体的マイクロな要因は何であろうか。最終的には、個々の技術者の（F1）実務負荷の増大（開発実務、トラブル対応、生産・販売支援、等）や（F2）プロジェクトの終結、代替テーマの中止による発明ラグもしくはアイデアの枯渇がマイクロな要因候補であろうが、ここではそれらに影響を与えるマネジメント要因として、①事業方針やR&D方針・戦略と連動したR&D組織体制の変化と②知財方針およびもしくはR&D方針と連動した出願政策（→出願予算、5章記述）を要因仮説として検討する。特異年のマイクロな要因仮説を図7-2に整理した。

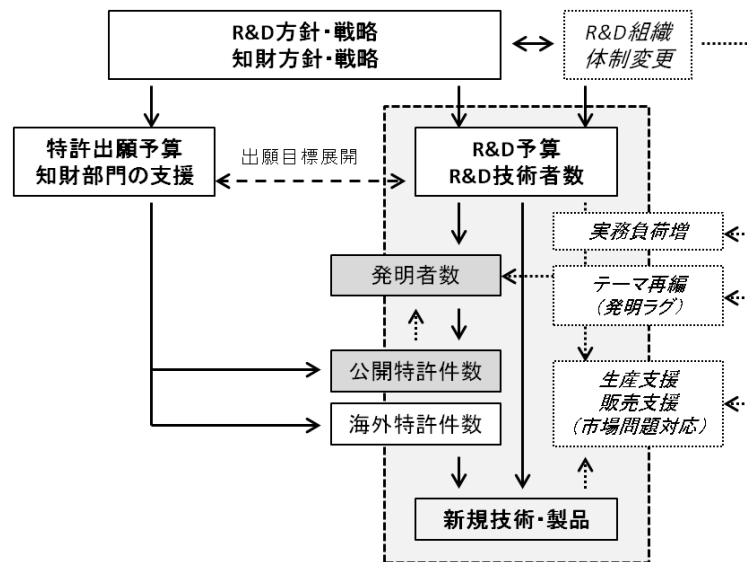


図7-2 特異年および発明者数の増減変動のマイクロな要因候補

補注) 本図は、5章の図5-3に右側の「R&D組織体制変更」を追記、加工した。

知財方針・出願政策の影響（上述の②）に関しては既に5章に記述した。ここではまず1987年以降（Bプロジェクト以降）のC社のIJ関連R&D方針とR&D組織体制の主要な変遷を確認する。表7-1に、C社の有価証券報告書総覧（1986年から2005年）に記述があったIJ関連組織体制の変化と推定される内容を抽出、要約した。

表 7-1 C 社の IJ 関連 R&D 組織体制の変遷

暦年	IJ関連組織体制	備考
1987年	・事務機事業本部・Bプロジェクト(1987.7)にIJ関連技術・生産関連集結(田中宏常務, 齋藤敬開発C長) (→周辺機器第一事業部, 齋藤敬事業部長, 1989年)	・HP社DeskJet(1988.2) ・C社BJ-10v(1990.10)
1991年	・B事業推進本部(B新規事業推進CとB第一, 第二開発Cを含む)の新設(1991.10 齋藤敬 取締役事業本部長) ・周辺機器事業本部, 化成品事業部にもB関連組織分散	・山路社長(1989.3から)
1993年	・B製品事業本部(1993.1 齋藤敬 取締役事業本部長) (含むB化成品事業部, 同・B化成品開発C; B機器事業部, 同・B機器開発C; B新規事業開発C; B製品品質保証C; B化成品工場)	・御手洗筆社長(1993.3から)
1996年	・B製品事業本部(齋藤敬取締役本部長)内にC応用システム事業部新設	・御手洗富士夫社長(1995.7から) ・グローバル優良企業グループ構想(1996-2000)→5種重点のひとつ「BJP事業の重点的強化と拡大」
1999年	・B事業の応用・多角化を担当する「事業化推進本部」新設(安達宗郎 取締役本部長) ・B製品事業本部(B化成品事業部, B機器事業部)とは別の組織	・IJP出荷国内No.1→No.2(1997) ・IJP出荷額シェア40%割れ(1998) ・Canon EXPO 2000開催(2000)
2001年	・B製品事業本部(高橋輝臣取締役本部長, 2001.2) →iプリンタ事業本部(高橋輝臣取締役本部長, 2001.4) ・事業化推進本部(安達取締役)	・グローバル優良企業グループ構想Phase II(2001-2005)→「全ての主力事業がNo.1であり, 次々と新しい事業を創出する研究開発力を有する」がR&Dの2005年の目標
2003年	・インクジェット事業本部 (清水勝一 取締役本部長, 2003.4)	・IJP高成長→市場低迷(2001年) ・C社全社公開特許減少(2003年)

補注) C 社の有価証券報告書総覧 (1986 年～2005 年) に基づき, 著者作成

表 7-1 と図 7-1 の対比から, 発明者数の動的変化における 1993 年の凹期 (残存率が前年より低く, 新参者数も 100 人を下回る底) に, B 製品事業本部が発足 (1993. 1) していることが分かる。B 製品事業本部(1993 年)はその中に TIJ 関連の R&D から生産までを新たに統合した組織であり, 本格的な TIJ 事業開発を意図した B プロジェクト以来の大きな体制変更と考えられる。これに先立つ B 事業推進本部 (1991.10) は, 変更のタイミングから発明者数への影響は 1992 年に出ると予測されるが, B 製品事業本部ほどの大変更ではないためか, 発明者数の動的変化では目立つ差は検知できない。しかしながら, 新参発明者数と残存率に分解してチェックすると, 1992 年は 1993 年程ではないが, 新参者数が少ない (<100 人) ことが分かる。この時期のマイクロな R&D 実務負荷を調査すると (表 6-3), 1992 年にカラー TIJ プリンタ BJC-820 (全色 SD インク採用; 表 6-3 の

⑤) を発売し、1993年には実質的にC社初の普通紙カラーTIJプリンタとあってよいBJC-600(全色FDインク;表6-3の⑥)とTIJカラー複写機PixelJet(表6-3の⑦)を発売し、特殊用途ではIJ捺染技術を鐘紡と共同開発している。さらに翌1994年には、SDインクとFDインクを併用し、普通紙での黒テキスト画質とカラー画質の両立改善を意図したBJC-400J(表6-3の⑧)と特殊用途ではあるが、ライン・ヘッドを搭載したTIJカードプリンタP-400Lを発売している。

つまりこの時期、C社では組織体制の変更が示唆するように、PCプリンタ以外の多様な製品・事業開発(複写機、特殊カード・プリンタ、IJ捺染)とPCプリンタの普通紙カラー画質向上を意図した製品レベルでの多様な試行錯誤が同時並行で進行していたことが分かる。1993年の発明者数減少は微減レベルだが、これは多様な新規技術開発による発明・出願必要性の増大と多数の新規製品開発による実務負荷増大のバランスの結果と推測される。ミクロな要因特定は困難だが⁹³、B事業推進本部を経てB製品事業本部という形に組織が大きく変更されたことが重要なマネジメント要因と考えられる。なお、1993年に関しては知財方針・予算の影響可能性は低い(図5-4)。

次いで1996年頃から1999年頃までの長期間に渡る凹部(この間、残存率がモデル値より低い;1998,9年は新参者数も100人未満と少ない)の要因を考える。表7-1からこの間は、用途展開を意図した部分的組織変更が主体であり、1996年にスタートした全社方針「グローバル優良企業グループ構想(1996年~2000年)」の影響が大きいと考えられる。この構想では「BJP(TIJプリンタ)事業の重点的強化と拡大」が5大重点の一つであったが、C社のIJプリンタ出荷額シェアは1997年にSE社に抜かれNo.2となり、1998年には40%を下回る最低シェアを記録した(図1-2)。このマネジメントの狙いと営業実態のギャップが新規製品開発強化となり、長期の凹部を生じたマネジメント要因と推察される。実際、1997年には普通紙カラー画質と耐水性向上を狙って2液反応技術を採用したBJC-700J(表6-3の⑨)、2値記録であるTIJで大小のインク滴径変調を実現したBJC-80vやBJC430J(表6-3の⑩)という2種の新規製品技術を導入・試行し、1999年には微小滴・高画質化(普通紙・IJ専用紙ともに)を狙って再び印字ヘッドの基本設計・製法変更を行

⁹³ 普通紙画質の制御に向けて製品レベルでこれだけ多くの試行錯誤が行われたということは、技術レベルではさらに多種多様なインク構成や記録プロセス技術の試行錯誤が行われていたと考えられる。多様なアプローチ検討は、それ自体が負荷であると共に、選択されなかった代替アプローチ検討技術陣のテーマ変更を強いるため、該技術陣の発明ラグを招く可能性もある。また、この一連の製品開発の中で画質制御や製品システム本体とは別に、多様なインク・カートリッジ構成の検討も行われている(榎原・松本、2004)。

い B J F - 8 5 0 等に搭載している（表 6-3 の⑩）。これらはどれも高難度の画期的技術を搭載した新規製品とあってよく、数は少ないがマイクロな要因候補である。狙いと実績のギャップは販売支援等のマイクロな実務負荷増も想起させるが、既存文献にそういった記述はなかった。またこの間、B 製品事業本部内の出願予算削減の可能性はあるが、全社知財方針の影響は考え難い（図 5-4）。

表 7-1 は、1999 年から 2001 年、2003 年にかけて C 社の I J 関連 R & D 組織と担当役員が替ったことを示している。1980 年代末から C 社 I J の製品・事業開発のリーダー役を務めた齋藤敬常務が 1999 年から 2000 年に掛けて B 製品事業本部から離れ、「i プリンタ事業本部（高橋輝臣 取締役、2001 年 4 月）」新設、さらに「インクジェット事業本部（清水勝一 取締役、2003 年 4 月）」が発足している。そして発明者数の動的変化では、インクジェット事業本部が発足した 2003 年の特異年が目立つが、残存率（図 4-9a）と新参発明者数（図 4-10a）を見ると、i プリンタ事業本部が発足した 2001 年に新参発明者数が増え、翌 2002 年には残存率が急上昇、そしてインクジェット事業本部発足の 2003 年（特異年）は残存率低下、新参発明者数減少となっていることが分かる。

この時期、マイクロな R & D 実務負荷の観点では、完全双方向印刷を実現した B J S - 6 0 0（2000 年、表 6-3 の⑪）、大滴ノズルと小滴ノズルを有する多値ヘッドを開発した P I X U S 8 5 0 i（2001 年、表 6-3 の⑫）があり、カラー顔料インク（表 6-3 の⑬）も 2003 年に大判プリンタ W 8 2 0 0 で導入され、これらがマイクロな要因候補となる⁹⁴。一方、同時期の C 社出願状況をチェックすると、C 社 I J 出願の急増・急減（図 5-1a）および C 社全分野出願の増減状況（図 5-4a）が、残存率と同傾向を有し、2002 年から 2003 年の C 社残存率の増減には知財方針の影響もあると推測される。しかし、C 社全分野出願は翌 2004 年には回復するが残存率、新参発明者数ともに低い状況が維持されるため、ここでも知財方針だけではなく I J 組織体制の変更が発明者数変化に影響していると考えられる。

以上、C 社の場合、発明者数の動的変化と R & D 方針や組織体制、新規製品技術に代表される R & D 活動状況は見掛け上対応し、4 章で発明者数グラフから推定した人的資源動員の意思決定ポイントも、妥当（B プロジェクトと符合）とあってよい。

⁹⁴ 1996 年から 2005 年には、新規製品技術としてはカウント外だが、「インク間反応」の導入による普通紙画質改善やシリアル記録用ヘッドの長尺化（1 インチ）・ノズル数増加による高速化、等の地道だが重要な技術改善も同時に導入されている（たとえばオフィス・カラーを狙った 2002 年の N-1000）。

7.3 発明者数の動的変化と R&D 活動との対比（2）SE 社のケース

図 7-1 から SE 社の場合は 1978 年に最初の IJ 発明者群が登場し、1980 年代前半は発明者数が毎年 20 名前後と大きな変化はなかったが、1985 年以降は増加が目立つ。特に 1987 年以降、同時期の C 社ほどではないが顕著かつ継続的な増加が始まり 1993 年まで続く。翌 1994 年は発明者数が前年よりも減少する特異年となるが、その後は 1999 年まで同様の増加率を示す。そして 1999 年から 2000 年頃を境に 2001 年以降の発明者数増加がより顕著になっている。

この発明者数の動的変化の状況を、SE 社の新規製品技術や既存資料に定性的に記述された R&D 活動と対比すると、発明者数減の底の一つ（19 名）である 1984 年は、最初の PIJ 製品 IP-130K（表 6-4 の①）の発売年であることが確認できる。先の C 社と同じく最初の技術や製品立ち上げ時期に発明者数の微減が観察されている。1985 年以降の第 1 次増加、特に 4 章で人的資源動員の意思決定ポイントと推定した 1987 年から 1993 年頃までの顕著な発明者数増加時期は、初期が当時のベストセラーであった HG シリーズ開発（表 6-4 の②）やレーザー（EP）対抗も視野に入れたホットメルト IJ の R&D 立ち上げと終結（1987 年～1989 年）、そして後半が HP 社 DeskJet 対抗つまり小型かつ安価な TIJ ヘッドに対抗する新 PIJ ヘッドの R&D 活動と符合する。青島・北村（2008）は、SE 社初期の IJ 技術開発を牽引した小藤が 1987 年に TP 設計部（HG シリーズ開発）から開発部に戻され、TIJ（BJ）方式に対抗する印字ヘッド開発への注力が始まったことや、50 人程いたビデオ・プリンタ（感熱）開発メンバーの PIJ 開発へのシフトが 1987 年に開始された（最終解散は 1988 年 10 月）ことを記述しているが、これらは 1987 年に SE 社で PIJ 開発の資源増強に関する意思決定があったことを直接的に示しており、発明者数の動的変化からの意思決定年推定結果と合致する。この間に SE 社はヘッド・サイズが弱点である PIJ としては画期的な小型ヘッド（積層ピエゾ型の MACH/MLP ヘッド）を開発し、1993 年 3 月に MJ-500（印字解像度 360dpi, ¥74,800）を発売している（表 6-4 の③）。翌 1994 年 6 月には IJ 専用紙でのカラー高画質化を重視した MJ-700V2C（専用紙の印字解像度 720dpi, ¥99,800）を発売してヒットさせているが（表 6-4 の④）、この 1994 年は何故か発明者数が落ち込んでいる。4 章で SE 社 2 度目の増強意思決定を 1994 年と推定したが、それは SE 社が 1994 年の MJ-700V2C 発表時に自社プリンタ事業の中核

をIJ技術に移行すると公表したこと合致する⁹⁵。図7-1だけでは、その影響が読み取り難いが、新参発明者数の動的变化(図4-10b)では1995年以降の増強傾向が確認できる(図4-19, 4-20参照)。そして1996年発売のPM-700C(表6-4の⑤)で写真画質を謳い、1998年のPM-770Cでは大中小滴印字技術(表6-4の⑥)を導入した。つまり1998年頃までのSE社の発明者数増加傾向はC社ほど急激ではなく、堅実かつ緩やかな増加であったが、これはC社よりも新規製品技術件数が少ない傾向と対応している。そしてこの緩やかな増加は、MACH/MLPおよびMLChipsで代表されるTIJ対抗のための新規小型・安価なPIJとしては革新的なヘッド開発と普通紙ではなくIJ専用紙で高画質化を狙うという、新規製品技術も含まれるがどちらかという地道な技術改善活動(微小滴化、濃淡インクとそれらを使いこなす周辺技術改善)とバランスしているように見える。

前述の如く1994年はSE社がPIJ技術・事業へのシフトを公表した重大意思決定年であるが、不思議なことにSE社唯一の特異年でもある。その理由を、C社と同様にマネジメント要因として①事業方針やR&D方針・戦略と連動したR&D組織体制の変化、②知財方針および出願予算の観点(5章)から検討する。表7-2に1994年前後のSE社のIJ関連組織を示したが、1991年から1996年に掛けて関連組織が拡充されたことは分かるが、特異年との関連詳細は不明である。

表7-2 SE社のIJ関連組織体制(1994年前後)

暦年	IJ関連組織体制	備考
1987年	<ul style="list-style-type: none"> プリンタ事業本部(土橋光廣専務本部長)・第一プリンタ事業部(栗田)・・・TP技術部, TP設計部, TP製造部, TP品質保証部, TP生販管理部を含む (その他:開発本部, プリンタ事業本部・プリンタ開発部, 等) 	<ul style="list-style-type: none"> 中村恒也社長(1987.6～1991.6)
1991年	<ul style="list-style-type: none"> プリンタ事業部(土橋専務管掌, 降幡取締役事業部長)・・・機器開発部, TP技術部, TP設計部, TP生産技術部, TP要素製造部, TP製造部, TP品質保証部, TP生販管理部を含む 	<ul style="list-style-type: none"> 安川英昭社長(1991.6～2001.3) 新ヘッド開発→MJ-500(1993) プリンタ事業の中核をIJに移行することを発表(1994.5) MJ-700V2C(1994) PM-700C(1996)
1996年	<ul style="list-style-type: none"> 情報画像事業本部(五味佳文常務本部長)・・・TP関連は12部門に拡充。機器商品企画部, TP事業管理部, 機器物流管理部, TP生産管理部, TP品質保証部, TPCAエ部, TP開発設計サポート部, TP要素開発設計部, TP商品設計部, 機器工場長(TP工機部, TP生産技術部, TP要素技術部) 	

補注) SE社社史(年表で読むセイコーエプソン: 1881～2000年)に基づき、著者作成

⁹⁵ 出所は、日本経済新聞 1994年5月12日, p.15. なお、4章で言及したように、SE社の発明者数は1994年以降、やや増強に転じるが大動員のレベルではなく、本格的な大動員は2000年以降。一方、特許件数は1994年以降「増強」といってよい(図5-1)。

そこで SE 社 IJ プリンタ事業躍進の起点とも言える MJ-700V2C (1994 年) の状況から検討を始める。SE 社大渡氏らの談話に基づくと MJ-700V2C で初採用した FD インクがヘッド破壊トラブル (硬化不足のアクリル樹脂の溶解) を起こし (1993 年春), その対策のために発売が 1994 年 6 月にずれ込んだという問題 (日経エレクトロニクス 2000. 3. 27 ; 青島・北村, 2008) がまず浮上する。対策案となったヘッド接着剤 (アクリル樹脂) の電子線硬化に関して SE 社から関連特許が 1993 年春に出願されているが (たとえば 1993 年 3 月 3 日出願の特開平 6-255102, 1993 年 5 月 12 日を優先日として 1994 年 5 月 10 日を出願日とする特開平 7-137260), 出願状況から対策案を量産レベルで確立するまでには出願時期以降もフォロー活動が継続された可能性が示唆される。そして IJ 専用紙高画質で売り出し, ヒット商品となった MJ-700V2C の販売支援や問題対応 (断片的情報は, コラム 7-3 参照) 等の影響も推測できる⁹⁶。また, SE 社の IJ 特許出願内容を調べると, 1993 年頃, 転写型水性 IJ 技術の R&D が終結したことが窺えるが, これも IJ 事業に直結した R&D 推進マネジメントの一環と考えられる。

コラム 7-3) SE 社 MJ-700V2C の販売支援

・・・「プロモーションなどのときにはいっしょに来て, 技術の詳細をきちんと説明してくれ」ということなのです。販売会社では手に負えない, 実際に開発を担当した技術者を責任をもって連れてきてくれと。実際, われわれ開発担当者は国内のみならず, 海外まで狩り出されました。

出所: 日経エレクトロニクス, 2000. 3. 27, p.184 (2002) より

一方, 1994 年は, SE 社の知財政策という観点からも特別な年であった。SE 社の全分野 (非 IJ 分野を含む) の公開特許件数は 1990 年 (4171 件) まで増加傾向を示していたが, 1991 年から急降下をはじめ 1994 年に底 (756 件) となっている⁹⁷。これは必ずしも財務状況連動とは断定できないが, この知財方針の変更や特許出願予算の縮小が特異年のマネジメント要因候補のひとつとなる。しかしながら, 自社プリンタ事業の中核を IJ に移行すると公表した年に, 中核技術・事業となる IJ の出願活動に積極的にブレーキをかけることは不自然に思える。1994 年 5 月に公表された事業方針変更の意思決定をうけて, R&D 組織は IJ 事業の本格立ち上げを確実にするために MJ700V2C

⁹⁶ 技術者の販売支援とは別だが, 日経産業新聞 (1994. 9. 26, p.31) には, PC 部門, 管理部門の 100 人をエプソン販売のプリンタ (MJ-700V2C) 年末商戦支援に派遣という記事も掲載されている。

⁹⁷ 詳細は 5 章 5.2 参照。なお 1994 年度 (1995 年 3 月) の SE 社単独は売上高¥5109 億, 経常利益¥43 億で対前年増収, やや減益。

の市場問題フォロー、生産・販売支援、次期製品開発実務を優先し、発明・出願活動が低下したため、結果的に知財方針変更とも合致した、と推測される。何れにせよ、特異年（や残存率の変動）はC社と同様に事業方針、R&D方針、知財方針変化との密着が示唆される。

SE社の発明者数は、2000年以降に急増を示す。この間の新規製品技術等のR&D活動は、TIJより先行した2000年のカラー顔料インク（表6-4の⑦）や2003年のグロス・オプティマイザー（表6-4の⑧）のような顔料インク使いこなし、さらに一連の顔料インクの地道な改善である。またSE社の残存率に注目すると、特異年の1994年程ではないが、写真画質のPM-700Cを発売した1996年から一連の顔料インク技術開発の活動期間に相当する2002年までの間は、モデル値よりも低い残存率を示しており（図4-9b）、この時期の新規製品技術開発の負荷増との対応を示唆する。

以上、SE社も発明者数の動的変化と事業・R&D方針や新規製品技術に代表されるR&D活動状況は見掛け上対応し、意思決定年の推定も少なくとも1987年、1994年は妥当と考えられる。

但し、SE社3度目の人的資源増強の意思決定年を2000年と推定したが、SE社の2000年前後の資源増強意思決定を明確に示す記述は見当たらない。当時、SE社の専務取締役で1998年6月から2002年3月までIJプリンタ事業を傘下に持つ情報画像事業本部長を務めた木村（2009）は、事業本部の業績が1997年のピークの後、1998年秋以降の円安・ドル高の影響や米国市場でのHP社の反撃・攻勢により2000年まで下降し続けた、と記述している。そして事業本部再建のため、2000年初めに「大躍進計画」を策定し2000年2月に組織変更を実施、組織の簡素化やTP・Aプロジェクト（ローエンド機と米国市場向け商品の企画・設計担当）を新設し、2001年にはC80（カラー顔料インク搭載機）が米国市場で好評を博した、としている。また、該事業本部は、2001年に日本経営品質賞本賞を受賞しており（前年に同ベストプラクティス賞受賞）、これら一連の施策や成果は、間接的ではあるが人的資源動員の増強と親和し、何らかの増強意思決定の存在を暗示する。そして技術的には、木村（2009）の記述にも登場する（全色）顔料インクが、対TIJのR&D戦略変化と連動した一つの鍵であり、人的資源動員の増強とも関連すると推測される⁹⁸。

⁹⁸ 分散系の顔料インクをIJでハンドリングする技術は、PCプリンタの革新だけでなく、IJ技術のデジタル・ファブリケーション展開でも重要な意味をもつ。8章でも関連議論を行うが、2000年1月に上述の情報画像事業本部の動きとは別に、SE社の草間副社長広報・電子デバイス担当（当時）の、「IJ法を使った液晶カラー・フィルタを2000年中に実用化する」といった談話記事があったことにも注目したい。（出所：<http://www.nikkeibp.co.jp/archives/092/92976.html>）

7.4 発明者数の動的変化と R&D 活動との対比 (3) R 社, FX 社, B 社

図 7-3 には、後発 3 社について 1988 年以降の発明者数および新参発明者数の動的変化を示した (図 4-6 に対応)。この図 7-3 (および図 7-1, 図 4-6) に基づいて、後発 3 社の製品開発と発明者数の動的変化の対応について簡単に補足する⁹⁹。

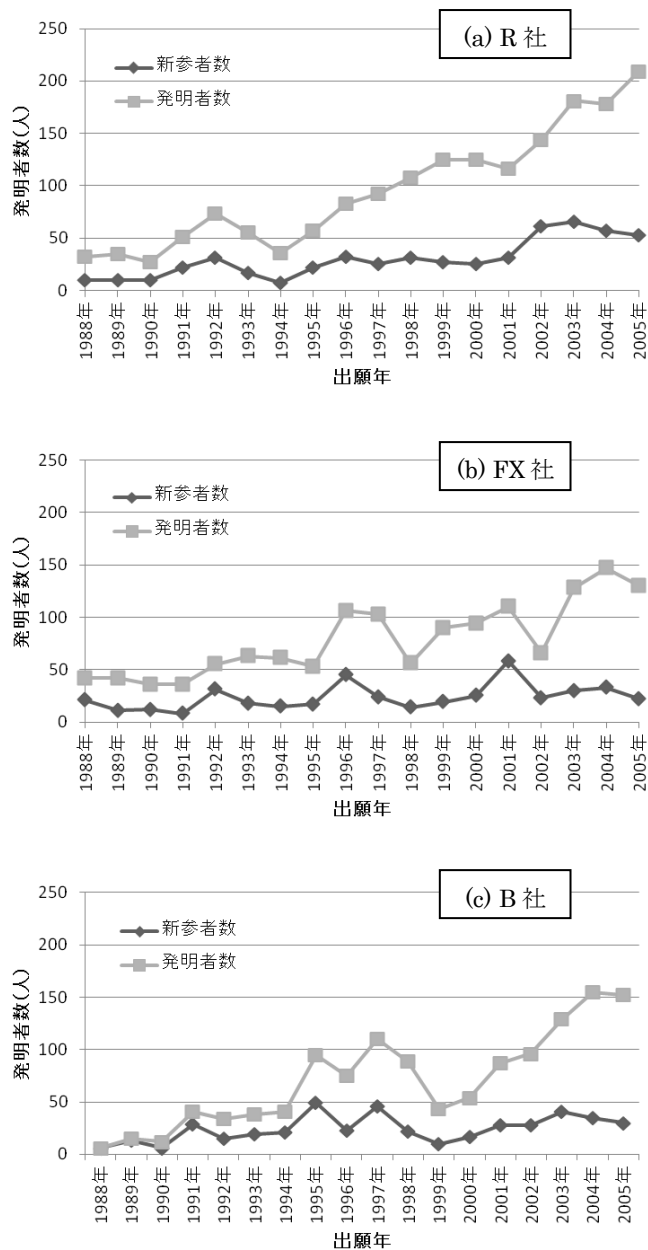


図 7-3 後発 3 社の発明者数および新参発明者数の動的変化 (1988 年～2005 年)

⁹⁹ 各社の公式ホームページ情報, 社史, 日本画像学会誌, 日本画像学会編 (2008) を参照しまとめた。

1) R社は最古参であり、図7-1から分かる様に1976年に6名そして1979年から1985年は毎年50名前後の発明者が登場するが、その後は半減する。1980年代の増減は、連続型IJの技術・製品開発(1984年のJP5320等)、その後の撤退と対応し、1991年以降の再増強(図7-3)がPIJ開発と対応する。新参発明者数の増加が目立つ1991年、1995年は、共にC社もしくはSE社から画期的IJ製品が上市された翌年であり¹⁰⁰、R社R&D活動に対する競合の開発状況の影響が示唆される。1998年にカラー機IPSiO Jet300を発売したが(堀家ほか、1998)、本格参入は、2004年以降といえる。2002年以降から新参発明者数が50名を越え、新規ヘッド・インク技術を搭載した2004年の普通紙カラーPIJプリンタIPSiO G505, G707(太田ほか、2004)と対応する。発売年の2004年は特異年であり、C社やSE社同様に実務負荷増が推測される。

2) FX社も発明者の登場は早い(1977年)が、市場参入は1998年と遅い。少数活動が長く、数十名レベル以上で発明者数の緩い増加傾向が見られるのはHP社DeskJetが登場した1988年以降である。1996年に発明者数が100名を越え(新参発明者数も50名弱が多い)、1998年に落ち込むが(特異年)、この年は普通紙カラーTIJプリンタJetWind 300Cでの市場参入年である。2001年に新参発明者数が50名を越えてピークを示し、翌2002年は特異年となるが、2002年は、新規黒顔料インクと長尺の新規800dpiヘッドを搭載した高速ビジネス用普通紙カラーTIJプリンタWorkCentre B900(斎藤ほか、2003)の発売年であり、他社同様に実務負荷増で説明できる。

3) B社は最も遅い1986年に最初の発明者が登場する。R&D開始は遅かったが、1995年には発明者数が約100名規模と急増している。1991年、1995年、1997年に新参発明者数増加が見られるが、R社同様に競合の画期的製品発売の翌年に当たる。1997年、カラーPIJ複合機MFC-7000FCを発売したが、前年の1996年が特異年となっている。発明者数、新参発明者数ともに1999年から2003年まで増加傾向を示すが、2003年はB社ヘッドがXAAR型から独自型に変更された年である(中島、2004)。

以上、3社とも発明者数および新参発明者数の動的变化は、各社の市場参入を含むR&D活動状況と対応した傾向を示している。

¹⁰⁰ 1990年のC社モノクロBJ-10v。1994年のC社カラーBJC-400JとSE社カラーMJ-700V2C。

7.5 小活：発明者数の動的变化と R&D 活動の対応

発明者数の動的变化と企業の R&D 活動の流れを対比した結果を要約すると：

(1) C 社, SE 社ともに発明者数（および新参発明者数, 残存率）の動的变化は, 既存文献に記述されているそれぞれの定性的 R&D 活動の進展や新規製品技術の開発状況（表 6-3, 6-4）と対応しており, 4 章で発明者数グラフから推定した人的資源動員増強の意思決定ポイントも, 概ね既存文献に対応する記述を確認した（C 社の 1987 年, SE 社の 1987 年と 1994 年は直接的な記述との合致, SE 社の 2000 年は間接的な記述による対応可能性の示唆）。

後発 3 社についても発明者数（および新参発明者数）の動的变化と新規製品開発・市場参入の間に対応が確認された。

(2) C 社と SE 社の 1988 年以降の特異年および発明者数増減凹凸を新参発明者数と残存率に分解して捉え, さらにそのマイクロな要因を, 個々の技術者レベルの要因候補とマネジメント要因候補の両面から検討した。マイクロな要因の特定は困難だが, 特異年が, 事業もしくは R&D 方針の変化（含む組織変更）, 知財方針の変化と見掛け上対応することが分かった。

<補足：移動平均によるトレンドの確認>

後発3社の発明者数の動的变化は増減凹凸の影響で、傾向を読み取りにくい。そのため、移動平均（3年間、5年間）も同時に評価しトレンドを把握した。以下にC社、SE社、R社、FX社、B社の発明者数の動的变化を移動平均で近似したグラフを示す（縦軸は発明者数、横軸は出願年）。

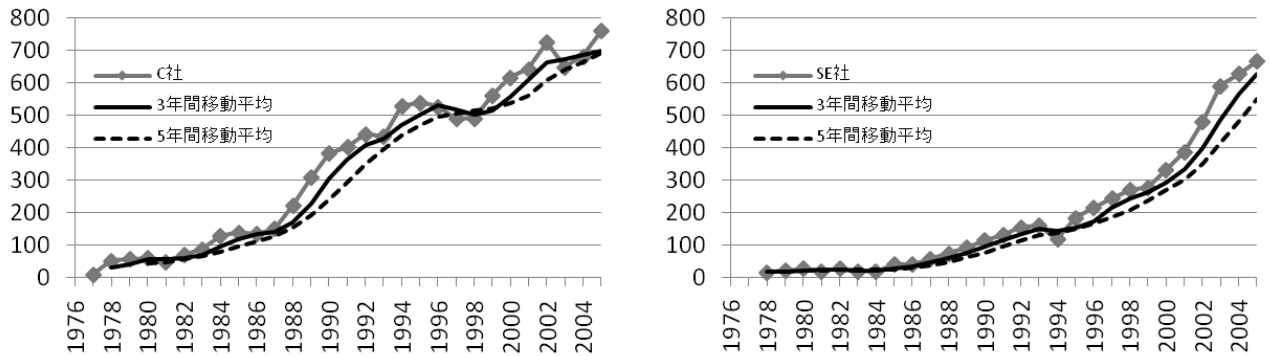


図 7-4 発明者数の動的变化の移動平均: C社とSE社

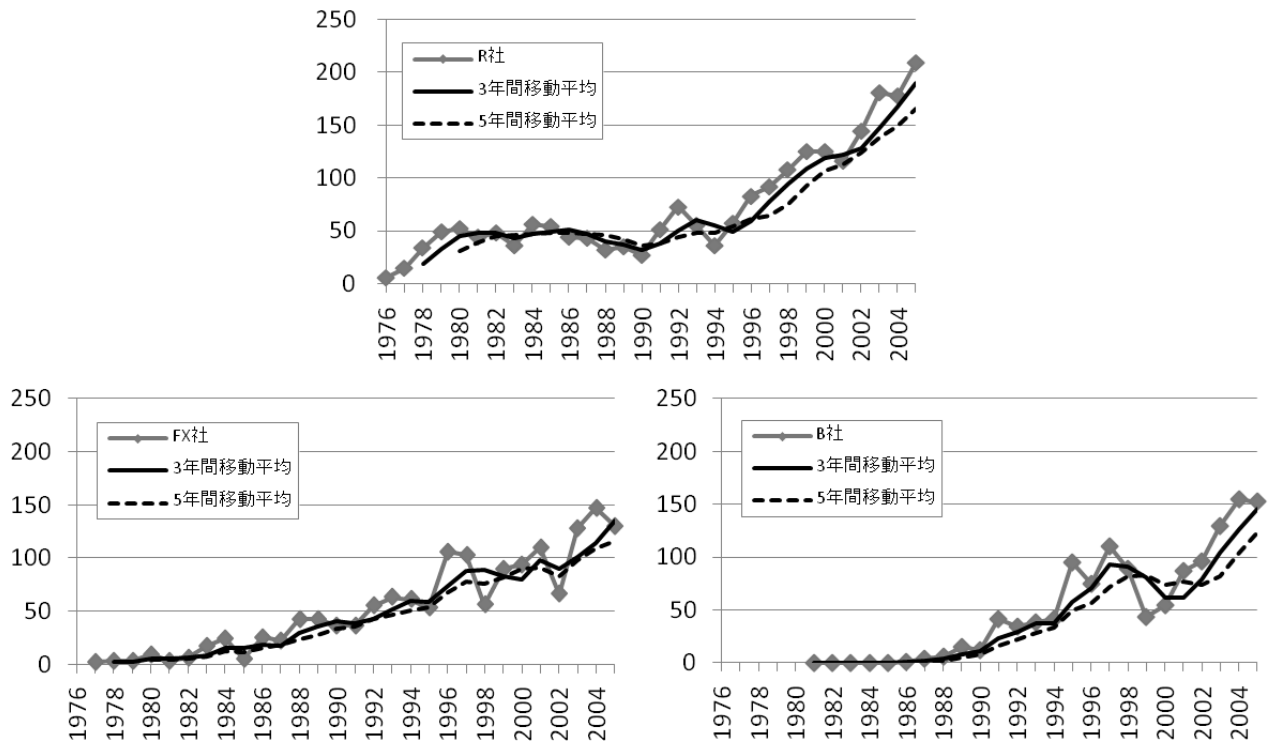


図 7-5 発明者数の動的变化の移動平均: R社, FX社, B社

第8章 定量化で明示された R&D マネジメントの違いに関する考察

本章では、「発明者数（および新参発明者数）の動的变化」を R&D 人的資源動員の代用指標として、そこで浮き彫りになる企業間の R&D 人的資源動員の違いについて考察を加える。「発明者数の動的变化」は、先発 2 強と後発 3 社間の人的資源動員の違いだけではなく、ともに IJ 技術イノベーションの成功企業とされる C 社と SE 社間にも人的資源動員状況の違いがあったことを明示している。2 社の人的資源動員の違い、特に R&D マネジメントの重大な意思決定の反映と推測できる発明者数（および新参発明者数）の動的变化の傾きが大きく増加傾向に変化する領域に注目して、資源動員増強の背景、理由を整理・考察する。同時に、2 社の資源動員状況の違いの要因を従来余り検討されていない R&D 視点（技術選択、初期の技術的制約）に基づいて分析する。

8.1 発明者数の動的变化の線形近似

HP 社 DeskJet（1988 年 2 月）出現以降の C 社と SE 社の R&D 人的資源動員増強の意思決定に焦点を当てて議論する。既述の如く発明者数グラフから、C 社と SE 社の人的資源動員増強の意思決定ポイントを推定すると、C 社の場合は 1987 年、SE 社は、①1987 年、②1994 年、③2000 年となる。これらの推定結果は、7 章で議論したように既存文献の R&D 活動内容の記述とも概ね整合する。そこで図 8-1 に示したように、これらの期間の発明者数の動的变化（実測値）をそれぞれの推定意思決定年を起点として線形近似し、直線の傾きを各期間の R&D 人的資源動員状況の定量代用指標とした¹⁰¹。C 社は 1987 年から 1990 年（BJ-10v 発売）までの C1（傾き=78.3）が議論対象だが、それ以降も一括近似し C2（傾き=22.7）として参考表示した。SE 社は起点 1987 年の SE1（傾き=18.3）、起点 1994 年の SE2（傾き=27.3）¹⁰²、起点 2000 年の SE3（傾き=71.5）に分割されるが、本章での議論の対象が SE1 と SE3 となるため、また SE1 と SE2 が特異年で区分され、かつ両者間の傾き変化も小さいため、図 8-1 では便宜上 SE1 と SE3 のみを表示した¹⁰³。

¹⁰¹ 発明者数の動的变化（実測）は、4 章で述べたように①R&D 人的資源動員と②動員した人的資源の活動・活用状況の両者の反映であるが、仮想発明者数グラフ（残存率変動の影響除去）を用いて人的資源動員の起点を推定した後は、①と②を含めて広義の R&D 人的資源動員状況と捉える方が現実的と判断し、発明者数の動的变化（実測）の各対象期間に対して線形近似による定量化を試みた。

¹⁰² SE 社 1994 年は極端な特異年のため、1995 年～2000 年を線形近似すると傾き=27.3。また 1993 年を起点とすると傾き=27.2。

¹⁰³ 本章では、主に C1 と SE1（大動員 vs. 小動員）、C1 と SE3（大動員どうし）を比較議論する。なお、図 8-1 の横軸は時間軸だが、各線形近似の R^2 を参考表示すると、C1 期間: 0.999, C2 期間: 0.870, SE1 期間: 0.989, SE2 期間: 0.969, SE3 期間: 0.971 となる。

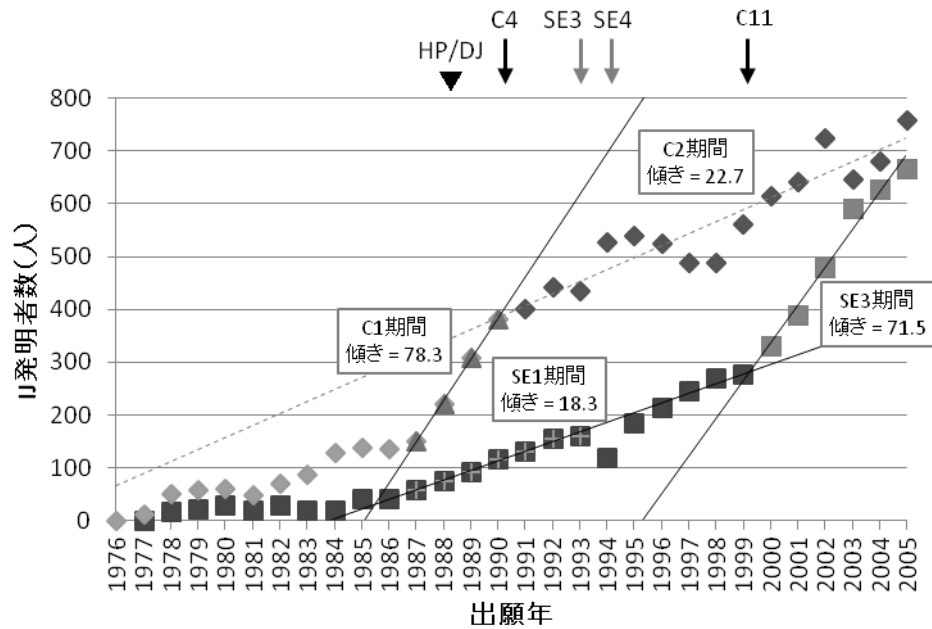


図 8-1 C 社と SE 社の「発明者数の動的変化」の線形近似処理

補注)最上部の記号は表 6-3, 6-4 に対応し, C4 は C 社の④を意味する。C4 は BJ-10v (1990), SE3 は MJ-500, SE4 は MJ-700V2C, C11 は BJF850 を意味する。

8.2 1990 年前後の C 社と SE 社の R&D 人的資源動員の比較考察

図 8-1 は C 社, SE 社ともに 1988 年前後から人的資源動員が増強されたが, 2 社の増強状況には大差があったことを示唆する。2 社の増強の背景を既存資料に基づき整理し, さらに本研究の人的資源動員の定量化ではじめて明確化された 2 社の増強状況の違いの理由を考察する。

C 社の C1 期間 (1987-1990 年) の大動員は, 既述のように田中宏常務をトップとして 1987 年 7 月に発足した C 社の新 TIJ 開発体制である B プロジェクトと符合する (コラム 8-1 参照)。この時点で C 社における TIJ 開発の主管は研究所から事務機事業本部に移っており, C1 期間の直線の傾きは田中常務の意思決定の反映であることが示唆される。B プロジェクトの最初の大きな成果となった製品は, 従来のパーマネント・ヘッドを HP 社と同様の新規開発の使い捨て型ヘッド・カートリッジに変更した 1990 年 10 月発売の BJ-10v (360dpi, 普通紙モノクロ TIJ プリンタ) である。先行研究では, BJ-10v の小型・携帯性やビジネス・モデルとしてのヘッド消耗品化が主に指摘されているが (宮崎, 2002; 榊原・松本, 2004), R&D 視点からは安価かつ短寿命のヘッド・カートリッジ方式が, 信頼性に難のある高性能インクの採用や開発期間の短縮に有利であることが指摘で

きる。そしてこれは C 社と同じ TIJ 方式を採用する HP 社が DeskJet（1988 年 2 月発売）で提示した新規技術（使い捨て型ヘッド，300dpi，EP 並み普通紙モノクロ画質）に対抗し，HP 社が開拓した新市場（SOHO 市場用普通紙モノクロ PC プリンタ）で HP 社を追走するための大動員であったことを示唆するが，それに加えて「バブルジェット技術（TIJ）は将来，画像情報分野の中核を占めるようになるだろう」というトップの期待（想い）が，大動員の原動力として示唆される¹⁰⁴。

新参発明者数の動的変化（図 4-10a）でも 1988 年以降は，毎年 100 人規模の新参者が出現しており，この時点が本格的な事業立ち上げに向けたポイントであったことを支持する。そして 1991 年以降は，表 6-3 に示した如く普通紙カラー高画質を狙った多様な R&D 活動へと移行する。

コラム 8-1) C 社「B プロジェクト」

「田中宏は電子写真を引っ張ってきたというかキヤノンの電子写真をつくった人間ですが，電子写真はもう技術的には行き詰る。次の記録技術としてバブルジェットしかないんだということで，全社の事務機関係のセンター所長クラスの者をほとんどみんな B プロジェクトに突っ込んだ。そこでバブルジェットをいかに大きい事業にするかということからスタートしました。その中で最初にやったのが，あの BJ-10 です。キヤノンもやはり，消耗品で事業を大きくしていく上で，ディスポーザブルに踏み切ろうということで，パーマメントからディスポーザブルタイプに変えました。」

出所：松田（2002）の pp.304 - 305 より

C 社 C1 期間の大動員を理解するために，同期間の SE 社 SE1 期間（1987 - 1993 年）の小動員と比較してみよう。6 章，7 章でも触れたが，当時 IP 技術・事業を基盤としていた SE 社にとって 1988 年の HP 社 DeskJet の出現は大きな脅威であり，SE1 期間の R&D 人的資源動員（傾き = 18.3）は PIJ 技術での生き残りを賭けた大規模動員であったと推測されるが（コラム 8-2 参照），SE 社の動員状況は C 社の C1 期間の動員状況（傾き = 78.3）をかなり下回る。何故であろうか。

¹⁰⁴ 「」部分は，C 社田中宏常務の期待として日経産業新聞（1987 年 7 月 6 日，p.27）に掲載された記述の引用である。2005 年時点で振り返ると，この期待（想い）は必ずしも正しかったとはいえないが，当時の C 社のトップと R&D 陣には確信であったと考えられる。その他，日経産業新聞（1987 年 7 月 6 日，p.27；1987 年 8 月 15 日，p.1）には，①B プロジェクトで研究開発，生産など技術者約 200 人を事務機事業本部が統括，1 年後には 2 倍以上に拡大する，②PC プリンタに加え，大型カラープリンタ，複写機，ファクシミリに順次拡大，③TIJ が数年で EP 方式に替ると見て商品化を急ぐ，④TIJ（バブルジェット）が将来，画像情報分野の中核を占める，といった記載がある。

コラム 8-2) SE 社 大渡氏の DeskJet に関する談話

「衝撃的だったのは DeskJet。これで HG をやっていたはだめだと思った。全てのプリンタがサーマルジェットになってしまう、ドット（インパクト）だけでなく全てのプリンタ市場をとられてしまう、という強い脅威を感じた。」

出所：青島・北村（2008），p.9~10 記載の大渡氏に対する 2007 年 9 月 20 日のインタビュー。

SE 社 SE1 期間の新規 R&D 活動は、HP 社および C 社の TIJ に対抗可能な小型・安価な PIJ ヘッドの開発が中心であり、1987 年から検討が始まり 1990 年 6 月には 60 人規模で緊急ヘッド・プロジェクトがスタートした（宮崎，2002；青島・北村，2008）。1993 年 3 月に PIJ としては画期的な小型化を実現した新ヘッド（MACH-JET, MLP）搭載の MJ-500（360dpi，普通紙モノクロ PIJ プリンタ）を発売し、翌 1994 年 6 月には IJ 専用紙高画質カラーでヒット商品となった MJ-700V2C（360dpi だが IJ 専用紙で 720dpi，全色 FD インク採用のカラー PIJ プリンタ）を発売している¹⁰⁵。そして SE2 期間では、表 6-4 に示したように C 社のような普通紙カラー高画質志向ではなく IJ 専用紙カラー高画質を優先した R&D 活動を展開している。

本研究の特徴のひとつは新参発明者数に対する着目である。そのため、新参発明者の出願履歴を調査することで、新参者がどこから来たのか、R&D 人的資源動員マネジメントの内訳が分析可能である。2 社の人的資源動員増強の内訳を把握すべく、1989 年新参発明者の内、新参後の 6 年間で 3 年以上発明者として登場した活動度の高い発明者（=コア新参発明者）の IJ 発明以前の出願履歴を調査し、図 8-2 に示した。C 社の'89 年新参者総数は 119 名（誤記と推測されるケースを除くと 115 名）、内コア新参発明者数は 76 名、SE 社は新参者総数が 44 名でコア新参発明者数が 25 名であった。両社コア新参発明者の前歴を比較すると、C 社は、TP（感熱記録）、EP（電子写真）、成形加工等、多様な分野に渡っていること、そして TP から IJ へのシフト（23%）だけでなく主力事業・技術 EP 分野からのシフトも 22%と多いことが分かる。成形加工分野（5%）は、BJ-10v で採用された新規ヘッド・カートリッジ開発と符合するように見える。一方、SE 社は TP からの転進が 40%と多く、青島・北村（2008）の記述と対応するが、当時の主力事業・技術である IP（インパクト記録）分野からの転進は 4%と少ない。また 1989 年の IJ 分野への新参以前に出願履歴の無

¹⁰⁵ SE 社の新 PIJ ヘッドは従来の PIJ ヘッドと比較すると画期的に小型・安価とされるが、6 章の表 6-2 で分かるように TIJ ヘッドと比較すると依然として大型かつ高価である。

い発明者、つまり新人と推測される発明者は C 社、SE 社ともにコア新参発明者の約 1/4 と見積もられる。

ここから、2 社の動員規模の違いは、C 社が代替技術 (TP) だけでなく既存主力事業・技術 (EP) も含めた異動・動員の意思決定を行ったのに対して、SE 社の異動・動員の意思決定は代替技術 (TP) が主対象だったという R&D マネジメントの差に起因する可能性が指摘できる¹⁰⁶。

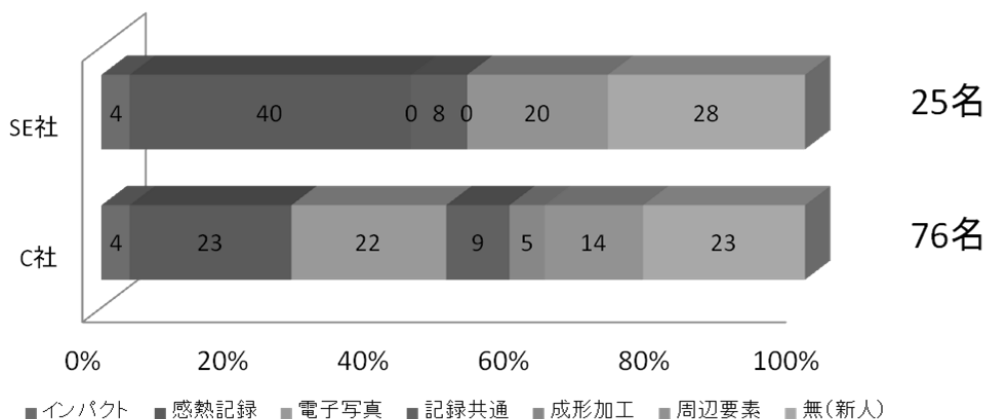


図 8-2 C 社と SE 社の R&D 人的資源動員増強の内訳

補注) HP 社 DeskJet (1988 年 2 月) 直後の動きに焦点を当てるため 1989 年のコア新参発明者を調査した。
出所は、橋本 (2010)。

5 章の図 5-5 で示した IJ 率 (全分野出願に対する IJ 出願の比率) を補助指標として当時の 2 社の社内における IJ 技術の位置づけを推測するとどうなるであろう。C 社の 2001 年から 2005 年までの 5 年間の平均 IJ 率は 9.3% であるが、1987 年から 1990 年 (BJ-10v) までの IJ 率推移をみると、2.8%、4.2%、6.4%、7.8% と上昇する。SE 社の 2001 年から 2005 年の平均 IJ 率は 17.6% であり、1987 年から 1993 年 (MJ-500) までの IJ 率は、3.1%、4.0%、4.2%、6.7%、7.7%、12.4%、13.8% と同様に上昇を示すが、1990 年までは C 社よりもむしろ低目の位置づけである。そして 1991 年 (7.7%) から 1992 年 (12.4%) に掛けての急上昇が目立つ。これは新規 PIJ ヘッドの技術確立時期と符合しており、この時点まで SE 社は PIJ による TIJ 対抗に自信がもてなかった可能性を示唆する。1980 年代末の SE 社の資源動員が主力事業・技術 (IP) からの異動・動員は少なく C 社ほどの急増を示

¹⁰⁶ 1 章の図 1-1 や 6 章表 6-1 から分かるように、C 社の既存技術・事業であった EP (電子写真) は、当時、代替が予測される成熟技術・事業であったわけではなく、将来も成長が期待される領域であった。そして実際、2005 年時点でも、出荷台数ベースでは IJ が上回るが出荷金額ベースでは EP が IJ を上回る。

さなかったことは、当時の SE 社売上高規模が C 社の約 1/2 であったことも影響した可能性はあるが¹⁰⁷、基本的には PIJ 技術による TIJ 対抗可能性が不確実であったためと考えられる。SE 社は新規 PIJ ヘッドの目途が立った後も、公開特許の IJ 率は上昇を示すが、R&D 人的資源動員の目立つ傾き変化は 2000 年以降となる。「IJ 専用紙高画質」戦略のヒットがひとつの要因であろうが、当時の経営状況（コラム 8-3）も要因の一つと推測される。

コラム 8-3) 1990 年代から 2000 年代初頭の SE 社従業員状況

(SE 社元副社長 木村登志男の書評から)

役員に就任した 1992 年当時、業績悪化に苦しむ会社は総額人件費抑制のため、新卒・中途採用全面停止と既存戦力の徹底的効率活用に取り組んでいた。90 年代半ば以降業績が回復して、新卒・中途の採用を再開したが、業績伸長に対応しようとする現場は戦力が足りない。

やむなく人材派遣・請負等外部人材の活用に走る。最初は慎重に、恐る恐る外部人材を活用するが、二度・三度繰り返すうちに歯止めが効かなくなる。

21 世紀に入る頃には気がつけば国内総就業者数の約 30% は非正社員。しかも本来正社員が担うべきコア業務まで非正社員にまかせているケースがかなりある。

そこで社長の号令一下、正社員スタッフ業務の徹底的効率化・業務改革と外部人材に委託したコア業務の引き上げに取り組むとともに、それまで各事業部門（現場）に任せてあった外部人材の採用・管理を本社人事部門に一元化して、人事部門で全社の管理ができるようにした。

出所：木村登志男（2006）、日本労働研究雑誌、No. 556 / November, 116 - 117.

以上の C 社と SE 社の比較議論から R&D 人的資源動員に影響を与える要因を抽出・整理すると、

①自社の選択した新規技術と自社の既存技術の関係予測（代替可能性）、②自社の選択した新規技術の競合新規技術に対する勝算、③自社の選択した新規技術の発展性への期待（多様な市場展開）、④研究・技術開発から製品開発や事業開発への戦略・体制変更のタイミング、⑤企業経営状況、の 5 種に要約できる。中でも顕著な人的資源動員といえる C 社の C1 期間の大動員は、単なる新規製品開発ではなく新規事業構想・開発を意図したものであり（上述④）、C 社の大動員と SE 社の小動員の比較からは、短期的な自社新規技術の競合新規技術に対する勝算（上述②、具体的には HP 社の DeskJet 対抗）と中・長期的な自社新規技術の発展性への期待（上述③、トップの TIJ への想い）という 2 種の要因の影響が大きかったことが示唆される。

¹⁰⁷ 社史および有価証券報告書によると 1989 年の C 社の売上高は連結で約 ¥1 兆 3509 億、単独で約 ¥8142 億。一方、SE 社の売上高は約 ¥4669 億（単独）であった。

8.3 C社とSE社の技術選択とR&D資源動員の関係

SE社のSE3期間の資源動員増強の議論に入る前に、C社とSE社の技術選択（C社のTIJと普通紙高画質技術、SE社のPIJとIJ専用紙高画質技術）と資源動員の関連を考察する。先行研究ではTIJとPIJの違いに言及されることはあっても、画質に関しては「高画質≒IJ専用紙高画質」で専ら議論されており、普通紙高画質制御技術とIJ専用紙高画質制御技術を分けた議論はされていない。しかし6章で記述したように両者の技術内容は異なり、R&D負荷も異なる。つまりR&D人的資源動員にも影響を与える可能性が高い。本節では、2社の技術原理選択（TIJ, PIJ）と画質技術選択（普通紙高画質, IJ専用紙高画質）の関係、さらに人的資源動員との関係を考察する。

1990年代初頭、先行したTIJ方式のHP社、C社ともに普通紙高画質を優先したR&Dを行っていた。SE社だけがIJ専用紙高画質にR&D戦略を変更したのは何故であろうか。TIJより出遅れたSE社は差別化を意識して最初からIJ専用紙高画質を優先した、といった簡単な図式ではないし、SE社がIJ専用紙による高画質化技術を発明したわけでもない。1980年代末には、IJ方式がIJ専用紙に対して写真調の高画質出力が可能であることは、プリンタ関連業界や学会では既に十分認識されていた。オンデマンド型IJではなく高額の連続型IJではあるが、微小滴噴射を特徴とするIris3024（1987年）のIJ専用紙に対する出力は写真ライクの画質といわれ、オンデマンド型でも、微小滴噴射ではないがC社のPIJビデオプリンタFP510（1987年）は、シアンとマゼンタで濃・中・淡インクを使用し、ドット変調と併せてIJ専用紙上に写真調の出力を行っていた（たとえば矢野，1998）。しかし初期的にはこれらの市場は小さく、1990年代中頃までIJ専用紙高画質が市場でどの程度受容されるかは不透明であった。

SE社がIJ専用紙カラー高画質でヒットさせたMJ-700V2C（1994年発売、全色FDインク）以降も、C社やHP社と同じく普通紙高画質を狙い、IJ専用紙高画質の市場性を疑問視していたことは、翌1995年のMJ-800Cで普通紙テキスト画質改善のため黒インクだけをSDインクに置換した事実（本製品は、にじみ防止策が不十分で市場では不評だった）や碓井（1995）の記述から確認できる（コラム8-4参照）。

コラム 8-4) 1995 年時点の SE 社技術リーダー (碓井氏) の見解

「普通紙への高画質化はさらに難しい。・・・まだかなりの欠点を抱えており、これらを解決して行くことがインクジェット方式における今後の最も大きな課題である。」(p. 855)

「インクジェット記録は普通紙にも十分な品質で記録が可能である。ただ、一般の印刷がそうであるように、記録紙の品質は画質を決定する大きな要因であり、より高レベルの品質を実現するためには、専用紙を使用すればよい。・・・ただ、専用紙はコストと市場性が大きなネックである。」(p.856)

出所：碓井稔 (1995), 5-4 インクジェット方式：高画質化と高速化への課題, テレビジョン学会誌, 49(7), 853-856.

確かに PIJ 方式は TIJ と異なり、ヘッドのノズル径を細くしなくても微小滴噴射が可能である等、IJ 専用紙での画質制御に有利な特性を有する (6 章の表 6-2 参照)。しかし眼前に普通紙 PC プリンタの顕在化した成長市場がある時に (1 章図 1-1 参照), その市場を迂回して市場規模の不明な IJ 専用紙高画質に舵を切ることは、リスクが高い。「SE 社は、何らかの理由で普通紙高画質戦略の選択に問題があり、IJ 専用紙高画質戦略を志向せざるを得なかった」という可能性も考えられる。

そしてこの可能性の理由としては、以下の 3 種が考えられる：

- (1) 技術的には可能だが、特許等の知財権の問題で普通紙高画質戦略の選択困難
- (2) 資源動員規模もしくは開発負荷の問題で高難度の普通紙高画質戦略の選択困難
- (3) PIJ 方式の原理的問題や技術的な制約によって普通紙高画質戦略の選択困難

まず (1) の知財権の問題を考えると、図 5-1 から分かるように、1990 年代中盤時点での SE 社の公開特許件数は、C 社に差をつけられていることが分かる。しかし特許は量だけでなく質が重要である。2005 年時点での TIJ および PIJ 方式の主流技術から、普通紙高画質制御のひとつの理想的な技術解は「顔料インク・2 液反応方式」といってよいが¹⁰⁸、たとえばこの技術に関しても SE 社は 1996 年に基本特許のひとつを出願している (特開平 9-234943)。また、SE 社よりも公開特許件数の少ない R 社 (PIJ) も FX 社 (TIJ) もそれぞれ独自の普通紙高画質技術で製品開発を行っている。SE 社が特許的に普通紙画質制御の検討が困難であったという可能性は低い。

ついで (2) の資源動員や開発負荷の点ではどうであろうか。1990 年代中盤の SE 社の発明者数は

¹⁰⁸ Doi, Hashimoto (2008)および橋本 (2008) 参照。

200名規模であり、C社の1/3程度と見積もられる(図5-1)。確かにC社と比べると少ないが、1990年代後半に発明者数100名規模のFX社が普通紙高画質志向の製品開発を行っていたことを考慮すると困難ではあるが不可能ではない。では、(3)のPIJ方式の技術原理や技術制約の可能性はどうかであろう。この可能性を検討するために、TIJ方式で検討された普通紙高画質制御の多様なアプローチを、もしもPIJ方式と組み合わせたらどんな結果が予測されるのか、表6-2と図6-3を参照しつつ考察した。

PIJのひとつの問題は、普通紙テキスト画質制御には必要だが、ヘッド内部で気泡トラブルを誘発し易い高表面張力のSDインクを苦手とすることである¹⁰⁹。SDインクの気泡誘発を抑える手段としては、インクの脱気処理や極微量の界面活性剤を添加することでヘッド内壁へのインクの濡れ性は改善するが、インクが噴射され用紙に着弾した段階では、界面活性剤量が少ないため実質的にSDインクとして機能するように設計する方法もある。しかし後者の方法はラチチュードが狭く、特に微小滴化(=同じ画像面積を記録するのに必要なインク滴の合計表面積の増加)の流れの中ではさらに難度が上がると推測される。

またPIJヘッドはTIJヘッドよりも高コストであり、TIJのような使い捨てヘッド・カートリッジ化は困難であって、パーマネント・ヘッドとして使わざるを得ない。これはPIJの製品開発では、TIJよりも長期間(約10倍から100倍)の信頼性保証が要求されることを意味する。R&D時の信頼性評価期間もTIJより長期間に及び製品開発期間が長くなる可能性が高い。つまり信頼性にリスクのある新規なインク設計を、使い捨てヘッド・カートリッジ方式を有するTIJの様に試すことは困難といえる。6章のC社の新規製品技術(表6.3)からも分かるように、普通紙高画質化制御のための新規インクや新規記録プロセスとしては、多くのアプローチが検討されている。簡単なものはソフトウェアでインクの印字を制御しにじみ防止を狙う手法だが、この効果は限定的である¹¹⁰。インクの方法設計やヒーターによるインク・用紙の加熱、印字時間差を設けてインクを乾燥、等によって用紙上でのインクの蒸発・増粘を促進し、インク着色剤を紙上で速やかに固定化させること

¹⁰⁹ もちろんSDインクが使用できないわけではなく、SE社PIJも初期的製品ではSDインクを使用している。

¹¹⁰ SE社が1995年発売のMJ-800Cで検討した手法もこのソフトウェアによる印字制御の一種である、但し、市場ではにじみで不評となり、SE社はこれ以降、IJ専用紙高画質を優先している。

でにじみを防止するといった多種アプローチが検討され、2005年時点では2液反応方式（インク間反応やインクと処理液の反応）によってインクやインクの着色剤を凝集・増粘し、にじみを防止する方法が主流化した¹¹¹。

本格的に普通紙高画質を志向するためには、単にSDインクを採用すればよいというだけではなく、さらに用紙上で速やかにインク画像を固定化する何らかのメカニズムを組み込む技術がポイントとなる。しかし用紙上でのインクや着色剤の増粘・凝集固定化の促進は、ノズル中でも同様の増粘・凝集固定化を促進しやすく、IJの噴射安定性やノズル目詰り等の信頼性とは相反する。パーマネント・ヘッドを前提とせざるをえないPIJ方式は、まだ技術蓄積の少ない1990年代中盤の時点では、信頼性リスクの高い新規インク設計や新規記録プロセスの試行錯誤でTIJに対して不利な状況にあり、TIJと競争可能な普通紙画質改善は実質的に不可能であったと考えられる。一方、IJ専用紙で高画質を狙う場合は、普通紙高画質制御でインク材料や記録プロセスが分担せざるを得なかった機能の多くを専用紙に分担させることができるため、普通紙画質制御よりも画質制御技術自体の難度は下がり、信頼性リスクの高い新規インク設計を避けて、より少ないR&D人的資源動員で信頼性の高い製品システム開発が可能になるといえる。

以上（1）の知財権、（2）の資源動員もしくは開発負荷の議論と（3）のTIJとPIJの技術的得失、制約をベースにした議論を整理・要約すると、（3）および（2）の要因によって「SE社/PIJは、普通紙画質制御でTIJに対する勝算が得られないため、IJ専用紙高画質を志向し、これが結果的にR&D負荷を低減するとともに製品差別化に有効であった」という先行研究の指摘とは異なる技術選択もしくはR&D戦略選択の理由が導出される¹¹²。

また、これは新規技術のR&D戦略（含む製品開発戦略）が、選択した技術原理や達成レベルの制約に依存して決定される可能性が高いことを示唆する。

¹¹¹ 普通紙高画質制御技術の解説は、日本画像学会編（2008）の外、乾（1995）、橋本（2008）を参照。なお、SE社PIJが1990年代に普通紙カラー画質制御を意図した製品は、失敗作となったMJ-800C系のみだが、普通紙画質制御を意図した出願は、2液反応型の顔料インクに関する特開平9-234943（出願1996年2月）等、TIJ方式のC社に劣らず多数出願している。

¹¹² 既存技術・事業がEP（電子写真）である3社（C社、R社、FX社）は、何れも普通紙画質制御を志向したIJ製品開発に注力している。既存技術・事業がIP（インパクト記録）であるSE社の普通紙迂回の選択は、上述の技術的理由や負荷の理由に加えて、企業の既存技術・事業の影響もしくは企業文化の影響の可能性も考えられる。

8.4 SE 社の 2000 年以降の大動員について

SE 社の SE3 期間つまり 2000 年以降の R&D 人的資源動員の変化（傾き = 71.5）は約 10 年前の C 社の大動員（傾き = 78.3）と並ぶ急増といえる。新参発明者数の動的变化も 2000 年から明確な上昇を示し年間 100 人を越え C 社以上の規模を示している。この SE 社 SE3 期間の資源動員増強に関しては、既存文献に明確な記述が見当たらないため、C 社 C1 期間の大動員と同様の枠組みで SE 社大動員の理由を検討する。8.2 で述べたように C 社 C1 期間の大動員は新規事業構想・開発を意図したものであり、（1）短期的な自社新規技術の競合新規技術に対する勝算と（2）中・長期的な自社新規技術の発展性への期待という 2 種の要因クリアが大動員の必要条件であったと要約できる。そこでこの 2 種要因のクリアを大動員の条件と仮定して、SE 社の大動員を考察する。

最初に（1）短期的な競合新規技術に対する勝算という観点では、表 6-3 から前年の 1999 年に C 社が微小滴ハンドリングに優れる新規 TIJ ヘッドを開発、市場導入（MFDT 技術、BJF-850 等）していることが分かる。C 社は新規ヘッドで TIJ の普通紙高画質優位性を維持して IJ 専用紙高画質（写真画質）もカバー可能になった¹¹³。つまり従来の「TIJ：普通紙高画質」と「PIJ：IJ 専用紙高画質」といった棲み分け状況が変化し得ることを示唆する。SE 社技術者の記述（コラム 8-5）からも窺えるように、SE 社 PIJ にとっては、新たな脅威の出現として位置づけられる。

コラム 8-5) SE 社技術者 角谷氏の C 社新規ヘッド (MFDT 技術) に対する反応

「新方式ではインク滴は気泡によって分断され、そのまま気泡が外に突き抜ける形で発射されるのでインク滴サイズが安定し、従来の約 1/5 の 4pl という劇的な微小化が可能になった。筆者はこの MFDT 方式の開発により、サーマル方式の画質もピエゾ方式に追いついてきた、という印象を持った記憶がある。」

出所：角谷繁明（2009），インクジェット技術によるフォト出力，日本画像学会誌，48(6)，p.486

2000 年に SE 社は、TIJ に先行して全色顔料インクの導入を実施している。SE 社が染料インク（溶液）よりも信頼性リスクが高い顔料やポリマーを含む顔料インク（分散液）を全色で導入した狙いは、写真画質（IJ 専用紙）の耐光性向上とともに、普通紙画質での対 TIJ 劣位を顔料インクでカバ

¹¹³ C 社新ヘッド（BJF-850）は従来の C 社サイド・シューター構造をルーフ・シューター構造に変更し、微小滴ハンドリング性を改善したが、SE 社の微小滴化（IJ 専用紙高画質）が進行した後の発明ではなく、このヘッドの基本特許の出願は 1990 年と古い（たとえば特開平 4-10940）。SE 社の微小滴化の進行がひとつのトリガーとなり、構想の実用化が促進されたといえる。（中島・松田，2002）

一することといえる（光学濃度やにじみは変わらないが、耐水性・耐光性が向上）。7章でも触れたが、対 TIJ の R&D 戦略変更と対応した増強といえるであろう¹¹⁴。

表 6-2 から分かるように TIJ の弱点は、バブルを生成するヒーターにインク中の疎水性成分が焼きつくコゲーションと呼ばれる問題であり、顔料インクを使用する場合はこれが要注意となる。水性 IJ 用の顔料インクは、通常、分散剤ポリマーの疎水基を顔料側に親水基を水性インク溶媒側に向けることでインク中での顔料分散を安定化している。そのためインク溶媒の親水性が高い場合（= 高表面張力の SD インク）は顔料分散が安定だが、インク溶媒の親水性が低下すると（= 低表面張力の FD インク）、顔料分散が不安定化しやすい。PIJ と異なり TIJ はインクを数百℃に急熱するため、特に FD 顔料インクでコゲーション、その他のトラブルを誘発しやすい。たとえば C 社の特開 2003-138186 には、「サーマルインクジェットヘッドの駆動周波数の上昇にインクが追従せず、吐出が不安定になる場合があるとの知見を得た。・・・サーマルインクジェットヘッドのヒーターによってインクが加熱されたときに、顔料と、該顔料に物理吸着している樹脂分散剤が分離し、一時的に分散安定性が破壊されてしまい、それが吐出不安定化をもたらしているのではないかと推察した」といった記述もある。実際、C 社も HP 社も黒 SD インクでは SE 社 PIJ よりも古くから顔料インクを採用しているが、カラー FD インクはほとんど染料インクであり¹¹⁵、TIJ、PIJ ともに通常 FD インクを採用するカラーの顔料インク化という点では、TIJ よりも PIJ の方が技術的自由度が高く有利といえる。SE 社の顔料インクに関する出願はより古くから行われている。SE 社は何故もっと早く顔料インクを導入しなかったのか。前述の如く、ポリマーや顔料を含む顔料インク（水分散液）は、染料インク（水溶液）よりもノズル目詰り等の信頼性リスクが高い。そのため、パーマメント・ヘッドを前提とする PIJ の場合、先の普通紙画質制御技術と同様に、初期的には信頼性リスクの克服や信頼性評価等の R&D 負荷の問題で、導入難度が高かったと考えられる。

次いで（2）の中・長期的な自社新規技術の発展性への期待という観点ではどうであろう。顔料

¹¹⁴ IJ の普通紙画質の目標を EP 同等とすると、①光学濃度が高く滲みの無い鮮明な画質と②耐水・耐光性（顔料画像）が基本要件となる。また本研究では、汎用水性 IJ プリンタを主対象として議論するが、この顔料インク（分散液）で代表される新規インク材料の R&D 強化は、PIJ のインク選択自由度が高い長所を活用して、PIJ を PC プリンタ等の汎用用途以外の産業用プリンタやデジタル・フアプリケーション応用（SE 社では、「マイクロ液体プロセス」と呼ぶ）へと展開する戦略と連動していると推測される。

¹¹⁵ 顔料インク（黒）を最初に導入したのは HP 社 DeskJet 1200C（1993 年）であるが、顔料インクに関しては 1980 年代に C 社から多くの出願があった（たとえば特開平 5-247393；出願日 1980 年 5 月 6 日）。また SE 社が全色顔料インクを製品に導入したのは 2000 年であるが（顔料メーカーとの協業）、SE 社の顔料インクに関する出願も古くから多数ある（たとえば 1991 年出願の特開平 4-246479）。

インク技術の導入は IJ の世界における TIJ 対抗だけでなく EP を含む普通紙画像記録分野での競争力向上につながり、まず SE 社 PIJ の画像記録分野での市場・用途展開を期待させる。そして同時にそれだけではなく PIJ の産業用プリンタやデジタル・ファブ리케이션への展開も期待させる。顔料インクのようなポリマーを含む分散系インクとそのハンドリング技術は、産業用プリンタやデジタル・ファブ리케이션 (SE 社の表現では「マイクロ液体プロセス」) に PIJ 技術を展開する際に必要な技術 (たとえば導電粒子分散インク, LCD カラー・フィルタ) と共通する部分がある。SE 社における PIJ 技術をベースにしたマイクロ液体プロセスに関する R&D は、1995 年に開始され LCD カラーフィルタや有機 EL (高分子系) の作成, 等が検討されている。そして 2002 年には日本と英国にパートナーと共同 R&D を実施するオープン・ラボも開設している¹¹⁶。

C 社の「バブルジェット技術 (TIJ) は将来、画像情報分野の中核を占めるようになるだろう」という期待 (結果的には必ずしも正しくはなかったが当時の想い, 確信) に相当する SE 社の大きな絵柄は、画像出力分野における TIJ との競争だけでなく、「マイクロ液体プロセス」も含めた PIJ 技術の産業用途への展開を含めた新規事業構想・開発を意図したものと考えられる。つまり SE 社 SE3 期間の大動員に対しても C 社 C1 期間の大動員と同様の枠組みの存在が確認可能である。

以上の考察から、R&D 人的資源の大動員は、単なる新規製品開発ではなく新規事業構想・開発を意図したものであって、大動員の意思決定要因としては、(1) 短期的な自社新規技術の競合新規技術に対する勝算と (2) 中・長期的な自社新規技術の発展性への期待 (確信) の必要性が示唆される。

¹¹⁶ SE 社 Annual Report2003 による。SE 社 MNL (Management Newslines) No.8 2005 年 7 月によると SE 社のマイクロ液体プロセス研究は 1995 年に開始されており、LCD カラーフィルタ, 有機 EL, 金属配線, マイクロレンズ, 有機 TFT デバイスが紹介されている。対応特許を調査すると 1996 年から出願がみられる (特開平 9-329706, 特開平 10-12377, 等)。また表 6-2 で分かるように、TIJ は基本的に水性インクしか使用できないが、PIJ は非水性インクも使用可能である。IJ の産業用途への展開においては、分散系インクや油性等の非水性インク適性の高い PIJ が TIJ よりも有利な点が多くなる。

8.5 小括：R&D 人的資源動員マネジメントの意思決定要因に関する仮説

発明者数の動的変化の比較から、ともに IJ 技術イノベーションの成功企業である C 社と SE 社の R&D 人的資源動員状況に大差があったことが浮き彫りになった。

(1) 2 社の発明者数（および新参発明者数）の動的変化が、増加傾向に転じる領域に注目し該領域を線形近似の傾きで定量化した。そして (2) 2 社の小動員と大動員を技術選択に着目した事前の「R&D 視点」をベースに比較し、意思決定の背景を考察した結果、2 社の R&D 戦略や人的資源動員マネジメントの違いは、2 社の IJ 技術選択の違いによる技術的制約の影響で説明できることを示した（従来の事後の「市場視点」による説明とは異なる）。また (3) 2 社の大動員と小動員の比較から、R&D 人的資源動員マネジメントの意思決定要因の仮説を導出した。

R&D 人的資源動員マネジメントの意思決定要因の仮説と該意思決定要因と R&D 戦略(含む製品開発戦略)、技術原理選択や技術制約との相互関係に関する仮説を図 8-3 に要約した。

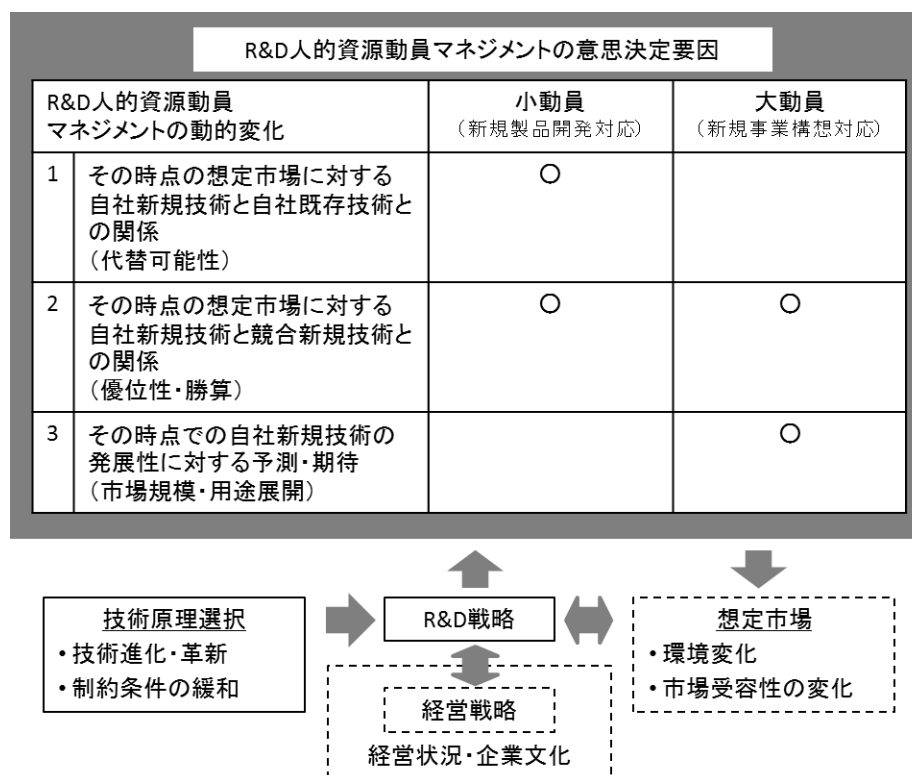


図 8-3 企業 R&D マネジメントの意思決定要因と技術原理選択、R&D 戦略との関係に関する仮説

第9章 結論

序論で述べたように企業の R&D マネジメントを単純化して表現するなら「どんな出口（市場・顧客価値）を想定して、どういう技術を創造・選択し、いつどのくらい資源を投入するか」となる。本研究は、R&D マネジメントの重要な意思決定である人的資源動員とその活用状況を定量化し、既存の定性的方法と組み合わせることで、R&D マネジメントの企業間比較を容易化し企業レベルのイノベーション・メカニズムを追究する定性的研究の質の向上に貢献することを目的とした。

以下に主要な発見、成果と結論、残課題、今後の方向に関してまとめる。

9.1 結論（主要な発見、成果）

1) R&D 人的資源動員マネジメントを定量指標化する方法に関して：

- 「発明者数の動的変化」は：
 - (A) 既存文献に記述された該領域の定性的 R&D 活動状況と対応しており、
 - (B) 新参発明者数とその残存率に着目した発明者数の構造分析から、①新たな人的資源動員（⇔新参発明者数）の動的変化と②動員した人的資源の活用・活動状況（⇔残存率）の動的変化がともに反映された指標であることを示した。
- 主に残存率の分析から「発明者数≠R&D 技術者数」であり、その要因は「 $1/p$ 」発明者効果であることを示した。特異年も「 $1/p$ 」発明者起因であり R&D 技術者数の減少というよりも技術者の発明もしくは出願活動の低下がマクロな主要因であること、事業・R&D 方針の変化（含む組織変更）や知財方針の変化との対応可能性があることが分かった。
- 残存率の 2 段階線形近似モデルに基づき、「発明者数の動的変化」の上述②（特異年等）の影響を補正し、①の効果（人的資源動員）に焦点を当てる方法を示した。
- 「発明者数（および新参発明者数）の動的変化」で増加傾向が変化（増強）する領域を、人的資源動員の増強意思決定時期と推定し、該領域を線形近似の傾きで定量指標化した。
- また、残存率の変動に着目し、残存率モデル値 $+3\sigma$ （ σ ：標準偏差）に相当する発明者数を R&D 技術者数の概算見積もり値とする考え方を提示した。

2) 定量化で明示された成功企業間の R&D 人的資源動員マネジメントの違いの比較分析：

- C 社と SE 社の小動員と大動員を比較考察した結果，企業 R&D 人的資源動員マネジメントの意思決定要因の仮説，さらに人的資源動員と R&D 戦略（含む製品開発戦略）そして技術原理選択や技術的制約との相互関係に関する仮説を導出した。
 - ・ 「大動員」は，新規事業構想・開発を意図したものであり，①短期的な自社新規技術の競合新規技術に対する勝算（優位性）と②中・長期的な自社新規技術の発展性への期待（想い）の二つが主要な要因である。
 - ・ 企業の R&D 戦略（製品開発戦略）は，技術原理選択の影響を受け，それは結果的に資源動員状況にも影響する。
- また，発明者数（インプット）と新規製品技術数（アウトプット），製品出荷量（アウトカム）の相互関係の考察から，企業別のインプットとアウトプットは対応するが，アウトカムは必ずしも対応しないことが確認された。但し，産業レベルでは，発明者数（インプット）が製品出荷量（アウトカム）の先行指標になる可能性を見出した。

9.2 残課題と今後の展望

（1）発明者数と R&D 技術者数の関係は常に一定ではなく，R&D 人的資源動員の企業間比較を行う場合は，発明者数の動的变化と共に新参発明者数と残存率に分解した分析の併用が望ましい。但し，分解分析によっても現時点で発明者数と R&D 技術者数の関係を見積もることは困難であり，人数の変化に着目した分析は可能だが，人数自体の議論は精度的に疑問が残る。

（2）発明者数は特許件数よりも企業知財方針の影響を受け難いが，発明者数の動的变化にも知財方針（予算）の影響は混入し得る。全分野特許件数の動的变化、等関連データ照合が必要である。

（3）発展可能性があるテーマ候補として下記の継続検討が重要と考えている：

- ・ 大動員・小動員の意思決定要因，等に関する仮説の継続精査
- ・ 企業 R&D マネジメント研究ツールとしての新参発明者（数）特性・指標の研究
- ・ 新規製品技術の抽出に関する研究（R&D 知識創造のアウトプット指標としての可能性）

補章 今後の展開に向けた示唆

本研究の目的の範囲を越えるが本研究の考察過程で得られた幾つかの着想，同じく本研究の考察過程で抽出され本研究の目的の範囲とオーバーラップするが現時点では学術的に実証不十分，しかしながら実務的には有用と思われる含意，等の中から，今後の研究の展開に示唆を与える可能性が考えられる項目を以下に付記する。

- A.1 発明者数の動的変化のパターンと R&D 戦略の特徴について
- A.2 実務の立場で「R&D 合理性」を考える
- A.3 技術イノベーションを促進する企業 R&D マネジメントの要因：実務的含意
- A.4 知識創造のインプット：累積「新参発明者数」

A.1 発明者数の動的変化のパターンと R&D 戦略の特徴について

S 字曲線（ロジスティック曲線）的なパターンを分割して線形近似すると（図 8-1 参照），傾き $\approx 70 \sim 80$ の期間と傾き ≈ 20 の期間に大別される。図 A-1 に後発 3 社が新規 IJ プリンタ開発に向けて資源動員増強があったと考えられる 1994 年から 1997 年の発明者数動的変化の線形近似を示した。R 社傾き $= 19.4$ ($R^2 = 0.969$)，FX 社傾き $= 17.9$ ($R^2 = 0.699$)，B 社傾き $= 18.7$ ($R^2 = 0.655$) となり，参考表示の決定係数値から R 社以外の見積もり精度に多少問題はあるが，3 社の製品開発立ち上げ時の資源動員状況は，SE 社の SE1 期間（傾き $= 18.3$ ）に近い。大別 2 種の傾きと，R&D 戦略を対比すると，傾き $\approx 70 \sim 80$ は「競争志向」（単なる製品開発戦略を越えた事業構想・開発戦略も含めて），傾き ≈ 20 は S 字の成熟的に見える C 社 C2 期間も含め「棲み分け志向」（棲息圏確保を狙った製品開発や競合勢力環境安定下での事業戦略）といった特徴づけも可能と考えられる。

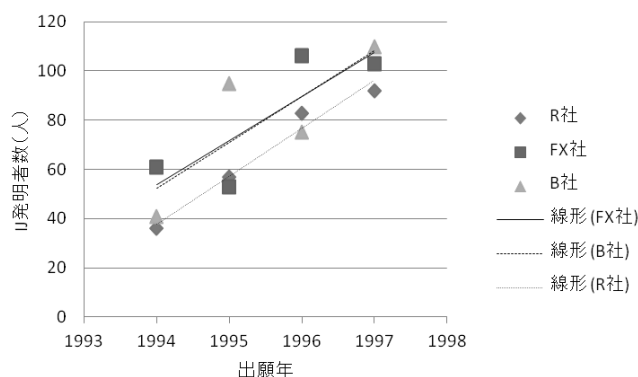


図 A-1 3 社の「発明者数の動的変化の線形近似（1994 年～1997 年）」

また，図 8-1 で C 社と SE 社の発明者数の動的変化をセットとして眺めるとヒステリシス・ループのようにも見える。多少異なるが，粘性成分と弾性成分の 2 相混合系の等価回路モデル（電気回路でも同様）を考え，粘性成分と弾性成分の混合比に対して並列モデル，直列モデルのそれぞれの粘弾性応答をプロットすると，2 社の動的変化と類似のパターンを示す。物理化学アナロジーで発明者数の動的変化パターンを眺めると，企業間の R&D 戦略や R&D マネジメントの意思決定の違い，特徴を，たとえば（環境に対して）より粘性的応答か弾性的応答かで表現可能と考えられる。

A.2 実務の立場で「R&D 合理性」を考える

高い志に基づく新たな価値や有用性を最初に評価すべきかもしれないが、新たな価値創造をアピールしても、Christensen and Bower (1996) が指摘したように、企業は顧客がまだ存在しない新市場、新用途に対しては資源配分が後手に回る。また事前には不確実な経済合理性は正当化理由に成り難い (武石・青島・軽部, 2008)。

ここまでの考察を踏まえて研究・技術開発→新規製品開発へ移行する際は、(1) 新規技術 (= IJ) と自社の既存事業・技術 (IP もしくは EP) との相対優位性予測 (市場で棲み分けの可能性が高いか競争・代替の可能性が高いか)、(2) 自社の新規技術と他社の新規技術との相対優位性予測 (勝算はあるか) の 2 点を資源動員正当化のための事前の R&D 視点による合理的検討基準 (R&D 合理性の仮説基準) と仮定し、予測される各企業の R&D 資源動員と実際の状況比較を試みる¹¹⁷。

R&D 合理性の仮説基準を要約すると、下記の<H1>と<H2>となる。

<H1> 新規技術 (= IJ 技術) と自社の既存技術との相対優位性 (市場：代替，棲み分け)

<H2> 自社の新規技術と他社の新規技術との相対優位性 (勝算：優・劣 → 競争，棲み分け)

以下、図 A-2 がテンプレート、5 社の推測ポジションを記入したものが図 A-3 である。

<H2> 自社新規技術の他社新規技術に対する相対優位性	優	EP 技術		
		++	+++	++++
	劣	+	++	+++
		IP 技術		
		棲み分け	部分競争・代替	完全代替
		<H1> 自社新規技術 (= IJ) の自社既存技術に対する相対優位性		

図 A-2 R&D 合理性の仮説基準に基づく R&D 資源動員テンプレート

¹¹⁷ 「R&D 合理性の仮説基準」は、本研究の考察過程で帰納的に導出したものだが、まとめに際しては、沼上・浅羽・新宅・網倉 (1992)、根来・後藤 (2005)、坂本・藤村 (2008)、山口 (2011)、加藤 (2011) を参照した。

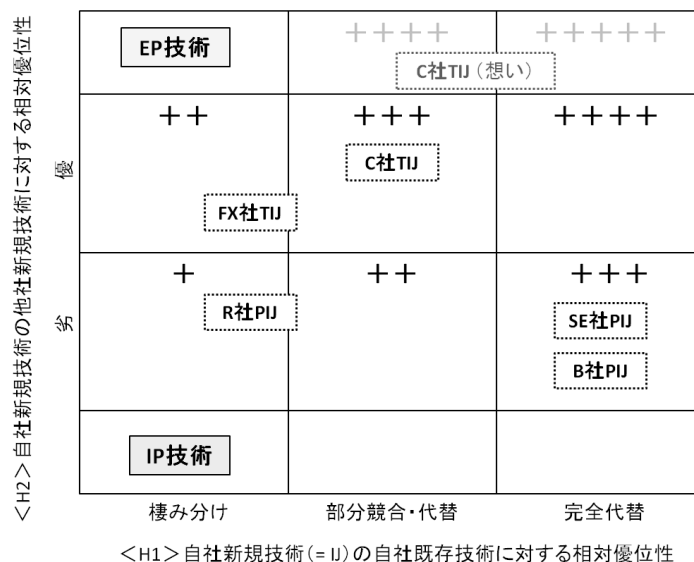


図 A-3 R&D 合理性の仮説基準に基づく 5 社の R&D 資源動員（1990 年）見積もり

前述の如く主対象は、研究・技術開発から製品開発への移行段階とする。理由は、それ以前は研究所内の価値判断で済むが、製品開発 Go/NG 以降の段階は、経済合理性に替る説得力ある事前の合理性提示が必要と考えられるからである。したがって図 A-2,-3 での相対優位性を予測する時間軸は、1~3 年後の予測が主で 5~10 年後の展開予測が副となる。

また図 A-3 のポジショニングは、1990 年当時の見積もりであり「TIJ が PIJ よりも優位」で実施している¹¹⁸。1990 年当時、TIJ を電子写真の次の記録技術と位置付け、シリアル・プリンタだけでなくライン・プリンタや TIJ 複写機を製品化していた C 社のポジションを機械的に配置すると、<H1> 軸は自社の既存事業ある EP 技術を「部分競合・代替」、<H2> 軸は他社の新規技術 PIJ より TIJ が優位で「優」となり、R&D 資源動員の推測値=3+となる。次いで、IJ 技術で市場代替が予測されていた IP 技術を既存事業としていた SE 社と B 社は、<H1> 軸が「完全代替」、<H2> 軸は自社の技術選択が PIJ であったため「劣」となり R&D 資源動員の推測値=3+。EP 技術が既存事業であり、新規技術として TIJ を選択した FX 社の当時の<H1> 軸のポジションは不明なため当時の日米画像学会の代表的な技術アセス結果（表 6-1 参照）に基づき「棲み分け（～部分競合・代

¹¹⁸ HP 社が DeskJet を発売、ヒットさせた以降で SE 社の新 PIJ ヘッドが登場する以前の 1990 年前後は、ヘッドが安価で高密度・高解像度化と多ノズル化が容易な TIJ が PIJ よりも技術的に優位と評価されていた。また PC プリンタとして DeskJet がヒットしたことにより、(TIJ の) 類似市場用途に関しては「経済合理性」も議論可能になりつつあった。

替)」とした¹¹⁹。〈H2〉軸は TIJ 選択により「優」と配置，R&D 資源動員の推測値≒2+と見積もった。同じく EP 技術を既存事業・技術とするが，新規技術としては PIJ を選択した R 社は FX 社同様の推測に基づき，〈H1〉軸を「棲み分け（～部分競合・代替）」に，〈H2〉軸を「劣」と配置し，R&D 資源動員の推測値≒1+と見積もった。現実の 1990 年前後の資源動員とギャップが大きい部分に注目すると，ひとつは C 社の過小評価，もうひとつは B 社の過大評価であろう。元祖 TIJ の自負と TIJ の将来発展性への想いを勘案して（8 章で述べたように，C 社は新規製品開発戦略のレベルではなく新規事業構想・開発戦略のレベルであったと考えられるので，本来はこのテンプレートの外とするべきかもしれない）C 社ポジションを補正すると，青字の如く約 4.5+と現実の資源動員実態に近づく。

B 社は，TP 技術（感熱記録）を優先して IJ の R&D 開始が他社よりも約 10 年遅かった（1986 年）ことがギャップの原因と見てよいであろう。

各社の R&D 資源動員は一部の特別な理由（合理的であるとは限らない）がある場合を除いて，各時点での「R&D 合理性の仮説基準：〈H1〉，〈H2〉」である程度説明可能と考えられる。

また，「新規製品開発 → 新規事業開発への移行」を主に検討する場合は，〈H1〉軸を〈H3〉軸（自社新規技術の発展性への期待）に置換して同様の検討が可能と考える。

¹¹⁹ 類似業種の C 社の積極的活動の影響を受け，将来の「部分競合・代替」可能性は視野内だったと推測できる。後述の R 社も同じ。

A.3 技術イノベーションを促進する企業 R&D マネジメントの要因：実務的含意

十分な検討・吟味は未了であるが、本研究の考察を通じて「技術イノベーションを促進する企業 R&D マネジメントの要因」に関して以下の実務的に有用と考えられる含意が示唆された：

- より高い目標に向けて研究を継続する R&D マネジメントよりも、早期の製品化や市場探索を重視する R&D マネジメントの方が、新市場が発見された時に素早い反応が可能であり、イノベーション促進に有利な可能性が高い。(C 社, SE 社と後発 3 社の違い)
- 新規技術は多くの市場・用途への展開可能性を有するが、R&D 初期の技術達成レベルで対応可能な領域、ローエンド領域からの市場探索が有利な可能性が高い。(HP 社 vs. C 社)
- 選択技術の弱点をカバーすることに注力し他社の土俵で競争するよりも、選択した技術原理の強みが活用できる自社の土俵で棲み分けを志向する方が有利な可能性が高い。(SE 社)
- 使い捨て型ヘッド・カートリッジに代表される安価・短寿命の技術は消耗品ビジネス・モデルとは別に、製品開発サイクルを短縮しさらに信頼性リスクの高い新規技術 R&D を促進することで技術進化を速める可能性が高い。(HP 社, C 社)
- 新規な着想・発明に伴う自負や熱気は R&D 資源動員を合理的な範囲を越えて正当化する可能性があるが、一方で R&D 知識創造の方向展開を初期から多様化し過ぎるリスクや技術アプローチ選択（初期の着想の影響が反映される）の客観的な妥当性アセスが遅れるリスクもあり得る。(C 社の TIJ の将来性への想い, C 社のサイド・シューター構造選択)
- R&D 資源動員の正当化（新規技術の研究・技術開発→新規製品開発のレベル）のためには、①知識創造が産む新たな価値や効用の説明とともに、②自社の新規技術と自社の既存事業・技術との相互関係や相対優位性、③自社の新規技術と他社の新規技術や代替技術との相対優位性に関してインパクトのあるストーリーを語る事が有効である可能性が高い。

A.4 知識創造のインプット：累積「新参発明者数」

6章 6.5 では「人数×時間」の効果を考慮して、累積発明者数を R&D 知識創造に対するインプット指標としたが、参画者全員をカウントする場合は累積「新参発明者数」が指標となる。後者は、一時的な参画者も長期の中核的な参画者も同列にカウントされるが、インプットの多様性を重視する場合は、指標としての意味があり得る。また、累積「新参発明者数」の推移と発明者数の動的変化の比較は、各組織の新陳代謝や人材流動性、また R&D 技術者数推定の上限示唆、等の観点で研究対象となり得るであろう。図 A-4 と図 A-5 に C 社と SE 社のグラフを示した。

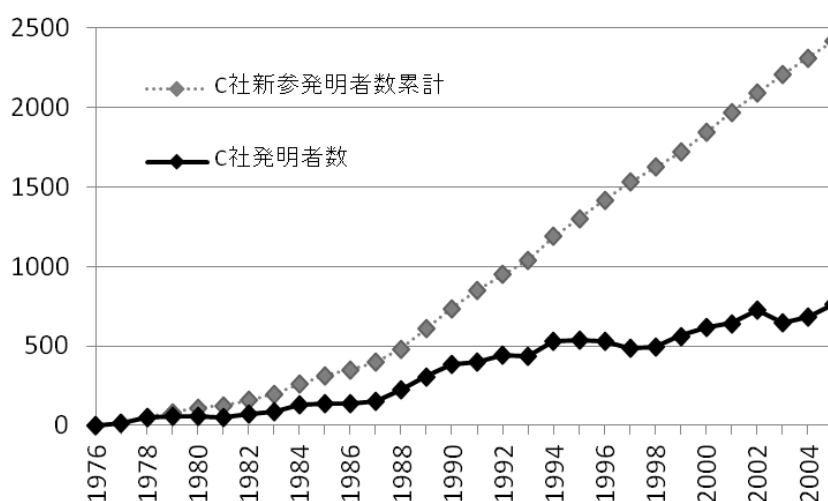


図 A-4 C 社：発明者数の動的変化と累積新参発明者数

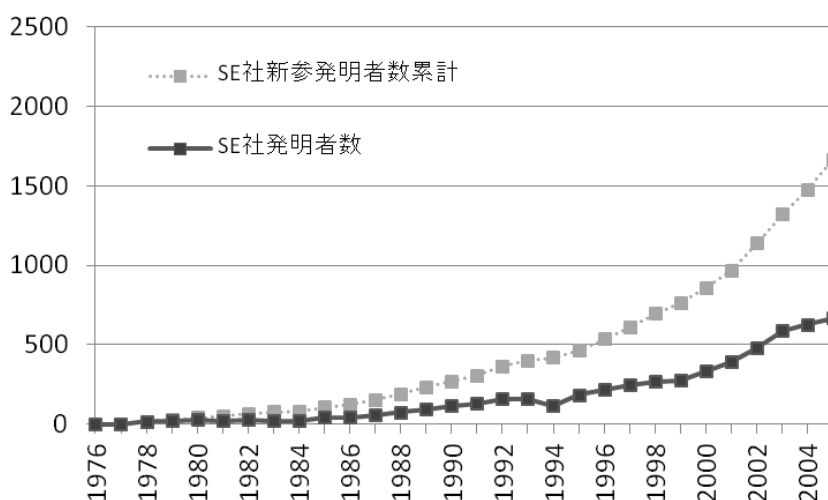


図 A-5 SE 社：発明者数の動的変化と累積新参発明者数

謝辞

本学位論文は、多くの方々のご指導やご協力によって形を成すことができました。ここに記して深く感謝し御礼申し上げます。

長期に渡って本論文の研究指導をいただいた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の藤村修三 教授には、鋭いご指摘と温かいナッジングを主体とする熱意あふれたご指導を賜りました。心から感謝申し上げます。

論文審査員をお引き受けいただきましたイノベーションマネジメント研究科の日高一義 教授、梶川裕矢 准教授、辻本将晴 准教授、理工学研究科の調麻佐志 准教授、そして一橋大学イノベーション研究センターの青島矢一 教授からは、非常に貴重なご指摘とご助言を賜りました。心から御礼申し上げます。

本研究のベースには、私の企業における R&D 実務および R&D マネジメント経験が組み込まれています。その中でも 1988 年 7 月から 2008 年 12 月までの約 20 年間、TIJ および PIJ 技術関連の多数の研究プロジェクトの立ち上げと新規技術確立、新規製品システム群の開発、新たな生産工程の立ち上げ、市場問題フォロー、等で一緒に活動し議論した多くの仲間達に改めて謝意を表します。特に関連特許のデータベース作成にご尽力いただいた渡邊進氏に感謝致します。かつての上司であり京都大学の先輩でもある田中公一氏からは、私の IJ 技術研究への従事と MOT 研究への取り組みの両面に対して契機を与えて頂きました。心から感謝致します。

藤村研究室の皆様からは、ゼミでの発表、質疑を通して幾つかのヒントを含む有益なご意見や情報を教えていただきました。また水野美樹 秘書には各種の手続き、調整、出力で何度もお世話になりました。大変ありがとうございました。

最後に、2010 年に企業を定年退職した後も家庭ではなく学と業を優先した私を、長期間支えてくれた妻の恵と家族に心からの感謝を捧げます。

参考文献

参考文献の基本的な表記方法は、研究・技術計画学会（および高分子学会、日本画像学会）に準じたが、一部は経営学分野の表記に倣い著者名の次に発表年を配置した。表記の順番は下記：

「著者名（発表年），題目，書誌名，巻号，ページ。」

また、参考文献は、以下のように配置した：

- (1) 欧文文献と和文文献を分けて、ともに第1著者の姓のアルファベット順に配置した。
- (2) 最後に、関連企業（対象5社 + HP社）のホームページと社史（対象5社）を挙げた。

- [1] W. J. Abernathy, R. S. Rosenbloom (1968), Parallel and sequential R&D strategies: Application of a simple model, IEEE Transaction on Engineering Management, EM-15(1), 2 – 10.
- [2] R. Adams, J. Bessant and R. Phelps (2006), Innovation management measurement: A Review, International Journal of Management Reviews, 8(1), 21 – 47.
- [3] T. Allen (1970), Communication Networks in R&D Laboratories, R&D Management, 1(1), 14 – 21.
- [4] T. Allen, D. Lee, and M. Tushman (1980), R&D Performance as a Function of Internal Communication, Project Management, and the Nature of the Work, IEEE Transactions on Engineering Management, EM-27(1), 2 – 12.
- [5] T. Allen, M. Tushman, and D. Lee (1979), Technological Transfer as a Function of Position in the Spectrum for Research through Development to Technical Services, Academy of Management Journal, 22(4), 694 – 708.
- [6] K. W. Artz, P. M. Norman, D. E. Hatfield, L. B. Cardinal (2010), A longitudinal study of the impact of R&D, patents, and product innovation on firms performance, J. Product Innovation Management, 27, 725 – 740.
- [7] M. Balconi, S. Breschi, F. Lissoni (2004), Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data, Research Policy, 33(1), 127 – 145.
- [8] M. Balconi, S. Brusoni, L. Orsenigo (2010), In defense of the linear model: An essay, Research Policy, 39, 1 – 13.
- [9] S. J. Bares (1988), Printing on plain paper with a thermal inkjet printer, HP Journal, December 1988, 39 – 44.
- [10] F. P. Boer (1999), The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D, John Wiley & Sons Inc. (宮正義 監訳, 技術価値評価, 日本経済新聞社, 2004.)
- [11] L. M. Branscomb, P. E. Auerswald (2002), Between Invention and Innovation: An Analysis of Funding for Early-Stage Technology Development, NIST GCR 02 – 841.
- [12] S. Breschi, C. Catalini (2010), Tracing links between science and technology: An exploratory analysis of scientists' and inventors' networks, Research Policy, 39, 14 – 26.
- [13] S. L. Brown, & K. Eisenhardt (1995), Product Development: Past Research, Present Findings, and Future Direction, Academy of Management Review, 20(2), 343 – 378.
- [14] R. A. Burgelman (1983a), A model of the interaction of strategic behavior, corporate context, and the concept of strategy, Academy of Management Review, 8(1), 61 – 70.

- [15] R. A. Burgelman (1983b), A process model of internal corporate venturing in the diversified major firm, Administrative Science Quarterly, 28(2), 223 – 244.
- [16] R. A. Burgelman, and L. Sayles (1986), Inside Corporate Innovation, Free Press.
- [17] W. A. Buskirk, D. E. Hackleman, S. T. Hall, P. H. Kanarek, R. N. Low, K. E. Trueba, R. R. Van de Poll (1988), Development of a high-resolution thermal inkjet printhead, HP Journal, October 1988, 55 – 61.
- [18] C. M. Christensen & J. L. Bower (1996), Customer Power, Strategic Investment, and the Failure of Leading Firms, Strategic Management Journal, 17(3), 197.
- [19] C. M. Christensen (1997), The Innovator's Dilemma, Harvard Business School Press.
伊豆原弓 訳, イノベーションのジレンマ, 翔泳社 (2000).
- [20] K. B. Clark, T. Fujimoto (1991), Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry, HBS Press.
- [21] N. Clymer and S. Asaba (2008), A new approach for understanding dominant design: The case of the ink-jet printer, J. Eng. Technol. Manage., 25, 137 – 156.
- [22] R. G. Cooper (1979), The dimensions of industrial new product success and failure, Journal of Marketing, 43(3), 93 – 103.
- [23] R. G. Cooper (1990), Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products, Business Horizons, May-June, 44 - 54.
- [24] R. G. Cooper, S. J. Edgett, E. J. Kleinschmidt (2002), Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-practice Companies Do-I, Research-Technology Management, 45(5), 21 - 27.
- [25] S. S. Das, A. H. Van de Ven (2000), Competing with new product technologies: a process model of strategy, Management Science, 46(10), 1300 – 1316.
- [26] T. Doi and K. Hashimoto (2008), Novel Aqueous Ink Jet Technology Realizing High Image Quality and High Print Speed, Journal of Imaging Science and Technology, 52(6), 060502.
- [27] G. Dosi (1988), Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation, Journal of Economic Literature, XXVI, 1120 – 1171.
- [28] D. Dougherty & C. Hardy (1996), Sustained Product Innovation in Large Mature Organizations: Overcoming Innovation-to-Organization Problems, Academy of Management Journal, 39(5), 1120.
- [29] D. Dougherty & T. Heller (1994), The Illegitimacy of Product Innovation in Established Firms, Organization Science, 5(2), 200.
- [30] B. Durisin, G. Calabretta, & V. Parmeggiani (2010), The Intellectual Structure of Product Innovation Research: A Bibliometric Study of the Journal of Product Innovation Management, 1984 – 2004, Journal of Product Innovation Management, 27, 437 – 451.
- [31] H. Ernst (2001), Patent applications and subsequent changes of performance: evidence from time-series cross-section analyses on the firm level, Research Policy, 30(1), 143 – 157.
- [32] H. Ernst (2003), Patent information for strategic technology management, World Patent Information, 25, 233 – 242.
- [33] H. Ernst, C. Leptien, J. Vitt (2000), Inventors a not alike: The distribution of patenting output among industrial R&D personnel, IEEE Transactions on Engineering Management, 47(2), 184 – 199.
- [34] L. Fleming (2002), Finding the Organizational Sources of Technological Breakthroughs: The Story of Hewlett-Packard's Thermal Ink-jet, Industrial and Corporate Change, 11(5), 1059.
- [35] C. Freeman, L. Soete (2009), Developing Science, Technology and Innovation Indicators: What We Can Learn from the Past, Research Policy, 38, 583 – 589.
- [36] J. Gaynor (2002), Predicted and Unpredicted Changes in Non-Impact Printing: 1981-2001, Journal of Imaging Science and Technology, 46(4), 292.

- [37] P. Giuri, M. Mariani (2005), Everything you always wanted to know about inventors (but never asked): Evidence from the PatVal-EU Survey, LEM Working Paper 2005/20.
- [38] A. Griffin, J. R. Hauser (1996), Integrating R&D and Marketing: A review and analysis of the literature, Journal of Product Innovation Management, 13, 191 – 215.
- [39] Z. Griliches (1990), Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, Journal of Economic Literature, XXVIII, 1661.
- [40] Z. Griliches (1998), R&D and Productivity: The Econometric Evidence, University of Chicago Press.
- [41] J. Hagedoorn, M. Cloudt (2003), Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators? , Research Policy, 32, 1365 – 1372.
- [42] D. L. Hammond (1984), Coping with prior invention, HP Journal, March 1984.
- [43] K. Hashimoto, S. Fujimura (2011), Dynamic Interactions between Knowledge Creation and Resource Mobilization in R&D Management: A Case of the Inkjet Innovation in Japan, Proceeding of the 2001 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management in Singapore (December 6 – 9, 2011), 1063 – 1067.
- [44] M. Iansiti (1995), Technology integration: Managing technological evolution in a complex environment, Research Policy, 24(4), 521 – 542.
- [45] T. Ijichi, T. Yoda, R. Hirasawa (1993), Mapping R&D Network Dynamics: Analysis of the development of co-author and co-inventor relations, 研究 技術 計画, 8(3/4), 263 – 275.
- [46] K. Imai, I. Nonaka, H. Takeuchi (1985), Managing the New Product Development Process: How the Japanese Companies Learn and Unlearn, in “The Uneasy Alliance,” edited by K. B. Clark, et al., HBS Press.
- [47] A. Jaffe (1986), Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firm’s patents, profits and market value, American Economic Review, 76(5), 984 - 1001.
- [48] S. J. Klein (1985), Innovation is not a linear process, Research Management, 28(4), 36 – 45.
- [49] A. Kleinknecht, K. Montfort, and E. Brouwer (2002), The non-trivial choice between innovation indicators, Economics of Innovation and New Technology, 11(2), 109 – 121.
- [50] M. Kondo (1995), Dynamic Analyses on the Relation between R&D and Patent Applications in Japan, 研究 技術 計画, 10(3/4), 193.
- [51] M. Kondo (1999), R&D Dynamics of Creating Patents in the Japanese Industry, Research Policy, 28, 587.
- [52] V. Krishnan, K. T. Ulrich (2001), Product Development Decisions: A Review of the Literature, Management Science, 47(1), 1 – 21.
- [53] K. Kusunoki (1997), Incapability of technological capability: A case study on product innovation in the Japanese facsimile machine industry, Journal of Product Innovation Management, 14(5), 368 – 382.
- [54] H. P. Le (1998), Progress and trends in ink-jet printing technology, Journal of Imaging Science and Technology, 42(1), 49 – 62.
- [55] D. Leonard-Barton (1992), Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development, Strategic management journal, 13, 111 – 125.
- [56] M. H. Meyer, J. M. Utterback (1993), The product family and the dynamics of core capability, Sloan Management Review, 34(3), 29 – 47.
- [57] K. Motohashi (2005), University – industry collaboration in Japan: the role of new technology – based firms in transforming the national innovation system, Research Policy, 34(5), 583 – 594.
- [58] S. Nagaoka (2007), Assessing the R&D management of a firm in terms of speed and science linkage: evidence from the US patents, Journal of Economics & Management Strategy, 16(1), 129 – 156.

- [59] A. Nair, D. Ahlstrom (2003), Delayed creative destruction and the coexistence of technologies, Journal of Engineering and Technology Management, 20, 345 – 365.
- [60] T. Noda (1996), J. L. Bower, Strategy making as iterated processes of resource allocation, Strategic Management Journal, 17(S1), 159 – 192.
- [61] I. Nonaka (1994), A dynamic theory of organizational knowledge creation, Organization Science, 5(1), 14.
- [62] D. Packard (1995, 2005), The HP Way, HarperCollins Publishers. (依田卓美 訳, HP ウエイ 増補版, 海と月社 (2011).)
- [63] A. L. Page & G. R. Schirr (2008), Growth and Development of a Body of Knowledge: 16 Years of New Product Development Research, 1989 – 2004, Journal of Product Innovation Management, 25, 233 – 248.
- [64] J. Pfeffer, G. Salancik (1978), The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective, reissued on its 25th anniversary, 2003, Stanford University Press.
- [65] J. D. Rhodes (1988), Managing the development of the HP DeskJet printer, HP Journal, October 1988, 51 -54.
- [66] R. Rothwell, C. Freeman, A. Horisey, V. T. P. Jervis, A. B. Robertson, J. Townsend (1974), SAPPHO updated – project SAPPHO phase II, Research Policy, 3(3), 258 – 291.
- [67] K. Sakakibara, Y. Matsumoto (2006), Designing the Product Architecture for High Appropriability: The Case of Canon, in Management of Technology and Innovation in Japan, C. Herstatt et al, Ed., Springer, pp.3 – 27.
- [68] R. L. Schmidt, J. R. Freeland (1992), Recent progress in modeling R&D project-selection processes, IEEE Transactions on Engineering Management, 39(2), 189 – 201.
- [69] S. A. Shane, & K. T. Ulrich (2004), Technological Innovation, Product Development, and Entrepreneurship in Management Science, Management Science, 50(2), 133 – 144.
- [70] J. Suzuki, F. Kodama (2004), Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies of large Japanese firms, Research Policy, 33, 531 – 549.
- [71] H. Takeuchi, I. Nonaka (1986), The New New Product Development Game, Harvard Business Review, 64, 137 – 146.
- [72] D. J. Teece, G. Pisano, A. Shuen (1997), Dynamic capability and strategic management, Strategic Management Journal, 18(7), 509 – 533.
- [73] Y. Tsuji (2001), Product development in the Japanese and US printer industries, Technovation, 21, 325 – 332.
- [74] Y. Tsuji (2002), Organizational behavior in the R&D process based on patent analysis: Strategic R&D management in a Japanese electronics firm, Technovation, 22(7), 417 – 425.
- [75] M. L. Tushman (2004), From engineering management/R&D management, to the management of innovation, to exploiting and exploring over value nets: 50 years of research initiated by the IEEE – TEM, IEEE Transactions on Engineering Management, 51(4), 409 – 411.
- [76] K. T. Ulrich (1995), The role of product architecture in the manufacturing firm, Research Policy, 24, 419 – 440.
- [77] D. R. Watson, H. E. Mostafa (1993), High-quality color inkjet office printers, HP Journal, December 1993, 6 – 8.
- [78] 青島矢一 (1997), 新製品開発研究の視点, ビジネスレビュー, 45(1), 161 – 179.
- [79] 青島矢一・北村真琴 (2008), セイコーエプソン株式会社 高精細インクジェット・プリンタの開発, 一橋大学 21 世紀 COE プログラム「知識・企業・イノベーションのダイナミクス」大河内賞ケース研究プロジェクト CASE#08-03.
- [80] 青島矢一・延岡健太郎 (1997), プロジェクト知識のマネジメント, 組織科学, 31(1), 21 – 36.
- [81] 青柳一弘 (2000), セイコーエプソン 知られざる全貌, 日刊工業新聞社.
- [82] 荒井寿光 (2011), 世界特許への道, <http://www.motjp.com/patent/michi01.html>

- [83] 浅羽茂(2001), プロセスとしての競争研究に向けて, 組織科学, 34(4), 15 – 25.
- [84] キヤノン (株), 有価証券報告書総覧(各年版), 大蔵省印刷局; 2001 年以降は, <http://web.canon.jp/ir/vuuhou/index.html>
- [85] キヤノン株式会社 (1987), キヤノン史: 技術と製品の 50 年.
- [86] 中馬宏之・橋本哲一(2007), ムーアの法則がもたらす複雑性と組織限界: DRAM ビジネス盛衰の現代的意義, 一橋ビジネスレビュー, SPR, 22.
- [87] ニール・クライマー・浅羽茂 (2005), 技術開発における集中とバランス: インクジェット・プリンター産業の特許データの実証分析, 一橋ビジネスレビュー, SPR, 194.
- [88] (社) 電子情報技術産業協会(JEITA), コンピュータおよび関連装置出荷統計, <http://it.jeita.or.jp/statistics/index.html>
- [89] 電子情報技術産業協会 編 (2001), モノ造りの足跡: IT 社会を支える情報端末誕生秘話, 日本工業出版.
- [90] 遠藤一郎 (1993), バブルジェットプリンター技術に伴うセレンディピティ事例, 技術と経済, 1993.6, 16.
- [91] 遠藤一郎 (1994), バブルジェット発明の頃, 電子写真学会誌, 33(3), 246.
- [92] 藤井雅彦・竹本清彦・大倉浩和・岡田真一・江口裕俊・高田雅之・中島一浩・竹内寛 (2012), インクジェット技術, 日本画像学会誌, 51(2), 148 – 164.
- [93] 藤村修三 (2002), 研究開発における知識創造力, 一橋ビジネスレビュー, AUT, 46 – 58.
- [94] 藤原雅俊 (2002), セイコーエプソン: プリンター事業の技術戦略, 一橋ビジネスレビュー, AUT, 148.
- [95] 藤原雅俊 (2009), 産業間相互作用を通じた技術蓄積メカニズム, 組織科学, 43(2), 84 – 96.
- [96] 玄場公規・児玉文雄 (1999), わが国製造業の多角化と収益性の定量分析, 研究 技術 計画, 14(3), 179 – 189.
- [97] 玄場公規・玉田俊平太・児玉文雄 (2005), 科学依拠型産業の分析, RIETI Discussion Paper #05-J-009.
- [98] 後藤晃 (1998), 技術の経済分析: 展望, 研究 技術 計画, 13(3/4), 121 – 126.
- [99] 後藤晃・玄場公規・鈴木潤・玉田俊平太 (2006), 重要特許の判別指標, RIETI Discussion Paper #06-J-018.
- [100] 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, 組織科学, 32(2), 78 – 96.
- [101] 橋本健 (2008), 高速・高画質を実現する新規水性インクジェット記録材料システム, JBMIA 2007 年度 ビジネス機器関連調査報告書 第 3 章 III-3 注目技術の解説 (5) .
- [102] 橋本健 (2010), 公開特許発明者数分析をベースにした企業 R&D マネジメントに関する考察, 2010 年度 組織学会 50 周年記念発表大会 報告要旨集, pp. 41 – 44 (2010. 6. 5 – 6, 東京, 中央大学).
- [103] 橋本健, 藤村修三 (2010), 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 回年次学術大会講演要旨集 (CD), 104 – 107. (2010. 10. 9 – 10, 東京, 亜細亜大学).
- [104] 橋本健, 藤村修三 (2012), 発明者数の動的変化: 企業 R&D マネジメントの新たな定量指標, 研究 技術 計画, 27(1/2), 57 – 72.
- [105] 林広子 (2006), インクジェットプリンター用インクの高性能化と色材技術, 日本画像学会誌, 45(5), 444 – 450.
- [106] 堀家正紀, 山中正徳, 及川達彦, 西岡伸一郎, 太田善久 (1998), クラス最速ネットワークインクジェットプリンター, RICOH Technical Report, No.24, 151 – 155.
- [107] 飯野由里江・廣川佐千男 (2009), 化粧品企業における研究開発体制の変化解析, 日本知財学会 第 7 回年次学術研究発表会, 講演要旨 CD, 117.
- [108] 井上寛康, 相馬亙, 玉田俊平太 (2007), 特許ネットワーク分析に基づく産業クラスターに対する提言, 技術革新型企業創生プロジェクト Discussion Paper Series #07-11.

- [109] 乾利治 (1995), インクジェットにおける高画質化技術, 電子写真学会誌, 34(4), 359 – 364.
- [110] 犬塚篤 (2009), 特許発明者に着目した NIH 症候群の再解釈, 日本経営学会誌, 24, 54 – 65.
- [111] 伊藤宗彦 (2008), 製品差別化競争の考察: インクジェット・プリンタ産業における製品開発戦略の分析, 日本経営学会誌, 22, 15 – 26.
- [112] 岩井正和 (1997), 独創するキヤノン: バブルジェットプリンタ開発の軌跡, ダイヤモンド社.
- [113] 角谷繁明 (2002), インクジェットプリンタの高画質化技術: フォト画質への挑戦, 映像情報メディア学会誌, 56(11), 1731 – 1735.
- [114] 角谷繁明 (2009), インクジェット技術によるフォト出力, 日本画像学会誌, 48(6), 485 – 493.
- [115] 金子直哉 (2005), 発明者数を指標とする地域の研究開発動向の比較分析, 研究・技術計画学会 第 20 回年次学術大会講演要旨集 II, 944.
- [116] 軽部大 (1997), 日米半導体産業における制度と企業戦略: 資源投入の 2 極分化の可能性について, 組織科学, 31(1), 85.
- [117] 軽部大・武石彰・青島矢一 (2007), 資源動員の正当化プロセスとしてのイノベーション: その予備的考察, 一橋大学イノベーション研究センター Working Paper #07-05.
- [118] 片山正人 (1993), キヤノン・カラーステーション PIXEL JET, 電子写真学会誌, 32(2), 148 – 153.
- [119] 加藤俊彦 (2003), 日本企業の製品・技術戦略: 80 年代の理論的展開と 90 年代の変容, 研究 技術 計画, 18(3/4), 96 – 106.
- [120] 加藤俊彦 (2011), 技術システムの構造と革新: 方法論的視座に基づく経営学の探究, 第 9 章, 305 – 358, 白桃書房.
- [121] 木村登志男 (2009), セイコーエプソンと私: 幸運な 41 年間の軌跡, 法政大学イノベーション・マネジメント研究センター Working Paper Series No.70.
- [122] 小坂橋規文・田鹿博司 (1994), バブルジェット記録方式における画質制御技術, 電子写真学会誌, 33(2), 177 – 184.
- [123] 小金平修一 (2004), 光沢に優れる顔料インクジェットインク (PX-G インク) の開発, 日本画像学会誌, 43(6), 494 – 501.
- [124] 児玉文雄 (1991), ハイテク技術のパラダイム: マクロ技術学の体系, 中央公論社.
- [125] 児玉文雄・小平和一郎・岡田亜衣子 (2009), 戦略転換の可視化の試み: 日米比較, 研究 技術 計画, 24(1), 6 – 15.
- [126] 小宮義則 (2004), 企業はノルマ的な出願に走り, 大学は特許に無関心: 産業競争力を強化する知財政策 (12), <http://chizai.nikkeibp.co.jp/chizai/gov/komiya20040407.html>
- [127] 小藤治彦 (1987), インクジェットプリンタの開発物語, 日本機械学会誌, 90(824), 880 – 884.
- [128] 楠木建 (1992), 製品トラジェクトリーの連続性: イノベーション戦略の新しい分析枠組み, ビジネスレビュー, 39(2), 63 – 81.
- [129] 桑島健一 (2002), 新製品開発研究の変遷, 赤門マネジメント・レビュー, 1(6), 463 – 496.
- [130] 蒔田剛・杵間丈輝 (2002), 視覚特性を考慮した高画質インクジェットプリンタの最適化画像, 日本画像学会誌, 41(4), 358 – 367.
- [131] 松田弘人 (2006), バブルジェットプリンタの開発, 日本機械工業連合会, 研究産業協会, 平成 17 年度産業技術の集大成・体系化を行うことによるイノベーション創出の環境整備に関する調査研究報告書: 我が国の産業技術革新を推進した先人と技術に関する調査編, 276-314.
- [132] 松本陽一 (2011), イノベーションの資源動員と技術進化: カネカの太陽電池事業の事例, 組織科学, 44(3), 70 – 86.
- [133] 宮崎正也 (2001), 内容分析の企業行動研究への応用, 組織科学, 35(2), 114 – 130.
- [134] 宮崎正也 (2002), インクジェット・プリンタ業界の発展過程 1977-1997 : キヤノンとセイコーエプソンの 20 年, 赤門マネジメント・レビュー, 1(2), 159.
- [135] 宮崎正也 (2005), 製品ライフサイクルと変動する製品コンセプト: コンセプト形成時の着目点をさぐる, 経済科学, 53(3), 19 – 30.

- [136] 文部科学省科学技術政策研究所 (2007), イノベーションの測定に向けた基礎的調査報告書, NISTEP REPORT No.13.
- [137] 元橋一之・船越誠・藤平章 (2005), 競争, イノベーション, 生産性に関する定量分析, 競争政策研究センター共同研究報告書 CR 02-05.
- [138] 村上路一 (1999), 危機意識から生まれたイノベーション・マネジメント, Works, No.37, 1999.12 - 2000.1, 10 - 13.
- [139] 長岡貞男(2004), 日本企業における研究開発の質と企業価値: 特許の被引用度及びサイエンス・リンケージによる分析, 技術革新型企業創生プロジェクト Discussion Paper Series #04-06.
- [140] 長岡貞男 (2010), 日米のイノベーション過程: 日米発明者サーベイからの知見, RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-013.
- [141] 永田晃也 (1998), 政府研究開発投資の経済効果: マクロ経済モデルによる計測, 研究 技術 計画, 13(3/4), 127 - 135.
- [142] 中島一浩・松田弘人 談話 (2002), 「写真画質」インクジェットプリンターBJF850, 日経PC21, 2002年9月, 178 - 182.
- [143] 中島一浩 (2004), インクジェット技術最新動向 2004, 日本画像学会誌, 43(6), 473 - 479.
- [144] 根来龍之・後藤克彦(2005), 代替品をめぐる戦略: 新技術による攻撃とそれに対する防衛, 組織科学, 39(2), 40 - 51.
- [145] 日本画像学会 (編集), 藤井雅彦 (監修) (2008), シリーズ「デジタルプリンタ技術」: インクジェット, 東京電機大学出版局.
- [146] 西村淳一・王亭亭・長岡貞男 (2009), 発明者からみた日本の研究開発の課題: 発明者サーベイ自由記述調査から, RIETI Discussion Paper Series 09-J-031.
- [147] 西村淳一・岡田羊祐 (2009), バイオ・クラスターにおける産学官連携: 特許データに基づく政策評価, 研究 技術 計画, 24(4), 383 - 399.
- [148] 野中郁次郎 (1997), イノベーション研究への知識創造理論の貢献と課題, ビジネスレビュー, 45(1), 29 - 35.
- [149] 沼上幹・浅羽茂・新宅純二郎・網倉久永 (1992), 対話としての競争: 電卓産業における競争行動の再解釈, 組織科学, 26(2), 64 - 79.
- [150] 太田徳也 (1993), バブルジェットカラー記録の現状と将来, 紙パ技協誌, 47(10), 1201 - 1206.
- [151] 太田善久, 亀井稔人, 永井希世文, 水木正孝 (2004), GELJET プリンタ IPSiO G707 / G505, 日本画像学会誌, 43(6), 480 - 487.
- [152] 大塚尚次 (1995), バブルジェット記録方式における省エネルギー化と高速化, 電子写真学会誌, 34(3), 221 - 225.
- [153] 大渡章夫 談話 (2000), 開発ストーリー: Colorio PM-700C の開発 第4回, 日経エレクトロニクス, 2000.3.27, No.766, 181.
- [154] 斎藤孝一, 藤井雅彦, 由井俊毅 (2003), 高速印字対応 Inkjet 技術, JBMIA 2002 年度 事務機器関連調査報告書 第3章 III-3 注目技術の解説 (7) .
- [155] 齋藤富士郎(2003), 研究開発フロー&ストック・ダイアグラムに基づいたエレクトロニクス企業における開発過程の研究, 研究 技術 計画, 18(1/2), 75 - 90.
- [156] 酒井真理 (2001), ピエゾ方式インクジェットヘッドのインク滴微小化技術, 日本画像学会誌, 40(1), 48 - 55.
- [157] 酒井真理 (2002), ピエゾ方式インクジェットプリンタの技術動向, 日本画像学会誌, 41(2), 167 - 173.
- [158] 榊原清則(2005), 寿命の長さとそのビジネス上の意味, 技術革新型企業創生プロジェクト Discussion Paper Series #05-01.
- [159] 榊原清則・松本陽一 (2004), イノベーションの専有可能性: キヤノンの事例, 技術革新型企業創生プロジェクト Discussion Paper Series #04-05.
- [160] 榊原清則・辻本将晴 (2003), 日本企業の研究開発の効率性はなぜ低下したのか, ESRI Discussion Paper Series No.47.
- [161] 坂本雅明・藤村修三 (2008), セットメーカーにおけるデバイス事業のイノベーションに関する一考察: デジタル機器産業における二次電池, ディスプレイ事業の事例研究を通じて, 経営情報学会誌, 17(2), 1 - 20.

- [162] 櫻井良樹・藤村修三 (2008), イノベーションを創造する人と組織:「シャープ技報」から分析した同社のイノベーションシステム, 組織科学, 42(1), 15 - 25.
- [163] 佐藤治・藤村修三 (2010), 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, 9(10), 693 - 740.
- [164] セイコーエプソン株式会社 (2001), 年表で読むセイコーエプソン[1881~2000年].
- [165] 新宅純二郎 (1986), 技術革新にもとづく競争戦略の展開, DHB(ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス), June - July, 81 - 93.
- [166] 菅田正夫 (2009), 企業活動における知財マネジメントの重要性: クローズドとオープン観点から (研究会報告 コンピュータ産業研究会 2009年12月9日), 赤門マネジメント・レビュー, 9(6), 405 - 435.
- [167] 鈴木章雄 (1989), キヤノン・カラーバブルジェットコピー CBC-1, 電子写真学会誌, 28(4), 444 - 449.
- [168] 鈴木弘治 (1990), ハードコピー機器記録方式の技術動向, 電子写真学会誌, 29(1), 48 - 54.
- [169] 鈴木潤(2002), 研究開発におけるインプット/アウトプットの分析: 我が国の民間企業における研究開発費支出と特許出願の先行関係, 研究 技術 計画, 17(3/4), 151.
- [170] 鈴木潤・後藤晃 (2007), 日本の特許データを用いたイノベーション研究について, 日本知財学会誌, 3(3), 17 - 30.
- [171] 武石彰・青島矢一・軽部大(2008), イノベーションの理由: 大河内賞受賞事例にみる革新への資源動員の正当化, 組織科学, 42(1), 4.
- [172] 武石彰・青島矢一 (2007), 部分としての製品: 製造業におけるアーキテクチャの革新, 組織科学, 40(4), 29 - 39.
- [173] 竹村正明 (2001), 現代的な製品開発論の展開, 組織科学, 35(2), 4 - 15.
- [174] 特許庁 (2006), 特許検索ガイドブック: インクジェット記録方法及びその記録媒体 (平成18年2月).
- [175] 特許電子図書館(IPDL), パテントマップガイダンス>FI 照会, <http://www5.ipdl.inpit.go.jp/pmgs1/pmgs1/pmgs>
- [176] 富田徹男・渡辺千仞・豊田正雄・泉邦明 (1999), 特許データによる技術経済分析の有効性と限界に関する実証的考察: 計量経済分析と特許データ分析の相互補完フレームの追求, 研究・技術計画学会 年次学術大会講演要旨集 14: 435 - 440.
- [177] 辻本将晴 (2005), 研究開発プロジェクトの評価と選択における組織能力: 日本の電気機器産業におけるライン参加による評価と全社的研究所のマネジメントの重要性, イノベーション・マネジメント, 2, 1-23.
- [178] 辻洋一郎 (2000), エレクトロニクス製品開発における特許取得行動, 組織科学, 43(3), 6.
- [179] 碓井稔 (1994), インクジェット記録の高画質化と高速化, 紙バ技協誌, 48(7), 891 - 898.
- [180] 碓井稔 (1995), 5-4 インクジェット方式: 高画質化と高速化への課題, テレビジョン学会誌, 49(7), 853 - 856.
- [181] 若杉隆平, 谷地正人, 和田義和, 小谷田文彦 (1995), 研究開発, イノベーションと規模の経済: 一つの謎, 通産研究レビュー, 通産産業研究所, 1995年11月.
- [182] 渡辺千仞・宮崎久美子, 勝本雅和 (1998), 技術経済論, 日科技連出版社.
- [183] 渡辺千仞 (編) (2001), 技術革新の計量分析: 研究開発の生産性・収益性の分析と評価, 日科技連出版社.
- [184] 渡邊進・橋本健 (2009), 特許分析を利用した新規技術に係る製品化行動のキャラクタライズ, 日本知財学会 第7回年次学術研究発表会要旨集 CD, 2J3.
- [185] 山口裕之(2011), 製品市場における技術間競争パターンと企業行動, 2011年度 組織学会研究発表大会 報告要旨集, 213 - 216.
- [186] 山口裕之 (2007), 技術転換期における「迅速な技術移行の罫」, 組織科学, 40(4), 76 - 86.
- [187] 矢野経済研究所, 日本マーケットシェア事典 (1986年版~2010年版).
- [188] 矢野健太郎 (1998), インクジェット記録における色再現の理想と現実, 日本画像学会誌, 37(4), 566 - 572.

- [189] 安本雅則・藤本隆宏(2003), 製品開発マネジメント論と日本企業：研究の動向と展望, 研究 技術 計画, 18(3/4), 149 – 164.
- [190] 米窪周二 (1995), カラーインクジェットプリンター：積層ピエゾ方式, 電子写真学会誌, 34(3), 226 – 228.
- [191] 米山茂美(1996), 持続的競争優位の源泉としての変革能力：キヤノンにおけるプリンタ技術開発の事例分析, 西南学院大学商学論集, 43(1), 105 – 168.

関連企業のホームページ

- ・ キヤノン, <http://canon.jp/>
- ・ セイコーエプソン, <http://www.epson.jp/>
- ・ リコー, <http://www.ricoh.co.jp/>
- ・ 富士ゼロックス, <http://www.fujixerox.co.jp/>
- ・ ブラザー工業, <http://www.brother.co.jp/>
- ・ HP, http://welcome.hp.com/country/us/en/cs/home_c.html

対象 5 社の社史

- ・ キヤノン (1987), 「キヤノン史：技術と製品の 50 年」
 - キヤノン (1992), 「キヤノン史年表：1988 年 – 1991 年」
 - キヤノン (1997), 「キヤノン史年表：1992 年 – 1996 年」
- ・ セイコーエプソン (2001), 「年表で読むセイコーエプソン：1881～2000 年」
- ・ リコー (1996), 「IPS への道：リコーの 60 年技術史」
- ・ 富士ゼロックス (1994), 「富士ゼロックスの歴史：1962～1992」
- ・ ブラザー工業 (2009), 「ブラザーの「一世紀」とともに歩んだ 100 年の軌跡」