

Title	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
Author(s)	橋本， 健； 藤村， 修三
Citation	年次学術大会講演要旨集， 25： 104-107
Issue Date	2010-10-09
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/9254
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載す るものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

1 D 1 1

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

○橋本 健, 藤村修三 (東京工業大学大学院)

1. はじめに

本研究はインクジェット・プリンタの市場創出過程を対象として、イノベーション成功確率を向上する企業 R&D マネジメントを、主に技術選択と資源動員の観点から分析することを目的とした。

インクジェット (IJ と略記) を対象とした理由は、本技術が 1980 年代後半から複数の日本企業を有力プレイヤーとして立ち上がった代表的イノベーション事例だからである。1980 年代はインパクト・プリンタ (IP と略記) 全盛期であり、次代のノン・インパクト・プリンタ (NIP と略記) としても当初は、感熱記録 (TP) や複写機で採用されていた電子写真技術 (EP) が IJ 技術よりも有力視されていた。しかしながら、今や世界の IJ プリンタ市場は約 9000 万台/年 (国内≒600 万台/年) と全プリンタ販売数量の 7 割を占め、金額では EP プリンタに負けるが、約 ¥1 兆 3400 億 (日本≒¥1300 億) と全プリンタの 1/4 を占めている [1a]。この中で日本企業は、キヤノン (C 社と略記) とセイコーエプソン (SE 社) が其々世界シェア 20% 前後を有し、米国 HP 社に次いで 2 位、3 位を争い、ブラザー工業 (B 社) が米国レックスマーク社と共にシェア 5% 前後で 4 位、5 位を争っている [1b]。

企業の R&D マネジメントを単純表記すると「どんな出口 (市場) を想定し、どの技術領域 (知識創造と技術選択) に、いっどの程度リソースを投入するか (資源動員)」となる。武石・青島・軽部 (2008) は、大河内賞受賞技術 18 件の調査から、不確実状況下で資源動員を決めた理由は経済合理性等の客観的・普遍的理由ではなく主観的・局所的理由としたが [2]、IJ の場合はどうであろうか。IJ プリンタは PC の補完製品と位置付けられるため R&D の出口はイメージしやすかったと推測し得るが、IP 技術から NIP 技術への移行に際して NIP 候補技術は多数あり、技術選択は容易ではなかっただろう。技術間競争や棲み分けがどう進行するか事前には不明な中で、関連企業は次代技術をどう選択、資源動員したのか。2 強 (C 社, SE 社) による国内寡占の端緒ともいえる米国 HP 社のサーマル方式 IJ プリンタ DeskJet¹ の発売に対する関連国内企業 5 社の反応、R&D マネジメント差の要因を整理し、分析・考察を試みた。

2. 先行研究の概要と本研究の特徴

IJ プリンタの技術開発や市場創出を扱った先行研究は幾つかあるが、大半は国内 2 強企業である C 社および/もしくは SE 社が IJ 技術を選択した後の開発活動の記述や製品仕様レベルの技術と市場戦略の関連、2 社間の競争の分析が主体となっている [3a,b,c,d,e,f]。主に市場からの視点で製品開発近傍の R&D 活動を分析している、といってよい。一方、本研究は C 社, SE 社だけでなく後発の国内 3 社も含めて、各社の NIP 技術選択と資源動員状況を比較分析し、研究から製品開発までの R&D 視点で 5 社のマネジメント差の要因は何か、成功確率を高めるマネジメント要因は何か、を追究している。

本研究のもうひとつの特徴は公開特許発明者数の動的変化を R&D 資源動員の代用指標とした点である。R&D と特許に関連した先行研究動向は、Griliches(1990), Hagedoorn and Cloodt(2003), 鈴木・後藤 (2007) に詳しいが [4,5,6]、従来、特許情報は専ら R&D のアウトプット指標として用いられ、出願件数、技術内容、引用分析が多い。本研究は、発明者数分析によって特許情報を R&D のインプット指標に転換するという提案を展開し [7]、各社の R&D マネジメントをキャラクタライズした。

3. 研究方法

調査対象は、米国 HP 社が DeskJet を発売 (1988 年 2 月) した後に、独自のドロップ・オン・デマンド (DOD) 型 IJ 技術に基づいて IJ プリンタを開発した国内 5 社とした。つまりサーマル方式 (TIJ)

¹ レーザー・プリンタ(EP)に近いモノクロ普通紙画質を達成した小型・安価な TIJ プリンタ。初期ドミナント・デザインといえる。

のキヤノン (C 社) と富士ゼロックス (FX 社), ピエゾ方式 (PIJ) のセイコー・エプソン (SE 社) とリコー (R 社), ブラザー工業 (B 社) を選択した. 各社の R&D 資源動員マネジメントを, 公開特許発明者数の動的変化で定量化し, 同時に各年の新参発明者数を補助指標とした[7]. 1980 年代の基盤記録技術・事業に基づき分類すると, 3 社 (C 社, R 社, FX 社) が電子写真 (EP) 複写機企業, 2 社 (SE 社, B 社) がインパクト・プリンタ (IP) 企業となる. また, 本研究の主対象期間は 1980 年代後半から 1990 年代前半だが, 全体像を俯瞰すべく主要データは 1976 年から 2005 年の範囲でカバーした.

1980 年前後から 1990 年代にかけての各種記録技術の動向予測やアセスメント状況は, 日本画像学会 (旧電子写真学会), 米国画像学会 (IS&T) の論文・資料及び業界紙誌を調査, 参照した.

各種記録技術 (IP, NIP 共に) の市場シェア結果の変遷は, 日本マーケットシェア事典 (矢野経済研究所) 及び JEITA 統計, JBMIA 統計, 日経産業新聞データをもとに検討した.

各社の技術選択, 経営状況は, 学会・業界紙誌, 特許と各社の有価証券報告書, 社史[8], 先行事例研究[3]を参照し, J. S. Mill の方法で整理した. 選択した新規技術を自社の市場や競合に対してどう位置付けるかが資源動員に影響すると考え, 武石らの議論や Christensen (1997) も参考にして[2,9], 下記を着目点 (作業仮説) として考察した:

(H1) 既存技術と新規技術の相対優位性 (代替, 棲み分け)

(H2) 自社の新規技術と競合他社の新規技術間の相対優位性 (競争, 棲み分け)

4. 研究結果と考察

4.1 1988 年 2 月発売 DeskJet に対する各社の R&D 資源動員 (発明者数の動的変化)

米国 HP 社の DeskJet はベストセラーとなった小型・安価 (\$ 995) なモノクロ TIJ プリンタである. 解像度 300dpi, 印字速度 2ppm で普通紙にレーザー・プリンタ (EP) 並み画質を実現したといわれ, C 社, SE 社共に従来の R&D 方向を変更し, キー部品である IJ ヘッド構造の革新に注力, C 社は 1990 年に新 TIJ ヘッド (360dpi, インク/ヘッド一体型カートリッジ) を搭載した BJ-10v を発売, SE 社は新小型 PIJ ヘッド (180npi) を搭載した MJ-500 (360dpi) を発売したことが知られている[3a,b].

図 1 に 1976 年から 2005 年までの 5 社の IJ 関連発明者数の推移全般を, 表 1 には DeskJet に対する反応を定量化するため図 1 の 1987 年から 1990 年間の発明者数変化を線形近似した結果を示した. 表 1 には特定期間の新参発明者数も併せて示した. ここから C 社と SE 社の DeskJet 対抗活動は発明者数の動的変化と符合し, 両社, 特に C 社の他 3 社より顕著な反応, 資源動員状況が確認できる.

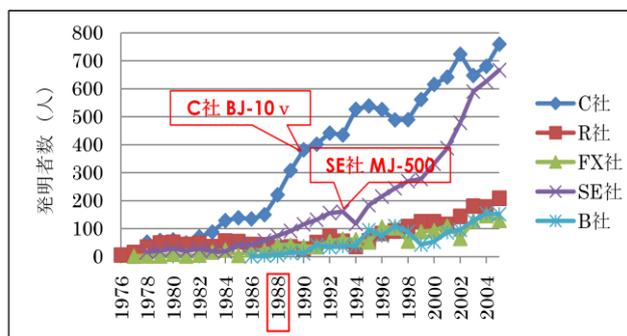


図1 IJ関連公開特許発明者数の経年推移(1976年~2005年)

表1 発明者数変化の線形近似('87年~'90年)

	線形近似('87年~'90年)		補足(新参発明者数)	
	発明者数増(人/年)	決定係数 r^2	'88-'90 新参者合計(人)	'81-'87 新参者合計(人)
C社	78.3	0.999	340	302
R社	-4.5	0.751	30	95
FX社	4.2	0.330	44	60
SE社	19.1	0.992	118	114
B社	3.3	0.691	25	4

4.2 1980 年代の NIP 技術動向・進化予測と結果としての市場動向概観

5 社の技術選択を議論する前に, 当時のプリンタ関連学会・業界が次世代の技術動向をどう予測していたのかを確認しておきたい. 米国画像学会 (IS&T) が NIP 技術の進展に関する第 1 回国際会議を開催したのは 1981 年 6 月である. その場で "Future Directions of Non-Impact Printing Technologies" と題するパネル討論が行われ, NIP 技術の将来動向が予測された. 当時は IP が支配技術であり, 年間設置プリンタの合計 34 万台中 95% が IP, 残りは高速の EP 技術と低コスト・高信頼の TP 技術 (感熱紙を使用する直接型) だった. つまり NIP 技術で先行していたのは, アナログ複写機をルーツとする EP 技術と TP 技術であり, IJ 技術 (当時 80 - 90dpi), 静電記録, 磁気記録, 等の他候補は発展途上であった. こうした背景で各 NIP 技術進化が予測されたが, 20 年後に予測の当否を評価した J. Gaynor (2002) は, 大半の予測は正確だったが, IJ は過小評価されており, 結果的に IJ が予測を超えて進化した主因は

TIJ (含む disposable cartridge) の開発である、と総括している[10]. TIJ の最初の汎用製品は米国 HP 社の ThinkJet (1984 年) と C 社の BJ-80 (1985 年) だが、1980 年代中頃はまだ TP 技術が IJ 技術よりも優勢で、TIJ (もしくは IJ) への評価が変わったのは前述の HP 社/DeskJet (1988 年) 以降であろう。

表 2 には 1980 年代末の国内学会における NIP 技術比較アセス結果を示した[11]. 装置コストは高いが高速・高画質の EP 技術は別格として、低速・小型領域では IJ が低ラン・コスト、TP は高信頼と其々一長一短はあるが、IJ がやや優位となり、序列は (優) IJ (DOD) ≥ TP > IP (劣) の順となった。

図 2 には、1980 年代後半から 1990 年代前半にかけてプリンタ市場が結果的にどう変化したのか、国内企業のプリンタ種別出荷金額の推移を示した。図 2 から国内企業の IJ 出荷金額が TP を上回ったのは 1990 年 (C 社 BJ-10v) 以降であり、同時期に IP (ドット・マトリクス) の減少開始と 1980 年代半ばから急成長した EP の伸びのやや緩慢化が確認できる。また、プリンタと複写機を合わせた EP 技術のビジネス規模が各種記録技術の中でも群を抜いて大きかったことも読み取れる。

表2 各種プリンタ記録方式の得失(1980年代後半の代表的アセス)

記録方式	記録材料	解像度	階調再現	カラー再現	普通紙適性	記録速度	小型化	騒音	ランコスト	装置コスト
IP(活字型)	インクリボン	△	×	×	◎	△	◎	×	○	◎
IP(ドットマトリクス)	インクリボン	△	×	△	◎	△	◎	×	○	◎
IJ(連続型)	液体インク	◎	○	○	○-△	○	△	○	○	△
IJ(オンデマンド)	液体インク	○	○	◎	○-△	△	◎	○	○	○
TP(溶融転写)	インクフィルム	○	○	○	○-△	△	◎	○	△	◎
TP(染料昇華)	インクフィルム	○	◎	◎	×	△	◎	◎	△	○
EP(デジタル)	固体トナー	◎	○	◎	◎-○	◎	△	△	○	×

<注> 鈴木弘治(1990), 電子写真学会誌, 29(1), pp.48-54をベースに筆者が抜粋・要約した。

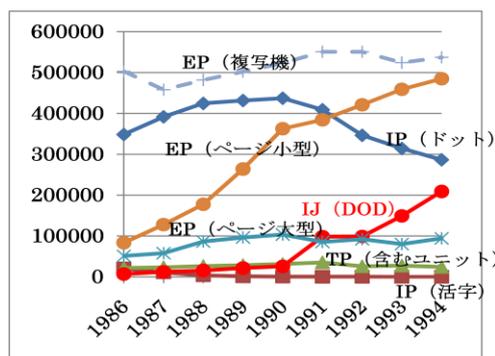


図2 国内企業のプリンタ種別出荷金額(M¥)推移
 <注> 日本マーケットシェア事典(矢野経済研究所)とJBMA統計に基づき筆者作成。複写機は生産金額。

3 国内IJ関連5社のNIP技術選択とIJ関連の資源動員

当時5社はどんなNIP技術選択をしていたのか、前述のDeskJetに対するR&D資源動員の差は技術選択の差で議論可能か。表3にR&D資源動員(⇔発明者数増加率)の原因系として、各社の1987年から1990年までの①新規NIP技術選択状況(1:有), ②売上高推移(1:増収), ③海外市場(1:有)の3項目を要因として採りあげ、整理した。技術選択は特許出願有無だけでは判定困難なため製品化有無を含めたが、Millの方法で分析した結果、資源動員大(C社, SE社)の要因として「IJ技術選択(製品化済み)」が抽出された。「製品化済み」の効果は、一つにはIJ製品化に必要な全要素技術をバランスよく保有し知財問題がなく生産機能、販売チャネルも整備されているため、方向転換さえすれば素早く追走可能、と解釈し得る。また、R&D部門だけでなく生産・販売部門の意思も反映されやすいと推測するならば、より全社的大動員につながりやすいといえるであろう。

C社, SE社共にIJだけを選択、製品化していたわけではない。表3からは両社共にNIPの主要候補であるTP, IJ(DOD), EP技術のすべてで製品化を実施していたことが分かる。R&Dマネジメントの観点からは、技術と市場の方向が不確実な状況下でも、研究(知識・知財の蓄積)だけでなく積極的な製品化の重要性を示唆している、といえるかもしれない。

表3 IJ関連5社の米国HP社/DJに対する反応(R&D資源動員)の要因分析

対象企業	基盤技術・事業	仮説原因条件			売上高推移('87-'90)	海外市場	結果	備考	
		NIP技術の1次選択(特許+製品)						発明者数増('87-'90)	新規IJの製品化
		TP	IJ(DOD)	d-EP					
C社	1(a-EP)	1	1	1	1	1	1	Disp.ヘッド化モノクロ TIJ/BJ-10('90)	TIJ発明('77), PIJ商品化('80), TIJ発表('81), BJ-80('85)
R社	1(a-EP)	1	0	1	1	1	0	カラーPIJ/psio Jet300('98)	84年に連続型IJプリンタの開発・発売実績
FX社	1(a-EP)	1	0	1	1	1	0	400dpi-耐水カラー TIJ/JW-300('98)	米国XCと共にTIJ採用。但し米国XCとは異なる製品開発
SE社	0(IP)	1	1	1	1	1	1	小型化ヘッドモノクロ PIJ/MJ-500('93)	初のPIJ/IP-130K発売('84)
B社	0(IP)	1	0	1	1	1	0	カラーPIJ複合機MFC-7000FC('97)	HS-1PS('92)

では何故、C社とSE社は早期にIJ(DOD)の研究・技術開発だけでなく製品開発を実施したのか。1980年代末のNIP技術アセス結果から、当時IP事業を基盤としていたSE社, B社にとっては、既存IP

技術が新規 IJ (+TP, EP) 技術に代替される危機であり、複写機 (EP) 企業 C 社, R 社, FX 社にとっては、まず EP 技術の進化とプリンタ事業への拡張が優先であって、IJ は多角化もしくは将来の代替リスクに対する保険と位置付けやすかった、と考えられる。この推測が妥当ならば、3 章で提示した着目点 (H1) で、SE 社の資源動員大と R 社, FX 社の資源動員小は説明可能となる。B 社と C 社には合致しないが、B 社の場合は、その後の積極的 IJ 製品化活動と市場シェアを勘案すると、TP 技術から IJ 技術への技術選択切り替えが遅れただけで、基本的には他社同様に (H1) に合致、といえそうである。

EP 企業 C 社が最大の反応を示したのは何故か。着目点 (H2) で考察すると、IJ 技術の既存種である PIJ よりも当時有望視されていた新種 TIJ における C 社と HP 社の同種内の覇権競争が浮上する。たとえば、下記 (A, B, C) の事実から C 社の行動は (a, b, c) の如く推測し得る:

(A) C 社の組織的 TIJ 出願は 1977 年 10 月から始まったが、同時期に R 社 (C 社よりも先願)、SE 社からも単発出願があり、HP 社も研究を開始 (出願無し)。²→ (a) 他社も注力と考え、TIJ 開発加速。

(B) C 社は TIJ の基本特許を有するが、TIJ 製品開発では常に基本特許を持たない HP 社に先行された。また C 社と HP 社は 1983 年頃 TIJ 共同研究実施。→ (b) 基本発明者として HP 社に負けられない。

(C) C 社は 1980 年代初頭から PC 用低速プリンタだけでなく TIJ 複写機、紙幅ヘッドを搭載した高速 TIJ ラインプリンタ等、広範な用途検討を実施。→ (c) TIJ の潜在力を信じ、広範な新市場創出を期待。

以上のように、C 社の TIJ 基本発明者としての自負と TIJ 技術に対する“想い (含む思い込み)”が R&D 資源大動員の主因と推定し得るのではないだろうか。また C 社が他の EP 企業 (R 社, FX 社) よりも EP プリンタ事業立ち上げで先行していた、EP 複写機事業での多角化経験があった、等も後押し効果大だったと推測される。

5. おわりに

IJ 市場創出期 (1980 年代後半～1990 年代前半) を対象として、公開特許発明者数の動的変化を R&D 資源動員の代用指標とすることで、初期ドミナント・デザイン出現に対する国内 IJ 関連 5 社の R&D 資源動員状況を定量化し、資源動員と技術選択の関連を整理・分析した。結果の要約は下記:

- ▶ 新規技術 R&D への顕著な資源動員の要因として同種技術の製品化実績が抽出された。
- ▶ また資源動員の理由が、選択した新規技術と自社既存技術もしくは競合他社の新規技術との相対優位性をどう位置づけるか、で説明し得る可能性が提示された。

少数の限定事例がベースではあるが、イノベーション成功確率向上の R&D マネジメントといった観点からは、“プロトタイプの早期市場投入”や“ドミナント・デザイン以前の多様な分散とドミナント・デザイン出現後の集中への速やかな切り替え”の重要性が示唆された、と考える。

発明者数の動的変化 (図 1) は、IJ 技術と市場の成長期である 1990 年代後半以降においても C 社 (TIJ) と SE 社 (PIJ) の R&D マネジメント差を示唆している。両社の技術は同じ IJ として分類され、先行研究は概ね同種技術内の競争として記述しているが、両社 IJ の駆動原理は異なっており、異種技術間の競争と棲み分けといった視点での分析・考察が有用と考えられる。次ステップの課題としたい。

<参考文献>

- [1] a: JEITA 統計 (2008), <http://it.jeita.or.jp/statistics/intelterm/2008/table-a.html> ; b: 日経産業新聞 (2009.7.28, 2010.7.27)
- [2] 武石彰, 青島矢一, 軽部大 (2008), 組織科学, 42 (1), pp.4-18
- [3] a: 宮崎正也 (2002), 赤門マネジメント・レビュー, 1(2), pp.161-198 ; b: 藤原雅俊 (2002), 一橋ビジネスレビュー, Aut., pp.148-163
c: 榊原清則, 松本陽一 (2004), 技術革新型企業創生プロジェクト Discussion Paper Ser.#04-05 ; d: 青島矢一, 北村真琴 (2008), 一橋大学 21 世紀 COE プログラム大河内賞ケース研究 CASE#08-03 ; e: 伊藤宗彦 (2008), 日本経営学会誌, 22, pp.15-26 ; f: 藤原雅俊 (2009), 組織科学, 43(2), pp.84-96
- [4] Z. Griliches (1990), J. Economic Literature, 18(4), pp.1661-1709
- [5] J. Hagedoorn and M. Cloodt (2003), Research Policy, 32, pp.1365-1379
- [6] 鈴木潤・後藤晃 (2007), 日本知財学会誌, 3(3), pp.17-30
- [7] 橋本健 (2010), 組織学会 50 周年記念研究発表大会 報告要旨集, pp.41-44
- [8] 「キヤノン史: 技術と製品の 50 年」(1987); 「IPS への道: リコー 60 年技術史」(1996); 「富士ゼロックスの歴史: 1962～1992」(1994); 「年表で読むセイコーエプソン: 1881～2000 年」(2001); 「ブラザーの「一世紀」とともに歩んだ 100 年の軌跡」(2009)
- [9] C. M. Christensen, The Innovator's Dilemma, HBS Press (1997) (玉田俊平太監修, 伊豆原弓訳, 翔泳社, 2001)
- [10] J. Gaynor (2002), J. Imaging Science and Technology, 46(4), pp.292-299
- [11] 鈴木弘治 (1990), 電子写真学会誌, 29 (1), pp.48-54

² インク噴射に加熱を利用するアイデアはより古い特許に開示されているが、1970 年代末に IJ 技術と TP 技術の研究が進展し、両者のハイブリッド的着想が同時多発的に生まれた。代表例が TIJ とホットメルト型 PIJ (固体インクを加熱液化して噴射する PIJ)。