JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	インスティチューションの臨界状態に照らした新技術製品の開発タイミングの検証 ： レーザビームプリンタに視点を据えた実証分析
Author(s)	松本，清文；渡辺，千仭
Citation	年次学術大会講演要旨集，15：201-204
Issue Date	2000-10-21
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5847
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	一般論文

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

2A06　インスティチューションの臨界状態に照らした新技術製品の開発タイミングの検証—レーザビームプリンタに視点を据えた実証分析

○松本清文（キヤノン），渡辺千仭（東工大社会理工学）

この研究は、1970年代からキヤノンで開発された新技術商品であるレーザビームプリンタ(LBP)が、どのように開発され、市場でどう評価され受け入れたかについて、そのインスティチューションの臨界状態に呼応した研究開発の着手タイミングに視点を据えた評価・検証を試みたものである[1]。その結果 LBP は、インスティチューションの臨界に呼応したタイムリーな研究開発によって順調に普及したことが立証された。

1．序

(1)　背景

技術は、それをとりまく経済・社会・文化・制度等のインスティチューションの中で誕生し、好循環を構築ししつつ成長・発展・成熟し、好循環の破綻とともに停滞・衰退・消滅していく[1]。従って、そのインスティチューションにマッチしたタイムリーな開発が技術の開発・普及の鍵となる[2]。一方多くの技術開発では、このような認識に立脚せず、単に技術開発可能性や需要期待度によってのみ開発タイミングを計る例が多い。

しかるに、インスティチューションは、それぞれの技術によって、その臨界過程及びそれに至るサイクルが異なり、それ故対象技術に応じて開発のタイミングが異なる[3]。

(2)　主眼・狙い

本研究は、キヤノンの1970年代からの研究開発プロジェクトである LBP の技術開発を対象に、①技術技術技術にかかわるインスティチューション、②インスティチューションの臨界過程及びそれに至るサイクル長、③それに即した最適タイミングの評価を軸に、LBP 技術の開発・普及軌跡を実証的に分析する。

2．LBP の開発と市場展開

キヤノン中央研究所では、1968年独自の電子写真方式の確立後、その技術の複写機以外への応用を研究し始めていた。1970年代に入って日本でもコンピュータが次第に普及し始めるが、コンピュータ本体の処理能力が技術革新のなかで急速に進歩するのに対して、出力機器としてのプリンタの技術革新は遅れていた。この当時はインパクトプリンタが使われていたが、画質が悪く、印刷時の騒音も大きいという問題を抱えていた(米山、1996)[4]。

一方、キヤノンでは、1967年にカメラから事務機への多角化が明確にされていて、コンピュータ端末機器に対するトップの関心が高かった。そこで開発された複写機をプリントアウト部に活用して、回転鏡ミラー・レーザ変調器・結像光学系などからなるレーザ走査技術を、コンピュータ信号と組合せることで、高速高画質のプリントアウトが可能になるというアイデアが生まれ、実証実験がなされた。1975年には、アメリカのコンピュータ分野の展示会に出展して顧客の様子を見てみようと、ナショナル・コンピュータ・コンファレンス(NCC)に、LBP-4000を出展し、

---

[1] 本稿の見解はあくまで筆者等自身のものであり、キヤノンの公式見解ではない。

高い評価を得た(山之内,1991)[5]。

その後のキヤノンのLBP開発戦略は、IBMやゼロックスが大型汎用コンピュータからの出力データのプリントという大型LBPを対象にしていたのに対して、これらと並行して一般のオフィスでも使える小型・分散タイプの出力端末の開発を重要な事業戦略と位置づけた。そしてこの当時、レーザ光源としてまず実用化されていたのはHe-Neガスレーザであったが、光源やレーザ変調器などの関係で小型化は困難だった(山之内,1996)[6]。

この小型化のポイントの一つであるレーザの小型化については、当時光通信用としてようやく信頼性が確立されつつあった半導体レーザを、LBPの光源として実用化すべく検討を開始した。併せて光学系の小型化も推進された。また、エンジンである画像形成ユニットには、当時最も実績があった複写機(NP－L5)の本体を使い、採用する半導体レーザの波長にあった感光ドラムの開発を進め、1979年LBP-10として発売された。このLBP-10は、世界初の半導体レーザプリンタであること、従来のLBPに比べ価格、大きさ、ともに1／10以下になったことが大きく新聞報道され、日刊工業新聞社の1979年度十大新製品に選定された(キヤノン史(別冊)、1987)[7]。

LBP－10と、当時開発が進められていたカートリッジ技術による、複写機のサービス・フリーパーソナルコピアPC-10/20を結びつけ、メンテナンス・サービスフリーで更なる小型を実現したLBP－CXが次に開発された。これは当時から起こりつつあったパソコン市場にLBPを導入させるさきがけとなった(キヤノン史(別冊)、1987)[7]。このLBP－CXは、トップによって米国各社(ヒューレット・パッカード社、アップル社、ワング社)に市場開拓キャラバンが行われ、国内外の大手OEM先の開拓に成功した。そしてこのLBP-CXの成功の背景には、米国を中心とするパーソナルコンピュータの開発と市場の飛躍的成長があることを明記しなくてはならない(山之内、1996)[6]。米国データクエスト社の調査では、1998年米国のパーソナルコンピュータの世帯普及率は、50%に達した。また米国コンピュータインダストリーアルマナック社の調査では、1998年末時点で世界中で使われているパーソナルコンピュータの台数は3.64億台に達したという。(データクエスト社、1999年[8]、コンピュータインダストリーアルマナック社、1999年[9])

LBPが含まれるコンピュータ周辺機器事業を、LBP－10が発売された1979年と1989年の10年間で比較してみると、売上げ高は9億円が2,213億円と246倍、キヤノン全体に占める構成比は0.48%から27.2%と拡大している。その後LBPの事業は、1992年には生産台数1000万台、1996年同2000万台を達成している(Canon Story 2000、2000)[10])。

3. LBPの普及要因

2章でみたように、キヤノンでは1967年の「右手にカメラ、左手に事務機」という多角化の方針が掲げられており、事務機への多角化という視点からの研究開発テーマの設定が行われおり、一般オフィスでも使える小型・分散型LBPの開発というテーマ設定は、社外環境、また社内技術資源からみても自然な選択であり、かつ複写機で開拓した販売ルートが使える利点があった。

LBPの研究開発は、本事業遂行の最高責任者たる賀来社長(当時)の以下の「多角化理論」に支えられたものである。賀来の「多角化理論」は、次ぎのように整理されている(賀来、1997)[11]。

表1. 賀来が提唱する事業多角化戦略

	技術力	販売力	リスク
1. 周辺事業	○	○	0%
2. 関連事業	○ ×	× ○	50%
3. 垂直統合	○ ×	× ○	50%
4. 非関連事業	×	×	100%

まず周辺事業の多角化、第二は技術か販売ルートの一方はある関連事業への多角化、第三は部品や材料を自社生産するといった垂直統合である。第四は技術も販売ルートもない非関連事業への多角化と、その多角化の手順を示した。これはまたインスティチューションの臨界点を見極めた理論ともとれる。彼はまたこの多角化手順を動態的に考え、かつてのキヤノンにおける事務機事業のように、時間経過に従って非関連事業が関連事業に、また関連事業が中核事業化に発達し、結果として中核事業が拡大することも指摘している。

ハメル、プラハラッド(1995)[12]は「コア・コンピタンス経営」で、キヤノンのコア・コンピタンスを社内技術に着目して、それが社内にどう配備されているか整理している。これによると LBP は、精密機械工学、精密光学、マイクロ・エレクトロニクス、電子画像処理の社内技術を多く活用した新技術商品であることがわかる。

以上のように LBP は、半導体レーザの実用化、及び2度の複写機エンジン活用という社会好循環に支えられ、パーソナルコンピュータ普及に呼応した小規模事務所・個人用プリンタの需要という市場好循環形成が実現された事例である。新技術商品の臨界は、企業サイドからの商品の提供とその商品を市場がどう評価するかで決定される。

Tolley 等(1985)[13]は、研究開発プロジェクトのタイミング$t_{(m)}$を次の方式で評価・検証することを提唱しており、これに LBP の事例をあてはめてみる。

R_0の投資のもとにm年の期間をかけて年率p%で増加する売上げS_0を生み出した研究開発について、その着手時期の妥当性について検証する。この研究開発のt時点における収益バランスの現在価値 B_0は

$$B_{t0} = \int_t^{\infty} S_0\ e^{-(r-p)\tau} d\tau - R_0 e^{(mr-rt)}$$
$$= S_0 e^{-(r-p)t} / r-p \quad - \quad R_0 e^{(mr-rt)} \qquad (1)$$

ただし、rは割引率を示し、r ＞p である。

研究開発投資の収益を極大化させるタイミング$t_{(m)}$は、(1)式の$dB_{t0}/dt = 0$ となるタイミングtであるので、

$$dB_{t0}/dt = -S_0 e^{-(r-p)t} + rR_0 e^{(mr-rt)} = 0 \qquad (2)$$
$$t_{(m)} = \{\ln(R_0/S_0) + \ln(r) + mr\} / p \qquad (3)$$

この式に即して、LBP の研究開発着手のタイミングを評価・検証すると、次のようになる。

本格市場化(1979年: t＝0)時の売上高:S_0＝9.0億円(1985年価格 8.4*1億円)

研究開発*2:期間:1975～1979年

*1 :電気機械卸売物価指数を使用

*2 :キヤノンストリー(2000)〔8〕

研究開発費：R_0＝5.1億円（1985年価格*3 6.8億円）
研究開発重心*4：1977年初（t＝－2.5年）
重心から本格市場化までの期間：m＝2.5年
売上げ増加率：p＝26.0％
割引率：r＝27.0％（r＞pに即した最大期待率）

$$t=\{\ln(6.8/8.4)+\ln(0.27)+2.5\times0.26\}/0.26$$
$$=-3.2\text{（1976年後半）}$$

LBPの研究開発着手のタイミングは、ほぼ最適であった。

4．考察と今後の課題

LBPの技術開発・普及軌跡を、社内的には半導体レーザ採用、レーザ走査技術開発、二度にわたる複写機のエンジン活用という要因、またNCC出展に始まる他企業とのアライアンスにかつパーソナルコンピュータの飛躍的な普及による市場形成という外部要因から分析した。かつLBP-10を例に研究開発プロジェクトのタイミングを検証した。

この研究で得られた知見を、実際の研究開発にどう「プロアクティブ」につなげるかが、今後の課題である。

参考文献

[1]渡辺千仭、宮崎久美子、勝本雅和、技術経済論、日科技連出版社、(1998)7.
[2]E. M. Rogers、イノベーション普及学、産能大学出版部、(1990)
[3]J. J. van Duijin, The Long Wave in Economic Life, (George Allen & Uniwin, London, 1983)
[4]米山茂美、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、1996
[5]山之内昭夫、キヤノン－挑戦的な新規事業開発による経営革新－、財団法人野村マネジメント・スクール、1991
[6]山之内昭夫、テクノマーケティング戦略、産能大学出版部、1996
[7]キヤノン株式会社、キヤノン史－技術と製品の50年（別冊）、1987
[8]Dataquest, Press Releases, February 9, 1999
[9]Computer Industry Almanac, Immediate Release, March 23, 1999
[10]キヤノン株式会社、The Canon Story 2000、2000
[11]賀来龍三郎、日本の危機、東洋経済新報社、1997
[12]ゲリー・ハメル、C, K, プラハラード、コア・コンピタンス経営、日本経済新聞社、1995
[13]G. S. Tolley, J. H. Hodge, and J. F. Oehmke, The Economics of R&D Policy, (Praeger Publishers, London, 1985)

---

*3 ：製造業研究開発デフレータを使用
*4 ：研究開発期間中の各年研究開発費ウェートをもとに算出した研究開発活動の中心時点