

Title	有機EL分野の大学発ベンチャーにおける事業創造：知識軌跡からの含意
Author(s)	小関，珠音；山田，仁一郎；新藤，晴臣
Citation	年次学術大会講演要旨集，32：835-838
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/15011
Rights	本著作物は研究・イノベーション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 Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

2117

有機 EL 分野の大学発ベンチャーにおける事業創造—知識軌跡からの含意

○小関珠音, 山田仁一郎, 新藤晴臣 (大阪市立大学)

有機 EL 分野では、基礎発明の 1987 年から 30 年経過した今日になって、ようやく実用化が実現した。この 30 年間の不確実な経営環境において、同分野への参入企業は、幾度となく事業推進/撤退の経営判断を余儀なくされた。この中で、1990 年代頃の基礎技術の確立間もなく設立された欧米の大学発ベンチャー 2 社（1992 年設立の英国 CDT 社、及び 1994 年設立の米国 UDC 社）においては、赤字経営の中においても資金調達によって、研究/事業開発を継続してきている。

本研究では、上記 2 社に着目し、基礎的な財務情報に加えて、その経営基盤となった知識創出の軌跡を、特許文献データベースを用いた計量的手法を用いて分析し、事業化可能性の可否と実現時期が不透明な段階における大学発ベンチャー企業の経営について、俯瞰的な考察を行う。

1. はじめに

近年、大学発の先端科学技術をもとにしたイノベーション創出への期待が高い。それには、大学発の革新的技術の事業化には長い年月を要し、大企業の硬直した組織体制ではイノベーションが生まれにくいという背景があり、また、新規市場創造による企業価値の効率的な向上、及び雇用創出などの経済効果にも期待があるからである（寺崎, 2017）。

このように、大学発ベンチャーには、新興企業故の柔軟性への期待がある反面、経営に熟達しない経営者による意思決定や、未成熟な組織体制という制約があり、その活動には様々な困難が付きまとう。とりわけ、創業初期の段階においては、資金のみならず人材確保等の経営資源調達の難易度も高く、外部からの投資資金を獲得し続けるための知的財産創出活動は容易ではない。大学発ベンチャー企業の存続及び発展は、対象技術に関する特許の移転・譲渡・ライセンス等、ベンチャー経営の知識基盤の、その時点での断面的な静的価値のみならず、継続的な知的財産創出活動、即ち動的知識創出活動の巧拙にも依存する。

本研究で取り上げる有機 EL 分野では、欧米の大学において基礎技術が確立されて間もなく、2 社の大学発ベンチャーが創業された。1992 年には、英国で Cambridge Display Technology（以下、「CDT 社」）が設立され、1994 年には米国で Universal Display Corporation（以下、「UDC 社」）が設立された。CDT 社は、ケンブリッジ大学の Friend, R.H. 教授らを創業者とする会社で、同教授の研究グループが開発した π 共役系高分子を用いた有機 EL 素子（Burroughes *et al.*, 1990）についての研究成果を基盤とし、高分子系有機 EL を主要事業とした。一方の UDC 社は、1994 年の設立後、1995 年には Enzymatics, Inc. と合併し、UDC 社がその存続会社として、ナスダック市場の上場会社となった。同社の知識基盤は、1998 年/1999 年に、プリンストン大学と南カリフォルニア大学の研究グループ（Forrest, S., Thompson, M. 等）が開発した、白金錯体及びイリジウム錯体を用いて常温で高効率の燐光発光（Baldo *et al.*, 1999; Baldo *et al.*, 1998）によって強化され、それ以降は、両大学との共同開発契約の下、有機 EL 燐光（PHOLED）材料の製造・販売事業を展開した。

ただし、有機 EL 分野の市場創造が、当初期待されていた時期より大幅に遅延したことにより、両社は困難な経営環境に追い込まれた。実際、CDT 社においては、2004 年にナスダックに上場したが、2007 年後に住友化学に買収され、事業を継続している。UDC 社は、1996 年より上場企業であるが、2011 年までの累積損失は 214 百万ドルに達した。このような状況下において、両社が今日まで研究開発活動と事業創造活動を継続できたのには、どのような要因があったのだろうか。

2. 先行研究

基礎的な先端科学技術は、実用化可能範囲が広く、その価値が多義的に解釈される。これに起因して、事業化プロセスにおいては、応用技術開発と市場開拓の双方における高い不確実性に直面する。また、

応用技術開発のマイルストーン設定や実用化製品の構想・設計などの具体的プロセスが不明確で、組織内の状況認識に曖昧さが伴う。イノベーション創出プロセスに内包される曖昧さは、応用技術開発や市場開拓の不確実性とは異なる。不確実性は、時間の経過とともに付加される情報に関連し、曖昧さは、事業活動に関する意思決定に関わると議論されている (Burn, 2016)。CDT 社及び UDC 社についていえば、上場や大企業による買収後においても、高い不確実性及び曖昧さに直面し続けていた。

これまで、イノベーションの創出を目指す過程においては、この曖昧さを解消する必要があると考えられてきたが、近年では、曖昧さを肯定的に取り組むことがイノベーション促進に寄与する可能性があることが議論されている ((Burn, 2016, McLain *et al.*, 2015)。事業化領域を探索する時期の未成熟な組織においては、この曖昧さから生じる緊張について、バランス・均衡化を実現するための能力や耐性が求められる (Budner, 1962; Gibson and Birkenhead, 2004)。

本研究では、同 2 社が、長期にわたり不確実性、曖昧さに対峙しつつ、どのような知識創造活動を行ったのかについて、特許データを用いて推察する。特許取得活動は新商品の開発と強い相関があることが知られており (Comanor and Scherer, 1969; Sampson, 2007)、特定の特許の被引用件数は、その特許が与えた影響を把握する指標として活用されている (Griliches 1990; Zeng *et al.*, 1999; Trajtenberg, 1990; Hall *et al.*, 2001; Hall *et al.*, 2005)。後藤他 (2006)は、重要特許を判別する指標として特許の被引用数が有効であることを示した。Hall *et al.* (2005)は、被引用数の多い特許は経済的価値の創出に寄与し、出願企業の時価総額に正の相関を持つことを示した。Deng *et al.* (1999)は、特許の被引用数と株価収益率や時価総額純資産率などの財務指標との関係性を調べることで、企業のイノベーション力や成長力を算出した。このように、事業化に関連する特許の中で、引用件数が高い重要な特許の取得は、資金調達のための重要な布石となる。

ただし、技術開発と不確実性の高い時期の、その時点における知識創造活動の評価においては、将来価値そのものを表象しないことには留意が必要である。出願から公開までのタイムラグや、特定特許の被引用件数が固定化するまでには、一定の時間の経過が必要となるため、上記の手法により導きされるイノベーション力は、特定の時点で計測される評価に過ぎず、将来の投資収益の価値を絶対的に示唆するものではない。

実際、Shane (2005) が述べる通り、ベンチャーキャピタル等の投資家が投資を検討する際は、対象企業より、特許等の出願実績やそれらの事業性のみでは対象企業を評価しきれず、試作品の製作などによる事業創造の実現性の説明を求める。一方、大学発ベンチャーにおいては、そもそも特許出願や試作性の製作に至るまでの道のりが長く、市場創造の時期について高い不確実性と曖昧さが混在し、ベンチャーキャピタル等の投資嗜好を満たす情報を提供することが難しい。このような不確定要素の存在は、投資家にとっては好意的なものではなく、対象技術の市場評価、潜在需要、顧客ニーズ、市場への適用方法の選択などの事業開発の不確実性、情報の非対称性が資金調達プロセスに重大な影響を与える (Shane, 2005)。したがって、投資家の投資嗜好という観点からは、曖昧さを積極的に享受するという観点は想定されていない。

3. 有機 EL 分野の事業創造環境

有機 EL 分野においては、1987 年にイーストマン・コダック社の C. W. Tang らによる低分子の有機化合物を用いた積層デバイス発光素子を開発したことが、実用化開発の発端となった。日本では、1989-1990 年には、九州大学の安達千波矢教授らによる研究グループが三層構造による青色発光の素子の試作に成功し (筒井他, 2012)、同分野への研究開発が活発化した。1993 年には、山形大学の城戸淳二が白色有機 EL を開発し、日本からの市場創造が期待されるようになった。1992 年には、英国で CDT 社が、1994 年には米国で UDC 社が設立されたのは、先に述べた通りである。

1997 年には、世界初有機 EL 実用化製品となる、東北パイオニア製カーオーディオが発売されると、同分野における市場創造に向けて、多くの企業が本格的に事業化に取り組むようになった。2002 年には、エスケー・ディスプレイ (イーストマン・コダック社及び三洋電機の合弁会社) によって有機 EL デジタルカメラが上市され、さらに 2007 年にはソニー製 11 型有機 EL テレビが販売されると、同分野の市場創造に対する期待は高まっていた。しかし、2007 年以降には、中・大型パネルの応用開発が進まず、同時に液晶市場の予想外に発展するなど、経営環境が悪化した。その後、有機 EL 参入企業の多くは、研究開発の継続が困難となり、ソニーなど財務力が悪化した企業においては、研究開発費を縮小していた。

2007 年以降の市場創造には、大別すると三つの技術的課題が認識されていた（菰田, 2012）。一つは、素子の性能に関わる課題であり、発光効率・発光輝度・寿命の向上が必要と考えられていた。発光効率の向上には、発光材料の効率向上、デバイス構造の設計による電気・光変換効率向上、光取り出し効率の向上などが課題とされていた。二つ目に、高画質・低電力の大型ディスプレイ画面を構成する駆動技術、三つ目に、コスト競争力のある製造技術、とりわけ塗布型製造技術に関する開発が望まれていた。UDC 社の燐光系発光材料などの開発により、一部の技術的課題は解決の途上にあったが、応用技術の開発が追いつかず、本格的な市場創造には至っていなかった。

応用開発の停滞による市場創造の遅延は、CDT 社と UDC 社の経営環境に大きな影響を与えた。CDT 社は、2007 年には累積損失 195 百万ドルを計上し、同年に住友化学に買収されることとなった。UDC 社は、2011 年の累計損失が 214 百万ドルに達するほど開発コストがかさんでいたが、同年には、売上 61.3 百万ドル、当期利益 3.2 百万ドルを計上し、黒字体質に転換した。1994 年の創業からすれば 17 年まで続けて当期損失を計上しており、その間同社は、株式市場からの資金調達に依存して、企業経営を維持してきたことになる。

4. 特許情報から見る 2 社の知識軌跡

次に、このような事業創造環境の不確実性・曖昧さが高い中、分析対象の 2 社がどのような知識軌跡を辿ったのかについて、特許データより検証する。ただし、先に述べた通り、過去に出願された特許数や、特定の特許が獲得した被引用件数は、特定の一時点において単純に比較できないことは留意する必要がある。より詳細に言えば、特許出願件数は、対象特許が公表された後に把握されるものであるためタイムラグがあり、また、後続の特許から引用される件数を示す被引用件数は、現時点で固定化されてはおらず、時間の経過とともに増加する可能性があるからである。

以上の前提に基づき、有機 EL 分野に関連する米国特許全数（出願/登録）より、被引用件数について順位を調べると、以下のことが判明した。上位 11 社には、被引用件数が 1,000 件を超える特許が占め、その現保有者は、3M、キャノン、サムスン、セイコーエプソン等の大企業である。この中に、1990 年にケンブリッジ大学の Friend, R.H 及び Burroughes, J.H.らによる高分子系の有機 EL 素子に関する特許（US5247190）が含まれており、その引用件数は約 1400 件（10 位）であった。ただし、本特許に関する当時の出願者は、Cambridge Research And Innovation Ltd.等のケンブリッジ大学関連の知的財産管理会社による出願であり、のちに CDT 社に譲渡されている。これによって、先に大学関連会社によって出願が成された後に、大学発ベンチャーとして CDT 社が創業されたという経緯であったことが伺える。1993 年に、CDT 社を出願人となった特許（US5399502）は、引用件数が約 600 件（26 位）と重要な位置づけを占めている。UDC 社に関しては、同社が出願人である特許では、2001 年出願特許（US7071615）の被引用件数が約 360 件（58 位）がある。しかし、共同研究先のプリンストン大学関連機関（The Trustees of Princeton University）及び南カルフォルニア大学の特許を鑑みれば、Forrest, S.R., Thompson, M.E.などを発明者とする特許（US5703436：被引用件数 約 800 件）を含め、上位 100 位までに関連特許が 13 件存在することは注目に値する。これらの出願人の中には UDC 社自身は含まれていないが、公開情報から両大学と UDC 社との共同開発契約締結が確認されており、両大学と同社が密接な関係を維持して特許網を構築してきたことが推察される。逆に言えば、2000 年までの間は、同社の社内に独自の研究開発を実施する体制が整っていなかったことが示唆される。

次に、CDT 社及び UDC 社が出願人である知的財産獲得状況を検証する。CDT 社は、早期からケンブリッジ大学における発明を自社の特許権として出願してきている。前述の 1993 年の出願特許（US5399502）は被引用件数が多く、高い影響力を示している。なお、2000 年まで UDC 社が出願人として出願した特許が存在しないが、それは前述の通り、プリンストン大学及び南カリフォルニア大学との共同研究契約を締結しているため、同大学から重要な特許について、ライセンスを得て事業を展開していると推察される。

さて、この両社の特許取得状況を比較すると、以下の特徴が浮き彫りになる。2007 年以降、有機 EL 分野における応用開発がとん挫し、市場創造が遅延したが、両社とも最大値では 200 件程度の引用件数を獲得する特許を多く出願していた。CDT 社は、2004 年より上場企業となっていたが、累積損失が経営課題となった 2007 年時点での特許出願数は減少していたものの、住友化学グループ企業となった 2008 年以降は、出願数が増加した。UDC 社は、創業より 17 年（上場企業へ転換後より 15 年）もの間、赤字体質のまま事業を継続し、黒字体質に転換する 2011 年までは、株主による支援が不可欠とな

っていた。しかしその間、プリンストン大学及び南カリフォルニア大学との共同開発により、知識基盤を強固にしている。財務体力が落ちた中でも、知的財産創出活動を継続したことが、現在の企業活動を支えていることは明らかである。

5. 考察

欧米の大学において創出された有機 EL の画期的な科学技術は、大学発ベンチャー企業 2 社に技術移転、もしくはライセンスが供与された。そこには、先端科学技術の市場創造に関する投資嗜好（リスクアペタイト）を享受した投資家の存在がある。投資家は、対象科学技術の事業化に係る活動に含有される曖昧さを享受し、その曖昧さが故に実現し得る、特別な可能性を共有してきたといえる。

ここでいう曖昧さとは、対象企業のリスク・リターンという財務的概念に内包される確率的期待値ではなく、主に、曖昧さがもたらす戦略の選択肢の多様性と、適切な戦略を採択する意思決定の困難さを指す。この選択肢の多様性と意思決定の困難さがもたらす投資リターンの不確実性は、一般的なベンチャー企業の事業創造の不確実性と区別して掌握されるべきである。

先端科学技術の事業化において、事業化可能領域の「探索」活動（exploration）を促進するには、先端科学技術の有する固有の曖昧さに高い耐性が必要となり、技術の「活用（実用化）」活動（exploitation）においては、曖昧さへの耐性が低いことが指摘されている（Brun, 2016）。言い換えれば、事業化開始後の、経営及び組織力が未成熟な段階において、曖昧さの存在を回避するような事業活動を展開することは、経営戦略の選択肢を狭めることになり、投資収益を実現することを目指す投資家にとっても、好ましい状況ではない。

現在、有機 EL が対象とする製品分野としては、ディスプレイと照明パネルが中心であるが、ディスプレイ分野ではスマートフォンのタッチパネルの普及と、米国アップル社による有機 EL パネル搭載により新市場が創造されつつある。今後、フレキシブルデバイス化（フィルム・フレキシブルガラス基板を採用したデバイス）と、ベンダブル（若干の曲げ）、ローラブル（屈曲性）、フォルダブル（折り畳みデバイス）などの新規技術の開発により、医療、住宅、交通、自動車、店舗、農業など幅広い産業への応用が期待されている。この発展的市場創造には、これまでと異なる不確実性と曖昧さが存在する。

本研究では、これまでの CDT 社及び UDC 社の事業創造を支えた投資家が、曖昧さへの一定の耐性を有していたことを指摘したが、今後、同技術が持つ多様なイノベーションの可能性を実現するには、投資家、あるいは内部留保の厚い企業であれば経営陣に、先端科学技術曖昧さについて、これまでと異なった次元の耐性が求められるといえよう。

ただし、本研究は緒に就いたばかりであり、俯瞰的な考察を述べたに過ぎない。今後、上記事例と経営環境についてさらに探求し、洞察を深めていく。

*本研究は、平成 29 年度科学研究費助成事業基盤研究(C)、平成 29 年度大阪市立大学 戦略的研究：ふるさと寄附金を財源としたグローバル人材育成事業（研究支援）による支援を得て行われたものである。

**特許データは、ウィズドメイン社の Ultrapatent（2017 年 9 月 23 日現在）を利用した。

【主要参考文献】

小関珠音、岡村浩一郎、新産業における提携の企業価値への影響：日本における有機 EL の事例、技術と経営，No.530 2011 年 4 月号 pp.40-49, 2011。

小関珠音、企業提携の変容と市場創造—有機 EL 分野における有機的提携、白桃書房，2014 年。

筒井哲夫、安達千波矢、八尋正幸、松浪成行、『有機エレクトロニクス入門』日刊工業新聞社，2012 年。

寺崎智宏、日本の大学発ベンチャーの歴史と資金供給、光技術コンタクト，Vol.55, No.4, 2017 年。

山田仁一郎、大学発ベンチャー企業の成果と出口戦略 —設立理由と経営者の属性との関連性の観点から—，

<http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-DP123-FullJ11.pdf>（2017 年 9 月 25 日閲覧），2015 年。

Shane, S. 他、大学発ベンチャー—新事業創出と発展のプロセス、中央経済社，2005 年。

※参考文献リストは、発表時に配布いたします。