

Title	能力破壊型技術の選択と組織の垂直統合度の関係に関する考察：二次電池業界における事例研究(技術経営(5), 一般講演, 第22回年次学術大会)
Author(s)	坂本, 雅明; 藤村, 修三
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 585-588
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7342
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

能力破壊型技術の選択と組織の垂直統合度の関係に関する考察 — 二次電池業界における事例研究 —

○坂本雅明，藤村修三（東京工業大学）

1 はじめに

新規企業が参入に成功するためには、既存企業が蓄積された能力を活かすことが難しい、すなわち現行技術からの乖離が大きい能力破壊型技術を選択する必要がある。そして、新規企業は既存企業よりも次世代技術を選択しやすいといわれている。例えば、Tushman and Anderson [1] は、既存技術の知識体系を用いて飛躍的に性能を向上させる能力増強型技術は既存企業によって開発・事業化されるが、知識体系の異なる能力破壊型技術は新規企業にもたらされることが多いことを明らかにした。しかし、新規参入を試みても、能力破壊型技術を選択する意思決定を行うことができずに競争の土俵に上がることができなかった企業が多数存在することは忘れてはならない。能力破壊的技術は未知の知識に立脚している部分が多いため不確実性が高く、新規企業にとっても、技術開発¹を意思決定することは容易ではないのである。

同じ新規企業でありながら、能力破壊型技術²を選択できる企業とできない企業が存在するのはなぜであろうか。本研究ではこのような問題意識に基づき、新規企業が能力破壊型技術を選択できる要因を明らかにすることを目的としている。

次世代技術を開発・事業化する場合には、担当する事業体の決裁権限を超える額の資金が必要となる場合が多く、全社レベルでの支援が必要となる。通常、全社レベルでの意思決定をする場合には、単一事業のビジネスプランだけで判断するだけでなく、企業全体に与える影響も考慮されることになる。そこで、本研究では、社内他事業への貢献という観点から、能力破壊型技術を選択できる要因を分析する。

2. 研究方法

本研究の目的を果たすためには、能力破壊型の選択と社内他事業への貢献の間における関係性の有無を明らかにするのではなく、能力破壊型技術を選択できるメカニズムを解明しなければならない。そのため、統計分析よりも事例研究が相応しいと考えた [2]。

2.1 調査対象業界

調査対象としては、二次電池業界を取り上げた。二次電池業界は、技術の断絶期に能力破壊型技術が登場し、かつ能力破壊型技術を選択した新規企業と選択しなかった新規企業が存在するからである。

また、技術選択が事業成果への寄与度が大きい業界だという理由もある。もし寄与度が大きくなければ、企業は事業成果を上げるためにはマーケティング戦略など他の方法を講じられる可能性があるため、リスクをおかして能力破壊型技術を選択する必要がなくなる。しかし、二次電池の基本性能軸であるエネルギー密度³は、分析対象時期の 90 年時点では市場の要求水準を大きく下回っており、それどころかアプリケーション側の小型化ニーズの増大によって乖離はますます大きくなる傾向にあった。そのため、エネルギー密度向上のための技術選択が、事業成果に大きく影響する状況にあったといえる。

2.2 調査方法

Yin [3] によれば、事例研究の進め方に対する批判は、研究者が疑わしい情報やバイアスのかかった見方を容認してしまうことだという。そのため、情報の収集・整理はあらかじめ以下の手順を計画し、遂行した。

まず、日経四誌等に 80 年以降に掲載された二次電池とそのアプリケーション⁴に関する記事の全てを、また日経ビジネス、日経エレクトロニクス、日経マイクロデバイスに掲載された二次電池

¹ 本稿では、「技術開発」は製品化を目的とした製品技術開発、製造技術開発を指し、研究所で行われる研究とは明確に区別している。

² 本稿では Tushman and Anderson [1] に基づき、革新的技術を能力増強型技術と能力破壊型技術に分けている。能力増強型、破壊型に関係なく、現行の技術より飛躍的に性能向上した技術に言及する場合に、「次世代技術」という用語を用いている。

³ エネルギー密度とは、体積当り、または重量あたりの電力量のことである。

⁴ アプリケーションとしては、ノートパソコン、携帯電話、デジタルスチールカメラの情報を検索した。

が主テーマになっている特集記事を検索した。さらに社史、広報資料、有価証券報告書、カタログ、特許情報、調査会社レポートなど入手可能な公開情報も参考にした。

次に、収集された 500 以上もの情報のうち、二次電池メーカーの技術動向情報として、研究開発、技術選択、商品化、設備投資、シェアなどを、また経営情報として組織構造や権限や責任の関係、経営方針や中期計画策定プロセスに関する情報などを抜き出した。さらには、アプリケーション側の情報として市場規模推移、市場シェア推移、要求される機能・性能の変遷、開発・商品化状況を抜き出し、それらを時系列にまとめてデータベースを作成した。ここまでの作業を機械的に行うことで自由裁量の余地を残さないようにした。

そして、データベースの事実を関連付けてケースとして記述していった。文脈上確認が必要な箇所は、企業へのインタビュー⁵で補完した。その際、誘導質問にならないように、テーマだけを与えて自由に回答してもらい、その答えの中から目的とする情報を採るようにした。また、ケースを記述する際に筆者の解釈が加わってしまう可能性があるため、技術経営の研究者、業界関係者に読んでもらい、違和感がある箇所を指摘してもらった。

3 二次電池業界の事例⁶

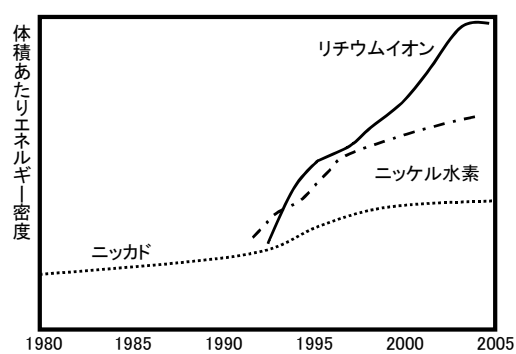
1899 年にスウェーデンのユングナーによって開発されたニッカド電池は、1990 年頃になると、それまでのニッカド電池ではエネルギー密度の増加が見込めないことから、ニッケル水素電池とリチウムイオン電池という、新技術を応用した二種類の製品が登場した（エネルギー密度推移を図 1 に、市場規模推移を図 2 に示す）。そして、この技術の断絶期において、既存企業である三洋、松下電池と新規企業である東芝、ソニーとの競争が繰り広げられることになった。

以降では、まず二次電池の技術的な説明を通じて、ニッケル水素電池が能力増強型技術であり、リチウムイオン電池が能力破壊型技術であることを説明する。次に、二次電池業界で起こった出来事を、開発、商品化、事業成果に関して時間軸を追って簡潔に説明する。

⁵ インタビューは、東芝の研究者に対するインタビュー、ソニーの研究者及び事業計画者に対するインタビュー、既存企業 A 社の研究者及び技術者に対するインタビュー、国内大手携帯電話メーカーでデバイスの設計開発と調達の担当者に対するインタビューを行った。インタビュー後には、それぞれ 3～5 回程度の e-mail での質疑応答により、インタビュー内容を精緻化した。

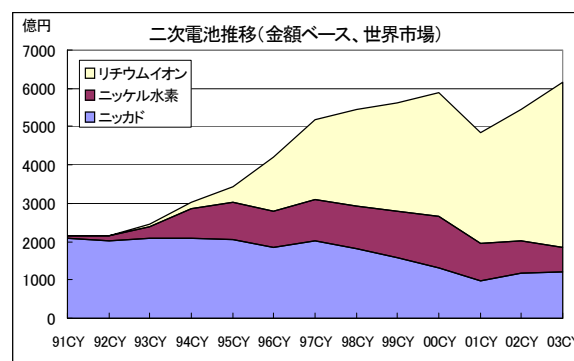
⁶ 二次電池業界のケースについては、坂本 [4] を参照されたい。

図 1 電池種類別エネルギー密度向上推移



（出所）二次電池メーカー（匿名）資料。守秘義務から、エネルギー密度のメモリを割愛している。

図 2 電池種類別市場規模推移



（出所）IT 総研「先端二次電池市場調査プログラム 2002-2003：最終報告書」（2003）をもとに作成

3.1 二次電池の技術的な説明

二次電池とは充電電池のことである。使いきりの乾電池を一次電池と呼ぶのに対して、充電することで繰り返し使用することができる電池を二次電池という。この二次電池に最も求められる性能は、エネルギー密度である。そして、このエネルギー密度を高めるための鍵となる製品技術が、電池内部の正極、負極、電解液である。ニッカド電池は正極にニッケル酸化物、負極にカドミウム化合物、電解液にアルカリ水溶液を用いていたが、負極材料に水素吸蔵合金が開発されたことでニッケル水素電池が誕生した。リチウムイオン電池では正極材料にリチウム化合物が、負極材料に炭素質材料が開発され、電解液には有機溶媒を用いられることになった⁷。電解液がアルカリ水溶液有機溶媒に変わったということは、無機化学の領域である水溶液とは異なり、有機化学の知識体系を

⁷ 従来の 1.2V から 3.7V に上昇したが、高い電圧ではアルカリ水溶液は電気分解を起こしてしまうため、有機溶媒が使われるようになった。

必要とすることを意味している。

また製造技術面でいうと、ニッケル水素電池の場合はニッカド電池の生産設備の多くを流用できるが、リチウムイオン電池は生産ラインを新設しなければならない。ニッケル水素電池では極板製造工程などでニッカド電池と類似しており生産設備の6~7割が向け流用できるが、リチウムイオン電池の極板は従来の4分の1程度の薄さになり、より高い精度が必要となるからである。

このように、ニッケル水素電池はニッケル水素電池との類似点が多いが、リチウムイオン電池は全く新しい知識が必要になるといえる。

3.2 二次電池業界での開発、商品化、事業成果

二次電池は、日本企業によって商品化されたことで世界的に普及することになった。1962年に三洋によってニッカド電池が国産化され、間もなく松下電池も商品化に成功した。そして、90年代中に世界のニッカド電池需要の大半をこの2社が供給するまでになった。

80年代後半から、小型・軽量のモバイル情報端末の出現により二次電池により長い持続時間が求められるようになってくると、このタイミングを合わせて参入を試みたのが東芝である。東芝は81年から新たな負極材料の研究に取り組み、85年には実用に耐え得る水素吸蔵合金の開発に成功した。その研究状況が84年に学会発表されると、各社の開発を方向付けられ、ニッケル水素電池の商品化競争が始まった。東芝は91年に商品化に成功したが、90年に商品化した三洋、松下に先を越されることになった。既存企業の技術者はその理由を「ニッケル水素電池は分かりやすかった。(中略)どの企業も色々な準備をしており、東芝に追いつくだけの技術は持っていた⁸⁾」と述べている。

ニッケル水素電池市場で三洋、松下電池、東芝電池が競争を繰り広げているときに、異なる技術開発が進められていた。ソニーが90年に開発したリチウムイオン電池である。リチウム系電池は理論的には最大級のエネルギー密度が期待できるため、三洋、松下電池も80年代より研究を進めていたが安全面に問題があったため、既存企業は「リチウム系の二次電池が商品化されるのは、ずっと先のことだと考えていた⁹⁾」。しかしソニーは負極、正極、電解液の材料開発を進め、リチウムを常にイオン状態に保つことで安全面での課題を克服することに成功した。一方、三洋と松下電池がリチウムイオン電池の量産化に漕ぎ着け

たのは94年のことであった。既存メーカーの技術者は、リチウムイオン電池の開発では、「電解液をつくるために、どのような添加剤をどの程度調合すべきかが困難だった¹⁰⁾」と述べている。

東芝が2000年にニッケル水素電池事業を三洋に売却することになったことと対比的に、リチウムイオン電池を選択して市場参入を果たしたソニーは、シェア20%程度を誇るトップグループ企業として君臨し続けている¹¹⁾。

4 事例分析：能力破壊型技術選択の要因分析

しかしながら、能力破壊型技術を選択することはリスクが高いため、ソニーにとっても容易な意思決定ではなかったはずである。ソニーがリチウムイオン電池という、能力破壊型技術を選択することができた要因を、社内他事業への貢献という観点から分析してみたい。

90年時点でのソニーにはビデオカメラという貢献先事業が存在していた。ソニーのビデオカメラは、80年代後半から熾烈なシェア競争を繰り広げていた¹²⁾。89年に発売され「パスポートサイズ」で一世を風靡したハンディカム CCD-TR55以来、小型化・軽量化競争が繰り広げられるており¹³⁾、高エネルギー密度の二次電池を搭載することでセット製品の競争力を向上させる余地が多分に残されていた。

二次電池開発のきっかけは、セット事業側からの要望が強く影響していたことであった。当時、ソニーで二次電池の開発に携わっていた技術者は、「ビデオカメラを始め、ポータブル機器を扱うソニーにとっては、キーデバイスとなる電池を内製化すべきだという声が社内からあがった¹⁴⁾」と説明している。ニッカド電池に代わる様々な候補がある中で、ソニーの電池部門がビデオカメラ事業部門にリチウムイオン電池を提案したのは、「技術開発が可能かどうかという観点はもちろん大切だが、それ以上に、カムコーダ¹⁵⁾の機能向上に貢献しうる可能性があるかという観点が重

¹⁰⁾ 当時既存企業でリチウムイオン電池の研究開発に携わっていた技術者へのインタビューによる。

¹¹⁾ IT総研「先端二次電池市場調査プログラム2002-2003：最終報告書」(2003)によると、2003年時点のソニーの出荷シェアは、三洋の25.7%に次ぐ2位の19.2%となっている。この2社で市場の半分を占め、他の主要企業は10%程度のシェアとなっている。

¹²⁾ 矢野経済研究所「日本マーケットシェア事典」のデータによると、86年から93年まで、ソニーのビデオカメラは松下と拮抗状態にあった。

¹³⁾ 『日経ビジネス』1990.7.30による。

¹⁴⁾ ソニー二次電池技術者へのインタビューによる。

¹⁵⁾ ビデオカメラのこと。

⁸⁾ 既存企業の技術者へのインタビューによる。

⁹⁾ 既存企業の技術者へのインタビューによる。

視された¹⁶」からであり、その結果、「(リチウムイオン電池が) 全社的に重要だと認められて、事業部門の枠を超えてコーポレートプロジェクトとなり、全社的な支援が行われた。(中略)カムコーダ TR-1 では、共同プロジェクト的な開発が行われた¹⁷」という。

以上のことより、ソニーにおいてはリチウムイオン電池を開発・事業化するリスクは高かったものの、成功した場合に社内顧客がもたらす事業成果のインパクトの大きさが勝ったため、意思決定がなされたと推察される。

5 ディスカッション

ソニーの事例を参考に、能力破壊型技術を選択するためのメカニズムを掘り下げたい。

ソニーのビデオカメラ事業にとっては、他社が開発する可能性が高かったニッケル水素電池は購入することが可能なため、内部で開発する必然性はなかった。内部で開発するのであれば、どの電池メーカーも手がけないような高性能の二次電池でなければ意味がなかったのである。一方、ソニーの二次電池部門にとっても、リチウムイオン電池の開発はリスクが高いものであったが、開発に成功すればビデオカメラ事業の業績向上に大きく寄与できる。二次電池事業単体で考えるよりも、ソニー全体で考えることで、能力破壊型技術の開発投資で期待されるリターンと損出のうち、リターンの絶対額だけが増加することになる。つまり、開発投資の「期待値」が大きくなったといえる。このようなメカニズムにより、全社的観点から合理的に考えた場合に、開発投資の意義があると判断されたと考えられる。

しかしながらそれだけでは十分とは言えない。全社的観点から合理的に判断できる意思決定プロセスが伴っていないなければならない。事業単位ごとに部門最適での意思決定が行われている状況では、会社全体で見ればメリットがある開発投資でも、意義があるとみなされることは期待できない。このような弊害に対しては、歴史研究からは、市場メカニズムによる調整と資源配分にマネジメントが取って代わるという「見える手」の意義が指摘され [5]、取引費用経済学でも部門の機会主義的な意思決定を是正するために、本社の「選択的介入」が提唱されている [6]。同様に、技術選択が合理的に決定されるためには、事業間の相互依存性を考慮した全体的な見地から意思決定されるようになっていく必要がある。

6 まとめ

一般的に、リスクが大きく、また当初の市場規模が小さい新規性の高い事業は、既存事業のパワー関係や思考様式の悪影響を防ぐなどの理由から、既存事業とは隔離された独立性の高い組織で進めるべきといわれることが多いが [7]、二次電池業界の事例からは、事業体単独で負えないほどリスクの高い事業の場合は、社内顧客とかかわりを持つことの重要性が示唆されよう。

しかしながら、ソニーがそうであるように¹⁸、社内顧客とのかかわりが重要なのは、技術的な不確実性が存在する段階のみだと考えられる。技術的な不確実要素の大きい段階では、取引コスト¹⁹が大きいため外部顧客との取引よりも社内顧客との取引の方が有利であるが、しかし、その一方で市場が限定されてしまうというデメリットが生じる。開発段階では社内顧客とのかかわりを持ち、技術的な不確実性が少なくなった段階、すなわち取引コストが低下した段階では、規模の経済性を求めて徐々に外部企業への供給を考えるべきといえよう。

¹⁸ 「ソニーのセット事業部は、改良の場合はソニー以外の電池メーカーと共同開発することもあるが、大幅な変更を伴う開発は、やはり社内で行う」(ソニー二次電池技術者へのインタビュー) という。

¹⁹ 取引コストとは、内部で行うと節約できるが、外部市場を使うとかかる費用のことである。取引コストには交渉や契約に関わる時間や費用も含まれ、そのコストは完備契約が結べないほど大きくなる。完備契約とは、すべての起こりうる事象を予測して、当事者の権利と義務を全て取り決めた契約である。

参考文献

- [1] Tushman, M. and P. Anderson, Technological Discontinuities and Organizational Environments, Administrative Science Quarterly, 31, 439 (1986)
- [2] 沼上幹, 行為の経営学: 経営学における意図せざる結果の探究, 白桃書房(2000)
- [3] Yin, R K., Casa Study Research 2/e, Sage Publications, Inc. (1994) [近藤公彦訳, ケース・スタディの方法, 千倉書房(1996)]
- [4] 坂本雅明, 技術の断絶期における次世代技術の選択と競争戦略, 一橋大学大学院商学研究科経営学修士課程ワークショップレポート(2005)
- [5] Chandler, A. D. Jr., The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business, Harvard University Press. (1977) [鳥羽欽一郎, 小林袈裟治訳, 経営者の時代: アメリカにおける近代企業の成立 上・下, 東洋経済新報社(1979)]
- [6] Williamson, O., The Economic Institutions of Capitalism, Free Press. (1985)
- [7] Christensen, C. and M. Raynor, The Innovator's Solution, Harvard Business Press. (2003) [玉田俊平太監修, 桜井祐子訳, イノベーションへの解: 利益ある成長に向けて, 翔泳社(2000)]

¹⁶ ソニー二次電池技術者へのインタビューによる。

¹⁷ ソニー二次電池技術者へのインタビューによる。