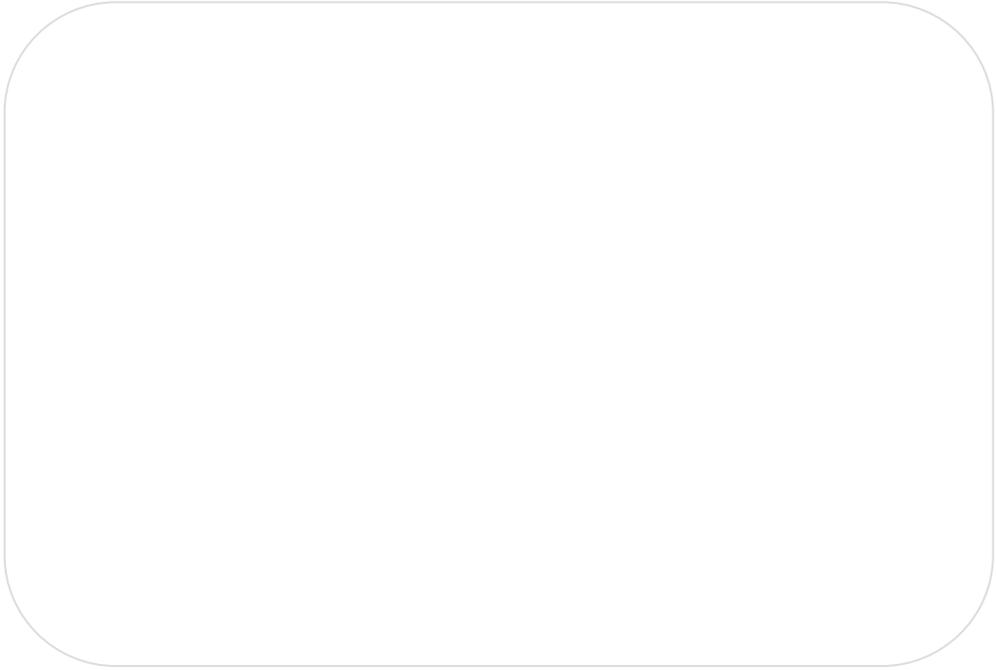




Hitotsubashi University
Institute of Innovation Research



一橋大学イノベーション研究センター

東京都国立市中2-1
<http://www.iir.hit-u.ac.jp>

次世代技術の選択と競争戦略（１）

- 二次電池業界における新規企業が参入に成功するための要因の分析 -

坂本 雅明

一橋大学イノベーション研究センター 非常勤共同研究員

要旨

本研究は、技術の断絶期において新規企業が参入に成功するためには、どのような技術を選択すべきかを明らかにするとともに、そのような意思決定を可能とする背景や条件までを掘り下げて解明することを目的として進められた。

二次電池業界を分析した結果、旧来技術から技術的な距離が遠く、性能ポテンシャルの高い技術を選択すべきということが明らかになった。しかし、そのような技術選択は、技術面及び市場面での不確実性が高い。つまり、リターンは大きいがリスクも大きいといえる。そこで、このような意思決定を可能とし、さらに不確実性を軽減するためのメカニズムを分析した結果、セット製品側との協力関係が重要なポイントとなることが分かった。その次世代技術を使用した製品をセット製品に搭載することで飛躍的に魅力が高まるのであれば、セット製品側がリスク分担に応じるとともに、製品開発で惜しみない支援をするからである。但し、取引費用の関係から、外部企業とこのような協力関係を構築することは難しい。社内にセット製品部門が存在し、かつ部品事業とセット事業との協力を組織マネジメントの基本としている場合には、こうした協力関係を構築することができる。これらの条件が揃えば、新規企業が参入に成功する可能性が高まることが分かった。

本稿の第 3 章「二次電池業界のケース」は、経済産業省『技術経営人材育成プログラム導入促進事業』の一環として作成された「二次電池業界（改訂）：技術変革期における新規企業と既存企業の攻防」（IIR ケーススタディ CASE#05-07、2005.2）をもとに、作成し直したものである。

本稿の作成に当たっては、二次電池業界に携わる多くの方々からのご支援をいただいた。科学技術振興機構（元東芝）の神田基氏を始め、そのほか匿名でインタビューに応じていただいた多くの方々からの貴重なご意見は、当時の業界の状況を知る上では欠かせなかった。また、インフォメーションテクノロジー総合研究所の竹下秀夫氏には、大変貴重なデータであるにも関わらず掲載を快諾いただいた。この場をかりて御礼申し上げる。

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教授藤村修三氏、一橋大学イノベーション研究センター助教授青島矢一氏から有益なコメントをいただいたことにも感謝したい。

目次

第1章 研究目的	1
1.1 問題意識と研究目的、研究内容.....	1
1.2 研究方法	2
1.3 論文の構成	2
第2章 先行研究の批判的検討と研究の進め方.....	4
2.1 先行研究の批判的検討.....	4
2.1.1 フォスターによる研究（S字曲線、技術の断絶期、攻撃側有利の原則）.....	4
2.1.2 アッターバックによる研究（ドミナント・デザイン、製品/工程イノベーション）.....	5
2.1.3 クリステンセンによる研究（破壊的技術、イノベーターのジレンマ）.....	7
2.2 研究対象業界の選定.....	8
2.2.1 二次電池とは	8
2.2.2 二次電池業界を取り上げた理由/二次電池業界の特性	12
第3章 二次電池業界のケース	14
3.1 ニッカド電池市場における三洋、松下電池の寡占状況の形成.....	14
3.2 市場要求の変化とニッケル水素電池の登場.....	15
3.2.1 東芝におけるニッケル水素電池の開発.....	15
3.2.2 東芝におけるニッケル水素電池の事業化.....	16
3.3 リチウムイオン電池の登場.....	18
3.3.1 ソニーにおけるリチウムイオン電池の開発.....	18
3.3.2 リチウムイオン電池市場の活況と既存企業の対応.....	19
3.3.3 リチウムイオン電池競争の第二ステージ（円筒型対角型）.....	21
3.3.4 リチウムイオン電池競争の第三ステージ（リチウムイオン対リチウムポリマー）.....	22
3.4 三洋がしかける二次電池業界の再編と松下電池の低迷.....	24
3.4.1 東芝のニッケル水素電池事業の買収.....	24
3.4.2 GSメルコテックのリチウム電池事業の買収.....	25
3.4.3 三洋と松下電池の成果.....	25

第4章 新規企業の参入の成否を分ける要因.....	29
4.1 東芝電池の失敗要因.....	29
4.1.1 東芝電池のニッケル水素電池選択が与えた失敗への影響	29
4.2 ソニーの成功要因.....	31
4.2.1 ソニーのリチウムイオン電池選択が与えた成功への影響	31
4.3 東芝電池とソニーの技術選択の違いをもたらした背景の分析.....	33
4.3.1 研究開発段階での優位性の有無.....	34
4.3.2 製品開発段階で不確実性を許容し、軽減できた要因	36
4.4 内製化戦略による新規参入が成功する環境条件.....	39
4.5 部品外販戦略の場合での対応.....	42
第5章 まとめ.....	44
5.1 新規企業が参入に成功するためのメカニズム.....	44
5.2 新規参入企業が次世代技術戦略を検討するためのフローチャート	44

第1章 研究目的

1.1 問題意識と研究目的、研究内容

「既存企業よりも新規企業の方がイノベーションを起こしやすい」、あるいは「新規企業の方が有利である」などよく言われる。しかし、新規企業対既存企業という分類で分析することに、どれだけの意味があるのだろうか。新規企業、既存企業それぞれを一緒くたにしてしまえば、企業が技術戦略を検討する上での示唆にはなり得ない。なぜならば、新規に参入しようとする企業はどうすれば成功するのかを、あるいは既存企業はどうすれば防御できるかを知りたがっているからである。事実、新規企業の中でも、参入に成功した企業もあれば、駆逐されてしまった企業もある。また、既存企業の中にも、シェアを奪われた企業もあれば、リーダー企業として君臨し続けている企業もある。そこで、本論文では新規企業の参入の成否を分ける要因、及び既存企業の防御の成否を分ける要因を明らかにすることを目的とする。

新規企業の参入の成否を分ける要因、及び既存企業の防御の成否を分ける要因の中でも、とりわけ次世代技術の選択¹に着目したい。というのは、一般的に新規企業が参入する機会、従来技術の発展速度が停滞し、次世代技術といわれる新技術が登場する時が多いからである（図 1-1）。この段階は技術の断絶期とよばれるが、技術の断絶期には複数の次世代技術が登場することが多い。過去を振り返ると、通信網ではISDN²の次世代技術としてADSL³とFTTH⁴が競い合った。2004年3月末の国内契約回線数は、FTTHの114万件⁵に対して、ADSLは1120万件⁶と10倍もの差をつけており、第一幕はADSLに軍配が上がった。その結果、ADSLの普及に積極投資をしてきたソフトバンクBBの加入件数は400万回線を超え、あるいはADSLを主力事業とする独立系ベンチャー企業のイー・アクセスは、創業からわずか5年で東証一部上場を果たすなど、ADSLを選択した企業が業績を伸ばすことになった。

このように、複数の次世代技術の中で、どの技術を選択するがその後の市場シェアに大きな影響を及ぼすこととなる。そのため、技術の断絶期において、新規企業、及び既存企業は、どのような次世代技術を選択すべきかを分析したい。しかし、それだけでは研究としては不十分だと考える。なぜならば、技術選択を行うという意思決定の背後には様々な要因が絡み合っているためである。そのメカニズムを解明することまでを研究の範囲とする。

¹ 本論文の中では、厳密に言えば、「次世代技術」ではなく「次世代製品に使われている要素技術」とすべきだったり、「技術選択」ではなく「製品選択」とすべき箇所もある。しかし、製品の種類と技術の種類が一体化している例を取り上げているため、「次世代技術」、「技術選択」に統一しても問題ないと考えている。

² 総合デジタル通信網（Integrated Services Digital Network）。アナログ通信を1と0のデジタル信号に変えて伝送することで、容量の多い情報をより高速、高品質で送受信する技術や通信網のこと。

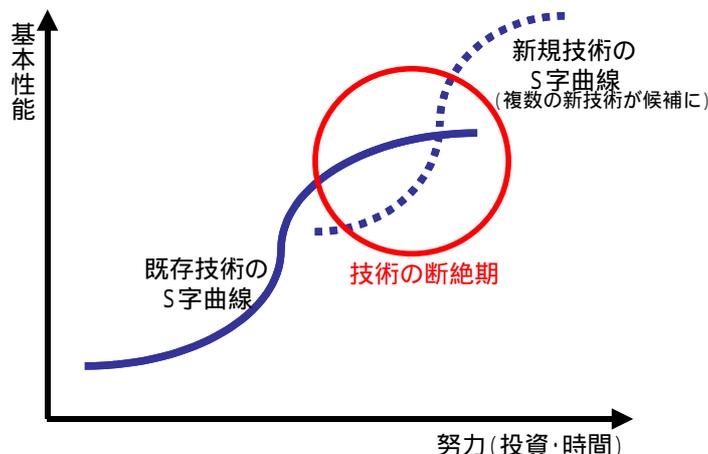
³ 非対称デジタル加入者線（Asymmetric Digital Subscriber Line）。DSLは電話で使っている銅線（メタルケーブル）をそのまま使って、高速デジタル通信を行う技術や通信網のこと。Asymmetricとは非対称という意味であり、上りと下りの通信速度が異なること。

⁴ 家庭用光ファイバー通信（Fiber To The Home）。各家庭まで光ファイバー・ケーブルを敷設して、各種の通信サービスを提供する技術や通信網のこと。

⁵ 日経産業新聞 2004.8.13

⁶ 日経産業新聞 2004.7.27

図 1-1 S 字曲線と技術の断絶期



1.2 研究方法

研究目的を鑑みると、統計分析による方法よりも事例研究がふさわしいと考える。なぜならば、技術選択に至った背後にあるメカニズムを解明するためには、当該企業が意思決定に至るまでの行為の連鎖や、競合企業や市場との相互作用から紐解かなければならないからである。統計分析では、これらのメカニズムはブラックボックスのままになってしまう。

そして、事例研究対象としては二次電池業界を選定した。二次電池とは、携帯電話端末やノートパソコンに使用される充電電池のことである。二次電池業界を選定した理由は、二次電池の技術面、市場面での説明とともに第 2 章で詳しく説明する。

二次電池業界を事例研究するに当たっては、まず新聞、雑誌、カタログ、社史、広報資料等の入手可能な資料を丹念に調べ上げ、二次電池メーカー、及び二次電池業界を取り巻く環境で生じた事実を時系列にまとめた。そして、その中で成否を分ける要因、あるいは技術選択に至った要因になるとと思われる事実に着目し、文献や資料で掘り下げて調査するとともに、実際に二次電池メーカー、あるいはアプリケーション側の担当者を訪問してインタビュー調査を行った。

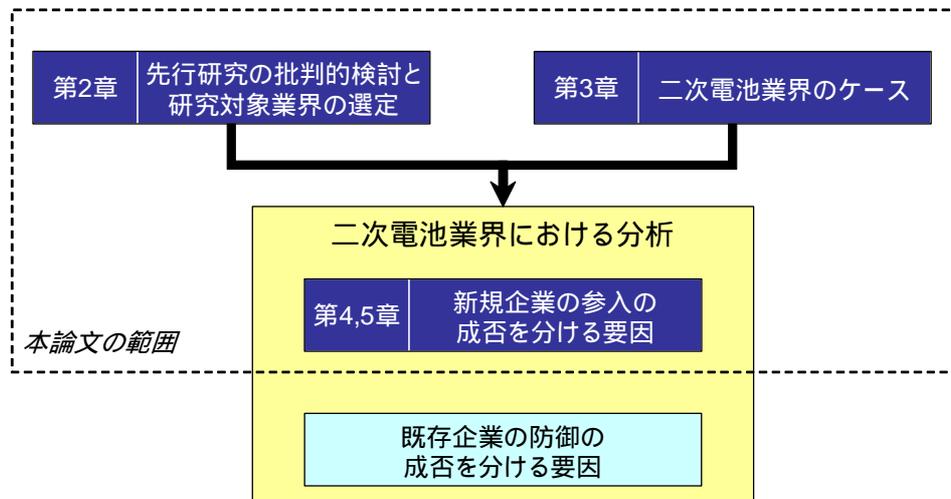
1.3 論文の構成

論文は 2 部構成になっている。第 1 部では新規企業の参入の成否を分ける要因を論じ、第 2 部既存企業の防御の成否を分ける要因を論じる。本論文はその中の第 1 部である。

第 1 部は全 3 章で構成される (図 1-2)。

第 2 章は、先行企業と既存企業のイノベーションや競争戦略に関する先行研究の批判的検討を通じて、本論文に活用できる主張と不足している点を明らかにする。具体的には、S 字曲線をベースとしたイノベーション戦略を再認識させたりチャード・フォスター (Richard

図 1-2 論文構成



N. Foster) 既存企業のイノベーションが進まない理由を論理的、実証的に解明したジェームス・アッターバック (James M. Utterback) およびクレイトン・クリステンセン (Clayton M. Christensen) の論文を検討する。それとともに、事例研究の対象として選定した二次電池業界の説明、及び選定した理由について説明する。

第3章では二次電池業界のケースを紹介する。二次電池業界では90年代になると、従来の主流技術であったニッカド電池の性能向上が限界に近づく一方で、用途先である機器側の要求水準が飛躍的に高まった。この時期にニッケル水素電池とリチウムイオン電池という二つの次世代技術が登場したが、既存企業、新規企業の技術選択がその後のシェア構造に大きな影響を及ぼした。この経緯について、客観的な事実を時系列的に紹介する。

第4,5章は、二次電池業界の事例を用いて、新規企業における参入の成功要因を分析する。二次電池業界では、90年代に入って東芝電池とソニーが新規に参入したが、東芝電池が撤退に追い込まれた一方で、ソニーは業界のトップグループ企業としての地位を確固たるものにした。この違いをもたらす要因を明らかにする。

第2章 先行研究の批判的検討と研究の進め方

2.1 先行研究の批判的検討

技術の断絶期における既存企業と新規企業の攻防は、図 1-1 のように S 字曲線を用いて説明されることが多い。S 字曲線自体はかなり前から知られていた概念であるが、86 年にマッキンゼーのフォスターが経営戦略に与える影響を著書にて再検討したことで脚光を浴びるようになった。フォスターのコンセプトは、その後アッターバックや、クリステンセンによって引用され、理論的な見地から深堀、発展されていった。そのため、この 3 種類の先行研究を検討する。

2.1.1 フォスターによる研究⁷ (S字曲線、技術の断絶期、攻撃側有利の原則)

フォスターの問題意識は、「新しい技術に対応していくことが、なぜこれほどまでに困難なのか、また自己革新がどうしてこれほど人を誤らせやすいのか、その理由を解き明かす」ことにあった。そして、S 字曲線を再考し、この問題解決に取り組んだ。

彼は「技術の進歩は、当初こそ遅々たる歩みだが、やがて一気に加速し、最後には再び停滞を免れない」という S 字曲線の概念を再考した。S 字曲線とは、ある製品もしくは製法を改良するために投じた費用と、その投資がもたらす成果との関係を示すグラフである。フォスターは、技術開発が S 字曲線を描く理由を以下のように説明している。一般的に最初のうちはなかなか成果があがらず開発の足取りは遅々として進まないことが多い。しかし、そのうち開発を前進させる鍵となる情報がきちんと集まると、すべての制約が一挙に取り払われ、急速な進展を見せる。だが、製品や製法の開発に多額の資金を注ぎ込むにつれ、しまいには技術の進歩をものにするのがますます困難に、しかも高つくようになる。このような理由で S 曲線の上限に限界があるという。

そして、S 字曲線の概念を用いて、当初の問題意識であった、新技術に対応することが困難な要因の解明に取り組んだ。彼は、停滞期に新しい S 字曲線に移ることができた企業は、守りを固めた防御企業ではなく、新しい着想と発想を行う攻撃企業であるという、攻撃側（多くは新興企業）有利の原則を打ち出し、多くの業界を引き合いに出して、その信憑性を強調した。

攻撃側有利の原則のメカニズムをまとめると、以下のようになる。

- 新しい S 曲線は、古い S 曲線を支えたのと同じ知識から生まれるのではなく、全く新しい別個の知識ベースに基づいている。しかもそれは業界をリードしている企業があまり開発を行っていない技術に基づくものが多い。
- そのため、新しい S 字曲線に移れる企業は、新しい着想と、新しい取り組みをしている新興企業であって、守りを固めた既存の大企業ではない。
- 既存の大企業が、新しい取り組みを行えない理由の一つには、それらの企業が

⁷ Foster (1986)

錯覚に陥ることがある。すなわち、「新技術育成の費用がかかるため、現行技術に留まっている方が効率的である」、「新技術育成は時間がかかるため、現行技術に留まる方がスピードが速い」、「新技術から防御する方が、新技術を育成するよりも経済的だ」とってしまうことである。

このような主張は多方面に影響を及ぼした。しかし、フォスターの主張は経験に基づくものであり、特に背後にあるメカニズムに関する緻密な考察がなされていない。さらに彼は「日本では強い会社が新技術を取り込み、ますます強くなる傾向にある」と、攻撃側有利の原則が日本企業では当てはまらないとも述べているが、その理由も明らかにしていない。

また、フォスターは、攻撃側が成功するための要素として、次世代技術の選択よりも、参入タイミングの方に重きをおいている。事実、著書の中では「どういう時機に攻撃をかければ一番成功する可能性があるのか、あるいは逆に失敗する恐れが大きいのか。適切なタイミングを見抜く力が大切なのである」と述べ、旧技術の限界点を予測する方法に多くのページをさいている。その一方で、「現実には多数の技術が攻守入り乱れて競争している」と述べているものの、残念ながら、技術選択の方法については言及されていない。

2.1.2 アッターバックによる研究⁸（ドミナント・デザイン、製品／工程イノベーション）

アッターバックは、ウィリアム・アバナシー（William J. Abernathy）とともに S 字曲線がもたらす攻撃側有利の原則を論理的に解明した。

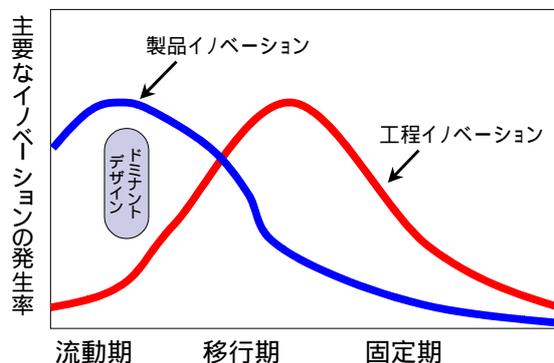
彼らの問題意識は、「大企業は耐久力があり持続力がある経済主体という印象がある。その理由というのは、大企業は非常に大きな資源と、困難や失敗にみまわれたときにでも企業を前進させる勢いのある既成製品と顧客たちを兼ね備えているということである。しかし、かつて非常に大きく、財政状態もよく、そして非常に高度な経営が行われていた企業の多くが姿を消してしまった」ということであった。

そして、複数の業界を調査した結果、製品と工程のそれぞれの主要なイノベーションの発生率は時間の経過と共にある一定のパターンを示し、2つのイノベーションの比率にはある重要な関係があることを発見した（図表 2-1）。具体的には、萌芽期には多くの企業が参入し、多くの製品イノベーションが発生するが、支配的なデザイン（ドミナント・デザイン）の登場を境に、参入企業は著しく減少する。また、製品イノベーションが減少し、工程イノベーションが増加してくるということである。彼らは、この原因を以下のように分析している。

- 萌芽期には、どの企業も市場を支配していない。どの企業の製品も完璧には作られていない。どの企業も製造技術を習得していないし、チャネルをコントロールしていない。顧客は理想的な製品デザインや望ましい技術についての感覚

⁸ Utterback (1994)

図 2-1 ドミナント・デザインと製品/工程イノベーション



出所: Utterback (1994)

を持っていない。このような環境は、多くの企業にとって市場参入に有利に働く。

- 新規参入や新製品はどれもある種の実験であり、市場からのフィードバックやデータが得られ新製品開発が急ピッチで進められる。そして究極的には1つのモデルを採る。そのモデルとはたいいていの特徴を備え、たいいていのユーザーを満足させる「ドミナント・デザイン」である。
- ドミナント・デザインの出現後は参入企業は著しく減少する。また、ドミナント・デザインの発生がイノベーションの性格を変化させる。ドミナント・デザインには生産やその他の補完的な経済性の追及を可能とするような、標準化を強いたり助長する効果があるため、成立後には、製品の性能と同様に、その費用や規模を基礎とした競争、つまり工程イノベーションの競争が起き始める。
- 工程イノベーションの競争は、製品イノベーションを制約する。工程イノベーションの結果として、より体系だった工程で生産できるようになると、組織内の小グループ間の相互依存性が増加し、製品イノベーションを困難で費用のかかるものにしてしまうからである。

彼らの研究は、技術開発が S 字曲線を描くメカニズムや、フォスターの「既存の大企業は新しい S 字曲線に乗り移れない」という主張の背後にあるメカニズムを、複数の業界に関する定量的な分析で証明し、論理的に説明している。

しかし、既存企業が新技術に移れない理由は非常に論理的に解明しているものの、あくまでも既存企業対新規企業の分析である。すなわち、ドミナント・デザインだけでは、新規企業間、あるいは既存企業間で成否が異なることは説明できない。

2.1.3 クリステンセンによる研究⁹（破壊的技術、イノベーターのジレンマ）

クリステンセンは、「なぜ優良企業が失敗するのか」という問題意識をもち、「仮借なき技術革新の波に対応することは、押し寄せる泥流に逆らって坂を上るのに似ている。頂上に留まるのには、あらゆる手段を駆使してよじ登らなければならず、立ち止まって一息つこうものなら泥に埋もれてしまう」という「技術泥流説」を仮説に設定した。そして、この仮説を検証するために、1975年から94年までのハードディスク業界を分析したが、大手企業の失敗の根底にあるものは、技術革新の速さや難しさでは説明できないことが明らかになった。そこで彼は、「技術泥流説」に変わり、「破壊的技術」という概念を提唱した。

クリステンセンによれば、持続的技術が従来から求められている性能を向上する技術であるのに対し、破壊的技術は性能の軌跡を破壊する技術だという。ハードディスク業界で説明すれば、容量、1MB当たりコスト、アクセスタイムを向上するための技術は持続的技術であり、実績のある企業が率先して技術開発を行っていた。一方、小型・軽量・低コストといった、既存のディスクドライブでは優先度が低かった要素を実現するための技術は破壊的技術であり、新規企業が開発に先行したという。

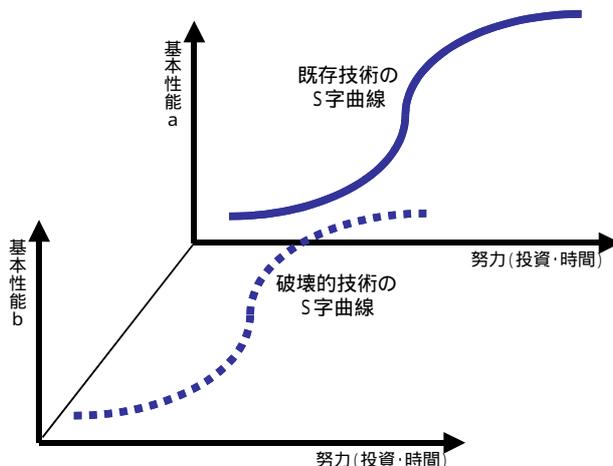
そして、この破壊的技術の存在によって、優良な既存企業が極めて合理的に判断しても、結果として判断ミスをしてしまうことがあることを明らかにした。クリステンセンが述べている要因の中で主要なものは、以下のようにまとめることができるだろう。

- 企業は既存の優良顧客の期待に応えようとする。そのため、従来から求められている性能を向上させる技術に投資することになる。成功している企業であるほど、顧客との結びつきが強くなり、この傾向が高まる。
- 破壊的技術が必要とされるのは、最初は小さな市場であり、既存の大企業にとっては、うまみのない市場である。そのため、破壊的技術の必要性に気付いていたとしても、社内的に投資が正当化されることはない。
- 既存の大企業はい綿密な市場調査と精緻な事業計画によって、事業を推進する。しかし、そもそも今まで存在しなかった市場を分析・予測をしたり、計画を立てることはできない。従来のアプローチ方法では破壊的技術の必要性を予測することができない。

クリステンセンは、既存の大企業が新しいS字曲線に乗り移れないことの背後にあるメカニズムを極めて綿密に解明しており、非常に示唆に富むものである。しかし、当てはまる状況が限定的であるために、汎用性が狭められてしまう恐れがある。つまり、顧客の要求水準の向上よりも既存技術の水準の向上度合いの方が急速である状況や、破壊的技術を適用したニッチ市場がその後拡大することなどが前提になっていなければならない。

⁹ Christensen (1997,2003)

図 2-2 破壊的技術と S 字曲線



出所: Christensen (2003)

また、「破壊的技術」は、フォスターがいうところの、「新しい S 字曲線」ではない。破壊的技術では、旧来の S 字曲線と性能評価軸が変わるため、縦軸が異なる。つまり、同じ平面状で平行移動するものではなく、次元の異なる S 字曲線に移るものである（図 2-2）。このような技術の存在は、企業の技術戦略担当者にとって重要なことではあるが、同じ平面で移動する S 字曲線における新規企業、既存企業それぞれの成功要因が明らかになっていないうちに、次元の異なる S 字曲線における分析を行うことは早急すぎる。最初のステップとしては、前者を分析すべきと考える。

2.2 研究対象業界の選定

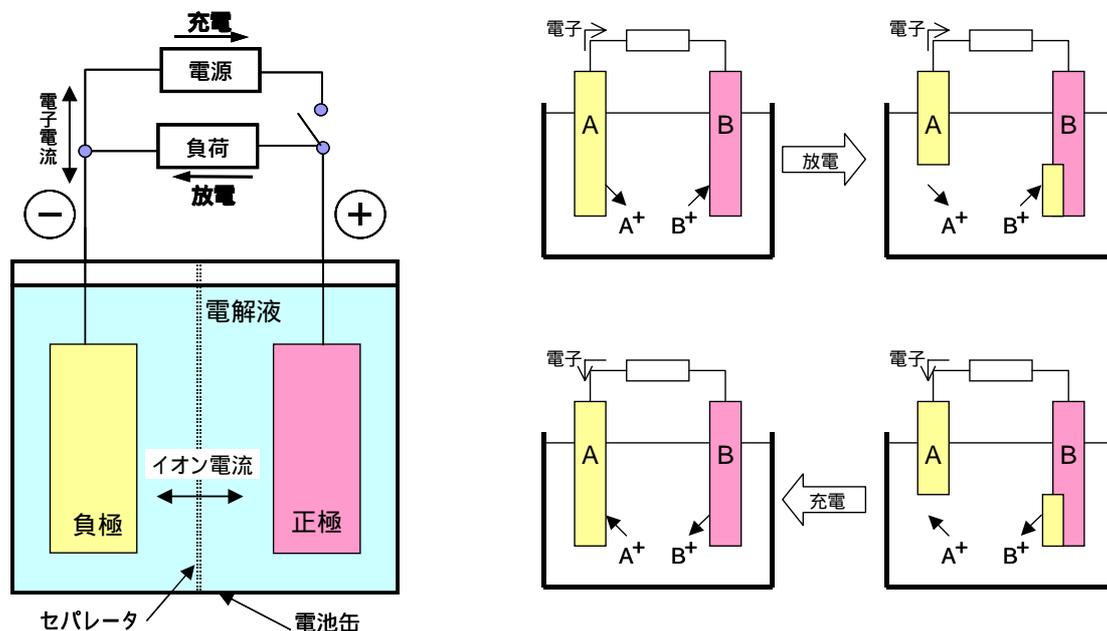
これらの先行研究は、それぞれ非常に示唆に富むものではあるが、本論文の問題意識を解消するためには、充分とはいえない。そのため、先行研究を参考にしつつ、実際の事例を用いて分析を進めることにする。検討に当たっては、二次電池業界を分析する。以下で、二次電池の概要、および二次電池業界を選定した理由を説明する。

2.2.1 二次電池とは

二次電池とは充電池のことである。我々が日常生活でよく目にするマンガン乾電池、アルカリ乾電池など、使い切りの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のできる電池を二次電池と呼ぶ。

低迷する日本経済の中で二次電池は数少ない成長市場である。当初は使いきりの一次電池と比較した経済性に注目が集まっていたが、その後の性能向上競争によって、最終製品のバッテリーの持続性、商品の小型・軽量化などといった機能向上にも多大な寄与をするようになった。現在、携帯電話などの携帯機器が市場で非常に高く評価されているが、こ

図 2-3 二次電池の構造と反応

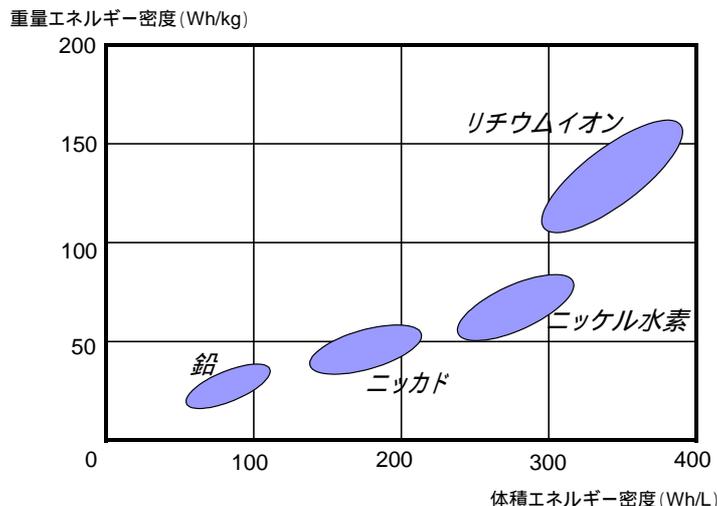


れら商品のヒットの背景には二次電池の性能向上が欠かせないのである。このことを象徴した出来事が NTT ドコモより発売された次世代携帯電話の FOMA である。2001 年 10 月、2002 年度末までに 138 万台を販売する目標を掲げて登場した FOMA は、その 1 年後の 2002 年 11 月には販売目標を 32 万台にまで大幅に下方修正することを強いられた。その原因の一つには、待ち受け時間が 55 時間と従来機種との 10 分の 1 しかないというバッテリー駆動時間の短さがあったのである。このように二次電池の性能如何が最終商品の競争力を左右するまでになっている。

このことから分かるように、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。エネルギー密度とは、単位体積当たり、あるいは単位重量当たりの電力容量のことをいう。では、エネルギー密度を高めるためには、どのような技術開発を行うべきだろうか。そのことを説明するためには、まず二次電池の構造に触れておく必要がある。しなしながら、二次電池の詳細な構造を理解する必要はないため、本論文を読み進める上で必要な部分に絞り、誤解を恐れずにできるだけ簡潔に説明する。

図 2-3 の右図のように、外部回路では、放電時には負極から正極へ、充電時には正極から負極へと電子が移動する。そのため、同じ重量、あるいは同じ大きさの電極であれば、この電流量が多ければ多いほどエネルギー密度が高くなる。一方、このような電子の移動が生じるためには、電池内部で、正極、負極それぞれの活物質と電解液が電気化学反応を起こさなければならない。そのため、できるだけ関係電子数の大きい活物質を開発しなければならない。また、電極間の電子の移動はイオンが移動することによって行われるため、できるだけ電気抵抗が少ない電解液を開発しなければならない。

図 2-4 二次電池別エネルギー密度（2002 年レベルの実用値）



出所：東芝大河内賞候補資料

これら正極、負極、電解液の材料開発とともに二次電池は進化を遂げ、現在までに鉛蓄電池、ニッケルカドミウム電池（以下、ニッカド電池）、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池というように発展し、エネルギー密度を高めていった（図 2-4）。以下に、それぞれの電池の特徴を簡単に示す。

《ニッカド電池》

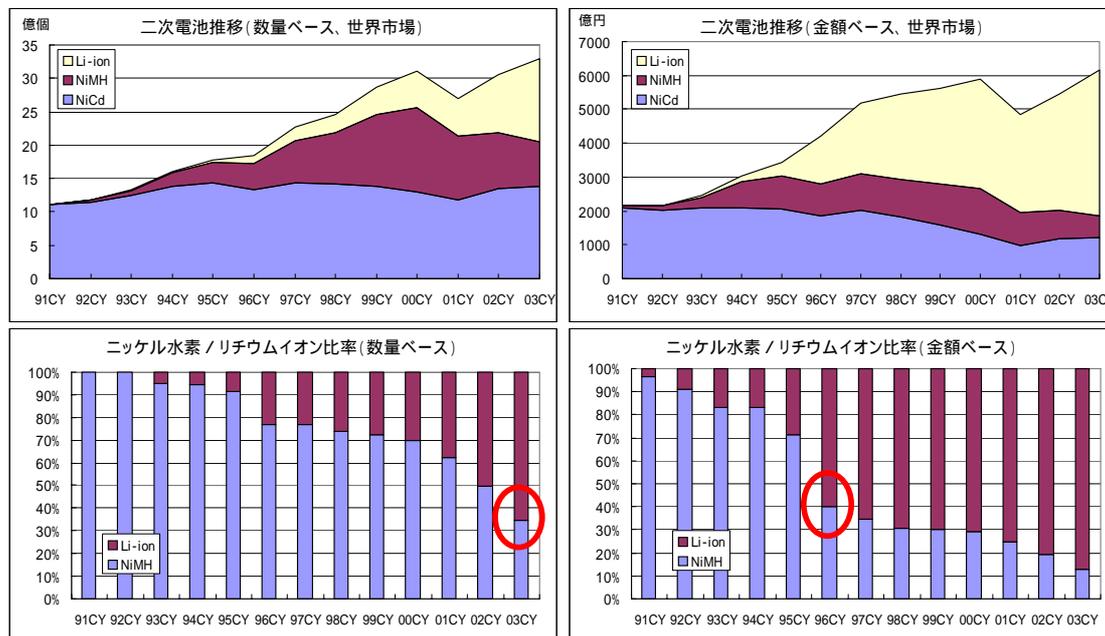
ニッカド電池は正極にニッケル酸化物、負極にカドミウム化合物を、そして電解液にはアルカリ水溶液を使用している。一次電池よりも経済的であるという理由からコードレス電話、電動歯ブラシ、シェーバーなど使用頻度の高い機器に普及していった。最近ではニッケル水素電池やリチウムイオン電池に需要がシフトしているものの、ニッカド電池は大電流を取り出せるという特徴から、電気工具やラジコンなどパワーを必要とする機器に根強い需要が残っている。

《ニッケル水素電池》

ニッケル水素電池とは、ニッカド電池のカドミウム負極の代わりに水素吸蔵合金を用いた二次電池であり、正極、および電解液は基本的にはニッカド電池と同じである。

ニッケル水素電池はニッカド電池よりもエネルギー密度が高く、また有害物質であるカドミウムを使用しないということで環境面からも評価され、コードレス電話、ノートパソコン、携帯電話、ビデオカメラなど多数の用途に普及し、市場規模が急速に拡大していった。最近ではリチウムイオン電池に市場を奪われる形で市場規模は縮小傾向にある。しかし、リチウムイオン電池と比べて割安であるため価格感度の高い市場で受け入れられている。

図 2-5 二次電池種類別市場推移



上段の2図は、ニッケル水素電池 (NiMH)、リチウムイオン電池 (Li-ion) に関する数量ベースと金額ベースの推移であり、下段の2図はニッケル水素とリチウムイオンに限定した上で、数量ベースと金額ベースの比率を算出している。

出所: IT 総研(2003a)のデータをもとに作成

《リチウムイオン電池》

リチウムイオン電池とは、正極にリチウム化合物を、負極に炭素質素材を用い、その間をリチウムイオンが行き来するという二次電池である。また、電解液はアルカリ水溶液ではなく、非水系電解液である有機溶媒を用いていることも特徴的である。

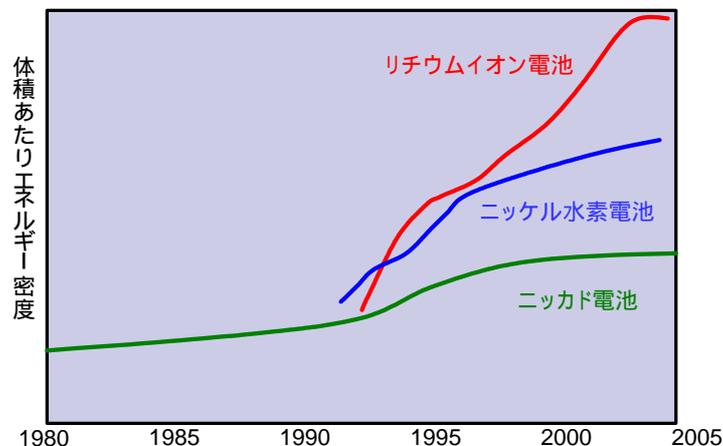
リチウムイオン電池は、ニッケル水素電池よりも持続時間が長こともさることながら、軽量でメモリー効果¹⁰の起きないこともあり、ノートパソコン、携帯電話の莫大な需要を享受し、ニッケル水素電池から主役の座を奪った (図 2-5)。

二次電池の分類方法は、上記のように技術や材料の違いで分類する方法以外に、形状によるものもある。二次電池は形状の違いから円筒型と角型に分けることができる。特に、リチウムイオン電池では形状と用途の対応¹¹がはっきりしている。

¹⁰ 充電を最後まで使いきらずに充電を繰り返すことで、容量が低下してしまう現象。ニッケル水素電池には生じるが、リチウムイオン電池では生じない。

¹¹ 円筒型は主にビデオカメラやノートパソコンに、角型は主に携帯電話に用いられる。

図 2-6 二次電池業界の技術の断絶期と S 字曲線



ある企業の実際のデータをもとに作成。守秘義務の関係上、意図的に大雑把に描写している。また、同様の理由からエネルギー密度の目盛りを割愛している。

2.2.2 二次電池業界を取り上げた理由 / 二次電池業界の特性

二次電池業界を研究対象として選んだ理由はいくつかある。1 つ目の理由は、S 字曲線、技術の断絶期という概念がきれいに当てはまるからである（図 2-6）。旧来技術であるニッカド電池に変わる技術として、ニッケル水素電池とリチウムイオン電池という二つの次世代技術が登場し、さらには、技術選択が絡む競争が行われた。

2 番目の理由は、二次電池の基本性能軸が一つであるため単純だからである。二次電池に求められる基本性能軸は、過去から「エネルギー密度」だけであった。さらには、アプリケーション側の性能向上が進んでいるため、ユーザーの期待値との乖離が解消されることは考えられず、エネルギー密度は今後とも基本性能軸であり続けると想定される。

3 番目の理由は、プレイヤーが単純で、かつ勝ち負けがはっきりしていることである。二次電池業界の主要プレイヤーが 4 社だけである。また、その 4 社は攻撃側が 2 社（東芝電池、ソニー）、防御側が 2 社（三洋、松下電池）と偏っていない。しかも、攻撃側、防御側の双方において、片方が成功し、もう片方が失敗している。失敗企業を把握することができるため、成功企業を過剰評価してしまう¹²ことを避けることができ、より適切な比較分析を行なうこともできる。

4 番目の理由が、技術と市場の関係がシンプルであり、調査結果の汎用性が高いことである。業界によっては、業界特性によって先行者が圧倒的に有利になることがある。そのような業界であれば、技術選択という要因以外のことが市場シェアに影響を及ぼすようにな

¹² 例えば、成功企業の要因をある行動に求めようとしたとする。別の企業が同じ行動を選択したにも関わらず、失敗してしまった場合、失敗企業を把握できれば、誤りに気づくことができる。しかし、一般に失敗企業の事例は報告されることが少ない。そのため、分析者は間違いに気づくことができなくなってしまう。

表 2-1 二次電池業界における先行優位性の影響

先行優位性をもたらす業界特性		二次電池業界の特性
ネットワーク外部性の存在	ビデオの規格のように、参加者が多ければ多いほど価値が高まる場合、最初にある程度のシェアをとった企業の価値が増える。	電池自体のネットワーク外部性は皆無である。また、アプリケーション側の互換性が電池の種類に影響を受けることもない。
スイッチングコストの高さ	病院を代える場合のように、製品・サービスを切り替えるための負担が高い場合は、最初に提供した企業が継続しやすい。	顧客が電池の種類を変えるときは評価を行わなければならない。しかし、アプリケーション側のモデルチェンジが早く、そのタイミングでスイッチが行われる。
希少資源の存在	CVS業界の立地争奪競争のように、限られた資源が存在する場合、先にその資源を抑えてしまえば、後発企業を排除できる。	供給が限られるような材料は存在しない。材料メーカーも複数存在し、先行企業がすべてを牛耳ることは不可能である。
購入時のブランドの影響	先進的な企業であるというイメージが定着すれば、その後も有利になる。	消費財マーケットではなく、OEM市場であるため、知名度やイメージなどよりも、性能が重視される。
特許による追随者の排除	開発に先行した企業が、回避不可能な特許を取得できれば、後発企業を排除できる。	水溶液系の電池(ニッケル、ニッケル水素)や水素急増合金の基本特許は、現在は存在しない。非水系の電池(リチウムイオン)の基本特許は、材料メーカーである旭化成が保持しており、各社にライセンス供与している。

先行優位性をもたらす業界特性の項目は、一橋大学イノベーション研究センター(2001)を参考にした

ってしまう。適切な分析を行うためには、構造的に先行優位性が効く業界は避けなければならない。例えば、かつての家庭用 VTR での VHS とベータとの規格争い、そして現在 DVD レコーダーの光ディスクの次世代技術として争っている HD DVD とブルーレイとの規格争いは、ネットワーク外部性の影響を多大に受けるため、技術と市場の関係を純粋に分析することはできない。幸運なことに、二次電池業界は表 2-1 のように先行優位性が効きにくい業界なのである。

第3章 二次電池業界のケース

ニッカド電池が開発されてから100年経った80年代後半になって、ニッカド電池の性能向上が限界に近づく一方で、二次電池を使用する機器の性能は向上していった。そのような中、90年代に入って、ニッケル水素電池とリチウムイオン電池というイノベーションが、ほぼ同時期に発生した。この技術の断絶期に、東芝電池、ソニーという新規企業が参入し、既存企業である三洋、松下電池と競争を繰り広げることになった。

この業界に関しては、攻撃側が有利という単純な理論は当てはまらなかった。新規企業側では、ソニーは二次電池業界の主要プレイヤーとしての地位を確固たるものにしたが、東芝は撤退を余儀なくされた。一方、防御側の既存企業では、松下電池はシェアを奪われたが、三洋はトップシェアを維持している。これら明暗を分ける要因を考えるために、二次電池業界で生じた事実を時系列的に整理する。

なお、二次電池業界調査の過程では、事実関係を正確に捉えるために、業界関係者の方々数名にインタビューをお願いした。そのインタビュー結果の一部を本論文に引用しているが、解釈上の誤りは、すべて筆者に帰されるものである。また、文中の役職は、特に断り書きがない限りは当時のものである。

3.1 ニッカド電池市場における三洋、松下電池の寡占状況の形成

二次電池の歴史は1859年にまでさかのぼる。同年にフランスのブランテが鉛と希硫酸を使用した鉛蓄電池を開発し、その40年後の1899年に、スウェーデンのユングナーによって酸化ニッケルとカドミウムを使用したニッカド電池が開発された。

日本における二次電池の歴史は1962年に三洋がニッカド電池の国産化に成功したところから始まる。同社は1963年に業界初となる充電式ラジオを発売し、1964年には淡路島でニッカド電池の量産を開始した上で、非常誘導灯、シェーバーなどニッカド電池を使用した自社製品を相次いで発売した¹³。その後も積極投資を行い、1988年までには国内需要の半分、世界需要の30%を供給するトップメーカーにまで上り詰めた。

三洋と並ぶ、二次電池の老舗メーカーが松下である。松下の電池は歴史が古い。さかのぼると大正12(1923)年3月に松下幸之助が「砲弾型電池式ランプ」の開発に成功したことを起源とする。この技術は乾電池に引き継がれ、戦前に300万個を販売し松下の発展に貢献した。現在でも一次電池市場では松下電池は国内シェア4割とガリバー企業として君臨している。

松下が二次電池の研究を開始したのは1959年であり、1961年にはカミソリ用の電源として日本初のボタン形ニッカド電池を開発した。しかし、品質上の問題が発生し、発売から6年後に生産の一旦中止を余儀なくされた。その後、商品の使われ方を調査し、誤使用を想定した構造面の検討・改良を行った結果、松下のニッカド電池の信頼性は大幅に向上した。

¹³ 「三洋電機のあゆみ」、<http://www.sanyo.co.jp>を参考に作成。

さらにはボトルネックとなっていた裁断工程の生産設備を自社開発することで生産性を大幅に向上させ¹⁴、先行する三洋を追撃した。

1989年にはニッカド電池の国内出荷量が3億個、輸出量が3億7000万個に達し、世界需要の約半分を日本メーカーが供給するようになった。特に三洋と松下電池のニッカド電池事業は堅調に推移し、90年代中に世界のニッカド電池需要の9割以上をこの2社が供給するまでになった¹⁵。

3.2 市場要求の変化とニッケル水素電池の登場

80年代後半から、情報化の高まりを背景とした小型・軽量のモバイル情報端末の出現や家電製品のコードレス化の進展など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、ニッカド電池の性能向上ではいずれ限界に達することが明らかになってきた。ユングナーがニッカド電池を開発して以来、100年近く画期的な技術革新がみられなかった二次電池業界に、次世代の二次電池開発が急務となったのである。

3.2.1 東芝におけるニッケル水素電池の開発

この世代交代時期にタイミングを合わせて参入を試みたのが東芝である。東芝は自社製品に用いる部品の内製化を進める目的で、子会社の東芝電池に1ラインだけ設けてニッカド電池の生産を行っていた。当時は需要家が分散されており、値下げ圧力が弱かったため、シェアが僅かな東芝でも利益を上げることはできていた。しかし、市場自体が拡大せず、また三洋と松下電池という二台巨頭の前でなかなか将来展望が開けなかったため、1976年には撤退を決めた。ところが、このことが逆に功を奏すことになった。東芝関係者は「ニッカドを作っていないからニッケル水素に特化した二次電池事業を推進することができた¹⁶」と述べている。

1980年にソニーから発売されたポータブルビデオカメラ¹⁷を見た神田基氏(当時・東芝総合研究所化学材料研究所主任研究員¹⁸)は、今後の小型・軽量のポータブル電子機器市場の発展を予測し、高エネルギー密度の新しい二次電池の必要性を感じた。そこで、1981年より、東芝総合研究所(現・東芝研究開発センター)にて新たな負極材料の開発に取り組んだ。

神田氏は色々な合金を探した結果、オランダのフィリップス社が1969年に発見したランタンニッケル(LaNi₅)という水素吸蔵合金にたどり着いた。実験の結果、この合金を負極に使うと、重量当たりエネルギーは変化がないものの、容積当たりエネルギーが1.7倍にも高まることが分かった。しかし、実用化に当たっては3つのハードルをクリアしなければ

¹⁴ 日経産業新聞 1990.9.24

¹⁵ 『週間東洋経済』1996.7.27

¹⁶ 日経産業新聞 1991.9.17

¹⁷ 鉛蓄電池が使用されていた。

¹⁸ 現・独立行政法人科学技術振興機構知的財産戦略室長、前・東芝研究開発センター技監

ならなかった。一つ目は平衡圧である。平衡圧とは、簡単に言うと水素を吸蔵するために電池内に必要とされる圧力のことである。LaNi₅の平衡圧は60 において10気圧あったが、これを大気圧並の1気圧にまで下げなければならなかった。二つ目は水素吸蔵量である。ニッケル水素電池は負極と正極との間で水素原子が交換されることで充電、放電が行われるため、エネルギー密度を高めるためには、交換される水素原子の数を増やさなければならないのである。幸い、LaNi₅は実効的に5個（最大で6個である）の水素原子を吸蔵する能力があったが、電極の開発過程でこの値を下げないようにしなければならなかった。3つ目がサイクル寿命である。サイクル寿命とは充放電の何回繰り返したら寿命になるかを表す尺度である。LaNi₅のサイクル寿命は200回と少なく、これを少なくとも500回以上に引き上げなければならなかった。そして、5年間で300種類以上もの合金を試作した結果、水素原子吸蔵量は4個を維持したまま、平衡圧は1気圧を下回ることに成功し、サイクル寿命は1000回以上にまで延びた。こうして1985年には実用に耐え得る容量と寿命を持つ水素吸蔵合金の開発に成功したのである¹⁹。

その研究状況が1984年に電池技術委員会が主催する電池討論会で「水素急増合金の電極特性」というテーマで発表されると、次世代二次電池開発の方向性が決定づけられ、他社も含めて開発が加速されることになった。

東芝で水素吸蔵合金を用いた二次電池の製品化を行うに当たっては、ニッカド電池で蓄積したノウハウが役に立った。一つは人材である。二次電池開発には一次電池にはない特有の勘所みたいなものがあるという。例えば一次電池では極端に言えば材料を詰め込めるだけ詰め込めばいいのであるが、二次電池の場合は充電・放電を繰り返すため、容積の半分程度の余裕が必要である。神田氏にはそのようなノウハウがなかったため、非常に参考になったと言っている。そしてもう一つが設備に体化されたノウハウである。ニッカド電池の設備はほとんどが廃棄してしまったが、捲回機だけが残っていた。そのため、研究所レベルで二次電池の試作までを行えたのである。

しかしながら、二次電池に関するノウハウは三洋や松下電池の方が圧倒的に秀でていた。そのため、東芝は水素吸蔵合金電極の開発では三洋、松下電業に先行して学会発表を行うことができたものの、商品化では僅かながら両社に遅れをとることになった。

3.2.2 東芝におけるニッケル水素電池の事業化

研究所で開発されたニッケル水素電池を事業化する役目を担ったのが、一次電池を手がけていた東芝電池であった。しかし、販売面と生産面でハードルが存在していた。販売面の一つ目のハードルは二次電池の販売ノウハウがなかったことである。一次電池は不特定多数の顧客を相手に商品を店頭において販売するため販売網の構築が鍵となるが、二次電

¹⁹ 東芝のニッケル水素電池開発過程は、神田、鈴木、佐々木、和田、小知和（1996）、及び独立行政法人科学技術振興機構知的財産戦略室長神田基氏（受賞当時・東芝当時東芝研究開発センター材料・デバイス研究所・研究第二担当ラボラトリーリーダー）へのインタビュー（2003.12.16）及び一橋大学イノベーション研究センターにおける講演（2004.2.13）をもとに作成した。

池は特定の顧客に密着した営業活動が不可欠となる。なぜならば1社の顧客に月50万個から100万個、つまり1ライン分もの生産量を納めるからである。三洋や松下電池はニッカド電池で培った営業ノウハウが存在していたが、一次電池が主力であった東芝にはそのようなノウハウは蓄積していなかった。しかし、ソニーのビデオカメラやIBMのノートパソコンに採用されると、それら顧客との付き合いの中で徐々に二次電池特有の営業ノウハウを習得し、他の顧客へと水平展開することができた。

販売面の二つ目のハードルは、多くの顧客を三洋と松下電池におさえられていたことである。三洋や松下電池はニッカド電池の販売を通して関係を築いた顧客に販売することができたが、東芝電池にはそのような販売先は存在しなかった。後述の通り、その時期には東芝のノートパソコン「ダイナブック」が大ヒットするが、グループ会社だからといって優遇されるようなことはなかった。そこで東芝電池は三洋と松下電池が手薄だった海外市場に目を向けた。1992年に米国デュラセル社と独ファルタ社と提携して2社の販路を手に入れることで海外販売の基盤を築いた。

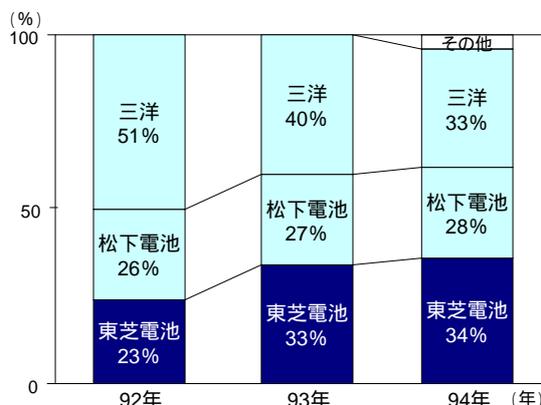
東芝電池は生産面においてもハンデを背負っていた。三洋や松下電池は専門の生産設備部隊を擁してニッカド電池の生産設備の改良を積み重ねてきており、これらノウハウをニッケル水素電池用の生産設備開発に流用することができた。それどころか、ニッカド電池の製造は極板製造工程などニッカド電池との類似点が多く、ニッカド電池の生産設備はその6割から7割がニッケル水素電池向け流用できた²⁰。しかし東芝電池には生産設備を製作するノウハウはほとんど蓄積されていなかった。ニッケル水素電池を生産するためには、大きく分けて、前工程（電極塗布および成形工程）、電極群捲回工程、組立工程の3種類の生産設備が必要になる。前工程設備のノウハウは残っていたため東芝自身で製作することができた。捲回工程設備は専門メーカーが存在していたため、そこから購入することができた。問題は組立工程設備である。この設備は東芝電池自身にノウハウがなく、かといって専門の設備メーカーが存在しているわけではなかった。しかし、運良くある二次電池メーカーから購入することができた。この企業が敵である東芝電池に塩を贈るようなことをした真相は分からないが、神田氏は、その企業にとって当時の東芝電池が自分たちの牙城を脅かすような存在になるとは思っていなかったからではないかと回顧している。

そして東芝電池は、一気に攻勢に転じた。1991年時点の各社の生産規模は三洋が月産160万個、松下電池が同50万個であるのに対して、東芝電池は30万個であった。そして、同年に最大手の三洋が66億円を投入し、徳島工場内に第二工場を建設して月産300万個体制を整える計画を立てたのに対し、東芝電池は150億円をかけて高崎工場に量産ラインを設置し、月産200万から300万個に引き上げる計画をたてた。さらに1993年には当時としては世界一の規模を誇る専用工場を完成させ²¹、その結果、1992年に23%だったニッケル水素電池のシェアは1994年には34%に拡大し、三洋、松下電池を抜いてトップに躍り出た。

²⁰ 『日経ビジネス』1992.8.3,10

²¹ 神田、鈴木、佐々木、和田、小知和 (1996)

図 3-1 90年代初期のニッケル水素電池の市場シェア



出所: 東芝大河内賞候補資料

こうして東芝電池は三洋、松下電池とともに、ニッケル水素電池市場で 3 社寡占状態を形成するまでになったのである (図 3-1)。

3.3 リチウムイオン電池の登場

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、業界地図を変えることになる技術が開発されていた。ソニーが 1990 年に開発し、翌年に量産化を実現したリチウムイオン電池である。それまで全く二次電池を手がけていなかったソニーが既存二次電池メーカーに先駆けて開発に成功したのである。

3.3.1 ソニーにおけるリチウムイオン電池の開発

三洋、松下電池、東芝電池などの二次電池メーカーはニッケル水素に変わる二次電池として 80 年代より負極に金属リチウムを用いた二次電池の開発を進めていた。というのは、金属リチウム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からである。しかし金属リチウムは水と反応すると発火するなどの安全面に問題があった。発火の原因は、充電時にデンドライド状や微粒子状のリチウムが発生することにあった。このような問題点を解決するために、リチウムにアルミニウムを加えた合金を用いる電池が提案されていた。リチウムがアルミニウム中に拡散してデンドライド等の形成を抑制するからである。しかし完全な解決策ではなかったため、製品化には至っていなかった。そのため、電池メーカー各社は、「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²²⁾」のである。

一方、ソニーはアルミニウムの代わりに炭素質材料に着目し、負極材料の開発に取り組んだ。まず代表的な炭素質材料であるグラファイトを考えた。グラファイトを負極に用い

²²⁾ 既存メーカー関係者へのインタビュー (2004.5 月) による。

るには、リチウムがグラファイト層間を電気化学的に出入り（ドーブ/脱ドーブ）できなければならない。しかしリチウム系電池で一般的に使用されるプロピレンカーボネイト系電解液中では、ドーブよりもプロピレンカーボネイトの分解が優先されてしまうためグラファイトを利用する道が絶たれた。そこでプロピレンカーボネイト系電解液中でもリチウムのドーブ/脱ドーブが可能な炭素質材料の探索を行った。石油系ピッチを炭化後に種々の温度で熱処理を行った結果、1100 から 1200 で処理された炭素が最もドーブ量が多いことが分かり、優れた負極材料を得ることができた。

さらには炭素質材料を負極に用いた場合に最適な正極の材料開発も進めた。量産化を考えると、炭素質材料を単体で負極に用いて、正極にはリチウムを含む化合物を用いるのが望ましいため、電気化学的にリチウムをドーブ/脱ドーブすることが可能な材料を探索した。種々のリチウム複合化合物の検討を行った結果、コバルト酸リチウムに行き着いた。

正極、負極の材料開発は、可能性のある材料にしらみ潰しに当たり、実験を繰り返した賜物であった。こうして開発された、負極に炭素質材料を、正極にコバルト酸リチウムを使用した二次電池は、リチウムを常にイオン状態に保つことができるため、安全面での課題を克服することに成功した。

3.3.2 リチウムイオン電池市場の活況と既存企業の対応

開発当初はビデオカメラが主要用途であったリチウムイオン電池だが、その後ノートパソコンという巨大市場を取り込むことになった。

80年代半ばから市場に浸透し始めたノートパソコンは、1989年に東芝から重量2.7キログラムの「ダイナブック」が発売されると市場拡大に一気に火がついた。国内市場ではNEC、エプソン、日立などが生産を強化し、1989年度の国内パソコン出荷量に占めるノートパソコンの比率は前年の14%から30%まで急拡大した²³。海外では、1989年には米国の調査会社データクエスト社が、欧州のパソコン市場のノートパソコン比率は1989時点の8%から1992年には16%を占めるようになるという調査結果を発表し²⁴、1990年には米国の情報通信分野の調査会社ザ・ヤンキーグループが、米国パソコン市場のノートパソコン比率が1994年までに32%に達すると予想した²⁵。そして、1991年にはそれまで慎重な姿勢をとり続けていた米IBMがノートパソコン市場への本格参入を表明した²⁶。さらには、マイクロプロセッサの高性能化が進み、消費電力が増加の一途をたどっていたノートパソコン業界にとっては、リチウムイオン電池は待望の製品であった。

このようにノートパソコン市場が活況を示す中で（図3-2）、ソニーに続いて市場参入を果たしたのは、ノートパソコン市場の牽引役である東芝であった。東芝は東芝電池ではな

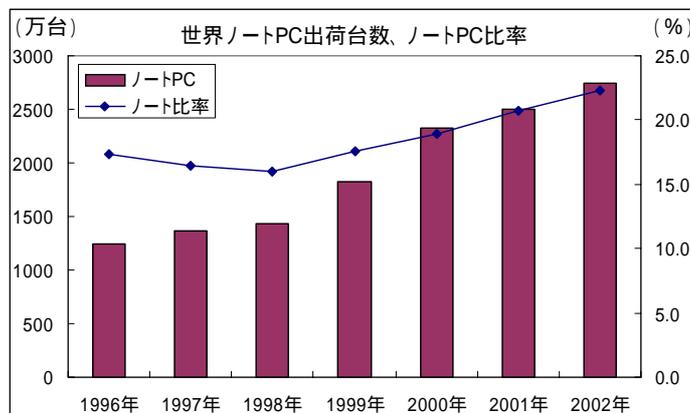
²³ 日経産業新聞 1989.2.6

²⁴ 日経産業新聞 1989.4.7、ちなみに88年の欧州ノートパソコン市場で東芝は38%を占めている。

²⁵ 日経産業新聞 1990.1.13

²⁶ 日経産業新聞 1991.1.8

図 3-2 ノートパソコン出荷台数、ノートパソコン比率推移（世界市場）



出所：日経マーケット・アクセス(2003)をもとに作成

く、リチウムイオン電池の基礎技術²⁷を保有する旭化成との折半出資会社エイ・ティー・バッテリー（A&TB）を設立することで、1992年に参入を果たした。しかし、この参入は、東芝が戦略的に意思決定をしたというよりも、旭化成の主導で行われた。また、旭化成が東芝電池を合併相手に選ばなかったのは、東芝電池が競合製品であるニッケル水素電池を手がけていたためだといわれている²⁸。結果として、東芝電池とA&TBは、同じ東芝グループ企業として二次電池を手がけていたにも関わらず、お互いに独立した意思決定を行っていた²⁹。このような子会社間の関係は、当時A&TBの社長であった島田隆司氏³⁰の「(個人的には)ニッケル水素電池はなくなってしまえばいいと思っている³¹」という発言に現れている。

1993年になるとリチウムイオン電池の市場拡大の見込みが明らかになり、ソニー、A&TBはそれぞれ増産を決定した。三洋と松下電池はというと、A&TBから遅れること2年の1994年によやく量産化に漕ぎ着けた。そして日本電池、YUASA、日立マクセル、モリエナジーなど参入メーカーが出揃った1995年でもソニーは60%もの生産シェアを維持していた³²。市場規模が3倍以上の伸びを示す中で、ソニーはこのような高いシェアを維持していたのである。

²⁷ 旭化成はa)正極としてコバルト酸リチウムを、負極としてカーボンを用いたリチウムイオン二次電池、b)コバルト酸リチウムを正極とし、その集合体としてアルミニウムを用いたリチウムイオン二次電池、c)特殊機能(特定温度になると微細孔が閉塞する)を有するセパレーター内臓のリチウムイオン二次電池、という3種類の基本特許を押さえている。これら特許はA&TBに使用許諾しているが、他のメーカーに対してもライセンス供与している。なお、その後A&TBが東芝の100%子会社になった時には、旭化成が保有するリチウムイオン電池の基本特許を引き続きA&TBが使用することを許諾した。

²⁸ 当時の新聞や雑誌の多くがこのような論調であった。また、当時、東芝グループで二次電池事業に関わっていた方へインタビューしたところ、同様のコメントをされたので、間違いではないと思われる。

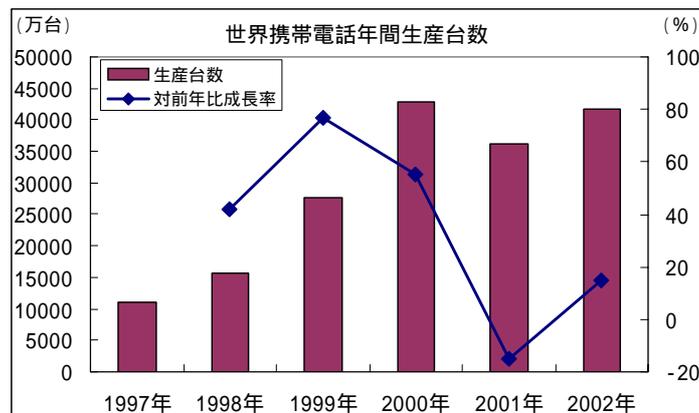
²⁹ 『日経ビジネス』1992.11.23

³⁰ 前職は東芝のリチウムイオン二次電池事業推進部長。副社長には旭化成のイオン二次電池推進部長であった小牧元が就任した。

³¹ 日経産業新聞 1993.1.20

³² 日経産業新聞 1997.7.16

図 3-3 携帯電話年間生産台数、成長率（世界市場）



出所: 日経マーケット・アクセス(2003)をもとに作成

3.3.3 リチウムイオン電池競争の第二ステージ（円筒型対角型）

ソニーの後塵を拝していた三洋がついに動き出した。三洋の秘策は、エネルギー密度の向上ではなく、形状での差別化であった。ソニーが円筒型のリチウムイオン電池でノートパソコン市場を席巻したのに対して、三洋は携帯電話市場に照準を合わせた角型電池での巻き返しを図った。角型は円筒型に比べてスペースの無駄が省けるため、携帯電話にはうってつけだったからである。

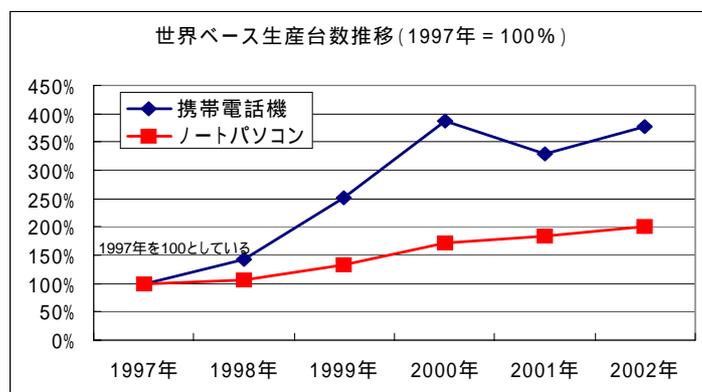
ちょうどその頃、日本国内の携帯電話市場は郵政省（現・総務省）が始めた自由化政策の恩恵を受けることになった。1994年に端末機の売り切り制度の導入、携帯電話会社の新規参入の自由化、弾力的な料金体系の解禁などの政策によって、新規参入企業の増加と基本料金、通話料金の低下が急速に進んだ。郵政省はこの規制緩和によって2002年の加入者数は1994年時点の6倍の1200万に達すると予測していた。また1995年からは簡易型携帯電話（PHS）のサービスが始まり、PHSの加入者数は2010年に3800万にも達すると予測していた。携帯電話市場の拡大予測は日本市場だけのことではなかった。欧州ではGSMというデジタル携帯電話の規格が策定され、1992年よりサービスが開始されたことで市場が急拡大した。GSM規格を採用する通信サービス事業者は、欧州だけでなくアジア、オセアニア、中近東、アフリカにも広がり、端末メーカー最大手のノキア、モトローラが増産に動き、アルカテルや松下通信工業などが参入した。当時は2000年までには世界中で1億人の加入が見込まれるとも言われていた³³。

このような市場環境のなか（図 3-3）、1996年に三洋は外装材を従来の鉄からアルミニウムに変えた角型電池を開発して、他社製品と比較して30%もの軽量化に成功するとともに³⁴、

³³ 日経産業新聞 1995.1.17、世界の携帯電話加入者は2003年末時点で12億人を越えている。また2004年にはノキアが「2008年に20億人の大台を突破する」とそれまでの2010年から前倒した。

³⁴ 日経産業新聞 1996.6.5

図 3-4 主要アプリケーション市場の動向（世界ベースの生産台数推移）



出所：日経マーケット・アクセス(2003)をもとに作成

生産能力を月間 500 万個に引き上げ、その 40%角型電池に振り向けた³⁵。開発のポイントはアルミニウムに対応した独自のレーザー溶接技術の開発にあった³⁶。加えて松下電池や A&TB など他社メーカーが外装材のアルミ化に 2~4 年遅れたこともあり、小型化、軽量化を目指す携帯電話メーカーは一挙に三洋になびき³⁷、角型リチウムイオン電池ではダントツのトップシェアに躍り出た。また携帯電話市場の急拡大とともに三洋のリチウムイオン電池の出荷が延び、1997 年の国内出荷台数シェアでは三洋は前年度比 15.0 ポイント増の 25.0%となった。一方、ノートパソコン向け円筒型電池を主力としていたソニーのシェアは 42.0%と前年度より 18.0 ポイントも減少させることになった。こうして 1991 年から 3 年間は市場をほぼ独占し、その後も極めて高いシェアを維持していたソニーの追撃体制が整ったのである。対象市場の成長性がシェア構造に影響を与える結果になった（図 3-4）。

3.3.4 リチウムイオン電池競争の第三ステージ（リチウムイオン対リチウムポリマー）

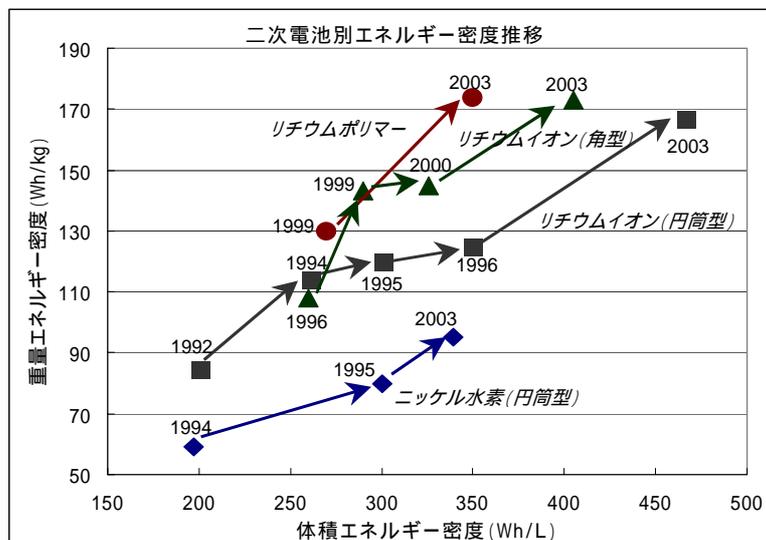
このような三洋の猛追に対抗するために、ソニーも携帯電話向けリチウムイオン電池を強化し始めた。1997 年に角型リチウムイオン電池を商品化したが、1999 年にはリチウムポリマー電池に舵を切ることになる。リチウムポリマー電池はエネルギー密度競争では分が悪いということは知られていたが、それでもリチウムポリマー電池を選択した理由はこうである。リチウムイオン角型電池は液漏れを防ぐために外装材に金属缶を使わなければならないため薄型化に限界があった。一方、リチウムポリマーはゲル状であり液漏れの心配がないため外装材にラミネートフィルムを使え、大幅な薄型が可能である。またラミネートフィルムを使えるということは形状の制約を受けないため、小型で特殊な形状が要求される携帯電話市場に向いていると判断をしたのである。さらには、今から角型リチウムイ

³⁵ 日経産業新聞 1996.11.7

³⁶ 三洋電機株式会社コーポレートコミュニケーション部編(2001)

³⁷ 『週間ダイヤモンド』2002.7.27

図 3-5 二次電池別エネルギー密度推移



出所：新聞、雑誌に発表された二次電池データ、及びカタログのデータで把握できたもので、その年の最も高い容量を使用。但し、発売されたすべての二次電池のデータを網羅しきれてはいない。

オン電池で参入しても、三洋に追いつくことができないという考えもあった。

リチウムイオンへの経営資源のシフトが遅れ、アルミ缶角型電池開発で後手に回った松下電池もリチウムポリマー電池で巻き返しを図った。そして1999年にソニーに先駆けて世界で始めて量産化に成功し、厚さ3.6mmのリチウムポリマー電池を月産50万個生産する体制を整えた。また同年にソニーは厚さ3.8mm³⁸のリチウムポリマー電池の量産を開始し、翌年には月産370万個まで引き上げた。

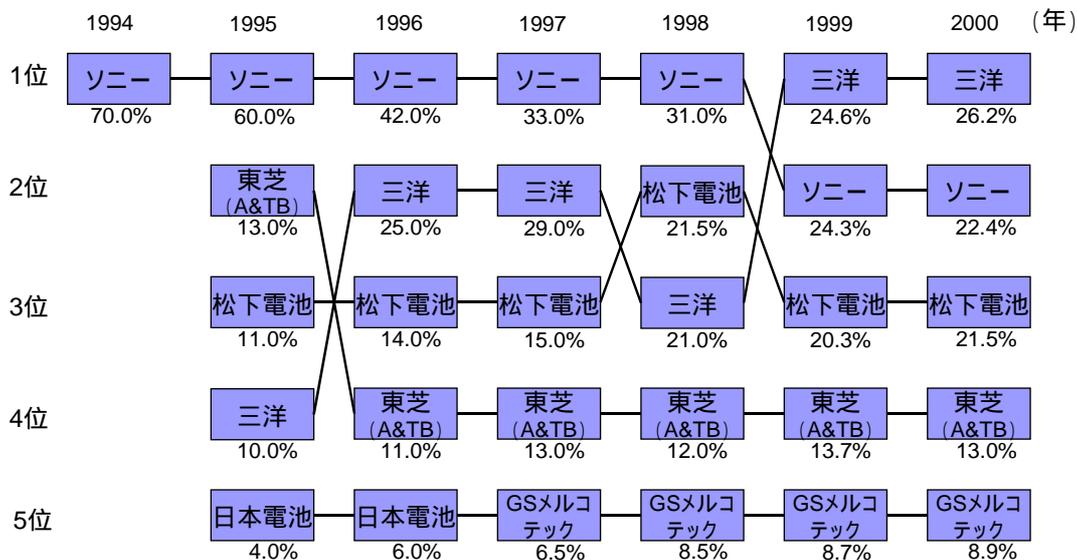
しかし、小型化が急速に進む携帯電話向けに期待されて開発されたリチウムポリマー電池であったが、従来のリチウムイオン電池からの転換が思うように進まなかった。なぜならば、携帯電話はインターネットへの接続、表示画面の大型化、カラー化が進むなど、小型化競争から機能面での競争に移行してきており、それに伴い消費電力も増加の一途をたどっていた。こうしてエネルギー密度の要望が増大する半面、小型・薄型が特徴であるのリチウムポリマー電池の魅力が色あせてしまったのである³⁹（図3-5）。

一方の三洋はアルミ缶の薄型化への取り組みにも手を緩めなかった。アルミ容器のレーザー溶接や電解液の封入での独自技術を活かし、1996年には8.1mmだった電池の厚さは1998年には4.6mmまで薄くなった。そして1999年には、ソニーが8年間維持していた首位の座をついに奪うことに成功したのである（図3-6）。その後も薄型化への挑戦は継続し、2000年には3.6mmとなり、リチウムポリマー電池の重要な訴求ポイントを減退させることになった。

³⁸ 薄型化では松下電池が先行したが、エネルギー密度ではソニーが勝っていた。

³⁹ 日経産業新聞 2000.5.29

図 3-6 リチウムイオン電池国内生産量シェア（数量ベース）



1997年度に日本電池は三菱電機との共同出資会社GSメルコテックを設立

出所：日経産業新聞に掲載の「点検シェア攻防：本社 100 品目調査」のデータをもとに作成

3.4 三洋がしかける二次電池業界の再編と松下電池の低迷

ニッカド電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池でトップシェアに立った三洋は、次なる一手を仕掛けた。2000年11月に桑野幸徳氏が社長に就任すると、それまで温めていた事業の選択と集中による「マーケットナンバーワン事業への特化」の考えを実践に移した。桑野社長の構想では二次電池事業は「市場拡大にあわせて事業を拡大させ、更なる利益拡大を目指す勝ち戦」に位置づけられており⁴⁰、この時が三洋の二次電池王国の幕開けとなった。

3.4.1 東芝のニッケル水素電池事業の買収

2000年、三洋は東芝電池からニッケル水素電池事業を買収することを発表した。

当初より角型でリチウムイオン電池市場に参入した東芝(A&TB)は、円筒型の低迷による影響を最小限に食い止めることができた。また、1999年には金属缶の代わりにラミネートフィルムを使用した薄さ3.6mmの「アドバンストリチウムイオン電池」を開発するなど、リチウムポリマー電池陣営に対する競争力も保持していた。一方、ニッケル水素電池は、シェア3位であったものの上位企業との差は拡大する一方であり、また商品単価の下落に伴い利益面でも厳しい局面を迎えていた。そうすると、東芝内部では、グループ内で2種

⁴⁰ 『週間エコノミスト』2002.12.3

類の二次電池を手がける理由はあるのかという議論が生じた。というのは東芝にとっての戦略事業は部品ではなく、ノートパソコンなどのモバイル機器であった。そのためモバイル機器向けの二次電池としてリチウムイオン電池が優勢になることが明らかになると、ニッケル水素電池よりもリチウムイオン電池事業に経営資源を集中させるべきと考えるようになったのである⁴¹。東芝執行役員常務の浜野栄三郎氏は、事業売却の記者会見席上で「東芝はモバイル機器を戦略事業と位置づけており、電池ではモバイル向けのリチウムイオン電池に特化する」と説明している。そして、2000年9月には旭化成が保有するA&TBの株式を全て買い取った。

一方、三洋はニッケル水素電池事業にも期待を寄せていた。ここに両社の利害が一致し2001年に事業買収が行われた。そして、月産2000万個の生産能力を持つ東芝電池の高崎工場を手に入れた三洋の生産能力は月産6000万個まで拡大し、ニッケル水素電池のシェアは60%を超えるまでになった。

3.4.2 GSメルコテックのリチウム電池事業の買収

さらに2002年にはGSメルコテックの発行済み株式の51%を譲り受け、経営権を取得した。GSメルコテックは日本電池が60%、三菱電機が40%出資した共同出資会社である。日本電池がリチウムイオン電池市場に参入するに当たっては、後発であったがため競合企業がひしめき合う円筒型を避け、当初から角型リチウムイオン電池で参入した。しかしシェア一桁台と低迷していたため、1997年に三菱電機との共同出資会社を設立して技術開発を強化するとともに、携帯電話市場に強い三菱電機の販売網を活用して生き残りを図ったのである。2001年度の出荷高シェアは8%と世界第5位の出荷量を誇っており、携帯電話用の角型電池に限れば三洋に次ぐ2位のシェアを占めるまでになっていた。

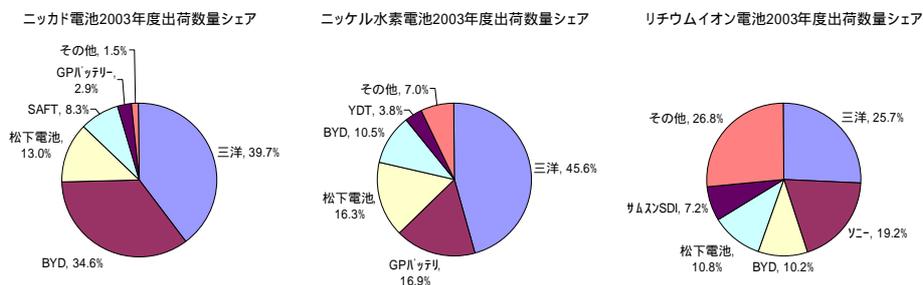
そのGSメルコテックをトップシェアの三洋が買収したことにより、三洋勢の2002年度のリチウムイオン電池のシェアは30%にまで拡大した。先行して投入したノートパソコン向け円筒型電池だけでなく、携帯電話向けの角型電池市場でも顧客から高い評価を得ていることが分かる（図3-7、本章末尾掲載）。

3.4.3 三洋と松下電池の成果

このような積極投資の結果、三洋の2003年度の市場シェアは、ニッカド電池が39.7%、ニッケル水素電池が45.6%、リチウムイオン電池が25.7%と、すべての電池でトップシェアになっており、圧倒的な強さを見せつけている（図3-8）。日本企業が景気低迷に喘いでいた中で、三洋の2003年3月期の連結売上高は前年度比7.8%増の2兆1826億円、営業利益に至っては前年度比47.5%増の783億円を達成した。電池事業の売上構成比が13.3%程度にもかかわらず営業利益は3割以上を占めていることを考えれば、当時の三洋の好業績

⁴¹ 東芝は2004年12月を目途に、リチウムイオン電池から撤退し、小型燃料電池の開発に専念すると表明した。（日経産業新聞2004.01.28）

図 3-8 2003 年の電池別市場シェア



出所: IT 総研(2003a)をもとに作成

は二次電池事業が牽引役になっていたのは明らかである。

一方、かつては三洋とともに二次電池の世界市場を二分していた松下電池は、ニッケル水素電池事業への参入、リチウムイオン電池市場への参入時期は三洋と全く同じながら、その後に三洋のような機動的な投資を行うことができず、徐々にシェアを低下させている。2003年の市場シェアはニッケル水素電池で16.3%（3位）、ニッケル水素電池は16.3%（3位）、リチウムイオン電池は10.8%（4位）となり、規模の経済を享受するためには厳しいポジションに甘んじている（図3-8）。

以上で説明した各社の技術選択や、その他の行動は、表3-1（32ページ掲載）にまとめている。

図 3-7 用途別納入企業との取引関係

納入先 業種・メーカー	三洋電機	GS メルコテック	ソニー	BYD	松下 電池工業	サムスン SDI	東芝 (A&TB)	LG化学	NEC トーキン	日立 マクセル	E-One	その他	合計	比率
携 帯 電 話	キヤノン	70.1 36.1		1.8 1.4	3.7 3.3	24.4 26.6							100	12.1
	モトローラ		3.6 9.7		71.8 38.2		6.2 17.1	3.1 4.6				15.4 9.8	100	7.2
	サムスン 電子	0.3 0.1	0.4 0.8	13.3 5.0			57.0 44.3			29.0 61.5			100	5.8
	シャープ			4.5 0.9			27.2 11.8	11.3 7.7	41.5 38.6	14.3 16.9		1.1 0.3	100	3.2
	ソニー エリクソン		3.1 2.8	31.3 4.7	9.4 1.6			10.9 10.0	35.9 17.7			9.4 2.0	100	2.4
	LG	25.3 2.5		1.9 0.3				3.2 2.9	69.6 33.8				100	2.3
	松下	16.7 1.2	48.2 29.7			35.1 5.2							100	1.6
	NEC	68.6 3.8	22.9 11.1						8.6 3.2				100	1.3
	Bird	5.6 0.3		20.9 1.7	62.1 6.0							11.3 1.3	100	1.3
	TCL			18.8 1.4	31.3 2.7			3.1 1.4					46.9 4.9	100
イ ト パ ソ フ	デル	50.0 14.1		33.3 14.2		16.7 10.0							100	6.7
	コパック	17.1 4.9		16.5 7.1		22.4 13.6	23.1 20.7	2.2 5.7	3.3 4.6		15.4 82.4		100	6.7
	東芝	8.4 1.0		68.7 12.7		22.9 6.0							100	2.9
	ソニー	21.4 1.6		51.3 5.7		27.4 4.3							100	1.7
	IBM	82.3 6.1		13.5 1.5		4.2 0.7							100	1.7
	レノボ	4.5 0.6		95.5 20.0									100	3.3
デ ジ タ ル カ メ ラ	松下					89.7 10.5			10.3 3.8				100	1.3
	ゲーム 任天堂	8.1 0.5							80.5 31.7	11.4 5.7			100	1.4
その他	17.9 27.3	3.4 45.9	10.2 23.4	18.1 48.2	7.2 23.3	4.8 23.2	4.5 62.9	4.2 31.5	2.2 22.7	1.2 15.8	0.6 17.6	25.8 81.8	100	36.0
合計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100

リチウムイオン電池総需要量に対する需要家の購入量の比率(単位:%)

- a 需要家の総調達量に占める該当電池メーカーの供給量の割合(単位:%)
- b 該当電池メーカーの総供給量に占める需要家の調達量の割合(単位:%)

○ 需要家におけるファーストベンダー

データは2003年度第4四半期

出所:IT 総研(2003b)をもとに作成

表 3-1 電池メーカー各社の年表

	東芝		三洋	松下電池	ソニー
	東芝電池 (NiMH)	A&TB (Li-ion)			
1990			NiMH を商品化。	NiMH を商品化。	Li-ion の開発。
1991	NiMH の商品化に成功。 150 億円かけ高崎工場を月産 300 万個体制計画。	東芝社内に「リチウムイオン二次電池推進室」を設置。 旭化成との共同開発に合意。	66 億円かけ NiMH を月産 300 万個体制計画。	月産 50 万個体制を構築。	円筒型 Li-ion を量産、商品化。
1992	米国デュラセル社、独ファルタ社と提携し海外販路を獲得。	A&TB を設立。 Li-ion の開発に成功し、角型を商品化。	月産 240 万個体制を構築。		
1993	当時世界一の規模の専用工場棟が高崎工場内に完成。	月産 10 万個から 50 万個へと拡張計画。		月産 330 万個体制を構築。	月産 70 万個から 100 万個へと拡張計画。
1994	一時的ながら、トップシェアに。	50 億円をかけ月産 160 万個へ拡張。	円筒型 Li-ion の商品化、同時に角型も追加。月産 100 万個体制を計画。	円筒型 Li-ion の商品化。月産 100 万個体制を計画。 NiMH は月産 500 万個、95 年は 1000 万個を計画。	月産 200 万個体制を構築。
1995	月産 2000 万個体制を計画。				30 億円かけ月産 400 万個体制を計画。
1996	月産 1300 万個を超える。		角型 Li-ion の外装材にアルミニウムを用いて軽量化、月産 500 万個体制を構築しうち 40% を角型に。 NiMH も 2000 万個体制へ拡張計画。		
1997		円筒型へシフトする方針を打ち出す。 月産 600 万個に引き上げ、うち 6 割を円筒型に。			角型リチウムイオン電池の商品化
1998					
1999		角型 Li-ion の「アドバンスリチウムイオン電池」を商品化。	ソニーから Li-ion のトップシェアを奪取。	薄型のリチウムポリマー電池を商品化。	薄型のリチウムポリマー電池を商品化。
2000	NiMH 事業から撤退し、三洋に 100 億円で売却することを決定。	旭化成が保有する A&TB の株式をすべて買い取る。 生産能力の拡張計画は行わず。	角型 Li-ion でリチウムポリマーと同等の薄さを実現。 角型 Li-ion で月産 2000 万個体制を計画。	月産 1500 万個体制を計画 (角型 Li-ion)。	角型 Li-ion が月産 1200 万個体制を維持し、リチウムポリマーを月産 370 万個へ拡張計画。
2001		二次電池事業の組織再編。	商品別から機能別へ組織改正。		
2002			GS メルコテックの経営権を取得。		
2003		「アドバンスリチウムイオン電池」を中心に角型の生産能力を 2 割拡張計画。	月産 5800 万個体制に大幅拡張計画。		
2004		Li-ion からの撤退を発表。		月産 3800 万個体制へ拡張計画。 NiMH と Li-ion を同一組織に統合。	リチウムポリマーを中心に生産能力拡張。

出所：新聞記事、雑誌記事、各社のプレスリリースより作成

第4章 新規企業の参入の成否を分ける要因

第3章のケースからも分かるように、新規企業のうち、東芝電池はニッケル水素電池を商品化して一旦は参入に成功しておきながら、最終的に二次電池事業からの撤退に追い込まれることになった。一方のソニーはリチウムイオン電池で参入し、初期においては圧倒的な競争力を誇った。現時点では三洋にシェアを抜かれたものの、トップグループを堅持している。以下において、東芝電池とソニーの事例を分析することで、新規企業の参入の成功要因を明らかにしたい。まず、東芝電池とソニーの技術選択上の違いを明らかにし、その後、技術選択の違いをもたらした背景にある根本的な要因を検討する。

4.1 東芝電池の失敗要因

東芝電池は、新たな負極材料である水素吸蔵合金の開発では、既存のガリバー企業である三洋、松下電池に先駆けて成功した。そして、商品化では三洋、松下電池に半歩遅れるものの、両社が手薄だった海外の販路を確保するとともに、1993年に高崎工場内に当時最大の専用工場棟を完成させ、一時的にシェアトップになった。しかしその後、既存企業の猛攻を受け、2000年に撤退を決定し、三洋に事業を売却することを余儀なくされた。東芝電池のニッケル水素事業はなぜ撤退に追い込まれたのだろうか。

東芝電池の失敗要因は技術選択以外にも考えることはできるだろう。例えば、東芝グループ内に、東芝電池でのニッケル水素電池事業とA&TBでのリチウムイオン電池事業とが存在したことで、混乱を来たしてしまったということが考えられる。しかし、両社はお互いに独立して事業運営がなされていたため、A&TBでの事業運営が東芝電池の事業運営に影響を与えたことは考えにくい。また、A&TBが販売するリチウムイオン電池によって、東芝電池のニッケル水素電池が追いやられてしまった、あるいはニッケル水素電池市場が縮小してしまったという指摘もあろう。しかし、A&TB以外にもリチウムイオン電池を供給しているメーカーが存在していたため、ニッケル水素電池市場の縮小の理由をA&TB設立だけに求めることはできない。

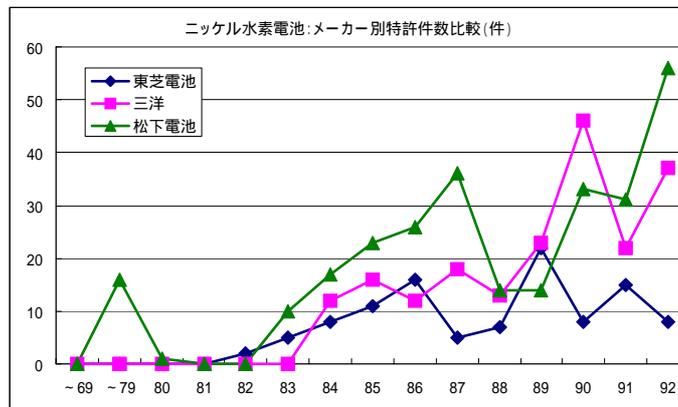
A&TBの存在以外にも、東芝電池の失敗要因が考えられるかもしれない。そこで、当初の問題意識に従い、技術選択に焦点を絞って考えてみたい。

4.1.1 東芝電池のニッケル水素電池選択が与えた失敗への影響

東芝電池は従来のニッカド電池に変わる技術として、ニッケル水素電池を選択して、二次電池業界への参入を試みた。しかし、ニッケル水素電池の要素技術を精査すると、既存企業に容易に逆転される可能性を内包するものだったことが分かる。そのように考えるのは、以下の2つの理由による。

1つ目の理由は、ニッケル水素電池は、ニッカド電池との技術的な差が小さかったことにある。第2章で説明した通り、二次電池の主要な製品技術には、正極、負極、電解液があ

図 4-1 電池メーカー別ニッケル水素電池（水素吸蔵合金）の特許推移



1992年までに出願された特許のうち94年12月までに公開されたものを集計

出所:特許庁データベースから作成

る。確かに、負極材料である水素吸蔵合金は100年ぶりの画期的なイノベーションだったかもしれない。しかし、正極はニッカドのままであり、電解液もアルカリ水溶液のままだった(表4-1、次々ページ掲載)。そのため、三洋や松下電池の技術者にとっては得意領域だったのである。事実、既存企業のある技術者は、「ニッケル水素電池は分かりやすかった⁴²⁾」と回顧している。技術的な差は、製品技術だけでなく、製造技術においても小さかった。既述の通り、ニッケル水素電池の製造工程は、極板製造工程などニッカド電池との類似点が多く、ニッカド電池の製造設備の6~7割を応用できた。そのため、ニッカド電池の生産における経験曲線が、ニッケル水素電池でも引き継がれることになり、製造コスト面で、東芝電池が不利になったと想定できる。つまり、三洋や松下電池は、水素吸蔵合金の開発では遅れたものの、正極、電解液、生産設備という補完的資産⁴³⁾を活用することで、事業化段階では東芝電池を逆転したといえる。

2つ目の理由が、日本企業における研究開発のあり方である。日本では、事業レベルにおいてはカニバリの問題が生じることで、研究開発レベルではより高い性能を目指して、様々な可能性が研究されていることが多い。図4-1を見ていただきたい。これは、特許庁のデータベースをもとに、水素吸蔵合金の特許件数推移⁴⁴⁾を、東芝電池⁴⁵⁾、三洋、松下電池⁴⁶⁾に関してまとめたものである。特許件数は研究開発力の代替指標にすることはできないが、

⁴²⁾ 既存メーカー技術者へのインタビュー(2004.5月)による。

⁴³⁾ 新しく開発された技術だけで事業化を行えることはない。事業化し、成功に結びつけるためには、生産設備や販売網、サービス網など様々な機能が必要になる。これら補完的な機能を実現するための資産を補完的資産という。

⁴⁴⁾ FI・Fターム検索にて、テーマ:5H050(電池の電極及び活物質)条件:CB16(負極活物質・水素吸蔵合金)にて特許を検索。公開ベースで94年12月までのものを、出願ベースに直して92年までを集計した。

⁴⁵⁾ 当初は東芝の総合研究所で水素吸蔵合金の研究開発が行われていたため、東芝による出願件数も含めて

いる。
⁴⁶⁾ 松下電器産業の研究所にて研究開発が行われていたため、松下による出願件数を集計している。

少なくとも研究開発動向を捉えることはできる。このグラフを見ると、東芝電池と三洋、松下電池の研究開発動向には差がないことが分かる。それどころか、東芝電池（東芝）は1980年から水素吸蔵合金の開発を始めたのに対して、松下電池（松下）は70年代に既に多くの特許を出願している。また、三洋では1977年に水素吸蔵合金の研究を模索し始め、1982年には研究開発本部のプロジェクトとして正式に取り上げられている⁴⁷。つまり、三洋も松下電池も、次世代技術の可能性の一つとして、かなり前から水素吸蔵合金の研究開発を行っていたのである。事実、ある技術者は「どの企業も色々な準備をしており、東芝電池に追いつくだけの技術は持っていた⁴⁸」と述べている。そして、東芝電池（東芝）が水素急増合金の開発成果を学会発表し、業界内での方向性が決まると、三洋と松下電池は、ニッケル水素電池の開発を加速したのである。

以上の二つの理由をまとめると、東芝電池がニッカド電池を選択したことによる失敗の要因をこのように説明することができる。確かに、東芝電池は水素吸蔵合金の開発では先行して成功した。しかし、水素吸蔵合金は三洋や松下電池でも次世代技術の候補の一つとして研究していた。さらには、他の製品技術、すなわち正極と電解液はニッカド電池と同じ技術であったため、商品化段階で先を越されてしまった。その後は、商品の性能向上もさることながら、ニッカド電池事業から培った生産技術を駆使して効率的な生産を行う三洋や松下電池に一層の差をつけられてしまったのである。

4.2 ソニーの成功要因

一方、ソニーは、理論上最大のエネルギー密度を期待できながら、安全上の課題から商品化が困難だった金属リチウム電池の欠点を克服し、1990年にリチウムイオン電池の開発に成功した。既存企業の参入は1994年までずれ込んだため、しばらくの間、独占的利潤を享受することができ、現在でもトップグループの一翼を担っている。ニッケル水素電池の商品化で、水素吸蔵合金を開発した東芝電池を三洋と松下電池が追い抜いてしまったように、リチウムイオン電池でも、既存メーカーに蓄積された技術を結集すれば、追いつくことができたのではないだろうか。なぜソニーは既存メーカーの追従を4年間も許さなかったのか。その要因を、技術選択の観点から考える。

4.2.1 ソニーのリチウムイオン電池選択が与えた成功への影響

当時ソニーRMEカンパニーのバイスプレジデントとして開発を推進していた西美緒氏⁴⁹は「当社に二次電池がなかったため、従来にない新しい製品で参入しようとリチウムイオン電池に集中したのが好結果につながった⁵⁰」と説明している。しかし、三洋や松下電池がリチウムイオン電池に集中したとしても、研究開発で先行することは困難な理由があった。

⁴⁷ 日経産業新聞 1992.5.12～14

⁴⁸ 既存メーカー技術者へのインタビュー（2004.5月）による。

⁴⁹ 現・ソニーコーポレート研究所マテリアル研究所長、業務執行役員上席常務兼CTO

⁵⁰ 『日経ビジネス』1996.9.23

表 4-1 ニッカド電池からの技術的な距離

	ニッカド電池	ニッケル水素電池	リチウムイオン電池
正極	ニッケル	ニッケル	リチウム化合物
負極	カドミウム	水素吸蔵合金	炭素質材料
電解液	アルカリ水溶液	アルカリ水溶液	有機溶媒

無機化学

有機化学

ニッカド電池との相違技術

それは、リチウムイオン電池が能力破壊型⁵¹のイノベーションだったからである。

ソニーが選択したリチウムイオン電池は、ニッカド電池と技術的な差が大きい。負極はリチウム炭素層間化合物、正極にコバルト酸リチウム、電解液には有機溶媒を用いており、全ての製品技術において、ニッカド電池と異なっている（表 4-1）。特に、電解液が有機溶媒に変わったことが大きい。リチウムイオン電池の電圧は 3.6V程度と、ニッカド電池やニッケル水素電池の 1.2Vよりも高いが、そのような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、電解液として使えないのである。そのため水を使わない非水系電解液である有機溶媒が用いられる。水溶液は無機化学の世界だが、有機溶媒は有機化学⁵²の世界である。電解液を開発するためには、微量の添加剤を調合するのであるが、無機化学と有機化学とでは知識体系が異なるため、無機化学に長けた技術者しかいなかった既存企業にとっては、「どのような添加剤をどの程度調合すべきかが困難を極めた⁵³」という。

三洋や松下電池におけるリチウムイオン電池の開発が進まなかった状況は、特許推移からも読み取れる。両社とも研究開発レベルでは、ニッケル水素電池がそうであったように、リチウムイオン電池も次世代電池の可能性の一つとして研究開発が進められていた。しかし、リチウムイオン電池の特許⁵⁴が出願し始めるのは 90 年代の直前のことであり、研究開発は立ち上がりが遅かったことが伺える（図 4-3）。ソニーの関係者が、「三洋や松下電池などニッケル水素電池で成功していたメーカーは、リチウム系の二次電池の開発となると及

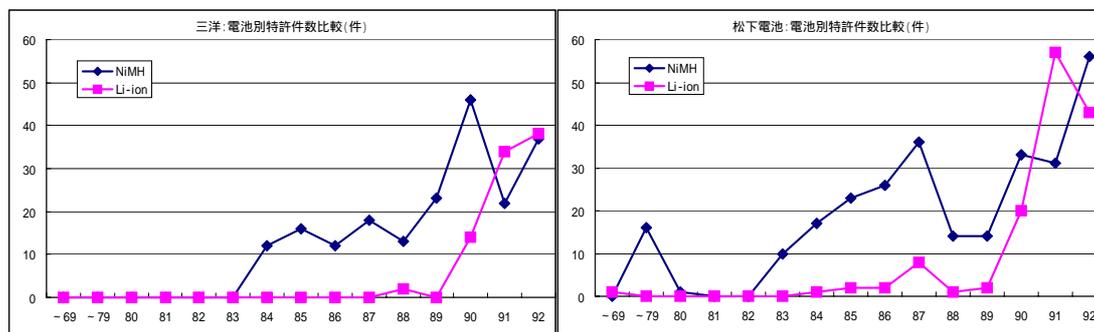
⁵¹ 過去のノウハウが役に立たなくなるほど非連続で桁違いなイノベーション。Tushman and Anderson(1986)が航空会社、セメント、実にコンピュータの業界を調査した結果、提唱した。

⁵² 炭素を含む化合物を有機物といい（但し、CO₂、COは無機物）有機物を扱う化学が有機化学である。有機物は生物から得られる物質であり、不安定で、分離も精製も困難で、容易に破壊されてしまい、実験室で化学反応を起こすこともままならないという特徴がある。

⁵³ 既存メーカー技術者へのインタビュー（2004.5月）による。

⁵⁴ FI・Fターム検索にて、テーマ：5H029（二次電池、その他の蓄電池）条件：AL06（負極活物質・炭素質材料）+AL07（負極活物質・黒鉛）+AL08（負極活物質・活性炭素またはカーボン）にて特許を検索。公開ベースで 94 年 12 月までのものを、出願ベースに直して 92 年までを集計した。ニッケル水素電池に関しては、脚注 43 を参照のこと。

図 4-3 三洋、松下電池の技術別特許推移



1992年までに出版された特許のうち94年12月までに公開されたものを集計
出所:特許庁データベースから作成

び腰だった⁵⁵」と述べているのは、このような状況を感じ取ってのことであろう。

ニッカド電池と異なっていた技術は製品技術だけではない。製造技術も大きく異なっていた。リチウムイオン電池の電極は従来の4分の1と薄く、加工に高い精度が要求されるため、全く新しい製造ラインを作らなければならなかったのである⁵⁶。

このように、リチウムイオン電池は同じ二次電池ながらも、製品技術、製造技術ともに、従来技術であるニッカド電池とはかけ離れていたものなのである。ソニーがリチウムイオン電池を選択した理由はここにあった。ソニーに、有機化学に関する類まれな能力があったわけではない。それにも関わらず、リチウムイオン電池を選択したのは、三洋や松下電池が、蓄積された技術力を発揮できない技術だからである。このことは、ソニーの二次電池技術者の「ニッケル水素電池などアルカリ水溶液系の電池では、ニッカド電池の生産設備を持っている三洋や松下電池に勝てないため、最初から選択肢からはずした⁵⁷」という言葉から伺える。

4.3 東芝電池とソニーの技術選択の違いをもたらした背景の分析

新規企業の成否を分ける要因を東芝電池とソニーの技術選択から説明すると、東芝電池は従来技術であるニッカド電池との技術的な差が小さいニッケル水素電池を選択したために、補完的資産に勝る既存企業の反撃を許してしまったが、一方のソニーはニッカド電池との技術的な差が大きいリチウムイオン電池を選択したため、既存企業が反撃するまでに長期間の猶予があったということになる。しかし、これはある意味では当たり前のことであり、表面的な分析に過ぎない。そこで両方の技術をもう少し掘り下げて考えてみたい。

ニッケル水素電池は、ニッカド電池で用いられている多くの技術を流用するため、相対

⁵⁵ 「Sony History」第二部第13章、<http://www.sony.co.jp>

⁵⁶ 『日経ビジネス』1994.7.11

⁵⁷ ソニー二次電池技術者へのインタビュー(2004.7.5)による。

図 4-4 各技術の位置付けと 4 社の技術選択

		基本性能のポテンシャル	
		低	高
不 確 実 性 （ 技 術 ・ 市 場）	低	ニッケル水素電池 三洋 松下電池 東芝電池	
	高		リチウムイオン電池 ソニー

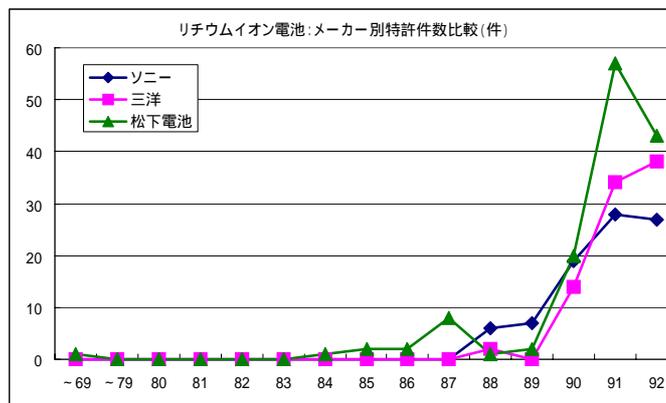
的に不確実性が低い技術といえる。また、電圧が 1.2V とニッカド電池と同じことからニッカド電池向けの機器に使用することができ、ニッカド電池からの代替需要が期待できた。つまり市場の不確実性も低かった。その反面、性能ポテンシャルも相対的に低いものであった。一方、リチウムイオン電池はその反対である。まず実績のない技術を用いるため相対的に不確実性が高い。さらには電圧が 3.6V であるためニッカド電池向けの機器に使用できず再設計を強いることになること、あるいは価格が 3~4 倍と高価であることから、市場の不確実性も存在した。その一方で性能ポテンシャルは大きいものであった。つまり、ニッケル水素電池とリチウムイオン電池は、不確実性と性能ポテンシャルの間でトレードオフの関係にあるといえる。(図 4-4)。

ソニーが成功した理由は、不確実性の高いリチウムイオン電池を選択したため、既存企業の追随を避けることができたと言い換えることができる。しかし、不確実性が高い技術を選択することは、成功した場合のリターンは大きいものの、失敗の可能性も高い。ソニーはなぜそのような意思決定を行えたのだろうか。また、なぜ不確実な技術から確実に果実を得ることができたのであろうか。この要因を明らかにしなければ、「新規参入に成功するためには、積極的にリスクをとるべきだ」という精神論にすり替えられ兼ねなくなってしまう。

4.3.1 研究開発段階での優位性の有無

しばしば、イノベーションは業界外の企業によってもたらされることがある。これは、新しい S 字曲線で用いられる次世代技術が他の業界で活用されていることがある場合に起こる。例えば、銀塩カメラからデジタルカメラへの移行期にイノベーションを主導したのは、ポラロイドやコダックではなく、カシオやリコーなどの精密機器・OA 機器メーカー、

図 4-5 電池メーカー別リチウムイオン電池（負極材料）の特許推移



1992年までに出願された特許のうち94年12月までに公開されたものを集計

出所：特許庁データベースから作成

あるいは電機・家電メーカーであった⁵⁸。というのは、銀塩カメラでは光学系の技術がコアとなっているのに対し、デジタルカメラでは画像を電氣的に処理するエレクトロニクス技術がコアとなっており、また流通チャネルという補完的資産も、カメラ専門店から家電量販店に移ったからである。新規企業は従来の事業でこれらコア技術や補完的資産を蓄積していたが、既存の銀塩カメラメーカーは、いちから構築しなければならなかった。

ソニーが不確実性の高い製品を選択できた要因を考えるに当たって、当初は上記の例のように、ソニー内の他の事業でリチウムイオン電池の要素技術が蓄積されていたため、ソニーにとっては「確実な」技術だったのではという仮説を立てた。あるいは、他の電池メーカーよりもかなり早い段階から研究開発を進めた結果、ソニーにとっては「確実な」技術になっていたのではとも考えた。もしそうであれば、少なくとも技術面に関する不確実性については、これ以上論じる必要はなくなる。すなわち、三洋や松下電池、東芝電池にとっては不確実性の高い技術であったが、ソニーにとっては確実な技術だったため、リチウムイオン電池の選択が可能だったということになる。しかし、ソニーはリチウムイオン電池の研究開発で先行していたわけではない。「4.2.1 ソニーのリチウムイオン電池選択が与えた影響」で説明した通り、ソニーがリチウムイオン電池を選択したのは、研究開発で秀でていたからではなく、既存企業と同じスタートラインから競争することができたからである。これは、リチウムイオン電池に関する3社の特許取得状況からも類推できる（図4-5）。それによると、3社とも89年頃から立ち上がっており、ソニーが先行している形跡は見られない。また、ソニーの関係者も「研究開発を他社に先駆けていたということは確

⁵⁸ パラロイドやコダックもデジタル画像技術に投資をしていたが、実際に市場を主導したのはカシオやリコーであった。ちなみに、CCDの性能が100万画素を超えるようになると、その性能を十分に引き出すためのレンズ開発が重要になる。そのため、銀塩カメラの優位性が高まった。

認できない。あくまで、商品化に先行したというのが事実である⁵⁹」と述べている。

つまり、ソニーはリチウムイオン電池の研究開発で先行したために成功したわけではなく、技術・市場面での不確実性を抱えながらリチウムイオン電池事業への参入を早期に意思決定できたこと、およびそれら不確実性を軽減できたことが挙げられる。この2点に絞って掘り下げていく。

4.3.2 製品開発段階で不確実性を許容し、軽減できた要因

ソニーが不確実性を受け入れ、そして軽減できた要因を考えるに当たっても、東芝電池との比較分析を行なう。まず、市場面での不確実性を考察するために、ソニーと東芝電池では商品化段階の顧客層にどのような違いがあるかを確認したい。東芝電池のニッケル水素電池の主要な供給先はIBMのノートパソコンやソニーのビデオカメラであるのに対し、ソニーのリチウムイオン電池は1991年にDDI向けソニー製携帯電話に、そして1992年にソニー製ビデオカメラに搭載されている。つまり、東芝電池がグループ企業外の顧客に供給していたのに対して、ソニーは自社が手がけるセット製品に供給していることが分かる。この違いは、ソニーと東芝における部品事業の位置づけや方針からも裏付けられる。

東芝の部品事業に対する方針を調べていくと、「独立採算制」というキーワードにたどり着く。東芝の組織運営は、1969年に当時の社長であった故・土光敏夫氏のもとで事業部内閣制度の名称で徹底された事業部制が基本となっている。各事業部はそれぞれ独自企業形態にレベルアップされ、東芝を事業部会社からなる複合企業的運営とするために、担当事業分野の運営については一切の責任権限を事業部長に委譲するというものである⁶⁰。この方針は子会社にも適用されている。同じく、土光時代に「子会社は親に依存するな」と、グループ企業の東芝への収益依存を徹底的に排除する体制が構築された⁶¹。東芝電池のニッケル水素事業も、この方針のもとで運営されていたと考えられる。事実、東芝電池（東芝）の神田氏は「ダイナブックの存在がニッケル水素電池への投資に影響を与えたことはなかった。ダイナブックは販売先の一つに過ぎなかった。むしろ、ソニーのビデオカメラやIBMのノートパソコンに採用されたことが良かった⁶²」と述べている。図4-6からも分かるように、東芝のパソコン事業におけるノートパソコン比率は50%を超える主力事業であり、しかも90年代に入り急速に低下している。仮に部品事業が独立採算でなければ、ノートパソコン事業と、そのキーデバイスである二次電池事業との相互依存関係が強くなっていたはずであろう。

一方、ソニーの部品事業に対する方針はどうだっただろうか。ソニーの場合は「内製化」というキーワードが浮かび上がる。例えば、半導体事業でも、「自社の得意分野を生かした商品に特化する」（高橋常務・半導体事業本部担当）という考えから、大手半導体メーカー

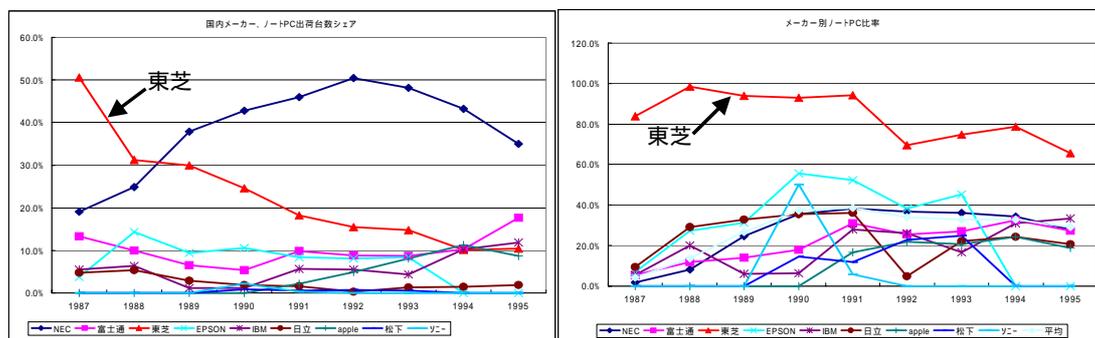
⁵⁹ ソニー二次電池事業計画担当者へのe-mailでのインタビュー（2004.11.8）による。

⁶⁰ 渡辺茂（1994）

⁶¹ 『日経ビジネス』1991.12.16

⁶² 神田氏へのインタビュー（2003.12.16）による。

図 4-6 90年代のノートパソコン市場での競争状況



左図はノートパソコン市場における各社のシェア
右図は各社のパソコン事業に占めるノートパソコンの比率

出所：矢野経済研究所(1986～1999)のデータをもとに作成

の主力製品であるメモリーには手を出さず、AV関連ICに特化して開発し、ラジオ用トランジスタから始まり、CD、8ミリビデオカメラ用ICなど、様々な用途のAV関連半導体を開発した⁶³。ソニー製の映像機器のキーデバイスとして製品競争力の源泉となっているCCD⁶⁴も、70年代初期に開発に着手した時から、内製化を目的としていた。当時の副社長で中央研究所長であった故・岩間和夫氏は、研究者に対して「CCDを使って5年以内に、5万円のビデオカメラをつくるんだ」と目標を明示したという⁶⁵。そして、当然のことながら、1985に商品化されたCCDはソニー製のビデオカメラに搭載された。二次電池についても同様である。ソニーでの二次電池開発のきっかけは、セット事業側からの要望であった。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⁶⁶」と振り返っている。

また、東芝が部品事業に独立採算を求めているのに対して、ソニーは相対的にセット事業への貢献を求めており、そのことを実現できるような組織運営が行なわれていることが伺える。ソニーの二次電池技術者は、「(リチウムイオン電池が)全社的に重要だと認められて、いち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」と言っている。また、「カムコーダTR-1⁶⁷では、共同プロジェクト的な開発が行われた」、「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⁶⁸」とも述べている。つまり、

⁶³ 日経ビジネス 1993.2.15

⁶⁴ Charge Coupled Devicesの略。半導体を用いた揮発性のイメージセンサーデバイス。CMOS(相補性金属酸化膜半導体: Complementary Metal Oxide Semiconductorの略)よりも画質が優れている。

⁶⁵ 「Sony History」第二部第11章、<http://www.sony.co.jp>

⁶⁶ ソニー二次電池技術者へのインタビュー(2005.6.7)による。

⁶⁷ パスポートサイズで一世を風靡したTR-55に続く小型軽量タイプのビデオカメラ

⁶⁸ ソニー二次電池技術者へのインタビュー(2004.7.5)による。

部品事業とセット事業との協力体制、およびそれを全社的に推進する体制が出来上がっているのである。

では、初期段階での東芝における部品事業の位置付け（ここでは「部品外販戦略」と呼ぶことにする）とソニーにおける部品事業の位置付け（ここでは「部品内製化戦略」と呼ぶことにする）は、部品の製品開発段階における不確実性の許容度、および不確実性の軽減にどのような影響を与えるのであろうか。

部品外販戦略の場合は、部品事業に独立採算を求められ、また早期に立ち上げなければ撤退させられる恐れがあるため、確実に事業化できる技術を選択することを余儀なくされる。そのため、不確実性の許容度は低いといえる。また、新しい市場や用途を自ら見つけ出さなければならぬため市場の不確実性に直面する。さらには、セット事業側との関係が薄く、製品開発も試行錯誤が余儀なくされるため、技術の不確実性も軽減することが困難になる。

一方、部品内製化戦略の場合は、部品外販戦略とは反対の影響を与えるものと考えられる。すなわち、他社が手がけるような技術では、セット事業での差別化ができず意味がないため、不確実性が高くても、性能ポテンシャルが高い技術を選択する。つまり、不確実性の高さがもたらすリスクにチャレンジする土壌が存在するといえる。また、社内のセット事業部門に販売することができるため、市場の不確実性を回避できる。さらには、社内セット事業部門と共同開発を行うことで、技術の不確実性も回避できることになる。

一般的な垂直統合に関する議論⁶⁹では、メリット・デメリットの両方が存在するものの、少なくとも、未だ市場に投入されていないような新規性の高い製品の開発段階では、部品内製化戦略の方が効果を発揮するといえよう。

この仮説を、ソニーの事例に当てはめて検証してみたい。

ニッカド電池に代わる様々な二次電池がある中で、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ももちろん大切だが、それ以上に、カムコーダ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視された⁷⁰」からであった。

技術の不確実性の軽減に関しては、ビデオカメラ事業部門との共同開発を行うことで、特に応用技術開発で様々な効果を発揮した。一つは、開発ターゲットが明確になったことである。ソニーで二次電池の開発に携わっていた技術者は、このように説明している。「普通にセット事業側に要望を聞くと、エネルギー密度は大きいに越したことはない、また小型であるに越したことはない、そのほかの様々な性能も良いに越したことはない、という回答になる。しかし、多くの性能はトレードオフの関係にあるため、何をどのレベルまで

⁶⁹ 例えば、Besanko, Dranove and Shanley (2000)

⁷⁰ ソニー二次電池技術者へのインタビュー（2005.6.7）による。

引き上げればいいのか定まらない。しかし、カムコーダでは次の発売に当たって何についてどの程度のレベルを期待しているかがはっきりした。そのため、どの性能をどの程度にすればいいかが決まり、開発が進んだ。最初は小型軽量化が第一条件であった。そしてその制約の中でエネルギー密度などのターゲットが決まっていた。⁷¹ また、二次電池事業計画担当者は「電池の開発・設計サイドは高容量化、軽量化、温度特性向上、サイクル特性向上、安全性向上などいくつかのトレードオフ関係のテーマを持っている。ここに、適用機器への最適特性選択というプライオリティ付けが加わり、両社の目指す特性ベクトルが交差したところにヒット商品の条件がある。リチウムイオン電池の開発は、社内のコラボレーションがあったがために成功した⁷²」と回顧している。

また、ビデオカメラ事業部門の技術や発想を活用できたことも、応用技術開発に寄与した。例えば、残量表示機能の開発である。今でこそ、ポータブル機器にとって残量表示は重要な機能の一つになっているが、ニッカド電池の時代には残量表示機能などは存在しなかった。しかし、ビデオカメラにエネルギー密度以外の付加価値も付けることを模索していた電池側の技術者は、放電カーブの特性から残量表示の可能性に気付いた⁷³。リチウムイオン電池にはメモリー効果がないということも幸いした。この残量表示機能の開発にはビデオカメラ事業部門の協力が欠かせなかった。実際、ビデオカメラ事業部門は多大な努力を行っている。放電カーブは温度や使用回数によって変化するが、ビデオカメラ事業部門で研究を進め、特性を解明したという。また、残量表示は電池の放電量を表すのではなく「残り何分」と表示する。残り時間を算出するためにはビデオカメラの消費電力が分からなければならないが、ここでもビデオカメラ事業部門との共同開発が行われたという⁷⁴。

このように、ソニーではセット製品の魅力を高めるという意図で、不確実性の高いリチウムイオン電池を選択した。この決定によりセット製品側の協力が担保され、市場の不確実性も回避することができたといえる。そしてセット事業部門との共同によって、技術的な不確実性を軽減していったのである。

4.4 内製化戦略による新規参入が成功する環境条件

「機会の窓」という言葉がある。これは、優れた戦略を実行できる機会は一時期に過ぎないという意味で用いられている。二次電池業界でも、新規企業が適切な技術選択によって参入を果たせたのは、電池事業としてはコントロールできない外的要素が有利に働いた時期だったということも考えられる。ソニーの例で考えると、まずは技術の断絶期であったという外的要因が存在する。では、それ以外の外的要因は存在しなかったのだろうか。そ

⁷¹ ソニー二次電池技術者へのインタビュー（2005.6.7）による。

⁷² ソニー二次電池事業計画担当者へのe-mailでのインタビュー（2005.6.22）による。

⁷³ 縦軸に電圧を、横軸に放電容量をとった場合、ニッカド電池の放電カーブはフラットになる部分が多いのに対して、カムコーダ用に立上げたソニーのリチウムイオン電池の放電カーブ形状はなだらかなスロープを描く。そのため、電圧をモニターすればどのくらい放電したかが判断できるのである。

⁷⁴ ソニーにおける残量表示機能開発の内容は、ソニー二次電池技術者へのインタビュー（2005.6.7）内容をまとめたものである。

のような外的環境を明らかにすることで、「新規企業の参入の成功要因」を一般化する上で、役立つことと思われる。

分析を行うに当たっては、これまでの理論展開では説明しきれない事象や、強く支持することができない事象を洗い出し、その事象になんらかの外的要因が作用していなかったかを考える。

これまでの理論展開では説明しきれない事象としては、ソニーのリチウムイオン電池事業が角型への進出に遅れをとったことがある。ここで角型に関する説明を加えておく。円筒型が主にビデオカメラやノートパソコンに搭載されるのに対して、角型は主に携帯電話に搭載される。また、同じリチウムイオン電池だからといっても、円筒型と生産ラインを共有することはできないため、進出するためには新たな工場投資が必要になる。工場投資だけではなく、新たな研究開発投資も必要になる。というのは、角型では外装缶に対する圧力のかかり具合が一定ではないため、わずかな膨張もゆるみせず、高度なガス抑制技術が必要になるからである。さらには、封口も通常のかしめではなく、レーザーで行わなければならないため、技術的な難易度は角型の方がはるかに高いのである。

三洋は、1994年に円筒型でリチウムイオン電池に参入したが、同時に1ラインだけ角型を製造していた。また、その後も携帯電話のニーズに合うように薄型化への投資を怠らなかつた。そして、携帯電話市場の拡大とともに、三洋のリチウムイオン電池のシェアは拡大していった。一方、ソニーが携帯電話向け角型リチウムイオン電池を商品化したのは1997年のことだった。ちょうどその頃、携帯電話市場が拡大し始めたのだが、ソニーは三洋と同じ土俵で戦っても有利に運ぶことができないと判断し、1999年にリチウムポリマー電池に舵を切った。なぜならば、リチウムポリマー電池は角型リチウムイオン電池に比べてエネルギー密度では多少劣るものの、薄型化が容易であるため「将来性が高いと判断した⁷⁵」からである。しかし、三洋の継続的な技術開発によって、薄型化競争で並ばれてしまい、また携帯電話市場の爆発的な拡大もあって、特に角型市場で高成長を遂げた三洋にリチウムイオン電池のトップシェアの座を明け渡すことになってしまったのである。

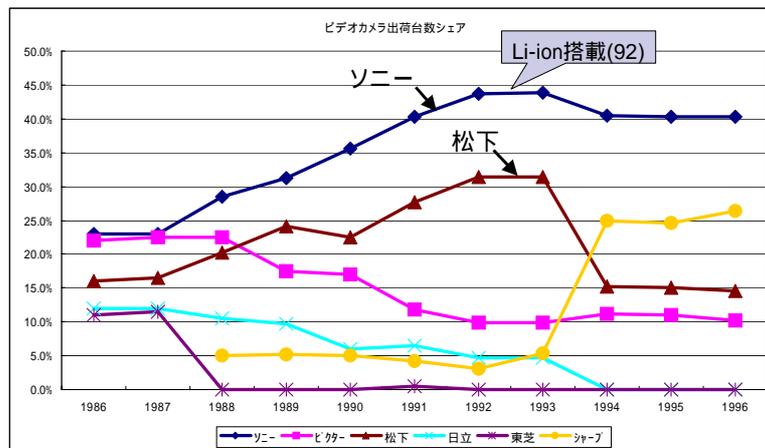
結果論ではあるが、ソニーが三洋のように早くから角型リチウムイオン電池開発に投資をしていれば、携帯電話市場をもっと取り込めたと考えられる。しかし、角型リチウムイオン電池開発で出遅れた要因を単に携帯電話市場の予測精度の違いに帰することはできない。なぜならば、ソニーの二次電池事業計画担当者が「当時は調査会社の予測も、増えたり減ったり、修正が相次いでおり、不確実性が高かった⁷⁶」と述べているように、1998年以前は携帯電話市場の動向を誰も正確な予測はできなかったのである。

ここで一つの疑問が生じる。ソニーでは携帯電話の端末を製造開発していた。これまでの理論に従えば、ソニーは内製化戦略をとっており、かつ社内に携帯電話端末事業部門が存在しているため、不確実性という課題を解決することができるのではなかっただろうか。

⁷⁵ ソニー二次電池事業計画担当者へのe-mailでのインタビュー（2004.12.17）による。

⁷⁶ ソニー二次電池事業計画担当者へのインタビュー（2004.7.5）による。

図 4-7 90年代のビデオカメラ出荷台数シェア（国内メーカー）



出所：矢野経済研究所(1986～1999)のデータをもとに作成

つまり、携帯電話端末の競争力向上のために不確実性を許容し、また、全社的な支援や携帯電話端末事業部門との共同開発が行われ、あるいは社内需要という供給先が確保されることによって、市場や技術の不確実性を軽減できたのではないだろうか。

しかし、ソニーは角型への早期進出は行えなかった。この理由は、ビデオカメラ事業と携帯電話端末事業との違いを考えれば明らかになる。80年代後半から、ソニーのビデオカメラは、熾烈なシェア競争を繰り広げていた（図 4-7）。1989年に発売されたソニーのハンディカム CCD-TR55 は、本体重量 790gと世界最小、最軽量の「パスポートサイズ」を売り物に、ビデオカメラ市場を瞬く間に席卷し、累積生産台数 100 万台を突破するなど、ソニー始めて以来の大ヒット商品となった。それに対し、1990年5月に松下が 750gの「NV-S1 プレンビー」を発表し、ビクターが同じく 750gの「GR-LT5IDOL」を発表した。するとソニーは、前機種から 100g軽量化したTR45 と上級機種TR75 の 2 モデルを間髪いれずに投入した⁷⁷。

家電メーカーがこのような開発競争を行うのには理由があった。据え置き型 VTR の世帯当たり普及率が 7 割を超えて成熟期を迎えたあと、ビデオカメラは家電メーカーにとって欠かすことのできない高収益商品だったからである。ソニーも例外ではなく、開発を指揮した森尾取締役・パーソナルビデオ事業本部長は 1990年6月に 16 人抜きで専務に昇格したほどである。

一方、90年代のソニーの携帯電話端末事業はシェア上位を争うような事業ではなかった。また、2001年にこそエリクソンとの合併会社設立に乗り出したものの⁷⁸、それ以前には全社的に本腰を入れた形跡は確認できない。もし、90年代半ばの携帯電話端末事業がビデオカ

⁷⁷ 『日経ビジネス』1990.7.30

⁷⁸ ソニープレスリリース 2001.8.28

メラと同じような状況にあれば、携帯電話端末事業からの強い要望によって角型リチウムイオン電池の開発は全社プロジェクトになり、携帯電話市場の不確実性にも関わらずに開発が進んだことであろう。つまり、新規企業が参入に成功するためには、部品内製化戦略を採っており、かつ社内にセット事業が存在することだけでなく、その社内セット事業の社内的位置付けが高く、部品事業を軌道に乗せることができるだけの事業規模を有し、そして激しいシェア争いに勝つための差別化が急務な状況にあるという、外的要因が必要であるといえる。

ちなみに、このような状況にあれば、参入段階の成功だけでなく、その後の事業拡大においても有利に働く可能性が高い。なぜならば、セット事業における業界のリーダー企業が新たな技術を用いた部品を選択すれば、他のセットメーカーも追随し、市場規模が拡大するからである。また、リーダー企業が採用した部品が業界標準になる可能性も秘めている。実際、ソニーのビデオカメラ向けに開発された円筒型リチウムイオン電池 18650 サイズが業界の標準サイズになっている。

4.5 部品外販戦略の場合での対応

ここまでは、ソニーと東芝電池の成否を分けた要因を、部品事業の位置付けの違いに求めてきた。つまり、部品内製化戦略であれば不確実性の許容度が高まり、また不確実性の軽減もできるが、部品外販戦略の場合はそのような効果が期待できないというものである。それでは、東芝電池のように部品外販戦略を採っている企業は、新規参入で成功することはできないのであろうか。そういうことはない。外部企業との協力関係を形成することで、不確実性を回避できたり、あるいは回避しようとしている事例は多く見られる。

例えば、携帯電話機の端末開発である。日本の場合、NECやパナソニックモバイルコミュニケーションズ（以下、パナソニック）などの端末メーカーは自社に供給することはできず、キャリアと呼ばれるNTTドコモやKDDI、Vodafoneに納入することになる。そのため、ソニーのリチウムイオン電池事業で見られたような、自社の用途先との協力関係によって不確実性を回避することはできない。NTTドコモが第三代携帯電話（FOMA）を開発しようとした時に、このことによる弊害が生じた。NTTドコモとしては第三代への移行を先行して、他のキャリアとの競争を有利に進めたいという思惑があったが、一方の端末メーカーは巨額な開発費がかかり、資金回収の目算が立ちにくいいため、リスクを負ってまで第三代用の開発を行えなかった。そこでNTTドコモは、NEC、パナソニック、富士通などドコモファミリーと呼ばれる端末メーカーを皮切りに開発費の半額を支出したのである⁷⁹。

しかし、外部企業との協力は困難であることは否めない。そう考える理由は3つある。1つ目の理由は取引コスト⁸⁰の問題である。経済学的に考えると、不確実が高い場合は取引コ

⁷⁹ 日本経済新聞 2003.1.16、日経産業新聞 2003.1.17

⁸⁰ ロナルド・コースが“ The Nature of the Firm ”（『企業の性質』）で明らかにした概念。内部取引を行うと節約できるが、外部市場で取引を行うと発生する費用。一般的に、購入する財の品質が不安定であったり、購入先の信用力が不明であったりした場合は、情報収集コストや契約書作成のための交渉・調整コスト、

ストが上昇するため、内部取引の方が有利である。なぜならば、不確実な技術に関する仕様書を作成することは難しく、調整や交渉のコストが高まるからである。内部取引であれば、書面に起こさなくても両者は合理的に判断して共同開発を進めることが期待できる。また、利害が対立するような場面では上層部が全体最適の見地から直接裁定を下すこともできる。

2つ目は情報流出の問題である。社内にセット事業がなければ問題にはならないが、東芝電池のように、社内（グループ内）にセット事業がある場合、外部企業はライバルに情報が流出することを恐れて、協力関係が限定的になってしまうだろう。

3つ目はイメージの問題である。社内にセット事業があるにも関わらず、社外に協力先を求めることは、社内のセット事業から見放された事業だと思われる。その結果、有力な協力先を確保できなくなってしまう。

このように、部品内製化戦略ではない場合でも、あるいは部品内製化戦略を採っていても社内に対応するセット事業が存在していない場合でも、外部企業との協力関係を形成するという手段が残されてはいるものの、内部取引と比較するとはるかに困難だといえよう。

契約書の不完備による機会主義的行動がもたらすコストなど、様々な費用が発生することになる。

第5章 まとめ

5.1 新規企業が参入に成功するためのメカニズム

以上で分析した、新規企業が参入に成功するためのメカニズムをまとめると、以下のようになる。

- 日本では既存企業(大企業)も、中央研究所で様々な関連技術の開発を行って、技術を蓄積している。そのため、新規企業は、多少の技術革新にて参入しようとしても、すぐに追いつかれ、さらには補完的資産を活用されて駆逐されてしまう。従って、新規企業は既存技術との差が大きい技術を持って参入しなければならない。
- しかしながら、そのような戦略は成功すればリターンは大きいものの、失敗のリスクも高い。既存技術から飛躍しているということは、不確実性が高いからである。
- 不確実性には、市場の不確実性と技術の不確実性がある。新規企業はこれらの不確実性を許容し、また軽減する方法を考えなければならない。その有力な方法が、セット製品側との協力関係を構築することである。
- その技術を使用した製品を搭載することでセット製品側の競争力が飛躍的に向上するのであれば、セット製品側はリスク分担に応じてくれ、また製品開発場面での協力を得られる。
- しかし、外部企業とこのような関係を構築することは容易ではない。取引コストの面からも、社内のセット製品部門と協力することが、新規参入の成功に最も効果的だといえる。

5.2 新規参入企業が次世代技術戦略を検討するためのフローチャート

冒頭に説明した通り、二次電池業界は技術と市場の関係がシンプルであるため、上記のメカニズムはかなり汎用性が高いと考えられる。しかし、企業の技術戦略担当者にとっては、理論としては理解したものの、いざ自社の技術戦略に活用する場合には、何から検討を進めればいいのか悩むかもしれない。そのため、「研究」の域を逸脱するかもしれないが、検討手順をフローチャート化することに試みたい。

検討手順のフローチャートを図 5-1 にまとめる。

参入するためには、既存技術にそれ以上の性能向上が望めない技術の断絶期であることが望ましい。よほど画期的な技術で参入できない限りは、技術の断絶期以外で既存企業からシェアを奪うことは難しいからである。

その際に選択すべき技術としては、既存企業に蓄積された技術を活用できない能力破壊型の技術が望ましい。しかしながら、能力破壊型でない技術を選択した場合でも、2つの条

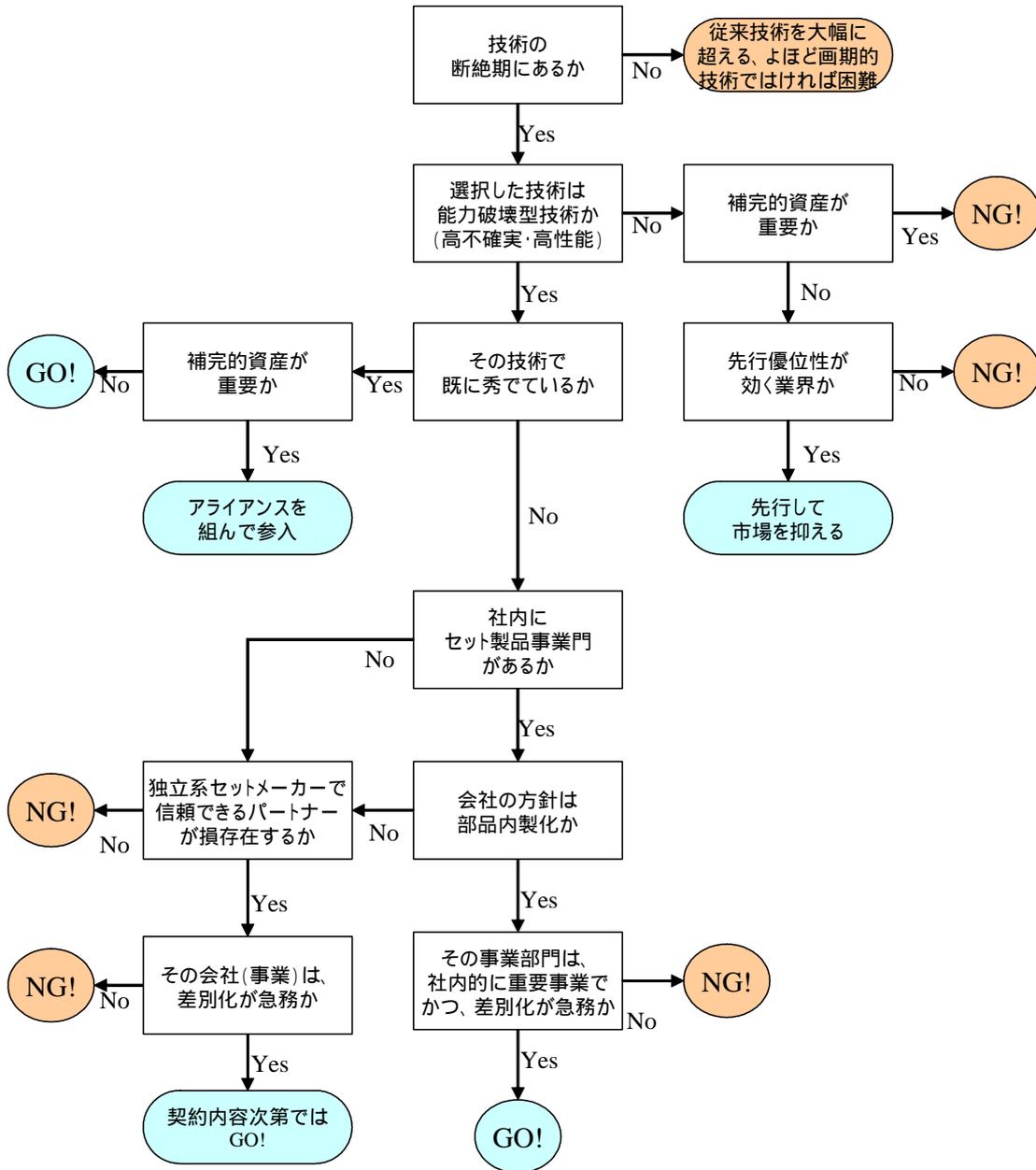
件を満たせば参入に成功する可能性がある。その 2 つとは、その業界では補完的資産が重要ではないことと、先行優位性が効くことである。例えば、他の要素技術や生産設備などの補完的資産が広く流通しており、新規企業が獲得することに困難しない場合は、既存企業が補完的資産の優位性をもって挽回しようとしても十分に対抗できる。そして、先行優位性が効く業界であれば、既存企業よりも先に商品化を行い、ある程度市場を抑えることができれば、そのこと自体が優位性をもたらすようになり、好循環をもたらすようになる。結果として、既存企業が追従できなくなる。しかし、その 2 つの業界特性がなければ、東芝電池が三洋、松下電池にシェアを再逆転されてしまったことから分かるように、能力破壊型でない技術で参入することは難しい。

能力破壊型技術を選択した場合、仮にその技術が既に蓄積されていれば成功確率が飛躍的に高まる。さらに補完的資産が重要でない業界でなければ、既存企業が補完的資産の優位性をもって挽回することができないため、参入に当たっての障害は全くなくなる。補完的資産が重要であっても、それらを提供できるパートナーとアライアンスを組むことで参入することが可能である。ここで、有能なパートナーを確保できるかが鍵となるが、能力破壊型技術を保有する企業と組むことは、パートナー企業にとっても勝ち馬に乗るチャンスであるため、交渉が不利に働くことはないだろう。

能力破壊型技術を選択しても、リチウムイオン電池を選択したソニーのように、その研究開発力が蓄積されていない場合もある。その場合は、基礎研究での競争では既存企業との差はつかない。差がつくのは製品開発段階、および商品化である。しかしながら、技術・市場の不確実性の高いため、既存企業よりも早期に事業化の意思決定を行うことは容易でない。また、不確実性を軽減することも大切である。不確実性を許容し、また軽減するための一つの方法が、社内セット事業部門との協業である。セット事業部門の協力を得られれば、供給先を確保できるため市場の不確実性が軽減し、また共同開発によって技術の不確実性を軽減できるからである。さらには、セット事業部門にとっては他社から購入できる部品であれば意味がないため、不確実性が高くても性能ポテンシャルさえ高い技術に投資するリスクを受け入れられるようになる。つまり、会社としての不確実性の許容度が高まる。

社内にセット事業がない場合でも、社外にリスク負担をしてくれるパートナーが存在していれば、可能性は残っている。しかし、内部取引よりも困難であることは否めない。

図 4-8 「新規企業の参入の成功要因」の検討手順のフローチャート化



参考文献

《海外文献》

- Besanko, D., D. Dranove and M. Shanley (2000), “Economics of Strategy, 2/Edition”, John Wiley & Sons, Led. [奥村昭博、大林厚臣監訳、『戦略の経済学』、ダイヤモンド社、2002年]
- Brandenburger, A. and B. Nalebuff (1996), “Co-opetition”, Bantam Books-Audio. [嶋津祐一、東田啓作訳、『コーペティション経営：ゲーム論がビジネスを変える』、日本経済新聞社、1997年]
- Chesbrough, H. (1998), “The Displacement of US Incumbent Firms and the Persistence of Japanese Incumbent Firms in the Hard Disk Drive Industry”, Harvard Business School Working Paper.
- Christensen, C. (1997), “The Innovator’s Dilemma”, Harvard Business Press. [平太監修、伊豆原弓訳、『イノベーションのジレンマ：技術革新が巨大企業をほろぼすとき』、翔泳社、2000年]
- Christensen, C. (2003), “The Innovator’s Solution”, Harvard Business Press. [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年]
- Day, G., P. Schoemaker and R. Gunther (2000), “Wharton on Managing Emerging Technologies”, John Wiley & Sons, Led. [小林陽太郎監訳、『ウォートンスクールの次世代テクノロジー・マネジメント』、東洋経済新報社、2002年]
- Dixit, A. and B. Nalebuff (1991), “Thinking Strategically The Competitive Edge in Business, Politics and Everyday Life”, W. W. NORTON & COMPANY, Inc. [菅野隆、嶋津祐一訳、『戦略的思考とは何か：エール大学式ゲーム理論の発想法』、TBS ブリタニカ、1991年]
- Foster, R. (1986), “Innovation: The Attacker’s Advantage”, Pan Books. [大前研一訳、『イノベーション：限界突破の経営戦略』、TBS ブリタニカ、1987年]
- Rosenbloom, R. and W. Spencer (1996), “Engines of Innovation: U.S. Industrial Research at the End of an Era”, Harvard Business Press. [西村吉雄訳、『中央研究所の時代の終焉』、日経 BP 社、1988年]
- Teece, D. (1986), “Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy”, Research Policy 15.
- Tidd, J., J. Bessant, and K. Pavitt (2001), “Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change 2ed”, John Wiley & Sons, Led. [後藤晃、鈴木潤監訳、『イノベーションの経営学』、NTT 出版、2004年]
- Tushman, M. and P. Anderson (1986), “Technological Discontinuities and Organizational Environments”, Administrative Science Quarterly, 31.
- Utterback, J. (1994), “Mastering the Dynamics of Innovation”, Harvard Business Press. [大津正和、小川進監訳、『イノベーション・ダイナミクス：事例から学ぶ技術戦略』、有斐閣、1998年]

《国内文献》

- インフォメーションテクノロジー総合研究所(2003a)、「先端二次電池市場調査プログラム 2002-2003：最終報告書」
- インフォメーションテクノロジー総合研究所(2003b)、「先端二次電池市場調査プログラム 2003-2004：中間報告書-03Q4 市場速報」
- 長広美、小田切宏之(2004)、「革新的産業における先行者の優位性と追随者の優位性」、『一橋ビジネスレビュー』2004.SUM、東洋経済新報社
- 神田基(1997)、「ニッケル水素電池：水素吸蔵合金が作り出す水素／水サイクルのエネルギー源」、『現在化学』1997.3、東京化学同人
- 神田基、鈴木雅行、佐々木力、和田守叶、小知和謙一(1996)、「第42回大河内記念賞受賞業績報告書：ニッケル水素電池の開発」、『第42回大河内記念賞受賞業績報告書』、大河内記念会
- 三洋電機株式会社コーポレートコミュニケーション部編(2001)、『三洋電機五十年史』
- 電池便覧編集委員会編(1995)、『電池便覧：増補版』、丸善
- 戸澤奎三郎、永浦亨、片山喜代志、小平芳典(1995)、「第41回大河内記念技術賞受賞業績報告書：リチウムイオン蓄電池の開発」、『第41回大河内記念賞受賞業績報告書』、大河内記念会
- 西美緒(1997)、『リチウムイオン二次電池の話』、裳華房
- 日経マーケット・アクセス(2003)、『日経マーケット・アクセス年鑑 IT 基本データ 2003 年度版』、日経 BP コンサルティング
- 沼上幹(2000)、『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
- 一橋大学イノベーション研究センター編(2001)、『イノベーション・マネジメント入門』、日本経済新聞社
- 矢野経済研究所(1986～1999)、『日本マーケットシェア事典』、矢野経済研究所
- 吉野彰(2004)、『リチウムイオン電池物語：日本の技術が世界でブレイク』、シーエムシー出版
- 渡辺茂(1994)、「分社化で問われる統合型企業の本社機能」、『知的資産創造』1994.4、野村総研

《参考資料》

- 『週間エコノミスト』2002.12.3、pp.20-37、「ソニー、三洋、シャープ、3Sの強さ」
- 『週間ダイヤモンド』2001.11.17、pp.36-37、「際限なき赤字拡大、ハイテク企業奈落の底、村田製作所 vs TDK」
- 『週間ダイヤモンド』2002.7.27、pp.114-124、「新・電池ビジネス大争奪戦」
- 『週間東洋経済』1996.7.27、pp.142-145、「リチウムイオン電池の市場争奪戦：先行するソ

- ニーを松下、三洋が猛追」
- 『週間東洋経済』2000.10.14、pp.34-47、「舞台は世界！次世代携帯電話：日の丸ケータイの挑戦」
- 『ダイヤモンド・ループ』2003.11、pp.50、「モバイル用燃料電池、NECと東芝が独自技術で一步リード」
- 『日経エレクトロニクス』1998.10.5、pp.136-143、「ポストLiイオンの候補：金属Li電池が最右翼、燃料電池も浮上」
- 『日経エレクトロニクス』1999.1.25、pp.155-162、「市場展望<電池編>：Liイオン2次電池は出荷数量急増も単価が大幅下落」
- 『日経エレクトロニクス』1999.11.15、pp.124-131、「音楽もゲームも電子商取引もケータイのみ込む：大きさ、コストを維持し、音と画像の再生機能を強化」
- 『日経エレクトロニクス』2004.8.2、pp.22-23、「燃料電池採用にKDDI動く、まずは充電器として実用化」
- 『日経エレクトロニクス』2000.4.10、pp.161-174、「もっと部品を！深刻化するケータイの部品不足」
- 『日経ビジネス』1990.7.30、pp.88-91、「独り勝ちソニーを追い：VHS勢の反抗で火を噴くビデオムービー夏の陣」
- 『日経ビジネス』1991.12.9、pp.32-33、「パソコン需要低迷、日電以外青息吐息、東芝のIBM接近など業界再編の兆し」
- 『日経ビジネス』1991.12.16、pp.10-24、「強い東芝への始動」
- 『日経ビジネス』1992.8.3,10、pp.39-42、「三洋電機：稼ぎ頭に育った蓄電池、分野を絞り技術優位に立つ」
- 『日経ビジネス』1992.11.23、pp.57-59、「リチウムイオン電池：より小さく軽く大容量、ニッケル水素を急追」
- 『日経ビジネス』1992.12.14、pp.10-26、「松下王国の試練：成熟の壁を越えられるか」
- 『日経ビジネス』1993.2.15、pp.34-37、「ソニー：MD用半導体など外販、自社規格の陣営固める」
- 『日経ビジネス』1994.2.28、pp.32-36、「三洋電機、社内分社に活路」
- 『日経ビジネス』1994.7.11、pp.55-57、「リチウムイオン2次電池：小さな体に大容量充電、携帯機器向け参入激化」
- 『日経ビジネス』1994.10.3、pp.22-39、「松下電器、事業部制へ回帰：25万人をどう動かす」
- 『日経ビジネス』1995.4.24、pp.22-36、「ソニーの針路：カンパニー制で切磋琢磨」
- 『日経ビジネス』1995.7.10、pp.72-75、「編集長インタビュー、森下洋一氏[松下電器産業社長]：キーデバイス投資で本業強化、小さな組織で責任明確に」
- 『日経ビジネス』1996.9.23、pp.115-117、「リチウムイオン2次電池：新しい産業のコメに数千億市場に各社火花」

- 『日経ビジネス』1997.1.27、pp.38-41、「三洋電機、強いモノ作りへ脱皮」
- 『日経ビジネス』2000.5.29、pp.54-60、「三洋電機：ブランドを捨て、実を取る」
- 『日経ビジネス』2002.10.14、pp.26-40、「三洋電機の箱船経営：日本経済が沈んでもうちは沈まない」
- 『日経メカニカル』2003.3、pp.26-29、「電池 - リチウムポリマー採用進む：業務向けでは円筒型リチウムイオンも」
- 『日経メカニカル』2003.8、pp.28-32、「電池 - リチウムイオン化進む：高容量化に向け正負極材料の研究開発にも拍車」
- 『プレジデント』2000.7.17、pp.173-175、「リチウムイオンバッテリーの雄エナックス小沢和典社長の50余年：ものづくりの梁山泊を率いる男」