

一橋大学 21 世紀 COE プログラム
「知識・企業・イノベーションのダイナミクス」
大河内賞ケース研究プロジェクト

東芝のニッケル水素二次電池開発

坂本雅明

2004 年 2 月

CASE#04-01

本ケースは、一橋大学・文部科学省 21 世紀 COE プログラム「知識・企業・イノベーションのダイナミクス」から経費の支給を受けて進められている「大河内賞ケース研究プロジェクト」(<http://www.iir.hit-u.ac.jp/research/21COE.html>)の研究成果のひとつである。同プログラムの支援に感謝するとともに、本プロジェクトを進めるに際して多くのご協力をいただいた大河内記念会に対して心よりお礼を申し上げたい。

※本ケースの著作権は、筆者もしくは一橋大学イノベーション研究センターに帰属しています。本ケースに含まれる情報を、個人利用の範囲を超えて転載、もしくはコピーを行う場合には、一橋大学イノベーション研究センターによる事前の承諾が必要となりますので、以下までご連絡ください。

【連絡先】 一橋大学イノベーション研究センター研究支援室

TEL:042-580-8423 e-mail:chosa@iir.hit-u.ac.jp

一橋大学

文部科学省 21 世紀 COE プログラム

「知識・企業・イノベーションのダイナミクス」

大河内賞ケース研究プロジェクト

「東芝のニッケル水素二次電池開発」

坂本雅明

2004 年 2 月

本ケースは、一橋大学大学院商学研究科 MBA コース坂本雅明が、一橋大学イノベーション研究センター助教 教授青島矢一の指導のもと執筆したものである。本ケースの記述は企業経営や技術開発の巧拙を示すことを目的としたものではなく、分析、ならびにクラス討議の視点と資料を提供するために作成されたものである。また、本ケースの内容は、全てケース執筆時点におけるものであり、その後起きたことは記述に含まれない。なお、本ケースの作成では、多忙な合間を縫って講演、及び長時間のインタビューに応じてくださった神田基氏(独立行政法人科学技術振興機構知的財産戦略室長、当時東芝研究開発センター材料・デバイス研究所)に、この場を借りて心よりお礼を申し上げたい。なお、本ケースの内容、主張、解釈はケース執筆者によるものであり、東芝の意見を代表するものではないことを注意されたい。もちろん、本ケースに含まれるいかなる誤りもケース執筆者に帰されるものである。

はじめに

東芝はニッケル水素電池という、当時としてはエネルギー密度が飛躍的に向上した二次電池を開発し・事業化に成功したことで、平成8年に第42回大河内賞を受賞した。本ケースは、受賞の直接的な要因であるニッケル水素電池の開発だけでなく、それ以前に手がけていたニッケルカドミウム電池（以下、ニッカド電池）事業が与えた影響、及び最終的にニッケル水素電池からの撤退に至った経緯にまで範囲を広げて作成されている。

1. 二次電池とは

1.1 一次電池と二次電池

東芝のケースに入る前に、電池業界に関する説明を簡単に行う必要がある。

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は二次電池と呼ばれている。東芝がその開発によって大河内賞を受賞したニッケル水素電池は、二次電池である。

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。二次電池を使用する機器の小型化が進む一方で機能向上により消費電力が増加し続けているため、二次電池に対する高エネルギー密度への期待は高まる一方である。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。

1.2 二次電池の種類・特徴

二次電池の開発は正極、負極材料の選択が鍵となる。新しい材料の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ていった（図表1）。しかし、二次電池の発展によって旧来の二次電池が姿を消すというものではない。エネルギー密度以外の性能はそれぞれに特徴があるため、

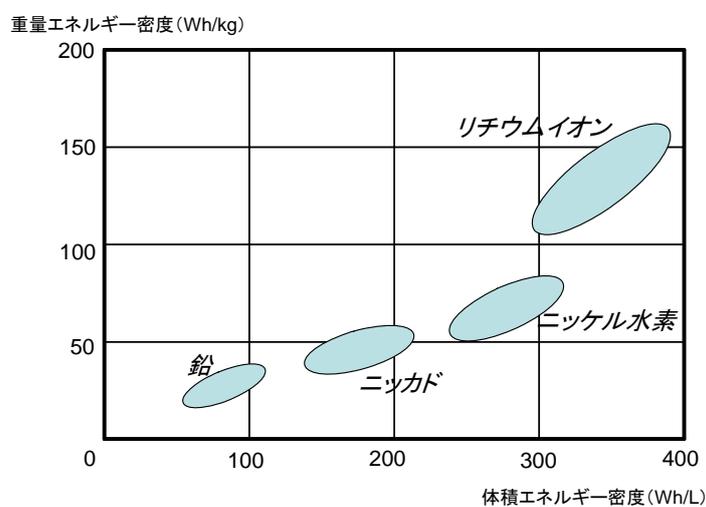
その特徴が必要な分野ごとにうまくすみ分けされているのである（図表 2）。

- ニッカド電池

ニッカド電池とは正極にニッケル酸化物、負極にカドミウム化合物を使用した二次電池であり、国内企業としては 1962 年に三洋電機が市場投入を果たした。

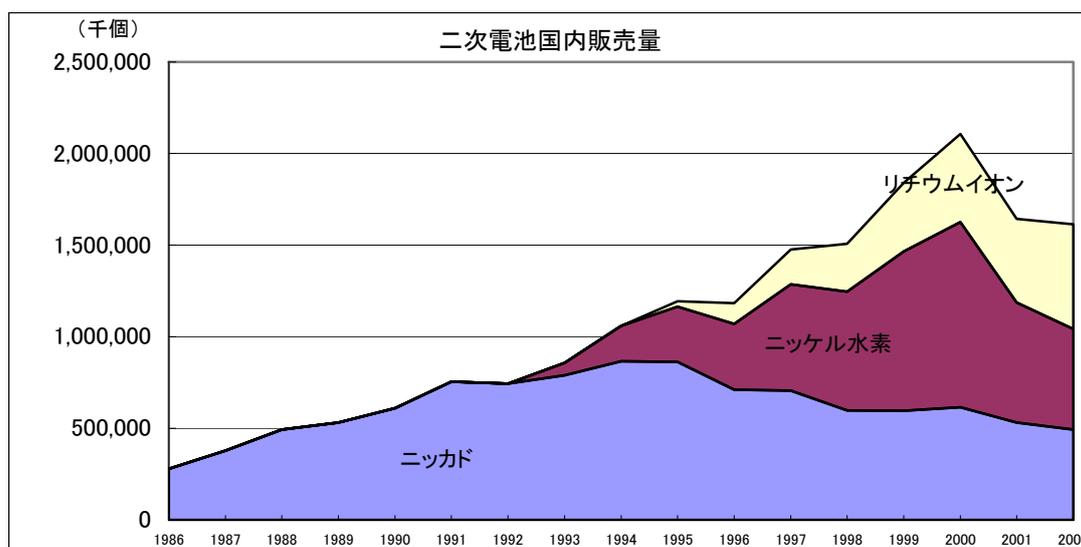
図表 1

二次電池のエネルギー密度(実用値、2002年レベル)



出所: 科学技術振興機構神田博士の資料、一部修正

図表 2



経済産業省機械統計データをもとに作成

ニッカド電池は 500 回以上の充電、放電を繰り返すことができ、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。経済産業省機器統計によると、ニッカド電池の国内販売数量はニッケル水素電池やリチウムイオン電池が普及し始めた 90 年代半ばをピークに減少傾向にある。しかし、特定用途における底堅い需要があるために、ニッケル水素やリチウムイオンに完全に置き換わることはないと見られている。

- **ニッケル水素電池**

1990 年、松下電池工業と三洋電機が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負極を用いたニッケル水素電池の開発に成功した。

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している。この傾向は今後とも続くと思われるが、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海外携帯電話用途や低価格帯のデジタルカメラ用途では一定の需要が存在している。

- **リチウムイオン電池**

正極にリチウム化合物を、負極に炭素素材を用い、その間をリチウムイオンが行き来するというリチウムイオン電池を、1991 年にソニーが世界で最初に実用化した。

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¹の起きないリチウムイオン電池は、携帯用ノートパソコン用途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。

1.3 ニッケル水素電池の構造

このように様々な種類がある二次電池の中で、東芝の大河内賞受賞理由であるニッケル水素電池に関して、その構造と反応について説明する。

電池構造には円筒型と角型の 2 種類がある。円筒型電池は水素吸蔵合金を主体とした負極と酸化水酸化ニッケルを活性物質とする正極が、プロピレンなどの不織布からなるセパレーターで分離され、これらを渦巻状に巻き込む形式をとっている。角型電池は薄い矩形を成して

おり、セパレーターを挟んで交互に短冊状の正極と負極が複数枚重ね合わされた構成になっている（図表 3）。どちらの電池にも正極端子の内部に安全弁が取り付けられており、異常な条件下で使用するなどして電池内の電圧が規定値以上になると、作動して内部の気体を解放し、安全を確保する仕組みになっている。

ニッケル水素電池の反応は図表 4 の通りである。充電では負極の水素吸蔵合金（M と記述）が電解液中の水から水素を吸蔵して水素化物（MH）を形成し、一方の正極は水酸化ニッケル（2 価）がオキシ水酸化ニッケル（3 価）に変化する。放電ではこの逆の反応が起こる。また過充電時には正極から発生する酸素が負極で水を形成し、過放電時には正極から発生する水素が負極で電気化学的に水に戻るため、原理的に電池内圧が上昇しないという特徴がある。

2. 東芝のニッケル水素電池事業

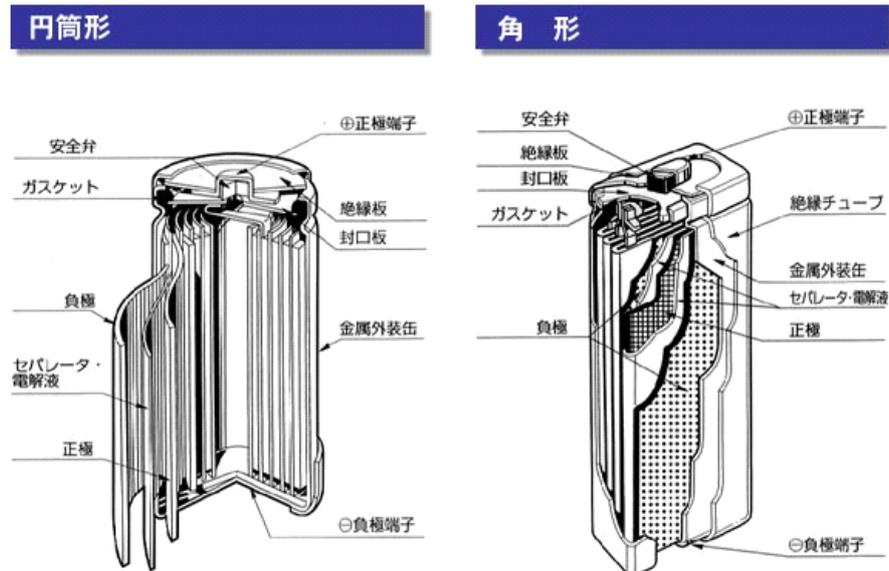
2.1 ニッカド電池事業

- ニッカド電池市場への参入

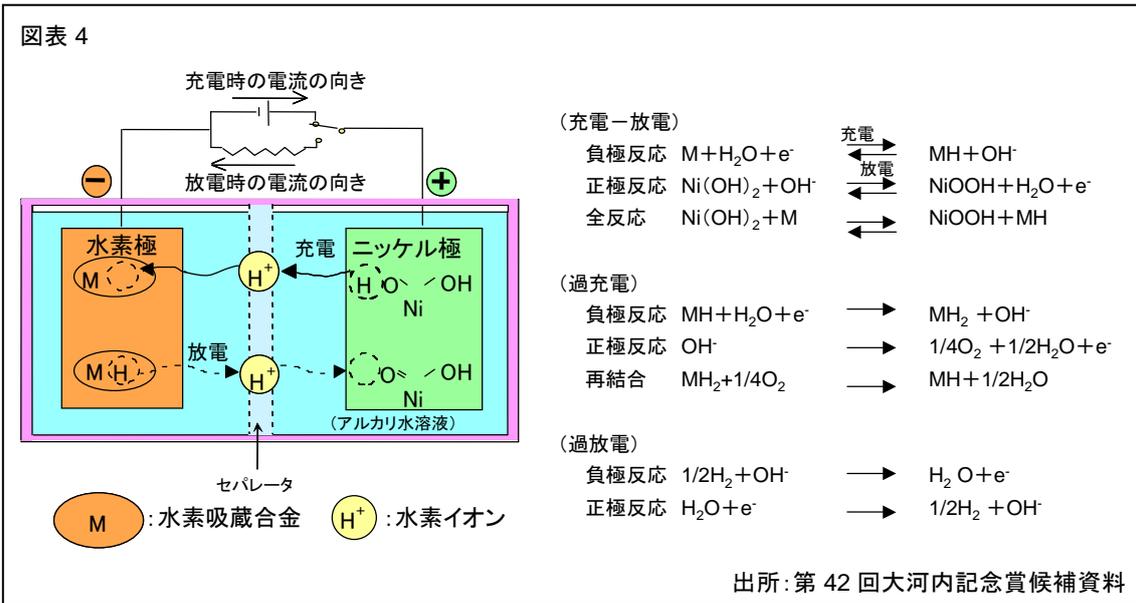
あまり知られていないことだが、東芝はパソコンに使用する部品の内製化を進める目的で、

図表 3

■ 密閉形ニッケル・水素蓄電池構造図（一般用）



出所：第 42 回大河内記念賞候補資料



子会社の東芝レイオバック（米国 Ray-O-Vac 社との合弁会社で、後の東芝電池。以下「東芝電池」で統一する）に 1 ラインだけ設けてニッカド電池の生産を行い、「Unicad」というブランドで販売していた。きっかけは、一次電池のマンガン電池事開発などで名を馳せた当時の常務取締役、高橋樟彦氏が将来の電子機器が携帯される時代を見越して「これからは二次電池が必要である」という判断を下したことである。しかし、それまで東芝は一次電池しか手がけていなかったため、二次電池の開発に当たっては米国 ESB 社から技術導入を行った。ところが ESB 社の技術で二次電池開発を行ってみたものの、使い物にはならなかった。二次電池を手がけていなかったため導入する技術の評価を行う能力に欠けていたのである。そのため結局は東芝電池が独自でニッカド電池を開発し、1973 年から販売を始めた。

● ニッカド電池市場における競争環境と撤退

しかし、1973 年という時期は再後発であり、その頃までに三洋電機と松下電池工業の二強体制が出来上がっていた。

三洋電機は 1962 年、日本で最初にニッカド電池の国産化に成功し非常誘導灯、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²。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。松下電池工業は 1985 年には発泡状ニッケルを使用した正極技術の開発によって、エネルギー密度は円筒型ニッカド電池では世界最高のレベルの「SM30」の製品化に成功し³、さらにその後継商品の「SM60」ではエネルギー密度を 60% も向上させた。また、これまで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⁴、先行する三洋電機を追撃した。

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⁵。しかし、日本メーカーといっても、その約8割を三洋電機、松下電池工業が占めており、残りの2割を巡って、日本電池（SAFT社から技術導入）、ユアサ（Varta社から技術導入）、古河電池（Sonoton社から技術導入）、そして東芝が争っていた。

争っていたといっても、実は熾烈な競争が繰り広げられていたわけではなかった。というのは、当時は大口需要家が存在しておらず、価格低下圧力がそれほど大きくなかったからである。そのため、シェアの低い東芝も赤字になることはなかった。しかし、1973年のオイルショックによって環境は一変した。新規ビルの建設が抑えられてしまったため、ニッカド電池の最大の用途であった非常灯・誘導灯の需要が減退してしまったのである。その結果、1976年にニッカド電池事業、つまり東芝にとっては二次電池事業からの撤退が下された。東芝がニッケル水素電池の開発を始める4年前のことである。

ニッカド電池事業で用いられていた設備は売却された。需要減退期であったため、販売したくとも購入しようとする二次電池メーカーが存在しなかったためである。しかし、手動生産機械（捲回機）一式だけは廃棄せずに残っていた。また、ニッカド電池工場で働いていた従業員は他の工場へ配置換えとなった。技術者の多くは一次電池を扱う事業部などに異動になったが、中には総合研究所（現・研究開発センター）でニッケル亜鉛二次電池を研究することになった者もいた。

2.2 ニッケル水素電池の開発と事業化

二次電池はニッカド電池が発明されてから100年近くもの長い間、大きな発展を見せなかった。しかし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。そのため新しい材料を用いた二次電池の開発が急務となった。

ニッケル水素電池も、ニッカド電池の雄である三洋電機と松下電池工業が、1990年にいち早く製品化に漕ぎ着けた。しかし、ニッカド電池市場では撤退という結果に終わった東芝が、ニッケル水素電池への移行時期にタイミングをあわせて一気に浮上してきた。ニッカド電池からの撤退を決めたことが逆に功を奏すことになったのである。というのは、ニッカド電池から撤退したために、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という⁶。

- **ニッケル水素電池の開発**

もともと研究所では、ニッカドに代わる材料として金属亜鉛の研究を行っていた。1973年ごろに、当時の化学材料研究所長であった高村勉氏がニッケル亜鉛を用いた二次電池開発に成功したことを新聞発表したこともあって、ニッケル亜鉛電池の製品化を成し遂げなければならない状況にあったからである。そのため、東芝電池でニッカド電池に携わっていた技術者が多数研究所に投入された。

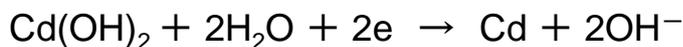
しかし、金属亜鉛を二次電池に用いた場合、亜鉛が活性であるために水素ガスが電池内に充満してしまうという課題があった。またサイクル寿命（充電・放電を繰り返すことに耐えられる回数）が少ないという問題もあった。サイクル寿命の問題は、亜鉛を使った電極にデンドライドが発生することが起因している。亜鉛というものは放電すると金属亜鉛が溶け出し、イオンになって溶液中に浮く。そして、充電するとそれら電極に戻って析出する。しかし、析出を制御できないためある特定の場所で金属亜鉛が成長してしまい、セパレーターを突き破ってしまうためである。

そこでまず 1975 年に一次電池であるボタン電池を製品化した。それなりに販売することはできたものの、当時はボタン電池の需要に限られていた上に、東芝は既に数種類のボタン電池を販売していたため、そんなに種類を増やしても意味がないということで 1978 年に販売を中止した。その後も金属亜鉛を用いた二次電池の開発は継続していたが、水素ガスが充満するという問題も解決の目途が立たず、またデンドライドを制御することも全くできなかった。

図表 5

カドミウム電極とニッケル水素電極との比較

カドミウム(Cd)電極の充電反応



分子量 = 146.4g

2電子 ⇒ 26,800mAh × 2 = 53,600mAh

重量当たり容量 = 367mAh/g

容積当たり容量 = 1,760mAh/cc (比重 = 4.8)

ニッケル水素(MH)電極の充電反応



分子量 = 432.4g

6電子 ⇒ 26,800mAh × 6 = 160,800mAh

重量当たり容量 = 372mAh/g

容積当たり容量 = 2,975mAh/cc (比重 = 8.0) ⇔ Cd電極の1.7倍の容量

出所: 第 42 回大河内賞候補資料

金属亜鉛を用いた負極材料の開発に限界を感じた神田氏（独立行政法人科学技術振興機構知的財産戦略室長、当時東芝研究開発センター材料・デバイス研究所）は、1980年ごろから上司に内緒で別の負極材料の開発に取り掛かった。カドミウムなどとは違って環境適合性の高い材料を探すことも目的であった。神田氏は材料を探すに当たって、色々考えた。正極はニッケル酸化物以外には考えられない。そして、負極にはもしかしたら水素が使えるかもしれない。なぜならば、水素はガスであるため、亜鉛のように溶けたり析出することがないからだ。そのような考えを巡らせた結果、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かったものの、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（図表5）。当初は神田氏一人が行っていた開発であったが、この頃になると会社としても水素吸蔵合金の開発に力を入れだし、徐々に研究者数が増えていった。また、社内でビデオカメラや携帯用ラジカセを扱っていた事業部が、製品競争力を高めるためには軽くて長持ちする二次電池が必要だという声を挙げてくれたことも、社内での位置づけを高め、資金面などで研究開発を後押しすることになった。

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ときに電池内に発生する圧力のことである。LaNi₅の平衡圧は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電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

される水素電子の数を増やさなければならないのである。幸い、 LaNi_5 は 5 個の水素吸蔵量があったが、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。 LaNi_5 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。

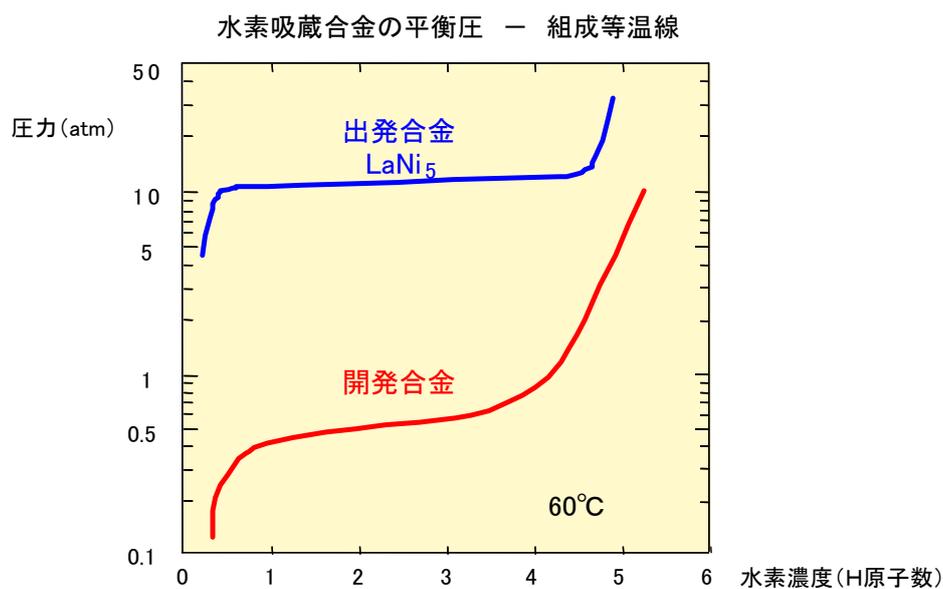
平衡圧を低減するためにはマンガンとアルミニウムが有効であることが分かっていた。そのためまず LaNi_5 にマンガンを加えてみた。すると平衡圧は 1 気圧まで低下したが、サイクル寿命が 130 回にまで悪化してしまった。今度はアルミを加えた。すると平衡圧が 1 気圧に、サイクル寿命は 300 回とそれぞれ改善したものの、水素吸蔵量が 2 個になってしまった。そこでマンガンとアルミの両方に加えたが、サイクル寿命も思ったほど伸びなかったうえ、コストが非常に高くなってしまった。

今度は実用化に耐え得る材料を開発するという観点から、ランタンにかえてミッシュメタルを使用してみた。しかし、サイクル寿命は 400 回にまでしか延びず、また平衡圧は 3 気圧になってしまった。そこでミッシュメタル自体を研究したところ、そこに含まれるセリウム量を減らせば寿命向上に有効であることが判明した。この研究結果を受けて、セシウム量を減らす代わりにランタン量を増やしたランタンリッチミッシュメタルを採用することにした。さらに種々の分析の結果、コバルトが合金の劣化を抑えることが判明したため、コバルトも加えることにした。すると、水素吸蔵量は 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（図表 6）、サイクル寿命は 1000 回にまで延びた。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（図表 7）。5 年間で 300 種類以上もの合金を試作した結果である。

この材料開発の成功は、日本重化学工業⁷の協力抜きには語れない。東芝だけでは合金開発を行うことはほぼ不可能であった。というのは、合金の試作では炉を使って材料を溶かし、一度冷やしてから再び熱処理をするという工程を経るのであるが、ニッケルやアルミ、コバルトなど溶かす材料によって炉が異なるうえ、何百種類もの合金を試作しなければならなかったからである。しかし当時、日本重化学工業は新製品として水素吸蔵合金を扱おうとして用途先を探していた。そこにニッケル水素電池という、上手くいけば有望市場に育つ可能性のある用途先が見つかったため、積極的に協力してもらえたのである。

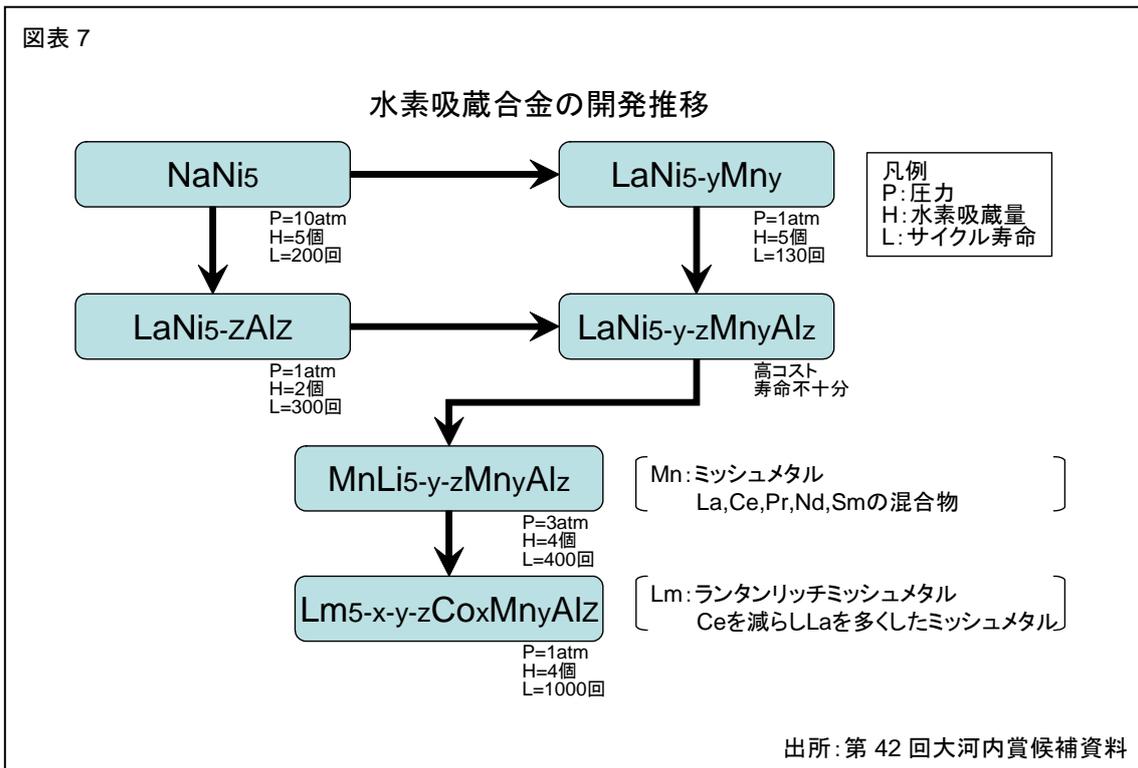
さらには、正極であるニッケル極に関しては、活物質の充填量を増加させるために、従来のニッケル粉末焼結基板に代えて、高多孔度（95%）の三次元ニッケル繊維メッキ基板を集電体として採用した。また、水酸化ニッケル活物質として添加物組成と結晶性を制御した球状物質を開発し、利用率及び充填効率を向上させた。これにより従来品よりも約50%以上の容量増加が実現された。また、電池寿命を向上させ、自己放電を低減させるためにセパレーターの改善も行った。具体的にはセパレーター材料にポリプロピレン不織布を用いて、その繊維表面にアクリル酸をグラフト重合させることで、従来よりも大幅な性能向上を果たした。

図表 6



出所: 第 42 回大河内賞候補資料

図表 7



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うことができたのである。

しかしながら、そのようなノウハウは三洋電機や松下電池工業の方が圧倒的に秀でている。そのため、東芝は水素吸蔵合金電極の開発では三洋電機、松下電池工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。

● ニッケル水素電池の事業化

このようにニッケル水素電池の製品開発には成功したものの、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。三洋電

機や松下電池工業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。

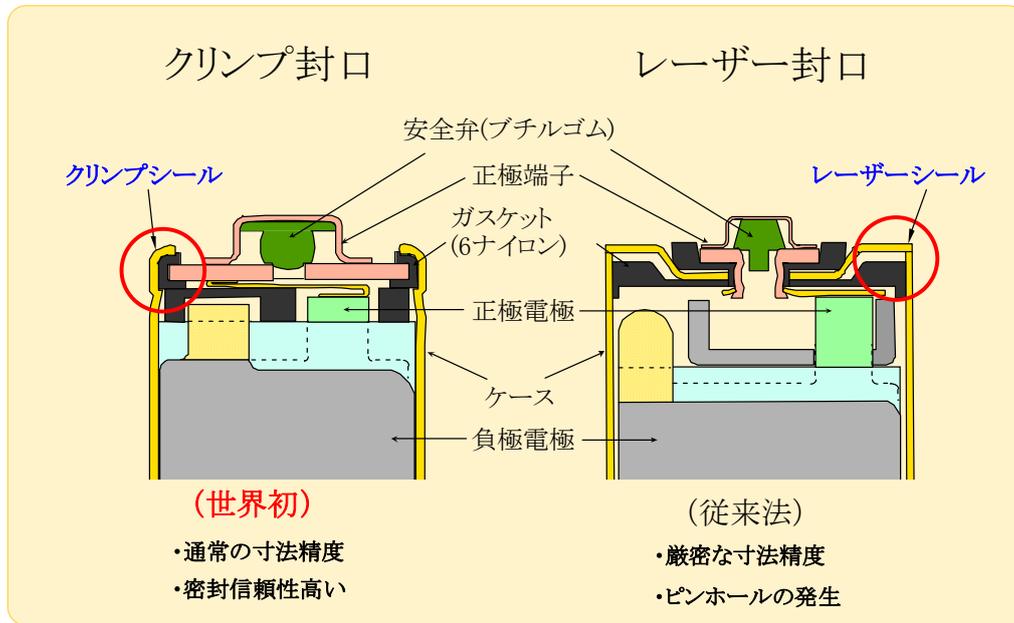
販売面における二つ目のハードルは、多くの顧客を三洋電機と松下電池工業におさえられていたことである。三洋電機や松下電池工業はニッカド電池の販売を通して関係を築いた顧客に販売することができたが、東芝にはそのような販売先は存在しなかった。そこで東芝は三洋電機と松下電池工業が手薄だった海外市場に目を向けた。1992年に米国デュラセル社と独ファルタ社と提携して2社の販路を手に入れることで海外販売の基盤を築いた。

東芝は生産面においてもハンデを背負っていた。三洋電機や松下電池工業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。しかし東芝には生産設備を製作するノウハウはそれほ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、捲回工程、後工程の3種類の生産設備が必要になる。前工程設備はそれほど複雑なものではなかったため、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。問題は後工程設備である。この設備は東芝自身で製作することは困難であり、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、運良くある競合電池メーカーから購入することができた。その電池メーカーが敵である東芝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、当時の東芝がその企業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分析している。

また、新しい封口（電池の密閉化）方式や高速電解液注液法など生産技術、製造技術の開発を重ねていった。角型電池では、従来のレーザー溶接による封口方式に代えて、角型電池には適用困難と考えられていたクリンプ封口方式を世界で始めて開発した（図表8）。これは、長方形の電池缶開口部をガスケットを介して機械的に密閉化するものであり、これにより封口工程の高速化と電池の耐漏液特性の向上が実現された。

図表 8

角型電池の封口構造



出所: 第 42 回大河内賞候補資料

これらの結果、生産規模拡大のリスクが軽減し、一気に攻勢に転じた。1991年時点の各社の生産規模は三洋電機が月産160万個、松下電池工業が同50万個であるのに対して、東芝は30万個であった。そして、同年に最大手の三洋電機が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立てた。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、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、三洋電機、松下電池工業を抜いてトップに躍り出た(図表9)。こうして東芝は三洋電機、松下電池工業とともに、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。

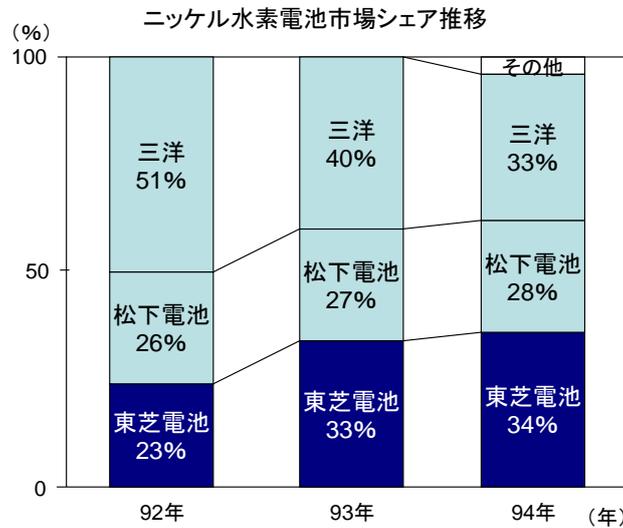
2.3 ニッカド電池市場からの撤退

● 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電機、松下電池工業、東芝が競争を繰り広げていたときに、業界地図を変えることになる技術が開発されていた。それが1991年にソニーが開発したリチウムイオン電池である。

三洋電機、松下電池工業、東芝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

図表 9



出所: 第 42 回大河内賞候補資料、一部修正

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。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。ソニーはアルミニウムの代わりに炭素質材料に着目し、負極に炭素質材料を、正極にコバルト酸リチウムを使用して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のである⁸。このようにして誕生した高エネルギー密度、軽量のリチウムイオン電池はビデオカメラ、ノートパソコン、携帯電話など様々な用途に用いられ、ニッケル水素電池市場を急速に侵食していった。

ソニーに続いて市場参入を果たしたのが東芝であった。東芝はニッケル水素電池の開発競争に体力を使い果たしてしまっていたため、リチウムイオン電池の基礎技術⁹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、開発負担を分散するとともに開発期間を短縮し、1992 年に参入を果たした。当初はニッケル水素電池を手がけている東芝電池が関与することを望まなかった旭化成の意向に沿う形で、AT&B へは東芝本体の技術者しか送り込まれなかったが、最終的にはやはり二次電池事業の経験のある東芝電池の技術者が参画することになった。

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、ソニーはそれまでの月産 70 万個から 100 万個へ、東芝は 10 万個から 50 万個へ増産することを決定した。三洋電機と松下電池工業はというと東芝から遅れること 2 年の 1994 年ようやく量産化に漕

ぎ着けた。

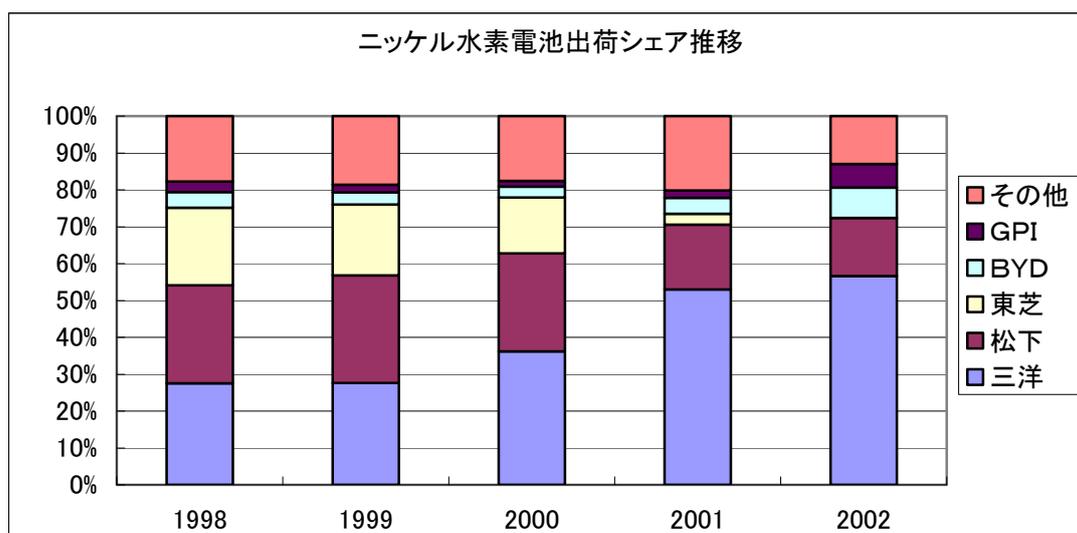
● リチウムイオン電池の強化とニッケル水素電池からの撤退

ニッケル水素電池では、一時的に市場シェアトップになることができたものの、その後は三洋電機の猛攻に逢い、販売量、利益ともに圧迫され始めた（図表 10）。三洋電機はニッカド電池から蓄積された営業ノウハウ、生産技術で圧倒していた上に、二次電池事業は社内的に戦略事業として位置づけられていたため、経営資源の投入度合いも東芝とは比較にならないほどだったからである。

東芝にとっての戦略事業はノートパソコンなどのモバイル機器であり、二次電池はモバイル機器の商品力を高めるための内製化戦略の一環として手がけていたものであった。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、2種類の二次電池を手がける意味はない、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¹⁰。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¹¹ことはそのことの表れであろう。

一方、三洋電機はニッケル水素電池事業にも期待を寄せていた。リチウムイオン電池に侵食されつつもデジタルカメラ用途や海外市場で一定の需要が存在するニッケル水素事業を強化できれば、規模の経済を活かせるとともに残存者利益を得られると判断したと言われている。ここに両社の利害が一致し、東芝はニッケル水素電池事業からの撤退を決め、2001年に

図表 10



出所:IT総研、「先端二次電池市場調査プログラム 2002-2003」のデータを基に著者作成

三洋電機による事業買収が行われることになった。こうして、東芝のニッケル水素事業に終
止符が打たれることになった。

東芝のニッケル水素事業が低迷した要因は技術力ではなかった。事実、三洋電機は東芝が
研究していた超格子合金を用いることで、難しいとされていたニッケル水素電池の容量を
10%も向上させた¹²。事業を成功させるためには、営業力、生産技術力、また複数製品をす
み分けたりシナジーを図ったりする巧妙さや、投資タイミングや投資規模の判断、社内にお
けるその事業の位置づけや重要性など、技術力以外の要素も絡んでくるのである。

以 上

¹ 充電電池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。ニッカド電池や
ニッケル水素電池に生じる。

² 「三洋電機のあゆみ」、<http://www.sanyo.co.jp> を参考に作成。

³ 「電池歴史年表（松下電器グループ編）」、<http://panasonic.co.jp> を参考に作成。

⁴ 日経産業新聞 1990.9.24

⁵ 週間東洋経済 1996.7.27 「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」

⁶ 日経産業新聞 1991.9.17

⁷ 鉄鋼材料の製造販売会社

⁸ ソニーのリチウムイオン電池開発過程は、大河内記念技術賞論文「リチウムイオン蓄電池の開発」を
参考に作成した。

⁹ 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。

¹⁰ 日経産業新聞 2004.01.28 によると、東芝は2004年12月を目途に、ニッケル水素電池から撤退し、
小型燃料電池の開発に専念すると表明している。

¹¹ A&TB が東芝の100%子会社になったあとも、旭化成が保有するリチウムイオン電池の基本特許を
A&TB が引き続き使用することを許諾することで合意している。

¹² 日経産業新聞 2003.11.28

IIR ケース・スタディ 一覧表／2004-2009

| NO. | 著 者 | タ イ ト ル | 発行年月 |
|------------|--------------|---|-------------|
| CASE#04-01 | 坂本雅明 | 「東芝のニッケル水素二次電池開発」 | 2003 年 2 月 |
| CASE#04-02 | 高梨千賀子 | 「富士電機リテイルシステムズ(1): 自動販売機—自動販売機業界での成功要因」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-03 | 高梨千賀子 | 「富士電機リテイルシステムズ(2): 自動販売機—新たなる課題への挑戦」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-04 | 高梨千賀子 | 「富士電機リテイルシステムズ(3): 自動販売機—飲料自販機ビジネスの実態」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-05 | 伊東幸子 青島矢一 | 「ハウス食品: 玉葱催涙因子合成酵素の発見と研究成果の事業化」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-06 | 青島矢一 | 「オリンパス光学工業: デジタルカメラの事業化プロセスと業績 V 字回復への改革」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-07 | 堀川裕司 | 「東レ・ダウコーニング・シリコン: 半導体パッケージング用フィルム状シリコン接着剤の開発」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-08 | 田路則子 | 「日本開閉器工業: モノづくりから市場創造へ「インテリジェントスイッチ」」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-09 | 高永才 | 「京セラ: 温度補償水晶発振器市場における競争優位」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-10 | 坂本雅明 | 「二次電池業界: 有望市場をめぐる三洋、松下、東芝、ソニーの争い」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-11 | 三木朋乃 | 「前田建設工業: バルコニー手摺一体型ソーラー利用集合住宅換気空調システムの商品化」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-12 | 伊諒重 武石彰 | 「東洋製罐: タルク缶の開発」 | 2004 年 3 月 |
| CASE#04-13 | 藤原雅俊 武石彰 | 「花王: 酵素入りコンパクト洗剤「アタック」の開発」 | 2004 年 10 月 |
| CASE#04-14 | 軽部大 井森美穂 | 「オリンパス: 超音波内視鏡の構想・開発・事業化」 | 2004 年 10 月 |
| CASE#04-15 | 軽部大 小林敦 | 「三菱電機: ポキポキモータ 新型鉄心構造と高速高密度巻線による高性能モーター製造法の開発」 | 2004 年 11 月 |

| | | | |
|------------|----------------------------|---|----------|
| CASE#05-01 | 青島矢一 宮本圭介 | 「テルモ(1): 組織風土の改革プロセス」 | 2005年2月 |
| CASE#05-02 | 青島矢一 宮本圭介 | 「テルモ(2): カテーテル事業の躍進と今後の課題」 | 2005年2月 |
| CASE#05-03 | 青島矢一 河西壮夫 | 「東レ(1): 東レ炭素繊維複合材料“トレカ”の技術開発」 | 2005年2月 |
| CASE#05-04 | 青島矢一 河西壮夫 | 「東レ(2): 東レ炭素繊維複合材料“トレカ”の事業戦略」 | 2005年2月 |
| CASE#05-05 | 兒玉公一郎 | 「ヤマハ(1): 電子音源に関する技術蓄積」 | 2005年2月 |
| CASE#05-06 | 兒玉公一郎 | 「ヤマハ(2): 携帯電話着信メロディ・ビジネスの技術開発、ビジネスモデル構築」 | 2005年2月 |
| CASE#05-07 | 坂本雅明 | 「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」 | 2005年2月 |
| CASE#05-08 | 高永才 | 「京セラ(改訂): 温度補償水晶発振器市場における競争優位」 | 2005年2月 |
| CASE#05-10 | 坂本雅明 | 「東北パイオニア: 有機ELの開発と事業化」 | 2005年3月 |
| CASE#05-11 | 名藤大樹 | 「ハイビジョンプラズマディスプレイの実用化 プラズマディスプレイ開発協議会の活動を中心に」 | 2005年7月 |
| CASE#05-12 | 武石彰 金山維史 水野達哉 | 「セイコーエプソン: 自動巻きクォーツ・ウォッチの開発」 | 2005年7月 |
| CASE#05-13 | 北澤謙 井上匡史 青島矢一 | 「トレセンティテクノロジーズによる新半導体生産システムの開発 —300mm ウェハ対応新半導体生産システムの開発と実用化—」 | 2005年10月 |
| CASE#06-01 | 武石彰 高永才 古川健一 神津英明 | 「松下電子工業・電子総合研究所: 移動体通信端末用 GaAs パワーモジュールの開発」 | 2006年3月 |
| CASE#06-02 | 平野創 軽部大 | 「川崎製鉄・川鉄マシナリー・山九: 革新的な大型高炉改修技術による超短期改修の実現 大ブロックリング工法の開発」 | 2006年8月 |

| | | | |
|------------|----------------------|---|------------|
| CASE#07-01 | 武石彰 宮原諄二 三木朋乃 | 「富士写真フイルム： デジタル式 X 線画像診断システムの開発」 | 2007 年 7 月 |
| CASE#07-02 | 青島矢一 鈴木修 | 「ソニー： フェリカ(A)：事業の立ち上げと技術課題の克服」 | 2007 年 7 月 |
| CASE#07-03 | 青島矢一 鈴木修 | 「ソニー： フェリカ(B)：事業モデルの開発」 | 2007 年 7 月 |
| CASE#07-04 | 武石彰 伊藤誠悟 | 「東芝： 自動車エンジン制御用マイコンの開発」 | 2007 年 8 月 |
| CASE#07-05 | 青島矢一 朱晋偉 吳淑儀 | 「無錫小天鵝株式会社： 中国家電企業の成長と落とし穴」 | 2007 年 8 月 |
| CASE#07-06 | 青島矢一 | 「日立製作所： LSI オンチップ配線直接形成システムの開発」 | 2007 年 9 月 |
| CASE#07-07 | 坂本雅明 | 「NEC： 大容量 DRAM 用 HSG-Si キャパシタの開発と実用化」 | 2007 年 9 月 |
| CASE#08-01 | 小阪玄次郎 武石彰 | 「TDK： 積層セラミックコンデンサの開発」 | 2008 年 1 月 |
| CASE#08-02 | 福島英史 | 「東京電力・日本ガイシ： 電力貯蔵用ナトリウム—硫黄電池の開発と事業化」 | 2008 年 3 月 |
| CASE#08-03 | 青島矢一 北村真琴 | 「セイコーエプソン： 高精細インクジェット・プリンタの開発」 | 2008 年 5 月 |
| CASE#08-04 | 高梨千賀子 武石彰 神津英明 | 「NEC： 砒化ガリウム電界効果トランジスタの開発」 | 2008 年 9 月 |
| CASE#08-05 | 小阪玄次郎 武石彰 | 「伊勢電子工業： 蛍光表示管の開発・事業化」 | 2008 年 9 月 |
| CASE#09-02 | 青島矢一 大倉健 | 「荏原製作所： 内部循環型流動層技術の開発」 | 2009 年 6 月 |

| | | | |
|------------|--------------|---|------------|
| CASE#09-03 | 藤原雅俊 積田淳史 | 「木村鑄造所： IT を基軸とした革新的フルモールド鑄造システムの開発」 | 2009 年 7 月 |
|------------|--------------|---|------------|