

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

東北パイオニア  
有機 EL の開発と事業化

坂本雅明

2005 年 3 月

CASE#05-10

---

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

## 「東北パイオニア：有機 EL の開発と事業化」

2005 年 3 月 31 日

一橋大学大学院商学研究科経営学修士コース

坂本雅明

---

本ケースは、一橋大学大学院商学研究科経営学修士コース坂本雅明が、一橋大学イノベーション研究センター助教授青島矢一の指導のもと執筆したものである。本ケースを作成するにあたっては、後掲の参考文献のほかに、以下の講演、インタビューを参考にさせていただいた：尾越国三氏（東北パイオニア株式会社有機 EL 事業部統轄技術部第二技術部部長）講演（2004/11/17）、尾越氏及び安彦浩志氏（同事業部生産部生産技術部生産技術開発一課主管）インタビュー（2004/12/16）、小川忠史氏（パイオニア株式会社研究開発本部研究企画部長）及び横川文彦氏（同本部総合研究所次長）インタビュー（2005/3/22）。お忙しいお時間を割いて協力いただいた方々に深く感謝する。ただし、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、パイオニア及び東北パイオニア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。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なく、分析ならびにクラス討議上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、その後に起きたことは含まれない。著者の許可なく複製・転載・引用を行うことを禁ずる。



## はじめに

昨今の家電量販店の店頭では、ブラウン管（以下、CRT）を用いたテレビはすっかり陰をひそめ、代わって店頭を賑わせているのが液晶ディスプレイ（以下、LCD）とプラズマディスプレイ（以下、PDP）を用いた薄型テレビである。これらのフラットパネルディスプレイ（以下、FPD）の登場によりディスプレイ業界は活況を見せている。しかし、ディスプレイにおけるイノベーションはLCDやPDPだけではない。将来性の高いディスプレイとして有機ELディスプレイが注目されている。有機ELは、今のところはテレビやパソコン用のディスプレイとしては用いられていない。なぜならば大型化が難しいためである。しかし、技術開発は着々と進み、カーオーディオや携帯電話、携帯情報端末向けなどの小型ディスプレイとしては徐々に採用され始めている。（図表1）

とはいえ、現時点では小型・中型ディスプレイ市場はLCDの独壇場である。有機ELディスプレイの製品化が遅れた理由は、技術的な難易度の高さにあった。有機ELのポテンシャルは多くの企業が認め、こぞって研究開発を行ったが、その多くが技術的なハードルをクリアすることができずに撤退してしまったほどである。その中で研究開発に成功したのがパイオニアであり、世界で始めて事業化に踏み切ることができたのが、子会社の東北パイオニアである。その成果が認められ、1998年にはディスプレイに関する国際学会であるSID（Society for Information Display）から金賞を与えられ、2001年には大河内記念生産賞を受賞した。

パイオニアは、どのようにして難易度の高い研究開発を成功させたのか、また東北パイオニアという小さな子会社が事業化に成功できたのはなぜか。その理由を考える。

## 1. 有機ELとは

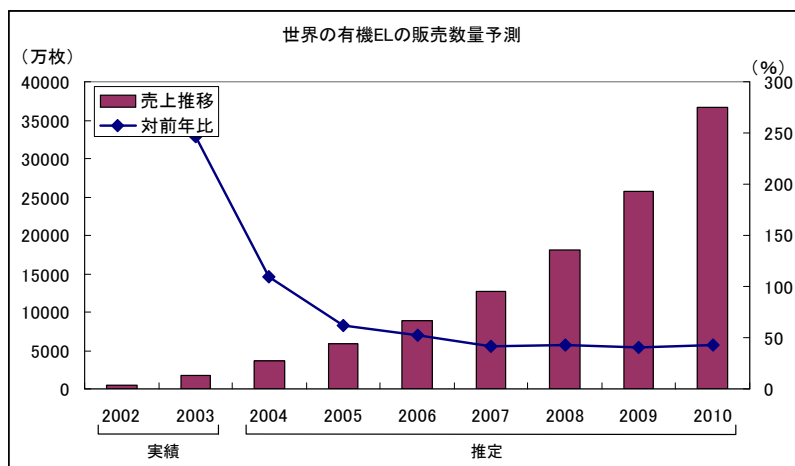
パイオニアが有機ELの研究開発に成功した理由や、東北パイオニアが事業化に成功した理由を考えるに当たっては、そもそも有機ELとはどのような特徴のあるディスプレイなのか、またどのような技術が使われているのかを理解しておく必要があるだろう。

### 1.1 有機ELの基礎情報

#### ● ELディスプレイ／有機ELとは

ELとはエレクトロルミネッセンスのことである。ルミネッセンスとは物質が光や電子ビーム、電界などのエネルギーを受け取り、それを光として再放出する現象をいう。その中でも電圧をかけることによって放出される現象をエレクトロルミネッセンスという。

図表 1 有機 EL の市場規模推移



出所: 米 iSuppli 社調査レポート「OLED Intellectual Property Special Study」,2004.6

この現象を利用したディスプレイが EL ディスプレイであるが、EL ディスプレイには無機 EL ディスプレイと有機 EL ディスプレイが存在する。無機 EL は発光体をガラス基板に蒸着し、100~200V の交流電圧をかけて表示を行なうものである。発光体に硫化亜鉛などの無機物を使うことから無機 EL と呼ばれる。しかしながら高電圧が必要なことやカラー化の技術開発が進んでいないことなどから製品への応用はわずかに留まっている。一方、発光体にジアミン類などの有機物を使うものが有機 EL である。無機 EL と比べて低電圧での動作が可能なことやカラー化のための技術開発が進んだことなどから、最近になって製品化が急速に進み出している。

● 有機 EL の種類

有機 EL は、使用する有機化合物の分子量の違いから、分子量が小さい低分子系と分子量が大きい高分子系<sup>1</sup>とに分類することができる（図表 2）。低分子系は発光効率や寿命面で秀でていたため、東北パイオニアをはじめ多くの企業が手がけ、量産化段階まで進んでいる。しかし課題も存在する。低分子系有機材料は溶媒への溶解性が低い材料も多いことから、発光層の成膜は真空蒸着<sup>2</sup>（図表 3）によって行われるのが普通である。そのため製造技術の難易度が高く、また高価な装置が必要だという欠点がある。

<sup>1</sup> 低分子系は米イーストマン・コダック社が、高分子は英ケンブリッジ・テクノロジー・ディスプレイ社が基本特許を抑えている。コダックの基本特許の多くは 2005 年に切れ、残りも 2007 年に切れる。

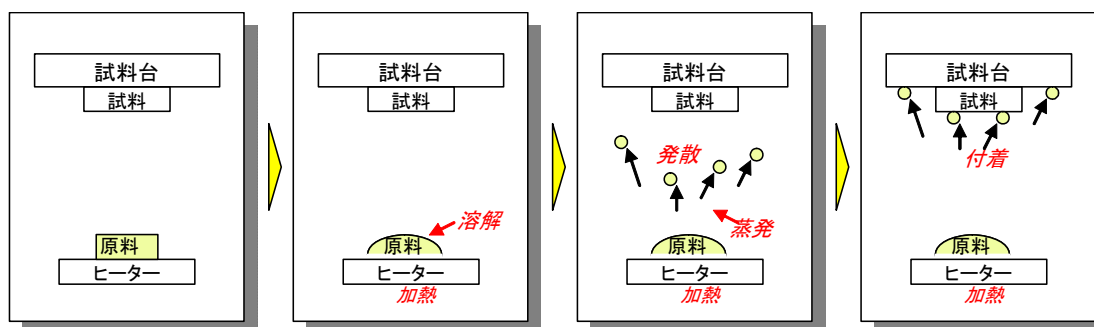
<sup>2</sup> 材料を真空チャンバー内にセットし、抵抗加熱により昇華、蒸発させて基板上に成膜させる方法。チャンバーとは外気を遮断するために用いる容器のこと。

図表 2 低分子と高分子の違い

	低分子系	高分子系
素子構造	• 多層構造	• 単層構造
製造方法	• 真空蒸着(ドライプロセス)	• 塗布、印刷(ウェットプロセス)
材料コスト	• 蒸着によるので、材料利用率が数%となり、コスト高	• 塗布によるので、ほぼムダがなく、安くできる
発光効率	• 多層化によって効率を上げることができる	• 単層なので効率が落ちてしまう
寿命	• R(Red),G(Green),B(Blue)とも実用レベルで、寿命が長い	• 寿命は短く、特にBは実用レベルに達していない
開発状況	• 量産化開始	• 発展途上

出所: 西久保靖彦、『よくわかる最新ディスプレイ技術の基本と仕組み』、秀和システム

図表 3 蒸着プロセス



一方の高分子系有機材料は、分子量が大きいため高温で分解してしまい蒸着法が適用できない反面、溶媒への溶解性が高いことから、発光層の成膜にはインクジェット法や印刷法など、比較的簡単な工程を用いることができる。また、印刷法の導入により、生産技術面で大面積化が期待できる。しかし、発光効率が悪く、また寿命が短いため、現時点では1社が製品化したのみである。

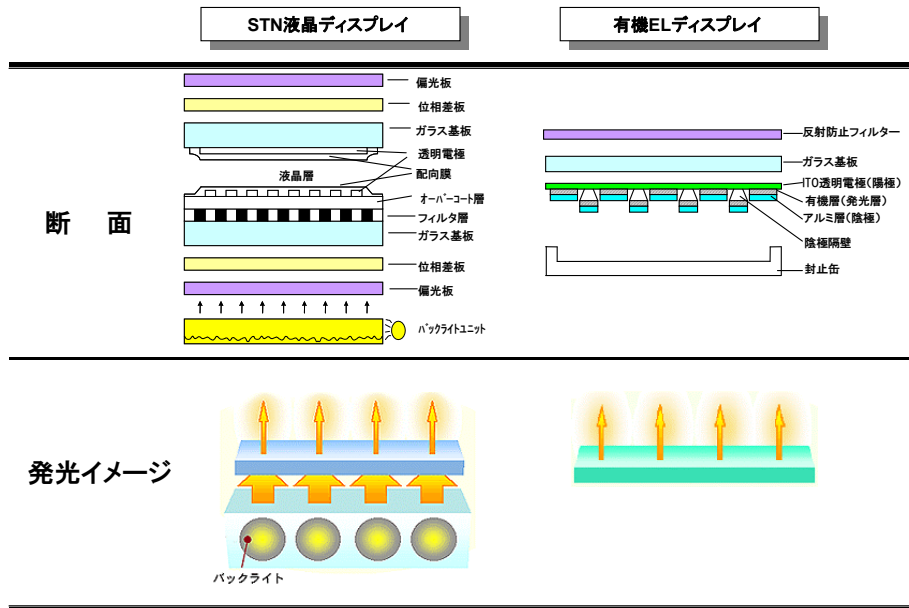
以降では、特に断り書きがない場合は、現在主流となっている低分子系について述べる。

## 1.2 有機 EL の特徴と課題

### • 有機 EL の特徴

有機 EL の性能ポテンシャルとしては、高輝度、高コントラスト、広視野角、高速応答、薄型、低消費電力などが存在する。これは LCD と比較すると分かりやすい (図表 4,5)。

図表 4 LCD と比較した有機 EL の特徴（構造と発光イメージ）



出所: 東北パイオニアホームページ、及び社内資料より

図表 5 LCD、PDP と比較した有機 EL の特徴（性能比較）

	LCD	有機EL (現状)	有機EL (潜在性)
輝度・コントラスト	○	○	◎
視野角	△	◎	
消費電力	○	○	◎
寿命	○	△	○
応答時間	△	◎	
厚さ	○	◎	
大型化	○	×	△
フルカラー	○	○	
コスト	○	△	

◎かなり優れる ○優れる △やや劣る ×劣る

出所: 西久保靖彦、『よくわかる最新ディスプレイ技術の基本と仕組み』、秀和システム、一部修正

バックライトによって発光する LCD では、バックライトの輝度を高めると、液晶スイッチをオフにした時に光漏れが生じてしまい、黒の度合いが薄まってしまうというジレンマが存在する。しかし、有機 EL では有機材料自体が発光するため、駆動電流を増加させることで輝度を高めることができ、また電流をゼロにすることで完全な黒を出すことができる。そのため、高輝度、高コントラストが実現できるのである。自発光という特性は、視



野角の広さにもつながる。というのは、LCDは液晶分子の配列方向を利用してバックライトの光を透過／遮断するため、見る方向と液晶分子の角度によって光通過量が変わってしまうからである。しかし、バックライトが不要な有機ELの場合は、そのような制約を受けない。高速応答に優れているのはスイッチングの速度がLCDの1000倍以上だからである。そのため、画像をスクロールしたり、回転させて表示する場合でも残像がなく、携帯電話のゲーム利用にストレスなく対応できる。さらには、構造が単純であることやバックライトなどの光源を必要としないことから、薄型化や低消費電力でも秀でている。

一方、劣る部分も存在する。大型化が困難なこと、寿命が短いこと、コストが高いことである。大型化が困難な理由、は電流注入という動作原理に由来する配線抵抗の問題等にある。寿命の問題はRGB<sup>3</sup>の材料（有機EL素子）からなる発光層へのキャリア（電子及び正孔）の注入効率が時間の経過とともに低下することによって引き起こされる。コストの高さは、量産効果がでていないことと、真空蒸着工程でコストがかかることによる。

#### ● 有機ELの技術上の課題（製品技術）

上記で述べた有機ELの性能はあくまでも潜在的なものであり、現時点では開発途中段階のものもある。例えば、輝度である。これは発光効率<sup>4</sup>の改善が進んでいないため、潜在的な性能を出し切れていないことによる。現在では蛍光だけでなく燐光<sup>5</sup>も取り出せるような発光材料の開発が進められているところである。また、低消費電力も実現されているとはいえない。というのは、確かにバックライトは不要ではあるものの、発光効率が改善されていないため、余分な電力量が必要になってしまうからである。

有機ELのデメリットである寿命改善のための材料開発も重要である。この材料開発は、間接的に輝度の向上にも寄与することになる。なぜならば、輝度を高めるために駆動電流を大きくしようとすればするほど、材料の劣化を早めることになってしまうため、劣化しやすい材料であれば十分な駆動電流を与えることができなくなるからである。

---

<sup>3</sup> 光の3原色で、赤(Red)、緑(Green)、青(Blue)。これらを混ぜることで全ての色をつくり出すことができる。ちなみに、色の3原色（赤黄青）とは異なる。

<sup>4</sup> 発光効率には内部量子効率と外部量子効率がある。内部量子効率とは電気エネルギーを光として取り出せる効率のことである。内部量子効率は原理的に最大で25%である。しかしこの値は理論値であり、実際は有機膜薄層などに閉じ込められたりして光が減退してしまう。このように、実際に外部に取り出せる光エネルギーの割合を外部量子効率という。

<sup>5</sup> 発光現象には蛍光と燐光がある。蛍光は人間の目に見える可視光線である。しかし、燐光は極低温では観測されても常温では観測されることはほとんどない。有機ELの発光現象において、蛍光と燐光が1:3の割合で発生するため、内部量子効率が25%になる。そのため、燐光を可視光として取り出すことができれば、発光効率が高まる。

- **有機 EL の技術上の課題（製造技術）**

製造技術で課題となるのが真空蒸着と封止である。

一般的に低分子系有機 EL の製造は、ガラス基板上に陽極を作成する「前処理工程」、有機薄膜層を作成する「成膜工程」、有機 EL 素子を大気や水分から保護する「封止工程」に分かれる。「成膜工程」では陽極上に多層の有機薄膜層を真空蒸着によって成膜することになるが、特に発光層となる発光材料の成膜が困難である。

また、有機薄膜は酸素や水分に非常に弱いという特性があり、大気中に放置すると、ダークスポットとよばれる非発光部分が生じてしまうことになる。そのため有機 EL 素子が完成したら、ガラス膜などを使ってすぐに封止しなければならない。すぐに封止したとしても、時間の経過とともに封止部分からわずかな湿気が侵入してしまう。従って、出荷後も安定した品質を維持できる封止技術が重要となる。

### 1.3 有機 EL の構造と駆動方式

- **有機 EL の構造**

有機 EL 素子の基本構造は図表 3 の通りである。寿命や輝度を高めるためには、発光層に発光効率（内部量子効率）の高い材料を用いる必要がある。そして、外部量子効率を高めるためには陽極では透明な電極が必要となる。そのため一般的に ITO (Indium Tin Oxide、インジウムとスズの酸化物) が用いられている。一方の陰極では不透明な金属を用いることができる。但し、電子の注入効率が低い材料でなければならず、アルミニウムやマグネシウム銀合金、アルミリチウム合金などが用いられている。さらには、電子注入効率をより改善するために電子輸送層が用いられ、また正孔<sup>6</sup>を円滑に発光層に移動させるために正孔輸送層が用いられる。

この有機 EL 素子はガラス基板上に形成される。さらには、有機 EL 素子は外部から遮断される必要がある。なぜならば、前述の通り、有機 EL 素子は大気暴露に弱いためである。そのため陰極側から封止缶をかぶせて密閉する。

- **駆動方式**

有機 EL の駆動方式には、パッシブ・マトリクス方式とアクティブ・マトリクス方式という 2 種類の方法がある（図表 6）。パッシブ型では陰極に縦方向の電極（データ線<sup>7</sup>）を、

---

<sup>6</sup> 電子の抜けた穴のことでプラス電子のような働きをする。正孔そのものが動くわけではないが、電子が正孔を次々とうめていくで、あたかも正孔が動いているようになり、電気伝導に寄与する。ちなみに正孔の移動により電荷の移動を行なう半導体が P 型半導体である。

<sup>7</sup> 陰極に形成する電極はデータ線である。画素の明暗を決めるデータ（電圧値の大小）が伝送される。

図表 6 パッシブ型とアクティブ型の比較

	パッシブ・マトリクス	アクティブ・マトリクス
輝度	○	◎
大画面・高精細	△	◎
消費電力	△	○
寿命	△	○
コスト	◎	△



出所:東北パイオニア社内資料

陽極に横方向の電極(走査線<sup>8</sup>)を形成し、その交点を発光させることで画像をつくり出す。一方のアクティブ型はパッシブ型での交点に TFT (Thin Film Transistor、薄膜トランジスタ) を内蔵し、この TFT が各画素を独立して発光させる。

両者を比較すると、アクティブ型の方が性能面で優れている。例えば、パッシブ型は走査線に電圧がかかっているときしか発光しないのに対して、アクティブ型では TFT の記憶作用によって画面全体が常時発光するため、高精細化に向いている。画面が小型であれば、それほどの違いが感じられないかもしれないが、画面が大型化すればするほど顕著に感じられるようになる。また、パッシブ型では、ある交点を発光させるためには走査線全体に電圧をかけなければならないため、同じ輝度を得るためにはアクティブ型の方が低消費電力で駆動できる。結果として発光素子の寿命も長くなることになる。

しかしながら、アクティブ型の事業化はハードルが高い。最大のハードルがコストである。パッシブ型は構造が簡単のため、製造コストも少なく済む。一方のアクティブ型は構造が複雑な上、TFT 基板生産のために 400 億円から 500 億円という莫大な設備投資が必要になる。現時点で LCD 向けの TFT を生産しているメーカーもあるが、有機 EL の TFT は LCD の TFT 技術をそのまま用いることはできないため<sup>9</sup>、LCD メーカーであっても簡単には参入できない。

<sup>8</sup> 陽極に形成する電極は走査線である。画素のスイッチの ON/OFF を決めるデータ (1,0) が伝達される。

<sup>9</sup> LCD でもっとも一般的なアモーフラス SiTFT の製造技術を流用することは難しい。一部の LCD で用いられている多結晶 SiTFT の製造技術であればある程度は流用可能である。多結晶 SiTFT の生産ラインは三洋電機と東芝が保有している。

## 2. パイオニア／東北パイオニアの事業概要

### 2.1 パイオニア

パイオニアの起源は1937年にまでさかのぼる。同年、創業者である松本望がダイナミックスピーカー<sup>10</sup>の開発に成功し、翌年に福音商会電機製作所を東京に設立した。そして、1947年にはパイオニアの前身である福音電機株式会社を設立し、1961年に商号をパイオニア株式会社に変更するとともに東京証券取引所市場第2部に上場し、1968年には1部上場を果たした。製品開発面では、1962年には世界初のセパレートステレオを、1975年には世界初のコンポーネントカーステレオを発売した。その後も1979年にはLDプレイヤー、1990年にはGPSカーナビゲーションシステム、1997年には高精細50インチ型プラズマディスプレイを業界に先駆けて製品化するなど、パイオニアの歴史は最先端製品の開発そのものであった。

現在の主要事業領域は、「ホームエレクトロニクス事業」、「カーエレクトロニクス事業」、「その他事業」、「特許関連事業」の4分野に大別される。PDPは「ホームエレクトロニクス事業」に属し、有機ELディスプレイは「その他事業」に属する。また、東北パイオニアの有機ELディスプレイは、「カーエレクトロニクス事業」のカーステレオにも供給されている。

#### ● パイオニア総合研究所

パイオニアの中で有機ELの研究開発を行なったのが研究開発本部の中の総合研究所である。

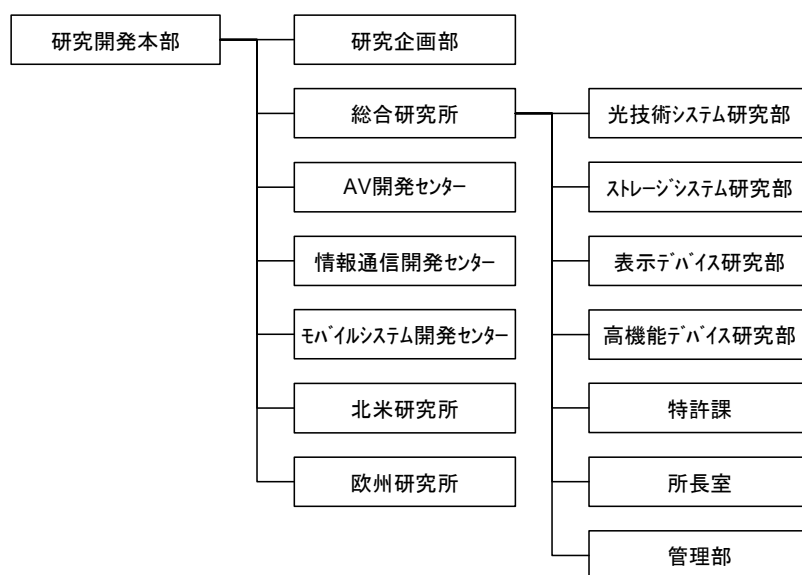
パイオニアの研究所は、シーズを基本とした研究、およびニーズに対応した研究開発を行なうために1972年設立された。もともと音響研究所として設立された研究所は、その後領域を拡張していき、1993年には研究本部制が採用されるとともに、総合研究所、システム開発研究所、オプティカル研究所、移動体通信研究所、ディスプレイ研究所に分離設立された。現在の研究開発本部の組織体制は図表7の通りである。

総合研究所では、ナノテクとその応用、高性能有機EL素子とその応用、独創的なデバイスとその応用、高密度光ディスクシステム、マルチメディア情報技術、無線ネットワーク技術など、次世代テクノロジーを創造し、パイオニアの基盤技術を支える研究活動を行な

---

<sup>10</sup> スピーカーは変換方式の違いによってダイナミックスピーカーとコンデンサスピーカーとに分類される。一般に市販されているスピーカーはダイナミックスピーカーである。コイルを巻いたリボンのまわりに永久磁石を設置してフレミングの法則に従ってコイルに加わる物理的な力を空気の疎密として出力する。

図表 7 パイオニア研究開発体制



出所:パイオニア技術情報誌、『PIONEER R&D』、VOL.14 No.1

っている。

## 2.2 東北パイオニア

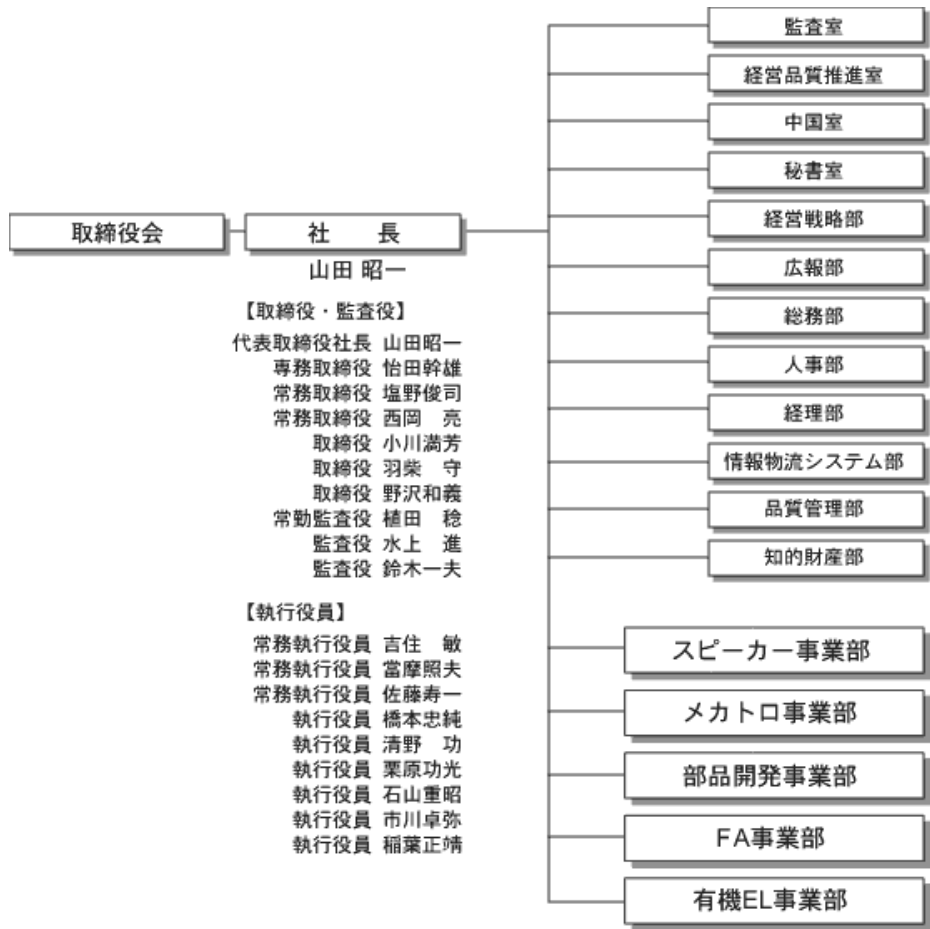
パイオニア総合研究所が開発した有機 EL の事業化を担ったのが東北パイオニアである (図表 8)。東北パイオニアはパイオニアの子会社であり、1966 年 8 月にスピーカーの専門工場として山形県天童市に設立された。設立から 40 年弱経た現在では事業領域も拡大した。スピーカーでは、市場が成熟した家庭用スピーカーから撤退し、特に厳しい品質を要求されるカーエレクトロニクス分野に重点を移した。またスピーカー事業で蓄積した技術力を、FA システム、オーディオアクセサリ (AVA)、精密パーツ等の事業、あるいは EL 等の先端デバイス事業にまで展開していった。また、設立当初はパイオニアからの受託生産を行っていただけであったが、現在では開発設計から生産までを手がけるようになっている。

事業拡大に伴い生産拠点多くも拡大している。国内の南工場 (天童市)、米沢工場 (米沢市)、関連生産会社に加え、1989 年にはメキシコに、1995 年にはタイ (アユタヤ) と中国 (上海) に拠点を構えるまでになった。

その結果、2000 年 3 月には東証二部に上場を果たすまでになった。現在のパイオニアの出資比率は 67%程度である。

図表 8 東北パイオニア事業概要と組織図

商号	東北パイオニア株式会社
代表者	代表取締役社長 山田 昭一
本社所在地	山形県天童市
設立	昭和41年8月1日
資本金	108億円
上場証券取引所	東京証券取引所第2部上場(平成12年3月22日)
主要製品	スピーカー、カーステレオ、カーステレオメカ、ヘッドホン、マイクロホン、FAシステム、ELシステム、金型、精密パーツ、ミラクルローズ等
総売上高	682億円(2003.4.1~2004.3.31)
従業員数	連結10691人、単独1132人(2004.3.31現在)



出所:東北パイオニアホームページ

● 有機 EL 事業

東北パイオニアの有機 EL 事業は、有機 EL 事業部にて行われている。有機 EL 事業部には、営業本部、技術統括部、生産部という、開発から生産、販売までの一貫機能が揃っている。

技術統括部は技術部門と設計部門に大別される。技術部門では要素技術の開発など、特定の製品モデル向けではない共通的な技術開発を行う。一方の設計部門では製品モデルの開発を行う。

有機 EL の技術開発は、パイオニアの総合研究所でも行われている。総合研究所では 5 年程度先を見た技術開発を行うという役割分担になっているが、有望な技術が開発されればすぐに東北パイオニアに移転するなど、良好な技術交流が行われている。

- **東北パイオニア米沢工場**

東北パイオニアの中で、有機 EL の事業拠点となっているのが米沢工場である。米沢工場は 1981 年に設立された。当時、東北パイオニアがトヨタやホンダにカースピーカーを納めるようになり、その部品生産のために設立された。1995 年にパイオニアから有機 EL が移管されたあとは、有機 EL の主力工場となった。

### 3. 有機 EL の研究開発

#### 3.1 パイオニアにおけるディスプレイ事業の黎明期

- **ディスプレイ事業への進出**

パイオニアがディスプレイ事業に乗り出すきっかけになったのがレーザーディスク(LD)の開発である。オーディオメーカーとして設立されたパイオニアは 1979 年にオーディオビジュアルメーカーへの脱皮を目指して LD 事業に取り組んだ。そして 1980 年には家庭用の LD プレイヤー VP-1000 を発売するに至った。しかし、当時は LD の高品位の画像を再現できる高画質ディスプレイや、LD の迫力を如何なく体感できる大画面ディスプレイは存在していなかった。パイオニアの経営理念である「より多くの人と、感動を」が示す通り、パイオニアの製品を購入した消費者に感動を与えるためには、ディスプレイ事業への進出が不可欠であったのである。

そして 1983 年には、25 から 29 インチの CRT 式大画面テレビ「シード」を業界に先駆けて市場に投入した。しかし、CRT を外注生産していたため、大手のテレビメーカーが大型テレビ市場に次々と参入するようになると、性能面、価格面での競争に耐えられなくなってきた。また、CRT では大画面化に限界があることも明らかになってきた。

パイオニアは「シード」と同時期に 40 インチの液晶反射型リアプロジェクション<sup>11</sup>「キ

---

<sup>11</sup> テレビ内に小型のディスプレイを置き、それに光を投射し、スクリーンに投影させる装置。プロジェクターが白いシートに前から投影するのに対し、リアプロジェクションテレビは画面に後ろから投影する。

ューブ」を発売した。リアプロジェクションは特に米国市場でヒットしたが、明るい場所での視聴が困難であり、LD の性能ポテンシャルを活かし切るには及ばなかった。

#### ● 有機 EL の可能性の検討

このような時に、有機 EL の存在を知ることになる。1987 年に、米国のイーストマン・コダックの C.W.Tang らが有機薄膜を積層する構造<sup>12</sup>を報告すると、有機 EL 実用化の可能性に一筋の光が差し込み、多くの企業が研究開発を始めるようになった。パイオニアにおいても、C.W.Tang の論文<sup>13</sup>を総合研究所技術調査部の今井邦男が読み、将来的な有望性を直感した。そして社内でも追加試験を行ってみるべきだという声があがり、研究テーマとして採用されることになった。しかし、研究テーマになったといっても、パイオニア内では傍流の研究であり、社内的な認知度はほとんどなかった。また、この時点では有機 EL の事業化を強く意識していたわけでもなかった。

いざ研究を行おうとしても、当時の総合研究所には有機 EL に関する知識は蓄積されておらず、パイオニアだけで研究を進めることは難しかった。そこで 1988 年に、有機 EL について学ぶと同時に研究を進めるため、国内で研究を進めていた九州大学教授の齋藤省吾のもとに総合研究所の研究員であった脇本健夫を送り込んだ。自社に足りないところは外部から学ぶという姿勢を持ち、基礎研究は大学で、応用研究は企業で行おうと考えたからである。

九州大学に派遣された研究員は 1 名だけであったが、総合研究所の研究員 2 名も有機 EL の研究に携わることになった。九州大学では、キャリア移動や発光原理の研究、デバイス構造の研究、新規材料の研究などが行われ、大学では研究できないプロセス技術の研究は総合研究所で行われた。例えば、ドットマトリクス<sup>14</sup>構造の作り方や、有機 EL 素子の封止方法なども総合研究所で開発が検討された。

半年経って脇本が総合研究所に戻ってきた頃から研究メンバーも徐々に増え始めた。しかし、それでも 5,6 名程度に留まっていた。

#### ● 次世代ディスプレイの検討

CRT 方式の大画面テレビやリアプロジェクションのいずれでも、高精細で大画面の映像

---

<sup>12</sup> 有機 EL の基本特許である。

<sup>13</sup> C.W.Tang, S.A.VanSlyke, "Organic electro-Luminescent diodes", Applied Physics Letters Vol 51(12) pp.913-915. September 21, 1987

<sup>14</sup> 表示単位の画素を行方向と列方向に並べ、交点の画素を選択し、点灯させることで文字や図形を表示する方式。電卓等に見られるような、細長い表示単位を「8 の字」型に並べて数字を表示する「セグメント方式」よりも詳細に表示できる。



を映し出すことが困難だということが分かると、パイオニアでは新規のディスプレイ技術戦略についての議論が活発に行われるようになった。1991年には社内横断的に中堅技術者が集まって「ディスプレイ小委員会」が組織化され、集中的な検討が行われた。その小委員会でまず候補に挙げたのが、当時 FPD の本命とされていた LCD であった。しかし、LCD は大型化が困難な上、パイオニアがいまさら参入しても先行企業<sup>15</sup>との差を縮められるとは考えられないと判断し、選択肢からはずされた。パイオニアは液晶反射型リアプロジェクションを製造開発していたものの、構造設計のみを行い、液晶自体は外部から購入していたため、液晶技術は蓄積されていなかったのである。

次に小委員会では FED<sup>16</sup> (Field Emission Display : 電界放出ディスプレイ) や PDP、有機 EL など考えられる様々な可能性を検討した。FED はブラウン管のような明るくてコントラストの高い画面を大型平面ディスプレイで実現する可能性を秘めていたものの、技術的な見通しが全く立っていなかったため、見送られることになった。他方、FED と同様に高画質、大画面の可能性のある PDP は、いくつかの企業が研究を開始しはじめた段階であり、また当時 NHK 技研にて試作も行われていたため、技術的な見通しを立てやすかった。しかも、圧倒的な先行企業は存在しておらず、今から参入しても十分巻き返せると判断された。そのため、パイオニアにとっての次世代ディスプレイとして研究開発が進められることになった。

有機 EL はというと、大画面化には不向きな技術ではあり、さらには技術的な見通しも立てにくかったが、そのポテンシャルの高さは誰もが認めていた。また、国内では他社よりも研究開発に先行しているという事実もあった。そこでひとまずは中小型ディスプレイを視野に入れて、研究開発を継続することになった。

こうして、パイオニアの総合研究所では、PDP だけでなく、有機 EL の研究開発も並行して行われることになった。

### 3.2 パイオニア総合研究所における有機 EL の開発

有機 EL 開発上の課題は明らかであった。発光効率と寿命である。寿命に関しては、携帯電話等のアプリケーション側の使用状況を考えると、実用化には 1 万時間以上の寿命が必要であったが、1991 年当時の寿命は程遠かった。総合研究所では、このような課題解決

---

<sup>15</sup> 例えばシャープは 1987 年には液晶カラーテレビを商品化し、1991 年には世界初の壁掛けテレビを商品化していた。

<sup>16</sup> Field Emission Display の略。電界放出ディスプレイのことであり、平面状の電子放出源から電子を放ち、蛍光体に当てて発光させる。キャノンと東芝が発売予定の SED (Surface-conduction Electron-emitter Display) は FED の一種である。

に向けた研究開発が進められることになった。

その結果、1993年までに複数の画期的な技術が開発されることになった。まずは1991年に開発された「Al-Li（アルミニウム・リチウム）合金陰極」である。当時から電子の注入には仕事関数<sup>17</sup>が低い金属が有効であるということは知られていたが、アルカリ金属は反応性に富むため非常に不安定な物質であるため、どの企業も本腰を入れて開発に取り組んでいなかった。同様の理由でコダックの特許からも除かれていた。そこでパイオニアはアルカリ金属を安定的に取り扱う方法を開発し、Al-Li合金陰極の使用を可能とした。この陰極を採用することで電子の注入効率が上がり、結果的に発光効率が上がることになった<sup>18</sup>。この技術はパイオニアにとっての有力特許となった。

また、1989年に開発したキナクリドン誘導体ドーパント<sup>19</sup>の効果もあり、緑色発光素子の発光効率は12 lm/W以上の高効率を実現することができた。青色発光素子に関しても、各層の材料と膜厚の最適化によって8 lm/W以上の高効率を達成した。

寿命に関しては、1993年に、正孔輸送層の材料開発や素子構造の最適化により、1万時間以上を実現した。当時、他社ではせいぜい数百時間しか達成できていなかったことを考えると、この成果がいかに優れたものかが分かるであろう。有機EL実用化の最大の課題といわれた寿命の問題が解決されたため、コダック社とのライセンス契約を交わすために渡米した時には、本家のコダック社の社員でさえ信じ難いという表情をしていたという<sup>20</sup>。

このように、パイオニアは製品技術のハードルを次々とクリアしていった。そして1993年頃になると、製造プロセスにおける技術開発も進められるようになってきた。特に1993年に開発された「陰極微細パターンニング法」は、実用的なドットマトリクスディスプレイデバイスを製作するためには欠かせない技術開発であった。ディスプレイデバイス製作では両電極を適切な形にパターンニングする必要がある。陽極はITOであり有機膜成膜プロセス投入前に通常のエッチングプロセスでパターンニングすることが可能である。しかし、陰極は有機膜の上に直接成膜されるAl-Li合金であるため、有機膜にダメージを与えること

---

<sup>17</sup> 仕事関数とは、電子を引き出すのに必要なエネルギーのことであり、電子が材料から飛び出す際に越えなければならないハードルの高さということができる。仕事関数が低いということは、低い電圧で電子を放出できるということになる。

<sup>18</sup> 発光効率とは電力1ワット当たりの光源から出る光の量のことである。電力とは電流（電子の流れ）によって単位時間になされる仕事の量である。そのため、電子の注入効率が高まれば、より少ない電流で同等の光の量を得ることができるようになる。

<sup>19</sup> ドーパントとは少量を素子中に混入（ドーピング）することでかなり自由な発光色を得ることができる材料のこと。一般的に、発光層には、発光輝度は小さいが成膜性が良い発光材料（ホスト材料）と、成膜性は良くないが発光輝度が大きい材料（ゲスト材料）を微量加えた発光材料が用いられるが、このゲスト材料がドーパントである。また、このように材料を組合せることはドーピング法と呼ばれる。

<sup>20</sup> 鎌倉修司(2004)

なくエッチング等の方法でパターニングすることは不可能である。そのため、逆テーパー<sup>21</sup>断面形状を有する構造物（陰極隔壁）を活用する方法を開発した（図表3）。この技術のポイントは、有機材料を成膜する前にガラス基板上に形成した陰極隔壁が、成膜段階でシャドーマスク<sup>22</sup>として機能し、隣接した陰極金属膜を分断して電氣的に絶縁することにある。この技術は特許化され、他社が有機ELを事業化する場合に回避できない有力特許<sup>23</sup>となっている。

Al-Li 合金陰極の開発と陰極微細パターニング法という画期的で競争力のある技術の開発により、有機ELの事業化が意識されるようになってきた。その結果、C.W.Tangの報告を聞いて参入した企業の大半が、遅々として進まない研究開発に見切りをつけて撤退していく中で、反対にパイオニアの研究開発は加速されることになった。そして総合研究所での研究規模も拡大していった。その後、電気系の開発も行われるようになり、回路研究者も加わって、有機ELの最適な駆動方法の研究や回路構成の研究も加速されていった。

## 4. 有機ELの事業化

### 4.1 事業化担当部門の検討

パイオニアにとって、有機ELという技術が事業化に値するものだと分かったものの、どこで事業化すべきかに悩むことになった。普通に考えれば、子会社のパイオニアビデオ<sup>24</sup>であった。なぜならば、パイオニアグループの中ではパイオニアビデオがデバイスの開発製造に秀でていたからである。また、当時パイオニアビデオが担当していたレーザーディスク事業が縮小し、工場に余剰も発生していたこともある。しかしながら、既にパイオニアビデオではPDPを事業化することが決まっていた。当時はPDPの方が技術的にも市場的にも見通しが立っており、市場規模も大きいということも分かっていた。そのため、もし有機ELをパイオニアビデオで事業化すれば、PDPの後回しにされてしまうことは目に見えていた。

そのときリーダーシップを発揮したのが、當摩照夫である。当時、當摩は研究開発本部総合研究所次長として、デバイスとディスプレイの研究開発マネジメントを担当していた。

<sup>21</sup> テーパーとは、円錐状に直径が次第に減少している状態である。

<sup>22</sup> 余分な電子ビームを遮るための構造物のこと。

<sup>23</sup> 陰極微細パターニング法の特許は日米のみでしか出願していなかった。そのため、韓国、中国、台湾のメーカー、市場は適用外となってしまう。パイオニアにとっては後悔しきれない失敗である。

<sup>24</sup> パイオニアビデオ株式会社は2002年の事業転換によってパイオニア・ディスプレイ・プロダクツ株式会社とパイオニア・マイクロ・テクノロジー株式会社に分割された。

その當摩が目をつけたのが東北パイオニアである。東北パイオニアもデバイス主体の会社であった。しかも、高度な FA 技術を持っており、その技術は量産化段階で多いに活用することができると考えた。一方の東北パイオニアにしてみれば、1985 年のプラザ合意以降の円高で生産の海外移転が進められており、国内工場の操業度を維持するための新事業開拓が急務であった。そのため當摩が、当時の東北パイオニア社長であった石島聰一に有機 EL 事業の話を持ちかけると、石島はすぐさまその提案に乗った。DAT<sup>25</sup>事業を東北パイオニアに移管したときの責任者も當摩であったため、東北パイオニアにおける當摩の信頼が厚かったことも幸いした。

#### 4.2 事業化準備と事業化の決定

有機 EL の事業化を行うにあたって、東北パイオニアの 2 組、4 人のプロパー社員がパイオニア総合研究所に送り込まれた。1 組は東北パイオニアの新事業企画室に所属していた犬飼清男と氏原孝志<sup>26</sup>である。二人は最終的な事業化判断を行うために派遣された。もう 1 組が米沢工場の開発部に所属していた安彦浩志と内藤武実である。安彦が 30 歳、内藤が 28 歳と若く、将来の有機 EL 事業を担うものとして、技術習得と生産ラインの検討のために派遣された。

まず、1994 年 6 月に安彦、内藤が着任した。そこで二人が行ったことは、当初の派遣理由とは違って、生産技術の研究開発であった。というのは、まだまだ技術的な課題が山積していたからである。特に、有機 EL 素子を水分から守るための封止技術が未解決であった。そこで、安彦は膜封止の研究を行ない、内藤は乾燥剤の研究を行った。乾燥剤の研究を行った結果、総合研究所の研究員に加え、内藤の活躍もあり、「酸化バリウム (BaO) を用いた封止技術」が開発された。この技術は特許化され、しかも他社が回避不能な有力特許となった。

安彦、内藤が着任した 2 ヶ月後に、犬飼と氏原がパイオニア総合研究所に派遣された。両者は標準化された量産プロセスを構築できるのか、また量産化に向けてどのような課題が存在し、解決の見込みはあるのかを検討した。また、量産化のための投資額、および量産ラインの完成時期を見積もった。これらの情報は東北パイオニア社長の石島に報告され、1995 年の夏ごろに、東北パイオニアにて有機 EL 事業を手がけることが決定された。この判断には、寿命が 1 万時間を越えたことも大きく影響していた。

<sup>25</sup> デジタルオーディオテープ用のデッキ。第一号機 (D-1000) は 1987 年に発売される。

<sup>26</sup> 氏原は 1993 年頃からマネジメントの立場で総合研究所の有機 EL の研究開発に関与していた。

### 4.3 技術移転と量産化準備

東北パイオニアでの事業化に当たり、パイオニアの総合研究所で有機 EL を研究していた研究員 7 人が東北パイオニアに移籍することになった<sup>27</sup>。この 7 人は研究所の中でも応用研究寄りのプロセス研究者を中心に組織化された研究室に属しており、量産ライン立ち上げのためには、これら研究員と東北パイオニアの生産技術者との協働が不可欠だと判断されたからである。一方、必ずしも生産現場に近いところで業務を行う必要のない回路技術の研究員などは移籍しなかった。

まず先陣を切って赴任したのが、尾越国三である。尾越は量産支援を目的にして、1995 年 10 月、安彦、内藤が引き上げると同時に移ってきた。翌年の 4 月、及び 10 月には當摩を含む 6 人の研究員がプロセス技術や材料技術の開発支援のために移ってきた。

この頃の 1 年間は、パイオニアの総合研究所では技術開発を継続する一方で、東北パイオニア米沢工場では装置の立ち上げを行わなければならない、人手が不足していた。そのため、1995 年末から 1996 年にかけて、東北パイオニアのプロパー社員 4 人が加わった。その一方で、パイオニア総合研究所から東北パイオニアに回路技術を移転するために、回路系の技術者 2 名を派遣した。1997 年にはその 2 名が戻り、この総勢 17 人が、東北パイオニアにおける有機 EL 事業化の中心人物となることになった（図表 9 に年表）。

しかしながら、量産化は困難を極めた。総合研究所にて生産技術開発を行っていたものの、いざ量産化を行おうとすると、次々に課題が現れた。まず採算面の課題として、封止に用いるキャップが問題となった。総合研究所で試作したガラスキャップを用いると材料費が高騰してしまうからである。そこで、犬飼が中心となり、安価なメタルキャップを開発し、キャップの材料費を 10 分の 1 まで削減することに成功した。

また、量産技術面では 2 つの大きな課題が存在した。一つは電極間ショートの問題である。有機 EL 素子は各層の厚さが 30~50nm 程度であり合計でも 100~200nm と極めて薄い。そのため、陰極と陽極間にわずかな欠陥が存在するだけでショートする危険性がある。欠陥の要因は、ガラスの凹凸や異物混入であった。異物が混入してしまうと、出荷検査では良品と判断されたとしても、使用段階で欠陥となってしまう可能性があるため、顧客に対する信用問題上、何が何でも防がなければならなかった。この課題に関しては、陽極となる ITO 表面に特別の処理を施したり、エッチングによって荒れた部分を絶縁層でカバーす

<sup>27</sup> パイオニアでは技術移管が必要な場合には、研究員が事業立ち上げのために事業部門に一定期間異動することが原則となっている。これは、暗黙的な技術を移転するという目的以外に、研究員にコスト意識や信頼性などの事業マインドを醸成する目的があるという。そのため、例えば研究だけをやっていたいという理由で異動を拒否することは認められない。また、「研究開発成果」とは論文の完成だけではなく、事業移管や事業化と考えられている。(2005.3.22 パイオニア総合研究所研究企画本部次長、横川文彦氏へのインタビューより)

図表 9 パイオニア／東北パイオニア有機 EL 事業の年表と主要技術開発

	出来事	主要技術開発
1988	九州大学斎藤教授の元に研究員を派遣	
1989		キノクリドン誘導体ドーパント
1990		
1991	ディスプレイ小委員会にて、開発継続が決定	Al-Li合金陰極
1992		
1993	寿命1万時間の実現 有機ELの研究開発が加速し、研究チームも10名程度に	正孔輸送層の材料開発、素子構造の最適化 陰極パターニング法
1994	東北パイオニアで事業化することが内定 東北パイオニアよりパイオニア総合研究所に技術者を派遣	
1995	東北パイオニアで事業化することが正式決定 パイオニア総合研究所より7名の研究者が異動し、技術移管の開始	BaOを用いた封止技術
1996	量産化への取り組み	メタルギャップの開発
1997	世界で始めて量産化に成功し、単色ディスプレイの出荷を開始	
1998		
1999	大量生産への取り組み	多層式連続成膜装置 高精度マスク自動位置決め機構
2000	アクティブ型への進出決定 アクティブ型の開発に成功 フルカラー化技術開発	フルカラー化の塗り分け技術、駆動システム
2001	TFT設計製造会社の合併会社「エルディス」を設立	
2002	4色エリアカラーディスプレイの出荷	
2003	パッシブ型フルカラーディスプレイの出荷 燐光材を用いたディスプレイを世界で始めて出荷	燐光材のホスト材料開発

ることなどで解決することができた。

量産技術面での二つ目の課題が、蒸着技術である。蒸着段階ではEB蒸着機<sup>28</sup>を用いていた。EB蒸着は素子にダメージを与えることは分かっていたが、代替方法である抵抗加熱方式<sup>29</sup>では、チャンバーの破損を防ぐためにチャンバーを開口しなければならず、必要な熱に達するまでに時間がかかりすぎた。そのため生産性を考えると、EB蒸着を選択せざるを得なかった。1年間弱に渡って試行錯誤した結果、最終的にターゲット<sup>30</sup>発生する二次電子<sup>31</sup>が有機EL素子にぶつかる前にトラップする（封じ込める）ことに成功し、素子にダ

<sup>28</sup> EBとは電子ビームのこと。EB蒸着とは、真空容器内で複数の蒸着源を個々に電子ビームで加熱蒸発させ、ヒーターによって加熱された基板上に薄膜として成長させる方法。

<sup>29</sup> 物体に通電することにより熱が発生する。これは電流を流すことにより、その物体のもつ電気抵抗によって電気エネルギーが熱エネルギーに変わるからである。この現象を利用したものが抵抗加熱方式である。電気コンロが代表的である。

<sup>30</sup> 一般的に、光線または粒子線を当てる物質や電極のことをいう。

<sup>31</sup> 二次電子とは、固体（ターゲット）に外部から電子を打ち込むとき、入射電子の運動エネルギーをも

メージを与える問題は解決された。この技術は 2004 年になって特許化された。

これらの予期しなかった課題の発生によって、1996 年と予定していた量産開始時期が、1997 年にずれ込むことになった。結果として顧客に約束していた納期を 3 度も変更する事態となったが、幸い、出荷先がパイオニアのカーエレクトロニクス事業部門であったため、当摩が調整に走り回り、何とか事なきを得ることができた。

初回の納入先がパイオニアのカーエレクトロニクス事業部門になったことは、政治的に決められた部分もある。技術的な不確実性が残るままでは、グループ外の企業と納入契約を行うことは、東北パイオニアにとっても顧客にとってもリスクが高いからである。また、製品が FM 文字放送レシーバー用のディスプレイとなったことも、あまり製品責任が大きいものは避けた方がいいとの配慮からであった。結果的に、このリスク管理が功を奏することになったのである。

1997 年、東北パイオニアは世界で始めて有機 EL ディスプレイの量産化に成功し、緑色の単色ディスプレイが 1 日に 40 個程度生産された。量産化に関わる投資は 4 億円弱でかかり、すべて東北パイオニアが負担した。

#### 4.4 大量生産への取り組みとグループ外企業への供給開始

大量生産は 1999 年から開始されたが、その意思決定は 1997 年時点で決まっていた。少量生産では用途も限定されてしまい、また量産効果によるコストダウンもできないため、事業として成立しないからである。そのため、当摩が石島と話し合っただけで決断された。

クリーンルームの設置作業が 1998 年初めから始まり、同年 8 月からは、全自動インライン式ガラス基板前処理装置などの設備インストールが始まった。一方で、大量生産のための技術開発、設備開発も進められた。例えば、RGB の塗り分け精度を高めるために、多色発光エリア塗り分け機能を持つ多槽式連続成膜装置が開発された。また、真空チャンバー内に高精度マスク自動位置決め機構を導入することで有機膜選択成膜から陰極形成まで一貫して真空で行うことができるようにして、大気暴露による水分吸着を防止することにも成功した。これらの設備開発では、東北パイオニアの FA 事業部が多大な貢献を行った。

最終的に 20 億円弱の投資を行い、大量生産の体制が整った。その結果、少量生産段階では FM レシーバー用ディスプレイを 40 個製造するのに丸一日かかっていたのが、大量生産体制では 5 分で製造できるようになった。

---

らって固体から放出される電子のことである。

図表 10 FM レシーバーとカーステレオのディスプレイ



出所: 東北パイオニア社内資料

大量生産でも初回の出荷先はパイオニアのカーエレクトロニクス事業部門であり、1999年1月に初回出荷が行われた。今度はFMレシーバー用ではなく、動きのある映像が必要で、しかもパイオニアにとっての主力商品である市販用のカーステレオ用パネル向けに供給されることになった(図表10)。ちなみに、自動車部品業界でOEM供給を行う場合は、おおよそ4年間隔で行われる自動車のモデルチェンジに合わせて新技術を提案しなければならない。カーエレクトロニクス事業部門にとっても、OEM先への技術展示において、有機ELはアピールポイントとなっている。

こうして製品の信頼性が高まると、グループ企業以外にも採用を働きかけるようになった。まず白羽の矢を当てたのが、米モトローラの携帯電話である。もともとモトローラには携帯電話用のスピーカーも供給していたため、話を持っていきやすかった。そして、パイオニアから提案したところメインディスプレイでの採用が決まり、2000年6月より供給が開始された。この成功をきっかけに、TDKや三洋電機などが開発計画を2年程度前倒するなど<sup>32</sup>、有機EL業界がにわかに活気付くことになった。

一方、日本の携帯電話ユーザーは画質の要求水準が厳しいため、2000年時点では日本の携帯電話メーカーに供給することは難しかった。しかし、2002年6月になって富士通製の携帯電話のサブディスプレイ向けに、4色エリアカラー<sup>33</sup>のディスプレイを供給することに成功した。

## 5. その後の技術開発と事業展開

有機ELの事業化に成功した後でも、東北パイオニアは技術開発の手を緩めなかった。

<sup>32</sup> 日経マイクロデバイス 2000.3

<sup>33</sup> エリアカラーとは、エリアごとに、赤や青などの色がついているものの、各画素の色が変化することはないもの。画素の色が変化するのはフルカラーという。



## 5.1 アクティブ型への進出

1999年に有機ELディスプレイ業界でエポックメイキング的な出来事が起こった。電子ディスプレイに関する国際学会SID(Society for Information Display)にて、三洋とコダック<sup>34</sup>がアクティブ型有機ELディスプレイの共同開発に成功したことが発表されたのである。

東北パイオニアが事業化していた有機ELはパッシブ型である。しかし、アクティブ型の方が画素数を高めやすいため、高精細化には向いている。そのため、日本市場で普及しているハイエンドの携帯電話機のメインディスプレイをターゲットにするためには、いずれはアクティブ型に進出しなければならなかった。しかし、90年代半ばの段階では、将来的に携帯電話ディスプレイにどの程度の高画質が期待されるようになるかは判断が難しかった<sup>35</sup>。また、TFT開発のための膨大な投資が必要であった。そのため、東北パイオニアだけでなく、ほとんどの企業はパッシブ型の開発を優先した<sup>36</sup>。しかし、競合他社の開発動向やアクティブ型市場の今後の発展性を考え、2000年にアクティブ型への進出が決定された。

アクティブ型への進出に当たっての最大の問題は、400億円以上とも言われていたTFTの生産投資である。外部調達を行う道も開かれていなかった。というのは、高度な生産技術を要する低温ポリTFTを製膜したガラス基板を、液晶で量産ができているのは東芝、三洋、エスティー・エルディ<sup>37</sup>の3社しかなく、しかもこれらの会社は外販に消極的だったからである<sup>38</sup>。仮に外部調達が可能になったからといっても、外部調達を行えない理由もある。アクティブ型有機ELで最も付加価値を生み出すTFT基板を内製化しないと、TFT基板メーカーに主導権を握られ、事業としての自主独立が保てないからである。そこで、目を付けたのが半導体エネルギー研究所である。半導体エネルギー研究所はシャープとともに「CG Silicon」という技術を開発しており、その技術を用いたTFTの電子移動度は通常のアモーフラスSi-TFTの300倍、低温多結晶Si-TFTに比べても3倍高いという高性能を有していた<sup>39</sup>。東北パイオニアは半導体エネルギー研究所にアプローチし、2001年3月

<sup>34</sup> 三洋はTFTが得意であり、コダックは有機材料が得意である。両社は1999年から有機ELの共同開発に取り組み、2001年11月には有機ELを製造する合弁会社「エスケイ・ディスプレイ」を設立している。

<sup>35</sup> 2000年を過ぎたあたりから高画質の要求が急速に高まってきた。カメラ付き携帯電話が登場したのは2000年11月のことであり、携帯電話のディスプレイにTFTカラー液晶が初めて搭載されたのは2000年12月である。カラー液晶パネルが搭載され始めたのも、1999年9月のことである。

<sup>36</sup> 代表的な企業で最初からアクティブ・マトリクスを選択したのはセイコーエプソンと東芝のみである。

<sup>37</sup> ソニー・豊田自動織機の共同出資会社

<sup>38</sup> 日経産業 2000.12.18

<sup>39</sup> 日経マイクロデバイス 2001.4

に両社で約 400 億円を投じて合併会社「エルディス」を設立<sup>40</sup>して TFT 基板の内製化に乗り出すことになった。

## 5.2 フルカラー化への取り組み

各画素の色が変化することがないエリアカラーに対して、画素の色が変化するのがフルカラーである。携帯電話ディスプレイで、より高度な表現力が求められることを予測して、パイオニアの総合研究所では、フルカラー化の研究開発が行われていた。

低分子系でのフルカラー化の方法としては、白色発光の有機 EL をカラーフィルタを用いて RGB3 色で発光させる「白色 EL カラーフィルタフルカラー方式<sup>41</sup>」、青色発光の有機 EL を CCM<sup>42</sup>を用いて RGB3 色を発光させる「青色 EL 色変換(CCM)フルカラー方式」、RGB 発光する有機 EL 素子をシャドーマスクを用いて画素ごとに塗り分けていく「RGB 発光層並置フルカラー方式」の 3 種類が各種研究機関から発表されていた。それぞれ一長一短はあるものの、最終的には RGB 発光層並置フルカラー方式が最もポテンシャルが高く、実用化も近いと判断された<sup>43</sup>。

しかし、この方式でフルカラー化を行うためには、より高精細な選択成膜法の確立が必要であった。というのは、エリアカラーの製造では、シャドーマスクを用いて不必要な部分をマスクングし、必要なエリアに特定の色素材料を蒸着すればよかったが、フルカラーは RGB3 色を蒸着しなければならないからである。そこで、陰極微細パターンニング用に開発された陰極隔壁を有機膜選択成膜の際の突き当て部分として再利用することで、この課題を解決した。さらには、シャドーマスクの引っ張り方向や強度に関する微妙な工夫を施すことで、塗り分け精度を高めることに成功した。これらノウハウは門外不出とされ、装置メーカーにも開示されていない<sup>44</sup>。

フルカラー化を行うためには、駆動システムの開発も必要であった。パイオニアは 1998 年のエレクトロニクスショーにフルカラーパネルシステムを出展していたが、その当時の回路は非常に大掛かりなものであった。その後も他社製のドライバ IC を使用してみたりし

<sup>40</sup> CG Silicon に関する特許の共同出願人であるシャープもエルディスに出資している。出資比率は、東北パイオニアと半導体エネルギー研究所が 45%ずつ、シャープが 10%である。エルディスで TFT をガラス基板上に形成し、東北パイオニアに出荷する。

<sup>41</sup> 液晶ディスプレイと同じ原理である。

<sup>42</sup> Color Changing Mediums。青色の光を吸収して緑や赤の色で発光させる色変換層。

<sup>43</sup> RGB 発光層並置フルカラー方式は、低分子系では主流となっている。高分子系では有機 EL 素子をインクジェット印刷する方式が研究されている。

<sup>44</sup> それどころか、2002 年より真空蒸着装置の自社開発に乗り出した。有機 EL の歩留まり向上の鍵は真空蒸着工程が握っているため、装置を購入しているのは、競合企業と差別化できないと判断したからである。これまでは、トッキやアルバックから購入していた。(日経産業新聞 2002.7.9)

たものの、パネルの持つ性能を十分に引き出すには至らなかった。そのため、新たに陽極ドライバ IC と陰極ドライバ IC を開発するなどしてフルカラー用駆動システムの開発に成功した。

これら総合研究所で開発されたフルカラー化技術は、2000 年に東北パイオニアに技術移管された。そして、東北パイオニアで製品開発に取り組み、2003 年 7 月に、富士通製の携帯電話のサブディスプレイ向けに、パッシブ型フルカラーディスプレイの供給が開始された。

### 5.3 燐光材の開発

カラー化が進むと、今度は、より鮮やかな色を表示するための研究に取り組み始めた。そのとき着目したのが燐光材である。

燐光材を有機材料として用いることによる効果は、1998 年に米プリンストン大学および南カリフォルニア大学の Baldo 博士、Forrest 博士、Thompson 博士および彼らの研究チームによって始めて報告された。従来の材料では光として取り出せなかった燐光をも取り出せるようになるため、発光効率（内部量子効率）は理論上 4 倍になるとして、注目を浴びた。

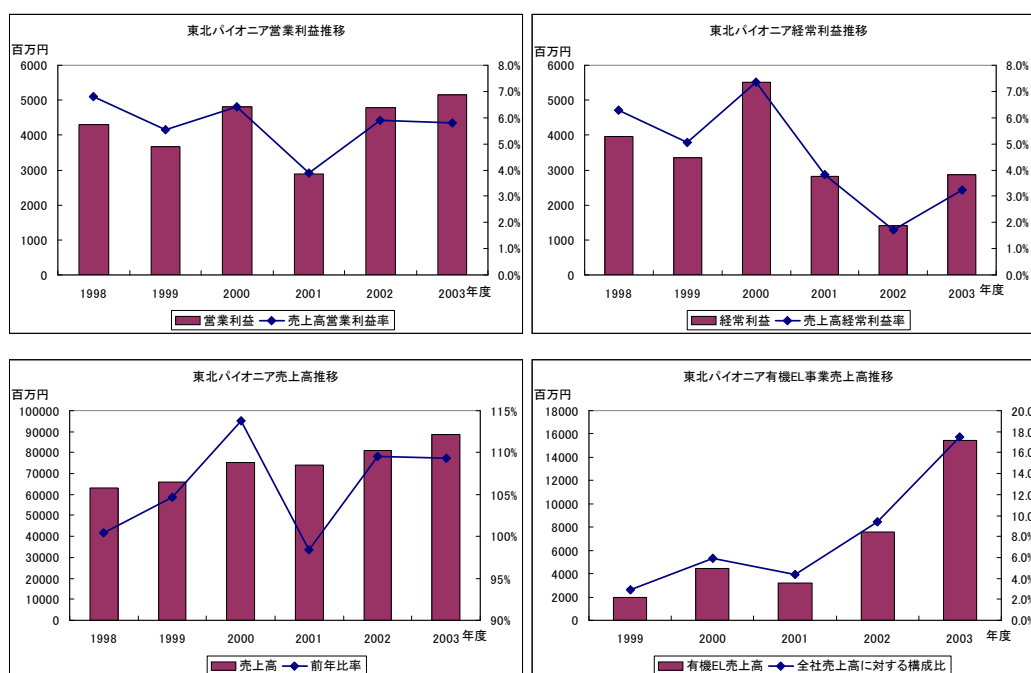
しかし、残念ながら Baldo らが発表した素子構造は 100 時間程度の駆動で輝度が半減してしまい、寿命に問題があった。そこで、パイオニアの総合研究所は米 UDC<sup>45</sup>の材料を様々な角度から研究や実験を重ねた。研究は順調に進んでいたものの、思わぬところで暗礁に乗り上げてしまった。一般的に、発光層には、発光輝度は小さいが成膜性が良い発光材料（ホスト材料）と、成膜性は良くないが発光輝度が大きい材料（ゲスト材料）を微量加えた発光材料が用いられる。UDC が開発した材料はゲスト材料であったが、UDC が推奨するホスト材料を用いても、期待するほど寿命が延びなかったのである。そこで、総合研究所の研究者は様々な材料メーカーに当たった。その中で、従来からつながりが深かった新日鐵化学が保有する材料をホストとして試したところ、期待通りの成果を上げることができた。その結果、2003 年 11 月に UDC が開発したゲスト材料を採用することを決定した。燐光材を使用した有機 EL は、従来よりも色の再現性が 20% も高まり、特にこれまで課題とされていた赤色の再現性が飛躍的に高まった。

そして、世界で始めて燐光材を用いた有機 EL ディスプレイの量産化を行い、2003 年 12

---

<sup>45</sup> Universal Display Corporation。有機 EL 分野において革新的な技術および材料の開発・商品化を行う世界的リーディングカンパニー。プリンストン大学および南カリフォルニア大学と有機 EL 技術の研究開発において緊密な協力関係にあり、材料や構造などの各種重要技術を保有している。

図表 11 東北パイオニア財務データ



出所: 東北パイオニア有価証券報告書より作成

月に、燐光材使用のフルカラー・パッシブ型ディスプレイを富士通製の携帯電話のサブディスプレイに供給することに成功した。

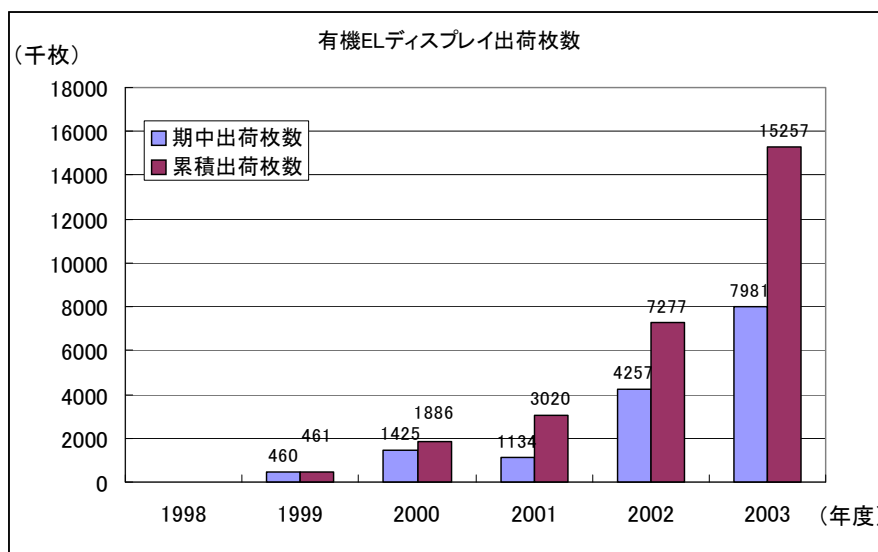
#### 5.4 アクティブ型の事業化と製品戦略

このようにして、東北パイオニアのパッシブ型有機 EL 事業は、2003 年に売上高 150 億円を達成し、ようやく単年度黒字化に転じた（参考として財務データを図表 11 に示す）。また、翌年の 2004 年には累積出荷数 1500 万枚を突破した（図表 12）。一方のアクティブ型有機 EL 事業に関しても、TFT 基板の改良や材料開発によって寿命を大幅に向上させるなど、事業化に向けた開発を着々と進めている。

パッシブ型とアクティブ型の両製品を手がける東北パイオニアにとっては、カニバリゼーションを回避しつつ、両製品の特徴が活かせる最適な用途をターゲットに設定し、またそのターゲットのニーズを満たすための技術的な課題を明らかにし、開発を進めていく必要がある。

東北パイオニアの商品戦略は、このようになっている。まず、パッシブ型については、携帯電話のサブディスプレイと車載用ディスプレイを主要ターゲットとしている。携帯電

図表 12 東北パイオニア有機 EL ディスプレイ出荷動向



出所: 東北パイオニア社内資料より作成

話用サブディスプレイに関しては、フルカラーディスプレイでは多色化・多ドット化により付加価値を高めていく方針であり、現在の 4096 色から数年で 26 万色に増やすことを目標にしている。エリアカラーはローコスト化を追求し、携帯電話ディスプレイ市場の中での有機 EL 採用比率を高めることを目指している。また、車載用ディスプレイではインパネ<sup>46</sup>用ディスプレイを主要ターゲットとしている。なぜならば、この市場は高温対応や輝度などの品質水準が厳しいため、台湾等の海外勢が容易に参入できないからである。

一方のアクティブ型は、2005 年度は携帯電話のメインディスプレイをターゲットとして、2006 年度以降は動画表示性能という特徴の生かせるデジタル・スチール・カメラやデジタル・ビデオ・カメラなどの分野にも進出することを目指している。さらには、2006 年度から開始されるモバイル機器向けの地上波デジタル放送対応の携帯型の音楽・映像プレイヤーという用途も視野に入れている。

## 6. 競争環境と今後の課題

有機 EL の研究開発段階では、難易度が極めて高いがゆえに多くの企業が撤退していく

<sup>46</sup> インストルパネルの略。運転席前方にある樹脂部品全体の事を指す。メータークラスター、オーディオ、エアコンスイッチ、グローブボックス、エアバックなど、様々な部品から構成されている。

中で、パイオニアだけが前進し、成果を収めることができた。そしてその研究開発成果は東北パイオニアという地方のそれほど大きくない企業に移管され、世界で始めて有機 EL の量産化に成功した。それ以来、パイオニア、及び東北パイオニアは絶え間ない技術開発に成功し続け、常に有機 EL 業界のリーディングカンパニーとして、業界を引っ張ってきた。しかしそれは、有機 EL 業界の規模が小さく、それほど目立たない時代のことであった。東北パイオニアの事業成果に刺激を受けた競合企業が、あるいは他の FPD メーカーが、いよいよ本腰を入れて巻き返しを図ろうとし始めている。業界トップの東北パイオニアといえども、安泰とはいえなくなっているのである。

## 6.1 アクティブ型事業における課題

パッシブ型は、1997 年度の出荷開始から 6 年後の 2003 年度になって、ようやく単年度黒字化に転ずることができた。一方、アクティブ型は 2 年程度の短期間で単年度黒字を達成することを目指している。しかし以下の通り、現在の事業環境は 1997 年時点とは異なり、またアクティブ型を取り巻く競争環境もパッシブ型とは異なる。そのため、状況次第では、より注意深い事業展開が求められることになる。

### ● アクティブ型の競争環境

パッシブ型では、しばらくの間は東北パイオニアの独走状態であった。現在は韓国サムスン SDI や台湾 RiTdisplay などが勢力を伸ばしてきているが、それでもこの 3 社で市場のほとんどを占めている寡占状態である。

しかし、アクティブ型では既に 2 社が事業化に成功しており、東北パイオニアはそれら企業を追いかける立場に立たされることになる。2003 年 3 月には三洋とコダックの合弁会社であるエスケイ・ディスプレイが、コダック製デジタルカメラ用に出荷し、2004 年 9 月にはソニーと豊田自動織機の合弁会社であるエスティ・エルシーディが、ソニー製 PDA「クリエ」向けに出荷した。

さらには、東芝松下ディスプレイテクノロジーが 2005 年度の参入を表明し、TDK は 2007 年の本格量産を目指して工場投資を行った。また、サムスン電子は 2005 年 1 月にテレビ用の 21 インチのアクティブ型ディスプレイの開発に成功<sup>47</sup>した。このように、アクティブ型への市場参入を伺う企業が増えてきており、乱立状態になる可能性もある。

---

<sup>47</sup> サムスングループニュースリリース 2005.1.5

図表 13 有力特許と駆動方式との対応

	パッシブ型	アクティブ型
Al-Li合金陰極	○	○
陰極微細パターンニング法	◎	—
BaOを用いた封止技術	◎	◎

◎:回避不能特許 ○:有力特許 —:不要

- 技術的優位性の相対的な減退

パッシブ型で先行している東北パイオニアがアクティブ型に進出することには、メリットもあり、デメリットもある。メリットとしては、パッシブ型有機 EL の生産で培った生産ノウハウを流用できることである。パッシブ型とアクティブ型では、TFT 基板の有無以外は、パネル構造は基本的に同じである。そのため、エリアカラーで 98% という高水準の歩留まり<sup>48</sup>を誇る生産性の高さをアクティブ型にも活かせることである。

しかしながら、パッシブ型で競争優位の源泉であった技術であったものが、アクティブ型では不要になってしまうものもある。パッシブ型で重要な技術的ブレークスルーは、「Al-Li 合金陰極」、「陰極微細パターンニング法」、そして「BaO を用いた封止技術」である。しかし、アクティブ型では 3 つの技術のうち、「陰極微細パターンニング法」が不要になる。つまり、パッシブ型では圧倒的な技術的優位性を誇っていた東北パイオニアであっても、アクティブ型の競争に、その優位性のすべてが引き継がれるわけではないのである（図表 13）。

このようなことから、東北パイオニアがアクティブ型に進出することで有機 EL の事業規模自体は拡大するものの、利益率は低下してしまう可能性も想定されるだろう。

### 6.3 代替技術との競争

同じ有機 EL でも方式の異なる技術を用いて競争をしかけてくる企業も存在する。そのような代替技術を活用する陣営とも競争を繰り広げなければならない。

- 高分子系との競争

有機 EL 内でも、方式の異なる陣営との競争が存在する。

<sup>48</sup> 日経産業新聞 2001.2.20

東北パイオニアが事業化した有機 EL は低分子系であり、現在、製品化されている有機 EL ディスプレイは、すべて低分子系である。しかし、高分子系の研究も進められており、研究成果次第では、低分子系有機 EL の脅威になる可能性を秘めている。

低分子系では、有機膜の成膜には真空蒸着という工程が不可欠である。この工程は高価な設備が必要で、また時間もかかる。一方、高分子系では、真空蒸着が不要になるため、開発に成功すればコスト競争力で低分子系を圧倒すると見られている<sup>49</sup>。また、印刷技術を導入することにより大画面化も行いやすく、テレビ用のディスプレイを視野に入れることができる。

まだ、どの企業も開発に成功していないものの、例えばセイコーエプソンでは、インクジェット・プリンターの製品技術であるインクジェット技術を、製造技術として流用し、有機材料を塗布する方法を研究している。そして、2004年5月には40インチという世界最大級の有機 EL ディスプレイの開発に成功した<sup>50</sup>。また、大日本印刷では印刷技術を活用して、紙に文字を印刷するように、有機材料を塗布することに成功している。この方法を用いれば、真空蒸着で1枚あたり1時間以上かかっていた工程が、数分で済むようになるという<sup>51</sup>。

#### ● カラー化の代替技術

これまでは、有機 EL 事業で先行した東北パイオニアが選択した技術が、業界の主流技術になってきた。しかし、最近になって、各企業が差別化を行うために他の技術の採用を模索する動きが増え始めている。例えば、ソニーは2004年になって、カラー化の方式で「白色 EL カラーフィルターフルカラー方式カラーフィルタ」を採用するようになった。また、サムスン SDI ではカラー・パターニングを行うために、蒸着方法ではなく、LITI<sup>52</sup>という技術を開発した<sup>53</sup>。

このように、これまでは困難と思われていた技術開発によって、より良い製品や製造方法が誕生する可能性がある。場合によっては、東北パイオニアにおける製品開発の先行、生産ラインの確立が、反対にその後の改良における柔軟性を失わせてしまう恐れも出てくる。

---

<sup>49</sup> 日本経済新聞 2001.5.17

<sup>50</sup> 日経産業新聞 2004.7.22

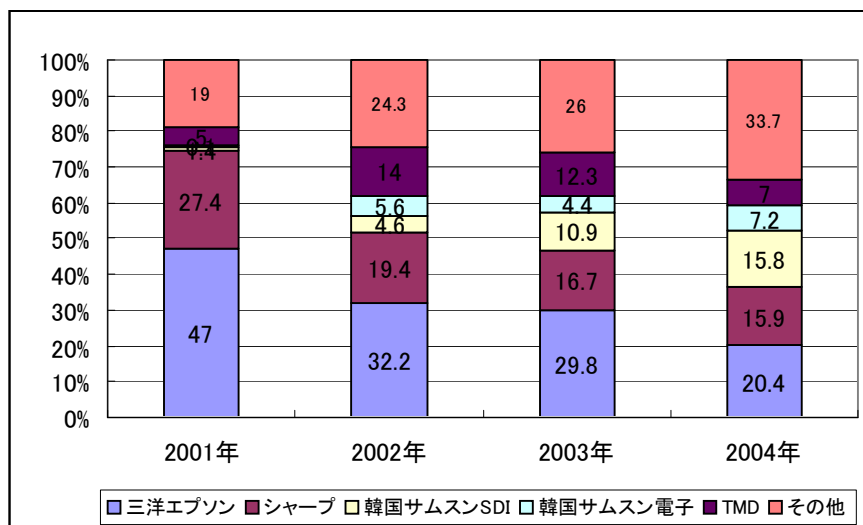
<sup>51</sup> 日本経済新聞 2001.4.4

<sup>52</sup> Laser Induced Thermal Imaging。光と熱の変換層を含んだトナー・フィルムに有機転写層を形成し、TFT基盤に接触させたあと、パターン形成部の領域にレーザーを照射して、基板面に転写する方式。スリーエム社と共同開発した。

<sup>53</sup> 日経マイクロデバイス編(2004a)



図表 14 携帯電話向けカラー液晶ディスプレイの生産高シェア（グローバル市場）



出所：日経マーケットアクセス

#### 6.4 代替品との競争

##### ● LCD との競争

競争相手は有機 EL メーカーだけではない。代替品との競争も存在する。特に LCD である。LCD 業界ではガラス基板の大型化ばかりがニュースとしてとりあげられるが、実は、その一方で中小型の強化も進められているのである。というのは、パソコンやテレビ向け LCD の価格が 2004 年 6 月以降に急速に下落する中で、ゲーム機や携帯電話機向けの中小型 LCD の値崩れは進んでいないからである。例えば、2004 年度上期のシャープでは中小型 LCD が LCD 事業全体の営業利益の 8 割を稼ぎ出している。そのため携帯電話向け LCD の生産増強を進めているという<sup>54</sup>。三洋エプソンイメージングデバイス<sup>55</sup>も値下がり激しい大型 LCD を縮小し、携帯電話向けの中小型 LCD にシフトすることを決定した<sup>56</sup>（参考として携帯電話機用カラー液晶ディスプレイの生産高シェアを図表 14 に、生産量の推移を図表 15 に示す）。

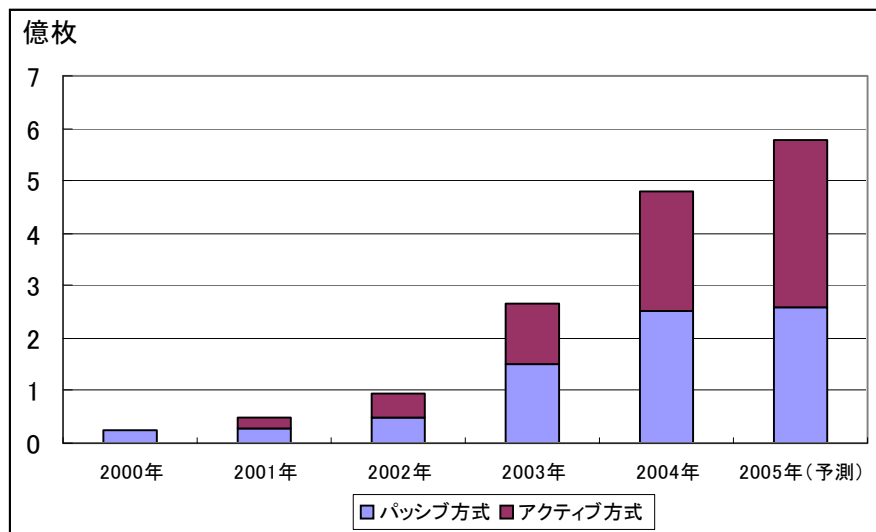
小型画面が中心の有機 EL は、LCD との全面競争を強いられることになる。有機 EL は性能面では LCD に勝るものの、価格面で不利な立場にある。例えば、ソニーのクリエでは、仕様が異なるため厳密な比較はできないものの、有機 EL と用いた製品は、同等機種で LCD

<sup>54</sup> 日本経済新聞 2004.10.10

<sup>55</sup> セイコーエプソンと三洋電機の液晶パネル統合会社。

<sup>56</sup> 日本経済新聞社 2005.3.3

図表 15 携帯電話向けカラー液晶ディスプレイ生産高推移（グローバル市場）



出所：日経マーケットアクセス

を用いた製品よりも、価格は2倍である。携帯電話のサブディスプレイに有機ELを採用している富士通パーソナルマーケティング統括本部モバイルフォン推進部部長の大橋新太郎は「LCDと比べると、2倍とまではいわないが、割高だ」と言っている<sup>57</sup>。

東北パイオニアとしては、有機ELの性能の高さを考慮して、LCDの2割増し程度の価格を目標にしている。しかし、有機ELが有利である性能面でも、LCDの追い上げが進んでいる。例えば、TN方式<sup>58</sup>やSTN方式<sup>59</sup>で課題であった視野角の狭さは、マルチドメイン方式<sup>60</sup>やMVA方式<sup>61</sup>などが開発され、有機ELに匹敵するようになってきている<sup>62</sup>。また、QVGAやVGA<sup>63</sup>の採用が進み、さらには「ワイドVGAも視野に入れている<sup>64</sup>」（サムスン電子バイスプレジデント、Hyung-Guel Kim）など、高精細さに関しても有機ELに引けをとっていない。その他、応答速度や輝度、消費電力などに関しても技術開発が続けられ、

<sup>57</sup> 日経産業新聞 2004.12.14

<sup>58</sup> TNとはツイストネマティックの略。上下基板間で液晶分子が90度ねじれているもの。

<sup>59</sup> STNとはスーパーツイストネマティックの略。液晶分子を180～270度ねじって配向させる。さらには電圧を変化させることによって急峻に光の透過率が変化することを利用して、立ち上がり特性やコントラスト比を改善している。

<sup>60</sup> 一画素を複数の領域に分割し、液晶分子を異なった方向に配列することで視野角を広げる。

<sup>61</sup> MVAのMはマルチドメイン、VAは垂直配列の略。電圧をかけない状態では液晶分子を垂直斜めに立たせ、かけた状態では水平に寝かすことで、コントラストと視野角を改善する。

<sup>62</sup> 携帯電話用ディスプレイでは、周りの人に見られないように視野角が狭いほうがいいという考えもある。しかし、携帯電話でテレビを見るようになると、視野角の広さが必須となる。

<sup>63</sup> QVGA液晶とは、液晶パネル上で表示可能な領域が240×320ドットである液晶のこと。VGAの4分の1の画素数であるためこう呼ばれる。VGAとは“Video Graphics Array”の略で、VGA表示が可能な液晶を指す。QVGAを縦、横ともに2倍にした640×480ドットが表示ができる。ワイドVGAとはVGAのワイドサイズで横／縦の比率が16:9で800×480ドットの高精細表示ができる。

<sup>64</sup> 日経マイクロデバイス監修(2004c)

年々性能を向上し、有機 EL を迎え撃つ体制を整えている。また、LCD の技術革新の結果、顧客が求める性能水準を超えてしまった場合は、有機 EL の性能水準が勝っていたとしても、顧客はその分の対価を払うことはない。そのような状況に近づいてくると、有機 EL は一層のハイエンド市場への移項を迫られることになり、対象市場が狭められてしまうことになる。

- **携帯電話市場における LCD からのリプレイス**

携帯電話のディスプレイを LCD 陣営からリプレイスすることは簡単ではない。その理由は、大型と比較して中小型 LCD の価格下落が進んでいないメカニズムを考えると明らかになる。

テレビ向けの大型ディスプレイは、サイズが標準化されている。そのため、LCD メーカーは、主流となる画面サイズを予測し、そのサイズで面取りした場合に最もロスが少ない基板の大きさを選択する。そして、その基板用に大規模な設備投資を行い、規模の経済を働かせて競争上の優位性を確保しようとする。つまり、大型 LCD 事業の主要成功要因は、「主流となるサイズの的確な予測」、「大規模投資による規模の生産性」となる。一方、携帯電話向け中小型ディスプレイは様相が全く異なる。携帯電話を想像すれば容易に分かるように、パネルサイズが標準化されていないのである。そのため典型的な小規模多品種生産といえる。さらには、モデルチェンジが早いため、携帯電話機メーカーが設計してから短納期での納入が必要となる。短納期で納入するためには、LCD メーカーとしては携帯電話機メーカーに密着して情報を早期に入手しなければならない。つまり、中小型 LCD 事業の主要成功要因は「柔軟な生産体制」、「顧客との密着性」となる。

この事業特性の違いが価格下落の違いに結びつくメカニズムはこうである。大型ディスプレイの場合は、どの企業も規模の生産性を優位に立とうとして投資競争に走ることになる。そうすると当然のことながら供給過剰になる。さらに悪いことにパネルは標準化されているため、買い手であるセットメーカーの方が交渉力が高い。そのため価格下落に陥りやすい。反面、中小型は標準化されていないため、交渉力は維持される。また、携帯電話メーカーとしては新モデル投入遅れによる機会損失を嫌うため、多少高くても短納期性を優先する傾向が強くなる。さらには、顧客との密着性が重要となるため参入障壁が高く、新規参入企業が市場をかき乱す可能性は少ない。このような要因から、中小型ディスプレイの値崩れが起こらないと考えられる。

このようなことを考えると、東北パイオニアが有機 EL で携帯電話市場に本格的に入り込み、成功を収めるためには、2つのハードルがある。1つ目のハードルは参入障壁の高さ

である。現在、中小型 LCD で成功している企業は、携帯電話メーカーとの密接な関係を築きあげていると考えられる。関係が深ければ新モデルの情報を早く入手でき、納期対応力が高まって一層信頼されるという好循環が回り、大失敗でもしない限りは一層参入障壁が高くなる傾向にある。この参入障壁を切り崩すためには、携帯電話の大幅なモデルチェンジ時期（例えば、地上はデジタル放送対応機種に切り替わる時期）に、圧倒的な性能差をアピールできなければならない。しかしながら、前述の通り LCD 陣営も技術革新を進めているため、容易にはいかない。

また、仮に携帯電話市場に入り込むことができたとしても、利益をあげることができるかは別問題である。これが 2 つ目のハードルである。既述の通り、携帯電話向けでディスプレイ市場は典型的な多品種少量生産である。これまでの東北パイオニアは、どちらかという大量生産による規模の経済を働かせることが「支配的な考え」であった。しかし、それでは在庫を大量に抱え込むことになってしまう。また、顧客の短納期要求に対応できない。そのため携帯電話市場では大量生産よりもフレキシブル性を重視したライン設計に転換する必要がでてくるだろう。

## おわりに

東北パイオニアは、有機 EL 業界の雄として、パッシブ型からアクティブ型まで、順調に事業を拡大させていた（図表 16）。しかし、以上に見られるように、ここに来て、風向きに変化が見られる。東北パイオニアは 2004 年 9 月に、2004 年 4 月に発表した 2004 年度中間業績予想を下方修正したが、その主要要因はパッシブ型の売上減少にあった。一方、アクティブ型の単年度黒字の目標時期も、当初の 2006 年度から 2007 年度に修正を余儀なくされている。

これまでの有機 EL 事業の成功は、東北パイオニアに事業移管を行ったことが功を奏したといえよう。パイオニアで手がけたとしたら PDP の陰に隠れて後回しにされ兼ねなかった有機 EL 事業であったが、東北パイオニアでは次の事業の柱として期待され、優先的に投資が行われてきた。また、組織の小ささゆえに開発投資の意思決定も機動的に行われ、事業機会を逸することなく成長してきた。

しかし、東北パイオニアが有機 EL 市場の開拓を行ったがゆえに、巨大資本を有する多くの大企業を引きつけることになった。市場規模が拡大すると、大企業でも採算ベースに乗るようになるからである。この有望市場に狙いをつけて、潤沢な資金を投資している大企業も少なくない。一説によると、サムスン電子は東北パイオニアよりも一桁多い開発要

図表 16 東北パイオニアの製品展開状況

有機ELメーカー	製品用途			エリアカラー	パッシブカラー		アクティブカラー	
	カー系用途	モバイル系用途	TV		塗り分け	カラーフィルター	塗り分け	カラーフィルター
国内	TDK	○			○		○	
	日本精機	○			○		△	
	ソニー		○	△				○
	三洋・コダック		○	△				○
	東芝・松下		△	△			低分子・高分子	
	日立		△	△			△	
	エプソン		△	△			高分子	
	東P	○	○		○	○		○
韓国	SOLED		○	△	○	○	△	
	LGE		○	△		○	△	
台湾	RITdisplay		○		○		低分子・高分子	

出所：東北パイオニア社内資料

員を抱えているという。東北パイオニアは、今後は企業規模がはるかに大きい企業を相手に競争をしていかなければならないのである。

さらには技術革新の著しいLCDメーカーが、利益ポテンシャルの高い携帯電話用中小型ディスプレイにシフトすることなどより競争が激化する中で、東北パイオニアが成功し続けるためには、どのような打ち手を講じればいいのかであろうか。

## 参考文献

鎌倉修司(2004)、「パイオニア有機 EL：技術開発が加速された要因」、一橋大学大学院経営学修士コース修士論文

西久保靖彦(2003)、『よくわかる最新ディスプレイ技術の基本と仕組み』、秀和システム

日経マイクロデバイス監修(2004a)、「フラットパネルディスプレイ 2005<戦略編>」、日経 BP 社、2004.10.20

日経マイクロデバイス監修(2004b)、「フラットパネルディスプレイ 2005<実務編>」、日経 BP 社、2004.12.28

日経マイクロデバイス監修(2004c)、「フラットパネルディスプレイ 2005<技術編>」、日経 BP 社、2005.3.11

### (パイオニア技術情報誌)

川見伸、中村健二、脇本健夫、宮口敏、渡辺輝一(2000)、「燐光材料を用いた有機 EL 素子の長寿命化の可能性」、『PIONEER R&D』VOL.11 No.1、pp13-20

宮口敏、脇本健夫、舟木淳、福田善教、久保田広文、大下勇、渡辺 輝一(2000)、「有機 EL フルカラーディスプレイの開発」、『PIONEER R&D』VOL.11 No.1、pp21-28

越智英夫、坂本強、石塚真一、土田正美(2000)、「有機 EL フルカラーモジュール駆動システムの開発」、『PIONEER R&D』VOL.11 No.1、pp29-36

杉本晃、吉田綾子、宮寺敏之(2002)、「有機 EL フィルムディスプレイの開発」、『PIONEER R&D』VOL.11 No.3、pp48-56

原澤直希(2002)、「フィルム有機 EL の用途開発」、『PIONEER R&D』VOL.11 No.3、pp56-61

加藤敬(2003)、「有機 EL ディスプレイの開発状況」、『PIONEER R&D』VOL.13 No.2、pp36-44

長島貴、山田秀夫、花岡実、市川努、石田毅、小田啓二(2003)、「フィルム有機 EL 生産化のための要素技術開発」、『PIONEER R&D』VOL.13 No.3、pp65-73

武藤守男(2003)、「部門紹介-生産技術センター」、『PIONEER R&D』VOL.13 No.3、pp83-86

宮口敏(2004)、「総合研究所紹介」、『PIONEER R&D』VOL.14 No.1、pp89-102

### (雑誌類)

『日経マイクロデバイス』2000.3、pp116-120、「液晶対抗へ有機 EL が参入、注目集まる携帯電話パネル」

- 『日経マイクロデバイス』2001.4、pp86-104、「特集：ディスプレイに見る戦国時代、ケータイはPCほど単純ではない」
- 『日経マイクロデバイス』2001.6、pp105-112、「有機ELの技術戦略：市場拡大に向け大型化に挑む」
- 『日経マイクロデバイス』2001.7、pp86-91、「有機ELに電子ペーパー、巨大市場へ挑戦」
- 『日経マイクロデバイス』2003.11、pp137-147、「大型と中小型の2大バトル、液晶 vs.PDP、液晶 vs.有機EL」
- 『日経エレクトロニクス』2000.3.13、pp55-62、「ケータイに照準定め立ち上がる有機EL」
- 『日経エレクトロニクス』2001.7.30、pp63-70、「有機ELがついに果たし状、液晶パネルに追いつき、抜き去る」
- 『日経エレクトロニクス』2003.12.8、pp57-64、「モバイル機器をテレビに、小型パネルも美しさを競う」
- 『日経ビジネス』2001.9.17、pp53-56、「東北パイオニア、技術力武器に地元密着、“親離れ”着々」

## 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
------------	--------------	---	------------