

〔ケース研究〕

機能性化学産業における新規事業開発と 事業構造転換 新日鐵化学の事例

桑嶋 健一

筑波大学大学院ビジネス科学研究科

E-mail: kuwa@gssm.otsuka.tsukuba.ac.jp

要約：本稿では、日本が高い国際競争力を持つ機能性化学産業で活躍する企業として新日鐵化学を取り上げ、その事業展開プロセスを分析する。新日鐵化学は、石炭化学から始まり、石油化学、電子材料（機能性化学）と、時代と共に新たな事業を創出することで石炭化学企業から機能性化学企業へと事業構造を変化させてきた。一見、石炭・石油化学とは離れた“飛び地”に見える電子材料事業も、実は新日鐵化学が長年培ってきた芳香族化学をベースに創出された事業である。コア技術を基礎としたマネジメントやビジネスモデルの構築が、新規事業開発と事業構造転換の成功に繋がったことが明らかにされる。

キーワード：機能性化学産業、新規事業開発、新製品開発

はじめに¹

近年、日本が国際競争力をもつ製品群として注目されているもののひとつに機能性化学品がある。機能性化学品とは、「化学技術に基盤をおいた物質・材料の強みを発揮することによりユーザー産業にソリューションを提供する製品」であり、「特定の製品機能をピンポイント（高精度）で実現する化学製品」でもある（藤本、桑嶋，2002；機能性化学産業研究会，2002）。半導体製造材料や液晶ディスプレイ材料などがその典型であるが、前者は約2兆4000

¹ 本稿は2005年12月1日および2006年3月6日に行われた新日鐵化学株式会社 安永博氏（取締役）、徳光明氏（技術開発本部・電子材料研究所長）、辻邦博氏（総務部部長）、石井秀雄氏（総務部主事）に対するインタビューを基礎に構成している。

億円の世界市場の約 70%を日系企業が占め、後者でも約 9000 億円の世界市場のうち日系企業が約 70%のシェアを占める。²

ここで興味深いのは、これら国際競争力を誇る機能性化学品を扱う企業の多くが、古くから機能性化学事業を行っていたわけではない点である。現在、機能性化学分野で活躍している企業には、伝統的な石油化学を中心事業としていた企業が多く含まれる。それが、新規事業開発に伴う事業構造転換を経て、機能性化学を中核とした企業へと発展してきたのである。

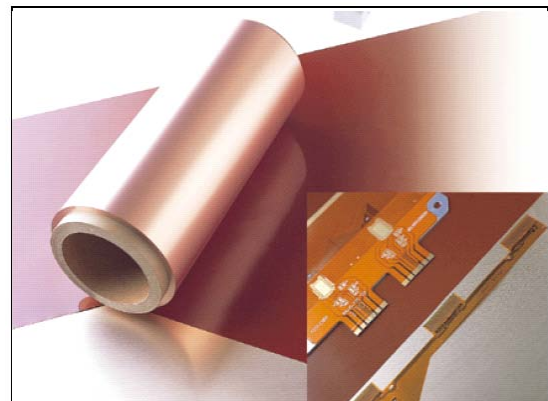
本稿では、そうした事業構造転換に成功した企業として新日鐵化学株式会社（以下、新日鐵化学と略）を取り上げ、その事業転換プロセスを分析する。新日鐵化学は、もともと石炭化学企業としてスタートしたが、その後第 2 の事業軸として石油化学事業を創出。さらに近年では、機能性化学品の一分野である電子材料事業を立ち上げ、時代と共に主要事業の軸足を巧みに変化させてきた。2005 年現在、同社の売上高は約 2000 億円（単独）であるが、³ 事業ドメインは以下の 3 領域から構成されている。

- (1) コールケミカル（石炭化学）事業
- (2) 化学品事業
- (3) 電子材料事業

これら 3 領域を、売上高比率で見れば、コールケミカル事業、化学品事業がそれぞれ 4 割弱、電子材料事業が 1 割強、その他が 1 割程度である。しかし、利益で見れば、電子材料事業は既に同社の中核事業のひとつと位置づけられ、2006 年度計画では、経常利益 210 億円の約 4 分の 1（約 50 億円）を稼ぎだす見通しとなっている。その電子材料事業の中核製品が、同事業創出の基礎となった、携帯電話やデジタルカメラ等のヒンジ部（折り畳み部分）で用いられるフレキシブル基盤用無接着剤銅張積層板（2 層 CCL）「エスパネックス」である（図 1）。

機能性化学事業は、その収益性の高さから、多くの化学企業が進出・展開を目指し

図 1 エスパネックスと加工例



出所) 新日鐵化学webページ
0H<http://www.nsc.co.jp/circuit/index.html>

² その他、携帯電話用カメラレンズ樹脂、高吸水性樹脂などでも日本が世界的に高いシェアを占めている（『経済産業新報』2005 年 1 月 5 日）。

³ 2004 年データ。

ている。しかし、石油化学を中心とした伝統的な事業構造から転換できない企業も数多くある。⁴ そうした中で、新日鐵化学はいかにして新規事業を創出し、事業構造を転換させてきたのか。そのプロセスと成功要因を探ることが本稿の目的である。

2. 石炭・石油化学事業中心の時代⁵

2.1. 石炭化学企業としてのスタート

新日鐵化学は、1956年に八幡製鐵株式会社の化工部門が独立して設立された八幡化学工業株式会社に起源がある。1970年、親会社である新日本製鐵株式会社の発足に伴い、商号を新日本製鐵化学工業株式会社に変更した。その後、1984年に日鐵化学工業株式会社との合併により新日鐵化学株式会社として発足している。⁶

設立当初の新日鐵化学は、石炭化学に基礎をおいた企業であった。製鉄業でコークスをつくる時にコークス炉から出るコールタール、粗軽油、コークス炉ガス(COG)などの副産物は、石炭化学品の有用な原料となる。これら鉄鋼副産物をいかに有効活用し、付加価値をつけるかが、八幡製鐵から独立した新日鐵化学のビジネスの基本的な考え方であった。

こうした考えに基づき、まず力を入れたのが、同社発展の基礎と位置づけられたタール、ベンゼン、セメント事業の確立である。1958年から59年にかけてタール蒸留設備、セメント製造設備、ベンゼン精製設備が相次いで建設された。さらに、タール留分から得られる無水フタル酸、アントラキノン、石炭酸などの2次製品へ進出し、またCOGの有効活用を図るためアンモニア合成設備なども整備された。

これら一連の設備投資と需要拡大によって売上は順調に伸び、1961年には設立時の2倍以上に達した。しかしながら、この時期、同社の設立とほぼ同時に台頭してきた石油化学品が、主力製品であるタール、ベンゼンなどと直接競合するようになった。また、貿易自由化により、輸入品とも競合するようになり、収益は1961年をピークに低下し始めた。

こうした成長の鈍化への対抗策として、COG有効利用の徹底が図られた。COGの有効成分としては水素、メタン、エチレンなどがあるが、このうち水素については、既にアンモニア合成に利用していた。それに続き、メタン留分からメタノール、エチレン留分からスチレンの生産が計画され、それぞれ1963年、1967年に設備が稼働し始めた。

⁴ むろん、全ての化学企業にとって機能性化学事業への進出や事業構造転換が必要な訳ではない。

⁵ 本節の記述はインタビューの他、新日鐵化学のwebページ <http://www.nssc.co.jp/>、社内資料等を基礎に構成している。

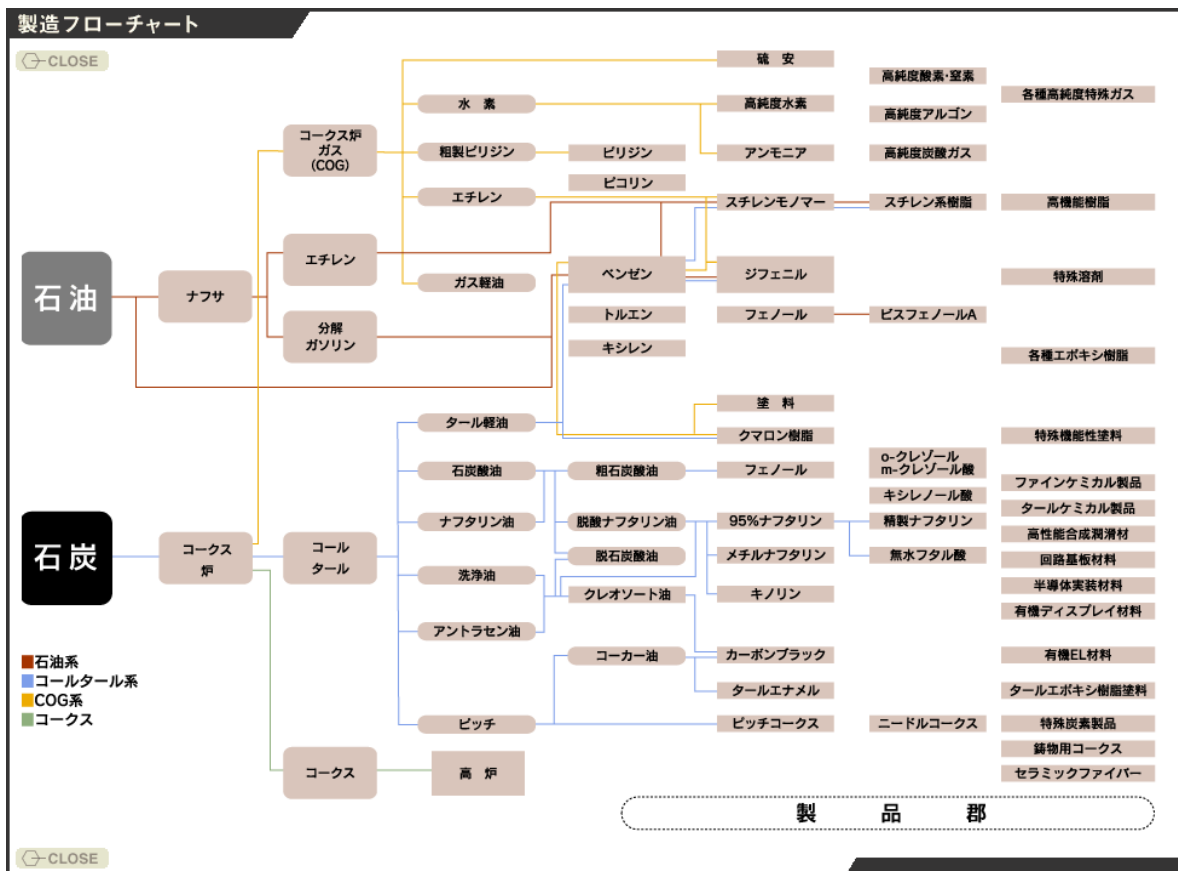
⁶ 以下では、八幡化学工業設立以降の事業展開を概観するが、便宜上、基本的に「新日鐵化学」の名称を使う。

2.2. 石油化学事業へ進出

こうして設立当初、石炭化学を中心に事業展開してきた新日鐵化学は、1960年代末、石油化学事業へと進出することになる。目的は、事業規模の拡大にあった。前項でみたように、石油化学や輸入品の台頭により一時業績が低迷したものの、製鉄業の副産物であるタール、粗軽油、COGの付加価値化は、事業として一定の成功を収め、1960年代後半には収益も向上していた。しかし、これら副産物に含まれる石油化学の主要原料（ベンゼン、トルエン、キシレン、エチレンなど）はその量がきわめて少ない。たとえば、COGに含まれるエチレンはわずか数%である。

従来、新日鐵化学では、その設立経緯もあって、鉄鋼業の副産物だけを利用してスチレンモノマー等の事業を展開していた。しかし、得られる原料があまりに少なく、製品を大量につくることはできなかった。エチレンやベンゼンなどの原材料を大量に確保し、何十万トンという事業を行うためには、石油化学コンビナートを手がける必要がある。そこで1969年、

図2 製造フローチャート



出所) 新日鐵化学webページ 1H<http://www.nssc.co.jp/item/chart.html>

大分石油化学コンビナートにある昭和電工のエチレンセンター⁷に進出し、ベンゼン工場を建設した。これが、同社の石油化学事業進出の第一歩である。⁸ これにより原料を潤沢に確保することが可能となり、事業規模の拡大と同時に、川下製品分野への展開も容易になったのである（図2）。

3. 電子材料事業への進出：「エスパネックス」の開発

3.1. バブル期の新規事業開発

こうして石炭化学から石油化学へと事業展開した新日鐵化学は、1980年代後半、設立時から蓄積してきた石炭化学・石油化学を基礎として、新たな事業へと進出する。それが電子材料事業である。上述したように、現在、新日鐵化学は、コールケミカル、化学品、電子材料の三つの事業領域から構成されているが、電子材料はそのなかで最も収益性が高く、今後の事業展開の重要な柱として位置づけられている。⁹

電子材料事業開発のきっかけとなったのは、1980年代、親会社である新日本製鐵によって提示された、多角化戦略を軸としたビジョンである。新日鐵グループ全体で売上高4兆円を目指すことを謳ったこのビジョンのなかで、新日鐵化学は、グループの中核化学企業として位置づけられ、売上高5000億円企業を目指すことになった。当時はバブル景気のまったただ中にあり、新日鐵グループに限らず、多くの企業で、積極的な多角化により事業拡大を追求する雰囲気があった。

新日鐵主導による事業拡大路線を受けて、新日鐵化学では、拡大経営会議が開かれ、新事業開発の具体案が議論された。新規事業を視野にいれた研究テーマとしては、当時注目されていたバイオや医薬品をはじめとして、機能性化学、機能建材、フェノール樹脂、複合材、特殊炭素製品など多様なものが検討された。電子材料事業は、こうした新規事業のタネの中から創出されたうちのひとつである。同事業創出の基礎となり、現在、中核製品となっているのが携帯電話やノートパソコン、デジタルカメラ、DVDプレーヤーなどに組み込まれるフレキシブルプリント基板（FPC：Flexible Printed Circuit）用の無接着剤銅張積層板（2層

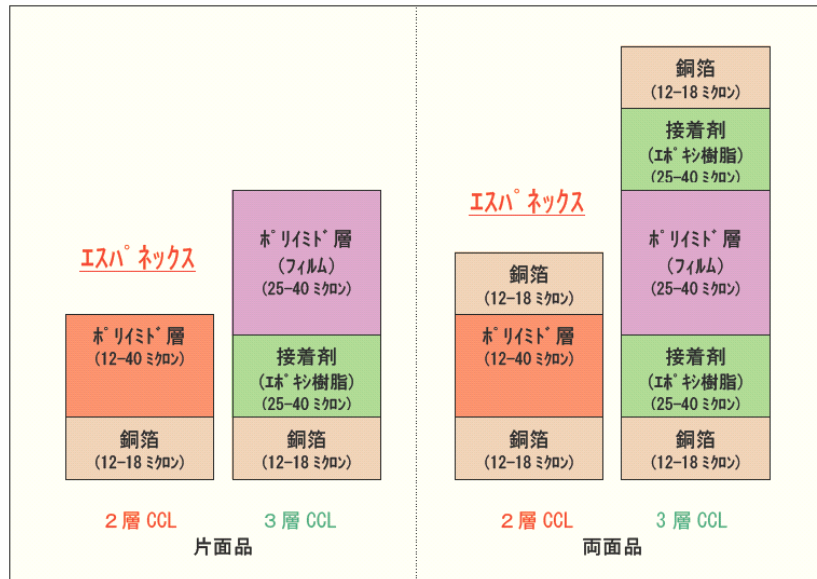
⁷ 複数の石油化学メーカーが連携する石油化学コンビナートにおいて、エチレンを各社に供給する大規模プラント、あるいはプラントを持つ企業のこと。日本では昭和電工の他に新日本石油、三井化学、三菱化学など十数社ある。

⁸ 石油化学への進出は、総合化学企業への発展を目指した長期計画（1967年4月発表の長期5ヵ年計画）のなかで策定され、建材部門（1967年4月堺工場稼働）、コークス部門（1968年君津コークス炉稼働）など複数分野への進出の一環として行われた。

⁹ 同社が2010年に向けて発表した「グランドデザイン」（2004年）によれば、将来的には、電子材料事業が同社利益の5割以上を稼ぎ出すことを目標とされている。

<http://www.nsc.co.jp/news/download/040910.pdf>

図3 CCLの断面構造



出所) 新日鐵化学社内資料

CCL (Copper Clad Laminate) 「エスパネックス」である。

「エスパネックス」は、従来のFPC用銅張積層板(CCL)が「銅箔(導体層)」と「ポリイミド樹脂(絶縁層)」とを、接着剤の「エポキシ樹脂」で貼り合わせた3層構造だったのに対し、ポリイミド樹脂前駆体を銅箔上に直接塗布し乾燥・硬化する製法(キャスト法)により、2層構造を実現した点に特徴がある(図3)。ポリイミドよりも特性的に劣るエポキシ接着剤をFPCの構造中から除くことにより、ポリイミド本来の優れた耐熱性、寸法安定性、接着信頼性、耐屈曲性を実現することが可能となった。また、従来品に比べて絶縁層の厚みをほぼ半減したことで、基板の薄型化も可能となった。こうした特長により、「エスパネックス」は、携帯電子機器や薄型ディスプレイ等の軽薄短小化、高機能化に大きく貢献している。

3.2. 2層 CCL (エスパネックス) の開発

(1) 研究開発段階

研究テーマの決定

上述のように、1980年代半ば、新日鐵化学にとっては新規事業創出・新製品開発が重要な経営課題のひとつであり、「スペシャリティ化(高機能化・脱汎用)」「高収益化」をキーワードとして多くの研究が実施された。2層CCL(「エスパネックス」)の研究は、このキー

ワードに則し、新日鐵化学が長年手がけてきた芳香族化合物¹⁰の高機能化として位置づけられた。

当時、新日鐵化学の樹脂事業としては、唯一ポリスチレンがあった。ポリスチレンは、スチレンモノマーを重合することで得られる。2.2 でみたように、1960年代末に新日鐵化学が大分のエチレンセンターに進出したのは、ポリスチレンの原料であるスチレンモノマーを確保するためであった。ポリスチレンはエチレンと比較すれば高機能品であったが、さらなる高機能化を目指したのが、「エスパネックス」の基盤技術となるポリイミドである。当時、ポリイミドは耐熱性や寸法安定性に優れた最高の樹脂であった。フレキシブルプリント基板（FPC）として航空・宇宙、軍事等の最先端機器のほか、カメラ、オーディオプレーヤーなどへの採用が始まっており、将来的には、民生・産業機器として大きな需要が見込まれていた。

ただし、収益性が高く、将来性も期待されたバイオや医薬品などと比較すれば、「エスパネックス」の研究は、目立たない、マイナーなテーマだった。テーマ決定自体も、トップダウンで行われたのではなく、もともとはボトムアップ的に提案されたものであった。当時は研究員が自由にテーマを提案・決定できる雰囲気があり、「脱汎用」という新規事業開発のキーワードにマッチしていたことから、技術・市場面での評価を踏まえ、テーマとして採用されたのである。

研究開発プロセス

「エスパネックス」(2層CCL)の研究は、1986年、北九州の技術研究所(現・総合研究所)の機能高分子材料研究グループで開始された。本プロジェクトの目標は、より高耐熱で、銅箔並の低い熱膨張係数を有するポリイミド樹脂を開発することであった。3.1 で見たように、当時、CCLの主流は、銅箔とポリイミドを接着剤で貼り合わせた3層構造(3層CCL)であった。それに対して2層CCLは、少数の文献や特許が知られている程度で、実用的な製品は世の中に存在しなかった。2層CCLの製造方法としては、スパッタ・メッキ法、ラミネート法、キャスト法などが提案されていたが、¹¹ 特性面と量産コスト面を考慮し、キャスト法が採用されることになった。但し、これを実現するためには技術的に大きな障壁を乗り越える必要があった。通常のポリイミドは、銅よりも熱膨張係数が大きいいため、キャスト法の熱硬化工程において、¹² 熱膨張差に起因するCCLの反り(カール)

¹⁰ 芳香族とは、炭素と水素からできている化学物質の中で、物質構造にベンゼン核(亀の甲)を持つ化合物のことをさす。

¹¹ 製造方法の詳細については3.3を参照。

¹² より正確には熱硬化後の降温時。

が発生し、回路基板として使い物にならない。この問題を解決するために、ポリイミドの熱膨張係数を完全に銅箔とマッチングさせる必要があったのである。

研究を開始して1年後の1987年には、目標とした熱膨張係数を有し、FPCとして要求される機械物性、寸法安定性を兼ね備えた低熱膨張ポリイミドの開発に成功した。しかし、本プロジェクトは、その後も多くの課題に直面することになる。反りのないCCLは出来たものの、銅箔をエッチング¹³すると、今度はフィルムが反ってしまった。また、銅箔との接着力(ピール強度)を安定して発現させるのも一筋縄ではいかなかった。銅箔の表面はメーカーによって組成が異なっており、全ての表面処理に対して接着力を発現させるのは容易ではなかったのである。結局、銅箔メーカーと共同でポリイミドと相性の良い表面処理を開発し、樹脂の面からも改良を行うことで、FPC用銅箔積層板としての特性バランスを満足する製品プロトタイプが完成した。そして1988年、木更津にパイロットプラントが建設されて試作品の提供がはじまり、同年、量産も開始された。

(2) 事業化段階

上述のように、研究開始時点では、目標とする2層CCLは既存の3層CCLよりも高額になるものの、精密性が要求される航空宇宙や軍事関係で需要があること、また民生用としても、製品の品質化・高機能化に伴い、2層CCLへ需要がシフトすると予想された。しかし、実際に販売を開始してみると、航空宇宙や軍事関係では一定の売り上げがあったものの、¹⁴ まもなくバブルが崩壊したこともあり、大きな需要には至らなかった。2層CCLは3層CCLに比べて性能面では数段高かったが、民生用では、ノートパソコン¹⁵ やビデオカメラ、¹⁶ 電子手帳・PDA(Personal Digital Assistants)など一部の先端電子機器で需要があっただけで、1990年代後半までは、事業としては年間数億円規模の赤字状態が続いたのである。

民生用で大きな需要(材料としての採用)に繋がらなかったのは、主に次のような理由による。当時、電子機器に対する大きな市場ニーズのひとつに、ダウンサイジングがあった。電子手帳やデジタルカメラなどは、そうしたニーズに応じた製品開発が行われていた。しかし、電子機器“材料”であるプリント基板は、ダウンサイジングだけでは、継続的に採用されることにはならなかった。電子機器は半導体、記憶媒体、液晶、バッテリーをはじめとした様々な部品から構成されるが、プリント基板は他部品の設計が終わってから最後に決められる。他部品である程度ダウンサイジングが達成できると、プリント基板までコストをかけ

¹³ 化学的に溶解除去すること。

¹⁴ 月当たり20m²、シートにして100枚~200枚程度であった。

¹⁵ ダイナブック(東芝)など。

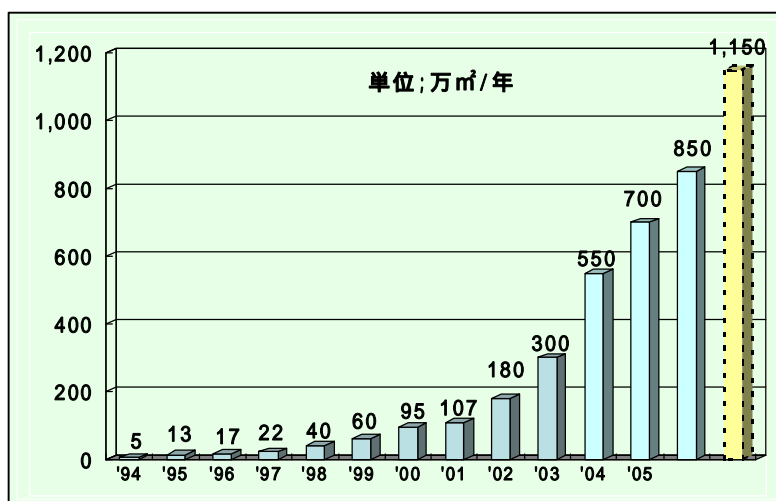
¹⁶ 液晶ビューカム(シャープ)など。

て無理に薄くする必要はない、という判断になる場合が多いのである。

現在、2層CCL(エスパネックス)が携帯電話で広く採用されている理由は、微細加工が可能で、かつ、薄くしなやかで折り曲げに強いという2層CCL固有の特性が評価されているためである。1990年代前半までは、部品を小さくする、配線を狭くする、といったニーズしかなかったため、プリント基板材料としての2層CCLは、ダウンサイジングのメリットしか評価されなかった。そして、ダウンサイジングだけというメリットに比べれば、値段が高かった。電子機器メーカーにとっては、無理に2層CCLを使わなくても、3層CCLや薄いリジッド基板など別の選択肢もあった。したがって、戦略モデルを出す際には多少コストがかかっても2層CCLを採用することもあったが、継続的な採用には繋がらなかったのである。

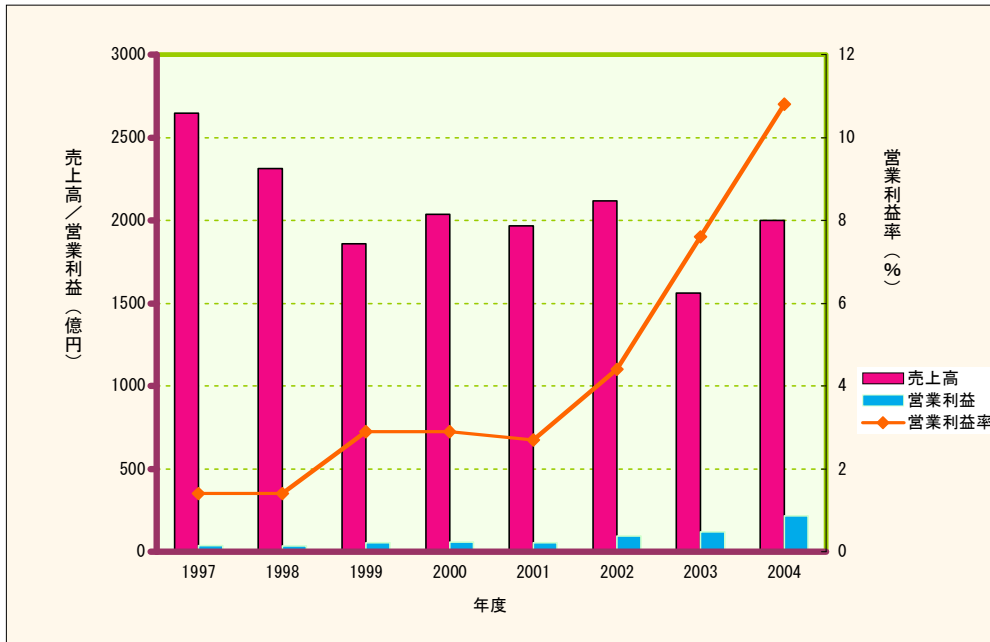
こうして、「エスパネックス」は、発売後10年ほどの間は、高機能を実現しながらも、大きな需要には結びつかなかった。転機が訪れたのは、1990年代後半の携帯電話の普及である。特にカラー液晶と折りたたみ型の普及が大きく影響した。携帯電話は、当初は白黒液晶だったが、1999年末にカラー液晶が登場したことにより、光の三原色(赤青緑)を使うだけでも扱う情報量が3倍に増えた。その後も、カメラ内蔵、インターネット接続機能、映像の動画化、高速通信化といった高機能化が進み、情報を伝える回路基板にいっそうの高密度化が求められるようになった。その一方で、2001年頃から折り畳み型が普及し始めた。携帯電話の登場初期は、パーティプをはじめ多様なスタイルがあったが、日本では二つ折りが

図4 エスパネックスの販売数量・生産能力の推移¹⁾



注) 2003年までが販売(出荷)実績、2004年以降が生産能力を指す。
出所) 新日鐵化学社内資料

図5 新日鐵化学の業績推移



出所) 新日鐵化学財務データより筆者作成

スタンダードとなったのである。

こうした変化に伴い、折り畳み部分(ヒンジ(hinge))をはじめ、液晶ドライバーLSIが搭載されるモジュール基板等にも、微細配線が形成できる、より信頼性の高い部品が要求されるようになった。2層CCLに対するニーズが高まったのである。その結果、「エスパネックス」の採用も進み、2005年度には売上高は200億円規模に達し、2層CCL市場の世界シェアの約60%を占めている(図4)。2004年現在の「エスパネックス」の用途は、携帯電話用ヒンジ多層基板(45%)、携帯電話用LCDドライバー(25%)、中大型LCDドライバー(8%)、PDPドライバー(3%)、その他(19%)となっている。¹⁷

こうした1990年代末からの「エスパネックス」販売量増加を基礎として、新日鐵化学の企業業績も向上している。バブル期の積極投資(多角化戦略)の影響で一時業績不振に陥った時期もあったが、2000年以降は安定した収益を実現し、2004年度の売上高は約2000億円、営業利益は約210億円となっている(図5)。

¹⁷ その他にも2層CCLの技術は、ハードディスクドライブ用サスペンション材料にも応用されている。図3で見たように、2層CCLはポリイミドに銅箔を張って生産されるが、両面CCLの片面に、銅箔の代わりにステンレス箔を張ればハードディスク材料となる。

4. 「エスパネックス」開発と新規事業創出の成功要因

以上のように、「エスパネックス」は、研究開発に着手してから 10 数年の年月を経て商業的な成功に繋がったが、新日鐵化学はいかにして「エスパネックス」事業を成功させたのだろうか。技術経営（MOT）の観点から分析すれば、新規事業創出の成功要因として以下の 6 点を指摘できる。

4.1. 粘り強い事業継続

第一は、本事業をねばり強く育てた点である。「エスパネックス」(2層CCL)の研究は 1986 年に開始され、製品の基本型は最初の 1~2 年でほぼ完成していたにもかかわらず、売り上げがほとんど無い状態が 10 年以上続いた。経営的視点から考えれば、通常、こうした事業や研究は中止される。実際、新日鐵化学以外にも 2 層CCL開発に取り組んでいた企業はあったが、¹⁸ FPC材料の主流が 3 層CCLから 2 層CCLへ容易に移行しない状況を見て、撤退していった企業もある。そうした中で、撤退せず、「いつか高性能の製品が必要とされる時代が来る」と信じて、ねばり強く事業に取り組んだことが最終的な成功につながった。

しかし、新日鐵化学でも、社内全体が一貫してそうした論調だった訳ではなかった。バブルが崩壊し経営改善が目標とされた 1990 年中盤には、毎年 SOB (strategy of business) 会議が開かれ、各事業を続けるか、止めるかという厳しい議論が行われた。そのなかで、いっこうに利益が出ない CCL 事業に対し、「撤退すべし」という意見が毎年のように出た。将来を展望する中期 (3 年) 計画策定の際にはさらに厳しい意見が出た。中期計画を策定する際には、次計画の柱となる事業は何か、伸びる事業・伸びない事業は何か、といった視点から各事業が精査される。いつも矢面に立つのは CCL 事業だったが、94 年 (H6 計画)、97 年 (H11 計画) の策定時には、非常に大きな議論となった。財務部門のトップが、『価格破壊が起きている中で、品質は良くてもこれだけ高価格の製品はビジネスとして成立しにくい』として CCL 事業の中止を強く主張したのである。

この時、CCL 事業をかばったのが、当時の技術部門のトップであった。『長いトレンドで見れば高機能化が進んでおり、必ず高機能品の時代がくる。実際、航空・宇宙や軍事関係、先端製品であるノートパソコンやデジタルビデオカメラで採用された実績があり、知名度は十分にある。そうした時代がくれば勝てる。だから残したい』と CCL 事業の継続を訴えたのである。しかし、現実に 10 年近く赤字が続いている状況では、いくら将来性を訴えても、社内の納得は得られない。そこで、財務部門に対してどれだけ研究費を出せるかを確認し、

¹⁸ 当時 2 層 CCL に取り組んでいた企業としては日立化成、三井化学、宇部興産などがあった。

その予算内で研究費を収めることを約束した。¹⁹ そして、他の研究テーマを中止する代わりにCCLの研究・事業継続を主張し、社内の上承を得たのである。²⁰

こうした経緯があって、長年赤字が続いていたにも拘わらず、CCL 事業は継続されることになった。この決定に際しては、技術部門トップの果たした役割も大きかったが、その背後には、次のような事実と研究者たちの共通認識があった。

- 1) 研究開発していたモノが良かった。したがって、将来、必ず需要があると予想された。
- 2) 一部の顧客が（限定的ではあるものの）採用し、その評判が非常に良かった。また、事業の継続に対して複数顧客から強い要請があった。

研究部門が事業継続を判断し、社内を説得する上で特に重要な役割を果たしたのが 2) である。顧客業界（フレキシブルプリント基板業界）の最大手をはじめとした主要顧客が、新日鐵化学の 2 層CCLを高く評価し、『3 層CCLと同じ価格ならばいくらでも使う』と言っていた。上述したように、当時、携帯電子機器ではダウンサイジングが主たる差別化ポイントになりつつあったが、それはプリント基板サイズだけで実現されるわけではない。搭載する各種部品（液晶、バッテリーなど）サイズを考慮に入れ、モデル毎に最適なダウンサイジング手法が採られる。したがって、「エスパネックス」は戦略モデル初期には採用されたものの、機器メーカーが、より低コストの別なダウンサイジング手段に切り替えたことで、継続的に採用されない状況が長期に渡って続いていた。しかし、研究部門としては、製品に対して実際に顧客から高い評価を得ることで、2 層CCL固有の性能が要求される時代が来れば、必ず需要はあると確信できた。これが、長期間利益が出なかったにもかかわらず、事業継続させる大きな判断材料となった。²¹

こうした CCL 事業を中心とした経験をもとに、現在、新日鐵化学では、事業の go or no-go の判断基準の体系化を進めている。主たる評価ポイントは次の二つである。

¹⁹ この時期は、研究開発費が大幅に削減され、ピーク時（90 年代前半）の 3 割程度であった。新日鐵化学の研究開発費は全社負担の「探索テーマ」と事業部負担の「直下テーマ」とに分けられるが、収益が悪くなると先に削られるのは探索テーマである。通常だと 3 4 対 6 7 の比率であるところ、この時期は 1 対 9 ほどの比率であった。エスパネックスの研究は、こうした厳しい制約の下で続けられたことになる。

²⁰ ただし、当時は携帯電話のような大きなアプリケーション市場は見えていなかったため、どう見積もっても累損は平成 18 年になっても残る計算になった。そのため研究部門と財務部門の厳しいやりとりはその後も続いた。

²¹ 2 層 CCL 以外でも、新日鐵化学では、こうした判断基準にもとづいて「長期間粘って」成功した事例がいくつかある。たとえば、カルド樹脂による液晶ディスプレイ用カラーフィルタであるブラックマトリックスは、研究開始から 15 年ほどの期間を経て、事業化に成功している。

社内の技術評価

顧客の技術評価

このうち 社内評価は一般的に重要な基準であり、多くの企業でもこの視点から判断している。しかし、この基準のみだと、研究担当者は当然、自分の研究を「良い研究だ」と主張する。周りが「見込みが無いからやめろ」といっても納得しないケースも多い。それに対して は外部による評価なので客観性・説得性が高い。しかも新日鐵化学では、顧客なら誰でも良いというわけではなく、顧客業界の最有力企業が当該研究や製品をどう評価するかを重要な基準としている。評価におけるウェイトも よりも が高い。仮に社内で低評価を受けたとしても、どうしても研究を続けたい場合、一定期間内に有力顧客から評価を得られれば、²² 研究継続を認められる可能性が高いという。

一般にイノベーション・マネジメントでは、新製品開発や新規事業開発は「粘ることが重要」といわれる。しかしながらその一方で、「だらだら続けるのも良くない」といわれる。ポイントは「“go or no-go の判断” のタイミングと基準」である (桑嶋, 1999, 2006)。この点に関して、本事例では「顧客の評価」を重要な基準として go or no-go を判断したことが、最終的な事業の成功につながったと考えられる。

4.2. 主要顧客企業とのパートナーシップ

第二の要因は、顧客業界（フレキシブルプリント基板（FPC）業界）のリーダー格企業とパートナーシップを組んだことである。顧客業界の有力企業と密接な関係を持つことで、「エスパネックス」が業界のデファクト・スタンダードとなる可能性が高まった。また、最終組み立てメーカー（新日鐵化学から見ると“顧客（FPC 企業）の顧客”）からもたらされる新製品情報や新技術情報、ニーズ情報（たとえば液晶の画素をどの程度にするか、携帯を薄くするために折り曲げの厳しさをどれだけにするかなど）が、早い段階で伝えられた。それにより、新日鐵化学は他社に先駆けた対応が可能となったのである。

ただし、そうした密接なパートナーシップを組むためには、自社が顧客にとっての主要サプライヤーである必要がある。顧客企業は、自社の顧客（組み立てメーカー）から新たな要求が来た際、それに応えるために、最も開発力の高い企業（サプライヤー）に依頼・相談するからである。新日鐵化学は、1988年にCCL事業に参入した当初は、有力顧客にとっての主要サプライヤーではなかった。上位には3層CCL企業が存在し、3番手～4番手として参入

²² 具体的には共同研究のパートナーになるという確約を得ること。

したのである。²³ したがって、思うように情報が入ってこなかった。

1990年代初期は、一部FPCメーカーを除けば、2層CCLを持っていても、評価のテーブルに上ること自体、容易ではなかった。当時は、FPC用途の大部分については、3層CCLで組み立てメーカーの要求に応えることが可能であった。しかも、FPC業界の大手企業は、自社で3層CCLを作っていた。したがって、そもそも2層CCLを評価・採用するインセンティブはなかったのである。新日鐵化学の2層CCLを評価・採用しようとしたのは、軍事用・航空機用・産業用等の高付加価値FPC専門メーカー²⁴と、民生用FPCメーカーのなかでもリーダーとの差別化を目指す3番手以降の企業²⁵だけであった。

こうした状況が変わったのは、携帯電話の普及によって2層CCLの需要が増えてきた98年ごろである。微細な回路、折り曲げに特徴をもった回路にニーズが出てくると、FPCメーカーとしても2層CCL（エスパネックス）を使わざるをえなくなった。接着剤を使った3層CCLでは厚くなるし、屈曲性や寸法安定性が悪くなるからである。

ただし、新日鐵化学の「エスパネックス」が主要FPC企業に採用されたのは、単に携帯電話による需要という環境変化だけが理由ではない。長期にわたる地道な活動の積み重ねが影響していた。上述のように、「エスパネックス」は1990年代前半、ノートパソコン、デジタルビデオカメラ、電子手帳・PDAなど当時最先端の電子機器に採用された。日本では、これらの電子機器も携帯電話も、同じ家電メーカーが開発している。用途は違うが、90年代前半の「エスパネックス」の採用により、顧客はその製品の良さを十分認識していた。そして携帯電話が登場し、狭いところに微細なピッチを切るニーズが生じた時、信頼性のある回路として、真っ先に「エスパネックス」が採用されたのである。

4.3. “顧客の顧客” 戦略：「顧客システム」の下流企業への直接アプローチ

前項で見たように、事業立ち上げ当初、新日鐵化学はまず、顧客（FPC）業界の有力企業の主要サプライヤーになり、重要情報を収集することに努めた。しかし、新日鐵化学自身が2層CCL業界の主要企業になると、より効果的な製品開発や生産を行うために、FPCメーカーとのコミュニケーションだけでは情報が不足するようになった。

新日鐵化学の直接の顧客はFPCメーカーであるが、その先には液晶モジュール、PDP（Plasma Display Panel）モジュール、HDD（Hard Disk Drive）等のデバイスメーカー、さら

²³ 3層CCLの主要メーカー（外販メーカー）としてはニッカン工業や信越化学などがあつた。

²⁴ 信頼性の高い材料に徹底的にこだわり、高価格な材料でも積極的に購入した。ただし使用量は少なかった。

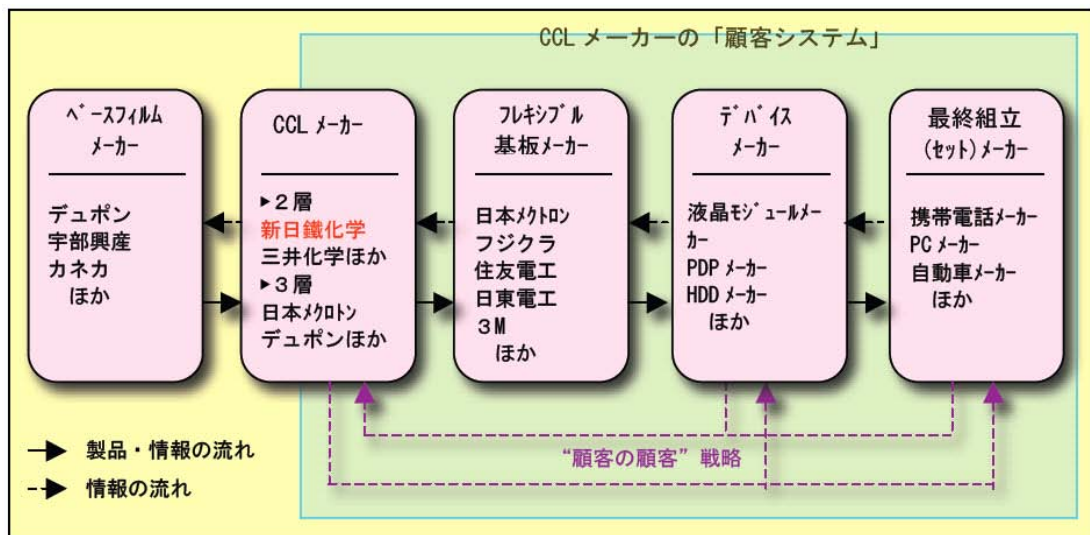
²⁵ 上位企業が採用した3層CCLで実現できないニッチ市場を狙い、戦略的かつ積極的に新技術（2層CCL）を採用した。価格にも敏感であつた。

機能性化学産業における新規事業開発と事業構造転換

にその先には携帯電話、PC等の電子機器メーカーや自動車メーカーなどの最終組立てメーカー(セットメーカー)、そしてその先に最終消費者、といった多段階の顧客が存在する(図6)。こうした多段階の顧客関係を「顧客システム」と呼ぶとすれば、顧客システムのより消費者に近いセットメーカーが発する新製品・新技術情報やニーズ情報は、新日鐵化学の製品開発においても重要な役割を果たす。通常、そうした情報は、デバイスメーカーやFPCメーカーを介して新日鐵化学にもたらされるが、間に企業が入ることで情報伝達が遅くなるし、仲介企業のフィルタもかかるため、正確な情報も把握しにくくなる。さらに生産面でも、FPCメーカーからの情報では、需要の予測が不正確になりやすい。デバイスメーカーやセットメーカーは基本的に複数購買しており、FPCメーカーそれぞれに同じ必要量をいつている可能性がある。その結果、重複が発生し、新日鐵化学が各FPCメーカーから得た需要の総和は、実際の需要の数倍に達する可能性もあるのである。

こうしたことから新日鐵化学では、2000年代初期から、目の前の顧客であるFPCメーカーを超えて、「顧客の顧客」(FPCメーカーの顧客)であるデバイスメーカーや、その先の顧客(デバイスメーカーの顧客)であるセットメーカーに直接アプローチし、情報収集するようになった。こうしたアプローチを「顧客の顧客」戦略と呼ぶが(桑嶋, 2004)、新日鐵化学では、営業担当者と研究者が同行して「顧客の顧客」と直接コミュニケーションをとることで、ニーズ情報や技術情報、需要量などをより早く、より正確に把握することが可能となり、

図6 フレキシブル基板業界のサプライチェーンと顧客システム



出所) 筆者作成

「エスパネックス」事業の継続的な成功に大きく貢献している。²⁶

4.4. 製造方法 とノウハウ

4.4.1. キャスティング法の選択

第四の要因は、2層 CCL の製造法に関わるものである。CCL の製造方法は、スパッタ法（スパッタ - メッキ法）、ラミネート法（熱可塑 PI ラミネート法）、キャスト法（キャスト法）の三つに大別されるが、そのなかでも寸法安定性、銅箔接着力の信頼性、電気特性、耐屈曲性などの点で優れているのが、新日鐵化学が採用しているキャスト法である（徳光，2001）。

スパッタ法とはポリイミドフィルムの最表面に、スパッタリング²⁷によりクロムまたはニッケル及び銅のシード層を一旦形成し、更に電気銅メッキにより導体層を形成する方法である。またラミネート法とは、熱可塑ポリイミド樹脂を介してポリイミドフィルムと銅箔を高温でラミネート（積層）²⁸する方法である。これら二つの製造法は、ポリイミドフィルムを原料としているためその優れた性能を享受できる。しかし、スパッタ法には接着力の長期信頼性の問題があり、ラミネート法には熱膨張係数の制御に難しさがあった。それに対してキャスト法は、低熱膨張ポリイミドの前駆体溶液を銅箔上に直接塗布した後、乾燥硬化させる方法であるが、ポリイミド樹脂の熱膨張係数を銅箔に適合させることで、接着力と寸法安定性の両方を実現することが可能である（表 1、図 7）。

表 1 2層 CCL の製法比較

	スパッタ法	ラミネート法	キャスト法
ポリイミド種の選択肢	各種フィルム選択可	自由度小	低熱膨張ポリイミド
ポリイミド厚み自由度	使用フィルム厚みに依存	使用フィルム厚みに依存	厚物製造に難
銅箔種の選択肢	自由度小	自由度大	自由度大
銅箔厚み自由度	自由度大	使用する銅箔に依存	使用する銅箔に依存
接着力	熱劣化大		
ファインパターン性			
寸法安定性			

出所) 徳光 (2001)

²⁶ 「“顧客の顧客” 戦略」は、他の機能性化学品の製品開発でも有効性が指摘されている（桑嶋，2005a）。

²⁷ スパッタリング（sputtering）とは、加速した高エネルギーの原子やイオンをターゲットの表面に衝突させ、ターゲット表面の原子・分子を外へはじき飛ばすことで成膜することをさす。

図7 2層CCLの代表的製造法

	製造方法	断面構造
スパッタ法	<p>冷却ロール 真空槽 ターゲット ポリイミドフィルム</p>	<p>電析銅部 シースメタル ポリイミドフィルム</p>
ラミネート法	<p>ポリイミドワニス ロール コーター 加熱炉 銅 ポリイミドフィルム ロール</p>	<p>銅箔 ポリイミド接着剤 ポリイミドフィルム</p>
キャストイング法	<p>ポリイミド前駆体ワニス 加熱炉 銅</p>	<p>銅箔 ポリイミドフィルム</p>

出所) 新日鐵化学社内資料

新日鐵化学では、2層CCLの研究開始当初の1986年にキャストイング法を採用した。複数の製法のなかでキャストイング法を選択した理由は、この製法により、新日鐵化学が長年蓄積してきた技術を有効活用した戦略(ビジネスモデル)を実現できると考えたことにある。²⁹ すなわち新日鐵化学は、2層CCL事業を展開するにあたり、既存のフィルム材料を買ってきて貼り付けるのではなく、原料から一貫して作ろうと考えた。新日鐵化学は、長年培ってきた芳香族化学を活用することで、ポリイミドの基礎となるジアミンの合成から取り組むことができた。上流の材料段階から取り組むことで、2層CCLにより適合したポリイミドを設計することが可能となり、また、用途にあったカスタマイズもしやすい。他に上流技術をもっている企業が少ないことから、こうしたビジネスモデルを展開することで、競争優位を構築できると考えたのである。

²⁸ ラミネート (laminated) とは、材料を貼り合わせて層にすることをさす。

²⁹ 他の2層CCLメーカーも、それぞれの保有技術を生かす製法を選択した。たとえば宇部興産はフィルム技術を保有していたため、それを生かせるラミネート法を採用している。

4.4.2. キャスティング法と特許

キャスト法という製法自体は、新日鐵化学のオリジナルではない。当時、CCLをキャスト法でつくるという特許は、新日鐵化学と同時期に他社も出していた。また、キャスト法に低膨張ポリイミドが必要だということも公知に近かった。³⁰

では、新日鐵化学の2層CCL製造(キャスト法)における独自性は何かというと、ひとつは、低膨張ポリイミドの原料であるジアミンの物質特許である。ポリイミドはジアミンと酸無水物を原料としているが、新日鐵化学ではジアミンの物質(構造)そのものを特許化している。そしてジアミンを特許化した上で、ポリイミドで特許化し、さらに銅箔に塗って硬化したCCLでも特許化するという3段階で特許を押さえている。これら材料に関わる特許に加えて、製造プロセスでも特許をとっている。こうして原材料から製造プロセスまで、基本特許から応用まで幅広く特許化することで、他社は新日鐵化学と同じ2層CCLは製造できなくなっている。

2006年現在、研究開発開始から長い期間が経過したことで、開発初期に取得した基本特許のほとんどは数年後には有効期限が切れる。ただし、周辺特許や応用特許を押さえていることから、すぐに競争上の問題が生じることはないという。さらに、現在の主力製品は、事業開始当初の製品とは化学構造が全く異なっている。新日鐵化学では、1988年の2層CCL事業開始当初から十数年に渡って同じ製品を提供してきた。しかし、1990年代末から急速に需要が伸びたのと同時に、顧客の要求も日進月歩で高くなっていった。それに対応するために、2002年に新しいポリイミド樹脂を用いたCCLグレードを市場投入し、現在では7割方はそちらに切り替わっている。³¹ 現行製品は、吸湿率や寸法安定性では従来品の約半分になり、耐熱性などの各種性能に関しても改善されている。

また、2層CCL製造における独自性としては、特許だけではなく、銅箔との密着方法をはじめとしたノウハウも大きい。このノウハウ蓄積により、仮に特許による保護がなくても、他社が新日鐵化学と同等の2層CCLを製造することは困難だという。実際、新日鐵化学自身も、「エスパネックス」の製造にかなりの苦労があった。『正直なところ、毎日が悪戦苦闘の連続です。製造プロセスそのものが何も手本となるものがなく、試行錯誤しながら生産しているようなものです』と「エスパネックス」の工場長が述べているように、³² 2層CCLが脚光を浴びて数年しか経っていないなかで、一気に、大量に、しかも高品質の製品を、という要求に応えるのは容易ではなかった。こうした経験を通して培ったノウハウは、実際に製

³⁰ 世界的にみれば、キャスト法で2層CCLを製造している企業は新日鐵化学以外にもいくつかある(2005年時点)。

³¹ 継続的に顧客の要求に応えるために、現在は次世代、次々世代品の研究開発に取り組んでいる。

³² *Nippon Steel Monthly* (2004), 143, p. 7.

造に携わること、すなわちラーニング・バイ・ドゥーイング (learning by doing) でしか獲得できない。これが新日鐵化学にとって、後発企業に対する大きな参入 (模倣) 障壁を形成していると考えられる。³³

4.5. 価格戦略

第五の要因は、戦略的な価格設定である。上述のように、2層CCL事業は10年近く赤字の状態が続いた。この期間でも、CCL自体に対する需要は存在しており、3層CCL並に価格を落とせば販売が伸びることは分かっていた。しかし、新日鐵化学では、戦略的視点から価格を下げなかった。³⁴

当時、価格戦略を考えたのは事業部である。事業部では、『今価格を下げれば、ある一定の数量はいく。しかし、今の世の中では、価格を落としても数量はある程度しか増えない。「エスパネックス」の販売が伸びないのは価格が問題なのではなく、世の中が2層CCLの機能をまだ要求していないからだ。価格を落とせば現時点ではある程度売れても、“その時代”が来たときにビジネスとして成り立たなくなる』と判断したのである。もし、一時の需要を目指して価格を下げていたら、今日のように大きな売り上げにはならなかった可能性もあり、価格戦略は「エスパネックス」事業の成功において重要な意味を持っていたと考えられる。

4.6. シナジー効果

以上の五つの要因に加えて、間接的にはあるが、「エスパネックス」事業の成功に貢献したと考えられる要因が、既存事業とのシナジーである。第2節、第3節で見たように、新日鐵化学は、石炭化学 石油化学 電子材料 (エスパネックス) と事業軸を展開しながら成長・発展してきたが、その背後では、石炭化学を基礎とした技術蓄積が大きく寄与していた。

「エスパネックス」自体も、石炭・石油化学の技術蓄積を活用することで新製品開発の成功につながった。その意味では、新日鐵化学が古くから手がけてきた伝統的化学事業 (石炭・石油事業) と電子材料事業の間には、製品開発に関してはシナジー効果があったといえる。

ただし、一旦新製品・新規事業を開発した後では、これら三つの事業間でのシナジー効果はほとんど発揮されていない。製造に関する関連性は低いのである。図2で見たように、新日鐵化学は石炭化学の最上流にあたるタールから扱っている垂直統合企業である。そして「エスパネックス」は、タールの川下物質を原材料としている。この点からすれば、タール

³³ 製造に関わるノウハウによる参入 (模倣) 障壁形成は、他の機能性化学製品でも見られる (桑嶋, 2005a, 2005b)

³⁴ 当時、「エスパネックス」は、3層CCLに対する性能差、付加価値の観点から、倍程度の価格に設定されていた。

から得られる原料を活用し、コスト面でのメリットも享受できそうだが、新日鐵化学は「エスパネックス」の原材料の多くを外部から購入しており、垂直統合企業のメリットや石炭・石油化学事業とのシナジー効果は発揮されていない。

「エスパネックス」の原材料を外部から購入している理由は、タールの分離コストと関係している。すなわち、タールは混合物であるため、分離しなければ原材料として使えない。「エスパネックス」の原料は、タールから分離してもわずか1パーセント程度しか取れないため、多大なコストがかかってしまう。それでも、新日鐵化学では、自社のタールにこだわった時期もあった。タール分離技術を持っていることから、垂直統合企業としてのメリット（原材料費の削減効果）をなんとか生かせないかと考えたのである。しかし、分離コストを考えると、原材料を外部から購入して合成した方が安いことがわかった。こうした判断は、石炭・石油化学に関する技術・知識の蓄積があり、分離・合成コストを知り得たからこそ可能なことであった。その意味では、石炭・石油化学事業と電子材料事業との間に製造に関する直接のシナジーは無いものの、「原材料の make or buy の判断」に基づき原材料費の削減を実現した点というので、間接的にシナジー効果が発揮されたとも考えられる。

5. おわりに

本稿では、機能性化学産業において高い国際競争力を発揮している企業として新日鐵化学を取り上げ、その事業展開プロセスについて検討した。新日鐵化学は、石炭化学から始まり、石油化学、電子材料（機能性化学）と、時代と共に新事業を創出し、軸足を移行させることで、石炭化学企業から機能性化学企業へと事業構造を変化させてきた。

現在、同社の大きな収益源となっている電子材料事業は、一見、既存の石炭・石油化学とは離れた“飛び地”技術であり、落下傘型の非関連型多角化を行ったようにも思える。しかし、「エスパネックス」(2層 CCL) を中核とした電子材料事業は、新日鐵化学が長年培ってきた芳香族化学の技術蓄積から創出された事業であり、同社はコア技術を基礎としたマネジメントやビジネスモデルの構築によって、事業構造の転換に成功したといえる。

参考文献

藤本隆宏, 桑嶋健一 (2002) 「機能性化学と 21 世紀のわが国製造業 アーキテクチャ論と製品開発論の視点から」機能性化学産業研究会編『機能性化学 価値提案型産業への挑戦』(pp. 87-143). 化学工業日報.

機能性化学産業における新規事業開発と事業構造転換

- 機能性化学産業研究会 編 (2002) 『機能性化学—価値提案型産業への挑戦』化学工業日報.
- 桑嶋健一 (1999) 「医薬品の研究開発プロセスにおける組織能力」『組織科学』33(2), 88-104.
- 桑嶋健一 (2004) 「新製品開発における“顧客の顧客”戦略」『研究 技術 計画』18(3-4), 165-175.
- 桑嶋健一 (2005a) 「液晶用光学補償フィルムの製品開発とビジネスモデル 富士写真フイルム「ワイドビュー・フィルム」」『赤門マネジメント・レビュー』4(7), 343-364.
<http://www.gbrc.jp/journal/amr/AMR4-7.html>
- 桑嶋健一 (2005b) 「光学用透明プラスチックの製品開発プロセスとマネジメント 日本ゼオン「ゼオネックス」」『赤門マネジメント・レビュー』4(9), 459-478. <http://www.gbrc.jp/journal/amr/AMR4-9.html>
- 桑嶋健一 (2006) 『不確実性のマネジメント 新薬創出のR&Dの「解」』日経BP社.
- 徳光明 (2001) 「ポリイミド材料の動向」『エレクトロニクス実装学会誌』4(2), 113-117.

赤門マネジメント・レビュー編集委員会

編集長 新宅 純二郎

編集委員 阿部 誠 粕谷 誠 高橋 伸夫 藤本 隆宏

編集担当 西田 麻希

赤門マネジメント・レビュー 6巻4号 2007年4月25日発行

編集 東京大学大学院経済学研究科 ABAS/AMR 編集委員会

発行 特定非営利活動法人グローバルビジネスリサーチセンター

理事長 高橋 伸夫

東京都千代田区丸の内

<http://www.gbrc.jp>