

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

MMRC-J-42

【ケース】

機能性化学の製品開発・顧客システム（４）
—富士写真フィルム「ワイドビュー・フィルム」—

筑波大学 大学院ビジネス科学研究科

東京大学 ものづくり経営研究センター

桑嶋健一

2005年5月



東京大学21世紀COE [整備型]
ものづくり経営研究センター

【ケース】

機能性化学の製品開発・顧客システム(4)
—富士写真フィルム「ワイドビュー・フィルム」—

筑波大学 大学院ビジネス科学研究科

東京大学 ものづくり経営研究センター

桑嶋健一

2005年5月

要旨

本稿では、機能性化学品の製品開発の成功事例のひとつとして、富士写真フィルムの液晶用光学補償フィルム「ワイドビュー・フィルム」を取り上げ、その製品開発マネジメントについて検討する。事例分析より、製品開発プロセスにおいては、的確なニーズ情報を収集するために「顧客の顧客」に直接アプローチしたことが重要だったこと。さらに、製品開発成功後に、「単一商品戦略」「製品開発情報提供の前倒し」といった“仕掛け”や“ビジネスモデル”を戦略的に構築し実施したことが、事業としての成功につながったことなどが明らかにされる。

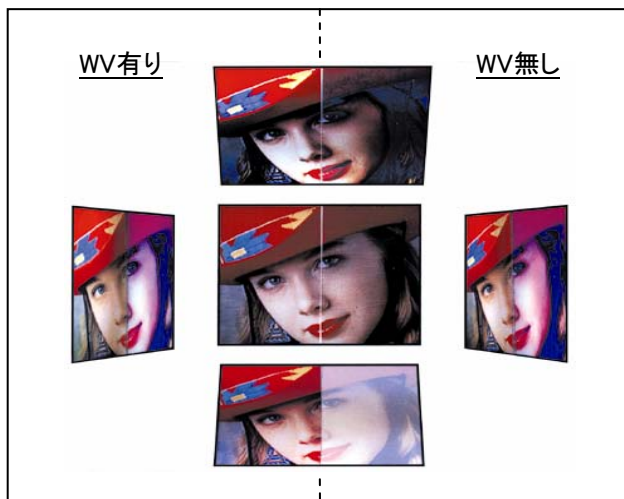
キーワード: 製品開発、機能性化学、“顧客の顧客”戦略

1. はじめに¹

「ワイドビュー・フィルム (Wide View film)」(以下、WVフィルム)は、富士写真フィルム株式会社(以下、富士フィルム)によって開発され、1995年12月に発売された液晶用光学補償フィルム²である。液晶ディスプレイ(LCD: Liquid Crystal Display)にはいくつかの方式があるが、TN(Twisted Nematic)モードを使ったTFT(Thin Film Transistor: 薄膜トランジスタ)液晶は、高画質、薄型、軽量、低消費電力という特徴を持つことから、ノートパソコン、パソコン用モニタ、携帯電話、テレビなどに幅広く使われている。しかし、TNモードを用いたTFT液晶の大きな問題点の一つとして視野角の狭さがある。TFT-LCDは、正面から見た画面はきれいだが、斜めから見ると白茶けたり(コントラスト低下)、奇妙な画面になったりして(階調反転)、見づらくなるという現象が生じるのである。この問題を解決するために、1990年代初頭から中頃にかけて、LCDメーカーを中心に多くの対応策が検討された。しかし、視野角はある程度改善されても、今度はそのためにLCD製造工程が増加するといった問題が生じ、十分な解決には至っていなかった。

それに対して富士フィルムは、従来の製品とは全く異なるコンセプトに基づいた光学補償フィルムの開発に成功した。それが「WVフィルム」である(図1)。WVフィルムは、LCDメーカーの製造工程を増やすことなく、容易に広視野角を得ることが可能であった。このためWVフィルムは、国内外のLCDメーカーのほぼ全社に採用され、2003年現在では年間売り上げ数百億円に達し、富士フィルムの主力製品のひとつとなっている。

図1. WVフィルムの視野角拡大効果



¹ 本ケースは、WVフィルムの開発責任者であった品川幸雄氏(富士フィルム株式会社R&D統括本部フェロー)に対しておこなわれたインタビュー調査(2004年11月15日、2005年1月24日)を基礎に構成している。

² 光学補償フィルムとは、観察する位置によって液晶ディスプレイ上に生じる液晶上の光学変化(画像・視野角の低下など)を改善し、視野角拡大や色味改善を図るフィルムの総称である。

2. WV フィルム開発の背景

2.1 富士フィルムの沿革³

富士フィルムは 1934 年、写真フィルム製造の国産工業化計画に基づき、大日本セルロイド株式会社（現ダイセル化学工業株式会社）の写真フィルム部の事業一切を分離継承して設立された。設立当初から手がけていた一般用写真フィルムや製版フィルムに加え、X-レイフィルム（1936 年）⁴、光学カメラ（1948 年）、印刷用刷版（1959 年）、磁気材料（1959 年）、電子写真（1960 年）、感圧紙（1963 年）、感熱紙（1982 年）と、技術開発・製品開発に取り組んできた。デジタル関連製品の開発に取り組み始めたのは、1975 年のデジタル方式 X 線撮影装置開発が最初である。この製品は、1983 年に富士コンピューテッドラジオグラフィ（FCR）として上市された。1982 年には CCD（Charge Coupled Device：荷電結合素子）の開発がスタートし⁵、1990 年代にはいって CCD システムやデジタルカメラを発売している。

製品分野としてみれば、WV フィルム自体はデジタル関連製品であるが、その背後にある基本技術は「ポリマーフィルムを製膜し、塗布でより高機能化する」という富士フィルムが古くから培ってきた技術の延長線上にある。すなわち富士フィルムでは、1934 年の設立以来一貫してフィルムの高機能化を行ってきたのであり、フィルムを作り、その上に塗るための材料開発を繰り返し行ってきたといえる。たとえば、圧力に反応する材料をフィルムに塗れば「感圧紙」になり、熱に反応する材料を塗れば「感熱紙」になる。そして WV フィルムも、タックフィルムの上にディスコティック液晶を塗布するという点からすれば、富士フィルムが得意としてきた技術を採用したものであると見なすことができるのである。ただし、以下で見ていくように、フィルムの高機能化技術が液晶ディスプレイの視野角の問題解決につながる事が分かったのは、広視野角研究の過程においてであり、当初は、そうした見通しは全く立っていなかった。

2.2 技術戦略

1990 年代初頭、富士フィルムでは、主力製品であった銀塩フィルムに斜陽の兆しはみられず、今後も市場が伸びると思われていた。しかし、「10 年か 15 年後にはデジタルカメラの時代になるのだから、将来を見据え、それに対応した製品を作らなければならない」という漠然とした問題意識が社内であり、各研究所では、デジタルカメラやデジタル画像機器の開発に取り組み始めた。

³ <http://www.fujifilm.co.jp/corporate/aboutus/history/index.html>.

⁴ 括弧内は上市年を指す。

⁵ これは、前年（1981 年）のソニーによる電子スチルカメラ「マビカ」の発表を受けてのものであった。当時は、テレビ用の画像がフィルムからビデオに急速に置き換えが進んだ時期であり、写真用フィルムでも同様に、フィルムから磁気媒体への移行が進むと騒がれ、業界では「マビカショック」と呼ばれた。

この取り組みの背景として、後にWVフィルムの開発プロジェクト⁶のリーダーとなる品川幸雄（当時・主任研究員）も参画して1987年に発足した「技術戦略策定会」がある。当時、銀塩写真フィルム市場は成熟市場であり、市場ニーズを把握することは比較的容易であった。さらに、富士フィルムは銀塩写真フィルム市場をリードする立場にあったことから、意識的に技術戦略を考える必要性は高くなかった。そんな状況のなかで、一部の中堅社員が、将来を見据えた技術戦略を考える必要があると考え、「勉強の場を作れないか」と人事部に相談した。相談を受けた人事部もその必要性を認め、研究所、生産技術部、製造部、人事部など複数部署から10人のメンバーを選出した。また、当時、社内には技術戦略についての専門知識が十分ないということで、一橋大学の伊丹敬之教授を指導講師として招き、技術戦略策定会をスタートさせたのである⁷。

技術戦略策定会では、まず、富士フィルム社内にある技術の洗い出しと整理を行われ、ついで、10年後を見据えてどんな技術開発が必要か、という視点から検討が重ねられた。そして3年後の1990年に、新しく3つの“コア技術”と2つの“ドメイン”が提案された。コア技術としては、

- (1) 他社に対する優位性
- (2) 将来への発展性
- (3) 他の技術分野への汎用性

の3つの評価軸から検討された結果、「機能性材料技術⁸」、「画像設計評価技術」、「光デバイス技術」の3つが選択された。また、コア技術をベースとした事業ドメインとしては、「イメージング分野」と「精密複合化学分野」が選択された（図2）。

当時、本提案は富士フィルム社内で正式にオーソライズされたものではなかったが、参加メンバーが関連する部署では、本提案に基づいて活動が進められた。そして後にWVフィルムの開発が行われる足柄研究所⁹（図3）でも、将来を見据えた研究テーマのひとつとして、有機合成技術と高分子組込み技術を生かしたデジタル関連製品の開発に取り組むことになったのである。

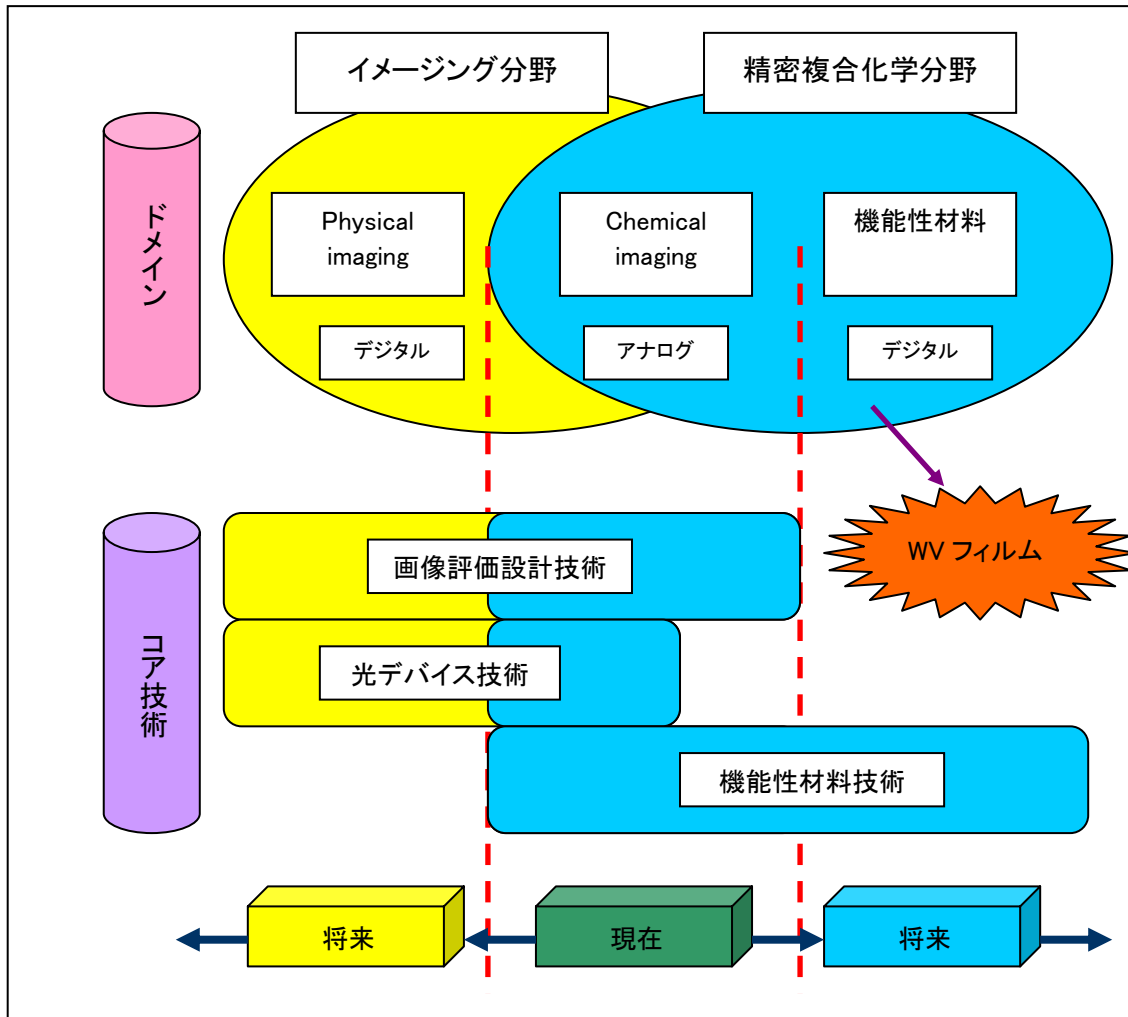
⁶ WVフィルムの製品開発プロジェクトは、富士フィルム社内では、最後まで正式にプロジェクト化されることはなかったが、本稿では便宜上、一般的な意味で「プロジェクト」と呼ぶ。

⁷ 発足2年目の1988年には北海道で合宿が行われた。この際、「徹底的に議論する」という意味のアイヌ語にちなんで、本勉強会は「チャレンジ」と呼ばれることになった。

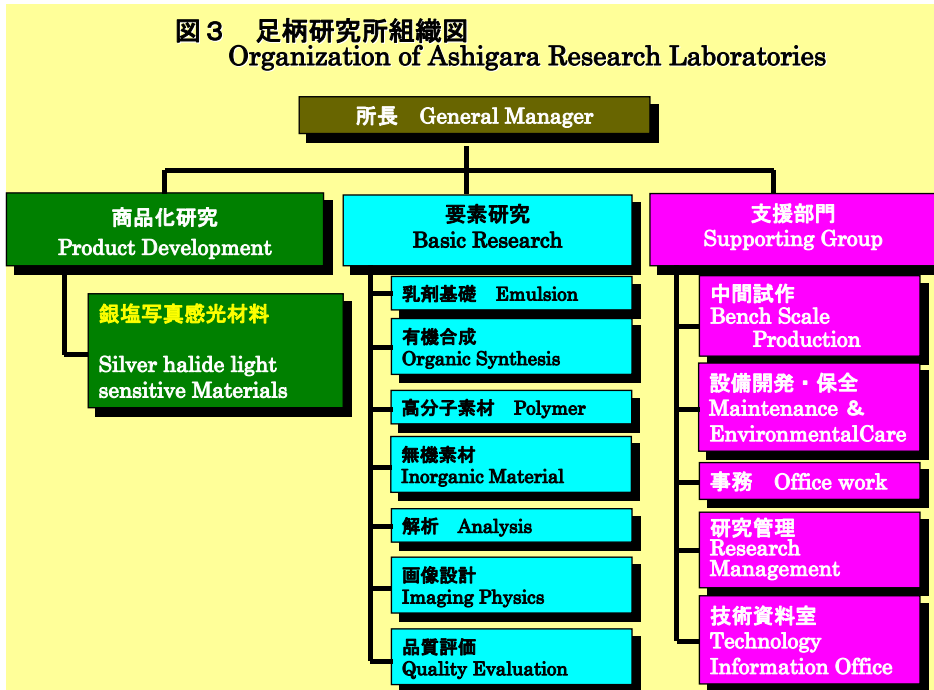
⁸ 合成、および合成した素材を材料として組み込む技術。

⁹ 同研究所は、研究所名に機能名ではなく地名がついている珍しい研究所であり、銀塩研究の総本山であった。

図 2. 技術戦略策定会が 1990 年に提案した富士フィルムの「ドメイン」と「コア技術」



(出所) 富士フィルム社内資料『チャランケレポート』



3. WV フィルムの製品開発プロセス

3.1 開発のきっかけ

3.1.1 STN-LCD 用フィルムの開発

足柄研究所で、デジタル関連研究の第一歩として取り組むことになったのが、STN-LCD の視野角拡大フィルムである¹⁰。直接のきっかけは、1987 年、大手電機メーカーS社の事業部から足柄研究所に対し、「STN-LCDをよく見えるようにするための素材として延伸ポリカーボネート¹¹を作りたい」という依頼があったことであった。この研究には高分子材料研究室が取り組むことになった。

従来、高分子材料研究室では、液晶ディスプレイ関係の研究を行っていなかったため、この時点では、S社から提示されたスペックとそれがもたらす機能の因果関係について十分理解していなかった。しかし、写真フィルム材料であるタックフィルム（CTA：セルローストリアセテート）¹²の溶液流延技術があれば、S社が指定したスペックの延伸ポリカーボネートをつくること自体は可能であった。そこで1988年、タック製造機をつかってSTN-LCD用

¹⁰ 1990年時点では、STN-LCDが液晶ディスプレイのメイン方式であり、後に主流となるTFT-LCDはまだ5インチサイズがやっと商品化された立ち上がり段階であった。

¹¹ ポリカーボネートのフィルムを一方に伸ばした素材。

¹² タックフィルムは、もともと写真フィルムの支持体として1950年代に開発され『フジタック』として発売された。その透明性と表面平滑性から、近年は、液晶表示の偏光板保護フィルムとして活用されている。ちなみに「タック」はもともとは富士フィルムの製品名称であったが、その後一般名詞化し、現在では他社でも「タック」として販売されている。

の延伸ポリカーボネート（延伸PC）を製造し、販売を開始した。

当時、STN-LCDは視野角が狭く、ディスプレイを斜めから見ると鮮明に見えなかったり、また、画面全体が常に黄色や青色を帯びているという問題があった。それに対して、当該延伸PCを使うことで画面が完全なニュートラル・グレーになるということで、市場で高い評価を受け、発売2年目の1989年には約10億円を売りあげた。

しかしながら1989年、偏光板市場のトップメーカーである日東電工が「三次元ポリカーボネート」と呼ばれるより高性能の延伸PCを開発したと発表した。三次元ポリカーボネートは、厚み方向も含む三次元方向すべての屈折率を制御したものであり、富士フイルムの延伸PCよりも明らかに高い性能をもっていた。このため、富士フイルムの延伸PCの売り上げは、翌年には1億円程度に激減することとなった。

こうした状況下で、1989年に高分子材料研究室長に就任した品川は、当時社長であった大西實から「自分たちが何を作っているのかわかっているのか」としかられたという。実際、この時点では、単にLCDメーカーから提示されたスペックを満たすものを供給していただけで、自分たちの製品を使うことでなぜ液晶ディスプレイでニュートラル・グレーが実現されるのか、といったことについては十分に理解できていなかったのである。高分子材料研究室では、この事をきっかけとして初めて「光学要素としてLCDとは何か」ということを真剣に考え、研究に取り組むことになった。

本格的に研究を開始して2年ほどたった1992年、日東電工の三次元ポリカーボネートと同様の性能をもつ製品を開発することに成功した。しかし、サンプルをもって世界十数社のLCDメーカーを回ったが、先行品に対する優位性がないということでどの企業からも採用されなかった。

3.1.2 WV フィルム開発のヒントをつかむ

こうして、STN-LCD用延伸PCの開発は、事業としてはうまくいかなかった。しかしながら、STN-LCD用フィルムのサンプルをもってLCDメーカーを回っていた際に、品川らは、WVフィルム開発のきっかけとなる貴重な情報に遭遇することになる。

それは、ある中堅LCDメーカーを訪問したときのことであった。会議が終了した後、品川は、その企業の若手研究者から「品川さん、もうこんな研究はやめた方がよいですよ」と声をかけられた。その若手研究者によれば、STNの時代はもう5年ぐらいで終わり、TN-TFTの時代になる。TN-TFTはSTNよりも画質がよく視野角も遙かに広いが、TFTがブラウン管に取って代わるためには、さらに視野角が広がることが最大の条件である。どうせ研究するのなら、これから主流になるTFTの視野角拡大をやった方がよいのではないか、というの

がその若手研究者の意見であった。

このアドバイス聞いて納得した品川は、既に STN-LCD の研究に数千万円の投資をした後であったが、STN 用延伸 PC の販売をあきらめ、研究も中止して、TN-TFT へと研究ターゲットを変更することにした。この若手研究者の意見は、WV フィルム開発の成功において決定的に重要なポイントの一つであった。

3.2 研究段階

3.2.1 テーマ設定—TN-TFT 研究の開始—

以上の経緯から、1992 年 10 月、高分子材料研究室では、TN-TFT用の視野角拡大フィルムの研究に取り組むことになった。当時、高分子材料研究室のメンバーは 20 人ほどで、研究室長の品川の下に 2 つの研究グループがあった¹³。ひとつはAPS(Advanced Photo System)用のフィルムを研究するグループであり、もうひとつがLCD用材料を研究するグループである。後にWVフィルムへとつながるTN-TFT—LCD用視野角拡大フィルムの研究を担当したのは、より小規模な後者の研究グループであり、当初は物理 2 人、化学 3 人、高分子化学 3 人の 8 人体制で研究がスタートした。

上述のように、当時は銀塩写真が全盛の時代であったが、銀塩写真関連の中心的な研究は、ハロゲン化銀粒子をつくり、そこに増感剤をいれて写真の画そのものの質を決めるための研究である。この観点からすれば、高分子材料研究室は、周辺材料を研究する役割にあたる。周辺材料の研究室であり、しかも写真研究部門から地理的にも離れていたことから、高分子材料研究室のメンバーは、自らの研究室を「辺境研究室」と呼んでいた。ただし、研究室メンバーは、「写真に直接役に立たない研究には意味がない」と思っていたのではなく、「いつかは高分子材料を中心とした新製品をつくるのだ」という意識があった。したがって、WV フィルムの研究が立ち上がり、高分子材料研究室が中心となって写真以外の新研究ができるということに対して、同研究室メンバーのモチベーションは大いに高まったという。また、成熟し高度化した感光材料の研究では、個人研究者は歯車的な研究を行うことになり、全体像は見えにくい。それに対して新材料（WVフィルム）の研究では、各自が全体を見ることが出来る。そうした面白さがあったことも、研究者のモチベーションを大いに高めた。

こうして、高分子材料研究室では高いモチベーションの中で研究が開始されたが、研究に着手して最初に問題となったのは、「そもそも、なぜ視野角により液晶画面の見え方が変わるのか」ということであった。TFT 液晶ディスプレイは、画面を斜めから見ると白くなった

¹³それぞれのグループには、グループリーダーがいて、室長の品川は両方の研究にコミットしながら全体の統括・管理を行っていた。

り、色付いたりする。こうした現象に対して、「なぜそうなるのか」「そこで何が起きているのか」ということから検討を開始した。

研究を進めていくうちに、その原因として、次のような仮説に到達した。それは、『液晶セル中の「棒状液晶」（研究チームではその形にちなんでこれを「ラグビーボール」と呼んでいた）に関連する光学異方性のために、ノーマリーホワイトモードの液晶の黒表示部分から光がもれ、コントラストが低下する』というものである。液晶画面は、正面から見た場合と斜めから見た場合とで同様に見えるためには、液晶表示の光学異方性がほぼ同じになっている必要がある。しかし、棒状液晶分子に様々な方向から光が衝突するために、見る角度によって光学的効果が変化してしまうのである。

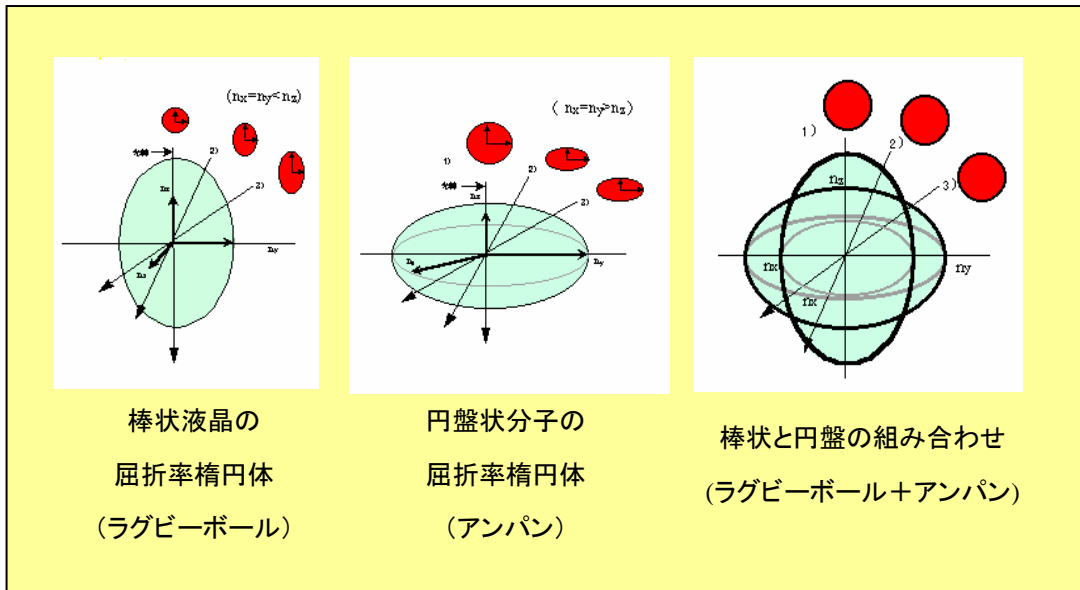
こうしたTFT-LCDの視野角問題に対して、1990年代初頭、LCDメーカーを中心に様々な取り組み行われていた。初期の代表的なアプローチとしては、TFT-LCDの画素（pixel¹⁴）を複数に分割し、液晶分子の配向方向を平均化する「配向分割法」があった。配向方向が異なる液晶層を設けることで、人間の目には、光学的に平均化された画像として見える。この方法は、視野角が全方向に均等に拡大しバランスがよいという特徴があったが、見る角度によりコントラストが低下するという問題があった。その他にも、電気回路として補償するアプローチや光散乱によるアプローチなどがあり、これらの基本アプローチを組み合わせることで、幾つかの代替アプローチが存在していた。しかし、これらの代替アプローチには、いずれも、十分な視野角が得られない、輝度やシャープネスが犠牲になるなどの問題があったり、LCDの製造工程が増えるというコスト・技術上の問題があり、決定的な解決法には至っていなかった。

これらの既存の代替アプローチを踏まえたうえで、高分子材料研究室では、シミュレーションにより様々なアプローチを検討した。その結果、視野角が変わっても、光学異方性を全体として相殺できれば、画質の劣化が無いことがわかった。そのための具体的な手法として、次のような方法が考えられた。それは『棒状液晶（ラグビーボール）と直交するように、棒状液晶と変化の方向が逆のものをつけることで、変化を小さく出来るのではないか』という仮説である。具体的には、「円盤状物質」（研究チームではその形にちなんでこれを「アンパン」と呼んでいた）をつければよいのではないかと考えられた。早速、シミュレーションにより確認すると、棒状液晶（ラグビーボール）の変化と逆方向に変化する円盤状物質（アンパン）を液晶セルの外側につけることによって光学異方性がなくなり、視野角が向上したのである（図4）¹⁵。

¹⁴ デジタル画像を構成する単位。

¹⁵ ただし、この時点では、今日広く使用されているレベルの視野角までには到達しなかった。

図4. 視野角拡大の予備的な原理

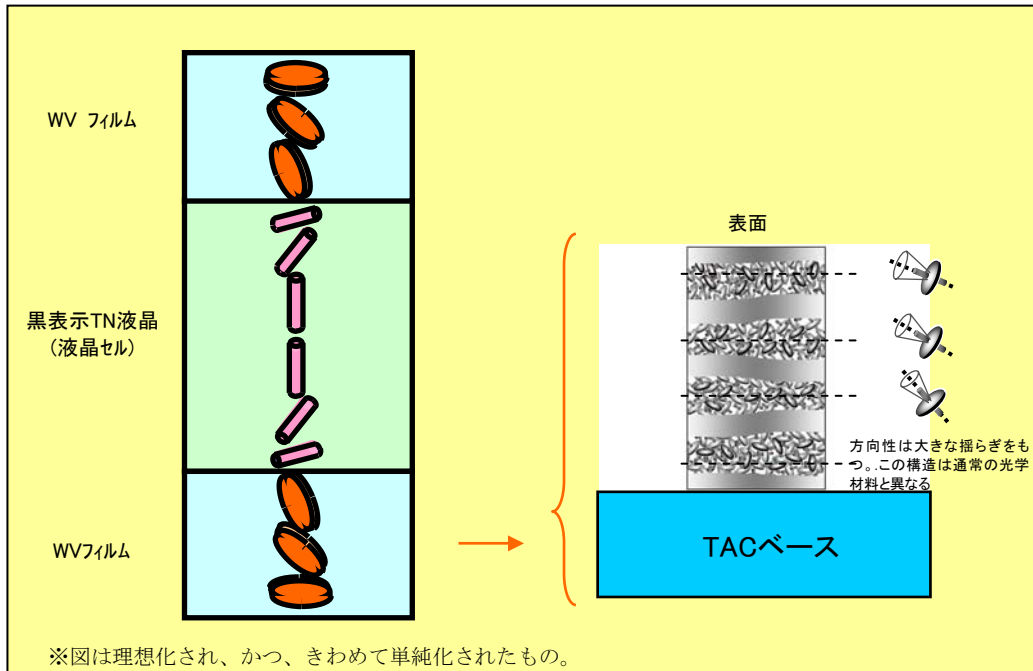


(出所) 富士フィルム社内資料

さらに研究を進めると、液晶セルの2枚のガラスに挟まれている棒状液晶（ラグビーボール）の傾きは全て一定ではなく、液晶セルの中で、配向軸（角度）が3度から90度までゆらぎをもって順次変化している、複雑な構造の「ハイブリッド配向」であることが明らかとなった。このことから、外付けするフィルムに入れる円盤状物質（アンパン）もハイブリッド配向にすることで、全体として、棒状液晶と分子レベルで鏡映関係となる理想的な光学補償ができると考えられた（図5）。

こうして、仮説的にはあったが、TN-TFT液晶の光学補償のために必要な材料の姿が明らかにされた。しかし、この段階では、「本当にこんなフィルムが作れるのか」というのが研究メンバーの正直な感想だったという。

図5. WV フィルムの光学補償原理



（出所）富士フィルム社内資料

3.2.2 製品・技術の外部評価 - C社との共同-

以上の考察によって、視野角拡大の可能性は明らかとなったが、実際にフィルムを開発できたとしても、そのフィルムを LCD に載せた場合の効果（実装効果）については、富士フィルム社内では評価することができなかった。そこで、実装効果については LCD メーカーに評価を依頼することになった。大手 LCD メーカー数社に対して、上記の考察結果を持って「こういう原理でやれば TFT の視野角が広がるのではないかと提案して回った結果、C社に依頼することが決まった。富士フィルムがフィルムをつくり、それをC社が評価するという分担で開発が行われることになったのである。

複数の LCD メーカーがあるなかで、C社が選択された理由として次の2つがあげられる。ひとつは、C社の材料評価技術の高さである。当時、LCD 自体に関しては、大手 LCD メーカーの評価能力はほぼ同等と考えられたが、材料に関しては、C社が一步抜き出していた。もうひとつは、C社の LCD 担当者の姿勢である。STN で失敗した際に回った十数社の LCD メーカーのなかに C社も入っていた。その時、C社の LCD 開発部門の担当者は、液晶ディスプレイの視野角問題に関して原理的・論理的な内容にまで立ち入った説明をした。メーカーによっては、「材料を評価したらこういう結果だった」ということで話が終わる場合も多かった中で、原理・原則にまでさかのぼって話をする態度やものを考える姿勢は他社とは明らかに異なっていた。C社の担当者と富士フィルム側の担当者であった品川は、面談の際、目

的である材料提供の話題の数倍以上の時間を業界動向や技術動向について議論し合ったこともしばしばあり、こうした研究者間の個人的なつながりも C 社を選択した理由となった。

3.2.3 研究所と LCD メーカーの直接コンタクト

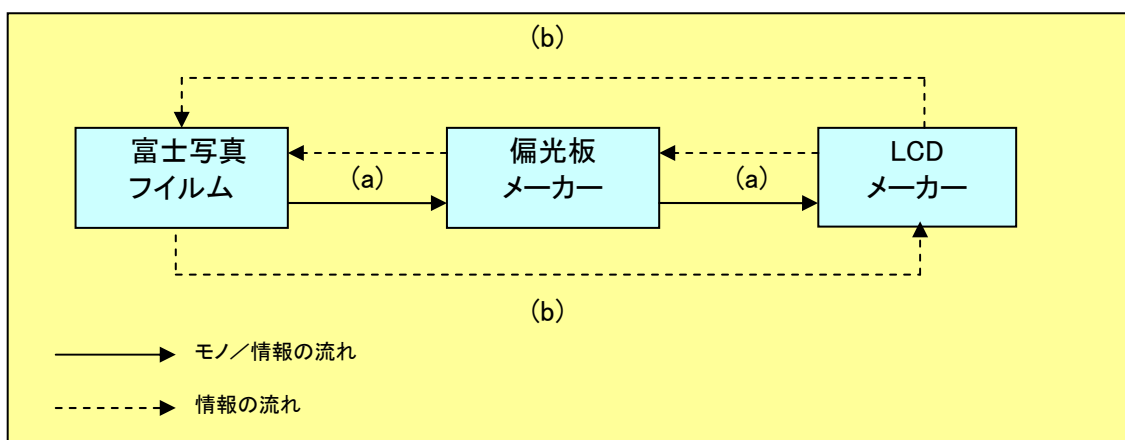
3.2.2 で検討した製品の実装評価を含めて、研究段階において LCD メーカーとコンタクトをとる際、直接の顧客である偏光板メーカーを経由せず、しかも営業も全く入れないで、研究所の研究者が直接コンタクトをとった点に本プロジェクトの大きな特徴がある。もともと富士フィルムの直接の顧客は偏光板メーカーであり、LCD メーカーはその先にいる顧客である。したがって、たとえば WV フィルム以前のタックフィルムの営業・販売プロセスでは、富士フィルムがつくったタックフィルムを偏光板メーカーに提供し、それを材料として偏光板メーカーが偏光板をつくり、LCD メーカーに提供していた。一方、ニーズ情報はこれとは逆の流れで、まず、LCD メーカーから偏光板メーカーに伝えられ、偏光板メーカーを経由して富士フィルムへと伝えられていた（図 6 (a)）。

しかし、そうした情報の流れでは LCD メーカーの持つニーズが「オブラートに包まれた状態」（品川氏）になり、満足のできる情報が得られなかった。途中で偏光板メーカーや営業担当者の“翻訳”が入るために、LCD メーカーの真のニーズや業界の動向について、研究者が正確に把握できなかつたのである。そこで研究所では、STN-LCD 用フィルムを本格的に手がけはじめた頃から、技術畑のルートで、自分たち作ったものを直接 LCD メーカーに持って行いき、情報収集を行うようになった（図 6 (b)）¹⁶。

この直接コンタクトの効果は大きく、たとえば、上述の WV フィルム開発のきっかけとなった LCD メーカーの若手担当者からの情報も、技術的内容を知っている研究者だったからこそキャッチできた情報であり、技術のことを知らない営業担当者であれば、見逃していた可能性が高かった。

¹⁶ このように、階層構造を形成する顧客企業との関係を考慮に入れて、自社の顧客の先にいる顧客に直接アプローチすることを桑嶋（2003）では「顧客の顧客」戦略と呼んでいる。

図6. 富士フィルムと顧客企業の関係



こうして、ディスプレイ用光学フィルム事業では、WVプロジェクト以降も、製品自体は従来通り偏光板メーカーを通してLCDメーカーに販売しているものの、技術的内容については、LCDメーカーと直接コンタクトをとるようにしている¹⁷。

3.2.4 ディスコティック液晶の開発

3.2.1 までの研究で光学補償の可能性が示唆されたのを受けて、次のステップとして、考察結果から有効であると予想された円盤状物質（アンパン）を開発し、目的とする配向を実現することが目標とされた。棒状液晶（ラグビーボール）を補償する円盤状の光学体を探索した結果、ポリカーボネートフィルムの圧延、アゾベンゼン化合物の偏光配向、ディスコティック化合物塗布の3つの方法が可能性として考えられた。

ディスコティック液晶（DLC：Discotic Liquid Crystal）は、1977年にインドの化学者チャンドラゼカル（S.Chandrasekhar）らが、円盤状の分子でも液晶性を持つということを発表したものである。当時、学問としては非常に興味を持たれたが、その用途は開発されていなかった。研究メンバーにとっては、ディスコティック液晶は未知の物質であり、どうなるか分からなかったが、塗布でいける事から富士フィルムのキー・テクノロジーに落とし込める可能性が高かった。そこで、第3の方法を本命として取り組んでみることになった¹⁸。

ディスプレイの中の棒状液晶は、隣同士の分子が規則的に並んでいる訳ではなく、一つの

¹⁷ さらに同事業部では、WVフィルムの経験を通して、技術に関してユーザー企業と直接話すことの重要性を認識したことから、営業自体にも第一線の研究者を投入するようになった。光学技術を理解している人間で「技術営業グループ」をつくり、通常の営業グループと2本立てで営業活動を行っている。

¹⁸ このディスコティック液晶の活用は、材料部門からの情報がきっかけとなったが、WVフィルム開発成功における重要なポイントのひとつとなった。

方向に対してのみ秩序をもっている。これをネマティック (Nematic) と呼ぶが¹⁹、棒状液晶がネマティックになっていることから、それを補償するためには、円盤状の物質 (ディスコティック) もネマティックになっている必要がある。この段階における技術上の最大の課題は、そうした状態 (ディスコティック・ネマティック) が、塗布層のなかできちんとできるかどうか、ということであった。合成部門による研究から、ディスコティック化合物の分子構造の親水性・疎水性をコントロールすることよりハイブリッド配向をコントロールできることがわかってきた²⁰。そこで研究メンバーは、目標とするハイブリッド配向を実現するためのディスコティック化合物・配向膜の分子設計に取り組んだ。単にハイブリッド配向を実現するだけでなく、耐熱性や耐久性を確保することも同時に要求されたが、数百の化合物を合成し、評価した結果、1994年には目標とする条件を満たす円盤状化合物の開発に成功した。

こうした研究プロセスを経て、目標とする機能を発揮するために必要なフィルムの構造が次第に明らかになってきた。すなわち、タックベースの上に配向膜を塗り、その上に、ディスコティック化合物を塗るという構造である (前出、図5参照)。ディスコティック液晶層の厚さは、液晶セル内の棒状液晶の光学異方性に合わせる必要があるが、1~2 μm の厚みで塗布することで、セル内の黒部分の棒状液晶分子を全て補償できる (すなわち棒状液晶による光学異方性変化を全て打ち消すことができる) ことが分かった。

3.3 開発段階²¹

3.3.1 研究所から製造へのスムーズな移行

以上の研究から WV フィルムの構造と光学補償原理が十分明らかになり、製品化の見通しがたったことから、1994年11月、品川は上田広造副社長 (当時) のところに報告にいった。するとその場で、「一週間後の経営戦略会議にかけるように」といわれた。一週間後の会議で社長承認を受け、実験塗布設備のために5000万円の投資が決定され、開発段階へと進むことになった。

1995年1月、実験塗布設備 (小幅塗布設備) の改造が終わり、C社に出すためのサンプル作りが開始された。5ヶ月後の1995年6月、C社提出用サンプルの試作に成功した。これは、当該製品カテゴリーとしては、かなり短期間でサンプル作成成功であった。短期間で

¹⁹より正確には、ネマティックとは、各分子の重心位置はバラバラだが方位的秩序が存在している状態、すなわち面の向きだけはそろっていて、あとは二次元的にはバラバラの状態をいう。コインを液晶分子に見立てた場合、階層的な平面にコインが載っていて (=面の向きはそろっている)、上から見ると重なって見える、という状態。

²⁰より近年の研究から、このハイブリッド配向は、各分子の傾斜角度が揺らぎをもちつつ、深さ方向で変化する構造であることが分かった。これは、フィルム中の重合した円盤状物質の方向分布が複雑であり、揺らぎをもった構造であることを意味している (Takahashi et.al, 2004)

²¹「開発段階」は、生産準備を伴う活動以降を指す。

機能性化学の製品開発・顧客システム（４）

サンプル作成に成功した背景には、製造部門や生産技術部門の協力があつた。通常、富士フィルムでは、研究から製造への移行の際の評価基準はかなり厳しい。これは、新しい材料を入れると製造プロセスにコンタミ（contamination）²²が生じるためである。しかし、当時の製造部門長はもともと足柄研究所に所属していたことから²³、新規テーマを大切に考える方をもっていた。さらに、専門が化学であつたことから、WVフィルムの研究内容についてもよく理解できた。その結果、全く新しいテーマであるWVフィルムの製造を引き受けてくれたのである。通常、新規材料が製造に移行する際には、安全性確認等で3ヶ月ほどが必要とされるところ、本ケースでは約3分の1の期間で製造テストを開始することができた。

同様に生産技術に関しても、当時は主力製品であつた感光材料の優先度がきわめて高く、そちらの研究でマンパワーが余つた場合に限り、新規テーマに人員が回されるのが一般的であつた。それに対して、当時、生産技術部の塗布部門の責任者であつた佐々木格は、次世代テーマの必要性を考慮し、ある一定のマンパワーを最初からWVプロジェクトに回すことを了承した。当時はまさに感光材料が右肩上がりの時代であり、製造や生産技術部門がそちらで手一杯だつたことを考えれば、将来を視野に入れ、新規テーマの重要性を理解する担当者がいなければ、WVフィルムの製造への移行は順調に進まなかつた可能性が高かつた。

3.3.2 有償サンプルの提供開始

評価サンプルを提供したところ、C社は、WVフィルムの視野角拡大性能に大いに興味をもち、社長を通して販売を依頼してきた。富士フィルムとしては、実験設備で作つたものを売るつもりは無く、また、社内の製造許可が取れる前に販売することに対して反対意見もあつたが、1995年8月、有償サンプル²⁴として販売を開始することとなつた。

有償サンプル提供のためには設備を拡大する必要があつたことから、1995年7月、小幅サンプルの製造化承認が取れていない段階であるにも拘わらず、広幅製造機改造設備投資が経営戦略会議で承認され、数億円の追加投資が決定された。その後も、異物、風ムラ、配向異常などの面状故障で問題が発生したが、1995年12月、小幅塗布機で社内製造化承認を取得することに成功した。

開発段階になると、本プロジェクトに関与するメンバーは研究部門（足柄研究所）十数人、製造部門十人前後、生産技術部門数人で、トータルでは30人ほどに達していた。

²² 異物の混入。

²³ 足柄研究所所属時は品川の上司であつた。

²⁴ 「有償サンプル」は、富士フィルム側としては当該製品をあくまでサンプルとして提供（販売）するのであり、正式製造品レベルの保証まではしないという意味。

3.3 事業化段階²⁵

3.3.1 単一商品戦略— WV フィルムのビジネスモデル

WV フィルムの販売が開始されたのは 1995 年 12 月である。販売の責任者は、東京本社産業材料部の平野健一部長（当時）であった。WV フィルムの販売のために品川と平野が多くの LCD メーカーを回ったところ、各社の TN-LCD の規格は微妙に異なっていた。具体的には、ディスプレイのギャップ厚み（＝2 枚のガラス間の厚み、数ミクロン）が会社によって異なっていた。ギャップ厚みが違えば、中に入っている棒状液晶の量も違う。棒状液晶の量が違うということは、外付けする WV のディスコティック化合物の量も変えなければならないことを意味した。C 社との共同で WV フィルムの標準的な規格は決めてあったが、N 社、M 社をはじめとした LCD メーカーからは「自社の規格にあわせてくれ」と要求があった。各社の要求に対応し、バリエーションを増やすことになれば、コスト増になり、事業としてうまくいかないと予想された。

この問題に対する解決策として考え出されたのが「単一商品戦略」である。これは、WV フィルムの規格を 1 つの標準品に限定し、各社の LCD の方を WV の規格にあわせてもらう、という戦略であった。この単一商品戦略を理解してもらうために、品川・平野は次のような論理で LCD メーカーを説得して回ったという。

『液晶産業を大切に思うのであれば、WV フィルムを 1 種類にさせて欲しい。液晶はまだ非常に小さい市場である。総需要で 4000 億円程度しか無いときに、十数社に対して十数種類の WV フィルムを作ったら、値段は絶対に下がらない。近い将来、LCD メーカーは、LCD メーカー同士戦うのではなく、ブラウン管メーカーと戦うはずである。だとすれば、WV フィルムが安くないと競争にならないのではないか。もし規格を 1 種類に限定すれば、スタート時点では多少高価でも、数年内には一定レベルまで価格を下げることができる。それが実現すれば、LCD がブラウン管に勝てる世界になる。』

こうした努力の結果、「単一商品戦略」は LCD 業界でも理解され、富士フィルムの規格に各 LCD メーカーの方が合わせることとなった。全 LCD メーカーに同一の WV フィルムが搭載されたことにより、WV フィルムは事実上の業界標準（デファクト・スタンダード）となったのである。

3.3.2 製品開発情報提供の前倒し

「単一商品戦略」に加えて、WV フィルムが業界標準を獲得できたもうひとつの理由として販売戦略があげられる。上述のように、当時、TN-TFT 液晶ディスプレイの視野角拡大の

²⁵ 製造化承認を受け、商業生産・販売を開始する段階。

機能性化学の製品開発・顧客システム（４）

ために、多くの LCD メーカーが「配向分割法」や「マルチドメイン法」など多様な研究を行っていた。実際に、そうしたアプローチに基づき LCD 製造設備投資を行おうとする企業も出てきた。LCD 製造設備には数百億円単位の投資が必要とされることから、一度投資が行われれば、後から富士フイルムがより優れた視野角をもたらす製品を出したとしても、採用される可能性は低くなる。したがって富士フイルムとしては、LCD メーカーが他の視野角拡大アプローチに投資する前に、WV フィルムの存在を知らせる必要があった。これは、本来ならば必要のない設備投資をしないで済むという意味で、LCD メーカーにとってもメリットになることであった。

そこで富士フイルムは、通常の新製品開発であれば、製造の見込みが十分に立ってから外部発表するところを、WV フィルムに関しては、社内の標準的手続きに反し、時期を前倒して発表するという戦略を採ることにした。具体的には、まず、サンプルができた段階で各 LCD メーカーに WV の存在を知らせた。その上で、1995 年 12 月に新聞発表をしたのである。

後に分かったことだが、実はこの時、LCD 製造設備に投資しようとしていた企業は、当時富士フイルムが予想していた以上に多かった。その意味では、WV フィルム開発成功に関して前倒して情報を提供するという販売戦略が、WV フィルムが事実上の業界標準となり、シェア 100% 近くを獲得することになる重要な要因のひとつであったといえる。

3.3.3 製造安定化

販売を開始する一方、製造部門では、製造安定化の努力が続けられていた。1996 年 1 月、前年 7 月の追加投資により開始された小田原工場の広幅塗布機改造工事が終了し、製造の体制が整った。しかし実際に製造を開始してみると、広幅製造化は面状故障（ゴミの問題）が発生し、多大な苦勞をすることとなった。この問題解決のために、足柄研究所、生産技術部関係者も製造現場に入り対応にあたった。

こうした製造安定化の一方で、当時の主要顧客である C 社からは、消費者の反応を踏まえて、WV フィルムに対する品質要求が次第に高まり、毎月のように製品スペックが向上していった。当初の製造化承認の際には、フィルム 1 m²の中に、100 ミクロンのゴミは数個までは許容されたものが、数ヶ月後には 1 個までに要求水準があがっていった。

実は、こうした LCD メーカーの要求は、対応自体には苦勞を要するものの、それが材料メーカーにとっては大きなノウハウとなり、競争優位の源泉ともなっている。なぜならば、面状故障への対応は一朝一夕にできるものではなく、製造工程のなかで、一つ一つ問題解決をすることで進んでいくものだからである。たとえば、工場をあるレベルまでクリーンにするためには、ペンキが塗ってあってはいけない。ペンキが劣化して塵埃を発生させるからであ

る。しかし、なぜゴミが出るのかを考えたときに、ペンキが塗ってあるからだ気づくのは時間がかかる。製造設備が置かれている環境を一つひとつチェックしていくなかで、ようやく原因を発見できるのである。したがって、富士フイルムが2年～3年かけて達成したレベルを実現するためには、競合企業にも、同様の時間と経験が必要とされることになる。実際、富士フイルムがWVフィルムを上市した数年後に、WVフィルムとほぼ同様の原理で製品を上市した企業があったが、LCDメーカーの要求スペックを実現できるレベルに達することができず、撤退している²⁶。

富士フイルム自身も、C社の要求レベルに十分対応し、製造安定化を実現するまでに、およそ2年の期間を要した²⁷。

4. WV フィルムの成果

4.1 技術的成果

上述したように、WV フィルムの製品開発が行われていた当時、液晶ディスプレイ業界では「TN-TFT の LCD の将来は、視野角が改善されるかどうかにかかっている」と考えられていた。そのため多くの企業が独自に視野角拡大に取り組み、「配向分割法」「マルチドメイン法」など、多様な視野角拡大法が各メーカーより発表されていた。しかし、WV フィルムの上市にともない、多くの LCD メーカーは視野角拡大研究から撤退し、その結果、他の視野角拡大法が製品化されることはほとんどなかった。これは、WV フィルムが、それだけ優れた製品だったことを意味している。

他のアプローチと比較した場合に、WVフィルムが優れている最大のポイントは、120° 近い広範な視野角が得られる一方で、LCD製造工程の追加が全く不要な点にあった²⁸。WVフィルムは「外付け」でディスプレイに載せさえすれば29視野角を改善できる製品だったのである。一枚のディスプレイの中には数万の画素が並んでいるが、TFTではその画素1つ1つにトランジスタをつけて電圧をかける必要がある。その1つにでも欠陥があれば製品として使いものにならなくなる。当時、10 インチ中の数万の画素全てを欠陥無く作ることは、技術的に大きな困難を伴っていた。LCD自体を作ることさえ難しく、歩留まりが大きな課題となっていた状況のもとで、視野角拡大のために、さらにLCD製造工程を複雑で不確実にす

²⁶ 「工程アーキテクチャ」（藤本・桑嶋, 2002）の視点からとらえた場合、WVフィルムは、最終製品の性能が、①素材を合成してフィルムにし、②延伸して、③さらに熱処理をするというプロセスを経て初めて明らかになるという点で、工程間の相互依存性が高い「摺り合わせ型製品」であるといえる。そうした工程間の微妙な摺り合わせが必要とされる点も、他社の模倣・追従を困難にしており、富士フイルムの競争優位の源泉のひとつとなっていると推測される。

²⁷ 製造安定化が終了したのは1998年1月である。これを受けて1998年2月、次期製造機建設のために60億円の投資が決定され、1999年7月に設備が稼働した。

²⁸ 2003年現在では、さらに改良が加えられ、視野角は150°にまで拡大している。

²⁹ より正確には、TN-TFT液晶ディスプレイ用の「偏光板」にWVフィルムを貼る。

ようなことはLCDメーカーにとって望ましくなかった。そのため、外付けで視野角拡大を実現できるWVフィルムは、LCDメーカーにとって非常に大きなメリットのある製品だったのである。

また WV フィルムは、LCD の大画面化という点でも大きな貢献があった。当時、LCD は 10 インチ以上には大きくならないと言われていたが、そのボトルネックは、上記の製造の他に、視野角の問題もあった。すなわち、大画面になればなるほど、視野角が狭いということはディスプレイを使用する上で大きな問題となる。当時実現されていた視野角では、10 インチがぎりぎり、そこが TN-LCD の限界であると考えられていた。ところが、WV フィルムが出てきたことにより、TN-LCD は少なくとも 14 インチまでは行ける、という認識に変わった。その意味では、WV フィルムは液晶とブラウン管の境界を動かすインパクトもあったといえる。

LCD 業界に対して以上のようなインパクトを与えた WV フィルムは、現在までに関連特許を百数十件出願しており、また、新原理にもとづく光学補償方法の開発と、実現技術の開発により以下の3つの技術表彰を受けている。

- ①ファインテック第1回アドバンスト・ディスプレイ・オブザイヤー96
- ②平成10年度 日本化学工業協会技術賞
- ③平成14年度 高分子学会技術賞

4.2 市場での成果

2003年現在、WVフィルムのTN-LCD用光学補償フィルムとしての市場シェアは100%である³⁰。富士フィルムにとっては、銀塩写真感光材料の売り上げが大幅低下しているなかで、WVフィルムは、タックフィルムとともにその減少分を補う数百億円規模の売り上げになっている。

このように WV フィルムが市場で大きな成果をあげている背景のひとつとして、本製品が開発された時期と LCD 産業のライフサイクルとの関係があげられる。WV フィルムの製品開発がスタートしたのは 1992 年であるが、当時、液晶のインパクトがかなり喧伝されていたものの市場はまだ小さく、市場規模は 2000 億円程度であった。WV フィルムが安定供給

³⁰ただし、LCDの視野角拡大法は光学補償によるものだけではない。WVフィルムはTNモードTFT用の視野角拡大フィルムであるが、たとえばTN方式を含めたLCD主要3方式の残りの2つ、IPS（In-Plane Switching）方式、VA（Vertical Aligned）方式は、WVフィルムを使わなくても、ある程度の視野角を得ることができる。したがって、現在では、視野角が重視される製品では、IPSやVA方式が採用されることが多くなってきている。これは、WVフィルムでは、本質的に、ある一方向の視野角だけは問題を解決することができない。それに対して、IPSやVAは、全方向で視野角が良いことが背景にある。今後は、20インチ以上の大型液晶テレビではIPS、VA方式が主流になっていく一方、20インチ以下は、消費電力の低さやコストの安さなどの理由から、TN方式が使われていくと予想される。

されるようになった1996年時点でも、LCDは4000億円の程度の市場だった。1992年にWVフィルム開発に着手した当時、多くの会社が富士フィルムのさらに10年以上前からLCDの研究開発に取り組んでいたことから、富士フィルムでは「自分たちはかなり後発であり、この市場では勝負できないかもしれない」（品川氏）と考えていたという。しかし、2004年現在で約5兆円の市場があり、今後数年で10兆円産業になろうとしている状況からすると、事後的にみれば、WVフィルムはLCD産業の黎明期に開発されたことになる。こうした、PCモニター等に液晶が盛んに使われるようになったLCD産業の黎明期という時代背景のなかで開発に成功したことも、WVフィルムが商業的な成功を収める上での重要な要因のひとつとなっている。

5. おわりに

本稿では富士写真フィルムの「WVフィルム」の製品開発マネジメントについて検討した。WVフィルムは、近年、日本が国際競争力を持つプロセス型製品として注目されている「機能性化学品」に含まれる製品である。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」（機能性化学産業研究会編,2002）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」（藤本・桑嶋,2002）であるともいえる。

事例分析より、WVフィルムの製品開発プロセスでは“ピンポイント”で実現すべき要求機能を正確に把握するために、階層的な顧客関係（顧客システム）を視野にいれ、自社顧客のその先にいる顧客、すなわち「顧客の顧客」に直接アプローチすること（「顧客の顧客戦略」（桑嶋,2003））がひとつの有効なマネジメント手法であると考えられた。

また、機能性化学品のように、既存製品とは異なる新たな機能やコンセプトを伴う製品開発の場合、仮に製品（あるいは技術）開発自体に成功しても、それが事業として成功につながらない場合も多い。それに対して本事例では、「単一商品戦略」「製品開発情報提供の前倒し」という製品戦略、マーケティング戦略を採用したことにより、当該製品を業界標準品（デファクト・スタンダード）化することに成功し、それが高い市場成果に結びついていた。

機能性化学品の市場は細分化されたニッチ市場の集合であり、あるニッチにおいていかに高シェアをとるかが事業の成否に大きな影響を与える。高シェアを実現するためには、製品開発プロセスのマネジメントに加えて、開発に成功した製品を高シェアに結びつけるための「仕掛け」や「ビジネスモデル」を戦略的に考えることが重要なポイントとなる。本稿で取り上げたWVフィルムにおける単一商品戦略や製品開発情報提供の前倒しは、そうした仕掛け・ビジネスモデルの典型的な成功例のひとつである。

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-』化学工業日報, pp.87-143.
- 伊藤洋士・御林慶司（2004）「TN 方式 LCD の視野角拡大フィルム」『高分子』 Vol.53, pp.802-804.
- 桑嶋健一（2003）「新製品開発における“顧客の顧客”戦略- 化学産業の実証分析を通して -」『研究 技術 計画』 18(3-4), pp.165-175.
- Mori, H., M. Nagai, H. Nakayama, Y. Itoh, K. Kamada, K. Arakawa and K. Kawata（2003）“Novel Optical Compensation Method Based upon a Discotic Optical Compensation Film for Wide-Viewing-Angle LCDs,” *SID. Symp. Dig.*, pp.1058-1061.
- Takahashi, Y., H. Watanabe and T. Kato（2004）“Depth-Dependent Determination of Molecular Orientation for WV-Film,” *IDW*, pp.651-654.