

一橋大学 GCOE プログラム
「日本企業のイノベーション—実証経営学の教育研究拠点」
大河内賞ケース研究プロジェクト

デンソー・トヨタ紡織
成形体オイルフィルタの開発・事業化

伊藤誠悟

2012 年 10 月

CASE#12-10

本ケースは、一橋大学グローバル COE プログラム「日本企業のイノベーション—実証経営学の教育研究拠点」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」の研究成果のひとつである。このプロジェクトは、大河内賞を受賞した業績について事例分析を行うもので、(財)大河内記念会と受賞企業のご協力をえながら、技術革新の概要やその開発過程、事業化の経緯や成果などを分析している。事例研究を積み重ねて、日本の主要なイノベーションのケース・データを蓄積するとともに、ケース横断的な比較分析を行い、日本企業のイノベーション活動の特徴や課題を探り出すことを目指している。なお、本プロジェクトを進めるに際して、(財)大河内記念会より多大なご支援・ご協力をいただいております、心よりお礼を申し上げます。

(プロジェクト活動の詳細については <http://hitotsubashiir.blogspot.jp/2012/08/gcoe.html> を参照のこと)

※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

株式会社デンソー

トヨタ紡織株式会社

「成形体オイルフィルタの開発・事業化」¹

2012年10月

関東学院大学経済学部

一橋大学イノベーション研究センター

伊藤誠悟

¹ 本ケースは、一橋大学グローバル COE プログラム「日本企業のイノベーション—実証経営学の教育研究拠点」からの経費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」の研究成果の1つである。本稿を作成するにあたり、以下の方々から多大な支援をいただいた。特に、原嶋氏には調査の設定、事例説明のための講演、そして草稿のチェックなどにおいて多大なご尽力をいただいた。ここで改めて感謝の意を示したい（肩書きは全てケース執筆当時のもの）。

トヨタ紡織株式会社 取締役兼専務役員 上田広司氏
トヨタ紡織株式会社 FPT生技部 主査 土井清司氏
トヨタ紡織株式会社 FPT生技部 主査 高垣孝成氏
トヨタ紡織株式会社 FPT生技部 室長 杉浦正人氏
株式会社デンソー ガソリン噴射技術1部 担当部長 船江敬三氏
株式会社デンソー 機能品製造部 部長 水野功氏
株式会社デンソー 生産技術部 担当課長 加藤以千弘氏
株式会社デンソー 生産技術部 担当課長 前川武治氏
株式会社デンソー 生産技術部 担当課長 高平幹樹氏
株式会社デンソー技研センター 担当次長 原嶋茂氏

1. はじめに

オイルフィルタは、紙と鉄、ゴムで構成された比較的シンプルな構造の製品であり、エンジンオイル中のダストを捕集する役割を果たしている。製品の交換頻度は1年程度の消耗品である。機能が低下したオイルフィルタはディーラーやガソリンスタンド、部品販売店で交換される。自動車の消耗品の中では高い頻度で交換される部品である。

主要な自動車部品は、新車の部品として採用されるように自動車の製品開発段階から自動車会社に働きかけ、そして自動車メーカーの技術者と一体となって開発することが多い。一度採用が決まるとその車種がモデルチェンジされるまで継続的な納入が約束される。しかし、この製品の場合は、ディーラーやガソリンスタンド、部品販売店で交換される、いわゆる補給品²が市場規模の90%を占めており、他の主要な自動車部品とは趣きが異なっていた。新車が購入者に納められた後のアフターマーケットでいかに市場シェアを取るかが重要な製品なのである。

1993年当時のデンソーのオイルフィルタは年商で60億円程度であった。トヨタ自動車向けでは新車の製造ラインで装着される直納品ではほぼ100%のシェアを獲得していた。トヨタ自動車ほどではないが、スズキとダイハツでも30%程度のシェアを有していた。補給品市場においては、トヨタ自動車のディーラー向けの補給品では100%のシェア、スズキ、ダイハツ系のディーラーにおいても過半のシェアを確保していた。しかし、その他自動車系のディーラーに対しては10%以下のシェアであった。故に、ガソリンスタンドや部品販売店においては濾器専門メーカーが市場を寡占していた。

デンソーの製品は性能では他社製品よりも優れている点が多くあったが相対的にコスト高となっており、新車に取り付けるために自動車メーカーに納入する、いわゆる直納品としてのオイルフィルタはまだしも、ユーザーが交換をする部品としてのデンソー・オイルフィルタは競争力があるとは言えなかったのである。

そのような状況下で米国トヨタからデンソーに対してある要請があった。それは米国の補給市場向けの製品開発であった。当時の米国市場では、オイルフィルタは性能よりも価

² 補給品の内、自動車メーカー系ディーラー以外で流通販売されるものを市販品と呼ぶことがある。本稿では、市販品という区別は使用せず、自動車メーカーの工場で装着される直納品とそれ以外である補給品という区別で記述する。

格が重視されていた。性能はそこそこでいいが、価格を抑えた製品が求められていたのである。デンソーのオイルフィルタは性能では他社製品よりも優れていたが、価格競争力という面では劣っていた。米国トヨタはディーラーで交換できる1ドル程度の補給用オイルフィルタを欲していたのである。その背景には、米国市場での価格に対する消費者の厳しい目があった。というのも、米国では年間の走行距離が日本に比べて長いいためオイルフィルタは頻繁に交換することが米国の消費者の習慣となっていたからである。

その様な米国トヨタの要請に対して、デンソーは即座に対応することができなかった。クリスタル型という当時のオイルフィルタは濾紙を複雑な折り方にすることで濾過効率などの性能の向上と小型化を可能にした画期的な製品であった。性能向上を優先したため、製造工程が複雑となりコスト高となっていた。上市後の懸命な改善活動により売価の低下になんとか対応してきていたが、更なる合理化は既に限界に近づいており、コスト削減は容易なことではなかった。デンソーは、現行の製品では米国トヨタの要請に応えたくても応えられなかったのである。

北米市場のトヨタディーラー向けの補給品の対応の遅れはトヨタ補給品の商権の喪失につながった。米国での合弁のパートナーでありながらも、一部の製品ではライバル関係にあったピュロレータ³に商権を奪われたのである。

当時の米国トヨタには大別するとφ65とφ75の2つの大きさの製品を納入していた。φ65はピュロレータとの合弁会社であったピュロデンソーで生産していたが、φ75は合弁会社では生産しておらず日本から輸出していた。

現行品であるクリスタル型のオイルフィルタは直納品と補給品が同一仕様となっており、補給品だけ性能を落として廉価品を作るのは困難だった。その結果、デンソーにとって最も重要な顧客である北米トヨタの補給品のφ75の商権の全てを失ったのである⁴。

³ ピュロレータ (Purolator) は1923年に設立されたオイルフィルタやエアフィルタを製造販売する米国企業である。デンソーはピュロレータとの間に1989年9月にオイルフィルタの合弁会社ピュロデンソー (PURODENSO) を設立した。出資比率50:50の対等関係であった。デンソーは2001年にピュロデンソーを完全子会社化した。

⁴ 当時のトヨタ車は北米向けであっても小型車の割合が多かった。したがってφ75よりもφ65の販売量の方が多かった。また、φ75も完成車の製造ラインで装着する直納品の商権が失うことはなかった。しかし、デンソーにとっては一部とは言え、オイルフィルタの全売上の80%以上依存していたトヨタ向けの商権を失うことは衝撃的な出来事であった。

現行品をベースに開発すれば、既存設備も活用でき開発費も節約できるのであるが、クリスタル型は加工が複雑なためコスト低減には限界があった。

現行品の改良では補給品市場での価格競争力の回復は困難であると考えたデンソーの開発・経営陣は 1993 年暮れに新たなオイルフィルタの開発を決意した。そして、新たなオイルフィルタの開発の狙いを補給品市場でのシェア奪回と定めた。

開発コンセプトは、直納品と補給品との仕様を分けて性能差と価格差を明確にし、同一機能の製品でありながらも異なる市場ニーズに応えるというものである。一方、いくらシェア奪回が目的であっても、オイルフィルタ事業全体の利益率が低下しては意味がない。当然事業全体で適切な利益を確保しつつ、異なる市場ニーズに対応しなければならなかったのである。

開発プロジェクトは 1994 年 5 月に開始された。開発着手当時は、地球環境への配慮が社会的な関心となっていた時期でもあった。デンソー開発・経営陣は、事業採算性のみでなく、環境保全にも貢献する製品を開発することを目標とし、製品の成立原理や製造原理から抜本的に見直すことを決めた。その結果、事業部と本社機能組織の生産技術部隊が密に連携をして開発を進め、従来の製品とは全く異なった製品構造と製造原理の画期的な製品の開発・事業化に成功する。

1998 年 1 月に少量ラインで生産が開始され、同年 6 月には量産ラインが本格稼働した。その後、ライン増強が行われ、1999 年 2 月からは月産 200 万台を超える生産能力となった。この新たなオイルフィルタはその外見的な特徴から成形体オイルフィルタと呼ばれ、北米市場でピュロレータに奪われていた補給品のシェアを奪回した。それと同時にオイルフィルタ事業の利益率の向上にも貢献した。

以下は、部品点数の削減、加工方法の見直し、新たな素材の採用などの難題に取り組み苦闘しながらもそれらを克服し製品化にたどり着いた、その開発の流れを記述したものである。

2. デンソーの概要

デンソーは、ドイツのロバート・ボッシュ社（以下、ボッシュ）と世界シェア1位を争っている自動車部品メーカーである。近年、デンソーとボッシュの世界シェアは頻繁に入れ替わっている。それほど熾烈な競争を展開している。デンソーはトヨタ自動車の他、日本の自動車メーカーほとんどすべて、及び海外の主要な自動車メーカーに自動車部品を納入している。2012年3月期でのデンソーの売上高（連結ベース）は3兆1,546億円となっている。

デンソーが手がけている製品は、スタータ、オルタネータなどの電装品、ラジエータ、エアコンなどの熱機器、インジェクタ、フューエルポンプ、O₂センサなどのエンジン機能品、メータ、ナビ、ETCなどのボデー機能製品と多岐にわたっている。取り扱っている新車用自動車部品の製品数は80品目以上ある。2009年時点の調査では、そのうち20品目が世界シェア1位となっており、2位、3位の製品を含めると32品目にもなる（図表1参照）。

図表1 製品別市場シェアランキング（2009年時点）

品目	1位	2位	3位
スタータ	デンソー	ヴァレオ(仏)	ボッシュ(独)
オルタネータ	ヴァレオ	デンソー	ボッシュ
ラジエータ	デンソー	ビステオン(米)	ヴァレオ
フューエルポンプ(EFI)	デンソー	ボッシュ	愛三工業
インジェクタ(EFI)	ボッシュ	デンソー	ケーヒン(日)
O ₂ センサ	日本特殊陶業	ボッシュ	デンソー
EFI-ECU	ボッシュ	デンソー	コンチネンタル(独)
メータ	コンチネンタル	デンソー	日本精機
エアコン(HVAC)	デンソー	ヴァレオ	BEHR(独)
コンプレッサ	デンソー	サンデン(日)	ビステオン
電動ファン	デンソー	ビステオン	ヴァレオ
バスエアコン	松芝	デンソー	THERMOKING(米)
エアバッグECU	デンソー	TRW(米)	コンチネンタル
ワイパーシステム	デンソーアスモ(デンソー子会社)	ボッシュ	ヴァレオ
ウオッシャーモータ	デンソーアスモ	ミツバ(日)	コンチネンタル
ウインドモータ	デンソーアスモ	ボッシュ	ミツバ

出所) デンソー資料を基に著者が作成

デンソーは、トヨタ自動車工業⁵の電装部門として事業をスタートした会社である。その源流は1935年の電装品の研究開始である。終戦後の混乱を経て、1949年にトヨタ自動車工業より電装部門とラジエータ部門が分離・独立する形で「日本電装」が誕生する。

トヨタ自動車工業から分離・独立直後のデンソーは、その創業当初から経営が困難を極め、資金繰りは逼迫し、倒産の危機に瀕する。この危機を全体の3分の1という大規模な人員整理の末に何とか乗り切り、そして朝鮮戦争の「特需景気」により経営危機から脱した。

しかし、技術的には世界に大きく立ち遅れていたため、積極的な設備投資と技術導入を行った。1952年、当時資本金がやっと9,000万円になった会社であったが、1億6000万円もの最新鋭製造設備を北米や欧州から導入する決断をした。更に、翌年の1953年にはボッシュと技術援助契約を締結し、最先端製品技術はもとより、生産技術から経営方法まで学んだ。このような経営努力が功を奏し、その後に訪れる高度経済成長、そしてモータリゼーションの波に乗り、次々に新製品を開発して新工場を建設し、生産設備を拡充させていった。

デンソーにとってオイルフィルタは創立当初の1951年から手がけている伝統的な製品である。1951年当時のオイルフィルタは濾紙提灯型であった。その後、現在でもオイルフィルタのメーカーの多くが手掛けている菊花型の製品を1962年に開発・市場投入した。そして製品の性能の画期的な向上を狙いクリスタル型の製品を1986年に投入していた。

3. オイルフィルタ

<オイルフィルタの概要>

エンジンが焼きつかないように、滑らかに動かしたり冷やしたりするのがエンジンオイルの役割で、長く使う間にエンジンの中からこすり取れた金属のくずや燃料の燃

⁵ 現在のトヨタ自動車。1982年にトヨタ自動車工業とトヨタ自動車販売が合併してトヨタ自動車となった。

えカスで汚れる。その汚れを取り除くのがオイルフィルタの役割である。オイルを紙でできているエレメントと呼ばれる製品の中心部分を通すことで濾過するという仕組みとなっている。この基本的な仕組みは菊花型、クリスタル型、そして成形体のどのタイプでも同じである。

<デンソーにおける位置づけ>

オイルフィルタは古くから手がけている伝統的な製品である。オイルフィルタを担当するエンジン機器事業部⁶はオイルフィルタやフューエルフィルタ、エアクリーナなどのフィルタ製品の他に、エンジン制御システムとそのコンポーネントを扱っていた。成形体オイルフィルタ開発着手時点である1994年時点の事業部売上は、500億円程度あった。その内、フィルタ関連事業は300億円であり、オイルフィルタはフィルタ関連事業の20%を占めている。

<デンソーのオイルフィルタ事業⁷>

オイルフィルタは、創立直後の1951年にはワシズ製作所（現・浜名湖電装）に生産委託していた。1957年から自社で設計を始め、1962年から自社生産を開始した。当初のオイルフィルタは、密度の異なる濾材により、流入側で大きなごみを、流出側で細かいごみを除去する方式を採用していた。濾過抵抗を抑え、かつ長時間使用できるように工夫していたのであった。

エレメントは、1957年の生産開始から一貫して均等折の菊花型を主として生産してきたが、小型化には限界があった。均等折りなるが故に濾紙の収納効率が良くなかったのである。無理に小型化するなら性能を犠牲にする他はなかった。1980年代になると、エンジン開発における高出力化と小型化の傾向が鮮明になり、それに伴いオイルフィルタには性能を落とすことなく小型にすることが求められてきていた。

自動車メーカーからの要請に対して、デンソーは容量・重量の両方の50%ダウンを

⁶ 1994年の組織変更により第一事業部からエンジン機器事業となった。現在はパワートレイン事業グループに改組されている。

⁷ デンソー50年史『劇的な小型・軽量化…クリスタルから次世代フィルタへ』を参考にしている。

目標に1983年に開発を開始した。1984年に独自設計の不等折りエレメントを完成させ、量産技術の確立を目指した。当時の生産技術では不等折りのエレメントの高速量産化は難題が多く、量産用の折り曲げ機や治具の開発に時間を要したが、1986年に目標通り50%ダウンの小型・軽量化を達成した。この製品は不等折りエレメントの断面が雪の結晶に似ているところから「クリスタルフィルタ」(図表2参照)と名付けられた。

図表2 クリスタルフィルタの断面写真



出所：デンソー提供資料

クリスタルフィルタは上市後10年近く製品競争力を維持してきたが、自動車メーカーのコストダウンの要請に対応する必要が生じてきた。クリスタルフィルタの改良を前提にコストダウンの方策を検討したデンソーであったが、同型での抜本的なコストダウンは困難であると判断し、新たなタイプのオイルフィルタの開発を決意した。

デンソーが新たに開発した「成形体オイルフィルタ」(図表3参照)は、原材料、すなわち濾紙を形成する繊維からエレメントを直接つくるという従来にない画期的な構造である。今までは濾紙を外部の企業から購入し、社内で切断して折りたたみエレメントを作っていたが、成形体オイルフィルタでは濾紙製造工程を省略しエレメントを製造しているのである。またこの製品は、使用後の分解性を考慮して部品点数を極限まで減らし、エレメントを保護するケース以外は金属を使わず、環境負荷の低減にも配慮している。従来品は分解・分別が困難なため埋め立てごみとして処理されていた

が、成形体オイルフィルタは、ケースは鉄としてのリサイクル、エレメントは焼却してサーマルリサイクル（熱回収）することで環境負荷低減をはかっている。

図表3 成形体オイルフィルタの断面写真



出所：デンソー提供

4. 成形体オイルフィルタ開発の経緯

<開発品の分類とオイルフィルタ>

デンソーでは、開発プロジェクトを3タイプに分類している。類似・改良型新製品、次期型新製品、革新的新製品の3つである（図表4参照）。成形体オイルフィルタは次期型新製品に属する。既存製品の大幅な改良による長期的な競争力の維持を目指した開発製品である。

今回の開発は今までの次期型新製品の開発とは性格が異なる面があった。デンソーにおける次期型開発は性能の飛躍的な向上を意図し、圧倒的なコストパフォーマンスの差をつけて、持続的な競争優位（10年程度）を獲得しようとするものであった。しかし、今回は性能向上よりもコスト削減が主たる目的であった。開発の狙いが通常の次期型製品よりもコスト削減に重点が置かれていたのである。

図表4 開発品の製品分類

分類	定義	製品例
類似・改良型新製品	既存製品のマイナーチェンジ	—
次期型新製品	主要な既存製品の大幅な改良(軽量小型化、高効率化)	A1リレー SRラジエータ Ⅲ型オルタネータ
革新的新製品	現行のラインナップにはない全くの新製品	燃料噴射システム(EFI) サスペンション・コントロール

<現行品がおかれた環境>

デンソーは1986年にクリスタルオイルフィルタを市場に投入していた。8年たった1994年当時でも粘度の高いオイルをスムーズに流す圧力損失の低さや、オイルの汚れを効率よく捕捉する濾過効率といった性能面で他社製品に対して競争力を失っていなかった。

その一方で、コスト面では、クリスタル型は競争力を徐々に失いつつあった。1994年当時は直納品、補給品ともに10%以上の営業利益を確保していたが、年々売価は低下しており、今後は大幅な値引き要請が予想されることもあり、その利益率の悪化は避けられないものと考えられていた。北米市場ではトヨタ自動車からの廉価な補給品の要請に応えられず、ライバルのピュロレータに商権を奪われており、販売量、売価の双方で厳しい環境下にあった。

北米市場の需要へは輸出により対応していたので現地生産を行うことにより輸送費を削減し、コストダウンを推し進めることも検討された。しかしクリスタル型は現地生産には向いていなかった。高度な設備であるため設備投資費が嵩む他、不等折りという特殊な折方のため工程管理には熟練した従業員が必要だったのである。

オイルフィルタを手掛けるエンジン機器事業部は、国内市場での10%以上の営業利益の確保と北米でのトヨタ自動車向け補給品の商権奪回がオイルフィルタ事業の存続のために克服しなければならない課題であると認識していた。

<成形体オイルフィルタの開発スタート>

成形体オイルフィルタの基礎検討は1993年の暮れからフィルタ技術部⁸で始まっていた。そこで検討されたのは、直納品と補給品を異なる仕様として補給品を廉価モデルと位置付けることであった。そして、より重要なことは異なる仕様の製品を同一工程で生産できるようにすることであった。完成した成形体オイルフィルタのエレメントの形状が9山と12山になっているのは直納品（12山）と補給品（9山）の性能差とそれにもなう原価の差を明確につけた結果である。また、エレメント以外にも価格の整合性を確保するための仕様差をつけている。チェックバルブやガスケットの材質の差別化がそれに当たる。チェックバルブの材質は、直納品がシリコンゴムであるのに対して、補給品では耐熱NBR（ニトリルゴム）となっている。ガスケットの材質も、前者は非固着アクリルがあるが、後者は耐熱NBRである。

1993年の暮れから設計部隊を中心に開発を先行しており、生産技術部門も非公式に協力していたが、1994年5月に開発体制が社内で正式に認められた。具体的には、エンジン機器事業部と本社生産技術部（以下、「本社生技」と略す）の機能横断組織であるオイルフィルタ研究会というプロジェクト組織が発足したのである。まずはフィルタ技術部のメンバーが現行品であるクリスタル型オイルフィルタの分析を行い、VA・VE⁹活動を展開した。

オイルフィルタではオイルの汚れを捕捉するために繊維がなくてはならない。繊維はエレメントの大半を占め、オイルフィルタのコア部品となっている。その繊維に着目すると、パルプから濾紙となり、それをさらに折り曲げてエレメントに仕上げている。

クリスタル型では濾紙の折り方が複雑なことがコスト高の要因となっていた。したがって、折り曲げ工程を簡素化できれば製造原価を大きく引き下げることができる。様々な可能性を検討した後に、フィルタ技術部が選択したのはパルプから濾紙を経ず

⁸ その後、組織名称の変更が行われた。正式には、当時から1994年11月までがフィルタ技術部、1994年12月からはエンジン機器技術3部である。本稿では当初の組織名称である「フィルタ技術部」に統一して記述する。

⁹ VAはValue Analysis、VEはValue Engineeringの略。求められる機能とかかるコストを適切に管理し、顧客価値（顧客満足）の向上を達成する取り組みの総称。

に、一気にエレメントのサブ部品の形状にしてしまうというアイデアであった。

市場調査をしてみると、半導体工場などで純水を作るために使っているカートリッジフィルタが、パルプから一気にエレメント形状に成形していることがわかった。カートリッジフィルタの製造会社の1社である東洋濾紙にサンプル品を提供してもらい性能を調べたが、その結果はプロジェクトのメンバーをがっかりさせるものであった。その濾過効率はほぼ満足できる性能であったが、圧力損失が大きく、オイルフィルタに使用するには大きな問題であった。

デンソーは圧力損失が大きい理由を解明しようと、東洋濾紙に製造工程の開示を依頼したが断られた。それなら自社で試作してみようということで、パテントの調査を行った。パテントの中に、パルプを溶いた液の中で治具を使って吸引する方法があったため、試しに作ってみたが簡単にはできなかった。東洋濾紙もオイルフィルタの部材としてデンソーが目標とする濾過効率をクリアするようにエレメントの改良を試みていた。デンソーも独自のパテント調査をさらに進め、製造方法を模索した。オイルフィルタのエレメントとして満足する性能を達成することへの挑戦が、東洋濾紙とデンソーで同時進行した。その間、両者は試作状況や課題の情報を共有するなど協力し、そしてより良い試作品を作り上げるという面では競争した。試行錯誤を繰り返すうちに、デンソーの技術者は、吸引の条件や材料仕様を工夫すれば、もっと改善できるかもしれないと考えられるまでになった。その後も徐々にではあるが、デンソーは独自開発への自信を深め、間もなくパルプから一気にエレメント形状に加工する技術開発を本格的に始めることを決断する。

<製品成立技術の開発>

クリスタル型の開発の時は、まずはフィルタ技術部で紙を手で折って試作した。その後、その試作品を量産できれば、事業としても採算性が確保できると考え、本社生技に量産技術の開発を依頼していた。しかし、今回の成形体の開発はまだ基本的な製造方法を前提とした構造設計ができていなかった。つまり、量産技術の開発を依頼する前に、製品の構造設計と同時に基本的な製造技術を共同で確立することが不可欠で

あった。通常の次期型新製品の開発に比べさらに早い段階から本社生技のメンバーをプロジェクトに参画させる必要があった。そこでフィルタ技術部の設計担当であった船江敬三は、本社生技からのプロジェクト参画を前倒しする必要があることを本社生技の担当役員に説明し、了承を得た。

生産技術の担当役員が船江の考えに賛同し、組織的に支持をしたのには理由があった。船江はこのプロジェクトを担当する前に、フィルタ技術部から本社生技に一時的に異動、言い換えれば社内出向していたのである。プロジェクトの製品設計者の船江が生産技術開発のプロセスや難しさ、そして本質を理解しており、このことが本社生技の担当役員の信頼につながったと思われる。

しかしフィルタ技術部は、パルプから一気にエレメント形状に加工する製造方法を社内だけで開発できるかについては不安があった。本社生技に依頼する一方で、外部の企業からの調達も同時に検討していた。このことは本社生技にも伝わっていた。

船江は本社生技の実績、知識、そして組織的な能力を十分に理解していたが、それでも、このプロジェクトのミッションは重いと考えた。そこで外部の企業にも開発を依頼したのである。通常であれば本社生技の反発があったであろうが、船江と本社生技のメンバーの間には良好な人間関係が構築されていたので、本社生技へ依頼する一方で、外部での開発の可能性を探索することも了解されたのである。この成形体オイルフィルタの開発プロセスは、当時現行品であったクリスタル型のそれとは全く異なるものであった。それ故に、技術部、本社生技、さらに事業部の製造部生産技術課（以下、「製造部生技」と略す）という3つの部門が極めて早い段階から協働し、試行錯誤の末に事業を実現することとなる。3つの部門の事業化への貢献は相互依存的であるため、分けて論じることは不可能であり、かつ無意味であることを理解した上で、本稿はプロジェクトとしては異色の活動をした本社生技の技術開発に焦点をあてて記述することとする。

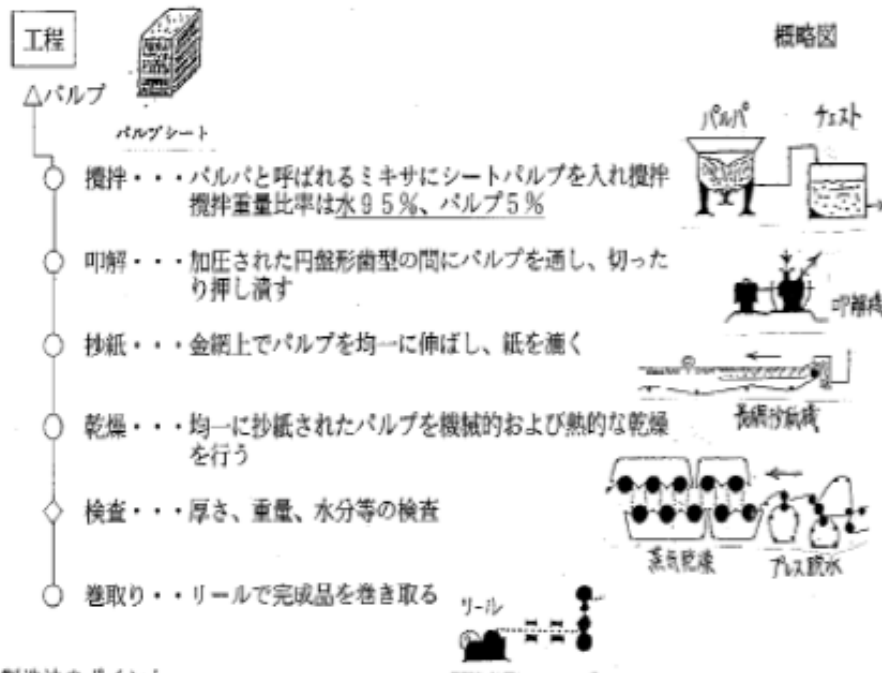
本社生技で製造方法の開発を任されたのは、水野功であった。水野は、まず、紙というものはパルプなどの原材料からどのような工程を経て作られているのかを調べた。安積濾紙、東洋特紙、巴川製紙所など、何らかの取引関係のある企業に頼み込み、で

きるかぎり製造工程を見せてもらった。続いて、紙で作られている一般の消費財や工業製品の製造方法やその製造特許など、情報収集のために考えられることは何でも行った。図表5は製造工程を調査した際に作成した資料の一部である。

図表5 湿式の製造工程調査資料

2-1 湿式製造法

調査会社・・・安積濾紙（クリスタル型の濾紙メーカー）
 東洋特紙（ND品の濾紙メーカー）
 巴川製紙所（材技部の紹介）



製造法のポイント

1. 使用する繊維の長さは5mm以下（通常バルブは2～4mm）
2. 均質化のために水を十分に使う事が重要（攪拌～抄紙工程）
3. 変形、収縮を防ぐために徐々に脱水、乾燥させる事が重要（抄紙～乾燥工程）

出所：デンソー社内資料

紙の原材料からいきなり「中がくり抜かれた円柱形状」を作るのは難しく、大掛かりなテスト機を用意することも（リスクイ）できない。濾紙の製造原理をある程度理解した後に、特許調査で得た方法をヒントにして考え抜いた末、簡便で結果も早く出る試作に取り掛かった。それは、先ず家庭用のミキサーにパルプと水を入れて、かきまぜてどろどろしたものを作る。次に、円柱形状の治具に入れて、真空ポンプでパ

ルプを一気に引き込みエレメントを意識した中心部が空洞の円柱形状にする。そうやって出来上がったものに硬化用樹脂を含浸させ、140℃から170℃程度で乾燥硬化するという方法である。このアイデアには、製造部生技のメンバーが全面的に協力した。彼らは、本社生技と協力して難しいクリスタルフィルタの量産工程を作った経験があった。フィルタ技術部の不安は知っていたが、今回も自分たちの力で製造工程を作りたいと思っていたのである。そして、形状が出来るとすぐ技術部にそれを見せ、製品成立の可能性を判断してもらった。技術的なハードルが高いため、従来以上に早い段階からの開発だったが、設計サイドと生産技術（製造部生技含む）サイドは良好な協力関係にはありながらも、同時に競争関係にもあったという互いに緊張感のある状態が維持された。しかし、フィルタ技術部サイドも生産技術サイドも、なかなか思うような形状と性能が得られなかった。

生産技術サイドにおいて、実験に夢中になっているころ、上司からアドバイスがあった。「そんなこと（中心部が空洞の円柱形状）ばかり狙っていないで、一体どんな性能になるのか、単純な円盤形状で基礎データを取れ」というものであった。どのような組成の材料をどのような条件で加工すると、どのような性能になるのかという、基礎データをきっちり取らないと、今やっている方法が正しいかどうか判断できないということであった。これは、フィルタ技術部における基本的な設計方法であり、今回の開発が単にモノづくりに主眼を置いてやったのでは成功しないという本質を突いた指摘だった。

水野はこの指摘を反映し、いきなりエレメントの形状を作るのではなく、フィルタ技術部と共同で、単純な円盤を作るという実験も始めた。性能の比較データを取るために、多様なパルプを用意し、様々なブレンドを試し、色々な加工条件で作ってどんな基本性能が出るかを調べた。すると、見かけは同じでも、性能の異なった円盤ができることがわかった。

そのような実験を通して、オイルフィルタに適したパルプの組み合わせを選定した。さらに、エレメントを想定した円筒形状を形成するため、量産性も確認するテスト機を試作することになった。効率よくパルプの溶液からエレメントを想定した形状を作

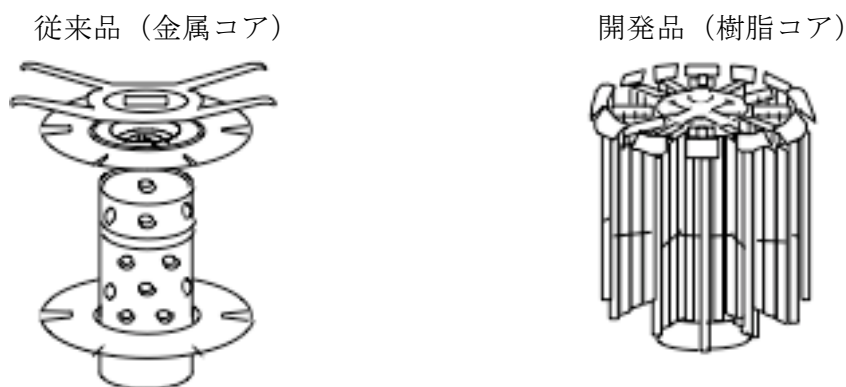
る方法を試す段階に入ったのである。テスト機の製作には製造部生技が全面的に協力することになった。

テスト機による製造方法は、エレメントの形状をした治具の中へ入れた後に吸引して形成するものではなく、溶液の中に吸引機能をもった治具を入れて吸引し、その治具の周囲にエレメント形状を形成していくというものである。これまで、溶液の濃度や圧力などを変えながら実験を続けてきたが、治具については、その外部にエレメント形状を形成する方が治具と分離しやすく量産性があるのではないかと考えたのである。これが水中吸引法として量産ラインでも採用される技術の端緒となった。

水野は材料の組み合わせと成形方法について量産化を見据えた基本的なモデルを作り上げたのであるが、1995年の秋に米国の現地法人に出向することになり成形体の開発から離れた。水野の後を継いだのは前川武治であった。前川はこの開発を1年ほど担当し製品化のための多くの貢献をすることになるが、象徴的な貢献に吸引治具レスがある。

水野から引き継いだ当時は、エレメントのコア部分は成形した後に中心に芯を入れてアッシー部品として完成する工法が前提となっていた。治具で吸引した後、吸引治具から取り外し、そこに芯となる部品を挿入するのである。吸引までの製法は確立されつつあったが、吸引後に治具が抜けにくいという問題が発生していた。前川は、濾紙に関して製造ノウハウを持つ製造部生技メンバーとともに日夜議論、テストをしていたが、なかなか良い案が出なかった。その時に、今度は上司から「無理なことをいつまでもやっていないで、吸引治具をそのまま製品のコアにしたらどうだ」というアドバイスをもらう。つまり、コアを治具にするという発想の転換である。早速、治具になるようなコアの製作が始まり、フィルタ技術部と共同で、コストと廃棄性を両立させた樹脂製コアを開発した。

図表6 金属コアと樹脂コア



出所：デンソー社内資料

1996年前半は成形体オイルフィルタを成立させる上で重要な材料の開発が行われた。それはエレメント部分の硬化に必要となるフェノール樹脂である。現行品で使用している樹脂は溶剤系で水に溶けない、いわば油のような溶剤であった。しかし製造工程を考えると、パルプを溶くのは水である。硬化用樹脂が溶剤ならば、硬化用樹脂を含浸する前に水分は乾燥させる必要がある。もし硬化用樹脂を水溶性にできれば、吸引後のエレメントの乾燥が不要となる可能性がある。つまり乾燥工程を一つ削減できるのである。

そのためには水溶性の硬化用樹脂材料の開発が必要であったが、パルプの溶液と問題なく置換して硬化させるにはマイグレーション¹⁰など克服すべき課題は多かった。そこで前川は材料の専門家である本社材料技術部に開発の支援を要請した。材料技術部では、水溶性の含浸樹脂、フェノール樹脂を大日本インキ化学工業（現在のDIC株式会社）と共同で開発した¹¹。

¹⁰ 樹脂硬化時に水分が濾材表面に移動する際に、樹脂分が水分と一緒に移動し、濾材表面は樹脂が多く、濾材内部は少ないといった不均一な付着状態になってしまうことである。

¹¹ 当時大日本インキ化学には開発したフェノールに近い製品はあった。しかし商品としては未完成であり、ユーザーとなるデンソーの製造工程に適合するように共同開発することで実用化した。

5. 量産化への取り組み

前川と製造部生技の功績は、1個単位で丁寧に作り上げる、いわゆる試作品ながらも、世の中になかった製造方法でオイルフィルタを作り上げる工法や材料を見出したことである。これにより製品成立技術が確立していた。

ところが、1996年の秋に前川は労働組合に出向することになる。前川の発想を加藤以千弘が引き継ぎ研究することとなった。

加藤が取り組んだのは、量産に向けた製造技術や製造設備の開発であった。加藤は、量産に向く成形体のコアを作る成形槽のポンプの選定、選定したポンプを使用した時の繊維の状態の変化、巨大なバッチ処理にした時のフェノール濃度の変化の状況など、量産に必要な条件出しやデータ取りを行った。

その後、製造部生技メンバーとともに試作ラインを構築し、トライを繰り返した後に、1998年1月に少量生産を開始した。しかし、量産化技術の確立は順調なものとは言えなかった。成形体オイルフィルタは製品構造の検討と製造方法の検討が同時に進めた。外見から想像も出来ないような製品構造の変化であったため、試行錯誤の繰り返しで徐々に製造方法を確立していったのである。

基本的な製造技術以外にも解決すべき課題はあった。異なる仕様を一つのラインで生産することである。開発構想では直納品と補給品に分け、意図的に仕様を変えていた。エレメントの仕様は、9山か12山かという山の数と体格（高さ）の大小の組み合わせとなっている。これらも当初からの開発テーマであり、検討が進められてきたが、どのような技術でその違いに対応するか、加藤が解決しなければならなかった。

まず、前者については吸引後に成形する治具の矢の出し入れにより、9山と12山の形状を作り出すという方法を開発した。もう一つの課題である体格の大きさとは、成形体コアの高さの違いへの対応のことであった。これに対しては、樹脂コアをはめ込む吸引治具のプレートを上下させることで治具を共用することを可能とした。これらの工夫により、多種共用生産を可能にしたのである。

もう一つの問題は、繊維付着量への対応である。繊維付着量は、成形槽内の繊維濃度と吸引力および吸引時間の掛け算で決まる。この問題に対しては、体格に合わせて

吸引時間を変更することで、必要な繊維付着量を確保するという工夫を行った。

1998年に量産が開始された成形体オイルフィルタは、微細繊維の配合により、圧力損失と濾過特性を制御し性能を落とすことなくコスト削減目標を達成した。二律背反の関係にあると思われた濾過効率と圧力損失を、平均繊維間隔の拡大により圧力損失を抑制しつつエレメントの厚みにより汚れの捕捉確率を向上させることで両立を実現した。その結果、濾過寿命においても汚れの捕捉能力においてもクリスタル型に劣らない製品を生み出すことができた。

1号ラインを正式にラインオフするための最終の品質保証会議直前のタイミングでまた担当者の異動があった。加藤が本社生技のリソースシフトによりディーゼル製品のテーマを担当することになったのである。

6. 量産開始後の取り組み

加藤を引き継いだ高垣孝成は、1998年6月に量産1号ライン、同年11月に2号ライン、1999年2月に3号ライン、4号ラインの立ち上げを担当し、月産200万台体制を構築した。

試作ラインを転用した量産1号ラインは、加藤の時代の基礎的な製造条件データが大いに役立った。その一方で、実際に量産してみると試作ラインでは安定していた製造条件が安定せず、成形体の形状が上手くできないなど、所定の性能が出ないことがあった。高垣の初期の仕事の多くは、加藤から引き継いだ製造条件をリファインして、安定流動を図ることであった。この作業は高垣が条件の修正を行い、製造部生技が検証するという役割分担で繰り返された。実際には、当時1号ラインが置かれたデンソーの高棚製作所に高垣が通い詰めて、製造部生技と場を共有する形で行われた。製造条件をリファインする過程で成形条件が崩れた原因を特定するために開発されたのが、フィルタ性能に影響する繊維の嵩高性を計測する特殊濾水度計（ライン外で測定）である。

高垣と製造部生技の協業により、製造条件が確定し、2号ラインから4号ラインまで一気に拡張し、1号ライン設置から1年足らずで現在の生産体制が整った。

フィルタ技術部の船江の発想、そして構想設計を基にして始まった全く新しい構造のオイルフィルタの開発は、本社と製造部の多くの生産技術者を巻き込みながら製品として世に送り出されることとなった。

完成した成形体オイルフィルタは、部品点数では7部品とクリスタル型製品やピュロレータなどが手掛ける菊花型製品の16部品の半分以下の部品数で、生産面でも複数の体格の製品を1ラインで共用生産するという、コストミニマムな製品開発という目標を達成した。その直接原価は1996年時点のクリスタル型に比べて約30%削減された。これは競合メーカーに比べて20%以上のコスト優位があった。

7. 事業環境の変化

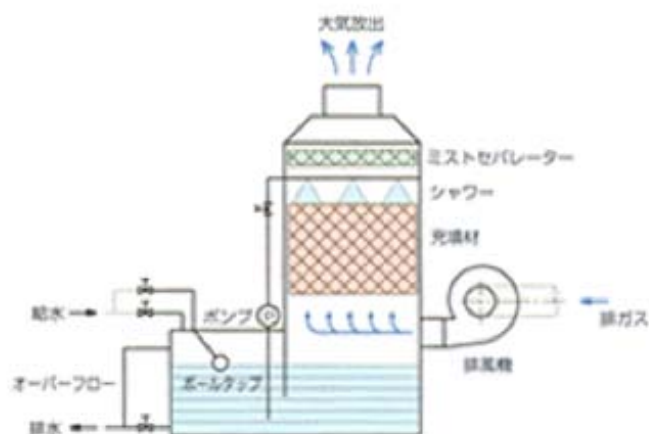
成形体オイルフィルタの開発過程で社会ニーズが変化しつつあった。製品の生産過程で排出されるCO₂など排出物や、使用後の廃棄物がもたらす地球環境への影響に対する問題意識の高まりであった。使用後のオイルフィルタはディーラーや部品販売店で交換される。使用済み品の回収は比較的容易であるが、金属ケースから内部のフィルタエレメントを分離しても、金属や燃焼により有害物発生の恐れがある化学物質が使われているため、その大半は埋め立てられていた。世界で毎年10億個生産消費されているオイルフィルタは、産業廃棄物として毎年250万トンも埋め立て処理されていると計算されていた。

成形体オイルフィルタの開発では、環境への負荷低減を先取りし、部品点数を削減するコストダウン過程で金属コアを使用することなく製品を成立させる技術を開発していた。また濾過体は塩化ビニール系接着剤を含まないことから、燃焼によるダイオキシン生成もなかった。環境に対する残された問題は、工程内廃棄物の処理や有害物質の発生であった。成形体オイルフィルタは菊花型の競合品に比べ、環境負荷量は圧倒的に低かったが、もし工程内の廃棄物や有害物質を対象に法規制が強化されれば事業採算性への影響は計り知れなかった。そこで、成形体オイルフィルタの生産工程を見直し、消費・廃棄型製品から環境調和型の製品への転換を進めることとなった。

このような背景の中、高垣の更なる挑戦は、環境に配慮した生産技術的な取り組み

を行ったことである。この取り組みの成果は2つに大別される。一つにはスクラバ（図表7）の設置であり、もう一つは繊維のリユース技術の開発である。

図表7 スクラバのイラスト



出所：デンソー社内資料

スクラバとは水洗集塵機とも呼ばれるもので、フェノール硬化の際に発生する有害物質のホルムアルデヒドやアセトアルデヒドを回収・分解処理する装置である。

デンソーは有害物質については世の中の規制よりも厳しい社内基準を設けていたが、今回はさらに厳しい低減目標に取り組んだ。この使命を受けた高垣は、発生する有害物質は工場外へ漏らさないよう回収・処理ができるような工夫を施した。この工程内の工夫がスクラバの設置である。ホルムアルデヒドやアセトアルデヒドをシャワー水に溶解し、有害物質を除去した。¹²スクラバの設置に際しては社内の設備工作部門である工機部の協力を得て実現した。

高垣は材料である繊維を使い切るために、繊維のリユース技術の開発にも取り組んだ。この開発を現場で担当したのが、当時新入社員として高垣の部下となった高平幹樹であった。

従来のやり方では、材料の歩留りは72%でしかなかった。繊維のリユースにおける

¹² スクラバによる処理でも有害物質をゼロにはできないため、最終的には社内廃水処理場で細菌の力を借りて最終処理を行っている。

最大の懸念点は、溶液の中の繊維長分布が変化していき、エレメントの基本性能に影響が出ないかということだった。リユースした溶液でエレメントを何度作っても基本性能に差はなかったが、確信がもてなかった。そのとき、さらに上の上司から与えられた指示は「溶液の繊維長分布を測定しろ」ということだった。新しい生産技術を開発するために、同時に測定技術を開発することはよくあることだった。社内に適当な測定技術がなかったため、高平は社外で探すことにした。

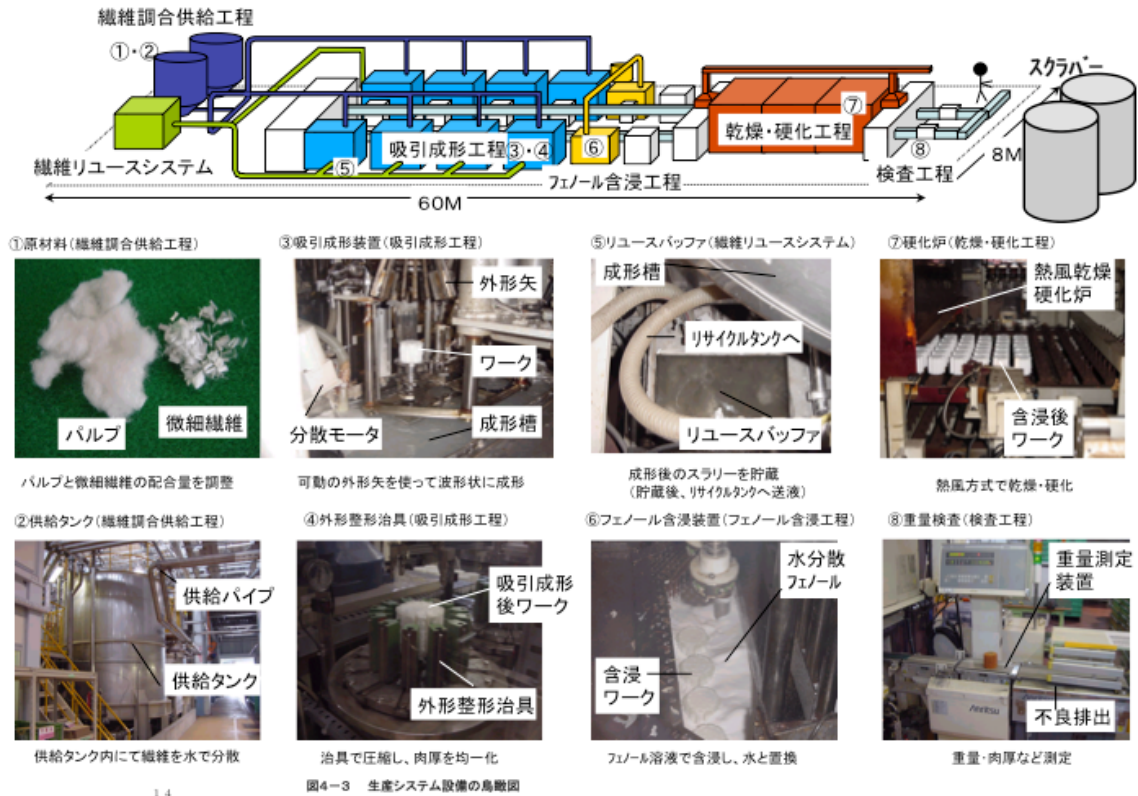
目ぼしいところに話しを聞きにいったが、流出繊維の繊維長分布を数値で把握することは容易ではなかった。ようやくデータ計測ができる富士工業技術支援センターを見つけ出し、エレメントの大きさや吸引条件の違いによって、吸引治具から抜け落ちていく繊維長の分布を測定することができた¹³のである。このデータにより、製品体格によらず流出速度を一定にすることで流出繊維の繊維長分布を安定させ、かつ繊維がコアを埋める初期段階は流速を遅くし、その後は流速を速めることで、繊維の抜け落ちを最小限に留め、製品性能へ影響を及ぼすことなく生産性を維持するという技術が完成したのである。また、リユースをどれだけ繰り返しても、繊維長分布は収束していくことが、実験とシミュレーションでわかり、製品性能にはほとんど影響がないことを証明することができたのである。

リユース技術の確立によって、成形体オイルフィルタの環境負荷量は、CO2換算で従来の製品と比較して半減した。

図表8は完成した成形体オイルフィルタの製造工程の鳥瞰図である。この製品の最終的な量産ラインは、自動車部品メーカーが従来保有していない技術が随所に取り入れられたものとなった。

¹³ 当時使用した機器はフィンランドのカヤーニ社製 FS-200 であった。

図表8 成形体オイルフィルタの製造工程（鳥瞰図）



出所：デンソー社内資料

8. 結び

成形体オイルフィルタは事業部の強い危機感によって生み出された。開発された製品は、自動車部品メーカーでありながらパルプから製品を生産するというユニークなものとなった。この従来品とはまったく異なる製品の成立技術を必要とする難解な製品開発が進んだのは何故だったのだろうか。その成因の一つにコスト削減に焦点を絞り込んだことがあるのではないか。コスト削減のために機能を満たしさえすれば、大きな製品構造の変化も受け入れられる環境が整備されていたとは考えられないか。

そして、フィルタ技術部から提示された画期的な製品コンセプトが生産技術者のチャレンジ精神を刺激したことも大きい。デンソーにはもともと新しいことに挑戦する風土があった。未知のことに挑戦することに対する寛容な雰囲気¹⁴と新たな製品成立原理を確立したいという技術者の執念がうまくかみ合った結果であろう。挑戦的な開発テーマであったから担当者が何人も変わったにもかかわらず、開発の効率を妨げることはなかった。

事業化への推進力は何だったのであろうか。開発に必要な知識の継承という観点からは、開発の中心である本社生技の担当者が次ぎ次ぎと変わったことはマイナスの影響があると考えられる。しかし、成形体オイルフィルタの開発に関しては、「開発過程での担当者の変更が開発の効率を悪化されたということはない」と、当時の設計担当者や製造部の担当者は語っている。いや、むしろ、多様な視点を取り入れることにつながるといってポジティブな効果を生み出したという意見さえもある。

本社生技の担当者の頻繁な変更（図表9参照）が、開発活動の非効率さではなく新たな知識を創造の源泉となる多様性というポジティブな側面として開発に役立ったのは、なぜだろうか。複数の要因が絡み合っているであろうが、開発に携わった人々が口を揃えて言うのは、製造部の生産技術者の献身である。土井清司、杉浦正人、村瀬敏彦は設計段階から市場投入、そしてその後の合理化まで一貫して成形体オイルフィルタを担当している。彼らは知識の伝承という役割だけでなく、高棚製作所に実験や試

¹⁴ 豊田綱領の一節に「研究と創造に心を致し常に時流に先んずへし」があり、それはデンソーの社是「研究と創造に努め常に時流に先んず」に受け継がれている。

験をするスペースを確保するなど、本社生技が業務をスムーズに行える環境を整備した。パイロットラインの実験装置の製作なども行った。また試作や実験などまとまった費用がかかる場合は、製造部が事業部門の費用¹⁵で負担し、開発が円滑に進むように努めた¹⁶。

組織としての継続的なコミットメントをもたらした要因として、船江が着想した挑戦的な開発構想も忘れてはならないであろう。船江の発想した従来技術の単なる延長では到達できない、製品成立技術の開発に、生産技術、材料技術、設備設計、製造の人たちが魅了され、そして執念で取り組んだ。あのいびつな形にも、はからずも表れている。あのいびつな成形体には技術屋をとりこにする魅力があった。

図表9 成形体オイルフィルタのプロジェクト途中での異動者

担当者	異動時期	異動理由
水野 功	1995年秋	米国現地法人へ出向
前川 武治	1996年秋	労働組合へ出向
加藤 以千弘	1998年春	ディーゼル製品へ担当変更

出所：デンソー資料を参考に筆者作成

<事業成果とその後の展開>

成形体オイルフィルタは事業採算の改善に大きく貢献した。そして、ピュロレータに奪われていた米国トヨタの商権も奪回することに成功した。オイルフィルタは世界で年間10億個強生産されているが、デンソーブランドは直納品ではトップクラスのシェアを獲得している。

その一方で、補給品では6、7番手となっている。コスト目標を達成した画期的な製品であったが、トヨタ自動車を除くと国内では濾器専門メーカーと自動車メーカーと

¹⁵ 事業部の製造部には、製造部の中で生産準備や生産性向上のために使える予算がある。不良率を下げたり設備稼働率を上げたり、省力化を進めたりするためのカイゼン費用である。

¹⁶ それ以外にも本社生技の実験で多くの人工が必要な場合は製造現場の従業員を動員したりもした。応援者の工数管理や試験用の管理も製造部生技が伝票を切るなどの事務的なフォローも行った。

の結び付きは強く、直納品と補給品において商権を大きく奪うことはできなかった。

海外においても誤算があった。当初、成形体の海外生産を想定していたのであるが、濾紙の製造工程を垂直統合する開発過程で、設備が複雑化、大型化した。複雑化した設備は、汎用的な設備の改良では対応できず、多くの専用機が生み出された。専用機は他社が容易に模倣できないという面では持続的な優位に貢献したが、海外展開には不向きなものとなった。

現地で調達しにくいという問題もさることながら、複雑な機械を取り扱える現場作業員や保全員の不足がより深刻な問題であった。日本でのモノづくりには定評のあるデンソーだが、その日本と同等かそれに近い生産技術やオペレーション水準を有している海外現地法人はほとんどないのであった。結局、成形体オイルフィルタの海外展開は諦めざる得なくなり、成形体フィルタの海外市場への対応は現時点でも国内からの輸出である。

上記以外にも、製品成立に欠かせない材料であったフェノール樹脂の特殊性が、海外展開を困難にしたという側面もあった。特殊品であったが故に海外調達は不可能に近く、日本から輸出する場合も繊細な温度管理が必要であったためコスト的に見合わなかった。

海外での自動車生産比率が高まる中、海外生産で後塵を拝するのではなく、新たなことに挑戦する風土の下、更に2001年にはタイ工場で成形体とは異なる新しいオイルフィルタの生産を始めたのである。そのオイルフィルタは新菊花型と呼ばれ、一見すると従来の菊花型とエレメント構造が似ている。しかし、従来の菊花型よりも工程数が少なく、クリスタル型はもとより成形体とも遜色のない性能を有している。その上、購入した濾紙の折り曲げから工程が始まるためラインが成形体に比べ遥かにコンパクトで、汎用設備の組み合わせで構成できるため、海外展開がしやすい製造ラインとなっていた。

海外展開のみでなく成形体での環境配慮のコンセプトも引継ぎ、次世代オイルフィルタにも使える物として進化している。この新菊花型が性能・コスト面で成立したのは、濾紙の進化、光硬化接着技術の採用が大きいと言われている。進化した濾紙を前

提に生産を安定させる光硬化接着技術を開発することで、シンプルでコンパクトなラインが完成し、タイに投入することができたのであった。

また、このタイへの新菊花型ラインの投入は想定しない効果をもたらしている。当初は設備コストを抑えることを重視したため、工程は分断され、スピードも遅く、手作業を多く取り入れたライン設計となっていた。生産開始後、タイ現地主導でカイゼンに取り組み、生産性が年を追う毎に上がっていったのである。そのカイゼン速度は年々速まり、今も続いている。そして、タイでカイゼンされた合理化ラインを日本で再現し、生産を試みようという動きさえもある。成形体の海外展開ができていたら、このような副次的な効果はなかったであろう。

以上

参考文献

デンソー（2000）『デンソー50年史』株式会社デンソー。

中久木清・花井嶺郎・原田浩史・前川武治・土井清司・杉浦正人（2002）「特集 環境調和型オイルフィルタの開発とその生産システム」デンソーテクニカルレビュー Vol.7 No.1,104-112 頁。

日本電装（1990）「環境調和型オイルフィルタの開発とその生産システム」『大河内賞受賞業績報告書 平成13年度（第48回）』, 39-50 頁。

高平幹樹・中久木清・原田浩史（2002）「LCAを活用した成形体オイルフィルタの開発」IMS2002 資源循環型生産システムシンポジウム応募論文。

IIR ケース・スタディ 一覧表／2004-2012
(MOT プログラムケース、大河内賞ケースのみ抜粋)

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	尹諒重 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
CASE#10-01	工藤悟志 清水洋	「東芝： 0.6 μ m 帯可視光半導体レーザの開発」	2010 年 1 月
CASE#10-02	山口裕之	「東レ： 非感光ポリイミド法に基づくカラーフィルターの事業化と事業転換」	2010 年 3 月
CASE#10-03	三木朋乃 積田淳史 青島矢一	「NHK 放送技術研究所・NHK エンジニアリングサービス・日本ビクター株式会社： 話速変換技術を搭載したラジオ・テレビの開発」	2010 年 4 月
CASE#10-04	青島矢一 高永才 久保田達也	「日本電気： 最先端 LSI 量産を可能にした ArF レジスト材料の開発」	2010 年 5 月
CASE#10-05	青島矢一 大久保いづみ	「新日本製鐵： コークス炉炭化室診断・補修技術」	2010 年 7 月
CASE#10-06	久保田達也 青島矢一	「横河電機： 高速共焦点顕微鏡の開発と事業化プロセス」	2010 年 7 月
CASE#10-07	工藤秀雄 延岡健太郎	「パナソニック： IH 調理器の開発」	2010 年 7 月
CASE#10-08	今井裕介 岩崎慶 宰務正 鈴木裕一郎 山田将知	「株式会社高井製作所の組織改革」	2010 年 7 月
CASE#10-09	工藤悟志 清水洋	「ソニー： MOCVD 法による化合物半導体デバイスの開発と量産化」	2010 年 8 月
CASE#10-10	積田淳史 藤原雅俊	「中田製作所： 高機能造管成形機の開発と実用化」	2010 年 9 月
CASE#11-01	伊藤誠悟	「株式会社デンソー： 自動車用発電機： III 型オルタネータの開発・事業化」	2011 年 4 月
CASE#11-03	小室匡史 江藤学	「三菱電機株式会社： 人工網膜チップの開発と事業化」	2011 年 9 月

CASE#11-04	伊藤誠悟	「株式会社デンソー： 電子制御式ガソリン噴射装置(EFI)の開発・事業化」	2011年9月
CASE#12-01	奥村祐一郎 江藤学	「セイコーエプソン株式会社：3LCDプロジェクタ開発と事業化」	2012年1月
CASE#12-04	崔裕真	「島精機製作所：ニット製品の最先端生産方式開発の技術経営史 手袋編機用半自動装置(1960年)からMACH2シリーズまで(2010年)」	2012年7月
CASE#12-05	高永才 三木朋乃	「JX日鉱日石エネルギー株式会社： サルファーフリー燃料の開発と事業化」	2012年7月
CASE#12-10	伊藤誠悟	「株式会社デンソー・トヨタ紡織株式会社： 成形体オイルフィルタの開発・事業化」	2012年10月