
資料

インクジェット技術開発と技術経営¹⁾

赤羽正雄

◆はじめに

オフィスや家庭で使用されているインクジェットプリンターの中核部品であるインクジェットヘッドの技術開発過程とインクジェット技術の工業分野への応用について、技術経営的な視点を織り交ぜながら話をさせていただきます。

まずは、セイコーエプソンの沿革および私の所属とインクジェット技術開発の関係についての説明から始めます。セイコーエプソンの前身は、1942年に東京の服部時計店の工場として、現在の長野県諏訪市に設立されました。それ以降、諏訪精工舎、セイコーエプソンと社名が変わってきています。“SEIKO”ブランドは服部時計店のブランドであり、セイコーエプソン等が製造し、服部時計店を経由して販売される時計等に付されています。なお、服部時計店は現在ではセイコーに社名変更しています。

東京オリンピックのときにセイコーグループ全体で公式計時を担当し、当時の諏訪精工舎が卓上式水晶時計とドラム式プリンターを開発して使用したことは有名な話となっています。その後、開発された水晶腕時計は従来どおりの服部時計店チャンネルで販売が可能でしたが、プリンターはこの時計の販売チャンネルでは扱うことが難しかったことから新しい販売チャンネルが必要でした。そこで、1961年に時計の部品を作るために設立された子会社である信州精器が、1970年頃からは時計以外（SEIKOブランド以外）の情報機器関連も扱うことになりました。信州精器は、後にエプソンと社名を変え、1985年には諏訪精工舎と合併して、セイコーエプソンと変わっていきます。現在のセイコーエプソンは、時計等についてはセイコーを経由してSEIKOブランドで、情報機器類はエプソン販売および海外の販売会社を通してEPSONブランド商品として自社で販売する形となっています。

1970年代の当初は、諏訪精工舎の売り上げのほとんどは時計事業からのものでした。時計事業に比して利益率が低く、新しい販売チャンネルの構築が必要な全く新しい事業領域である情報機器事業を諏訪精工舎内部で育てることが難しいことを、この当時の上層部の人は分かっていたのでしょ

1) 本稿は、京都産業大学で開催された研究会（2012年7月13日：16:00～18:00）の講演録である。お忙しいなかご講演をご快諾下さった赤羽正雄氏に記して感謝したい。本稿末尾に掲載している経歴は、講演時点での情報である。なお、本研究講演録は、京都産業大学の研究支援制度である特別課題研究（E1212）からの支援を受けて作成されている。カッコ内は、石光裕、藤原雅俊による補記である。

うか。親会社の組織から少し離し、既存概念からの影響を受けずに新しい事業展開を信州精器で始めたという経緯があります。

私は、インクジェットヘッド、インクジェットプリンター自体の開発には直接関わっていませんでした。隣から眺めていたことから、逆に比較的冷静に見えていたと思います。図1は、私の所属・業務とインクジェット技術開発部門との関係の濃淡を表そうとしたものです。私の立ち位置を実線で、インクジェット（IJ）開発部門を破線で示してありますので、実線と破線の間隔が狭い時期は技術的に近い関係で業務をしていたことを表しています。

インクジェットヘッドの開発開始は1978年と言われています。それは本社の研究部門にいた担当メンバーが信州精器に移って、一体化して開発を始めたタイミングとほぼ一致しています。私は1973年の入社ですが、隣の研究室で既に1人、2人の人がインクジェットヘッドの可能性を模索していました。といいましても、ガラス板に一筋のキズをつけて、もう1枚の平坦なガラス板を合わせれば、二枚のガラスの間に線状の空間ができますね。そこを流路としてインクを流そうとするものでした。このインクジェットプリンターが商品として大きな話題となるのが1993、4年ですから、開発に20年くらいかかっていることになります。

1980年代初期に、私はシリアル・ドット・マトリックス・プリンター（SIDM；以下、ドット・マトリックス・プリンター）を製造販売し始めた電子機器事業部門に異動しました。当時、「プリンターはしょせん周辺機器、やはりパーソナルコンピュータ本体を持たなければ駄目だ。新しい思想や技術はまずコンピュータ本体に取り入れられ、その後周辺機器に波及してくるのであるから、プリンター事業が先端を走っていくためにも必要である」との考えがありました。全社から電子・電気・情報関係の技術者を中心に集められ、私もその一人として異動し、コンピュータの企画・開発などを担当しました。その後、人工知能ソフトなどを開発する子会社、アメリカのサンノゼ市にあるエプソンリサーチセンターなどを經由して1998年に本社研究開発本部に戻りました。そこでは、インクジェット技術を印字プリンター以外の分野への応用、所謂工業応用を狙った研究が始まっており、副本部長、本部長として関わることになりました。当時、生産技術開発本部、プリンター事業本部でも応用開発が開始されており、インクジェット技術が新しいコア技術として全社的に認識され始めていました。

それでは、インクジェット開発とその工業応用について話をいたします。

◆2つのインクジェット方式

インクジェット方式には、大きく分けて二つの種類があります。ひとつは連続吐出方式と呼ばれ、インクが途切れることなく連続して吐出されるものです。もうひとつは、必要な時にだけインクを吐出し、不要な時はインクを飛ばさない、オンデマンド方式です。

連続吐出方式では、帯電したインク滴を電場印加の有無や気流による偏向などにより不要なインクの飛行コースを曲げて、印刷対象物に届かないように制御します。着弾位置の精度は良くありま

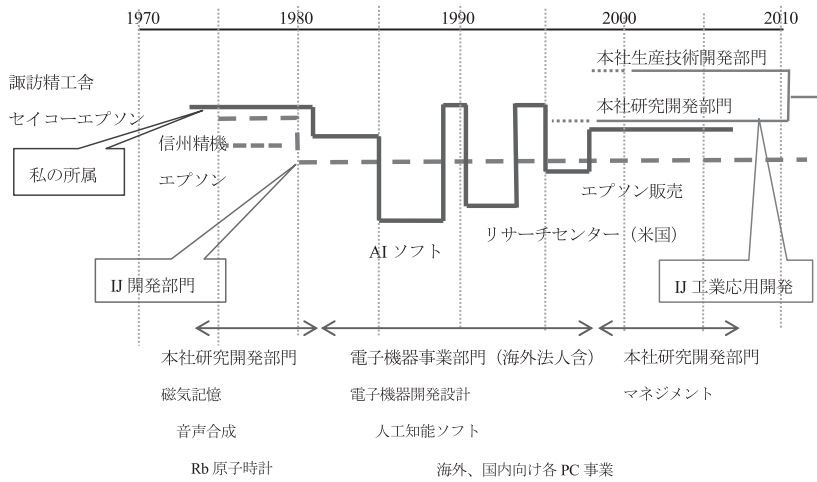


図1 私の所属・業務とインクジェット技術開発部門との相対関係

出所：講演会資料

せんが、速いスピードで印字できます。ペットボトルの賞味期限の文字を注意して見たことがありますか？少し歪んだ文字で書かれていますが、丸いペットボトルに、この方式で印刷したものです。この方式ですと、偏向され印刷に使われなかった大半のインクを回収して再利用することになりますが、空気に接することで水分が蒸発して濃度が変わってしまいますから、濃度調整をした上で循環させて再利用することになります。工場でしたらできますが、一般のオフィスや家庭では無理です。このような場所で使用する場合は、必要な時に最低限のインクだけを吐出させるオンデマンド方式ということになります。

このオンデマンド方式には2つの代表的な方式があります。熱エネルギーを利用したサーマル方式と物理的エネルギーを利用したピエゾ方式と呼ばれるものです。前者はサーマル方式、バブルジェット式、熱衝撃式など多くの表現や派生方式がありますが、ここでは総称してサーマル方式と呼ぶこととします。サーマル方式はキヤノン、ヒューレット・パッカード（以下、HP）等が、ピエゾ方式はエプソン等が採用している方式です。

サーマル方式はキャビティー内にヒーターがあり、急激な熱加熱により気泡を発生させ、インクを吐出させます。インクには300度くらいの熱衝撃が加わることとなりますので、変色などの化学反応を起こさないようなインク素材を使う必要があります。一方、ピエゾ方式は圧電素子に電圧を印加することにより生ずる歪みを利用してインクを吐出させます。水鉄砲と同じように機械的に押し出すだけです。サーマル方式のようにインク温度は上昇しません。従って、インクに対する熱的な制約はなくなります。

1970年代に各社とも開発を始める時点で、原理的にはこの2つの方式の存在は分かっていました。基本的には温度に対し影響が少なく、インク選択の自由度が高いピエゾ方式の方が良いだろうとの考えから、各社ともピエゾ方式に重点を置いた開発を行い始めていました。サーマル方式では、気

泡の発生により一気に吐出させますから、ノズル径によりインク滴のサイズが支配されてしまいますが、ピエゾ方式では、印加電圧波形によりインク滴のサイズを制御できる可能性も秘めていました。大小のインク滴がコントロールできれば印字スピードの上昇、微細な表現などに有利であることから、コスト、微細加工性には劣るものの原理的にはピエゾ方式の方が理想に近い方式だろうと考えられていたと言えます。

◆ピエゾ方式かサーマル方式か：1980年頃の判断

ところが、ピエゾヘッドでは小型化、十分な歪量の獲得が難しく、1980年くらいになると「サーマル方式の商品化の方が早そうだ」とのことで、サーマル方式に開発の重点をシフトしていく企業が増えました。しかし、エプソンはシフトせず、ピエゾヘッド開発を進めました。おそらく、経営的な判断がきちんと働けば、早く商品化し市場に早期に参入でき、早く収益をあげられることが期待できそうなことから、サーマル方式を選択する可能性が高かったでしょう。結果的には、エプソンは、技術ポテンシャルが高いことを優先し、ピエゾ方式の開発を継続しました。技術志向が強く、研究開発の段階への経営の関与が強くなかったことのほか、プリンター事業ではドット・マトリクス・プリンターが大きな収入源となっており、本社の方も時計で十分利益を取れていたことも見逃せない要因だと思います。「理想的で技術レベルの高いインクジェットヘッドの開発をしている・・・」と言えば、そんなに切羽詰ってアクションを起こす対象ではなかったと思います。

ですから、技術者として技術的にどちらの技術に興味を持つか、技術的にどちらが理想に近いかという視点から、現場の技術者、ミドルクラスで選択できたのです。そのことによってエプソンだけはピエゾ方式の開発を続行して、より経営の体をなしていただろうキヤノン、HPとの違いとなって表れたのではないかと。キヤノンは、1967年に「右手にカメラ、左手に事務機」なる第一次創業ビジョンを定め、カメラ専業から事務機にもシフトしようとしていた時代で、1970年代中ごろから複写機事業でリコーと競争をしていました。その前には電卓事業の失敗もあり、企業の中で経営判断が強く働く素地があったのではないかと私は推測しています。

このように1980年頃に、一つ目の大きな分岐点となる技術の選択があったのですが、サーマル方式の開発に移ったHP、キヤノンはそれぞれ1984年、1985年にインクジェットプリンターを商品化しました。そうすると、「いよいよインクジェットの時代だ！」という雰囲気広がりますが、エプソンからはまだ良い商品が出ませんでした。しかも、同時期に、レーザープリンターがキヤノンより発売され、大きな印字音を発するドット・マトリクス・プリンターは、印字スピードでは上からレーザーで押さえられ、静かで安価な面ではサーマル方式のインクジェットプリンターにより下から突き上げられサンドウィッチ構造となり、ドット・マトリクス・プリンターが主力のエプソンは徐々に苦しくなっていきます。

公式な発表はされていませんが、「バブルジェットのライセンスを購入しないか」とキヤノンから

エプソンにオファーがあったが、エプソンは断ったと言われています。「同じ方式を追求しても同じものしかできない」即ち、バブル方式のライセンスを購入したら、相手と同じレベルの商品しかできない。それ以上良いものはできないのだから要らないとの理由であったようです。これはセイコーエプソンの経営姿勢を考えれば納得できる理由です。チャレンジ精神、創造性の追求、総合力の発揮の3つを掲げ、高い目標に挑戦し、スピード感をもってやり遂げ、世界初の商品、世界 No.1 の商品を開発していくという経営姿勢です。チャレンジ精神と創造性の追求は、私が入社した頃には既に同様なことが言われていました。総合力の発揮は、子会社の方が将来的にみると本社よりも発展の余地がある状況下で、親会社と子会社の売上、収益、規模などが逆転した他社グループの過去の事例を見ると、合併の効果を最大化するため、組織・事業・会社の壁を越えて、スクラムを組み、グループ全体最適を第一としたいとの経営姿勢であったと言えます。チャレンジ精神、独創性の追求は、「世界で最初の商品を創れば、もしそれがビジネスにならなくても、そこで創った最先端の技術が他の商品で生きていく可能性がある・・・」という考えを底支えしていました。そのような経営姿勢が浸透していればいるほど、ライセンスを受けるチャンスがあったとしても、「相手以上のものはできない、だから断る」という論理構造となります。

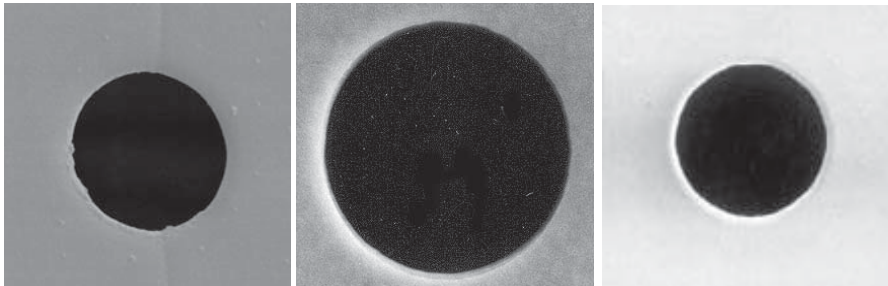
これは、時計産業を特色づける典型的な自前主義の構造とも関連していると思います。時計産業、とりわけ国内時計産業では、材料から部品、生産機械まで全て自前で揃えていました。精密加工性能が良く、軽く堅牢な材料、腕に付けられ常に人体と接触しているがゆえに皮膚との親和性の高い材料が必要ですが、材料メーカーにとっては、苦勞して材料開発をしても時計自体が小さいゆえに大量の材料販売は見込めず魅力的な販売先とならない。生産機械メーカーにとっても、時計生産用の優れた製造機械装置を開発しても国内の時計製造業者は片手で数えられる程度で販売数量が見込めない。水晶時計用の半導体チップが必要であっても、世の主流は高速動作、高性能化であるのに対し、時計用は高速動作よりは低速でもよいから低消費電力の IC やメモリーが必要であるなど特殊性が高いことから、半導体メーカーにとっては優先度の高くない開発項目でした。時計産業は、自前で全て必要なものを賄わないといけない宿命をもった産業で、それゆえに社内では分野を問わず果敢に挑戦する気風が生まれ、それを鼓舞するマネジメントとなっていました。その結果、社内に多くのコア技術が蓄積されていき、それらを軸として、液晶事業、半導体事業、メガネレンズ等の光学事業、水晶デバイス事業、などと事業が多角化されていくこととなります。これらの事業は、全て時計の材料、部品、主要技術を起点にしており、自前主義企業の多角化の典型的な事例と言えますが、本日の主題ではありませんので、このことは別の機会に譲ります。

今までは経営的には良好な状況でしたので、「まあ、開発させておけば、何時かはモノになるだろう・・・」と思ってはいたものの、「プリンターが怪しい」ということになり、経営的な判断がなされることとなります。経営判断がなされることのメリットの一つは、事業の統廃合、組織改編、資源配分まで含めた大胆な判断がなされうることです。「ピエゾ方式の開発を、もう 10 年もやっているのに、まだ完成しないのか」「いまさらサーマル方式を始めても、先行メーカーの特許網を回避でき

るのか、余地がないのでは！」「同じ方式を追従しても NO.1 にはなれない」などの考えが交差した後、「ピエゾ方式を続ける、続けざるを得ない・・・」との判断がなされます。1988年から90年くらいのことですが、ビデオ・プリンターの開発を止め、技術者のシフトを行い、10年以上の技術蓄積をベースにピエゾヘッドの小型化、低コスト化を目標とした緊急ヘッド・プロジェクトが編成され再出発することが経営の判断としてなされました。

◆2つのブレークスルー

この結果、2つの大きなブレークスルーをもたらし、事業化に至ります。1つは、ノズルの穴加工です。ヘッドのコストダウンのためプラスチック化した本体の表面に金属板を貼り付け、耐摩耗性を高めようとする場合に、この金属板に真円の直径数ミクロンから数十ミクロンのノズル穴を開ける必要があります(1ミクロンは1000分の1ミリ)。ノズル穴の周の形状が真円でないとインクが真っ直ぐ飛んでいき難くなります。この真円を作る技術候補はいろいろありましたが、なかなか思うように加工できませんでした。最終的に時計製造の過程で使われている加工技術により達成できました。図2は当時の典型的なノズル穴の写真です。エプソンのノズル穴には二つの特徴があります。周の淵の形状が綺麗なことと、穴の径が大きいことです。ピエゾ方式では、印加電圧波形によりインク滴のサイズを制御できることから、ノズル径によりインク滴のサイズが支配されるサーマル方式を採用している他社に比べてノズル径が大きくてもよく、大小のインク滴がコントロールできれば印字スピードの上昇、微細な表現などに有利になります。



A 社

セイコーエプソン社

B 社

図2 ノズル穴の形状比較

出所：講演会資料

ある事業部のコア技術が他の事業部で使用される、すなわち、技術の内部転用があったわけです。なぜ、技術の内部転用が特筆されるかというと、事業部制が高度に発達した組織体制の中では、他の事業部の技術が見えにくい、使いにくい等の理由から、内部転用が非常に難しいからです。内部

転用されるべき有用な技術は、事業部内で年月をかけて深堀された、奥行き深いところにある暗黙知に近い技術です。例え、他の事業部がその技術の存在に気がついて、井戸の深いところにあるものを他に移すには、一度地表まで持ち上げてから移さねばならないことと同じように、深堀した技術すなわち暗黙知の技術を一旦サイエンスにして理解したうえで、形式知化する工程を得て、他の事業部に移し、そこで再び深堀をして、転用された事業部で有用な技術として磨き直されなければ技術の内部転用は完成しません。

当時、ドット・マトリクス・プリンターにおいてもこの技術が利用されており、2ステップで転用されたことから、成功の要因となったと評価する考えもあります。ある事業部では当たり前の技術が、同じ社内の他の事業部ではブレークスルーに相応する技術となるという事実こそ、注目すべきことと思います。本来、事業部間を超えてコア技術を内部転用する機能は、本社の研究開発部門、生産技術部門が各事業部を横断的に見ているなかで、果たすべき役割として担っているはずで、各事業部の中に深く入り込んだコアテクノロジーを新しい時代の要請に照らして再評価しつつ、内部転用や新事業開拓に応用していくことの重要性を示唆しています。

この事例では技術出身の経営トップからの強い指導が起点とされ、時計事業での技術が、将来の主力となるプリンター事業に及ぼした成果として、先ほど述べたセイコーエプソン社の経営の姿勢の一つである“総合力の発揮”の成功事例として強く語り継がれていくことになりました。

もう一つのブレークスルーは、ピエゾ材料と積層構造に関わるものです。これは、インクジェットプリンターのヘッドのために直接的に見出されたものではありません。ドット・マトリクス・プリンターは、電磁石のオンオフによりワイヤーをインクリボンおよび印字紙に衝突させて印字していきませんが、その電磁石の代わりにピエゾ素子を使用したらどうか？とある取引業者が営業にきたものです。実際には、ドット・マトリクス・プリンターでは、力不足で使えなかったのですが、ちょうどその場にいたインクジェットヘッドの研究者の一人が、「これはヘッドに使えるのではないか」と直感し、開発を続けた結果、完成したというストーリーです。ですから、偶然そこに彼が居合わせなければできなかつたらうし、居合わせたとしても、感性を持ち合わせ閃かなければ、結果に結び付かなかつたものです。ノーベル賞の受賞成果を語るときの“セレンディピティ”と同様な議論の上にあるといえます。

◆意図的か偶然か

このようにインクジェットプリンターヘッドの開発を振り返ってみてみると、技術を優先した判断と経営的な判断が何回か行われながら開発が進んだことと二つの大きなブレークスルーが起こったことがわかります。

ところで、研究開発段階で判断が必要な場合に、技術を優先した判断と経営的な判断とは反対の結論となることが多々あります。経済的合理性を追求する企業経営において、不確実性を持ちなが

ら進まざるをえない技術開発に、限りある経営資源をつぎ込んでいくわけですから容易に理解できません。今回の開発過程においても、1980年初期のサーマル方式へ開発シフトをするかどうかの判断時期に経営的な判断がなされていれば、ピエゾヘッドは実現できなかったかもしれませんし、1980年代後半には経営的な判断がなければやはり実現できなかったと思われます。結果的に技術的な判断を優先すべき時には技術的判断が優先され、経営的判断が優先されるべき時にはそれがなされ、プロジェクトが完成したことになります。では、セイコーエプソンにおいて、このような技術経営的な視点を背景とした意図的な技術マネジメントが常に行われていたのかと問うてみると、個人的な意見としては残念ながら肯定するにはデータ不足です。むしろ、良好な会社全体や当該事業部の経営状態による余裕度の表れが技術的判断を後押しし、逆の状態での切迫感・危機感が経営判断を後押しし、偶然性高く各々が良いタイミングで現れたと言った方が説得力はあるかもしれません。

他社のサーマル方式の早期商品化により、キヤノンの出荷台数の1～2割まで低下していたエプソンの出荷台数は、このブレイクスルーを経て開発されたヘッドを搭載したプリンターによる高解像度の実現と価格戦略により、1996-7年にはキヤノンのシェアをキャッチアップし抜き出すこととなったわけです。それ以降、両社は今日まで拮抗した国内シェア競争を継続しています。

諏訪精工舎と信州精器が合併して一つの会社となったとしても、本社のある諏訪市とプリンター事業を行う広丘事業所は、塩尻峠を挟んで適度に距離のある位置関係にありました。この距離は、本社の意向がストレートに働きにくい環境にあり、割合と自由に開発でき、創業以来の技術重視志向が働き続けたといえます。ピエゾ方式の方が理想に近いとして開発を進め、最後のぎりぎりのところになって経営判断が一応働いた。先ほど偶然性高くタイミング良く現れたと話しましたが、繰り返しになりますが、もし、このような仕組みが本当に企業風土として定着しているのであれば、その後も引き続き同様な事例が発生してくるのでしょうか、残念ながら20年近く経っても、この時程の大きなイノベーションは起こってきていません。

◆インクジェット技術の工業応用

インクジェット技術の基本要素は、乱暴ですが3つの要素からなると極論できます。何を飛ばすか、何に向かって飛ばすのか、どのように飛ばすのかです。我々が日常使っているコンピュータ端末用の印字プリンターは、水性インクなり顔料インクなりを、真っ直ぐに正確に紙に向かって飛ばしているものです。であれば、「印字用インク以外のものを飛ばそう」、「紙以外のところに向かって飛ばそう」。これがインクジェット技術の印字プリンター以外への応用の発想の原点となり、1990年代後半ころから研究開発が開始されました。

インク滴は、ピコリットル（1兆分の1リットル）のレベルです。このような微小液体では、重力より表面張力が支配する変わった世界で、いろいろ面白いことが起こります。2000年前後には、“インクジェット技術”を“マイクロ液体プロセス”と幅広くとらえて、基礎特性の解析と応用分野の模

索を行っていくべきとの考えに至った先見性のある研究者ができました。

日進月歩であり最新技術としては正確性に欠けますが、ピエゾ方式のインクノズルは1インチに200個以上並んでいるとイメージしてください。ヘッドを横に複数個並べて、幅広い印刷ターゲットに印刷していくことを可能にし、紙への印刷用インクに代わり機能性材料をインク化して飛ばせば、新しい工業応用への用途が開けるだろうことは想像できます。例えば、液晶パネル用のRGBカラーフィルター、有機ELパネルなどの製造装置への応用です。更には、「半導体チップはできないのか？」と思考が進みます。半導体チップは、フォトリソグラフィを用いて、機能性材料を蒸着、スパッタ等で全面に膜形成をしたのち不要部分を削除していく、レジスト膜形成とエッチング工程を繰り返していきます。多くの材料が無駄になりますし、廃液もたくさん出ます。気体は分子密度が低いので、ちょっとしたゴミの影響を受けるため、これらの工程はクリーンルーム内の真空装置で扱います。ところが液体は、気体に比べて密度が高く、少々ゴミがあっても影響を受けにくいのです。単なるインク滴を吐出する技術ではなくてマイクロ液体、微小液体を飛ばす技術だと考えれば、真空を必要としない環境で、必要なところにだけ選択的に機能性材料インクを飛ばすダイレクトパターンニングにより金属の配線もディスプレイもできる。更に、非常に省エネルギーの半導体製造プロセスも提供できるだろうと発想が進みました。

もう一つの大きな特徴は、インクジェットプロセスは非接触プロセスということです。インクジェットヘッドと印刷用紙は接触していません。インクジェットでは描画対象物に接触せずに描画できます。ですから、凹凸があっても対応できますので、ペットボトルにも印刷できることになります。

このようなインクジェット技術応用は、いろいろな分野で進んでいます。ペットボトルの賞味期限の印刷だけではなく、例えば、ケーキのデコレーションです。子供の誕生日に、ケーキのトッピングとしてチョコレートやクリームで顔を書くのです。このときインクジェットを使って描画します。比較的古くから行われていたものとしては、任意な模様をインクジェットで描画したTシャツがありました。イタリアでは、高級ブランドのスカーフ、ネクタイなどを捺染用インクジェットプリンターで描画しています。

水着なども格好のターゲットです。水着は1年ごとに流行があり、1年に1回、短期間に作り、売れても売れなくても終わりというビジネスです。プールに行くと、横に同じ水着を着ている人がいると嫌だと感じれば、「1品ものが欲しい・・・」という気持ちになります。それから、建築業界でも漆喰プリンターが現れ、プリンティングしています。設計現場では3次元プロトタイプングといって、紫外線で硬化するインクを飛ばして硬化させることを繰り返しながら立体的なものを形成していくことにより、金型を使用せず、試作品を簡単に早く作ることに実際に応用されています。

液晶パネルへの応用としても、カラーフィルターの製造装置をエプソンが大手液晶テレビメーカーに納入したとの報道もありました。有機ELディスプレイ、金属配線などによる回路基板製造などへの実用化や、DNAチップ、有機トランジスタ、人工皮膚などへのインクジェット技術の応用可能性

など幅広く期待されています。

◆工業応用に向けた壁

しかしながら、実用化されたものをよく見ると、インクの着弾が少々左右に振れても良いものばかりです。要するに、着弾精度がそれほど必要ないアプリケーション（応用先商品）は実用化されています。高級ブランドの衣料といっても、もともと布上では少しは横に染みていくものではないかと素人的には考えますし、ケーキの上の子供の顔でも、少しくらい歪んでいてもジョークの範囲です。着弾精度は必要ないけれども、インクジェットの特徴である非接触とか、1品だけでも低コストでできるなど、そのような用途には確実に応用され始めています。

しかし、エレクトロニクス業界で一番大きな応用分野である半導体プロセスが変革される、ディスプレイの製造プロセスが変えられる等の期待の大きなところは未だ進んでいません。本来、大手のプリンター企業がやるべき分野、大手企業しか参入できないだろう分野での応用が進んでいないというのが現実です。当然難易度が高く難しいだろうが、日本の産業構造を大きく変えるかもしれない、産業競争力強化をもたらすかもしれないと思われる分野では、まだ残念ながら応用が進んでいません。大手プリンター企業が昨今の経済状況の低迷の中で野心的な開発をトーンダウンしているのではないかと邪推し、心配をしています。

今まで、コンピュータ端末用のプリンターとしてのインクジェットプリンターは最終商品でした。ところが、工業応用分野では製造手段を提供しているのです。自社に当該事業がなく、製造手段を持たないことから、他社にある製造手段の置き換えから始めなくてはならないハードルの高さや、既存の生産手段に対して決定的な優位性を示しきれないことが、なかなか進展していかない理由と思われる。別の見方をすると、最終商品を扱っていたプリンターメーカー内の当該部門は製造装置事業部門となり、装置の販売とともに、消耗品販売、その機械のサービスビジネスを業としていく新しい業界への参入となります。大きな業容変化が求められる故か、精密な着弾精度を必要としない応用分野において中小企業が成功しているという反面、本命であるキヤノン、リコー、エプソンなどから大きなアウトプットができておりません。これからの持続可能な社会に向けて、この大きなポテンシャルの具現化のため、本命企業の発奮を期待しているところです。

◆質疑応答

司会：どうもありがとうございました。では、質疑応答に移りたいと思います。

質問者：技術の転用については、過去の経験を踏まえて、今は社内に技術センターのようなものが役割を果たしているのでしょうか。

赤羽：本社の研究部門、生産技術部門がその任務を持っていると思っています。事業部から事業部への直接的な技術転用が難しいという前提に立てば、各事業部間を横串で関わっている本社部門が一旦コア技術を吸収し、他の事業部に落とし込んでいくというプロセスが必要であるからです。

ご質問が、エプソンの現状についてのご質問でしたら、内部にいるわけではありませんので、役割を果たしてほしいとしか言いようがありません。

先ほど申し上げましたとおり、事業部制が高度に発達した組織体制では、他の事業部の技術が見えにくく、見えたとしても奥深い暗黙知に近い技術です。一旦、サイエンスにして、理解したうえで、他の事業部に移し、そこで再び深堀をしていくことが必要で、このプロセスを担当するのは本社機能であるからです。これを可能にするためには、本社部門は新事業開拓だけではなく、事業部門と共同のテーマ、現業事業への支援テーマを持ち、日ごろから技術交流をする関係をもっていることが必要です。

技術転用の重要性は、事業の多角化を進めるとき最も高くなるものです。この機能がないと、コア技術を持たず、競争力の弱い領域へ参入していつてしまう可能性が高まり、事業創造力に影響します。

質問者：研究開発費は経営者によって利益操作に使われている、という話が会計分野にはあります。海外ではその傾向が非常に強くあって、たとえば第三四半期くらいになってくると、最終的な利益を調整するために、研究開発費が格好のターゲットになる。そういうお話は、現場におられて実感がありますでしょうか。

赤羽：あります。利益操作という悪い意味に聞こえますが、費用削減による利益向上策といった方が正確です。比較的大きな予算が組まれていて、削減により即効性のあるものとして、研究開発費と広告宣伝費の2つが挙げられます。その2つに共通することは、今日急に出費を止めた場合、将来の売上には影響するかもしれませんが、今日明日の売上には影響が出ません。ですから、年度目標の利益確保が難しくなった時点で、即効性がある今日のビジネスに影響が出ない研究開発費と広告宣伝費の出費を年度途中で抑えようとするのは、よくあることです。

広告宣伝費の場合には、今月から2か月は全面的に止め、3か月後からは再開しようということがどうにか可能ですが、研究開発テーマは一旦止めてしまうと再開は非常に難しいという特性の違いがあります。

広告宣伝費は月々で大きな波があります。例えば、コンシューマー用プリンターであれば一番の商戦期は年賀状印刷を控えた年末であるため、宣伝広告のピークは秋から年末にかけてとなります。法人向け商品を販売する企業であれば、比較的年間フラットで、強いて言えば会計年度末の駆け込み需要に向けて多めに予算化をしていることもあるでしょう。

そこで、削減要請がこのピークより前であれば、大きく削減可能ですが、ピーク後であれば、予

算残高が少なく削減効果が期待できません。

一方、研究開発費の場合には、大きな使途である人件費、既存設備投資の償却は月々ほぼフラットで、新設備・機器の購入にともなう償却費の発生、実験消耗品の購入などにより波が発生することになります。人件費の削減は、研究開発テーマの中止に直結します。一度止めてしまうと再開が難しいことは先ほど話をしたとおりですので、新設備・機器の購入の延期もしくは中止が大きな削減手段となります。当然研究開発の遅れをもたらしますので、他社と開発競争をしている場合には、この遅れが致命的になることもあります。従って、利益の増減が直接研究開発費の増減に結びつかないように、利益より変動が小さな売上高を基準に、売上高の何%を目途に研究開発費に充てるとか、向こう何年間で何億円研究開発投資をするという形で、中期計画などで定め、継続的に研究開発を進める体制をとっている企業もあります。

いずれにせよ利益目標の達成が難しい状態では、聖域なく費用削減を行う必要性がでてきますが、短期的に影響が出難いという理由だけで、大幅に研究開発費や広告宣伝費を削減することは避けるべきだと思います。

質問者：インクジェット技術を展開する上で、（企業横断的な）オープンなイノベーションにつながるということは、今後の方向性としてあるのでしょうか。

赤羽：あるとは思いますが、大きな事業を育てることは簡単なことではありません。工業応用のためのインクジェットヘッドを提供している会社は多くあります。しかし、コンシューマー用、即ちパソコンの印字装置としてのインクジェットプリンター用のヘッドを大量に製造しているメーカーは片手で数えるほどです。ヘッド自身は、何を、何に向かって、どのように飛ばすかの3要素だけで極端にはいえますから、特定の用途に向けて少量のヘッドであれば幾つかのメーカーから提供されており、それをを用いて特定の応用機器の開発はできます。しかし、大きな事業用途となると、ヘッドを供給できるメーカーは限られてきます。ヘッドとインク材料の開発が重要な開発要素となり、装置導入後のインク等の消耗品が重要な収益源となるビジネスモデルであることから、ヘッドとインクを内部に抱え込もうとすると、ヘッドメーカーを中心とした開発体制とならざるをえません。ヘッドメーカーが積極的になるかどうかで応用用途の広がりや開発速度が律せられてしまいます。例えば、エプソンの液晶テレビパネル用インクジェットカラーフィルター描画装置が大手液晶テレビメーカーに導入されたと話題になりましたが、液晶テレビの製造低迷は、そのままインクジェット装置メーカーの工業応用事業のトーンダウンとなってしまう恐れもあります。

質問者：有機ELは、液晶が1インチ1万円とかというふうに言われていた頃はまだ戦いようがあったかもしれないですけど、もう今は格安の液晶と戦わなければいけないですね。

赤羽：現有技術としての液晶技術，将来技術としての有機 EL 技術として考えてみましょう。

液晶の応答スピードの遅さ，パネル構造の複雑さ，バックライトの必要性，大型パネル化の難しさ等々の弱点を克服できる可能性のある表示デバイスとして有機 EL が着目され表示デバイスの大きな技術転換が起こるだろうと，多くのメーカーが研究開発に着手しました。有機 EL の表示デバイスとしての寿命など根本的な課題解決が遅れている間に液晶の技術的欠点が改善され，重い投資負担のある有機 EL 技術に関する注目度が少なくとも国内では低下してしまいました。将来技術の研究開発の進行に触発されて現状技術の持つ欠点の改善も進むことから，将来技術への転換が遅れていくことは技術開発においては往々にあることですが，まさにそのような状況です。ご質問のとおりです。

切実な問題としては，国内製造業の長期的低迷から将来技術への投資が進まず，それに嫌気をさした多くの技術者が，海外，特に韓国メーカーに移籍し，そこで有機 EL 技術の研究開発を行っていることです。韓国メーカーへの技術流出，技術者の移籍はご存知のとおり，過去において液晶技術に関しても起こりました。しかし，液晶技術者の移籍問題と有機 EL 技術者の移籍問題の深刻さは決定的に違います。液晶技術の時は，国内産業として液晶産業が形成された後に，その後追いとして海外へ技術移転が生じましたが，有機 EL のケースでは，国内に産業形成がなされる前に，将来技術・将来産業の種が研究開発段階で海外へ移転されてしまっている点です。今後，有機 EL 事業・産業において国内メーカーは先行できないということになります。新しい技術，産業が国内では育ちにくい環境になってしまっているとすれば大変なことだと思います。

司会：改めて，拍手で御礼申し上げたいと思います。誠にありがとうございました。

赤羽正雄氏 プロフィール

- | | |
|------------|--|
| 1948 年 | 長野県松本市生まれ |
| 1973 年 | 早稲田大学大学院 理工学研究科 修了
(株) 諏訪精工舎 (現セイコーエプソン株式会社) 入社 |
| 1991 年 | EPSON RESEARCH CENTER (米国) シニア・ディレクター |
| 1998 年 4 月 | 研究開発副本部長 兼 開発企画推進部長 |
| 1999 年 6 月 | 取締役 |
| 2003 年 4 月 | 常務取締役 研究開発本部長 |
| 2007 年 6 月 | セイコーエプソン (株) 退任・退職
信州大学教授就任 |
| 2012 年現在 | 信州大学教授，国際交流センター長 |