

# 電気機械企業における新規事業参入に関する考察

— シャープの半導体・産業用電子機器を事例として —

長 弘 修 一

大阪大学大学院博士後期課程

受稿日：2023年5月10日

受理日：2024年10月1日

キーワード 半導体, 太陽電池, オプトエレクトロニクス, 道路気象, 産業用電子機器

## I はじめに

本稿の目的は、家電以外の事業分野への参入を急いでいた早川電機工業（現、シャープ）を研究対象として、半導体と産業用電子機器分野を新規事業分野と定めて参入したプロセスを明らかにすることにある<sup>1)</sup>。戦前のシャープにおける事業の中心はラジオにあったが、戦後の1953年に他社に先駆け白黒テレビを発売し、さらに1957年には、洗濯機、冷蔵庫等の家電製品を発売、総合家電メーカーとなった。さらにその後、将来有望な新規事業分野を模索したシャープは、トランジスタなどの半導体や産業用電子機器分野への参入を決断した。しかしそのためには社外からの人材確保が必要であった。そこで1960年6月に将来を嘱望されていた大学の若手研究者でありシャープの技術顧問でもあった馬場幸三郎を招聘した。馬場は、一研究者の枠を越えた企業家精神を持つ人物として新規事業の拡大に取り組み、シャープの半導体と産業用電子機器分野への参入を成功させたのみならず、さらにオプトエレクトロニクス分野の事業拡大へとシャープを導いた。

本稿は、このような馬場幸三郎のライフヒストリーを俯瞰しながら、太陽電池、道路気象情報システム、MPU（マイクロプロセッサユニット）搭載営業支援端末ビルペットという、3つの事例を分析する。ここでは、社史編纂室に残された資料のうち、「シャープ太陽電池50年の歴史」を始めとするオプトエレクトロニクス分野への布石に係わるもの、「馬場ファミリー資料」や、「日本初マイクロプロセッサ開発史（MPU搭載携帯端末ビルペット）」など、馬場が関わった事業に関するものを多数活用した。さらに複数のシャープOBにインタビューを実施し、これらも資料として用いた。

以下、シャープ入社までの馬場幸三郎のあゆみをたどると、馬場は1926年に岡山県邑久郡に生まれ、岡山県立岡山第一中学校に進学、第六高等学校には合格を果たせなかったものの、海軍

兵学校に合格し、75期生徒として入校した(馬場, 2002, 22-26頁)。同校における物理担当の教官は岩間正八<sup>2)</sup>であったが、戦後に馬場は、窪田と姓を改めたこの岩間正八と再会を果たしている。

終戦により海軍兵学校が授業を終了したため、1945(昭和20)年9月に馬場は岡山に帰郷した。帰郷後しばらくの間、馬場は失意・失望により虚脱状態にあったが、しかし「日本は科学技術戦に敗れた、皆は国へ帰って科学技術の振興によって新しい日本をもう一度つくってくれ」という井上成美海軍大将(海軍兵学校の校長であった)の言葉を思い出し、気力をよみがえらせた。そして友人である奥田節夫<sup>3)</sup>の勧めで1946年2月に大阪帝国大学理学部物理学科に入学し、岡部金次郎教授に師事した。岡部は八木秀次の門下生で、分割陽極マグネトロン<sup>4)</sup>の発明により、のちに文化勲章を受章し、「本を読むな、実験しなさい」を口癖とした(松尾, 1992, 172頁)。また馬場の窮乏を案じた今村荒男総長<sup>4)</sup>から大阪の実業家・山本龍作<sup>5)</sup>を紹介され、山本宅で書生として「感謝と奉仕の精神」を学んだ。現場を重視し研究開発・実験に取り組む岡部の姿勢と、山本の教えである「感謝と奉仕の精神」とは、その後の馬場の生き方に大きな影響を与えた(馬場, 2002, 39-42頁)。

1949年、大学を卒業した馬場は、同年創設の大阪市立大学理工学部<sup>6)</sup>に助手として採用され、三戸左内教授<sup>6)</sup>の応用物理電子工学研究室に所属した。そこでの馬場は、CIE図書館に日参して情報収集につとめるかわら、観察や実験を重ねた<sup>7)</sup>。その結果、イオン放電に関する実験から直流増幅器の開発に成功した(Takakura *et. al.*, 1954)。

1952年、馬場は沖電気工業に出向し、ミリ波マグネトロンの設計試作を行った(瀬水, 2005, 111-120頁)。当時の沖電気工業には岡部の門下生で東北大学出身の青井三郎が勤務していた。1954年の年末、馬場は青井、中島澄夫との共同研究の成果として、40分割マグネトロンによる50GHz(gigahertz・ギガヘルツ)の高出力発振に成功した(馬場, 2002, 44-48頁)。この成果は、1956年パリで開催された国際マイクロ波真空管会議で青井により報告され、大きな反響を呼んだ(青井, 1957a, 15頁; 1957b, 1-5頁)。さらに沖電気と馬場が研究開発したミリ波研究の成果は、ミリ波クライストロンの開発に結実した。これらにより3年後の1958年、沖電気は「ミリ波のOKI」として、レーダー技術と融合した新たな製品の市場を切り拓くことになった<sup>8)</sup>。

## II 太陽電池の開発——オプトエレクトロニクス(1960~72年)

### 1 地上用太陽電池

1953年(昭和28年)、それまでラジオ受信機を事業の中心としていたシャープは、日本初となる白黒テレビの開発に着手した。だがこの果敢な試みも、テレビの基幹部品であるブラウン管をはじめ多くの部品類を他社からの供給に依存しており、アッセンブリーメーカーの域を脱するものではなかった。そのため一部の若手技術者は同社の将来に危機感を抱き、半導体の研究に取り組むことを首脳陣に訴えた。これを受けてシャープは、マイクロ波の応用で優れた研究実績を有

しました学界や業界にも幅広く人脈を持つ馬場を顧問に招き、半導体の基礎知識を修得するための定期的な勉強会を開催した<sup>9)</sup>。また1959年には大阪府立大学出身の木村謙次郎が、大阪チタニウムからシリコンを入手し太陽電池の開発をスタートさせたが、そのエネルギー変換効率は4～5%程度に留まっていた。しかし社長の早川徳次はこの太陽電池に大きな期待を寄せ、研究室に足を運び開発者を励まし続けた<sup>10)</sup>。

1960年5月1日、馬場は当時シャープの技術部門を管掌していた笹尾三郎取締役開発部長の誘いを受け、シャープに開発部第三課長として入社した。笹尾は1931年、当時の早川金属研究所に入社し、1953年には日本初の白黒テレビを開発し、シャープの技術者の核となっていた人物であった<sup>11)</sup>。シャープ入社後の馬場は、このころ専務の佐伯旭が「脱家電」を目指して進めていた半導体や産業用電子機器の開発に参加した。この際、佐伯は馬場に、「若手課長の意見を聞き、彼らが何を考えているかを全て教えて欲しい」と依頼した(馬場, 2002, 107頁)。1960年9月、馬場による若手課長からの意見聴取を踏まえ、シャープは半導体研究室、電子計算機研究室、高周波応用研究室を設置し、馬場は半導体研究室長に就任した。当時のシャープでは馬場の恩師である岡部金次郎が最高顧問に就任し、また10人程度のメンバーからなる顧問団も設けていた<sup>12)</sup>。

ところで当時の日本企業における半導体事業の展開状況を見ると、1955年に東京通信工業(現ソニー)が携帯型トランジスタラジオTR-55を発売し、トランジスタとラジオの量産を開始していた。また1958年には日立、東芝、日本電気がそれぞれゲルマニウムトランジスタの専用工場を稼働させ、さらに1959年には三菱電機、沖電気、三洋電機もこれに参入した。このような状況でのシャープの半導体分野への新規参入は、他社の後を追う不利な形となり、またそれは膨大な研究開発・設備投資のリスクを伴うものであった。そこで馬場は、まず半導体を用いた太陽電池の開発から参入し、これを将来、光半導体(以後オプトエレクトロニクスと記載)事業分野へと拡大させる方針を固め、太陽電池、光電応用、熱電素子、粉末EL、薄膜物理をテーマに研究・開発を進めることにした<sup>13)</sup>。そしてシャープは、創業50周年の記念事業として、「他社に抜きん出た技術の向上」と「新製品の創出」を目標とする中央研究所の設置を決定し、それは1961年1月10日に着工し11月20日完成した。この中央研究所は半導体研究部と電子機器研究部により組織され、馬場は半導体研究部長に就任した。半導体研究部には太陽電池研究室を含め10の研究室が、また電子機器研究部には電子計算機研究室を含め5つの研究室が、設けられた<sup>14)</sup>。

半導体研究部の太陽電池研究室には、テレビ開発グループのリーダー格であった伊藤弘及び根来昭男(後の取締役)などに、電子、化学、物理の各分野を専攻した大卒の新入社員が加わり、その開発体制は強固なものとなった。また同研究室における最初の研究テーマはすでに試作研究が進行していた太陽電池の製品化であったが<sup>15)</sup>、それはシャープにとってまったく未経験の領域であり、そのため新たな設備が相次ぎ取り揃えられた。研究活動が停滞した時には、馬場の人脈により京都大学や大阪大学から指導を受け、何度もディスカッションを繰り返して課題の解決を図った<sup>16)</sup>。その努力が実り、「直径約1インチのウエハーを用いた太陽電池がほぼ10%の変

換効率で量産可能」との見通しを得た馬場は、事業化へ向けての市場調査を兼ね、東京周辺の官公庁を訪問した。まず海上保安庁へサンプルを持ち込んだが、そこではすでに一部の灯台用の無人電源として日本電気製の太陽電池が採用されていた。また建設省などでは、家電メーカーとしてのシャープのイメージと太陽電池という官公庁向け製品が結び付かず、シャープはアメリカ製の太陽電池を輸入して販売する企業であると勘違いされることも度々あった。そのため馬場は、海上保安庁や建設省の担当官を会社へ招き、研究試作の状況を説明し、また工場を見学させ、さらに太陽電池の標準モジュール応用の可能性についてディスカッションを行うなど、自ら説得に努めた。

一方、太陽電池のトップメーカーの地位を維持するには、太陽光発電のシステム全体に関する技術・知識の蓄積も重要であった。そこで1962年、高知大学文理学部卒業の新人社員である馬場泰に「太陽電池電源システムの設計ノウハウの確立」という研究テーマを与えた。また苛酷な自然の気象条件に耐える信頼度の高いパッケージを開発し、太陽電池を雨や海水から守ることも重要な研究テーマであった。そこで木村、中島、根来などがこの課題に取り組んだ結果、1963年に第1号の単結晶シリコンの太陽電池標準モジュールであるS-224が完成に至った<sup>17)</sup>。早速この新製品の耐久性テストを行った結果、その信頼性は高く評価され、海上保安庁や建設省などに正式に採用された。

S-224は1963年5月24日に海上保安庁が設置した横浜港鶴見航路のブイ（灯浮標）の電源として太陽電池を設置した。これは灯台に設置される太陽電池よりも厳しい環境条件をクリアしたものであった<sup>18)</sup>。1963年には太陽電池の量産化にも成功し、翌年には奈良工場に太陽電池の量産ラインを設置し事業の拡大を図った<sup>19)</sup>。また1966年には長崎県御神島（現、尾上島）の海上保安庁灯台に当時世界最大容量となる225Wの太陽電池を設置した<sup>20)</sup>。

なお馬場は、早川徳次社長の勧めにより、マグネトロンに関する研究成果をまとめ、「耗波磁電管に関する研究」として学位論文を書き上げ、1962年3月31日、大阪大学よりシャープの社員として初めて工学博士号を授与された<sup>21)</sup>。

## 2 オプトエレクトロニクス事業への布石

1960年に米国でルビーの結晶を用いた固体レーザーが開発され、さらにヘリウムネオン（HeNe）の混合気体を用いた赤外ガスレーザー発振の成功が報じられた<sup>22)</sup>。これを受けて化合物半導体による発光素子の研究が必須であると考えた<sup>23)</sup>馬場は、1964年（昭和39年）4月、猪口敏夫を、シャープの中央研究所に主任研究員として招聘した。馬場と旧知の田中哲郎京都大学教授<sup>24)</sup>のもとで助手として新材料の研究を行っていた猪口は、LED、半導体レーザーの開発などでシャープのオプトエレクトロニクス事業の発展に貢献し、のちには中央研究所の副所長を務めた<sup>25)</sup>。また1962年ベル研究所より発光素子（GaAs）のPN接合による半導体レーザーの可能性が学術発表された。これらの情報はオプトエレクトロニクス時代の到来を予感させた。そこでシャープも1963年1月より発光素子の開発に着手した<sup>26)</sup>。

1963年8月、佐伯の指示を受けた馬場は、このころ岡部の後任としてシャープの最高顧問に就任していた大阪大学工学部の熊谷三郎教授に同行して欧米を視察した。米国で馬場たちはフェアチャイルドのロバート・ノイス博士と面談し、また試作中のICを初めて目の当たりにしたが、これは後に日本コカ・コーラ向け営業端末のMPUを開発する端緒となった。また馬場たちはウエスティングハウスのクラレンス・ツェナー博士とも面談したが、これはガリウムヒ素レーザの発光素子開発の端緒となった（馬場、2002、59頁）。1965年、馬場は、佐伯の決裁を得て化合物半導体の第一人者であった成田信一郎大阪大学基礎工学部教授に、発光素子単結品の技術修得のため技術者の受入れを要請した。そして1965年10月から1966年10月まで、研究費をシャープが負担して技術者2名（重政淳一郎、山内豊）を成田研究室に出向させた。この取組みは、以後シャープにおける半導体レーザの開発に寄与することとなった<sup>27)</sup>。

この時期、他の半導体メーカーがトランジスタとICの事業化に社運を賭ける中でシャープがとった戦略は、まず太陽電池用のダイオードを開発し、将来IC産業においてオプトデバイスが多彩に展開されるようになった時には、いつでも参入できる実力を養う、というものであった。そこで馬場は、将来に備えてのIC技術修得のため通産省工業技術院電気試験所の垂井康夫<sup>28)</sup>（半導体ICの基礎技術の研究で著名な菊地誠<sup>29)</sup>の研究室に所属）のもとに井上弘（大阪大学出身で太陽電池チームの精鋭の一人、後の専務）を1964年2月から1965年4月まで国内留学をさせた<sup>30)</sup>。垂井は構造の簡単なMOS-ICの推進派で、また井上もMOS-ICが優位に立つことを確信していた。留学を終えた後の井上は、シャープ本社のIC研究室でIC技術全般の開発を担当した（垂井、2000）。

### 3 宇宙用太陽電池

1967年（昭和42年）、シャープは、小松ホフマン電子工業で太陽電池開発の技術部門のリーダーとして活躍していた鈴木皓夫を招聘した。その際、馬場は鈴木に「これからの世の中は、人工衛星（通信）時代になる。シャープには人工衛星用太陽電池がないのでシャープに来て人工衛星用太陽電池を開発して欲しい」と招聘の理由を説明した。鈴木はこの先見性に富む馬場の言葉に心を動かされ、シャープへの移籍を決定した<sup>31)</sup>。その後、小松ホフマン電子工業は太陽電池事業から撤退した。また当時、郵政省電波研究所と三菱電機は、電離層観測衛星（後に「うめ」と命名された）の国産化率を高めるため宇宙用太陽電池の開発をシャープに要請していたが、鈴木はその中心人物となった。さらに後年、鈴木は超高効率・高信頼性の宇宙用太陽電池の研究開発でも多くの実績を残した。1968年、シャープの宇宙用太陽電池研究開発グループのメンバーは5名に増えたが<sup>32)</sup>、彼らは不純物を拡散するためのドーピングシステムなど必要な治工具類は自分たちで設計し組み立てていた<sup>33)</sup>。

ところで当時のシャープは、宇宙用太陽電池の生産・供給に必要な品質保証体制を確立していなかった。そこで1968年の夏、シャープは奈良工場で、ノースアメリカン・ロックウェル社<sup>34)</sup>の技術者により、品質保証体制の第一歩であるPID（Process Identification Document）を

含む一連の生産関連管理書を用いて、トレーサビリティの重要性に関する指導を受けた<sup>35)</sup>。品質保証を専門とするこの技術者は、取引先であるシャープのプロセス認証を目的として来日していた。また日本の宇宙開発事業団（NASDA）が発足して間もない1969年10月、シャープの製品を電離層観測衛星に搭載するため2名の専門官が来社し、1週間連続で工場審査が行われたが、この際、徹底的な指導を受けて学んだ品質保証体制の基礎は、以後徐々にシャープの組織に反映されていった<sup>36)</sup>。

かくしてシャープは、「国内唯一の宇宙用太陽電池メーカー」として宇宙開発事業団の認定獲得に成功した。1976年には、国産初の電離層観測衛星「うめ」にシャープの太陽電池が搭載され、地球を取り巻く電離層の世界的分布や電波雑音源の世界的分布の観測などに大きく貢献した。以後も、地上用及び宇宙用太陽電池の事業化へ向けた馬場の事業化へ向けた市場調査と営業活動は引き続き実施されたが、これらにおける顧客との対話を通じ、馬場は「太陽電池をフォトダイオードすなわち光センサとして使えるメリット」を確信した<sup>37)</sup>。

一方当時のシャープでは、営業部門の拡充が喫緊の課題であった。太陽電池は顧客の要求に応じて製品開発が行われるため、その営業活動には技術が理解できる技術営業が必要であり、また馬場が部長を務めていた半導体研究部との緊密な連携も必要であった<sup>38)</sup>。そこで、オプトエレクトロニクス市場開拓の精鋭として、森弘（後の代表取締役専務）、児島康生、平井博などが東京事務所に赴任した。

### Ⅲ 道路気象情報システムの開発（1964～76年）

#### 1 道路気象情報システム開発の端緒

半導体研究部長として太陽電池の実用化を果たした馬場は、その後、将来におけるモータリゼーションの全国への拡大を予見し、太陽電池の道路交通における活用を意図して道路の調査を行った。当時、道路の局地的な気象現象は十分に把握されておらず、また路面凍結のメカニズムも、さらに積雪後の温度変化に伴う道路の変化も、そのほとんどが未知の状態であった。そのため馬場は、太陽電池の開発で多忙でありながら、雪氷対策面から最も効果的な雪氷管理方法の解明を最終目標として、道路気象の調査研究に着手した。その成果は1964年（昭和39年）の論文「SiliconPhotocellを用いた積雪深計の基礎研究」（中峠・馬場、1964、44-49頁）にまとめられている。この論文は光半導体を装着した棒を積雪中に立て、各光半導体の光電流を計測した結果、それが道路の積雪深を容易に遠隔から測定する方法としてほぼ実用に耐えることを明らかにしたものであった。高速道路の開業を目前に控えた当時の日本では、道路舗装の進展に伴い、路面凍結によるスリップ事故が増加していた。特に路面凍結後の坂道はスリップが多発するため、路面の凍結予測は名神高速道路の使用開始後には必要不可欠になるものと考えられた。そこで1966年5月、シャープは気象庁気象研究所研究員であった高田吉治を中央研究所の主任研究員として招聘し、道路気象情報システムの開発を開始した（高田は、九州大学農学部で気象学・統計学を学んでいた）。

この開発は当初から日本道路公団技術部の井上道哉が中心となって進められ、雪氷対策の基礎が築かれた（高田，2013，5-7頁）。

## 2 道路気象情報システムの設計調査・研究

道路気象情報システムの開発は、馬場と高田が中心となって推進した。馬場が道路気象の観測に注目したきっかけは、晴天にも拘らず国道1号線の鈴鹿峠の手前で大型トラックがスリップする事故が相次いだことであった。その現象の原因究明を主なテーマとして、名神高速道路でも特に積雪が多い彦根付近の幅広く長い道路で温度を測定した。この道路気象調査は、建設省の依頼で実施され、5年間で約7億円の調査費を要した（馬場ほか，1969，50-60頁；馬場，2002，140-142頁）。

1966年（昭和41年），高速道路調査会に気象対策小委員会（後の道路気象対策研究委員会）が設けられた。これは、高速道路における雪氷対策に必要な道路気象情報の測定と道路気象観測機器及び情報システムの研究開発を推進するため、土木、建築、交通、電気、機械、気象、雪氷などの専門家を集めて組織されたもので、道路気象の基礎的な研究はこの小委員会の下に設置された路面凍結予測分科会が担当した。同分科会は建設省の土木研究所と技術局、日本道路公団の技術部と工務部、気象庁気象研究所、埼玉大学理工学部より派遣されたメンバーと、当時道路気象観測を手掛ける唯一の電機メーカーであったシャープの馬場が委員となり、路面凍結予知に関する研究を行い、路面凍結情報システムの構成、設置、運用などに関する報告書を取りまとめた。

この研究の過程で、除雪・排雪には降雪・積雪情報、凍結防止剤散布には路面凍結検知・予知情報、ロードヒーティング・散水融雪には路面温度観測・熱収支量情報などが把握できる道路気象情報システムが必要であることが判明した。そこで1962年、機器開発のエンジニアとして井上宏喜（明治大学工学部を卒業後沖電気工業に勤務）を中途採用した。また1967年12月には、松尾行彬を中途採用した。松尾は慶應義塾大学工学部の出身で、偏微分方程式と熱伝導が理解できるソフトウェアの開発人材として、日興証券で株価予測プログラム開発の実績を持っていた。シャープ入社後の松尾は、路面凍結予知のためのソフトウェア開発という重要な役割を担い、ついには特許まで取得し、その功績が評価され早川徳次社長より考案賞を受賞した<sup>39)</sup>。

1966年12月より、気象対策小委員会は電卓を並列運転させて情報処理を行う試作機を設置し、継続的に道路気象の観測と気象情報処理の研究を実施した。特に道路気象情報として重要な路面凍結予知については、名神高速道の秦庄PA周辺に気象観測所を設け、路面を境界条件とする熱収支解析を行った。また路面水分反転装置（電気伝導式と光電式の2種）も開発・設置した。さらに補完地点として、長良橋上と急曲線があった今須地区とを加え、合計3カ所で気象観測を行った。またこの際、雪氷対策情報に必要な天気状態、路面水分状態、雪情報等の目視による24時間体制の連続観測も同時に実施した。この時の観測データは、道路気象情報管理の基礎となるように解析され、報告書にまとめられた。またこの報告書では「道路気象」という名称が世界で初めて使用された<sup>40)</sup>。

これら2冬間の道路気象調査解析により、雪氷対策に必要な道路気象の調査手法と道路気象情報入手の基礎がまとめられた。かくして気象対策小委員会は、短期間で初期の高速道路に係わる雪氷対策の手法を数多く確立した。このように、道路気象観測と気象情報処理の研究結果を応用した道路気象情報システムは、シャープの馬場が中心となり構築されたものであった。

その後、名神高速道路彦根～関ヶ原間の除雪対策、路面凍結防止対策等の気象情報策定に続き、1970年、多雪、路面凍結、濃霧等への対策を目的とした世界初の道路気象情報システムが東名高速道路の御殿場管理事務所に設置された。またこの道路気象情報システムについては、1970年4月に米国マサチューセッツ州ボストンで開催された第1回道路雪氷国際シンポジウムにおいて、馬場の部下である高田吉治と日本道路公団の井上道哉が「路面凍結の検知、予知、警報システム」と題する報告書を発表し、大きな反響を呼んだ (Inoue *et al.*, 1970)。

### 3 世界初の道路気象情報システム

高速道路の路面凍結、濃霧、強風、豪雨を事前に予測して、ドライバーに通知する道路気象情報システムは、①路面凍結観測システム、②視程障害警告システム、③強風警告システム、④雨・雪観測システムから構成される。それらが東名高速道路へ設置されて以降、中央道、北陸道、中国道、東北道、北海道道、九州道、四国道、山陰道と、全国で高速道路が建設された。そこで、道路ごとに地域特性の把握のための調査が実施され、雪氷対策に適切な情報を得て、地域に適合した道路気象情報システムが全国に設置された (高田ほか, 1974, 21-26頁)。またその後、LEDの実用化にともない、シャープのLEDは建設省から認定を受け、高速道路の電光掲示板のデバイスとして90%以上のシェアを獲得した。

このようにしてシャープは、道路気象情報システムにおいて高速道路の路側に点在する観測局とインターチェンジ制御室の監視センターとを有線接続した伝送システムを構築することにより、その後の産業用電子機器開発に必要な知識と経験 (各種デバイスの組合せ、ソフトウェア開発、データ伝送技術、全体のシステム構築技術など) を数多く学んだ。

## IV MPU搭載営業支援端末の開発 (1967~76年)

### 1 世界初 MPU搭載日本コカ・コーラ向け営業支援端末

馬場が部長を務めていた産業機器事業部開発部<sup>41)</sup>では、顧客からの依頼を受け、さまざまな情報端末を開発した。1968年 (昭和43年) 4月頃、東海銀行より窓口出納業務用のブルーファミン (小切手や伝票の照合および枚数管理を行う機械)、テラズマシン (紙幣の枚数を数える機械) の電子化を要請された。またその年の暮ごろには、大手スーパーのダイエーやジャスコなどからもレジスタ電子化の要請があった。このころ大手スーパーでは機械式レジスタを用いていたが、それが原因となるキャッシャーの腱鞘炎が、職業病としてゼンセン同盟などの労働組合から改善を求められ、大きな社会問題となっていた (ビジネス機器・情報システム産業協会流通情報システム機器

部会，2005)。しかし採算上の問題で，このような製品の電子化はメーカー側から提案することは困難であった。

ちょうどそのころ，日本コカ・コーラから営業支援端末の開発がシャープに依頼された。日本コカ・コーラが開発を要求したのは，入力が容易で，ルートセールス（問屋，代理店を介さない小売店への直販方式）の担当者が持ち運べる軽量の営業支援端末であった。シャープはこの厳しい条件を満たし，SDA 思想（「データ処理は現場で行え」という考え方）を具体化するために，汎用性を持った MPU を開発し，それを核として他業種への拡大を目論んだ<sup>42)</sup>。

1968 年当時の日本コカ・コーラは，原液を日本各地の 17 社のボトラーに販売する企業で，各ボトラーは，原液に他の材料を加えビン詰もしくは缶詰とした商品を自社販売地域内の営業所に配送し，また在庫を管理していた。そのためボトラーは連日多くの販売店への訪問が必要で，また売上伝票や領収書も多数発生し，しかも煩雑な計算事務を行う必要があったため，記入漏れ，釣銭間違いの生ずる恐れがあった。そこでルートセールス担当者の負担軽減，ミス根絶，取引先への信用維持のため，事務作業の機械化を検討することになった（白井，1981，17-22 頁）。

1968 年，日本コカ・コーラは，営業端末のポータブル化には LSI（大規模集積回路）が不可欠であると認識し，主要メーカーにその開発を打診したが，それらはことごとく不首尾に終わった。そこで 1968 年 9 月，日本コカ・コーラは，13 番目の訪問先としてシャープ東京支社を訪れた。東京支社からの連絡でこの申し出に興味を覚えた馬場は，日本コカ・コーラの研究開発部長・岩村雅臣と面談した。岩村は，コカ・コーラ本社が採用し，当時全盛であった中央集中型システムに代えて日本コカ・コーラが分散型システムを独自に開発・採用しようとする理由を，馬場に説明した。岩村の考えは馬場の持論であった SDA 思想と一致していたため，馬場はこの挑戦的な開発を受け入れた<sup>43)</sup>。日本コカ・コーラがシャープに提出した営業支援端末の仕様は，①小型軽量で携帯性にすぐれること，②安価であること，③メンテナンス・フリーに近い信頼性，の 3 点を求めていた。

1968 年 12 月，シャープと日本コカ・コーラの間で営業支援端末ビルベットの共同開発が正式に決定され，ただちに日本コカ・コーラの社員は奈良のシャープ近隣の民家を借り，馬場の統率の下，シャープの若手技術者と一体となって企業の枠を超えた開発に挑んだ。そこでシャープはハードとハードに直結するソフトの開発を，また日本コカ・コーラは営業活動に関するソフトの開発を担当した。シャープでビルベットの開発を担当した技術部長の井内優（後の常務）は，営業支援端末を試作した。しかしそれは，高さが 1 m 20 cm，縦横の寸法が 50 cm で，重量もあり持ち運びが困難であった。これを小型化するにはビルベット専用開発された LSI を必要としたが，それは莫大な投資を要し，また新規開発の LSI に汎用性を持たせ，他の端末機にも流用するには，量産による飛躍的な生産性向上が必要であった<sup>44)</sup>。

一方この年，馬場は，旧知のロバート・ノイス（同志とインテルを設立）と京都で面談した。設立間もないベンチャー企業のインテルを率いるノイスは，馬場に LSI の発注を切望した。そこで，ビルベット開発開始後の 1970 年 10 月，馬場はノイスと京都で再び面談，ビルベットに搭

載する LSI (EP-ROM) (消去・書替え可能の読出し専用メモリ) の生産を依頼した<sup>45)</sup>。またビルベットの開発は、馬場が全体を取りまとめ、日本コカ・コーラの若手エンジニアである白井富二郎、百崎利朗、田形肇一とシャープの若手エンジニアである松尾行彬、井上宏喜が中心となり、連日、日中から深夜に至るまで討論を重ねた。討論は奈良や東京の会議室以外に、しばしば勤務後の飲み屋でも続けられ、さらに深夜、馬場の自宅でも討論を重ね、そのまま宿泊することもあった。このようにプロジェクト関係者のすべてが発注会社と受注会社の枠を超えた関係となり、開発は進められた (多田, 1998)。

またビルベットの仕様を満たすには、小型・軽量化とともに、専用の周辺装置の開発が必要であった。そのため馬場と松尾は、出張で移動中かねてから面識のあったスター精密の佐藤誠一専務を突然訪問して超小型プリンタの開発を依頼した。またそのプリンタには日本パルスモーター製の超小型モーターを組み合わせるという馬場の発案が取り入れられた。

かくして、低消費電力のマイクロプリンタの開発 (スター精密が担当)、データの記憶装置として信頼性のあるマイクロカセット、超小型磁気ヘッド及びスイッチング電源、テープレコーダーデッキの開発 (東北金属工業が担当)、超小型マイクロプリンタ仕様超小型パルスモーターの開発 (日本パルスモーターが担当)、デジタルデータ仕様マイクロカセットテープの開発 (住友スリーエムが担当)、ビルベットに搭載する LSI (EP-ROM) の開発 (インテルが担当) が進められた。「複数の企業が一体となり、携帯可能な演算機能、伝票作成機能、データ記録および処理機能を持つ新製品を創る」という、全ての周辺装置を含めた一体型の製品開発で、数々の試作を繰り返しながら製品化を進めた。またこの超小型プリンタは、その後のスター精密の事業の柱となった (馬場, 2002; 松島, 1979)。プロジェクトに参加した各社は、馬場の指導の下、若手の松尾、井上が中心となってプロジェクトをまとめ、日本コカ・コーラのエンジニアと緊密な関係を構築し、試作を繰り返しながら完成に結び付けた。

## 2 シャープの MPU 開発

営業支援端末の開発で特に重要な MPU の理論設計を担当した田中敏昭は、1965 年 (昭和 40 年) 大阪市立大学理学部を卒業し、同年シャープに入社した。田中は 1967 年からこの MPU を構想し、1970 年 2 月にその理論設計を開始して、同年 10 月に設計を完了した。また、テープレコーダやプリンタなどの周辺機器の制御は、MPU とは別に専用の LSI を開発した。MPU のみの LSI 化では端末のサイズダウンはせいぜい 3 分の 1 程度にとどまるが、すべてを LSI とすれば携帯が可能なサイズになると判断した上でのことであった。また当時の LSI 技術では MPU を 2 個の LSI とする方が價格的にも納期的にも好ましいとの判断で、合計 4 種類・5 個の LSI を用いることとなった。

この MPU 開発は、当時シャープが電卓用 LSI の製造を三菱電機と日本電気に依頼していたことから、まず 1970 年 10 月、三菱電機に開発を依頼し、北伊丹工場でシャープの田中らと共に検討を続けたが、結局三菱は開発を断念した。その後 1970 年 12 月、馬場と井内は設計図を携え日

本電気の本社を訪問した。この申し出に直ちに反応したのは服部季夫常務と大内淳義・集積回路事業部長（後の副会長）であった。そして大内は迅速な判断により、松村富廣・集積回路事業部・回路設計部長代理（後の副社長）に製造を指示した<sup>46)</sup>。こうして、シャープの田中グループと日本電気の設計・製造グループとによる MPU の共同開発（そのコード名は、 $\mu$ PD707・708）が開始された。1971年4月より田中は川崎にある日本電気の半導体工場に通い、共同作業に携わった。

シャープの井上や田中のグループは LSI のシステム設計を終え、1970年2月には田中がその論理設計に入り、10月に完成させた。そして MPU（2チップ）の製品第一号が1971年12月末に日本電気からシャープに納入され、正常に動作することが確認された。1972年3月、日本電気は MPU の出荷を開始し、田中は設計に基づきモックアップを用いた試験を繰り返した。日本電気から次々に送られてくる LSI の最終製品は全て正常に動作した。これは日本電気の生産技術、生産管理の優秀さを示すものであった<sup>47)</sup>。

またシャープは、1971年12月の MPU の到着と同時に、超小型の周辺機器を必要としない病院用の端末コンピュータであるコメディカ（医療費請求事務処理機）の商品化（1972年3月：MPU 応用第一号）に着手した。ビルベットの本格的な生産開始は7チップすべてが納入された1972年5月となった。また同年7月、同じ MPU を用いた営業所用のコンピュータ（カルセット）が完成した。ビルベットは MPU 応用第二号として発売された。そして馬場は、ビルベットの開発と平行して、MPU を用いて銀行向け端末機（電子式テラーズマシン、プルーフマシン）を小型化した。また入力操作を容易にしたスーパーマーケット用の電子式レジスタの開発、ガソリンスタンド向けのシステム用 POS 端末も開発した（シャープ広報部、1973、52頁）。これらの中では特に電子式レジスタ、テラーズマシンが多く生産され、MPU 生産の最初の牽引役となった。

また、馬場がプロジェクトを終了する頃、同じ産業機器事業本部傘下の事務機事業部では1973年4月に液晶電卓を発売する目標を設定し、S-734プロジェクトを設置し開発に成功した。このプロジェクトの IC 部門の責任者には井上弘が就任した。

以上、成功事例3件の新規事業参入プロセスを明らかにしてきたが、馬場の新規事業を成功に導く日常生活について、妻の照子夫人は次の様に語っている。

「家を持った最初から主人は絶対に一人で帰宅したことはありませんでしたね。ベルを押し「只今」とドアを開けると必ず誰かをお連れしておりました。少なくとも3人、5人多い時には十数人。それから時間を忘れての食事とお酒と話が長く、徹夜です。シャープ時代は皆独身の方ばかり、何人もが歯ブラシ持参で何日も泊られておりました。お正月などは30人以上が、麻雀2卓、ゲーム数組でその接待が続きます。

外国にしろ、東京、地方にしろ、一度出張すれば、いつ帰ってくるかドアが開くまで分からない。その時はお友達と一緒にです。そんなことを人は信じないでしょうが、毎年、毎日です。

ある時はビール代に窮して、手元の物をお金に換えに走ったこと、主人が頼まれる度に仲人を何十組も務めました。」(馬場, 2002, 167 頁)

また馬場の部下であった、井内優、高田吉治は以下の様に馬場を回想している。

「他に類の見られない研究と仕事への信念に燃えた人で、それだけに欲得のない厳しさで、一旦指示すると「何々すべし」と言い続ける上司だった。しかし不思議に叱られた以上に馬場さんを慕う部下が殆どで、まさに非凡な風格の人物としか感謝と共に言いようがありません。」(馬場, 2002, 141 頁)

## V ま と め

本稿では、シャープが他社に大幅に遅れて参入した新規事業の事例 3 件を整理し、そこにおいて事業責任者の馬場幸三郎が行った事業の拡大推進策とその成果、さらにそこで馬場が果たした

表 1 馬場幸三郎の経歴と役割の変化

	経歴・所属	役割の変化
1926 年	10 月 21 日 岡山県に生まれる	
1945 年	8 月 海軍兵学校 (75 期) 卒業	
1949 年	3 月 大阪大学理学部物理学科卒業	
1950 年	4 月 大阪市立大学理学部 応用物理学教室助手	マグネトロン研究者として沖電気工業と共同でミリ波レーダーを開発し商品化に繋げる
1960 年	5 月 シャープ株式会社入社 開発部第三開発課長	佐伯旭専務より半導体、産業用電子機器の開発を依頼される
1960 年	9 月 中央研究所半導体研究室長	半導体分野の当面の研究テーマとして、太陽電池、光電応用、熱電素子、粉末 EL、薄膜物理を掲げ、スタート
1961 年	11 月 中央研究所半導体研究部長	太陽電池の顧客開拓及び社会実装のための開発、将来の事業拡大に必要な人材の招聘及び部下の育成
1966 年	中央研究所第三開発部長	半導体、産業用電子機器の社会実装に繋がる顧客に近い研究開発と、将来の事業拡大に必要な人材の招聘及び部下の育成
1968 年	産業機器事業部開発部長	半導体、産業用電子機器の商品企画及び開発及び部下の育成
1970 年	産業機器事業部システム工場長	半導体、産業用電子機器の商品企画及び開発及び部門責任者として収支管理 (売上, 利益) 及び部下の育成
1972~ 1976 年	産業機器事業本部情報処理事業部長	半導体、産業用電子機器の商品企画及び開発及び部門責任者として収支管理 (売上, 利益) 及び部下の育成

(注) 1973 年、半導体事業は馬場の管掌から独立して半導体事業部となった。

(出所) シャープ社史編纂室所蔵『シャープ資料』の中の「シャープ太陽電池 50 年の歴史」「馬場ファミリー資料」および馬場幸三郎 (2002) に基づき筆者作成。

表 2 馬場が行った取組みと成果及び半導体と産業用電子機器への参入について

新規事業分野	具体的事業内容	取組内容	事業拡大・体制強化策	成果
半導体	太陽電池（オプトエレクトロニクス）	・地上用太陽電池の研究・開発	1960年 京都大学、大阪大学による指導を受ける 1960年 若手人材の活用（伊藤弘、根来昭男、中島徳） 1962年 新入社員の抜擢（馬場泰） 1963年 専門人材の中途採用（才治勉ほか） 1963年 若手社員の抜擢（森弘、児島康生、平井博など）技術者の営業部門への配置	1961年 太陽電池搭載トランジスタラジオの開発 1963年 横浜港鶴見航路灯浮標の開発・設置 1963年 太陽電池の量産化 1966年 長崎県尾上島灯台に世界最大容量太陽電池225Wの開発・設置 1970年 フォトカプラーの量産化
		・太陽光発電システムの開発 ・光電変換素子の開発	1966年 専門人材の招聘（鈴木皓夫）	1972年 人工衛星に搭載する宇宙用太陽電池の国内唯一のメーカー
		・営業体制の確立	1964年 大学研究者の招聘（猪口俊夫） 1966年 若手人材の大学への留学（重政淳一郎、山内豊） 留学期間：1965年10月～1966年10月	1969年 新半導体GNDの開発（1970年日本経済新聞社十大発明賞受賞） 1970年 LEDの量産化 1972年 赤外半導体レーザーの量産化 1976年 可視半導体レーザーの量産化
IC（集積回路）	・MOS-ICの研究・開発	1964年 若手人材の専門研究組織への留学（井上弘） 留学期間：1964年2月～1965年4月	1970年 MOS-LSI工場の後半工程稼働 1972年 MOS-LSI工場の全工程稼働	
		・化合物半導体の研究・開発		
産業用電子機器	道路気象情報システム	・道路調査・研究 ・専門委員会への参加・仕様決定・開発	1964年 大学との共同研究（福井大学中嶋哲朗教授） 1966年 専門人材の招聘（高田好治） 1967年 専門人材の中途採用（松尾行彬、井上宏喜） 1966年～（財）道路調査会／気象対策小委員会／路面凍結予測分析委員に電機メーカーとして唯一参加（馬場幸三郎）	1964年 光半導体センサー利用の実現 1966年 全国の気象観測、雪氷対策の実施 1967年 専用機器とソフトの開発 1966年～ 委員会に参加し仕様の決定 1970年 世界初の道路気象情報システムを開発し、東名高速道路へ納入設置
	MPU搭載営業支援端末	・MPUの開発 ・顧客及びメーカー各社の協業による営業支援端末の開発 ・営業支援端末の電子化及びその他電子情報機器の開発	1967年 新入社員の抜擢（田中敏昭） 1968年 プロジェクトチームの設置（シャープ、日本コカ・コーラ、スター精密、日本パルスモーター、東北金属工業、住友スリーエム、インテル）	1972年 日本初MPU搭載営業支援端末を日本コカ・コーラに納入 1972年～ 医療会計システムや電子レジスタ、電子銀行向けマシン、POSシステムにMPU搭載機器を開発し各社に納入

（出所） シャープ社史編纂室所蔵「シャープ資料」中の「シャープ太陽電池50年の歴史」「馬場ファミリー資料」および馬場幸三郎（2002）に基づき筆者作成。

役割の変化を明らかにした。

馬場の経歴を俯瞰し役割の変化を示した表1によれば、馬場はまず半導体研究部門長としてシャープに入社し、太陽電池や光電変換素子の製品化を実現した後、中央研究所第三開発部長となり、製品の開発に携わると共に、将来の事業拡大に必要な人材の招聘と部下の育成を図った。その後、産業機器事業部製品開発部門長を経て、1970年からは産業用電子機器及び半導体の事業部門長となり、売上・利益の収支管理責任者として組織運営を任された。これらの経験は、馬場が外部環境の変化をつかみ、顧客の潜在需要を迅速かつ的確に把握し製品開発を行うことに生かされ、またシャープの社会への貢献と事業拡大につながった。

表2は馬場による新規事業参入への取組みと成果をまとめたものである。新規事業への参入には、現行社員のスキルアップと速やかな事業の拡大が必要であり、大学との連携、専門人材の招聘と中途採用、若手人材の専門研究組織ならびに大学への派遣、新入社員を育成のため新技術開発に登用したことがその成功要因として挙げられる。特に参入が大幅に遅れていた半導体事業は、将来の拡大が期待される分野で速やかな立ち上げが必須であった。また産業用電子機器の開発は、太陽電池の研究を基に道路気象研究から着手した。馬場は電機メーカーからただ一人の専門委員会委員として社の内外をこえた国家的開発プロジェクトに参加し、迅速に仕様の取りまとめを行い、世界初の道路気象情報システムの導入を実現した。また日本で初めて開発に成功したMPUがキーデバイスとして営業支援端末に搭載され、さらにそれが他の電子機器にも搭載されたことにより、シャープの産業用電子機器分野における事業拡大に貢献した。

このように馬場の卓越した組織運営とリーダーシップ、幅広く絶え間ない人脈の構築と国内外の情報収集、後に役員や幹部として活躍し事業拡大に貢献することになる人材の将来を見据えた招聘や、育成の布石を打った若手人材の登用は、馬場と佐伯専務の迅速な意思決定がシャープの事業拡大を左右したことを明らかにしている。また馬場を信頼し新規事業参入を任せられた早川社長と佐伯専務の強力なバックアップ無くしては、馬場の活躍もまた実を結ばなかったものと思われる。

注

- 1) 早川電機工業株式会社は1970年にシャープに社名を変更したが、本稿では混乱を避けるため断りのない限り社名を「シャープ」と略記し統一する。
- 2) 東京帝国大学理学部地球物理学科卒。1943年中央气象台に入り、その後技術士官として海軍に入隊、海軍兵学校で物理の教官を務め終戦を江田島で迎えた。戦後、中央气象台に復帰し窪田と名字を改めた。気象研究所予報研究部、気象庁予報部電子計算機室長、福岡管区気象台長、気象庁予報部長を経て、1979年に気象庁長官に就任した。1950年代前半より東京大学地球物理学教室、気象研究所、中央气象台の有志が集合し定期的に論文の輪読、自由討論を行い、数値予報の開発に向けて取組みを開始した。気象の数値予報には大型電子計算機の導入が必要であるとの雰囲気醸成し、1957年5月1日、気象庁は日本IBMとIBM 704のレンタル契約を行った。

また『気象 100 年史』で窪田は数値予報に言及している。(窪田, 1980; 板倉 2014; 古川, 2012; 気象庁, 1975)

- 3) 岡山県出身, 馬場幸三郎の岡山一中時代の同級生。1948 年大阪帝国大学理学部卒業後, 高校講師や岡山大学理学部助教授などを務めた後, 1963 年より京都大学防災研究所で助教授, 教授として, 水利学的見地から防災や環境について研究を行った。(大高, 1986a)
- 4) 奈良県出身, 東京帝国大学卒。1925 年大阪医大教授となり, 1946 年大阪帝国大学総長教授に就任。この間, 1929 年 BCG の人体接種を日本で初めて行うなど, 結核の予防と治療に努めた。1960 年文化功労者。学士院会員。(板倉, 2014)
- 5) 静岡県出身, 1917 年東京帝国大学法学部政治学科卒, 大阪臨港運送株式会社社長, 浪速海運株式会社取締役, 港通船, 日東運輸各(責)代表社員, 日本運輸(責)無限責任社員, 海業業, 日本絹綿紡績, 昭和錦糸各会社重役。(内尾, 1941)
- 6) 大阪帝国大学卒, 1944 年大阪帝国大学教授, 1949 年大阪市立大学教授, 1964 年シャープに入社, 中央研究所長, 常務, 専務, 非常勤顧問を経て広島工業大学教授に就任した。(「三戸左内先生ご略歴」『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵, による。)
- 7) 第二次世界大戦後, 連合国軍最高司令官総司令部の一組織である民間情報教育局(CIE)は, 日本の民主化, 非軍事化を目的として全国に CIE 図書館(Information Center)を設置し, アメリカから取り寄せた図書や雑誌を一般市民の閲覧に供した(池田, 2020)。
- 8) 沖電気工業「時代と OKI 20 のエピソードで見る 130 年第 7 回「ミリ波の OKI」として世界を席卷」(<https://www.oki.com/jp/130column/07.html>, 2021 年 12 月 6 日閲覧)。
- 9) 「半導体推進室ができるまで」(『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵, 3-4 頁)による。
- 10) 「シャープ太陽電池 50 年の歴史」(『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵) 1 頁による。
- 11) 「白黒テレビの開発」(『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵) 1 頁による。
- 12) 社史編纂室所蔵の資料で名前が確認できる顧問は, 岡部金次郎, 熊谷三郎, 三戸左内, 尾崎弘, 岡村總吾の 5 名のみで, それ以外は未詳である。(「顧問」『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵, 1 頁による。)
- 13) 井内優氏(元シャープ株式会社常務)インタビュー(2007 年 8 月 1 日実施)。佐伯旭専務から半導体と産業用電子機器事業への参入を要請されていたが, 経営陣に事業戦略を説明した記録は残されていない。
- 14) 電子機器研究部長には服部正夫(後の常務)が就任した(服部正夫「私の記録 2」『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵, 9 頁による)。
- 15) 小型防塵室, PN 接合に必要な拡散炉, 精密温度制御装置, ウエハーエッチング法開発に必要な化学実験室とドラフト, 電極取付けの高真空蒸着装置, 表面解析の金属顕微鏡, 疑似太陽光による出力特性評価装置等々を設置していった。
- 16) 半導体材料研究を専門としていた京都大学工学部阿部清教授の後任・田中哲郎教授, 田中研究室の松波弘之(後に教授), 大阪大学工学部の熊谷三郎教授, 基礎工学部の山口次郎教授, 浜川圭弘助手(後に教授)などから指導を受けたと思われる。
- 17) 前出「シャープ太陽電池 50 年の歴史」(『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵) 2-3 頁による。
- 18) 嶋津哲夫氏(元シャープ株式会社)インタビュー(2021 年 5 月 25 日実施)。当時東京の営業部門

では藤江重昭部長、森弘課長、嶋津哲夫担当が太陽電池の営業活動を行っていたが、馬場は特に藤江と連携し、海上保安庁や建設省から太陽電池を受注していった。

- 19) 「奈良工場の歩み」(『シャープ資料』シャープ社史編集室所蔵) 49 頁による。
- 20) 前出「シャープ太陽電池 50 年の歴史」5-6 頁による。
- 21) 博士号取得の要請に馬場はとまどったが、大阪大学熊谷三郎教授の勧めもあり博士論文を提出し学位を取得した。シャープ初となったこの博士号取得を佐伯旭専務はことのほか喜び、馬場に記念の品としてテレビを贈呈した(馬場, 2002)。
- 22) 1950 年代には 1955 年のレーブナー (E. E. Loebner) による EL と光導電体を組合せた光カプラーの提案や、1957 年の西澤潤一(東北大学)による半導体レーザの基本特許出願が知られていたが、さらに複数の米国の学界報告を認識した馬場は、シャープの半導体事業を光半導体分野(シリコン系の太陽電池など、化合物系の半導体レーザなど)から開始することを決意した。
- 23) 化合物半導体とは、2 つ以上の元素からなる半導体をいう。これらの元素を組み合わせることで、単一元素では実現できない半導体の特性を実現することが可能である。超高速・超高周波デバイスや光デバイス(半導体レーザ, LED)などに利用されている。因みに発光素子には、LED, 半導体レーザがある(電子情報技術産業協会, 2009『IC ガイドブック 2009 年版』302 頁)。
- 24) 京都帝国大学工学部電気工学科卒, 北辰電機に勤務後, 京都帝国大学大学院を経て, 1943 年京都帝国大学化学研究所講師。その後, 助教授を経て 1963 年京都大学工学部教授。新規材料の創製, 物性の解明, 電子デバイスへの応用などの応用に優れた実績を上げた。特に「強誘電体チタン酸バリウム基礎と応用」の研究ではその分野の創始者とされる。助教授時代の 1950 年に村田製作所創業者の村田昭と出会い, 酸化チタンコンデンサの開発を成功させた(京都大学広報委員会, 2001)。
- 25) 「可視半導体レーザの商品化と民生機器への応用」(『シャープ資料』シャープ社史編集室所蔵) 1 頁による。
- 26) 前出「半導体推進室ができるまで」(『シャープ資料』シャープ社史編集室所蔵) 5-6 頁による。学術発表の内容は未詳である。
- 27) 「オプトデバイスの歴史」(『シャープ資料』シャープ社史編集室所蔵) 1 頁による。
- 28) 早稲田大学第一理工学部電気工学科卒, 1951 年通商産業省電気試験所入所, 1976 年超 LSI 技術研究組合共同研究所所長, 1981 年東京農工大学工学部電子工学科教授(大高, 1986b)。
- 29) 東京大学理学部物理学科卒, 1948 年通商産業省電気試験所入所, 1974 年ソニー中央研究所所長, 1990 年東海大学工学部教授(板倉, 2014)。
- 30) 前出「半導体推進室ができるまで」7 頁による。
- 31) 鈴木皓夫氏(元シャープ株式会社電子部品事業本部副本部長兼太陽電池事業部長)インタビュー(2021 年 11 月 16 日実施)。鈴木は, 小松ホフマン電子工業で米国のホフマン社から人工衛星用太陽電池を輸入し, 東京大学宇宙航空研究所(後の文部省宇宙科学研究所)へ科学衛星の電源用として納入する仕事を担当しており, 人工衛星用太陽電池の技術的知見を有していたことが招聘の理由であった。鈴木は, 小松ホフマン電子工業が小松電子金属に統合されたことから, シャープへの移籍を決断した。
- 32) 鈴木皓夫氏(元シャープ株式会社)インタビュー(2021 年 11 月 16 日実施)。この研究チームは

メンバーも2人のみで、木村謙二郎部長の一存によりかろうじて存続する部内でも非公式の存在であったが、鈴木が宇宙用太陽電池の試作品第一号の直流電力を測定していたその日に、国産衛星の国産化を進めていた郵政省電波研究所と三菱電機の責任者、担当者がシャープを訪れ鈴木との測定作業を目の当たりにした。これを機に宇宙用太陽電池開発チームは正式に独立・発足することとなり、小規模ながら防塵空調室も設置され開発に拍車がかかった。

- 33) 鈴木皓夫氏（元シャープ株式会社）インタビュー（2024年3月22日実施）。太陽電池素子による発電には半導体基板の受光面側に浅いpn接合が必要である。そのためn型の不純物元素を受光面側にn型に変わる量まで注入する必要がある。この方法を不純物（熱）拡散（impurity thermal diffusion）と称する。この中で不純物元素を含むガスと酸素ガスを精密流量計で計量しながら石英管内に送り込む装置がドーピングシステムである。当時のシャープではエッチング治工具、熱拡散用治工具や拡散炉までを自作していた。
- 34) 1928年航空機関連持株会社のノースアメリカン・アビエーションとして発足。航空機メーカーとして、第二次世界大戦中にB-25爆撃機、P-51戦闘機、朝鮮戦争中にF-86ジェット戦闘機などを開発した。1967年に自動車部品メーカーのロックウェル・スタンダードと合併してノースアメリカン・ロックウェルと改称した。合併後はサターンV型ロケットのエンジン、スペースシャトルのオービタとエンジンなどの開発を手がけた。シャープとの取引は、1969年に発売された世界初のLSI電卓・QT-8Dに搭載したMOS-LSIの共同開発から始まった。その後多くの日本の電卓メーカーが米国の半導体メーカーにMOS-LSIの開発を依頼することとなり、またその状況を目の当たりにした日本国内の半導体メーカーも高度な技術を求められるMOS-LSIの開発を開始した（ギブニー、1974a, 1974b; 垂井、2000）。
- 35) 鈴木皓夫氏（元シャープ株式会社）インタビュー（2023年8月26日実施）。PIDを中心としたトレーサビリティ（traceability）に関する指導は、Endho（日系二世の米国人で、ノースアメリカン・ロックウェル社よりプロセス認証のため来日していた品質保証専門の技術者）にシャープとの友好関係をいかして昼食時や休憩時間での無償協力を依頼し、宇宙用の製品を担当していた鈴木皓夫と櫻井宏治が昼食を共にしながら概要の説明と指導を受けた。
- 36) 鈴木皓夫氏（元シャープ株式会社）インタビュー（2023年8月26日実施）。当時のシャープには品質管理部門は設けられていたが品質保証部門は設けられておらず、従って顧客に対し製品が規定の品質を保持しまた納品後の品質を保証する体制はなかったが、宇宙用太陽電池開発で郵政省電波研究所（後のNASDAの母体）の国産初の実用衛星「うめ」の開発担当から品質保証体制の構築を要求され、まず生産工程でPIDを策定・実施し部内の体制を整えた。一方、宇宙用太陽電池部門が所属していた電子部品事業本部の品質管理部門は品質保証部へと組織が改編され、さらにこれを機に本社でも品質保証部が設置された。
- 37) フォトダイオードとは光エネルギーを電気エネルギーに変換する半導体で、その主な用途はカメラの画像センサ、照度計、CDドライブの読取装置、テレビのリモコンの受信部分、煙検出器、X線検出器、太陽電池の受光部などである。
- 38) 前出「半導体研究室ができるまで」8頁による。
- 39) 当時のシャープでは、電卓は業界の先頭を走っていたが、コンピュータでは遅れていた、しかし弱冠の松尾氏が最初に取り組んだ仕事が高速道路の路面凍結温度の予測を偏微分方程式や多

変量分析を使ってコンピュータに計算をさせ、特許を取得したことが評価されて、考案賞として早川徳次社長から表彰された。考案賞が会社の表彰制度として既に存在していたのかは不明である。

- 40) この時の調査・研究は、1966年8月に道路気象『雪氷対策その1』、1967年5月に道路気象『雪氷対策その2』として、そして1968年3月には気象現象予知機器の試作研究および関連する気象調査の報告書として結実した。
- 41) 1968年産業機器事業部内の詳細の組織は不明であるが、新製品開発を含む産業用電子機器の開発を行っていた。その時には電卓の開発も事業部内で実施されていた。1970年の組織では、産業機器事業部計算機工場長が電卓担当の浅田篤、システム工場長が馬場幸三郎、1972年の組織では、事業本部に格上げし、産業機器事業本部事務機事業部長が電卓担当の浅田篤、情報処理事業部長が馬場幸三郎となっている。
- 42) シャープ SDA (Source・Data・Automation) システムとはシャープが世界に先駆けて開発したもので、取引が発生した時点で伝票を発行すると共に、本社の資料作成に必要なデータをカセット磁気テープに記録するものである。このシステムの採用で伝票の手書きと集計、キーパンチャーによる入力などに要する時間が一切不要となり、資料作成時間を大幅に短縮できる画期的なシステムの誕生となった。(シャープ社内報『窓』146号52頁、および「ビルベット (MPU 搭載携帯端末) 開発史」『シャープ資料』(シャープ社史編纂室所蔵) 11頁による)。
- 43) 「日本初マイクロプロセッサ開発史 (MPU 搭載携帯端末ビルベット)」(『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵) 3頁による。
- 44) 前出「日本初マイクロプロセッサ開発史 (MPU 搭載携帯端末ビルベット)」6頁による。
- 45) 「シャープマイクロプロセッサ開発年表」(『シャープ資料』シャープ社史編纂室所蔵) 1頁による。
- 46) 前出「日本初マイクロプロセッサ開発史 (MPU 搭載携帯端末ビルベット)」11頁による。
- 47) 前出「日本初マイクロプロセッサ開発史 (MPU 搭載携帯端末ビルベット)」11-13頁による。

#### 参考文献

- 青井三郎 (1957a) 「耗波マグネトロンの研究」『沖電気時報』第27号, 15頁。
- 青井三郎 (1957b) 「1956年国際マイクロ波真空管会議に列して」『沖電気時報』第30号, 1-5頁。
- 池田和博 (2020) 『図書館情報学用語辞典 第5版』丸善出版。
- 板倉聖宣 (2014) 『事典日本の科学者—科学技術を築いた5000人—』紀伊國屋書店。
- 内尾直二 (1941) 『人事興信録 下 第30版』人事興信所。
- 大高利夫 (1986a) 『現代日本科学技術者大辞典 第1巻 あ〜お』紀伊國屋書店。
- 大高利夫 (1986b) 『現代日本科学技術者大辞典 第3巻 せ〜ひ』紀伊國屋書店。
- 窪田正八 (1980) 「気象庁の思い出から—その1—」『気象』第24巻, 第10号, 30-31頁。
- 気象庁 (1975) 『気象百年史』日本気象学会。
- 京都大学広報委員会 (2001) 『京大広報』第556号。
- シャープ広報部 (1973) 「世界初 SDA システムを完成」『窓』第146号, 1973年8月, 52頁。
- 白井富二男 (1981) 「ビルベット開発の記録 ポータブルコンピュータへの挑戦」『事務と経営』第33巻, 第411号, 17-22頁。

- 瀬水澄夫 (2005) 『エレクトロニクス発展の歩み 資料編』 東海大学出版会。
- 高田吉治・重野忠史・佐野雄二・川崎孝 (1974) 「道路気象情報システム」『シャープ技報』 第12巻, 第2号, 通巻19号, 7頁, 21-26頁。
- 高田吉治 (2013) 「道路気象と冬期情報管理」『道路気象と高速道路と自動車』 第56巻, 第12号, 5-7頁。
- 多田則明 (1998) 『世界にないものを創れ』 コスモトゥーワン。
- 垂井康夫 (2000) 『日本半導体50年史—時代を創った537人の証言—』 工業調査会。
- 中峠哲朗・馬場幸三郎 (1964) 「Silicon Photocell を用いた積雪深計の基礎研究」『応用物理』 第33巻, 第9号, 44-49頁
- 日経BP企画 (2003) 『ICガイドブック 2003年版』 社団法人電子情報技術産業協会 (JAITA)。
- 馬場幸三郎 (1961) 『耗波電磁管に関する研究』 馬場幸三郎。
- 馬場幸三郎・神保安雄・高田吉治 (1969) 「道路気象情報システム」『シャープ技報』 第8巻, 第2号, 通巻13号, 50-60頁。
- 馬場幸三郎 (2002) 『日本万歳—満天に輝く新星に祈る—』 馬場技研。
- ビジネス機器・情報システム産業協会流通情報システム機器部会 (2005) 『平成16年調査報告書 小売業を支えたレジスタ・POSの125年』 ビジネス機器・情報システム産業協会, 24-33頁。
- フランク・B. ギブニー (1974a) 『ブリタニカ国際大百科事典 小項目事典 5』 ティービーエス・ブリタニカ。
- フランク・B. ギブニー (1974b) 『ブリタニカ国際大百科事典 小項目事典 6』 ティービーエス・ブリタニカ。
- 古川武彦 (2012) 『人と技術で語る天気予報史—数値予報を開いた“金色の鍵”—』 東京大学出版会。
- 松尾博志 (1992) 『電子立国日本を育てた男』 文芸春秋。
- 松島明 (1979) 『マネジメント』 日本能率協会, 第38巻, 第2号。
- M. inoue, Y. Takata and K. Baba (1970) “Ice detection prediction and warning system on highways,” International symposium on snow and ice control research on roads and runways.
- Takakura, T., K. Baba, K. Nunogaki and H. Mitani (1954) “Radiation of plasma noise from arc discharge,” *Journal of Applied Physics*, Osaka City University, Vol. 26, No2, pp. 185-189.

## Consideration of New Business Entry in Electrical Machinery Companies: A Case Study of Sharp's Semiconductor and Industrial Electronics

Shuichi NAGAIRO

The postwar Japanese electronics industry began with the transformation from a military to a civilian industry, and great expectations were placed on the electronics industry as a new growth and technology-leading industry in the Japanese economy. However, Japan's electronics industry was in a far inferior state compared to the electronics industries of Western countries, which had made long strides during and after the war. As a solution, in 1957, the government enacted the "Electronic Industry Promotion Extraordinary Special Measures Law" as a measure to promote Japan's electronics industry, and sought to foster and promote consumer and industrial electronics equipment. As a result, the electronics industry developed to the point where it played a role in Japan's rapid postwar economic growth.

Sharp developed and sold Japan's first ore radio in 1925, Japan's first black-and-white television in 1953, and expanded the development and sales of consumer electronics products such as fans, washing machines, refrigerators, and water-cooled coolers in 1957. The company expanded its development and sales of consumer electronic appliances such as electric fans, washing machines, refrigerators, and water-cooled coolers. However, in order to further expand new businesses, the company narrowed its focus to the semiconductor and industrial electronic equipment businesses with the aim of moving away from home appliances, and the development of new businesses through the development of several new products led to the subsequent development of its business as a comprehensive electronics manufacturer.

This paper looks at the life history of Kozaburo Baba, a university researcher with a wealth of knowledge, experience, and connections, and examines the product development process and sales activities that met customer needs and looked to the future after he was invited to Sharp as a leader to achieve multiple goals. Specifically, we will organize three cases of new business entry and expansion in the fields of semiconductors and industrial electronics led by Kozaburo Baba in chronological order, and clarify how Baba led and worked together with members of the organization to develop young human resources, invite outside specialists, and tackle multiple issues as case examples.

---

**Keywords**      semiconductors, solar cells, optoelectronics, road weather, industrial electronics

---