

技術領域の限界予測における「集団思考的判断」の影響

久保 真澄・北 寿郎

概要

2010年頃からの日本のディスプレイデバイス業界と半導体業界の凋落について、色々な研究が行われている。ディスプレイデバイス業界では、1990年代後半から2010年代前半にかけて、テレビ用ディスプレイデバイスの絶対的王者として君臨していたブラウン管の置き換えを目指して、プラズマディスプレイ（PDP）と液晶ディスプレイ（LCD）の二つの技術が熾烈な競争を行い、結果としてLCDに収斂した。現在、PDPを生産しているメーカーは世の中に存在しておらず、市場からは完全に姿を消している。しかしながら、短命に終わるPDPに多くの日本電機メーカーが巨額の投資を行うという、まるでレミングの集団自殺行為のような行動に至ったのかについて明らかにしたい。本論文では、ディスプレイデバイス業界における、過去を振り返ると明らかに不可解である産業予測について過去からの推移を整理した。また、その不可解な産業予測に至った原因として、技術者の集団思考的判断が技術領域の評価と限界予測に及ぼす影響について、技術者へのインタビューを行うことで明らかにした。結果、先行研究で述べられている企業組織などの非専門職共同体における集団思考とは異なる、技術者特有の専門職共同体における集団思考の存在について、その可能性を確認した。多くの企業がPDPへの集団自殺的な投資に至った要因の一つとして、この「技術者の専門職共同体における集団思考」が影響していると考えられる。

1. はじめに

日本の家電量販店では入口付近に数多くの大画面テレビが展示され、鮮やかな色彩の映像を映し出している。その主役が液晶ディスプレイ（LCD）であることはご存知の通りである。しかしながら、2000年後半頃までの家電量販店には、LCDと対峙するようにプラズマディスプレイ（PDP）が展示され、デジタルテレビの覇権を競い合っていた。現在、PDPを生産しているメーカーは世の中に存在しておらず、市場からは完全に姿を消している。しかしながら、短命に終わるPDPに多くの日本電機メーカーが巨額の投資を行うという、まるでレミングの集団自殺行為のような行動に至ったのか、また、そこには「ハーメルンの笛吹き男」のような集団の指導者的なものが存在していたのか、これまで当事者である電機メーカーは何も語っていない。本論文では、デジタルテレビに使われているディスプレイデバイスの研究開発に携わってきた技術者の思考傾向を分析することで、この不可解な現象について考察する。

本論文の構成は以下の通りである。第2章では、「技術者の思考傾向」を研究対象とした背景について説明を行う。次に、第3章ではディスプレイデバイス業界における、過去を振り返ると明らかに不可解である産業予測について過去からの推移を整理した上で、本研究における仮説を設定する。第4章では不可解な産業予測に至った原因として、仮説の検証と共に、技術者の集団思考的判断が技術領域の評価と限界予測に及ぼす影響について、技術者へのインタビューによって明らかにする。これにより、少なくとも専門分野においては科学とデータに基づく客観的な判断を行い、正しい技術判断を

すると考えられていた技術者の思考傾向について分析を行う。第5章では技術者の集団思考的判断についての考察を行う。最後に終章として、本研究で得られた結果についてまとめる。

2. 何故「技術者の思考傾向」が重要なのか

産業のライフサイクルとしては生産数量・金額共に成長期に位置するディスプレイデバイス業界において、近年、日本では以下のような大きな構造変化が見られた。

- ・PDP 国内生産の完全終息（2013 年）
- ・産業革新機構主導による LCD メーカーの再編・統合（2012 年）
- ・産業革新機構主導による有機 EL ディスプレイメーカーの設立（2015 年）

また、半導体業界においても、日本では以下のような業界再編と公的資金投入が行われた。

- ・システム LSI 統合会社が生産革新機構を割当先として増資（2013 年）
- ・DRAM 統合会社への産業活力再生法適用による公的資金投入（2009 年）
- と会社更生法適用（2012 年）

電子デバイス業界としては未だ市場成長が続く中で起こった、2010 年頃からの日本のディスプレイデバイス業界と半導体業界の凋落について、色々な研究が行われている。例えば、LCD 産業における日本メーカーの凋落について、中田は日本、韓国、台湾メーカーの投資戦略の相違と、暗黙知が埋め込まれた製造装置の移転による技術流出が原因と指摘している（中田 2007, 2008）。また、新宅は日本の部材と製造装置が後発によるキャッチアップの背景にあると指摘している（新宅 2008）。長野らは電子デバイス産業における、製品デザインと製造プロセスの固定化による、後発優位のメカニズムの存在を指摘している（長野 2013）。しかしな

がら、明確な原因について未だ明らかになってはいない。

あらゆる産業¹には規模と寿命において、それぞれの産業に固有のライフサイクルが存在する。よって、産業のライフサイクルは企業の戦略に大きな影響を与える。いかに企業が一般的に正しいと言われる戦略を策定し、実行したとしても、産業ライフサイクルとして規模が小さく、また寿命が短い産業に対しては得られるものは少ないものとなる。よって、企業の戦略はその企業が関わる産業ライフサイクルに大きく依存しており、戦略策定には産業ライフサイクルの正確な予測と見極めが非常に重要であると考えられる。

逆に、企業の戦略に基づく活動は産業ライフサイクルには大きな影響を及ぼさない。産業ライフサイクルはその産業を構成する技術、ビジネスモデルを基盤としており、その産業で活動する企業の戦略からの影響を受けることなく、独立している。ディスプレイデバイス業界では、かつてテレビ用ディスプレイデバイスとして、ブラウン管（CRT）が規模、寿命において唯一無二の絶対的な存在として産業を形成していたが、現在では姿を消して LCD にその座を譲っている。つまり、現在において CRT の産業ライフサイクルは終焉し、代わりに LCD の産業ライフサイクルが立ち上がってより巨大な産業を形成している。ここで、テレビ用ディスプレイデバイスとして日本国内で唯一、戦略的に LCD へ傾倒し、業界の中でいち早く事業化を実現したシャープというプレイヤーが仮に LCD 産業の中に存在していなかったとしても、代わりに他のプレイヤーがテレビ用ディスプレイデバイスとして LCD を事業化していたことは容易に想像することができる。テレビ用ディスプレイデバイス業界における CRT から LCD への主役交代は、その産業におけるプレイヤーが誰であるか、またそのプレイヤーが選択した

¹ 本研究において使用する「産業」の定義を行う。日本の公的統計に用いられる、総務省告示の日本標準産業分類では、大分類として A から T の 20 種類の分類から始まり、中分類（2 桁の分類番号）、小分類（3 桁）、細分類（4 桁）の順に細分化されている。例えば、ディスプレイデバイス分野では、大分類「E 製造業」、中分類「28 電子部品・デバイス・電子回路製造業」、小分類「281 電子デバイス製造業」、細分類にブラウン管（CRT）が属する「2811 電子管製造業」、LCD、PDP が属する「2815 液晶パネル・フラットパネル製造業」に産業分類が行われている。

また、日本標準産業分類に基づき経済産業省が告示している工業統計調査用産業分類・商品分類では 6 桁の品目番号で更に細分類が行われている。例えば、ディスプレイデバイス分野では製造品名として「281112 ブラウン管」、「281511 液晶パネル」、「281512 プラズマディスプレイパネル」として分類されている。このように、一般的な「産業」の定義は非常に幅広いものであるが、本研究においては、工業統計調査用産業分類・商品分類で 6 桁の品目番号で分類されるレベルを一つの「産業」の単位として扱う。例えば、ディスプレイデバイス分野には CRT 産業、LCD 産業、PDP 産業が存在し、それぞれを独立した「産業」として扱う。

戦略が何かによって、若干の時期的な変化はあるにせよ、変わらずに必ず行われていたと考えられる。

また、テレビ用ディスプレイデバイスの CRT から LCD への移行と同時期に、産業ライフサイクルとしては小規模でかつ短命に終わった PDP が存在していたが、その当時に PDP 産業に関わる企業が実行した戦略や活動をどのように変えても、また PDP 産業に関わるプレイヤーの変更や増減があったとしても、現在において PDP が LCD に取って代わり、テレビ用ディスプレイデバイスの絶対的な存在として産業を形成するようなことを想像するのは困難である。テレビ用ディスプレイデバイスの主役が CRT から LCD へと完全に移行し、PDP が小規模かつ短命に終わったのは、ディスプレイデバイス業界に大なり小なり関係する企業にとって抗うことができない現象であり、そこには企業の戦略や行動が及ぼす影響は僅かなものと考えられる。過去を振り返り、「あの企業があの産業を作った」と言われることがよくあるが、実際は「あの企業がいなくても、あの産業は別の企業が代わりに作っていた」というのが真実であり、産業ライフサイクルは企業戦略からは独立したものである。よって、図 1 に示すように、企業の戦略と行動は産業ライフサイクルに従属するが、産業ライフサイクルは企業の戦略・行動から独立している。

以上のように、企業の戦略策定には、企業が関わることになる産業の技術領域の本質を理解して、未だ全貌を現していない産業ライフサイクルの姿を正確に予測することが重要となる。また、産業ライフサイクルの予測を行う上で、その産業がどのような技術領域を基盤として構成されているかは必要不可欠な情報である。経営者が行う技術選択において、産業を構成して

いる技術領域に対する、社内外の技術的専門家である技術者による見解は重要な判断材料の一つとして扱われる。技術領域は時間と共に変化するため、経営判断には技術領域の将来予測が必要となる。技術者は、専門職として保有する高い専門性と深い経験を活用することで、その技術領域と保有する専門性が一致する限り、技術領域の本質である幅（多様性）と奥行き（限界）を正確に把握することが可能と考えられる。つまり、技術者による産業ライフサイクル予測は高精度なものであり、それに基づく技術判断は正しいと考えられてきた。

技術者の正しい技術的判断により経営者が技術選択し、経営判断を行うのであれば、技術選択の間違いに起因する戦略策定の失敗は発生しない。しかしながら、多くの産業分野において、産業ライフサイクルの予測を見誤り、企業が投資を十分に回収することなく産業が終息することになる、間違った技術選択が散見される。技術者の技術領域の限界予測において正しい判断がされていないのであれば、技術者の間違った判断の要因について分析を行うことは非常に有益である。

本研究ではディスプレイデバイス業界を対象として分析を行った。ディスプレイデバイス業界では、1990 年代後半から 2010 年代前半にかけて、テレビ用ディスプレイデバイスの絶対的王者として君臨していた CRT の置き換えを目指して、PDP と LCD の二つの技術が熾烈な競争を行い、結果として LCD に収斂した。テレビ用ディスプレイデバイスという目的を同じくして PDP、LCD の二つの技術がほぼ同時期に産業として立ち上がり、多数の電機メーカーが巨額の投資を行いながらも小規模かつ短期間に終息した PDP 産業と、現在においても規模の拡大を継続している LCD 産業の技術領域にお

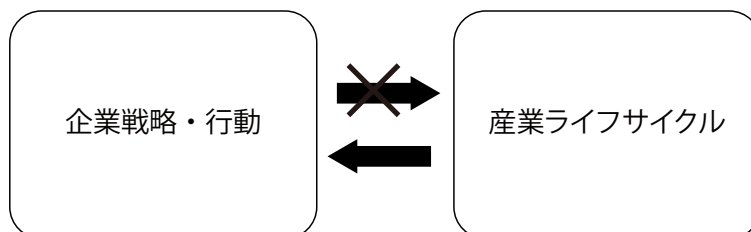


図 1. 企業戦略・行動と産業ライフサイクルの関係

ける、技術者の限界予測を分析・検証することにより、技術領域の本質である幅（多様性）と奥行き（限界）について技術者がどのような思考に基づき判断をしていたのかを明らかにすることで、技術者の思考傾向を明らかにする。

3. ディスプレイデバイスにおける産業予測の歴史とその分析

3.1 産業予測の歴史

ディスプレイデバイス業界について過去から現在までを俯瞰的に振り返ると、テレビ用ディスプレイデバイスの歴史の中で長きに亘り絶対的な王者として君臨していたCRTに対して、その置き換えを目指したPDPの産業ライフサイクルは小規模かつ短命に終わり、LCDが産業ライフサイクルとして大規模かつ長期間継続していることは容易に理解することができる。しかしながら、PDPとLCDのカラー化が実現し、熾烈な競争が始まることになる1990年代当時のディスプレイデバイス業界では、現在における結果とは全く異なる産業ライフサイクルの予測が行われていた。ここで、1990年代から2000年代に掛けての期間、ディスプレイデバイスメーカー各社の産業ライフサイクル予測

に基づく戦略を時系列で調査することで、ディスプレイデバイス業界における産業予測の経時変化について整理を行う。

調査対象として、日経BP社が1989年から2008年までの間、年一回発行していた、ディスプレイデバイス業界専門誌の「フラットパネル・ディスプレイ」を用いた。複数の業界紙が存在する中、日経BP社が出版した「フラットパネル・ディスプレイ」ではディスプレイデバイスメーカーの戦略について「トップ・インタビュー」という形で、名前・写真と共に事業責任者の発言として記載しており、本研究の調査には適切であると判断し採用した。LCDとPDPのディスプレイメーカー各社における戦略を比較整理するため、調査対象とした時期は、PDPメーカー各社がPDPの壁掛けテレビ事業計画を一斉に発表した1995年から、対角108型の液晶テレビをシャープが発売し、LCDが民生用テレビとして必要となるサイズを超えた2008年までの期間を含む、1994年12月発行の「フラットパネル・ディスプレイ1995」から、2007年12月発行の「フラットパネル・ディスプレイ2008」の14年間分とした。

日本のディスプレイデバイスメーカーが出そろった「フラットパネル・ディスプレイ1997」において、LCDメーカーとしては日本企業6社、韓国企業2社の計8社、PDPメーカーとして

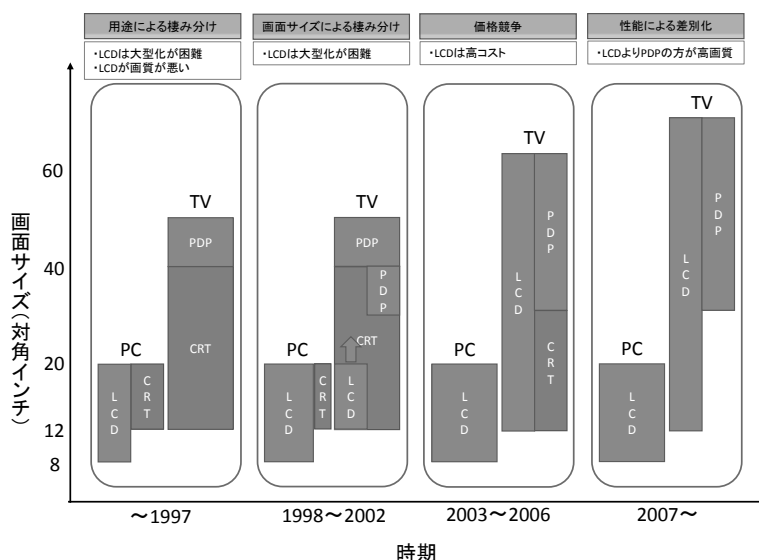


図2. ディスプレイデバイス業界における産業予測の経時変化

は日本企業5社のトップ・インタビューが記載されていた。次に、ディスプレイデバイスメーカー各社の戦略について時系列に整理を行った。ディスプレイデバイス業界における産業予測の経時変化を図2に示す。ディスプレイデバイス業界におけるLCDとPDPの産業予測は、下記の四期間に分類される。

- ①用途による棲み分け（～1997年）
- ②画面サイズによる棲み分け（1998～2002年）
- ③価格競争（2003～2006年）
- ④性能による差別化（2007年～）

「①用途による棲み分け（～1997年）」期には、CRTがPC用、テレビ用ディスプレイデバイスとして絶対的な存在として君臨していた。LCDは大型化が困難、画質が悪くテレビ用途は不向きとの判断のため、LCDの用途はノート型PC用に限定されていた。また、CRTではテレビ受像機として総重量が100kgを越えるため民生用としては製品化が困難とされていた対角40型以上のサイズにおいて、PDPは大型壁掛けテレビとしてCRTを補完する位置付けであった。その当時、業界ではCRTの存在が脅かされるとは誰も考えておらず、CRTでは出来ない隣接領域、つまり軽薄短小が特徴のLCDはバッテリー駆動の携帯機器、大型でCRTよりは軽量が特徴のPDPは壁掛けテレビをターゲットにして、ディスプレイデバイス業界の拡大戦略を描いていた。

次の「②画面サイズによる棲み分け（1998～2002年）」期に入ると、LCDはCRTが支配的であった据置型PCモニター用への展開を図るため、CRTをLCDに置き換え可能とする、業界の想像を超えた高画質化が進んだ。また、画面の小型化を苦手としていたPDPは新しい駆動法の開発により対角30型クラスの生産が可能となり、ディスプレイデバイス業界はCRTの領域を一部侵害するような戦略を描くようになる。しかしながら、LCDは大型化が困難、という業界の予測は相変わらず根深く存在し、テレビ用ディスプレイデバイスにおいて「LCDは対角20型以下、PDPは対角30型以上、その間のサイズはCRT」、という画面サイズによる棲み分けが業界の標準的な考え方であった。

「③価格競争（2003～2006年）」期においては、LCDの製造工程で使用するマザーガラスのサイズ拡大が一気に進むと同時に、2003

年には日本において三大都市（東京、大阪、名古屋）で地上デジタル放送が開始された。LCDメーカーは大型画面サイズの製造が可能となったLCDをポストCRTの本命として戦略を組んだ。一方、PDPメーカーは巨額の投資と複雑な構造を必要とするLCDに対して、シンプルな構造のPDPは同じサイズを低コストで作ることが可能と考え、「価格競争」戦略を進めた。

しかしながら、「④性能による差別化（2007年～）」期に入ると、LCDのコストは一気に低下して、PDPと同等以下の価格を実現するようになる。ここで、PDPの牙城であった大型テレビ受像機市場において、お互いの欠点を指摘して貶し合う、レベルの低い戦いに突入する。PDPメーカーは「LCDより価格は高いが高画質」を主張して「性能による差別化」戦略を進めたが、LCDの急速な低価格化、高画質化の進行に対して形勢が不利な状態が継続した。ついには、2015年に全世界においてPDP生産は終息し、現在ではPDPメーカーは存在していない。

3.2 産業予測と現実との比較分析

以上に示すように、1994年から2007年の14年間に業界のディスプレイデバイス産業に対する将来予測が大きく変化したことが確認できる。図3にLCDとPDPの画面サイズ推移の比較を示す。前出の業界紙「フラットパネル・ディスプレイ」において、試作品もしくは生産品として登場した時期で画面サイズの整理を行った、また、期間は図2に示す四期間と合わせて表記している。LCDの大型化への予測については、今まで存在していなかった画面サイズが世の中に出てから、その都度、業界としての認識を修正していることが確認できる。このように、ディスプレイデバイス業界が考えていた「技術的限界」を越える製品が世の中に登場してから業界予測を変更し、それに合わせて企業が戦略を修正するという事実を目の当たりにすると、正しい戦略に基づいて経営が行われているとは言い難い。

ディスプレイデバイス業界において、産業を立上げて持続的に成長させるには巨額の設備投資を継続して行うことが必要であるが、ほぼ4年毎に大きく将来予測を変更するような状況で

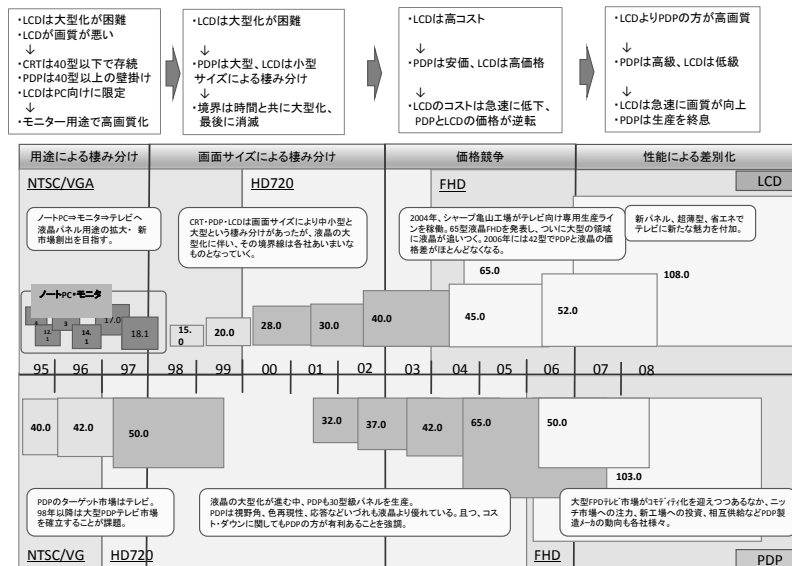


図 3. 画面サイズ推移比較

は、企業が正しい戦略を決定し、実行することは困難と考えられる。上記①～④のいずれの期においても、その当時の「LCDの技術的境界」に基づいて産業の将来予測が行われ、修正を行っている。

3.3 要因・仮説の設定

ディスプレイデバイスメーカーは多くのディスプレイデバイス関連の技術者を社内に抱えて技術判断を行い、戦略を策定・実行している。しかしながら、技術者の技術判断と企業の経営判断は必ずしも一致しているとは限らない。技術者は「科学とデータに基づく客観的な判断」を思考のベースにして、ディスプレイデバイス業界における産業予測とは異なる技術判断、つまり「次世代TV用ディスプレイデバイスの本命はLCD」と正しい技術判断をしていたのにも関わらず、企業の経営陣が「次世代TV用ディスプレイデバイスの本命はPDP」と経営判断した可能性も考えられる。よって、以下の仮説を設定する。

・仮説1「ディスプレイデバイスにおいて、産業予測と技術者の技術判断は一致していた」
また、技術者が専門職として「科学とデータに基づく客観的な判断」を思考のベースにしてい

ると考えることがそもそも思い込みに過ぎない可能性がある。よって、以下の仮説を設定する。

・仮説2「ディスプレイデバイスにおいて、技術者は主観による間違った技術判断を行った」

第4章において、多くの企業が間違った産業予測を繰り返した真因を明らかにすべく、ディスプレイデバイス関連技術者へのインタビューを行うことで仮説の検証を行う。

4. 技術領域の限界予測における集団思考的判断の影響

4.1 インタビュー手法

技術的専門家である技術者による技術領域の本質に対する正確な把握が可能なのかどうかについて、技術者へのインタビューによる検証を行った。PDPとLCDのカラー化技術が同時に立ち上がり、企業として次世代テレビ用ディスプレイデバイスの技術判断と選択を迫られた1990年代において、研究開発の中心として従事していたディスプレイデバイス関連の技術者23名をインタビュー対象者として選定し、インタビューを実施した。1990年代当時におけ

るインタビュー対象者の所属団体は、日本企業 8 社と、研究機関 1 社である。インタビュー対象者の選定には、可能な限り所属団体による偏りを排除した、多面的なインタビューを目指した。また、対象とする技術者 23 名の専門とする技術分野は、液晶 16 名（太陽電池からの移行者 1 名を含む）、電子管 5 名、半導体 2 名であり、こちらも現在において産業が継続している液晶分野を専門とするインタビュー対象者の比率が高くなるのは仕方がないにせよ、可能な限り技術分野として多面的なインタビューの実現を目指した。事前に対象とする技術者へ提示したインタビュー内容を図 4 に示す。

インタビュー内容の前半は、1990 年代前半において、次世代テレビ用ディスプレイデバイスとして、PDP と LCD の二種類のディスプレイデバイスを技術者がどの様に考えて、判断していたのかについて語るように設定している。日本における 1990 年代は、NHK の独自規格であるアナログハイビジョン放送が開始され、続いてデジタル放送開始が控えていた、次世代放送方式への転換期であった。正に、現在において放送方式の主流になっているデジタルハイビジョン方式を構成する「ハイビジョン」と「デジタル」の二つの技術が、時期としてはほぼ同時に、しかしながら独立して次世代テレビ放送技術として導入されている。また、インタビュー内容の後半は期間を設定せずに、結果として次

世代高画質テレビ受像機のディスプレイデバイスとして本命視されていた PDP が産業として終焉し、LCD が絶対的の王者として君臨している原因について、技術者が過去を振り返り、語るように設定している。

4.2 インタビュー結果の概要

前半のインタビュー内容に対して、技術者 23 人全員が同じ思考傾向を示した。次世代高画質テレビに対して、「LCD は PC などのデータディスプレイには使えるが、画質レベルが低く、大型化が出来ないのでテレビには使えない」、「PDP は大型化が容易であり、壁掛けテレビの本命である」という考え方である。これは、液晶、電子管、半導体という技術分野が異なる技術者全員が同じ思考傾向を示したことになる。インタビュー対象者の技術判断は業界の産業予測と企業の経営判断と一致しており、仮説 1「ディスプレイデバイスにおいて、産業予測と技術者の技術判断は一致していた」は正しいと検証された。

また、後半のインタビュー内容については、テレビ用ディスプレイデバイスにおける PDP の生産終息と、LCD の絶対的の王者としての君臨について、技術者 23 人全員が LCD の「予想を超える進化」、「想像を超える進化」を原因として挙げている。液晶分野の技術者が、専門で

1. 1990年代前半当時のお考えを中心にお考えをお聞かせください

- ・1991 カラー・アモルファスSi-TFTマトリクス液晶搭載ノートパソコンの発売
- ・1992 21型VGA、26万色表示のPDPモニターの発売
- ・1995 NEC、松下電子工業、富士通、パイオニアがPDPの壁掛けTV事業計画を発表

- ① PDPをどう見ていたのか
- ② LCDをどう見ていたのか、LCD開発の背景について
- ③ 次世代TV用ディスプレイデバイスをどう見ていたのか

2. 以下は年代に関係なく、お考えをご自由にお聞かせください

- ① 何故、多数の企業が次世代TV用ディスプレイデバイスとしてPDPを選択したのか
- ② CRTメーカーは全てPDPを選択したのは何故か
- ③ LCDに対して他分野から展開された技術、または他分野と共通する技術について
- ④ LCDは半導体か

図 4. インタビュー内容

ある LCD の進化について限界を予測することができなかったことには違和感を感じざるを得ない。インタビューの結果、技術者は、

- ・「データに基づく客観的な判断」ではなく「主観」で技術の限界を判断
 - ・技術の限界の予測・判断に対して、現在の延長上である連続的な限界判断に留まる
- という思考傾向を示した。以降、インタビュー結果について詳細分析を行うことで、仮説 2 の検証を行う。

4.3 半導体技術者へのインタビュー結果

テレビ用 LCD にはアクティブ駆動するためのスイッチング素子として半導体である薄膜トランジスタ (TFT) が採用されている。そこで、2 名の半導体技術者への直接インタビュー、また 16 名の液晶技術者から間接的に半導体技術者がどう考えていたのかをインタビューし、半導体技術者の「LCD の大型化」に対する技術的見解を確認した。半導体技術者は共通して、「ムーアの法則 (半導体の集積率は 3 年間で 4 倍になる)」という経験則を思考の大前提として、「半導体は微細加工技術により面積当たりの容量を向上し、シリコン基板サイズに依存せずに基板単価を上げていくビジネスモデル」に対して、「LCD の大型化はガラス基板サイズを拡大し、精細度と価格を下げるビジネスモデル、よって LCD は半導体ではない」と判断した。半導体技術者は、LCD は半導体とは技術的にも、またビジネスモデルとしても全く別物という認識を有していた。しかしながら現実には、半導体製造プロセスにおいて大きな設備投資となる成膜工程では、厚み方向に対する成膜時間は基板サイズに依存しないため、基板面積の拡大と共に単位時間当たりの処理面積が増加し、投資回収効率が高まる、というのは半導体でも LCD でも同じであった。LCD のガラス基板サイズ拡大は半導体のシリコン基板サイズ拡大と同様に理に適っていると考えられ、半導体技術者の判断・予測とは異なり LCD の大型化は進んだ。

また、半導体技術者は「ウルトラクリーン」という視点において、「半導体ではシリコン基板上にダストが一個、存在するかしないかのレベル」であり、また「基板当たりの取れ数が多

いので、ダストによる不良品は捨てればいい」という考え方に対して、「LCD を大型にすると、半導体用基板より遥かに大型のガラス基板上に存在するダスト数が増加し、不良率は半導体より高くなる」ため、「LCD は基板当たりの取り数が少なく、不良品を廃棄するとコスト高」と考え、LCD の大型化は困難と考えていた。しかしながら現実には、ガラス基板の拡大と共に LCD の画面サイズを大きくすると、ダストが存在しても不良にならない開口部 (バックライト光が透過する領域) の比率は増加するため、ダスト起因で不良となるガラス基板上の領域比率は低下し、画素数が同じであれば画面サイズが大きいほど歩留まりが上がる、という半導体技術者の予測とは逆の結果となった。

更に、半導体技術者の「ウルトラクリーン」という視点において、「半導体は汚染に敏感な物性の材料であり、LCD のガラス基板に含まれる Na は汚染物質、そのような汚染された基板上に半導体層を形成するなんてありえない」と考えていた。インタビュー対象者から得られた情報として、あるガラスメーカーがガラス基板上に絶縁層・半導体層を積層して Na の影響を分析し、ガラス・絶縁層間に Na が集中、半導体層には Na は検出されなかったことを確認した。つまり、パネルメーカーではなくガラスメーカーがガラス基板上にも半導体層が形成可能であることを証明した。その結果を知った後も、国内 LCD メーカー 6 社により設立された、次世代液晶技術を開発する ALTEDEC (Advanced LCD Technologies Development Center 液晶先端技術開発センター) の半導体技術者は、ガラス基板を汚染物質として考えて試作ラインに流すことは認めず、石英基板を使って研究開発を継続した。半導体技術者は、「Na という汚染物質を含んだガラスは使えない」という先入観で検証実験を行うこともなく、またガラスメーカーの検証結果が出た後もガラス基板上への半導体形成について否定的であったと考えられる。

以上の様に、LCD のスイッチング素子として使われる TFT と、半導体で用いられている Si 基板上の金属-酸化物-半導体電界効果トランジスタ (MOSFET) は「電界効果トランジスタ」という同じ基本原理における技術にも関わらず、ガラス基板上の TFT に対して薄膜半導

体としての物理限界について客観的に議論を行うことなく、半導体技術者の「常識」と「思い込み」で LCD の大型化は困難と判断した。本来、LCD の大型化における限界の予測は、半導体の移動度、配線抵抗、配線容量などの設計パラメータから論理的に導くことが可能であり、これは 1990 年代後半においても同じである。しかしながら、半導体技術者はシリコン基板上での現象に囚われて、何の実験検証をすることもなく主観的に「LCD の大型化はできない」と技術判断を行い、多くの他分野の技術者は半導体技術者の判断を受入れたと考えられる。

4.4 液晶技術者へのインタビュー結果

次に、「LCD のテレビ用ディスプレイデバイスとしての表示品位の限界」について、16 名の液晶技術者へのインタビュー結果を以下にまとめる。液晶技術者は共通して、「LCD は液晶分子を電圧で制御する光シャッターであり、TFT でアクティブ駆動したとしても、有機物である液晶分子を電圧印可で動かしている以上、『応答速度、コントラスト、視野角特性』という表示性能においてテレビに使えるような表示品位には成りえない」という技術的判断を共有していた。

1990 年代前半当時、ノート PC 用 LCD には競合となるディスプレイは無く、表示品位向上に対する市場からの要求はそれほど高くなかった。1990 年代後半のデスクトップ PC モニタへの展開において、既存の CRT を置き換えるために表示品位向上の要求が高まり、新たな表示技術・材料の研究開発が活発に行われた。2000 年頃には、同時進行していた LCD の画面サイズ拡大と合わさることで、LCD のテレビ用ディスプレイデバイスとしての市場拡大が始まった。以上の歴史をふまえて、LCD のテレビ用ディスプレイデバイスにおける前出の「三つの表示品位の限界」について考察すると以下の通りになる。

- ・ 応答速度
- ・ 液晶層厚と駆動電圧、液晶材料の粘性や比誘電率、界面のアンカリング力等の物性値で決まるものであり、将来の液晶材料開発を見越した上での限界予測は可能。
- ・ コントラスト

- ・ 液晶層のリタデーションをゼロに近づけることで、偏光板偏向軸クロスニコルのコントラスト比 10000 対 1 に限りなく近づけることが可能。
- ・ 視野角特性
- ・ 光学補償計算で限界を算出可能。

この様に、現在では当たり前のように「データに基づく客観的な判断」により容易に導き出される表示品位の限界を導いているが、それは 1990 年代後半においても不足する情報はなく、同じく可能であった。しかしながら、インタビューからは、1990 年代当時の液晶技術者は電子卓上式計算機用に代表されるパッシブ駆動型 LCD 時代からの経験と、化学・光学の高い専門性に基づく「常識」、「思い込み」により限界を主観的に予測し、「LCD はテレビとして使用可能な表示品位には到達しない」と判断したことが分かった。インタビューでは一名の技術者が、コントラストについて上記の偏光板クロスニコルの数値まで出せるはずと考えていたが、その当時に実現していた表示品位とのギャップが余りにも大きく、社内で受け入れられることは無く技術的判断の主流とはならなかった、というコメントであった。

4.5 元太陽電池技術者へのインタビュー結果

ここで、薄膜太陽電池から LCD に専門分野を移行した液晶技術者 1 名へ行った、「LCD の大型化」についてのインタビュー結果を示す。薄膜太陽電池用のアモルファス Si 薄膜はロール・トゥ・ロール方式で大面積に成膜するので、アモルファス Si 薄膜の成膜に対してガラス基板サイズの制約はない、と考えていた。よって、大型ガラス基板に対する成膜以外の製造プロセスについても前向きに可能性を追求し、LCD 用ガラス基板拡大の原動力となった。結果、テレビ用 LCD の大型化に否定的な液晶技術者、半導体技術者の意見が業界の主流である中、ある日本企業では 1980 年代後半に、30 型サイズ（縦横比 3 対 4）に対応するガラスサイズが流動する製造装置を、薄膜太陽電池から異動した技術者が主導して導入することになった。液晶とは畑違いの薄膜太陽電池技術者が LCD 開発に携わることで、薄膜太陽電池技術者が保有する過

去からの経験に基づく「常識」と前向きな「思い込み」で、ガラス基板の大型化に対する装置限界の拡大を推進することが可能になったことが、その日本企業がテレビ用 LCD の大型化で業界を先行した要因の一つとして考えられる。

4.6 電子管技術者へのインタビュー結果

次に 5 名の電子管技術者のインタビュー結果について述べる。PDP は CRT 同様に電子管を用いたディスプレイである。電子管技術者は、テレビ放送開始から 50 年間、絶対的存在であった CRT への思い込みが強く、1990 年代前半には以下の技術的判断を有していた。

- ・ CRT はなくならない、PDP とは画面サイズによるすみ分けをして共存。
 - ・ テレビ用ディスプレイデバイスは CRT 同様にパッシブ駆動でなければならない。
 - ・ PDP は投資金額も少なく、LCD より低コストで作れる。
 - ・ PDP は CRT に原理が近いので、表示性能は同じレベルまでいけるはず。
- しかしながら、現実には以下の結果となった。
- ・ LCD の大型化に伴い、CRT の生産は終息。
 - ・ テレビ用ディスプレイデバイスにおいて、パッシブ駆動の CRT、PDP は生産を終息、現存するのはアクティブ駆動の LCD、OLED のみ。
 - ・ LCD はガラス基板の大型化により急激に低コスト化、ドライバにパワー IC が必要な PDP より低価格化が進行。
 - ・ PDP の表示品位は CRT に限りなく近づいたが、LCD も実用十分な表示品位に到達。
- この様に、電子管技術者は LCD の限界につ

いて半導体技術者と液晶技術者の技術判断を受け入れると共に、CRT の成功体験と、それに基づく「常識」、「思い込み」により主観的に限界を判断していたと考えられる。

4.7 インタビュー結果のまとめと考察

以上の、ディスプレイデバイス関連技術者 23 名のインタビュー結果に基づき、1990 年代当時に業界で考えられていた「次世代テレビ用ディスプレイに関する限界」についてまとめる」と図 5 の通りになる。

次に、インタビュー結果についての考察を行う。藤村 (2000) は著書『半導体立国ふたたび』において、図 6 に示す「三つの限界」を定義している。

- ・ 物理限界 (Physical Limit: PL)
- ・ 装置限界 (Equipment Limit: EL)
- ・ 実行限界 (Operation Limit: OL)

本来、技術領域は物理限界で判断・選択をすべきである。また、装置限界、実行限界は判断する時点における限界に過ぎず、技術領域における将来の限界を示しているものではない。

この「三つの限界」に基づいてディスプレイデバイス関連技術者へのインタビュー結果を整理した結果を図 7 に示す。現在テレビ用ディスプレイとして主流となっている LCD の技術領域は、図 7 における「液晶」と「TFT」の二つの技術分野で構成されている。今回のインタビュー対象者は半導体技術者、液晶技術者、電子管技術者の三つに分類され、半導体技術者は量子力学、液晶技術者は化学・光学、電子管技術者は電磁気学というように、科学のベースを異としており、夫々の技術的専門分野は分離さ

技術者の分野	LCD		PDP
	大型化	表示品位	
半導体	不可	判断できない	できるかも
液晶	判断できない	不可	できるかも
薄膜太陽電池	できるかも	判断できない	できるかも
電子管	判断できない	判断できない	可能
業界の常識	不可	不可	可能

図 5. 技術者が判断した「次世代テレビ用ディスプレイデバイスに関する限界」

れている。図7における電子管技術者の専門領域である「CRTとPDP」、半導体技術者の専門領域である「半導体とTFT」において、技術者が保有する、既に産業として成立しているCRT、半導体の経験と専門性が、新しい産業であるPDP、TFTの技術限界の予測に大きく影響していた。また同様に、液晶技術者の専門領域で、規模としては小さいながらも既に産業として成立している「液晶」では、そこに関わる液晶技術者の経験と専門性が、LCDの表示品位に対する技術限界の判断に大きく影響を及ぼしていたと推測される。

本来、半導体技術者はLCDの大型化に関する物理限界に対して、「入力信号波形がどの程度遅延するのか」という回路設計の視点で判断すべきである。これは配線の材料、配線幅、膜

厚で決まる配線抵抗 R と、その配線に対する寄生容量 C で容易に計算することが可能である。LCDの大型化と共に配線の長さは増加するため、信号遅延の対策として配線膜厚を厚くするか、配線幅を太くすることで配線の断面積を増加させて配線抵抗を下げるように回路設計を行う。配線の厚膜化については、ガラス基板平面における段差を大きくすることになり、複数配線の積層構造において断線などの不良の原因となるため、いくらでも厚膜化が可能な訳ではない。また、外部光源を利用するLCDでは、配線は遮光体のため、光が透過して利用できる領域（開口部領域）と配線領域は、ガラス基板上の画面領域を取り合う関係になっている。そのため、配線を低抵抗にするために単純に配線幅を太くすると、開口部領域減少による外部光

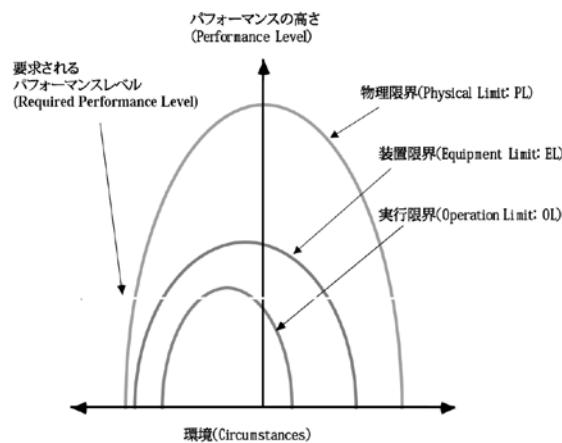


図6. 藤村修三の「三つの限界」

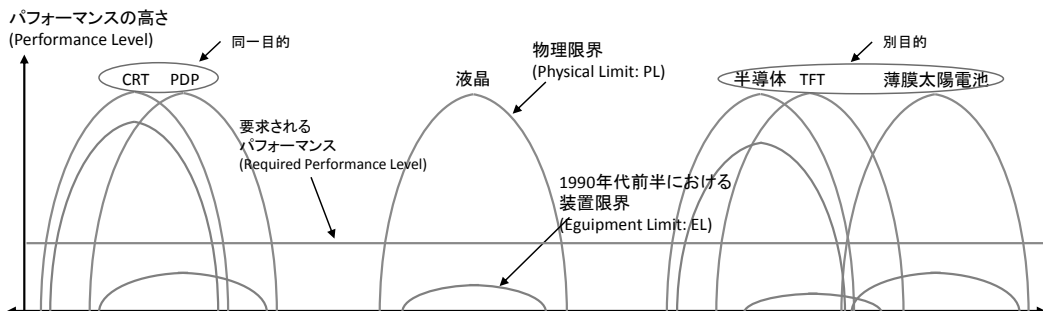


図7. ディスプレイデバイスにおける各分野の限界

源の光透過率が低下するため、ディスプレイデバイスの本質である表示性能に影響を及ぼすことになる。よって、低抵抗化を目的とした配線膜厚と配線幅の増加には限界が存在し、想定する画面サイズの LCD に必要となる光透過率を決めれば、その LCD における配線幅と膜厚の限界について数値化が可能である。

配線材料の変更は、配線抵抗を減少させるもう一つの手段である。LCD の配線材料は 1980 年代後半の TFT 量産開始当時に使われていた、耐熱性に優れる Ti、Cr、Mo、Ta などの高融点金属から始まり、次に信号遅延を解決するため電気抵抗率が一桁程度低くなる Al 系配線材料へと変化した（大西ほか 1998）。現在では大型高精細に対応すべく更なる低電気抵抗率化のため一部では Cu 系材料が採用されている（熊倉 2012）。これは、LSI などのシリコン基板上の半導体プロセスにおいて先行して行われた、微細加工の進行に伴う Al 系材料からの低電気抵抗化を目的とした Cu 系材料の配線への採用と同じ変化である（高辻 1999）。半導体技術者にとっては、LCD における大型化に伴う低電気抵抗率材料への変更は容易に予測可能であると推測できる。表 1 に LCD と半導体産業で使われる代表的な配線材料と、その電気抵抗率を示す。金属系材料について電気抵抗率が低い順に記載している。表 1 における下段の材料から、上段に位置する配線材料を使うことで低電気抵抗率化が図れるが、金属系材料を配線材料として利用する限り電気抵抗率がゼロになることはなく、物理限界が存在する。

表 1. 配線材料と電気抵抗率

材料	20℃における電気抵抗率 [E-6 $\Omega \cdot \text{cm}$]
Ag	1.59
Cu	1.67
Au	2.35
Al	2.655
Mo	5.2
W	5.65
In	8.37
Fe	9.71
Cr	12.9
Ti	42
Nd	64

どこまでの画面サイズの LCD が製造可能なのかについては、配線材料の電気抵抗率における物理限界と、その LCD が必要とする光透過率に対する配線膜厚と配線幅の限界から計算される、「入力信号波形の遅延となまり」のデータで客観的に判断することが可能であり、LCD の大型化における物理限界を導くことは難しいことではない。しかしながら、インタビュー結果に示す通り、半導体技術者は「ムーアの法則」という半導体における経験則により、LCD の大型化における物理限界について主観的な判断を行っていた。

また、液晶技術者は応答速度、コントラスト、視野角特性の「三つの表示品位」に対する物理限界について、波動光学に基づき客観的に判断すべきであった。前述のように、応答速度は、液晶層厚と駆動電圧、液晶分子の粘性や比誘電率、界面のアンカリング力などで決まる。液晶材料が有機材料単品の混合品である限り、化学材料としての物性についての物理限界を認知・予測することは可能である。よって、想定する LCD の液晶層厚と駆動電圧を決めれば、液晶材料の物性としての物理限界から応答速度の物理限界を計算することができる。それは、その物理限界における物性値を有する液晶材料がまだ世の中に存在していない場合でも、応答速度の物理限界を予測して導き出すことは可能である。しかしながら、液晶技術者はその当時における LCD の非常に悪い応答特性を目の当たりにして、「LCD は有機材料分子を電圧変化で動かすので、自発光型ディスプレイと比較して応答速度が速くなることはない」と主観的に物理限界を判断した。コントラスト、視野角特性についても同様に、物理限界の予測が「データに基づく客観的な判断」により可能であったにも関わらず、その当時の LCD における表示品位の物理限界について主観的な判断を行っていた。

技術領域の判断・選択を阻害する要因として「ディスプレイデバイス関連技術者の専門性」が存在しており、技術者は高度な専門性による「常識」、「思い込み」で技術限界を判断していた可能性がある。また、技術者はその経験と専門性から従来からの連続的な範囲に限界を設定していた。よって、技術者による、その技術分野の技術領域における物理限界の予測は間違ったものとなった。また、インタビューの結

果、専門外の技術分野については自らで判断を行わず、その分野における専門性の高い技術者の判断を全面的に信用することが判明した。

以上により、仮説2「ディスプレイデバイスにおいて、技術者は主観による間違った技術判断を行った」は正しいと検証された。産業ライフサイクル予測に必要な将来における技術領域の変化を判断することに対して、専門職である技術者は容易に可能であると考えていたが、ディスプレイデバイス関連技術者23名という限られた範囲のインタビューではあるものの、逆に技術者の高い専門性と経験が正確な判断を阻害するという結果になった。また、他社との差別化を図ることを常に要求される、異なる企業に属する技術者が、結果として間違っていた、同一の技術判断に対して正しいと信じて収斂したことも興味深い。技術者が技術判断するときに陥りやすい思考パターンが存在するのではないかと考えられる。

5. 技術者の集団思考的判断についての考察

5.1 集団思考に関する先行研究

技術者は「企業組織」と「専門職共同体」という二つの集団に同時に属している。本研究のインタビューで明らかになった技術者が陥りやすい思考パターンは、技術者の専門職共同体の内部で集団思考が行われた可能性が考えられる。そこで、まずは「専門職共同体における集団思考」について先行研究整理を行う。

白樫(2012)は、Whyte(1952)が提唱し、Janis(1972)が検証を行った「集団思考(groupthink)」について、その体系を詳細にまとめている。Janisは集団思考の前提条件を「凝集性の高い内集団」としているのに対して、Baron(2005)は集団思考に対するJanisの「高い集団凝集性要因の存在」へ疑問を投げかけ、集団思考はかなり広範囲な状況で頻繁に発生していると指摘している。Baronは集団思考の前提条件として、

- ・ 集団成員がその諸個人の集まりに対して社会的同一視を感じている
- ・ 集団内に支配的な規範が存在している
- ・ 集団成員の自己効力感が低下している

を挙げている。

集団思考について、Stoner(1961)が「リスクシフト」を提唱している。集団討議による意志決定は、一人での意思決定に比べて、常により冒険的な性格を帯び、危険な決定になる傾向があり、これを「リスクシフト」と呼んでいるが、本インタビューの結果はリスクを取らない方向に思考が向かっているため、同じくStoner(1968)が提唱する「コーシャスシフト」の方に近い。Stonerはコーシャスシフトの前提条件として、集団に抜き出たリーダーがおらず、集団構成員の力がそれぞれ拮抗しているときに見られる、としている。

Janisが示した「集団思考」については、Kahneman(2012)が示した「個人のヒューリスティック(思考の手抜き)とバイアス(先入観)」による間違いに対して、集団が間違いを軽減することができないだけでなく、逆に間違いを増幅することについての実験検証が盛んに行われている。例えば、Buehler, Griffin and Peetz(2010)は、「計画錯誤」が集団においては更に悪化、つまり増幅することを示した。また、中西(2006)は、集団のほうがよりサンクコストの影響により、失敗が判明しつつあるときにその方針にのめり込む確率が高いことを実験で検証している。

ヒューリスティックとバイアスに起因する企業組織の集団思考は、企業の競争優位確立に対する課題の一つとなると考えられ、その克服方法についての提案が行われている。例えば、Sunstein and Hastie(2014)は集団思考のメカニズムを整理した上で、集団思考の弊害に対する克服方法について提案をしている。この様に、集団思考については盛んに研究が行われてきたが、これらは企業組織や政府機関に代表される「非専門職共同体」を研究対象としている。

また、「技術者の集団思考」について論じている先行研究が多数存在するが、それらは技術者が属する非専門職共同体における集団思考の研究であり、専門職共同体における集団思考についての研究は見当たらない。例えば、スペースシャトル・チャレンジャー号やコロンビア号で発生した爆発事故の事例研究などの、技術者倫理(engineering ethics)として技術者が不祥事を起こさないための考え方に留まっている。それは、大統領直轄の事故調査委員会であ

る Rogers 委員会 (1986) および CAIB (Columbia Accident Investigation Board) (2003) による調査報告書を基礎にした、NASA という一つの組織における集団思考についての分析である (澤岡 2004)。

また、太田 (1993) は「非専門職共同体」に雇用される専門職を研究対象として、専門職の価値観・目的を整理した上で、研究者・技術者という専門職個人と企業組織という非専門職共同体との間の関係について、官僚制、キャリア志向、昇進、人事管理制度、QWL (quality of working life) という観点で研究を行っている。藤本 (2005) は、組織間移動が極めて少ない日本の専門職を研究対象として、専門職の移動可能性について研究を行っている。どちらも、専門職共同体に属する「個人」と、企業組織という「集団」との関係についての研究であり、専門職共同体における集団思考については述べられていない。

以上に示すように、技術者の「専門職共同体における集団思考」については、その存在を先行研究で確認することはできなかった。

5.2 技術者の専門職共同体における集団思考の考察

技術者の専門職共同体は、企業組織の競争優位に決定的に重要となる知識を独占している集団であり、企業組織に対して強い権威 (authority) を持っている。よって、技術者は保有する知識を活用して正しい技術的判断を行うことを企業組織から期待されていると考えられる。

技術者は保有する専門的知識を活用することで、個人のヒューリスティックとバイアスの影響を軽減することが可能かもしれない。しかしながら、本研究におけるインタビュー調査の結果、日本のディスプレイデバイス技術者は保有する専門的知識を十分に活用することなく、ヒューリスティックとバイアスによる集団思考に陥り、「LCD は大型テレビには使えない」という間違っただ技術的判断を示した。強い権威を持つ専門職共同体に属する技術者による間違っただ技術的判断は、企業組織の経営判断に大きな影響を与えたと考えられる。

日本では、企業は従業員の組織への一体感や

忠誠心をできるだけ高める戦略を取り、それが長期雇用、年功賃金に代表される日本的雇用慣行と相まって、技術者の企業組織への属性を高めている。藤本 (2005) が明らかにした日本の科学者・技術者の組織間移動における非常に低い流動性に対して、蔡 (2007) は日本の科学者・技術者には企業組織への包摂の圧力が強く働いているため、科学者・技術者に対して企業組織の論理が広く行き渡っている可能性を示している。

日本のディスプレイデバイス技術者も「技術者の専門職共同体」への属性より、「デバイスメーカー」への属性が高い可能性が考えられる。常に競争環境に置かれている企業組織は、差別化を図るため他社とは異なる成果を技術者に要求するので、異なる企業組織に属する技術者は、それぞれの企業組織の集団思考の影響を受けて、違った思考傾向を示しても不思議ではない。そして、正しい技術的判断と間違っただ技術的判断をした企業組織のどちらもが存在し、正しい技術的判断をした企業組織が競争優位に立つ、という考え方である。しかしながら、本研究におけるインタビューでは、企業組織の境界を越えて、全ての技術者が同じ方向の間違っただ技術的判断に至っている。これは、技術者の専門職共同体における集団思考発生の可能性を示唆している。

技術者の専門職共同体における集団思考の要因としては、研究開発における「知識スピルオーバー」の存在が考えられる。大西 (2006) は LCD 産業の研究開発における「知識スピルオーバー」の効果を分析している。日本 LCD パネルメーカー 20 社を対象に、競合他社、製造装置・部材材料メーカー、米国メーカーとの研究開発における知識スピルオーバー効果を分析し、知識スピルオーバー発生の原因として、開発当初の LCD の研究開発体制は各企業とも極めて貧弱であり、研究員の数も少なかったため、お互いの足りない知識を補う目的で、企業の枠を超えた情報交換が積極的に行われていたとしている。具体的には、

- ・国内外の学会の発表や出席を通じた個人的な強いつながり
- ・製造装置・部品材料メーカー間の研究者の緊密な交流
- ・リバースエンジニアリング、文章化された

情報源（学術論文や特許の明細書）を挙げている。ここで、上記三点の内、三点目以外については非公式なものであり、その存在が証明されたものではない。そこで、大西はLCD産業では非公式な知識スピルオーバー効果が本当に存在していたのかについて、研究者同士の交流に焦点をあてて事例を検討している。テクノタイムズ社発行の『月刊ディスプレイ』に連載された、主要な液晶関連の研究者、技術者の随想を一冊にまとめたものである、資料『液晶紳士随想録～日本の液晶を立ち上げた人たち～』の複数の随想を鑑みることで、社外の研究者との情報交換する場として、

- ・学会などの公式カンファレンス
- ・大学、特に大学教員の個人的な繋がり
- ・取引関係による研究者間のコミュニケーション・ネットワーク

を挙げている。対話を中心とした非公式な情報交換する場が存在していれば、技術者が「境界が見えない非公式な集団」を形成することになり、集団思考的判断に陥る原因となる。

しかしながら、『液晶紳士随想録～日本の液晶を立ち上げた人たち～』に取り上げられているのはTFT-LCD以前の、LCD黎明期における話である。本論文が分析の対象としているTFT-LCD時代には、LCDメーカーは競合他社に対する機密保持重視、差別化技術重視の戦略を進め、企業が装置・部材メーカーの囲い込みを行うと共に、研究開発の中心が大学から企業へ移行した時期であった。よって、TFT-LCD時代における非公式な情報交換の場については、その存在は説明することは難しい。逆に、特許出願件数は急増が見られ、特許明細書などの文章化された公式な情報源による「知識スピルオーバー」は増大し、支配的となる。よって、非公式か公式かに関わらず、この「知識スピルオーバー」の存在こそが、個別の企業や研究機関に属しているにも拘らず、技術者が陥る、企業間の垣根を越えた「専門職共同体の集団思考」の要因の一つと考えられる。

また、独立した企業組織内での集団思考の結果、たまたま多数企業の内部で同じ方向の集団極性化現象が起こったために、その結果、「専門職共同体の集団思考」があたかも発生したように見えるだけとも考えられる。これは、今回のインタビュー対象者全員が日本企業、もしくは

は日本の研究機関に属しているため、日本における技術者特有の均一化された思考パターンが原因である可能性も否定できない。例えば、オフィスのレイアウト、人事制度、報奨制度、キャリア制度、権限の範囲など、日本型組織の特徴はどの企業においてもほぼ同じである。その日本型組織により形成される企業文化の影響で、異なる企業においても技術者の判断が同じ結論に至り、結果として業界としての統一見解となったのであり、企業組織という枠組みを超えて、あたかも「専門職共同体の集団思考」が行われたように見えるとも考えられる。

いずれにせよ、技術者の思考パターンについて検証するためのインタビュー対象者に対する追加のアンケート調査を行うと共に、別の産業分野の技術者にもインタビュー対象者を拡大することで、技術者が判断時に陥りやすいメンタルモデル、トラップの新たなモデル化が可能であり、今後は更なる研究により解明を進める予定である。

6. おわりに

本研究では、先行研究がなされている「非専門職共同体における集団思考」とは発生要因の異なる、専門職共同体における技術者特有の思考傾向について、その存在の可能性を示し、研究開発における「知識スピルオーバー」が原因の一つであると考察した。「技術者の専門職共同体における集団思考」の存在が、多数の日本電機メーカーがPDPへの集団自殺的な投資に至った要因の一つであると考えられる。「専門職共同体における集団思考」が存在するのであれば、その対策として、集団思考の影響について考慮すると共に、技術者の知見に基づく主観的判断だけに頼らない、特許情報などの技術情報を用いて技術領域を俯瞰することによる客観的判断の手法を見出し、それを組み合わせることが必要と考える。

本研究は、JSPS 科研費 15K03695 およびオムロン研究基金（科題名：オープンイノベーション教育プラットフォーム構築の研究）の助成を受けたものであることを明記するとともに、感謝の意を表します。

参考文献

【日本語文献】

- 太田肇 (1993)『プロフェッショナルと組織』同文館出版。
- 大西宏一郎 (2006)「液晶ディスプレイ産業における知識スピルオーバーと研究開発生産性」『研究 技術 計画』21 (1)、88-104。
- 大西隆・岩村栄治・高木勝寿・吉川一男 (1998)「液晶ディスプレイ用 Al-Nd 系合金配線薄膜および同合金スパッタリングターゲットの開発」『神戸製鋼技報』48 (3)、29-34。
- カーネマン、ダニエル/村井章子 訳 (2012)『ファスト & スロー (上) (下)』、早川書房。(Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*, Macmillan.)
- 熊倉威 (2012)「世界初スーパーハイビジョン対応 8KLCD の開発」『シャープ技報』104、9-12。
- 澤岡昭 (2004)『衝撃のスペースシャトル事故調査報告』中災防新書。
- サンスティーン、キャス=リード・ヘイスティ/倉田幸信 訳 (2015)、「いま明かされる集団思考のメカニズム」、『Diamond Harvard Business Review』6月号、12-26。(Sunstein, C. R., and R. Hastie (2014), "Making dumb groups smarter", *Harvard business review*, No.12 (2014), 90-8.)
- 白樫三郎 (2012)「集団の愚かな意思決定: ピッグス湾、真珠湾そしてウォーターゲート」『大阪経大論集』62、31-44。
- 新宅純二郎 (2008)「韓国液晶産業における製造技術戦略」『赤門マネジメント・レビュー』、7 (1)、55-74。
- 高辻博史 (1999)「Cu 配線の軌跡・奇跡」『まてりあ』38 (1)、36-8。
- 中田行彦 (2007)「液晶産業における日本の競争力低下原因の分析とコアナショナル経営の提案」『RIETI DISCUSSION PAPER SERIES』07-J-017、1-85。
- 中田行彦 (2008)「日本はなぜ液晶ディスプレイで韓国、台湾に追い抜かれたのか?」『イノベーション・マネジメント』5、141-57。
- 中西大輔 (2006)「失敗したプロジェクトにもさらにつき込め?: 集団意思決定における埋没費用 (sunk cost) の効果に関する実験研究」、『広島修大論集 人文編』47 (1)、69-87。
- 長野寛之、石田修一、玄場公規 (2013)「電子デバイス事業における後発優位のメカニズム—液晶事業を事例として—」『多国籍企業』16、63-86。
- 日経 BP 社 (1994)「Part 1 トップインタビュー (メーカー編)」『フラットパネル・ディスプレイ 1995』、58-67。
- 日経 BP 社 (1995)「Part.1-4 トップ・インタビュー (メーカー編)」『フラットパネル・ディスプレイ 1996』、70-7。
- 日経 BP 社 (1995)「Part.5-2 トップ・インタビュー (PDP 編)」『フラットパネル・ディスプレイ 1996』、206-7。
- 日経 BP 社 (1996)「Part.1-5 トップ・インタビュー (メーカー編)」『フラットパネル・ディスプレイ 1997』、74-9。
- 日経 BP 社 (1996)「Part.1-10 トップ・インタビュー (PDP 編)」『フラットパネル・ディスプレイ 1997』、111-2。
- 日経 BP 社 (1997)「Part.1-4 トップ・インタビュー (メーカー編)」『フラットパネル・ディスプレイ 1998』、72-7。
- 日経 BP 社 (1997)「Part.8-2 トップ・インタビュー (PDP 編)」『フラットパネル・ディスプレイ 1998』、242-3。
- 日経 BP 社 (1998)「Part.1-Trend-3 LCD 動向」『フラットパネル・ディスプレイ 1999』、72-7。
- 日経 BP 社 (1998)「Part.1-Trend-5 PDP 動向」『フラットパネル・ディスプレイ 1999』、86-7。
- 日経 BP 社 (1999)「Part.1-3 LCD 動向」『フラットパネル・ディスプレイ 2000』、64-9。
- 日経 BP 社 (1999)「Part.1-5 PDP 動向」『フラットパネル・ディスプレイ 2000』、78-9。
- 日経 BP 社 (2000)「Part.1-2 動向 トップ・インタビュー」『フラッ

- トパネル・ディスプレイ 2001』、60-82。
- 日経 BP 社 (2001)「Part.1-3 産業動向 トップ・インタビュー」『フラットパネル・ディスプレイ 2002 戦略編』、58-73。
- 日経 BP 社 (2002)「Part.1-1 産業動向」『フラットパネル・ディスプレイ 2003 戦略編』、44-55。
- 日経 BP 社 (2003)「Part.1-1 産業動向」『フラットパネル・ディスプレイ 2004 戦略編』、50-60。
- 日経 BP 社 (2004)「Part.1-1 産業動向 インタビュー」『フラットパネル・ディスプレイ 2005 戦略編』、64-75。
- 日経 BP 社 (2005)「Part.1-1 産業動向 インタビュー」『フラットパネル・ディスプレイ 2006 戦略編』、53-77。
- 日経 BP 社 (2006)「Part.1-1 産業動向 インタビュー」『フラットパネル・ディスプレイ 2007 戦略編』、58-80。
- 日経 BP 社 (2007)「Part.1-1 産業動向 インタビュー」『フラットパネル・ディスプレイ 2008 トレンド・戦略編』、51-68。
- 藤村修三 (2000)『半導体立国ふたたび』日刊工業新聞社。
- 藤本昌代 (2005)『専門職の転職構造』文眞堂。

【外国語文献】

- Baron, R. S. (2005) So right it's wrong: Groupthink and the ubiquitous nature of polarized group decision making. *Advances in experimental social psychology*, 37, 219-53.
- Board, Columbia Accident Investigation. (2003) *CAIB (Columbia Accident Investigation Board) Final Report*.
- Buehler, R., D. Griffin and J. Peetz (2010) Chapter one-the planning fallacy: cognitive, motivational, and social origins. *Advances in experimental social psychology*, Vol. 43, pp. 1-62.
- Janis, I. L. (1972) *Victims of groupthink: a psychological study of foreign-policy decisions and fiascoes*, Houghton Mifflin.
- Presidential Commission On Space Shuttle Challenger, & Rogers, W. P. (1986) *Report of the presidential commission on the space shuttle challenger accident*.
- Stoner, J.A. (1961) A comparison of individual and group decision involving risk. *Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology*.
- Stoner, J.A. (1968) Risky and Cautious Shifts in Group Decisions: The Influence of Widely Held Values. *Journal of Experimental Social Psychology*, 4, 442-59.
- Whyte, W. H., Jr. (1952) Groupthink. *Fortune*, 1952(3), 114-7.