

アジア太平洋研究所（APIR）資料

26-05

戦略的な投資循環メカニズムの実現に向けて
～関西半導体素材産業の優位性調査～

研究報告書（2025年度）

2026年4月

一般財団法人 アジア太平洋研究所

<概要>

本報告書は、一般財団法人アジア太平洋研究所の研究プロジェクト「戦略的な投資循環メカニズムの実現に向けて～関西半導体素材産業の優位性調査～」における 2025 年度の成果報告書である。

半導体分野は世界的な開発・供給競争の渦中にあり、経済安全保障の観点からも非常に注目されている。特に素材や化学薬品といった産業分野の競争力は、国家の産業基盤そのものを左右する重要な要素である。関西は長い歴史と伝統を背景に厚みのある化学産業が存在しており、高水準の素材技術を有する半導体素材産業が多数存在している。こうした関西素材産業の存在と発展は、日本全体の半導体戦略の中でどのように位置付けられるのか。また具体的にどのように構想していけばよいのだろうか。本研究プロジェクトではこうした問題意識のもとで考察を進めていく。2025 年度は研究始動の年度にあたるため、世界及び日本の半導体産業の現状を把握するとともに、関西半導体素材産業に関する基礎的知識を、以下の 3 つの分析、考察を通じて整理、確認する。

第 1 はデータに基づく関西半導体素材産業のサプライチェーン分析である。関西は化学産業の近代化の起点となった歴史を持ち、現在も高い技術を有する半導体素材企業が多数存在している。ここで個々の企業の強みを地域全体の「面」としての競争力に転換するための地図を作成することができれば、関西半導体戦略策定のためのきわめて有益な見取り図を得ることになる。そこで半導体素材企業の取引関係（サプライチェーン構造）を、データを用いて定量的に分析する。関西に本社のある半導体素材企業が、日本を代表する半導体素材企業（以下“コア半導体素材企業”と呼ぶ）とどのように取引関係があるのかを、ネットワーク分析という手法を用いて定量的に考察する。ネットワーク分析は複雑なシステムや関係性を可視化し、理解するための統計的手法で、経済のみならず、政治、社会など様々な分野で利用されている、極めて有用な手法である。本研究では企業相関に関するデータベースを用いて、関西に本社のある半導体素材企業（ノード）と、コア半導体素材企業の取引関係（エッジ）を可視化する。

分析はまだ完全に終了していないため、暫定的な結果の特徴を 3 点に要約する。1 点目は、関西半導体素材企業の多くは、複数の仲介企業、半導体関連企業を介して、特定のコア半導体素材企業と取引を行っている。2 点目は、関西半導体素材企業は、仲介業者等を経由して間接的に複数のコア半導体素材企業と結びついているケースも多い。3 点目は、仲介業者等を介さず、直接コア半導体素材企業と結びついているケースも若干ある。これら 3 点の特徴は、関西半導体素材企業の扱っている素材の特性、企業規模、企業の社歴等、様々な要因に基づ

いている可能性がある。また時期に応じて構造が変化している可能性もある。こうした点を明らかにするには、より精緻な解析が必要となる。

第2は半導体素材産業の基盤となる化学産業の関西における発展過程に関する歴史分析である。先に述べたように、関西には多くの半導体素材企業が活躍しているが、その背景には長い歴史の中で成長、発展してきた化学産業の存在がある。現在の企業分析・産業分析だけでなく、明治以降の関西の化学産業史を当時の制度環境や技術面など歴史的背景まで掘り下げて整理することにより、関西の化学産業の現在がどのように位置付けられるかを明らかにすることが可能となる。考察を通じて得られた最大の知見は、関西における化学産業の発展の背景には、明治以降の（特に京都を中心とする）産官学連携による化学産業の振興があったという点である。この点は今日の関西の半導体素材産業のさらなる進化に対する貴重な教訓となり得る。

第3はシンポジウムの開催である。本研究では、半導体産業に関する基本的知識を習得するとともに、半導体関連における産学官の間での情報共有や人脈形成に繋げるため、2回のシンポジウムを開催した。

第1回目は『半導体素材産業 関西の戦略』（2025年7月11日（金）開催）である。同シンポジウムでは、松林洋一（我が国の半導体戦略における関西の位置付けと課題）、金子健太郎氏（関西半導体を復権するには）、佐々木智一氏（半導体化学薬品のサプライチェーンの重要性）による基調講演に基づき、様々な角度から関西半導体産業の発展の可能性について議論した。

第2回目は『世界の潮流から読み解く 関西半導体素材産業の未来展望』（2026年2月12日（木）開催）である。渡辺浩志氏（台湾から見た半導体産業事情）、河野眞一氏（国内半導体産業への投資）による基調講演に基づき、世界の半導体産業の現状を踏まえつつ、日本および関西半導体産業の発展の可能性について議論した。

2025年度の研究活動は、半導体産業に関する基礎知識の習得、半導体産業関連の人脈形成と情報共有を主眼として行われた。本研究では関西の半導体戦略に関する政策提言の提示を最終的な目標としている。したがって2026年度は25年度の研究活動をもとに、提言に繋げていけるように研究の解像度を上げていく予定である。

2026年4月
一般財団法人 アジア太平洋研究所
「戦略的な投資循環メカニズムの実現に向けて
～関西半導体素材産業の優位性調査～」研究会
リサーチリーダー 松林 洋一

<研究体制>

研究統括	稲田 義久	アジア太平洋研究所 研究統括 数量経済分析センター センター長 甲南大学名誉教授
リサーチリーダー	松林 洋一	アジア太平洋研究所 上席研究員 神戸大学 大学院経済学研究科 教授
リサーチャー	金子 健太郎	立命館大学 半導体応用研究センター センター長 教授 RARA フェロー
	佐々木 智一	一般社団法人京都試作ネット 代表理事 佐々木化学薬品株式会社 代表取締役
事務局	足利 朋義 壁谷 紗代	アジア太平洋研究所総括調査役 アジア太平洋研究所調査役

<目次>

1. 研究内容	
1. 1. 背景	..... 6
1. 2. 目的	..... 6
2. 日本・関西の半導体産業の現状	..... 7
2. 1. 世界の半導体市場規模	..... 7
2. 2. 主要国における半導体部門別世界シェア	..... 8
2. 3. 関西の半導体産業の現状	..... 10
3. 2025年度の取り組み実績	..... 12
3. 1. データ分析	..... 12
3. 1. 1. 分析の意義	..... 12
3. 1. 2. 分析手法	..... 14
3. 1. 3. 分析結果	..... 15
3. 2. 歴史分析	..... 15
3. 3. シンポジウム	..... 31
3. 3. 1. シンポジウム（1）	..... 31
3. 3. 2. シンポジウム（2）	..... 34
研究会記録	..... 35
参考文献	..... 36

1. 研究内容

1. 1. 背景

生成 AI、高速通信、IoT、EV 等の進展によって、半導体産業は著しく成長しており、世界的な成長産業のけん引役となっている。2026 年には世界市場が 1.3 兆ドルを超える規模となっている。半導体は現代社会において、1) デジタル社会の基盤的インフラ、2) 経済安全保障面における最重要戦略物資、という 2 つの役割を担っている。

半導体は、スマートフォン、PC、自動車、家電、住宅など、生活に関わるほぼすべての機器に搭載されており、日常生活において必要不可欠な存在と言える。また生成 AI やデータセンターなど、データ主導のイノベーションサイクルの短縮化を技術面で支えておりデジタル革命におけるエンジン役となっている。つまりデジタル社会の基盤的インフラとして位置付けられる。

他方、半導体は先に述べたように現代社会のあらゆる産業に不可欠で、供給が止まれば一国の経済活動、国民生活は麻痺状態に陥る。つまり特定国への依存は地政学的リスクが極めて高いため、世界中で自国内の生産基盤強化が急がれており、経済安全保障面から最も重要な戦略物資として位置付けられる。

このように半導体は、今日その国の命運を左右する役割を果たしているといっても過言ではなく、半導体産業に関する国家戦略の構想とその実践が要請されている。翻って関西は化学産業の近代化の起点となった歴史を持ち、現在も世界に誇る素材技術を有する化学企業が多数存在している。そして先に述べたように国際的な地政学リスクや供給網の変動、さらには需要の変化に柔軟に対応し、長期的な競争力を維持するためには、日本全体の半導体戦略の中で関西としての一貫した視座を持ち、地域戦略を構築することが不可欠となる。

1. 2. 目的

背景において述べたように、半導体分野は世界的な開発・供給競争の渦中にあり、経済安全保障の観点からも非常に注目されている。特に素材や化学薬品といった産業分野の競争力は、国家の産業基盤そのものを左右する重要な要素である。関西は長い歴史と伝統を背景に厚みのある化学産業が存在しており、高水準の素材技術を有する半導体素材産業が多数存在している。こうした関西素材産業の存在と発展は、日本全体の半導体戦略の中でどのように位置付けられるの

か。また具体的にどのように構想していけばよいのだろうか。本研究プロジェクトではこうした問題意識のもとで考察を進めていく。特に 2025 年度は研究始動の年度にあたるため、世界及び日本の半導体産業の現状を把握するとともに、関西半導体素材産業に関する基礎的知識をいくつかの角度から整理、確認する。

2. 日本・関西の半導体産業の現状

2. 1. 世界の半導体市場規模

最初に世界の半導体市場規模の推移を見ておくことで、半導体ブームの世界的なトレンドを確認しておく。図 2-1 には、2001 年から 2025 年までの世界全体の半導体売上高（10 億ドル）の推移が描かれている¹。

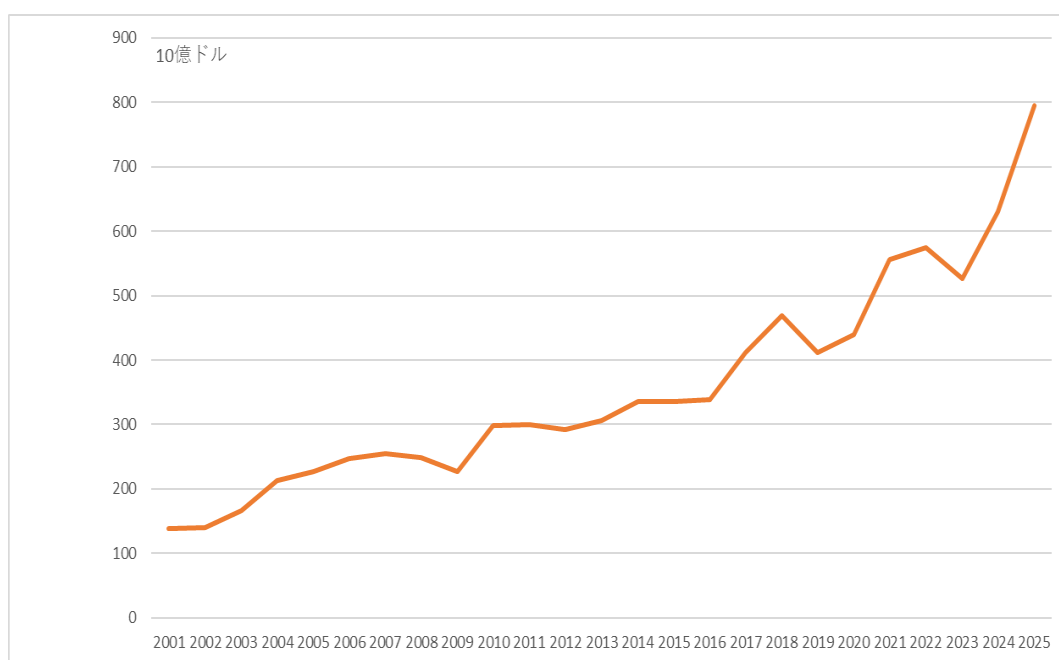


図 2-1. 世界の半導体市場規模の推移

(出所) WSTS (世界半導体市場統計) の Historical Blue book data より著者作成

2000 年代前半は、2001 年に生じた IT バブル崩壊の余波を受け、成長は緩やかなものとなっており、2008 年のリーマンショックも成長が縮小していた。2010

¹ データは WSTS (世界半導体市場統計) の Historical Blue book data から入手している。

年代には、モバイルとスマートフォンの急速な普及によって成長が加速した。その後 2020 年に発生したコロナ禍によって短期的に成長が落ち込んだ。しかし 2024 年以降は AI 需要が半導体市場を強力的に牽引し、2025 年には約 7950 億ドル（119 兆円）の水準に達している。今後 AI 需要は更なる成長が予想されることから、2026 年以降も半導体市場の一層の拡大が期待されている。

2. 2. 主要国における半導体部門別世界シェア

半導体産業は、最終製品である半導体自体の生産だけでなく、半導体の設計、半導体を製造する際の素材・材料の生産、半導体を製造する際の装置の生産を包摂している。従って半導体産業を供給サイドから展望する際には、「半導体設計」「半導体生産」「半導体素材生産」「半導体製造装置生産」という 4 つの部門ごとの生産状況を見ておくことが有益である。そこで以下では、主要国における半導体部門別世界シェアを俯瞰しておく²。図 2—2 には半導体生産と半導体設計の世界シェアが示されている。

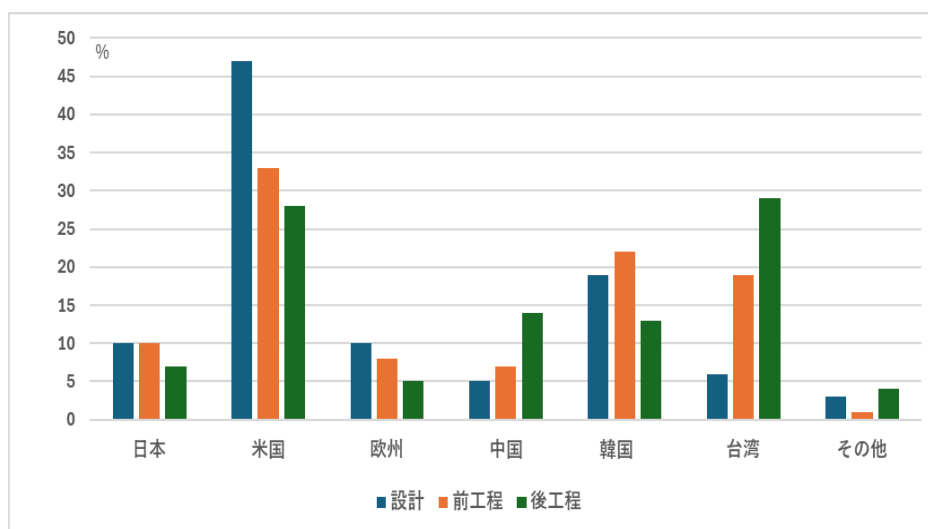


図 2—2. 半導体部門別世界シェア（1）半導体設計・半導体製造（前工程・後工程）

（出所）Center for Security and Engineering Technology (2021) 「The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness」を基に著者作成

² データは Center for Security and Engineering Technology (2021) 「The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness」より入手している。なお 2021 年度のような形式で半導体産業を特集した報告は、同年以降はなされていないため、若干年数は経過しているが、本研究では 2021 年の報告データを紹介している。

半導体製造の主要部門である前工程（シリコンウェハ上に微細な電子回路を形成する工程）は、米国が約 30%で首位となっており、次いで韓国、台湾の順になっている³。日本はこれら3カ国に比べてかなりシェアが低く 10%程度である。後工程（前工程で回路を作成したウェハを切り出し、パッケージに封入して実際に使える製品に仕上げる工程）も前工程とほぼ同様の特徴となっている。

半導体設計は、米国が圧倒的に高い世界シェア（47%）となっている。この背景には1）工場を持たず設計に特化する（ファブレス）形態をいち早く確立している、2）圧倒的なR&D（研究開発）投資と人材育成、3）半導体設計におけるEDA（電子設計自動化）ツール市場における独占的シェアの維持、などがあげられる。日本のシェアは10%程度に留まっている。

図2-3には半導体素材と半導体製造装置の世界シェアが示されている。

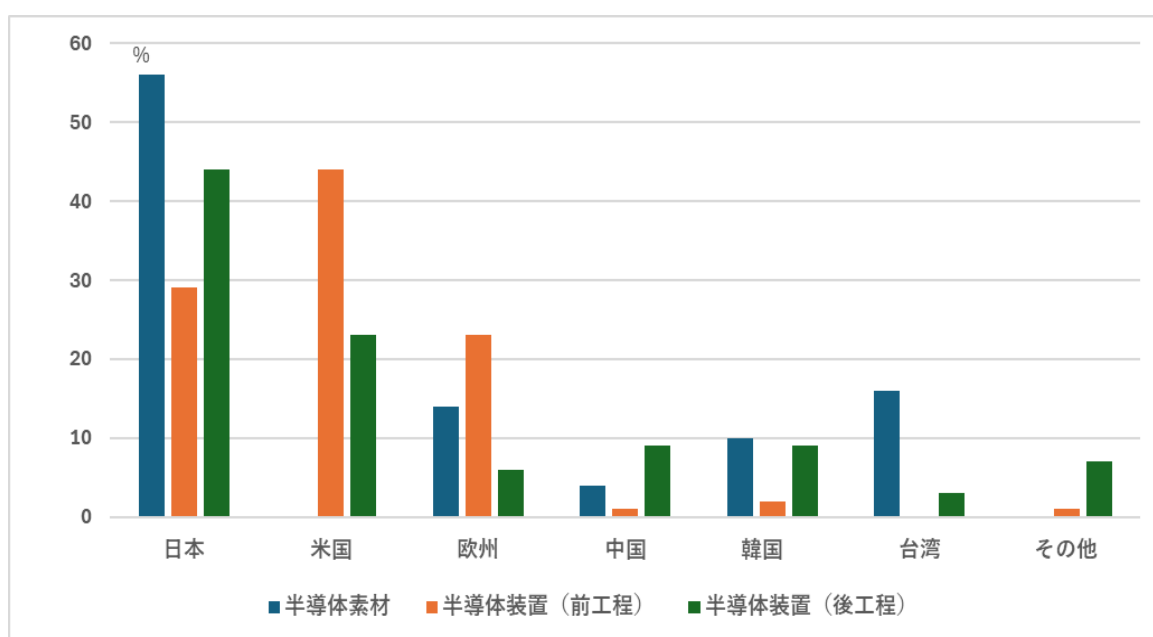


図2-3. 半導体部門別世界シェア（2）半導体素材・半導体製造装置

（出所）Center for Security and Engineering Technology(2021)「The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness」を基に著者作成

図2-3からも分かるように半導体素材は、日本が非常に高い世界シェア（56%）となっている。また半導体製造装置は前工程と後工程用を合算すると、

³ ただし最近では台湾の成長が顕著であるため、台湾の順位は図2と異なっている可能性が高い。

やはり日本が最も高いシェアとなっている。このように日本では半導体素材、半導体製造装置において高い世界シェアを有していることが、データからも確認することができる。

2. 3. 関西の半導体産業の現状

先に見たように、我が国では半導体素材、半導体製造装置の生産に高い比較優位がある。では関西ではどうだろうか。以下ではいくつかの指標に基づいて確認してみる⁴。表2-1は2023年における関西の半導体関連企業の事業所数、表2-2は従業員数、表2-3は出荷額の状況が示されている。

表2-1. 関西の半導体産業の状況（1）事業所数

事業所数	福井県	滋賀県	京都府	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県	全国計	関西圏のシェア
集積回路製造	1	2	3	2	0	0	0	107	9.50%
半導体製造装置製造	8	53	103	68	24	7	5	1791	15.00%
半導体素材製造	1	2	2	1	6	0	0	91	13.20%

表2-2. 関西の半導体産業の状況（2）従業員数

従業員数（人）	福井県	滋賀県	京都府	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県	全国計	関西圏のシェア
集積回路製造	36	177	2704	445	0	0	0	60789	5.50%
半導体製造装置製造	54	3028	2994	1886	944	510	176	96270	10.00%
半導体素材製造	390	475	108	108	2129	0	0	25744	12.50%

表2-3. 関西の半導体産業の状況（3）出荷額

出荷額（万円）	福井県	滋賀県	京都府	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県	全国計	関西圏のシェア
集積回路製造	x	x	40080805	x	0	0	0	421335800	9.50%
半導体製造装置製造	73566	20991303	11231871	6142798	3167999	1318901	232186	488197500	8.80%
半導体素材製造	x	x	x	x	16346929	0	0	112588400	14.5%

（出所）土屋（2025）表4を基に著者作成

⁴ 表1から表3のデータは、土屋（2025）表4から収集し、一部修正を加えている。

いずれの表からも分かるように、関西では半導体素材製造のシェアが高い。図2-3では世界における日本の半導体素材生産のシェアが高い点を指摘した。この点を表2-1から表2-3に基づいて表現し直せば、関西はグローバルなアングルから見た場合でも、半導体素材生産の重要な拠点として位置付けることができる。

半導体は電子部品だが、その製造には、ウエハー、レジスト、高純度化学薬品、封止材など、数多くの高付加価値化された化学製品・材料、すなわち機能性化学製品が使用されている。つまり半導体素材は「電子部品産業」の一部であると同時に、その根幹を支える技術と製造主体が「化学産業」であるという認識が適している。翻って図2-4からも明らかなように、関西では化学産業の出荷額が全産業の中で最も大きい⁵。

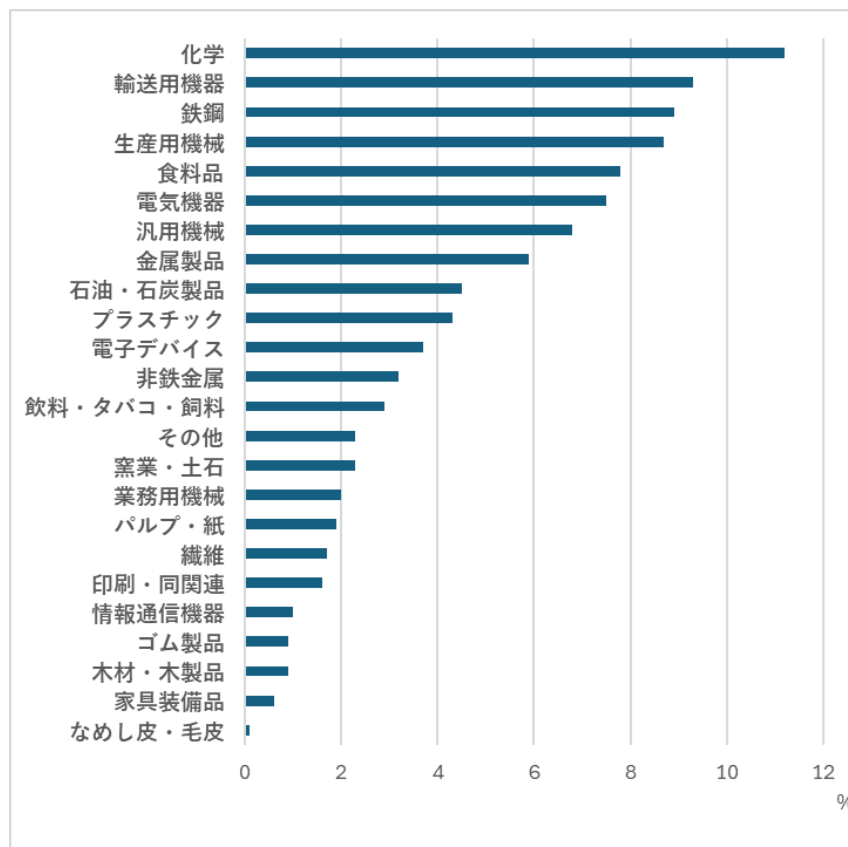


図2-4. 関西の製造品出荷額構成比（2022年）

（出所）「2023年経済構造実態調査－製造業事業所調査」を基に著者作成

⁵ データは「2023年経済構造実態調査－製造業事業所調査」から入手している。

以上の観察を通じて、関西では半導体産業における素材生産に高い優位性があること、そしてその背景に厚みのある化学産業の存在があることが確認された。そこで本研究ではまさにこの点に注目し、関西における半導体素材産業の優位性に関して、様々な側面から考察を進めていくことにする。

3. 2025年度の取り組み実績

3. 1. データ分析

関西は化学産業の近代化の起点となった歴史を持ち、現在も高い技術を有する半導体素材企業が多数存在している。ここで個々の企業の強みを地域全体の「面」としての競争力に転換するための地図を作成することができれば、関西半導体戦略策定のためのきわめて有益な見取り図を得ることになる。そこで半導体素材企業の取引関係（サプライチェーン構造）を、データを用いて定量的に分析してみることにする。以下ではまず分析を行う意義をより具体的に整理する。続いて具体的な分析方法及び分析結果について紹介する。分析を行う具体的な意義は以下の3点である。

3. 1. 1. 分析の意義

意義（1）戦略的不可欠性の強化の確認

サプライチェーン構造を可視化、俯瞰することで、「自社技術の独自性・優位性が半導体工程のどの箇所に付加価値をもたらすか」が明確になる。これは戦略的不可欠性（他社や他国では真似ができないことから生み出される優位性）の再認識の足掛かりになる。また企業同士の物理的近接性を活かした効率化（物流コスト削減、リードタイム短縮、設備共有など）を把握する際の見取り図になる。例えば関西には半導体素材企業が数多く存在しているが、こうした地域的な集積化、クラスター化については、これまで十分な定量的な把握はなされておらず考察する意義は大きい。

意義（2）地域経済の強靱化と投資誘致の強化への布石

研究機関、行政、投資家にとって、サプライチェーン構造の把握は「どこにリソース（人、資材、資金）を集中投下すべきか」という指針になる。例えば日本を代表する半導体製造企業、半導体素材企業への素材提供元が、関西の数社の中

堅・中小企業であることが判明した場合、必ずしも目立たない存在であるこれらの小規模の企業に投資、支援することは、日本の半導体産業全体の成長にも貢献できるはずである。またサプライチェーンの中で欠けている要素を特定し、そこへ公的支援、スタートアップ支援、企業誘致等を行うことで、関西半導体業界全体の競争力強化のための、具体的戦術を描くことができる。さらに サプライチェーンの構造を把握することで、大学研究機関が関西の半導体企業とどのように連携していけるのかという点について、明確な戦略を描くことが可能となる。

意義（3） リスクマネジメントと事業継続のための基礎的情報の提供

関西には高い世界シェアを握る半導体材料企業や装置が点在しているため、危機発生の際のチョークポイント（弱点）を具体的に把握できる。例えば中国は2025年4月より主要なレアアース（サマリウム、テルビウム等）の輸出規制を強化し、2026年に入ると日本企業を名指しした実質的な輸出禁止措置を発表するなど、管理を厳格化している。この規制は半導体素材企業にとっては死活問題であるが、関西ではどの企業にとって影響が大きいのか、またその波及経路、波及規模はどのようなものかという点を理解する上で、サプライチェーン構造の把握は非常に重要となる。また災害時などに、どの企業がどの工程を担っているかを把握していれば、迅速な代替調達や支援が可能となる。

3. 1. 2. 分析手法

以下では分析方法の概要を説明する⁶。本研究では、関西に本社のある半導体素材企業が、日本を代表する半導体素材企業（以下“コア半導体素材企業”と呼ぶ）とどのように取引関係があるのかを、ネットワーク分析という手法を用いて定量的に考察する⁷。ネットワーク分析は複雑なシステムや関係性を可視化し、理解するための統計的手法で、経済のみならず、政治、社会など様々な分野で利用されている、極めて有用な手法である。

本研究では企業相関に関するデータベースを用いて、関西に本社のある半導体素材企業（ノード）と、コア半導体素材企業の取引関係（エッジ）を可視化する⁸。具体的なイメージは図3-1の通りである。

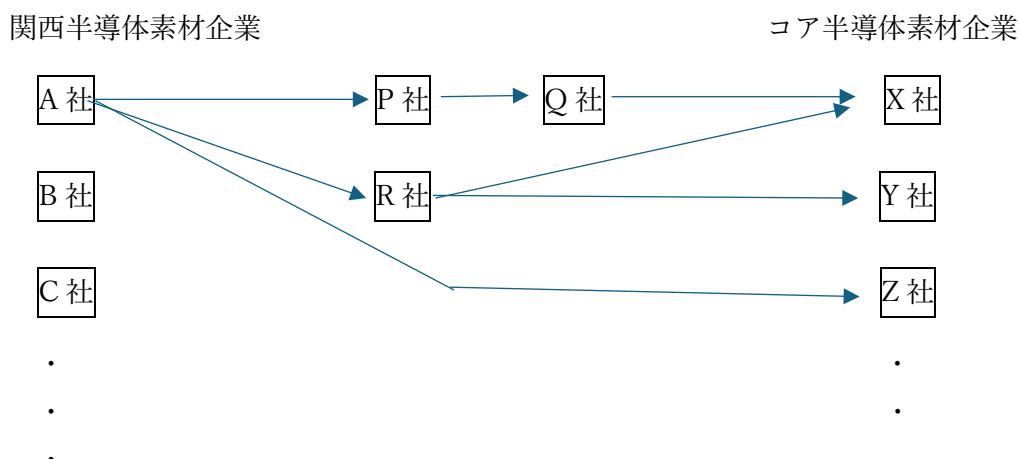


図3-1. 半導体素材企業のネットワーク（イメージ図）

（出所）著者作成

⁶ 本研究は、個別企業の秘匿性の高い情報に基づいており、また分析自体も完了していない。したがって分析手法及び分析結果の詳細に関する説明は行っていない。

⁷ “日本を代表する”とは、当該企業が主に生産している半導体素材の（日本及び世界での）販売シェアが高いという意味である。

⁸ 取引関係は、半導体素材企業と半導体製造企業、半導体素材企業と半導体装置企業でも行われている。ただし半導体産業全体のサプライチェーン構造は極めて複雑であり、一つのネットワーク図で全貌を把握することは不可能に近い。表現を変えれば、例えば半導体素材のみを取り上げたとしても、川上部門から川下部門までが存在し、その構造も複雑な可能性が高い。そこで本研究では関西に本社のある半導体素材企業（主に中小、中堅企業）と日本を代表する半導体素材産業との取引関係に焦点を絞って分析を行っている。

3. 1. 3. 分析結果

分析はまだ完全に終了していないため分析結果の詳細は省略するが、暫定的な結果の特徴として3点を挙げる事ができる⁹。

1点目は、関西半導体素材企業の多くは、複数の仲介企業、半導体関連企業を介して、特定のコア半導体素材企業と取引を行っている。図3-1に基づくと、A社→P社→Q社→X社の流れである。ここでP社、Q社に該当するのは、半導体関連の商社や仲介業者、半導体関連企業などである。

2点目は、関西半導体素材産業は、仲介業者等を経由して間接的に複数のコア半導体企業と結びついているケースも多い。図3-1では、A社→R社→X社、A社→R社→Y社の流れである。

3点目は、仲介業者等を介さず、直接コア半導体素材企業と結びついているケースも若干ある。図3-1では、A社→Z社の流れである。そしてこれら3点の特徴は、関西半導体素材企業の扱っている素材の特性、企業規模、企業の社歴等、様々な要因に基づいている可能性がある。また時期に応じて構造が変化している可能性もある。こうした点を明らかにするには、より精緻な解析が必要となる。

3. 2. 歴史分析

先に述べたように、関西には多くの半導体素材企業が活躍しているが、その背景には長い歴史の中で成長、発展してきた化学産業の存在がある。現在の企業分析・産業分析だけでなく、明治以降の関西の化学産業史を当時の制度環境や技術面など歴史的背景まで掘り下げて整理することにより、関西の化学産業の現在がどのように位置付けられるかを明らかにすることが可能となる。すなわち我が国の化学産業は関西を淵源としており、関西をモチーフとした歴史的な考察は極めて魅力的な試みと言える。以下ではAPIRで進めてきた「関西地域における化学産業集積の形成と進化」という研究成果の一部を紹介する¹⁰。

⁹ 脚注6でも説明したように、本研究は、個別企業の秘匿性の高い情報に基づいている点からも分析結果の詳細な説明は行っていない。

¹⁰ 以下の内容は、壁谷紗代（元APIR調査役）、足利朋義（元APIR統括調査役）による「関西地域における化学産業集積の形成と進化—繊維産業から半導体素材産業への経路依存的発展、産学連携の京都大学の役割—」（現在加筆修正中で、Discussion paperとして公表予定）の一部である。

「関西地域における化学産業集積の形成と進化」

1) はじめに

本研究は、明治初期から第二次世界大戦終結期頃までの大阪・京都における化学産業の形成と発展を、大学と企業、人物の連携に着目して整理する。その上で、こうした歴史的経路が現在の関西地域における化学産業、特に半導体素材産業の集積にどのように繋がっているのかを明らかにし、今後の関西化学産業の発展に向けた産業政策および投資のあり方について考察することを目的とする。

2) 官営事業と産業政策による関西化学産業基盤の形成

2.1 大阪造幣局 官営工場による化学技術導入の始まり

日本における化学産業（硫酸工業）は、1872（明治5）年に大阪造幣局（1877年までは造幣寮）に建設された鉛室法硫酸工場から始まった。貨幣製造用の金銀地金の分析精製のためとされている（下谷政弘, 1982, 24）。¹¹さらに、1881（明治14）年、ルブラン法ソーダによるサラシ粉が紙幣・地券用に大阪造幣局内の曹達製造所で製造された。当時のわが国では硫酸を必要とする他の化学工業部門は未発達であったにもかかわらず、当時の世界的能力規模で造幣局の硫酸工場が建設されたため、過剰に生産された硫酸の自家消費を図るため、曹達製造所へ廻されたのである。このように初期の硫酸工業およびソーダ工業は互いに関連しながら官営事業として出発することになった（飯島孝, 1981, 24）。¹²このように、大阪造幣局における硫酸・ソーダ製造は、官営工場を通じて近代化学技術が導入・定着した最初期の事例であり、その後の化学産業集積の始まりとなった。

造幣局が大阪に設置された理由については単一の要因に帰することは難しいが、大久保利通による大阪遷都論、新政府に資金面での支援を行った大阪財界への配慮、江戸と比較し治安が安定しており、幕府所有地があったこと等、複数の

¹¹ なお、近代的化学産業の出発点とされているのは、合成アンモニア工業（副生硫酸：1901（明治34）年 東京瓦斯・大阪瓦斯、変成硫酸：1910（明治43）年 日本窒素肥料水俣工場、合成硫酸：1924（大正13）年 日本窒素肥料延岡工場）である（下谷政弘, 1982, 71-72）。

¹² 鎌谷（1989）によると、造幣局には2つの硫酸工場「400ポンド硫酸室」と「5トン硫酸製造所」が作られたとある。造幣局での最初の鉛室法硫酸工場は「400ポンド硫酸室」であり、これは後にできた「5トン硫酸製造所」のパイロット・プラントの役割を演じた。また、操業時期は「400ポンド硫酸室」は1872（明治5）年、「5トン硫酸製造所」は1873（明治6）年であったとしている。下谷（1982）の世界的能力規模で造幣局の硫酸工場とは、「5トン硫酸製造所」の方を指しているが、操業開始年は1872（明治5）年と記載されており、書籍によって造幣局の硫酸工場についての記述が異なっている。

要因が重なった結果によるものと考えられる。結果として、大阪に官営工場と化学技術が集まるきっかけとなり、関西地域における化学産業発展の重要な役割を担った。

2.2 大阪舎密局 理化学教育の始まり

大阪舎密局は、1869（明治2）年に大阪城の西域に設立された。舎密局の「舎密（セイミ）」とは、オランダ語の chemie（化学）に対する音訳で、化学という言葉が一般的に使用される前に使われていた理化学を示す言葉である。大阪舎密局は理化学専門の高等教育機関であり、日本における近代化学教育はここから始まったといえる。明治維新直後の関西において、もっとも早く開かれた西欧自然科学の本格的な教育をめざした学校であった。教頭には、オランダ人のお雇い外国人のハラタマが迎えられ、化学・物理学を主とする講義と実験教育とが行われた（藤田英夫, 1995, 10）。

では大阪舎密局はなぜ大阪に設立されたのか。大阪舎密局の設立前は、江戸時代が終わり明治時代が始まる、時代の転換点であった。1867（慶応3）年10月の大政奉還、1868（慶応4/明治元）年1月の鳥羽・伏見の戦い、同年4月の新政府軍による江戸進攻等により、江戸の政治的・社会的安定性が見通せない混乱した状況下において、小松帯刀（新政府参与・外国副知事）と後藤象二郎（新政府参与・当時大阪府知事）の建議により、江戸で設立準備中であった開成所内理化学校を大阪に移設することが決定した。また、大阪には緒方洪庵の適塾の伝統があり、医学校や病院といった知識インフラが存在していた。この環境が、大阪に日本初の本格的な理化学教育機関の成立を後押しした。

大阪舎密局はその後、合併や名称変更を繰り返しながら、京都へ移転し、第三高等学校、現在の京都大学へと繋がっていく。こうした中で、大阪舎密局を起点とする理化学教育は関西地域内で維持・発展していき、その後の地域内の官営工場や民間企業への理化学人材供給の役割を果たしていったと考えられる。一般的に化学産業における基礎研究は、重要性が高い。理化学教育が早くから関西の地に根付いたことは、その後の化学繊維、合成繊維、高分子化学、機能材料、半導体素材と続く産業発展の要因の1つといえる。

2.3 京都舎密局 化学の基礎研究の礎が築かれた京都

舎密局は、明治維新时期における化学技術の研究や教育、さらには勸業振興のために作られた官営・公営の機関である。大阪舎密局が設立された翌年の1870（明

治3)年に、京都舎密局が京都に設置された。京都舎密局は、大阪舎密局で助手を務めていた明石博高が、牧村正直（後の第2代京都府知事）や山本覚馬に強く創設を進言し、設立された。同じ舎密局という名前であるものの、大阪と京都では設立目的が異なっていた。大阪舎密局は理化学教育を目的としていたのに対し、京都舎密局は東京遷都によって衰退した¹³京都を復興するための勸業振興を主たる目的としていたのであった。遷都に伴う京都の衰微を挽回するには化学と物理の研究・教育の振興が基本でなければならないと考えていた明石は、京都舎密局の開局式で、祝辞冒頭に文明開化の基本は「舎密窮理」と述べ、化学と物理の必要性を訴えた（京都商工会議所, 1985, 32）。

京都舎密局では、お雇い外国人のドイツの科学者ゴットフリート・ワグネルを招き、理化学一般について講義するとともに、ビール、清涼飲料水、石鹼（国内初）の製法など、諸般の工業化学や薬品製造の実地指導を行い、これらを販売して主たる財源にあてた。また、京都舎密局にはだれでも入学することができたため、民間私下になるまでの約10年間の間に、受講生は3,000人以上に上り、多くの人材を輩出した。島津製作所を創業した初代島津源蔵も京都舎密局に出入りしていたとされ、ワグネルから旋盤技術を学び、理化学機器を製作し京都舎密局に卸していた。京都舎密局は、京都で理化学と産業振興をつなぐ役割を果たし、以後の京都産業復興の基盤を作った。

3) 大阪の繊維産業（民間需要）を支えた化学産業

3.1. 東洋のマンチェスター・大阪の起源と発展

近代日本の産業発展史において、大阪は繊維産業を中心とした工業都市として重要な地位を占めてきた。とりわけ明治期から昭和戦前期にかけて、大阪は「東洋のマンチェスター」と称されるほど紡績業が集積し、国内外市場を結ぶ工業・商業拠点として機能した。この呼称は単なる比喻ではなく、綿紡績・織物業を基軸とした都市産業構造がイギリスのマンチェスターに類似していたことを示すものであり、当時の大阪経済の発展段階を象徴する概念である。実際、戦前期の日本の輸出において繊維製品は中心的地位を占めており、その生産・流通の中心として大阪が果たした役割は極めて大きかったと指摘されている。

大阪周辺地域では、近世以来、綿作が広範に行われていた。とりわけ摂津・河

¹³ 事実上の東京遷都により、公家や官吏、有力商人までもが京都を離れ、京都の人口は35万人から20万人余りに激減し、経済も衰退した（京都市上京区, 東京遷都と京都の振興, <https://www.city.kyoto.lg.jp/kamigyō/page/0000012512.html>, 2026/1/30 閲覧）。

内・和泉の諸地域では、綿は稲作に比して換金性が高く、農家の重要な副業作物として普及した。泉州の丘陵地帯などでは水利条件が必ずしも良好ではなかったため、綿はむしろ稲よりも栽培に適していたとされる。こうした自然条件と市場条件の結合により、綿の栽培・紡績・織布は農家の内職として発展し、やがて地域的な綿織物産地の形成へとつながった。近世後期には、農家で自家消費として生産された綿布の余剰分が市場に流通するようになり、大阪本町周辺の木綿問屋を中心とする商業ネットワークが成立した。これにより、河内木綿をはじめとする地域ブランドが形成され、全国各地へと出荷される流通体制が整えられていった。この段階の繊維生産は、農村における家内制手工業的な生産形態を基盤としており、第一次産業と工業が密接に結びついた「農工結合型」の地域経済構造が成立していた点に特徴がある。

明治維新以降、日本経済は近代工業化の過程に入り、繊維産業はその先導的部門として発展した。特に明治初期には外国産機械紡績糸の輸入が急増し、従来の手紡糸に比べ品質が優れていたことから「唐糸」と呼ばれ、綿織物生産の技術革新を促した。さらに明治20年代には経糸・緯糸ともに輸入糸を使用する「丸唐木綿」が普及し、生産の近代化と大量生産化が進展した。このような原料革命は、従来の農村型生産構造に変化をもたらし、機械制工業の発展を促す重要な契機となった。近代紡績業の本格的な展開は、1870（明治3）年に設立された堺紡績所に始まる。同紡績所は綿作地帯に近接し、原料集散地としての堺の地理的優位性を活かして設立されたものであり、日本における機械制紡績業の嚆矢の一つと位置付けられる。後に泉州紡績会社へと発展し、岸和田紡績など地域内に多数の紡績会社が設立される契機となった。このような企業集積は、大阪湾岸地域を中心とする産業基盤形成の重要な起点となり、地域経済の近代化を加速させた。紡績業の発展は、同時に地域農業構造にも影響を与えた。すなわち、大規模な紡績企業が輸入綿花を原料とするようになると、国内の綿作は競争力を失い、次第に衰退していった。この結果、大阪周辺農村における綿作は減少し、農村の労働力は都市の工業部門へと移動する傾向を強めた。こうした労働移動は都市工業化の基盤を形成するとともに、農村副業としての織物生産を再編成する契機となった。

一方、泉州地域を中心とする南大阪の繊維産業は、単に紡績工場の立地だけでなく、地場産業としての織物業・染色業・加工業などの関連産業の集積を伴いながら発展した。大阪市は綿紡績製品の輸出入を扱う商業拠点として機能し、繊維商社が総合商社へと成長するなど、産業構造の高度化が進んだ。このような商業・工業の相互補完的発展は、大阪経済の発展において繊維産業が中心的役割を担っていたことを示している。

大阪における繊維産業の集積は、都市の産業構成にも大きな影響を与えた。戦後期においても大阪府の工業出荷額に占める繊維・衣服・化学工業の比率は全国平均を上回る水準を維持しており、これらの産業が長期にわたり地域経済の基盤となっていたことが確認できる。こうした産業構造は、近代以降に形成された繊維中心の産業集積が、重化学工業化の進展後も一定の持続性を有していたことを示唆している。

以上のように、大阪の繊維産業は、近世以来の綿作と家内制手工業を基盤としつつ、明治期以降の機械制紡績業の導入によって急速に近代化した。そして、商業資本の発達、都市市場の拡大、輸出志向型産業構造の形成、さらには化学産業との相互補完的発展を通じて、世界的にも有数の繊維工業都市へと成長した。この歴史的過程は、日本の産業近代化における典型的な地域イノベーションの事例として評価できるとともに、後の重化学工業化や機械工業化の基盤を形成した点で重要な意義を有している。

3.2 化学工業との具体的連関：染料・石鹼・アルカリ・レーヨン原料などの供給構造

近代大阪における繊維産業の飛躍的発展は、単に紡績機械や労働力の集積によって説明されるものではなく、その背後には化学工業との密接な相互依存関係が存在していた。すなわち、漂白・染色・糊付け・仕上げ加工など繊維製品の品質を決定づける工程は、各種化学薬品の安定供給を前提としており、繊維工業の発展は同時に化学産業の形成と発展を促進する契機となったのである。このような産業間連関は、大阪を中心とする地域産業システムの形成過程を理解する上で極めて重要な要素である。

まず、近代繊維工業に不可欠であったのが染料工業である。明治初期、日本の染料は依然として天然染料に依存していたが、欧米からの合成染料の輸入は繊維製品の品質と多様性を大きく向上させた。特にドイツ化学工業の技術革新によって生み出されたアニリン染料は、鮮やかな色彩と均一な染色性能を有し、綿織物や絹織物の市場競争力を高める重要な要因となった。大阪では繊維製品の輸出が拡大するにつれ、国内における染料製造の必要性が高まり、染料工業の国産化が進展した。これにより、繊維産業は輸入染料への依存から徐々に脱却し、より安定した生産体制を構築することが可能となった。

染料工業の発展と並行して重要性を増したのがアルカリ工業である。綿布の漂白や染色の前処理には、苛性ソーダや炭酸ソーダなどのアルカリ薬品が不可欠であり、これらの薬品の供給能力は繊維産業の生産規模を規定する要因とな

った。大阪湾岸部では、水運の利便性や水資源の豊富さを背景に化学工場が立地し、繊維加工工程に必要な薬品供給を担った。とりわけソーダ工業は、繊維加工のみならず石鹼製造やガラス工業など多様な産業に波及効果をもたらし、地域産業の基盤的存在となった。このような基礎化学工業の集積は、繊維産業を中心とする軽工業都市から重化学工業都市へと発展する大阪の産業構造転換を支える原動力となった。

また、石鹼工業の発展も繊維産業との関連において重要である。石鹼は衣料洗浄用の家庭消費財として需要が増大したのみならず、繊維製造工程における脱脂・洗浄剤として不可欠な役割を果たした。綿織物の品質向上には、紡績・織布工程で付着する油脂分や不純物の除去が必要であり、石鹼や界面活性剤の利用は生産効率を高めるとともに製品品質の均一化に寄与した。このように石鹼工業は、民間需要と工業需要の双方を背景に成長し、繊維産業の発展を支える補完的産業として機能した。

さらに、大正期以降にはレーヨン工業の発展が繊維産業と化学工業の結合を一層強めることとなった。レーヨンは木材パルプを原料とする再生繊維であり、その製造には硫酸、苛性ソーダ、二硫化炭素など高度な化学プロセスが必要とされた。このため、レーヨン産業の成立は単なる繊維技術の革新ではなく、化学工業の成熟を前提とするものであった。大阪および周辺地域では、既存の化学工業基盤と港湾物流機能を活かし、レーヨン原料の供給体制が整備された結果、化学繊維工業が急速に発展した。この過程は、日本の繊維産業が天然繊維中心の構造から化学繊維を含む複合的産業構造へと転換する契機となり、輸出競争力の強化にも寄与した。

こうした化学工業と繊維工業の相互発展は、都市空間における産業立地構造にも影響を与えた。大阪市周辺では、染色工場や漂白工場、石鹼工場などが河川沿いに立地し、用水利用と排水処理の利便性を確保していた。また、港湾に近接した湾岸部にはアルカリ工業や化学肥料工業などの大規模工場が集積し、原料輸入と製品輸出の効率化が図られた。このような立地特性は、繊維産業と化学産業の有機的連携を空間的にも支えるものであった。さらに重要なのは、これら化学関連産業が繊維産業の技術革新を促進した点である。染色技術の高度化や新素材開発は、大学や試験研究機関との連携を通じて進められ、産学協働による技術体系の確立が図られた。大阪・京都地域では、工業学校や大学の研究成果が企業に移転され、製品開発や品質管理の高度化に寄与した。このような知識ネットワークの存在は、地域産業集積が単なる工場群ではなく、技術革新を内在化した産業生態系であったことを示している。

以上のように、染料・アルカリ・石鹼・化学繊維原料といった各種化学製品は、

近代大阪の繊維産業を支える不可欠な要素として機能した。繊維産業の需要は化学工業の成長を誘発し、逆に化学工業の発展は繊維製品の品質向上と生産拡大を可能にするという、相互強化的な関係が成立していたのである。この産業間連関こそが、大阪が近代日本における最大級の工業都市へと発展する原動力となり、「東洋のマンチェスター」と称されるに至った歴史的背景を形成したといえる。したがって、繊維産業の発展を単独の産業史として捉えるのではなく、化学工業との複合的な産業連関の中で位置づけることが重要である。この視点は、戦前期に形成された地域産業システムの実態を解明する上で不可欠であり、また現代における機能性化学品産業の発展を考察する際にも示唆的である。すなわち、原料供給・加工技術・市場需要・研究開発が相互に結びついた地域的産業構造の形成こそが、持続的な産業競争力の基盤となるのである。

3.3 石鹼・界面活性剤工業の形成と繊維産業の相互発展

綿紡績および織布工程においては、原綿に含まれる油脂分や不純物の除去、織布後の精練・漂白処理など、製品品質を左右する洗浄工程が不可欠であり、これを担う化学製品として石鹼類の需要が急速に拡大した。このような工程的必然性は、繊維工業の近代化と並行して石鹼工業を発展させる基盤となり、結果として大阪を中心とする地域において軽化学工業の集積が形成される契機となった。

石鹼はもともと家庭用消費財としての性格が強かったが、明治後期以降、工業用需要の拡大によってその位置づけは大きく変化した。紡績工場では原綿の脱脂洗浄や機械油の除去が必要とされ、さらに織布後の布地には糊剤や染色前処理のための洗浄剤が不可欠であった。これらの工程において石鹼は最も基本的な化学製品として機能し、繊維製造の品質管理と大量生産体制の確立を支える重要な役割を担った。特に綿織物の輸出が拡大するにつれ、均一な品質を確保するための精練技術の高度化が求められ、石鹼工業は単なる消費財産業から工業基盤産業へと性格を転換していった。

大阪地域における石鹼工業の発展は、原料供給と市場条件の両面から説明できる。まず原料面では、綿実油や牛脂など油脂原料の輸入が港湾都市である大阪に集中し、石鹼製造に適した立地条件が整っていた。また、ソーダ工業の発展によって苛性ソーダなどのアルカリ原料が地域内で供給可能となり、石鹼製造工程の安定化とコスト低減が実現した。さらに都市人口の増加と生活水準の向上は家庭用石鹼の需要を拡大させ、工業用需要と相まって石鹼工業の成長を促進した。このように、原料輸入港としての機能、基礎化学工業の存在、都市消費市場の拡大という三つの条件が重なり、大阪における石鹼工業の発展を支えた。

石鹼工業の発展は、やがて界面活性剤工業への技術的発展へとつながった。石鹼は天然油脂を原料とする陰イオン性界面活性剤の一種であるが、20世紀初頭には石油化学的原料を用いた合成界面活性剤の研究が進み、より高い洗浄力や機能性を持つ新素材の開発が始まった。特に繊維加工においては、染色均一性の向上、柔軟加工、防縮加工など新たな機能付与が求められるようになり、従来の石鹼では対応しきれない高度な化学製品が必要となった。この需要に応じて界面活性剤工業が発展し、繊維産業の高度化を支える重要な技術分野として確立されていった。こうした技術革新の背景には、繊維産業の国際競争の激化があった。日本の綿織物は、大正期以降、アジア市場を中心に輸出を拡大したが、同時に品質改善と低コスト生産の両立が求められた。この課題を克服するためには、生産工程の化学的合理化が不可欠であり、精練・染色・仕上げ工程における界面活性剤の利用が重要性を増した。すなわち、石鹼工業の技術基盤が存在したからこそ、界面活性剤工業への発展が可能となり、繊維産業の国際競争力強化に寄与したと評価できる。

また、石鹼・界面活性剤工業の発展は、産業組織の側面からも重要な意味を持っていた。これらの化学製品は比較的小企業でも参入可能であり、大阪周辺には多数の油脂加工業者や薬品製造業者が生まれた。こうした企業群は繊維産業の周辺産業として機能し、地域産業集積の厚みを形成した。さらに、製品開発や品質改良を通じて独自技術を蓄積し、後には機能性化学品産業へと発展する企業も現れた。

4) 京都帝国大学と産学連携

4.1 京都帝国大学の理学・工学・化学分野

大阪から京都に移転した第三高等中学校が、第三高等学校を経て、日本で2番目の帝国大学である京都帝国大学（以下、京都帝大）となった。官吏養成機関としての性格が強かった東京帝国大学に対し、京都帝大は差別化を図り、中央政府と一定の距離を保ち、自由闊達な校風・進取の精神を掲げた。

化学分野における京都帝大と産業界との産学連携を語る上で欠かせない人物は、喜多源逸（1883～1952年）である。喜多は、京都帝大工学部工業化学科に在任中、「京都学派」と呼ばれる学派を創始し、京都帝大に「喜多イズム」として「基礎研究の重視」と「産業界との積極的連携」、分野や組織、国を超えて自由に研究する精神を研究者に植え付けた（玉尾, 2025）。

また、喜多は基礎研究の重視だけでなく、産業界の積極的連携として、研究の

工業化についても重要視していた。そして、多額の研究費を集めることも、自身で行っていたとされる。例えば、財団法人日本化学繊維研究所は1936（昭和11）年に伊藤萬助の寄付金20万円をもとに作られ、1941（昭和16）年には東洋紡からの寄付金で有機合成化学研究所を創設した。さらに、京都帝大の繊維化学科の創設の際には、産業界から寄付金35万円を集め実現させた。京都帝大附置研究所である化学研究所では、企業からの技術者も集めて工業化のためのパイロットプラントを作り、中間工業試験の遂行を可能にした。関西の財界、産業界との深い繋がりがあった喜多と、産業界からの人的、財政的支援があつてできたことであつた（古川, 2019, 47-48）。また、化学研究所では「研究室制度」が採用されていた。これは、主宰研究員が研究室の予算や人事を決定する権限を持っており、研究室の自主性が担保された。さらに、化学研究所の所員は多くの場合、学部の教授が兼任していたため、基礎研究は学部で行い、工業化までの中間工業試験研究を化学研究所が担うという役割分担がなされていた（古川, 2019, 48-49）。

4.2 人材供給・技術移転

京都帝国大学は巨大市場であつた大阪の繊維産業を支える人材を供給し、その人材を通じて大学の研究・技術を企業に移転するという役割を担っていた。

日本のレーヨン工業は、欧米に比べて工業化の開始が遅れたにもかかわらず、1937年に人絹糸（レーヨン・フィラメント）、1938年にスフ（レーヨン・ステープル）が生産量において、世界一を記録するまでに成長した。日本のレーヨン工業の先発企業である東洋紡績と倉敷絹織は、繊維化学をリードしていた京都帝大工学部工業化学科と緊密な関係を築いていた（平野, 2014, 67）。

東洋紡績では、ビスコース・レーヨン工業の原液工程と紡糸工程において化学工業で用いられる装置が応用されることから、化学的知識を持つ技術者が必要とされていた。同社専務取締役の関桂三は中学校時代の同級生であつた喜多源逸に協力を依頼した結果、1928年4月に喜多研究室でビスコース・レーヨンの化学組成の研究を行っていた富久力松が入社した。富久の入社は、それまで経験的に行われていたレーヨン工場の操業を科学的に行う契機となつた。その後、東洋紡績が事業を拡大する中で、組織的に生産管理と研究活動を遂行するため、大学や高等工業学校からの採用を増やした。中でも最大のグループは京都帝大出身者であり、富久採用以降、喜多研究室との継続的な関係が形成されていたと考えられる（平野, 2014, 68-69）。

京都帝国大学工学部工業化学科の喜多研究室は、他の高等教育機関よりも多くの化学技術者を、レーヨン工業を中心とする繊維工業に輩出していた。喜多研

研究室では潤沢な資金による最新の実験器具や設備、パイロットプラントを用いた研究が行われていた。これは産業界からの支援があったからこそできたことであるが、これらを用いて教育を受けた化学的素養を持つ技術者を企業側は確保することができ、産業界と相互補完的な関係を構築していた(平野, 2014, 78)。

また、レーヨン工業は常に科学研究を必要としていたため、高等教育機関からの技術者の継続的な採用が、企業内での研究活動の移植と定着、組織の構築に寄与した。東洋紡績では研究所を設立し、はじめは生産現場の要請に密接に関連する改良研究から、製品フルライン化、レーヨン関係の新しい製品や生産技術の研究開発、レーヨン以外の研究(パルプ、アセテート等の化学繊維)を行うようになった(平野, 2014, 69-71)。

このように、京都帝大は技術者という人材の供給を通じて企業の研究開発体制の形成に影響を与え、関西における化学繊維産業の発展を支えるとともに、その後の高分子化学および機能性材料の産業発展の基盤を形成する重要な役割を果たしていたと考えられる。

4.3 京都大学高分子化学研究と産業応用

① 近代日本における繊維産業の成長と洗浄技術の必要性

繊維産業における製糸・紡績・染色・仕上げなどの工程では、原料繊維の油脂除去、染色前処理、仕上げ加工などのために洗浄・分散・乳化といった界面現象の制御が不可欠であり、石鹼は重要な工業資材として早期から普及した。当時の石鹼は主として天然油脂を鹼化した脂肪酸塩であり、欧米の技術を導入した工場生産が始まると、紡績工場や染色工場で大量に使用されるようになった。日本の石鹼産業は、当初は家庭用よりもむしろ繊維加工用途で需要が拡大した点に特徴がある。これは、繊維製品の品質向上が輸出競争力の鍵であったためであり、洗浄剤の性能向上は国家的な産業課題でもあった。さらに、繊維産業の高度化は、単なる汚れ除去だけでなく、浸透性・分散性・起泡性・耐硬水性といった機能の改善を求めるようになり、石鹼に代わる新しい界面活性剤の研究開発を促す契機となった。

② 京都大学工業化学研究における基礎研究重視の学風

京都大学の工業化学分野においては、喜多源逸を中心に「応用を志すならば基礎研究を徹底せよ」という思想が確立され、理論化学と工業化学の往還を重視する独自の学風が形成された。この学風の下では、物理化学・量子化学・有機化学などの基礎理論を重視しつつ、燃料化学・石油化学・高分子化学などの工業応用

分野を融合的に研究する体制が整えられた。その結果、京都大学は繊維材料、油脂化学、合成樹脂などの分野で先進的な研究成果を生み出し、日本の化学工業発展に大きく寄与した。このような研究環境は、単なる技術導入に依存しない国産化学工業の育成を目指す国家的課題とも合致しており、京都大学の研究成果は戦前期から戦後にかけて多くの産業分野に影響を与えることとなる。

③ 高分子化学研究の発展による界面化学への応用

大正から昭和初期にかけて、世界的に高分子科学の体系化が進む中、日本でも繊維・ゴム・油脂・界面活性剤などの分野において分子構造に基づく材料設計の重要性が認識され始めた。京都大学では桜田一郎らにより高分子化学研究が進展し、セルロース誘導体や合成繊維などの研究を通じて、分子構造と物性の相関に関する理解が深化した。繊維材料の加工・仕上げ工程では、繊維表面と液体の相互作用を制御する必要があり、分子集合体としての界面活性剤の作用機構が重要な研究課題となった。すなわち、ミセル形成、吸着挙動、溶解度パラメータなどの理論的研究が進むことで、洗浄剤や分散剤の設計に科学的根拠が与えられた。

この時期の高分子化学研究は、繊維産業の実務的課題と密接に結びついており、染色助剤や油剤、柔軟剤などの機能性化学品の開発にも影響を与えた。こうした研究成果は後に界面活性剤産業へと波及し、石鹼に代わる新しい洗浄剤の開発を促進することとなる。

④ 合成界面活性剤の導入と繊維工業への普及

昭和初期、ドイツなど欧州で開発されたアルキル硫酸塩系界面活性剤は、石鹼に比べて硬水中でも安定であり、繊維洗浄や染色工程において優れた性能を示した。このため日本でも繊維工業界を中心に急速に普及し、輸入製品の分析・応用研究が盛んに行われた。

第一工業製薬は、こうした新規界面活性剤の性能評価を行い、従来の石鹼よりも優れた洗浄作用を確認したことから、新しい洗剤の国産化に取り組んだ。この時期、界面活性剤の研究は単なる製造技術の模倣から、分子構造の改良による機能設計へと発展しつつあり、大学研究者との共同研究の重要性が高まっていた。また、1930年代には海外特許への対応として、第一工業製薬、花王石鹼、合同油脂など複数企業が共同で特許権を取得し、特許洗剤株式会社を設立するなど、繊維産業の競争力維持という共通課題に基づき、産業界全体として技術自立を目指す動きが見られた。

⑤ 京都大学研究と第一工業製薬の産業化プロセス

京都大学の高分子・界面化学研究は、第一工業製薬の製品開発に対して理論的支援を与えた。大学側は分子構造設計や反応機構に関する基礎研究を進め、企業側はそれを基に製造工程の改良や新製品開発を進めるという役割分担が形成された。

第一工業製薬は抹香鯨油などを原料とし、これを分解・蒸留して高級アルコールを得た後、硫酸化することでアルキル硫酸塩系界面活性剤を製造した。この工程は繊維洗浄剤や乳化剤としての用途拡大を可能にし、繊維加工工程の効率化と品質向上に寄与した。

また、京都大学の研究室は産業界との人的交流を通じて技術相談や試験研究に関与し、実験室規模の成果を工業化へと橋渡しする役割を果たした。こうした産学連携は、単なる技術供与ではなく、研究テーマ設定の段階から企業ニーズを反映する点に特徴があった。

⑥ 戦時下の停滞～戦後復興期の産業本格化

1930年代後半から戦時期にかけて、油脂原料の不足や設備徴用により界面活性剤生産は大きな制約を受けた。特許洗剤会社の共同事業として生産されたアルコール系界面活性剤も、原料入手難や工場設備の転用によって生産量が減少した。しかし、研究開発の蓄積は途絶えることなく、戦後の化学工業復興の重要な基盤となった。大学研究者と企業技術者の人的ネットワークは維持され、界面活性剤の分子設計や製造技術に関する知識は次世代へ継承された。

戦後、日本では石油化学工業の発展に伴い、アルキルベンゼンスルホン酸塩などの新しい界面活性剤が登場し、家庭用洗剤市場が急速に拡大した。繊維産業における工業用途だけでなく、生活様式の変化により家庭用洗浄剤の需要が増大し、石鹼中心の市場構造は大きく変化した。第一工業製薬は戦後も界面活性剤研究を継続し、繊維加工助剤、紙・皮革用薬品、金属洗浄剤など多様な用途へ製品展開を進めた。こうした事業拡大は、戦前からの基礎研究重視の企業文化と大学との連携の成果と言える。

また、京都大学の高分子化学研究は、界面活性剤のみならず合成樹脂や機能性材料の開発にも影響を与え、その成果は第一工業製薬をはじめとする企業の製品開発に活かされた。産学連携を通じて形成された技術体系は、日本の化学工業が模倣段階から創造段階へ移行する過程を象徴するものであり、日本の化学産業全体の技術水準向上に寄与した。

4.4 戦前期の京都・大阪における産業生態系の形成と現代的意義

日本の近代化過程において、とりわけ関西圏における化学産業の成長は、大学と産業界の密接な相互作用のもとで展開された点に特徴がある。京都・大阪を中心とする地域では、明治後期から昭和戦前期にかけて、大学研究機関と民間企業、さらには行政・財界を含む広範な主体が相互補完的な関係を形成し、独自の「産業生態系」ともいうべき構造を築いた。この構造は、界面活性剤、高分子材料、染色助剤などの機能性化学品分野において特に顕著に機能し、地域産業の高度化を支える基盤となった。

ここでは、戦前期関西における産学連携構造の形成要因を整理するとともに、そこに存在した制度的・社会的要素の観点から、今後の機能性化学品産業の発展に向けて必要とされる地域的条件について考察する。

5) 産学連携が効率的に進展した構造的要因

5.1 都市機能の補完性と地理的近接性

戦前期の関西地域では、大阪が工業都市として商業資本と製造拠点を集積させる一方、京都は学術研究と高等教育の中心として再編され、両都市は機能的に分業しつつ相互に補完する関係を形成していた。この都市構造の補完性は、大学研究成果の産業界への迅速な移転を可能にし、知識の循環速度を高める効果をもたらした。地理的近接性により研究者と企業技術者の人的往来が日常的に行われ、研究成果が実験室段階から工業化段階へと移行する過程が短縮されたのである。

こうした都市間の補完関係は、単なる交通利便性の問題にとどまらず、地域経済構造そのものの特質を示している。すなわち、大阪における繊維・化学・金属など多様な産業需要が、京都の研究機関に具体的課題を提示し、大学研究は抽象的な理論追求ではなく、地域産業の技術的要請と結びついた形で発展した。この「需要主導型の学術研究」は、産学連携を理念ではなく実務的課題解決の延長として成立させた。

5.2 実験科学教育の継続性と知識供給システム

京都では、明治初期の舎密局に始まる理化学教育の系譜が、第三高等学校、京都帝国大学理学部・工学部、さらに京都大学化学研究所へと連続的に継承された。

この教育制度の継続性は、地域産業に必要な高度技術人材を安定的に供給する知識基盤を形成した。

特に化学分野においては、理論研究と実験技能の双方を重視する教育方針が採られ、学生は研究室において実験装置の操作や試験工程の設計を習得した。この教育体系は、企業の研究開発部門に即戦力として参入可能な技術者を育成し、大学から産業界への人材移動を通じて知識移転が社会的慣行として定着した。

5.3 三層構造の研究体制とパイロットプラントの存在

戦前期関西の産学連携構造を特徴づける最も重要な装置は、大学研究機関が保有した中間試験設備、すなわちパイロットプラントであった。京都大学化学研究所では、基礎研究、パイロットプラントによる中間試験、企業による量産化研究という三層構造が体系的に整備されていた。この構造は、研究成果の工業化可能性を大学段階で検証することを可能にし、企業側の設備投資リスクを低減させるとともに、技術移転の実効性を飛躍的に高めた。機能性化学品のように、製品性能が分子設計だけでなく工程条件や品質安定性に依存する分野では、この中間段階の技術検証が極めて重要である。したがって、大学が単に基礎理論を提示する存在ではなく、工業化前段階の試験を担う「産業技術の実験拠点」として機能したことが、当時の関西化学産業の成長を支える基盤となったのである。

5.4 資金・設備・人材の地域内循環

戦前期の産学連携は、単発的な共同研究契約ではなく、資金・設備・人材が地域内で循環する制度的ネットワークとして形成されていた。企業は大学研究室に寄附金や委託研究費を提供し、大学は研究成果と技術者を企業へ供給することで相互依存関係が構築された。また、研究設備の共同利用や研究員の派遣制度を通じて、大学と企業の境界は比較的柔軟に運用されていた。

このような循環モデルは、今日でいう「地域イノベーション・システム」の先駆的形態と位置づけることができる。重要なのは、大学が地域経済の外部にある知識供給装置ではなく、地域産業の内部に組み込まれた存在として認識されていた点である。

6) 現代に求められる要素

6.1 長期的視点に立つ技術共同体

戦前期の産学連携は、短期的成果を求めるプロジェクト型ではなく、地域産業の競争力向上という長期目標を共有する技術共同体として機能していた。研究テーマは企業個別の利益を超え、輸入代替や国産技術確立といった公共的課題と結びついていた。このような長期的共同体意識は、現代の契約型共同研究においては相対的に希薄である。

6.2 中間試験機能の制度的厚み

現代の大学では安全規制や財政制約により、パイロットプラントの恒常的保有は限定的となっている。その結果、基礎研究成果と量産技術の間に「死の谷」が生じやすく、研究成果の事業化に時間を要する場合が多い。戦前期関西のように、大学自体が工業化前段階の技術検証を担う仕組みは、今日において十分に再現されているとは言い難い。

6.3 人的ネットワークの密度

戦前期には、教授、官僚、企業技術者、地方財界人が重層的に重なり合う人的ネットワークが存在した。研究成果の移転は制度よりも人間関係によって媒介され、知識は地域内で迅速に共有された。現代では制度化された連携枠組みは増加したものの、人的関係の密度という点ではむしろ希薄化が進んでいると考えられる。

3. 3. シンポジウム

本研究では、半導体産業に関する基本的知識を習得するとともに、半導体関連における産学官の間での情報共有や人脈形成に繋げるため、2回のシンポジウムを開催した。以下では各シンポジウムの概要を紹介する。

3. 3. 1 シンポジウム（1）

第1回半導体シンポジウム『半導体素材産業 関西の戦略』

2025年7月11日（金）開催

演題① 「我が国の半導体戦略における関西の位置付けと課題」

松林 洋一 氏

アジア太平洋研究所上席研究員/神戸大学大学院経済学研究科教授

2026年には世界市場規模が1兆ドルを超えると見込まれる半導体産業において、日本は完成品やその製造装置の分野では米国・台湾・韓国に後れを取る一方、素材分野の世界シェアで強みを持っています。この素材産業の基盤は化学産業であり、日本の化学産業は労働生産性が米国やドイツを上回るなど国際競争力が高い分野です。特に半導体素材は高付加価値型の機能性化学品に分類され、長年の技術蓄積により強みを発揮している分野です。関西は歴史的に化学産業発展の地であり、明治期の大阪舎密局、造幣局を起点に大学との連携でその基盤を築いてきました。現在も大手半導体関連企業に素材供給する中核サプライヤーには、関西企業も多く存在しています。また、関西は空港・港湾を備えた半導体素材・装置の輸出基地として高い潜在力を有しています。しかし、政策面では関西の素材産業・輸出基盤の強みに十分な光が当てられておらず、今後その優位性を活かした国家戦略上の位置付け、換言すると、世界的サプライチェーンの中で関西の戦略的不可欠性を確立する産業政策が重要になります。

演題② 「関西半導体を復権するには」

金子 健太郎 氏

立命館大学半導体応用研究センター (RISA) センター長/教授/RARA フェロー

私は、大阪府河内長野市出身で、学生時代から酸化物材料に携わり、半導体や光学素子、水素生成に応用できる新しい酸化物材料を研究してきました。これからのエネルギー源である水素の生成や、特殊な光学素子に使えるメタマテリアルなどは酸化物の新しい可能性を示しており、今後も新材料・新規応用研究を仕掛けていくのが私の使命です。現在は立命館大学で、半導体応用研究センター (RISA) を立ち上げ、応用研究に特化したセンターを通じて産学官連携を進め、世界に挑戦できる研究拠点づくりを行っています。

日本の半導体産業はかつて世界シェア 50%以上を誇りましたが、当時の需要予測の誤りや垂直統合型モデルへの固執等で衰退しました。国際分業化が進む中で、特に Windows 95 以降、PC の短期間での買い替えが主流となり、特に DRAM では低価格重視の韓国勢に市場を奪われました。現在、日本が強いのはシリコンや化学薬品などの半導体用材料・製造装置・イメージセンサーであり、他に NAND フラッシュメモリも健闘していますが、ロジック半導体では不利な状況となっています。ロジック半導体の分野は莫大な投資を必要とし、世界では TSMC、Intel、Samsung しか勝負できないと言われる領域に、現在ラピダスが果敢に挑戦しています。NAND フラッシュメモリは、KIOXIA が強力な韓国勢を相手に世界シェアを競っていますが、その需要は AI の発達とともにさらに増大していくと予想されます。

関西半導体を復権させるには、公的機関である大学の研究所やセンターの設立が不可欠です。大学が研究の中核機関となり、その地域の研究風土の醸成と研究拠点としての役割を担う事が重要です。北海道、東北、広島、九州の各大学には半導体メーカーとタッグを組む歴史ある有名な半導体研究所、センターがありますが、残念ながら関西には存在しません。日本企業だけでなく、海外の企業や研究機関がその地域での半導体研究を推進する際、必ず大学や公的機関の研究所が大きな役割を担うため、関西エリアに早急に創設する必要があります。立命館大学に RISA を設立し、朱雀キャンパスで世界最先端の半導体実装技術に関する国際会議を開催するなど、立命館大学は関西圏の中核形成を目指した取り組みを進めています。TSMC がある菊陽町とも連携して知の集積や人材育成の包括協定を進め、関西全体の半導体産業の底上げを目指して活動しています。今後も、研究と産学官連携を軸に、関西発の半導体産業復権に全力を尽くしていきます。

演題③ 「半導体化学薬品のサプライチェーンの重要性」

佐々木 智一 氏

一般社団法人京都試作ネット代表理事/佐々木化学薬品株式会社代表取締役

佐々木化学薬品は、京都を拠点に化学薬品の卸業を営み、半導体や電子部品製造の現場に密着したサービスを展開しています。当社は、研究開発型企业へと転換してから、現在では機能性化学事業や樹脂事業を展開し、金属表面処理や湿気対策素材などを開発し、半導体や自動車、製薬業界に提供しています。

半導体化学薬品市場は成長していますが、サプライチェーンには多くの課題があります。フォトレジストや CMP スラリー、洗浄液など日本企業は高いシェアを持ちますが、原料では中国依存が強く、供給リスクがあります。

また、TSMC 進出に伴う国内需要の急増で薬品メーカーは増産投資を迫られますが、補助金は中小の多い薬品供給分野には回らない現状があります。加えて、企業側では、海外投資の優先、環境規制による製造停止、設備老朽化による不具合などが重なり、国内供給が不安定になる事例が増えてきています。

国内再投資は、光熱費や減価償却負担の高さから難しく、結果として原料や製品を海外依存にせざるを得ず、経済安全保障の観点でも脆弱性を抱えている状況です。

こうした中、日本が強みを発揮できるのは、市場規模は小さくても世界でシェア 50%以上を占める高度な技術領域です。大資本が参入しにくいニッチ市場でナンバーワンを維持・育成し、人材流出を防ぎながら技術を磨くことが勝ち筋だと考えています。半導体産業も巨大市場ばかり追うのではなく、弱者の戦略を取るべき時期にきています。

私は京都試作ネットを通じて、中小企業の試作力を結集し、スタートアップ支援や新しいアプリケーション製品の創出にも取り組んでいます。半導体は最終製品に使われてこそ価値を生むものです。日本発の魅力ある製品を増やし、アプリケーション企業を育てることが、長期的に半導体産業を支える基盤になると信じています。これからも、現場に根ざした化学薬品の供給と新技術開発、そして試作支援を通じて、関西の半導体産業の発展に貢献していきたいと思えます。

3. 3. 2. シンポジウム (2)

第2回半導体シンポジウム『世界の潮流から読み解く 関西半導体素材産業の未来展望』

2026年2月12日(木)開催

演題① 「台湾から見た半導体産業事情」

渡辺 浩志 氏 (台湾) 国立陽明交通大学 教授

私は元々東芝で半導体の基礎研究に関わってきましたが、2010年代に台湾の大学に移籍しました。台湾は、政府主導で新竹地区に半導体技術を牽引する工業技術研究院とサイエンスパークを整備してきました。そしてその中からTSMCが創業しました。リーマンショックの際、世界中でリストラが進む中、TSMCは大規模投資を断行し、Intelを抜いて世界トップとなりました。そしてTSMCが世界トップになるまで10年を要したわけです。現在日本のラピダスが1~2兆円入っていますが、2~3年で何とかなるものではなく、10年ぐらいの視野で見ておくべきだと思います。台湾では、半導体産業の成長に伴う電力需要拡大や化石燃料依存、台湾有事リスクなど構造課題も大きい状況です。日本は長期視点で資源確保と産学官連携を進める必要があると思います。

演題② 「国内半導体産業への投資」

河野 眞一 氏

金融を血液、産業を身体、企業を細胞に例えるとすると、現在日本では資金が成長分野に循環していないという構造的な課題を有していると言えます。特に半導体は投資回収に10~20年を要する長期産業であり、5年程度の資金援助や補助金では自走的成長は困難です。関西における半導体戦略を解決策として、関西独自のソブリンファンド創設と民間ファンドによる二層構造を提案いたします。そしてその原資として、眠っている地域資産や相続資金を活用したファイナンスで長期リスクマネーを供給していきます。さらに、半導体×AI×エネルギーや医療分野など産業を横断領域への投資で新たな産業循環を構築すべきだと考えます。

研究会記録

2025年5月20日（火） 第1回 研究会

- ・テーマ概要の説明と内容の意識合わせ
- ・シンポジウム（7／11）について、意見交換

2025年10月30日（火） 第2回 研究会

- ・テーマ概要の説明と進捗について
- ・シンポジウム（2／12）について、意見交換

参考文献

- 阿部武司 (2006) 『近代大阪経済史』 大阪大学出版会
- 化学業界ドットコム (2024) 「世界で戦う化学メーカー」 2024年9月2日。
- 鎌谷 親善 (2006) 『日本における産学連携 ーその創始期に見る特徴ー』, 国立教育政策研究所紀要 第135集
- 京大理学部化学・日本の基礎化学研究会 (1984) 『日本の基礎化学の歴史的背景：関西における基礎化学の発展を中心にして』
- 京都府 (1970) 『京都府百年の年表 5 教育編』
- 経済産業省産業技術環境局 (2023) 『我が国の産業技術に関する研究開発活動の動向 ー主要指標と調査データー』, 令和5年3月
- 経済産業省 (2025) 「半導体・デジタル産業戦略の現状と今後」。
- 経済産業省 (2021) 「化学産業の現状と課題」。
- 国際日本文化研究センター 『明石博高と島津源蔵』, 第二章 こらむ2の03, https://www.nichibun.ac.jp/online/akashi_hiroakira_and_shimadzu_genzo/_common/img/materials/column_02_03.pdf?clm (2025/12/5時点)
- 鈴木和人 (2025) 「経済安全保障と産業政策の危うい関係」 『世界経済評論』 736号。
- 第一工業製薬株式会社 (1958) 『第一工業製薬株式会社五十年史』
- 滝澤美帆 (2024) 「産業別労働生産性水準の国際比較 2024～2020年データでみた日本の主要産業の現状～」 『生産性レポート』 Vol.20, 日本生産性本部。
- 田中智子 (2025) 『第三高等学校設置問題再考 ー府県と官立学校ー』 京都大学大学文書館研究紀要, p57-77.
- 玉尾皓平 『歴代所長代表からのメッセージ』, 京都大学化学研究所創立100周年特設サイト, <https://www.kuicr100th.com/message1> (2025/12/5時点)
- 土屋貴史 (2025) 「関西の強みを活かしたデジタル基盤技術の人材育成に向けて」 『NEW MEDIA』 METI 菅区別 「半導体産業の現況」 シリーズ⑦近畿編。
- 中曽根弓夫 (2007) 『石鹼・合成洗剤の技術発展の系統化調査』, 国立科学博物館 記述の系統化調査報告 第9集。
- 日本工業新聞 (2023) 「半導体産業復活へ勝負の分かれ目…大学が相次ぎ乗り出す人材育成の行方」 2023年11月3日。
- 羽生田慶介 (2025) 『ビジネスと地政学・経済安全保障』 日経 BP マーケティング。
- 古川 安 (2017) 『化学者たちの京都学派 喜多源逸と日本の化学』 京都大学学術出版会。

平野恭平 (2014) 『戦間期日本企業の研究開発能力の構築』, 国民経済雑誌 第209巻 第2号。

村上昭義、伊神正貫 (2024) 『研究論文に着目した日英独の大学ベンチマーキング 2023』、文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測・政策基盤調査研究センター, 2024年6月

湯之上隆 (2023) 『半導体有事』 文藝新書。

PwC (2024) 「半導体の地政学 (前編)」 『連載コラム 地政学リスクの今を読み解く』

Center for Security and Emerging Technology (2021) The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness, Georgetown University.

2025年度「戦略的な投資循環メカニズムの実現に向けて
～関西半導体素材産業の優位性調査～」報告書

発行日	2026（令和8）年4月
発行所	〒530-0011 大阪市北区大深町3番1号 グランフロント大阪 ナレッジキャピタル タワーC 7階 一般財団法人 アジア太平洋研究所 Asia Pacific Institute of Research (APIR) TEL (06) 6485-7690（代表） FAX (06) 6485-7689
発行者	小浪 明

ISBN 978-4-87769-716-7