

2026 年度博士論文

探索型・深化型イノベーションに関する研究
—中国の電子機器企業のケーススタディー—

桜美林大学大学院

楊 颯

目次

序章

1 研究の背景と目的	1
2 研究方法	2
3 論文の構成	3

第一部 本研究における基本的概念と理論の整理

第1章 既存のイノベーション研究と分類の再検討	7
1.1 イノベーション研究の沿革と展開	7
1.2 従来のイノベーション研究の限界	12
第2章 探索・深化型イノベーションの理論的基盤と分析枠組み	17
2.1 「探索・深化」の理論的基盤	17
2.2 探索・深化型イノベーションの定義	19
2.3 本研究における「探索・深化」の位置づけ	21

第二部 探索型イノベーション：DJI の事例分析

第3章 DJI の成長史とイノベーションの類型	24
3.1 DJI の発展史	24
(1) 企業の理念と創業の背景	24
(2) 企業の成長過程	25
(3) 現在の到達点	26
3.2 DJI のイノベーションの影響力と基本類型	28
(1) 新たな製品カテゴリの形成と用途の拡張	28
(2) 市場の形成と業界構造への影響	29
(3) 新産業の創出による航空規制への波及	30
(4) DJI のイノベーションの基本的類型	30
3.3 第二部の具体的事例研究の焦点と構成に関する説明	31
第4章 ケース1：空撮ドローンの開発における DJI の探索	32
4.1 研究のアプローチ	32
4.2 ドローン開発における DJI の技術的出発点と探索経路	33
(1) 飛行制御技術の探索	33
(2) ジンバル安定化技術の探索	34
(3) 高精細デジタル映像伝送技術の探索	35
4.3 ドローン開発における DJI イノベーションの特徴	36
(1) 方向性の選択：未知の経路と高い不確実性への挑戦	37
(2) イノベーション方法：直観的洞察と異質的分野の融合	37
(3) 行動様式：全員参加と迅速な試行の積み重ね	38
(4) 成果：独創性と革新性	39
4.4 探索型イノベーションの基盤的支援要素	40

(1) アントレプレナーシップとギーク文化	40
(2) 開放性・多様性とフラットかつ効率的な組織体制	42
4.5 本章のまとめ	44
第5章 ケース2：「OSMO Pocket」の開発における DJI の探索	46
5.1 研究のアプローチ	46
5.2 OSMO Pocket 開発における出発点	47
(1) 技術の系譜と初期製品の展開	48
(2) 初期製品の挫折と新たな問題意識の形成	50
(3) 開発の新たな出発点——パラダイムシフト	50
5.3 「OSMO Pocket」の開発プロセス	52
(1) OSMO Pocket 開発における方法	52
(2) OSMO Pocket 開発の行動特徴	55
5.4 「OSMO Pocket」の開発成果	57
(1) 新たな製品概念の成立	58
(2) 潜在的ニーズの顕在化	59
(3) 主導的な地位の確立	60
5.5 本章のまとめ	61
第三部 深化型イノベーション：レノボの事例分析	
第6章 レノボの成長史とイノベーションの類型	64
6.1 レノボの発展史	64
(1) 企業の歴史と沿革	64
(2) 事業構造と現在の到達点	65
6.2 レノボのイノベーション体制	67
(1) 三層からなるイノベーション組織構造	67
(2) レノボ創投 (LCIG) の位置づけと役割	68
(3) レノボのイノベーションの基本的類型	69
6.3 第三部の具体的事例研究の焦点と構成に関する説明	70
第7章 ケース1：「京微斉力」との共同開発	
——技術依存性の強いケースにおける深化型イノベーションの分析	72
7.1 研究のアプローチ	72
7.2 京微斉力の技術的特徴とレノボとの接点	73
7.3 京微斉力との共同開発の出発点	74
7.4 共同開発過程における方法と行為の特徴	77
(1) 方法の特徴：ステップ・バイ・ステップ	77
(2) 行為の特徴：知識とリソースのマッチング	79
7.5 共同開発の成果	83
7.6 共同開発における組織間ネットワーク構造の変化	84
7.7 本章のまとめ	87

第8章 ケース2：「鈦方」との共同開発	
——技術依存性の弱いケースにおける深化型イノベーションの分析……	88
8.1 研究のアプローチ……	88
8.2 鈦方の技術的特徴とレノボとの接点……	89
8.3 鈦方との共同開発の出発点……	90
(1) 既存技術構造の問題点……	91
(2) モジュール化の構想と主体の選択……	92
8.4 共同開発の過程における方法と行為の特徴……	94
(1) 方法の特徴：収斂式モジュール化……	94
(2) 行為の特徴：モジュール化にもとづく統合設計の実行……	95
8.5 共同開発の成果——コスト削減と効率向上……	95
8.6 共同開発における技術構造と組織構造の共進化……	97
8.7 本章のまとめ……	98
終章 ……	100
1 本研究の主な結論……	100
2 補足的考察……	101
3 本研究の貢献と実践への示唆……	102
4 今後の課題……	104
謝辞 ……	105
参考文献 ……	107

序章

1 研究の背景と目的

近年、中国の電子機器産業は、世界経済の中で急速に存在感を高めている。2024 年の世界の IT 市場規模は約 5 兆米ドル超に達しており、中国はそのうち約 8,900 億米ドルを占めている。中国は世界の IT 市場において大きな比重を占める主要な市場として位置づけられる¹。

その背景には、中国政府によるイノベーションの促進策に加え、産業界の自主努力により、イノベーションが活発に行われてきたことがある。中国においては R&D 投資が継続的に拡大し、2024 年の R&D 支出総額は約 3.6 兆元で、GDP に占める比率は約 2.7%であった²。この R&D 投資の拡大と相まって、中国の特許出願件数は長年にわたり世界最高水準を維持しており、2024 年には GDP 1000 億米ドルあたりの居住者特許出願件数が 4,977 件に達した。さらに、近年では第五世代移動通信 (5G)、生成 AI、ロボティクスなどの分野において、中国企業が国際的に高い評価を受ける技術や製品を実現した事例が多数確認されている³。「ASPI 2025」によると、中国は 64 の「重要技術分野」のうち 57 分野でトップ、アメリカは 7 分野でトップに立っていると指摘した。その後、当該報告書のアップデートでは、生成型 AI、脳・コンピューター・インターフェース、高度通信など 10 分野を「重要技術分野」に追加し、「Nature」が特定する 74 分野と歩調を合わせるが、中国は 66 分野、アメリカは 8 分野でトップに立っているものと修正した⁴。

このように、中国は R&D 投資、知的財産創出、新しい製品・サービスの提供、市場規模の拡大という複数の局面において、バランスの取れたパフォーマンスを見せており、イノベーションが全面的に開花する時期を迎えている。このため、中国企業のイノベーションがどのような形態で行われ、それに適合する人材・組織およびその他の経営資源がどのように調達・結合され、いかなる成果を収められるかなどといった課題は、その回答を待たされている。本研究では、中国企業の事例分析を通じて、これらの課題の解明に役立つことを狙いとする。これによって、現代におけるイノベーションの本質を理解するための手がかりになるものと期待したい。

なお、イノベーションに関する研究であるので、研究の問題意識を研究目的に進化させるに先立って、本研究で用いるイノベーションの概念をピックアップし、分析の視角を定めていく。

イノベーションは極めて多義的かつ複雑な概念であり、その捉え方については、経済学や経営学を中心に多様な議論が蓄積されてきた (Schumpeter, 1934 ; Fagerberg, 2005)。

¹ 本文で引用した IT 市場規模は、電子機器を含む ICT 関連製品およびサービス市場の規模を示す指標である。本研究では、中国の電子機器産業が世界市場において占める位置づけを把握するための間接的な根拠としてこの指標を用いている。Mordor Intelligence, China ICT Market - Growth, Trends, and Forecasts, 2025

² 国家統計局 (National Bureau of Statistics of China) , “China’ s R&D expenditure exceeded 3.6 trillion yuan in 2024,” 2025. https://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202502/t20250207_1958579.html

³ World Intellectual Property Organization [WIPO], 2025

⁴ Global Tech Landscape Shifts in ASPI 2025 Critical Technology Tracker, <https://www.aspistrategist.org.au/aspicritical-technology-tracker-2025-updates-and10-new-technologies>

一般に、イノベーションは企業の競争力や成長をもたらす要因として位置づけられ、漸進的／急進的、持続的／破壊的といった分類を通じて整理されることが多い（Dosi, 1982 ; Christensen, 1997）。これらの枠組みは、イノベーションの成果や市場への影響を把握するうえで、有効な分析視角を提供してきた。ただし、こうした成果を基準とする分類は事後的なものであり、主観的かつ曖昧な側面を有することは否めない。根本的問題は、これらのアプローチにおいては、過程・行為の視点が欠けている。しかし多様性に富み、かつダイナミックに展開する中国 ICT 産業のイノベーション活動を解明するためには、イノベーションの方法と過程に着目することが不可欠であろう。

イノベーションの生成・展開過程に着目する研究は主流ではないものの、一定の蓄積が存在する。例えば、Van de Ven (1986, 1999) は、多様な主体による行為と相互作用に着目し、イノベーションが時間の経過のなかで生成・展開していく過程を分析している。また、沼上 (1999) は、技術革新に関与する主体の行為とその連鎖を分析することによって、技術革新が形成される動態的な過程を明らかにした。しかしながら、これらの研究はいずれも、個別事例における事実経過の復元を中心としており、方法論的観点からのイノベーション類型の検討や、方法から行為、さらに成果へと至る過程を包括的に捉えた研究ではない。

そこで本研究では、イノベーションの生成過程における方法的特徴に着目する。とりわけ、企業がいかなる前提のもとで、どのような方式によってイノベーションに取り組み、その方法的特徴が具体的な行為の展開過程にどのように現れるのかを分析する。この観点から、本研究では、「探索型イノベーション」と「深化型イノベーション」を二つの行為様式として捉える。

以上の内容を踏まえ、本研究の目的は、次の三点に整理できる。

第一に、イノベーションに関する既存の理論および先行研究を整理し、成果を中心とする研究と生成過程に着目する研究の到達点、ならびに分析上の課題を明らかにする。そのうえで、「探索型イノベーション」と「深化型イノベーション」を二つの行為様式として位置づけ、「出発点」「方法」「行為」「成果」という四つの要素からイノベーションの生成過程を捉える分析枠組みを提示する。

第二に、上記の分析枠組みを用い、中国の電子機器メーカーを対象としたケーススタディを通じて、企業がいかなる行為様式によってイノベーションに取り組んでいるのかを具体的に分析する。具体的には、(1)探索型イノベーションと深化型イノベーションの各自の特徴や構成要素を明らかにする。(2)イノベーションを支えてきた基盤的支援要素を明らかにする。(3)上記(1)と(2)の分析を通じて、本研究が提示する分析パラダイムの有効性と、その実践的キャパシティを検証する。

第三に、以上の理論的整理および実証分析を踏まえ、特に強調したいのは、中国の電子機器メーカーを対象としたケーススタディから得られた知見が、国を問わず企業のイノベーション実践に通じる一般的な進行原理および行為様式の理解につながる点である。これにより、イノベーション研究の深化に寄与するとともに、現代企業のイノベーション実践に対して新たな示唆を提示する。

2 研究方法

前節で示した研究目的および分析視角にもとづき、本研究では複数事例に基づくケーススタディを採用する。分析対象として、中国の電子機器産業に属する企業の中から、DJI

(大疆) およびレノボ (Lenovo) の二社を取り上げる⁵。

DJI は、新たな製品カテゴリや市場を切り拓いてきた企業であり、高い不確実性のもとで探索的な取り組みを継続してきた点に特徴がある。一方、レノボは、成熟した産業分野において長期にわたり競争力を維持してきた大企業であり、既存の技術基盤や製品体系を前提としながら、組織内外の資源を活用してイノベーションを進めてきた。異なる産業段階および企業条件のもとでイノベーションに取り組んできた二つの事例を分析することで、本研究が提示する「探索型イノベーション」と「深化型イノベーション」という行為様式が、いかなる形で具体化されるのかを検討することが可能となる。

分析方法としては、佐藤 (2008) および小嶋 (2020) に示される質的データ分析の手法を参照し、インタビュー記録および関連資料を対象に切片化とオープンコーディングを行う。具体的には、インタビューや企業資料、公開情報を意味単位ごとに区分し、そこで語られている問題認識、意思決定、技術選択、協働関係の変化といった観点に着目して概念の整理を行う。こうした分析を通じて、個別事例に内在するイノベーション生成の特徴を抽出することを試みた。

資料収集は、2023～2024 年において中国国内で実施した企業訪問および半構造化インタビューにもとづいている。これらの調査は、筆者も参加している桜美林大学・北京師範大学の共同研究チーム (代表者：任雲・周江華) によって実施されていた。インタビューは録音のうえ文字起こしを行い、得られたテキストデータは総計 40 万字を超える。こうした大規模な一次資料にもとづき、整理・分析を行うことで、事例ごとの特徴および共通点の抽出を行った。

なお、各事例における具体的な調査内容、訪問先、インタビュー対象、および分析手順の詳細については、後続の各章において、それぞれのケースに即して詳述する。

3 論文の構成

本論文は、序章、第一部、第二部、第三部および終章から構成される。

序章では、研究の背景と目的を示したうえで、本研究の研究方法を整理し、あわせて本研究の構成を提示する。

第一部は、本研究における理論的基盤となる基本概念と分析視点を整理する部分である。

まず、既存のイノベーション研究の沿革と展開を整理する。成果や市場への影響に着目するイノベーションの分類研究、およびイノベーションの生成過程に着目する過程研究という二つの流れに関して、その研究の意義と限界を指摘する。

こうした既存研究の到達点と分析上の課題を踏まえ、本研究では、「探索」と「深化」をイノベーションの生成過程における二つの行為様式として位置づける。本研究における探索・深化は、特定の経営学理論のみに依拠するものではなく、組織学習および複雑系科学における適応・進化の視点を踏まえ、不確実性のもとで人間や組織が行為をどのように組織するのかという観点から整理される。さらに、「出発点」「方法」「行為」「成果」という四つの視点から、探索型・深化型イノベーションの生成過程と、それぞれの実践を支える基盤的支援要素を分析するための枠組みを提示する。

⁵ DJI および Lenovo は、ともに電子機器の設計・開発およびハードウェア製造を中核事業とする企業であり、本研究では電子機器製造業／IT 製造業の枠組みに位置づけている。

第二部では、第3章から第5章までの三章を通じて、中国電子機器メーカーの中でも新たな技術領域と市場を切り拓いてきた DJI（大疆）を対象に、第2章で提示した分析枠組みにもとづき、ケーススタディを展開する。

第3章では、DJI の成立から現在に至る成長の過程を整理し、企業の理念や事業展開の変遷を概観する。あわせて、民生用ドローンを中心とする新たな製品カテゴリの形成や市場拡大が、産業構造や航空規制に与えた重大な影響を整理し、DJI のイノベーション活動を主に探索型イノベーションの類型として位置づける。そのうえで、第二部の具体的ケーススタディの研究の焦点と構成を示す。

第4章では、DJI の企業成長における初期段階に位置づけられる空撮ドローンの開発を対象として、飛行制御、ジンバル安定化、映像伝送といった複数の中核技術に関する探索が、どのような問題認識と方向性のもとで結びつき、行為として組織化されていたのかを分析する。また、その形成過程において確認される支援要素について検討する。その結果、探索型イノベーションが、個別技術の試行にとどまらず、企業の文化や価値観、組織的条件によって支えられながら展開される構造を持つことを明らかにする。

第5章では、空撮ドローンによって中核技術と製品体系が確立された後、技術が新たな領域へと展開していく段階に着目し、小型撮影機器「OSMO Pocket」の開発を取り上げる。本章では、OSMO シリーズ初期の展開を踏まえつつ、既存製品に対する問題意識を起点として、撮影行為に対する認識の転換がいかんが生じ、それが設計思想のパラダイムシフトとしていかに具体化されていたのかを検討する。開発過程では、不確実な状況のもとで試作と修正が繰り返されていた。小規模で柔軟な開発チームが中心となり、短いサイクルでの検証を重ねながら方向性を調整していった。そのうえで、製品開発の方法と行為の特徴を分析する。

以上の二つのケースは企業発展の異なる段階に位置づけられる相互補完的な事例であり、これらの分析を通じて、探索型イノベーションの重要な特徴と、それを支える要素を明らかにする。

第三部では、第6章から第8章までの三章を通じて、中国電子機器メーカーの中でも成熟した産業分野において事業を展開する大型企業である Lenovo（レノボ）を対象に、第2章で提示した分析枠組みにもとづき、CVC⁶を媒介とした外部企業との共同開発に関するケーススタディを展開する。

第6章では、レノボの成長過程および事業構造を整理したうえで、同社におけるイノベーション体制を概観する。具体的には、三つの階層から構成されるイノベーション組織構造と、その中でレノボ創投（LCIG）が果たしてきた位置づけと役割を整理する。あわせて、CVC を媒介として展開される深化型イノベーションの基本的類型を示し、第三部の具体的ケーススタディにおける研究の焦点と構成を明らかにする。

第7章では、レノボと京微斉力の共同開発事例を対象に、技術依存性の強い条件下における深化型イノベーションの進行過程を検討する。分析の結果、本事例は既存の PC 製品体系を前提に、課題を特定の技術領域に集中させたうえで、段階的検証にもとづくステップ・バイ・ステップの開発によって明確な計画の下で進められていたことを示す。あわせて、共同開発の進行に伴い、レノボ内部および外部被投資企業など複数の関与主体間のネットワーク構造が疎な関係から緊密な関係へと段階的に変化し、この構造変化が共同開発

⁶ CVC（Corporate Venture Capital）とは、一般企業が自社の戦略目的に基づいて行うベンチャー投資活動を指す。

を支える支援要素として機能していた点を整理する。

第8章では、レノボと鈇方との共同開発事例を対象に、技術依存性の弱い条件下における深化型イノベーションの進行過程を検討する。分析の結果、既存製品体系を前提としつつ、明確に設定された製品改良の目標にもとづき、分散していた技術要素を収斂式モジュール化によって単一の構成単位へと統合することで、コスト削減と効率向上を伴う製品改良が実現されていたことが示される。さらに、技術構造と組織構造の共進化を通じて、組織能力の段階的高度化と組織間関係の深化が支援要素として機能していた点が明らかとなる。

以上の二つのケースは、技術的背景の異なる条件のもとで位置づけられた相互補完的な事例であり、これらの分析を通じて、深化型イノベーションの主要な特徴と、それを支える要素が明らかにされる。

終章では、まず本研究の理論分析とケーススタディ分析で得た主な結論を整理する。続いて、補足的考察を行い、イノベーション活動において企業の選択と内外環境との関係を簡潔に述べる。そのうえで本研究の貢献と企業のイノベーション実践への示唆を提示する。最後に、今後の研究課題について述べる。

本論文の構成は、図1にまとめることができる。

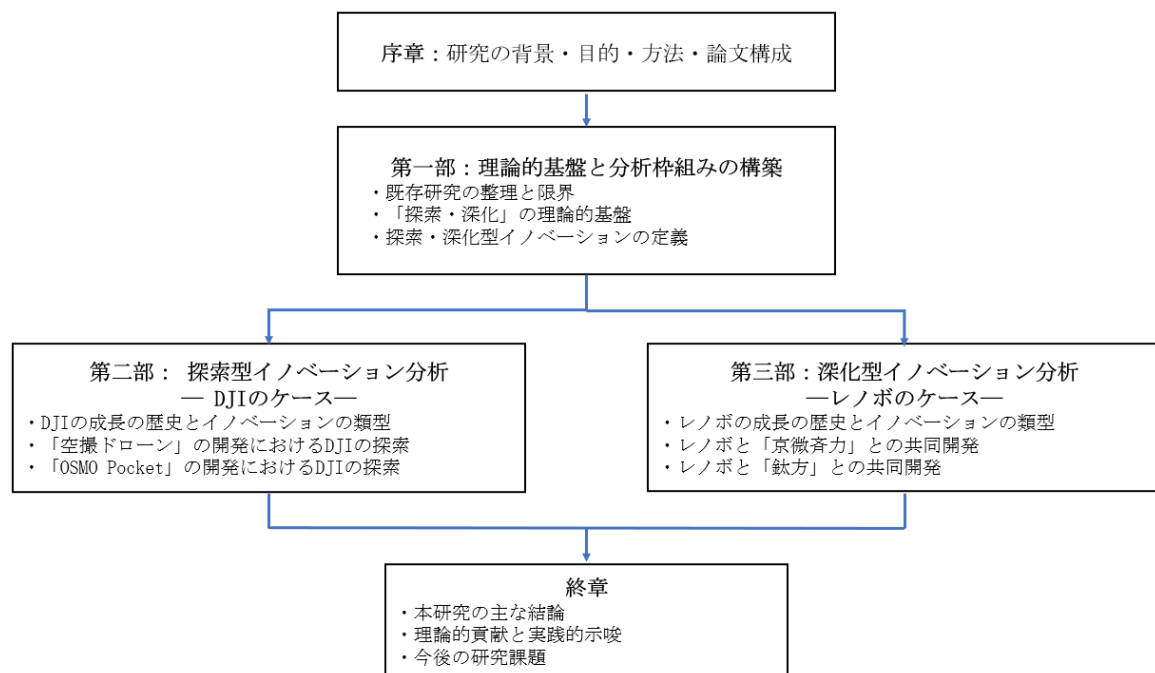


図1 本論文の構成

第一部

本研究における基本的概念と理論の整理

第1章 既存のイノベーション研究と分類の再検討

本章では、イノベーション研究における既存の分類枠組みを取り上げ、その整理方法と理論的特徴を検討する。具体的には、従来の研究が、イノベーションの成果や結果として観察可能な変化を中心に分類や比較を行ってきた点に着目し、その有効性と同時に、分析上の限界について明らかにする。

1.1 イノベーション研究の沿革と展開

「イノベーション」という用語は、ラテン語 *innovare*（新しくする）に由来し、一般には新製品や新技術の開発を指す語として理解されることが多い。日本語においても、「技術革新」という表現を通じて、主として技術的な進歩や製品開発と結びつけて用いられてきた。

一方、学術的・政策的な文脈においては、イノベーションはより広い意味を有する概念として位置づけられている。たとえば、経済産業省（2015年「産業構造ビジョン」）では、イノベーションを新しい価値の創出を通じて社会や経済に変化をもたらす活動として定義しており、OECD（2011）の「オスロ・マニュアル」においても、製品やプロセスに加えて、組織やマーケティングを含む多様な領域における新結合として整理されている。

このように、学術研究においては、イノベーションは単なる技術的成果に限定されるものではなく、企業活動や組織行動を含む広義の変化過程として捉えられてきた。本研究においても、こうした学術的理解を踏まえ、イノベーションを広い意味において整理する立場をとる。

イノベーションの概念を学術的に理論化し、経済発展との関係から体系的に提示した研究として、ヨーゼフ・シュンペーターの理論が挙げられる。シュンペーターは『経済発展の理論』において、イノベーションを「新結合」と定義し、①新しい財貨の導入、②新しい生産方法の導入、③新市場の開拓、④新しい供給源の獲得、⑤新しい組織の実現の五つに類型化した（Schumpeter, 1934）。また、イノベーションを通じて経済の均衡が変化し、新たな発展が生じるという動態的な理解を提示し、変化の過程を捉える概念として「創造的破壊（creative destruction）」を位置づけている（Fagerberg, 2005）。

企業経営の次元においてイノベーションを体系的に位置づけた研究として、ピーター・ドラッカーの議論がある。ドラッカーは『現代の経営』（1954）において、企業の基本機能を「マーケティング」と「イノベーション」と定義し、その後『イノベーションと企業家精神（アントレプレナーシップ）』（1985）では、イノベーションを企業家精神に基づく活動として整理した（Drucker, 1985）。同書においてドラッカーは、イノベーションの出発点となりうる機会として七つの要因を提示し、①予期せぬ成功や失敗、②産業構造やプロセスのギャップ、③産業構造の変化、④人口動態の変化、⑤認識や価値観の変化、⑥新しい知識の獲得、⑦外部環境からのシグナルを挙げている（Drucker, 1985）。

シュンペーターとドラッカーによってイノベーションが経済学と経営学の双方で学術的に定義されて以降、多様な理論的展開が積み重ねられてきた。ただし、その展開は理論的な進展だけにとどまらず、産業構造の変化、技術革新の速度、企業競争の様式といった時代ごとの社会経済的条件と密接に結びついている。言い換えれば、イノベーション研究における視点の多様性や分類の複雑化は、各時代における課題認識や問題設定に依存して形成されてきた研究パラダイムの反映として理解することができる（Fagerberg, 2005; Garcia &

Calantone, 2002; Crossan & Apaydin, 2010)。

既存のレビュー研究もこの点を強調している。Fagerberg (2005) は、1950～70 年代には経済成長や技術進歩を説明するマクロ経済学的アプローチが主流であったのに対し、1980 年代以降は経営学や組織論の発展を背景に、研究の焦点が徐々に企業や組織レベルへと移行したことを整理している。また、Crossan & Apaydin (2010) は組織イノベーションに関する体系的レビューにおいて、リーダーシップ、文化、資源、能力、プロセス、成果といった多様な次元が研究対象となったのは、90 年代以降の学術的潮流を反映した結果であると指摘している。すなわち、研究の多次元化は組織研究や戦略研究の進展という歴史的契機の上に成立したものである。

さらに、Garcia & Calantone (2002) は技術革新のタイポロジーを検討し、定義や用語の不統一が生じている状況を整理している。この「不統一」は単なる理論的不備ではなく、実際には時代ごとの関心領域や問題意識の違いに依存して概念や分類が構築されてきたことを示唆している。近年では、Kochetkov (2023) がイノベーション研究を「起業家的視点」「技術・経済的視点」「戦略的視点」の三潮流として整理し、歴史的蓄積を踏まえながら包括的な再編を試みている。こうした動きは、イノベーション研究が単線的に進展したのではなく、時代背景に応じたパラダイムの交替・並存の結果であることを明らかにしている。

以上を踏まえると、イノベーション研究の多様性は偶発的に生まれたものではなく、歴史的条件と学術的潮流の相互作用によって形成されてきたと理解できる。本研究ではこの全体像を前提に、特に企業レベルにおけるイノベーション研究に焦点を当て、代表的な四つの視点を時代的背景との関連で整理していく。

①1950～70 年代：成果基準の視点

第二次世界大戦後の復興と高度経済成長を背景に、各国経済の成長率の差異や技術進歩の寄与を解明することが大きな課題となった。この時期のイノベーション研究は、主としてマクロ経済学的アプローチに基づき、イノベーションを成果として数量的に把握する方向に焦点を当てていた。代表例として、資本や労働の投入では説明できないアウトプットの成長部分を「技術進歩 (technical change)」とみなし、残差として定量化する方法が提示された。これは後に「全要素生産性 (TFP)」と呼ばれ、イノベーションを成果として測定する初期の方法論として広く受容された (清水, 2022)。

また、国レベルや産業レベルでの技術革新を捉える試みとして、R&D 投資や特許件数といった成果指標を用いた実証研究も進展し、イノベーションを「いかなる成果をもたらすか」という観点から定義する潮流が確立していった (Fagerberg, 2005)。もっとも、この潮流は成果指標への依存が強く、生成過程や企業内部の具体的プロセスの解明には十分に踏み込めなかった (Fagerberg, 2005)。

②1980 年代：資源・能力の視点

1980 年代には、グローバル競争の激化と産業構造の転換を背景に、研究の焦点がマクロの成果から企業・組織レベルの内部メカニズムへと移行した (Fagerberg, 2005)。イノベーション研究は、成果偏重の枠組みから脱し、企業が保有する資源・能力に注目する方向へ展開した。企業を「資源の集合体」とみる視点 (Wernerfelt, 1984)、持続的競争優位をもたらす資源特性の体系化 (Barney, 1991)、新技術の商業化に不可欠な補完的資産の重要性 (Teece, 1986) などが提示され、これらはさらに動的能力概念へと発展し、変化の激しい環境に適応するためには内部資源の統合・再構成能力が必要だと論じられた (Teece, Pisano, & Shuen, 1997)。この流れは、イノベーションを「成果」ではなく「企業が何を持ち、どう活用するか」という内在的要因から説明する点に意義があった (Crossan & Apaydin, 2010)。

Kochetkov, 2023)。

もっとも、イノベーション研究全体については、定義の多義性・抽象性ゆえに体系的比較が難しいという限界が指摘されており（Crossan & Apaydin, 2010）、動的能力アプローチにも概念の広さ・測定の難しさ等の限界が議論されている（Eisenhardt & Martin, 2000; Collis & Anand, 2019）。

③1980年代後半～1990年代：技術構造の視点

1980年代後半から1990年代にかけては、情報通信技術の発展や製品設計の複雑化が進展するなかで、従来の成果や資源の枠組みだけでは十分に説明できないイノベーションの性質に注目が集まった。この時期の研究は、技術構造と市場構造の関係、さらにそれらが企業組織に与える影響を理論的に明らかにする方向へ展開した（秋池 & 岩尾, 2013; 清水, 2022）。

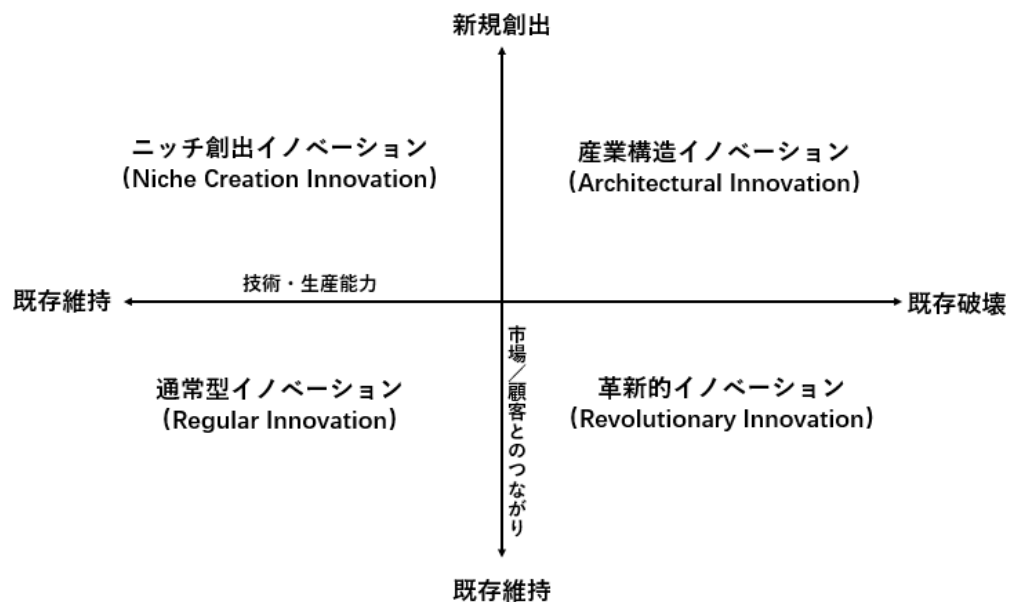


図 1-1 変革力マップ ⁷

出所：Abernathy & Clark (1985) を参考に筆者作成。

Abernathy & Clark (1985) の変革力マップは、技術革新を「市場／顧客とのつながり」と「技術／生産能力」の二軸で分類し、四つの類型を提示した（図 1-1）。「通常型 (regular) イノベーション」は市場と技術の両面で既存の関係や能力を維持するものであり、漸進的な製品改良や効率化が典型例とされる。「ニッチ創出 (niche Creation) イノベーション」は既存の技術能力を活用しながら新しい顧客や用途を開拓するものであり、新市場形成の契機となりうる。「革新的 (revolutionary) イノベーション」は既存市場を対象としつつ既存の技術基盤を破壊し、企業に能力転換を迫る。「産業構造 (architectural) イノベーション」は市場との結びつきと技術能力を同時に再編し、産業境界を揺るがす革新である。これらの類型は、単なる製品改良を超えて産業秩序そのものを組み替える契機を提示した点で重要であった。

⁷ 注：縦軸＝市場／顧客とのつながり（下＝既存維持／上＝新規創出）、横軸＝技術・生産能力（左＝既存維持／右＝既存破壊）に基づき、4 種のイノベーション類型を整理した図。Abernathy & Clark (1985) を参考に筆者作成。

続いて Tushman & Anderson (1986) は、技術的不連続性を「能力破壊的 (competence-destroying)」と「能力強化的 (competence-enhancing)」に分類し、同じ技術変化であっても企業の既存能力基盤に親和的か否かによって存続可能性が左右されることを示した。これは「技術能力の保存／破壊」という次元を理論的に深掘りし、企業能力と技術変化の整合性を分析する視座を提供した。

さらに Henderson & Clark (1990) は、製品設計におけるコンポーネントとその関係性に注目し、アーキテクチャ的イノベーションの概念を提示した。コア部品や技術は維持しつつ「つなぎ目 (linkages)」を再構成することで新たな設計が実現される一方、組織の情報ルーティンや学習システムが硬直化すると設計変更に適応できず競争力を失う可能性を指摘した。この視点は、従来の漸進的 (incremental) / 急進的 (radical) という二分法では説明できなかった現象を解明し、組織知識と設計構造の関係を理論化した点で画期的であった。

もっとも、こうした技術構造の視点は主に技術能力と組織対応に焦点を当てており、市場ダイナミクスや顧客ニーズの変化を十分に扱うには限界があった (秋池 & 岩尾, 2013)。この点を補う形で、1990 年代末以降には Christensen (1997) の破壊的イノベーション論が注目され、既存企業が新市場創出に失敗するメカニズムが「顧客志向ゆえの合理的意思決定」によって説明されるようになった。こうして、技術構造の議論を土台としつつ、市場・顧客の要因を組み込む競争動態的な視点へと研究が展開していった。

④2000 年代以降：市場競争の動態に着目した視点

2000 年代に入ると、技術構造の視点だけでは十分に説明できない現象が次第に顕在化した。すなわち、既存企業が高度な技術力や豊富な資源を有しているにもかかわらず、新興企業に市場を奪われる事例が相次いだのである。情報通信機器、家電、自動車といった多くの産業で、優良企業が顧客志向に従って持続的改良を重ねた結果、むしろ新しい市場や顧客層を軽視し、後発の破壊的プレイヤーに敗北するという逆説が観察された。このような現象は、従来の「資源」や「技術構造」中心の枠組みでは十分に説明できず、市場ダイナミクスや顧客要因を取り込む新しい理論の必要性を示すものと整理されている (Crossan & Apaydin, 2010; 秋池 & 岩尾, 2013)。

この課題に理論的に正面から取り組んだのが Christensen (1997) の *The Innovator's Dilemma* である。同書は、優良企業の失敗を単なる「組織的欠陥」や「経営者の判断ミス」としてではなく、顧客志向や収益構造に基づく合理的な意思決定の帰結として説明し、そのメカニズムをモデル図によって明快に示した点に大きな特徴がある。その影響は 2000 年代以降の学術研究や企業経営の実務に広く及び、研究と実務の双方に大きなインパクトを与えたことが指摘されている (Crossan & Apaydin, 2010; Kochetkov, 2023)。

Christensen (1997) は、イノベーションを持続的イノベーション (sustaining innovation) と破壊的イノベーション (disruptive innovation) に区分し、既存企業が直面する「イノベーターのジレンマ」を提示した。持続的イノベーションは、既存顧客の要求水準に沿って性能を高める方向の改良であり、既存市場の中で競争優位を維持・強化する。一方、破壊的イノベーションは、初期段階では性能が低く既存顧客の要求を満たさないものの、低価格・簡便性・新しい価値指標を武器に、既存企業が軽視する市場周縁や新市場に浸透し、性能改善を通じて主流市場を侵食していく。

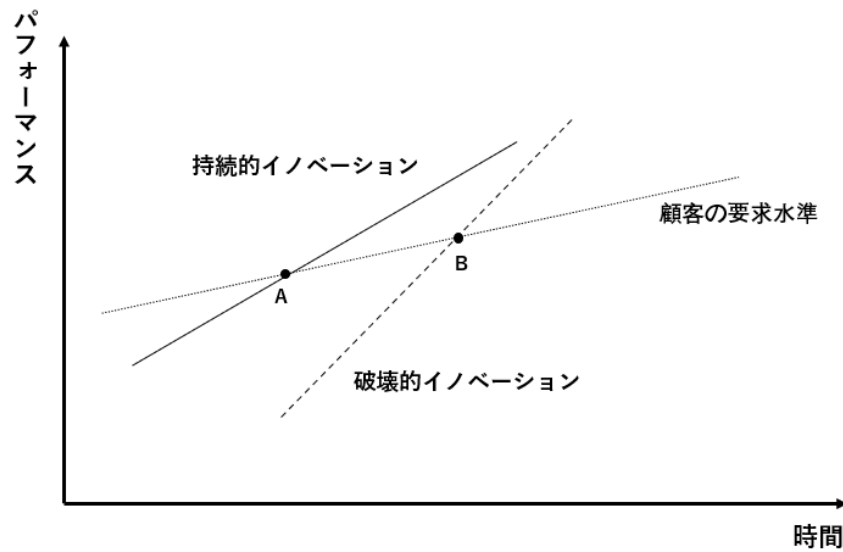


図 1-2 イノベーターのジレンマ⁸

出所：Christensen (1997) を参考に筆者作成。

図 1-2 はこのメカニズムを模式的に示したものであり、持続的イノベーション（実線）、破壊的イノベーション（長破線）、および顧客の要求水準（細点線）の三つの軌道によって構成される。A 点は、持続的イノベーションの性能が既存顧客の要求水準と交差する局面を示しており、既存企業が顧客満足を完全に実現し、これ以上の性能向上が必ずしも価値とみなされなくなる段階である。この段階から既存企業は収益性の高い持続的改良に注力する傾向を強めるが、その結果、性能指標では劣るものの新しい価値軸を持つ破壊的技術への対応が遅れる。

他方、破壊的イノベーションは初期段階では顧客要求を下回るが、改良を重ねることで B 点において主流市場の要求水準を上回り、既存企業を凌駕する。この転換点がまさに「イノベーターのジレンマ」を生じさせる要因であり、技術の優劣ではなく、顧客価値の認識や評価基準の変化こそが競争の帰趨を決定することを示している（Christensen, 1997; Kochetkov, 2023）。

この市場競争の動態に着目した視点はその後の研究に引き継がれ、とくに Chesbrough (2003) のオープン・イノベーション論は、破壊的变化への企業の適応戦略を提示するものとして学術と実務の双方に大きな影響を与えた。Chesbrough は、従来の「クローズド・イノベーション」モデルが企業内部での技術開発完結を前提としていたのに対し、外部の知識や資源との連結こそが革新の源泉であると主張した。企業は自社で生み出した技術を外部にライセンスアウトしたり、外部から新しい技術を取り込むことで、破壊的变化にも柔軟に対応できる。オープン・イノベーションの枠組みは、破壊的イノベーションがもたらす環境変化に対する企業の適応戦略として広く位置づけられた（Chesbrough, 2003）。

このように、2000 年代後半から 2010 年代にかけては、イノベーションを「市場のダイナ

⁸ 注：横軸＝時間、縦軸＝パフォーマンス。実線＝持続的イノベーション、長破線＝破壊的イノベーション、細点線＝顧客の要求水準。A 点は持続的イノベーションの性能が顧客要求水準と交差し、過剰性能化が始まる局面を示す。B 点は破壊的イノベーションが顧客要求水準を超え、主流市場に参入する段階を示す。なお、日本語版の翻訳タイトルは『イノベーションのジレンマ』（翔泳社、2001）であるが、原題の正確な訳は「イノベーターのジレンマ」であり、本論文では原著の意図を尊重してこちらを用いる。

ミクス」「顧客の評価基準」「外部知識との連結」といった観点から捉える理論が広がり、成果・資源・技術構造中心の枠組みを補完しつつ、新しい研究パラダイムを形成していった。

表 1-1 企業レベルのイノベーション研究の展開

時期	社会的背景	代表的視点・理論
1930 年代	世界恐慌後の資本主義再編	シュンペーター (1934)：新結合、創造的破壊 — イノベーションを経済発展の中心要因として理論化
1950～80 年代前半	経営学におけるイノベーション概念の導入	ドラッカー (1954, 1985)：イノベーションを経営の基本機能と位置づけ、「七つの機会源」を提示
1980 年代	グローバル競争の激化、知識集約化産業の台頭	資源ベース観点 (Wernerfelt, 1984; Barney, 1991)、補完的資産 (Teece, 1986)、動的能力 (Teece, Pisano & Shuen, 1997)
1980 年代後半～1990 年代	製品アーキテクチャの複雑化、IT 革命	技術構造論：変革力マップ (Abernathy & Clark, 1985)、能力破壊／強化 (Tushman & Anderson, 1986)、アーキテクチャ的イノベーション (Henderson & Clark, 1990)
2000 年代～	大企業の失敗と新興企業の台頭、不確実性の増大	競争動態視点：破壊的イノベーション (Christensen, 1997)、オープン・イノベーション (Chesbrough, 2003)

表 1-1 は、イノベーション研究における主要な理論的視点の展開を、各時代の社会経済的背景と関連づけて整理したものである。ここで取り上げているのは、シュンペーターおよびドラッカー以降に展開された企業レベルの研究視点であり、産業全体や国家的イノベーションシステムを分析単位とするマクロ的研究は含んでいない。したがって、本表はあくまでも企業内部に焦点を当てたイノベーション研究の系譜を概観したものであり、研究の焦点の多様化が時代的要請に応じて累積的に形成されてきたことを示している (Fagerberg, 2005; Godin, 2008; Crossan & Apaydin, 2010; Kochetkov, 2023)。

一方、イノベーション研究においては、その生成過程および関係者の行為に着目する研究も展開されてきた。Van de Ven (1986) は、多様な主体による交渉、合意形成、資源動員および組織間の調整が必要であることを指摘し、これらの行為と相互作用が時間の経過に伴って連鎖的に展開される過程を、イノベーション・マネジメントの中心的な課題として位置づけた。さらに、Van de Ven et al. (1999) は、複数のイノベーション事例に対する長期的な調査を通じて、イノベーションがあらかじめ設定された段階に沿って直線的に進行するものではなく、複数の主体による行為、相互作用、予期せぬ出来事および環境変化が相互に影響しながら、非線形に展開することを明らかにした。日本においても、沼上 (1999) は、液晶ディスプレイの技術革新を対象として、関係者の行為とその連鎖に着目し、技術革新を「行為連鎖システム」として捉える分析を提示している。

また、イノベーションに関わる意思決定、組織能力および実践的方法についても、異なる観点から研究が蓄積されている。Sarasvathy (2001) は、不確実性の高い状況における起業家の意思決定と行為形成を、エフェクチュエーションという行動論理として整理した。Lawson & Samson (2001) は、知識やアイデアを継続的に新たな製品、プロセスおよびシステムへと転換する組織能力に着目し、組織構造、文化および知識管理などが関与する複合的

な過程としてイノベーション能力を捉えている。さらに、Brown (2008) のデザイン思考および Ries (2011) のリーン・スタートアップは、試作、検証および学習の反復を通じてイノベーションを実現するための実践的方法を提示している。

以上のように、結果中心のイノベーション研究、および過程を重視するイノベーション研究は、異なる視点から複合的な現象であるイノベーションの理解にそれぞれの貢献を果たしている。しかし次節で詳しく説明するが、これらのアプローチの研究ではいずれも大きな限界があると指摘せざるを得ない。

1.2 従来のイノベーション研究の限界

既存の理論や分類枠組を横断的に俯瞰すると、多くの研究が、理論的立場や用語の違いにもかかわらず、イノベーションを主として成果や市場への影響にもとづいて整理・分類してきたことが確認できる。すなわち、イノベーションを、産業構造や市場に大きな変化をもたらす飛躍的・突破的な革新と、既存の技術・製品・市場の延長線上で進む漸進的・改良的な革新とに区分する思考様式である。破壊的／持続的、急進的／漸進的、能力破壊型／能力強化型といった多様な分類は、表現や分析対象こそ異なるものの、その多くがこの基本的な構図を共有している。

しかし、このような整理は、観察された成果や市場変化を軸にタイプ差を描き分けることに強みを持つ一方で、革新がどのような問題認識から構想され、どのような前提のもとで方法が選ばれ、いかなる行為の組み合わせとして形成されていくのかという生成過程の内在的構造を、理論間で比較可能な形に組み立てるには限界が残る。結果として、同じ革新現象が異なる分類名で呼ばれたり、同一の分類名が異なる含意で用いられたりするなど、概念の射程や評価基準が文脈に依存しやすいという問題も生じてきた。

以上を踏まえると、成果を中心とする既存の分類枠組に関して、次の三点が整理できる。(1)成果にもとづく結果論への依存と評価の主観性、(2)既存の技術的・組織的条件のもとで、イノベーションがいかなる方法と行為を通じて進められていくのかという点が、分類の中心的な視点として位置づけられていないこと、(3)既存の枠組に依拠しない新たな価値や市場が、いかに構想され立ち上がるのかを捉えにくいことである。以下では、それぞれの内容を順に検討する。

まず、結果論への依存と評価の主観性の問題である。シュンペーター以来、イノベーションは「新しい結合」や「創造的破壊」といった結果として観察される変化をもって定義されてきた。ドラッカーやクリステンセンの議論においても、革新の意義は主として成果や市場への影響の大きさにもとづいて評価されており、社会や産業にいかなる変化をもたらしたかという事後的視点が分析の中心に据えられている。しかし、「何をもって破壊的とみなすのか」「どの時点で革新と判断するのか」といった基準は文脈に強く依存しており、研究者や時代によって評価が分かれる場合も少なくない。その結果、同一の現象であっても、前提や評価軸の置き方によって「持続的」とも「破壊的」とも解釈されうる。したがって、結果にもとづく分類は整理や比較に有用である一方で、判定基準が事後的かつ可変的になりやすく、概念の適用範囲が揺れやすいという問題を内包している。

次に、既存の技術的・組織的条件のもとで、イノベーションがどのような方法選択や行為の展開を通じて進められていくのかという点が、イノベーション分類の基準としては必ずしも中心的に位置づけられてこなかったことである。多くの研究において、イノベーションの過程や組織的試行錯誤の重要性自体は認識されてきたが、実証分析や比較研究において

安定的に取得可能な指標の多くは、最終的な成果や市場への影響といった結果に関するものである。そのため、分類や評価の枠組みは、操作可能性や比較可能性の観点から、結果指標にもとづく整理へと傾斜しやすい。結果として、方法の選択や行為の展開といったプロセスに関わる側面は、分析の補助的説明として扱われるにとどまり、分類そのものを構成する中心的視点とはなりにくかった。

さらに、新市場や新しい価値基準がいかにして生まれるのかという点について、既存の分類枠組みでは十分に捉えにくい場合がある。破壊的／持続的、急進的／漸進的、能力破壊型／能力強化型といった既存の二分法的分類は、いずれも既存の市場構造や価値基準を参照しつつ、革新の成果を相対的に位置づける枠組みである。そのため、成果が既存市場との対比によって評価可能な場合には有効に機能する一方で、比較対象となる市場や評価基準そのものがまだ成立していない段階で生じる革新、すなわち新市場や新価値の創出を捉えるうえでは、一定の限界を有している。

以上で整理した限界は、特定の理論が誤っていることを意味するものではなく、イノベーションを成果や影響にもとづいて分類・整理しようとする理論的関心に由来するものである。以下では、シュンペーター、ドラッカー、クリステンセンの代表的な議論を取り上げ、各理論がいかなる問題設定のもとで構築されており、その結果として、イノベーションの生成過程がどのようなかたちで位置づけられているのかを確認する。

シュンペーターは、イノベーションを資本主義発展の内生的原動力として位置づけた最初の理論家であり、その功績は計り知れない。彼は経済成長を外的条件の結果としてではなく、企業家の創造的行為によって内側から駆動される現象として捉え、経済理論に動的要素を導入した。その意味で、彼の提示した「創造的破壊」は、近代資本主義のダイナミズムを説明する上で画期的な概念であったといえる（Schumpeter, 1934）。

しかし、この理論はその時代的背景のもとで形成されたがゆえに、いくつかの構造的な限界を内包している。まず、彼が描いた「破壊」は、技術的断絶を伴う急進的変化として提示される傾向が強いが、実際のイノベーションの多くは、既存技術や知識体系を基盤とした漸進的・累積的な変化として進行することが、後続の研究によって繰り返し指摘されてきた（Dosi, 1982 ; Nelson & Winter, 1982）⁹。この点で、「創造的破壊」は資本主義の活力を象徴的に示す強力なメタファーである一方、その実態は多くの場合、既存構造の再編や最適化として理解されうる。また、理論の関心は主としてマクロな経済変動に向けられており、企業内部で新結合がいかに構想され、どのような試行錯誤を経て具現化するのかというイノベーションの生成過程を分析の中心に据えてはいない¹⁰。

言い換えれば、シュンペーターの理論は「変化がいかに起こるか」を力強く描いたものの、「どのように創出されるのか」という行為の構造そのものを理論的に解明することを目的とした枠組みではなかった。結果として、同理論は資本主義の発展原理を示した偉大な出発点であると同時に、新市場や新たな価値基準が成立する局面を理論的に説明するという点においては、既存構造との対照にもとづく分類的理解に依拠しており、その生成過程を捉える視点を欠いた古典的枠組みとしての限界を有していると評価することができる（Nelson & Winter, 1982 ; 清水, 2022）。

ドラッカーの理論は、イノベーションを経営の中心的課題として明確に位置づけ、企業活

⁹ Nelson & Winter (1982) の議論については、Tidd, Bessant & Pavitt (2004) の整理に基づき、後藤晃・鈴木潤監訳『イノベーションの経営学』（中央経済社, 2005）を参照した。

¹⁰ 本稿におけるシュンペーター理論のこのような位置づけは、筆者の研究指導過程において示された理論的整理にもとづいている。

動におけるその重要性を体系的に示した点で先駆的であった。彼は、イノベーションを偶発的な発明や天才的ひらめきの産物ではなく、「体系的に実施されるべき」経営活動として捉え、経営者に求められる姿勢や着眼点を提示した (Drucker, 1985)。

しかし、その射程はあくまで規範的枠組みにとどまっている。彼の議論は「何に注目すべきか」「いかなる姿勢が望ましいか」を整理する一方で、実際に企業がどのように機会を見出し、方法を設計し、行為として展開していくのかという因果的連鎖を説明する理論構造は弱い。提示された諸概念は、革新を促す条件や着眼点を整理したにすぎず、革新がいかに生じるのかを説明する生成のメカニズムを示していないという点で、後続のプロセス研究の問題設定とは明確に異なる (Fagerberg, 2005 ; Garud, Tuertscher & Van de Ven, 2013)。

その結果、ドラッカーの理論は「なぜイノベーションが重要か」を説得的に説明し得たものの、「どのようにイノベーションが生まれるか」という問いには十分に答えられていない。彼の枠組みが強調するのは、あくまで経営者に求められる態度や方向性であり、組織内部の知識統合や試行錯誤のプロセスといった動態的要素は理論上ほとんど可視化されていない。この点は、イノベーションを技術・市場・組織の相互作用からなる動態のプロセスとして捉え、探索・選択・実装・学習といった行為の連鎖として理解する立場と対照的である (Tidd, Bessant & Pavitt, 2004)。

言い換えれば、ドラッカーはイノベーションを経営の理念として制度化したが、それを実際の創造的行為の連鎖として捉える理論的視点を欠いていたのである。この点で彼の枠組みは、革新の意義を定義する上では有効であったものの、革新の形成を説明する理論的基盤としては限界を持つ。

クリステンセンの理論は、成熟企業が合理的な意思決定を行いながらも新興技術への転換に失敗するという「イノベーターのジレンマ」を提示し、イノベーション研究に新しい地平を開いた (Christensen, 1997)。この理論の功績は、これまで成功要因として語られてきた経営合理性や顧客志向が、ある局面ではむしろ変化を阻む構造的制約として作用し得ることを示した点にある。

もっとも、その中心概念である「破壊」は、きわめて主観的かつ相対的な性質をもつ。何をもって破壊的とみなすかは観察者の立場や時間軸によって変化し、短期的には急激な断絶として見える現象も、長期的にみれば既存体系の中に吸収され、漸進的・連続的な変化として定着していく場合が少なくない。すなわち、いわゆる「破壊的イノベーション」と呼ばれる現象も、長期的視点から見れば、既存構造の中で新たな均衡を模索する再編的・漸進的プロセスの一局面にすぎない。破壊という語が想起させる断絶や置換は、現実にはしばしば短期的・局所的な現象であり、時間の経過とともにその意味は相対化される (Danneels, 2004 ; King & Baatartogtokh, 2015)。

さらに、現実のイノベーションのすべてが、既存市場や技術を明確に「破壊」する形で成立しているわけではない。確かに、ある技術や製品が既存産業に対して大きな影響を与え、市場構造の転換や競争関係の再編をもたらす事例は数多く存在する。しかしその一方で、既存の産業や市場を直接的に置き換えることなく、それまで存在しなかった新たな活動領域や価値のあり方を創出することで成立するイノベーションも確認されている。

その代表例が、民生用空撮ドローンに代表される無人機分野である。ドローン産業は、従来の航空機産業や既存の撮影機器市場を単純に代替・破壊したのではなく、低空・個人利用・即時操作といった新しい使用文脈と価値基準を創出することによって成立した。ここで本質的であったのは、既存市場の侵食ではなく、新たな行為様式と価値領域の形成である。

また、新技術の登場によって既存市場が縮小した場合であっても、「破壊された」とされ

る側が完全に消滅するとは限らない。多くの場合、既存技術や製品は用途や位置づけを変えながら存続し、新旧の技術や価値体系が併存・再編される。たとえば、デジタルカメラの普及はフィルム市場を大きく縮小させたが、今日においてもアナログ写真は芸術表現や専門用途の分野において一定の価値を保持している。このように、イノベーションの帰結は、破壊か持続かという単純な二項対立では捉えきれない。

さらに、破壊を研究上どの指標で同定するのかという操作化の問題も残る。市場シェア、企業退出、顧客層の移動、価格構造の変化など、候補となる指標は複数存在するが、いずれを採用するかによって「破壊」と判定される範囲が変わり得る。このため、破壊概念は現象の説明力を持ちながらも、生成過程の比較分析に用いる際には、概念の同定条件を別途整備する必要がある。

以上の点から、破壊的／持続的といった成果基準にもとづく分類は、イノベーションの結果を整理する概念としては有効である一方で、すべてのイノベーション実践を十分に説明できるものではない。とりわけ、破壊を伴わずに成立する革新や、破壊の有無が文脈や時間軸によって相対化される事例を含めて考えると、結果に基づく静的二分法のみでは、イノベーションの生成過程や行為の構造を捉えるには限界がある。したがって、イノベーションを理解するためには、成果の分類を超えて、生成の前提や方法、行為の組織化に着目する視点が求められる。

このような議論を踏まえると、「破壊」はイノベーション活動そのものではなく、市場や産業構造に現れる動態的な帰結として理解される。破壊的イノベーションの理論は、変化の結果を観察し説明する枠組みとしては極めて有効であるが、変化そのものがどのように生み出され、いかに新しい価値構造が形成されていくのかという生成の過程を説明するには限界がある。言い換えれば、「破壊」は現象の一断面に過ぎず、イノベーションの本質はむしろ価値の生成と拡張の連鎖にあるといえる。

一方、前節で確認したように、Van de Venや沼上などイノベーションの生成過程に着目する研究は、分析の中心を個別事例における出来事の連鎖、関係者の行為と相互作用、および過程の非線形性を解明することに置かれている。また、Sarasvathy (2001) のエフェクチュエーション、Brown (2008) のデザイン思考およびRies (2011) のリーン・スタートアップなどは、不確実性のもとでイノベーションを生み出すための意思決定原理や実践的方法を提示している。これらの研究は、成果を基準とする分類研究より過程を重視しているものの、いずれも企業がイノベーションの生成に際していかなる方法を採用し、その方法と行為、さらに結果との連関といった包括的、統一的視点が欠けている。

そこで本研究では、「探索 (exploration)」と「深化 (exploitation)」という二つの行為様式に着目し、イノベーションの方法と過程を結びつけて分析するための包括的視点として両類型を位置づける。次章では、その理論的基盤と定義を整理する。

第2章 探索・深化型イノベーションの理論的基盤と分析枠組み

本章では、第1章における既存のイノベーション研究の検討を踏まえ、本研究が提示する「探索型イノベーション」と「深化型イノベーション」という分析概念の理論的基盤を整理するとともに、その分析枠組みを明確にする。

より具体的に言えば、企業や組織の行為様式に着目する分析の意義を理論的に検討し、「探索・深化」という視点がイノベーションの進行過程や方法の違いをどのように捉え得るのかを示す。あわせて、本研究全体を貫く分析の枠組みとしての位置づけを明らかにする。

2.1 探索・深化の理論的基盤

本研究では、イノベーションを「探索」と「深化」という二つの様式として整理する。この問題意識は、イノベーション研究に固有のものにとどまらず、より一般に、不確実性を内在する環境のもとでシステムがどのように行為を組織し、適応と変化を両立させるのかという複雑系科学の基本的問いと連続している。完全な情報や最適解が存在しない状況において、行為主体は、限られた資源のもとで、既存の枠組みを前提とした安定的な行為に集中するのか、それとも、不確実性を引き受けながら新たな可能性を試行するのかという選択に常に直面する。この二つの方向性は優劣の問題ではなく、不確実性下における行為様式の基本的な選択肢として理解することができる (Page, 2010)。

探索とは、既存の知識・方法・評価の枠組を相対化し、新しい可能性や仮説、構造を見出すために不確実性の高い方法を試みる行為様式である。

具体的には、試行、変異、リスクテイキング、新知識の発見や異分野間の知識結合など、未知の領域に向けて選択肢を拡張する行動を含む。他方、深化とは、既存の知識・資源・技術を活用し、効率性と確実性を重視しながら改良・最適化を積み上げる行為様式であり、既知の枠組みの中で価値の精緻化と安定化を図る営みである。重要なのは、この区別が成果の大小や新旧によって与えられるものではなく、行為と方法がどのような前提のもとで選択・組織されるのかという生成過程の水準で定義される点にある。

この違いは直観的にも理解できる。たとえば、既に存在が確認された鉱脈を掘る採鉱は既知の経路に沿った深化であり、未知の鉱脈を求めて地質調査から始める採鉱は高い不確実性の下で新たな経路を切り拓く探索である。

組織の文脈においては、この適応原理が学習行動の二分法として理論化されてきた。代表的には、March (1991) が探索 (exploration) と深化 (exploitation) という概念によって、組織が新しい知を生み出す活動と既存知を活用・洗練する活動の張力を整理している。この区分は、その後、組織学習、知識探索、資源配分および両利きの経営など、多様な研究領域において展開されてきた (March, 1991 ; Levinthal & March, 1993 ; Benner & Tushman, 2003 ; He & Wong, 2004)。しかし、イノベーションに対する関心は、必ずしも議論の中心に置かれてきたわけではない。また、探索と深化という二つの類型は示されているものの、方法から過程に至る包括的な分析は行われていない。

以上を踏まえると、探索と深化は特定の学派や経営現象に限定される概念ではなく、行為を組織する際に繰り返し現れる普遍的な適応原理として理解することができる。この分類は、生命進化や人間行動にまで遡る選択原理としても説明される。進化の過程では、遺伝的

な変異を導入する探索によって新たな可能性が切り拓かれる一方で、既存の適応特性を保持・活用する深化によって安定性が確保される (Page, 2010)。限られた資源条件のもとで未知の資源を探索するか、既知の資源を集中的に利用するかという選択は、生存行動の基本単位にも現れる。

この視点は、認知科学や行動科学、神経科学、そして人工知能研究においても一貫して確認されている。不確実な状況では人間は既存の枠組みを越えて探索的に情報を収集し、安定した環境では既知の知識に依拠した深化によって効率的に問題を解決する (Simon, 1955 ; Gigerenzer & Goldstein, 1996)。強化学習モデルにおいても、探索と深化のトレードオフは最適化戦略の核心に位置づけられている (Sutton & Barto, 2018)。神経科学の研究では、探索行動が前頭前皮質や前帯状皮質の活動と関連づけられ、深化行動が線条体の活動と結びつくことが報告されており (Blanchard & Gershman, 2017 ; Dombrovski & Hallquist, 2017)、探索と深化が生物・認知・人工システムを貫く適応構造であることを示唆している。

この普遍的な原理は、アルゴリズム設計や人工知能の分野にも対応する構造として確認できる。たとえば、シミュレーテッド・アニーリング (焼きなまし法; simulated annealing) は、初期段階で一時的に悪化した解を一定確率で受容し、より広い探索空間を移動することによって局所最適に陥ることを避け、全体構造を発見する探索的アルゴリズムである。この手法は、短期的な効率や安定性を犠牲にしながらも、長期的な最適性を志向し、失敗や誤差を許容する生成的・試行的アプローチを体現している。これに対し、ヒューリスティック (heuristic) は、限られた情報・時間・資源のもとで、既存知識や経験則に基づき迅速に満足解を求める手法であり、安定的・効率的な局所最適化を実現する深化的アプローチである (Wagner, 2021)。両者は、問題解決の基本戦略として「広範な探索」と「局所的深化」という異なる方略を体現しており、人工知能の設計論においても、探索と深化のトレードオフが知的システムの性能を規定する根本原理として機能している。

本研究が重視するのは、探索と深化を成果の大小や新旧による分類としてではなく、探索と深化という異なる方法論の視点から、イノベーションの方法的特徴と具体的な行為の展開との関係を分析する。したがって、探索・深化は、方法と過程を結びつけて捉えるための包括的な分析視点として位置づけられる。

以上の理論的背景に立脚し、次節では、探索型・深化型イノベーションを、①出発点、②方法、③行為、④成果という四つの観点から定義し、その特徴を整理する。

2.2 探索・深化型イノベーションの定義

本節では、前節で提示した分析視座にもとづき、探索型イノベーションおよび深化型イノベーションを、行為の生成構造の観点から定義する。以下では、それぞれの特徴を明確にする。

(1) 探索型イノベーションの定義と特徴

探索型イノベーションとは、既存の知識体系や確立された方法の有効性を前提にしえない不確実性の高い状況のもとで、新たな経路や構造を模索しながら問題解決を図る行為様式である。そこでは、選択される行動や経路の有効性は事前に保証されておらず、行為そのものが試行と学習を通じて方向づけられる探索的プロセスとして位置づけられる。

①出発点の特徴：未知の経路と高い不確実性

探索型イノベーションは、用いるべき手段や進行ルートがあらかじめ確定していない状

態から出発する。どのような知識や資源の組み合わせが有効であるかは事前には判断できず、既存の枠組みでは十分に説明できない課題領域に踏み込む必要がある。この段階では、行為者は限定合理性のもとで探索空間を広げながら、問題の所在や可能性の構造そのものを見極めていく (Simon, 1955 ; Levinthal, 1997)。

②方法の特徴：方向性を見立てとイレギュラーな方法選択

探索型イノベーションにおいては、明確な最適解や評価基準が存在しない状況のもとで、将来的な構造変化や価値の兆しを捉える方向性を見立てが方法選択の起点となる (March, 1991)。こうした見立てにもとづき、既存の認知の枠組や技術的前提を横断する知識結合や、非定型的・実験的な方法の試行が行われる。この過程では、既存体系との整合性よりも新たな可能性を開くことが優先され、方法選択は必然的にイレギュラーかつ柔軟なものとなる (Dosi, 1982 ; Fleming, 2001)。

③行為の特徴：反復的試行とリスクテイキング

探索型イノベーションにおける行為は、成功が保証されない試行を前提とした反復的な実践として展開される。失敗は例外ではなく、学習を通じて次の行為を修正するための重要な情報として組み込まれる。このような行為様式は、短期的な効率性や成果の確実性よりも、将来的な選択肢集合の拡張や構造発見を重視する点に特徴がある (March, 1991 ; Levinthal & March, 1993)。

④結果の特徴：創発的成果と新たな認知構造

探索型イノベーションの成果は、事前に設定された目標への到達としてではなく、行為の過程を通じて新たな構造や価値認識が創発的に形成される点に特徴がある (Arthur, 2009)。こうした成果は、新製品や新サービスの創出にとどまらず、新たな使用文脈や評価基準、さらには製品カテゴリや市場構造の成立として現れることも多い (Abernathy & Clark, 1985)。

(2) 深化型イノベーションの定義と特徴

深化型イノベーションとは、既存の知識体系や確立された技術・組織構造の有効性を信頼可能な前提として選択し、それらをより効率的かつ確実に活用することによって、継続的な改良と最適化を図る行為様式である。この点において、深化型イノベーションは、従来の研究において漸進的イノベーションや累積的技術進歩として整理されてきた諸概念と、成果的・経験的側面において連続性を有している (Schumpeter, 1934 ; Rosenberg, 1982 ; Tidd, Bessant & Pavitt, 2005)。

①出発点の特徴：既存の枠組みの選択と経路の継続性

深化型イノベーションは、すでに一定の妥当性や有効性が確認された技術、プロセス、市場構造を出発点とする。行為者は、過去の経験や蓄積された知識を信頼可能な基盤として位置づけ、その延長線上で改良の余地を見出す。このような経路依存的な進化は、組織ルーティンや能力の累積的变化として捉えられてきた (Tidd, Bessant & Pavitt, 2005 ; Nelson & Winter, 1982)。

②方法の特徴：既存体系との整合性を前提とした方法選択

深化型イノベーションにおいて採用される方法は、既存の認知構造や業務体系、技術アーキテクチャとの整合性を重視して選択される。重要なのは、用いられる資源が内部か外部かではなく、それらが既存体系の中で無理なく機能し、既存の評価基準や設計原理と適合しているかどうかである。こうした方法選択は、既存構造を前提とした改良や再配置として理解されてきた (Henderson & Clark, 1990 ; Baldwin & Clark, 2000)。

③行為の特徴：計画性と効率性を重視した実行

深化型イノベーションにおける行為は、評価基準や進行手順が比較的明確であり、実行管理や成果測定が行いやすい形で組織化される。行為者は既知の選択肢の中で最適解を追求し、短期的な成果の計画性と効率性を重視する。このような行動様式は、探索と対置される形で、既存知識の活用と局所的最適化として整理されてきた (March, 1991)。

④結果の特徴：性能向上と効率改善

深化型イノベーションの成果は、既存製品やプロセスにおける性能向上、品質改善、コスト削減といった形で具体化される。これらの成果は既存市場や既存顧客との親和性が高く、産業全体の生産性向上や競争力の安定的強化に寄与してきた (Rosenberg, 1982; Fagerberg, 2005)。この点において、深化型イノベーションは、後に持続的イノベーションとして整理された諸現象と成果面では連続性を有している (Christensen, 1997)。

以上をまとめると、探索型イノベーションは、不確実性の高い未知領域に踏み込み、方向性を見立てと反復的試行を通じて新たな構造を創出する生成的行為であるのに対し、深化型イノベーションは、既存の枠組みと整合的な資源活用を通じて、効率的かつ確実に成果を積み重ねる改良的行為である。両者の差異は、成果の大小だけではなく、出発点・方法・行為・結果という生成構造の違いとして整理される。

本研究では、この再定義にもとづき、表 1-2 に示す四つの観点から探索型・深化型イノベーションを対比し、具体的事例分析を通じて、その実践的構造を明らかにしていく。

表 2-1 探索型と深化型イノベーションの特徴

段階	探索型イノベーション	深化型イノベーション
出発点	未知の経路、不確実性の高い出発点	既存の枠組みの選択、低不確実性
方法	方向性の洞察に基づくイレギュラーのアプローチ	既存体系との整合を重視した資源活用
行為	リスクテイキングを伴う反復的試行	効率と計画性を重視した着実な実行
結果	新たな領域の創造と創発的成果	性能向上とコスト削減による改良・改善

2.3 本研究における「探索・深化」の位置づけ

これまでの分析で確認したように、探索と深化はイノベーション研究のコアコンセプトであり、その概念の一般性と意味合いが多くの分野での研究によって裏付けられている。本研究では、探索と深化を企業の具体的なイノベーション実践において、その生成過程全体を捉えるための二つの行為様式として位置づける。

この位置づけにもとづき、本研究では、イノベーション実践を「出発点」「方法」「行為」「成果」という四つの観点から分析する。出発点は、イノベーションがいかなる問題認識と前提から開始されたのかを示す。方法は、問題に対してどのような方向性とアプローチが採用されたのかを示し、行為は、その方法が具体的な開発活動や組織的实践としてどのように展開されたのかを示す。成果は、これらの過程を通じて形成された製品、技術、市場および改良の内容を示す。これら四つの要素を相互に関連づけることによって、探索型・深化型イノベーションの生成過程を共通の視点から総合的に整理・比較することが可能になる。この意味において、探索・深化は、本研究の分析全体を貫くコアコンセプトとして位置づけられ

る。

本研究で取り上げる具体的な事例選択も、この探索・深化という枠組みと密接に対応している。第二部では、DJIを対象として、新たな製品カテゴリや技術構造を構想し、試行錯誤を通じて方向性を見出していく探索型イノベーションの形成過程を検討する。これに対して、第三部では、レノボを対象として、既存の技術基盤や製品体系を前提としながら、CVCを媒介として外部企業との共同開発を通じて改良と最適化を積み重ねていく深化型イノベーションの形成過程を分析する。これら二社の事例は、探索・深化という概念が抽象的な理論枠組みにとどまらず、具体的な企業行動を整理・比較し、その生成過程を記述するうえで有効に機能することを示すために選定されている。

本研究の事例分析では、探索・深化型イノベーションの進行過程に加えて、それらの実践がどのような基盤的支援要素のもとで成立していたのかにも着目する。イノベーションは、具体的な個人や組織によって担われる行為であり、その展開は一定の支援条件によって下支えされている。本研究では、各事例に即して、探索や深化の実践がいかなる支援要素によって可能となっていたのかを検討する。

なお、このような視座は、近年の技術環境の変化とも密接に関係している。人工知能をはじめとする高度な情報技術の普及により、多くの反復的課題や効率化の要請は、既存の枠組みにもとづく深化的な行為によって処理されるようになりつつある。他方で、環境変化が激しく、不確実性や曖昧性を伴う課題に直面する状況においては、既存の前提に依拠しない探索的な行為や発想が不可欠であり、その重要性はむしろ増大している。本研究が提示する「探索・深化」の枠組みは、こうした状況を踏まえつつ、イノベーションを成果ではなく生成過程として捉え直すための分析的参照の枠組にもなる。

まとめると、本研究における「探索・深化」は、序章で提示した問題意識、第一部で整理した理論的視座、ならびに第二部および第三部で分析する具体的事例を結びつけるコアコンセプトとして位置づけられる。本研究はイノベーション実践における方法的特徴と行為の展開を分析するための行為様式として用いる。この分析視角と四つの分析要素を通じて、中国の電子機器企業におけるイノベーションの生成過程と、それぞれの実践を支える基盤的支援要素を明らかにする。

第二部

探索型イノベーション：DJI の事例分析

第3章 DJI の成長史とイノベーションの類型¹¹

第3～第5章までの第二部では、中国発の電子機器メーカーである DJI を対象として探索型イノベーションの展開に関する事例分析を行う。本章ではその前提として、DJI の成長過程を概観し、各段階において探索型イノベーションがどのような形で具体化されてきたかを整理する。

3.1 DJI の発展史

(1) 企業の理念と創業の背景

DJI (Da-Jiang Innovations Science and Technology, 大疆創新科技) は、2006 年に中国・深センで創業した、空撮用ドローン (フライングカメラ) および撮影用スタビライザーを中核とする撮影技術を開発・提供する中国発の電子機器メーカーである。とりわけ民生用ドローン分野においては、2015 年以降、世界市場で約 70%前後のシェアを占めると報告されており、同分野における世界的なリーディング企業として位置づけられている。

DJI のホームページによれば、同社の企業活動の出発点にあるのは、「想像力はすべての夢の源である」という認識である。DJI は、優れたクリエイターの想像力を現実の表現へと結びつけるための技術的ツールを提供することを自らの使命と位置づけ、単なる機器の製造・販売にとどまらず、創造的活動を支える技術基盤の構築を重視している点に特徴がある。こうした考え方は、同社が掲げる vision や mission においても明確に示されており、技術的イノベーションを製品開発の原動力としながら、空撮という形で誰もが「空を飛ぶ」体験を実現できる世界を目指す姿勢として表現されている。

また、DJI は自社の技術思想を「創造活動をよりシンプルにする」という言葉で説明している。ここでいう「シンプル」とは、単なる操作性の改善を意味するものではなく、従来は専門的技能や高度な機材を必要としていた撮影行為を、より多くの利用者が実行可能な形へと転換することを指しているとされる。さらに同社は、「イノベーション」と「完璧」の限界を広げることを企業の使命として掲げており、不可能とされてきた表現や技術的制約の先を実現可能にすることを通じて、社会や産業に影響を与えていく姿勢を強調している。こうした企業理念は、製品性能の追求だけでなく、人材の創造性や情熱を重視する価値観とも結びつき、DJI の事業活動全体を方向づける基調となっている。

このような DJI の企業理念や技術思想は、創業者である汪滔 (Frank Wang) の個人的な経験と問題意識に深く結びついている。DJI が掲げる「創造活動をよりシンプルにする」という考え方は、汪滔自身が長年にわたって向き合ってきた技術的課題と実践的試行の蓄積を背景として形成されてきたものと理解できる。

汪滔は幼少期から飛行機や航空機器に強い関心を示し、特にラジコン飛行機に熱中していた。家庭環境にも恵まれ、比較的自由に実験や試作を行うことができたことから、学生時代に至るまで数多くのラジコン飛行機を自作・操縦してきた。関係者へのインタビューによれば、その過程では機体の墜落や破損を繰り返し、結果として 100 機を超えるラジコン飛

¹¹ 本章の内容の一部は、2024 年 9 月に中国科学院において開催された企業イノベーション専門家研究会にて、「DJI 大疆創新の探索型イノベーション事例分析」として報告した内容を基礎としている。本章は当該報告にもとづき、内容を整理・修正したものである。なお、同報告には第4章で扱う内容の一部も含まれているが、第4章については別途学会報告にもとづき拡張・修正を行っている。

行機が失敗に終わったとされている。こうした反復的な失敗経験は、単なる趣味的活動にとどまらず、飛行体の安定性や制御精度に対する強い問題意識を形成する重要な契機となった。

汪滔の関心は、次第に「飛行体をいかに安定して制御できるか」という技術的課題へと収斂していく。本人の発言として伝えられているところによれば、彼にとっての理想は、外乱の影響を受けやすい飛行体が空中で安定的に姿勢を保持し続けることであり、この点に対して強い執着を有していたとされる。こうした関心のもと、汪滔は当初、華東師範大学の電子系に進学したものの、同大学の教育・研究環境が自身の志向と十分に合致しないと判断し、在学途中で退学する決断を下した。その後、改めて香港科技大学に進学し、飛行制御システムを中心とする研究に本格的に取り組むようになる。

香港科技大学在学中、汪滔は飛行制御アルゴリズムや姿勢安定化技術の研究を進め、ラジコン飛行機や無人航空機への応用を志向した実験的開発を継続していた。この過程で培われた技術的知見と問題意識は、研究成果を事業として展開する可能性を具体的に意識させるものとなり、指導教員であった李沢湘の支援を受けることで起業が現実的な選択肢として浮上した。李沢湘は、汪滔の技術的構想を評価し、創業時における最初の出資者として資金的支援を行ったとされている。

こうして汪滔は、志を同じくする三名の技術者とともに、計四名による体制で深センに拠点を移し、DJI を設立するに至った。創業当初の DJI において事業の出発点となったのは、汪滔が学生時代から研究・開発してきた飛行制御システムであり、当初はラジコン飛行機や無人ヘリコプター向けの技術として製品化が進められていた。

以上のように、DJI の設立は、汪滔個人の技術的関心にとどまらず、大学における研究活動、指導教員による初期投資、ならびに少人数の技術者による起業という具体的な条件のもとで形成されたものであった。この創業の経過は、DJI が当初から高度な技術的探求を基盤とし、新たな技術的可能性の開拓を志向する企業として立ち上げられたことを示している。

（２）企業の成長過程

DJI の成長は、創業時点において形成された技術的志向を出発点として、各時期に直面した技術課題と市場条件に対応しながら展開してきた過程として整理することができる。本節では、その発展を大きく二つの段階に分けて検討する。

第一の段階は、無人航空機（無人機）に関わる飛行制御技術を中心とした探索から出発し、それを基盤として空撮ドローンという新たな製品領域を切り拓き、パイオニアとしての地位を確立していく段階である。2006 年に深センで創業した DJI は、当初は数名規模の技術者によるスタートアップであり、ラジコン飛行機や無人航空機向けのフライトコントローラー開発に集中的に取り組んでいた。2009 年にリリースされた XP3.1 フライトコントローラーは、同社にとって最初の製品であり、マルチローター型無人航空機の安定制御という技術課題に対する具体的な成果を示すものであった。

2010 年以降は Ace One（自動操縦システム）などを通じて製品ラインナップの拡充が進められ、2011 年には無人航空機関連製品の提供が本格化するなど、飛行制御技術を軸とした関連技術群が段階的に形成されていった。この時期の DJI は、ラジコン飛行機愛好家や専門ユーザーを主な対象としつつ、制御アルゴリズムの改良と実装を反復しており、2010 年頃にはマルチローター型無人航空機向けの飛行制御システムにおいて、専門ユーザー層を中心に広く採用される状況が形成されていた。これらの動きは、完成品市場への本格参入以前に、無人航空機の飛行制御技術を中核とする企業基盤が構築されていたことを示してい

る。

こうした技術的蓄積を背景に、DJI は無人機を一体的なシステムとして構成する製品開発へと進み、空撮ドローンという新たな製品領域を切り拓いていった。2013 年には、カメラの姿勢を安定化させるブラシレスジンバルである Zenmuse シリーズおよびカメラ一体型の Phantom 2 Vision がリリースされ、飛行体と撮影機構を統合した空撮用途の製品構成が明確化された。あわせて空撮用アクセサリの展開も進み、無人機を中心とする撮影環境全体が製品として整えられていった。

2014 年には、HD リアルタイム画像伝送を可能にする Lightbridge、3 軸カメラジンバル H3-2D、手持ちジンバル Ronin、Phantom 2 Vision+ などが相次いで投入され、空撮システムとしての完成度が大きく高められた。同年には、世界初となるプロ向けカメラ一体型ドローン Inspire 1 が発表されるとともに、SDK のオープン化が進められ、外部開発者によるアプリケーション開発が可能となった。この段階において、「ドローン」という呼称は、従来の無人航空機とは異なる製品形態と利用様式を指す概念として社会的に共有されるようになり、DJI はその形成を主導する存在として位置づけられるようになった。

この時期、DJI の売上は 2011 年の約 420 万ドルから 2013 年には約 1 億 3,000 万ドルへと急増し、2014 年には約 5 億ドル、2015 年には 10 億ドルを超えたと報じられている¹²。また、2015 年には世界の商用ドローン市場において約 70%以上のシェアを占め、空撮ドローン分野における先導的地位が確立された¹³。2025 年時点においても、DJI は主要市場における支配的地位を維持しており、民生用ドローン市場における世界シェアは約 70%前後と推定されている¹⁴。

第二の段階は、世界トップのドローン企業としての地位を確立した後、その過程で蓄積された中核技術を他分野へと展開していく段階である。2015 年以降、DJI は Phantom 3 を中心とする空撮ドローン事業によって安定した成長基盤を形成し、空撮分野における製品体系と市場支配力を確立していった。これと並行して、Inspire シリーズや Phantom 4 に見られるように、障害物認識機能や自律飛行モードが導入され、無人機システム全体の高度化が進展していく。

こうしたドローン技術の成熟を背景として、DJI の技術は次第に異なる用途領域へと展開されるようになる。その一つが、農業用ドローン Agras MG-1 に代表される産業用途であり、空撮を主用途として発展してきた無人機技術が、作業・運用を前提とする領域へと拡張されていった。また同時期には、飛行体において培われた姿勢安定化技術や映像制御技術が、手持ち型撮影機器へと転用され、OSMO シリーズとして具体化していく。OSMO シリーズの展開においては、ジンバル制御といった中核技術が、製品形態を変えながら共有され、ドローン開発の過程で蓄積された安定化技術を基盤とする映像機器という新たな製品群が形成されていった。この技術展開は、後に登場する OSMO Pocket の開発へと連続していくものであり、第二段階における DJI の技術応用の広がり示している。

（３）現在の到達点

以上の二段階を経て、DJI は、創業以降の比較的短い期間のうちに、革新性と挑戦性を特

¹² DJI の売上高に関する数値は、Japan CNET による報道に基づく。同記事では、Dronelife.com が公開情報をもとに整理した分析および The Verge の報道内容が引用されている。

¹³ DJI の市場占有率に関する数値は、市場調査 Frost & Sullivan による推計を引用した報道に基づく。

¹⁴ Connected Commercial Drones Report 2025, GlobeNewswire

徴とするスタートアップ企業として成長し、空撮ドローン分野において大きな存在感を示すようになった。2016年5月には、DJIが「ユニコーン」として評価され、高い企業価値を有する非上場企業として国際的な注目を集めるようになった¹⁵。

その後も、DJIは現在に至るまで非上場企業であり、株式公開を行わない経営形態を維持している。胡潤研究院が公表した2023年の「胡潤グローバル・ユニコーン・ランキング」によれば、DJIの推定企業価値は約1250億元とされており、中国を代表するユニコーン企業の一つとして位置づけられている。

現時点においてDJIの主要な収益源は依然としてドローン関連事業であり、既存の報道や業界分析では、消費者向け製品が全体売上の大部分を占め、売上構成比はおよそ80%と報告されている¹⁶。DJI側は将来的な理想像として、売上構成を「約50%をドローン関連、約25%を映像機器、残る約25%を新規事業」が担う形として想定しているとされる。また、広報担当者の説明では、特定の分野を主・従として固定するのではなく、いずれの領域においても需要の境界を超えて技術的探索と突破を継続していく姿勢が示されている（高，2023）。

企業規模については、非上場企業であるため公的な財務情報は限定されているものの、各種報道や推計からその概況を把握することができる。売上高に関しては、中国メディア『南方都市報』が2022年の実績として約301億元人民幣元（約42億米ドル）を報じているほか、日本の経済産業省による推計では4,000～4,700億円（約40～47億米ドル）規模とされている。さらに、2025年時点のLeadIQによる推計では、年間売上高は約50億米ドルに達するとされている。

従業員数については、報告により差異はあるものの、2022年時点で約12,000～14,000人、2023年には約14,000人規模とされている。そのうち研究開発部門に従事する人材の比率は25～40%程度とされており、人的資源の面においても技術開発を重視する体制が維持されている¹⁷。また、中国国家知識産権局の統計によれば、DJIはドローン分野における年間特許取得数で複数年にわたり世界首位を維持しており、累計の特許出願件数は1万件を超えている。

拠点配置の面では、本社は中国・深センに所在しており、同地にはDJIの本社ビルである「天空の城」が設けられている。この施設は研究開発拠点としての機能に加え、設計・試作・検証が集約された拠点として位置づけ、創業者である汪滔自身も建築設計に関与したとされる。あわせて、北京や西安、米国、ドイツ、日本、オランダなどに研究開発拠点および地域オフィスを展開し、グローバルな事業運営体制を構築している。

製造体制については、DJIは主として深センを中心に生産拠点を配置し、ドローンおよび映像機器関連製品の研究開発と量産に対応している。製品の設計・生産管理は自社で統制されており、最終組立、調整、品質検査といった工程はDJI自身が担っている¹⁸。

深センの製造拠点では、組立工程および検査工程において高度な自動化が進められてお

¹⁵ MarketWatch（2016年5月27日）は、米国におけるドローン市場拡大を報じる記事の中で、DJIを企業価値10億ドル以上の未上場企業として「unicorn startup」と表現している

¹⁶ DJIは非上場企業であるため事業別売上構成の公式数値は公表されていないが、金融メディアおよび業界分析では、消費者向け無人機製品が売上全体の80%超を占めると報じられている。一方、第三者による市場推計では、消費者向け無人機事業が全体売上の約60%程度を占めるとの分析も存在する。いずれも推計値である（sina.com 2025, 5）（chinahpsy.com 2026. 1）

¹⁷ DJIの従業員数および研究開発人材の構成比については、DJI公式情報ならびにReuters、CNBCなどによる企業報道に基づく。

¹⁸ DJI, “From Manufacturing to Design: Shenzhen’s Role in DJI’s Growth,” DJI Newsroom,

り、部材管理にはスマート倉庫システムが導入されている。また、生産ラインは製品構成や需要変動に応じて柔軟に再編成可能な構造を採用しており、画像認識技術や各種センサーを用いた検査システムによって、出荷前の品質管理が行われている¹⁹。

このような自社主導の製造体制は、深センに集積する電子部品サプライチェーンとの近接性を背景として、開発と量産を密接に連動させる基盤として機能しており、DJI の製品開発スピードおよび品質水準を支える重要な要素となっている。

以上のように、DJI は創業期の技術探索段階、空撮ドローン分野におけるパイオニアとしての確立期を経て、現在では非上場・独立経営を維持したまま、世界市場において支配的な地位を占めるハイテク企業にまで到達している。

3.2 DJI のイノベーションの影響力と基本類型

DJI が導入した民生用ドローンは、新たな製品カテゴリと用途を生み出した。市場の形成と拡大に伴って、業界構造や航空規制にも変化をもたらしてきた。本節では、こうした変化を、(1) 製品カテゴリの形成と用途の拡張、(2) 市場の形成と業界構造への影響、(3) 航空規制への波及という三つの側面から整理し、DJI のイノベーションの基本的類型を提示する。

(1) 新たな製品カテゴリの形成と用途の拡張

2013 年に DJI が発売した「Phantom 1」は、それまで既存の製品分類体系の中には明確に位置づけられていなかった、新しいタイプの製品として登場した。従来、無人航空機 (UAV) は主として軍用途や研究用途、あるいは模型・ホビー用途に限定されており、空撮を行うには高度な操縦技術や専門的な改造、周辺機器の組み合わせが必要であった。

Phantom 1 は、GPS を用いた自律航行制御、三軸ジンバルによる安定したカメラ制御、バッテリーと機体を一体化したモジュール構造を組み合わせることで、一般ユーザーでも箱から出してすぐに高品質な空撮を行うことを可能にした。この点において Phantom 1 は、既存の UAV 技術を単に高性能化した製品ではなく、一般消費者による空撮利用を前提とした新たな製品概念を提示したといえる。

この製品カテゴリは、軍用・業務用・ホビー用途とは異なり、「誰でも操作可能であること」「市販価格で入手可能であること」「高い映像品質を備えること」「自律飛行機能を有すること」といった複数の要素を同時に満たしていた点に特徴がある。こうした要素の組み合わせは、従来の無人機カテゴリや撮影機器カテゴリのいずれにも完全には適合せず、既存の枠組みでは捉えきれない新しい用途領域を形成した。

結果として、空撮はプロフェッショナルや一部のマニア層に限定された行為ではなく、一般の趣味層や SNS ユーザーへと急速に広がった。2010 年頃まで、一般ユーザーによる空撮は事実上困難であり、商業用無人機市場も高価格帯の限られた機体にとどまっていたが、Phantom 1 の登場を契機として空撮技術の一般化が進展した。その後、2016 年の「Mavic」シリーズ、2020 年以降の「Mini」シリーズでは、軽量性・携帯性・操作性・規制適合性を同時に満たす製品が相次いで投入され、民生用ドローン市場は一層拡大していった。

このように市場と用途が安定化する過程において、無人航空機は統計・貿易・規制の各制度においても独立した製品区分として扱われるようになった。国際的な貿易統計では、2022

¹⁹ 36Kr Japan 「ドローン世界最大手 DJI、深圳の製造拠点で進める自動化と品質管理」

年の HS 改訂により「無人航空機 (HS 8806)」²⁰が新たに設定され、従来の航空機や無線機器、ホビー製品とは区別された形で分類されている。これは、Phantom 1 に代表される民生用ドローンが、用途・市場・技術構成の面で既存カテゴリから分離した製品領域として、制度的にも認識されるに至ったことを示している。

民生用ドローンという製品カテゴリの成立後、その用途は空撮にとどまらず、農業、防災、インフラ点検といった生産活動に近い領域へと拡張していった。こうした用途の広がりを通じて、ドローンは単なる空撮機器としてではなく、多様なセンサーと通信機能を備えた汎用的な空中プラットフォームとして位置づけられるようになっていく。

(2) 市場の形成と業界構造への影響

民生用ドローンという新たな製品カテゴリの成立は、既存の無人航空機市場とは異なる形で、新たな需要と利用者層を生み出した。Phantom 1 に代表される DJI の民生用ドローンは、専門的な操縦技術や設備を前提とせずに空撮を可能にしたことで、従来は市場の周縁に位置していた一般消費者や小規模事業者を主要な利用主体として取り込んだ。これにより、空撮は特定の専門領域に限定された行為ではなく、日常的な撮影や業務活動の一部として市場に定着していった。

このような需要の拡大に伴い、民生用ドローン市場は、従来の航空機市場や模型・ホビー市場とは異なる独自の構造を形成することとなった。加えて、Phantom 1 を起点とする製品進化と需要拡大により、関連市場への参入企業数や生産規模も急速に拡大している²¹。機体本体に加え、カメラ、ジンバル、制御ソフトウェア、バッテリーといった複数の要素が一体化された製品構成は、従来の部品単位で分断されていた取引関係を再編し、完成品を中心とする市場構造を強めた。とりわけ DJI は、飛行制御や映像制御といった中核技術を自社で統合することで、製品全体の性能と使用体験を一体的に設計し、市場における主導的な地位を確立していった。

その結果、民生用ドローン市場では、単なる機体販売にとどまらず、ソフトウェア更新、周辺機器、アフターサービスを含む継続的な価値の提供が重視されるようになった。こうした市場の性格は、ドローンを単発的に購入される耐久財としてではなく、使用を通じて機能や価値が拡張されるシステム製品として位置づける方向へと導いたといえる。

さらに、民生用ドローンの普及は、関連産業にも波及的な影響を及ぼした。映像制作、測量、農業、防災、インフラ点検といった分野では、ドローンを前提とした新たな業務形態やサービスが生まれ、市場の裾野が拡大していった。これらの変化は、DJI の製品展開によって形成された市場が、単一の製品市場にとどまらず、複数の応用分野を内包する基盤的な市場へと発展していったことを示している。

このように、DJI の民生用ドローンは、新たな需要の創出を通じて市場を形成すると同時に、その市場構造や取引関係、価値創出のあり方にまで影響を及ぼしてきた。こうした市場の変化が累積するなかで、既存の制度や規制との齟齬が顕在化し、制度環境の見直しが求め

²⁰ HS は、世界税関機構 (WCO) が管理する国際的な貿易分類体系であり、各国の輸出入統計や通関実務の基礎となっている。2022 年改訂 (HS2022) では、新たに項目 88.06 「Unmanned aircraft (無人航空機)」が設けられ、最大離陸重量に応じて 8806.21 (250g 以下)、8806.22 (250g 超～7kg 以下) などの細分類が設定された。従来は航空機 (HS 8802) や無線機器、模型・ホビー製品などに分散して分類されていた民生用ドローンが、独立した製品区分として国際貿易統計上明確に位置づけられることとなった。

²¹ 中国の産業統計によれば、ドローン関連企業数は 2022 年に約 1,300 社、2023 年には約 1,700 社へと増加しており、2025 年には 2,000 社を超えると推定されている。関連産業の生産額も、2022 年に約 750 億元、2023 年に約 960 億元に達し、2025 年には 1,000 億元を超える見通しとされている。

られる状況が生じていくことになる。

（３）新産業の創出による航空規制への波及

DJI による民生用ドローンの急速な普及は、安全性、プライバシー、セキュリティといった観点から、各国における制度・規制の整備を促す要因となった。従来の航空法制は、有人航空機や限定的な無人航空機の運用を主な対象としており、一般ユーザーが小型ドローンを日常的に利用する状況を十分に想定していなかったためである。

中国では、民生用ドローンの利用拡大を背景として、2016 年に中国民用航空局（CAAC）が登録制度を導入し、その後も機体重量や飛行高度に応じた区分、飛行許可制度、実名登録や機体識別といった枠組みが段階的に整備されてきた。これにより、軽量機体を含む民生用ドローンが、航空の安全性の観点から制度的な管理対象として明確に位置づけられるようになっていく。

日本でも、民生用ドローンの利用拡大を受けて航空法制の見直しが進められ、200g 以上の機体を対象とする規制枠組みの整備に加え、機体登録制度、操縦者要件、遠隔識別装置の搭載といった制度が導入されてきた。さらに、有人地帯における自動飛行を想定した「レベル 4 飛行」に関する制度区分が整備されるなど、ドローンを前提とした運用環境の制度化が段階的に進展している。

国際的にも同様の動きがみられる。米国では連邦航空局（FAA）が「Remote ID」制度を導入し、機体識別や位置情報の送信を義務化した²²。EU においては欧州航空安全機関（EASA）によるリスクベースの分類制度が整備され、運用内容や環境に応じた段階的な規制枠組みが採用されている²³。

このように、DJI に代表される民生用ドローンの普及は、従来存在しなかった製品と市場を切り拓き、その過程で各国の制度・規制環境にも調整を促す契機となった。DJI は、本分野における先駆的な企業として、多数の製品開発と技術的試行を通じて探索的なイノベーションを積み重ね、民生用ドローンという新たな産業領域の形成を主導してきたと位置づけることができる。もっとも、こうした産業の発展は企業単独の取り組みによって生じたものではなく、各国政府による制度整備や政策的支援と相互に作用しながら進展してきた点にも留意が必要である。

（４）DJI のイノベーションの基本的類型

前述のように、DJI の民生用ドローンは、新たな製品カテゴリを開拓し、新たな産業の形成をもたらした。加えて、航空規制への重大な影響を考えると、DJI のドローンの開発は正に探索型イノベーションの基本的な条件を満たしている。第 2 章で定義したように、既存の知識体系や確立された方法を前提とせず、試行と学習を通じて新たな方向性や構造を見出していく行為様式を指す。本節で整理した事実からは、DJI のイノベーションの基本的類型として探索型イノベーションとしての傾向性が示されている。

後続の章では、この探索型イノベーションの基本的特徴を事例研究を通して詳しく分析

²² 米国では連邦航空局（FAA）が 2021 年に「Remote ID」制度を導入し、すべてのドローンに識別情報と位置情報のブロードキャスト機能を義務付けた。製造者には 2022 年からの対応が求められ、操縦者には 2023 年以降の段階的な実装が求められている。さらに、飛行禁止区域情報やリアルタイム通知を提供するジオフェンシング機能が標準搭載され、公共安全との両立が進んでいる。

²³ EU では 2021 年から欧州航空安全機関（EASA）による「リスクベース分類制度」が開始され、「オープン」「スペシフィック」「サーティファイド」という三つのカテゴリで運用されている。

することとする。

3.3 第二部の具体的事例研究の焦点と構成に関する説明

第二部では、前述の類型の傾向性を前提として、DJI における探索型イノベーションの具体的な進行過程とその特徴を、ケーススタディにもとづいて検討する。

第二部の二つのケースにおける分析の焦点は、以下の三点に整理される。

第一に、探索型イノベーションの行為と過程そのものに着目する。具体的には、第2章で提示した「出発点」「方法」「行為」「成果」という分析視点にもとづき、DJI における探索がどのように構想され、いかなる方法と行為を通じて展開され、その結果としてどのような成果が形成されていったのかを整理する。

第二に、探索の継続を可能にした基盤的な支援要素に着目する。DJI における探索型イノベーションは、主として企業内部における開発行為として展開されてきたため、その進行は個々の技術者や開発組織の行為に強く依存している。本研究では、このような内源的な探索を、人および組織の行為として捉え、それを可能にしていた組織的条件や価値観を、基盤的な支援要素として分析対象とする。

第三に、探索型イノベーションが展開された背景としての企業成長段階に着目する。DJI における探索を、企業成長の初期段階という背景と、一定の技術蓄積と事業基盤が形成された後の段階という背景に位置づけ、それぞれに対応する二つの事例を通じて検討する。具体的には、第4章では企業成長の初期段階において展開された空撮ドローンの開発を取り上げ、基礎的な技術探索を起点として新たな製品領域が形成されていく過程を分析対象とする。これに対して第5章では、一定の技術蓄積を踏まえつつ再び探索が展開する局面として、OSMO Pocket の開発事例を取り上げる。両事例は、企業成長という背景の違いに応じて探索型イノベーションのあり方がどのように変化するのかを示す、相互補完的なケースとして位置づけられる。

第4章 ケース1：空撮ドローンの開発における DJI の探索²⁴

本章では、空撮ドローンの開発を中心とした DJI の製品開発活動を対象として、同社における探索型イノベーションの展開を検討する。企業成長の第一段階（スタートアップ段階）で、DJI がどのように無人機関連技術の探索を進め、それを製品開発として具体化してきたのかに着目し、探索型イノベーションがいかなる行為過程として組織されてきたのかを分析する。

分析にあたっては、空撮ドローンという製品領域の形成過程を事例として取り上げ、DJI の探索的な開発活動がどのような要素と特徴を備えていたのかを整理することで、企業成長の第一段階における探索型イノベーションの重要な構成要素を明らかにする。

4.1 研究のアプローチ

本節では、本章の分析に用いる資料と分析方法を整理する。

本章で用いる一次資料は、2024 年 2 月 27 日に中国・深センにおいて実施した DJI への企業訪問および関係者に対する半構造化インタビューに基づいている。当日は午前中に、DJI 元開発副総裁へのインタビューを行い、創業期における技術探索の出発点、空撮ドローン開発の基本的な製品思想、ならびに組織文化の特徴について聞き取りを行った。午後には、DJI 本社において現役の開発部門責任者へのヒアリングを実施し、空撮ドローン製品群における技術の進化、製品概念の整理、ならびに市場拡大の経緯について説明を聞いた。

表 4-1 DJI に関する調査・資料一覧

区分	実施日	場所・出所	対象・資料	主な内容
一次資料	2024 年 2 月 27 日	深セン	DJI 元開発副総裁 (1 名、下記 A)	創業期の技術探索、空撮ドローン開発の出発点、組織文化・製品思想
一次資料	2024 年 2 月 27 日	深セン (DJI 本社)	DJI 開発部門責任者 (2 名、下記 B, C)	技術の進化、空撮ドローン製品群の構成、製品概念の形成、市場拡大の経緯
二次資料	随時収集	DJI 公式サイト・公式発表	製品発表資料、技術紹介資料	製品仕様、技術構成、製品世代の変遷
二次資料	随時収集	メディア・専門誌	DJI 関係者インタビュー記事	開発思想、製品戦略、技術的特徴に関する補足情報
二次資料	随時収集	書籍・業界レポート	ドローン産業・DJI 関連文献	産業構造、市場形成、技術的位置づけ

²⁴ 本章は、2024 年 12 月 13 日に開催された中国発展戦略学研究会 企業イノベーション発展戦略専門委員会 2024 年度学術年会（論文ワークショップ NO.1 「企業イノベーション事例」）において、「探索型イノベーションの基本特征と关键要素—DJI の事例分析」として報告した内容を基礎としている。当該報告に対して、陈邵锋先生、欧阳桃花先生、童泽林先生より有益なコメントが示された。本章は、それらのコメントを踏まえ、内容を拡張・修正したものである。

これらの一次資料に加え、本章では DJI の公式発表資料、製品仕様・技術紹介ページ、関連するインタビュー記事、ならびにドローン産業に関する既存文献や業界レポートといった二次資料を補助的に使用している。本章で用いる DJI に関する調査・資料の概要を、以下の表 4-1 に示す。

本章の分析は、質的研究方法を用いて、収集したインタビュー資料および関連資料を分析単位ごとに整理し、そこから重要な概念や特徴を抽出・整理する形で行っている。具体的な分析手続きについては、序章において述べた方法に従う。

次節から、DJI を取り巻くドローン開発における技術的出発点を整理したうえで、空撮ドローン製品群の開発における探索型イノベーションの特徴と構成要素を検討する。

4.2 ドローン開発における DJI の技術的出発点と探索経路

第 3 章で述べたように、DJI が民生用ドローン分野において本格的な製品開発に着手した当時、無人航空機を取り巻く市場および技術環境は、まだ未成熟な段階にあった。軍事用途を中心とする無人機は、高価格かつ高度に専門化された装備であり、一般消費者による利用を前提とした製品体系や技術基盤はほとんど整備されていなかった。また、民生分野においては、ラジコン飛行機や簡易な模型機が存在していたものの、安定した飛行や撮影用途を前提とした技術は十分に確立されていなかった。

このような状況のもとで、DJI の製品開発は、既存の民生市場を前提とするのではなく、「安定的に飛行し、誰でも扱うことができ、かつ高品質な空撮を実現できる無人機はいかにして可能か」という技術的問いそのものから出発して進められた。すなわち、DJI にとっての探索は、既存製品の性能改善や差別化を目的とするものではなく、未成熟な技術構造の中に存在する課題を一つひとつ解きほぐしていく過程として展開された。

こうした技術的問いの背景には、第 3 章で紹介したように、創業者である汪滔による無人飛行機への強い関心と問題意識があった。汪滔は、模型飛行機や無人航空機に関わる経験を通じて、操縦者の熟練度に大きく依存しない安定した飛行制御の実現こそが、無人機の応用可能性を左右する基礎的条件であると捉えていた。すなわち、「飛行体をいかに安定して制御できるか」という課題は、DJI における技術探索の出発点であり、その後の製品開発を貫く中心的な問題設定であった。

この段階における DJI の取り組みは、完成された製品像を前提にした技術を組み合わせるものではなく、安定飛行という根源的な課題に対して、どのような技術要素が必要となるかを見極めていく探索として進められていた。

以下では、インタビュー資料および公開情報をもとに、この技術的出発点を踏まえながら、DJI がどのような課題設定のもとで探索を進めていったのかを検討する。

(1) 飛行制御技術の探索

飛行制御システム（Flight Controller、以下「飛行制御」）は、ドローンが安定した飛行を実現する上で不可欠な中核技術である。しかし、黎明期のマルチローター型無人機においては、機体を一定の位置に保持するホバリングの実現自体が困難であり、この技術的制約が無人機の実用化を長らく阻んでいた。

2000 年代半ばにおいて、無人機分野で主流であった技術アプローチは大きく二つに分かれていた。一つは無人ヘリコプターであり、構造上ホバリング能力を備える一方で、機体構造や操縦が複雑で、大衆市場への展開には制約が大きかった。もう一つはマルチローター型

飛行体である。こちらは構造が比較的単純で、部品構成のモジュール化やコスト低減の可能性を有していたが、当時は飛行制御技術が未成熟で、自律的な姿勢安定やホバリングを実現できず、実用性は限定的であった。

このような状況の中で、DJI 創業者の汪滔は、回転翼航空機の制御理論に関する研究成果を手がかりとして、マルチローター型無人機の可能性を再評価するに至った。インタビューによれば、汪氏は「安定した自律飛行を実現するためには、飛行制御技術そのものに突破口を見出す必要がある」と捉えており、飛行原理と制御アルゴリズムに関する自身の知見を踏まえ、マルチローター構造が有する潜在的価値に着目していたという。ここにおいて、マルチローター型無人機は「操縦が難しい未成熟な構造」から、「制御技術次第で大きく可能性が開かれる対象」へと新たに位置づけられた。

DJI は創業初期において、ヘリコプター向けの飛行制御システム開発を通じて技術的経験を蓄積しつつ、次第にマルチローター飛行制御という不確実性の高い領域へと探索の重心を移していった。2006 年以降、試行錯誤を重ねながら開発を継続した結果、XP シリーズや WooKong シリーズといったマルチローター用飛行制御システムが順次投入され、自律ホバリングや姿勢安定化の実現可能性が徐々に高まっていった。

2012 年にリリースされた WooKong-M 飛行制御システムでは、GPS を用いた定点ホバリングや複数ローター構成への対応が可能となり、マルチローター型無人機の安定飛行に関する技術的基盤が大きく前進した。同年、この飛行制御技術を組み込んだ一体型小型ドローン Phantom 1 が製品化され、マルチローター無人機は初めて実用的な空撮プラットフォームとしての姿を獲得するに至った。この過程は、飛行制御技術を起点とする探索が、製品化へと結実していく一つの到達点を示すものである。

（２）ジンバル安定化技術の探索

ドローンにおける安定した飛行が実現されつつあった一方で、空撮用途においては、飛行の安定性それ自体が必ずしも映像品質の安定を保証しないという新たな課題が顕在化していた。機体がホバリングしていても、振動や姿勢変化、外乱の影響によってカメラ映像には大きな揺れが生じ、実用に耐えうる空撮映像を得ることは容易ではなかった。

当時、空撮を試みるユーザーの多くは、GoPro などのアクションカメラを無人機に搭載し、市販の簡易的なジンバルや自作の安定化装置を組み合わせることで映像品質の改善を図っていた。しかし、これらの方法では応答速度や制御精度に限界があり、飛行中の機体挙動から撮影機構を十分に切り離すことは困難であった。この状況は、空撮体験の質を左右する問題が、飛行制御とは異なる次元に存在していることを示していた。

DJI 創業者の汪滔は、海外の代理店やユーザーとの継続的な交流を通じて、飛行制御技術の向上だけでは空撮用途における本質的な課題が解決されないことを認識するに至った。すなわち、安定した映像を実現するためには、撮影機構そのものを機体の運動から切り離し、独立して制御する必要があるという見立てが形成されたのである。この認識は、従来の補助的な安定化装置としてではなく、ジンバル技術を空撮システムの中核要素として位置づけ直す転換点となった。

こうした見立てのもとで、DJI は市販部品の組み合わせや既存技術の延長ではなく、自社による高性能ジンバルの開発に取り組むことを選択した。多軸ジンバルの実現には、高精度な姿勢検出、高速応答を可能とする駆動系、制御アルゴリズムの統合といった複数の技術的課題が存在しており、その成立可能性は当初から自明であったわけではない。試作と改良を重ねる過程を経て、DJI は 2013 年前後にブラシレスモーターを用いた直接駆動式三軸ジン

バルを完成させ、Zenmuse シリーズとして製品化した。

Zenmuse に代表される多軸ジンバル技術の確立により、飛行中に機体が外乱を受けても、カメラは独立して安定した姿勢を保持することが可能となった。また、ジンバル制御と飛行制御を一体的に設計・統合することで、空撮システム全体としての安定性と再現性が大きく向上した。この段階において、ドローンは安定して「飛ぶ」だけでなく、安定した「映像を取得する」プラットフォームへと位置づけられるようになったといえる。

（３）高精細デジタル映像伝送技術の探索

ドローンによる安定飛行および高品質な空撮映像の取得が可能になった一方で、操縦者がそれらの情報をいかにリアルタイムで把握するかという新たな課題が顕在化していた。飛行制御やジンバル安定化が高度化しても、操縦者が遅延や劣化を伴う映像しか確認できなければ、遠隔操作の精度や安全性には限界が生じる。すなわち、「飛ぶ」「撮る」ことが可能になっても、「即時に把握し、判断する」ための情報基盤が整備されていなければ、空撮用途としての実用性は十分に確保されないという問題が浮かび上がっていた。

当時、多くの無人機ではアナログ方式や Wi-Fi を用いた映像伝送が採用されていたが、これらの方式は解像度や伝送距離、遅延、耐干渉性の面で制約が大きく、機体性能の向上に伴ってユーザー体験を制限する要因となりつつあった。とりわけ、飛行距離が伸びるにつれて映像品質が急激に低下し、操縦判断に必要な情報を安定して得ることが困難になる点は、空撮用途における本質的な課題であった。

このような状況のもとで、DJI は映像伝送技術を単なる補助機能ではなく、飛行制御や撮影機構と同等に重要な中核要素として位置づけた。すなわち、高品質な空撮体験を成立させるためには、操縦者が遠隔地からでも遅延の少ない高精細映像を安定して受信できる情報経路を構築する必要があるという見立てが形成されたのである。この見立ては、既存の通信方式の延長ではなく、映像伝送システムのアーキテクチャそのものを再設計する方向へと探索を導いた。

DJI はこの課題に対して、従来主流であった双方向通信を前提とする Wi-Fi 方式ではなく、下り通信に特化したデジタル映像伝送方式を採用するという選択を行った。この設計は、操縦者への映像伝送を最優先事項として位置づけ、限られた周波数帯域を効率的に利用することを狙ったものであったが、当時としては一般的な解ではなく、その成立可能性には不確実性も伴っていた。

2014 年に発表された Inspire 1 に搭載された自社開発のデジタル映像伝送システム「Lightbridge」は、こうした探索の成果として位置づけられる。Lightbridge により、高精細な映像を長距離かつ低遅延で地上へ伝送することが可能となり、操縦者は飛行中の機体状態や撮影対象をリアルタイムで把握できるようになった。この段階において、ドローンは安定して飛行し、鮮明な映像を撮影するだけでなく、それらの情報を即時に操縦判断へと結びつける統合的な空撮プラットフォームとしての性格を獲得するに至った。

（４）小括

上記の探索経路は、飛行制御システム、ジンバルシステム、画像伝送システムといった中核技術の探索と、消費者向けドローンという新たな分野の定義へとつながる流れとして理解できる。図 4-1 は、そのプロセスを示している。

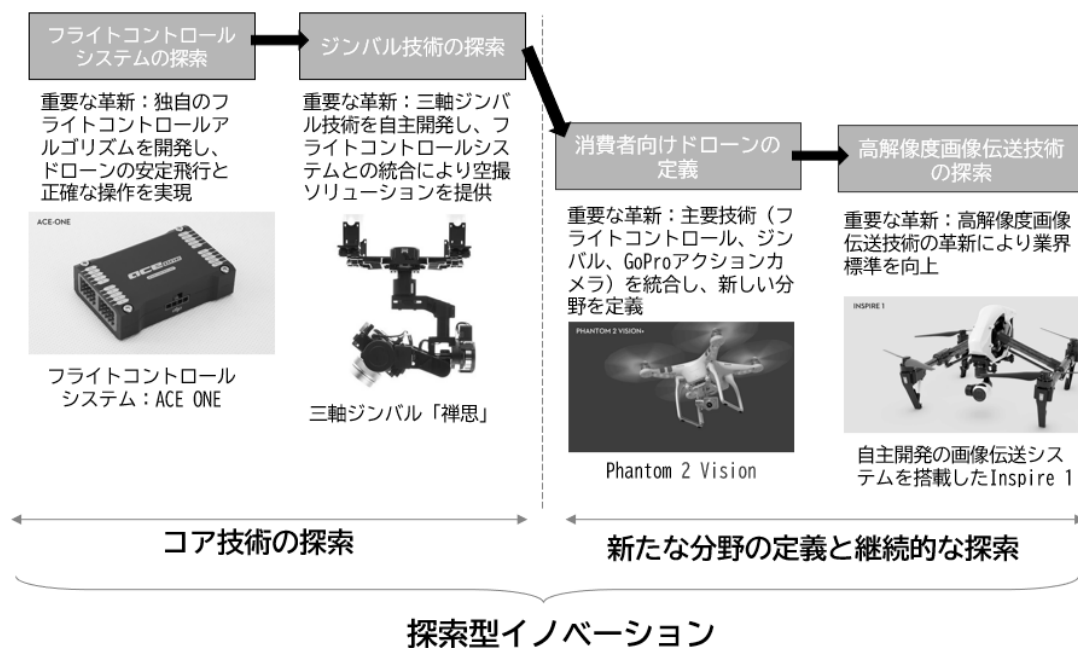


図 4-1 DJI の中核技術における探索の経路 (第一段階)

4.3 ドローン開発における DJI イノベーションの特徴

本節では、収集した資料に対して行ったコーディング作業の結果にもとづき、DJI における探索型イノベーションが実践の中で示した主な特徴を整理する。具体的には、インタビュー記録や一次資料を対象としてオープンコーディングを行い、得られた概念をサブカテゴリへと整理したうえで、さらにそれらを統合するかたちでカテゴリを構成した。

こうした手順によって抽出された概念を整理した結果、DJI の探索型イノベーションには、いくつかの顕著な特徴が確認された（表 4-2 参照、次頁）。以下では、表 3-2 に示したカテゴリ構成にもとづき、各特徴について順に詳述する。

（1）方向性の選択：未知の経路と高い不確実性への挑戦

DJI の探索型イノベーションは、未知の領域を自ら切り拓き、高い技術的・市場的风险を敢えて引き受ける方向性の選択から始まっている。その典型例として、創業者の汪滔は創業当初、技術的に成熟し市場も存在していたヘリコプター向け飛行制御システムの開発をあえて中止し、当時は飛行の不安定さなど未解決の課題が多く高リスクと見做されていたマルチローター型ドローンの技術開発に注力する決断を下した。結果的にこの大胆な方向転換が技術的ブレークスルーをもたらし、DJI はマルチローター分野で他社に先駆けて優位性を確立するに至った。

この未知への挑戦姿勢は、その後の製品開発プロジェクト全般にも貫かれている。インタビューでは B 氏が、大型シネマカメラ「Ronin 4D」の開発秘話を紹介している。Ronin 4D は画期的な「4 軸安定化機構」や「LiDAR フォーカス（レーザー測距オートフォーカス）」、フルサイズ・センサーによる動画撮影機能などを備えた革新的製品であるが、その開発には 5 年を要し、完成まで直接的な収益を生まなかった。B 氏は「多くの商業企業であれば、これほど長期間収益を生まない開発プロジェクトにゴーサインは出ないだろう。しかし我々は、この製品が業界に与える影響の大きさを信じて粘り強く投資を続けた」と語っている。最終

的に Ronin 4D は従来にはない撮影体験を提供する製品として市場に受け入れられ、大きな成功を収めた。この事例は、明確な見通しや近視眼的な利益が得られない状況下でも未知の可能性に賭け、粘り強く技術開発を継続するという DJI の探索型イノベーションの真骨頂を示している。

表 4-2 DJI の探索型イノベーションの主な特徴

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング（原文記述）
探索型イノベーション	方向選択：未知の探索、リスクの引き受け	汪滔は創業初期において、技術的に成熟していたヘリコプター型フライトコントローラーをあえて採用せず、マルチローター無人機という新領域に挑戦した（A）。この方向選択には技術的・市場的に大きなリスクが伴っていた。また、DJI は明確な開発ルートや道具が存在しない状況下でも、大胆な試行と継続的な反復によって新領域の開拓を進めた（A, B）。
	イノベーション方法：直観的洞察と異質的分野の融合	汪滔は、従来の市場調査や技術指標に依拠することなく、ラジコン機の操縦経験にもとづく直観的洞察から、製品全体の方向性を示した。この洞察は、特定の工学分野に閉じた発想ではなく、技術要素と使用体験を統合的に捉える認識に支えられていた（A）。DJI の開発体制には、電子・機械系の技術者に加え、操縦経験を有するフライヤーが組み込まれており、操縦実践を通じて得られた知見が、複数の技術領域を横断する設計・改良に反映されている（A, B, C）。
	イノベーション行動：全員参加とアイデアの迅速な具現化	DJI では、インターンを含む全社員が重要プロジェクトのイノベーションに参加でき、その提案が実際の製品に反映される可能性がある。部門横断的な協働体制により、異なる知識が統合され、アイデアが迅速に製品化される（B, C）。
	イノベーション成果：独創性と革新性	DJI の製品は、単なる撮影補助機器としてではなく、操縦者が空間を主体的に体験するための道具として受け止められるようになった（B）。DJI のドローンは、専門的な知識や訓練を要する機器から、一般ユーザーでも扱える製品として認識されるようになった（A, B）。「穿越機（First-Person View ドローン）」などの新製品は、全く新しい飛行体験と画期的な操作モードを提供し、ユーザーに没入感のある一人称視点の楽しさをもたらした（B）。

（2）イノベーション方法：直観的洞察と異質的分野の融合

DJI の革新的手法は、ラジコン機の操縦実践を伴う開発者自身の経験にもとづく直観的洞察によって問題の本質を見極め、開発と運用の境界をまたぐ発想によって技術的ブレークスルーを図る点に特徴がある。創業者である汪滔は、幼少期からラジコン機の操縦や試作を繰り返す中で、飛行体の不安定さや操作の困難さに強い問題意識を抱いており、「指示した

方向に即座に飛ぶ」「空中で自律的に静止する」といった機能ビジョンを早い段階で明確に描いていたとされる。関係者 A 氏もこの点について、「汪汪の洞察は、電子工学を専門とする技術者であれば自ずと共有しているような発想とは異なり、技術・製品・使用体験を総合的に捉えたうえで、開発の方向性を明確に示す」と回想している。

次に、この洞察は理念として掲げられるにとどまらず、操縦実践と技術開発を往復させる反復的な試行を通じて具体化されていった。DJI では、ハードウェア・ソフトウェアのエンジニアに加え、実際にドローンを操縦するパイロットやテストフライヤーが開発プロセスに関与し、運用現場で得られた知見が設計や改良に直接反映されていた。DJI 所属のプロのパイロットたちは、南極・北極やエベレスト周辺といった極限環境での空撮フライトを数多く経験し、自社製品の性能を実地検証するとともに、操作性や安全性に関する技術改善の示唆を提供していた。また DJI は、こうした実践知を組織的に蓄積・共有するため、社内に「UTC（無人機応用技術訓練センター）」と呼ばれる教育機関を設立し、産業応用に耐えるドローン操縦者の育成にも取り組んでいる。

さらに重要なのは、DJI の問題解決が単一の工学分野に閉じることなく、異質な技術領域の融合によって進められていた点である。機体構造に関わる材料技術、高効率モーターや電源管理を含む電気・電子工学、長距離かつ安定した制御を可能にする無線通信技術、さらにはスマートフォン産業に由来する小型化・低消費電力化・高性能化の知見やイメージセンサー技術などが、有機的に結びつけられていた。関係者 A の証言によれば、DJI は自らを「フライングカメラ企業」と位置づけ、航空機メーカーであると同時に映像機器企業、無線通信企業でもあるという複合的な自己認識のもとで技術探索を進めていたとされる。

（3）行動様式：全員参加と迅速な試行の積み重ね

DJI のイノベーション行動を支えているもう一つの重要な特徴は、組織内の多様な人材が創造活動に関与し、その提案が迅速に試行へと移される全員参加型の行動様式にある。DJI 内部では職位や経歴にかかわらず意見提案が行われる環境が整えられており、インターシップの学生であっても、状況に応じてコアとなる開発プロジェクトに関与し、技術的な提案を行うことが可能とされている。実際、インタビューによれば、ある新製品（Inspire シリーズのプロ向けドローン）開発時に解決が難航していた機体振動の問題に対し、香港理工大学からのインターン学生が「機体アーム内部の配線固定に発泡素材を用いる」ことを提案し、流体力学の境界層理論を応用することで振動低減に成功したケースがあったという。これは従来の開発チームにはない発想転換による技術ブレークスルーとなり、このインターンの提案は特許としても認められた。組織のあらゆる層からアイデアを引き出す DJI の全員参加型の文化は、このように予期せぬ革新につながる土壌となっている。

さらに、社内の部門横断的な協働体制も創意の迅速な実現を後押ししている。B 氏は「多くの場合、製品担当者も開発に貢献しており、決して R&D 部門の固定メンバーだけが開発を行っているわけではない。実際には製品企画部門や生産部門の多くの人々が R&D やイノベーションに貢献している」と述べている。C 氏も「社内から現場社員による革新的な提案が上がってくることは珍しくない」と証言するように、DJI では部署や職能の壁を越えて知見が結集されている。こうした多様な関与と迅速な試行の積み重ねによって、技術と製品の高速なイテレーション（反復改良）が可能となり、結果として他社に先駆けたソリューションの実現につながっているのである。

（４）成果：独創性と革新性

DJI における探索型イノベーションの成果は、高い独創性と技術的ブレークスルーを通じて、従来の無人機に対する認識や利用前提そのものを更新した点に見いだされる。とりわけ Phantom シリーズの登場は、「箱から出してすぐに安定飛行と空撮が可能である」という一貫した製品コンセプトを通じて、民生用ドローンという新たな製品領域を明確に成立させた。この成果は、単一製品の成功にとどまらず、無人機を専門家向けの特殊機材から、一般消費者にも利用可能な電子機器へと転換させる契機となった点で画期的である。

ここで、DJI 製民生用ドローンと、それ以前に一般的であった従来型ホビー用無人機との技術構造および市場的性格の違いを整理したものが、表 4-3 である。従来型のホビー用無人機が、手動操縦を前提とした簡易な制御機構や限定的な撮影機能にとどまっていたのに対し、DJI の民生用ドローンは、高度な飛行制御、ジンバルによる姿勢安定化、高品質な映像取得・伝送といった複数の技術要素を統合したシステムとして構成されていた。こうした違いは、性能水準の差異というよりも、無人機をどのような存在として構想するかという設計思想の差異を反映したものであり、DJI の探索が新たな製品カテゴリの成立へと結実したことを示している。

表 4-3 DJI 製民生用ドローンと従来型ホビー用無人機の比較

特徴/技術	従来の模型玩具型ドローン	大疆の消費者向けドローン
代表製品	Parrot AR.Drone、Hubsan X4 H107Cなど	大疆 DJI Phantomシリーズ
コントロールシステム	基本的なリモートコントロールシステム、手動操作に依存	高度なフライトコントロールシステム（GPS、IMU慣性計測ユニット搭載）
撮影および映像処理	なし、もしくは低解像度カメラのみ	高解像度カメラ、ジンバル安定技術を搭載
スマート機能	スマート機能なし	スマートホバリング、障害物回避機能、プリセット飛行モード
市場位置付け	玩具、子供や愛好者向け	プロフェッショナル消費者向け電子製品、撮影や測量など幅広い分野で使用

また、DJI が送り出す製品自体も他社にない独創的発想に満ちている。その一例が高速飛行と第一人称視点（FPV: First Person View）による操縦体験を特徴とする FPV ドローン（通称：レーシングドローン）の開発である。従来、FPV による高速飛行は競技愛好家が自作機で行うニッチな領域であったが、DJI は安定性と操作性に優れた FPV ドローン製品を市場に投入することによって、一般ユーザーの飛行体験を一新させた。ゴーグル型モニターを用いてドローンの視点そのままに操縦できる没入感や、地表すれを高速飛行できる機動性は従来製品にはないものであり、インタビューでも「専用コントローラーはリアルな航空機の操縦桿に近い操作感を実現しており、ユーザーにまるでパイロットになったかのような感覚を味わわせる」（DJI 関係者）と語られている。この製品はドローンの新たな用途領域を拓くとともに、ユーザーに革新的な価値体験をもたらした点で画期的と言える。

以上、本節では方向性の選択、イノベーション方法、行動様式、成果という四つの視点から、DJI における探索型イノベーションの主要な特徴を考察した。これらの特徴から明らかになるのは、DJI が不確実性の高い技術環境において探索を行い、組織的な知恵を結集することで継続的に革新的成果を生み出し、従来にない市場や価値を創造してきたという実態である。しかし、こうしたイノベーションの実践が実を結ぶ背景には、それを支える企業の文化や組織制度の支援が存在することも見逃せない。次節では、インタビュー資料のコード

ィング分析に基づき、DJI の内部文化と組織要素という観点から、同社の探索型イノベーションを支える基盤的支援要素について検討することとしたい。

4.4 探索型イノベーションの基盤的支援要素

(1) アントレプレナーシップとギーク文化

まず、インタビュー資料のオープンコーディング分析に基づき、DJI 社の企業文化における二つの重要な要素が抽出できる。それは「アントレプレナーシップ」と「ギーク文化」である（表 4-4 参照）。アントレプレナーシップは、創業者である汪滔が情熱と信念、リスクを恐れない精神によってどのように企業を率いているかを体現する。一方、ギーク文化は、社内の従業員が技術に対する熱烈な愛着と貪欲的追求を反映している。これら二つの要素が DJI のイノベーションに強力な推進力を与えている。

表 4-4 探索型イノベーションの基本要素：文化的要因のコーディング

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング（原文記述）
創業者のアントレプレナーシップ	情熱と信念	汪滔は幼少期から模型飛行機への強い興味を持ち、自らの手で作り上げる経験を通じて、DJI の技術文化の基盤を築いた。彼は開発現場で自ら深夜作業に参加し、チームと共に製品開発を推進していた。また、将来的な無人機は自律飛行や障害物回避機能を備えるべきだとする汪滔の構想は、強いビジョンと信念を示している (A)。
	卓越性の追求	汪滔の高い要求基準は社内に「完璧主義文化」を形成し、製品設計および技術開発において徹底した品質志向をもたらしている。ある製品は基準未達として一時的に販売が停止されたが、改良後には業界のベンチマークとなった (A, B)。
ギーク文化	情熱に支えられた技術追求	社員は開発の過程で高い集中力を示し、他のことが目に入らなくなるほど技術探索に取り組んでいた。初の製品発表の際には「子どもを育てたような」達成感を抱き、それが次なる技術探索の原動力となっている (B, C)。
	達成感と文化的帰属意識	社員は自身の業務を個人的成果の延長として捉え、開発した製品に対して強い責任感と帰属意識を持っている。例えば、新製品が発表された際には、社員が自主的に SNS で喜びを共有するなど、こうした文化的帰属がチームの一体感を高めている (B)。

① 創業者のアントレプレナーシップ

熱意と信念：

第 3 章で述べたように、汪滔は DJI 創業以前から飛行体技術に対して強い興味と熱意を示していた。これが DJI の技術文化の重要な原点となった。インタビュー対象者 A は、「汪滔はいつも私たちと一緒に深夜まで残業しました。午前 3～4 時になっても皆で技術的な問

題を議論していて、自分たちが非常に有意義なことをしているのだと感じられるほどの熱意がありました」と述べている。創業初期、汪滔はチームメンバーと共に試行錯誤を重ね、度重なる失敗と改良を通じて技術的経験を蓄積した。汪滔が自ら手を動かし、チームと徹夜で製品開発や実験に没頭する姿勢は、チーム文化に大きな影響を与え、彼の技術への愛着と追求心を社員に深く印象付けたのである。また、汪滔は自主技術による革新と蓄積によって、DJI がドローン業界で重要な地位を占められると预言していた。インタビュー対象者 A は、ある創業初期のチーム会議で、汪滔が将来のドローンには自動飛行や障害物回避機能が必要になることを示すシミュレーションプログラムをチームに披露し、これらの技術的課題を突破するよう励ましたと証言した。インタビュー対象者 B も「汪滔はシミュレーションプログラムを見せながら、将来のドローンに求められる機能について語り、これは我々が力を合わせて達成すべき目標であると強調しました」と回想する。このような技術ビジョンと明確な目標設定のおかげで、創業初期のリソースが限られた状況下でもチームメンバーは高いモチベーションを維持することができた。

卓越への追求：

製品開発において、汪滔は常に技術とデザインに関する高い基準を堅持し、基本的な機能を満たすだけでなく、ユーザー体験と技術性能の双方で卓越することを重視している。この考え方は DJI の製品開発文化の隅々にまで浸透している。インタビュー対象者 B は「汪滔の製品品質に対する高い要求水準が、DJI 内部に一種の『完璧主義文化』を形成しました。彼は製品の細部にわたって徹底的なこだわりを求め、機能性と美観性が完璧に両立するようにと強調しています」と述べる。前述の Inspire シリーズ製品の開発においても、汪滔の卓越性への追求が最終製品の仕上がりには決定的な役割を果たした。2014 年に初のプロ向け空撮ドローンである Inspire 1 の発売が目前に迫った際、汪滔はその出来栄が DJI の高い基準に達していないと判断し、思い切って発売を延期、予約顧客には全額返金する決断を下した。B は当時を振り返り「汪滔にとって、自社ブランドのすべての製品は単に『使えれば良い』というのではなく、最高品質を体現していなければならなかったのです」と証言している。その後、改良を加えて再発売された Inspire 1 は、変形機構の機体デザイン、360 度の視界確保、優れたジンバル安定性によって映画業界の標準装備となり、プロ向け空撮ドローンの新たな基準を打ち立てた。この卓越性への執着は技術的ブレークスルーを促しただけでなく、品質に対する DJI のブランドとしてのコミットメントをも形作っている。

② ギーク文化

情熱に支えられる技術追求：

DJI 社内には、創業者汪滔の技術への情熱を受け継いだ「極端な技術愛好（ギーク）」の文化が根付いており、技術探求そのものが企業発展の核となる原動力と位置付けられている。インタビュー資料によれば、社員にとって技術の研究開発は単なる業務ではなく、自ら突き詰めたいたいという内発的な興味から来るものであるという。インタビュー対象者 C は「私たちの多くは、与えられた仕事をこなすためではなく、そのプロセス自体を楽しんでいるからこそ進んで残業しています」と述べ、インタビュー対象者 B も「製品開発は、ある人にとってはゲームをするようなものです。12 時間ぶっ通しで休憩も食事も忘れて没頭しても疲れを感じないくらい、心から楽しめるのです」と語っている。このような文化的雰囲気の中で、社員たちは技術上のブレークスルーを自身の価値実現と考え、与えられた目標に留まらずさらに多くの可能性を模索しようとする高い主体性と創造性を発揮している。ギーク文

化による未知の領域への絶え間ない挑戦心が、企業のイノベーション実践を力強く牽引しているのである。

達成感と文化的帰属：

ギーク文化はまた、技術革新から得られる達成感を通じてチームの結束力や文化への帰属意識を強化する役割も果たしている。開発した新製品のリリースには、チームメンバー一人ひとりの並々な情熱と努力が込められており、それだけに成功への思い入れも強い。インタビュー対象者 B は「新入社員が初めて自分の手がけた製品を世に出すときには本当に感激します。自分が育てた子どもがやっと誕生したか、あるいは一人前に成長したかのような気持ちになるのです」と語っている。このような感情の結びつきにより、製品開発の成功は企業のイノベーション成果であると同時に個人の業績を具現化させたものともなっている。B はさらに「私たちは製品の成功を誇りに感じ、そこに自分たちが真に力を発揮したのだと思っています」と付け加えた。個人と企業の目標が高度に一致していることも、強い帰属意識形成の一因である。B は「新製品を発売すると、ほぼ全員が自発的に SNS で成功の喜びを共有します。他社ではなかなか見られない現象だとサプライヤーでさえ感心するほどです」と述べている。この行動は会社から指示されたものではなく、社員一人ひとりが自社の製品を我が子のように深く認知していることに起因する。以上のように、自発的な喜びの共有と企業のイノベーション文化は好循環を形成している。社員の技術への集中的な取り組みは、具体的な製品成果によって実証され、その成功体験がさらに個人とチームの企業目標に対する共感と認識を高めている。こうした強い帰属意識は、企業が技術の価値を尊重し、社員と企業の目標が一致していることから生まれるものであり、このようなギーク文化を醸し出した職場環境が、企業の技術革新にとって重要な内発的原動力となっている。

(2) 開放性・多様性とフラットかつ効率的な組織体制

DJI 社の企業文化が探索型イノベーションに思想的な基盤を提供しているとすれば、組織的な保障体制はその文化を具体的な実践能力へと転化させていると言える。DJI は組織共創を通じて、イノベーションに堅実な制度的支援を提供している。インタビュー資料のコーディング分析に基づけば、DJI における組織的支援要素は「開放的かつ多様な人材採用」と「柔軟で安定した組織モデル」の二大カテゴリに分けることができる（表 4-5 参照、次頁）。

① 開放的かつ多様な人材の採用

多様性：

学際的な融合と多角的視点：DJI はチーム内の多様性と学際的融合を重視し、様々なバックグラウンドを持つ人材の協働によってイノベーションを促進している。同社の採用情報によれば、チームにはアルゴリズム、組み込みシステム、光学設計、工業デザイン、美術デザインなど多数の分野出身の専門家が在籍しており、工学技術とデザイン美学の学際的な交差が見られる。このような多分野の融合は、製品開発の総合力を高めるだけでなく、革新の実践により豊かな視点をもたらしている。

インタビューでは、DJI 本社ビル「天空の城」の設計に社内チームが主体的に関わった事例が言及された。この建築は世界初の非対称鉄骨構造であり、その構造力学と美学の両面で極めてチャレンジングなプロジェクトであったが、DJI チームのデザインに対する究極のこだわりが随所に注入されている。多様なメンバーの協働によりこのプロジェクトは実現し、庭園の配置からオフィス用品のデザインに至るまで、完璧を追求する DJI の精神が体现された。インタビュー対象者 B は「我々は製品で人々に強い印象を与えたいだけでなく、オフ

イス環境自体もランドマークになることを望んでいます」と述べている。この事例は、DJI チーム内に技術系とデザイン系の多様な才能が協働していること、つまり学際融合による独自の強みを如実に示すものである。

表 4-5 探索型イノベーションの基本要素：組織的支援要因のコーディング

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング (原文記述)
開放的かつ多様な人材採用	多様性:学際的融合と視点の多元性	DJI のチームには、インダストリアルデザイナー、ビジュアルデザイナー、操縦専門家（飛び手）など、さまざまな分野の専門家が含まれており、多様な視点が製品開発に豊かな創造性をもたらしている (B)。
	開放性:能力と実践を重視	DJI は候補者の学歴よりも、実践的な能力と技術への情熱を重視する。あるインタビューでは、大学を中退した求職者がロボット競技での優れた実績によって採用された事例が紹介された (B)。
柔軟で安定した組織モデル	フラットな協業構造	クロスファンクショナルなチームが異分野の知識とスキルを統合し、イノベーションプロジェクトを迅速に推進している。エンジニアチームが研究開発の一部を担うこともあり、イノベーション活動は特定部門に限定されない (A, B)。
	創業者主導の意思決定	DJI ではチームによる分散的な協働が重視される一方で、重要な意思決定は汪洋によって集中的に行われ、企業の長期戦略と製品開発の方向性が一致するよう統制されている (B)。

開放性：

能力と実践を重視：DJI の人材採用はオープンな姿勢を特徴としており、伝統的な学歴や経歴よりも、実践で発揮された能力と技術への情熱を重視している。インタビューでは、大学課程を修了しなかったもののロボット競技会で顕著な成果を挙げた求職者が DJI に採用され、プロジェクト開発に参加した例が挙げられた。B は「我々は候補者が実践の中で収めた成果、本当に技術を愛しているかどうかに注目しています」と語る。

また、この開放性は DJI が実践活動を通じて潜在的な人材を発掘する戦略にも表れている。インタビューによれば、「我々のロボットや模型（航空模型）競技会は全国の大学で開催され、学生たちはこれらの活動を通じて技術力を高めただけでなく、エンジニアという職種についてより深く理解するようになりました」という。こうした実践活動によって DJI は多数の優秀なエンジニアを育成するとともに、業界全体にも高水準の人材を送り出しており、結果として社内外の技術コミュニティの底上げにも貢献している。

② 柔軟で安定した組織モデル

フラットな協働構造：

DJI の組織構造はフラット化を旨としており、部署間の障壁を取り払うことでクロスファンクショナルな協働と知識共有を実現している。インタビュー対象者 A は「当社では職能横

断型のチームが異なる分野の知識とスキルを統合しており、イノベーションプロジェクトが迅速に推進できるようになっています。エンジニアリングチームでさえ一部の製品開発を担うことがあり、革新的な取り組みは特定の部署に限られません」と述べている。

このような体制により、チームメンバーはニーズに素早く対応し、アイデアを効率よく実現可能な成果へと結びつけることができている。また、フラット型の管理体制は社員により大きな意思決定への参画機会を与え、あらゆるレベルのメンバーがイノベーションに関する提案を行いやすくしている。本章で述べたように、インターンであっても重要なプロジェクトに参加し、アイデアを提案することが可能である。このようにオープンな協働環境は、社内のリソースを効果的に統合し、製品開発の全プロセスに革新が行き渡ることを促進している。

創業者主導の意思決定：

自律的な協働体制の上に、創業者である汪滔のリーダーシップが企業の戦略的方向性に安定した支えを与えている。日常の運営ではチームの自主性が尊重される一方で、重要な意思決定や技術の方向性については創業者が一元的に舵取りを行っている。汪滔は技術や製品の細部に至るまで深く関与しており、DJI のイノベーション実践が常に企業の長期戦略目標と合致するよう目を配っている。

インタビュー対象者 B は「あるイノベティブなアイデアが出てくると、まず専門チームで検討し、最終的には汪滔が決裁します」と説明する。また、汪滔が「直感的な操作体験」といったコア理念に固執することで、DJI の製品は技術面とユーザー体験の両面で常に業界をリードするものとなっている。フラットな協働による柔軟性と創業者による揺るぎない意思決定、この「分散と集中」を両立させたネットワーク型の組織モデルによって、DJI は革新の効率性と戦略的一貫性のバランスを実現している。このように柔軟かつ安定した組織モデルが、同社の探索型イノベーションを支える重要な基盤となっている。

4.5 本章のまとめ

本章では、DJI の第一段階、すなわち空撮ドローンの開発を中心事例として、探索型イノベーションがどのように展開され、どのような特徴があるのか、また、それを支える基盤的支援要素はいかなるものなのかを中心に検討してきた。ここで、図 3-2 に沿ってその検証結果を要約する。

探索型イノベーション実践を軸にすると、下記の 4 点が挙げられる。① DJI の取り組みは無人飛行機の安定制御という基礎的課題を中心に、民生用ドローンの用途や製品構成が未確立の状況下で開発が開始されていた点である。また、開発の課題設定そのものがイノベーションの進捗過程と相まって進化していく旨、探索が行われていた。② 安定制御およびその関連技術の開発において、操縦実践にもとづく直観的洞察と、試作・検証を反復しながら構想と実装を往還させる思考様式で対応していた点が考察された。この思考様式は、後続したジンバル制御、映像伝送などの技術開発、ひいてはこれらの技術要素の組み合わせによる空撮ドローンという統合的技術システムの形成を貫く方法論として定着した。③ 行為やアクションについては、職位や所属にかかわらず広範な関与と、迅速な試行の積み重ねが特徴として関連プロジェクトを成功に導くコミットメントとなった。このなかで、インターン学生の提案が技術的課題の解決につながった事例にみられるように、試行の機会が組織内に分散しており、部門横断的な協働を通じて多様な知見が開発プロセスに集約されていた。④ これらの積み重ねとして、Phantom シリーズに代表される空撮ドローンの普及と民

生用ドローン市場における基準形成に伴って、安定飛行と空撮を一般利用者に開放する技術システムの成立は、新たな製品領域の明確化と市場拡大につながっている。

その一方で、探索を下支えしていた文化的・組織的条件も確認された。創業者の問題意識に根ざしたアントレプレナーシップやギーク文化、ならびに少人数体制を前提とした柔軟な意思決定と全員参加型の協働構造は、試行を継続し、探索の速度と密度を高める基盤として機能していた。

図 4-2 は、文化的基盤と組織的支援を前提として、方向性の見立て、方法の選択、行為の実行、成果の創出が相互に結び付けられ、探索実践が駆動されていく構造を三層構造として模式化したものである。最下層には創業者の問題意識や価値観に由来する文化的基盤が位置づけられ、その上に探索行為を支える組織的な運営と協働の仕組みが重ねられている。これらを前提として、最上層において探索の方向性、方法、行為、成果が連動し、探索型イノベーションとしての実践が具体化されていた。

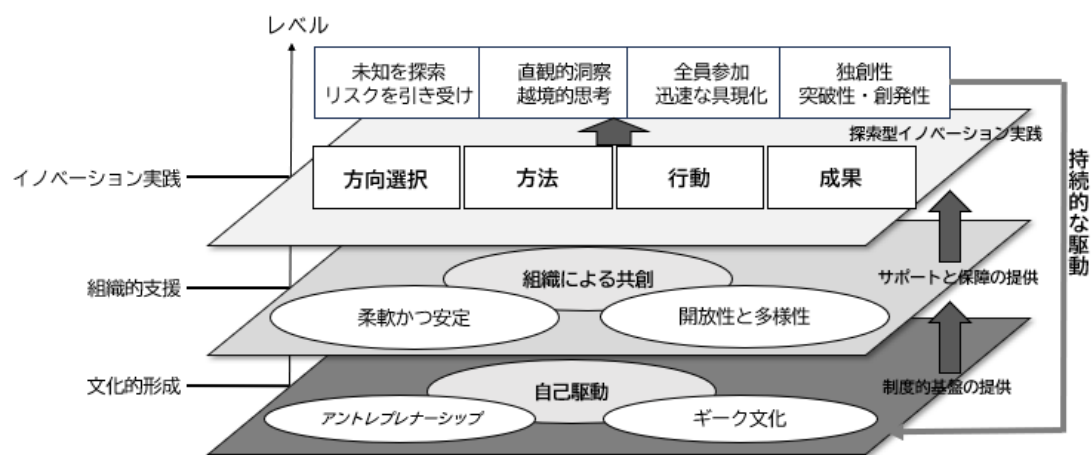


図 4-2 DJI の探索型イノベーションモデル

なお、本章で分析した探索型イノベーションの実践は、DJI の企業成長における第一段階に展開されたものである。この段階において DJI は、スタートアップ企業として企業規模が比較的小さく、未知な技術領域を対象に、基礎的な技術の確立、製品体系の構築、市場形成を同時並行的に進める必要があった。また、創業者の問題意識や技術志向が組織全体に強く共有されていたことから、全員参加の開発体制ができ、試行や提案が迅速に実行へと移される体制が成立していた。こうした全員参加型の探索と高い挑戦意識は、DJI の探索型イノベーションの成功を支えた。

第5章 ケース2：「OSMO Pocket」の開発における DJI の探索

本章では、DJI がドローン開発を通じて蓄積してきた中核技術が第二段階の新たな製品領域においてどのような形で活かされたかを取り上げる。分析対象は「OSMO Pocket」に限定する。

2015 年頃、DJI は空撮用ドローン分野において世界的な先導的地位を確立しており、同社の成長は新たな段階へと移行していた。この時期、DJI にとっての主要な課題は、ドローン開発を通じて形成された中核技術を、いかにして次の成長を支える新たな製品領域へと展開していくかという点にあった。こうした企業成長の局面において、OSMO は、ドローン事業に続く新たな展開を担う重要なプロジェクトとして位置づけられていた。

2015～2016 年の間に発売された OSMO シリーズの初期製品は、ドローン向けに確立されたジンバル制御技術を手持ち撮影機器へと応用する試みとして開発され、既存の技術構成や設計思想を前提とした製品であった。この点において、初期 OSMO は、ドローン開発で形成された技術体系を基礎とする深化型イノベーションとして理解することができる。しかし、初期製品としては当初期待された成果を十分に上げるには至らなかった。これに対して、2018 年に発表された OSMO Pocket は、製品構想および開発の出発点において、従来の OSMO シリーズとは異なる前提のもとで進められた製品である。超小型筐体への機構・機能の集約という課題を契機として、設計思想や開発の考え方そのものが再整理され、研究開発の過程において明確なパラダイムシフトが生じていた。すなわち、本製品の開発は、既存シリーズの延長としてではなく、新たな技術構成や方法を採用することで成立した探索型イノベーションの事例として位置づけることができる。

ここからは、OSMO Pocket の開発における探索型イノベーションが、どのような出発点から始まり、いかなる方法と行為を通じて具体化され、最終的にどのような成果へと結実したかを、第2章で定めた分析の視点（出発点、方法、行為、成果）にもとづいて検討していく。

5.1 研究のアプローチ

本章で用いる一次資料は、第4章で示した DJI 関係者へのインタビュー調査によって得られた証言のうち、DJI における製品開発の基本的な考え方や技術探索の方向性、ならびに探索型イノベーションに関する開発理念に関わる内容である。これらの証言は、本章において OSMO Pocket の開発プロジェクトを理解するための視点を与える資料として用いられる。

これに加え、本章では、OSMO Pocket の開発過程に関する公開インタビュー記事、開発関係者による発言や報道、公式ブログや技術解説記事など、公開されている質的資料を主要な分析資料として用いている。さらに、DJI の公式ウェブサイトに掲載された製品仕様情報や技術紹介ページ、製品発表時の資料、ならびに消費者フォーラムやユーザーコミュニティにおける議論や評価など、製品使用をめぐる公開情報も参照し、開発過程や製品構想の具体的内容を補完する。

これらの資料は、製品構想がどのような前提や想定のもとで形成され、開発過程においていかなる試行や判断が行われてきたのかを把握するための基礎資料として位置づけられる。本章で用いる調査・資料の概要については、表 5-1 に示す。

表 5-1 OSMO Pocket 開発に関する調査・資料一覧

区分	実施日	場所・出所	対象・資料	主な内容
一次資料	2024 年 2 月	深セン (DJI 本社)	DJI 関係者インタビュー (3 名)	DJI における技術探索、製品展開、組織的開発方針に関する証言 (OSMO Pocket に関わる発言を含む)
二次資料	随時収集	DJI 公式情報	公式発表・製品情報	OSMO Pocket の製品仕様、技術構成、製品位置づけ
二次資料	随時収集	公開メディア	開発関係者インタビュー・報道	製品構想、設計思想、開発過程に関する公開発言
二次資料	随時収集	専門メディア・書籍	技術解説・事例紹介	ジンバル技術、小型撮影機器、製品設計に関する背景情報
二次資料	随時収集	消費者フォーラム等	ユーザー投稿・レビュー	使用実態、評価、想定された用途と実際の利用の差異

本章の分析は、質的研究方法を用いて、収集したインタビュー資料および公開資料を分析単位ごとに整理し、そこから製品開発プロジェクトにおける重要な概念や特徴を抽出・整理する形で行っている。具体的な分析手続きについては、序章において述べた方法に従う。

次節から OSMO シリーズの系譜と OSMO Pocket 開発の出発点を整理する。そのうえで、当該製品の開発過程における探索型イノベーションの構造を、方法と行為、または成果の観点から検討する。

5.2 OSMO Pocket 開発における出発点

本節では、OSMO Pocket の開発に関する資料およびインタビュー記録に対して行ったコーディング結果にもとづき、初期 OSMO シリーズの展開過程において成功しなかった要因を整理し、それを契機として形成された設計思想および製品構想上のパラダイムシフトを、出発点として構造的に捉える。具体的には、初期 OSMO における設計前提や開発の進め方に関する言及をオープンコーディングによって抽出し、概念の整理を通じて、出発点を構成する主要な要素を明らかにする（表 5-2 は次頁参照）。

以下では、この整理にもとづき、初期 OSMO の展開からどのような認識の変化が導かれ、新たな出発点として定着していったかを順に確認する。

（１）技術の系譜と初期製品の展開

DJI は、空撮用ドローンの開発を通じて、飛行制御、映像伝送、ジンバル制御といった複数の中核技術を統合的に蓄積してきた。これらの技術は当初、ドローンという単一のシステムの内部で相互に結びついた形で用いられていたが、その機能的役割には差異が存在していた。なかでもジンバル制御技術は、撮影機構の姿勢を機体の運動から切り離して制御する技術であり、他の中核技術と比べて、特定の使用環境から切り出しやすい性質を有していた。

ドローン向けジンバルの開発過程において、DJI は小型モーター、慣性センサー、制御ア

ルゴリズムを組み合わせた三軸姿勢制御技術を高度化させていった。飛行中に生じる急激な姿勢変化や振動への対応を通じて、撮影機構を安定的に制御するための技術的基盤が形成され、このジンバル技術は、飛行という特殊な運動環境への適応を通じて洗練されていった。その結果、ドローン本体の飛行制御とは区別された制御システムとして整理され、他の使用場面へ展開可能な技術要素として成熟していった。

表 5-2 開発初期における出発点形成の分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
技術の系譜と製品展開	技術転用型アプローチ	ドローン向けジンバル制御技術を手持ち撮影機器へと転用 既存の技術構成・設計思想を前提とした製品開発
	技術的完成度の向上	映像安定性や画質は大きく向上 性能・機能面では高い完成度を達成
既存設計の限界に対する認識	課題 1 : 撮影行動に対する認識の誤り	撮影は依然として「意識的に行う行為」として想定し、日常的・断片的な撮影行為が設計前提に組み込まれていなかった
	課題 2 : 技術価値と消費者ニーズのミスマッチ	高度な映像安定化は特定の利用文脈だけで評価されるが日常のケースで通用しない 一般消費者にとって不可欠な条件としては共有されなかった
	課題 3 : 製品の独自の価値欠如	スマートフォンあればその OSMO の存在価値があるかという疑問
出発点の転換（パラダイムシフト）	撮影行為の再定義	画質や機能よりも、先に撮影行為を成立させるという発想
	ユーザーのニーズへの着目	消費者は移動中・片手操作などの使用状態を前提にする
	探索的意思決定	開発者としては既存路線の延長ではない方向への選択 実現可能性や市場受容が不透明な中での意思決定

こうした技術的蓄積を背景として、DJI はドローン事業の内部で培われたジンバル制御技術を切り出し、地上における撮影行為へと応用する可能性を具体化させていく。この技術展開は、単なる応用実験にとどまるものではなく、ドローン事業を中核としつつ、その周辺に関連する映像機器領域へと事業領域を拡張していくという、企業戦略上の判断とも結びついたものであった。空撮という特定用途に閉じた技術を、より広範な撮影行為へと展開することは、技術資産の活用範囲を拡張すると同時に、DJI にとって新たな市場機会を探索する試みでもあった。

このような背景のもとで登場したのが、三軸ジンバルと撮影機構を一体化した手持ち撮影用製品である初代 OSMO であった。2015 年に登場した初代 OSMO は、空撮用ドローンで培われた姿勢制御技術を地上の撮影行為へと転用した製品として位置づけられ、DJI にとってドローン以外の映像機器展開の起点となった。



図 5-1 初代 Osmo (2015 年) と Osmo Mobile (2016 年)

出典：DJI 公式ページ

初代 OSMO は、撮影機構と安定化機構を一体化した構成を採用していたが、その製品形態は、従来のカメラやビデオカメラが前提としてきた「構えて撮影する」行為とも、アクションカメラに見られる「身体や器具への固定」を前提とした使用形態とも異なる位置づけにあった。手持ちで移動しながら撮影するという行為を想定しつつ、機械的な姿勢制御によって画面の安定性を確保するという構成は、地上撮影における新たな可能性を示すものであった。

その後 DJI は、ジンバル制御技術を中核としつつ、撮影機構をスマートフォンに委ねる構成として OSMO Mobile を展開する。OSMO Mobile は、既存のデバイスを活用しながら手持ち撮影における安定化を実現する製品であり、初代 OSMO とは異なる使用前提のもとで、ジンバル技術の応用範囲をさらに広げる試みとして位置づけられる。これらの製品はいずれも、共通の技術基盤を有しながら、ジンバル制御技術の転用を出発点として構想された製品群であった。

OSMO シリーズが市場に投入された当時、一般消費者向けの撮影機器市場には、従来型カメラ、アクションカメラ、スタビライザーといった複数の製品が存在していた。こうした市場環境のもとで、OSMO シリーズは、ドローン開発を通じて高度化された三軸ジンバル制御技術を中核とし、その技術的成果を一般消費者が使用可能な形で提示することを目指した製品群であった。

以上のように、初代 OSMO および OSMO Mobile に代表される初期の OSMO シリーズは、ドローンで培われたジンバル制御技術を地上の撮影行為へと展開することを目的として構想・開発された製品群であった。この段階における製品展開は、技術資産の活用と事業領域の拡張を志向した技術転用型の展開として位置づけられる。

（２）初期製品の挫折と新たな問題意識形成

しかし、その技術的価値は、一般消費者の撮影行為全体において共通の前提として定着するには至らなかった。初期の OSMO シリーズは、ドローン開発で培われた三軸ジンバル制御技術を地上撮影へと応用した点で一定の評価を受けたものの、発売当時において一般消費者向け撮影機器市場における明確な製品イメージや使用文脈が十分に共有されるには至らず、DJI の製品ラインナップの中でも市場での存在感は限定的なものにとどまっていた。

この出発点に由来する制約は、開発の進行と市場での受容を通じて、いくつかの側面から次第に明確になっていった。

第一に、撮影行為に対する認識の問題である。撮影は依然として「意識的に行う行為」として想定されており、日常のかつ断片的に行われる撮影行為のあり方が、設計前提として十分に組み込まれていなかった。その結果、製品は特定の目的や状況を前提とした使用に適合する一方で、日常生活の中で自然に発生する撮影行為との接続が十分に確立されていなかった。

第二に、技術価値と消費者ニーズとの対応関係の問題である。ジンバル制御によって映像の安定性は大きく向上していたものの、その価値は、特定の利用場面や映像品質を重視する文脈において評価される傾向が強く、日常的な利用状況においては必ずしも有効に機能していなかった。そのため、この技術的優位性は一般消費者にとって不可欠な条件として広く共有されるには至らなかった。

第三に、製品としての独自の価値に関する問題である。OSMO シリーズは、従来型のカメラ、アクションカメラ、スタビライザーといった既存製品との比較を通じて理解される場面が多く、独立した製品概念としての評価軸が十分に形成されていなかった。その結果、スマートフォンが常時携帯される撮影手段として定着するなかで、利用者にとって OSMO の存在意義が必ずしも明確に認識されておらず、「スマートフォンで代替可能ではないか」という疑問が生じる状況がみられた。

こうした市場での受容状況は、開発の進行とともに、開発チームの内部においても次第に共有されるようになっていった。OSMO シリーズは特定の利用場面では一定の評価を得ていたものの、日常的に携帯され、特別な準備や意識を伴わずに自然に使用される撮影機器としては受け取られていないという認識が形成されていった。ここで問題とされたのは、製品の性能や完成度そのものではなく、撮影行為が「意識的に行われる専門的行為」として想定されている点にあった。

さらに、スマートフォンが「撮りたいと思った瞬間にすぐ撮れる」ことを前提とした撮影行為を日常化させたことにより、OSMO シリーズが前提としてきた使用のあり方や設計思想は相対化されることとなった。この状況のもとで、既存製品の改良によって日常利用への適合を図るのか、あるいは特定用途に特化する方向へ進むのかという判断が定まらない状態が生じ、個別機能の調整や性能改善を超えて、製品開発における出発点そのものを再考する必要性が意識されるようになっていった。

以上のように、初期の OSMO シリーズは、既存技術の援用と精緻化を通じて一定の成果を挙げつつも、その出発点に由来する制約を内包したまま推移していた。この制約の顕在化と問題意識の形成が、後に出発点の再設定へと向かう契機となっていく。

（３）開発の新たな出発点——パラダイムシフト

OSMO Pocket の開発において重要な転機となったのは、初期 OSMO シリーズが一定の完成度と市場評価を得ていた状況のもとで、その延長線上で製品を洗練させていくという選択

が採られなかった点にある。開発チームの内部では、技術的に成立していることや既存製品として評価を得ていることが、製品開発における到達点を意味するわけではなく、日常的に使われる必然性が形成されていない以上、部分的な改良を積み重ねるだけでは限界があるという認識が共有されていた。

この判断は、OSMO Pocket の開発を主導した担当者である Matt を中心として、開発チーム内で継続的に行われた検討と議論を通じて形成されたものであった。議論の過程では、既存の OSMO シリーズで前提とされてきた設計思想や開発の枠組みが、日常的な撮影行為を成立させるという目的に対して適合していないことが繰り返し確認され、既存の思考枠組みを維持したままでは新たな製品価値を構想することが困難であるという認識が、チーム内で明確になっていった。

こうした検討の積み重ねのなかで新たに確立されていったのが、「まず撮れる、その後に良く撮れる」という設計の考え方である。この考え方では、防振性能や映像品質といった技術要素を設計の起点とするのではなく、撮影行為が日常のなかで自然に成立するための条件を先に設定することが重視された。設計上の関心は、性能の最適化から、携行性、即時性、片手操作といった使用状態の成立へと移行していったのである。

この出発点の転換にともない、開発チームの関心は、個別技術の高度化から、撮影行為がどのような状況で発生し、どのように継続されるのかという条件設定へと向けられていった。その結果、OSMO Pocket の開発は、既存技術の転用と精緻化を基軸とする開発論理から、製品の成立条件そのものを探索する開発の枠組みへと移行していくことになる。この転換は、製品仕様や機能の変更にとどまるものではなく、製品開発のコンセプトにおいて生じたパラダイムシフトとして位置づけられる（表 5-3）。図 5-2 は、中核技術から OSMO Pocket 開発に辿り着く道筋を構造的に示している。

表 5-3 OSMO Pocket 開発における認知枠組みの転換

観点	旧「OSMO シリーズ」	新たな「OSMO Pocket」
出発点	ジンバル制御技術の応用・高度化	撮影行為が成立する条件の再設定
中心的な設計	安定性・画質をいかに高めるか	取り出してすぐ撮れる状態をいかに成立させるか
想定される行為	準備を伴う、意図的・専門的な撮影	日常のなかで断片的に行われる撮影
製品の評価軸	性能差・機能水準	即時性・携行性・使用の自然さ
技術要素の位置づけ	価値の中心（主目的）	製品の成立を支える従属的要素
開発のアプローチ	技術転用を基軸とする深化	新たな製品構造を探索する

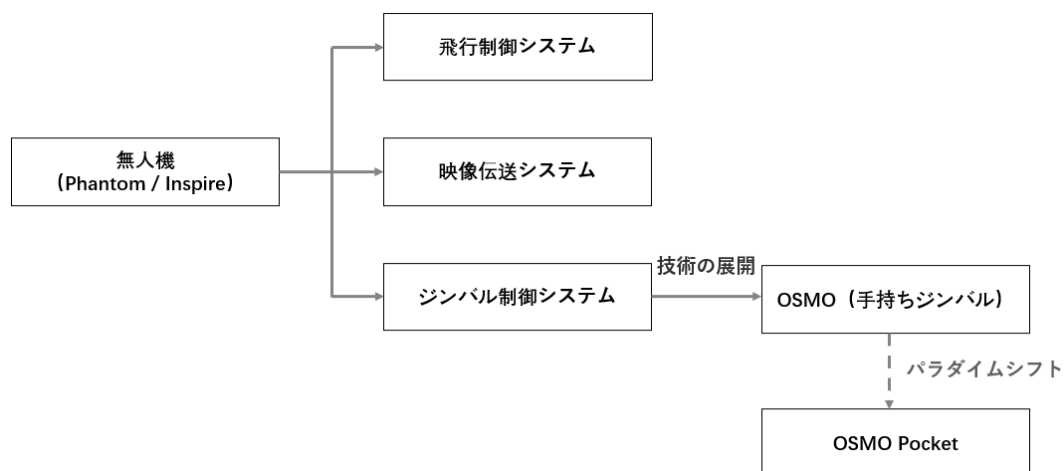


図 5-2 技術展開の経路とパラダイムの転換（第二段階）

5.3 「OSMO Pocket」の開発プロセス——方法と行為

本節では、前節で明らかにした出発点の転換が、OSMO Pocket の開発過程において、どのような方法と行為として具体化されていったのかを検討する。分析の焦点は、製品概念を実装へとつなげていく過程で採られた開発の進め方と判断の仕方に置く。

（1）OSMO Pocket 開発における方法

本節では、OSMO Pocket の開発に関する資料およびインタビュー記録に対するコーディング結果にもとづき、製品概念が具体化されていく過程において採られていた開発の進め方と判断の仕方を整理する。コーディング法は前述と同じである。表 5-4（次頁参照）は、その整理内容をまとめたものである。

① 設計概念の再定義

OSMO Pocket プロジェクトにおける方法の一つの重要な特徴は、設計の基準が、従来の撮影機器開発とは異なる位置に置かれていた点にある。一般にカメラ製品の開発では、画質や性能指標の向上が主要な評価軸となり、筐体や操作系はそれを支える要素として設計されることが多い。

本プロジェクトでは、性能の最適化そのものよりも、「撮影行為が自然に成立するかどうか」が設計判断の中心に洞察されていた。具体的には、移動中に片手で取り出してすぐ撮影できるか、構え直しや事前準備を必要としないという使用状態が、設計評価の主要な基準として用いられていた。ここで重視されていたのは、撮影装置としての性能水準ではなく、撮影という行為が無理なく遂行される状態が維持されているかどうかであった。

さらに、OSMO Pocket を単なる撮影機器やジンバル装置としてではなく、外界からの入力を受け取り、内部で演算・制御を行い、その結果として動作を出力する装置として捉える理解が共有されていた。撮影対象の追従や姿勢制御といった機能は、付加的な機能としてではなく、装置全体の動作を構成する要素として位置づけられており、設計判断はこのような一体的なシステム像を前提として行われていた。

表 5-4 OSM0 Pocket 開発における方法の分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
設計概念の転換	設計方向の洞察	性能の最適化よりも「撮影行為が自然に成立するか」を判断基準とした
	使用状態を評価軸	移動中・片手操作・即時起動といった使用状態を評価軸とした 片手操作・即時起動・携行性
	性能評価の変更	画質や機能の優劣は成立条件を満たした後の要素として位置づけた 携行性や即応性を損なう要素は高性能であっても排除した
計画非依存型	仮説起点	完成像を先に定めない 「成立するかどうか」を仮説として扱う
	仕様未確定	スマートフォンより小型 専用機と同等の撮影体験
試作・検証の反復	実機試作で検証	図面やシミュレーションよりも実機試作を判断材料とした
	短周期の試行	試作と評価を短いサイクルで繰り返した
	否定的結果の活用	失敗や不具合を次の設計判断に直接反映させた
技術システムの再編成	既存構成から外れる	OSM0 既存構成を流用しない
	新たな設計の採用	小型化・発熱・配線等に対応するため専用部品を新たに設計した
	技術の統合	汎用性よりも一体化・統合を優先した技術構成が採られた 配線・構造・運動機構を一体設計

このような設計判断において重視されていたのは、撮影機器をいかなる存在として捉えるかという設計概念そのものの再構成であった。OSM0 Pocket は撮影という行為が自然に成立することを支える装置として位置づけられていた。その結果、設計上の判断基準は個別機能や性能指標を中心とする枠組みから、装置全体が前提とする行為像にもとづいて構

想・評価される枠組みへと移行している。これは、撮影機器の設計をめぐる判断基準そのものが転換した点において、明確なパラダイムシフトとして捉えることができる。

② 計画非依存型の進行方法

OSMO Pocket の開発では、開発初期段階において完成仕様や最終的な製品像が明確に定義されていたわけではなかった。既存の OSMO シリーズや市場に流通するカメラ製品の延長線上で要件を設定するのではなく、「スマートフォンよりも小型でありながら、専用の撮影機器と同等の撮影体験を実現できる独立型の撮影装置が成立し得るかどうか」という仮説的な問いを起点として検討が進められていた。

そのため、画質、操作系、機能構成といった個別の仕様は、あらかじめ固定された前提として扱われることはなく、開発の進行に応じて見直されていった。要件定義、設計、実装といった工程を直線的に積み上げるのではなく、仮説を通じて製品像を探る進行方法が採られていた。

③ 試作と検証を中核とした反復的アプローチ

こうした進行を支えたのが、試作と検証を中心に据えた反復的な方法である。OSMO Pocket の開発では、設計図やシミュレーションによる検討よりも、実装による試作が重視され、短いサイクルで試行と修正が繰り返された。

初期段階では複数のプロトタイプが検討されたが、その多くはサイズ、操作性、耐久性、発熱などの点で課題を抱えており、採用に至らなかった。図 5-3 は、OSMO Pocket 開発初期における設計のイメージ図を示したものであり、形態が固定されないまま試作と否定が繰り返されていたことを視覚的に示している。

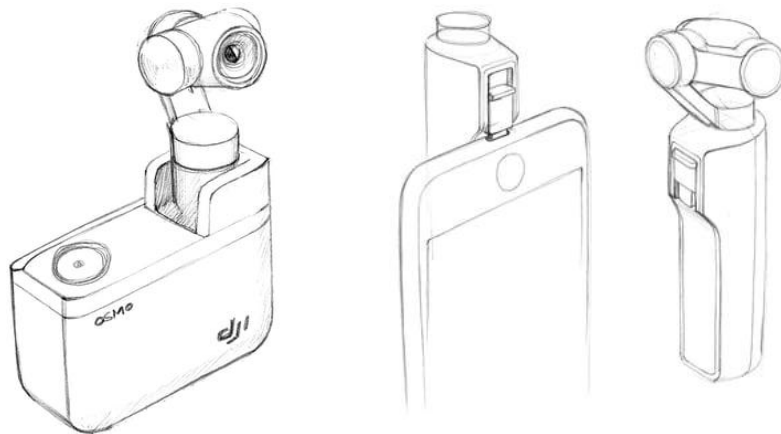


図 5-3 OSMO Pocket 開発初期における設計のイメージ図²⁵

出典：DJI ViewPoints “Small Wonder: An Interview with the Osmo Pocket Design Team”

これらの否定的な結果は単なる失敗として扱われるのではなく、次の設計判断に直接反映され、設計前提そのものを見直す材料として活用されていた。試作によって「できなかったこと」や「成立しなかったこと」が明確になることで、次に検討すべき方向が絞り込

²⁵ 本図は、DJI の OSMO 開発チームが製品構想段階において作成したデザインスケッチ（手稿）をもとにしたものであり、製品化以前の検討過程における設計案の変化を示している。

まれていったのである。

④ 技術システムの再編成

こうした設計判断のもとでは、既存の OSMO シリーズで用いられていた技術構成を、そのまま流用することは困難であった。OSMO Pocket は、三軸の運動機構を内包した装置を極めて小型の筐体に収めることを前提としており、小型化に伴う配線の取り回し、可動域との干渉、発熱処理、部品配置といった複数の制約が同時に顕在化していた。実際、初期試作の段階では、小型筐体内に運動機構を収めた結果、配線が可動部と干渉しやすく、運動の安定性や耐久性を確保することが困難であることが確認された。このような条件のもとでは、従来の OSMO シリーズで許容されていた構成を部分的に調整するだけでは成立せず、そのまま適用することはできなかったのである。

このため、本プロジェクトでは、特定の部品や要素を個別に改良するのではなく、運動機構、筐体構造、配置関係を一体として再設計する方法が採られた。配線や材料、部品配置といった要素は、それぞれを独立に最適化する対象としてではなく、入力・演算・制御・動作を含む装置全体の安定性と使用可能性を確保する観点から再構成されている。ここで重視されたのは、汎用性や拡張性ではなく、日常の使用状態において装置として一体的に機能することであった。

このような設計判断の積み重ねの結果、OSMO Pocket の技術構成は、既存の撮影機器やジンバル装置の改良としてではなく、設計対象を一つの統合的な装置として捉える方法にもとづいて形成されていた。そのため、本製品では、従来構成の部分的な最適化ではなく、全体構成を前提から組み替える開発方法が採られていた。

(2) OSMO Pocket 開発の行動特徴

本項では、OSMO Pocket の開発過程において観察された行為上の特徴を整理する。とくに、完成像が定まらない状況のもとで開発が進められるなかで、どのような行為が取られていたのかに着目し、以下ではその特徴をコード化して示す（表 5-5 は次頁参照）。

① 不確実性の容認

OSMO Pocket の開発初期では、筐体形状や操作方法、内部構造をめぐって複数の試作案が検討されたが、その多くは成立に至らず否定されている。しかし、こうした否定的な結果が、直ちにプロジェクトの中断や方向転換につながることはなかった。不確実な状態が一定期間継続すること自体が、探索過程の一部として受け止められていた点に、本プロジェクトにおける行為上の特徴が認められる。

関係者へのインタビューによれば、本プロジェクトでは、開発初期の段階において短期的な成果や完成度が評価の中心に据えられていなかった。試作は「完成に近づくこと」よりも、「成立しない構成を明らかにすること」を目的として位置づけられており、不成立の結果は次の検討に向けた情報として扱われていた。このため、試作の否定が個々の開発者の評価や責任に直結することではなく、開発のリスクが個人に転嫁されることは避けられていた。

また、開発者が試行錯誤に集中できるよう、業務面・生活面での負担を軽減する制度的対応も取られていた。開発以外の雑務を外部化・分担する仕組みや、住居面での支援などにより、長期間にわたって試作と検証を継続できる環境が整えられていた。こうした対応

は、不確実性を単に黙認するのではなく、組織として引き受けるための具体的な運営行為として機能していたといえる。

表 5-5 OSMO Pocket 開発における行為の分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
不確実性の容認	開発の失敗を想定した試作	完成像や仕様を先に確定しない／「まず成立するかどうか」を試す段階として進める／カテゴリ定義が固まらないまま進行する 短期成果の提示を前提にしない／見通しが立たない期間でも継続する判断が維持される
	開発のリスクを個人に帰属しない	失敗が評価や責任に直結しない 採用に至らない検討があっても中断しない／うまくいかないこと自体を想定内として扱う／否定結果を次の検討材料として扱う
	探索の継続を支える	見通しがなくても継続 雑務の外部化 生活面の支援
小規模コアを軸に編成	小規模チームによる推進	初期段階では限られた人数で検討／意思決定と試作が近接
	段階的な編成拡張	方向性が見通しに応じて人員・機能が追加される
	機能横断的な協力	構造・制御・操作を横断
使用体験を中心	開発者自身の使用体験を判断基準	初期は成立可否、進行後は自然さ・一体感へと重視点に移る／評価観点自体が段階的に切り替わる
	技術標準より体験性を優先	固定基準に依存せず、その都度「何を重視するか」を確認する／評価の不在による停滞を避けるために観点をすり合わせ続ける

②小規模コアを軸とした機動的な編成

OSMO Pocket の開発は、当初から大規模な体制で開始されたものではなく、限られた人数による小規模なコアチームを起点として立ち上げられている。関係者への聞き取りによ

れば、プロジェクトは数名規模で構想と初期検討が行われ、その後、開発の進行に伴って必要な技術領域や機能に応じて人員が段階的に追加されていった。最終的には約 130 名規模の開発体制へと拡大したが、この拡張はあらかじめ想定されたものではなく、探索の進展に応じて柔軟に行われていた。

このような編成では、プロジェクトの初期段階において、意思決定、試作、評価が小規模なコアの中で集中的に行われていたため、設計前提の修正や方向転換を迅速に行うことが可能であった。開発が進むにつれて、筐体設計、制御、操作系、ソフトウェアなど、特定の技術的課題が顕在化すると、それに対応する専門性を持つ人材が必要に応じてプロジェクトに加えられている。すなわち、編成は部門や職能ごとに固定されるのではなく、検討課題に応じて更新されるものとして運用されていた。

OSMO Pocket の開発では、筐体サイズや操作系の変更が、内部構造や配線設計、可動域の確保に直ちに影響を及ぼすなど、複数の要素が相互に連動する状況が常態化していた。たとえば、接続端子の配置変更が操作性に影響し、その結果としてボタン配置や内部構造の再検討が必要となるといったように、特定の設計変更が他の要素を連鎖的に再検討させる場面が繰り返し生じていた。このような開発状況では、あらかじめ分業化された大規模体制よりも、構造・制御・操作・ソフトウェアを横断して調整できる柔軟な編成の方が適していた。

小規模なコアを起点とし、開発の進行に応じて専門性を持つ人材を段階的に吸収していくという編成のあり方は、反復的な試作と検証を可能にするための組織的行為として機能していた。固定的な体制を前提としない機動的な編成が、探索的な開発方法を下支えしていたといえる。

③ 使用体験を中心とした開発

OSMO Pocket の開発では、設計判断の基準として使用体験が重視されていたが、その運用は抽象的なユーザー視点に基づくものではなく、開発者自身が実際に使用することを通じて行われていた点に特徴がある。関連資料や関係者への聞き取りによれば、開発チームでは、試作機を机上で評価するのではなく、自ら持ち歩き、撮影し、日常的に使う中で得られた感覚が判断の起点となっていた。

DJI では、技術者が単に仕様を満たす製品を開発するのではなく、自らが使いたいと感じる装置を作るという志向が強く、OSMO Pocket においても、開発者が主要な使用者の一部を担っていた。そのため、性能数値や仕様表による比較よりも、「手に取ったときに自然か」「撮影行為が途切れずに成立するか」といった体験的な評価が、設計上の取捨選択を左右していた。

開発過程では、「まず撮れる、その後に良く撮れる」「携行性が成立の前提である」といった使用体験にもとづく命題が、設計判断を導く合言葉として機能していた。これらは市場調査から抽出された要求ではなく、開発者自身が試作機を使い込む中で形成された判断軸であり、設計上の議論や意思決定の場面で繰り返し参照されていた。

たとえば、接続端子の大型化によって操作性が損なわれる場合や、ボタン配置の変更によって片手操作が難しくなる場合には、性能上の利点が認められていても再設計が選択されている。こうした判断は、使用体験を重視する開発者の感覚にもとづいて行われており、数値上の最適解よりも「自分たちが使って違和感がないかどうか」が優先されていた。

このように、使用体験を軸とした判断は、開発者自身が使用者でもあるという DJI のギ

ーク文化に支えられていた。開発者が主体的に使い、確かめ、違和感を修正するという行為の積み重ねが、反復的な試作を一定の方向へと収斂させ、OSMO Pocket の製品像を形成していったのである。

5.4 「OSMO Pocket」の開発成果

OSMO Pocket の開発を通じて得られた成果は、単に一つの新製品が完成したという事実にとどまらない。本節では、開発の結果として成立した具体的な製品像と、その使用を通じて顕在化した価値に着目し、OSMO Pocket の開発成果を二つの側面から整理する（表 5-6）。

表 5-6 「OSMO Pocket」の開発成果の分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
新たな製品概念の成立	携帯性と高性能の両立	スマートフォンでも従来カメラでもない位置づけ 小型・携帯可能だが専用機としての性能 起動準備を要しない撮影装置 撮影・安定化・演算を一体として備えた構成 アクセサリや拡張機器の登場
	市場に存在しなかった製品	
	周辺製品・利用形態の展開（エコシステムの形成）	
潜在的ニーズの顕在化	新たな撮影価値の成立	「撮れる」ことが自然に成立する 撮影行為の即時性・安定性 操作を意識させない使用感 技術的完成度の高さ vlog・短動画・自媒体での広範な採用
	高度な使用体験	
	標準的な撮影機材として位置づけ	
主導的な地位の確立	圧倒的な販売実績	日本市場におけるデジタルビデオカメラ分野での高い販売シェア シリーズ別ランキングにおける継続的な首位
	新たな製品形態の市場的定着	従来型ビデオカメラとは異なる製品形態 撮影機器分野における主導的な位置の確立

（１）新たな製品概念の成立

OSMO Pocket の開発を通じて得られた成果は、新製品が完成したという結果そのものではなく、従来の撮影機器開発において前提とされてきた設計の起点を転換し、「撮影行為が日常のなかでどのように成立し得るか」という条件設定にもとづく新たな製品概念が、具体的な装置として成立した点にあった。

完成した OSMO Pocket は、三軸ジンバル機構、撮像モジュール、表示・操作系を、約 121.9×36.9×28.6mm、116g というポケットサイズの筐体に一体化した独立型の撮影装置である。1/2.3 型・約 12MP のイメージセンサーと 26mm 相当・F2.0 レンズを備え、4K/60p 動画撮影や RAW 静止画記録に対応するなど、このサイズにおいては両立が困難とされてきた要素が単一装置として統合されている。記録は microSD カードに直接保存され、小型タッチスクリーンと物理ボタンによって単体操作が完結する構成が採られている点も特徴である。



図 5-4 手のひらサイズの三軸ジンバル一体型カメラ「Osmo Pocket」

出典：DJI 公式 Osmo Pocket 情報ページ

このようにして成立した OSMO Pocket は、スマートフォンよりも小型で常時携帯可能でありながら、専用の撮影機器に匹敵する水準の撮影体験を単体で実現した撮影装置である。携帯性と即応性、撮影体験の水準を同時に成立させている点に、本製品の製品概念上の新規性が認められる。この各要素の組み合わせ自体が、既存の撮影機器の延長線上では導かれなかった成果であった。

さらに、OSMO Pocket の製品概念は、単体の装置として完結するものにとどまらず、アクセサリや拡張機器の展開、撮影スタイルの多様化といった周辺的な展開を通じて、使用文脈の広がりを伴いながら具体化していった。製品概念が他の主体によって再解釈され、多様な利用形態へと展開していった点も、本プロジェクトにおける成果の一部として位置づけられる。

以上のように、OSMO Pocket の開発成果は、あらかじめ定められた完成像にもとづいて設計が収束した結果ではなく、探索の過程における検証と判断の積み重ねの中で、製品概念が形成され、それが具体的な装置として成立した点に特徴がある。この点において、OSMO Pocket は、製品・プロジェクトレベルにおける探索型イノベーションの成果を具体的に示す事例として位置づけられる。

（２）潜在的ニーズの顕在化

OSMO Pocket が示したもう一つの重要な成果は、事前に明確な需要として把握・定義されていたわけではない撮影ニーズを、具体的な使用体験を通じて顕在化させた点にある。

スマートフォンの高性能化が進む中で、「日常的に持ち歩ける撮影機器」という点ではスマートフォンが事実上の標準となっており、独立した撮影装置をあえて携行する必然性は、多くの利用者にとって自明なものではなかった。しかし、OSMO Pocket は、「取り出してすぐに安定した映像を撮れる」「撮影行為そのものに意識を取られずに使える」といった使用体験を提示することで、既存の選択肢では十分に意識されてこなかった不便さや違和感を可視化した。本製品は新たな用途を市場に提示したというよりも、日常的な撮影行為の中に潜在していた未充足の要求を、使用体験を通じて利用者に自覚させたといえる。すなわち、このニーズは事前に市場調査や仮説設定によって抽出されたものではなく、製品が先に成立し、その使用を通じて初めて意味づけられた需要であった。

実際、利用者コミュニティにおいても、スマートフォン撮影に対する不満や違和感が、OSMO Pocket の使用を契機として言語化される事例が確認される。ユーザーの評価には、「スマートフォンよりも直感的に撮影できる」「動画の安定性や撮影体験において明確な違いを感じる」といった声が多く見られ、スマートフォンが担ってきた日常的撮影の役割に、なお充足されていない側面が存在していたことを示唆している。

とりわけ、Vlog 撮影や短編動画制作、個人によるコンテンツ発信の分野において、OSMO Pocket は急速に受容され、特定の専門用途に限定されることなく、日常的な個人発信の文脈において標準的な撮影装置として位置づけられるようになった。専門的な映像制作者に限らず、多くの個人が本製品を日常的に使用する撮影装置として取り入れた点は、OSMO Pocket が撮影実践の前提条件そのものを更新したことを示している。

このように、OSMO Pocket は、「スマートフォンでは不十分だが、従来のカメラやジンバル装置は煩雑である」という、これまで明確には意識されてこなかった要求を、使用体験を通じて顕在化させた。そのニーズは、開発段階であらかじめ想定されていたものではなく、製品を使う過程を通じて利用者自身によって初めて意識化された点に特徴がある。

この成果の背景には、第３章で検討した DJI に固有のギーク文化と、使用体験に対する高い完成度志向がある。OSMO Pocket の開発では、数値上の性能よりも、実際に使用した際の違和感のなさや操作の自然さが重視され、開発者自身が納得できる水準に到達するまで試行錯誤が重ねられていた。こうした姿勢が、結果として多くの利用者に共有され、事前には把握されていなかったニーズが、使用体験を通じて立ち現れることにつながったのである。

（３）主導的な地位の確立

また、OSMO Pocket の開発成果は、日本市場における販売実績を通じて、撮影機器分野における主導的地位の確立として確認できる。BCN Ranking による日本国内の実売データに基づく集計では、2024 年のデジタルビデオカメラ・シリーズ別年間販売台数ランキングにおいて、Osmo Pocket 3 が 41.5%という突出したシェアを記録し、第１位を占めている（表 5-7）。さらに第６位の Osmo Pocket 2 および第８位の Pocket 2 Creator Combo も合計すると販売台数シェアは 47%で半分弱を占めている。また、同シリーズは発売以降、継続的に高い販売水準を維持しており、短期的な話題性に依存した一過性的成果ではないことが確認できる。

OSMO Pocket は統計上、ソニーやパナソニックの製品と同様にデジタルビデオカメラと

して分類されているが、製品形態や技術の組み合わせ方は従来型の撮影機器とは異なっている。既存メーカーの製品が、それぞれの技術体系の内部で発展してきたのに対し、OSMO Pocket は、ドローン開発を通じて蓄積された技術を起点として、撮影装置の構成や使用の前提を組み直すかたちで構想された製品であった。このように、同一の製品カテゴリに属しながらも、前提とする設計の考え方や技術経路が異なっており、OSMO Pocket は新たな製品概念として成立していた。

表 5-7 デジタルビデオカメラ・シリーズ別販売台数ランキング (2024 年・日本)

順位	メーカー	シリーズ名	販売台数シェア (%)
1	DJI	Osmo Pocket 3	41.5
2	パナソニック	HC-V495M	13.0
3	ソニー	HDR-CX680	11.2
4	パナソニック	HC-VX2MS	8.9
5	ソニー	FDR-AX45A	8.0
6	DJI	Osmo Pocket 2	4.6
7	ソニー	ILME-FX3	2.4
8	DJI	Pocket 2 Creator Combo	1.2
9	ソニー	FDR-AX60	0.8
10	ソニー	ILME-FX30	0.7

出典：BCN Ranking (2024 年)

そのうえで、同一の市場指標のもとで販売実績を示したことは、この製品概念が市場における標準的な選択肢として確立したことを意味している。第3章で検討したように、DJI は民生用ドローン分野において、製品カテゴリの形成と市場構造の主導を通じて優位な地位を築いてきた。OSMO Pocket の事例は、異なる製品形態と技術経路を通じて形成された製品が、撮影機器分野においても主導的な位置を占め得ることを示している。

5.5 本章のまとめ

本章では、DJI による OSMO Pocket の開発事例を対象として、企業成長の第二段階において、ドローン開発を通じて蓄積された中核技術が新たな製品領域へと展開される過程を分析した。焦点は、その構想がいかなる出発点から生まれ、どのような方法と行為を通じて具体化されたのかに置かれた。

図 5-5 に沿って整理すると、以下の通りである。

① 製品開発の出発点が再設定された。既存の OSMO 系列で前提とされていた設計思想や見立てが見直され、「撮影行為」を捉える枠組みが組み替えられた。このパラダイムシフトを起点として、製品構想と設計前提が再編された。② 方法の側面では、設計基準や技術構成が見直され、試作と検証を通じて判断基準が繰り返し修正される反復的な開発が進められた。③ 行為の側面では、不確実性を前提とした試行の継続と柔軟な組織編成が見られた。少人数のコアを起点としつつ、探索の進展に応じて専門性が組み替えられ、技術や製品に対する高い完成度志向が探索を内側から支えていた。その結果、OSMO Pocket は携行性と高い撮影性能を両立させる製品概念を具体化し、使用体験を通じて潜在的ニー

ズを顕在化させた。さらに、市場での受容を通じて、撮影機器分野における主導的地位を確立した。

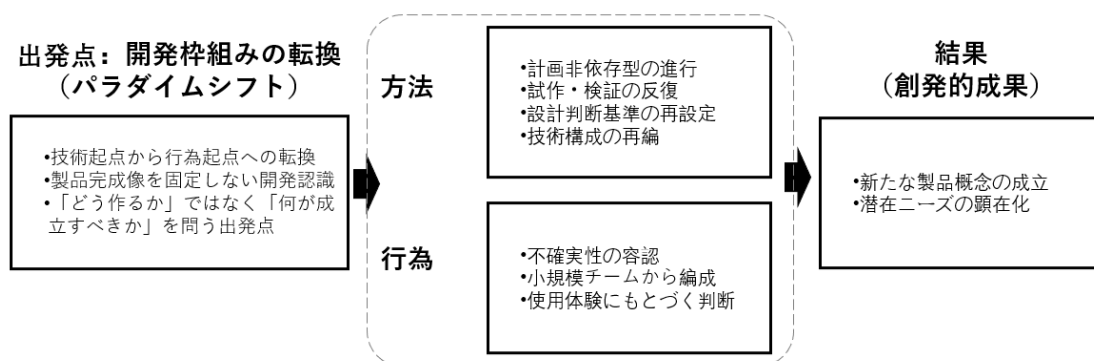


図 5-5 OSMO Pocket 開発における探索型イノベーションの特徴

第 3 章で分析した第一段階の探索が、創業期のスタートアップ企業として、ドローンという未成熟な技術領域を対象に、企業の存立そのものを賭けた高い不確実性と冒険性を伴う探索である。これに対し、本章で扱った第二段階の探索は、空撮ドローンで培われた中核技術を起点としつつ、既存事業の延長からパラダイムシフトを経て、OSMO Pocket という全く新たな製品を創出するという探索である。OSMO Pocket は既存商品の改良ではなく、探索によって生まれた「新種」であるといえよう。

もっとも、本事例を探索型イノベーションと位置づけることは、過去と無関係であったことを意味するものではない。いかなるイノベーションも何らかの技術的経験を前提とする。しかし、本事例の開発は既に形成された技術経路や方法に沿うものではなく、出発点を再設定し、新たな方向を選択する過程であった。この点において、本ケースは探索型イノベーションとして位置づけられる。

第 2・3 章でも述べたように、この第二段階の探索は、第一段階とだいぶ異なる背景、すなわち企業の発展段階、組織規模及び戦略意図などが変わった、という状況で発生したものである。したがって、この段階の探索は、当然ドローン技術の探索と一部異なる特徴を有する。しかしながら既存のコンセプトや枠組みに縛られず、あえて新領域に冒険する、また、不確実性が高いため事前に厳密に計画できないなどの点からみれば、両段階の探索は、重要な点で共通的特徴を有している。

こうした継続性は、創業者である汪滔が示してきたアントレプレナーシップと技術観が、企業の価値観として蓄積され、企業文化として共有されてきたことと深く関係している。創業期に形成された、技術によって新たな可能性を切り拓こうとする姿勢は、企業成長の各段階において、探索的な構想や試行を肯定する思考様式として作用してきた。すなわち、DJI における探索型イノベーションは、特定の成長段階や製品領域に限定されたものではなく、創業期に形成されたイノベーションの「遺伝子」が、組織の拡大や事業構造の変化を経ながらも、一貫して受け継がれてきた結果として理解することができる。

第三部

深化型イノベーション：レノボの事例分析

第6章 レノボの成長史とイノベーションの類型

本研究の第二部では、中国発の電子機器メーカーである DJI を対象に、探索型イノベーションがどのような方法と行為で展開され、その過程においていかなる特徴と要素的条件が形成されてきたかを、事例分析を行った。第三部では、探索とは異なる行為様式として位置づけられる深化型イノベーションの展開を分析する。対象企業は、同じく中国発の電子機器メーカーのレノボである。

深化型イノベーションは、既存の製品体系や技術経路を前提とした価値創出の行為様式として定義されるが、その実践のあり方は、企業が置かれた事業条件や組織構造によって多様に展開されうる。この第三部では、その多様な実践の一つとして、レノボが CVC (Corporate Venture Capital) を媒介に外部企業との関係を構築し、共同開発を通じて進めてきた深化型イノベーションに着目する。こうした取り組みは、企業内部に閉じた改良活動ではなく、外部技術との接続を通じて既存の技術体系を更新していくという点で、オープンな特徴を有する。

本章では、まずレノボの企業発展と事業構造の分析を行い、企業全体のイノベーションの体制、イノベーションの傾向性を考察する。そのうえで、第三部のケーススタディに関して、研究の焦点、研究内容の選択及び個々のケースの位置づけなどを説明する。

6.1 レノボの発展史

(1) 企業の歴史と沿革

レノボ (Lenovo Group、聯想集団) は 1984 年に中国・北京市で設立された電子機器メーカーであり、技術成熟度と市場競争が高度に進展したパーソナルコンピュータ (PC) 産業を主要な事業領域として、PC を中核とするスマートデバイスおよび関連するインフラ製品・サービスの設計・製造・販売をグローバルに展開している。世界の PC 市場において長年にわたり出荷台数ベースで第 1 位のシェアを占め、現在は約 180 の国と地域で事業を展開する企業である。

創業当初のレノボは、中国科学院計算技術研究所の支援のもと、中国・中関村において設立され、外国製コンピュータの販売や部品供給、ならびに文字コード変換などのローカライズ関連業務を中心に事業を開始した。当時の中国市場では、海外製 PC の導入が進む一方で、言語環境や使用条件への対応が十分ではなく、レノボはこうした課題への対応を通じて、PC 製品に関する技術理解と市場対応能力を蓄積していった。

1990 年代に入ると、レノボは自社ブランドによる PC の開発・製造に本格的に取り組み、中国国内市場向けの製品供給を拡大していった。1994 年には自社ブランドの PC を投入し、価格帯や仕様を中国市場の需要特性に合わせて調整することで販売を伸ばした。その結果、1990 年代後半には中国国内の PC 市場において約 30% のシェアを獲得し、同市場における主要ブランドの一つとしての地位を確立した。

2000 年代初頭になると、レノボは国内市場での事業基盤を背景に、事業の国際化に向けた動きを本格化させる。2004 年には、米国 IBM の PC 事業を買収し、ThinkPad ブランドを含む製品ライン、設計・品質管理に関するノウハウ、ならびにグローバルな販売・サポート体制を取得した。この買収を契機にレノボは中国市場を主たる対象とする PC メーカーから、世界市場を対象とする PC メーカーへと事業範囲を拡大していった。

2010 年代以降、レノボは PC 事業を事業構成における中核的な位置に据えながらその周辺領域への展開を進めてきた。2010 年代前半には、世界の PC 市場において出荷台数ベースで第 1 位の地位を確立し、PC 分野におけるグローバルメーカーとしての存在感を一層高めている。同時期には、IBM の Systemx 事業を含むサーバーやストレージなどのインフラ関連事業にも進出し、既存の法人顧客基盤を踏まえた事業領域の拡張が進められた。2010 年代後半にかけては、スマートデバイスやソリューションといった領域を開拓する姿勢を示しながらも、依然として PC 事業をその中心を置いた。

なお、レノボは自社を、単なる製品メーカーにとどまらないグローバルな ICT 技術企業として位置づけ、「すべての人にスマートな技術を (Smarter Technology for All)」という理念を掲げている。同社は、この理念にもとづき、PC をはじめとするコンピューター技術を社会の多様な利用場面に適合させることを重視し、製品の設計・製造・提供を通じて、成熟した PC 産業を主要な事業領域とする事業活動を一貫して展開してきた。

(2) 事業構造と現在の到達点

こうした事業展開のもとで、レノボは 2021 年 4 月に組織体制の再編を行い、事業を三つの事業グループに再編成した。PC を中心とする端末製品事業を担う IDG グループ、サーバーやストレージなどのインフラ関連製品を担う ISG グループ、ならびに IT 運用・保守やマネージドサービスを中心とする SSG グループである²⁶。

組織再編直後の 2021 年度においては、IDG の売上高は約 530 億米ドル (約 84%) で全売上高の大半を占めていた。これに対し、ISG は約 63 億米ドル (約 10%)、SSG は約 42 億米ドル (約 6%) にとどまっていた。その後、2025 年度に至るまでの間に事業構成に変化がみられ、IDG の売上高は約 505 億米ドル (約 69%) と減少したのに対し、ISG は約 145 億米ドル (約 20%)、SSG は約 85 億米ドル (約 11%) へと拡大している²⁷ (図 6-1)。

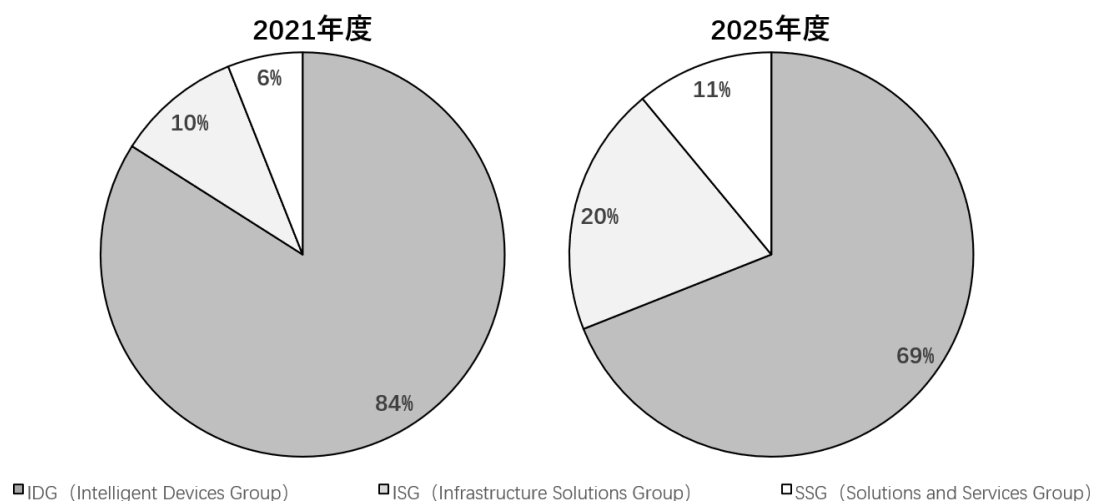


図 6-1 レノボの三つ事業グループの売上構成比 (2021・2025 年度)

²⁶ IDG (Intelligent Devices Group) : パーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレット等の端末製品事業を担う事業グループ ; ISG (Infrastructure Solutions Group) : サーバー、ストレージ等のインフラ製品・ソリューションを担う事業グループ ; SSG (Solutions and Services Group) : IT 運用・保守、マネージドサービス等のサービス事業を担う事業グループ

²⁷ 本段および図 5-1 の数値は、レノボ (Lenovo Group) が公表した 2020/21 年報 および 2024/25 年報に基づき作成した。

近年、ISG および SSG の売上高は拡大しているものの、企業全体の収益構造においては PC 事業を主体とする IDG が引き続き最大の規模を占めており、インフラおよびサービス関連事業は、既存の PC 事業を基点として形成されてきた顧客基盤や技術的資源を活用する形で展開されている。

このような事業構造の背景には、レノボが創業期以来、PC 事業を中核として製品設計・製造・市場対応の能力を段階的に蓄積してきた点がある。その過程でレノボは、外部委託への依存度を相対的に抑え、自社主導の製造・生産体制を構築してきた。現在、同社製品の大部分は中国国内の自社系生産拠点で製造されており、PC 製品を中心に、サーバーやモバイル端末など複数の製品分野をカバーしている。

中国・合肥に位置する製造拠点は、PC を中心とするコンピューター製品の研究開発および製造を担う中核拠点であり、高度なカスタマイズ生産に対応している。また、武漢や深センなどの拠点では、モバイル端末やサーバーを含む関連製品の生産が行われている。こうした生産体制のもとで、レノボは年間約 1 億 5 千万台規模のデバイスを世界市場に供給しており、PC 事業を中心とした大規模な量産・供給能力が、現在の事業構成を支えている 28。

PC 事業の規模を市場面からみると、レノボは 2020～2024 年、世界の PC 出荷台数において概ね 24～25% のシェアを占めており、同期間を通じて HP および Dell を上回る水準で推移している（表 6-1）。

表 6-1 世界 PC 出荷台数における主要企業のシェア（2020-2024 年）²⁹

年度	レノボ (Lenovo)	HP Inc.	Dell Technologies
2020	24.9 %	21.2 %	16.4 %
2021	24.4 %	21.7 %	17.4 %
2022	24.1 %	19.4 %	17.5 %
2023	24.7 %	21.9 %	16.6 %
2024	25.5 %	21.6 %	16.1 %

現時点のレノボは、世界約 180 の国・地域で事業を行い、従業員数は約 7.2 万人に達するグローバルな電子機器メーカーである。2024/25 年度の連結売上高は約 691 億米ドル（約 10.4 兆円）であり、PC 市場においては出荷台数ベースで第 1 位のシェアを維持している。

売上高の推移をみると、2020/21 年度から 2024/25 年度にかけて、同社の売上高は概ね 600 億米ドル前後のレンジで推移している（表 6-2）。2021/22 年度にはテレワークやリモート学習需要の拡大を背景として一時的に売上高が増加した一方、2023/24 年度には需要反動の影響を受けて減少し、2024/25 年度には回復基調に転じている。同期間において、粗利益率は概ね 16～17% 台で推移しており、売上高営業利益率も 3～7% 台の範囲で推移している。また、ROE は 2020/21 年度に 32.6%、2021/22 年度に 37.6% を記録し、その後も 2024/25 年度まで概ね 20% 前後の水準で推移している。この水準は、一般に PC 業界における平均的な ROE（概ね 12～16%）を上回るものである。これらの数値は、同社が近年の需要変動を伴う環境下においても、一定の収益水準と資本効率を維持してきたことを示している。

²⁸ レノボ (Lenovo Group) が公表する年次報告書におけるデバイス出荷規模に関する説明に基づく

²⁹ IDC が公表する世界 PC 出荷台数統計（2020-2024 年）に基づき筆者作成。

表 6-2 レノボの主要財務指標（2021～2025 年度、単位：百万米ドル）³⁰

財年	売上高	純利益	粗利益率	売上高営業利益率	総資産	ROA	ROE
2020/21	60,742	1,178	16.1%	4.8%	37,991	3.0%	32.6%
2021/22	71,618	2,030	16.8%	6.9%	44,510	4.6%	37.6%
2022/23	61,947	1,608	17.0%	4.3%	38,920	4.1%	26.6%
2023/24	56,864	1,011	17.2%	3.5%	38,751	2.6%	16.6%
2024/25	69,077	1,384	16.1%	3.1%	44,231	3.1%	20.8%

以上の検討から、レノボは、創業期以来の成長過程において PC 事業を中心とした能力と事業構造を形成してきた企業であることが示される。このように、企業事業構造の分析を通じて、レノボの PC 事業に着目し、その展開を分析対象として絞ったものである。次節では、レノボのイノベーションにおける組織的枠組みとその活動について検討する。

6.2 レノボのイノベーション体制

（1）三層からなるイノベーション組織構造

レノボは、単一の部門や組織にイノベーション活動を集約するのではなく、時間軸の異なる課題に対応する複数の組織による役割分担の体制を構築してきた。

現在のレノボにおけるイノベーション体制は、①市場に最も近い製品事業部、②中期的な技術蓄積を担うレノボ研究院、③長期的視野から外部技術動向を把握するレノボ創投の三層から構成されている。これら三つの組織は、それぞれ異なる時間スパンに対応づけられ、相互に接続される形で運用されている（図 6-2）。

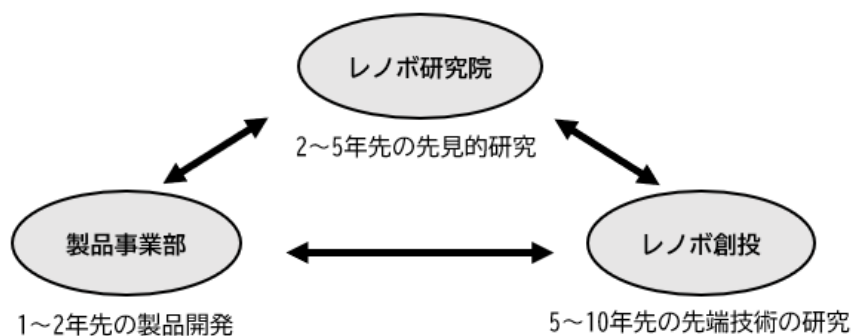


図 6-2 レノボの三階層のイノベーション組織構造³¹

製品事業部は、市場に最も近い組織として、既存製品の設計・改良・投入を担う。ここでは、収益性や市場競争力が重視され、主要事業として形成されてきた製品体系を前提に、性能向上、コスト削減、品質安定化、迅速な市場投入といった課題に対して、比較的短いサイ

³⁰ レノボ（Lenovo Group）が公表した 2020/21 から 2024/25 年報までの各年次報告書に基づき作成した。

³¹ 本研究で用いる短期（0～18 か月）・中期（2～4 年）・長期（5 年以上）という時間区分は、レノボ社内における研究開発および投資活動の説明資料（社内報告用スライド）に基づくものであり、インタビューおよび関連資料を通じて確認された整理である。

クルでの設計・検証・改良が行われている。製品企画、開発エンジニア、品質管理部門が密接に連携し、既存の製品・工程・サプライチェーンを前提とした改良活動が組織的に進められている点に特徴がある。この層におけるイノベーションは、既存事業の競争力を維持・強化するための深化的な取り組みとして位置づけられる。

レノボ研究院は、製品事業部よりも中長期的な視点から技術課題に取り組む組織であり、将来的な事業展開の可能性を視野に入れた基盤技術および応用技術の蓄積を担う。世界 18 か所に配置された R&D センターには約 1 万人の研究者が所属し、AI、自然言語処理、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション (HCI)、エッジコンピューティング、チップ・アーキテクチャ、ロボティクス、AR/VR など、多様な分野で研究プロジェクトが進められている。

これらの研究テーマは、必ずしも特定の主力製品への直接的な応用を目的としたものに限定されているわけではない。むしろ、計算システムの統合、ソフトウェアとハードウェアの協調設計、量産設計能力、グローバルな供給体制といった、レノボが既存事業を通じて蓄積してきた技術的・組織的能力を出発点としながら、インフラ領域やサービス分野、さらには将来向けの新しい計算プラットフォームや産業応用への展開可能性を探索する位置づけにある。

研究院における成果は、「技術ゲート審査制度」や「ロードマップ統合会議」といった社内制度を通じて評価され、技術成熟度、既存事業との親和性、量産移行の可能性などの観点から段階的に選別される。実用化の見込みが高いテーマは製品事業部へと移管される一方、より中長期的な視点を要するテーマについては研究院内で継続的に検討が行われる。また、現時点では既存事業との接続が明確でないテーマについても、将来向けの技術選択肢として知見が蓄積されている。このように研究院は、既存事業を基点としながらその外延にある技術的可能性を体系的に拡張する役割を果たしている。

これら二つの内部組織に対し、レノボ創投 (Lenovo Capital and Incubator Group、下記 LCIG) は、より長期的な視点から外部の技術動向や事業機会を継続的に把握する役割を担っている。同組織は、社外スタートアップや新興技術企業に資本的関与を通じて、レノボの既存事業の枠組みの外側に存在する技術や構想を探索し、中長期的な技術選択肢を拡張するための装置として位置づけられる。この点において、LCIG は、レノボのイノベーション体制の中でも重要な役割を担う組織である。

(2) レノボ創投 (LCIG) の位置づけと役割

前述のとおり、LCIG は、レノボのイノベーション体系において、外部技術との関係構築を担う長期的組織として位置づけられる。インタビュー調査および公開資料によれば、LCIG は累計で 280 社を超える企業への投資実績を有しており、中国における企業系 CVC の中でも、投資活動の規模および継続性の点で高い水準に位置する。2025 年に公表された中国の企業系 CVC を対象とする年次評価においては、中国 CVC 機関 Top10 に選出されるとともに、投資活動の影響力を指標とした VC 機関 Top50 にもランクインしている。LCIG は投資実績において、中国の企業系 CVC の中でも上位層に位置する主体として評価されている³²。とりわ

³² 投資件数および評価結果は、レノボ創投の公式発信情報（公式ウェブサイトおよび公式微信アカウント）に加え、中国におけるベンチャーキャピタルおよび企業投資分野の主要評価主体が公表する資料に基づく。融中财经（中国のベンチャーキャピタル業界専門メディア）による企業系 CVC に関する年次評価、清科集団（投中信息）（中国のベンチャー投資データおよび調査を専門とする調査会社）が発表する

け、国家級・省級の「専精特新（小巨人）」³³ 企業への関与度は高く、投資先企業のうち約 3 割が同区分に該当しており、高度な専門技術を有する中小企業を主要な投資対象としている点に特徴がある。

投資分野の構成を見ると、LCIG は、AI、クラウド、エッジコンピューティング、産業ソフトウェア、コア部品、ロボティクスなど、情報処理および製造システムと密接に関連する技術領域を中心に投資を展開している。近年は、ブレイン・マシン・インターフェースやロボティクスといった次世代技術分野への関与も明示されており、LCIG は、レノボの既存事業の外部に存在する技術変化を、広い射程で継続的に把握する探索的組織として機能している³⁴。この点で LCIG は、製品事業部や研究院とは異なる時間軸に立ち、将来の技術選択肢を拡張するための「技術展望台」としての役割を担うものと整理できる。

LCIG による被投資企業への関与は、資本提供にとどまるものではなく、被投資企業が自社技術を製品化・事業化していく過程を支えるインキュベーションとしての機能を含んでいる。具体的には、被投資企業側における技術設計および製品化設計の段階における技術的検討への関与、試作・量産段階における製造面での助言や支援、供給・調達体制に関する知見の提供などを通じて、技術や事業が実装段階へと進めるためのサポートをする。とりわけ、製造・生産工程や供給・調達に関する支援は、レノボが PC 事業を通じて蓄積してきた量産、品質管理、サプライチェーン運用に関する知見にもとづいて行われており、被投資企業の成長段階に応じた形で展開されている。

LCIG のもう一つの重要な役割は、外部企業の技術をレノボの既存製品体系の内部へと接続する機能を担っている点にある。LCIG は、外部企業が有する技術の中から、既存製品体系において活用可能な補完的技術を選別し、研究院や製品事業部における技術検討の文脈へと位置づけている。

レノボでは、PC 事業を中核とする製品体系を前提とした改良・高度化が進められる一方で、必要となる多様な専門技術を企業内部のみで創出することには限界がある。このため、外部技術を既存製品の改良プロセスにどのように結び付けるかが重要な実務課題となっている。LCIG は、この課題に対して、既存の製品構成や開発プロセスを前提に、外部技術と既存製品体系との接点を整理し、共同開発が開始されるための前提条件を整えている。

さらに、共同開発の進行過程においては、LCIG が外部企業と社内の研究院・製品事業部との間に立ち、開発条件や技術検討の方向性を調整しながら試作、評価、量産化に向けた検討を継続的に支援している。

以上のように、レノボの CVC は、VC／インキュベーションの機能に加え、外部技術と既存事業を結び付け、共同開発を支える役割を果たしている。

（3）レノボのイノベーションの基本的類型

以上の検討から、レノボは、先端技術や新たな技術動向に関わる取り組みを含め、幅広い

「中国**风险投资**行业年度榜」、ならびに胡潤研究院が公表する高成長スタートアップ企業に関する年次評価を参照している

³³ 「専精特新（小巨人）」企業とは、中国政府が中小企業政策の一環として認定する企業区分であり、専門性（專）、精緻化（精）、特色化（特）、新規性（新）を備えた中小企業を指す。とりわけ「小巨人」企業は、同制度の中でも特定の技術分野や産業分野において高い専門性と競争力を有すると評価された企業として位置づけられている

³⁴ 投資分野に関する記述は、レノボ創投が公表した「レノボ創投白皮書 2024」と「レノボ創投白皮書 2025」に基づく

イノベーション活動を展開してきた企業であることがうかがえる。その一方で、事業構造および収益構造を踏まえると、同社のイノベーション活動は、全体として既存の製品体系、とりわけ PC 事業を中心とした改良・改善に重心が置かれており、概ね深化型イノベーションを用いたアプローチが適用できるものと認識する。以下では、その理由を三つの視点から整理する。

第一に、事業構造および収益構造の観点から見ると、レノボは創業期以来、成熟した PC 産業を中核としながら成長してきた企業である。前節で示したとおり、現在においても同社の売上高や市場シェアの多くは PC を中心とする事業群によって構成されており、世界市場における競争力も主としてこの領域において形成されている。この点から、レノボの企業活動は、事業規模と収益構造の両面において、PC 産業を主要な基盤として展開されてきたことが読み取れる。

第二に、産業特性とイノベーションの進め方との関係について、PC 産業は成熟度の高い製造業分野に位置づけられる。一般に、このような成熟産業においては、新市場の創出や製品カテゴリの大幅な転換よりも、既存製品の性能、品質、コスト、供給効率といった要素を継続的に改善していく取り組みが競争力の源泉となりやすい。レノボは、研究開発、設計、製造、販売を含む一体的な事業体制を構築し、自社工場を含む製造基盤への投資を重ねてきた企業であり、そのイノベーション活動も、こうした製造業としての特性と密接に結び付いた形で展開されてきたと考えられる。この点は、レノボに限らず、成熟産業に属する企業一般に共通する傾向とも整合的である。

第三に、企業の発展過程や基本的な理念との関係から見ると、レノボのイノベーションは、特定の製品領域や技術分野に対して長期的に取り組み、段階的に完成度を高めていく進め方と親和的である。既存研究においても、レノボの新領域展開における慎重さや、破壊的イノベーションの相対的な希薄さを指摘する議論がある一方で、既存インフラの効率化、サプライチェーン運用の高度化、特化型中小企業との協業を通じた段階的な改良・最適化に注目し、同社のイノベーションを漸進的な改善モデルとして捉え直す見解が提示されている (Liang, 2021 ; Yang, 2024)。これらの議論は、レノボのイノベーション活動が、既存の事業基盤や能力を前提とした改良・改善の方向性と強く結び付いていることを示唆している。

以上の整理から、レノボのイノベーション活動は多様な要素を含みながらも概ね既存の製品体系および技術経路を前提とした深化を中心として展開されてきたと位置づけることができる。この点は、第 2 章で整理したイノベーション類型のうち、深化型イノベーションの基本的な定義と整合的である。ただし、こうした位置づけは、現時点では事業構造や組織体制にもとづく概括的な整理にとどまるものであり、具体的な方法や行為の特質については、次章以降の事例分析を通じて検証・分析していく必要がある。

6.3 第三部の具体的事例研究の焦点と構成に関する説明

本研究第三部では、レノボにおける深化型イノベーションを、CVC である LCIG を媒介とした外部企業との共同開発を通じて、既存製品体系の改良・改善がどのように進められているのかという観点から検討する。

以上を踏まえ、第三部では以下の三つの焦点からレノボにおける深化型イノベーションのアプローチを図っていく。

第一に、深化型イノベーションの進行過程とその特性に着目する。第 2 章で提示した「出発点」「方法」「行為」「成果」という分析視点にもとづき、LCIG を媒介とした共同開発が、

どのような過程をたどって進められていくのかを整理する。

第二に、深化型イノベーションを下支えする基盤的な支援要素に着目する。第二部で取り上げた DJI における探索型イノベーションの分析では、単一企業内部における研究開発活動を中心に検討してきた。これに対して、第三部の事例分析においては、外部企業との共同開発を前提とすることから、技術的な判断や行為に加えて、それを支える組織間の関係構造を分析視点に含める必要がある。第三部で扱う事例では、開発の進行に伴って関与主体の範囲や相互の関係性が変化していく点に特徴がある。本部では、LCIG の媒介機能を含め、製品部門、研究部門、外部企業といった複数主体の関与のもとで、技術と組織の関係がどのように構成されているのかに注目する。

第三に、深化型イノベーションが展開された技術的背景に着目する。成熟した製品体系を有するレノボにおいては、外部技術の導入時点で、既存システムとの関係性や制約条件がすでに存在しており、こうした技術的条件は、共同開発の進行様態に影響を及ぼしてきた。そこで、こうした技術的背景を理解するための分析軸として、技術依存性の強弱に着目するようになった。

なお、本研究で用いる技術依存性の強弱とは、個別の技術要素が分離可能か否かという技術構造そのものを指す概念にとどまらず、生産・開発の過程において発生する広義の取引費用の大きさに着目した区分である。Baldwin (2008, 2015) は、Williamson による取引費用概念を拡張し、生産技術活動の過程においても、タスク間あるいはタスク・チェーン内部において、物質・エネルギー・情報の移転および交換が継続的に発生することを指摘している。これらの移転や交換に伴う頻度および協働の複雑性が構成する費用が、広義の取引費用であり、同時に技術依存性として把握される。

この観点から見ると、タスク間の技術依存性が高い場合には、技術的な調整や相互理解を前提とした緊密なやり取りが不可欠となり、それを可能にする関係構造が必要とされる。反対に、技術依存性が相対的に低い場合には、調整の頻度や複雑性は限定され、関係構造も比較的緩やかな形で構成されうる。すなわち、技術依存性の強弱は、開発過程における関係構造の形成やその変化を規定する重要な条件として位置づけられる（任ほか, 2025）。

第三部で扱う二つの事例はいずれも、LCIG を媒介とした外部企業との共同開発を通じて進められた深化型イノベーションであり、既存製品体系を前提とした改良と最適化を目的とする点では共通している。一方で、外部技術と既存システムとのあいだに存在する技術依存性の性格には差異が見られる。第 6 章では、技術依存性が相対的に強い条件のもとで展開された事例を、第 7 章では、技術依存性が相対的に弱い条件のもとで展開された事例を取り上げ、技術条件の違いが共同開発の進行様態にどのように反映されるのかを検討していく。

第7章 ケース1：「京微斉力」との共同開発³⁵

——技術依存性の強いケースにおける深化型イノベーションの分析

前章では、レノボの事業構造およびイノベーション体制について整理し、同社のイノベーション活動が、既存の製品体系と技術経路を前提として展開されてきたことを示した。本章では、外部企業との共同開発事例を取り上げ、具体的な展開過程を明らかにし、基盤的な支援要素の分析を行う。

本章で扱う京微斉力（Jingwei Qili）との共同開発事例は、2021年頃から構想・検討が開始され、2022年以降に具体化した、レノボのPC製品に搭載される電子ペーパー³⁶表示機能を支えるFPGAベースの制御・駆動チップの開発を対象とするものである。本事例は、既存製品の改良を目的とした深化型イノベーションであると同時に、外部技術と既存システムとの間に強い技術的依存関係が存在していた点に特徴がある。このため、開発は特定技術の独立的な導入として進められたのではなく、工程の進行に応じて技術要素を摺り合わせる共同的な行為を通じて展開された。

以下では、第2章で提示した「出発点」「方法」「行為」「成果」という分析視点にもとづき、本事例における共同開発の展開を整理する。あわせて、共同開発の進行に伴う参加主体間のネットワーク構造の変化に着目し、技術依存性の強い条件下で開発がどのように展開されていたのかに焦点を合わせる。

7.1 研究のアプローチ

本節では、本章の分析に用いる資料および分析の進め方を整理する。

本章の分析は、質的研究方法を用いて行う。主な一次資料として、2023年に中国国内で実施したレノボおよび京微斉力への企業訪問および半構造化インタビューを用いている。レノボ側では、研究開発部門およびLCIG関係者への聞き取りを通じて、共同開発の進め方、判断過程、ならびに外部企業との連携の実態に関する情報を収集した。また、京微斉力に対しては、FPGA技術の特性、開発工程における調整の内容、および共同開発における役割分担についてヒアリングを行っている。

これらの一次資料に加え、両社の公式発表資料、製品仕様書、技術紹介資料、関連する業界資料や報道を二次資料として補助的に用い、事実関係の確認および情報の補完を行った。本章で用いるレノボおよび京微斉力に関する調査・資料の概要は、表7-1に示すとおりである。

³⁵ 本章は、「オープン・イノベーション・ネットワークの動的分析—レノボに関するケーススタディー」（『桜美林大学研究紀要 社会科学研究』、2025年3月）として発表した共著論文をベースとし、本研究の分析視点に即して内容を拡張・修正したものである。

³⁶ 電子ペーパー（electronic paper）とは、紙のような視認性を持つ表示を実現する表示技術の一種であり、外部光を反射して表示を行う点に特徴がある

表 7-1 レノボと京微斉力（Jingwei Qili）に関する調査・資料

区分	実施日	場所・出所	対象	主な内容
一次資料	2023 年 6 月 4 日	北京	京微斉力技術担当者（2 名、下記 A、B）	FPGA 技術の役割、共同開発の工程
一次資料	2023 年 6 月 4 日	北京	LCIG 部門（投後担当者、下記 C）	共同開発の進め方、投後段階での共同開発促進、京微斉力案件の連携経緯
一次資料	2023 年 6 月 20 日	北京	LCIG 部門（投資部長、下記 D）	投資判断・選別の観点、投資後の支援、社内外の連携形成
一次資料	2023 年 6 月 20 日	北京	レノボ研究院（研究院関係者、下記 E）	製品要求の整理、技術統合と工程设计、判断過程、共同開発上の課題
一次資料	2023 年 8 月 24 日	北京（レノボ本部）	レノボ研究院（研究院関係者、創投関係者、下記 F、G）	三層のイノベーション体制、研究院と創投の接続、外部連携の位置づけ
二次資料	随時	公開資料	レノボ／京微斉力	企業発表、製品仕様、技術紹介
二次資料	随時	業界資料	関連報道・レポート	共同開発の背景、産業動向の補足

7.2 京微斉力の技術的特徴とレノボとの接点

本節では、共同開発事例の前提として、京微斉力の技術的特徴を整理するとともに、同社とレノボとの接点がどのように形成されたのかを検討する。

京微斉力は 2013 年に設立された中国の半導体スタートアップ企業であり、FPGA（Field-Programmable Gate Array）チップの設計・開発を主たる事業領域としてきた。同社は、プログラマブルロジックデバイス分野において、中国国産 FPGA 技術の確立と応用領域の拡大を志向し、設立当初から高性能演算や制御用途を想定したチップ開発に取り組んできた。

FPGA は、汎用 CPU³⁷や SoC³⁸のように機能が固定されたプロセッサとは異なり、用途に応じて回路構成を変更できるプログラマブルデバイスであり、高い処理性能と構成の柔軟性を併せ持つ点に特徴がある。京微斉力が開発する FPGA チップは、特定用途向けの処理内容や制御方式をあらかじめ内包するものではなく、回路資源を備えたハードウェアと、それを設計・実装するための開発環境を提供することを基本としている。

そのため、具体的な処理内容や制御ロジックは、FPGA を利用する側の設計内容に応じて定まる。こうした特性から、京微斉力の技術は、単体で完結する製品というよりも、利用側

³⁷ CPU（Central Processing Unit）とは、計算処理および制御処理を担う計算機システムの中核的な処理装置である。

³⁸ SoC（System on a Chip）とは、CPU を含む複数の機能回路を単一の半導体チップ上に統合した集積回路である。

のアルゴリズム設計やシステム構成と組み合わせられることで初めて具体的な機能を発揮する技術として位置づけられる。この点において、FPGA の活用は、アルゴリズム設計とハードウェア構成の調整が密接に結びつくプロセスを伴う。

京微斉力は、こうした応用側との共同開発を前提とした技術設計を重視しており、チップの提供に加えて、設計段階における技術的支援や調整を通じて、利用側のシステム構成に深く関与する開発スタイルを特徴としてきた。そのため、実際の製品開発においては、チップ提供企業と利用企業との間で、設計方針や機能分担について継続的な摺り合わせが不可欠となる。

レノボと京微斉力との最初の接点は、2019 年に開催された京微斉力の年次総会に、LCIG の投資担当者が参加したことにさかのぼる。当時、LCIG は中国国内の半導体スタートアップの技術動向を継続的に調査しており、その一環として、京微斉力の FPGA 技術や開発方針について説明を受けた。当時は特定の製品開発を前提とした検討が行われていたわけではなかったが、高い処理性能と構成の柔軟性を併せ持つ点が、将来的に製品開発へと接続しうる技術として認識されていた。

その後、LCIG 内部での検討を経て、同年末に京微斉力への出資が決定された。出資後は、京微斉力が提供する FPGA チップの仕様や設計方針、想定される応用領域について情報共有が行われ、どの範囲をチップ側で担い、どの部分を利用側で設計する必要があるのかといった点を中心に、技術的理解が段階的に深められていった。

7.3 京微斉力との共同開発の出発点

本節では、レノボと京微斉力との共同開発に関する資料およびインタビュー記録に対して行ったコーディング結果にもとづき、電子ペーパー搭載 PC の開発がどのような製品上の問題意識および技術的課題から開始されたのかを整理する（表 7-2、次頁）。

本事例の出発点には、レノボ側において既存 PC 製品の使用実態を踏まえながら形成された製品構想上の問題意識が存在していた。レノボは、Windows 環境を前提とするノート PC を中心とした製品群の中で、長時間利用や読書・文書作業といった使用場面における表示体験の在り方に課題を見出していた。この問題意識は、既存製品の利用過程においてユーザーから寄せられていた視認性や疲労感に関する反応とも結び付きながら具体化され、表示方式そのものを再検討する方向へと整理されていった。その結果、電子ペーパーを表示部に採用した PC という構想が検討対象として浮上するに至った。

しかしながら、電子ペーパーは液晶ディスプレイとは表示原理および駆動方式が大きく異なっており、既存の PC 向け表示制御技術をそのまま適用することは困難であった。とりわけ、高速な画面刷新と低消費電力という要件を同時に満たす表示制御が求められる点において、既存の SoC や既成の専用駆動チップによる対応には制約が存在していた。既成チップは用途ごとに仕様が固定されている場合が多く、製品側の要求に応じた調整や将来的な改変を行いにくい点も、開発上の課題として認識されていた。

こうした技術的制約を背景として、レノボ研究院では、製品仕様が完全に定まっていない段階においても制御方式や構成の調整が可能な技術的選択肢が検討されることとなった。その過程で、研究院は LCIG と連携し、LCIG の被投資企業の中から、当該課題に対応し得る技術の探索を行った。その結果、表示制御や信号処理の要件に応じて構成を柔軟に調整することが可能な FPGA 技術を有する京微斉力が、検討対象として浮上するに至った。

表 7-2 共同開発の出発点の分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
既存製品に内在する問題 (問題の出発点)	製品の構想 (表示体験を強化する)	成熟した PC 製品体系のもとで、長時間利用や読書・文書作業といった使用場面における表示体験を強化する必要性が意識されていた (E)
	製品の前提 (既存製品の改良)	インクスクリーンノートは、既存の PC 製品体系 (Windows 環境、筐体構成、消費電力条件) を前提として構想されていた (E)
	既存技術の制約	既存 SoC や駆動チップでは、電子ペーパーに求められる表示制御 (高速刷新と低消費電力) を同時に満たすことが困難であった (A、B、E)
	技術選択の行き詰まり	専用チップは仕様が固定されやすく、供給元への依存も大きいため、製品開発と将来的な調整を両立させるにできなかった (E)
技術的対応可能性	FPGA の技術の特徴 (柔軟性、調整できる)	FPGA はアルゴリズムや制御ロジックを柔軟に調整でき、製品仕様が確定していない段階での開発に対応可能であった (A、B、E)
	既存製品との親和性	京微斉力の FPGA は、性能・コスト・消費電力のバランスを消費者向け製品に合わせて設計されていた (A、B)
	技術活用の方角性 (消費者向け製品へ可能)	京微斉力側も消費者向け製品への応用可能性を模索しており、特定用途での技術適用を検討する立場にあった (C、D)
ニーズのマッチング	レノボ側のニーズ	レノボは、既存製品における表示制御上の課題を解決するため、アルゴリズムと連動して調整可能な制御技術を必要としていた (C、D、E)
	京微斉力側のニーズ	京微斉力は、自社 FPGA を実際の製品開発に適用し、製品化を通じて技術の有効性を示す機会を求めている (A、B)
	両社のニーズの共有	LCIG を介した接点形成により、両社のニーズが研究院による技術検討の場で共有され、共同開発を検討する状況が形成された (C、F、G)



図 7-1 電子ペーパーのタブレット製品図³⁹

京微斉力の FPGA 技術は、製品仕様が完全に確定していない段階においても、制御方式や構成の調整を通じて対応可能である点に特徴があり、電子ペーパー搭載 PC の開発条件と整合的であった。また、同社の FPGA は、性能、コスト、消費電力のバランスを考慮し、消費者向け製品への組み込みを想定した設計がなされており、レノボ側の製品構想に適合し得る技術として位置づけられた。

一方で、京微斉力にとっても、自社 FPGA を具体的な製品開発に適用し、製品化を通じて技術の有効性を示す機会を求めた。LCIG を媒介とした接点形成を通じて、レノボ側が抱えていた表示体験に関する課題と、京微斉力側の技術活用に関する関心は、研究院による技術検討の場において共有されることとなった。こうして、既存製品の使用過程で形成された問題意識と外部技術の活用可能性とが結び付けられ、両社による共同開発を検討する出発点が形成された。

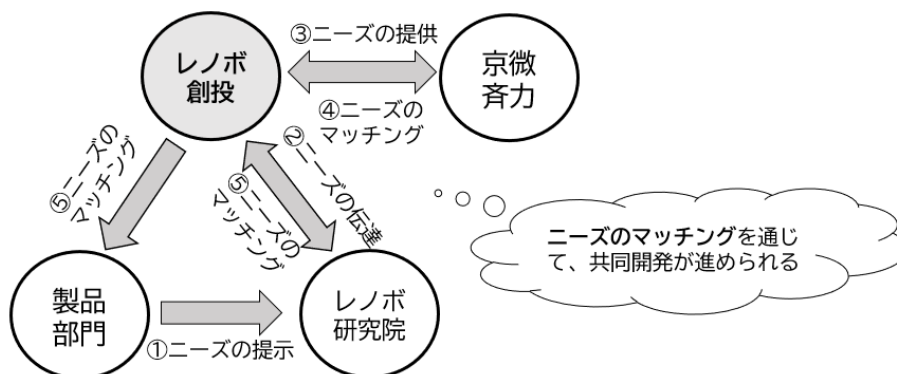


図 7-2 出発点における開発主体の相互作用

図 7-2 は、この段階において、製品部門、レノボ研究院、LCIG がそれぞれの立場から関与し、外部企業である京微斉力との接点が形成されていった状況を示している。この時点での関係は、あくまで製品構想と技術的可能性を結び付ける検討局面として位置づけられており、後続する開発の進行に応じて関与の在り方が変化していく前提条件となっていた。

³⁹ 図 7-1 は、電子ペーパー表示方式の視覚的特徴を示すための参考イメージであり（レノボの既存タブレット電子ペーパー製品）、本章で分析対象とする電子ペーパー搭載 PC そのものを示したものではない。

7.4 共同開発過程における方法と行為の特徴

(1) 方法の特徴：ステップ・バイ・ステップ

本節では、まずレノボと京微斉力との共同開発において採用された方法の特徴を整理する。分析の焦点は、既存の PC 製品体系を前提とした方法選択と、開発過程における段階的な検証の進め方に置かれる。あわせて、チップ開発を中心とする技術依存性の高い条件下で、双方がどのように協同して開発を進めていったのかを検討する。以下では、これら三つの観点を表 7-3（次頁参照）に整理する。

①既存体系との整合

本事例において採用された方法の特徴は、開発目標を明確に設定したうえで、既存のノート PC 製品体系と整合的に開発が進められていた点にある。共同開発の対象は、電子ペーパーを既存の Windows ノート PC で使用可能とするための表示制御用チップであり、製品全体の構成や利用環境については、既存製品の枠組みが前提とされていた。

レノボ側では、製品として求められる画面表示に関する機能要求を中心に、要求内容を部品・機能レベルへと分解したうえで検討が行われていた。これにより、開発において達成すべき性能水準が具体化され、チップ開発に対して明確な技術要件が提示されていた。また、表示機能に加えて、消費電力、コスト、封装といった製品化に直結する制約条件もあらかじめ整理されており、これらを同時に満たすことが方法上の前提条件として共有されていた。

こうした要求と制約のもとで選択された FPGA チップは、制御方式の調整が可能である一方、既存の PC システム構成や設計原理と整合的に組み込める技術であった。チップ開発は、製品全体の構成を再設計するものではなく、既存の製品構成を維持したまま、表示制御という特定の技術領域に対象を限定して進められていた。したがって、本共同開発における方法は、既存製品体系の延長線上で改良を行い、既存体系の内部で要求に対応する実装方法を具体化していく点に特徴があった。

②段階的検証

本共同開発では、既存の製品体系との整合を前提としながら開発の進行に応じて検証の対象を段階的に設定し、その結果を次の検討へとつなげていく進め方が取られていた。その過程では、各段階において関与主体間での調整が行われ、技術的な成立条件が順次確認されていった。

まず、開発の初期段階では、レノボ側から提示された製品要求に対して、京微斉力が保有するチップおよび開発環境を用い、画面表示に関する基本的な機能要件が満たし得るかどうかを確認された。この段階では、最終的な製品仕様の確定よりも、電子ペーパーを用いた表示機能が技術的に実装可能であるかを見極めることが重視されており、既存のチップ構成や開発ツールを前提とした初期的な適合性の確認が行われていた。

その後、チップ、表示制御アルゴリズム、電子ペーパーを組み合わせた共同調整による機能検証が実施され、実際の動作環境において表示機能が成立するかどうかを確認された。この段階では、個別の要素技術を切り離して評価するのではなく、アルゴリズムをチップ上で実行した結果として、電子ペーパーが所定の表示を実現できるかが検証対象とされていた。こうした共同調整を通じて、当該技術構成が実運用を想定した条件のもとで成立し得ることが示された。

表 7-3 共同開発における方法に関する分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
既存体系との整合	開発目標の明確化	開発対象は、電子ペーパーを既存の Windows ノート PC で使用可能とするための駆動チップであり、製品全体の構成は既存 PC 体系を前提としていた (E)
	製品要求の分解	製品側の要求は、画面表示に関する機能要求を中心に、部品・機能レベルへと分解されたうえで検討された (C、D、E)
	制約条件の整理	チップ開発においては、機能、性能、消費電力、コスト、封装 (パッケージ) といった複数の制約条件を同時に考慮する必要があった (E)
段階的検証	開発初期適合性の確認	京微斉力は、提示された製品要求に対して、既存のチップ仕様で基本的な機能が実現可能かをまず確認した (A、B、E)
	共同調整による機能検証	チップ、アルゴリズム、インクスクリーンを組み合わせた共同調整を行い、機能面での成立可能性が検証された (C、D、E)
	PoC による統合検証	共同調整を通じて得られた結果を踏まえ、アルゴリズムと PC 側の主要部品を含めた統合的な PoC が実施された (A、B、E)
	段階的な開発推進	需要提示、技術可行性検証、製品化という段階を踏みながら、開発が順次進められた (C、F、G)
ステップ・バイ・ステップ	役割を分担にもとづく開発	レノボ側は主として表示制御に関わるアルゴリズムを担い、京微斉力は FPGA チップおよび開発環境を提供した (A、B、C、D、E)
	技術内容の相互理解	開発過程では、チップ側の制約条件と製品側の要求について、双方の技術者が相互に理解を深めながら調整が行われた (A、B、E)
	制御ロジックの調整	アルゴリズムの実装状況や表示結果を踏まえ、チップの構成や制御ロジックが調整された (E)
	フィードバック	検証や製品化の過程で確認された不具合や課題は、双方で共有され、修正や改善が行われた (E、F、G)
	製品化段階への移行	技術的な成立条件が確認された後、製品化および量産に向けた工程へと移行した (E、F、G)

さらに、この検証結果を踏まえ、アルゴリズムと PC 側の主要部品を含めた統合的な PoC が実施された。PoC (Port of Concept) の段階では、表示機能の成立に加えて、応答速度、

消費電力、動作の安定性といった製品化に直結する要素が検証対象とされており、提案された技術構成が既存のノート PC 製品体系の中で実際の製品として成立可能な水準にあるかどうか具体的に確認されていった。こうした段階的検証を通じて、技術的な成立条件が整理され、製品化および量産工程へと移行するための基盤が形成されていった。

③ステップ・バイ・ステップにもとづく共同開発

本共同開発において採用された方法の第三の特徴は、チップ、表示制御アルゴリズム、電子ペーパーが相互に依存する技術構成を前提として、設計と検証を段階的に積み上げていくステップ・バイ・ステップ型の進め方が採られていた点にある。電子ペーパーの表示制御では、アルゴリズムの処理内容とハードウェア側の資源配分や入出力構成が密接に関係しており、いずれか一方の仕様を先行して固定したうえで他方を調整する方法では、要求条件を安定的に充足することが困難であった。

このため本事例では、レノボ研究院が設計する表示制御アルゴリズムと、京微斉力が提供する FPGA チップおよび開発プラットフォームとを対応付け、設計と検証を段階的に進めながら、両者の制約条件を逐次確認・更新していく方法が採用されていた。具体的には、アルゴリズム側で想定される処理手順やデータフローに対して、FPGA 上で利用可能な計算資源、メモリ、I/O 構成を照合し、適合が確認された範囲を一段階として確定させたうえで、次の設計検討へと進むという形で開発が進行していた。こうした段階的確定の反復を通じて、不整合や過大設計のリスクを抑制し、最終的な製品仕様に到達するまでの過程における技術的成立の計画性が体系的に担保されていた。

とりわけ、表示データの読み書きに関わる処理の安定性は、性能と信頼性の両面で重要な条件となるため、データ処理の順序やタイミングの設計は、アルゴリズム設計とハードウェア実装を分離せず、段階ごとに確認されていた。この点において、京微斉力はプラットフォーム側の基本構成や制御機構を整備し、レノボ側はその枠組みを前提としてアルゴリズムを設計・最適化するという役割分担のもと、各段階での設計判断と検証が反復可能な形で組み込まれていた。

また、開発の進行に伴い、当初は単一の FPGA チップ構成を前提としていた設計が、性能や機能要求の変化に応じて見直され、複数の FPGA チップを組み合わせた構成へと段階的に展開していった点も、このステップ・バイ・ステップの方法によって説明できる。構成が更新される局面では、アルゴリズムの処理内容とハードウェア資源の配分を再整理し、設計上の整合を確認したうえで次の段階へと進むという手順が踏まれていた。

このように本事例の方法は、既存の PC 製品体系との整合を維持しながら、段階的な設計確定と検証を積み重ねていく枠組みとして構成されていた点に特徴がある。

(2) 行為の特徴：知識とリソースのマッチング

この部分では、レノボと京微斉力との共同開発が、具体的にどのような行為を通じて進められていたのかを検討する。ここでの関心事は、研究院、製品部門、LCIG、京微斉力といった関与主体が、開発の進行に応じてどのような判断や調整を行い、それらがどのような関係のもとで実践として具体化されていったのかにある。

分析にあたっては、方法として整理した枠組みが、実際の開発過程の中でどのように運用されていたのかという点に着目する。そのうえで、コーディング結果にもとづき、本事例における行為の展開を、「知識のマッチング」「検証行為の展開」「リソースのマッチング」という三つの側面から整理する（表 7-4、次頁参照）。

表 7-4 共同開発における行為の分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
知識のマッチング	技術要求の置き換え	製品部門が提示した表示品質・応答速度・消費電力といった要求は、研究院によってアルゴリズムおよびチップ設計レベルの技術要件へと整理された（A、B、E）
	技術成立条件の確認	FPGA 上でアルゴリズムを実行可能であるか、またアルゴリズム側がプラットフォーム制約に適応可能であるかについて、双方が相互に確認を行った（A、B、E）
	役割分担の形成	上位アプリケーションおよびコアアルゴリズムはレノボ研究院が担い、下位のプラットフォーム実装や回路設計は京微斉力が担当するという分担関係が形成された（E）
検証行為の展開	初期適合性の判断	京微斉力は既存チップ仕様を用いて、提示された製品要求に対して基本機能が成立するかを初期段階で確認した（A、B、E）
	段階的検証の実施	チップ、アルゴリズム、インクスクリーンを組み合わせた聯調および PoC を通じて、実動環境における成立可能性が段階的に検証された（A、B、E）
	次段階への移行判断	各検証結果を踏まえ、研究院を中心として次の検証段階や製品開発段階へ進むかどうかの判断が行われた（E）
リソースのマッチング	人員配置の調整	京微斉力は FAE チームを中心とするコアメンバーを本プロジェクトに配置し、レノボ側も研究院および製品開発チームから専任人員を段階的に関与させた（A、B、E）
	開発環境の共有	京微斉力は FPGA 開発環境や EDA ツールを提供し、研究院はそれを用いてアルゴリズム設計および検証を進めた（A、B、E）
	現場での共同開発	双方の技術者は相互訪問を行い、試作機や評価環境を持ち寄って現場でのデバッグや調整作業を実施した（A、B、E）
	構成・投入範囲の再調整	開発の進行に応じて、関与主体やリソースの範囲が拡張され、FPGA 構成（H1・H3）の再配置が行われた（A、B、E）

①知識のマッチング

既存製品体系との整合を前提とした開発目標が具体化された後、共同開発は、提示された要求を技術的に成立させるための確認と調整を中心とする局面へと移行していった。この局面は、共同開発における知識のマッチングとして整理することができ、製品要求を技術的に検証可能な課題へと置き換えていく、いわば技術検証の段階に相当する。

この知識のマッチングにおいては、レノボ研究院と京微斉力が中心となり、双方の技術的強みや制約条件を突き合わせながら、実際の開発においてどのように技術を組み合わせるかについて継続的な調整が行われていた。

レノボ研究院は、京微斉力が有する FPGA チップの構成や機能的特性を踏まえ、製品要求を満たすために必要となる調整点や検討項目を整理していた。一方、京微斉力は、自社技術の適用可能範囲や制約条件を提示し、どのような前提のもとであれば実装が可能であるのかについて、具体的な説明や提案を行っていた。こうしたやり取りを通じて、製品要求と技術条件との対応関係が徐々に明確化されていった。

この過程における相互作用は、単なる情報共有にとどまらず、技術仕様の確認、簡易的な検証、その結果を踏まえた再調整を繰り返すかたちで展開されていた。これにより、表示制御アルゴリズムと FPGA プラットフォームとの関係についての理解が段階的に共有され、共同開発において何を検証対象とすべきか、どこに技術的な焦点を置くべきかが具体化されていった。この段階における共同開発の関係は、製品ニーズを起点とした関係から、技術内容そのものを対象とする調整へと性格を変化させていたと位置づけられる(図 7-3 参照)。

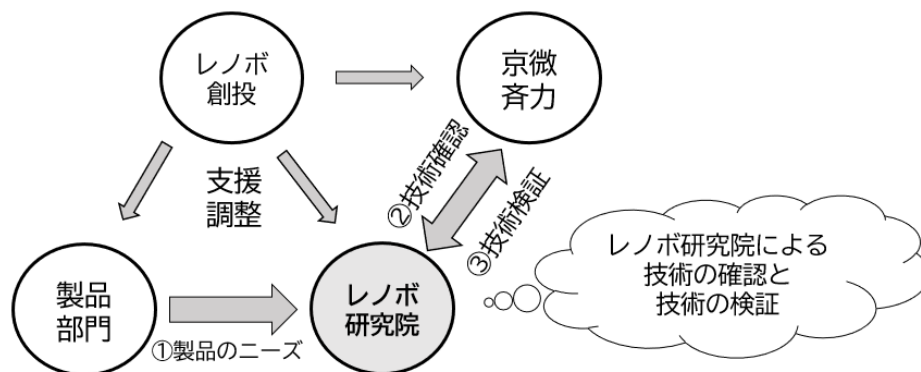


図 7-3 ニーズ転換段階における開発主体の相互作用

②検証行為の展開

共同開発における検証行為は、製品化に先立つ技術検証の段階において展開されており、あらかじめ定められた工程に沿って自動的に進行したものではなかった。各検証の結果を踏まえ、関与主体が次の検討へ進むかどうかを判断しながら進められていた点に特徴がある。すなわち、本節で扱う検証行為は、技術的な成立可能性を見極めるための行為であり、検証を通過しない場合には製品化の検討自体が行われえないという前提のもとで位置づけられていた。

技術検証の初期には、製品部門から提示された要求に対して、京微斉力が保有する既存のFPGA チップおよび開発環境を用い、画面表示に関わる基本的な機能が技術的に成立し得るかどうかを確認された。この時点での検証は、最終的な製品仕様を確定することを目的とするものではなく、当該技術構成が検討対象として成立するかを判断するためのものであり、

限定された範囲で実施されていた。ここでの判断および検証作業は主として研究院と京微斉力によって担われており、製品部門の関与は最小限にとどめられていた。

基本的な機能成立の見通しが得られると、研究院を中心とした判断にもとづき、表示制御アルゴリズム、FPGA チップ、電子ペーパーを組み合わせた動作確認が進められた。この局面では、アルゴリズムをチップ上で実行した結果として、電子ペーパーが所定の表示を実現できるかどうか検証対象となっていた。動作の不安定さや性能上の問題が確認された場合には、アルゴリズムやチップ構成の見直しが行われ、その結果を踏まえて再検証が繰り返された。これらの検証において技術的な成立条件が満たされない場合には、製品化に向けた検討へは進まないという判断が共有されていた。

こうした検証を通じて、当該技術構成が現実的な選択肢として成立し得ることが確認された場合に限り、統合的な PoC が実施された。PoC への移行についても、研究院を中心として判断が行われ、この段階からは、応答速度、消費電力、動作の安定性といった、製品化に直結する要素が検証対象として明確に位置づけられた。PoC の実施に際しては、必要に応じてより高性能な FPGA 構成が選択されるなど、投入されるリソースの範囲が拡大され、検証結果に応じて関与主体や作業内容が調整されていった。

このように、検証行為は、製品化の可否を事前に選別するための技術検証の段階として位置づけられており、検証結果にもとづく判断を通じて、次の局面へ進むかどうか慎重に決定されていた。

③リソースのマッチング

技術検証を通じて製品化の見通しが得られた後、共同開発は製品開発の段階へと移行し、その中心は、技術的成立可能性の確認から、具体的な製品仕様の調整および実装へと移っていった。この局面では、製品部門が開発の進行を主導し、京微斉力およびレノボ研究院がそれぞれの専門性にもとづいて関与する形で、製品開発を支える体制が運用されていた。ここで重要であったのは、各主体が保有する人材、技術、開発環境といったリソースを、製品開発という共通の目的に即して再配置し、開発プロセスの進行における実行の計画性を高めることであった。

具体的には、製品部門と京微斉力が前面に立ち、共同作業を通じて、製品仕様の詳細調整、試作機の作成、評価作業を現場レベルで進めていった。この過程では、表示制御アルゴリズムと FPGA チップとの間に高い技術依存性が存在していたため、仕様書や文書によるやり取りのみでは対応が難しい調整事項が多く発生していた。その結果、京微斉力の FAE⁴⁰ が開発現場に継続的に関与し、実機を用いた確認や修正をその場で行う体制が取られていた。こうした現場での共同作業は、リソースのマッチングを実効的なものとするための具体的な実践形態として位置づけられる（図 7-4 参照）。

一方、レノボ研究院は、これまでの検証行為を通じて形成された技術的理解を基盤として、アルゴリズム調整や技術統合に関する支援を行い、製品開発を下支えする役割を担っていた。この段階において、研究院の関与は、開発全体を主導する立場から、製品部門および京微斉力による開発を技術面から支援する立場へと移行しており、必要に応じて技術的助言や調整への関与が行われていた。また、LCIG は引き続き全体の調整役として関与し、リソース配分や協力関係が円滑に維持されるよう支援を行っていた。

本事例におけるリソースのマッチングは、開発の進行に応じて関与主体の役割や関与の

⁴⁰ FAE (Field Application Engineer) とは、半導体や電子部品メーカー等に所属し、顧客の開発現場において製品仕様の調整、技術的助言、実装支援などを行う技術担当者を指す

仕方を調整しながら進められていた点に特徴がある。現場での共同作業、技術的助言、調整行為を通じて、製品開発に必要なリソースが段階的に配置され、それに応じて共同開発が進行していた。

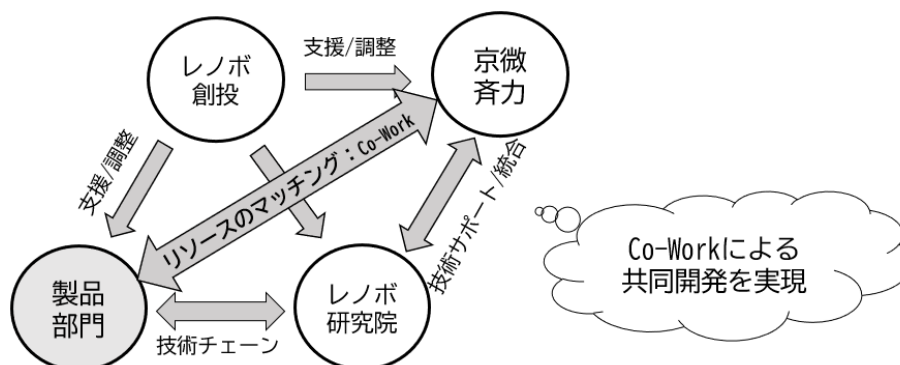


図 7-4 製品開発段階における開発主体の相互作用

7.5 共同開発の成果

本共同開発における成果は、電子ペーパー表示をノート PC の利用環境の中で成立させるための表示制御および実装に関する技術的ソリューションが具体化された点に見いだされる。すなわち、本事例の成果は、電子ペーパーを単体の表示デバイスとして導入したことにあるのではなく、PC として求められる操作体系、OS 環境、他部品との整合条件を前提としながら電子ペーパー特有の表示特性を活かすための制御方式と実装構成が確立された点にある。

このソリューションは、レノボが長年培ってきた PC 製品体系を前提として構想されており、表示体験の拡張という製品上の課題に対して、アルゴリズム、チップ構成、表示デバイスを組み合わせるかたちで成立条件が整理されたものであった。とりわけ、電子ペーパーに求められる表示制御上の要件を、PC の使用条件の中でどのように満たすかという点が中心的な検討対象となっており、その過程で、レノボ側が有する表示制御アルゴリズムと、京微齊力の FPGA 技術とを組み合わせた実装方式が具体化されていった。

このように形成された技術的ソリューションは、最終的に電子ペーパー表示を備えたノート PC という製品形態として可視化されている。図 7-5 は、その成果を製品イメージとして示したものであり、電子ペーパー表示が、既存の PC の利用環境の中に組み込まれ、一つの製品構成として成立していることを示している。



図 7-5 電子ペーパー表示を備えたノート PC 製品 (ThinkBook Plus)

7.6 共同開発における組織間ネットワーク構造の変化

本節では、前節までに整理した共同開発の進行を前提として、開発段階の移行に伴い、関与主体間のネットワーク構造がどのように形成・変化していたのかを整理する。

まず、共同開発全体の進行を俯瞰すると、本事例は、初期、技術検証、製品開発という三つの段階に整理することができる。図 7-6 は、これら三段階を、共同開発の進行プロセスとして示したものである。

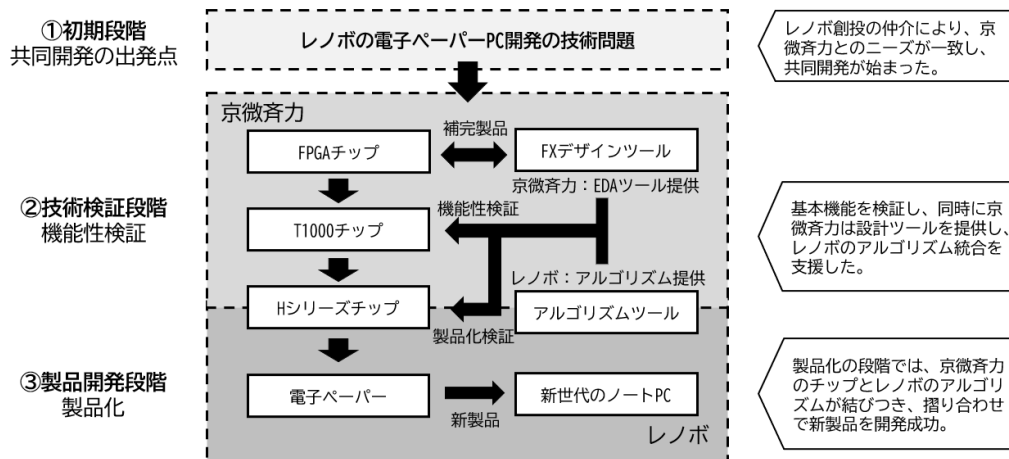


図 7-6 レノボと京微斉力の共同開発プロセス

図 7-6 が示すように、各段階では開発の焦点が異なっており、それに応じて関与主体間で重視される行為も変化していた。以下では、各段階における行為の焦点（ニーズ／知識／リソース）と、それを支える関係構造の変化を対応づけて整理する。図 7-7 は、その対応関係を段階別に示したものである。

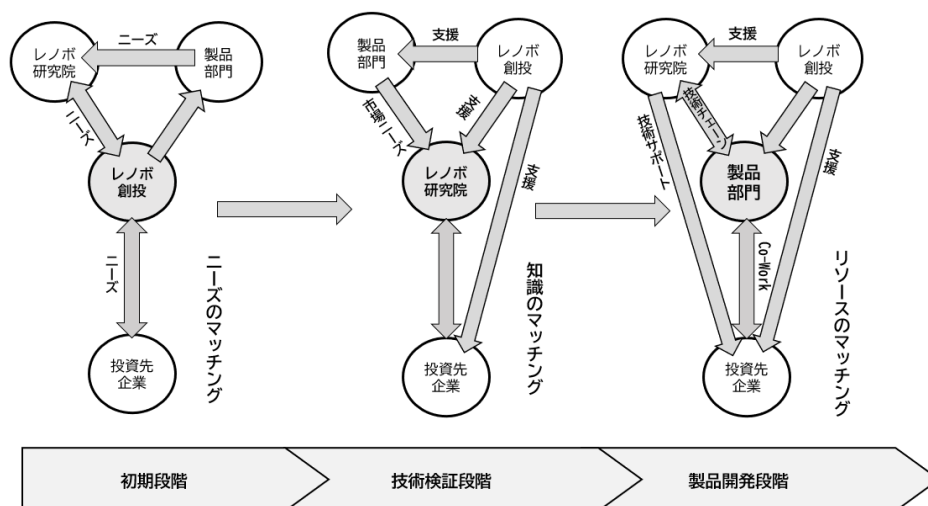


図 7-7 共同開発段階別にみた関係構造の変化と行為の焦点

初期段階では、組織間ネットワークは比較的疎であり、特定主体を介した限定的な接続に

によって構成されていた。この段階の関係構造は、異なるニーズや関心を持つ主体を結び付け、共同開発の出発点を形成するための前提条件として機能していた。

技術検証段階に入ると、共同開発の中心は、ニーズの確認から技術的成立条件の検証へと移行し、それに伴って関係構造も再編される。この段階では、研究院を中心とする直接的な接続が形成され、知識のやり取りや技術的調整が継続的に行われる構造が成立していた。組織間ネットワークの密度および埋め込み性は中程度に高まり、知識のマッチングに適した関係構造が形成されていたと整理できる。

さらに製品開発段階に至ると、共同開発は製品化を前提とした実装および調整の局面へと移行し、関係構造はより高密度な形態へと変化する。この段階では、情報やリソースが複数の経路を通じて共有される構造が成立しており、現場での共同作業や迅速な調整を支える基盤として機能していた。

以上の段階別整理を踏まえ、共同開発の進行に伴う関係構造の変化を、ネットワーク形態の観点から抽象化したものが図 7-8 である。ネットワークの集中度、密度、埋め込み性が段階的に変化していく点を模式的に表現している。

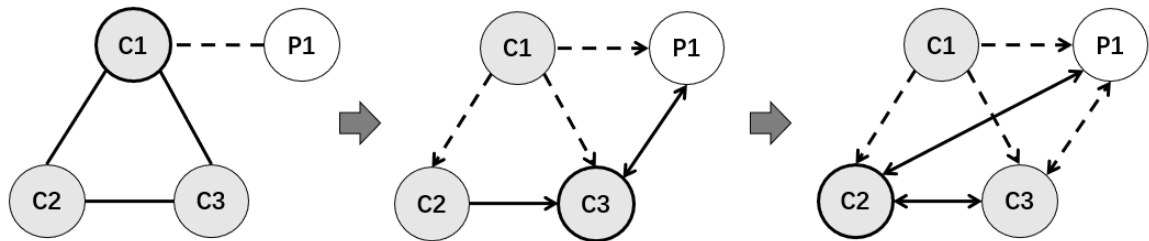


図 7-8 共同開発段階別にみた構造の変化（模式図）

以上の関係構造の変化を、段階ごとのネットワーク特性および構造の役割として整理したものが表 7-5 である。

表 7-5 共同開発段階別にみたネットワーク構造とその役割

協力段階	高度中心性ユニット	ネットワーク構造	集中度	ネットワーク密度	ネットワークの埋め込み性	構造の役割
初期段階	レノボ創投	コア-パリエリーネットワーク	低 (レノボ内部は緊密なサブグループ、サブグループ間は弱い関係)	低	低	異質な情報の迅速な流動を促進し、コアメンバーは新しいアイデアを迅速に統合・伝播し、パリエリーメンバーは多様な知識と視点を提供する
技術検証段階	レノボ研究院	理想化されたコア-パリエリーネットワーク	中 (知識のマッチングとニーズ転換のためのコアサブグループを形成)	中	中	知識の流動が比較的自由で、クロスドメインのイノベーションと知識の普及を促進し、コアメンバー間の緊密な協力が知識融合の効率を高める
製品開発段階	製品部門	完全ネットワーク	高 (緊密な協力サブグループを形成)	高	高	情報とリソースが自由かつ迅速に流動し、深い協力（Co-Work）を通じて共同イノベーションを実現し、製品部門はリソースの調整と共同開発において重要な役割を果たす

表 7-5 が示すように、本事例における関係構造は、開発段階の進行に応じて、探索的検討

に適した疎な構造から、知識調整に適した中程度の結合、さらに高い協調を可能とする高密度な構造へと段階的に変化していた。これらの構造は、いずれか一つが常に優れているというものではなく、それぞれの段階における開発要請に応じて合理的な役割を果たしていた点に特徴がある。

この点に関して、先行研究においては、組織の活動が探索的であるか、あるいは深化的であるかという性格の違いに応じて、適合的なネットワーク構造が異なると整理されることが多い。たとえば、探索的な活動においては、柔軟で開放的な組織構造が有効であるのに対し、既存知識の活用や効率化を重視する深化的な活動においては、緊密で安定的な組織構造が適していると指摘されてきた（花ほか，2014；Zang，2018）。これらの議論は、組織学習の探索・深化という行為の性格と、社会的・組織的ネットワーク構造との対応関係を理解するうえで重要な示唆を与えている。

これに対して本事例の分析が示しているのは、深化型イノベーションとして位置づけられる共同開発の過程においても、組織間のネットワーク構造が常に緊密な形態として維持されていたわけではないという点である。本事例では、初期段階においては探索的なニーズの把握や関心の接続に適した疎な構造が用いられ、その後、技術検証段階では知識の調整に適した中程度の結合が形成され、さらに製品開発段階に至っては高い協調を可能とする高密度な構造へと移行していた。すなわち、同一の深化型イノベーションの内部においても、開発の進行に応じて異なる性格のネットワーク構造が併存・転換していたことが示される。

また、先行研究の中には、ネットワーク構造が開発段階や環境条件に応じて変化しうることを見られる。たとえば、Almodovar（2012）や任ほか（2015）は、イノベーション活動の進行に伴って、主体間の関係や役割分担が固定的ではあり得ないことを示唆している。ただし、これらの研究では、ネットワーク構造の変化がどのような開発段階の要請と結びつき、いかなるプロセスを通じて具体化されていくのかについては、必ずしも十分に明らかにされていない。本事例の分析は、深化型イノベーションとして位置づけられる共同開発においても、ネットワーク構造が開発段階ごとの要請に応じて段階的に変化していたことを、具体的なプロセスとして示すものである。

7.7 本章のまとめ

本章では、CVC を媒介に外部スタートアップ企業と行われた共同開発事例を対象に、技術依存性の強い条件下における深化型イノベーションの進行過程を検討した。

本章の分析を「出発点、方法、行為、成果」という視点から整理すると、本事例における深化型イノベーションは、既存の PC 製品体系を所与の前提として構想され、解決すべき課題を特定の技術領域に集中させることで、開発の射程と検討範囲を限定しながら進められていた。そのうえで、既存の体系や製品構成を大きく改変するのではなく、段階的な検証とステップ・バイ・ステップの開発を通じて、技術的な成立条件を確認し、開発上の計画性を高めていく進め方が採用されていた。こうした方法は、開発の各段階において判断の前提を更新しながら、次の検討へと進むための実践的な枠組みとして機能していた。

この過程においては、製品部門、研究部門、LCIG、外部企業といった複数主体が関与し、それぞれの役割に沿って共同開発が進められていた。開発の進行に応じて、検証の焦点や判断の中心が関与主体のあいだで段階的に移行しており、こうした行為の積み重ねを通じて、既存の製品体系を維持したまま新たな使用価値を組み込んだ製品改良が成果として実現している。

加えて本章では、共同開発の進行に伴い、関与主体間の関係構造が段階的に変化していた点を整理した。具体的には、開発初期には疎な関係構造が形成され、その後、技術検証および製品開発の進行に応じて、より緊密な関係構造へと移行していた。このような関係構造の変化は、開発段階ごとの要請に対応する形で生じており、深化型イノベーションの進行を支える基盤的支援要素として機能していたと整理できる。

次章では、本章とは異なる技術条件のもとで展開された共同開発事例を取り上げる。両事例を通じて、技術依存性という条件の違いにもかかわらず、深化型イノベーションが共通の構造と行為様式をもって展開されている点を明らかにしていく。

第8章 ケース2：「鈦方」との共同開発⁴¹

——技術依存性の弱いケースにおける深化型イノベーションの分析

本章では、技術依存性が相対的に弱い条件のもとで進められた共同開発事例を取り上げる。具体的には、2023年以降にレノボと鈦方（Tai fang）との間で進められた、位置検出・圧力認識・触覚フィードバックという複数の機能要素を一体化した統合モジュールの共同開発を分析対象とする。

本章の関心は、鈦方との共同開発がどのような方法によって組織され、既存製品の改良および能力の深化がどのように具体化されていったのかにある。とりわけ、複数の技術要素がどのような単位で結合され、製品構成として再編成されていくのかに着目し、その過程において技術構造と組織構造の関係がどのように現れていたのかを検討する。

以下では、第2章で提示した「出発点」「方法」「行為」「成果」という四つの分析視点にもとづいて整理を行う。また、前章7.3で示したように、本部の事例分析では、共同開発を複数の組織が関与する取り組みとして捉え、組織間構造を分析対象に含めている。

8.1 研究のアプローチ

分析にあたっては、質的研究方法を用い、インタビューおよび公開資料にもとづいて検討を行う。本章で用いる一次資料は、2023年および2024年に中国国内で実施したレノボおよび鈦方への企業訪問・半構造化インタビューに基づいている。特に鈦方については、2023年8月の初回訪問に加え、2024年8月28日に再訪を行い、三合一チップの統合開発過程や共同開発の進展状況について追加の聞き取りを実施した。なお、本章の分析にあたっては、これらの資料に加え、7.1節で示したレノボ側へのインタビュー資料も参照し、共同開発の判断の背景や制度的前提の理解に用いている。これらの一次資料に加え、両社の公式発表資料、業界報道などの二次資料を参照し、事実関係の確認を行っている。本章で用いる資料の概要を表8-1（次頁）に示す。

8.2 鈦方の技術的特徴とレノボとの接点

本節では、本章で扱う事例の前提として、鈦方の技術的特徴を整理し、同社の技術がレノボ製品にどのように導入され、両社の接点が形成されたのかを整理する。

鈦方は2015年に設立された国家級ハイテク企業であり、弾性波技術（Elastic Wave Sensing）を中核とした触覚センシング技術の開発を行ってきた。設立当初はC919大型旅客機における構造健康監視（SHM：Structural Health Monitoring）⁴²への応用を志向していたが、その後、同技術を消費者向け電子機器や自動車分野へと展開し、応用領域を拡大して

⁴¹ 本章は、2025年12月に開催された日本マネジメント学会2025年度第2回関東部会において、「中国ICT企業における深化型イノベーションの事例分析：レノボと鈦方の協業を中心に」として報告した内容を基礎としている。座長である井上善海先生より有益なコメントが示された。本章は、当該報告内容にもとづき、内容を拡張・修正したものである。

⁴² 構造健康監視とは、センサー等を用いて構造物の状態を継続的に計測・分析し、損傷や劣化の有無を把握するための監視技術を指す

表 8-1 レノボと鈦方に関する調査・資料

区分	実施日	場所・出所	対象・資料	主な内容
一次資料	2023 年 8 月	北京 (鈦方本部)	LCIG 関係者 (1 名)、 鈦方技術担当者 (3 名、下記 A、B、C)	Yoga Book／小新シリーズを対 象とした協力開始の背景、外部 技術導入の判断、初期段階にお ける役割分担および技術適用の 考え方に関する証言。
一次資料	2024 年 8 月	北京 (鈦方本部)	LCIG 関係者 (1 名、 下記、D)、鈦方技術 担当者 (2 名、下記 A、B)	「三合一チップ」の共同開発過 程、技術統合の進展、関係の変 化、エコシステム支援の具体的 内容に関する証言。
二次資料	随時収集	レノボ公式情 報	公式発表・製品情報	製品プロジェクトの位置づけ、 製品仕様、外部技術導入方針、関 連製品の市場展開
二次資料	随時収集	鈦方公式情報	公式発表・技術資料	会社概要、技術ロードマップ、市 場応用および製品統合の成果
二次資料	随時収集	公開メディア・ 業界資料	報道・解説記事	レノボと鈦方の共同開発に関す る報道、製品改良や技術統合の 背景、業界内での評価。

いる。

鈦方の技術は、外力によって固体内部に発生する弾性波をセンシング・解析することで、接触位置や圧力強度、動きのパターンを検出するものである。金属やガラスといった硬質素材上でも動作可能であり、開口部を必要としない一体型の触覚センシングを実現できる点に特徴がある。また、センシング機構・チップ・アルゴリズムを統合した形で提供されることは、製品実装の観点から重要である。この技術は 2025 年時点で、ノートパソコン、スマートホーム機器、ウェアラブル端末、自動車電子機器など複数領域に応用されており、鈦方は国内外で 240 件以上の特許を出願している。

レノボとの接点は、鈦方が特定部品の供給者として製品に導入されたことから形成された。具体的には 2017 年、ノート PC「Yoga Book」において発生した誤操作問題への対応として、鈦方の圧力検知ソリューションが採用されたことが契機となっている。この段階で鈦方は、特定機能を担う部材の供給を通じて技術的有効性を製品レベルで検証する役割を担っていた。

続く 2019 年には、鈦方の技術が「小新 Pro13s」に正式採用され、無開口型圧力タッチパッドとして量産製品に導入された。これにより、鈦方の技術は試験的導入にとどまらず、量産環境における実用技術として位置づけられるようになった。

一方で、こうした製品導入の蓄積を通じて、レノボ側においては、鈦方が有する弾性波センシング技術が、特定の製品に限定されることなく、触覚入力技術全体の構成に関わり得る可能性を有している点が、次第に認識されるようになっていった。硬質素材上での入力認識や無開口構造といった特性は、個別の製品仕様への適合にとどまらず、複数製品への展開を

視野に入れた技術として捉えられていた。

このような認識のもとで、レノボは、鈦方との関係を、個別製品における取引関係としてではなく、同社の技術的可能性を継続的に把握・評価していく関係として整理する判断を行った。その際に重視されていたのは、触覚入力関連技術が今後どのような展開余地を持ち得るのかという点であった。

この関係の位置づけを制度的に支える手段として、2021年にLCIGによる鈦方への出資が実施された。出資の実施により、技術検討に関する情報共有の継続性や相互理解にもとづく関係性が制度的に担保され、鈦方の技術は、単に特定部材として選択される対象にとどまらず、今後の製品構成や技術構造を検討する際の前提条件の一部として位置づけられていった。

8.3 鈦方との共同開発の出発点

本節では、レノボと鈦方による共同開発に関する資料およびインタビュー記録に対して行ったコーディング結果にもとづき、タッチ入力システム（位置検出・圧力認識・触覚フィードバックを含む入力機構）⁴³の開発がどのような技術構造上の課題から開始されたのかを整理する。具体的には、レノボ側の既存製品に内在していたタッチ入力技術の構成上の問題と、それに対して検討された統合方向の構想との結び付きに着目し、共同開発の出発点を構成する要素を明らかにする（表8-2）。

（1）既存技術構造の問題点

前述のとおり、鈦方の弾性波センシング技術は、従来ノートPCにおいて一般的に用いられてきた静電容量方式にもとづくタッチ入力技術が抱えていた製品上の課題に対する代替的な入力技術として、レノボのノートPC製品に導入された。従来方式では、筐体の薄型・軽量化が進むにつれて、外乱や押下条件のばらつきによる誤操作が生じやすくなるほか、物理的な開口部を設けない無開口設計との両立が難しいといった制約が顕在化していた。これに対し、素材内部を伝播する弾性波を用いて入力を検出する同技術は、外部環境の影響を受けにくく、耐久性と入力精度を両立し得る方式として、既存方式を補完・代替する有効な選択肢と位置づけられていた。

もっとも、この弾性波センシング技術の導入は、タッチ入力システム全体の技術構造を再設計する形で行われたものではなかった。導入当時のタッチ入力システムは、静電容量IC、駆動IC、センシングIC⁴⁴をそれぞれ異なる外部企業から調達し、それらをレノボ側で組み合わせる構成を前提としており、機能単位ごとにサプライヤーが分散した状態にあった。鈦方が提供する弾性波センシング技術は、この既存構成を置き換えるものではなく、独立したセンシング基板として既存システムに外付けされる形で導入され、従来の制御系基板とは別体として並列的に配置されていた（図8-1）。

この二板構成のもとでは、誤操作の抑制や無開口デザインの実現といった製品機能上の課題は一定程度解消された一方で、技術構造としては、複数のICおよび基板を並列的に組み合わせる非モジュール的な構成が維持されていた。その結果、信号適合、タイミング調整、

⁴³ タッチ入力システムとは、ユーザーの接触動作を検知し、その位置や力の情報を取得するとともに、必要に応じて触覚的な反応を返す入力機構の総称である

⁴⁴ IC（Integrated Circuit）とは、複数の電子回路や機能を単一の半導体基板上に集積した集積回路を指す。

ノイズ対策といった調整作業が不可欠となり、最終的な構成決定および整合の責任は、引き続きレノボ側の設計・検証工程に集中していた。

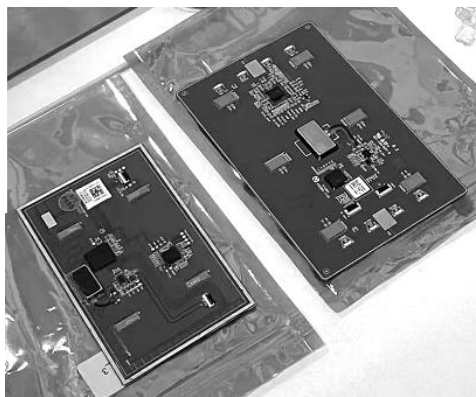
とりわけ、Yoga、小新、ThinkPad といった複数シリーズへの展開が進むにつれて、筐体構造や内部レイアウト、EMC 環境の差異に応じた個別調整が必要となり、タッチ入力システムに関わる設計工数および検証負荷は累積的に増大していった。加えて、複数のサプライヤーから供給される IC を前提とする分散的な技術構成のもとでは、個別機種で蓄積された調整経験や設計知を他機種へと横断的に再利用することが難しく、改良活動は製品単位で断片化される傾向を強めていた。こうした状況から、既存の技術構造の延長線上では、タッチ入力技術の改良を効率的かつ継続的に進めることには限界があるとの認識が、レノボ側で次第に共有されるようになっていった。

表 8-2 共同開発の出発点に関する分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
既存技術構造の問題点	統合責任の集中による調整負荷	静電容量 IC／駆動 IC／センシング IC を複数企業から調達・機能単位ごとに異なるサプライヤー構成・最終的な構成・整合はレノボ側が担っていた (B、D)
	個別調整による開発効率の低下	多機種展開に伴う個別調整負荷の増大・仕様調整が後工程に集中・既存構造では改良活動の継続が困難という認識 (B、C)
モジュール化の構想と主体の選択	統合単位の再設定	個別部品対応ではなく三 IC 一体化を想定・タッチ入力システム機能を統合単位として再構成する構想 (B)
	統合能力にもとづく主体の選択	タッチ入力システムの中核となるセンシング IC を欽方が担っていた・複数 IC を跨ぐ設計・封装に関する技術能力を有していた・三社構成の中で統合主体となり得る位置にあった (D)

注①：

- 左側の小型基板（鈦方）
- ・ 弾性波方式のセンシング機能を提供
 - ・ 既存基板に外付けされ



注②：

- 右側の大型基板（レノボ）
- ・ 静電容量方式の既存制御基板
 - ・ 回路と要素が分散配置したセンシング基板

図 8-1 導入初期の二板構成：外付けによる非モジュール型構造

出典：撮影（2023 年 8 月 24 日、鈦方）

（2）モジュール化の構想と主体の選択

以上の問題意識により、タッチ入力システム関連技術をどのような構成単位として再編すべきかが、具体的な検討課題として浮上した。ここで焦点となったのは、特定の IC の性能向上ではなく、静電容量 IC、駆動 IC、センシング IC を分散したまま扱う構成そのものがもたらす複雑性であった。機種ごとに条件が異なる状況のもとでは、三つの IC 間の整合を後工程で吸収する方式には限界があるとの認識が共有されるようになっていた。

このため、タッチ入力システム機能を一体的に設計・管理する単位として再構成する方向性が検討され、三つの IC を統合したモジュール化を想定する構想が形成されていった。この構想は、既存部品を単純に集成するものではなく、タッチ入力システムに関わる設計判断や検証作業を、より集約された単位で行うことを可能にする点に意義があった。

さらに、モジュール化を前提とする場合、複数の IC を横断して設計・封装・検証を担う主体をどこに設定するかが重要な論点となった。従来のようにレノボが最終的な整合を担う構造では、統合単位の設計を継続的に担うことは困難であるとの判断がなされ、統合主体を外部に設定する可能性が検討された。

この点において、タッチ入力システムの中核となるセンシング IC を担っていた鈦方は、複数の IC を跨いだ設計および封装に関する技術能力を有しており、統合主体として位置づける条件を備えていた。弾性波センシングという構造依存性の高い技術を扱っていたことから、鈦方は、タッチ入力システム全体の構成と密接に結びついた設計判断を担う立場にあり、三社構成のなかで統合を主導し得る位置にあった。

このように、モジュール化の構想と統合主体の選択は、タッチ入力システム関連技術を分散した部品の集合として扱う従来の枠組みを見直し、統合された設計単位として再構成する方向性を明確にするものであった。これにより、後続のモジュール化と技術統合が具体的に検討されるための前提条件が整えられていった。

8.4 共同開発の過程における方法と行為の特徴

本節では、レノボと鈦方による三合一チップの共同開発について、その進行過程を「方法」と「行為」という二つの観点から整理する。具体的には、開発初期から統合モジュールの形成（三合一チップ）を目標として進められた逆向きモジュール化の方法に着目するとともに、その方法のもとで展開された技術の深化および組織関係の変化という二つの行為を検討す

る。

以下では、まず、三合一チップを統合単位として成立させるために採用された方法の特徴を明らかにし、そのうえで、共同開発の過程において技術構造と関係構造がどのように変化していったのかを検討する（表 8-3①、②に参照）。

表 8-3-1 共同開発の過程における方法と行為の分析コード①

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
方法：収斂式モジュール化	統合目標を前提とした開発設定	三つの IC を統合した「三合一チップ」を完成モジュールとして設定し、その成立を開発目標として共有・個別 IC の改良を積み上げる進め方として扱い、統合単位での成立を開発の基準に置く（B、C、D）
	収斂式モジュール化にもとづく設計	量産・実装条件（封装、部品点数、配置制約）を起点に仕様を設定し、設計判断を前倒しで行う・後工程に調整負荷を残す進め方として扱わず、統合単位の内部で完結する構成を志向（B、C）
	R&D から量産までの一体的推進	試作段階から量産移行を見据え、PoC を量産設計の前段として位置づける・統合仕様の確定に接続させる形で進行（B）

（１）方法：収斂式モジュール化

本事例における共同開発の方法は、製品アーキテクチャ研究において論じられてきたモジュール化の設計原理を踏まえながら、既存の分散構造を前提として構成要素を集約していく収斂式モジュール化として整理できる。

先行研究において、モジュール化とは、複雑化した製品・技術システムを、相対的に独立した機能単位へと分解し、それらを標準的なインターフェースによって接続する設計原理として整理されてきた（Ulrich, 1995 ; Baldwin & Clark, 2000, 2020）。この機能単位の切り分けとインターフェースの明確化は、技術的な設計問題を分割可能な課題へと変換すると同時に、設計・開発・生産といった活動の担い手を分離・再編する条件をもたらす。その結果、技術構造の分解は、組織構造の分業化や外部化と結びつきながら進行する傾向をもつと整理されてきた。

こうした一般的な理解に基づくモジュール化は、既存の統合システムを機能ごとに切り分け、独立性の高い構成単位を形成することで、並行開発や部品の置換可能性を高める点に特徴がある。すなわち、改良は既存の構成単位を前提として進められ、モジュール化は分業化や分散化を通じて柔軟性を高める方法として想定されてきた。この意味で、一般的なモジュール化は、分離と置換を目的として境界を設定する分離式モジュール化として整理することができる。

これに対して、本章で取り上げるレノボと鈦方との共同開発事例では、異なる性格をもつ

モジュール化の進め方が観察される。本事例において、PC 全体のシステム構造が再編されたわけではなく、製品としての PC は従来と同様の構成を維持している。差異が生じているのは、製品内部の触覚入力サブシステムにおける構成である。

触覚入力サブシステムの内部では、従来、複数の IC や機能が分散的に配置され、それぞれが異なる供給関係や調整関係のもとで組み合わされていた。これらの構成要素は技術的には分散していたものの、あらかじめ明確なモジュールとして設計されていたわけではなく、最終的な統合や調整はシステム側、すなわちレノボによって引き受けられていた。

本事例におけるモジュール化は、こうした分散構造を出発点として、それらの機能や構成要素を一体的にまとめ上げ、安定した構成単位として確定していく点に特徴がある。すなわち、ここで行われているのは、既存の分散した部品や機能を再び統合し、インターフェースを集約した単位を形成するプロセスである。この意味で、本事例の方法は、分散構造から明確な境界をもつ構成単位へと集約していく収斂式モジュール化として位置づけることができる。

この収斂式モジュール化において設定されるモジュールは、部品の置換や分業のためのものではなく、構成の安定化や統合を目的として形成されている。三合一チップは、複数の機能を一体化することで、設計判断、検証、供給といった要素をまとめて管理可能な単位として成立しており、そのモジュールは制御と安定性を確保するためのものとして機能している。

表 8-3-2 共同開発の過程における方法と行為の分析コード②

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
行為：モジュール化にもとづく共同開発の遂行	統合設計の実行	分散した複数 IC 構成を前提とする状態から、三機能を一体化した統合チップを成立させることを目標として設計・検証を実施・IC 間の調整やインターフェース条件を統合単位の内部に取り込み、三合一チップとして成立する構成へと具体化・単一製品向けではなく、複数製品への適用を前提とした統合モジュールとして設計・評価を進行 (B、D)
	統合主体と役割移行	部材供給を中心とする関与から、統合設計を担う立場への移行を実行・鈦方が統合モジュールの基本設計、構造設計、検証方針を主導する主体として位置づけられる・レノボは要件提示および統合後構成の評価を担う役割として関与 (D) D)
	モジュール単位での共同開発	三合一チップという統合構想を前提に、鈦方が他の IC ベンダーおよびレノボとの調整を担いながら統合設計を遂行・設計・検証・評価が部品単位ではなく、統合モジュール単位で並行的に進行 (B、C、D)

(2) 行為： モジュール化にもとづく統合設計の実行

本共同開発における行為は、三合一チップという統合モジュールの成立をあらかじめ目標として設定したうえで、その実現に向けた設計および検証を計画的に遂行していく実践として整理できる。

三合一チップの構想が共有された段階以降、統合モジュールの基本設計、構造構成、ソフトウェアおよびハードウェアの設計方針、ならびに評価・検証プロセスの設計は、主として鈦方が担う体制が取られた。従来、レノボ側で引き受けられていた複数 IC 間の整合やシステム全体の調整は、統合単位の内部に取り込まれ、モジュール設計の中核的課題として鈦方に委ねられていった。

この過程において、鈦方は、自社の技術を単一部品として提供する立場にとどまらず、三つの機能を一体として成立させるための構成設計を行い、その設計にもとづいて他の IC ベンダーとの技術的な調整を進めた。同時に、鈦方はレノボとの間で、製品全体として求められる要件や量産適合性を確認しながら、統合モジュールとしての完成度を高めていった。

一方、レノボは、個別の IC 間における詳細な技術調整を直接担うのではなく、統合後の構成が既存製品体系に適合するかどうかを評価・確認する立場として関与していた。こうした役割分担のもとで、統合設計と検証は、単一製品向けの特注的対応ではなく、複数製品への展開を前提とした標準的なモジュールとして成立するかどうかを確認する行為として進められていた。

図 8-2 に示すように、本事例における三合一チップは、触控パッド基板上に実装された統合モジュールとして完成しており、当該 PCB は鈦方によって一体として設計・提供されている。すなわち、レノボ側で複数の部品を個別に組み合わせる工程は不要となり、統合設計および検証を含む一連の行為は、モジュール単位で完結する形で遂行されていた。

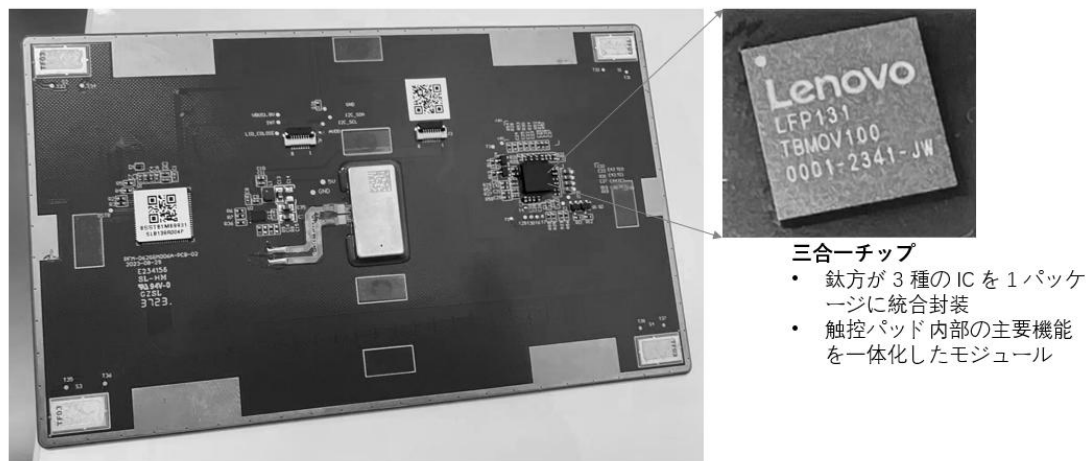


図 8-2 統合モジュール（三合一チップ）を搭載した触控パッド基板（PCB）

出典：撮影（2024 年 8 月 28 日、鈦方）

8.5 共同開発の成果——コスト削減と効率向上

三合一チップの開発を通じて実現されたモジュール化の成果は、タッチ入力システム関連技術の構造、開発・量産プロセス、ならびにコスト構造の各側面において表れている。本節では、これらの成果を、コスト削減と効率向上という観点から整理する（表 8-4、次頁）。

表 8-4 共同開発の成果の分析コード

カテゴリ	サブカテゴリ	オープンコーディング
成果： コスト削減と効率向上	技術構造の合理化	三合一チップによるタッチ入力システム機能の統合・アナログ／デジタル信号干渉の抑制、駆動・センシング動作の整合・EMI／EMC 対策、発熱制御、封裝設計の最適化（A）
	開発・量産負担の軽減	装着・検証・テスト工程のモジュール単位化・機種ごとの個別調整作業の削減・量産立ち上げ期間の短縮（B）
	コスト構造の改善	封裝におけるスケール効果の発現・部品調達、検査、実装コストの削減・現時点で 10～20%、将来的に 30～50%のコスト削減見込み（D）

第一に、技術構造の側面では、タッチ入力システムにおける IC 構成の統合を通じて、構造的な合理化が実現された。従来、複数 IC 間で個別に対応されていた信号干渉やタイミング調整、EMI／EMC 対策、発熱制御といった課題が、統合設計の枠内で一体的に処理されるようになり、システム全体としての安定性と設計効率が向上した。

第二に、開発および量産プロセスにおいては、調整負荷と工程負担の軽減が確認されている。三合一チップは複数シリーズでの利用を前提とした共通モジュールとして位置づけられ、機種ごとに分散していた装着・検証・テスト工程がモジュール単位で整理された。その結果、開発から量産への移行はより円滑に進められるようになった。

第三に、コスト構造の面でも明確な改善が示されている。統合封裝によるスケール効果を背景として、部品調達、検査、実装に関わるコストが削減されている。ちなみにレノボの現場認識では、現時点で 10～20%程度、将来的には 30～50%程度のコスト削減が見込まれている。これらの効果は、Yoga、ThinkPad、小新シリーズなど複数モデルへの展開を通じて共有され、三合一チップはタッチ入力システムにおける共通的な構成要素として定着しつつある。

さらに重要なのは、このモジュール化の成立を通じて、鈦方が有する弾性波センシング技術が、レノボの PC におけるタッチ入力方式の一つとして、継続的に選択・適用可能な技術選択肢へと引き上げられた点である。弾性波センシング技術は、従来も特定製品において部材として導入されてきたが、三合一チップという統合モジュールの形で成立したことにより、無開口構造を前提とするタッチパッド構成を安定的に実装可能な技術として位置づけられるようになった。

この結果、タッチ入力方式の選択は、個別製品ごとの例外的対応ではなく、複数製品への展開を見据えた技術的オプションとして扱われるようになり、弾性波センシング技術はレノボの PC 製品における主要な技術選択肢の一つとして組み込まれていった。三合一チップは、そのための構造的・工程的基盤を提供する役割を果たしていたと整理できる。

8.6 共同開発における技術構造と組織構造の共進化

本事例における深化型イノベーションは、技術構造と組織構造が相互に前提条件として作用し合いながら再編されていく共進化的な過程として進行していた点に特徴がある。

まず、技術構造の側面では、触控入力サブシステムは当初、複数の IC によって分散的に構成されていたが、三合一チップの開発を通じて、これらの機能が単一の統合単位へと再編されていった（図 8-3）。この技術構造の変化は、前節までに示したとおり、収斂式モジュール化にもとづいて段階的に進められていた。

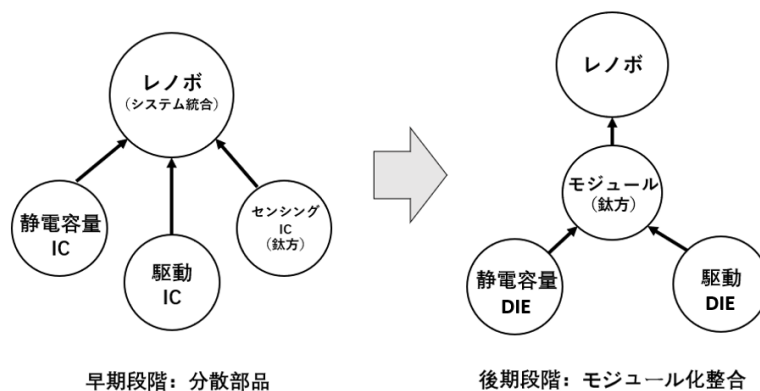


図 8-3 モジュール化統合：分散 IC からモジュール化へ

この技術構造の変化に対応して、組織構造も再編されていった（図 8-4）。開発初期には、複数の IC ベンダーが個別にレノボと接続し、レノボがシステム全体の統合を担う分散的な供給関係が形成されていた。これに対し、三合一チップの構想が進展するにつれて、供給関係は整理され、鈦方を中心とするモジュール主導型の構造へと移行していった。すなわち、技術構造が統合単位へと収斂していくのと並行して、組織構造も分散供給型からモジュール主導型へと再編されており、両者の変化は鏡像的な対応関係として把握することができる。

図 8-5 は、こうした技術構造と組織構造の対応的变化が、相互に影響し合う共進化のメカニズムとして進行していたことを示している。本事例では、技術構造の統合が進むにつれて、統合設計や検証を一体として担う主体の明確化が求められ、鈦方が統合主体として位置づけられていった。この組織構造の再編は、単なる役割分担の変更にとどまらず、鈦方がモジュール単位で設計・検証を遂行する能力を形成していく過程を伴っていた。

とりわけ重要なのは、レノボによる投資を起点として両社の関係が長期的な協力関係へと移行し、その後に展開された共同開発の進行を通じて、鈦方に対する信頼が組織間で共有されていった点である。投資は、鈦方を単なる取引相手ではなく、将来的な技術統合を担う主体として位置づける前提条件を与え、共同開発における役割拡張を可能にした。この関係の安定化と信頼の形成は、鈦方が統合モジュールの基本構想、構造設計、ソフトウェアおよびハードウェアの設計方針、検証プロセスの構築といった一連の機能を主体的に担うことを支える基盤となっていた。

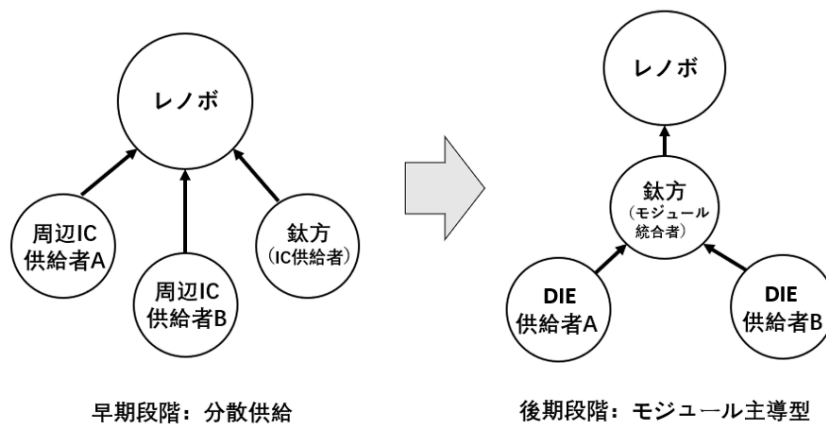


図 8-4 組織間関係の再編：分散供給からモジュール主導型へ

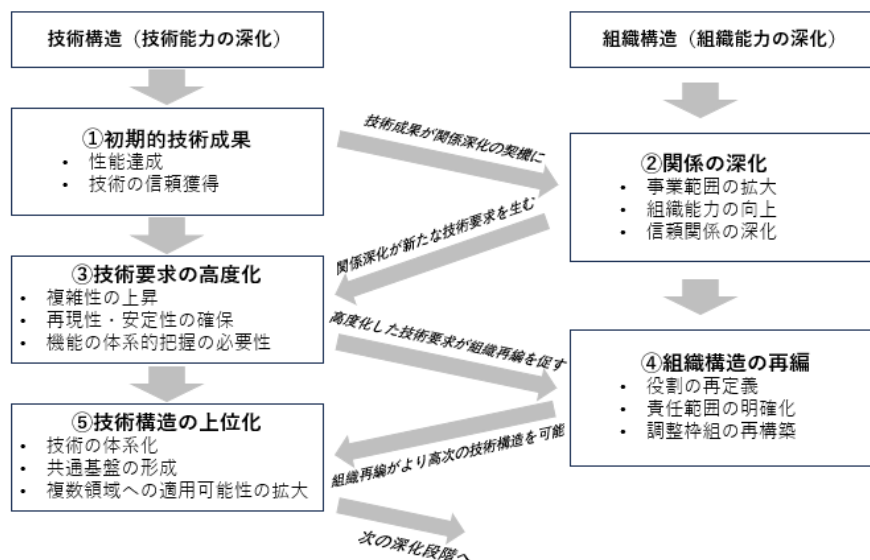


図 8-5 本ケースにおける深化型イノベーションの共進化メカニズム

また、こうした信頼の獲得は、鈦方の市場における評価を高め、弾性波センシング技術を応用可能な領域を、触控入力分野にとどまらず、自動車関連分野などへと拡張していく契機ともなっていた。これらの市場展開は、鈦方が組織として統合設計やシステム対応を遂行する能力を高めていったことの表れであり、その能力形成は、三合一チップの構想および開発を現実のものとするうえで重要な支援要素として作用していた。

8.7 本章のまとめ

本章では、レノボと鈦方との共同開発事例を通じて、外部企業との共同開発にもとづいて展開された深化型イノベーションの特徴を明らかにしてきた。本事例における深化型イノベーションは、既存製品体系を前提としながら、分散していた技術要素を単一の構成単位へと収斂させていく、収斂型モジュール化として具体化されていた点に基本的な特徴が見出される。

より重要なのは、このような深化型イノベーションの実現が、技術的な工夫のみによって達成されたのではなく、共同開発の過程を通じて形成・強化された組織的な支えによって可能となっていた点である。本事例では、鈦方の組織能力が段階的に高められるとともに、レノボと鈦方との間の組織関係が進行過程に応じて深化していった。こうした組織能力の向上と関係の発展が、外部との共同開発にもとづく深化型イノベーションを安定的に実行するための重要な支援要素として機能していたことが確認された。

本章を含む第三部では、レノボを対象として、既存の製品体系を前提に展開される深化型イノベーションの具体的な進行過程を、CVC を媒介とした外部企業との共同開発という観点から検討してきた。第 7 章および第 8 章で取り上げた二つの事例は、外部技術と既存システムとの技術依存性に関して異なる性格を有しており、その違いに応じて共同開発における方法や行為の組織化のあり方には差異が見られた。しかし両事例はいずれも、既存の技術構造と製品体系を前提とし、その枠組みの中で調整と統合を重ねる開発活動として展開された点に共通性がある。

これらのイノベーションは、レノボにとって局所的かつ小規模で、日常的かつ目立たない改良行為に位置づけられる。しかしながら、レノボにおける PC 事業競争力の基盤は、まさにこうした小さな深化型イノベーションが長期にわたり反復され、累積されてきた点にあると考えられる。

第 6 章でも示したように、レノボは PC 関連の成熟産業において、設計・製造を含む一貫生産システムを基盤として成長してきた製造業企業である。同社が掲げる「すべての人にスマートな技術を (Smarter Technology for All)」という理念は、特定の技術的飛躍を志向するというよりも、社会に広く行き渡る製品の完成度を着実に高めていくという姿勢を示している。第二部で示した DJI の探索型イノベーションを「ギーク精神」によって支えられたものとして捉えるならば、レノボの深化型イノベーションは、特定の製品領域や産業分野に長期的に取り組み、改良を積み重ねていくという特徴を有しており、この点は、勤勉さや専心的な取り組みを基盤としながら継続的に精緻化を重ねていく実践としての「匠の精神」の観点から把握することもできる⁴⁵。

⁴⁵ 本研究では「匠の精神」について立ち入って論じない。その概念的説明については、任 (2021) を参照されたい。

終章

本章では、まず本研究の理論分析とケーススタディ分析で得た主な結論を整理する。続いて、補足的考察を行い、イノベーション活動において企業の選択と内外環境との関係を簡単に述べる。そのうえで本研究の貢献と企業のイノベーション実践への示唆を提示する。最後に、今後の研究課題について述べる。

1 本研究の主な結論

(1) 第一部

第一部は、既存の学説の検討と本研究における分析枠組みの構築から成る。第1章では、イノベーションの成果や市場への影響に着目する研究とともに、その生成過程、関係者の行為および相互作用に着目する研究を整理し、その限界を示した。第2章では、「探索型イノベーション」と「深化型イノベーション」を二つの行為様式として位置づけるとともに、「出発点」「方法」「行為」「成果」という四つの要素から、イノベーションの生成過程を総合的に分析するための枠組みを構築した。

探索型イノベーションとは、既存の知識体系や確立された方法の有効性を前提としない状況において、新たな経路や構造を模索しながら問題解決を図る行為様式である。他方、深化型イノベーションとは、既存の知識体系や技術・組織構造の有効性を前提として選択し、それらを活用することによって、継続的な改良と最適化を図る行為様式である。

その定義に従って分析すれば、探索型イノベーションは、出発点において未知の経路と高い不確実性を前提とし、方法の面では方向性を見立てに基づく非定型的アプローチが採られ、行為の側面では反復的な試行と検証を伴う実践が展開され、その成果として創発的成果が現れる。これに対して、深化型イノベーションにおいては、出発点において既存の枠組みの選択と経路の継続性が前提とされ、方法の面では既存体系との整合性を重視した資源活用が行われ、行為の側面では計画性と効率性を重視した実行が組織化され、性能向上や効率改善といった改良的成果が具体化される。

(2) 第二部

第二部（第3章～第5章）はDJIのドローン開発およびOSMO製品の開発に関する二つのケーススタディを通じて、探索型イノベーションの特徴およびその構成要素をより具体的に明らかにするとともに、その成立を支える人・組織・実践の関係構造を解明する。

探索型イノベーションの特徴を具体的に言えば、出発点においては、既存の製品体系や技術的枠組みに位置づけられていなかった新領域の開拓として展開され、方法の面では、異なる技術要素や知識を横断的に組み合わせながら方向性を見定めていく試行錯誤が行われていた。また、技術展開段階においては、使用行為を起点とした構想のもとで、製品の機能や構造の再構成が進められていた。行為の側面では、試行と改良の反復を通じた学習過程が継続的に展開され、柔軟な開発体制のもとで迅速な意思決定と実行が行われていた。成果の面では、まったく新たな製品や市場の形成に加え、使用文脈や設計思想の再定義といった創発的成果が形成されていた。

他方、ケース分析を通じて、探索型イノベーションを支える基盤的支援要素は、個人・組織・実践の相互作用によって構成されることが明らかとなった。個人レベルにおいては、強

い問題意識と不確実性への積極的関与を伴うアントレプレナーシップ（起業家精神）が方向性を見立てや試行の継続を可能にし、またギーク文化が既存の技術的前提にとらわれない知識結合や実験的アプローチを促進していた。一方で、組織レベルにおいては、開放性・多様性を備えた構造が異質な知識の結合を可能とし、フラットかつ柔軟な意思決定体制が試行錯誤の迅速な反復を支えていた。さらに、失敗から学ぶという組織的環境が、探索的行為の継続性を担保する条件として機能していた。言い換えれば、探索型イノベーションは、アントレプレナーシップやギーク文化といった個人・文化的要素と、それを受容し増幅する組織構造、さらにそれらのもとで展開される探索的実践との相互作用によって成立する行為様式として把握することができる。

なお、DJI の二つのケースは、それぞれ新領域の創出を伴う初期段階の探索と、その後の技術展開段階における探索的実践という異なる局面における展開を示しており、同一の行為様式が異なる形で具現化されている点に特徴がある。

（３）第三部

第三部（第６章～第８章）は、レノボと京微斉力、ならびにレノボと鈦方の共同開発に関する二つのケーススタディを通じて、深化型イノベーションの特徴およびその支援要素との構造関係の変化を明らかにした。

深化型イノベーションの特徴を具体的に言えば、出発点として既存の製品体系および技術構造を前提とした課題設定が行われ、方法の面では既存体系との整合性を維持しつつ、工学的原理に基づく設計および実装が選択されていた。行為の側面では、段階的な推進を通じて開発が組織化され、不確実性を相対的に抑制しながら進行していた。成果の面では、既存製品の性能向上や効率化、コスト削減といった改良的成果が実現された。

また、二つのケースはいずれも CVC を通じた外部との共同開発であり、深化型イノベーションを支える基盤的支援要素は、単一企業内の資源と能力にとどまらず、組織間ネットワーク全体による支えが必要であり、その構造の在り方も重要な要素であることが明らかとなった。京微斉力の事例においては、開発の進行に伴い、関与主体間の関係が初期の限定的な状態からより緊密な関係へと段階的に移行しており、こうした組織間ネットワークの深化が開発プロセスを支える重要な条件として機能していた。他方、鈦方の事例においては、共同開発において分散していた技術要素が統合モジュールへと再編されると同時に、鈦方の組織能力が向上し、レノボとの協力関係も変化した。すなわち、技術構造の再編と組織関係の発展とが連動して進行していた。

なお、両ケースに関しては、共同開発における技術の特性（技術間の相互依存性や開発プロセス）が異なるため、組織間関係の在り方もそれに応じて異なることが結論の一つとして示された。

２ 補足的考察

本研究は、企業が探索型イノベーションと深化型イノベーションのいずれを選択し、それをいかに組織的に実行するのかという論理を明らかにすることを目的としている。もっとも、このような選択は企業の自律的判断のみによって行われるものではなく、企業内部の条件および外部環境の制約のもとで規定される。したがって、本節では、イノベーションの類型選択に影響を与える内外の条件について整理する。

第一に、企業内部の条件から見ると、企業は常に限られた経営資源のもとで意思決定を行

っており、探索にどの程度の資源を配分するのか、あるいは深化に重点を置くのかという選択は、戦略的なトレードオフを伴う課題である。経営資源は有限であり、すべての活動を同時に最大化することはできない。そのため、企業は自らの発展段階や既存の事業基盤との整合性を踏まえたうえで、探索と深化のそれぞれにどのような重点を置くのかを検討する必要がある。本研究で取り上げた DJI とレノボの事例は、それぞれスタートアップ段階にある企業と成熟産業に属する企業という対照的な条件のもとで、このような資源配分と戦略的選択が行われていることを示している。

第二に、外部条件としては、市場・産業・社会という複数のレベルにおける要因が、企業における探索と深化への重点の置き方に影響を与える。まず市場レベルにおいては、製品特性、需要構造、競争状況が、探索的取り組みと深化的取り組みのいずれが相対的に有利であるかを規定する。例えば、レノボが属する PC 産業のように、市場および製品体系が成熟している領域では、既存製品の性能向上や効率化を中心とした深化型イノベーションが選択されやすい。次に産業レベルにおいては、技術分業の進展やサプライチェーンの構成が、企業間の連携形態や技術統合の方法に影響を与える。レノボの事例に見られるスタートアップ企業との共同開発やモジュール化は、このような産業構造のもとで成立している。さらに社会レベルにおいては、高度な専門知識を有する人材の供給や教育制度、国際的な人材流動性といった要因が、企業のイノベーション能力の基盤を形成する。DJI の事例に見られる探索的な知識結合や新たな構想の形成は、このような人材基盤によって支えられている側面がある。以上のように、企業のイノベーション活動は、内部の資源配分や組織能力のみによって完結するものではなく、外部環境および人材供給を含む多層的な条件との関係のもとで理解される必要がある。

上記の内外条件に制約される性質を踏まえると、本研究におけるイノベーションの類型は、固定的かつ静学的な分類として理解されるべきではない。現実の企業は複数の事業を展開しており、事業ごとの発展段階の違いに応じて、探索型と深化型のイノベーション活動を同時に併存させることが時々見られる。また、同一の事業や製品においても、プロダクトライフサイクルの進展に伴い、イノベーション活動の重点が探索から深化へ、あるいはその逆へと移行する場合がある。本研究で取り上げた DJI およびレノボの両社も、それぞれ探索型および深化型の典型的事例として位置づけられるものの、その活動は単一の類型に限定されるものではない。例えば、レノボにおいては深化型の取り組みを中心としつつ、新技術や新領域に向けた探索的活動が併存している。他方、DJI においては、基盤技術の確立後、既存技術の改良や応用展開が進められている。

3 本研究の貢献と実践への示唆

(1) 本研究の貢献

本研究の理論的貢献は、イノベーションを成果の性質や市場インパクトにもとづいて分類するのではなく、不確実性に直面した際に企業がどのような方法論的選択を行っているのかという、行為の起点に着目した分析視座を提示した点にある。既存のイノベーション研究が、破壊的・漸進的といった成果類型や、資源・能力の差異に焦点を当ててきたのに対し、本研究は、価値創出に向けた経路がいかに関与され、行為として組織されているのかを問うものである。

この視座のもとで提示した探索型イノベーションと深化型イノベーションの区分は、人間および組織の意思決定に内在する基本的な選択原理を捉える分析パラダイムとして位置

づけられる。探索と深化は、結果の新規性や成功・失敗によって事後的に区別されるものではなく、価値創出の出発点において、既存の経路を掘り下げるのか、それとも未知の経路へ踏み出すのかという方法論的判断に対応している。

さらに本研究は、DJI とレノボという異なる発展経路を持つ企業の事例分析を通じて、この分析パラダイムが抽象的な概念にとどまるものではなく、現実の企業活動の中で、出発点・方法・行為・成果として一貫した構造をもって具体化されることを示した。第一部で提示した理論的枠組みと、第二部・第三部における詳細な事例分析を接続することで、探索と深化の枠組みを、実証研究に適用可能な分析視座として具体化した点に、本研究の理論および実証的貢献がある。

なお、本研究の深化型・探索型イノベーションの研究は従来のイノベーションの過程論の研究と比べてイノベーションの方法を強調し、出発点・方法・行為・成果という包括的枠組みを構築した点で新たな貢献である。

（２）実践への示唆

本研究が産業界や企業のイノベーションの実践活動に対して多くの示唆を与えている。要約すれば、

第一に、創業期や事業転換期にある企業にとっては、新領域の開拓に向けた探索が不可欠となる。DJI の事例が示すように、不確実性の高い状況において挑戦志向を維持することは、新たな市場や製品概念の創出につながる。

第二に、成熟産業において事業基盤を確立している企業にとっては、既存体系の改良・改善を継続的に積み重ねる深化型イノベーションが、競争力の維持および強化の基盤となる。レノボの事例が示すように、一見局所的に見える改良であっても、それを長期的に蓄積することにより企業の中核能力が形成され、持続的競争優位の源泉となる。

第三に、いずれのイノベーション類型においても、人材の活用および有効な組織の構築が不可欠である。イノベーションは組織的实践として遂行される活動であり、文化や価値観、能力の形成と密接に結びついている。探索型イノベーションにおいては、DJI の事例が示すように、アントレプレナーシップや挑戦志向を共有する文化的基盤が重要な役割を果たす。他方、深化型イノベーションにおいては、レノボの事例に見られるように、CVC を媒介としたネットワーク形成が、組織間連携を通じた継続的改良を支える有効な手段となる。したがって、組織能力の育成および関係構造の設計は、両類型のイノベーションを持続的に実行するための重要な条件である。

第四に、探索型イノベーションと深化型イノベーションのいずれもが企業の発展にとって重要であり、その選択は企業の発展段階、戦略目標、産業条件に応じて行われるべきである。

さらに、本研究の考察を踏まえると、企業内部の取り組みに加えて、それを支える外部的条件の整備も重要である。とりわけ、高度な技術人材の育成および供給、教育システムの充実、さらには多様な知識を有する人材の流動性の確保は、企業のイノベーション活動の基盤を形成する上で重要な要素である。また、市場環境や産業構造のあり方は、企業が探索的取り組みと深化的改良のいずれを選択しうるかという条件にも影響を与える。このように、イノベーションの実践は企業内部の努力のみによって成立するものではなく、人材基盤や市場環境を含む広義の制度的条件との関係のもとで支えられるものであり、これらを総合的に整備していくことが求められる。

4 今後の課題

本研究は、DJI とレノボという二つの事例を質的分析手法で研究した。両社はいずれも電子機器産業およびデジタル技術を基盤とする企業であり、技術進歩の速度が速く、エンジニアリング志向の強い産業環境のもとでイノベーションを展開している。本研究の知見は、このような産業条件のもとで形成されるイノベーション行為の特徴を明らかにするものである。他方で、ハイテク産業など、異なる技術特性や競争構造を有する分野において、探索と深化の選択がどのように現れるのかについては、今後の比較研究に委ねられる課題である。

また、本研究では、企業が採用してきた主要なイノベーション方法に焦点を当て、探索型と深化型をそれぞれ中心的な行為様式として整理した。しかし、実際の企業活動においては、探索と深化が併存する局面や、時間の経過に伴って重点が移行する過程も存在する。本研究では分析の焦点をより限定したため、こうした動態的側面については十分に検討していない。この点は、時間軸を明示的に組み込んだ分析によって補完されるべき課題である。

さらに、本研究は企業レベルにおける意思決定と行為の組織化に主たる関心を置いており、産業政策や制度環境、国際競争構造といったマクロ要因については背景条件として位置づけている。しかし、中国企業のイノベーション行動がこうした外部環境の変化と密接に関係していることを踏まえると、探索と深化という方法論的選択がマクロ環境の変動とどのように関係するのかを検討することは、今後の重要な研究課題である。

加えて、本研究で提示した探索・深化の分析パラダイムは、主としてインタビュー資料を中心とする質的データに基づいて構築されている。今後は、本枠組みを用いてより広範な企業群を対象とした調査や、異なる方法論による検証を行うことにより、イノベーションの選択傾向や分布のあり方を一層精緻化することが期待される。

謝辞

本論文をまとめるにあたり、多くの方々から温かいご指導、ご助言ならびにご支援を賜りました。ここに、心より感謝の意を申し上げます。

私は2015年夏に来日し、桜美林大学留学生別科で学び始めて以来、ビジネスマネジメント学群、博士前期課程、博士後期課程へと歩みを進めてきました。桜美林大学での学びは、今日まで十一年に及びます。博士後期課程では、自らの理論的理解の不足や問題を捉える視点の未熟さに直面し、孤独や挫折を感じることも少なくありませんでした。しかし、多くの先生方、研究仲間、そして家族に支えられ、研究者としてだけでなく、一人の人間としても成長することができました。

まず、指導教員として、また本論文の主査としてご指導くださった任雲先生に、心より感謝申し上げます。2022年秋学期に任先生のゼミを聴講させていただいて以来、長年にわたり、先生からさまざまなご指導とご教示を賜りました。特に、2023年4月に元の指導教員である劉敬文先生がご退職された後、任先生には私の指導を快くお引き受けいただきました。後期課程の履修を満了した私に対し、科目外の指導であるにもかかわらず、先生は正規生にも劣らぬほど多くの時間を割いてくださり、研究課題の設定、理論的枠組みの構築、事例分析、論文全体の構成、さらには文章表現に至るまで、懇切丁寧なご指導を賜りました。私の理解不足や考察の浅さゆえに、ご心配やご迷惑をおかけすることも少なくありませんでしたが、先生は常に親身になり、丁寧かつ熱心にご教示くださいました。ゼミでは、昼から夜まで長時間にわたって論文の指導を行うこともたびたびあり、休暇中にもZoomを通じて長時間にわたりご指導いただきました。先生の研究に対する熱意と強い責任感に、幾度となく励まされました。また、中国及び日本企業の調査に参加する機会や、中国学会で研究報告を行う機会も数多く与えていただきました。これらの貴重な経験は、私の研究を大きく前進させるものでした。任先生は、博士後期課程における私の研究を支え、本論文を完成へと導いてくださった恩師です。ここに改めて、衷心より深く感謝申し上げます。

次に、学士課程以来、長年にわたりご指導を賜った劉敬文先生に、心より感謝申し上げます。ビジネスマネジメント学群への編入後、劉先生のゼミで学び、博士前期課程から博士後期課程まで、研究の基礎から論文執筆について多大なご指導をいただきました。劉先生は、私を研究の道へと導き、長年にわたり成長を見守ってくださった恩師です。ご退職後も、温かい励ましと貴重なご助言をくださり、さらに本論文の副査としても、論文の初稿の一部を修正して下さり、全般に対してもご助言、ご指導を賜りました。劉先生の長年にわたるご厚情に、深く感謝申し上げます。

本論文の副査を務めてくださった鈴木勝博先生、新田功先生、雷海涛先生にも、厚く御礼申し上げます。とりわけ、鈴木先生からいただいたご意見とご指導は、本研究の理論的な位置づけを見直し、論文の内容をより確かなものにするうえで大きな助けとなりました。新田先生からは、文章の表現や言葉の使い方まで、丁寧な指摘と修正に関するご助言に加え、温かい励ましをいただきました。また、雷先生からも、本論文の予備審査及び本審査に際して貴重なご意見を賜りました。ここに深く感謝申し上げます。

また、桜美林大学客員教授、株式会社レゾナック CFO の染宮秀樹先生には、ゼミや授業を通じて長きにわたりご指導をいただきました。さらに、日本企業への見学やインタビューの貴重な機会をご提供いただき、研究を進めるうえで多くのご助言とご支援を賜りました。ここに心より感謝申し上げます。

北京師範大学の周江華先生には、中国における企業調査および共同研究に際して多大な

ご協力を賜りました。同大学の孫川先生には、本論文の一部についても貴重なご指導とご助言をいただきました。また、DJI（大疆）、レノボ、京微斉力および鈇方の関係者の皆様には、インタビュー調査、資料の提供および事実関係の確認にご協力いただきました。皆様のご協力によって得られた一次資料は、本研究の重要な実証的基盤となりました。ここに厚く御礼申し上げます。

日本マネジメント学会における研究報告では、井上善海先生および平井直樹先生から、中国発展戦略学研究会における研究報告では、陳邵峰先生および欧陽桃花先生から、貴重なご意見とご助言を賜りました。先生方からいただいたご意見は、本論文の事例分析を見直し、より精緻なものにするうえで大きな助けとなりました。

研究生生活をともにした同ゼミの皆様にも、心より感謝申し上げます。劉敬文先生の研究室でともに学んだ胡雪瑩氏、羅慶氏、郭亦傑氏、ならびに任雲先生の研究室でともに学んだ吳驕宜氏、王聰慧氏をはじめとする皆様からは、研究上の助言と温かい励ましをいただきました。特に任先生の研究室では、夏・冬・春休み中の企業調査や海外学術報告などを通じて互いに助け合い、楽しい時間を過ごしました。皆様との交流は、博士後期課程を歩み続けるうえで大きな支えとなりました。

最後に、長年にわたり私の選択を尊重し、変わることなく支え続けてくれた両親、祖父母をはじめとする家族および親族に、心より感謝いたします。皆様の支えがあったからこそ、長い留学生活と博士後期課程を最後まで歩み続けることができました。

以上の皆様に、改めて心より感謝申し上げます。なお、本論文に残された不備や誤りは、すべて筆者の責任に帰するものです。今後も、これまでに賜ったご指導とご厚情を忘れることなく、研究者として一層研鑽を重ねてまいります。

2026年7月 吉日
猛暑の東京にて
楊 颯

参考文献

【英語文献】

- Aberg, K. C., Toren, I., & Paz, R. (2023). Irrelevant threats linger and affect behavior in high anxiety. *The Journal of Neuroscience*, 43(4), pp. 656-671.
- Abernathy, W. J., & Clark, K. B. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14(1), pp. 3-22.
- Almodovar, J., & Teixeira, A. (2012). Dynamics, structure and content of innovation networks: An overview of the literature. In *Social networks, innovation and the knowledge economy* (pp. 37-67). London & New York: Routledge.
- Arthur, W. B. (2009). *The nature of technology: What it is and how it evolves*. New York: Free Press.
- Atuahene-Gima, K., & Murray, J. Y. (2007). Exploratory and exploitative learning in new product development: A social capital perspective on new technology ventures in China. *Journal of International Marketing*, 15(2), pp. 1-29.
- Bahel, K. (2023). *Explore/Exploit: Tradeoffs in Decision Making* [Preprint]. Research Archive. <https://doi.org/10.58445/rars.674>
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), pp. 99-120.
- Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2000). *Design rules: The power of modularity*. Cambridge: MIT Press.
- Baldwin, C. Y. (2020). *Design rules, volume 2: How technology shapes organizations*. Harvard Business School Working Paper No. 21-039.
- Benner, M. J., & Tushman, M. L. (2003). Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited. *Academy of Management Review*, 28(2), pp. 238-256.
- Blanchard, T. C., & Gershman, S. J. (2017). Pure correlates of exploration and exploitation in the human brain. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 17(4), pp. 766-779.
- Brusoni, S., & Prencipe, A. (2001). Unpacking the black box of modularity: Technologies, products and organizations. *Industrial and Corporate Change*, 10(1), pp. 179-205.
- Bower, J. L., & Christensen, C. M. (1995). Disruptive technologies: Catching the wave. *Harvard Business Review*, 73(1), pp. 43-53.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), pp. 84-92.
- Burt, R. S. (2000). The network structure of social capital. *Research in Organizational Behavior*, 22, pp. 345-423.
- Burt, R. S. (2004). Structural holes and good ideas. *American Journal of Sociology*, 110(2), pp. 349-399.
- Charue-Duboc, F., Aggeri, F., Chanal, V., et al. (2010). Managing exploratory innovation. In *European Academy of Management Conference*, Rome, Italy, 19-22

- May 2010. halshs-00496341.
- Chesbrough, H. (2002). Making sense of corporate venture capital. *Harvard Business Review*, 80(3), pp. 90-99.
- Chesbrough, H. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Boston: Harvard Business School Press.
- Cho, T.-S. (2019). Corporate venture capital investment of network characteristics and innovation: Taiwan semiconductor industry. *The International Journal of Organizational Innovation*, 11(4), pp. 10-26.
- Collis, D. J., & Anand, B. N. (2019). The limits of competitive advantage. *Harvard Business Review*, 97(1), pp. 118-129.
- Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47(6), pp. 1154-1191.
- Danneels, E. (2004). Disruptive technology reconsidered: A critique and research agenda. *Journal of Product Innovation Management*, 21(4), pp. 246-258.
- Dombrovski, A. Y., & Hallquist, M. N. (2017). The decision neuroscience perspective on reinforcement learning in psychiatric disorders. *Annual Review of Clinical Psychology*, 13, pp. 23-50.
- Drucker, P. F. (1985). *Innovation and entrepreneurship: Practice and principles*. New York: Harper & Row.
- Dushnitsky, G., & Lenox, M. J. (2005). When do incumbents learn from entrepreneurial ventures? Corporate venture capital and investing firm innovation rates. *Research Policy*, 34(5), pp. 615-639.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, 11(3), pp. 147-162.
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21(10-11), pp. 1105-1121.
- Ethiraj, S. K., & Levinthal, D. (2004). Modularity and innovation in complex systems. *Management Science*, 50(2), pp. 159-173.
- Fagerberg, J. (2005). Innovation: A guide to the literature. In J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford handbook of innovation*, pp. 1-26. Oxford: Oxford University Press.
- Fleming, L. (2001). Recombinant uncertainty in technological search. *Management Science*, 47(1), pp. 117-132.
- Garcia, R., & Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology. *Journal of Product Innovation Management*, 19(2), pp. 110-132.
- Gigerenzer, G., & Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: Models of bounded rationality. *Psychological Review*, 103(4), pp. 650-669.
- He, Z. L., & Wong, P. K. (2004). Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis. *Organization Science*, 15(4), pp. 481-494.

- Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 9-30.
- King, A. A., & Baatartogtokh, B. (2015). How useful is the theory of disruptive innovation? *MIT Sloan Management Review*, 57(1), pp. 77-90.
- Kochetkov, D. M. (2023). Innovation: A state-of-the-art review and typology. *International Journal of Innovation Studies*, 7(4), pp. 263-272.
- Lavie, D., Stettner, U., & Tushman, M. L. (2010). Exploration and exploitation within and across organizations. *Academy of Management Annals*, 4(1), pp. 109-155.
- Lawson, B., & Samson, D. (2001). Developing innovation capability in organisations: A dynamic capabilities approach. *International Journal of Innovation Management*, 5(3), pp. 377-400.
- Levinthal, D. A. (1997). Adaptation on rugged landscapes. *Management Science*, 43(7), pp. 934-950.
- Li-Ying, J., Vanhaverbeke, W., & Schoenmakers, W. (2008). Exploration and exploitation in innovation: Reframing the interpretation. *Creativity and Innovation Management*, 17(2), pp. 107-120.
- Liang, Y., Sun, Z., Song, T., Chou, Q., Fan, W., Fan, J., Rui, Y., Zhou, Q., Bai, J., Yang, C., & Bai, P. (2022). Lenovo Schedules Laptop Manufacturing Using Deep Reinforcement Learning. *INFORMS Journal on Applied Analytics*, 52(1), 56-68.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), pp. 71-87.
- Garud, R., Tuertscher, P., & Van de Ven, A. H. (2013). Perspectives on innovation processes. *The Academy of Management Annals*, 7(1), pp. 773-817.
- Gigerenzer, G., & Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: Models of bounded rationality. *Psychological Review*, 103(4), pp. 650-669.
- O'Reilly, C. A., & Tushman, M. L. (2013). Organizational ambidexterity: Past, present, and future. *Academy of Management Perspectives*, 27(4), pp. 324-338.
- Ozer, M., & Zhang, W. (2015). Effects of geographic network structure on exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 58(3), pp. 834-861.
- Page, S. E. (2010). *Diversity and complexity*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Phelps, C. C. (2010). A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 53(4), pp. 890-913.
- Phelps, C., Heidl, R., & Wadhwa, A. (2012). Knowledge, networks, and knowledge networks: A review and research agenda. *Journal of Management*, 38(4), pp. 1115-1166.
- Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Business.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge:

- Cambridge University Press.
- Sanchez, R., & Mahoney, J. T. (1996). Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strategic Management Journal*, 17(S2), pp. 63-76.
- Sarasvathy, S. D. (2001). Causation and effectuation: Toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. *Academy of Management Review*, 26(2), pp. 243-263.
- Schilling, M. A. (2000). Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. *Academy of Management Review*, 25(2), pp. 312-334.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Cambridge: Harvard University Press.
- Simon, H. A. (1962). The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106(6), pp. 467-482.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial* (3rd ed.). Cambridge: MIT Press.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction* (2nd ed.). Cambridge: MIT Press.
- Sydow, J., Schreyögg, G., & Koch, J. (2009). Organizational path dependence: Opening the black box. *Academy of Management Review*, 34(4), pp. 689-709.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), pp. 285-305.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), pp. 509-533.
- Tushman, M. L., & O'Reilly, C. A. (1996). Ambidextrous organizations: Managing evolutionary and revolutionary change. *California Management Review*, 38(4), pp. 8-30.
- Ulrich, K. T. (1995). The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research Policy*, 24(3), pp. 419-440.
- Van de Ven, A. H. (1986). Central problems in the management of innovation. *Management Science*, 32(5), pp. 590-607.
- Van de Ven, A. H., Polley, D. E., Garud, R., & Venkataraman, S. (1999). *The innovation journey*. Oxford University Press.
- Wagner, A. (2021). *Sleeping beauties and evolutionary innovation*. Princeton: Princeton University Press.
- Wang, T., Lin, X., & Sheng, F. (2022). Digital leadership and exploratory innovation: From the dual perspectives of strategic orientation and organizational culture. *Frontiers in Psychology*, 13, 902693. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.902693>
- Weber, E. U., & Johnson, E. J. (2009). Mindful judgment and decision-making. *Annual Review of Psychology*, 60, pp. 53-85.

- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), pp. 171-180.
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2025). *World intellectual property indicators 2025 - Patents highlights*. Geneva: WIPO.
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2025). *Global innovation index 2025*. Geneva: WIPO.
- Yang, Ziyi (2024), Analysis of the Corporate Entrepreneurship and Innovation of Lenovo, in *Proceedings of the 2024 International Conference on Applied Economics, Management Science and Social Development (AEMSS 2024)*, *Advances in Economics, Business and Management Research*.
- Zhang, F., & Gao, G. (2010). Is modularity always beneficial? An empirical study from the Chinese manufacturing industry. *International Journal of Production Economics*, 124(1), pp. 188-198.

【日本語文献】

- 秋池篤・岩尾俊兵 (2013) 「変革力マップと Innovator' s Dilemma : イノベーション研究の系譜—経営学輪講 Abernathy and Clark (1985)—」『赤門マネジメント・レビュー』12(10), 699-716.
- 入山章栄 (2019) 『世界標準の経営理論』ダイヤモンド社.
- 小嶋章吾 (2025) 『M-GTA 修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチ : 多分野多領域における実践と応用』誠信書房.
- クレイトン・クリステンセン (2020) 伊豆原弓訳『イノベーションのジレンマ——技術革新が巨大企業を滅ぼすとき [増補改訂版]』翔泳社.
- スティーブン・P・ロビンズ (2009) 高木晴夫訳『組織行動のマネジメント—入門から実践へ』ダイヤモンド社.
- 清水洋 (2022) 『イノベーション: From Basics to Frontiers』有斐閣.
- 佐藤郁哉 (2008) 『質的データ分析法——原理・方法・実践』新曜社.
- 任雲・楊颯 (2025) 「オープン・イノベーション・ネットワークの動的分析—レノボに関するケーススタディー」『桜美林大学研究紀要 社会科学研究』(5), 112-130.
- 立本博文 (2011) 「オープン・イノベーションとビジネス・エコシステム : 新しい企業共同誕生の影響について」『組織科学』45(2), 60-73.
- チャールズ・A・オリリーIII・マイケル・L・タッシュマン (2021) 渡部典子訳『両利きの経営 [増補改訂版] : 「二兎を追う」戦略が未来を切り拓く』東洋経済新報社.

沼上幹（1999）『液晶ディスプレイの技術革新史—行為連鎖システムとしての技術』白桃書房.

ブノワ・ゴダン（2021）松浦俊輔訳『イノベーション概念の現代史』名古屋大学出版会.

ヘンリー・チェスブロウ（2004）PRTM 訳『オープン・イノベーション』英治出版.

【中国語文献】

布莱恩・阿瑟（2023）曹东溟译『技术的本质：技术是什么，它如何进化的』浙江科学技术出版社.

蔡文婧・姜彦辰・苏嘉莉・祝继高（2022）「基于生态价值网框架的企业风险投资时机选择研究—以阿里巴巴和腾讯投资哔哩哔哩的案例为例」『会计研究』（5），105-117.

曾蔚・刘阳洁・唐雨・阳欢欢（2021）「海尔 CVC 与雷神创新资本协同创值研究」『财会通讯』（10），102-106.

经济合作与发展组织（OECD）（2011）高昌林主译审『奥斯陆手册：创新数据的采集和解释指南（第3版）』科学技术文献出版社.

埃里克・冯・希普尔（2022）柳卸林・陈道斌译『创新的源泉：追循创新公司的足迹』东方出版中心.

弗里曼（2022）华宏勋等译『产业创新经济学』东方出版中心.

花磊・王文平（2014）「不同创新类型下的有效创新网络结构」『管理工程学报』28(3).

李健・黄晗・彭迪（2023）「创投网络对科创企业创新绩效的影响—基于二阶社会资本的视角」『研究与发展管理』35(4)，80-93.

李鹏（2023）『汪滔：让梦想飞得更高』广东经济出版社.

林军（2021）『柳传志管理日志：十周年纪念版』浙江大学出版社.

任云（2021）「日本工匠精神的深层底蕴和现代传承」『日本研究集林』2021年第2期（下半年刊），54-69.

任云・王聪慧・周江华（2025）「技术依赖性与交易费用视角下的产业垂直结构分析」『科技促进发展』21(5)，373-381.

任慧・朱美容・高伟浩（2015）「内涵、效率与测量：新网络结构研究述评」『情报杂志』34(12).

- 杨春白雪·曹兴·高远（2018）「新兴技术‘多核心’创新网络结构形成的影响因素研究」『中南大学学报（社会科学版）』24(1).
- 杨元庆（2008）「‘蛇吞象’给联想带来的巨变」『中国科学院院刊』23(2)，107-108.