

Title	技術戦略のデザイン品質： ソニーグループにおけるアクション・リサーチとリチウムイオン二次電池の事例分析
Sub Title	Designing technology strategies : action research at Sony
Author	岩尾, 俊兵(Iwao, Shumpei) 鉄川, 弘樹(Tetsukawa, Hiroki)
Publisher	慶應義塾大学出版会
Publication year	2024
Jtitle	三田商学研究 (Mita business review). Vol.67, No.3 (2024. 8) ,p.57- 75
JaLC DOI	
Abstract	本稿は、機能戦略の一種である技術経営戦略の策定において、戦略のデザイン品質の管理・向上が少なくとも部分的には可能となることを示す。より具体的には、「経営戦略の設計（デザイン）品質の管理・改善はいかにして可能になるのか？」という問いに部分的に答えるべく、ここでは技術経営戦略策定プロセスにおける臨床的なアクション・リサーチ研究の可能性を探った。本研究のこうした問題意識に基づき、ソニーグループにおいて、実際の技術経営戦略実務に資する「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」構築のためのプロセス・コンサルテーションが実施された。さらに、当該分析ツールの有効性を確かめるために、リチウムイオン二次電池事業の競争優位性持続事例が分析された。ここでの研究成果は、日本企業の得意分野とされた品質管理・生産管理的な発想を戦略策定の現場に取り込める可能性を示すものであり、日本企業の経営実務に貢献できる余地がある。 This presentation partially answers the question, "How is the design of business strategy possible?" Specifically, we focused on the functional strategy level of the three tiers of corporate strategy, business strategy, and functional strategy, and explored the possibility of action research in strategy formulation. In particular, this study attempts to use a clinical approach to construct a theory of use for technology strategy and technology management that can be used in practice in the Sony Group. Based on the above approach, this presentation shows a path of "quality management of technology strategy" as a first step in quality management research of management strategy through process consultation and dialogue with practitioners of technology strategy formulation in an actual company (Sony). Specifically, we identify prior research on action research in the field of management and its limitations, and present the research methodology of this study based on the limitations of prior research. Furthermore, we will present a theory of technology strategy developed through clinical research in the Sony, and confirm the effectiveness of this theory of use in the actual case of lithium-ion batteries.
Notes	榊原研互教授・岡本大輔教授 退任記念号 論文
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234698-20240800-0057

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

技術戦略のデザイン品質：ソニーグループにおけるアクション・リサーチとリチウムイオン二次電池の事例分析

Designing Technology Strategies: Action Research at Sony

岩尾 俊兵(Shumpei Iwao)

鉄川 弘樹(Hiroki Tetsukawa)

本稿は、機能戦略の一種である技術経営戦略の策定において、戦略のデザイン品質の管理・向上が少なくとも部分的には可能となることを示す。より具体的には、「経営戦略の設計（デザイン）品質の管理・改善はいかにして可能になるのか？」という問いに部分的に答えるべく、ここでは技術経営戦略策定プロセスにおける臨床的なアクション・リサーチ研究の可能性を探った。本研究のこうした問題意識に基づき、ソニーグループにおいて、実際の技術経営戦略実務に資する「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」構築のためのプロセス・コンサルテーションが実施された。さらに、当該分析ツールの有効性を確かめるために、リチウムイオン二次電池の競争優位性持続事例が分析された。ここでの研究成果は、日本企業の得意分野とされた品質管理・生産管理的な発想を戦略策定の現場に取り込める可能性を示すものであり、日本企業の経営実務に貢献できる可能性がある。

This presentation partially answers the question, "How is the design of business strategy possible?" Specifically, we focused on the functional strategy level of the three tiers of corporate strategy, business strategy, and functional strategy, and explored the possibility of action research in strategy formulation. In particular, this study attempts to use a clinical approach to construct a theory of use for technology strategy and technology management that can be used in practice in the Sony Group. Based on the above approach, this presentation shows a path of "quality management of technology strategy" as a first step in quality management research of management strategy through process consultation and dialogue with practitioners of technology strategy formulation in an actual company (Sony). Specifically, we identify prior research on action research in the field of management and its limitations, and present the research methodology of this study based on the limitations of prior research. Furthermore, we will present a theory of technology strategy developed through clinical research in the Sony, and confirm the effectiveness of this theory of use in the actual case of lithium-ion batteries.

技術戦略のデザイン品質

—— ソニーグループにおけるアクション・リサーチとリチウムイオン二次電池の事例分析^{*} ——

岩 尾 俊 兵
鉄 川 弘 樹

<要 約>

本稿は、機能戦略の一種である技術経営戦略の策定において、戦略のデザイン品質の管理・向上が少なくとも部分的には可能となることを示す。より具体的には、「経営戦略の設計（デザイン）品質の管理・改善はいかにして可能になるのか？」という問いに部分的に答えるべく、ここでは技術経営戦略策定プロセスにおける臨床的なアクション・リサーチ研究の可能性を探った。本研究のこうした問題意識に基づき、ソニーグループにおいて、実際の技術経営戦略実務に資する「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」構築のためのプロセス・コンサルテーションが実施された。さらに、当該分析ツールの有効性を確かめるために、リチウムイオン二次電池事業の競争優位性持続事例が分析された。ここでの研究成果は、日本企業の得意分野とされた品質管理・生産管理的な発想を戦略策定の現場に取り込める可能性を示すものであり、日本企業の経営実務に貢献できる余地がある。

<キーワード>

アクション・リサーチ、技術経営、臨床的アプローチ、戦略の品質、社会実証実験的経営学研究

1. はじめに：戦略の設計品質

本稿は、「経営戦略の設計（デザイン）品質の管理・改善はいかにして可能になるのか？」という問いに部分的に答えるべく、全社戦略・事業戦略・機能戦略の3層のうちの機能戦略レベルに焦点を当て、戦略策定のアクション・リサーチ（e.g. Adelman, 1993; Lewin, 1948）の可能性を

^{*} 謝辞：本研究はJSPS 科研費23K12528「“経営戦略の品質管理”に関する社会実証実験研究」の助成を受けている。また、本稿で記載したリチウムイオン二次電池の事例分析において、井川康夫（北陸先端科学技術大学院大学名誉教授）に有益な助言を頂いた。ここに記し感謝の意を表する。

探ったものである。こうしたアクション・リサーチの中でも、本研究では特に、臨床的アプローチ（伊藤，2022；金井，2011）を用いて、ソニーグループにおいて実際に利用できる技術戦略・技術経営の使用理論（e.g. 伊藤，2018）の構築を試みている。

こうした研究が必要となる背景には、次のような経営学術界の現状がある。これまで、オペレーションズ・マネジメント研究は、自動車（e.g. Clark & Fujimoto, 1991）、農業・農作物（e.g. Gupta et al., 2023）といった幅広い物理的な形のある人工物の品質・生産性向上から、物流サービスや医療や計算機プログラミングなどの物理的な形を持たない人工物・プロジェクト（e.g. Kavadias, 2014）の品質・生産性向上まで、多くの産業に共通で適用できる理論を生み出してきた（Meredith & Shafer, 2019）。その一方で、同じく人工物のひとつであり、戦略系コンサルティングファーム等からすれば「生産物」でもあるはずの経営戦略については、既存の品質管理・生産管理手法を適用するという発想での研究がみられない。

本研究は、この点をオペレーションズ・マネジメント研究と経営戦略研究の「ミッシング・リンク」であると考ええる。すなわち、オペレーションズ・マネジメント研究は様々な製品やプロジェクトの品質管理・生産管理について独自の進化を遂げており、同時に、経営戦略研究は経済学や社会学等の知見を取り込みながら独自の研究を遂げているのに、なぜか両者の接合領域にはほとんど研究が存在しない間隙が残されているのである。

しかも、近年の変動が激しいビジネス環境においては、企業は優れた戦略からさえも一時的な競争優位しか得られなくなるため、経営戦略やビジネスモデルの量産理論が必要となると考えられる（岩尾，2024）。こうしたことから、経営戦略策定プロセスに品質管理・生産管理の理論・手法を援用することの重要性も増しているだろう。

特に日本企業は、戦略目的の明確性、戦略と企業理念の連関、戦略の策定後の社内浸透、リスクテイクと将来予測、事業間での重複の排除といった点に「経営戦略策定上の弱み」を保持しているとされる（岡田，2009）。すなわち、日本企業にはいわゆる「強い工場・弱い本社」症候群が存在してきた（藤本，2004）。そのため、日本企業の得意分野である品質管理・生産管理的な発想をわずかでも戦略策定に取り込むことができれば、日本企業の経営実務にとっても貢献できることになろう。

上記の問題意識に基づき、本稿では実際の企業（ソニーグループ）における技術戦略策定のプロセス・コンサルテーションおよび実務家との対話を通じて、経営戦略の品質管理研究の第一歩としての「技術戦略の品質管理」の道筋を示す。具体的には、続く第2節において経営分野におけるアクション・リサーチについての先行研究とその限界を明らかにし、その後の第3節において先行研究の限界を踏まえた本研究の研究手法を提示する。さらに、第4節においてソニーグループにおける臨床的研究によって生まれた技術戦略理論（使用理論）を提示し、第5節においてこの使用理論の有効性を確かめる。第6節と第7節はディスカッションと結論である。

2. 先行研究：人間諸科学におけるアクション・リサーチの可能性

人間科学においては、研究対象に対して距離を置き中立的・客観的な分析を進めていく実証的な研究手法とともに、研究対象の内部に入り込み経営実践に関与していく臨床的な研究手法(e.g. 伊藤, 2022; 金井, 2011) もまた必要となる。

そのような研究手法のひとつが、1940年代に組織心理学者クルト・レヴィン (Kurt Lewin) によって開始されたとされるアクション・リサーチである (Cassell & Johnson, 2006)。ここで、アクション・リサーチとは、「研究者が、ある集合体や社会のベターメント (改善, 改革) に直結した研究活動を、自覚的に行っている場合 (杉万, 2006, p.551)」に、こうした研究手法群に対して用いられる呼称である。

このとき、観察対象と観察主体がどちらも人間であるという特徴を持つ人間科学の場合、アクション・リサーチとしての側面を一定程度は持つという指摘もある (杉万, 2006)。こうした理由から、人間科学研究における質的方法の先鋭化はやがてアクション・リサーチにつながっていくとされる (Parker, 2005; 杉万, 2006)。そして、集合としての人間活動や、集合の中の人間活動を分析し改善・改革していく実践的な学問としての経営学もまた、こうした意味での人間科学に含まれると考えられるだろう。

実際にアクション・リサーチは、クルト・レヴィン以降、経営学とその関連分野においても取り入れられるようになってきている。たとえば、組織開発におけるプロセス・コンサルティング (e.g. 金井, 2011; Schein, 1969), 企業家・起業家研究 (e.g. 伊藤, 2018), 生産管理研究 (e.g. Coughlan & Coughlan, 2002), 管理会計研究 (e.g. 松尾, 2014) といった分野においてアクション・リサーチを用いた研究が多くみられるようになった。

ただし、アクション・リサーチには早くから根強い批判も存在してきた (Cassell & Johnson, 2006)。こうした批判のひとつは、アクション・リサーチに付きまとう実務的主観性が、その裏返しとしての科学的客観性を損なっているというものである (e.g. Sanford, 1970)。しかも、アクション・リサーチが実務的主観性を高めていく状況は、1970年のこの批判から30年以上が経過して、ますます進展してきているとさえいえるだろう (Cassell & Johnson, 2006)。その理由は、いわゆる「ポストモダン」的な経営学研究の流行 (cf. Tourish, 2020) に由来する。今日では、アクション・リサーチの名の下で実証実験的なものから脱構築的なものまで、多様な研究手法が存在しているとされる (Cassell & Johnson, 2006)。

アクション・リサーチのこうした主観性は、組織内部の主観的な「気づき」が重要となる組織開発等の分野においてはむしろ積極的に取り入れるべきであろう (e.g. Brannick & Coughlan, 2007; Schein, 1978)。それどころか、研究者が対象の主観的な気づきを重視する謙虚さを持つことでこそ有意義な経営実践が生まれるという指摘さえ存在している (Schein, 2016)。

一方で、アクション・リサーチに内在するこうした主観性重視の傾向によって、アクション・リサーチの適用範囲に制限が加わっている可能性も存在する。こうした制限の中にあると考えら

れるもののひとつが、経営戦略の策定におけるアクション・リサーチである。経営戦略策定におけるアクション・リサーチを用いた研究例は、筆者が調査した範囲では（少なくとも主要なものは）見当たらない。たとえば、経営学分野におけるアクション・リサーチについての包括的レビューをおこなった Eden & Huxham (1996) や Cassell & Johnson (2006) においても、*Strategic Management Journal* のような経営戦略専門学術誌に掲載された研究はひとつも捕捉されていないほどである。

戦略策定においてアクション・リサーチがあまりおこなわれない理由のひとつとして考えられるのは、経営戦略は社内外における客観的な合理性に基づく必要があるということである。もちろん、経営戦略の策定においても、研究者が経営者の気づきを引き出すことは可能かもしれない（金井，2011）。しかし、こうした気づきから得られた戦略の客観的合理性を高めていかなければ、経営戦略を社内で浸透させることも、特定の戦略フレームワークの有効性を学術的に発表することもできないだろう。

こうした問題認識の上に立ち、次節では「アクション・リサーチと事例研究の混合アプローチ」によって、上述した研究上の難点が解決され、経営戦略策定プロセスにおいてアクション・リサーチが実施できる可能性を示す。

3. 研究手法：アクション・リサーチと事例研究の混合アプローチ

前節でみてきたように、アクション・リサーチは、必ずしも客観性を重視せずに、研究者が媒介となって研究対象（実践者）の主観的な気づきを引き出すことができる研究手法である。それどころか、伊藤（2018; 2022）などにおいて報告されているように、臨床的なアクション・リサーチを通じて、実践者は研究者に対する語りの振り返りにおいて新たな気づきを得ることもできる。一方で、経営戦略策定のように、少なくとも社内においては客観的合理性を示す必要のあるような実践分野においては、こうした「主観的な気づき」に「客観的な論拠」を加えていく必要もあるだろう。

そうした問題意識から、今回は、アクション・リサーチの手続きを2段階に分割することにした。このうち第1段階目は、研究者が臨床的な対話を通じて実践者の気づきを引き出しながら、それをビジネスにおける合理的な持論としての「使用理論」にまとめる段階である。第2段階目は、こうして構築された使用理論に依拠して過去の事例を分析する段階である。いわば、アクション・リサーチにおいて、「気づき」に加えて「納得」を求めていくアプローチである。

より具体的には、筆者らはソニーグループ株式会社において技術戦略策定のための思考枠組みを構築・策定し、その思考枠組みの有効性を同社が過去に携わった事業の事例を分析することによって確認した。ここでのアクション・リサーチは2023年11月15日、12月15日、2024年1月26日、3月1日、3月8日にそれぞれ2時間ずつソニーグループ株式会社本社およびソニー株式会社みなとみらい拠点において実施された。アクション・リサーチの参加者はソニーグループ株式会社先端研究部統括部長鉄川弘樹と慶應義塾大学商学部准教授岩尾俊兵の2名である。なお、事例分

析の対象は著者の一人である鉄川弘樹が実際に研究開発、事業開発に従事し、後に技術戦略統括責任者として取り組んだリチウムイオン二次電池のコモディティ化の事例である。ただし、守秘義務等の関係から、ここでの事例分析は公開情報を実際の経験に基づいて再構成する形をとった。

4. 使用理論の構築：ソニーグループにおけるアクション・リサーチの実践

ソニーグループにおける技術戦略策定においては、技術的に先行する企業と新規に技術的キャッチアップをおこなう企業の競争関係を分析するフレームワークが検討されていた。具体的には、「先行投資により獲得した技術がコモディティ化せず、新興企業に対して持続的競争優位性がいかなる場合に高まるのか？」についての思考枠組みが求められていたのである。

こうしたことから、筆者らは5カ月間におよぶプロセス・コンサルテーションの過程において、技術経営戦略策定の現場で用いられることが多い既存の思考枠組みを参照しつつ、同時に新たな思考枠組み（分析ツール）を構築していった。こうした技術ドリブンな競争関係を分析するツールとして、はじめに縦軸に性能、横軸に時間をとったグラフが案出された。この枠組みの中では、Christensen (2013) 等にみられるように、先行企業と新興企業がひとまづは平行して（同レベルの技術進歩スピードで）ある製品の技術的な性能を向上させていくとする。すなわち、各社はそれぞれ技術の性能向上の軌跡である「性能曲線（直線も曲線に含むとする）」を持ち、それが平行であると考えたわけである。

プロセス・コンサルテーションの過程において、Barney (1991) の模倣困難性の考え方を取り込むというアイデアが出た。具体的には、模倣が容易な技術の場合や、反対に模倣が困難な技術の場合には、先行企業と新興企業の性能曲線は平行にはならないのではないかという「気づき」が生まれた。図示すると直感的にも理解できるように、模倣が容易な技術の場合、性能曲線の傾きが変わり、新興企業によるキャッチアップ時間は大幅に短縮される。逆に、模倣が困難な技術の場合には、新興企業は先行企業に永久に追い付けないことになる。これを表現したのが図1である。

しかし実際には、こうした模倣が困難な技術分野における競争の場合であっても、やがて顧客ニーズには頭打ちがくると考えられる（e.g. Christensen, 2013）。そのため、技術的に遅行する新興企業も、顧客ニーズの頭打ち地点に到達することで、顧客に対して先行企業と同等のアピールをおこなうことが可能となる。しかも、Christensen (2013) が指摘するように、往々にして新興企業が提供する製品・技術は価格競争力が高い。この時点において技術のコモディティ化と価格競争が開始されるわけである。こうした気づきを取り込んだのが図2である。

このとき、Christensen (2013) 等にみられる初期の技術経営戦略モデルが少なくとも当初は明確には意識していなかった実務的視点として、技術的な製品の開発競争は標準化に大きな影響を受ける。具体的には、ある技術分野におけるデファクト／デジュール標準が生まれることで、実質的には顧客ニーズの頭打ち地点の性能水準が下がることがある。すなわち、顧客は満足していないものの、一定の国際標準に従うことが強制される状況下では、国際標準によって定められた

図1 技術経営戦略のアクション・リサーチ過程①

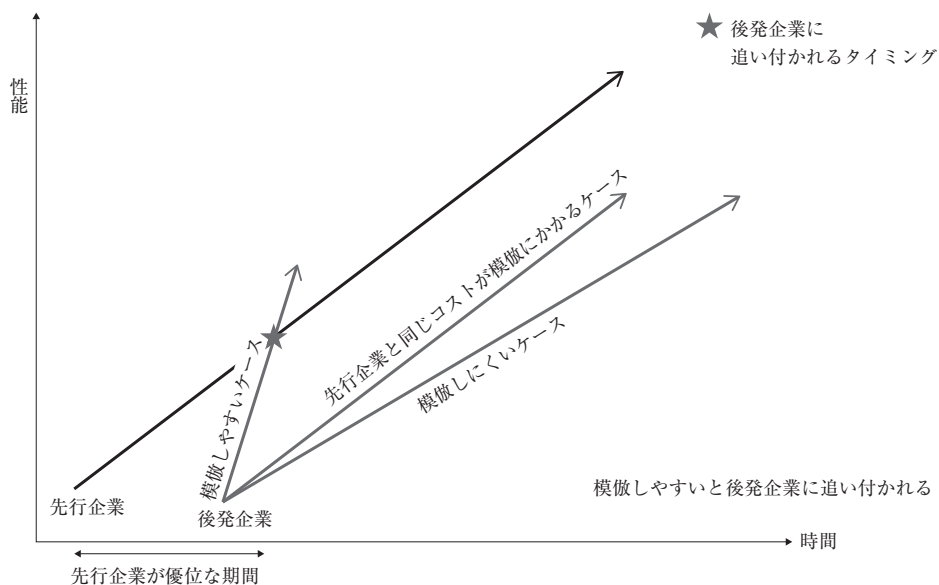
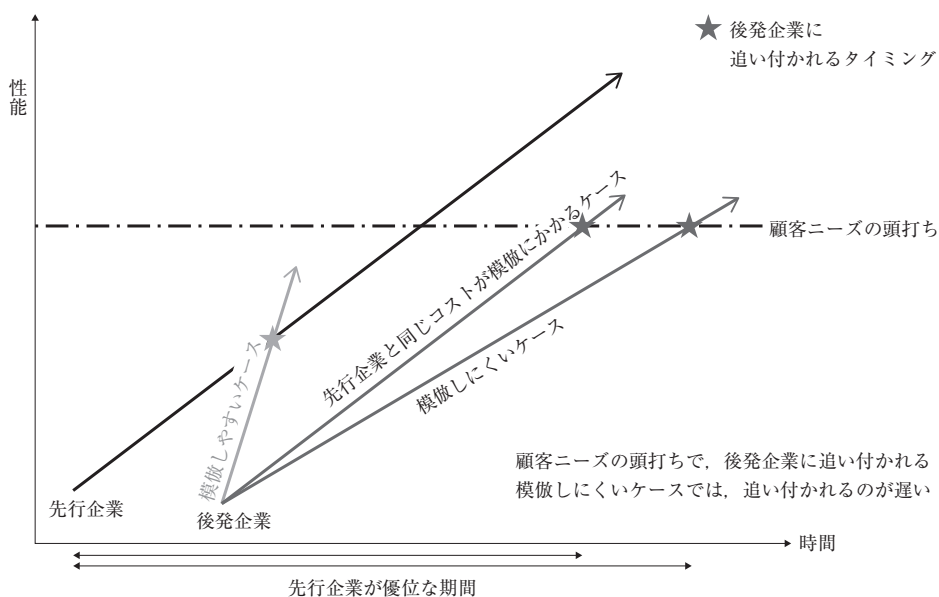


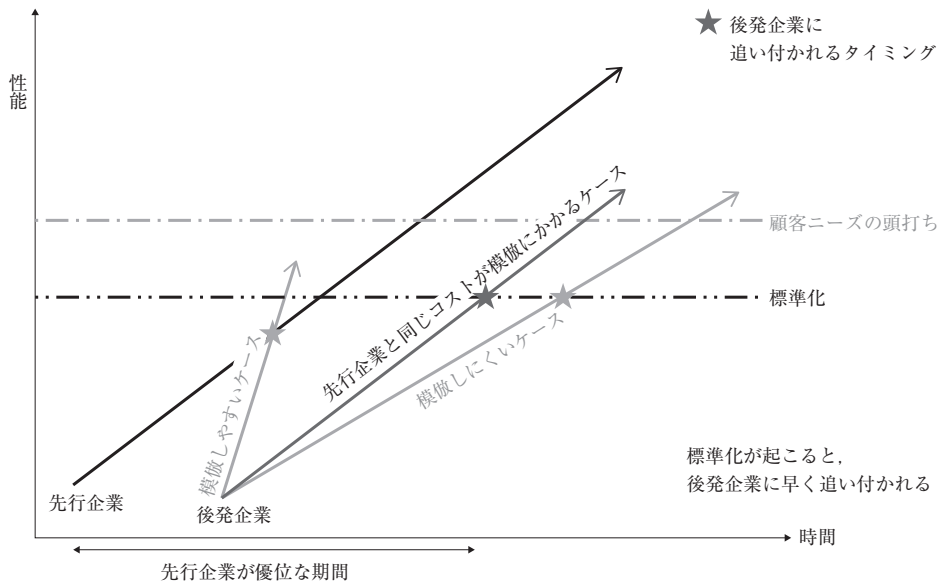
図2 技術経営戦略のアクション・リサーチ過程②



性能水準以上で競争することが事実上不可能になるのである。こうした気づきを取り込んだのが図3である。

さらに、実務的には、こうした競争がおこなわれている製品分野・技術分野・産業・市場において、技術革新が引き起こされる場合がありうる。とある製品ニーズを満たす別の技術が登場す

図3 技術経営戦略のアクション・リサーチ過程③



るということである。このとき、新規技術の中には、既存技術よりも性能向上速度が遅いものもありうるが、こうした劣った技術は研究開発の時点で淘汰されるだろう。そのため、技術開発の現場において淘汰されていない新規技術は、基本的にすべて既存技術よりも性能向上速度が高いものだと仮定した。こうした気づきを取り込んだのが図4である。

ただし、ここでの顧客ニーズは一定とは限らないという議論が起こった。顧客のニーズと企業側の技術開発戦略とが相互作用していく可能性もあるためである。いわば Burgelman (2002) のいう共進化に近い状態だといえよう。そこで、顧客からの技術性能へのニーズが向上していくことを「共進化プロセス」と呼んで、ここまでの議論に取り込んだ。こうした気づきを反映させたのが図5である。

こうして、最終的に「コモディティ化予測・防止戦略ツール(仮)」が完成した(図6)。この技術経営戦略の思考枠組み・分析ツールは、とある製品分野・技術分野において、技術的優位がどの程度持続するか(反対に、コモディティ化するか)の予測にも、コモディティ化の防止のための戦略策定のためにも、使用できる可能性がある。

前者について、たとえば専門家(できれば複数人かつ外部者を含めた専門家集団)に「コモディティ化予測・防止戦略ツール(仮)」において挙げられている各要素についてすでにコモディティ化が起こっている製品を参照点・基準点とした評価を実施してもらい、それを統合する(いわゆるデルファイ法)などによりコモディティ化の予測が可能になるだろう。また、後者のコモディティ化を運行させる戦略には、①標準化の地点を上方にずらす、②技術の模倣困難性を上げる、③新規技術を適切に評価する、④顧客ニーズを共進化させるといった手が考えられる。このほかにも「コモディティ化予測・防止戦略ツール(仮)」を眺めながら議論することで、様々な

図4 技術経営戦略のアクション・リサーチ過程④

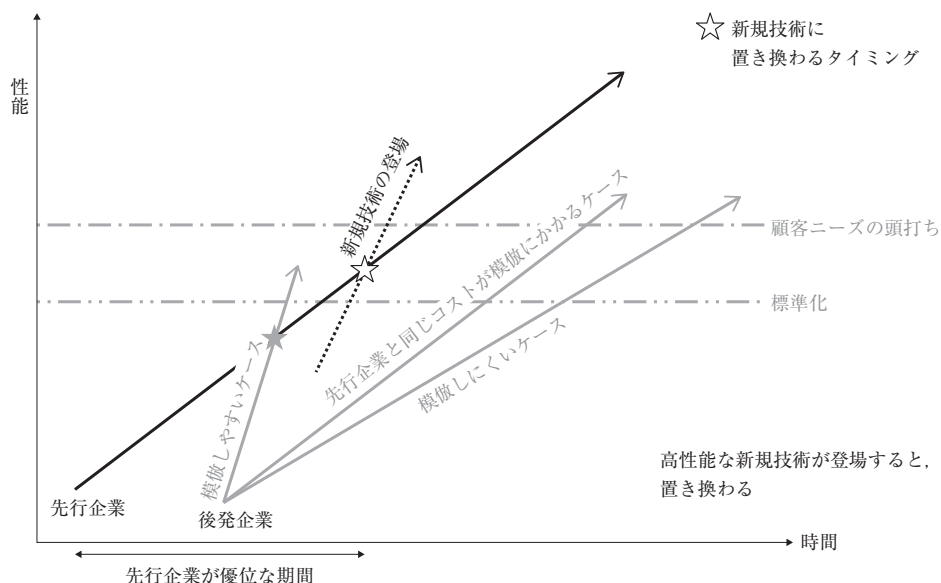
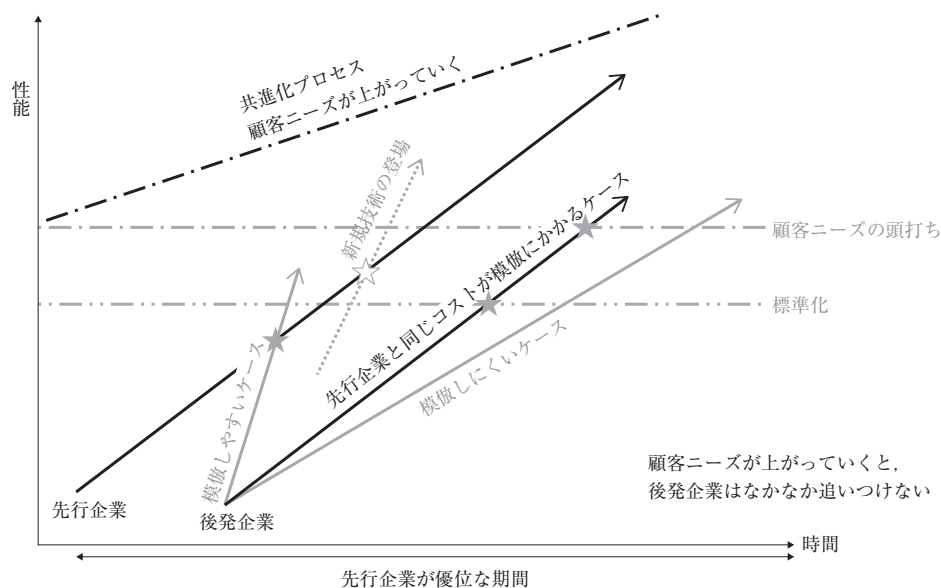


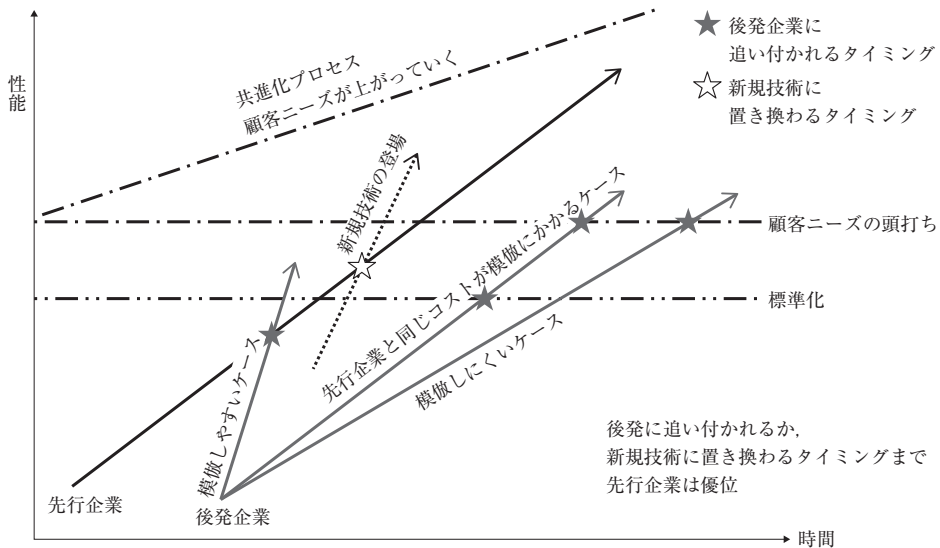
図5 技術経営戦略のアクション・リサーチ過程⑤



戦略が生まれうるだろう。

ただし、「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」が実際のソニーグループの事例分析においても有用かどうかは明らかではない。そこで、次節でこの問題に取り組む。

図6 完成した使用理論としての「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」



5. 使用理論の有効性確認：リチウムイオン二次電池の事例分析

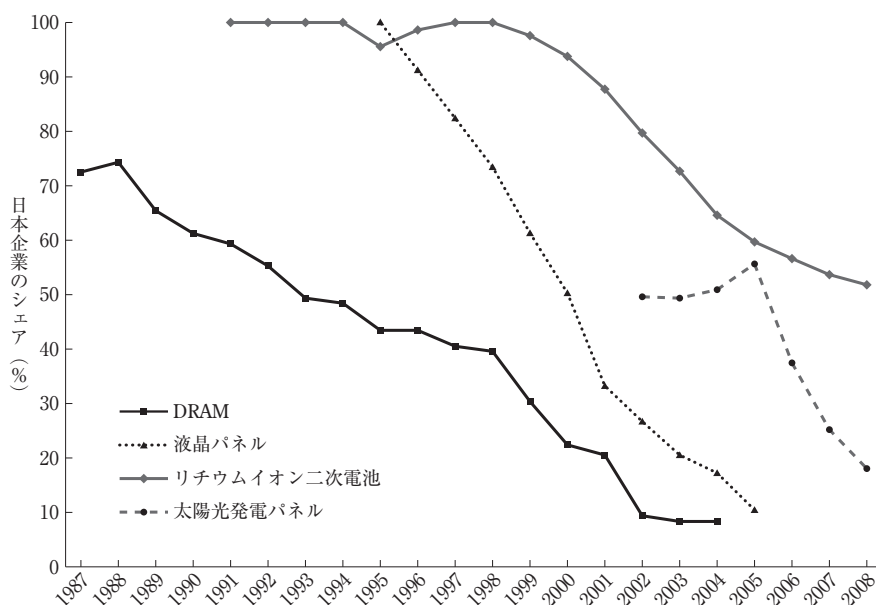
ここでは、前節において構築した使用理論としての「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」の有効性を確認する。なお、ここで「検証」ではなく「確認」という用語を選択したのは、本研究が論理実証主義的な立場をとっていないことをあらかじめ明確化しておくためである。ここでの研究の目的は、あくまでアクション・リサーチを通じてソニーグループという大企業において実際に利用できる理論構築が可能であることを示すことにある。

5.1 リチウムイオン二次電池の競争力持続性

リチウムイオン二次電池は1980年代から日本メーカーで開発が始まり、1991年にソニーが商品化、1992年にA&TB（旭化成と東芝電池の合併会社）、1993年に日本電池、1994年に三洋と松下電池が商品化に成功して市場参入し、この頃から市場が立ち上がったといわれている（吉野・宮本、2010）。

一方、新興メーカーの動向として、韓国のLG化学、サムスン（後に、サムスンSDI）は1993年頃に当該技術の開発を開始し、中国メーカーであるBYDは1995年に創業された。リチウムイオン二次電池の市場シェアは、1999年までは日本メーカーが市場をほぼ独占していた。しかし、2000年頃にはBYD、サムスンSDI、LG化学ともに商品化に成功し、徐々に当該製品領域において市場シェアを伸ばし始める。2004年には日本メーカーのシェアは全体の6割にまで低下し、A&TBはコスト競争を理由にリチウムイオン二次電池市場から撤退を表明した（日経BP、1996、2002；坂本、2005；竹下、1996、1997；吉野、2003）。ただし、当時はまだ、日本メーカーの競争力

図7 デバイスの日本メーカーの世界市場シェア推移



(出所：小川，2008；日本経済新聞社，1993；日経 BP，1996，2002；坂本，2005；竹下，1996，1997のデータをもとに筆者作成)

は次のように高く評価されていた。

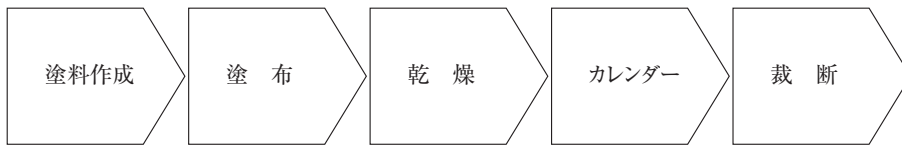
日本は、電池技術において国際競争力を有しており、民生用分野における蓄電池の生産量の多くを日本企業が占めている。(経済産業省，2009)

日本企業は世界シェアの上位を独占し、電池大国の名をほしいままにしてきた。電池を押さえていることは、日本の競争力の源泉である。(日経 BP，2010)

ここでリチウムイオン二次電池を他のデバイスと比較するために、日本の代表的なイノベーション成果として挙げられる液晶パネル、太陽光発電パネル、DRAMの日本メーカーの世界市場シェア推移を図7にプロットした。なお、市場の立ち上がり期付近（DRAMのみ日本メーカーが世界市場で7割を超えるシェアを獲得した時期）をプロットの開始点としている。図7から読み取れるように、どのデバイスも年々日本メーカーの市場シェアは低下しているものの、リチウムイオン二次電池は他のデバイスと比較して新興企業の技術的なキャッチアップによるコモディティ化の速度が緩やかである。この点は、実務家としての実感とも合致する。

以上から、リチウムイオン二次電池という技術においては、先行企業（ここでは日本メーカー）は競争優位性を他のデバイスよりも比較的長期間維持できたと考えられる。こうした前提の上に立ち、リチウムイオン二次電池の競争優位性について理解を深めるために、「コモディティ化予

図8 リチウムイオン二次電池の電極製造プロセスフロー

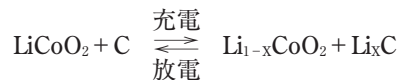


(出所：脇原，2000をもとに筆者作成)

測・防止戦略ツール（仮）」の視点から，市場，技術，アプリケーションなどの複数軸で当該製品分野のコモディティ化の過程を整理する（なお，筆者の守秘義務の都合上，記載するデータや考察は公開情報や他社の開発者やコンサルタントとのインタビューを用いている）。

5.2 技術の模倣困難性①：リチウムイオン二次電池の技術と製造

リチウムイオン二次電池の技術特性は主には容量密度であり，加えて用途ごとに出力密度，安全性，信頼性，高速充放電特性などが要求される（小久見，2008）。リチウムイオン二次電池には，正極（リチウムコバルト酸化物など）と負極（グラファイトなど）があり，その間に電解液とセパレーターが位置し，リチウムイオンが正極負極間を移動し，下記の反応をすることにより，充放電が可能となる（e.g. 吉野，2003）。

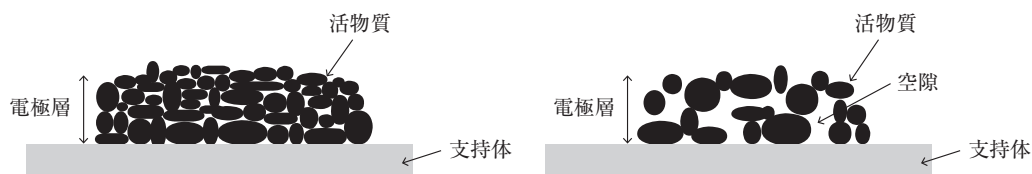


リチウムイオン二次電池の製造プロセスは大きく分けて，電極製造プロセスと組立プロセスの2つである。電池特性に大きく影響する電極製造プロセスは，塗料作成（材料を混合し塗料を作成する），塗布（塗料を支持体に塗布する），乾燥（塗料中の溶液を乾かす），カレンダー（塗布された電極層と支持体を圧延する），裁断（電極を所望のサイズに裁断する）の5つのプロセスから構成されている（図8）。

次に，電極製造プロセスの塗料作成と塗布について詳細に述べる。ここでは正極側を例に説明する。塗料作成プロセスは，正極活物質，活物質を結着させるためのバインダー，導電性を上げるための導電助剤，添加剤，粘度調整のための溶剤を混練，混合し，液体状の塗料を作成する（Brodd & Tagawa, 2002）。この塗料を支持体に塗布するプロセスの概念図を図9に示す。活物質の平均粒径は約10 μm であるが，実際には1 μm から100 μm といったかなり広い粒径分布を持っている（寺下・浅野・宮南，2001）。そして，塗料は，最大で約50m/min. という高速搬送される支持体（約10～50 μm の厚み）の上に，約50～100 μm の膜厚で塗布される（田中，2010；菅原，2010）。

ここで，塗料作成や塗布のプロセス最適化が充分おこなわれた場合，図9（左）のように緻密な塗膜が出来上がるが，最適化が不十分な場合，図9（右）のように低品質な塗膜が出来上がり，電池特性は低くなる（平井，2009）。良質な電極作製には，均質に分散され，塗布プロセスに適した塗料作成が重要となる（脇坂，2009；神谷，2009；立花，2009）。塗料の分散性は分散時間とともに上がるが，ある一定時間を過ぎると逆に分散性が劣化する傾向がある。また，塗料作成時の

図9 リチウムイオン二次電池の電極膜（左：高品質、右：低品質）



（出所：寺下・浅野・宮南，2001をもとに筆者作成）

添加剤についても投入量，投入分割数で塗料の分散状態が大きく異なる（寺下・浅野・宮南，2001）。このように塗料作成プロセスにおける分散性の制御には高度な製造ノウハウが必要となる。

塗料の分散性の制御だけでなく，塗料の粘性や固形分など，複数のアナログ的要素を持つ材料を混合し，塗布プロセスに適合した塗料の最適化をおこなわなければならない，「最も任意性と変動要素の大きな工程である（菅原，2011a）」と報告されている。以下に，リチウムイオン二次電池の製造プロセスに関するインタビュー結果を示す。

リチウムイオン事業のキーは量産の製造プロセスにある。すぐには真似できない。具体的には，材料の最適化，コーティング技術である。（海外バッテリーコンサルタント A，2010年5月20日インタビュー）

米国では政府の援助資金を受けているが，新規参入企業はしばらく立ち上がらないだろう。それは，電池の製造プロセスが難しいからである。特に塗布技術が難しい。（海外バッテリーコンサルタント B，2009年11月25日インタビュー）

電池の製造プロセスのノウハウは，ほとんどが「塗料作り」にある。塗料がよいと塗布工程もスムーズにチューニングできる。（バッテリー製造装置メーカーエンジニア C，2011年3月7日インタビュー）

このように，技術的考察でもインタビュー結果でもリチウムイオン二次電池は製造プロセス，特に塗料作成や塗布のアナログ要素の技術的な模倣困難性が存在することが裏付けられたといえよう。

5.3 技術の模倣困難性②：材料・製造装置メーカーの視点

リチウムイオン二次電池の製造において，塗料作成と塗布のプロセスが重要であることは示したが，それぞれの製造装置メーカーは複数社あった。一方で，製造プロセス装置における内製比率（2009年）は，電池メーカーの内製（17%），製造装置メーカーの特機（75%），製造装置メーカーの汎用機（8%）の比率となっており（富士経済，2009），ほとんどの製造装置は電池メー

カーごとにチューニングされていた。

また、リチウムイオン二次電池の材料（正極活物質，負極活物質，バインダー）を取り扱う材料メーカーのいずれも複数社あり，早い段階から材料を製造・販売していた。これらのことから，特定の電池メーカーだけが製造装置や材料を独占的に保有し，競争優位なポジションをとった訳ではなかった。一方で，リチウムイオン二次電池の材料や製造装置を購入すれば，容易に模倣できた訳でもなかった。こうした点も，上述の技術的模倣困難性を強化していたといえる。

5. 4 共進化プロセス：リチウムイオン二次電池のアプリケーション

リチウムイオン二次電池の最初のアプリケーション先はソニーのビデオカメラであった。当時のビデオカメラに必要な電池容量とデザインを考慮すると，単3乾電池と単2乾電池の間である直径18mm，長さ65mmの円筒形（18650サイズ）という変則的なサイズとなった（西，2009）。ビデオカメラにおける搭載の後，リチウムイオン二次電池は携帯電話，ノートPCに採用され，市場を拡大していった。1997年のアプリケーションの内訳はノートPC（48%），携帯電話（38%），ビデオカメラ（11%）であった（竹下，1997）。

主なアプリケーションとリチウムイオン二次電池の関係は以下の通りである。まず，ノートPCにおいては，ムーアの法則によりコンピューターのCPU（中央演算処理装置）の性能は向上し，消費電力は増加した。それに合わせるようにして，リチウムイオン二次電池は容量密度の向上を図ってきた（日経BP，2004）。また，携帯電話（当時はフィーチャーフォン）についても，待ち受け時間を長くするために，電池の容量密度を上げる必要があった。その他にも，文字表示中心から画像表示中心への変化，モノクロからカラー表示のディスプレイへの変化と，モバイル機器の進化とともに媒体ごとの消費電力は増加していった（竹野，2011）。

このように，アプリケーションであるノートPCと携帯電話の進化とともに，デバイスにおける消費電力が増加し，電池に対する高容量密度化の顧客要求は高まり続け，それに応えるためにリチウムイオン二次電池は技術開発され続けるという共進化プロセスが存在した。

5. 5 標準化の影響

リチウムイオン二次電池の種類（製品ラインナップ）について，たとえば三洋電機のホームページ（2011年時点）を参照すると，円筒形で16種類，角型で25種類の電池が存在する。同じ形状・サイズであっても，電圧や容量などの仕様の異なるリチウムイオン二次電池が商品化されている。

これはアプリケーションであるモバイル機器（ノートPC，携帯電話，ビデオカメラ）は，小型化，薄型化，軽量化が求められ，デザインもそれぞれ異なり，さらにはCPU性能，表示装置サイズ，利用時間などもモバイル機器やモデルごとに異なるため，リチウムイオン二次電池に対する要求仕様も様々であったと考えられるためであろう。

そのためリチウムイオン二次電池は，電池サイズの表記方法や安全性に関する規格（UL1642等）はあるが（高橋，2007），市場にインパクトを与えるような容量密度に関する標準化は起きて

こなかったといえるだろう。

5. 6 共進化プロセスと技術の模倣困難性：顧客からの要求と技術開発

モバイル機器メーカーからのリチウムイオン二次電池に対する要求仕様は多様であることを上述した。そして、これまでリチウムイオン二次電池では様々な技術開発がなされ、こうした多様な市場要求に応えてきた。そのひとつとして、活物質材料が検討され、たとえば、正極活物質は LiCoO_2 の実用化以降、容量密度、出力密度、安全性・信頼性の向上やコストダウンを目的として、 LiNiO_2 、 LiMnO_2 、 $\text{Li}(\text{Co-Ni-Mn})\text{O}_2$ 、 LiFePO_4 などの新材料に加え、Co, Ni, Mnの組成変更や、複数材料の混合も開発されてきた（e.g., 神野・米津, 2001；小林・辰巳, 2004）。

負極活物質についても、天然黒鉛、人工黒鉛、ハードカーボンなどの材料が検討されてきた（e.g., 中谷・雨堤, 1998）。これらは活物質材料の化学組成ごとに、粒径分布や比表面積は異なり、それに適したバインダーや塗料の最適化が必要になる（菅原, 2011b）。さらに、上記のように塗料を最適化しても、電池特性とどのように関係しているかは、電池を組み立ててみないとわからない（菅原, 2010）。以下に、リチウムイオン二次電池の模倣の難しさに関するインタビュー結果を示す。

日本の電池技術者にあるものは、経験と勘だ。（海外バッテリーメーカー幹部D, 2011年1月28日インタビュー）

電池は「混ぜる」「こねる」といった、よりアナログな“経験知”がメインとなるため、人間の頭の中にこそ技術のコア部分がある。電池は暗黙知の結晶である。（東洋経済, 2011）

装置や材料を揃えても、リチウムイオンの量産はすぐにはできない。ノウハウの塊だからだ。（国内バッテリーコンサルタントE, 2011年1月24日インタビュー）

以上のことから、モバイル機器メーカーやモデルに合わせた要求仕様に応じるために、リチウムイオン二次電池メーカーは、材料の組み合わせ、塗料特性などのアナログ要素の最適化を繰り返し、電池特性と関連付けることでノウハウ生み出し続けてきたといえる。共進化のために必要な技術もまた模倣困難性を有していたのである。

5. 7 代替技術の状況：二次電池の技術ロードマップ

リチウムイオン二次電池は、それまでの二次電池市場にあった鉛電池、ニッケル・カドミウム電池、ニッケル・水素電池に置き換わっていった（竹下, 1996）。その実用化以来、市場の強い要求により様々な技術開発がおこなわれ、リチウムイオン二次電池は15年間で電池容量が約5倍にまで向上していった（生駒, 2006）。

すでにみてきた通り、二次電池市場には常に高容量が求められており、リチウムイオン二次電

池より高容量密度である革新的蓄電池といわれるポストリチウムイオン二次電池の開発が期待されてきた。たとえば2009年の国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機（NEDO, 2009）の技術ロードマップでは、2020年頃までリチウムイオン二次電池の改良による特性向上が期待され、革新的蓄電池は2020年以降のブレークスルーが必要と記されている。実際に、過去にはニッケル・カドミウム電池やニッケル・水素電池からリチウムイオン二次電池へと高容量密度の電池技術への置換が起こってきた。

しかし、リチウムイオン二次電池の場合、それより高い容量密度である実用化レベルの代替技術が長期間にわたり現れてこなかった。このため、有力な代替技術は存在していなかったといえる。

6. ディスカッション

6.1 事例分析と本稿の貢献

前節の事例において、ソニーグループにおけるリチウムイオン二次電池の技術的な競争優位性をめぐる（当時の）状況を確認した。すなわち、リチウムイオン二次電池は実務家の主観としても、比較的客観的なデータとしても、他の製品技術・要素技術よりも長期にわたって競争優位性を持続していた。そして、本稿で示した「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」によって、こうした競争優位性の説明が可能であった。事例における下線部は、「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」からみていずれも競争優位性の持続に正の影響を与えられ要素である。

より具体的には、リチウムイオン二次電池の競争優位性は、①アナログ要素の組み合わせである技術の模倣困難性、②顧客ニーズの伸長および多様性と技術開発との共進化、③技術性能に関する標準化の不在、④高性能な代替技術の不在、によって説明できた。このように、第4節で述べたアクション・リサーチを通して構築した「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」の有用性は事例において一定程度確認できたといえるだろう。リチウムイオン二次電池のケースをまとめると図10の通りである。

無論、実際の経営現場では「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」の各要素の曲線は、技術開発の進捗、市況変化、競合動向など様々な要因で変化していくと予測される。そのため、随時こうした変化を捉えることで先行企業の競争優位性の程度や期間が予測でき、技術開発への投資判断など技術戦略策定の一助となると考えられる。

ただし、ソニーグループ含めた日本メーカーのリチウムイオン二次電池は、2003年頃から徐々に韓国メーカーにキャッチアップされたという現実もあった。その原因としては、上述の通り、製造装置とともに製造ノウハウが新興国に流出したことが主要因ではないかと考えられる。これについて、技術のキャッチアップに関するインタビュー結果は以下の通りである。

韓国、中国に技術が流れている。これは人と一緒にノウハウが流れているからだ。（国内

ため、経営戦略策定を、他の製品・サービスやプロジェクトのオペレーションと完全に同様に扱うことはできないという反論もありえる。

その一方で、人間が生み出す人工物のひとつであるにすぎない経営戦略が、その他の人工物と一切完全に異なるとも思われない。特に、同じく「無形であり、かつ、複雑な心理を持つ人の行動指針となるものである」プロジェクトの管理において、オペレーションズ・マネジメントの手法が幅広く応用されていることを考えれば、経営戦略・ビジネスモデルの策定・構築においても、生産管理の考え方が部分的に適用できる可能性は高いと考えられる。

そして、たとえ経営戦略のわずかな部分であっても、人工物の設計・開発・生産と同様に確かな手法で品質管理できる可能性があるならば、仮にそれが経営戦略全体のわずか1%ほどの品質を向上させるものであったとしても、経営実務上は非常に大きな利益を生むことになるだろう。なぜならば、経営戦略・ビジネスモデルの品質は経営成果（売上、利益、時価総額など）に直結するためである。そうだとすれば、こうした研究に取り組むことは、社会的にも意義があるといえよう。

「いかにして、製品・サービスの品質をマネジメントするように、人工物としての経営戦略の品質をマネジメントできるのか？」という問い自体が、これまでほとんどなされず、従って「経営戦略・ビジネスモデルは他の人工物のように品質管理できない」というのが思い込みなのか論理と実証で裏打ちされた法則なのかも判明してこなかった。

本研究で実施したソニーグループにおけるアクション・リサーチは、こうした状況において、少なくとも技術経営戦略のための思考枠組み作成段階においては、一定のデザイン品質の管理が可能となることを示したといえよう。ただし、本節で述べたように、ここで提案した「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」は万能ではありえない。実際に、本稿においても「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」が適用できない事象も発見された。ただし、こうした不備・改善点が見つかって、「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」の品質向上が図れること自体が、「経営戦略の品質管理」への第一歩だといえるだろう。

7. 結論

本研究は、経営戦略の設計（デザイン）品質の管理・改善がいかにして可能となるのかについて探究した。こうした目的を達成するために、臨床的アプローチ（アクション・リサーチ）を用いたプロセス・コンサルティングの実施によって、ソニーグループにおける技術経営戦略策定のための使用理論である「コモディティ化予測・防止戦略ツール（仮）」の構築と事例分析による有効性確認を試みた。これまでオペレーションズ・マネジメント研究は有形物の生産やプロジェクト等の無形物の品質を管理する理論を生み出してきた一方で、そうした対象から経営戦略計画は外れてきた。しかし、アクション・リサーチと事例分析を組み合わせることにより、オペレーションズ・マネジメント研究と経営戦略研究とのこうした間隙を埋められる可能性が示された。

参 考 文 献

- Adelman, C. (1993). Kurt Lewin and the origins of action research. *Educational Action Research*, 1(1), 7-24.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
- Brannick, T. & Coghlan, D. (2007). In defense of being "native": The case for insider academic research. *Organizational Research Methods*, 10(1), 59-74.
- Brodd, R. J. & Tagawa, K. (2002). "Lithium-ion cell production processes," in Schalkwijk, W. & Scrosati, B. (eds.), *Advances in Lithium-Ion Batteries*. New York, NY: Plenum Publisher, pp.267-288.
- Burgelman, R. A. (2002). *Strategy is destiny: How strategy-making shapes a company's future*. New York, NY: Free Press.
- Cassell, C. & Johnson, P. (2006). Action research: Explaining the diversity. *Human Relations*, 59(6), 783-814.
- Christensen, C. M. (2013). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Boston, MA: Harvard Business Review Press.
- Clark, K. B. & Fujimoto, T. (1991). *Product development performance: Strategy, organization, and management in the world auto industry*. Boston, MA: Harvard Business Press.
- Coughlan, P. & Coghlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220-240.
- Eden, C. & Huxham, C. (1996). Action research for management research. *British Journal of Management*, 7(1), 75-86.
- 富士経済 (2009)『エネルギーデバイス製造設備・装置市場実態調査2009』富士経済。
- 藤本隆宏 (2004)『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社。
- Gupta, S., Rikhtehgar Berenji, H., Shukla, M., & Murthy, N. N. (2023). Opportunities in farming research from an operations management perspective. *Production and Operations Management*, 32, 1577-1596.
- 平井敏郎 (2009)「湿式ジェットミルによる電極材料の微粒子化と電池特性への影響」『マテリアルステージ』8, pp.59-63.
- 生駒宗久 (2006)「電池の現状と動向」『松下テクニカルジャーナル』52, pp.212-217.
- 伊藤智明 (2018)「創業経営者による使用理論の省察と経営理念の制作：創業期のベンチャーにおけるアクション・リサーチ」『組織科学』51(3), 98-108.
- 伊藤智明 (2022)「苦悩する連続起業家とパートナーシップ生成：二人称的アプローチに基づく省察の追跡」『経営行動科学』33(3), 119-141.
- 岩尾俊兵 (2024)「ビジネスモデル再訪：研究不可能性問題とビジネスモデル囲碁」『組織科学』57(3), 48-66.
- 神野丸男・米津育郎 (2001)「リチウムイオン電池用ニッケル系複合酸化物正極の合成と電気化学特性」『電子情報通信学会技術研究報告 信頼性』100, pp.33-38.
- 神谷秀博 (2009)「機能性微粒子の有機溶媒中への分散挙動の評価と制御」『マテリアルステージ』8, pp.69-71.
- 金井壽宏 (2011)「組織行動論におけるクリニカル・アプローチ：エドガー・H・シャインのアプローチとアクション・リサーチの一形態」『神戸大学経営学研究科ディスカッション・ペーパー』2011(16), 1-19.
- Kavadias, S. (2014). 10-Year anniversary of the new product development, R&D, and project management department in production and operations management—progress, thoughts, and perspectives. *Production and Operations Management*, 23(8), 1259-1264.
- 経済産業省 (2009)「蓄電池システム産業戦略研究会 始動」プレスリリース, 平成21年5月28日。
- 小林弘典・辰巳国昭 (2004)「リチウムイオン電池用マンガン系正極材料の開発」『電子情報通信学会技術研究報告 電子通信エネルギー技術』103, pp.43-48.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- Lewin, G. W. (Ed.). (1948). *Resolving social conflict*. London, New York, NY: Harper & Row.
- 松尾貴巳 (2014)。「管理会計研究におけるアクションリサーチの意義と課題」『管理会計学：日本管理会計学会誌』22(2), 15-27.
- Meredith, J. R. & Shafer, S. M. (2019). *Operations and supply chain management for MBAs*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- 中谷謙助・雨堤徹 (1998)「リチウムイオン電池の現状」『電子情報通信学会技術研究報告 電子通信エネルギー技術』97, pp.77-84.

- NEDO (2009)『次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発事業 Li-EAD プロジェクトの概要』日本経済新聞社 (1993)「リチウムイオン二次電池に参入」『日本産業新聞』1993年1月20日号。
- 日経 BP (1996)「新しい産業のコメに数千億市場に各社火花」『日経ビジネス』1996年9月23日号, pp.114-118.
- 日経 BP (2002)「Li イオン 2 次電池に異変あり」『日経エレクトロニクス』2002年1月28日号, pp.51-56.
- 日経 BP (2004)「ノートパソコンが変わる日」『日経バイト』2004年1月号, pp.50-53.
- 日経 BP (2010)「電池, 世界トップ陥落」『日経ビジネス』2010年12月6日号, pp.42-49.
- 西美緒 (2009)「量産目前の落とし穴 安易な工程変更があたに」『日経エレクトロニクス』2009年11月30日号, pp.112-116.
- 小川紘一 (2008)「プロダクト・イノベーションからビジネスモデル・イノベーションへ」IAM Discussion Paper Series #001.
- 小久見善八 (2008)『リチウム二次電池』オーム社.
- 岡田正大 (2009)「戦略策定のリアリティと戦略理論研究への課題」『組織科学』42(3), 16-30.
- Parker, I. (2005). *Qualitative Psychology: Introducing Radical Research*. Buckingham, UK: Open University Press.
- 坂本雅明 (2005)「次世代技術の選択と競争戦略 (1) —— 二次電池業界における新規企業が参入に成功するための要因の分析」一橋大学イノベーション研究センターワーキングペーパー, WP #05-16.
- Sanford, N. (1970). Whatever happened to action research? *Journal of Social Issues*, 26(4), 3-23.
- Schein, E. H. (1969). *Process consultation: Its role in organization development*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Schein, E. H. (1978). The role of the consultant: Content expert or process facilitator? *The Personnel and Guidance Journal*, 56(6), 339-343.
- Schein, E. H. (2016). *Humble consulting: How to provide real help faster*. Oakland, CA: Berrett-Koehler Publishers.
- 菅原秀一 (2010)「講座 (No.1) リチウムイオン二次電池の電極製造とバインダー」『工業材料』58, pp.62-68.
- 菅原秀一 (2011a)「講座 (No.2) リチウムイオン二次電池の電極製造とバインダー」『工業材料』59, pp.79-85.
- 菅原秀一 (2011b)「講座 (No.3) リチウムイオン二次電池の電極製造とバインダー」『工業材料』59, pp.79-86.
- 杉万俊夫 (2006)「質的方法の先鋭化とアクションリサーチ」『心理学評論』49(3), 551-561.
- 立花和宏 (2009)「リチウムイオン二次電池用正極スラリーの調整と塗布・乾燥と電極動作の理解」『マテリアルステージ』8, pp.72-75.
- 高橋茂樹 (2007)「電池の歴史と標準化」平成18年度基準認証研究開発事業 発表資料
- 竹野和彦 (2011)「携帯電話用パワーマネジメント技術」『Electrochemistry』79(6), 483-487.
- 竹下秀夫 (1996)「Li イオン 2 次電池, 供給不足は97年に緩和」『日経エレクトロニクス』1996年12月16日号, pp.131-142.
- 竹下秀夫 (1997)「Li イオン 2 次電池 再び成長軌道に乗る Li イオン 2 次電池」『日経エレクトロニクス』1997年12月1日号, pp.138-145.
- 田中栄二 (2010)「リチウムイオン二次電池電極塗工の現状」『化学装置』52, pp.30-33.
- 寺下敬次郎・浅野英也・宮南啓 (2001)「リチウムイオン二次電池用の正極極板材料の湿式分散」『粉体および粉末冶金』48, pp.254-259.
- Tourish, D. (2020). The triumph of nonsense in management studies. *Academy of Management Learning & Education*, 19(1), 99-109.
- 東洋経済 (2011)「電池技術者争奪戦 世界が獲得に血眼！」<https://shikiho.toyokeizai.net/news/0/24026> (2024年3月25日アクセス)
- 脇原将孝 (2000)「リチウムイオン電池用材料開発と製造技術」『化学装置』42, pp.51-61.
- 脇坂康尋 (2009)「電極スラリーの作製と乾燥のポイント」『マテリアルステージ』8, pp.64-68.
- 吉野彰 (2003)『二次電池材料の開発』シーエムシー出版.
- 吉野彰・宮本宏尚 (2010)「リチウムイオン二次電池の開発事例に学ぶ技術・事業開発とリーダーシップ」『経営センサー』121, pp.45-52.