

千葉工業大学
博士学位論文

キーストーン戦略構築フレームワーク
に関する研究

Study on Keystone Strategy Construction Framework

平成30年3月

垣本 隆司

要旨

キーストーン戦略 (Marco Iansiti and Roy Levien 2004) とは、ビジネスエコシステムを自然界の生態系に模倣し、自然界におけるキーストーン種の役割から考察していく戦略論のことである。「利己性を排しエコシステムの健全性を追求する」キーストーン戦略は、エコシステムで競争優位を目指す事業の戦略検討に有益と思われる。しかしながら、これまでのキーストーン戦略や関連する先行研究は、事例研究が中心であり、具体的な戦略構築のための理論枠組みや構築手順などの深耕と知見の積み上げは十分とは言えない。

第1章において、テーマ設定の背景や本研究の目的などについて述べている。背景としては、コトづくりによる顧客価値創出の時代においてエコシステムの研究への関心が高まっていることがある。エコシステムを構築しながら業界を成長させ、企業の成長にも寄与する戦略手法の確立が、今後は重要と思われる。本研究の目的は、「企業が、有効なキーストーン戦略を策定するための理論的枠組みと戦略構築方法を、フレームワークとして提案する」ことである。第2章で、このフレームワークを提案し説明する。キーストーン戦略では、「エコシステムの健全性」を維持向上させることが戦略実現の鍵とされている。健全性を測る指標として「生産性」「堅牢性」「ニッチの創出」の3つが挙げられている。有効なキーストーン戦略を構築するための必要条件は、「エコシステムのための顧客戦略と差別化戦略をニッチ・プレーヤーの立場でも検討可能にすること」「様々な企業文化による戦略検討を可能にする『協働の場』の運用」と考えられる。これらの必要条件のために、1)内部環境分析 2)外部環境分析 3)将来戦略 4)イノベーション戦略 5)全体マネジメントの5つの検討視点で統合し、共通のマネジメント思想で連携させるフレームワークが有効である、との仮説を立てた。この5つの検討視点で具体的に戦略策定していくために、アーキテクチャ論、システム論、標準化戦略論、A-U (Abernathy and Utterback) モデル論、P2M 体系を応用した。提案するフレームワークがどのように戦略構築に寄与するか、本研究での事例研究に沿った KPI(Key Performance Indicator)を検討し研究を進めていく。

事業事例としては、主に「太陽光発電事業」を取り上げる。第3章で、同事業の市場特性と課題を分析し、課題分析の結果から、戦略実行基盤として「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」を想定した。この戦略実行基盤が、「エコシステムの健全性」の3つの指標へ有効に作用することを、提案した構築フレームワークを用い評価を進めることを説明した。第4章において、先行研究されてきた電子機器システム事業の顧客戦略と差別化戦略に資する成功モデルのアーキテクチャを分析した。電子機器システム事業で観察された競争力のある顧客戦略は、価値提供における「インターフェースの支配」と「技術改版權の確保」である。このことを後の章での戦略検討に用いる。第5章では、システム論を用いて事業の付加価値構造を分析し、技術イノベーション創出パターンを類型化を進めた。電子機器システム事業のアーキテクチャの変遷の分析から、「データ解析技術」が太陽光発電事業における顧客価値と差別化に優先度が高いことを示した。この中で、システム論が「ニッ

チの創出」の分析にも寄与することを考察した。第6章では、標準化技法を用い、競争技術と非競争技術を峻別した太陽光発電事業におけるデータ解析コンソーシアムを提案した。

「データ解析技術」の提供で参画者を増加させ、「データ蓄積」を加速することにより解析技術を向上させるシナジーを生み出し、発電所の信頼性を向上させる。このことは、エコシステムの「堅牢性」の維持に標準化戦略論が寄与することを示している。また、「データ蓄積」のためのパートナー確保は「インターフェースの支配」に有効であり、「データ解析技術の構築」は「技術改版權の確保」に有効であることを考察した。この考察から、商品力要素による可視化アーキテクチャ分析により、イノベーションの伝達を可能にし「生産性」の向上に寄与すると評価した。第7章では、多層化拡張 A-U モデル論を提案し太陽光発電事業の将来戦略を検討した。データ解析が、付加価値構造の層間干渉の強い要素として観察されることを分析し、第5章の結果と整合することから、将来にわたって「堅牢性」の維持に寄与することを評価した。第8章においては、P2M 体系により、エコシステムにおける協業力向上のための「協働の場」の形成手法と組織能力について検討している。高度な技術を要するビッグデータ解析の検討において、技術者、非技術者に関わらず参画者の多様化に寄与する手法として検討した。このことから、P2M 体系は「堅牢性」「ニッチの創出」に寄与することを示した。第9章では、前章までの結果を考察するとともに、構築フレームワークの妥当性を太陽光発電事業戦略の段階的推進の中で確認した。第10章では、構築フレームワークの検証と確認の結果をもとに結論を述べている。太陽光発電事業における O&M サービス事業としての効率が飛躍的に向上し、ビジネスアライアンス(エコシステム)参画企業を増加させる効果などを確認した。提案は、キーストーン戦略構築のためのフレームワークとして有効であると結論付けられる。

本研究の新規性は、5つの研究理論を取り込み、相互に連携させながら可視化戦略検討ツールやニッチ創出の検討手法など、エコシステムに最適な応用を進めたことである。先行研究では、キーストーン戦略における「競争のための3つの基盤」と事例研究は提示されているが、構築フレームワークとして一貫した理論枠組みは提示されていない。

今後は、構築フレームワーク内の戦略論/マネジメント論によるエコシステム健全性指標での測定手法を進化させるべく、事例研究の幅を拡大することが課題である。

Abstract

Keystone strategy (Marco Iansiti and Roy Levien 2004) is a strategic theory that imitates the business ecosystem as biological ecosystem and considers it from the role of keystone species in the natural world. "Excluding selfishness and seeking ecosystem health" Keystone strategy seems to be beneficial for strategy examination of business that needs ecosystem. However, historical keystone strategies and related prior research are focused on case studies, deep cultivation of research frameworks on concrete construction methods of strategy and accumulation of knowledge are not sufficient.

In Chapter 1, the background of theme and the purpose of this research are mentioned. There is a growing interest in research on ecosystems in the era of customer value creation through Kotodukuri. Establishing strategic methods that will contribute to the growth of the industry while building the ecosystem, will be important from now on. The purpose of this research is to propose a theoretical framework and strategy constructing method for companies to formulate an effective "Keystone strategy." In Chapter 2, the proposal of this framework will be explained. In the keystone strategy, maintaining and improving "ecosystem health" is regarded as a key to realizing the strategy. As indexes, "Productivity", "Robustness", and "Niche Creation" are listed to measure the ecosystem health. The necessary conditions for constructing an effective Keystone strategy are "to make it possible to consider customer strategies and differentiation strategies for ecosystems including Niche players" and "to enable strategic review by various corporate cultures by operation of a place of collaboration". For those conditions, it is hypothesized that a framework which integrates with five points of 1) internal environment analysis 2) external environment analysis 3) future strategy 4) innovation strategy 5) overall management is effective. Applied the architecture theory, system theory, standardization strategy theory, A-U (Abernathy and Utterback) model theory, P2M system in order to concretely formulate a strategy from these points of investigation. KPI (Key Performance Indicator) along with case of this research to study how the proposed framework contributes in constructing Keystone strategy has been considered.

As a practical case study, mainly "Solar power business" is taken as an example. In Chapter 3, the market characteristics and issues of the project are analyzed, and Chapter 3 explains "make a scheme of data accumulation and construction of analysis technology" is assumed as the strategy execution base from the results of the business analysis and will be examined for the indexes by the proposed construction method. Chapter 4 analyzed the architecture of the success model that contributes to the customer strategy and differentiation strategy of the electronic equipment system business that has been studied in the past. Verified success models are used to examine strategy in the later chapters. Chapter 5 verified the system theory contributes to the analysis of 'Niche creation'. Chapter 6 verified that the standardization strategy theory contributes to the improvement of

"Productivity" and maintaining "Robustness". Chapter 7 examines the strategy execution platform is effective in the future by applying the A-U model theory. It was verified that it can lead to long-term "Robustness" within the ecosystem by contributing to the study of improving the reliability of the power plant. In Chapter 8, the P2M framework examines the formation method and organizational capability of "collaboration place" for improving collaboration capability in ecosystem. Chapter 9 examines the verification results up to the previous chapters and Chapter 10 concluded based on the results of verification and confirmation of construction method. The proposed keystone strategy construction method is effective for verification of "ecosystem health" and valid for an investigation in practical projects.

The novelty of this research is to incorporate five research theories and to advance the optimum application for ecosystem such as visualized strategy examination tool and examination method of creation of niche while making research theories cooperate with each other. In the prior research, case studies are presented as "three foundations for competition" in Keystone strategy, but it is not consistent as a construction framework.

In the future, in order to evolve the measurement method with the eco-system integrity indicator based on the strategic theory / management theory in the construction method, it is a task to accumulate the verification by expanding case studies.

目次

第1章：序論.....	1
1-1 テーマ設定の背景とキーストーン戦略について.....	2
1-2 先行研究レビューと問題点.....	4
1-3 本研究の目的と研究方法.....	8
1-4 本研究の新規性.....	10
1-5 全体の構成.....	10
第2章：キーストーン戦略構築のためのフレームワークの提案.....	15
2-1 5つの検討視点によるフレームワークと事業戦略構築のための入力情報.....	16
2-2 提案の検証方法と妥当性確認方法.....	17
2-3 用いる研究理論と選定理由.....	18
2-3-1 戦略論の階層構造と用いる研究理論の位置づけ.....	18
2-3-2 戦略論と P2M 体系との連携.....	22
2-4 小括.....	26
第3章：事例研究に用いる事業とキーストーン戦略.....	28
3-1 太陽光発電事業と関係する事業について.....	29
3-2 比較軸について.....	30
3-3 太陽光発電事業の市場と業界動向.....	31
3-4 電子機器システム事業の概要と市場動向.....	38
3-5 太陽光発電事業と電子機器システム事業の比較.....	41
3-6 太陽光発電事業の事業課題と先行研究レビュー.....	42
3-6-1 事業課題.....	42
3-6-2 事業課題に関する先行研究レビューと問題点.....	43
3-7 太陽光発電事業で想定するキーストーン戦略.....	46
3-8 小括.....	47
第4章：商品力要素によるアーキテクチャ分析と戦略検討.....	52
4-1 アーキテクチャ論と課題.....	53
4-2 電子機器システム事業のアーキテクチャ変遷にみる事業戦略の変化.....	55
4-2-1 半導体産業分析の先行研究.....	57
4-2-2 分析方法.....	58
4-2-3 電子機器システム事業における顧客側-供給側関係の変化-電子システムにおけるノイズの扱い.....	59
4-2-4 システム LSI を含む電子機器の製品アーキテクチャ.....	61
4-2-5 分析-システム LSI 製品アーキテクチャの位置取り戦略.....	64
4-2-6 顧客との関係における商品力要素の位置取り戦略の考察.....	67
4-3 電子機器システム事業における顧客から見たアーキテクチャと競合から見たアーキ	

テクチャの可視化分析.....	68
4-3-1 分析方法.....	69
4-3-2 主要システム LSI 企業の分析.....	69
4-3-3 顧客との共益を実現する差別化戦略のまとめ.....	81
4-4 アーキテクチャ論と P2M 体系の関係.....	83
4-5 小括.....	84
第 5 章:システム論に基づく付加価値構造分析.....	88
5-1 分析方法.....	89
5-2 技術イノベーション創出パターン類型化の意義.....	90
5-3 電子機器システム事業における戦略変遷と技術イノベーション創出パターン.....	91
5-4 太陽光発電事業における付加価値構造と顧客側と供給側の関係.....	95
5-4-1 太陽光発電事業の付加価値構造.....	95
5-4-2 太陽光発電事業と電子機器システム事業の付加価値構造の比較.....	97
5-4-3 太陽光発電事業における顧客価値と事業構造の関係.....	99
5-5 両事業の類似性から類推できる太陽光発電事業の技術イノベーション創出パターン.....	100
5-6 太陽光発電事業のプラットフォーム戦略としての差別化.....	102
5-7 P2M 体系での議論.....	104
5-8 小括.....	104
第 6 章:標準化技法によるエコシステムの運営.....	107
6-1 標準化戦略に関する知見と本章での研究方法.....	108
6-2 太陽光発電事業の付加価値構造と課題.....	110
6-3 電子機器システム事業における顧客価値創出—太陽光発電事業への参照の論点として—.....	113
6-4 電子機器システム事業の歴史から考察する太陽光発電事業の信頼性課題.....	116
6-5 太陽光発電事業における課題への対策としてのデータ解析コンソーシアムの考察.....	121
6-6 データ解析コンソーシアムのアーキテクチャ上の位置取りと P2M への知見.....	127
6-7 小括.....	129
第 7 章:多層化拡張 A-U モデルの提案による将来戦略の検討.....	134
7-1 A-U モデルの課題と多層化拡張 A-U モデルの提案.....	135
7-2 太陽光発電事業のバリューチェーン.....	138
7-3 太陽光発電事業の付加価値構造.....	138
7-4 太陽光発電事業の多層化拡張 A-U モデルによる分析.....	140
7-5 太陽光発電事業の戦略分析.....	146
7-6 太陽光発電事業のプラットフォーム戦略.....	148

7-7 小括.....	152
第8章：P2M体系を活用したエコシステムのマネジメント.....	156
8-1 コトづくりの分析手法と本章の目的.....	157
8-2 社会デザインにおけるビッグデータ解析.....	158
8-2-1 ビッグデータの意義と適用.....	158
8-2-2 ビッグデータの解析手法における単純化の意義.....	159
8-3 単純化したビッグデータ解析フレームワークの提案とスキームモデルへの配置..	160
8-4 単純化したビッグデータ解析フレームワーク適用の実証.....	163
8-4-1 ヘルスケア系での事例.....	163
8-4-2 エネルギー系での事例－電力自由化時代のデジタルグリッド活用でのシナリオ－.....	164
8-4-3 環境系での事例－新興国における水事情と浄化システム構築プログラムでの考察－.....	166
8-5 単純化したビッグデータ解析フレームワークの実施効果の考察.....	167
8-6 ビッグデータ活用による地方創生とコミュニティデザイン.....	168
8-7 P2M体系によるマネジメント.....	170
8-7-1 提案したビッグデータ解析フレームワークの3Sモデル全体での活用の考察...	170
8-7-2 プラットフォームマネジメントとアーキテクチャマネジメント.....	171
8-7-3 価値指標マネジメント.....	172
8-8 小括.....	173
第9章：考察.....	176
9-1 検証結果のまとめ.....	177
9-2 提案の妥当性確認に関する考察.....	181
第10章：結論.....	187
10-1 提案の妥当性確認の結果.....	188
10-2 結論.....	189
10-3 今後の課題.....	189
付録.....	191
業績リスト.....	192
参考文献.....	196
あとがき.....	208
謝辞.....	209

第 1 章 序論

第1章：序論

1-1 テーマ設定の背景とキーストーン戦略について

「企業単独によるモノの優位性主導の顧客満足追求」の時代から、地方創生のためのビジネスモデルやコトづくりなど、「ビジネス・エコシステムやオープンイノベーションによるサービス主導の顧客満足追求」の時代に変化している。この変化において、企業側では、エコシステムによる効率向上と、多様化した顧客価値の実現に取り組んでいる。一方で、企業の成長にとって「競争に勝つこと」は避けて通れない命題である。このことから、エコシステムを構築しながら業界を成長させ、企業の成長にも寄与するための戦略手法の確立が望まれている。過去経験してきた産業での競争の歴史を研究しながら、将来に有効な戦略としてキーストーン戦略[1][2]を研究していきたいと考えている。キーストーン戦略とは、ビジネス・エコシステムを自然界の生態系に模倣し、自然界におけるキーストーン種の役割との類似性からビジネス・エコシステムにおけるキーストーンを考察していく戦略論のことである。キーストーン種[3]とは、生態系において比較的少ない生物量でありながらも、生態系へ大きな影響を与える生物種を指す生態学用語である。ここで「生態系へ大きな影響」を戦略論に適した言葉に意識すると「潜在的な競争力」と「エコシステムへの指導力」と考えられる。キーストーン戦略を研究対象に選ぶ理由は、多様化した顧客価値の実現のためにビジネス・エコシステムの構築が企業にとって必須のテーマであるからである。また、過去経験してきた産業での競争の歴史に学ぶ理由は、策定するキーストーン戦略の妥当性を演繹的に検証する根拠を明確にするためである。そのために、まずは、日本のモノづくり産業の栄枯盛衰の要因を分析する必要があると思われる。日本のモノづくり産業の歴史は、顧客戦略や産業地理学観点での製造戦略において多くの示唆を与えてきた。戦後の復興から高度成長期へ至るまでのビジネスモデル、バブル崩壊後の安定成長期で模索したビジネスモデル、リーマンショックの試練後のビジネスモデル、など各時代の戦略を棚卸していくことが重要と思われる。過去に経験した経営戦略の中には電子機器産業のように、かつては世界のトップを走りながらも衰退していった日本企業群をみることが出来る。また、電子機器との垂直統合中心の日本の半導体産業も国際競争戦略面において多くの反省点を提示していると考えられる。

実際事業のケース・スタディとしては、過去から現在に関しては電子機器システム事業、未来に活かす戦略検討の対象としては、今後拡大していくことが予測される太陽光発電事業を取り上げる。電子機器システム事業全体像は、太陽光発電事業と多くの類似点を見ることが出来る。そのため、演繹検証の根拠として有効な対象と思われる。本研究で対象とする太陽光発電事業であるが、半導体事業と並び長年の歴史がある。太陽光発電とは、一般的に太陽電池セルを使った発電のことである。太陽電池とは、光起電力効果を利用したエネルギー変換装置であり、電池と呼ぶものの、乾電池やリチウムイオン電池での蓄電機能とは異なる。太陽電池の基本原理そのものは1839年フランスの物理学者アレクサンドル・エドモン・

ベクレルによって最初に発見されたとされている。以来、長い研究の歴史を経て、1954年、ベル研究所の Daryl Chapin, Calvin Fuller, Gerald Pearson によって結晶シリコン太陽電池が開発された[4]。本研究で比較対象とする電子機器システム事業に含まれる半導体（システムLSI）の開発の起源は、1947年のベル研究所の Shockley, Bardeen, Brattain らのグループによる点接触型トランジスタの発明と考えられるため、発明から開発に至る歴史は概ね同時期に重なっている。しかしながら、半導体は、電子機器産業を支える基幹部品に成長したのに対して、太陽電池は、エネルギー変換効率の向上、言い換えれば経済性追求に長年の月日を費やし、21世紀に入ってようやく本格普及してきたといえる。この違いは、技術の難易度の差もあったかもしれないが、日常生活において、家電などの進化が、市場にニーズとして優先されたこともあると思われる。電力は、日本では基幹産業として、主に電力会社によって牽引され、火力や水力、原子力などによって人々は充足していた。しかしながら、近年、地球温暖化問題が二酸化炭素を中心とする温室効果ガスによるものと指摘され、二酸化炭素を発生しない自然エネルギーへの代替議論が進んできた。加えて2011年の東北大地震を契機として原子力発電の在り方も議論され、自然エネルギーの中でも比較的設置が容易な太陽光発電の普及が進んできた。一方で、太陽光発電所は設置が容易である反面、安全対策が不十分である場合や不具合発生率も高く、天候に左右されることなどから自立発電所としての信頼性には多くの課題がある。また、太陽電池モジュールなどの製造のグローバル化は、主に価格面で顧客価値を提供してきたが、信頼性課題の早期解決を阻害する要因のひとつとなっている。水平分業での品質のすり合わせは、距離的制約が伴うためである。太陽光発電と半導体、両者の事業の目的は異なる。原理開発された時期は同時期であり使用する材料は半導体材料で同一であるにもかかわらず、半導体は年間35兆円超の事業に成長し、太陽光発電は、ここ十数年でようやく本格的な事業の黎明期を迎えた。信頼性課題に関しては、半導体は市場ニーズに牽引されエンドユーザーの厳しい目もあり品質を向上させてきた。太陽光発電は、産業政策によって牽引されてきたこともあり、発電所としての品質向上に関して、市場原理で本格的には論議されていないことが、今日の信頼性課題の背景にある。

一般市場経済が停滞気味である今日、経済学者のアルヴィン・ロス博士は、NHKドキュメンタリ「欲望の資本主義～ルールが変わる時～」(2016年5月28日放送)の中で、停滞経済の打開のためには「イノベーション」「インフラ投資」「教育」の強化が重要であるとしている。太陽光発電は、社会システム事業として「インフラ投資」の対象であり、国の産業政策は、今後の市場動向に大きな影響を与えるものである。一方でFIT(Feed-in Tariff: 固定買取制度)価格の低減化は、市場に競争原理の導入を加速させる狙いがある。経済産業省資源エネルギー庁は、FIT制度は市場活性化のショック療法であった一方でEPC(Engineering, Procurement and Construction)価格はドイツなどに大きく引き離された、としている。このことは、今後、太陽電池モジュールの発電効率の向上のみならず輸送・施工などを含め総合的に対策していく方向との認識と受け取れる。また、太陽電池モジュールと発電所の性能向上や信頼性課題への対応のためには、先進的なイノベーションが必要である。今後、太陽光発

電がさらに加速され、グローバルに技術移転や革新競争が進んだ場合、熾烈な発電効率向上競争もさることながら、信頼性課題を含む安定性や安全性に関して、ICT (Information and Communication Technology) を駆使した「イノベーション」で競争が激化していくことが予見できる。したがって、社会システム事業としての太陽光発電事業を産業政策という観点でとらえるだけでなく、市場ニーズの充足と国際的な競争観点でとらえることが肝要と思われる。また、低迷する日本経済の再活性化の政策として「地方創生」があげられている。地方創生政策は、大都市に集中する経済圏を地方に広げ、地方での雇用や新たな産業を創出していくためにある。太陽光発電を地方創生事業の一角にとらえ、他事業とのハイブリッド化による顧客価値向上と差別化戦略のために、モノづくり思想のみならずコトづくり思想で牽引していくことも肝要と思われる。

以上の、太陽光発電事業を取り巻く環境から、太陽光発電所の高品質化と社会システム事業の効率の推進が急務と思われる。そのため、ビジネス・エコシステムの構築による課題解決やコトづくりへの対応力を目指して、キーストーン戦略の構築を進めることが今後ますます重要と考えられる。

1-2 先行研究レビューと問題点

本節では、エコシステム論に関する先行研究レビューに加え、太陽光発電に関係する産業の先行研究をレビューする。先行研究の問題点についてはエコシステム論に関するものが中心であるが、太陽光発電産業に関する研究で同様のエコシステム論の有無を確認することが必要と思われる。また後章においても関連する先行研究について都度レビューしていく。

キーストーン戦略に関しては、マルコ・イアンシティとロイ・レビーンの著作[2]において、詳細なケーススタディを交え分析されている。従来の経営戦略論が「産業(構造)」や「市場」など外部環境に対して論じられてきたのに対して、キーストーン戦略は、「ビジネス・エコシステム」(ビジネス生態系)というフレームワークから戦略パターンが提示されている。この提示は、ダイナミックに構造変化する産業や市場の境界線をどう捉えるか、どのように企業戦略を展開していくか、に関して大きな示唆を与える、とされている。同書では、ビジネス生態系の戦略は、現代の事業環境を生物学上の「生態系」と類似した概念によって捉えられている。特定の種の生存可能性が、自然の生態系の持つ他の種との食物連鎖や共生関係に規定されているように、個別企業の生存可能性や優位性もビジネス生態系の健全性とそこでの位置づけ(ポジショニング)および関係性によって判断される。したがって、ビジネス生態系における戦略手法とは、共生的な企業間関係に注意を払いながら自社の戦略行動を描くことと考えられる。また、Adner[5][6][7]や椛山[8]は、「昨今は、自社単独で実現できるイノベーションは皆無に近く、外部企業との共生関係を通して競争優位性の源泉となるリソースを組み合わせ、イノベーション創出を図ることが望まれる」としている。Moore[9]は、ビジネスエコシステムを生態系のアナロジーとして初めて提唱した。特徴とし

では、ビジネス・エコシステムという概念を提示することで、単一産業ではなく複数産業を捉える視点の重要性を指摘したこと、企業間の競争や協調という相互作用を通じて、企業がお互いに共進化していくという視点を取り入れたこと、などがあげられる。Ethiraj[10]は、製品システムの構成要素間の性能水準は一定ではなく、プラットフォームの中核企業は自社の担当していない構成要素のボトルネックを解消するインセンティブを持つと指摘した。一方、中核企業の行動はビジネス・エコシステムの周辺企業の撤退につながると指摘されている[11]。つまり、プラットフォームの中核企業が技術革新を起こせば起こすほど、事業基盤を破壊してしまうプラットフォームのジレンマを抱えている[12]。それゆえ、プラットフォーム・リーダーのような中核企業の視点からだけでなく、補完業者や供給業者をはじめとする周辺企業の視点から、ビジネス・エコシステムの収益構造を最適化することが求められる[13]。これらの従来からのエコシステム論に対して、イアンシティらによるキーストーン戦略は、ビジネス・エコシステム内の企業の役割をキーストーン、支配者、ハブの領主、ニッチプレイヤーなどに整理し、キーストーンがエコシステムに果たす役割の重大さを明確にしたところに大きな特徴を持つと思われる。イアンシティらは、マイクロソフトやイーベイなどの成功要因を、技術力やプラットフォームとしてのパートナー集約力で語るのではなく、「ビジネス生態系を司る能力」を中心とした分析軸を提供している[1]。自然界の生態系には「キーストーン種」が存在し、これが生態系全体の盛衰を握っていることに着目した分析軸である。マイクロソフトやイーベイ以外にも、台湾の半導体拡散工程専門事業を営む TSMC 社など製造業でもケーススタディを進めている。TSMC 社は、アメリカシリコンバレーの半導体設計ベンチャー台頭に伴い、垂直統合型の半導体事業から、水平分業型での付加価値提供という戦略パラダイムシフトの中で勃興している。半導体産業全体において付加価値創出手法の変化の過程で、TSMC 社がキーストーン化していることが特徴的と思われる。産業界におけるキーストーン種[3]とは、たとえば、情報の集積力と加工力を持ち、情報共有によりお互いに発展する基盤を構築できることと思われる。イアンシティらは、キーストーン戦略においては、エコシステム健全性を確保することが重要であり、その指標として「生産性 (Productivity) - 投下資本利益率-」「堅牢性 (Robustness) - メンバー生存率とエコシステムの持続性-」「ニッチの創出 (Niche Creation) - 新規企業登場数による多様性の増大、製品と技術の多様性の増大-」を挙げている。これらが、生態学用語と産業界にわかりやすい用語をつなぐキーワードでありキーストーン戦略の特徴と思われる。また、ビジネス・エコシステム内の企業の役割をキーストーン、支配者、ハブの領主、ニッチプレイヤーなどに整理し、キーストーンがエコシステムに果たす役割の重大さを明確にしている。同時に、エコシステムがいわゆる「仲良しクラブ」のためではなく、市場において良質な顧客価値を生み出すための競争基盤についても言及している。アーキテクチャ、統合、市場マネジメントの3つの競争基盤である。マルコ・イアンシティとロイ・レビーンの研究は、従来からのエコシステム論の問題点を克服するための示唆を与えている。また、キーストーン企業の実態を、成功事例と失敗事例を対比しながら明らかにしている。しかしながら、

様々な事業分野に普遍的に応用可能な構築フレームワークに関する研究ではない。

キーストーン戦略構築フレームワークの研究に際して、ビジネス・エコシステムの健全性の確保に関連する先行研究についてここでレビューしていきたい。青島、加藤[14]は、ポーター[15]などに代表される分析型戦略論、バーグルマン[16]などのプロセス型戦略論などを俯瞰し、競争戦略論の4つのアプローチとして「ポジショニングアプローチ」「資源アプローチ」「ゲームアプローチ」「学習アプローチ」と分類した。この中の「ゲームアプローチ」では、協調関係が重視され、「価値相関図」[17]などでエコシステム論に類似する先行研究がみられる。つまり、市場の「取り合い」から「協調による拡大」の必要性を論じている。一方、立本[18]は、ビジネス・エコシステムの中でプラットフォーム企業が、「どのようにライバル企業と競争するのか」や「どのように補完財企業を利用するのか」について明らかにするため、プラットフォーム企業の競争戦略である「二面市場戦略」と「経済的・戦略的バンドリング」について数理モデルも用い考察している。しかしながら、これらは、ビジネス・エコシステムの健全性を実現する方法論の研究ではない。井上[19][20]は、競争戦略論が個別企業間の競争から価値を供給するシステム間の競争へ移行していることを指摘した。イアンシティらの研究に関しては、価値創造についてのロジックの違いがあることを指摘している。分析の範囲を垂直チェーンの価値連鎖に限定すると、収入は流通過程で発生するマージンに限られ、価値を得る相手は、製品・サービスを提供する顧客か、もしくは原材料の供給業者となる。これに対して分析の範囲を水平関係にある競争相手や補完的生産者にまで拡大すると、収入を得る方法は、広告料収入やライセンス収入等、実に多様になる。この分析は、本研究にも参考になる点である。しかしながら、価値連鎖などビジネスシステム概念が網羅的に分析されているが、ビジネス・エコシステムの形成について具体的に分析した研究ではない。森田[21]は、ビジネス・エコシステムにおいてボーングローバル企業がキーストーン企業に成長するまでの過程観察を通じて、その成長論理に関する仮説を「創造」した。ボーングローバル企業がキーストーン企業になる過程を、具体的な実務論に基づき資源獲得と価値創出の観点で分析した意義は大きいと思われる。しかしながら、研究理論の裏付けにより普遍性を訴求した研究ではない。

またポーターは、CSR (Corporate Social Responsibility : 企業の社会的責任) に代わる新しい概念として、CSV (Creating Shared Value : 共通価値の創造) と呼ばれるコンセプトを提唱した[22]。CSV の定義は、「企業が事業を営む地域社会の経済条件や社会状況を改善しながら、自らの競争力を高める方針とその実行」とされる。この意味で、CSV の目的と本研究は類似している。しかしながら、CSV はあくまで CSR に代わる方向性の議論であって、方法論は経済的価値の創造と CSR とのオーバーラップに限られる。

次に、キーストーン戦略の基盤となるプラットフォーム戦略に関して、これまでのビジネスモデルに関する先行研究をいくつかレビューする。足代[23]は、ビジネスモデル論の分析射程について明らかにした。ビジネスモデルが有するダイナミクスの種類を、「ビジネスモデルの創造過程」「構築されたビジネスモデルの自己強化過程」「ビジネスモデルの再構築・

進化過程」「ビジネスモデルの歴史的形成過程」に分類して分析している。ビジネスモデルを動学的にとらえた点は、本研究の参考になるが、過去のビジネスを参照して将来のビジネスへ反映するための捉え方はしていない。中橋[24]は、ゼロックスを事例に、コンピュータ事業の失敗を例として企業の戦略決定や新規事業創造に関わる「不確実性」を具体的に分析した。社内の過去の成功事例が却って新規事業の成功の妨げになることを示唆している。クリステンセン[25]の「イノベーションのジレンマ」と同一の分析視角である。オープン戦略とクローズ戦略の比較から、ビジネスモデルは不確実性対処能力を規定するものと、指摘している点は参考になる。しかしながら、分析視角は「不確実性」の分析であり、将来のビジネスへ生かすための具体的な方法論に言及したものではない。森下ら[26]は、顧客志向経営のために、顧客アンケートなどの統計的分析を中心に定量的に論じている。しかしながら、顧客価値創出のための事業戦略ダイナミクスまでは論じられていない。伊藤[27]は、顧客価値志向のマネジメントサイクルやマーケティングプロセスを、ローソンや住友金属工業などの具体的な企業のケーススタディを交え検証している。顧客価値のための意思決定範囲・対象のアライメントの方法や、意思決定のしくみなどを提言した論文である。しかしながら、戦略の普遍性を訴求した論考ではない。

最後に、太陽光発電事業を含む産業研究について簡単にレビューする。日本における産業研究は、自動車産業や DVD、液晶パネル、液晶テレビなどの AV 産業、半導体産業など、日本の高度成長期を支えてきた産業に多くをみることができ。すなわち、多くの研究のモチベーションが、競争戦略に関連するものが多いことが理由と思われる。太陽光発電事業は、これまで補助金や FIT など政策によって産業振興されてきたことがあり、市場競争に関する産業研究は十分提示されていないと思われる。以下に、関連する先行文献や国の政策について述べる。富田らは[28]、太陽電池の開発で日本企業が先行していたにも関わらず、ドイツの太陽光発電産業が急発展し、Q-Cells 社や First Solar 社などの新興企業が急成長を遂げた理由について分析している。ドイツにおいても EEG 法 (Erneuerbare-Energien-Gesetz : 再生可能エネルギー法)による固定買取制度で、太陽光発電の加速がなされたとするが、背景には三段階の経済振興政策があったとしている。この三段階とは、ひとつは EU レベル、二つ目は国レベル、三つ目は州レベルの経済振興策である。そのなかには欧州における R&D(Research and Development)フレームワークプログラムである FP7(Seventh Framework Programme)や各段階での R&D 政策が含まれる。FP7 は、中小企業振興のための R&D プログラムという側面をもち、ドイツが、設備集約型産業の立地に適していたことも、その後の太陽光発電産業の伸長の要因と示唆している([28]p.12)。小川らは[29]、欧州イノベーション政策は、日本の超 LSI 研究組合などを研究し、欧州域でオープンイノベーションを加速していったと述べている。さらに、小川[30]は、液晶と同様に太陽電池モジュールでも、Q-Cells 社がシャープを追い抜き、世界のトップシェアを持つに至ったことは、日本企業が、プロダクト・イノベーションからビジネスモデル・イノベーションへの流れでリニアモデルを成立させられなかった結果とした。Q-Cells 社は太陽電池セルの専門メーカーであるが、リニア

モデルを成立させるに至るプロダクト・イノベーションが欧州のオープンイノベーションで培われた証左と受け取れる。また、このことは、日本企業が太陽電池セル以外も手がける複合事業体であり、自社の責任で太陽電池セルの投資環境を整備せざるを得なかったことが原因と想像できる、とした。これらの先行研究の持つ意義は、ドイツにおける太陽光発電産業の隆盛を、アーキテクチャ論で分析し、アジア地域での半導体産業にもなぞらえ分析している点である。この中で、太陽電池モジュール事業は投資産業化していったと分析されている。また、太陽光発電事業全体像としてアーキテクチャ論で分析の緒についており、今後の研究が待たれるとも述べられている。丸川[31]は、中国サンテック社が太陽電池産業の中でいかに成長したかについて述べ、原料確保などの製造戦略でモジュラー化した太陽電池産業で、買収なども含め成長戦略をとることができた、としている。

先行研究レビューから想起される「解決すべき問題点」

従来のモノづくり視点の事業戦略分析に加え、コトづくり時代にふさわしい事業戦略の構築能力が望まれている。また、太陽光発電事業は今後、地方創生など社会システム事業との結合性が訴求されており、「社会をどうデザインするのか」「地方の声をどう吸い上げていくのか」などの知見を積み上げる能力がさらに要求されていくと思われる。したがって、この観点でのプロジェクトマネジメント力と組織能力を高めるための研究が必要である。これらのことから、「利己性を排し健全性を追求する」ことを謳ったキーストーン戦略を入念に検討し、普遍的な実行理論の研究が有効と思われる。しかしながら、キーストーン戦略に関する先行研究[1][2][18][19][20][21]は、事例研究が中心であり、具体的な構築方法が提案されているわけではない。また、エコシステムの 1)内部環境分析、2)(エコシステムからみた)外部環境分析、3)(持続性を維持するための)将来戦略と 4)イノベーション戦略、1)~4)と連携した 5)全体マネジメント、これら 5 つの検討視点でキーストーン戦略を構築するための理論枠組みの研究はない。1)2)に関しては、従来から提案されている戦略分析手法である SWOT 分析、PPM 分析、バリューチェーン分析、5 フォース分析、コア・コンピタンス分析などでカバーされているが、これらに 3)~5)を統合した理論枠組みは、キーストーン戦略に関して提案はされていない。1)から 5)それぞれに関する個別的検討ではエコシステム内の足並みをそろえた検討は困難と思われる。

1-3 本研究の目的と研究方法

本研究の目的は、企業が有効な「キーストーン戦略」を策定するための理論的枠組みと戦略構築方法をフレームワークとして提案することである。事例研究としては、主に「電子機器システム事業」と「太陽光発電事業」を取り上げる。

背景で述べたように、電子機器システム事業や包含される半導体事業は、黎明期から市場原理で競争が促進され成長してきたのに対して、太陽光発電事業と関連する事業は産業政策で今日の本格普及期を迎えた。このなかで、普及の加速による市場価格の低減はあつたも

の、本来は厳しい目にさらされるはずの品質課題や長期信頼性課題、コストダウンは、FITによる事業者優遇の中で、優先順位が相対的に下がってきたと思われる。また、太陽電池モジュールなどのイノベーションは進められているが、発電所での信頼性課題との連携性は十分とはいいがたい。今後、太陽光発電を市場競争による普及を目指した場合、太陽電池モジュール単体や、EMS (Energy Management System) などシステム全体でのイノベーションをさらに加速していくことが肝要と思われる。また、高度成長期が終わった今日、社会システム事業の中の太陽光発電事業という捉え方が、経済産業省からも発信されている。しかしながら、太陽光発電事業は、自らの歴史が実質的に短い歴史であることを考える必要がある。産業政策で事業が伸長してきたことを考え、市場競争で事業経営していくには、かつての事業から戦略を学ぶことが効果的と思われる。本研究では、電子機器システム事業を比較対象に取り上げ、同事業で得られた知見を基に、太陽光発電事業における顧客課題を抽出していく。その対策と競争力向上に有効な将来戦略の手法を、キーストーン戦略構築フレームワークとして検証していくことで、学術的研究の意義を産業界に展開できるとと思われる。

電子機器に使用される半導体の中でもシステム LSI(Large Scale Integrated circuit)を取り上げ、電子機器システム事業に包含される事業として比較の対象とする。半導体産業には、システム LSI 事業のみならずメモリー事業など特筆すべき事業がある中、なぜシステム LSI 事業を比較対象にしたかについて説明する。20 世紀後半の日本電子産業の盛衰に半導体産業は密接に関わっている。そのため、半導体産業の分析は、電子機器事業の戦略を分析する上でも有用である。しかしながら、半導体産業全体を分析することは、異なる事業特性をもつ構成要素での総括的な分析になる傾向がある。半導体産業は、システム LSI、メモリー、ディスクリットなど、複数の異なる事業特性をもつ要素から構成されるためである。この中で、半導体を使用する顧客での機器の機能を実現するために、とりわけ一般消費者に体感される性能や品質に関わる重要な位置づけにあるのがシステム LSI である。太陽光発電事業とシステム LSI を含む電子機器システム事業を比較することは、一方は、地域に設置される大規模システムであり、一方は家庭におかれるような規模感に過ぎないことから荒唐無稽に映るかもしれない。しかしながら、両者ともプラットフォーム性があることや、製造プロセスが共通な部分もあることから、属性として共通性を見出すことができる。このことから比較知見を得ることが可能と思われる。つまり、事業方法や技術の類似性から得られる知見で未来の事業戦略の有効性を検証することができるとと思われる。

研究方法は、大きくは次の 4 段階で構成される。

- (1) エコシステム戦略への変遷など背景を調査し、先行研究レビュー、課題の明確化を進める。
- (2) キーストーン戦略構築フレームワークを提案する。
- (3) 電子機器システム事業と太陽光発電事業を事例として、提案したフレームワークを検証する。
 - ✓ キーストーン企業の基本能力に関する KPI(Key Performance Indicator)を設定し、用

いる研究理論を検証する。

(4) 太陽光発電事業を事例として提案したフレームワークの妥当性を確認する。

検証や確認の詳細な進め方については、第2章、第3章で述べ、各章では研究方法の補足をしていく。

1-4 本研究の新規性

本研究の新規性であるが、第1には、有力なエコシステム論であるキーストーン戦略に関して、既存研究理論を相互連携させた枠組みと構築手順からなるフレームワークを提示し有効性を示したことである。キーストーン戦略における「エコシステム健全性」の検証を進めるとともに、具体的な構築フレームワークの手順を提示した。第2には、ニッチ・プレーヤーなどパートナーへの情報共有と議論を容易にするため、エコシステム内の様々な業種に汎用性があり可視化に適した戦略検討ツールを考案したことである。考案した研究ツールの1点目は、戦略検討のためのアーキテクチャ上の位置取り分析の商品力要素による可視化である。このことで、他分野への応用展開性も訴求した。この商品力要素については、QCD やコトラーの「製品三層モデル」から抽象化して、分析対象に応じて要素を選定し使用している。研究ツールの2点目は、ハーバード・A・サイモンの「システムの準分解可能性」[32]を参考に、事業の付加価値構造を定義し、この各層に A-U (Abernathy and Utterback) モデルを適用するという「多層化拡張 A-U モデル」の提案である。このことにより戦略の時系列的検証モデルとして提案した。これらの提案は先行研究ではみることができない。新規性の第3には、太陽光発電事業のためのキーストーン戦略として、「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」を実行基盤とした戦略がエコシステム健全性に有効であることを確認したことである。プラットフォーム戦略に関する先行研究では、ハードウェアを中心とする製品戦略に基づく戦略研究が大半を占める。また、キーストーン戦略構築を目指し、具体的な戦略基盤を新規に提案した研究は見当たらない。さらには、エコシステムの健全性訴求のための「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」を顧客価値と差別化に資するエンジニアリング戦略として展開したことが、本研究の企業戦略から観た意義である。

1-5 全体の構成

図1-1に全体の構成と各章の位置付けについて示す。

第1章では、本研究のテーマ設定の背景について述べている。また、キーストーン戦略や関連するプラットフォーム戦略、ならびに太陽光発電事業にまつわる産業の先行研究をレビューし、その結果から得られる先行研究の問題点について簡単に述べ、本研究の目的、新規性などについて述べている。

第2章においては、主題であるキーストーン戦略構築フレームワークを提案し、提案の検証方法と確認方法について述べる。フレームワークは 1)内部環境分析 2)外部環境分析 3)

将来戦略 4)イノベーション戦略 5)全体マネジメントの 5 つの検討視点で統合して構築することを述べるとともに、用いる戦略論とマネジメント論の選定理由について述べる。

第 3 章では、事例研究の対象である太陽光発電事業、ならびに電子機器システム事業の概要と市場動向について述べる。太陽光発電事業の課題対策の参考のため、両事業の類似性について分析している。その後、太陽光発電事業の事業課題を総括し対策アプローチを整理する。対策アプローチのキーストーン戦略構築フレームワークの研究との関係を明確にするとともに、関連する先行研究をレビューする。「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」が、キーストーン戦略の実行基盤として有効と想定することの理由について述べる。

第 4 章においては、比較対象となる電子機器システム事業について、アーキテクチャ論を用いて分析する。「コトラーの 3 層モデル」[33]を参考に、QCD からさらに細分化し、[商品力]=[性能]x[機能]x[品質]x[コスト]x[デリバリ]x[サービス]の各要素のアーキテクチャ上の位置取りとして可視化分析を進める。この中で、成功企業のアーキテクチャ分析の根拠として、すり合わせをカプセル化したモジュラーの中の要素について、教授可能性や記号化可能性、複雑性[34]の軸で分析することにより、オープン&クローズ戦略を構築するための手法を述べる。

第 5 章においては、システム論に基づき電子機器システム事業の技術イノベーション創出パターンを検討し、太陽光発電事業と電子機器システム事業の付加価値構造の比較から、

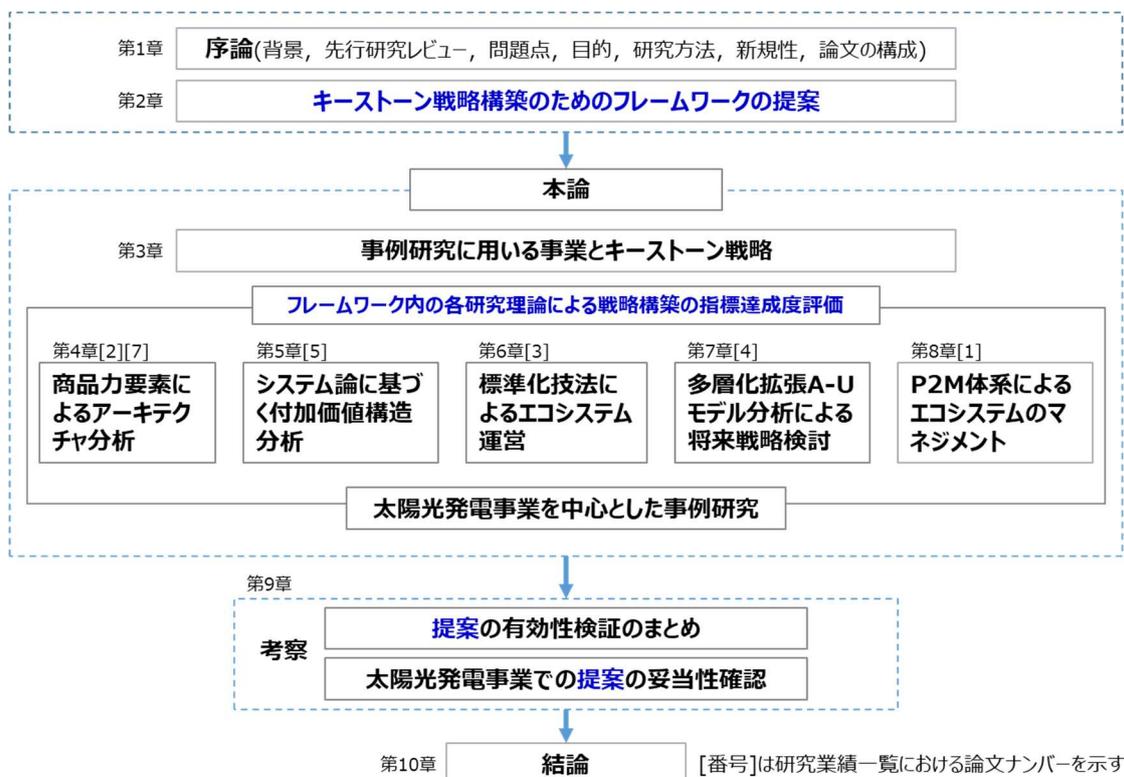


図 1-1 全体の構成と各章の位置付け

太陽光発電事業の今後の技術イノベーション戦略を検討することで、提案するフレームワークにおけるシステム論の有効性を検証する。

第6章では、太陽光発電事業の産業地理学的課題を明らかにするとともに、システム LSI を含む電子機器システム事業が品質を向上させてきた歴史を参照し、事業信頼性をいかに向上させていくかについて述べる。その後、提案するフレームワークにおける標準化戦略論の有効性を検証する。

第7章では、多層化拡張 A-U(Abernathy and Utterback)モデルを提案し、太陽光発電事業の付加価値構造の各層の A-U モデル分析から、今後の取り得る事業戦略について分析を進める。その後、第5章で分析した太陽光発電事業の KFS (Key Factors for Success) との整合性を検証するとともに、提案するフレームワークにおける多層化拡張 A-U モデルの有効性を検証する。

第8章では、モノづくり視点のみならずコトづくり視点での事業戦略策定力の向上が、今後の太陽光発電事業の競争力強化に重要であることから、研究戦略のひとつである「ビッグデータ解析」を題材に今後のコトづくりのためのプロジェクトの進め方を提案し検証する。この検証には、太陽光発電事業に関連したテーマも含むが、他の研究テーマを含めて進め、P2M 体系適用の意義を検証する。この中で、サービス事業との関連付けなどコトづくり時代に対応した視座で検証する。商品力を顧客価値として解釈し[顧客価値(商品力)]=[性能]x[機能]x[品質]x[コスト]x[デリバリ]x[サービス]+[生活デザイン性]+[社会デザイン適合性]と再定義して検証する。その後、提案するフレームワークにおける P2M 体系の有効性を検証する。

第9章では、太陽光発電事業における事業課題の対策アプローチの検討結果を述べるとともに、提案するフレームワークのエコシステム健全性検証への有効性について述べる。また、太陽光発電事業におけるキーストーン戦略構築に関して、戦略実行基盤「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」が有効に機能することを示し、提案するフレームワークの妥当性の確認について述べる。

第10章では、提案するフレームワークの有効性検証と太陽光発電事業における妥当性確認の結果を整理して結論を述べる。また、今後の展望や課題について述べる。

参考文献

- [1] Marco Iansiti, Roy Levien: “The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability”, Harvard Business Press, (2004).
- [2] マルコ・イアンシティ, ロイ・レヴィーン: 『キーストーン戦略 -イノベーションを持続させるビジネス・エコシステム』, 翔泳社, 杉本幸太郎訳 (2007).
- [3] 西川 潮: 「河川生態系のキーストーン種 ~雑食性エンジニアの機能的役割を解明する」, 日本生態学会誌 60 : 303 - 317 (2010).
- [4] Daryl Chapin, Calvin Fuller, Gerald Pearson : US Patent 公告番号 US2780765, 出願日 1954

年 3 月 5 日

- [5] Ron Adner : “The Wide Lens: A New Strategy for Innovatio”, 清水勝彦訳, 『ワイドレンズーイノベーションを成功に導くエコシステム戦略』, 東洋経済新報社, (2013).
- [6] Ron Adner, Rahul Kapoor: “Value Creation in Innovation Ecosystem: How the Straucture of Technological Interdependence Affects Firm Performance in New Technology Generations,” *Strategic Management Journal*, Vol. 31, (2010).
- [7] Ron Adner: “Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem,” *Harvard Business Review*, Vol. 84, No.4, (2006).
- [8] 梶山泰生 : 「エコシステムの境界とそのダイナミズム (特集 エコシステムのマネジメント論)」, *組織科学* 45(1), 4-16, 白桃書房, (2011).
- [9] Moore, J. E : “Predator and Prey: A New Ecology of Competition,” *Harvard Business Review*, 71, 3, (1993).
- [10] Ethiraj, S. K: “Allocation of Inventive Effort in Complex Product Systems, *Strategic Management Journal*, 28, (2007)
- [11] Pierce, L.: “Big Losses in Ecosystem Niches: How Core Firm Decisions Drive Complementary Product Shakeouts, *Strategic Management Journal* 2,8, (2009).
- [12] 立本博文, 許経明, 安本雅典 : 「知識と企業の境界の調整とモジュラリティの構築 : パソコン産業における技術プラットフォーム開発の事例」, 『組織科学』第 42 巻第 2 号, (2008)
- [13] 横澤 幸宏 : 「ビジネス・エコシステムの概念に関する理論的検討」, 『岡山商大論叢』(岡山商科大学) 第 48 巻第 3 号, (2013)
- [14] 青島矢一, 加藤俊彦 : 『競争戦略論』, 東洋経済新聞社(2012).
- [15] マイケル・E・ポーター. : 『競争優位の戦略』, ダイヤモンド社(1985).
- [16] Burgelman, R. A., Sayles, L. R.: “Inside Corporate Innovation”, *Free Press* (1986), 小林肇監訳, 海老沢栄一, 小山和伸訳, 『企業内イノベーション』, ソーテック社 (1987).
- [17] Brandenburger, A.M, Nalebuff, B.J. : “Co-opetion, Currency and Doubleday”, 嶋津祐一他訳 『コーペティション経営』, 日本経済新聞社, (1996).
- [18] 立本 博文 : 「プラットフォーム・ビジネス①プラットフォーム企業の競争戦略」, 東京大学ものづくり経営研究センター, Manufacturing Management Research Center (MMRC) Discussion Paper Series (2012).
- [19] 井上 達彦: 「競争戦略論におけるビジネスシステム概念の系譜ー価値創造システム研究の推移と分類ー」, 早稲田商学第 423 号(2010).
- [20] 井上 達彦: 「ビジネスシステムの新しい視点ー価値創造と配分に関するルールの束と自生秩序的な仕組みー」, 早稲田商学第 415 号(2008).
- [21] 森田 正人 : 「ビジネス・エコシステムにおけるボーングローバル企業の成長論理ー通信機器スタートアップ企業の事例分析ー」, 横浜国立大学国際社会科学研究所博士学位論

- 文(2015).
- [22] マイケル・E・ポーター：「戦略と競争優位」, *Harvard Business Review*(2010).
- [23] 足代訓史：「ビジネスモデル論の分析射程：ダイナミクスの観点の分類」, 大阪経大論集・第66巻第4号 pp.173-184(2015).
- [24] 中橋國藏：「経営戦略と不確実性—ゼロックスの事例を中心に—」, 大阪商業大学論集第5巻第1号(通号151・152号合併号) pp.143-156(2009).
- [25] クレイトン・クリステンセン：『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—』, 翔泳社(2001).
- [26] 森下俊一郎, 小川悠：「顧客志向経営の尺度開発とその構造分析」, 早稲田大学産業経営研究所「産業経営」第46・47合併号, pp. 19-34(2010).
- [27] 伊藤 武志：「顧客価値志向による経営の質の向上」, 城西国際大学大学院 経営情報学研究科起業マネジメント専攻博士論文(2014).
- [28] 富田純一, 立本博文, 新宅純二郎, 小川紘一：「ドイツ太陽光発電産業はなぜ急速に発展したのか—産業政策の観点から—」, 東京大学ものづくり経営研究センター(2009).
- [29] 小川紘一, 立本博文：「欧州のイノベーション政策：欧州型オープン・イノベーション・システムの構築」, MMRC ディスカッションペーパー, No.281, 東京大学ものづくり経営研究センター(2009).
- [30] 小川紘一：「製品アーキテクチャのダイナミズムと日本型イノベーション・システム—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—」, 赤門マネジメント・レビュー 8巻2号(2009).
- [31] 丸川知雄：「太陽電池産業の現状と尚徳電力(サンテック)の日本進出」, 国際貿易投資研究所編『中国企業のグローバル化報告書 平成19年度』第2章(2008).
- [32] ハーバード・A・サイモン：『システムの科学(第3版)』, パーソナルメディア社(1999).
- [33] フィリップ・コトラー, ゲイリー・アームストロング：『マーケティング原理—基礎理論から実践戦略まで』, ダイヤモンド社(2003).
- [34] B. Kogut, U. Zander: “Knowledge of the firm and the evolutionary-theory of the multinational corporation”, *Journal of International Business Studies*, 24(4), pp. 625-45(1993).

第 2 章 キーストーン戦略構築のための フレームワークの提案

第2章 キーストーン戦略構築のためのフレームワークの提案

本章では、キーストーン戦略構築フレームワークの提案とその有効性の検証方法ならびに妥当性の確認方法について述べる。提案は、4つの戦略論ならびにひとつのマネジメント論から構成されており、それらを選定した理由についても述べる。

2-1 5つの検討視点によるフレームワークと事業戦略構築のための入力情報

有効なキーストーン戦略を構築するための必要条件は、「エコシステムのための顧客戦略と差別化戦略をニッチ・プレーヤーの立場でも検討可能にすること」と「様々な企業文化による戦略検討を可能にする『協働の場』の運用」である。これらの必要条件のために、1)内部環境分析 2)外部環境分析 3)将来戦略 4)イノベーション戦略 5)全体マネジメントの5つの検討視点で統合し共通のマネジメント思想で連携させるフレームワークが有効である、との仮説を立てた。この5つの検討視点で具体的に戦略策定していくために提案するフレームワークは、アーキテクチャ論[1]、システム論[2]、標準化戦略論[3]、A-Uモデル論[4]の4つの戦略論ならびにマネジメント論のひとつであるP2M体系[5]から構成されており相互に連携させる。アーキテクチャ論は、製品、サービス、工程、組織、物流プロセスなどにおけるシステム設計の基本思想である。本研究では、顧客との関係におけるオープン/クローズ、インテグラル/モジュラーの設計を、商品力要素で検討しながら顧客価値や差別化戦略の設計に活用する。内部環境分析が主な利用目的である。システム論は、当該システム内に帰属する要素の動きを独立もしくは相互依存性の中で分析しながら全体像分析をアプローチするものとしてとらえる。「システムの準分解可能性」[6]に基づき、顧客価値提供を実現する付加価値構造を規定し、技術イノベーション創出パターンをアーキテクチャ論と連携し分析していくために用いる。標準化戦略論は、参画する利害関係者が何らかの利益に達しながら全体としての協調に到達する過程において、差別化戦略なり顧客戦略を織り込むための戦略と捉えられる。競争技術と非競争技術の峻別マネジメントやアーキテクチャ論の活用によるエコシステム内の問題解決手法の検討に用いる。システム論と標準化戦略論は、エコシステム内外との関係分析が主な目的となる。A-Uモデル論は、製品イノベーションが中心の時期からドミナントデザイン出現後に工程イノベーションへの移行を示した論である。システム論と連携し、システムの付加価値構造の各層のA-Uモデルを考察するために用いる。将来戦略の分析が目的となる。以上が採用する4つの戦略論である。P2M体系は、PMBOK (Project Management Body of Knowledge)などで整理されたプロジェクトマネジメントの仕組みにプログラムマネジメントを加えたマネジメント論である。P2M体系における6つの統合マネジメントと上述の4つの戦略論を連携させ、戦略遂行の堅実性を訴求するために用いる。また、これらは、エコシステムに必要な「協働の場」のマネジメントに有効と考えられる。

これらの戦略論とマネジメント論を用い、図2-1に示すように、P2M体系の3Sモデルと

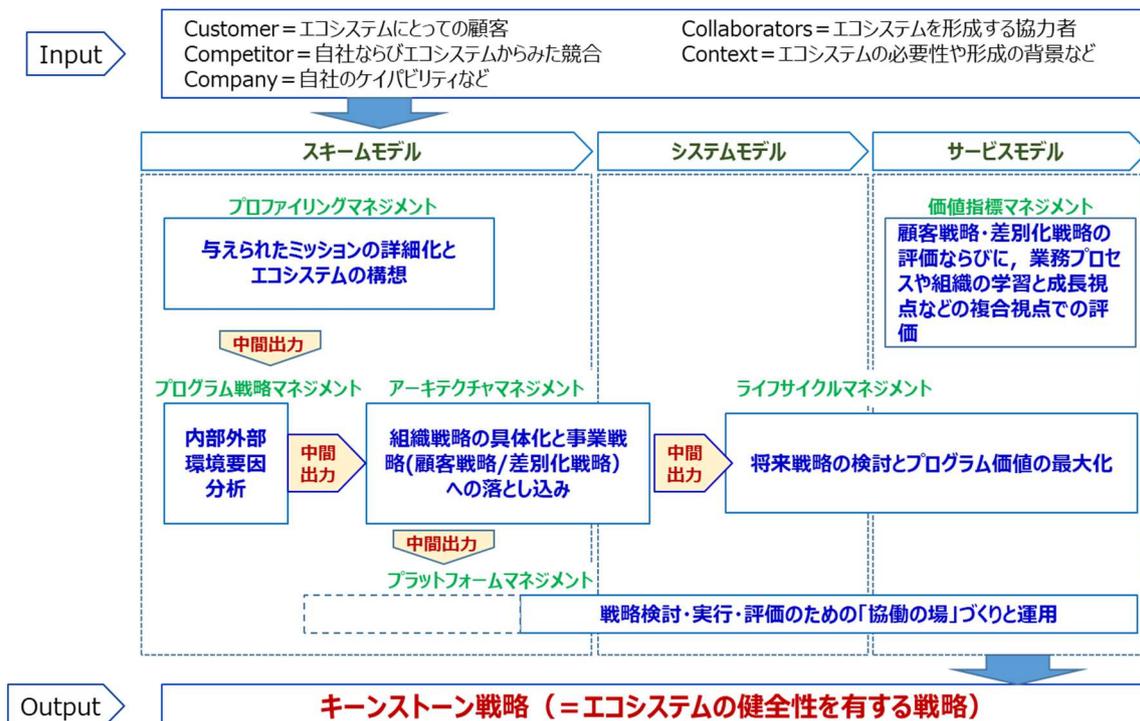


図 2-1 P2M 体系 3S モデルに沿ったキーストーン戦略構築フローの提案

各モデルにおける統合マネジメントに沿って[5]手順を踏んで構築していくことを提案する。この手順に対する入力、Customer (エコシステムにとっての顧客) Competitor (自社ならびエコシステムからみた競合), Company (自社のケイパビリティなど) Collaborators (エコシステムを形成する協力者), Context (エコシステムの必要性や形成の背景など) の 5C[7] である。また、出力は、エコシステム健全性を有する戦略の確認であり、キーストーン戦略そのものである。

2-2 提案の有効性検証方法と妥当性確認方法

有効なキーストーン戦略を構築するための十分条件は、エコシステム健全性の維持向上である。上述の 5C を検討の入力要素としながら、事業におけるエコシステム健全性の実現性を、表 2-1 に示すように、「エコシステム健全性指標に関する本研究でのケース」によって評価する。イアンシティらによれば、エコシステム健全性は、代表的には「生産性」「堅牢性」「ニッチ創出」で表現されている[8]が、これらの 3 指標は、表 2-1 中央の列に示すように、さらにブレークダウンされている。これらは依然、事例研究の中でどのような指標として考えるべきか課題があるため、表 2-1 右の列にある「本研究でのケース」を設定している。事業事例としては主に、電子機器システム事業と太陽光発電事業を用いる。電子機器システム事業を選定する理由は第 3 章にて詳述するが、基本的に、過去において多くの成功体験、失敗体験の知見が積みあがっているからである。有効性検証においては、電子機器シス

表 2-1 エコシステム健全性指標の本研究でのケース[8]

エコシステム健全性指標		
代表指標	「キーストーン戦略」[8]pp.58-75	左記に繋がる本研究でのケース
生産性	<ul style="list-style-type: none"> ・要素生産性(ROIC) ・時系列での生産性変化 ・イノベーションの伝達 	過去の顧客戦略と差別化戦略（ビジネスと技術のイノベーション）を効率的に伝承することによる向上する生産性の度合い。
堅牢性	<ul style="list-style-type: none"> ・生存率 ・エコシステム構造の持続性 ・予測可能性 ・陳腐化の回避 ・利用者の経験とケースの持続 	<p>情報の蓄積ならびに資産共有の効率化と「協働の場」の運用によるエコシステム構造維持への貢献の度合い。</p> <p>ニッチ・プレーヤーの立場も鑑みたエコシステム将来戦略の構築による陳腐化回避の効果度合い。</p>
ニッチの創出	<ul style="list-style-type: none"> ・企業の多様性の増大 ・製品及び技術の多様性の増大 	エコシステム内のニッチ・プレーヤー発見と育成の効果の度合い。

テム事業における、事業の成功要因や、技術イノベーション創出のパターンなどから、太陽光発電事業の事業課題をいかに対策していくかなどを考察していく。また、太陽光発電事業におけるエコシステム健全性を実現していくための条件の抽出など、キーストーン種になるために何が有効かを検討しながら進める。これらを踏まえながら、提案が有効であるかを各戦略論とマネジメント論ごとに検証する。

提案の妥当性は、太陽光発電事業における 5C の実態を明確にして入力とし、提案の手順に沿って、最終的に太陽光発電事業のキーストーン戦略が実現できるかを検討することで、確認する。戦略実行基盤として「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」を想定し、「エコシステム健全性」が将来にわたって効果的に維持向上できるかを検討することで、提案するフレームワークの妥当性を確認する。

2-3 用いる研究理論と選定理由

2-3-1 戦略論の階層構造と用いる研究理論の位置づけ

図 2-2 は、顧客への価値提供や差別化などを議論するための戦略論の階層構造と用いる研究理論の位置を示す。階層構造に関しては、上から、国家政策方針、マーケティング戦略を配置し、その下方へは技術戦略、研究戦略とつながっていく。さらにマーケティング戦略や技術戦略を決定づける経営中枢戦略を最下層に配置している。研究戦略においては、(A)で囲まれた点線内に示すように、一般的な研究戦略としての簡単な手順として、「先行/改良可能技術要素」に始まり、右方へ中期テーマなのか長期テーマなのかを推測するための「理論検証と難易度分析」「実現工程の検証」「原理試作イメージの分析」があり、新たな付加価値仮説を検証するためのルーチンへとつながっていく。その過程で、他分野の研究手法との比較参照も重要となるため配置している。このプロセスは一般論であって、分野によっては捉え方が異なる。研究戦略部門の企画は、経験豊富な人材もしくは、事業部門との関係

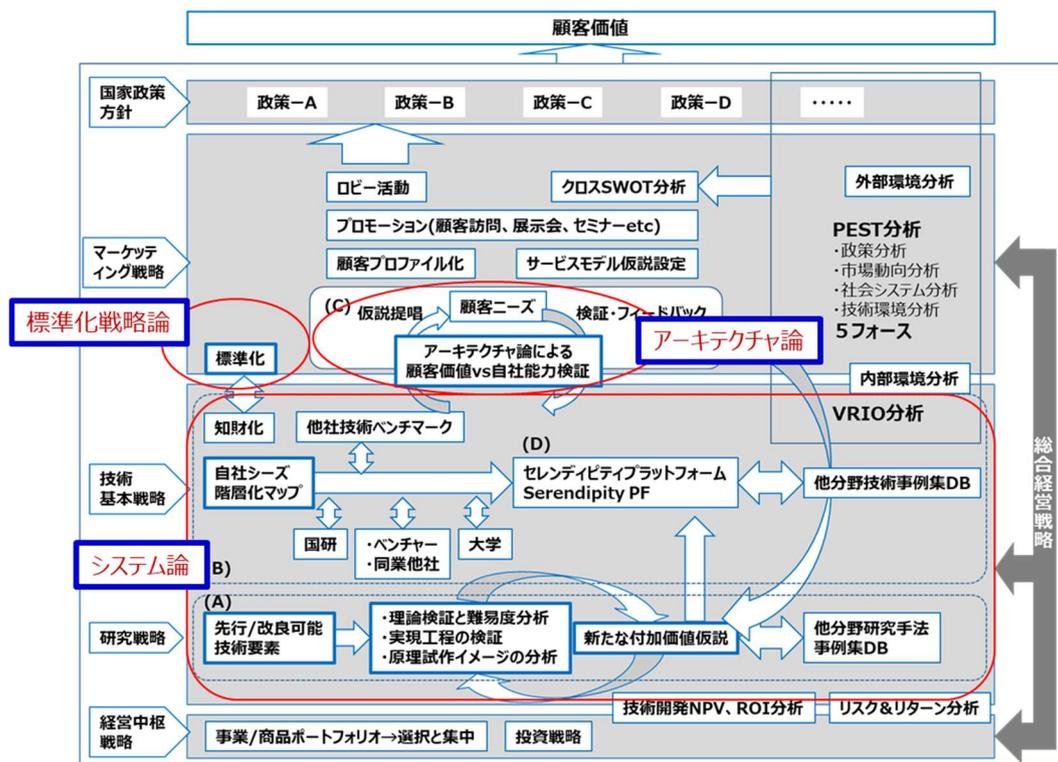


図 2-2 顧客に価値を提供するための戦略論の階層構造と用いる研究理論

を作っていながら広い視野で育成されていく人材などが配置されている。より客観的に自社の経営戦略への貢献を分析していく存在となるが、高度成長期のように自明の理となるような研究テーマは、今日では希少となっているため、テーマ意義を測るため指標導入の傾向が今日では多くみられる。そのため、経営中核戦略との間に「技術開発 NPV (Net Present Value), ROI (Return on Investment) 分析」ならびに比較的定性的な「リスク&リターン分析」を置いている。本研究では、第 8 章にて、この研究戦略を基点とした「協働の場」を検証していくため太枠線で示している。(B)の点線で囲まれた場所に配置された要素は、研究戦略要素以外の通常の技術基本戦略の要素である。下田[9]らはセレンディピティを推進する重要性に言及しているが、図 2-2 でも、(D)にセレンディピティプラットフォームとして配置している。このプラットフォームは、自社シーズの情報と、(A)内の「新たな付加価値仮説」からの情報を集約するのみならず、「他分野技術事例集 DB(データベース)」との連携を企図するものである。これは、他社と自社内での、他分野との、手法や技術ノウハウに関する連携を意味する。こうすることで、技術者やマーケティングメンバーなどの発想を広角化させる効果が期待できる。また、(C)は自社の技術シーズやサービス仮説を顧客へ提案し、そのフィードバックを再び技術戦略へ戻すルーティンである。スティーブ・ブランクは、その著書「アントレプレナーの教科書」[10]において、エリック・リースが提唱したリーンスタートアップ[11]による新規開拓の進め方について説いている。とりわけ技術者が、優れた発想や技術のみの提案を続け、顧客意思を十分確認しないまま、具体的な開発や製造など次の工

程に進めて、多大なロスが発生させるムダに警鐘を鳴らした。顧客へのリーチをどう見極めるかを検証するステップについても説いており、付加価値の仮説検証に関して重要な方法論を与えるものである。研究戦略や技術基本戦略における付加価値提案を顧客へ徹底的に確認していくことを企図している。この(C)は、シーズプッシュ/ニーズプル[9]でのイタレーションのみならず、本研究で用いるアーキテクチャ論での検証のポジションとなるため太枠線で示す。また(C)から(A)の点線内の「新たな付加価値仮説」へフィードバックすることを、特別に矢として表示している。付加価値仮説の市場性検証が、プログラム全体のコンセプトの検証の中で、アウトフォーカスになることを防止するためである。また、この「新たな付加価値仮説」は「他分野研究手法事例集 DB (データベース)」と連携させながらブラッシュアップを進めていくことで、研究アプローチの革新性を担保していくことを意識することができると考えられる。これらは、システム論での検証に関係するため太枠線で示している。また、本研究では、標準化技法を用いた事業戦略を検討するため、標準化戦略を太枠線にしている。知財化との関係性が強いもののマーケティング戦略として位置づけた。他の周辺システムは、PEST(Politics, Economy, Society, Technology)分析[12]からクロスSWOT(Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)分析、VRIO(Value, Rareness, Imitability, Organization)分析、経営戦略の意思発露を含むマーケティングミックスの考え方などで階層構造を構成している。この図は、ある企業での顧客価値提供のための組織体制をスタティ

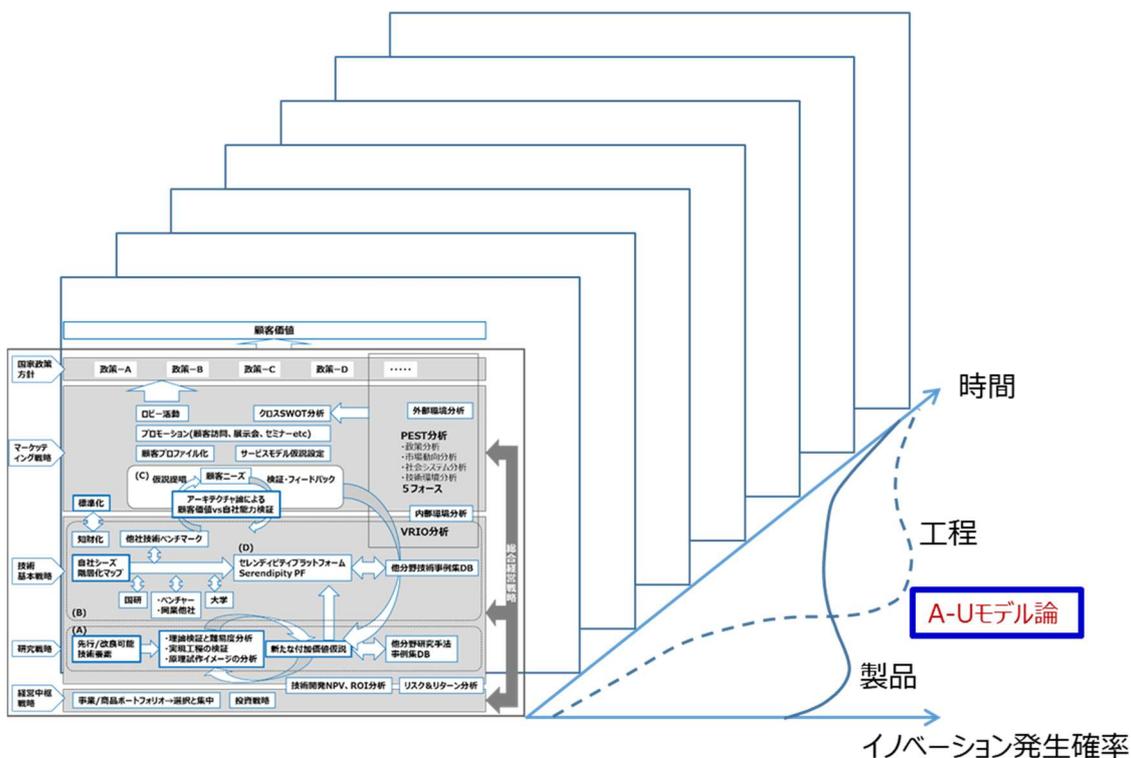


図 2-3 戦略論階層構造の時系列的変化と A-U モデル論

ックな戦略機能で階層化して表現したものである。この階層構造で強調したいことは、経営意思決定のために、研究戦略/技術戦略からマーケティング戦略までを結合し、顧客意思の変化や環境変化への対応力を強化することが肝要であることである。また、拡張された A-U モデル論については、図 2-2 の戦略要素が将来に向かってどうプロセスを踏んでいくかの視点であるため、図示すると図 2-3 のようになる。

青島、加藤[13]は、ポーター[14]などに代表される分析型戦略論、バーグルマン[15]などのプロセス型戦略論などを俯瞰し、競争戦略論の 4 つのアプローチとして「ポジショニングアプローチ」「資源アプローチ」「ゲームアプローチ」「学習アプローチ」と分類した。「ポジショニングアプローチ」とは、企業の成功を促す要因を企業の外部に求め、目標達成にとって都合のよい環境に身を置くことである。このことは図 2-2 の階層構造の中で、米国で一般的にロビー活動と呼ばれる、国家政策方針への働きかけもしくはヒヤリングが分類されると思われる。この働きかけのために PEST 分析を通じて、手法を検討していくことになる。また、自社の事業ポジションやビジネスモデルを戦略的に変革していくこともこのアプローチに包含される。「資源アプローチ」とは、企業業績の差異の源泉を、企業内にある経営資源に求めるものである。図 2-2 では、すべての機能別戦略が相当するが、人材資源の観点で個人の能力とみなすよりも、個人間もしくは組織間、機能別戦略間を相互に結ぶ矢印がこれに相当する。自社シーズ階層化マップや他分野事例集 DB(Data Base)などが資源アプローチに必要な機能の一例である。「ゲームアプローチ」とは、環境を他責とせず、企業が駆け引きを行うことによって、自らを取り巻く環境を有利な方向に持って行くための戦略的行動を視野にいれたアプローチのことである。図 2-2 では、マーケティング戦略の全般がこのアプローチに相当するが、その準備のための技術であったり、技術を活用した標準化戦略であったりする。標準化活動とは、規格などでグローバルな融通性を担保したり、機器使用時に顧客の混乱を防ぐために標準化団体が機能していることなどを意味している。また、顧客価値を担保する一方で、自社に有利な規格に誘導するなど標準化戦略に内包されている。「学習アプローチ」とは、企業に利益をもたらすような「独自の経営資源」を保有するだけでなく、どのように蓄積すればよいのか、に着目したアプローチである。たとえば、セレンディピティプラットフォームがこれに相当する。セレンディピティプラットフォームは単純な連携のみならず、新たな事業機会に結びつく技術やビジネスモデルの発想につながるしくみや能力を意味する。このような能力を育むマネジメント手法や風土の醸成がこのアプローチの代表例である。

これらの先行研究を含めて顧客に価値を提供するための研究理論を俯瞰しながら、アーキテクチャ論、システム論、標準化戦略論、A-U モデル論によりキーストーン戦略構築フレームワークを構成した理由を述べる。まずアーキテクチャ論であるが、モノづくり視点のみならずサービスなどコトづくりでの戦略検討にも適し、QCD から分解した商品力要素の位置取り分析により実務者視点での戦略検討ツールに適合させることができる。この商品力要素による検討は、第 4 章で詳述する。また、可視性があり「協働の場」での「生産性」の

向上や「堅牢性」などの検討に適する。ポジショニングアプローチ[13]や RBV(Resource Based View) [16]など、これまでの経営戦略論や競争戦略論は、企業間の競争優位をベースに論じてきている。顧客との関係、競合との関係の取り方における実務論を提供するものではない。アーキテクチャ論は、差別化戦略に資する商品力要素を、オープンにおくかクローズにおくか、あるいは、顧客との関係でインテグラルに検討する要素にするかモジュラーにおいてインタフェースの提供のみで関係を築くか、などの検討において実務性が高い。システム論については、システムの準分解性からシステム全体の性質を分析することで、「準分解後の要素の作用と効用」からシステム全体の顧客価値を詳細に検討することができる。このことで、準分解後の要素に対する「ニッチ・プレイヤーの役割と成長方向」などを分析できる可能性がある。標準化戦略論は、ある事業の属性に適した競争技術と非競争技術の境界設計により技術をもつ企業の発展を期するとともに、「顧客価値を担保しながらの業界の成長」を検討することができる。標準化検討のための「協働の場」の形成手法はエコシステム論の本質とも考えられ、ニッチプレイヤーの成長を促すことができる。システム論と標準化戦略論は、エコシステム内のパートナー間連携に基づき競争を勝ち抜くことも含めた生成発展のための実務論である。ステークホルダーアプローチ[17][18]も組織間関係論を論じ、協業や合従連携に着目している点は同様であるが実務的な方法論を与えているわけではない。A-U モデル論は、事業におけるライフサイクル視点があるため、これから生成発展が見込める事業の将来にわたっての「堅牢性」の検討に活用可能と思われる。またシステムの準分解性から事業の付加価値構造の各層での A-U モデルの将来方向を検討することで、「将来戦略の検討の根拠」を示すことが可能と思われる。プロセス型戦略論であるゲームアプローチは他社含む外部環境に目を向け、相互作用を検討していくという意味では、アーキテクチャ論による位置取り検討と同様である。将来に向かってどう動いていくべきか「自主的な判断」のためには試行錯誤や、他の事例の参照が前提となると思われる。A-U モデル論を活用した将来戦略検討は、製品のイノベーションから生産工程のイノベーションへの移行パターンをいわばバイオリズムとしてとらえ、過去例のバイオリズムを将来に活かす、という意味で先行研究とは質的に異なると思われる。

2-3-2 戦略論と P2M 体系との連携

エコシステムでの複数企業による共同検討には、プロジェクト進行や判断などにおける共通のマネジメント言語と思想をもつことが効率的であり、P2M 体系の活用は有効である。PMBOK は、ウォーターフォール型プロジェクトの運営には適するが、マネジメント思想の異なるプロジェクトとの連携を含むプログラムの運営には P2M の方が柔軟性があり適すると思われる。

キーストーン戦略構築に必要な組織能力とエコシステムにおける協業力向上手法について考察するため、P2M 体系を活用してエコシステム構築のための「協働の場」の形成手法の検証を進めていく。第 8 章にて、コトづくりに関連したビジネスでのビッグデータ解析に

関する研究開発の進め方を考察することで、キーストーン戦略における「協働の場」形成の在り方を検証する。戦略基盤の実行において P2M 体系は有効であり、キーストーン戦略構築フレームワークを構成するものとして有用であることを検証する。太陽光発電事業の戦略検討のためには、電子機器システム事業との比較からの検証や、比較に依拠しない仮説検証などの繰り返しになると思われる。そのため、プログラムやプロジェクトのどのフェーズでの仮説検証なのかに関して共通の理解を得るのに P2M 体系は有効と思われる。P2M 体系とは、統合的なプログラム&プロジェクトマネジメントの標準体系であるとともに、プロジェクトやプログラムを実行するための理論体系である[5]。2001年に、一般に普及が始まったプロジェクトマネジメントの知識体系と先進的なプログラムマネジメントの概念とを統合した先端的なマネジメント標準をめざして、通商産業省（現・経済産業省）の指導の下に開発された。P2M 体系は、イノベーションや事業変革などの事業戦略の具体化とその遂行のプロセスを示し、またこれに関係するマネジメント人材の育成に関する方法論までカバーしている。P2M 体系では、「不確実な時代に必要な発想法として 4 つの課題（原著では「issue」と表記）が提起されている[19]。この課題の中では、イノベーションの在り方、新しい価値を生み出すために利用者や顧客の視点に立つこと、イノベーションの市場性検討、企業のあるべき経営活動などについて述べられている。これらは、本研究での戦略マネジメントの考察において、顧客すなわち市場との関係論に焦点を当てることと合致している。また、P2M 体系ではプログラムマネジメントにおける管理知識として、プロファイリングマネジメント、プログラム戦略マネジメント、アーキテクチャマネジメント、プラットフォームマネジメント、ライフサイクルマネジメント、価値指標マネジメントがあげられている。プロファイリングマネジメントとは、「プログラムの初期段階で、組織の長から出された曖昧な指示（ミッション）を理解し、具体的な作業に詳細化する作業」である。本研究そのものをプロジェクトとしてとらえて例えるなら、「キーストーン戦略構築フレームワークの研究」というミッションに対し、前述した各章の構成から章別に詳細な説明を加えたものに相当する。実際の事業においては、研究を実行に置き換え、「太陽光発電事業に関する戦略と実行」というテーマでプロファイリングすることとなる。プログラム戦略マネジメントとは、内部環境要因や外部環境要因を考慮してプログラムの打ち手を決める作業である。内部環境要因のうち自社の強みを考える手法として VRIO（=経済価値（Value）、希少性（Rarity）、模倣困難性（Imitability）、組織能力（Organization））を用いて有効に打ち手が機能するかを考察する。外部環境要因の分析としてはコトラーが提唱する PEST 分析、ポーターが開発したファイブフォース分析などがある。これらを総合して最終的には SWOT 分析により意思決定を行うなどが一連の作業となる。アーキテクチャマネジメントとは、戦略マネジメントで有効とされた複数のプロジェクトの関係を示し、プログラム全体で分担の妥当性を検討するとともにプロジェクトの詳細化をする活動である。プラットフォームマネジメントとは、プログラムでの「協働の場」を提供し、プログラムの意味を解釈できる文脈と、情報交流のための専門用語が理解できるプロトコルを提供するためのマネジメントである。ラ

ライフサイクルマネジメントとは、プログラムの最初から終わりまでの期間にわたり、連続的な状況変化に対応し、価値指標マネジメントを行いながらプログラムの価値を最大限に保つ活動である。価値指標マネジメントとは、プロファイリングマネジメントによって導き出されたプログラムの価値を、各モデルに対して指標を示し、プログラム全体の活動を通じて計測と評価を行うことによって、プログラムの価値の維持と向上を図る活動である。短期的な指標としては財務指標、長期的にはBSC（Balanced Score Card）[20]などがあるが、イノベーションによる新しい価値は社会的なニーズに対応する共通価値なども考慮し、社会価値、環境価値、経済価値の3つのバランスをとって指標化することが重要とされる。

以上のP2M体系を踏まえ、本研究では、顧客との関係の詳細を分析するためにアーキテクチャ論を用い、供給側の商品力をQCDからさらに詳細な[性能][機能][品質][価格(コスト)][デリバリ][サービス]の要素に分解して分析する。P2M体系としてのQCDはプロジェクトの管理側面でも用いられるが、本研究ではあくまで戦略の詳細分析として用いる。しかしながら、各商品力要素の責任が各担当組織のプロジェクトにあるという意味で、P2M体系のアーキテクチャマネジメントにも最終的には整合する。また、太陽光発電事業の将来戦略の分析をA-Uモデルを拡張して用いる。このことはライフサイクルマネジメントの範疇に属し、中長期視点でのライフサイクルをA-Uモデルにて分析し、プログラムのライフサイクルの議論の糧とすることが可能である。標準化技法を用いた戦略論は、プログラム戦略マネジメントの範疇として考察し、協働の場づくりを含む研究戦略は、プラットフォームマネジメントとして位置づける。これらがP2M体系の枠組みの中でどう位置づけられるかを図2-4に示す。P2M体系を活用する意義であるが、第1には、プログラムにおいて異なる文化をもつメンバーで構成されるプロジェクトを推進するための共通言語と考え方を提供できることである。第2には、これまで多くの経営戦略論が提案され論じられてきたが、プロ

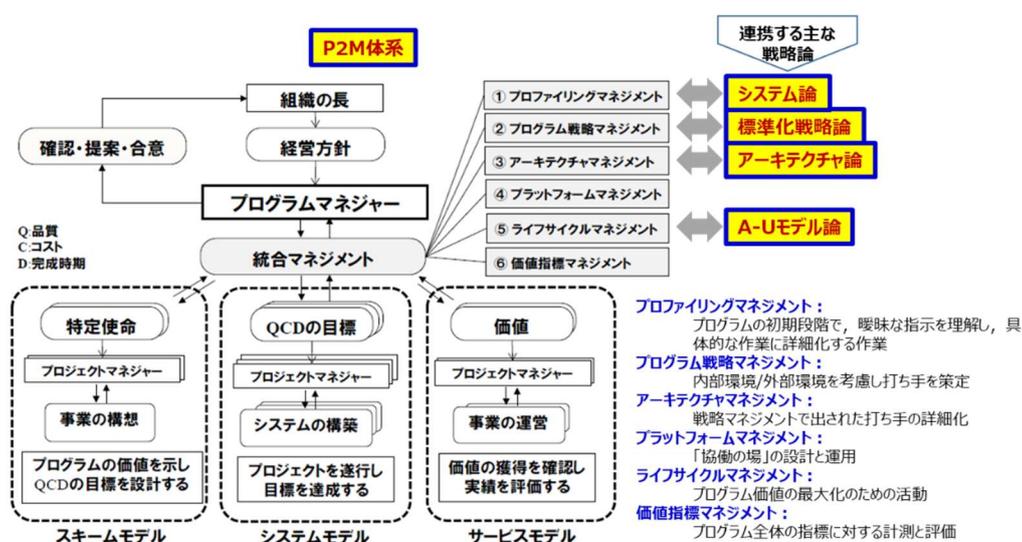


図2-4 P2M体系における6つのマネジメント[5]と戦略論との関係

ラム推進のどの局面でどんな戦略論を参照するのか、その基本的な考え方を明示したことである。

ここで、経営戦略や事業戦略、技術戦略などさまざまな戦略の相関関係について整理しておきたい。本研究の主題はキーストーン戦略構築フレームワークの研究であるが、キーストーン戦略は経営戦略そのものであるため、まずは、経営戦略について触れておく。経営戦略の定義は様々な視点に基づくものがあるが、そのなかで、Lamb[21]の「戦略経営とは、企業が、関連する市場や産業を評価・統御し、競合他社を査定し、全ての既存あるいは潜在的な競合他社に対処できるような目標と戦略を設定し、各々の戦略が遂行されているかどうか、変化した環境、新技術、新たな競合他社、新たな経済的・社会的・財政的・政治的状况に適用させるために戦略を置き換える必要が無いかどうかを一年ごとあるいは四半期ごとに再評価する、継続的なプロセスである」は、今日の企業経営に適した表現と思われる。よって、本研究では「企業の持続的競争優位を確立するための基本的な考え方」として外部環境との関連性を意識したものとして経営戦略を定義する。経営戦略論は、1950-1960年代に萌芽したと言われている。第2次世界大戦が終了し、戦後の混乱期を経て高度成長期の黎明期にあたる。その後の電子技術と関連産業が成長を支えたことを考えると、この黎明期のきっかけを与えたのは、ベル研究所の Shockley, Bardeen, Brattain らのグループによる点接触型トランジスタの発明と筆者は考える。1947年12月 Ge 単結晶を使った点接触型トランジスタの動作確認から 1958年のキルビーによる集積回路(IC)の発明は、電子産業にとっては、ビッグバンとも言うべききっかけを与えたと言っても過言ではない。もちろん、それ以前の自動車産業の隆盛や他産業も経営戦略論の研究対象であったが、電子産業の隆盛とともに、飛行機などの交通機関や、テレグラム、FAX などの通信手段の進化により、世界中の企業がつながりやすくなったことが、経営戦略論を進化させたと思われる。経営戦略論の歴史については、山崎[22]がその博士論文のなかで分かりやすく述べている。その中で、分析型戦略論への批判とともにプロセス型戦略論への流れも形成されている、と述べられている。山崎は、その論文のなかでアーキテクチャ論をプロセス型戦略論で使用することを試みている。このことは、分析してその後どのように戦略論を生せるのかの問題意識の現れでもある。

経営戦略は、複数の事業をもつ企業では全社戦略と部門ごとの事業戦略を包含する。また、マーケティングや技術など機能別戦略が全社戦略や事業戦略の下位に位置づけられている。経営戦略においては通常、経営理念もしくは経営ビジョンが示されており、戦略とはこれらを具現化する方法論である。経営理念の具現化のためには、企業間の競争を誘起するケースが多い。自由資本主義経済のもとでは、多くの企業が類似する経営理念のもとに活動しており、自由競争により価格や品質などで顧客価値の増大化を担保することができる。競争優位を実現するための方法論は、様々な事業分野で提示されている。それらの方法論をすべて網羅的に類型化して本研究に適用することは多くの労力を要すると思われる。そのため、基本となる戦略論を階層構造と相互関係を提示し、事業戦略の研究のために、実行モデルを構築する P2M 体系、戦略分析のためのアーキテクチャ論、将来戦略構築のための A-U モデル、実

実践論としての標準化技法，協働の場づくりを含む研究戦略論に絞って論じることにしている。

2-4 小括

本章では，キーストーン戦略構築フレームワークの提案とその有効性の検証方法ならびに確認方法について述べた。提案は，4つの戦略論ならびにひとつのマネジメント論から構成されており，それらを選定した理由についても述べた。構築フレームワークに用いた戦略論とマネジメント論は類似する経営戦略論に比べより実務的，かつ可視化しやすく，エコシステム内において共有化を促進するものであると思われ選定している。また手順を踏んで構築していくことと，検討における入力は5Cであり，検討結果として「エコシステム健全性」が実現できているかエコシステム健全性指標に関する本研究でのケースに基づき検証し，最終的に妥当性を確認することを述べた。

参考文献

- [1] 藤本隆宏：『日本のもの造り哲学』，日本経済新聞社(2004).
- [2] ハーバード・A・サイモン：『システムの科学(第3版)』，パーソナルメディア社(1999).
- [3] 原田節雄：『世界市場を制覇する国際標準化戦略』 p286，東京電機大学出版局(2008).
- [4] 秋池 篤：「A-U モデルの誕生と変遷*—経営学輪講 Abernathy and Utterback(1978)—」，赤門マネジメント・レビュー 11 巻 10 号(2012).
- [5] 吉田邦夫，山本秀男：『実践プログラムマネジメント』，日刊工業新聞社(2014).
- [6] Simon, H. A.: The Science of the Artificial. Third ed., Cambridge, MA: MIT Press (1996).
- [7] Don E. Schullz, Stanley I. Tannenbaum, Robert F. Lauterborn “Integrated Marketing Communications”, *NTC Business Books*, a division of NTC Publishing Group(1993).
- [8] マルコ・イアンシティ，ロイ・レビーン：『キーストーン戦略 —イノベーションを持続させるビジネス・エコシステム』，翔泳社，杉本幸太郎訳（2007）.
- [9] 下田篤、久保裕史、五百井俊宏：「スキームモデルに基づく研究開発プロセスの分析手法 マーケット・プルとシーズプッシュに着目した研究開発プロセスの業種別分析」，*Journal of the International Association of Project & Program Management*, Vol.9, No.1, pp.67-81, 国際 P2M 学会(2014)..
- [10] 「スティーブン・G・ブランク，渡邊 哲，堤 孝志 (翻訳)：『アントレプレナーの教科書』，翔泳社(2009).
- [11] エリック・リース：『リーン・スタートアップ』，日経 BP 社(2012).
- [12] フィリップ・コトラー：『コトラーの戦略的マーケティング—いかに市場を創造し、攻略し、支配するか』，ダイヤモンド社（2000）.
- [13] 青島矢一，加藤俊彦：『競争戦略論』，東洋経済新聞社(2012).
- [14] マイケル・E・ポーター.:『競争優位の戦略』，ダイヤモンド社(1985).

- [15] Burgelman, R. A., Sayles, L. R.: “Inside Corporate Innovation”, *Free Press* (1986), 小林肇監訳, 海老沢栄一, 小山和伸訳, 『企業内イノベーション』, ソーテック社 (1987).
- [16] Barney, J. B.: “Is Sustained Competitive Advantage Still Possible in the New Economy? Yes.”, *Diamond Harvard Business Review [Japan]*, pp. 78-87 (May, 2001), 岡田正大監訳, 久保恵美子訳 『リソース・ベースト・ビュー』, ダイヤモンド・ハーバードビジネスレビュー, pp.78-87(2001).
- [17] Freeman, R. E.: “Strategic Management: A Stakeholder Approach”, *Pitman*(1984).
- [18] 山倉健嗣: 『組織間関係』, 有斐閣(1993).
- [19] 山本秀男: 「プログラムマネジメントの概要」, P2M マガジン創刊号 No.1 p.3(2016).
- [20] ロバート S. キャプラン, デビッド P. ノートン: 『バランスト・スコアカードによる戦略実行のプレミアム—競争優位のための戦略と業務活動とのリンケージ』, 東洋経済新報社(2009).
- [21] Robert Boyden Lamb: “Competitive strategic management”, *Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall*(1984).
- [22] 山崎信雄: 「リチウムイオン電池産業における経営戦略の研究」, 千葉工業大学博士学位論文(2015).

第3章 事例研究に用いる事業と キーストーン戦略

第3章：事例研究に用いる事業とキーストーン戦略

本章では、太陽光発電事業ならび電子機器システム事業それぞれの動向をまとめ、両事業の比較軸を設け比較を行う。また、太陽光発電事業の課題と対策検討に最重要と思われる事項に焦点を当てた類似点抽出を行う。キーストーン戦略構築フレームワークの有効性の検証には実際事業である電子機器システム事業と太陽光発電事業を用いる。また妥当性の確認には太陽光発電事業を用いるため、その事業課題を分析し、課題への対策アプローチを考察軸とすることを述べる。

3-1 太陽光発電事業と関係する事業について

キーストーン戦略構築フレームワークの研究の実際事業での対象として太陽光発電事業を取り上げるが、ここで太陽光発電事業に関連する EMS (Energy Management System) や、関係する他の事業について位置関係を整理しておく。太陽光発電事業は、図 3-1 に示すように、自然エネルギー事業の一分野である。自然エネルギー事業には、太陽光発電以外にもバイオマスや風力、歴史の長い水力発電も含まれる。また、プラットフォーム戦略の研究のためには、太陽光発電など天候に左右されやすい自然エネルギーを有効に制御する EMS を含めて研究する必要がある。この太陽光発電事業には、太陽電池モジュール製造事業、PCS(Power Conditioning System)など太陽光発電所で使用される装置の事業、太陽光発電所の設計・施工を進める EPC(Engineering, Procurement and Construction)事業、発電所の運転と管理を進める O&M(Operation & Maintenance)事業、純粋な発電事業 IPP(Independent Power Producer)、電力自由化に伴い萌芽してきた PPS(Power Producer and Supplier)事業、ネガワッ

範囲	たとえ(宇宙)	産業or事業者	戦略事例	企業例
大	宇宙全体	電力関連産業	電力関連産業戦略	発電(原発,水力,火力,風力,太陽光,バイオマス等), 送配電, 物流, xEMS, 通信, 保守, 保険, etc
中	銀河系	太陽光発電関連産業or事業者	太陽光発電関連産業戦略	太陽光発電事業, PVモジュールメーカー(パナ, トリナー等), 太陽光発電関連製造業(原料, 部材, セル, モジュール, パワコン, メタ等), 架台, 施工, 保険, ファイナンス, 等
小	太陽系	太陽光発電事業者と関連事業者	太陽光発電関連産業生態系(ビジネスエコシステム)	太陽光発電事業者, O&M事業者, EPC企業/施工業者, EMS事業者, アセットマネージャー
	太陽	太陽光発電事業者	キーストーン	ネクストエナジー社, Loop社ほか
	惑星	O&M事業者, 施工業者	ニッチ・プレーヤー	監視事業(製品/オペレーション), 草刈り業者, パネル洗浄業者, 低圧発電所施工業者, etc

PV: Photovoltaic
 EPC: Engineering, Procurement and Construction
 O&M: Operation & Maintenance
 EMS: Energy Management System
 xEMS : HEMS, BEMS, CEMS

図 3-1 本研究で対象とする太陽光発電事業と関連事業

ト取引[1]などサービスを主体とした VPP（仮想発電所：Virtual Power Producer）などを包含する。また、最近では、太陽光発電所の効率的な運用を資産管理の観点でサービスを進める AM(Asset Management)事業も重要性が増している。本研究では、これらをビジネスのプラットフォームとして包括的に扱うことを大枠としながら、個別には、太陽電池モジュール、O&M、EMSなどを掘り下げながら研究を進める。太陽光発電事業者には多くの事業形態がある。EPCもしくはO&Mのみの場合もあれば、PCSなどの装置事業者がO&M事業も持つ場合もある。太陽光発電事業におけるプラットフォーム事業の含意は、これら個別の事業要素の連結もしくは単独などである。このことから、どの事業が研究対象かに関してさらに掘り下げて定義するのではなく、顧客価値を向上させる鍵概念に焦点をあてることで、太陽光発電事業のプラットフォーム戦略を考察しながらキーストーン戦略の研究を進めていくことにする。

昨今では、プラットフォームは、ほとんどの場合は大企業によって構築されているが、本研究では、企業規模に関係なく推進できる戦略として研究を進めたいと考えている。テーマとしては「太陽光発電事業」を掘り下げていくが、プラットフォームを形成してきた歴史をもつ電子機器システム事業を比較対象とした研究を行う。

3-2 比較軸について

太陽光発電事業と電子機器システム事業を比較するにあたり比較軸を明確にする。本研究では、顧客価値を高めるための競争力を構成概念においているため、顧客意思や国策などを代表する「市場」、事業を成立させる「ビジネス」、顧客に価値を届ける「商品（製品）」、ならびに、その商品を構成する「技術」を比較軸におく。コトラーは著書[2]の中でPEST分析を提唱し、市場参入のための分析軸として定着させている。PESTはPolitics, Economy, Society, Technologyから成り立っている。Politics, Economy, Societyは、比較軸を定義した「市場」や「ビジネス」の環境要因としてとらえることができる。また、Technologyは「技術」そのものであり、技術によって成り立つ「商品」に属すると考えることもできる。経営戦略論では3C/4C/5C分析[3]、5Forces[4]など、主に外部環境要因に関する分析手法が提唱されており、本章で提起する比較軸では、外部環境要因は「市場」で定義することにする。3C/4C分析には自社分析も含まれるが、比較の中での簡便化のため「商品」や「技術」で代表させる。したがって、定義した比較軸は、本研究の目的のための類似点抽出においてMECE(Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive)と考えることができる。また、コトラーらは、その著書「マーケティング原理」[5]の中で、製品（商品）の構成の概念として、製品（商品）は、「中核」「実体」「付随機能」3つのレベルから成る、と提唱した。「コトラーの3層モデル」と呼ばれる。「製品（商品）の中核」は、顧客が実質的に購入している基本的かつ中核的なベネフィットを指す。「製品（商品）の実体」は、実際に顧客が入手する製品（商品）を特徴づけている要素であり「機能」「品質」「スタイル」「ブランド」「パッケージ」などと定義されている。「製品（商品）の付随機能」は、製品（商品）の中核を提供するこ

表 3-1 両事業の代表的な製品構成

	太陽光発電事業	電子機器システム事業
システム・機器	太陽光発電所	電子機器
部品・部材	太陽光モジュール	半導体製品 (システムLSI)
プラットフォーム	EMS	CPU・OS

とにおいて直接的な影響はないが、その存在によって顧客にとっての価値が高まる要素を指す。「配達」「据え付け」「アフターサービス」「品質保証」「信用供与(クレジット)」などが該当する。コトラーが提唱する製品(商品)の構成要素は、「核」を中心とし、その外側に「実体」、さらにその外側に「付随機能」が覆うという構図で示されている。比較軸における「商品」を論じる場合、コトラーの3層モデルに従い、属性を明確にしながら論じる。

本章では、コトラーが概念化した「製品」を、顧客へ価値を届けるものとして捉え、両事業の代表する「製品」を定義して比較を行う。太陽光発電事業においては、太陽光発電所をシステムとしての「製品」、太陽電池モジュールをそのシステムを支える「製品」として捉える。電子機器システム事業においては、電子機器をシステムとしてとらえ、半導体など電子部品をそのシステムを支える「製品」として捉える。また、本研究ではキーストーン戦略の研究のために「プラットフォーム」を扱うため、両事業ともに、システムと部材を結ぶIT制御などを包含したプラットフォームをも「製品」として捉える。太陽光発電事業においては、IT制御によるエネルギーマネジメントをEMSと代表的に呼ぶが、プラットフォームは太陽光発電所や太陽電池モジュールなどシステム・機器、部品・部材すべてを包含してプラットフォームと考える。電子機器システム事業においては、第1章で述べたように、インテルCPUやWindowsなどのOSを代表的にプラットフォームと呼ぶが、接続されているシステム全体、部品・部材をも含んでプラットフォームは形成される。本研究における両事業の代表的な製品構成の対象を表3-1示す。

3-3 太陽光発電事業の市場と業界動向

市場・ビジネス

太陽光発電はじめ再生エネルギー普及への希求は、21世紀に入ってさらに顕在化してきている。地球温暖化問題においてはCO2排出量削減の国際会議が開催され、国境を越えて議論が過熱している。また、2011年3月11日の東北大地震を契機に原子力発電の在り方に疑問が呈され、代替エネルギー普及のための国策が打ち出されている。その中で、太陽光発電のみならず、風力、バイオマス、地熱などのエネルギーの普及方法の議論がなされてきた。日本では、2030年に向かってエネルギーミックスの方針[6]が打ち出されるとともに、海外では中国、アメリカ、ドイツ、イタリア、などを中心に普及が拡大してきた。図3-2は年間

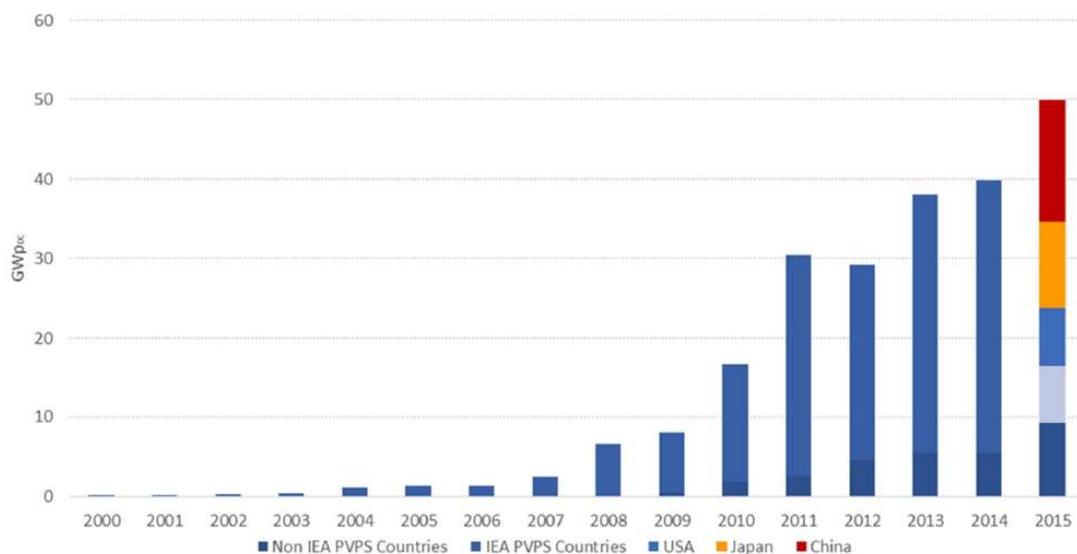


図 3-2 太陽光発電システム年間導入量の推移(2010~2015年)(単位 GWp (DC))

出典：IEA PVPS 2015 Snapshot of Global PV Markets

の導入量の推移を示す。中国 15.2GWp(ギガ・ワット・ピーク：ギガは 10 億)，日本 10.8GWp，アメリカ 7.3GWp に続き， PVPS Countries が続く [7][注 1]。また，累積導入量は約 230GWp に上るとされる (図 3-3)。アジアでは日本・中国，アメリカや欧州ではドイツ・イタリアの累積導入量が多い。今後は，中央，地方両政府による FIT の本格化に加え，RPO(Renewable Purchase Obligation)による罰則制度でインドも本格化していくとされる。インドでは，需給バランスの問題に加え，無電化地域への対応としても検討が進められてきた。

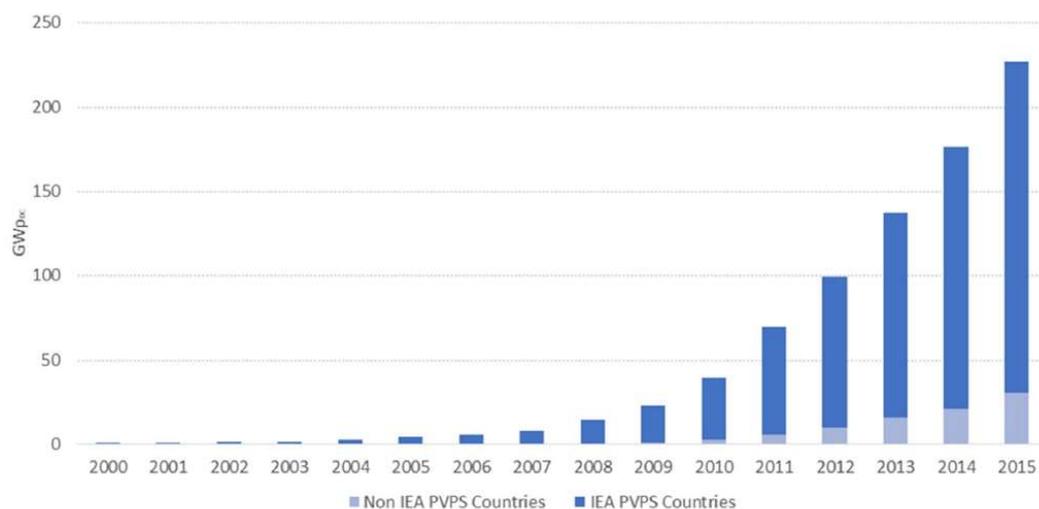


図 3-3 太陽光発電システム累積導入量の推移(単位 GWp (DC))

出典：IEA PVPS 2015 Snapshot of Global PV Markets

経済産業省資源エネルギー庁が平成 25 年にまとめた「太陽光発電システム等の普及動向に関する調査」[8]には、世界各国の導入量と今後の見通し、普及方策について網羅的にまとめられている。同調査やその後の経済産業省資源エネルギー庁発表によるもの、ならびに 2016 年アセットマネジメントノースアメリカでの動向などから、各国の普及政策について概観する。欧州連合においては、普及政策の基本は、FIT、補助金、税額控除の順に方策数が多くなっている。一方で、FP7 (Framework Program : 第 7 次フレームワークプログラム) による研究助成やインテリジェント・エナジー・ヨーロッパ、欧州太陽エネルギー産業イニシアチブ (SEI) など、グリッドパリティ突破[注 2]までの買取り価格への補助 (FIT) や地域での助成金のみならず、電力や地域産業、研究開発まで包括的な政策がパッケージ化されている。同調査では、日本については規制改革を中心にまとめられている。日本では、それまでの助成金制度のみから 2012 年にスタートした固定価格買取制度 FIT(Feed-in Tariff)で、市場を急速に伸長させることができた。大型風力発電やバイオマス発電に比べ、太陽光発電は設備にスケラビリティがあることや、風力発電のような低周波騒音を発生させないため、家庭の屋根置き市場も伸長させることができた。しかしながら、FIT は電力料金に分配されて需要家の負担となるため、今後は、FIT 価格は漸次減少の方向である。2016 年からは新 FIT 制度(改正 FIT 法)も打ち出されている[9]。また、研究助成の観点では NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization : 新エネルギー・産業技術総合開発機構) の取り組みや、産総研 (国立研究開発法人産業技術総合研究所) による太陽電池モジュールの要素開発などがある。アメリカでは、オバマ大統領が 2009 年の就任時、「グリーン・ニューディール政策」を掲げ、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの利用促進や環境関連技術への投資を景気回復、雇用創出の柱の一つとして位置づけていた。連邦政府の投資税額控除 (ITC: Investment Tax Credit) ならびに、米国再生・再投資法 (ARRA : American Recovery and Reinvestment Act of 2009) の債務保証制度やネットメータリング (余剰電力買取制度)、再生可能エネルギー利用基準制度 (RPS: Renewable Portfolio Standard) などがある。FIT については、一部の州では導入されている。また、技術政策では、米国エネルギー省 (DOE : Department of Energy) の SunShot 計画は、2020 年 1\$/W の建設費用を目標にしており[注 3]、政策として打ち出しているところが特徴のひとつであると思われる。また、DOE が、「太陽エネルギー技術プログラム」の下で国立研究所、大学、民間企業と提携して、研究開発 (R&D) 活動及び市場転換活動に資金を融資して太陽光発電技術を推進している。また、中国でも FIT を中心に補助金や自治体でのプログラム化などで推進している。

市場動向の詳細化には、FIT や助成金、優遇税制などの政策のみならず、地域経済や日射環境を加味した地域の政策、さらには投資環境などのビジネス要素も分析する必要があると思われる。地域に関しては、太陽光発電事業の全体像の施工を主体とする事業者にとっては、地域の政策などに関わる能力が求められる。今後、地域活性化プログラムとの連携性も問われ、いわゆるカスタマイズの能力が問われていくように思われる。ドイツ・シュタットベルゲの取組み[10]はじめ、これらの先進国の政策や技術動向からは大いに学ぶ点がある。

日本でも、経済産業省資源エネルギー庁からは「市場原理の導入」「地域活性化事業との連携」などが謳われてきている[9]。投資環境に関しては、財務省や金融庁の後押しもあり、東京証券市場によるインフラファンド市場の開設が2015年4月になされた[11]。これに伴い、太陽発電事業にも新たなビジネスドライバーとしてインフラファンドの議論が活性化されている。タカラレーベンが2016年最初の上場企業となった。インフラファンドの意義は、小口投資家の投資を集めやすくしたことである。このことで、一般市民でも気軽に発電所への投資が可能となる。以前は、発電所のオーナーや売電事業を進めたい事業者による投資が中心であった。すなわち、FITによる利回りが少なくなったことによって下がる投資家のモチベーションであるが、投資家を事業レベルから個人レベルまでにシフトさせることで、投資環境を整備していくことになる。投資利回りは、一般株式とも比較されることになるが、一般株式に比べて価値が元本割れになるリスクが少ないと考えられている。一般株式では、企業の業績からの配当と、売買の人気のキャピタルゲインを得ることは可能であるが、元本割れのリスクがある。インフラファンドの場合は堅調な利回りを望む投資家向けとなる。インフラ投資の利回りに関しては、発電量の実績と関連して複雑な会計式が求められるとともに、投資家の呼び込みと分配金を安定化させるなどリスクヘッジなどのために発電量予測に関する技術へのニーズが高まると予測されている[12]。以上の国策面を中心とした国・地域別の動向をポートフォリオにまとめると図3-4のようになる。欧州は、産業政策と研究助成など将来を見据えた市場原理誘導、アメリカはITCなど優遇税制はみられるものの

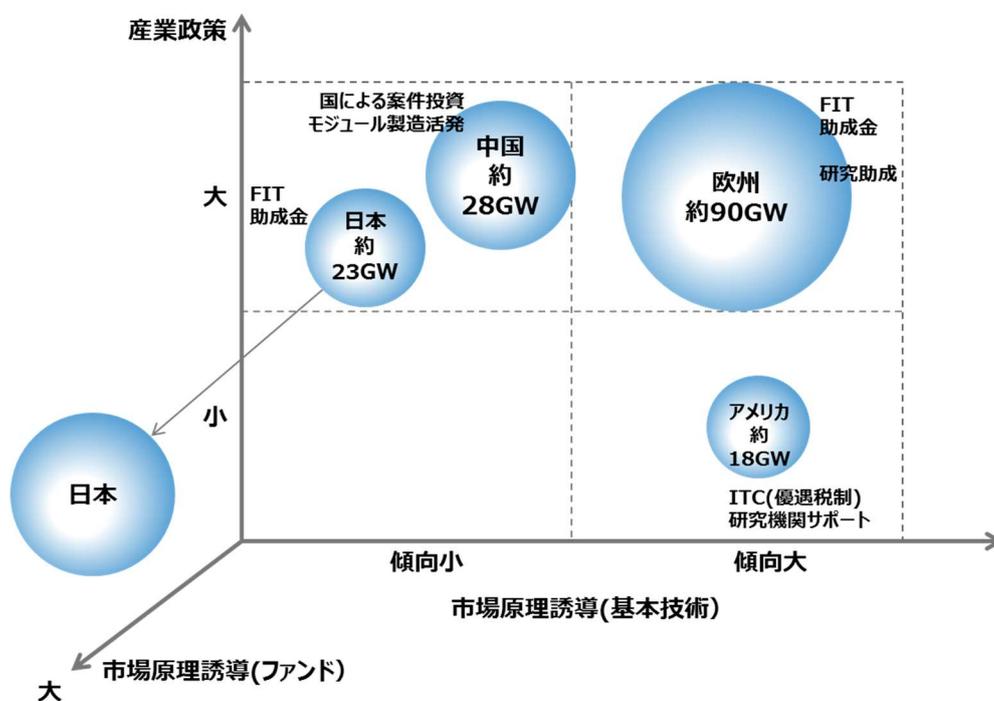


図 3-4 国策動向ポートフォリオ

DOE を中心とした技術開発による市場原理誘導が多いと思われる。日本は、FIT による産業政策の実行が後発であったものの急激に伸ばしており、経済産業省を中心とする国の政策としては、インフラファンド開設による、個人投資家含む投資喚起誘導にシフトしていることが特徴としてあげられる。研究開発では産総研中心に国策として進めている基幹技術もあるが、大企業による研究開発投資に偏る傾向があると思われる。このことは、小川[13]のいう、日本におけるリニアモデルの欠如とも関係している。中国は、液晶などで培った製造技術でモジュール生産の観点では市場原理誘導的であるが、発電所事業の案件開発は国主導と思われる。世界各国・地域の産業政策などを概観すると特徴的なことは、欧米には、研究開発から地域政策、国家政策まで、バランスをとった政策が観察できることである。産業政策の時代から市場原理での競争の時代へ変遷することを展望していたと感じられる。

今後、日本の人口は漸減方向であり、エネルギー消費にも影響があると言われているが、省エネ、CO₂削減、輸入に頼らないエネルギーの確保、クリーンで安全なエネルギー確保などにまい進することはますます重要になる。一方で産業界は、FIT などの国策に安座を続けることなく、自立電源として市場原理で普及を拡大させる堅実な技術革新とビジネスモデルを打ち出していくことが必要と考えられる。図 3-5 は、太陽光発電事業の主な組成を示す。下から、太陽電池モジュール製造事業、発電所建設 (EPC) とメンテナンス事業 (O&M 事業)、左へ EMS を示す。太陽電池モジュールは、主に結晶系、化合物系、薄膜系と分類できるが、結晶系と化合物系に関しては、製造は、素材にはシリコンや化学組成物が使われる等、主に半導体と同様のプロセスで成り立っている。太陽電池モジュール製造に関する世界

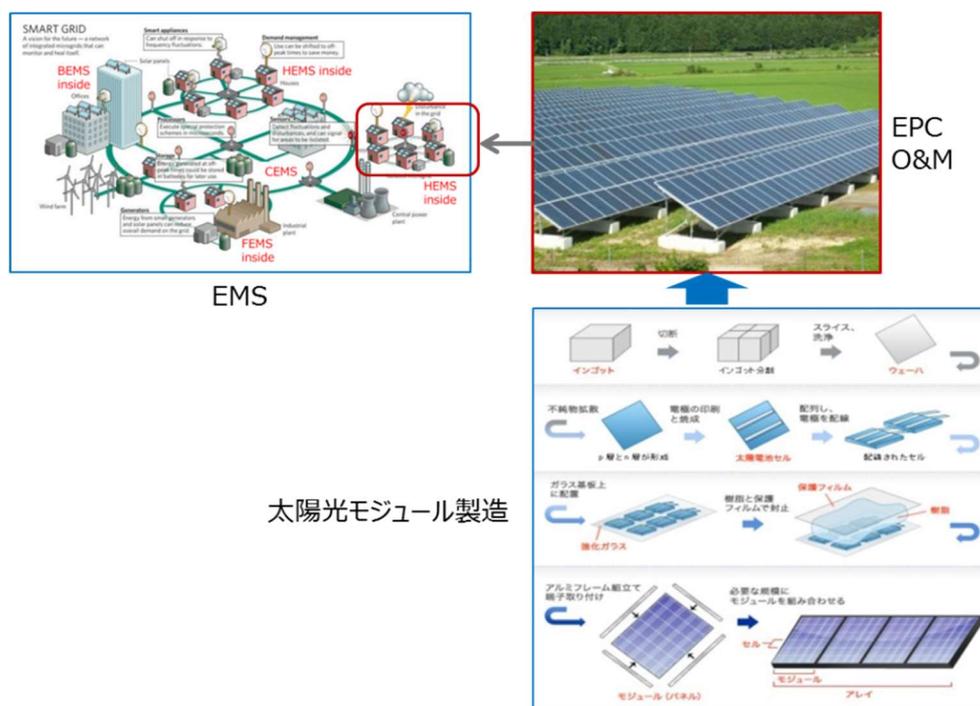


図 3-5 太陽光発電事業の主な組成

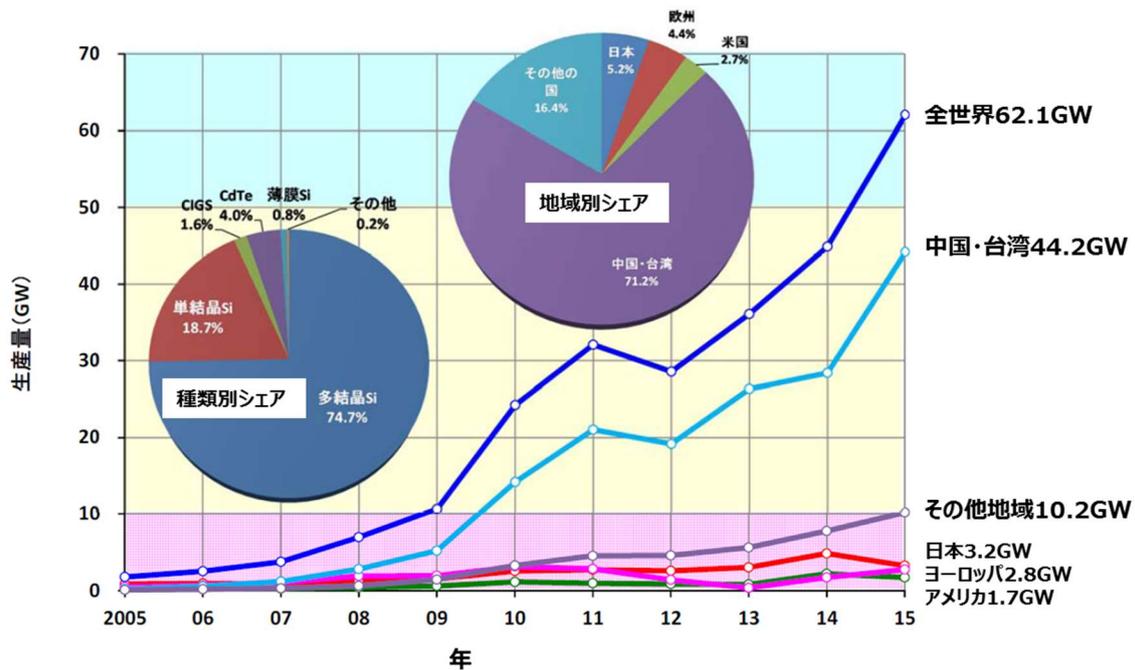


図 3-6 太陽電池モジュールの生産状況

出典：(株)資源総合システム

シェアであるが、図 3-6 に示すように、中国・台湾が世界の 70%以上を占めていることがわかる。このことに関連して、小川[14]は、半導体産業の歴史と対比し、太陽光発電事業も 2006 年ごろから、モジュール製造から発電所までの垂直統合が分裂しオープン化が加速したとしている。ドイツ Q-Cells 社は、オープンイノベーションで研究開発加速し、最初から水平分業で市場を拡大したとしている。また、水平分業化がますます拡大し、垂直統合 DNA をもつ日本企業は、技術革新のみに頼り、ビジネスモデルの革新が手薄となっていくと論じられている。また、このような経営環境では、「部品・部材を中核にしたオープン環境における局所統合型モデルとしてのアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成が最も有望である。」と論じた。太陽電池モジュールの中国・台湾のシェアが 70%を超え、累積ではあるが中国の導入シェアが 10%強であることを考えると、小川が言うように、これまで加速的に水平分業化が進んできたと言える。

商品・技術

図 3-5 に示す、主な組成のうち、太陽電池モジュールと O&M, EMS について説明する。太陽電池モジュールと、構成する太陽電池セル、太陽電池モジュールの集合体であるアレイは、それぞれ、図 3-7 の関係で表される。太陽電池セルそのものは、工程条件は異なっても半導体製造プロセスと同様である。太陽電池モジュールはセルの集合体であり、封止材やガラス板、フレーム材で組成される。太陽電池モジュールは施工現場へ搬送され、現場で組み

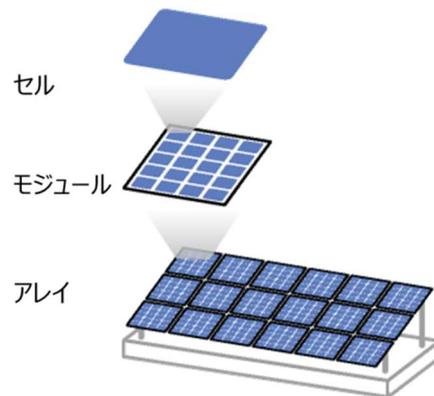


図 3-7 太陽電池セル，太陽電池モジュール，アレイの関係

立てられた複数の太陽電池モジュールはアレイと呼ばれる。一般市民が目にする，屋根置き
の設備や，野立ての太陽光アレイなどを総称して太陽光発電所と呼ぶ。太陽電池モジュール
の構成要素である太陽電池セルは，各国の研究機関で，エネルギー変換向上のための競争を
中心に，太陽光発電所のコスト低減と信頼性向上にも取り組まれている。代表的なトレンド
は，NREL(National Renewable Energy Laboratory)[15]のホームページで見ることができる。そ
の中では，通常の結晶系，化合物系，薄膜系の効率向上に加え，ペロブスカイト，量子ドッ
トなどの将来技術が，各国で研究されていることがわかる。

O&M については，地方の施工業者や大中小の企業の技術者も含め，より正確で確実な運
転とスピーディなメンテナンスの開発，訓練，日常業務を推進している。ドローンもしくは
アメリカではヘリコプターが使われるが，搭載された赤外線カメラによる点検から埃の除
去に至るまで様々なメンテナンスが行われている。世界を俯瞰すると，ヘリオティクス社や
Draker 社など高度なメンテナンスサービスを展開しているところもあり，日本でも今後メ
ンテナンスの高度化が進むと言われている。経済産業省は，今後，改正 FIT 法施行後は，太
陽光発電所メンテナンスの強化を図るとアナウンスしている[9]。自立電源としての発電量
の安定化が目的である。一方で，太陽光発電所のシステムとしての安全性に関する課題が明
らかになっている。2015 年 6 月，伊勢崎市におけるダウンバーストによる破壊，2015 年 9
月，茨城県常総市における洪水による堤防決壊での破壊は記憶に新しい。アメリカでは一般
民家での火災も報告されている。太陽光発電システムの安全性に関しては，施工に関する
JIS 規格の順守や JET 電気安全規格の順守で担保されていると考えられている。しかしなが
ら，災害に対する安全性やシステムとしての信頼性が十分確保されていない現実が明らか
になってきた。国や業界の努力により，様々な規格が整備されてきたが，上述のように，太
陽光発電システムの信頼性や安全性に関して今後も一層の議論が望まれている。

EMS に関しては第 5 章で詳述するが，省エネの訴求やネガワット取引の安定化とともに，
系統連系の安定化のために重要な技術となっている。IBM 社はネガワット取引で取り扱う

電力をもとに、スマートシティ向けを中心に仮想発電所と定義してサービスを展開している。

商品や技術を検討する上では、ニーズ・プルとシーズ・プッシュの両極で考えることが重要である。太陽光発電事業において、低価格かつ高品質のエネルギー供給技術で人々に貢献する、はシーズ・プッシュの視点であり、農業や環境事業におけるエネルギー効率化ニーズを掴み、エネルギー事業との融合で付加価値化を検討することが、ニーズ・プルの視点と考えることができる。TPP(Trans-Pacific Strategic Economic Partnership Agreement：環太平洋戦略的経済連携協定)の発効後は農業の営利観点での国際競争力向上が要請され、営農地での太陽光発電（ソーラーシェアリング）や、農業がIT化により6次産業化する中、再生エネルギー活用による経営効率向上ニーズの増大が予見されている。また電力小売り自由化とともに送電網事情による課題も次第に明確になり、地方創生のための再生エネルギー事業を助成する方向性も閣議決定されている[16]。2016年4月からは電力小売りの完全自由化が始まった。このことは、電力事業者の自由競争による、既存電力会社含めたコストダウンの取組みを加速する意図がある。また2020年には発送電の経営上の分離が本格的に開始され、電力託送における不公平が発生しないよう施策が打たれる。これらのことで、電力事業者間の競争を促し、サービス付加などで顧客価値を増進させる効果が期待されている。

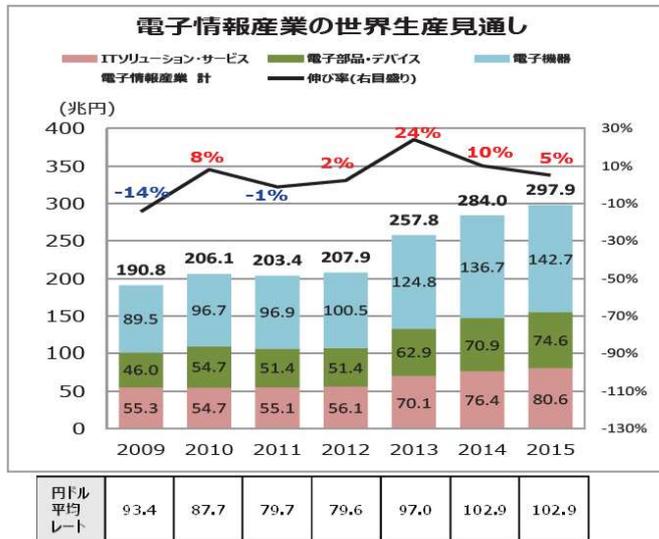
3-4 電子機器システム事業の概要と市場動向

市場・ビジネス

図3-8は電子機器システム事業の代表的な例で主な組成を示す。下から、半導体製品として代表的な例でシステムLSI(Large Scale Integrated circuit)、上方に、半導体製品が載せられる電子基板(技術ボードとも呼ばれる)、DVDなどの電子機器を示す。電子機器システム事業という呼び方であるが、本研究では、電子機器や半導体などの電子部品などの総称として用いる。一般社団法人電子情報技術産業協会(JEITA)の統計資料[17]によれば、図3-9で「電



図 3-8 電子機器システム事業の主な組成



2015年世界生産伸び率

(JEITA推計)

世界生産伸び率	2015年
電子情報産業 計	5%
電子工業(ハードウェア) 計	5%
電子機器 計	4%
AV機器	3%
通信機器	6%
コンピュータ情報端末	3%
その他の電子機器	6%
電子部品・デバイス 計	5%
電子部品	4%
ディスプレイデバイス	10%
半導体	3%
ITソリューションサービス 計	6%
SI開発	5%
アウトソーシング・その他	4%
ソフトウェア	7%

※2014年12月発表時点の見通し

図 3-9 電子情報産業の世界生産見通しと 2015 年世界生産伸び率
(出典：一般社団法人電子情報技術産業協会(JEITA))

子情報産業」と表記されているが、このうち本研究で対象とするのは「電子工業」に該当する。同産業の IT ソリューションサービスは、インフラやビルなどを対象とした比較的に規模の大きなシステムでのソフトウェアやシステムインテグレーションサービスを指すと思われる。「電子工業」とは顧客プロフィールが異なるものと考えられる。したがって、本研究の電子機器システム事業の範疇に含めることはふさわしくないと思われる。太陽光発電事業との比較のために定義している電子機器システム事業のなかで主に論じるのは、「電子工業」に分類される「電子機器」と、電子部品・デバイスの中の「半導体」である。課題抽出という観点で類似性に着目するためである。

図 3-9 に示すように、電子情報産業は、買い替え需要や、新興国での市場の伸びなどもあるため伸長はしていくとは考えられるが、長年の歴史からみれば、ほぼ成熟産業化していると考えられる。成熟産業化の背景には、顧客価値の飽和と品質の安定などによるコモディティ化がある。また、アップル社の iTunes のようなサービスモデル連携も、成長エンジンとしては踊り場を迎えていると思われる。iTunes は、エンドユーザーにおけるライフスタイルのひとつである音楽聴取の利便性を高めた点で、性能・機能や商品デザインなどの本来の商品力に生活デザインを付加した点で、大きなインパクトがあった。また、GoPro 社のデジタルカメラは、大手メーカーのプロダクトアウト的な発想を超え、「どう使うか」に焦点を当てて開発され、市場にインパクトを与えた。今後 IoT (Internet of Things) による新たな付加価値化は期待できるが、市場は、生活デザインを変えるインパクトを期待していると思われる。そのため、ビジネスの手法としては、商品企画の役割が増してきている。商品企画の段階で、「新たな使われ方」に加え、自らの発想を超えるための「サービスモデル」との融合が模索されている。

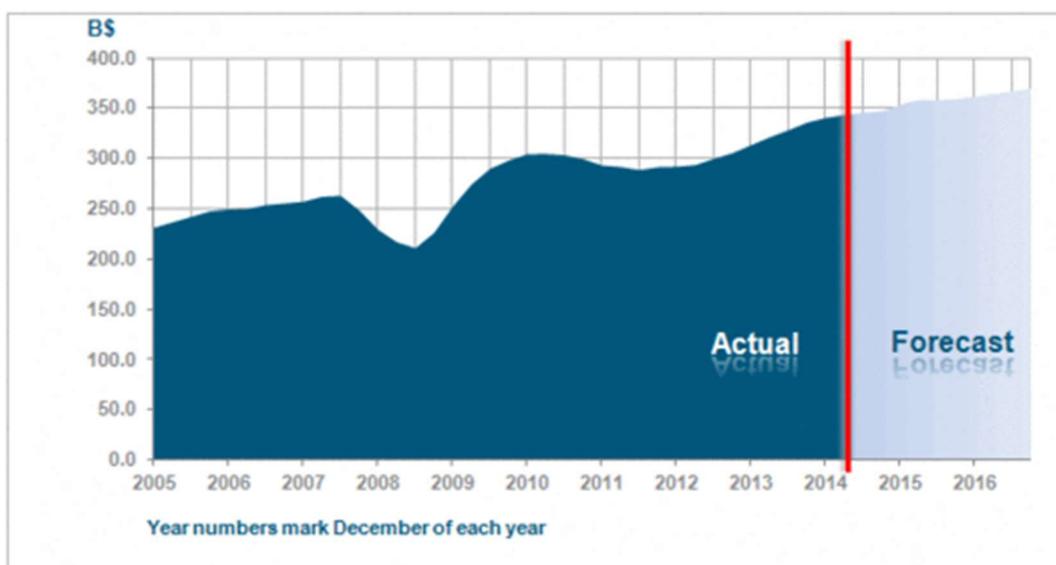


図 3-10 世界半導体市場(出典：WSTS)

半導体の市場であるが、図 3-10 は、世界半導体市場の統計を示す。年間 30 兆円から 35 兆円に達する市場規模となっており、今後も堅調な推移が見込まれている。また、図 3-は半導体メーカー別年代別のランキングを示す。上段は日本企業にハイライトし、下段は、欧米を中心とする独立系半導体企業にハイライトしている。日本企業がランク外になり欧米の独立系半導体企業がランク内に増加しているようすがみとれる。電子機器システム事業が堅調に推移しても、日本の半導体のシェア低下傾向は明確で、このことが、本研究の競争

日系企業にハイライト

順位	1981	1986	1992	1995	2000	2005	2010	2014
1	TI	NEC	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル
2	モトローラ	東芝	NEC	NEC	東芝	サムソン	サムソン	サムソン
3	NEC	日立	東芝	東芝	NEC	TI	東芝	クアルコム
4	フィリップス	モトローラ	モトローラ	日立	サムスン	東芝	TI	マイクロン
5	日立	TI	日立	モトローラ	TI	STマイクロ	ルネサス	SK/ハイニックス
6	東芝	NS	TI	サムスン	STマイクロ	ルネサス	ハイニックス	TI
7	NS	富士通	富士通	TI	モトローラ	インフィニオン	STマイクロ	東芝
8	インテル	フィリップス	三菱	富士通	日立	フィリップス	マイクロン	ブロードコム
9	松下電子	松下電子	フィリップス	三菱	インフィニオン	ハイニックス	クアルコム	STマイクロ
10	フェアチャイルド	三菱	松下	現代	マイクロン	NEC	ブロードコム	メディアテック

独立系半導体企業にハイライト

順位	1981	1986	1992	1995	2000	2005	2010	2014
1	TI	NEC	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル
2	モトローラ	東芝	NEC	NEC	東芝	サムソン	サムソン	サムソン
3	NEC	日立	東芝	東芝	NEC	TI	東芝	クアルコム
4	フィリップス	モトローラ	モトローラ	日立	サムスン	東芝	TI	マイクロン
5	日立	TI	日立	モトローラ	TI	STマイクロ	ルネサス	SK/ハイニックス
6	東芝	NS	TI	サムスン	STマイクロ	ルネサス	SK/ハイニックス	TI
7	NS	富士通	富士通	TI	モトローラ	インフィニオン	STマイクロ	東芝
8	インテル	フィリップス	三菱	富士通	日立	フィリップス	マイクロン	ブロードコム
9	松下電子	松下電子	フィリップス	三菱	インフィニオン	SK/ハイニックス	クアルコム	STマイクロ
10	フェアチャイルド	三菱	松下電子	現代	マイクロン	NEC	ブロードコム	メディアテック

図 3-11 半導体メーカー別年代別ランキング、(web 掲載資料から筆者編集)

戦略として焦点を当てる動機でもある。

商品・技術

前述したように電子情報産業における商品と技術は非常に多岐に渡るため、各章で焦点をあてた論考で説明することにする。商品と技術の目的を代表して言うと、利便性と快適さの提供である。その他多くの属性があるが、利便性は性能と機能とコストならびにアフターサービスなどで決まり、快適さは性能と品質で決まると思われる。第4章の中で詳述する。図3-4のポートフォリオにおける軸を延伸し電子機器システム事業をおいてみると図3-12のようになる。電子機器システム事業の規模の大きさは巨大であるが、市場原理誘導が技術はもちろんファンド面でも企業への株式投資が黎明期からあったことが特徴である。

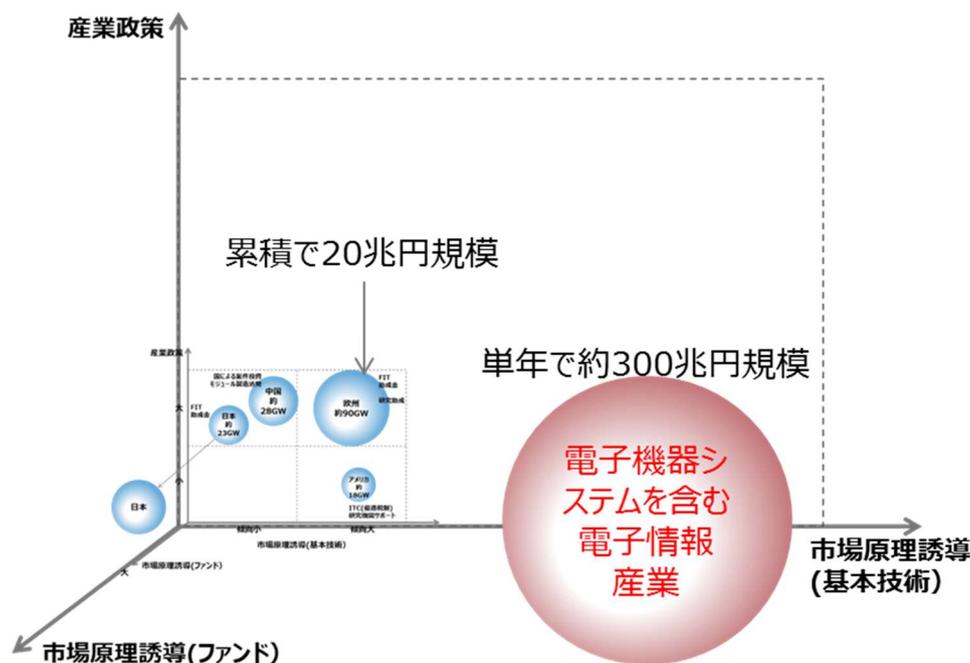


図 3-12 電子機器システム事業の位置付け

3-5 太陽光発電事業と電子機器システム事業の比較

前節までの両事業の概要説明から、比較の軸を基に表3-2に示す。これらの比較軸の中で、本研究で主に着目するのは、両事業で類似性が強く、課題研究に必要な要素であることが予測できる、商品における信頼性ならびに半導体デバイスの関与性とプラットフォーム性の強さである。このことから、電子機器システム事業で培ってきた、性能機能品質向上への取り組みとプラットフォーム性による技術イノベーションパターンとビジネス戦略、などに焦点をあて、以降議論を進めていく。

表 3-2 両事業の比較

		本研究対象の事例 太陽光発電事業	比較対象事業 電子機器システム事業
市場		伸長中	堅調
ビジネス	産業政策	依然サポート大も市場原理へ移行中	ほぼ無し
	投資環境整備	整備中	個人消費頼み
	サービスモデル連携	スタート	強い
	サプライチェーン	当初からグローバル	地域集中後グローバルヘシフト
	販売	BtoB中心BtoBtoC(住宅向け)	BtoBtoC
商品	コトラー3層モデルでの優先順位	「中核」>「実体」>「付随機能」	「付随機能」>「実体」>「中核」
	信頼性	長期信頼性不十分	高品質
技術	半導体デバイスからシステムまでのハードウェア連結性	強い	強い
	ソフトウェアによるIT制御性	強い	強い
プラットフォーム性 (技術要素, ビジネス要素連結必要性)		大	大

3-6 太陽光発電事業の事業課題と先行研究レビュー

3-6-1 事業課題

太陽光発電事業の事業課題については、経済産業省による講演[注 4]や業界での議論などから優先順位を勘案し、図 3-13 のように分析してきており、下記のように整理できる。

- 1) (信頼性向上) 太陽光発電事業が産業政策による助成から市場原理へシフトしていく中、信頼性課題などは山積している。
- 2) (市場原理での競争力強化) 電子機器システム事業に続き太陽光発電事業も日本の国際競争力は低下、また、将来に向かって競争力は不透明である。さらには、電子機器システム事業は、システムのプラットフォーム化で顧客価値の向上と競争戦略での活用を図ってきている。
- 3) (ファイナンススキーム再構築) 産業政策による振興から民間資金活用のしくみを再構築する必要がある。
- 4) (社会システム事業との融合) 過去に学び未来に活かす戦略研究は不確実な時代に重要。

と分析した。図 3-13 にあるように、「事業課題」から右方へ、これらに対する対策案をマッピングし、対策案に関する課題の分析を進めた。これらを基に、対策アプローチとして3点挙げ、太陽光発電事業の事業課題として研究するための軸とした。

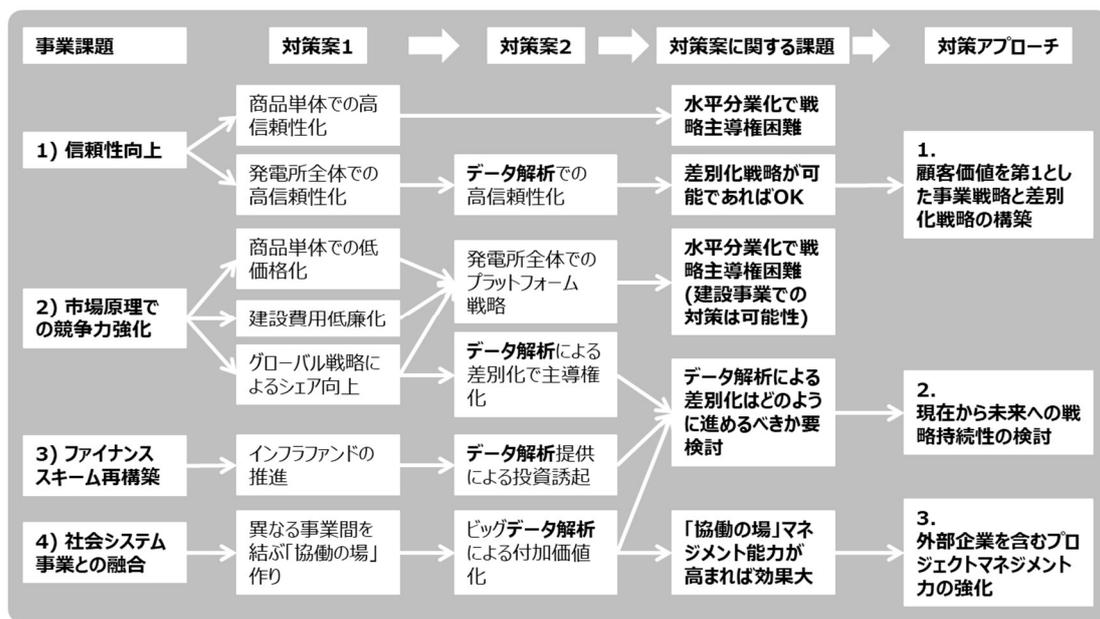


図 3-13 太陽光発電事業の事業課題と対策アプローチ

対策アプローチ

1. 顧客価値を第1とした事業戦略と差別化戦略の構築
2. 現在から未来への戦略持続性の検討
3. 外部企業を含むプロジェクトマネジメント力の強化

対策アプローチ-1については、「エコシステムの健全性」を測る3つの指標のうち主に「生産性」に関連付けた検討となる。対策アプローチ-2については、主に「堅牢性」に関連付けられる。また、対策アプローチ-3については、主に「ニッチの創出」に関連付けられるが、「生産性」「堅牢性」にも関わっている。以下、それぞれの対策アプローチに関連する先行研究レビューと先行研究の問題点分析を進める。

3-6-2 関連する先行研究レビューと問題点

対策アプローチ-1: 「顧客価値を第1とした事業戦略と差別化戦略の構築」

経営学分野で「戦略」という概念が明確に規定されたのは Chandler[18]によるものとされている。以来、経営戦略論が萌芽し、1970年代には、Ansoff[19]による拡大化・多角化に関する研究や、プロダクトポートフォリオマネジメントの手法[20][21]など「多様化した事業の調整・管理に類するもの」[22]が論じられた。1980年代に入り、競争戦略論[23]や資源ベースの戦略論[24][25][26][27][28][29][30][31]などの「分析型戦略論」が論じられるようになった。この中で「顧客価値」や「価値を生み出す資源の希少性」、「資源の模倣可能性」が論じられ、長期間の競争優位のための未来洞察力の必要性[26][28]が説かれる等、戦略にダ

イナミズムが生まれたとしている[22]。また、それまでの戦略論が分析麻痺症候群と揶揄され、学習重視の戦略論など「プロセス型戦略論」[32][33][34][35][36][37]の流れが生まれている。さらには、「経営戦略論の新たな視点」としてステークホルダー・アプローチなども提唱されている[38][39]。青島らは[40]、競争戦略論の4つのアプローチとして、ポジショニング・アプローチ、資源アプローチ、ゲーム・アプローチ、学習アプローチに分類した。ポーターの「競争戦略論」[23]は、ポジショニング・アプローチの代表である。分析型戦略論の中には、資源ベースの戦略論として「顧客価値の創造」[30][31]とあるが、戦略そのものが、軍事用語であったため、自社自組織の行動論に基点が置かれた「顧客価値の創造」と思われる。Ansoffの「戦略は組織に従う」[41]は、組織が自社内であることを考えると、必然的に自社自組織の行動論となるものと思われる。これらの先行研究は、多くの知見と経営戦略への示唆を与えるものである。しかしながら、過去から現在までの分析という視座や、競合との比較や他地域の企業との比較という産業地理学的な視座が中心である。例えば、アーキテクチャ論による産業地理学的な分析は、インテグラルが得意な日本、モジュラーで競争力をもつアジア諸国という二極論でとらえられている。新規事業を創出させることを考えた場合、このような考え方は、得意を伸ばす手法である一方、専守防衛的な経営戦略の印象を感じる。むしろ経営手法を変革させ競争していく発想が必要ではないか、と思える。また、何をどうインテグラルにするのか、あるいはモジュラーにするのか具体論に乏しい印象もある。もちろん、モノづくり過程にある製品構造の層別のアーキテクチャを考察しているため、モノづくり戦略に多くの示唆を与えてはいるが、未来に向かってどうするかの見点が不足している。さらには、モノづくりのアーキテクチャ分析は重要であるが、顧客との関係論でアーキテクチャを論じなければ、顧客価値を獲得する上では片手落ちな印象を受ける。また、過去の事業から学び、未来の事業へ生かすためには、過去の事業の成功要因と失敗要因を類型化して捉える必要があると思われる。そのことで、異業種から学び様々な事業に対応できる経営手法を提案できるのではないかと思われる。さらには、成功要因を、商品戦略論のみならず顧客との関係論に求め、より顧客価値に軸足を置いていくことが今後は重要と思われる。Lauterbornら[42]による4C(顧客価値(Customer value)顧客コスト(Customer cost)利便性(Convenience)コミュニケーション(Communication))の提唱は、顧客視点の重要性を戦略論に投げかけたものとして重要である。また最近では、戦略論というよりは戦術論であるが、「リーンスタートアップ」が提唱され[43][44]、顧客への「なぜなぜ分析的」インタビューの重要性が各企業でも認識されている。顧客価値を第1とする戦略に関しては、不確実性が増す今日、方法論としての議論の重要性が増していると考えられる。これらの先行研究の問題点に鑑み、本研究では、商品力要素のアーキテクチャ上の位置取り分析ツールを提案する。

対策アプローチ-2:「現在から未来への戦略持続性の検討」

現在から未来への戦略プロセスを獲得することは、不確実性が増す昨今、その重要性が増

していると思われる。世界の一般市場経済が停滞気味であることから、アルヴィン・ロス博士は、著書[45]の中で、マーケットデザイン的重要性を説き、その事例を説明した。同書の中で、ある金融関係者は「あなたは、市場のルールを変えようと言っているのではない、新たなルールが必要だと言っている」と評している。未来への戦略プロセスを考察するために、この市場のルールの変化を観察することは重要と思われる。仲宗根[46]は、成長企業であり続ける、「4つの革新」として「事業モデル」「社風」「幹部育成」「思考・行動」を挙げている。また「事業モデル」は「深耕」「拡大」「逆説」の3つの視点からの革新するべき、と説いている。方法論もさることながら、「社風」「幹部育成」「思考・行動」など組織や人材育成に力点がおかれている。Ansoffの「戦略は組織に従う」[41]は、優れた戦略は優れた組織により形成される、と受け止めることが可能と思われる。企業が未来に向かって戦略を練るためには、組織行動・人材がどう変革し、未来へ向かってどう考えていくかが重要と思われる。「マーケットデザイン」[45]のような具体的な方法論や、「リーンスタートアップ」[44]のような行動論は、地に足付けた戦略論・戦術論として有用である。一方で、戦後から現在までの、高度成長期と安定成長期、オイルショックや金融バブル、リーマンショックの経験から、学ぶことは多いと考えられる。これまでの時代を乗り越えた、電子機器産業や自動車産業など多くの経験が積み重なってきている中、現在から未来への戦略プロセスを獲得する手段をさらに研究を積み上げることが重要と思われる。このことで、戦略の持続性の確保につながると考えられる。このために、A-U(Abernathy and Utterback)モデルの活用を試みる。A-Uモデルは、「産業の初期には製品に関するラディカルなイノベーション（product innovation）が多く生じるが、ドミナント・デザイン（dominant design）の登場により、工程に関するイノベーション（process innovation）や、製品や工程に関するインクリメンタルなイノベーションへとシフト」[47]することを示したモデルである。このことは、イノベーションの今後の推移やビジネスの進化をA-Uモデルに当てはめて論じうる可能性を示唆するものと思われる。産業の事業の付加価値構造を分析し、各階層別にA-Uモデルを適用することを検討する。このことから、各階層の将来分析だけでなく、層間作用の検討により事業全体の将来分析の妥当性の検証を可能にすると考えられる。これらを第7章にて論考を進め、他の分析の結果と照らし合わせることで、有用性を検証する。

対策アプローチ-3：「外部企業を含むプロジェクトマネジメント力の強化」

モノづくりのみの時代からコトづくりの時代へシフトしている。とりわけ、前述の経済環境の時代変遷から、モノづくりの時代からコトづくりへ移行していると言われている背景には、日本においては、市場経済偏重から福祉重視の経済原理への変革が希求されていることがある。モノのつながりから、コトのための人のつながりにより生まれる経済活動重視への変革への希求である。従来のモノづくり視点の事業戦略分析に加え、コトづくり時代にふさわしい事業戦略の構築能力が望まれている。太陽光発電事業は今後、地方創生など社会システム事業との結合性が訴求されており、「社会をどうデザインするのか」「地方の声をどう

吸い上げていくのか」などのコトづくりを理解する能力がさらに要求されていく。このためには、異種能力をもつ組織間、企業を超えた連結、などでマネジメントできる組織と個人の能力の向上が必要と思われる。具体的には、コンセンサスを得る「協働の場」をいかにして創出するかなどの知見が必要と考えられる。この観点でのプロジェクトマネジメント力と支える組織能力を高めるための研究を進めていく必要がある。

3-7 太陽光発電事業で想定するキーストーン戦略

電子機器システム事業のなかでは、インテルやクアルコムの戦略など、選択と集中による成長戦略を見ることができる。成長戦略を推進する間、両社は M&A(Merger and Acquisition) やパートナーシップを、単純なエコシステム形成だけではなく、顧客価値を創出しながらも自社を優位に導く戦略を織り込んできた[48][49][50][51]。インテルにおいては IBM という大企業に PC 業界での戦略で打ち勝ち、クアルコムにおいては、携帯電話事業や基地局事業を捨て、規模追求ではない戦略で業界の席卷に成功した。これらの戦略を参考にし、ビジネスモデル面で途上にあると思われる太陽光発電事業でも、規模追求ではなく、サービスモデル展開によるプラットフォーム戦略は可能と思われる。しかしながら、従来の発想によるプラットフォーム戦略の有効性を確認しながらも、新たな発想での戦略が必要と思われる。プラットフォーム戦略の模倣性が高まっていると思われるからである。

プラットフォーム戦略に関しては多くの著作がある。みずほ銀行は[52]、「みずほ産業調査」の中で、米国の競争力源泉を探り、生産性の改善や、その背景にあるイノベーション、高い付加価値をもたらす数々のすぐれたビジネスプラットフォームの構築等が、時代とともに担い手を巧みに変えながらも、長年にわたり連綿と創造、発信されているという潮流に辿り着く、とした。丸川らは[53]、オープンな企業間分業の成り立ちや分業における完成品開発の実態が明確になっていないことから、中国の携帯電話産業における端末開発を事例に、プラットフォームの提供をめぐる企業間分業の実態について明らかにした。高梨、小川らは[54][55]、既存のプラットフォーム論やコンセンサス標準論に基づいて整理した要件は、「インターフェースのマネジメント」「依存性のコントロール」「インテグレーション」「コアのシェア」「ターンキーソリューションの提供」「組織」の6つであるとし、プラットフォーム提供企業は、「インターフェースのマネジメント」「依存性のコントロール」によるプラットフォームの寡占状態の創出と「インテグレーション」による価値拡大によって、インターフェースを標準化しオープンにしても、自社の利益を作り出す、としている。また、「コアのシェア」が高ければ、これらはより一層簡単になる、としている。これらのプラットフォーム戦略の知見をもとに、本研究では、太陽光発電事業におけるプラットフォーム戦略の研究を通して、発電所などのデータ蓄積を粛々と進めるプラットフォーム戦略の仮説を立てる。先行知見では、「コアのシェアが高ければ」とあるが、本研究では、他社への置き換えが困難なクローズドコアを持つことが長期的な戦略で重要であることを明らかにする。太陽光発電事業は、ビジネスモデルの形成途上にあるとともに、長期信頼性課題など品質に

関する課題が数多く存在する。この過程においては、プラットフォームとしての戦略は大きく分けて2種類あると考えられる。ひとつは、大企業による中小企業やサービスのアグリゲーションもしくはM&Aによるコングリマット化で形成するパターンである。これは、これまでの多くの産業でみられたプラットフォーム化のパターンである。いまひとつは、目にはみえにくいクローズド技術を駆使したパートナーネットワークの構築によるプラットフォーム化である。

本研究では、小川[13]の提唱した太陽光発電事業のプラットフォーム戦略も参考にしながら、今後はクラウドにサービスや商品がネットワークされた時代であることも踏まえ、「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」が、キーストーン戦略の実行基盤として有効と想定している。第1の理由は、図3-13において、データ解析に関する対策案が多くみられることである。第2の理由は、上述の先行研究におけるプラットフォーム戦略はプラットフォームによる競争優位のための戦略であり、業界の進展のためのプラットフォーム思想ではないことがあげられる。太陽光発電業界は、サプライチェーンのグローバル化、システムのIT化（デジタル化）が進み、関連プレーヤーが分散細分化している。各プレーヤーを効率的に結び付けながら、顧客価値である太陽光発電所の信頼性を向上させていくことが最大の命題と思われる。品質向上に関して顧客戦略や差別化戦略に寄与するとともに、データ蓄積の間口を広げ、データ解析技術をライセンスしていくなどで、品質向上の取り組みを目標とする企業群のエコシステム健全性にも寄与すると考えられる。したがって、本研究で想定する太陽光発電事業におけるキーストーン戦略は、第1には、信頼性向上のための「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」を戦略実行基盤として、参画者を効率的に増殖させることによりデータ蓄積を加速させ、蓄積したデータによる解析技術の向上とのシナジーを生み出すことである。第2には、エコシステム内のニッチプレーヤーなどパートナーの収益向上に取り組み、結果として自社の成長を目指すことである。

この太陽光発電事業におけるキーストーン戦略を構築するためのフレームワークとして、第2章でキーストーン戦略構築フレームワークを提案している。第4章以降でこの提案の検証と妥当性の確認を進める。

3-8 小括

太陽光発電事業と電子機器システム事業を比較するに当たり、それぞれの事業での比較対象となる「製品（商品）」を定義し、市場、ビジネス、技術などで概要を説明した。また両事業の概要や業界動向などを説明した。比較軸は、様々な視点があるものの、次章以降での分析に最も重要な「商品の信頼性」や「半導体の関与性」、「プラットフォーム性」に類似点があることから、これらに焦点をあてることを述べた。キーストーン戦略構築フレームワークの有効性を検証していくために、これらに関連付けて検討していくことを述べた。太陽光発電事業と電子機器システム事業は、以降第4章～第8章の中で、キーストーン戦略構築フレームワークの使いこなしの事例であると同時に、その有効性確認のために採り上げ

る。比較対象としては電子機器システム事業を取り上げるが、太陽光発電事業の課題への対策検討が主要な検討テーマである。提案するフレームワークの妥当性の確認には太陽光発電事業を用いるため、その事業課題を分析し、課題への対策アプローチを考察軸とすることを述べ、関連する先行研究レビューについて述べた。

注釈

- [注 1] 日本、アメリカは IEA に加盟している。
- [注 2] 太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの発電コストが、既存の電力コストと同等であるか、それよりも安価になること。
- [注 3] 日本では 2015 年現在 2.5\$/W といわれている。
- [注 4] 2016 年 6 月、産総研報告会での経済産業省松山氏による講演

参考文献

- [1] 経済産業省資源エネルギー庁ホームページ：「ネガワット取引について」
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/kihonseisaku/pdf/005_07_00.pdf
(2016/8/28 閲覧)。
- [2] フィリップ・コトラー：『コトラーの戦略的マーケティング—いかに市場を創造し、攻略し、支配するか』，ダイヤモンド社(2000)。
- [3] Don E. Schullz, Stanley I. Tannenbaum, Robert F. Lauterborn “Integrated Marketing Communications”, *NTC Business Books*, a division of NTC Publishing Group(1993)。
- [4] マイケル・E・ポーター．：『競争優位の戦略』，ダイヤモンド社(1985)。
- [5] フィリップ・コトラー，ゲイリー・アームストロング：『マーケティング原理—基礎理論から実践戦略まで』，ダイヤモンド社(2003)。
- [6] 太陽光発電協会ホームページ：JPEA PV OUTLOOK 2030 「2030 年に向けた確かな歩み」
<http://www.jpea.gr.jp/pdf/pvoutlook2015-1.pdf> (2015/10/25/閲覧)。
- [7] IEA PVPS Home Page : <http://www.ica-pvps.org/> (2016/8/13/閲覧)。
- [8] 経済産業省資源エネルギー庁：「平成 24 年度 新エネルギー等導入促進基礎調査 (太陽光発電システム等の普及動向に関する調査)」 (2013)。
- [9] 経済産業省資源エネルギー庁ホームページ：
http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/kaisei.html
(2016/8/13/閲覧)。
- [10] 松井英章：「電力自由化と地域エネルギー事業—ドイツの先行事例に学ぶ—」，JRI レビューVol.9, No.10 (2013)。
- [11] 日本取引所グループホームページ：マーケットニュース，
http://www.jpx.co.jp/news/1070/20150430-01.html__(2016/8/13/閲覧)。

- [12] 日本経済新聞インターネット記事：「インフラファンド初上場，安定利回りに期待」
<http://www.nikkei.com/article/DGXZZO03114570S6A600C1000000/>
 (2016/7/1 閲覧)
- [13] 小川絃一：「製品アーキテクチャのダイナミズムと日本型イノベーション・システム—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—」，赤門マネジメント・レビュー 8 巻 2 号(2009).
- [14] 小川絃一：「製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案—新・日本型経営としてのビジネス・モデル・イノベーション (2) —」，東京大学 COE ものづくり経営研究センター MMRC Discussion Paper No. 205(2008).
- [15] NREL Home Page : <http://www.nrel.gov/> (2015/6/1 閲覧).
- [16] 内閣府：「まち・ひと・しごと創生基本方針 2015—ローカル・アベノミクスの実現に向けて—」(2015).
- [17] 一般社団法人電子情報技術産業協会(JEITA)ホームページ：
<http://www.jeita.or.jp/japanese/> (2016/4/1 閲覧)
- [18] アルフレッド・チャンドラー：『経営戦略と組織』，実業之日本社(1967).
- [19] イゴール・アンゾフ：『企業戦略論』，広田寿亮訳産能大学出版社(1969).
- [20] ジェームズ・アベグレン：『ポートフォリオ戦略』，ボストン・コンサルティング・グループ編，プレジデント社(1977).
- [21] ブルース・ヘンダーソン：『経営戦略の核心』，土岐坤訳ダイヤモンド社(1981).
- [22] 山崎信雄：「リチウムイオン電池産業における経営戦略の研究」，千葉工業大学博士学位論文(2015).
- [23] マイケル・E・ポーター：『競争優位の戦略』，ダイヤモンド社(1985).
- [24] Penrose, E., T.: “The Theory of the Growth of the Firm”, *Oxford: Basil*(1968).
- [25] Wernerfelt, B.: “A Resourced-Based View of the Firm”, *Strategic Management Journal*, Vol.5, pp171-180(1984).
- [26] Hamel, G., Prahalad, C. K.: “Competing for The Future”, *Harvard Business Review*, July-August, pp.122-128(1994), 坂本義実訳『未来創造型企業へのイノベーション』，ダイヤモンド・ハーバードビジネス，October.-November, pp. 14-21(1994).
- [27] Grant, R.: “The Resourced-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategic Formulation”, *California Management Review*, June, pp. 114-135(1991).
- [28] Hamel, G., Prahalad, C. K.: “Competing for The Future”, Harvard Business School Press(1994), 一條和生訳，『コア・コンピタンス経営』，日本経済新聞社(1995).
- [29] Hamel, G.: “Strategy as Revolution”, *Harvard Business Review*, July-August, pp. 69-82(1996), 萩原貴子訳，『革新の戦略その 10 原則』，ダイヤモンド・ハーバードビジネス，February March, pp. 76-90(1997).
- [30] Barney, J. B.: “Is Sustained Competitive Advantage Still Possible in the New Economy? Yes.”,

- Diamond Harvard Business Review [Japan]*, pp. 78-87 (May, 2001), 岡田正大監訳, 久保恵美子訳『リソース・ベースト・ビュー』, ダイヤモンド・ハーバードビジネスレビュー, pp.78-87(2001).
- [31] Barney, J. B.: “Gaining and Sustaining Competitive Advantage”, Second Edition, Prentice Hall (2002), 岡田正大訳, 『企業戦略論【競争優位の構築と持続】』〈上〉基本編, ダイヤモンド社(2003).
- [32] Burgelman, R. A., Sayles, L. R.: “Inside Corporate Innovation”, *Free Press* (1986), 小林肇監訳, 海老沢栄一, 小山和伸訳, 『企業内イノベーション』, ソーテック社 (1987).
- [33] Mintzberg, H., Waters, J. A.: “Of Strategies, Deliberate and Emergent”, *Strategic Management Journal*, Vol.6, pp. 257-272 (1985).
- [34] Mintzberg, H.: “The Design School: Reconsidering the Basic Premises of Strategic Management”, *Strategic Management Journal*, Vol.11, pp. 171-195(1990).
- [35] Mintzberg, H.: “The Rise and Fall of Strategic Planning”, Prentice-Hall (1994), 中村元一監訳, 黒田哲彦, 崔大龍, 小高照男訳, 『「戦略計画」創造的破壊の時代』, 産能大学出版部(1997).
- [36] 野中郁次郎: 『知識創造の経営』, 日本経済新聞社(1990).
- [37] 野中郁次郎: 「知識創造理論の現状と展望」, 組織科学, Vol. 29, No. 4, pp.76-85(1996).
- [38] Freeman, R. E.: “Strategic Management: A Stakeholder Approach”, *Pitman*(1984).
- [39] 山倉健嗣: 『組織間関係』, 有斐閣(1993).
- [40] 青島矢一, 加藤俊彦: 『競争戦略論』, 東洋経済新聞社(2012).
- [41] Ansoff, H. I.: *Strategic Management*, Macmillan Press (1978), 中村元一訳 『戦略経営論』, 産能大学出版部(1980).
- [42] Don E. Schullz, Stanley I. Tannenbaum, Robert F. Lauterborn “Integrated Marketing Communications”, NTC Business Books, a division of NTC Publishing Group(1993).
- [43] スティーブン・G・ブランク, 渡邊 哲 堤 孝志 (翻訳): 『アントレプレナーの教科書』, 翔泳社(2009).
- [44] エリック・リース: 『リーン・スタートアップ』, 日経 BP 社(2012).
- [45] アルビン・E・ロス: 『Who Gets What』, 日本経済新聞出版社(2016).
- [46] 仲宗根政則: 『未来志向型経営～成長企業であり続ける「4つの革新」』, ダイヤモンド社(2015).
- [47] 秋池 篤: 「A-U モデルの誕生と変遷*—経営学輪講 Abernathy and Utterback (1978)—」, 赤門マネジメント・レビュー 11 巻 10 号(2012).
- [48] ロバート・A・バーゲルマン: 『インテルの戦略—企業変貌を実現した戦略プロセス—』, ダイヤモンド社(2006).
- [49] アンドルー・スティーヴン・グローヴ: 『インテル戦略転換』, 七賢出版(1997).
- [50] アンドルー・スティーヴン・グローヴ: 『インテル経営の秘密』, 早川書房(1996).
- [51] 小川紘一: 『オープン&クローズ戦略』, 翔泳社(2014).

- [52] みずほ銀行：「米国の競争力の源泉を探る—今、米国の持続的成長から学ぶことは何か—」，みずほ産業調査，No2. Vol.45(2014).
- [53] 丸川知雄，安本雅典，今井健一，許経明：「プラットフォーム化と企業間分業の展開—中国の携帯電話端末開発の事例—」(2007).
- [54] 高梨千賀子，立本博文，小川紘一：「標準化を活用したプラットフォーム戦略：新興国市場におけるボッシュと三菱電機の事例」，Discussion Paper Series, No.014 立命館大学(2011).
- [55] 小川 紘一：「我が国エレクトロニクス産業にみるプラットフォームの形成メカニズム(アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成によるエレクトロニクス産業の再興に向けて)」，東京大学COEものづくり経営研究センター(2007).

第4章 商品力要素によるアーキテクチャ分析 と戦略検討

第4章：商品力要素によるアーキテクチャ分析と戦略検討

本章では、電子機器システム事業をアーキテクチャ論的に検証することにより、事業における成功モデルを抽出する。同事業は、市場での差別化競争や顧客との関係で多くの経験知を持つため、成功モデルには説得力があると思われる。そのことにより、第5章、第6章での論証の基盤とするとともに、「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」が成功モデルに寄与するかを演繹的に分析するための前提となる議論を構築する。この中で、顧客価値を構築しながらも、自社の事業の差別化に資する「共益的戦略」の方法論を明確にする。本章では、電子機器システム事業におけるシステム LSI 事業を供給側とし、電子機器開発を進める事業体を顧客側と定義している。中長期的な共益的戦略を構築する方法論を、アーキテクチャ論を用い実務視点で可視化して検証することが具体的な目的となる。また、キーストーン戦略構築のために P2M 体系を活用することを念頭に、本章で論考するアーキテクチャ論が、P2M 体系へどのように貢献できるかを示す。

4-1 アーキテクチャ論と課題

山崎[1]は、アーキテクチャ論の歴史について、佐伯[2]の文献をもとに述べている。ここでその概要について以下に整理する。

- 1) Henderson と Clark [3]は、従来の急進的・漸進的の二分法以外に、イノベーションが構成要素そのものの技術イノベーションのみならず、既存の構成要素間のつなぎ方の変化（アーキテクチャル・イノベーション）によっても起こりうることを指摘した。これ以降、企業組織や産業構造へのインパクトの議論が本格的に議論された。
- 2) その後、製品アーキテクチャの概念の精緻化、類型化が進んだことで、製品アーキテクチャのみならず製品からサービス開発、生産、販売に至る一連のビジネス・プロセスからなるシステムへと概念が拡張され、製品アーキテクチャは、ビジネス・アーキテクチャを構成する主要サブシステムの一つとして考えられるようになった[4]。
- 3) 欧米の研究では、インテグラル型のアーキテクチャよりもモジュラー型のアーキテクチャをより高次に捉え、モジュラー化の必要性やインパクトについて主張することが多く、日本の研究では、一方的なモジュラー化を志向するのではなく、個別産業に最適な製品アーキテクチャを選択することの必要性が主張されている。

などとし、アーキテクチャ論の研究の歴史から、モジュラー化のメリットとデメリット、ならびにオープン化とクローズ化について、なども整理されている。

アーキテクチャ論を用いた研究は多数発表されている[5][6][7][8][9][10]。それらの多くは、製品システム、生産システム、販売システムなどのシステムレベルでの分析であり組織能力や産業地理学を中心とした経営戦略論である。各システムの代表属性が、インテグラルかモジュラー、オープンかクローズかの 2 分法もしくは中間にあるスペクトラムで分析されている。また、産業地理学的な分析により、自社ケイパビリティとの整合などマクロ観点の分

析が中心と思われる。これらのことは、マクロ観点で、製品戦略や生産地の適合性などの分析に有益な情報を提供していると考えられる。しかしながら、成功したある事業でのアーキテクチャを他の分野に応用展開しようとした場合には情報が不足していると思われる。代表属性に潜む詳細な属性がどのように位置取りされているかについて、十分な分析手段を提供していないからである。

本研究では、ある事業におけるある商品を、QCD からさらに細分化して[商品力]=[性能]x[機能]x[品質]x[コスト]x[デリバリ]x[サービス]の各要素に分解してアーキテクチャ上の位置取り分析を行う。こうすることで、戦略の具体的な方策を明らかにすることができると考えられる。また、分析方法の抽象化が可能となり、他分野へ展開しやすくなると考えられる。QCD とは Quality Cost Delivery の連語であるが、主に生産管理の現場で用いられている。QCD に Service (アフターサービス) あるいは Support (顧客へのサポート)、建設業界の場合は Safety (安全性) を加え「QCDS」とする場合もある。つまり、モノづくり現場のみならず、対象とする業界によって様々な分析要素を用いることがある。本研究では、顧客価値を論じるために、扱う商品の商品力を形成する要素として上述の分解を行う。第2章で述べた「コトラーの3層モデル」[11]との整合であるが、[性能]x[機能]x[品質]x[コスト]は「中核」をなすものとして捉え、[デリバリ]は「実体」をなすもの、[サービス]は「付随機能」をなすものと考えることができる。コトラーの3層モデルには、上記の分解した商品力要素以外にも、商品やビジネスの様態によっては要素を増やすことはできる。たとえば、電子機器システム事業においては製品の[デザイン]も一つの要素である。本研究では、電子機器システム事業における顧客側は、電子機器を開発する企業、供給側は、顧客側の電子機器の機能の構成に重要な関係性があるシステム LSI 事業を取り上げている。そのため、この顧客側と供給側の関係論の分析には、システム LSI 事業がサポートできない電子機器製品の[デザイン]は含めない。つまりシステム LSI 事業の戦略分析に必要な要素に絞っている。このような商品力要素のアーキテクチャ上での位置取りを論じることは、要素という抽象化した様々な事業での共通用語として用いることで、他の事業への展開という普遍性を想起できるものと考えられる。

本章で述べるアーキテクチャ論について、図 3-2 で示した戦略の相関図の中で関与するブロックを図 4-1 にハイライトして示す。商品力要素のうち[性能][機能][品質]は、研究戦略と技術基本戦略に構成されるブロックで形成されていくものである。この中で主に[性能][機能]に関しては、マーケティング戦略と連携し、顧客ニーズとの合致性を、「仮説提唱と検証・フィードバック」の繰り返しで検討していくものである。並行してクロス SWOT 分析により、自社の強みをどう生かし、弱みをどう補完するかなどの分析がなされる。たとえば、他社に比べ、[性能][機能] で劣る場合、[コスト][デリバリ][サービス]でどう補完するかなどが議論される。つまり、自社の商品力要素をどう組み合わせるかの戦略オペレーションは、部門戦略の連携で進められる。この中で、各部門の組織能力や個人の力がどう顧客価値に結びつけられるか、の示唆も得ることができる。部門戦略の主観に終始することなく、仮説を提

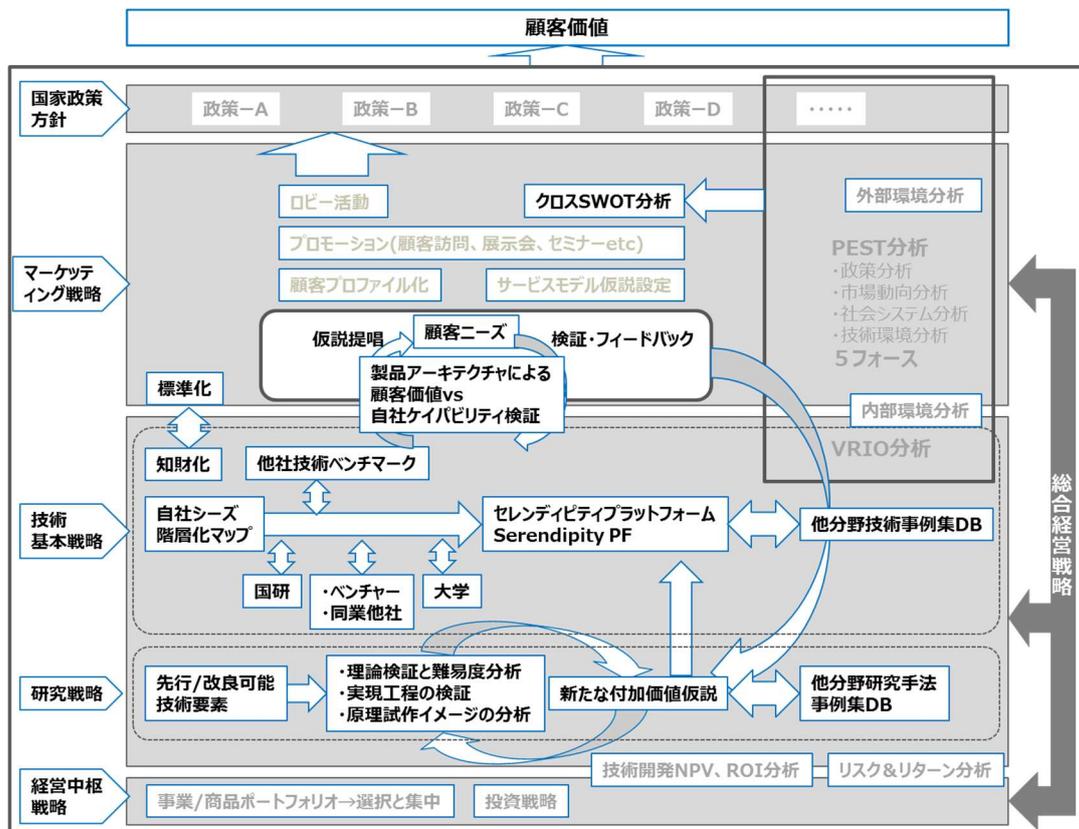


図 4-1 戦略相関図における本研究でのアーキテクチャ論の関与ブロック

唱し顧客ニーズをフィードバックする仕組みを前提にアーキテクチャマネジメントを検討することが可能と思われる。また、競争優位のための自社アーキテクチャは、図 4-1 のクロス SWOT 分析などを通じて、内部環境要因や外部環境要因に応じた変化として検討する必要があると思われる。マーケティング戦略は、顧客との関係において重要な位置付けにある。とりわけ顧客満足の変化を把握し、自社の技術基本戦略や研究戦略の方針へ的確に反映させるための根拠を提供することとなっている。さらには、顧客満足のために変化させるアーキテクチャを競合にどう見せるかなどが高度な戦略として必要と思われる。これらのことを、図 4-2 に示すように、アーキテクチャ上の商品力要素の位置取り分析として明示していく。この戦略の方法論の分析のために、アーキテクチャ論を用い実務者視点で商品の商品力要素がどのような位置取りになるかを検討していく。商品力要素はどの分野でも普遍的に用いられる表現であるため、他の事業分野への応用が可能になると思われる。

4-2 電子機器システム事業のアーキテクチャ変遷にみる事業戦略の変化

本節では、機器を開発する顧客側とシステム LSI 事業を進める供給側との関係論を論考する。一般消費者が感じる価値に深く関わるシステム LSI 事業を議論の足場とすることで、より顧客価値に関する議論が理解しやすいと考えられる。また、アーキテクチャ論の枠組み

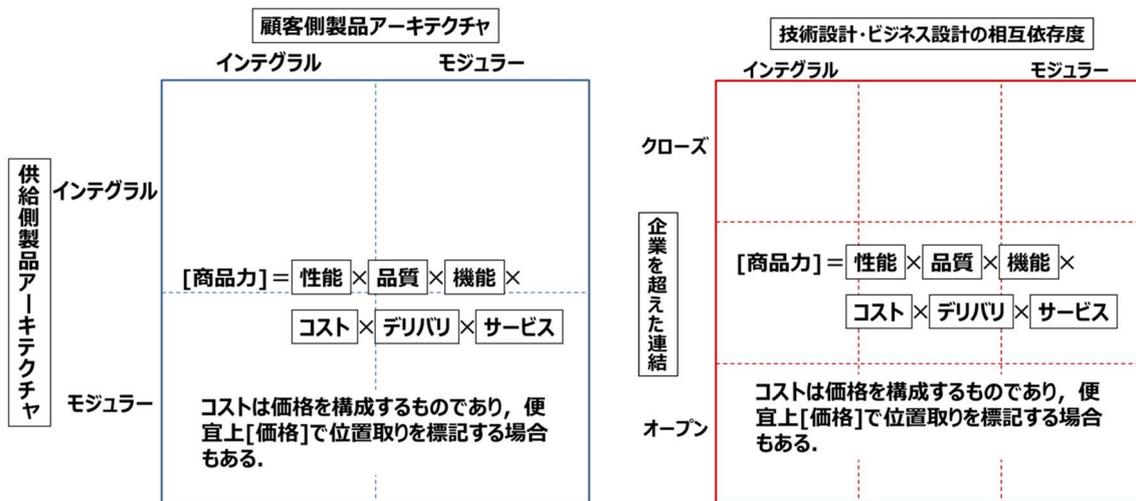


図 4-2 用いるアーキテクチャ図

を用い、実務視点からのボトムアップで詳細に分析することになっている。そこから、今日「勝ち組」といわれるシステム LSI 企業の「成功の本質」を解き明かしていきたいと考えている。通常、半導体のような部品事業と顧客企業との間で、共益を構築することは顧客満足のための競争観点で困難な場合が多い。「共益的戦略」に関連して、中屋[12]は「日本の企業は顧客の意向をすべてに優先する」と指摘している。これは、結果的に共益ではなかったことが多いと考えられる。顧客との共益に成功している半導体企業の発想は、供給側の利益が顧客への貢献であるともとれるアプローチをとる。たとえば、クアルコムは通信方式である CDMA でライセンススキームを構築し、自社権益を確保しながら、統一規格とすることで通信性能と相互接続性などの顧客価値を訴求した。この発想が「成功の本質」の中核をなすものと仮説をおき研究を進める。

第 2 章で述べたように、システム LSI 事業は半導体産業全体からみれば一分野にすぎない。半導体産業には、メモリーのような汎用品に近い分野もあり、商品がかわれば事業戦略も異なる。また半導体の経営戦略視点としては多くの視点を包含している。たとえば、製造戦略や産業地理学的な視点もある。本研究では、太陽光発電事業におけるプラットフォーム戦略を研究するために、顧客との関係論に主眼をおく。そのため、半導体産業の中でも、顧客満足の観点で、技術的にもビジネス的にも多くの知見を積み上げてきたシステム LSI 事業をとりあげた。また顧客満足といっても、今日の成熟した産業を観察できる状況においては、すでに様々な知見があると思われる。本節では、システム LSI 事業における顧客満足の形成の変遷を振り返り、技術視点での顧客満足を基点に変遷を考察していく。このことと第 2 章で述べた類似性から、太陽光発電事業における顧客満足の考察に根拠を与えたいと考えている。

システム LSI 事業における顧客満足を考えるに当たり、まずは電子機器におけるノイズ（雑音）に焦点をあてる。ノイズは、たとえば AV 機器においては、音の劣化や画面の劣化

となって現れ、一般ユーザーにとって不快な存在である。トランジスタが発明され、電子機器に応用されて以来、半導体技術者や電子機器技術者が取り組んできたことは、機能の盛り込みとノイズとの戦いの連続であったといっても過言ではない。もちろん、他に多くの項目で性能向上や機能の実現で艱難を乗り越えてきたことは言うまでもないが、このノイズの取り扱い、技術顧客との関係論において重要な意味を持つ。つまり、アナログ時代の顧客側（電子機器企業）と供給側（システム LSI 企業）の間の最も重要なすり合わせ課題は、[性能]×[品質]を決定づける「ノイズの低減」であった。しかし、デジタル時代になると、ノイズは専ら供給側で解決すべき課題となり、両者間の最も重要なすり合わせ課題は、[機能]の実現へと移り変わった。さらには、この変化の先には、再び[性能]×[品質]に加え[コスト]での顧客価値創造に回帰していつている。このことは、ノイズの扱いが、すり合わせ事項とするのか、供給側のモジュラーとして扱うのか、で決定づけられる。

4-2-1 半導体産業分析の先行研究

これまで、半導体産業の分析については多くの発表がある[12][13][14]。その多くが「DRAM を含む半導体産業全体」を俯瞰したものである。また、半導体業界での勢力図と、なぜそのような状態になっているかの分析として、マクロ視点での分析が中心と考えられる。事業の成否を決める最大要因は、顧客価値への対応力と考えられるが、その観点での論考は少ないと思われる。つまり、これまでの論考では経営視点での分析が中心であり、顧客価値の変化に対応する商品力の変化を詳細に分析したものではない。そのため「成功の本質」を洞察するには不足と思われる。

佐伯(2008)[2]がアーキテクチャ論の系譜を論じながらまとめているように、製品アーキテクチャ分析のもつ「拡張的概念としての経済活動の説明」や「イノベーション論との関連性」は、ヘンダーソン、クラーク[15]などにより多くの論考が発表されている。本研究でも、システム LSI 事業をアーキテクチャ論観点で検証していくことで、同事業戦略が電子産業に及ぼした取引コストへの影響や、競争力強化のためのイノベーション戦略などと関連付けた研究が可能になると考えている。また、なぜ顧客との関係論に焦点を当てているかであるが、「ものづくりの国際経営戦略」([5]p.8)に記されるように、「ものづくり」は生産現場のみならず、顧客とのやりとりを含む設計情報の流れも含めて議論されなければならない。なぜならば、ものづくり全体における高効率化のために、設計情報を的確にとらえ、電気仕様・機械仕様の織り込み、設計目標を達成する材料調達、品質基準の達成に至るまでを総合的に対応していく必要があるからである。

今日までの半導体業界の勢力図(中屋[13]p.14)にあるように、業界でのシェアが勝者を定義しているとすれば、DRAM 以外ではインテルなど PC 用システム LSI メーカー、クアルコムなど携帯電話用半導体メーカーに「成功の本質」を洞察できる可能性がある。両社に共通するものはプラットフォーマーとしてのビジネス戦略力であり、顧客との関係力と考えられる。彼らが「どのように」その力量を身に付けてきたかが分析視点として重要と考えられ

る。本章ではまず、供給側であるシステム LSI 企業と、その使用者である電子機器企業の顧客側との関係論から分析を進める。

4-2-2 分析方法

顧客側商品戦略のための供給側のシステム LSI の商品戦略の強化についての分析を以下の手順で進める。

(1)商品力の要素分解

顧客価値創出の要である[商品力]を、 $[商品力]=[性能] \times [機能] \times [品質] \times [コスト] \times [デリバリ] \times [サービス]$ の要素に分解し、個々の要素が図 4-2 左側に示すアーキテクチャ論の枠組み上に、どのように位置取りされるのかを明らかにする。[性能]とは商品に求められる仕様での実現能力であり、数値化できるものをいう。[機能]とは商品の役割であり数値化はできない。[品質]とは商品の性能の長期的な価値(耐久性, 経年変化など)や、性能値では表せない消費者からみた快適性などのグレード感をいう。[コスト]は商品を実現する原価であり、顧客から見れば「価格」を構成するものである。[デリバリ]とは本研究では主に商品企画から市場投入までにおける顧客との連携を意味するが、一般的には、納入などの営業活動なども含まれる。[サービス]とは商品を円滑に顧客に使用してもらうための活動をいう。

(2)顧客との関係論の技術的な例証

アーキテクチャ上の位置取りを分析する[商品力]の要素に影響があるものとして、電子システムにおけるノイズをとりあげる。ノイズを取り上げる理由は、機器開発の顧客側とシステム LSI 開発の供給側とで責任の切り分けに関連し、共益的戦略の技術的側面の説明として普遍的であるからである。

(3)商品力要素の位置取り変化の分析

顧客側への価値提供や供給側の競争力強化のために、アーキテクチャ論上の枠組みの中で商品力要素の位置取りが、どのように変化していくのかを明らかにする。

(4)顧客価値創出戦略の分析

商品戦略を考えるに、ボールドウインの「Design Rules: Power of Modularity」[16]に記述されたモジュラリティやオープンイノベーションなどを基軸に、アーキテクチャ上の位置取り変更の戦略的理由や背景など考察を進める。

マイケル・E・ポーターは、その著書[17]のなかで、5 フォースフレームワークと戦略3 類型を提唱し市場選定の手法と収益を上げるための位置取りに関する考え方を示した。本研究では、取り上げるシステム LSI 事業と、対象とする電子機器の市場環境分析などが趣意ではないため、5 フォースフレームワークを使った研究を進めるわけではない。事業における競争優位性の確保に必要な「集中化」「コストのリーダーシップ」「差別化」の3 類型に関連した供給側の商品戦略を、前述の商品力要素に分解して論じていく。

4-2-3 電子機器システム事業における顧客側-供給側関係の変化—電子システムにおけるノイズの扱い—

現在、システム LSI で論じられる技術は CPU や DSP を中心とする論理演算技術，入力処理や出力処理などで中核となる AD コンバータ，DA コンバータなどといった，いわゆるアナデジ（アナログ・デジタル）混載技術などで構成されている．アナログ時代のシステムは，より直観的に信号の流れが理解しやすい構成になっている．図 4-3 はアナログ時代の代表的な電子機器である VTR のブロック図を示す．かかるアナログ信号処理は，顧客において，かつてはディスクリートと呼ばれるトランジスタや抵抗，コンデンサなどで構成されて

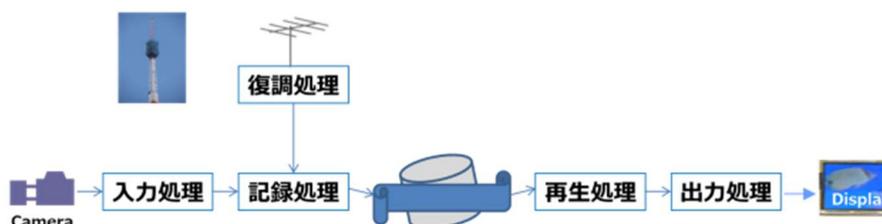


図 4-3 アナログ VTR のブロック図

いた．そのような電子回路を，キルビー特許で代表される半導体集積技術による高集積化で進化させてきた．この過程では，供給側によって試作されたシステム LSI の性能が，かつてのディスクリート部品で構成された電子基板での性能と比較して目標を達成しているのか，工場出荷時の品質基準を満たすのか，コストダウン目標は達成しているのか，などが基本的な開発行為である．

開発行為の代表的な例として画質・音質に大きな影響のある半導体固体内に発生するノイズ（サーマルノイズ，ショットノイズ，フリッカノイズなど）への対応がある．これは顧客とのすり合わせにおいて重要な要素を占めている．数式を使い具体的に説明する．抵抗器に発生するサーマルノイズの $r \cdot m \cdot s$ 電圧 V_n は，ある周波数帯域 Δf ，絶対温度 T で，

$$V_n = \sqrt{4kTR\Delta f} \quad (1)$$

(k はボルツマン定数， R は抵抗器の抵抗値)

で表され，この電圧が信号 S に直接重畳され， $S+V_n$ として直接ディスプレイ画面などに現れる．プロセスの微細化が進む過程で，トランジスタのベース拡散抵抗も増える傾向にあり，ベース抵抗に起因するサーマルノイズが増幅され，もともと S/N 比（Signal per Noise：信号とノイズの比）のよい信号に重畳されて出力され，ディスプレイにざらざらした画質感で映し出される．かかるノイズへの対応は機器の[性能]×[品質]に直接関わるものであり，半導体固有の課題でもあるので顧客側と供給側とのすり合わせ事項であった（図 4-4 上段）．

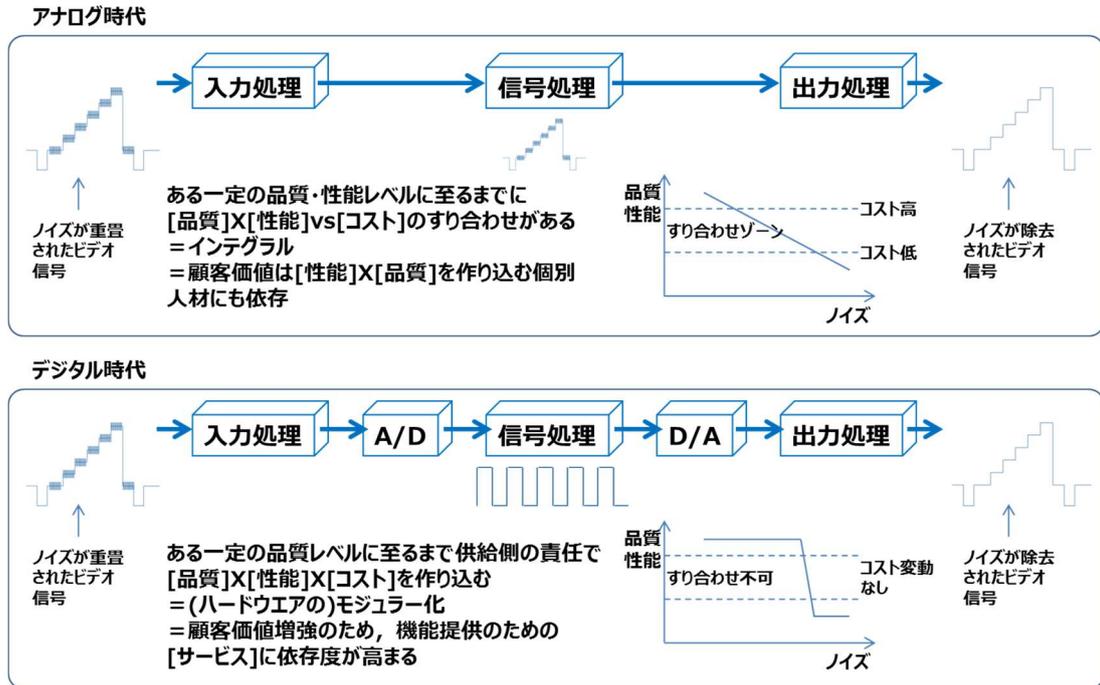


図 4.4 ノイズの扱いに関するアナログ時代とデジタル時代の対比

図 4.4 下段に示すデジタル時代には、アナログ信号を AD (Analog to Digital) コンバータでデジタル化して処理するため、信号品位へのノイズマージンは飛躍的に向上した。しかしながら、デジタル処理に影響があるものとして、クロック周波数の高周波化による時間軸方向のジッタ成分の顕著化は課題であった。このジッタ成分は、アナログ信号で観測されるノイズと基本的に由来は同じである。しかしながら、アナログ時代と同様、技術的には重要な要素であったが、デジタル時代には、ノイズ課題など信号の品位に関わる要素を、半導体開発部門と顧客開発部門で直接すり合わせることはほとんどなかった。理由は、顧客が関与する機器の[性能]×[品質]の課題とシステム LSI 上のデジタル処理でのノイズとの関連性の追求が困難であったためである。つまり、供給側で、ノイズ課題をほぼ完璧に処置しなければ顧客側では性能検討する価値はなかった。デジタル信号におけるノイズは、1,0 の矩形波内に現れるジッタで観測されるが、半導体内で現れるジッタは、デジタル信号を観測しながら処置していくことになり、ある一定水準にならなければ半導体商品として認められることはない。また、BER(Bit Error Rate)で定量的に観測され、検討可否を決定する規格値が明確であるため、妥協レベルといったすり合わせも存在しない。

ジッタノイズについて簡単に触れる。いわば(1)式で示されるサーマルノイズなど電圧方向で記述されるノイズが、位相や周波数など時間軸方向で記述されるもので、一般的に、

$$S(t) = P(2\pi fdt + \phi_1(t)) \quad (2)$$

で表される。ここで S(t)はジッタノイズをもつ信号、P はデジタル信号のシーケンス、fd は

データ・レート， $\phi 1(t)$ は位相の時間関数である．ジッタノイズは，デジタル信号の 1→0，もしくは 0→1 に変移する途中過程で印加されるため，時間軸方向の情報に影響を与える．この(2)式における $\phi 1(t)$ をデジタル処理半導体内では厳密に管理設計されなければならない．デジタル処理半導体が搭載されたマザーボード上では，新たなジッタノイズ $\phi 2(t)$ が重畳され，

$$S(t) = P(2\pi f dt + \phi 1(t) + \phi 2(t)) \quad (3)$$

で示される．結果，システムにおける信号品位を落とす危険性に見舞われる．これは BER 増加の原因ともなるが，この原因は，マザーボード上での配線間クロストークや，電源，グラウンドラインからの回りこみ，半導体内のクロックとの電磁界結合などである．つまり供給側の半導体内で $\phi 1(t)$ を完璧に管理し，BER を保証したとしても，マザーボード上で現れる $\phi 2(t)$ で品質を劣化させるリスクが残留する．しかしながら，結果として観測される $\phi(t) = \phi 1(t) + \phi 2(t)$ のうちどれが主なのか解析することは相当な時間を要する．つまり，顧客側が検討可能な状態で供給するためには，システム LSI が搭載されたマザーボード上でノイズマージンを担保する必要がある．供給側は，この課題をマザーボード設計を含めて顧客へ訴求するという [サービス] 戦略上の武器にしていった．つまり供給側で，ノイズ課題対策とともに，マザーボードにまつわる技術を加えた「ソリューション」としていくことで，顧客側での技術課題を，総合的に供給側に取り込んでいったと考えられる．

4-2-4 システム LSI を含む電子機器の製品アーキテクチャ

システム LSI を含む AV 機器の製品アーキテクチャを分析にするにあたり，顧客製品機能への対応をシステム LSI の製品構造を用いて示す．

アナログ時代の製品アーキテクチャ

このシステム LSI の製品機能/構造に対して一般的な電子機器の機能がどう割り付けられるかを，アナログ処理時代で示したものが図 4-5 である．図 4-5 で左側は顧客側電子機器製品の機能を示し，右側はシステム LSI の製品構造を示す．左側の顧客製品機能は，本稿での分析のために，一般消費者からの視点で「消費者快適性」，機器開発の顧客側視点では，高品質を維持し，将来に渡って競争力のある商品を提供するために「制御性」「(製品開発)戦略性」を配置した．それぞれの下層に主な機能を配している．右側のシステム LSI 製品構造は，アプリケーションアナログ処理は簡易的にひとつのブロックとして扱っている．アプリケーション処理の周辺にはイメージセンサや GPS などのセンサーが配置されている．図 4-5 で示す太線はアナログ信号における開発フェーズでの顧客側と供給側とのすり合わせ事項を示す．どんなすり合わせであるのか，一般消費者に体感されやすい例を取り上げ示していく．第 1 に示す例は，消費電力と動作スピードのすり合わせである．システム LSI 内の電

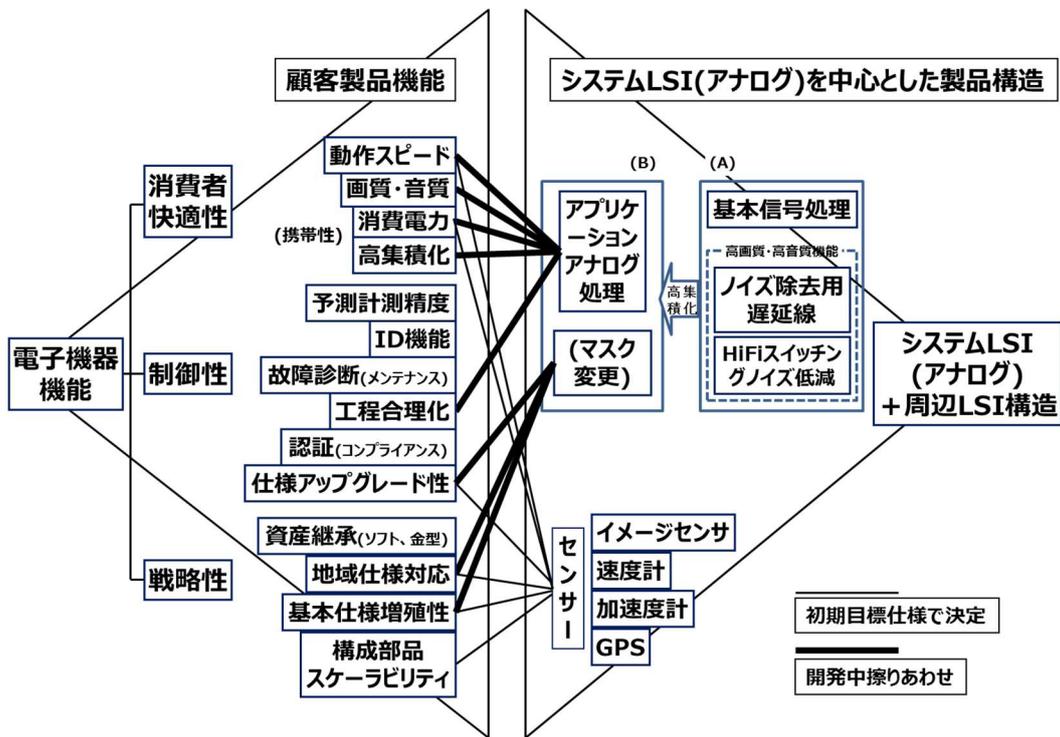


図 4-5 電子機器製品機能とアナログ時代のシステム LSI 構造の対応関係

流を減らすと、半導体素子に付く浮遊容量の充放電時間が長くなるため、動作スピードは遅くなる。顧客からの消費電力削減要求と動作スピード要求のすり合わせが重要となる。第2の例として、図 4-5 内の(A)から(B)への技術開発の変遷を示す。(A)に示す「基本信号処理」は、前項で述べたように、ディスクリット部品でアナログ信号を処理していた時代から、半導体集積回路を使って高集積化していく過程での様々なすり合わせである。(A)にある点線内の高画質・高音質機能のうち「ノイズ除去用遅延線」は、楕円フィルタと呼ばれる、映像信号に乗るランダムノイズを低減するために必要な、映像信号水平同期信号区間時間分の遅延回路である。Bi-CMOS (Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor) プロセスを使った SCF (Switched Capacitor Filter) による遅延線とアナログ信号処理のワンチップ化[18]は、顧客側機器での省スペース化とローコスト化に貢献した。しかしながら、SCF 遅延線がデジタルクロックを必要とする回路であるので、クロックのアナログ処理へのクロストークに注意する必要がある。そのため製品開発の黎明期からの暫定値が多かった顧客側機器の[性能]の規格値を見直しながらか、クロストークがどこまで許容できるかのすり合わせが必要であった。(A)の「HiFi スイッチングノイズ低減」は、顧客側と要求仕様を確認しながら、半導体供給側で独自開発してシステム LSI 内に内蔵し、顧客側とセット上で性能確認のすり合わせをした例である[19]。以上例示したように、アナログ時代は商品力における[性能]×[機能]×[品質]×[コスト]に関するすり合わせが多くみられ、とりわけ[性能]×[品質]のすり合わせが多いと考えられる。

デジタル時代の製品アーキテクチャ

次にデジタル時代の製品アーキテクチャについて示していく。図 4-6 は電子機器製品のひとつであるカーナビゲーションシステムのブロック図を示す。中央にあるブロックは、アプリケーション処理を実行するシステム LSI であり、周辺には、上方は放送電波を受信する各種チューナー、左方は GPS や車の位置情報に関するセンサーと、車の状態を検出するセンサー、右方は BT(Bluetooth), WiFi などの短距離通信と AV 系インターフェース、下方は HDD, DVD などのメディア系を配している。中央のシステム LSI 内には CPU やメモリも内蔵されており、上述の周辺機能を中央集権的に処理している。センサーやチューナーからの信号をシステム LSI で処理しディスプレイやスピーカーなどに出力をする。この顧客側機器の機能に対して、システム LSI がどのような構造で対応しているかを図 4-7 に示す。左側の顧客側製品機能は図 4-5 と同様に配置している。デジタル信号処理時代には、顧客からのシステム性能向上や機能追加などは、顧客でのシステム記述などによりシステム LSI 上に実現している。アプリケーション処理や入出力処理が消費者快適性ブロックに対応している点は、図 4-5 のアナログ時代と同様であるが、図 4-7 内太線は、ソフトウェア制御による対応であり、非常に密になっている。また、ソフトウェアモジュールは、多くの機能モジュールの集合体であり、機能モジュール個々と顧客側機能とは多対多の対応関係である。これは、顧客側がシステム LSI の個々のハードウェアをモジュラーとして扱いながらも、ソフトウェアにより「消費者快適性」「制御性」「戦略性」にある個々のブロックの[性能]や[機能]の改変を可能としたことを意味する。この改変は、顧客側のシステムを設計する行為であり、供給側とのすり合わせが必要な内容もあれば、単純に[機能]の選択という内容もある。たとえば、アナログ時代と同様に、動作スピードと消費電力とのバランス調整も存

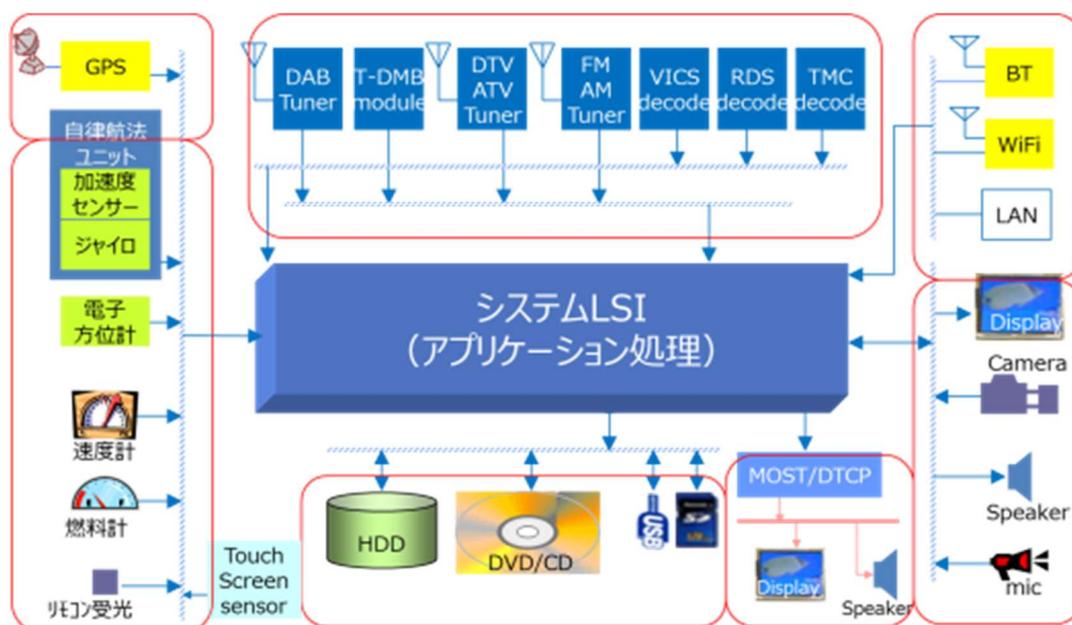


図 4-6 カーナビゲーションシステムブロック

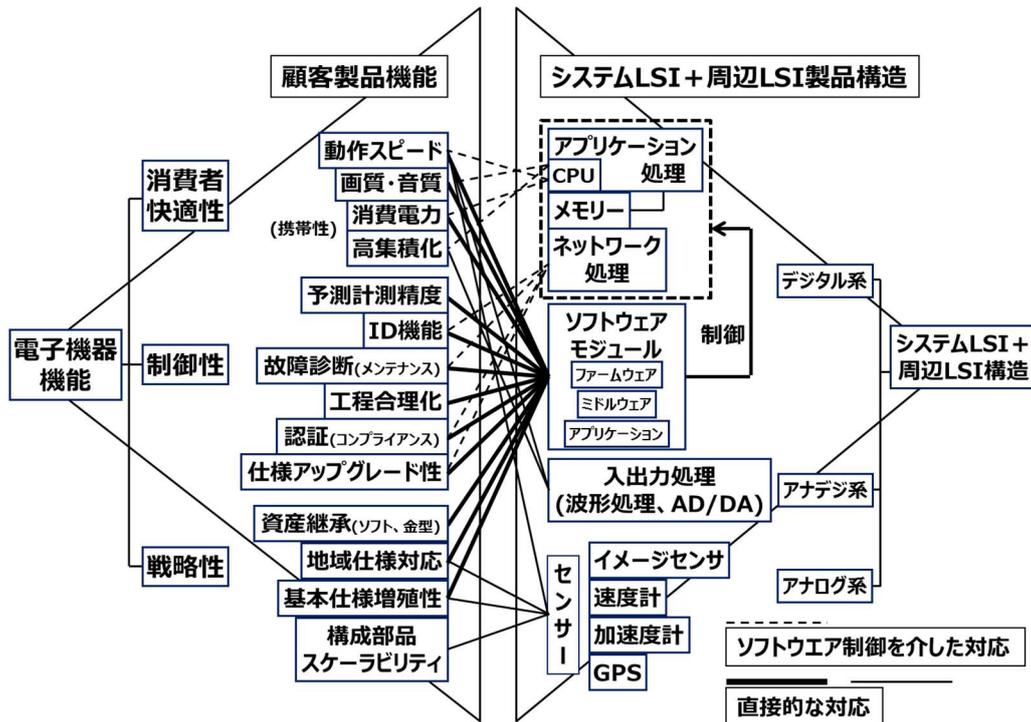


図 4-7 電子機器製品機能とデジタル時代のシステム LSI 構造の対応関係

在する。この一例は、図 4-7 にある CPU でのダイナミックボルテージコントロールである。この場合は、顧客側とのすり合わせは「両者のバランス調整の方法」が主であり、アナログ時代のすり合わせとは性質が異なる。これらのことから、顧客側と供給側でのすり合わせ要素は[機能]が多いと考えられる。

4-2-5 分析-システム LSI 製品アーキテクチャの位置取り戦略-

前項まで述べてきた、アナログ時代からデジタル時代までの顧客側と供給側との技術開発関係論を基に、アーキテクチャ論の枠組みを用い考察を進める。アナログ時代には、顧客側と供給側との間で主に[性能]×[品質]のすり合わせが多く、デジタル時代は、ソフトウェアによる[機能]のすり合わせが多いと考えられる。このデジタル時代のハードウェアは、アプリケーションごとに構成は変化せず、[性能]×[品質]の基本となるモジュールとして扱われている。顧客側と供給側の相対的なアーキテクチャ上の位置取りをハードウェアに関して示すと、アナログ時代は「内インテグラル/外インテグラル」であり、デジタル時代は、「内インテグラル/外モジュール」となると考えられる(図 4-8)。この位置取りを支える戦略要素は何であるかを考察する。藤本[20](pp.269-293)によれば、「内インテグラル/外インテグラル」は収益性が悪いとされる。顧客側に供給側のコスト構造を察知されやすかったためである。しかしながら、顧客側での製品開発の初期のフェーズでは、アナログ技術の高集積化を、顧客側と供給側が共同で進める必要があった。このことを、図 4-8 を使い説明する。

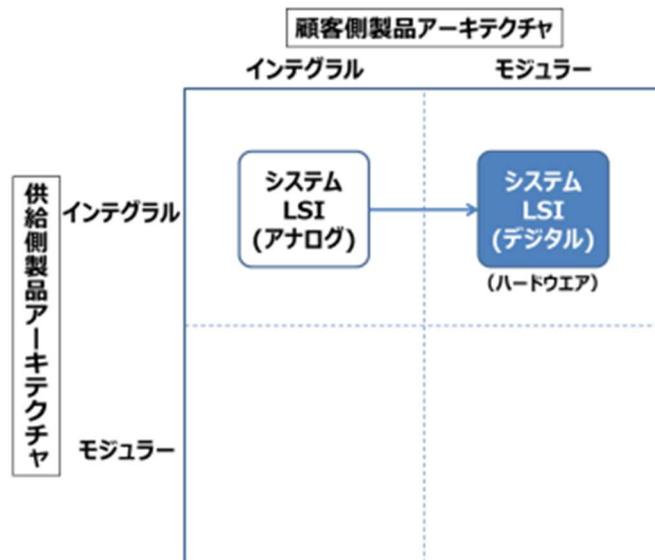


図 4-8 顧客側と供給側の製品アーキテクチャ上のシステム LSI の位置取り

供給側にとっては、[性能]×[品質]を作り込みながら[機能]を検討できる人材の能力が、「差別化」としての重要な戦略要素であった。これが顧客との関係を密にし、顧客側による他社への乗り換えを抑制し、収益を支えていたと考えられる。つまり商品力要素としては[デリバリ]が重要な役割を果たしていたことを意味する。また、デジタル時代には、ソフトウェアによる[機能]のすり合わせを進めながらも、ソースコードを開示しないことで、他社への乗り換えを阻止したと考えられる。つまり「差別化」として著作権や知財権で権利保護しながらの[サービス]が戦略を支えていたと考えられる。コア技術を権利保護しながらアプリケー

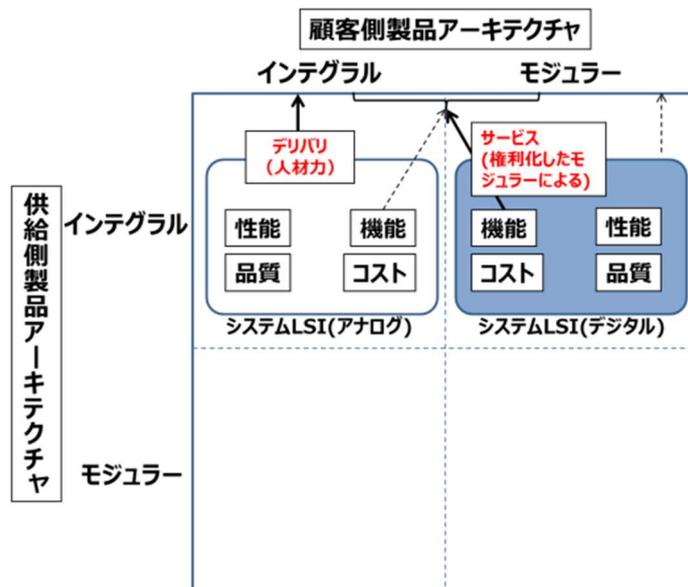


図 4-9 製品アーキテクチャの位置取りにおける供給側の[商品力]の要素

ション技術をオープンにすることで、サービスを拡大しやすくし市場占有率を維持向上していったと考えられる。図 4-9 に示すように、[機能]に関する顧客への作用で、インテグラルとモジュラー間でスペクトラム分布させているが、その理由を述べる。アナログ時代においては、システム LSI 商品のハードウェアによって実現される[機能]について、顧客側での取り組み方が分布要因である。つまり、新規開発の[機能]の具体的な構成検討を実行する場合がインテグラル性が高く、顧客製品の[コスト]との兼ね合いで、[機能]の取捨選択的検討を実行する場合がモジュラー性が高いケースである。デジタル時代においては、システム LSI 商品の、主にソフトウェアによって実現される[機能]について、顧客側がどう取り組むかが分布要因である。たとえば、ソフトウェアで実現される[機能]をフィールドテストで検証するケースがあり、インテグラル性が高い。また、単純にソフトウェアにて機能を織り込むか否かの検討が、モジュラー性が高いケースである。

デジタル時代になった後も、顧客側においては、一般消費者市場での競争状態など外部環境も変化していった。供給側においては半導体プロセスが進化し、顧客価値創造力が進化した。[商品力]で競合との競争を強いられていた。この中で、供給側が追求する競争源泉は[性能]×[品質]×[コスト]に回帰していく。つまり顧客側への貢献競争の変遷として、「内インテグラル/外モジュラー」にとどまることはなく、さらなる競争力を求めて、顧客側機器の機能ブロックによっては、図 4-10 の(A)に示すように、「内インテグラル/外(準)「インテグラル」」に回帰していく。代表的な例は TI(テキサスインスツルメント)を中心とするアナログ技術の強化である[21]。技術的に具体的な例は、ロジック回路で、半導体プロセスによる低消費電力化を図るのみならず、顧客側アプリケーションを十二分に分析、その特徴を活か

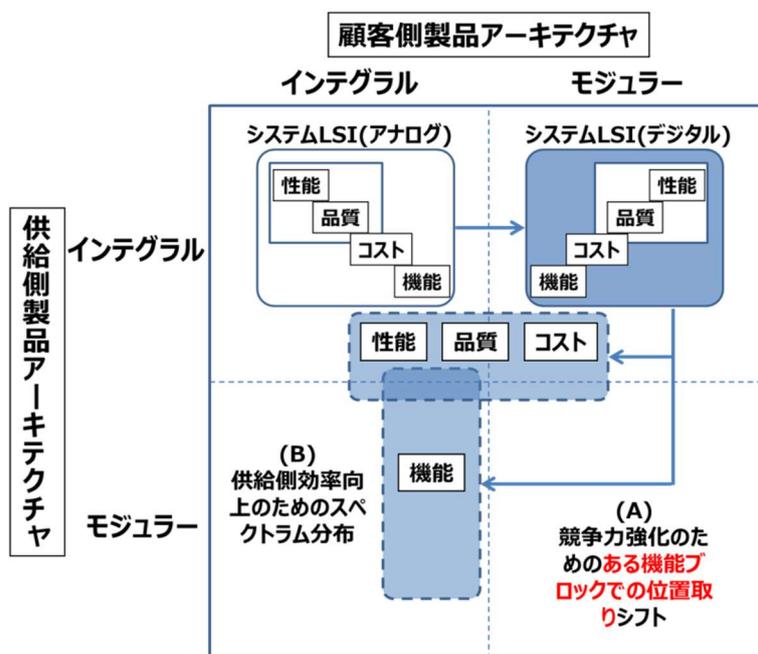


図 4-10 供給側の[商品力]要素の位置取りの戦略的シフト

して低消費電力化を図る技術である[22]。また、図 4-10 内(B)に示すように、供給側でインテグラルの手法のみでは開発効率で競争力を保てないため、システム LSI 内のある機能ブロックがモジュラー化していることが観測できる。そのモジュラーはオープンイノベーションによる協業や買収などによって得られる。具体的には、クアルコムによるマキシムとのパワーマネージメント IC での協業や TI によるナショナルセミコンダクター買収などである。すなわち、時代変遷のなかで、顧客価値への柔軟な対応を、商品力要素別に実行する必要があったと考えられる。

4-2-6 顧客との関係における商品力要素の位置取り戦略の考察

システム LSI の構造とシステム LSI を使用する機器の機能との対比を、アナログ時代とデジタル時代で示した。この対比分析から顧客側と供給側相互のアーキテクチャ上の位置取りの変遷を示した。このことから、顧客側と供給側との戦略面での関係論を、[商品力]=[性能]×[機能]×[品質]×[コスト]×[デリバリ]×[サービス]で分解して論じてきた。ノイズの問題が、[性能]×[品質]に関して、アナログ時代には、両者のすり合わせの課題として扱われ、デジタル時代には、専ら供給側のみの課題として扱われたことを示した。同時に、このノイズの問題を例として、供給側の戦略は、他の商品力要素であるマザーボードを含めた[サービス]に展開されていくことを説明した。これらのことは、ノイズ低減技術というすり合わせ要素をカプセル化したモジュラーにより顧客側での開発リードタイム短縮という価値の提供と共に、システム LSI 製品の乗り換え防止という差別化要素まで組み込んだと捉えることができる。つまり、新宅・天野[5](pp.294)が技術移転に関して分析した、ノウハウの「カプセル化」と概念的に同様である。本研究での、アナログ時代からデジタル時代への変遷で、技術の移転は重要なテーマであったと考えられる。海外への技術移転などの観点ではなく、デジタル時代には、ハードウェアをブラックボックスとして、顧客側によるソフトウェアの改変で[機能]を決めていたことについてである。顧客側へ何らかの形で改変方法を伝える必要がある一方で、そのハードウェアの規模の大きさから、ハードウェアのすべてを伝授することは不可能であった。つまり、Kogut and Zander[23]の言う「記号化可能性」と「教授可能性」を高くし、「複雑性」を排除する必要があったのがデジタル時代である。新宅・天野[5]は、モジュラー型アーキテクチャをとる製品システムにおける技術移転の知識は、モジュラー化した要素について「記号化可能性」が高く「教授可能性」も高い、とするなど、技術移転に関して説明している。「記号化可能性」と「教授可能性」は、技術移転の必須要件ではあるが、差別化要件としては、「教授可能性」は記号化したものに対してであって、カプセル化したすり合わせ要素に対してではないと考えられる。ここには、定性的に、あるいはやり方によっては定量化も可能な、オープン&クローズ戦略の尺度を持ちうる可能性があると考えられる。このことを次節にて説明する。デジタル時代が成熟すると、[性能]や[機能]などの競争力強化のために、供給側と顧客側の相対関係が「内インテグラル/外(準)インテグラル」となる事象や、供給側の製品アーキテクチャがインテグラルからモジュラーの間でス

ペクトラム分布する商品戦略へとシフトしていくことを示した。このことは、デジタル時代にカプセル化したすり合わせ要素を用いて、顧客とのすり合わせに要素とすることによる顧客価値と顧客の囲い込みを企図したものと考えられる。

4-3 電子機器システム事業における顧客から見たアーキテクチャと競合から見たアーキテクチャの可視化分析

顧客満足につながるものづくり品質は設計品質や製造品質などの連鎖で決定づけられる[24]。この連鎖の中の設計品質は、自社内の業務品質、設計基準の高品位性などに加え、顧客との仕様開発やすり合わせ議論の品質が重要な決定要因となる[20]。同時に企業は、顧客満足を担保しながら収益成長という戦略課題を常に念頭に活動している。したがって、競争優位を目指しながらいかに品質を担保するかは、企業が収益確保と成長を使命とする以上、不可避な命題である。品質の連鎖を担保しながら、差別化戦略を実行するための方策が必要である。小川[25]は、半導体や電子機器産業などでのオープン&クローズ戦略の実態を明確にし、いかにして自社の競争優位を導いたか詳細に説いた。この視点を基に、どのように実務へ落とし込むことができるか、各組織機能視点で分析を進めることが課題と思われる。また、オープンかクローズかという対極だけではなく、オープンに隠された、他社にとって参入障壁となる事実上のクローズと手法について分析することも重要な視角と思われる。

ボールドインとクラーク[16]は、「抽出」「情報を隠す」「インターフェース」という3つのキーワードでシステム全体構造とモジュール構造を捉えている。この中で、複雑なシステムは小さな部分に分割し管理可能であり、単純な「インターフェース」を持つ別個の「抽出」を要素として定義することで、システムの複雑性を隔離できるとしている。「抽出」によって要素の複雑性が「隠される」ため、「インターフェース」はシステムにおいてはシステムの複雑性を隔離するためであるとしている。すなわち、「インターフェース」はシステムにおいて要素がどのように作用するかを示すとしている。小川は、インターフェースを標準化や知財マネジメント[26]を通じて公開していくことにより、市場支配力を獲得できるとした。同時に、オープン化した技術の改版權を確保することにより、市場支配力を維持できるとした。これらのことにより、差別化戦略の直接的な行為は、モジュラー内に進化させた「情報を隠す」ことであると考えられるが、間接的には、製品アーキテクチャにおける「インターフェースの支配」と「提供技術の改版權確保」がなされ、競争戦略に有用であると考えられる。

本節では、図4-2の右側のアーキテクチャ図を用い、商品力を構成する要素の位置取りを分析する。同時に、「インターフェースの支配」と「提供技術の改版權確保」をどのようにアーキテクチャ上でマネジメントしていくかを明確にしていく。このことにより、「成功の本質」として仮説する顧客側と供給側の共益的戦略の実際を可視化して検証することが目的である。

4-3-1 分析方法

分析方法であるが、図 4-2 右側に示すアーキテクチャ上で各商品力要素の位置取りを可視化し、供給側の技術ならびにビジネスのアーキテクチャの特徴を明確化する。この中で、下記方法で主要システム LSI 企業の顧客価値実現と競争源泉の手法を明らかにする。

- (1) 各企業の顧客価値実現手法として、商品力要素の位置取りを、顧客やパートナー企業にはオープンにみえるが、競合にはクローズになる要素を考察し明確化する。
- (2) 位置取りの根拠の補強分析として、技術移転対象の特性と国際化戦略を論じた Kogut and Zander[23]の 3 つの尺度を用い、位置取り分析の対象となる商品力要素の実際を、縦軸「記号化可能性/教授可能性」と横軸「複雑性(技術的難易度)」の平面に定性的にマッピングする。このマッピングを「Kogut and Zander の尺度によるマッピング」と仮称する。

上記分析方法は、順不同としている。これらの分析をシステム LSI の商品力要素の位置取りで示すことで、実務論的に戦略の方法論の分析を進める。このことで、顧客満足を実現しながら他社参入障壁を構築する戦略の手法の具体像が分析できると考える。

藤本[27][28]は、商品全体像がインテグラル、モジュラー、クローズ、オープンの 4 象限のアーキテクチャのどこに位置取りされるかを示すことによる産業競争力分析を示した。このことを商品力要素について位置取り分析をしていくわけであるが、図 4-2 の右側のアーキテクチャ図において、藤本([27]p.5)の論文においては「オープン/インテグラル」は原理的に存在しないとされている。しかしながら、「『オープン型』の定義次第では、このタイプもありうる点、注意を要する」としている。

4-3-2 主要システム LSI 企業の分析

インテル

インテルに関する研究は多くの先行文献をみることができる[12][13][14][25][26][29][30]。インテルの顧客である PC メーカーなどは、EMS(Electronics Manufacturing Service)の基板製品(技術ボード)を使用すればたちどころに製品を完成させることができる。インテルのオープン&クローズ戦略として、CPU 技術をクローズにして、基板開発を自社から市場への「伸びゆく手」としてオープンにした、台湾 EMS との提携があげられている[25]。PC メーカーはインテルから LSI を購入すれば製品化は可能であるが、EMS 製品を使用するほうが、短期に製品を開発することができる。また、モジュラーとして EMS 製品を使用し、他の付加価値での競争に注力することが可能となる。すなわち、インテルと EMS メーカーの提携の目的は、CPU や周辺 LSI を搭載する基板製品(技術ボード)における[性能][品質][サービス(技術)]のすり合わせによる PC メーカーへのターンキーソリューションの提供である。基板製品(技術ボード)の開発は、インテルから LSI の仕様を入手すればどんな基板メーカーでも参入可能である。しかしながら、インテルと選ばれた EMS メーカーとのすり合わせは事実上のクローズを形成していると考えられる。このことを、図 4-11 の Kogut and Zander[23]

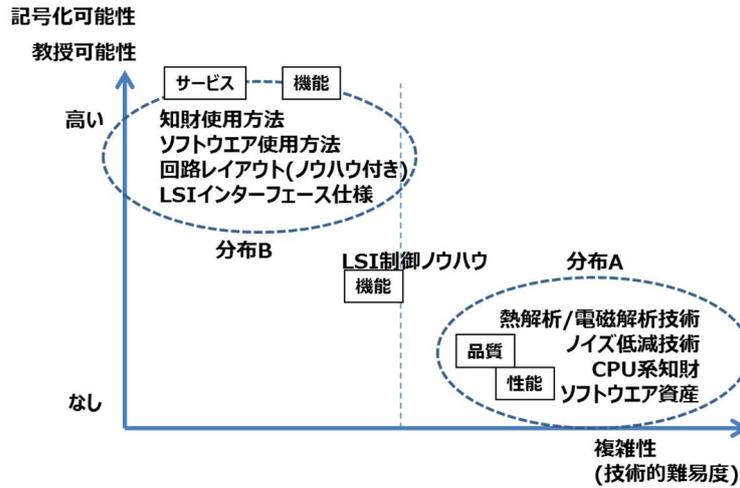


図 4-11 インテルの Kogut and Zander の尺度によるマッピング

の尺度によるマッピングを用いて説明する。CPU や PCI バス LSI など周辺 LSI をカプセル化した技術ボード開発においては、システム LSI の入出力や周辺部品の仕様は「記号化可能性」が高く、基板全体の動作仕様としては「教授可能性」が高い。しかしながら、各 LSI や周辺回路のレイアウトの根拠となるノウハウそのものは教授されるものではなく、基板開発メーカーは「評価検討結果」として受け入れる。オープンされた内容に隠された検討プロセスが事実上のクローズと思われる。つまり、「教授可能性」にも階層があり事実上のクローズを形成する方法論として、供給側は階層化を検討することが可能である。具体的には、

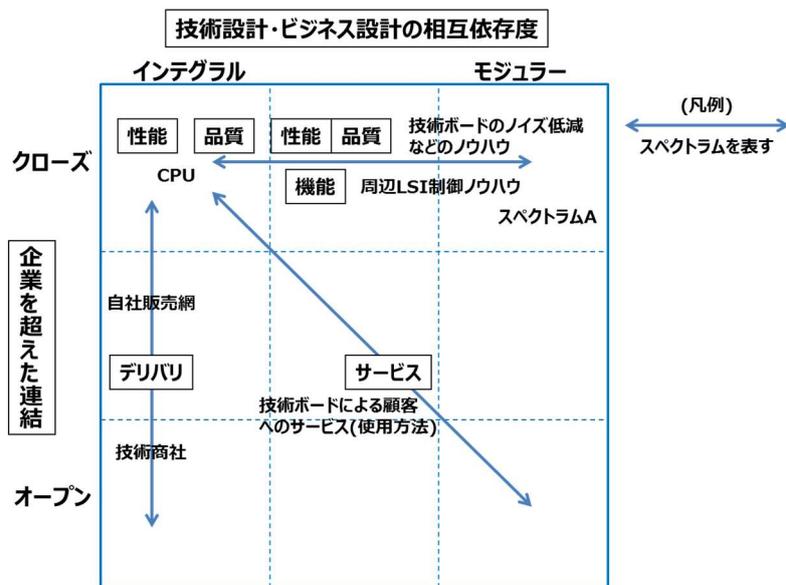


図 4-12 インテルのビジネスアーキテクチャ (競合からみえるアーキテクチャ)

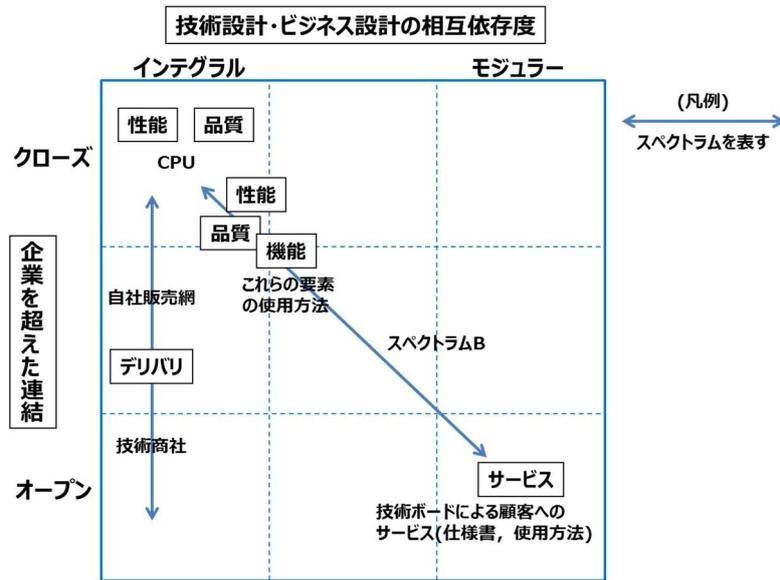


図 4-13 インテルのビジネスアーキテクチャ
(顧客やパートナー企業からみえるアーキテクチャ)

作為，不作為にかかわらず，リバースエンジニアリングを防止する手法である．知財使用方法やソフトウェア使用方法，回路図レイアウト，LSI インターフェース仕様などは記号化可能性も教授可能性も高い．LSI 制御ノウハウは必要性に応じて開示される．CPU や周辺 LSI のノイズ低減ノウハウ，発熱問題や不要輻射への対応などのための熱解析/電磁解析は，動作モードとの関係もあり解析結果は教授されるが，ノウハウそのものは教授されない．ソフトウェア資産とりわけソースコードは，基本的には教授されない．知財は使用権はあっても改版權はないという意味で自由に使えるわけではなく教授可能性は低いと考えることができる．図 4-12，図 4-13 に，図 4-11 の教授可能性，記号化可能性要素を商品力要素におきかえて位置取りとして示す．競合からは CPU や周辺 LSI を含む技術ボードの[性能][機能][品質]は，基板開発メーカーの共同開発要素もあると思われる，クローズ領域にスペクトラム分布させている．図 4-13 は顧客やパートナー企業からみえるアーキテクチャである．CPU に関する[性能][機能][品質]は，[サービス]という要素を経由して，改版權もサブライセンス権もないという意味では，図 4-12 のようにクローズ領域に分布していると考えられる．ここで重要なことは，図 4-11 における分布 A と B の距離，図 4-12 のスペクトラム A と図 4-13 におけるスペクトラム B の距離の長さである．よりクローズな領域もしくは教授可能性の低い領域に分布させる要素をもち，できるだけオープンな手法もしくは教授可能性の高い要素をもつことが，オープン&クローズ戦略の成功の要点と考えられる．分布 A，スペクトラム A が競争源泉であり，分布 B，スペクトラム B が顧客価値やパートナーとの連携力を示すため，この差が大きいほど，競争力を保ちながらの顧客価値につながると考えられる．とりわけ，CPU 系技術はノウハウと使用法における教授可能性の差が大きく，差別化

のための競争源泉となっていると思われる。また、ソフトウェア使用権に関して、資産は供給側にあるため、顧客側で使用方法は教授されても資産は教授されない。このことも顧客価値と競争源泉の永続性の鍵となっていると思われる。抽象化するならば、図 4-13 にあるように、商品力要素のうち[性能][機能][品質]の使用方法が教授可能性も高くオープン方向に配置し、同じ[性能][機能][品質]でもノウハウ系はクローズの方向に分布させることが肝要と思われる。

また、このアーキテクチャを構築するために、LSI 研究／開発／製造以外にも技術ボード開発やマーケティングなどで組織機能を細分化し顧客価値を高めている[31]。つまり、CPU 技術をインテグラル／クローズに位置づけながら、モジュラーとなる周辺 LSI と組み合わせた技術ボードをオープンに展開する専任組織を持つことで顧客へのサービス力のオープン性の主張につながっていると思われる。インテルの組織[31]には、CPU 技術の開発以外にも周辺 LSI を含めた技術ボードの開発を進めるプラットフォームエンジニアリングと呼ばれる専任組織が存在する。このことが図 4-12 のクローズ領域を支えている[注 1]。また、小川は、その著書[26]でオープン&クローズ戦略を「伸び行く手」で表現した。インテルについては、技術ボードとして特徴的なことは、ノイズ低減ノウハウなどを織り込んだ回路レイアウトなど[サービス]をオープンにして業界エコシステムを拡張し、CPU コアや PCI バスなどの技術コアはクローズにしたことである。提携先にはそのノウハウを教授しパートナーとしてある意味束縛していく手法が「伸び行く手」の実態である。そこには、ノイズの扱いなどに長けたすり合わせ技術をもつ技術者の存在が、このクローズを支える原動力としてあると考えられる。つまりサービス力で誘いオープンにみせながらも、技術的關係力で束縛していくことが、かかる電子機器技術でのオープン&クローズ戦略の本質と思われる。図

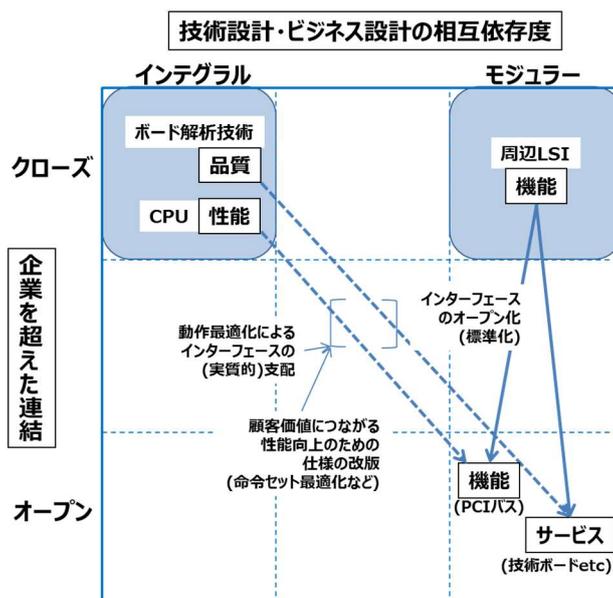


図 4-14 インテルのアーキテクチャマネジメント

4-12 や図 4-13 における[サービス]のために、[性能][機能][品質]について、図 4-11 の熱解析／電磁解析技術，ノイズ低減技術，LSI 制御ノウハウの具体的なスペクトラムを決定することが重要と思われる。

以上のことをアーキテクチャマネジメントとして、図 4-14 に整理する。周辺 LSI をモジュール化して効率化すると共に、「インターフェース支配」の手段として用いる。具体的には、PCI バス用 LSI 仕様を標準化し PCI バスをオープンにしているが、CPU との関係で決まる動作最適化で、インターフェースの実質的な支配を実現していると考えられる。また、顧客価値につながる性能向上のために、CPU の命令セット最適化に伴う PCI バス制御仕様を改版することで「改版權の確保」を実現していると考えられる。技術ボードによる機器開発の顧客の作業性向上や開発リードタイムの短縮も、インテル技術者によるボード解析技術により、ボードの改版權は依属されている。つまり、商品力要素の[機能]の拡大が「インターフェース支配」に作用し、[性能]と[品質]が、PCI バスという[機能]及び技術ボードという[サービス]を触媒として「改版權の確保」の作用となっていると考えられる。

クアルコム

クアルコムは軍用通信技術であった CDMA (Code Division Multiple Access : 符号分割多元接続方式) の開発で知られ、CDMA の携帯電話技術への転用を図り民生事業へ展開した成功企業として知られる。CDMA は日本企業や欧州企業が主導した TDMA (Time Division Multiple Access : 時分割多元接続方式) 方式と比較して高速、高音質で、秘話機能などのセキュリティ面に強いことが特徴である。また、無線接続における帯域効率が高いが、携帯電話への転用のための実証実験当時は、求められる高い演算性能に当時の CPU では不可能と考えられていた。クアルコムは CPU 性能の進化を予見し、知財化と共に、国際標準化を進め、オープン&クローズ戦略の基盤を固めていったと考えられている[25]。クアルコムは当初は機器事業も保有していたが、基地局事業はエリクソン、携帯電話事業は京セラへ売却し、知財力を背景に半導体事業に特化している。この際、CDMA が第 3 世代携帯電話の国際統一標準に採用される動きに合わせ、機器事業も基地局事業も売却を決断している[32]。経営論的にはこのことが成功要因と考えられている[25][33]。通信機器事業者や半導体事業者へのライセンスを展望し、事業拡大の目算を立てたと考えられている。クアルコムと顧客との関係において、携帯電話と基地局間の接続性試験である IOT(Inter-Operability Test)を含む開発環境である[サービス](ターンキーソリューション)は、重要な位置づけにある。このような無線システムには、基地局との接続性の確保や緊急時の通報など、総務省によるガイドラインや NTT ドコモなど様々なキャリアによる取り決めをクリアすることが要求される。つまり、無線技術に関する多くのノウハウを必要とし、新しい携帯電話を開発するにあたって実証実験には多くの費用と工数がかかる。クアルコムの開発環境は、インテルなどの CPU の開発環境の属性に加え、IOT の不確実性による「不安の除去」を担保する開発環境になっ

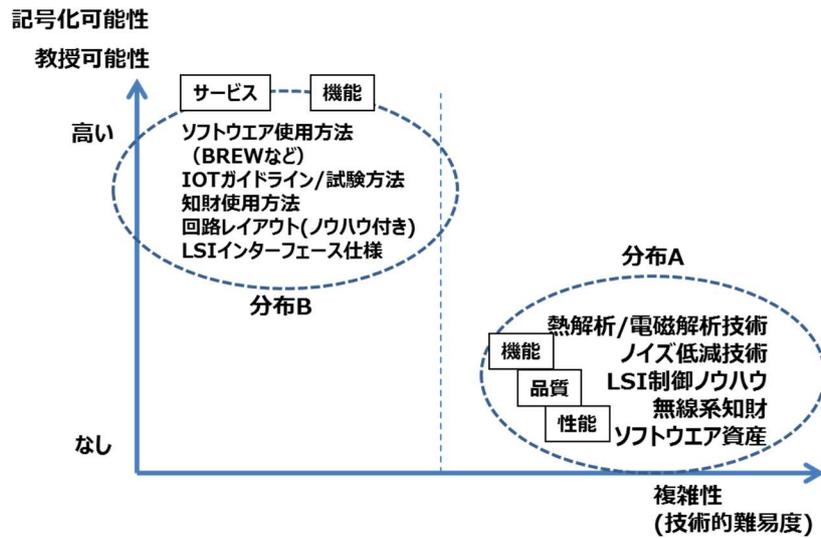


図 4-15 クアルコムの Kogut and Zander の尺度によるマッピング

ている。つまり、IOT の実証試験項目は多岐にわたるため、通信制御のノウハウがカプセル化されていると共に、LSI の更新に伴う、制御タイミングの変化によるリスクは、更新の都度クアルコムによりヘッジされているため顧客企業は安堵する。他社の LSI は、基本技術はクアルコムによりライセンスされるが、詳細なノウハウがカプセル化されていないことが多いため[注 2]、顧客企業は、IOT に関する開発リードタイムに不安を抱く。また、クアルコムによって開発されたアプリケーション環境の例として、BREW (Binary Runtime Environment for Wireless) ソフトウェアがある。携帯電話用のアプリケーション開発として提供され顧客企業は自由に使用することができる。以上のことを Kogut and Zander の尺度によるマッピングにおくと図 4-15 のようになる。たとえば、LSI 制御ノウハウは、無線制御に関するものであり IOT のノウハウにも関係するため教授可能性や記号化可能性は比較的に低いと考えられる。インテルの場合は、LSI 制御ノウハウは、実現するアプリケーションのプログラミングに関係するため、教授可能性や記号化可能性の軸において中間においた。クアルコムの IOT に関しては、LSI 制御ノウハウは完全にカプセル化しても、顧客の開発行為には影響がないように工夫がなされているため事情が異なる。つまり、ノウハウに基づく IOT のガイドラインや進め方については、教授可能性を高くすることによって顧客満足を実現していると考えられる。また、回路レイアウトは教授可能性が高く、レイアウト決定のための熱解析や電磁解析のノウハウは、インテルと同様に、教授可能性は低い。これらの分析から、競合から見える商品力要素のアーキテクチャ上の位置取りを図 4-16 に示す。この位置取りから、競合からはインテグラル/クローズに位置取りする通信制御などで[性能][品質]を司る LSI と IOT による接続性技術などの[品質]や周辺 LSI の[機能]がクローズ領域にスペクトラム分布しているように見える。この周辺 LSI は通信プラットフォームには必須のものであるが、通信制御 LSI と周辺 LSI の情報は特定の企業にしか開示されない。しかしな

がら、顧客やパートナー企業からは、このスペクトラム分布は、図 4-17 のスペクトラム B のようにみえる。[サービス]という要素を経由して、携帯電話の[性能][品質]の要素となる無線技術にアクセスしているようにみえる。このことは、機密保持契約などにより顧客やパートナー企業にはオープンではあるが、競合にはクローズとなる要素があることを意味し

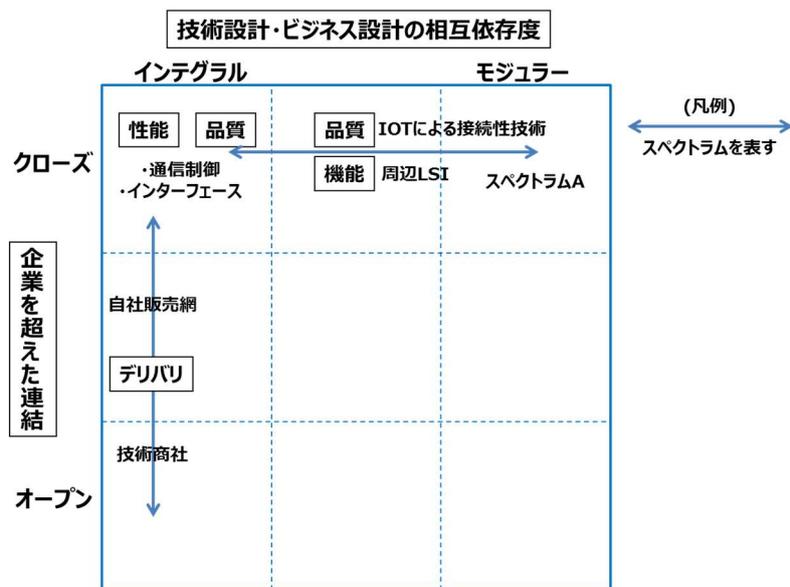


図 4-16 クアルコムビジネスアーキテクチャ (競合からみえるアーキテクチャ)

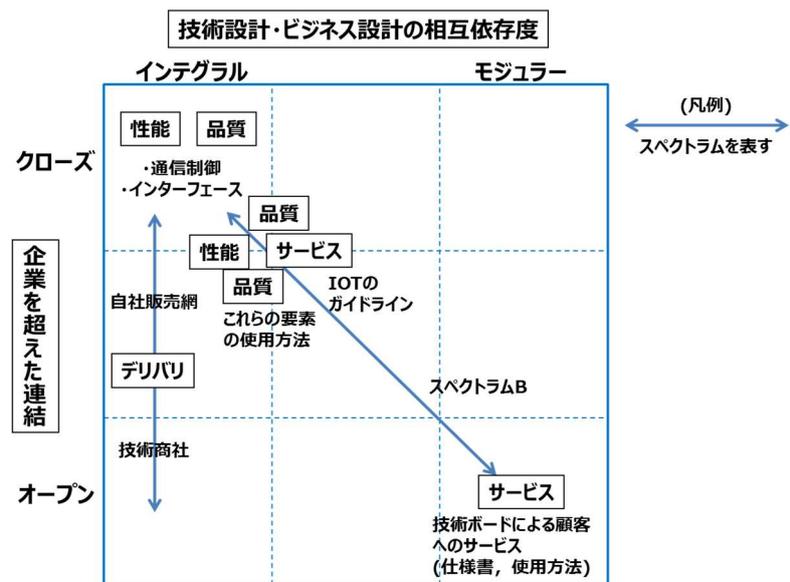


図 4-17 クアルコムビジネスアーキテクチャ (顧客やパートナーからみえるアーキテクチャ)

ていると考えられる。すなわち、教授可能性や記号化可能性は、ある契約下で実行されており、図 4-15 に示す分布 A と B の距離の差が競争力を保つ顧客価値提供の方法と考えることができる。また図 4-16 のスペクトラム A、図 4-17 のスペクトラム B の距離が大きいこともオープン&クローズ戦略の要点と考えることができる。IOT は、実験室における検証から現場実証実験などで構成され、携帯電話オペレータによる厳格な試験として費用も時間も膨大なものになっていた。クアルコムのライセンスを受けたシステム LSI 企業の製品を使用した携帯電話開発の顧客企業も同様に IOT を進める必要がある。そのため、顧客においては、システム LSI 製品がクアルコム品とは異なることによるリスクを持つことになる。システム LSI のハードウェアやソフトウェアが異なることにより、制御タイミングなどシステム性能に変化が生じるからである。システム LSI の表向きの商品差別化ではない IOT ノウハウを自社で蓄積し顧客へ開発環境として提供していることは、実質的な他企業に対する参入障壁となっていると考えられる。

以上のことをアーキテクチャマネジメントとして、図 4-18 に整理する。周辺 LSI をモジュラー化して効率化するが、インテグラル/クローズにあるベースバンド LSI との間のインターフェースは基本的にクローズである。しかしながら、IOT サービスや技術ボードによる[サービス]をオープンに提供している。このマネジメントにおいて、ベースバンド LSI による性能改善が IOT サービスの要諦となるため、実質的に、IOT サービスは「インターフェース支配」されている。また、「技術改版權」も確保されていると考えられる。つまり、[サービス]をオープン化し[性能]と[品質]で「インターフェース支配」と「改版權の確保」が実

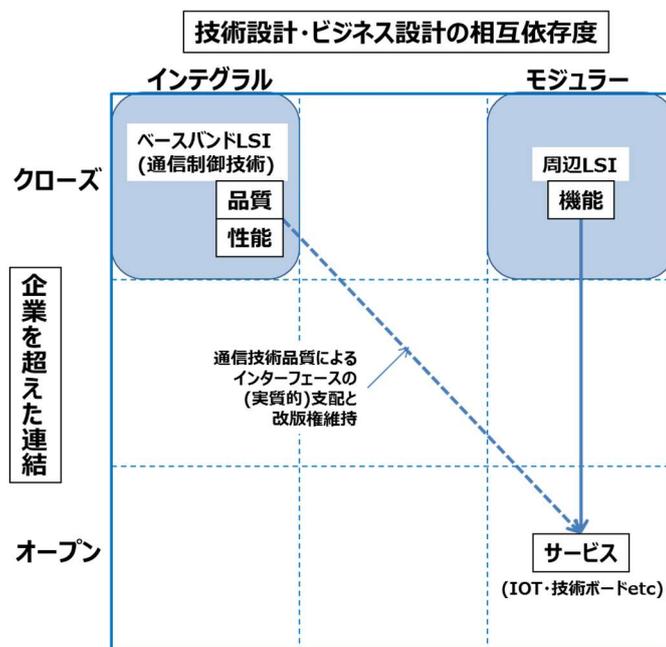


図 4-18 クアルコムのアーキテクチャマネジメント

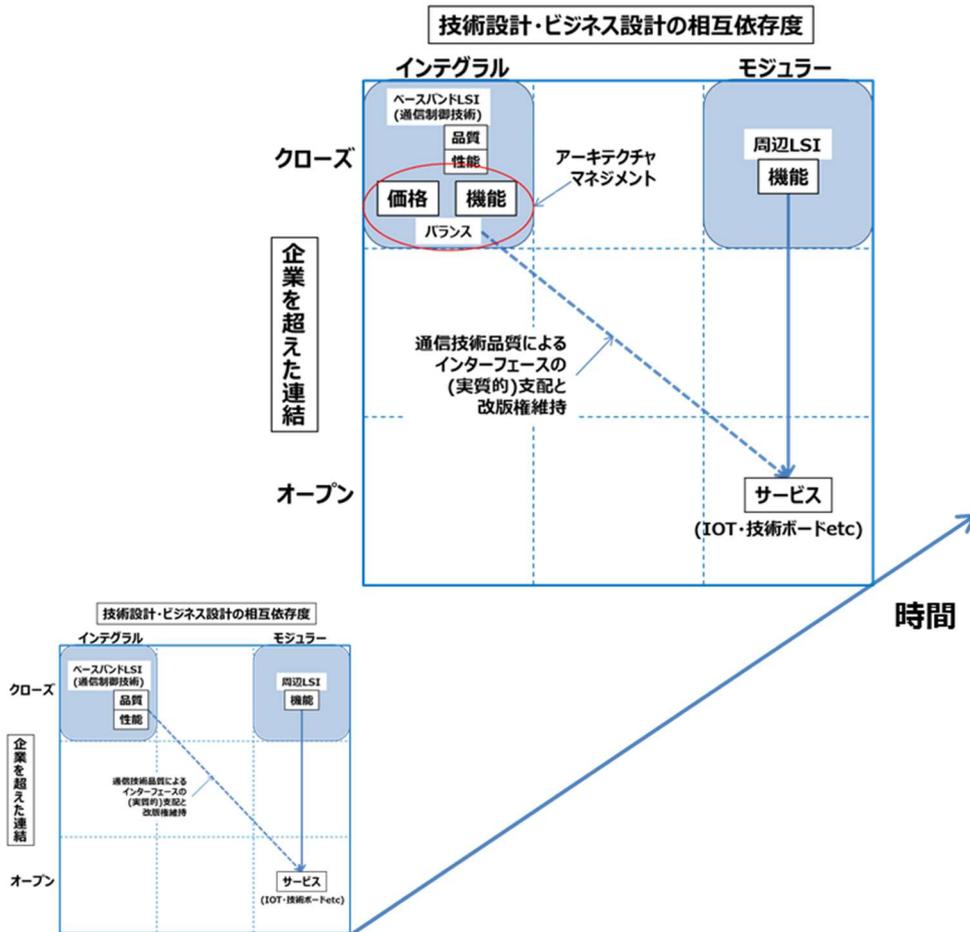


図 4-19 クアルコムの時系列的アーキテクチャマネジメント

行されている。さらには、このアーキテクチャマネジメントを時系列的にみると、図 4-19 のようになる。複雑な手続きが必要な IOT に関する顧客の安心感やライセンスにより長期的にしぼり、競争を実質的に排除していると思われる。一旦、顧客への参入を果たすと、[価格]と[機能]のバランスをマネジメントし長期的な顧客への[サービス]を通じて、時間軸的な「インターフェース支配」を進めていると考えられる。

総合半導体企業

総合半導体企業とは、デジタル信号処理の DSP(Digital Signal Processor)や MCU (Micro Control Unit), アナログ IC などチップキットを供給する半導体企業のことである。例えば、テキサスインスツルメント社は DSP が主力のイメージが強いが、差別化戦略としてアナログ技術を重視し、今日では同社の 40%超がアナログ製品であるといわれている[21]。また、顧客側での開発リードタイム(TAT: Turn Around Time)の短縮を実現する「レフェランスデザイン」の提供を顧客サービスの柱に据えている。このレフェランスデザインにより、顧客での製品デザインの都合による部品配置変更、性能、コストや地域サプライチェーンの都合が

らくる供給側推奨部品の変更などの対応も容易となる。そのため、顧客側で他社 LSI などを部分的に使用することは困難をもたらす。同時に、自社の半導体製品をキット化することによる販売戦略への織り込みがなされていると考えられる[注 2]。このような総合半導体企業の一般的な販売戦略を、図 4-20 に概念として例示する(概念のため価格の単位は記述しない)。チップキット販売する企業は工場稼動状況から鑑みたチップキット販売としての価格決めをすることができる。ここに競合企業がアナログ LSI で価格を下回って置き換え販売をしかけてきても、総合価格では総合半導体企業を下回ることはできないよう、キット価格

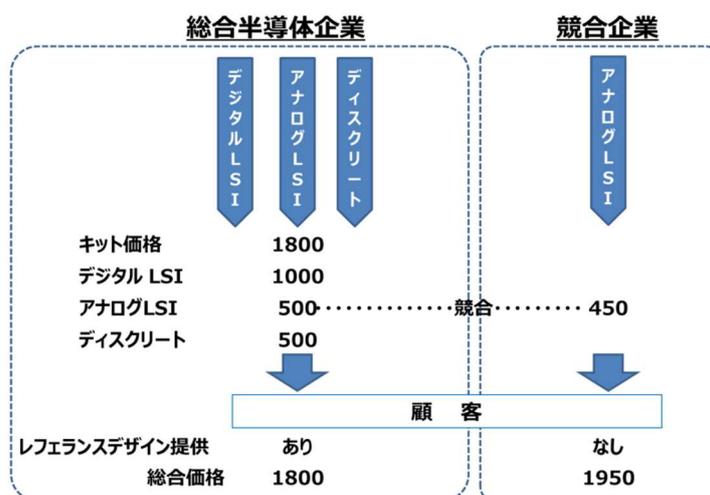


図 4-20 総合半導体企業の販売戦略

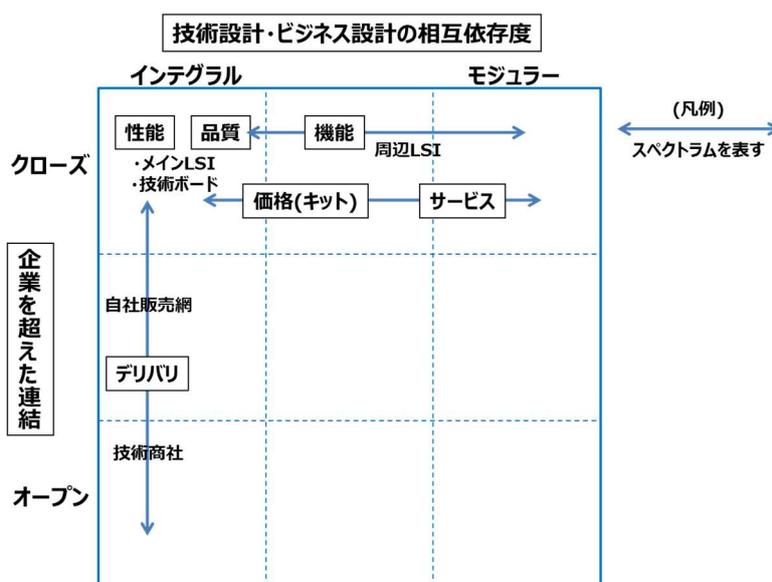


図 4-21 総合半導体企業のビジネスアーキテクチャ (競合からみえるアーキテクチャ)

は設定されている。つまり、顧客側では、チップキット販売としての恩恵を受けることはできない。またレファレンスデザインのサポートも受けることもできないため、競合企業の性能が大きく上回るか、総合価格 1800 以下の魅力ある価格決めをしなければ置き換えてもらうことはできない。図 4-21 に、[価格]決めと[サービス(技術)]による事実上のクローズを示す。これらのことが、チップキット戦略のビジネス面と技術面の本質であると考えられる。チップキットへ他社からの参入は可能でも、[価格]決めやレファレンスデザインの提供([サービス])は、事実上のクローズである。しかしながら、顧客やパートナーからは、図 4-22

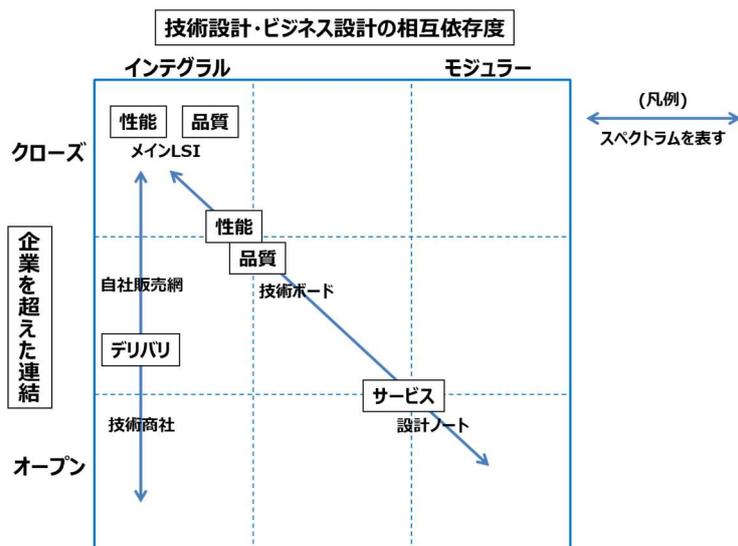


図 4-22 総合半導体企業のビジネスアーキテクチャ (顧客やパートナーからみえるアーキテクチャ)

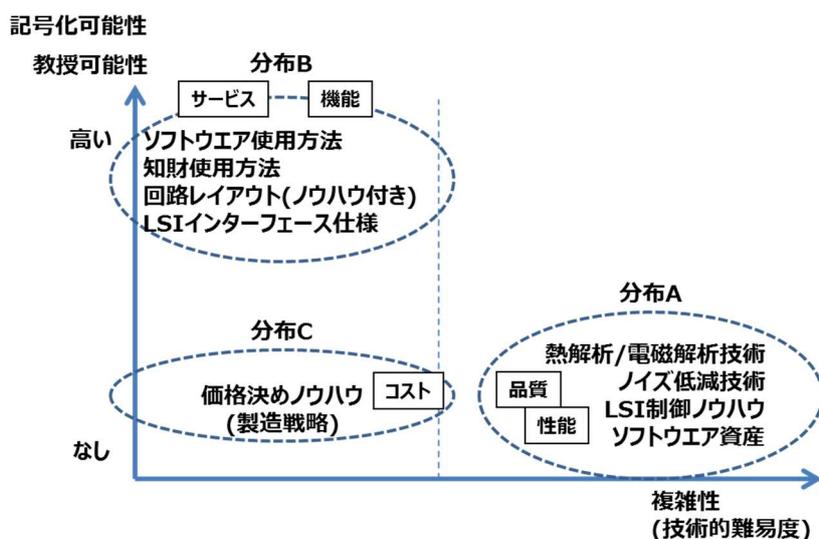


図 4-23 総合半導体企業の Kogut and Zander の尺度によるマッピング

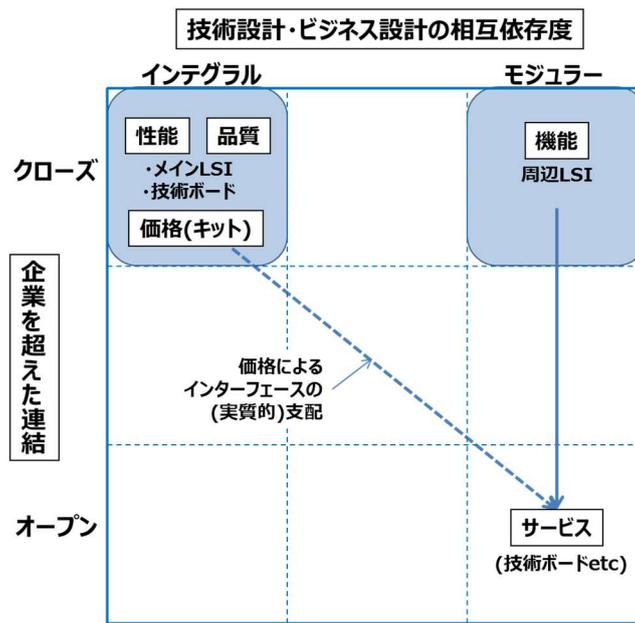


図 4-24 総合半導体企業のアーキテクチャマネジメント

のように、設計ノートや技術ボード情報はインターネット上にもオープンにしているため、チップキットの中に参入しやすく見える。開発を始めて最終段階の販売開始の手前で、顧客へオファーした段階で、アーキテクチャが実は図 4-21 のようになっていることに気付かされることもある。このことを、Kogut and Zander の尺度によるマッピングにおくと図 4-23 のようになる。総合半導体企業には分布 C が存在する。価格決めノウハウは製造戦略に立脚するものであり、利益も担保しながらの戦略となること、また、他社品の使用を妨げるものではないことなどから決して独占禁止法にも抵触しないと考えられる。図 4-24 に総合半導体企業のアーキテクチャマネジメントとしてまとめる。周辺 LSI を含める[機能]による[サービス]をオープン化し、[価格(キット)]をクローズにしながら、[サービス]の「インターフェース支配」をしていると考えられる。

垂直統合企業

パナソニック、ソニーなどに代表される垂直統合企業のシステム LSI 事業は、システム LSI がセット機器の商品力を左右する重要な部品であったがために、技術もビジネス手法もインテグラル&クローズに集約する傾向にあった。アナログ時代のセットと半導体（顧客側と供給側）による性能出し、機能の織り込みの時代には有効であったからである。その後、独立系半導体企業による自社内シェアの切り崩しに遭遇した。半導体事業の重い設備投資を回収するため、垂直統合企業の半導体部門は自ら外販に乗り出す必要に迫られた。そのため、[サービス]をオープンやモジュラーの方向に展開していった。この時代のアーキテクチャを図示すると図 4-25 のようになる。内部のノウハウ流出を恐れ、スペクトラム A と B の間にはアクセシビリティがない、もしくは希薄である。つまり教授可能性/記号化可能性の

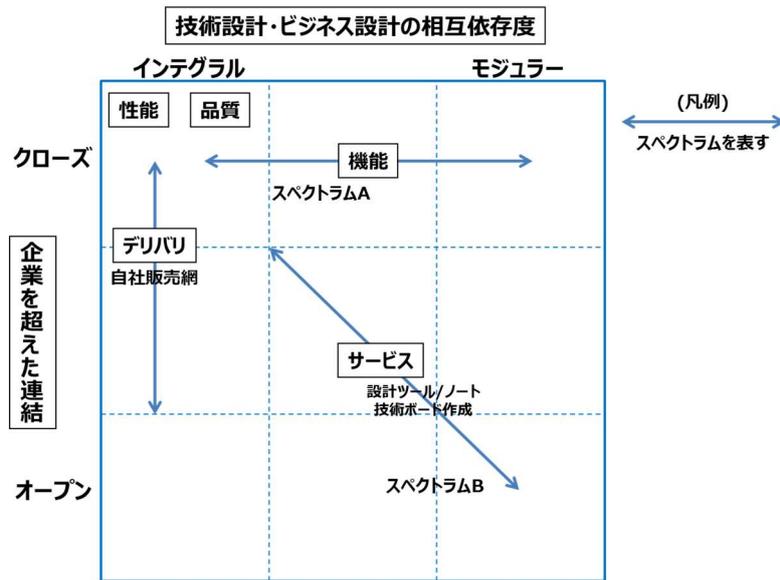


図 4-25 垂直統合企業のビジネスアーキテクチャ

高い分布があっても、高い技術ノウハウに裏付けられた分布にはなっていない。また、「インターフェース支配」も「技術改版權の確保」もないことから、優秀な技術が販売され、いわば初期費用のみで取引されていたことと思われる。このことが垂直統合企業の特徴としてあげられる。

4-3-3 顧客との共益を実現する差別化戦略のまとめ

システム LSI 事業の経営戦略の歴史を俯瞰し、顧客価値創出を中心に分析することは、将来の戦略検討に資すると考えられる。システム LSI の商品力を要素に分解し、アーキテクチャ上の位置取りを示すことで、戦略の可視化分析の手法を提案した。とりわけ、商品力要素のうち、ある要素をオープンに展開しながらも、事実上のクローズとして他社参入障壁とする戦略を可視化しながら分析した。これらのことから、顧客との共益的戦略を構成する供給側の実務戦略を明確に示すことができた。戦略の実際を可視化して分析することは、戦略立案のツールとして有用であり他分野への応用も可能と考える。

特筆すべきは、垂直統合企業にはなしえなかった、顧客価値の見極めと戦略への織り込みが、独立系企業では非常に早かったということである。また、一般的に、インテルやクアルコムは、事業の選択と集中に成功したと言われている[25]。インテルにおいてはメモリー事業をあきらめ、CPU 事業に特化し IBM と対抗していく選択をしたこと、クアルコムにおいては、携帯電話事業と基地局事業を売却し、半導体事業に特化したことが成功要因といわれる。多くの日本半導体企業も同様に選択と集中を繰り返してきている。しかしながら、インテルやクアルコム、総合半導体企業などが取った戦略を想定していくことが重要であったが、十分な方策を持ちえなかったと考えられる。その内容を整理すると、オープンな仕様の

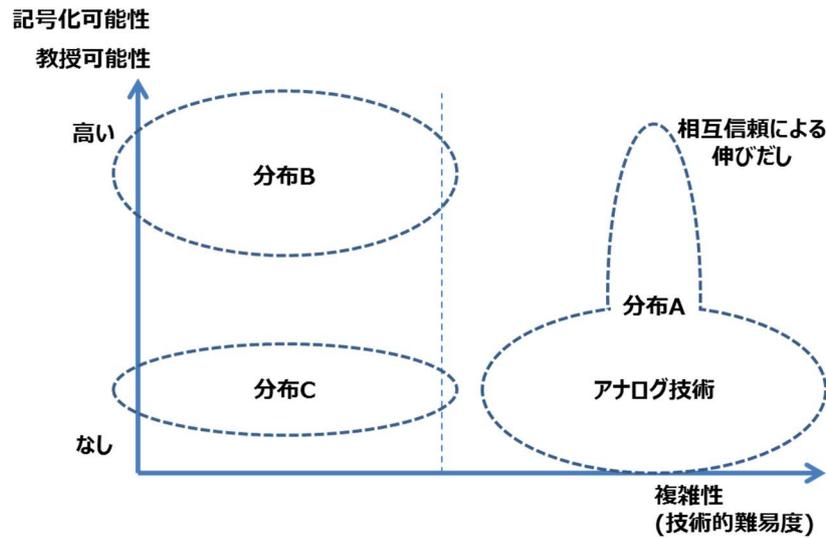


図 4-26 アナログ技術の Kogut and Zander の尺度によるマッピング

もとに事実上のクローズを実現する手法として、

- ・「顧客との技術折衝基盤」(内インテグラル外インテグラル)の設定。
- ・ソフトウェアのソースコードを非開示とし、顧客が使用可能な資産の継承性を確保。(インテル)
- ・プラットフォームの品質を担保するための IOT を含む開発環境の品質向上スピードで参入障壁を設定。(クアルコム)
- ・オープンプラットフォームでインターフェース仕様もオープンであるが、チップキットの価格戦略で参入障壁を設ける手法。(総合半導体企業)

などがある。これらに共通する戦略は、「インターフェース支配」と「技術改版權の確保」と考えられる。一般的なオープン&クローズ戦略の基本原則としては、「仕様のオープン化でエコシステムを組みながらも、プラットフォーム品質とコストで目に見えない参入障壁を設ける」とことといえる。また「目に見えない参入障壁」とは、顧客にはオープンであるが競合にはクローズになることであるが、図 4-15 や図 4-23 における、分布 A と分布 B の明確化と相互のアクセシビリティの確保が要諦といえる。アナログ技術については、図 4-26 に示すように、信頼関係の基づく教授可能性への伸び出しによる、顧客やパートナーとのボンディングともいえる。このこともアナログ技術による顧客技術者と供給側技術者の「インターフェースの支配」であり、供給側技術者の技術者進化で顧客側技術者の技術力向上が図れることから「技術改版權の確保」とも考えられる。

これらのことから、可視化したアーキテクチャ上の商品力要素の位置取りは、図 4-27 に一般化して示すように、オープン&クローズを明確化するための検討を容易化する。図 4-27 における「事業の差別化戦略力を示す円弧」とは、モジュラー化による効率向上と、オープン化による顧客価値向上で差別化するためのアーキテクチャマネジメントを示してい

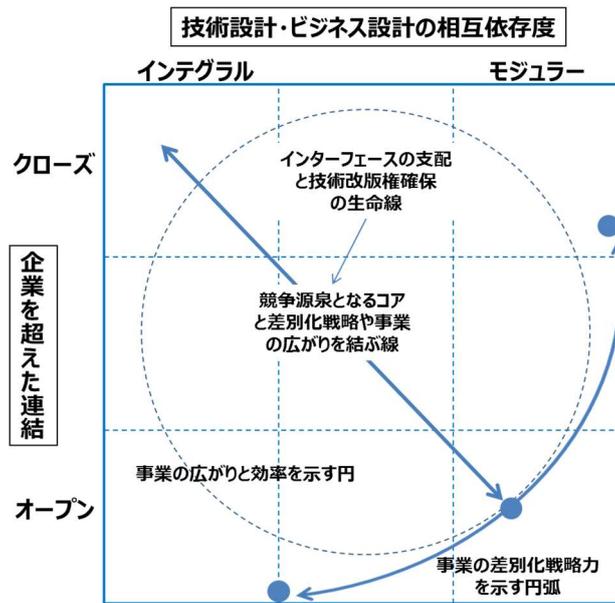


図 4-27 差別化戦略のアーキテクチャマネジメント

る。パートナーなどとの協業で事業の効率をあげるために、いかにオープンやモジュラーの要素を持ちうるかの考察と競争力向上の検討を容易化することができる。結果、事業の効率性と戦略価値を推測することが可能と考えられる。このことは、戦略立案のツールとして有用であり他分野へ普遍的に応用も可能と考えられる。このことは他の事業へも応用可能であり、本研究では、太陽光発電事業への適用を試みる。

4-4 アーキテクチャ論と P2M 体系の関係

通常、プログラムやプロジェクトの進行を考える場合、顧客第 1 に考えることが重要である。しかしながら、本章では、成功企業で進めた戦略は、顧客満足と差別化戦略の両立があったことを知見として述べた。プログラム戦略マネジメントでは、この両立を入念に検討する必要がある。ひとつには、第 2 章で示した経営戦略の階層図の技術基本戦略層における、「自社シーズ階層化マップ」の技術シーズのうち、インターフェースをオープンにできるシーズの選定である。インテルの場合は、CPU コア技術はクローズであるが、技術ボード開発のためのインターフェースはオープンである。クアルコムの場合は、IOT の早期化のための技術はクローズであるが、IOT そのものは仕様もオープンであり、他社による周辺 LSI 接続のためのインターフェースも開示されている。また、ふたつめには、技術シーズのうち非競争技術を標準化活動に資する方策がある。このことで、オープンプラットフォームとしての拡張性を担保しながら、自社の競争源泉は保持して、プラットフォームとしての競争力を向上させる手法である。これらの手法を P2M のシステムモデルで入念に検証し、競争力のあるプラットフォームを検討することが重要と考えられる。

また、本章で分析した商品力要素であるが、[性能][機能][品質]は技術部門、[コスト]は製

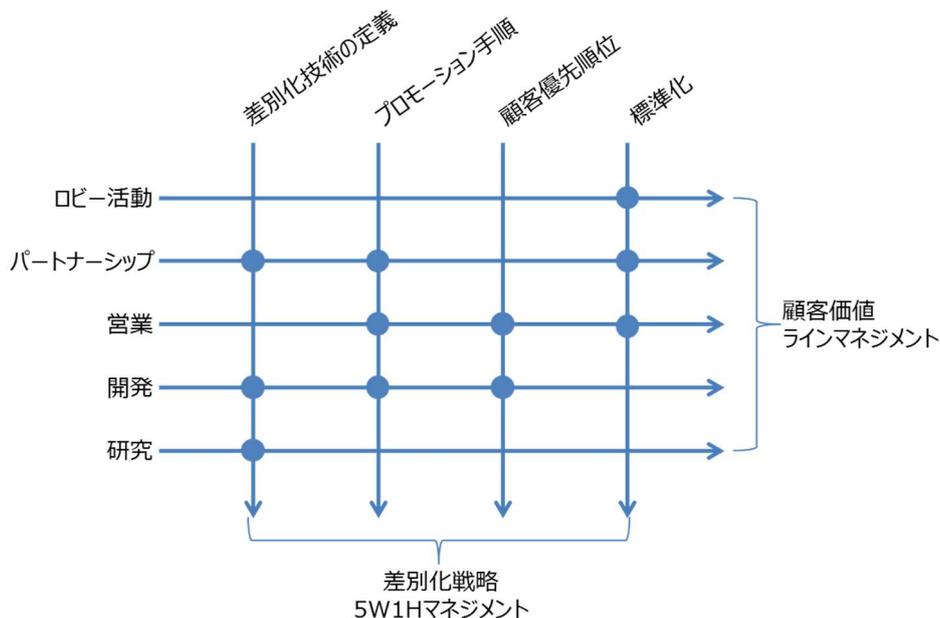


図 4-28 プログラム戦略マネジメントとアーキテクチャマネジメントにおける顧客価値ラインと差別化戦略ラインのマトリクス化

造部門と営業部門，[デリバリ]は営業部門，[サービス]は技術部門と営業部門とそれぞれ責任部署が異なる．各部署のプロジェクト推進としてみた場合，各商品力要素の顧客への訴求のバランスを，綿密に連携して検討すべきことを示唆している．プログラム戦略マネジメントへの適用としては，内部外部環境要因分析から事業戦略仮説の抽出，後に検証シミュレーションとして，属性として類似性のある事業から検証を進めることである．属性での類似性を見る目が，プログラママネージャには要求され，創造的な戦略議論に結びつけることが可能になると考えられる．このことから，アーキテクチャマネジメントとして重要な示唆が得られる．プロジェクトのアーキテクチャを考えるにあたり，たとえば，図 4-28 に示すように，顧客価値ラインと差別化戦略ラインのマトリクス化である．プログラムのアーキテクチャマネジメントとして，ラインマネジメントに戦略ラインマネジメントをマトリクス上に追加することで，論点を明確にでき，ライン間コンフリクションなどの課題を明確にしやすくなると思われる．

4-5 小括

本章では，電子機器システム事業におけるシステム LSI 事業を供給側とし，電子機器事業を顧客側としてアーキテクチャ論的検証を進めた．その中で，供給側による顧客側との共益的戦略の構築の手法を成功モデルとして抽出した．抽出した成功モデルは，「インターフェースの支配」と「技術改版權の確保」である．

明らかにしたことは，第 1 には，アナログ時代からデジタル時代へ，顧客満足実現のため

に商品力要素の位置取りをアーキテクチャ上で変化させてきたこと、またデジタル時代になった今日でも競争源泉獲得のためにアナログ時代のアーキテクチャに位置取りを回帰させたことである。このことで、電子機器システム事業でのアーキテクチャマネジメントの変遷を明確にした。第2には、顧客やパートナー企業にはオープンで効率的なプラットフォームに見えるようにするとともに、競合からは事実上のクローズになるよう参入障壁を設けていることを明確にした。この手法を、Kogut and Zander の尺度を用いてマッピングすることとアーキテクチャ上で明確にした。

これらの結果から、商品全体像で位置取りを考察するのではなく、商品力要素で位置取りを考察することにより、顧客価値と差別化戦略の実態を詳細に分析することができたと考えられる。また、他分野のアーキテクチャマネジメントでの活用などで普遍性が期待できると考えられるため、本研究の事例研究の主題である、太陽光発電事業に対しても、具体的な戦略方法検討として適用する。

また、アーキテクチャ論のキーストーン戦略構築フレームワークにおける有効性については、表 2-1 のエコシステム健全性指標の具体化に照らし以下のように確認できる。

- 1) 顧客価値創出と差別化戦略の構築において過去事例を参照しやすくなり「イノベーションの伝達」が容易化する。また、可視化ツールで共有しながら戦略検討を効率化できるため「生産性」が向上する。
- 2) 「オープン」「モジュラー」領域への、キーストーン企業と、供給業者や補完業者などのニッチ・プレーヤーの位置取りマネジメントを可視化分析することができる。

さらには、本章で提案した商品力要素によるアーキテクチャ上の位置取り分析を、P2M 体系のプログラム戦略マネジメントとアーキテクチャマネジメントでの活用方法としてまとめた。商品力要素の位置取りの可視化により、要素間の作用を理解しやすくする効果が期待できるため、各要素を担当する組織間の戦略検討ツールとしても有効と考えられる。このことで、組織連携の在り方の考察など P2M 体系のアーキテクチャマネジメントのツールとしても活用できることを示した。また、プログラム戦略マネジメントはプラットフォーム戦略のための組織能力の考察において重要な役割を果たすことを示した。

注釈

[注 1]筆者は、1998 年から 2001 年まで米国インテルとの共同開発を経験しており、そのおりのインテル技術者との会話に基づいている。

[注 2]筆者は、2002 年から 2008 年までシステム LSI 事業を担当し、顧客へのプロモーション時の「競合企業による顧客への価格回答」のヒヤリング経験に基づいている。顧客企業は松下通信工業株式会社（当時）である。

参考文献

[1] 山崎信雄：「リチウムイオン電池産業における経営戦略の研究」，千葉工業大学博士学

- 位論文(2105).
- [2] 佐伯靖雄.: [イノベーション研究における製品アーキテクチャ論の系譜と課題], 立命館経営学(2008).
- [3] Rebecca M. Henderson, Kim B. Clark. : "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly* (1990).
- [4] 藤本隆宏, 武石彰, 青島矢一: 『ビジネス・アーキテクチャー製品・組織・プロセスの戦略的設計一』, 有斐閣(2001).
- [5] 新宅純二郎, 天野論文.: 『ものづくりの国際経営戦略-アジアの産業地理学』, 有斐閣(2009).
- [6] 藤本隆宏, 延岡健太郎: 「日本の得意産業とは何か: アーキテクチャと組織能力の相性」, RIETI Discussion Paper Series, 04-J-040, pp. 1-27(2003).
- [7] 藤本隆宏: 「アーキテクチャの比較優位に関する一考察」, RIETI Discussion Paper Series, 05-J-013, pp. 0-25(2005).
- [8] 藤本隆宏: 「製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート」, RIETI Discussion Paper, 02-J-008, pp.0-58(2002).
- [9] 藤本隆宏: 「組織能力とアーキテクチャ — 下から見上げる戦略論 —」, 組織科学, Vol.36, No.4, pp.11-22(2003).
- [10] 奥野正寛, 瀧澤弘和, 渡邊泰典: 「人工物の複雑化と製品アーキテクチャ」, 東京大学ものづくり経営研究センターディスカッションペーパー, MMRC-J-81, pp. 1-27 (2006).
- [11] フィリップ・コトラー, ゲイリー・アームストロング: 『マーケティング原理—基礎理論から実践戦略まで』, ダイヤモンド社(2003).
- [12] 中屋雅夫.: 「日本半導体産業の課題:2000年代における日本半導体産業の不振」, 一橋大学イノベーション研究センター(2012).
- [13] 中屋雅夫.: 「世界半導体企業とその収益性—設立形態, 製品群集中度, 応用分野集中度—」, 一橋大学イノベーション研究センター(2013).
- [14] 肥塚浩: 「半導体ビジネスの戦略転換—日本メーカーの事例—」, 『立命館経営学』第48巻第6号(2012).
- [15] Nonaka, I., and Takeuchi, H.: "The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies create the Dynamics of Innovation", *New York: Oxford University Press* (1995), 梅本勝博訳, 『知識創造企業』東洋経済新報社 (1996).
- [16] Carliss Y. Baldwin, Kim B. Clark : *Design Rules: The Power of Modularity*, MIT Press (2000).
- [17] マイケル・E・ポーター.: 『競争優位の戦略』, ダイヤモンド社(1985).
- [18] Kurimoto et al. : "A comb Filter with Switched Capacitor Delay Lines for Analog Video Processor", *VLSI symposium*(1998).
- [19] 佐伯高晴ほか.: 「パルス加算型スイッチングノイズ低減回路」, テレビジョン学会(1990).

- [20] 藤本隆宏：『日本のもの造り哲学』，日本経済新聞社(2004).
- [21] マイナビニュース：「日本 TI の新社長に就任した田口氏が語ったこれからの半導体ビジネス戦略（大原雄介）」，http://news.mynavi.jp/articles/2013/08/07/ti_taguchi/ (2016/1/3 閲覧).
- [22] 上田勝彦ほか：「分割符号化により消費電力を低減する CMOS 論理回路データ伝送手法」，電子情報通信学会論文誌(2014).
- [23] Bruce Kogut, Udo Zander: “Knowledge of the firm and the evolutionary-theory of the multinational corporation”, *Journal of International Business Studies*, 24(4), pp. 625-45(1993).
- [24] 藤本隆宏：『生産マネジメント入門 I 生産システム編』，第 7 章，日本経済新聞出版社(2001).
- [25] 小川紘一：『オープン&クローズ戦略—日本企業再興の条件—』，翔泳社(2014).
- [26] 小川紘一：『国際標準化と事業戦略—日本型イノベーションとしての標準化ビジネスモデル—』，白桃書房(2009).
- [27] 藤本隆宏：「製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート」，RIETI Discussion Paper Series 02-J-008(2002).
- [28] 藤本隆宏：『ものづくり経営学』，光文社(2007).
- [29] アンドルー・スティーヴン・グローヴ：『インテル戦略転換』，七賢出版(1997).
- [30] アンドルー・スティーヴン・グローヴ：『インテル経営の秘密』，早川書房(1996).
- [31] 「The Official Board」ホームページ：<http://www.theofficialboard.jp>(2016/1/3 閲覧)
- [32] 田村泰一，日比慶一：「技術経営におけるデジュール標準化戦略に関する研究—先行的技術標準化とオープンイノベーション—」，早稲田大学 WBS 研究センター早稲田国際経営研究，No.40pp. 125-141(2009).
- [33] 永井知美：「クアルコムの知財戦略—3G 携帯端末の知財を押さえて急成長、目下の懸念材料は中国との泥仕合—」，株式会社東レ研究所(2014).

第 5 章 システム論に基づく付加価値構造分析

第5章：システム論に基づく付加価値構造分析

本章では、システム論を活用して、太陽光発電事業における優先すべき顧客戦略と差別化戦略を検証する。電子機器システム事業と太陽光発電事業を、システムの準分解可能性[1]に基づき付加価値構造に分解する。付加価値構造を用い顧客価値と差別化戦略のための技術イノベーション創出パターンを検討する。電子機器システム事業が経験した技術イノベーションの歴史を参照し、太陽光発電事業における技術イノベーションの優先順位を考察する。本章の目的は、技術イノベーション創出パターンの考察から、戦略実行基盤である「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」の顧客価値への影響度を分析し、システム論活用の有効性を検証することである。

5-1 分析方法

本章での分析方法について説明する。第4章では、電子機器システム事業に内在するシステム LSI 事業のアーキテクチャ論的分析を進めた[2]。その中で、システム LSI 事業における「顧客側での機能」と、その機能を実現する「供給側での構造」の対応関係を示し、相互のアーキテクチャの中での供給側の戦略を明らかにした。その中で、供給側の商品力を[商品力]=[性能]X[機能]X[品質]X[コスト]X[デリバリ]X[サービス]で分解し、その位置取りを示すことで供給側の戦略内容の変遷を明らかにした。このシステム LSI 事業のアーキテクチャ論的分析[2]と検証に基づき、

- 1) 電子機器システム事業における戦略変遷のフェーズを定義し、各戦略フェーズで背景にある技術の差別化要因を明確にする。その後、電子機器システム事業の付加価値構造を示し、技術イノベーション創出パターンの仮説を立てる。
- 2) 太陽光発電事業の付加価値構造を示すとともに、電子機器システム事業の付加価値構造との類似性を明らかにする。
- 3) 太陽光発電事業における EMS の顧客側の機能と供給側の構造の対応付けを分析し、電子機器システム事業の変遷におけるどのフェーズに対応するかを明らかにする。
- 4) 太陽光発電事業と電子機器システム事業の付加価値構造の類似性と、3)で検証した太陽光発電事業のフェーズに基づき、技術イノベーション創出パターンの仮説を立てる。
- 5) 仮説を立てた技術イノベーション創出パターンは顧客価値に資することを検証する。
- 6) 太陽光発電事業におけるオープン&クローズ戦略の適用性を考察する。
- 7) 太陽光発電事業におけるオープン&クローズ戦略の考察をP2Mの枠組みのなかで考察する。以上を進めていく。

事業の付加価値構造による分析については、サイモン[1]の「複雑性の構造—階層的システム—」(pp.219-256)に関する記述「複雑なシステムは準分解可能で階層的な構造を持っている」に基づき本章での検証ために用いる。また、サイモンは、階層化すなわち準分解可能性は、「複雑なシステムの記述を単純化し、そのシステムの発達や再生産に必要な情報がい

かにして適度に貯えられるのかということの理解を容易にする」と述べている。このことから、付加価値構造による分析は、技術イノベーション創出のパターン化の一助になる可能性があると思われる。

5-2 技術イノベーション創出パターン類型化の意義

イノベーションとは、研究社新英和中辞典では、可算名詞として「新しく採り入れたもの」「革新したもの」と訳され、不可算名詞としては「革新」「刷新」などと訳される。技術イノベーション創出パターンの類型化のなかでは、イノベーションは不可算名詞として考える。経済発展の一因としての技術革新は、一義的には商品技術や生産技術などに関するイノベーションにとらえられているが、イノベーションを生み出す経営手法やビジネスモデルという一連のプロセスも多く論じられている。クリステンセンは「イノベーションのディレンマ」[3]で、巨大企業が陥る「イノベーションを生み出せない状況」を5つの原則で論じた。このことは企業における組織能力よりも経営手法で乗り越える題材であり、イノベーション創出における経営戦略のパターン化として示唆を与えるものと考えられる。また、5つの原則のうち「技術の供給は市場の需要と等しいとは限らない」に関しては、本研究の技術イノベーション創出パターンの考察に洞察を与えるものと思われる。つまり、技術のための技術ではなく、あくまで顧客価値のためのイノベーションとして妥当性の検証が必要である。クリステンセンは「イノベーションの解」[4]で、市場の捉え方、言い換えれば顧客プロフィールで製品機能が変わるとした[p103]。このことは、ビジャイ・ゴビンダラジャンとクリストリンブルによる「リバース・イノベーション」[5]でも例証されている。またクリステンセンの「イノベーションのDNA」[6]では、破壊的イノベータが持つスキルについて5つの発見力として述べている。「関連づける力」「質問力」「観察力」「ネットワーク力」「実験力」である。本研究における技術イノベーション創出パターンは「関連づける力」に分類されるものと考えている。クリステンセンは一見関係ないビジネスと技術を結びつける発見力として「関連づける力」をとりあげているが、本研究の技術イノベーション創出パターンは、付加価値構造の分析から発見を容易化するものにしていきたいと考えている。技術イノベーション創出パターンに関係する研究として、J.M.Utterbackによる「イノベーションダイナミクス」[7]では、イノベーションの時系列的な創出パターンとして論じており、第7章で取り上げる。安孫子[8]は、F.マルレバとL.オルセニーゴの「技術レジーム」の概念を「技術機会」「専有可能性」「累積性」「知識ベースの特性」によって特徴づけられることなどを取り上げてイノベーションパターンを論じた。本研究では、クリステンセンの言う比較的抽象化された概念としての技術イノベーション創出パターンではなく、具体的な例として、電子機器システム事業での技術イノベーション創出パターンを、過去から現在までの流れの中で分析する。その後、類似性のある太陽光発電事業での技術イノベーション創出パターンを検討するものである。その意義は、技術イノベーション創出方法の類型化による推論方法の提供である。電子機器システム事業では、比較的狭い領域で技術者連携が期待できる

が、太陽光発電業界では、システムの規模の大きさにより連携が制限されることが多いと考えられる。類型化により、ネットワーク技術などの IT 技術者、ソフトウェア技術者などから、サービスやアプリケーションを検討するマーケティングや、研究色彩の強い材料技術者までを関連付ける「協働の場」を生み出すことが可能になると思われる。さらには、技術イノベーション創出パターンを「協働の場」で一般化して示すことで、図 3-2 におけるセレンディピティプラットフォームへの材料提供の容易化に貢献可能と思われる。

5-3 電子機器システム事業における戦略変遷と技術イノベーション創出パターン

第 4 章で、電子機器システム事業の中のシステム LSI 事業の戦略を、顧客との関係を中心としてアーキテクチャ論に基づき分析した。そのなかで、顧客側の製品機能と供給側のシステム LSI の構造がどのような対応関係にあるかを、アナログ時代からデジタル時代の時代変遷の中で示した。また、各時代の特徴を、商品力要素のアーキテクチャ上の位置取り分析として示した。アナログ時代からデジタル時代になった昨今であるが、デジタル時代に入った現在でも、顧客価値創造に関して、供給側によるさらなる競争力向上のため、アーキテクチャ上の枠組みの中で、位置取りが変化している。この変遷において、アナログ時代をフェーズ 1、デジタル時代をフェーズ 2、さらなるアーキテクチャ変化がみられる現在をフェーズ 3 と定義する。それぞれのフェーズでの技術イノベーション創出の特徴を整理してお

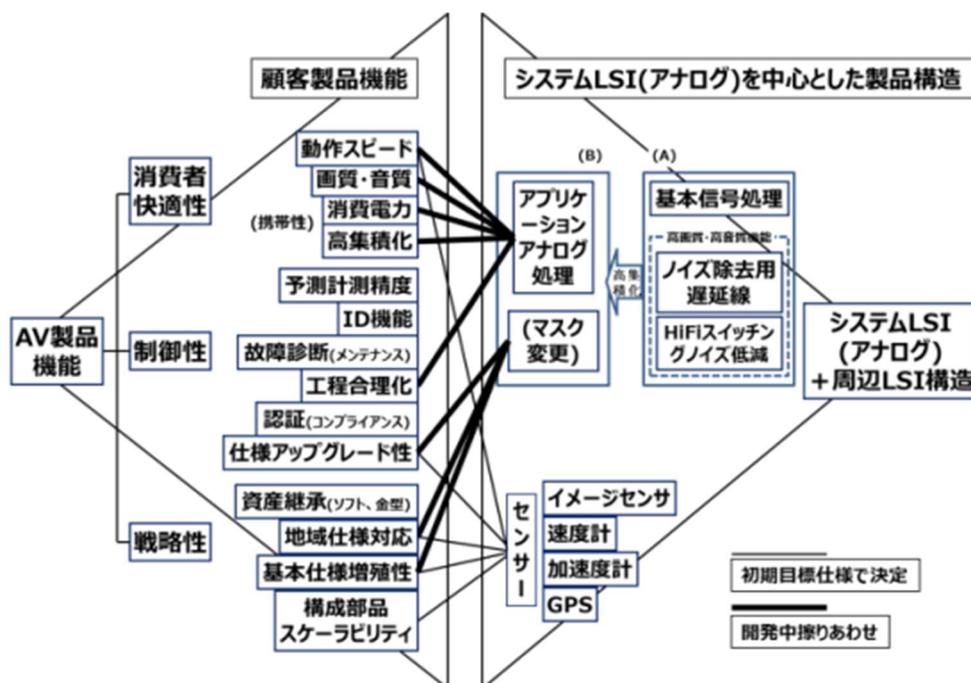


図 5-1 電子機器製品機能とアナログ時代のシステム LSI 構造の対応関係

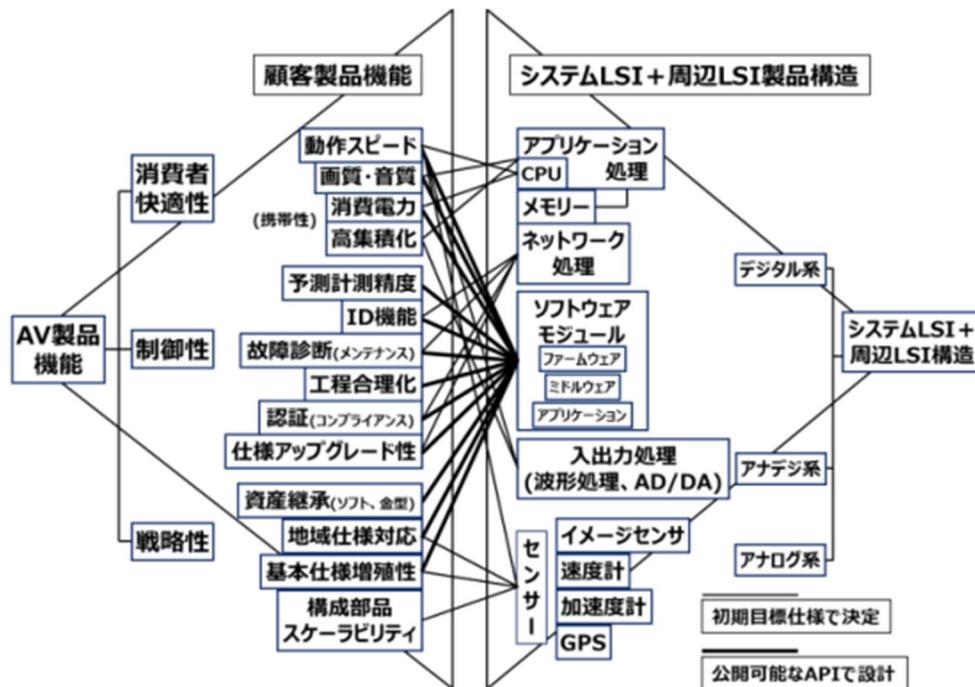


図 5-2 電子機器製品機能とデジタル時代のシステム LSI 構造の対応関係

きたい。フェーズ 1 では、第 4 章で説明したように、図 5-1 内の(A)から(B)への変遷を例として、ディスクリート部品で構成されていた基本信号処理をシステム LSI として集積化していった時代であった。そのため、顧客製品機能に関する[性能]と[品質]でのすり合わせが多くあった。例としては(A)内にあるように、ノイズ除去用の SCF 遅延線の内蔵[9]や、HiFi スイッチングノイズ低減[10]などが、「技術人材」と支える「組織」によって進められたすり合わせであり、差別化戦略として支配的であった。このことがフェーズ 1 の特徴である。フェーズ 2 では、図 5-2 に示すように、顧客からの要望に基づくシステム性能向上や機能追加などは、ソフトウェアなどによりシステム LSI 上に実現している。アプリケーション処理や入出力処理は、消費者快適性ブロックに対応しており、図 5-2 内太線にあるように、電子機器製品のほぼすべての機能に対して、ソフトウェアによる制御が非常に密になっている。また、ソフトウェアモジュールとは、多くの機能モジュールの集合体であり、それら機能モジュール個々と顧客側機能とは多対多の対応関係にある。これは、顧客側がシステム LSI の個々のハードウェアをモジュラーとして扱いながらも、ソフトウェアにより「消費者快適性」「制御性」「戦略性」にある個々のブロックの[性能]や[機能]の改変を実行していることを意味する。この改変は、顧客側のシステムを設計する行為であり、供給側とのすり合わせが必要な内容もあれば、単純に[機能]の選択という内容もある。顧客側とのすり合わせが必要な場合でも、機器の[性能]を技術人材が中心となって顧客側とすり合わせたフェーズ 1 とは、すり合わせの方法が異なる。つまり、フェーズ 2 は、システム LSI の構造はモジュラー化しており、ソフトウェアによる[機能]のすり合わせが支配的である。[機能]によるすり合わせ

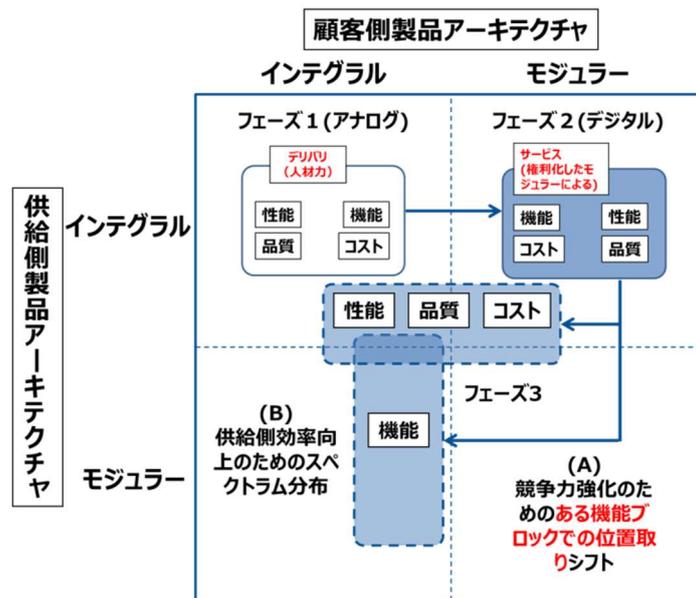


図 5-3 システム LSI の位置取りの戦略的シフト

も技術人材が支えていくわけであるが、すり合わせの対象となるものが汎用的にパッケージ化していったため、知財権利のライセンスや標準化によるビジネスの主導権化が差別化として遂行されていった。以上は、フェーズ2の特徴である。フェーズ2の後には、顧客側の付加価値検討事項も飽和し、市場競争状態など外部環境も変化していった。供給側では半導体プロセスも進化し、デジタル化も相まって、商品力検討要素の絞り込みとさらなる顧客価値創造が可能となった。この流れのなかで供給側は商品力でさらに競合との競争を強いられるわけであるが、[機能]で競争状態が飽和してくると、供給側が追求する競争源泉は再び[性能]X[品質]X[コスト]に回帰していく。つまり顧客側への貢献競争の結果として、内インテグラル外モジュラーにとどまることはなく、さらなる競争力を求めてデジタル時代でも、顧客側機器の機能ブロックによっては内インテグラル外(準)インテグラルに回帰していく。このことは、フェーズ3の特徴である。図5-3は、システムLSI事業側(供給側)と電子機器製品事業側(顧客側)との相互のアーキテクチャ構造から、ここまで述べてきた戦略変遷を図示したものである。

このフェーズ3では、多くの戦略例があるが、たとえばTI(テキサスインスツルメント)を中心とするアナログ技術の強化がある[11]。さらに、このアナログ技術の強化の例としては、たとえば、モーター制御でデジタル技術を盛り込むためのDSPとのハイブリッドで高耐圧回路を集積し、モーターを駆動する回路をリアルタイムに集積回路内でソフトウェアにより制御するシステムがある。また、従来は外部の電子部品であったセンサーやアクチュエータをマイクロマシン(MEMS)技術により集積回路上に集積し、同じくソフトウェアによってその動作を制御し、ノイズなどの影響を受けにくく、システムのローコスト化に寄与して

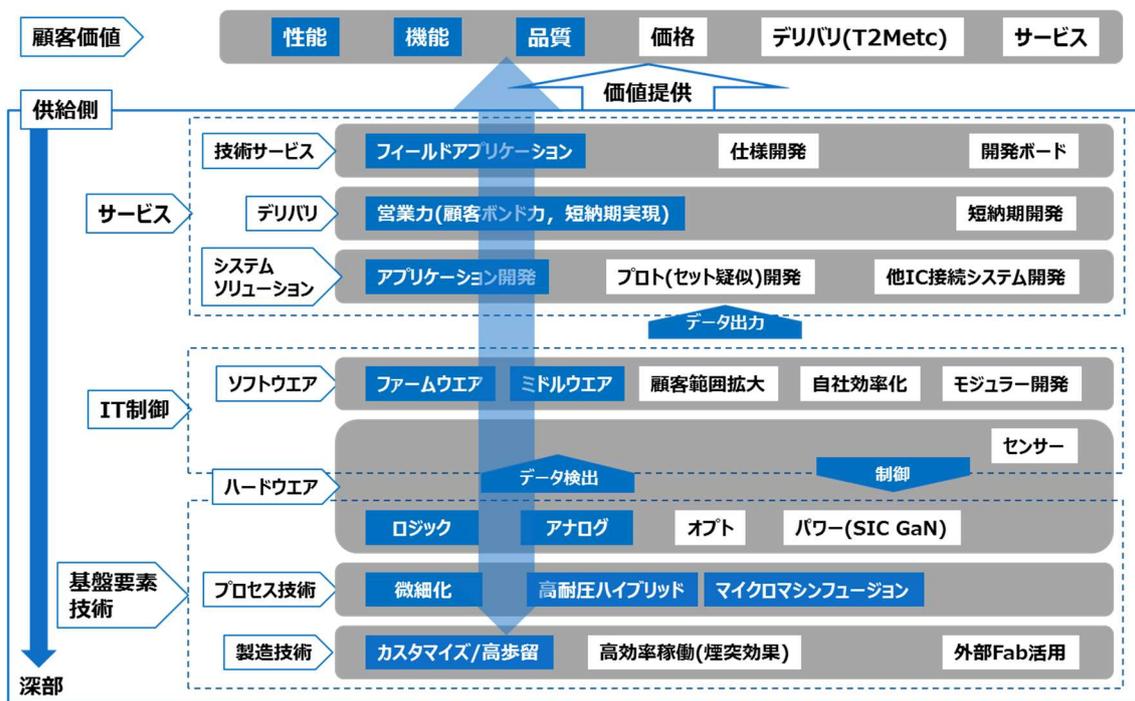


図 5-4 電子機器システム事業の付加価値構造と価値要素のマッピング

いる例がある。これらはプロセス技術や、製造作業標準化による合理化の原則からはずれながらも高歩留りを維持する製造技術に支えられている。回路・システム技術的にさらに具体的な例としては、ロジック回路で、半導体プロセスによる低消費電力化を図るのみならず、顧客側アプリケーションを十二分に分析、その特徴を活かして低消費電力化を図る技術などがある[12]。さらには、図 5-3 内、フェーズ 3 の点線 (B) で示すように、従来のインテグラル時の手法のみでは開発効率で競争力を保てないため、システム LSI 内のある機能ブロックが供給側でモジュラー化していることが観測できる。そのモジュラーはオープンイノベーションによる協業や買収などによって得られる。具体的には、クアルコムによるマキシムとのパワーマネジメント IC での協業や TI によるナショナルセミコンダクター買収などである。このフェーズ 3 での新たな競争源泉のためのイノベーション創出のようすを図 5-4 に示す。システム LSI 事業の付加価値構造と新たなイノベーションのための関連付けの特徴を示している。それは、サービスやソフトウェアを中心としたシステムソリューションなど IT 技術がビジネスの武器になっていった後も、付加価値構造における深部にあるプロセス技術や製造技術、ハードウェア技術に進化する要素があり、ソフトウェアを中心とする IT 技術との関連付けで実現している。

ここまで述べたように、システム LSI 事業における戦略変遷において、アーキテクチャ論上の枠組みでの位置取りを変化させながら、その変化を支える背景にあるものは、
フェーズ 1：人材とそれを支える組織能力による顧客とのボンディング力。
フェーズ 2：知財ライセンスや標準化などによる主導権化。

フェーズ3：IT制御による付加価値構造の深部にある要素との関連付けによるイノベーション。

と整理できる。フェーズ1が、組織のバックアップがありながらも人材個別の力量が最重要であったのに対し、フェーズ2からフェーズ3のなかでの成功企業の成功要因は、プラットフォームとして、知財ライセンスや標準化での組織的戦略活動や、開発エコシステム構築のためのパートナーシップで競争力を強化していることが第1にある。第2には、付加価値構造のなかのひとつひとつの要素を個別に強化するのみならず、サービスからプロセス技術まで、付加価値構造における垂直方向に関連付けたイノベーションを図っていることが特徴として挙げられる。このことにより、付加価値構造の単一層でしか事業を推進できない企業との差別化を図っている。「付加価値構造の顧客に近い層から深部へ向け関連付けるイノベーション」により「深部の要素単独のイノベーションより、より顧客価値に近いイノベーションを創出」する可能性がある付加価値構造をもつことが競争力強化の有力な手段であることに注目する必要があると思われる。

ここで、新たな競争源泉のためのイノベーションを創出する電子機器システム事業での特質を類型化すると以下ようになる。

- (1) 付加価値構造の深部に単独要素でのイノベーション要因がある事業である。
- (2) IT制御（ソフトウェア制御）技術、サービス技術、アプリケーション技術など、付加価値構造における顧客に近い層から深層への関連付けで、さらなる付加価値を生む事業である。
- (3) 深層への関連付けのために、適切で先進的なセンサー技術がある。

これらを、新たな顧客価値が求められたフェーズ3の技術イノベーション創出パターンとして明記しておく。

5-4 太陽光発電事業における付加価値構造と顧客側と供給側の関係

前節で、電子機器システム事業において、顧客側と供給側との関係におけるアーキテクチャ変遷をフェーズ1からフェーズ3までを説明した。太陽光発電事業の付加価値構造と電子機器システム事業との類似性、ならびに太陽光発電事業における顧客側と供給側の対応付けから、太陽光発電事業のアーキテクチャは電子機器システム事業のアーキテクチャ変遷のどのフェーズに類似しているかを分析する。

5-4-1 太陽光発電事業の付加価値構造

太陽光発電事業においては、EMS（Energy Management System）が事業要素として、太陽光発電を監視制御するなどの位置付けで存在する。EMSとは、ITを活用した電力やガス等のエネルギー・マネジメント・システムのことである。EMSについてはインターネット上にも多くの構成図が紹介されている。その一例を図5-5に示す。EMSはISO/DIS 50001として国際規格化されたエネルギー管理体系であるが、本研究では、顧客に認知されたシステム

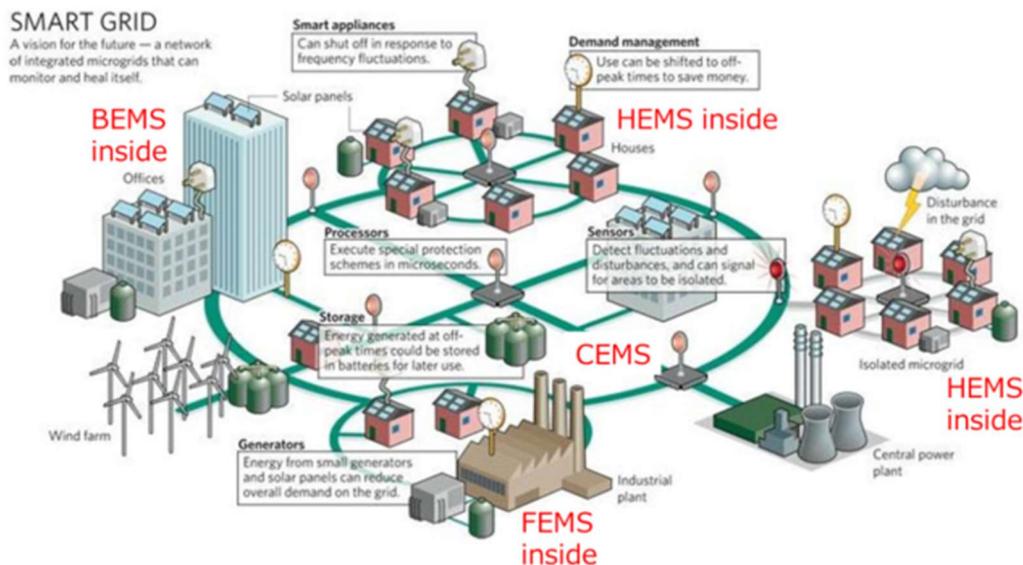


図 5-5 EMS の例 (HEMS/BEMS/FEMS/CEMS)

(出典 : <http://www.powergenasia.com/conference/smartmeter.html>,
Energy Trend Insider, <http://www.energytrendsinsider.com/>)

としての、HEMS や BEMS, FEMS, さらには、これらをつなぐ CEMS などを論考の対象としている。これらを総称して xEMS と呼ぶ場合もある[注 1]。主な機能は、エネルギー需給状況の「見える化」と、環境変化（気温、日照、季節等）やエネルギーの需給状況に対応して設備・機器のエネルギーを制御することである。エネルギー供給側は、発電状況、家電・空調設備・電気自動車などによるエネルギー消費の情報を使って、自動的に設備・機器のエネルギーの使用を制御する。これにより効率的なエネルギー管理が可能になり、省エネにもつながると期待されている。EMS の役割要素で分解して整理すると、太陽光などの「発電」、リチウムイオン電池などの「蓄電」、それらを支える「部材」、現在は電力会社の運営となっているが将来は分離される「送電」、センシングや制御を司る「ICT (Information and Communication Technology)」とハードウェアである「端末」、顧客への「サービス」、ソフトウェアで実現する「アプリケーション」などである。

EMS の目的を顧客価値観点で整理すると、主には、エネルギーが制御されても「安心安全」に、かつ「快適」に消費できることである。また、今後、電力自由化に伴い、安く望むサービスが得られる電力の利用に加え、顧客自ら節電やピークシフトに協力する DSM (Demand Side Management) による「効率利用」がある。さらには今後、電力自由化に伴い「売電益」獲得も顧客価値といえる。

また、HEMS, BEMS, FEMS と連携して、電力系統（一般の電力会社）や各地の再生可能エネルギーも含めた、地域全体のエネルギー管理を行うことを CEMS と呼ぶ。スマートグリッド (smart grid) とは、スマートメーター等の通信・制御機能を活用して停電防止や送

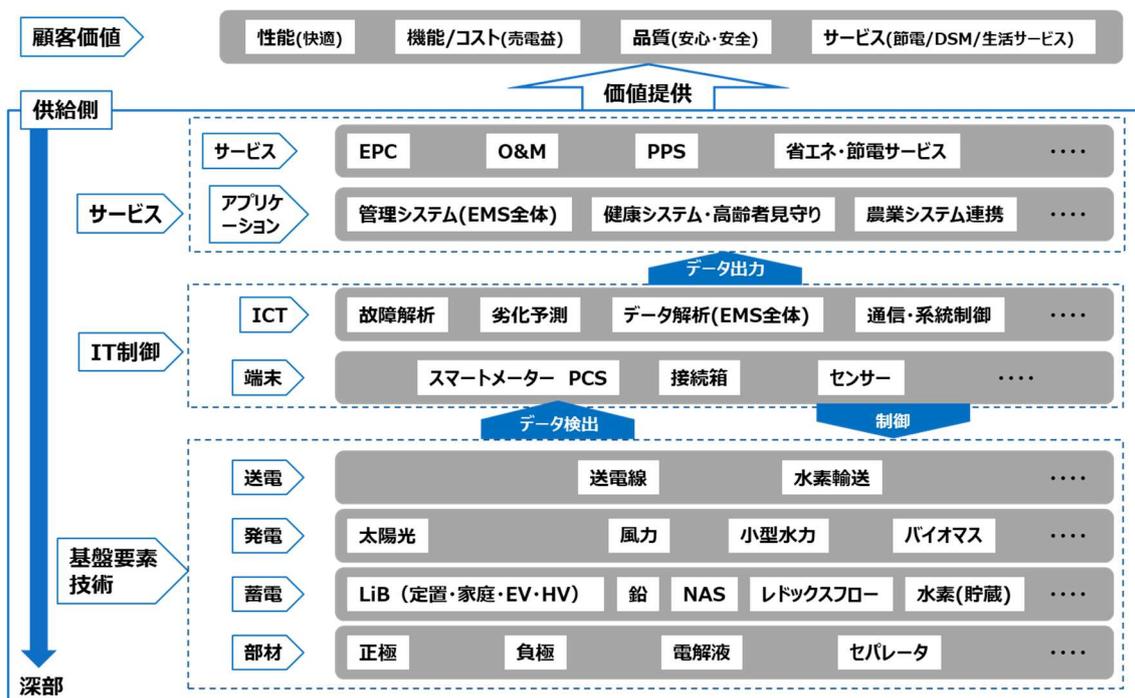


図 5-6 太陽光発電事業における EMS の付加価値構造と価値要素のマッピング

電調整のほか多様な電力契約の実現や人件費削減等を可能にした電力網のことである。

本章では、図 5-6 に示すように、太陽光発電事業における EMS の付加価値構造を定義し、顧客への価値提供のための要素個々の「連関性」を中心に分析していくことにしている。図 5-6 は、前述した顧客価値に対して、供給者全体がどのような付加価値要素を持つかを示す。顧客から近くみえやすい価値は、メンテナンスやコールセンターなどの「サービス」であり、下方に向かってそのサービスやシステム全体を支える要素が配置されている。本付加価値構造の特徴は、「IT 制御」が「アプリケーション」や「サービス」を支えるとともに、ネットワークを駆使して制御技術が「端末」のみならず、「送電」「発電」「蓄電」にまで及ぶことである。さらに、「ICT」が包含するデータ解析技術は、「部材」の解析にまで及ぶことにも特徴がある。

以上、EMS に関して本研究で分析する対象と、電子機器システム事業と比較する理由について述べた。次項以降では、EMS の顧客価値実現のためのアーキテクチャと付加価値構造について電子機器システム事業と比較しながら分析していく。

5-4-2 太陽光発電事業と電子機器システム事業の付加価値構造の比較

図 5-7 に、太陽光発電事業付加価値構造における制御とデータ検出/出力トポロジーを、図 5-8 には電子機器システム事業の付加価値構造における制御とデータ検出/出力トポロジーを示す。太陽光発電事業も電子機器システム事業も顧客価値実現のため、顧客に近い層であるサービス層にデータを出力するトポロジーを持つ。そのためにソフトウェアを中心

とした IT 制御，制御される基盤要素技術群をもち，適切なセンサー技術により基盤要素技術群からのデータを検出する．基盤要素技術群には，ハードウェアを支えるプロセス技術や

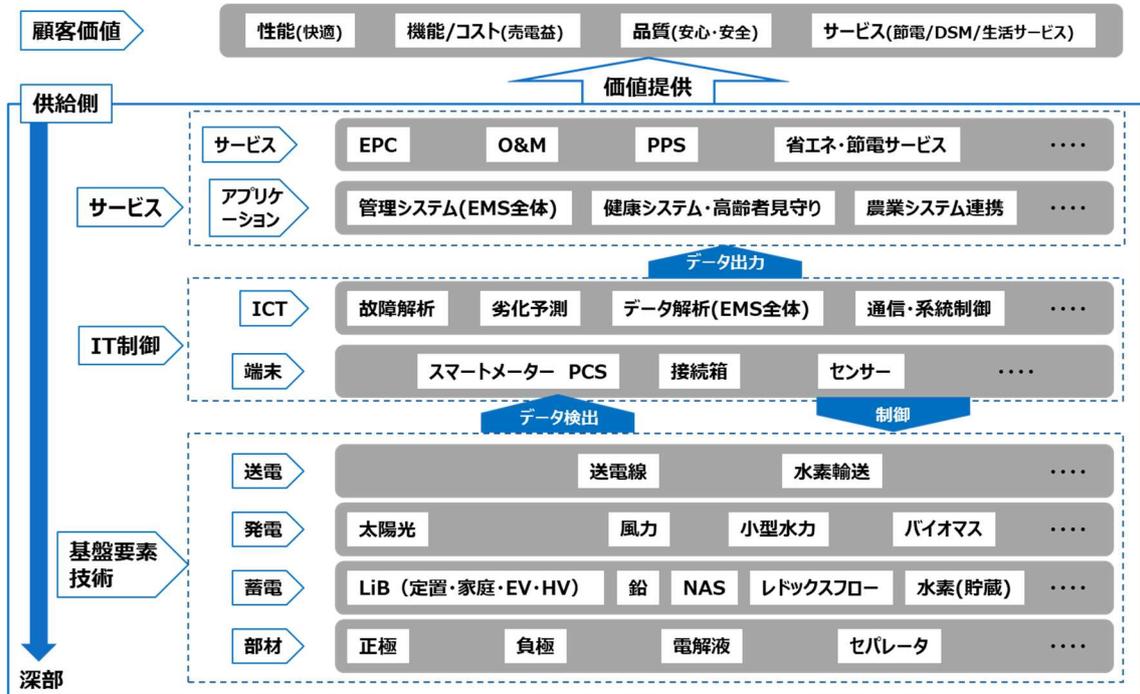


図 5-7 太陽光発電事業（EMS）の付加価値構造における制御とデータ検出/出力トポロジー

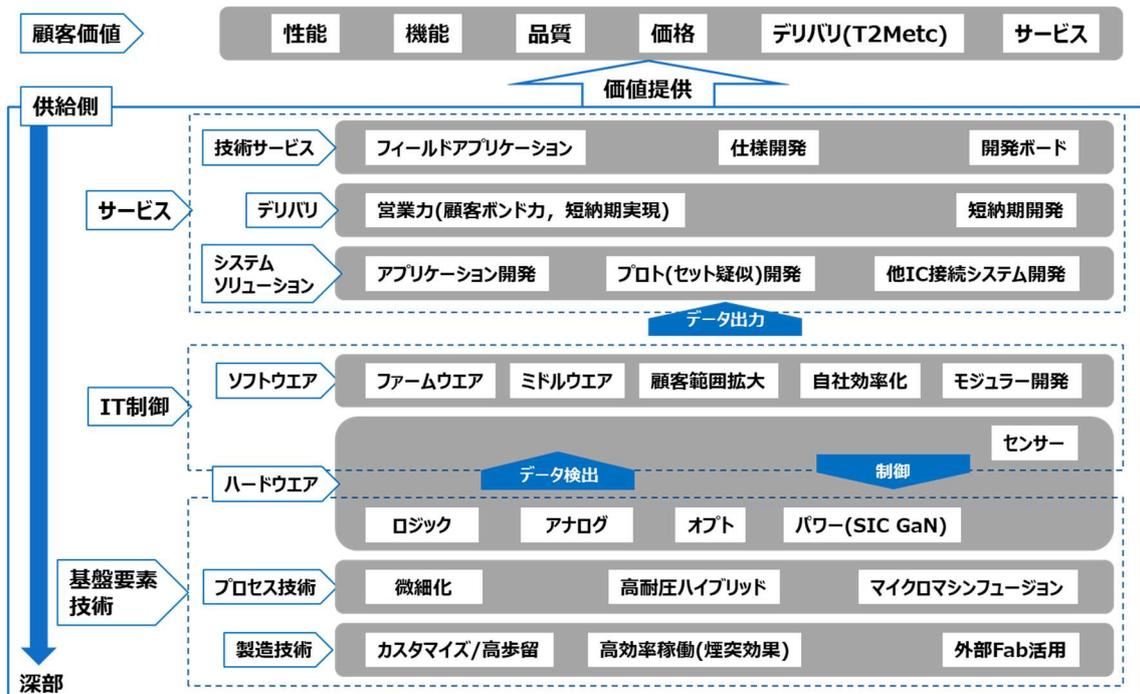


図 5-8 電子機器システム事業の付加価値構造における制御とデータ検出/出力トポロジー

部材技術まで被制御、被検出の要素がある。付加価値要素の関連付けが深層まで広がっているところにも構造上の共通点がある。つまり、電子機器システム事業で示したように、太陽光発電事業でも、競争力強化のために、顧客に近い層から深層に向かって関連付けて技術イノベーションを創出する可能性がある。太陽光発電事業と電子機器システム事業との類似点のなかで大きな特徴点は、顧客価値創造戦略のために、付加価値構造深部の要素と IT 制御を関連付ける点である。このことは、第 3 章での両事業の比較であげた「プラットフォーム性」に関することである。

昨今のシステムの IT 化に伴い、太陽光発電事業や電子機器システム事業のみならず、同様のシステムは多くみられるが、センサー技術が実用的もしくは先進的でない場合や、基盤要素技術の予測できる進化が IT 制御の意味を見いだせない場合は、類似性があるとはみなさない。たとえば、水浄化システムなど最近のシステムは、すべてこのような付加価値構造があると考えられる。しかしながら、水浄化技術も、光触媒浄化による有毒な重金属除去など進化していくと考えられている[13]が、ヒ素や六価クロムなどの毒物の検出は技術的に難易度が高く、毒物除去に関しては IT 制御に組み入れた技術イノベーションを創出できるフェーズではない。すなわち、太陽光発電事業と電子機器システム事業には「付加価値構造の深部へ IT 制御技術やサービス技術、アプリケーション技術に関連付けるイノベーション要素を持つ」点に類似性がある。また、付加価値構造の深部にある要素単独での技術進化もさることながら、IT 制御などとの関連付けにより、「顧客価値に結び付けやすく、要素単独のイノベーションよりも大きなインパクトを持たせることが可能」であることも類型化された類似点といえる。

5-4-3 太陽光発電事業における顧客価値と事業構造の関係

EMS の付加価値要素と、顧客価値としての機能との対応付けを図 5-9 に示す。付加価値要素と個々の顧客価値（機能）とは多対多の関係にある。付加価値要素の構造は、ソフトウェアに連なる要素群とハードウェアに連なる要素群で構成される。さらに、各ハードウェアはソフトウェアにより制御される構造となる。顧客価値は、「サービス」「アプリケーション」「センサー」「制御機器」「送電」「発電」「蓄電」の各付加価値要素の複数から提供されることになる。しかしながら、価値提供を制御しているのは、ソフトウェアを中心とする IT 技術である。対応関係として多対多の関係であるものの、顧客からみた、EMS 構造の各付加価値要素はモジュラーにみえる。なぜならば、顧客価値を実現するために、顧客がそれぞれの要素を直接改変したり、制御することはない。IT 技術を通して価値が提供される点が、フェーズ 2~3 の電子機器システム事業の構造に類似している。すなわち、インテグラル要素のソフトウェア制御がみられるところに類似点がある。さらには、次の 2 点の理由においても、太陽光発電事業には電子機器システム事業との強い類似性をみることができる。第 1 には、太陽電池モジュールや 2 次電池など基盤要素技術が、まだ進化過程にあることである。第 2 には、これらの要素をセンシング技術により IT 制御することによって、さらに高

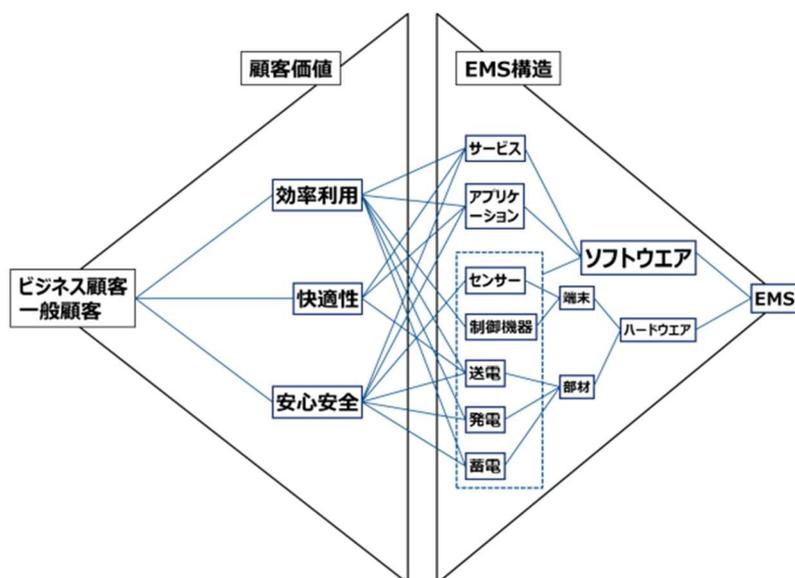


図 5-9 顧客価値と EMS 構造の対応関係

付加価値化できる可能性がある点である。これらのことから、進化過程にある技術要素には、新たな制御パラメータが出現する可能性があり、そのパラメータを制御することにより、安心・安全などの顧客価値を進化させられる可能性がある。すなわち、電子機器システム事業の戦略変遷におけるフェーズ 3 と類似した構造が太陽光発電事業にはみることができる。

5-5 両事業の類似性から類推できる太陽光発電事業の技術イノベーション創出パターン

太陽光発電事業の現状の技術構造と電子機器システム事業のフェーズ 3 の特徴的な類似点は、構成する機能要素への IT による制御がある一方、付加価値構造の中で進化の過程にある技術要素があり、さらには実用可能な先進的センサー技術があることである。ここに次世代の技術イノベーションを生み出す要因が、長年の歴史がある電子機器システム事業にもあることから、太陽光発電事業にも同様のイノベーションの創出可能性があると考えられる。電子機器システム事業は機器開発企業を顧客とし、太陽光発電事業の EMS は、HEMS は一般消費者であり、BEMS は建築事業者、FEMS は製造事業場をもつ企業、CEMS は地域事業を主導する省庁や市町村などを顧客とする。ゆえに顧客へのプロモーション、設計仕様の獲得や構築の手法、開発エコシステム、製造業のクラスター、サプライチェーンなど、すべてにおいて事業特性は異なる。しかしながら、顧客価値を実現するにあたり、技術イノベーション創出パターンの類似性は、新たなビジネスイノベーションの考察に寄与すると考えられる。5-3 節で述べたように、電子機器システム事業では、デジタル時代のフェーズ 2 を経て戦略が変遷した。フェーズ 3 では付加価値構造の深部にある、アナログ技術や、IT 制御による新たなイノベーションが検討されている。太陽光発電事業は歴史は浅いが、すでに、電子機器システム事業で説明したフェーズ 3 の技術イノベーションパターンを模索するフ

ューズに來ているといえる。

太陽光発電事業における技術イノベーションは、太陽電池モジュールや2次電池など単体技術でのイノベーションや、それらを支える材料技術など多くの可能性がある。しかしながら、類似する構造をもつ電子機器システム事業の成功企業が、事業を構成する要素の多くを開発エコシステムにより進めながら、プラットフォームとしてビジネスの主導権を握っている理由は、顧客価値への接続性追求にあると考えられる。つまり、太陽光発電事業でも、太陽電池モジュールや2次電池などの単体要素の技術イノベーション基点ではなく、各要素を連携しながら、顧客価値に連結する技術イノベーションがプラットフォーム戦略として優先順位が高いと考えられる。顧客価値に連結する技術イノベーションとは、顧客価値のなかの「安心・安全」「効率利用」のために、発電所の長期運用という観点から、太陽電池モジュールや2次電池の「劣化予測」や「故障解析」が有力と考えられる。ここで、「劣化解析」や「故障解析」が必要な理由をさらに考察を進める。

再生エネルギーは太陽光にしても風力にしても、天候に左右される。そのため、太陽光発電や風力発電の相互補完やピークシフトを実現する2次電池の役割は非常に大きい。2次電池には寿命があり、主流になりつつあるリチウムイオン（以下、LIB：Lithium Ion Battery）電池は、安全性を確保するための充放電制御が重要であり、制御状態など日頃の運転状況の監視が必要である。直列並列に多段接続を施す大規模システムではなおさら、監視と制御は注意深く実施する必要がある。さらに、発電を含めたシステムを総合的に監視し、事故や給電ロスを防ぎ、顧客価値である「安心・安全」「快適性」「効率利用」を担保していく必要がある。今日、この2次電池は、寿命や制御性などの改善を目指しさらに進化している。たとえば、LIBは電解液の安全設計や電極材料の開発のためにデータベースを構築し日々改善研究が進んでおり[14]、充放電特性や出力量の増大化が図られている。寿命や安全性を向上するため、発生ガスを吸着する材料の開発もある[15]。さらには、東大山田を中心とするグループが、「濃い電解液」と呼ばれる電解液の開発を進めている[16]。また、定置型2次電池として、施設や地域用に期待されるレドックスフローも、国内では住友電工が実証実験を進めており、海外ではImergy Power System社もバナジウム材料のローコスト化を実現し事業化している[17]。すなわち、外見デザイン的には、PC用や携帯電話用などにはドミナント化しているが、技術的には日々進化しており技術的に非ドミナントと考えられる。これらの進化にあわせ、新たな制御パラメータに着目したIT制御やデータ解析を進化させていくことが、「安心・安全」「効率利用」を中心とした顧客価値実現の有力な差別化技術になると考えられる。IT制御と付加価値構造の深部との関連付けを支える技術はセンサー技術である。太陽電池モジュールや2次電池個々の進化により、新たな被制御パラメータが出現し、実用可能な先進的センサー技術の進化とのバランスの中で、ITと関連付けたイノベーションの実現可能性が高まり、顧客価値も向上してくると考えられる。現在、太陽光発電所においては、保守点検サービスや遠隔監視システムにおいて、効率の良い発電出力が得られるよう運用されている。2次電池においても、クラウド型蓄電池診断サービス[18]と称される、蓄電池の特

性変化から故障予測が実施されている。太陽光発電事業全体では、様々な故障モードがあるわけであるが、データマイニング技術による診断や、構造化ニューラルネットワーク手法による油圧変圧器の余寿命予測などが発表されてきている[19]。センシング技術により意味を持つ故障解析の進化が、太陽電池モジュールや 2 次電池などの外観デザインや技術の進化と並行して進むことにより、「安心・安全」などの顧客価値を生み出す大きな競争力源泉になると考えられる。

太陽電池モジュールにおいては、長期信頼性課題が内在している。太陽電池モジュールの信頼性評価用の規格としては、IEC, JIS, UL でそれぞれ規定されており、事業者はその規格に沿って出荷検査などを実施している。また、アメリカ NREL(National Renewable Energy Laboratory)と産総研は PVQAT(PV Quality Assurance Task force)というタスクフォースを立ち上げ検討を進めている。PVQAT は 2010 年、経済産業省からアメリカ DOE(Department of Energy)への要請により、産総研との連携でスタートした。PVQAT の日本語ホームページ[20]によれば、「IEC, JIS, UL などの規格試験のスクリーニングを合格したモジュールは、実使用環境下で 5-10 年の性能寿命に適合するとは言われている。多くの海外メーカーは 25 年の性能保証を謳っており、ユーザーから期待される寿命も 20 年以上、時には 30 年となっているが、このような長寿命が要求される製品を短時間で加速評価する手法はまだ確立されていない。」としている。このような状況の中、太陽光発電事業は本格化しており、太陽電池モジュールの劣化予測も技術イノベーションを必要としている証左と考えられる。

ここまで述べてきたように、基盤要素技術層には、データ解析などの目的のために IT 制御してサービス技術に繋げるまでのケイパビリティをもっていない企業が、ニッチ・プレーヤーとして多く存在する。また、システム論の知見により分析した、技術イノベーション創出パターンから、キーストーンを標榜するプラットフォーマーは、このようなニッチ・プレーヤーを見つけ出し育成する能力を持ちうると考えられる。

5-6 太陽光発電事業のプラットフォーム戦略としての差別化

電子機器システム事業における、製品アーキテクチャの分析、ならびに、顧客との関係におけるアーキテクチャ論上の枠組み上の位置取りの変化の分析を基に、戦略変遷のフェーズを定義した。フェーズ 3 では、付加価値構造の深部と、ソフトウェアを中心とした IT 制御とサービス層や深層にある基盤要素技術層と関連付けし、新たな競争源泉を獲得していく事象が多くみられることを説明した。この一連の変遷から、「付加価値構造の深部に単独要素でのイノベーション要素があり」、かつ「IT 制御、サービス技術、アプリケーション技術など、顧客に近い層から深層への関連付けで、さらなる付加価値を生む」事業というパターンは、顧客戦略と差別化戦略において優先度の高いパターンと考えられる。優先度の高い技術イノベーション創出パターンとして類型化すると、「クラウドとの連携で IT 制御しうるイノベーション要素」と「IT 制御を通じた顧客価値創出」の関連付けである。また、この関連付けを支えるのは、進化する要素技術で発現する新たなパラメータを検出する「実用可

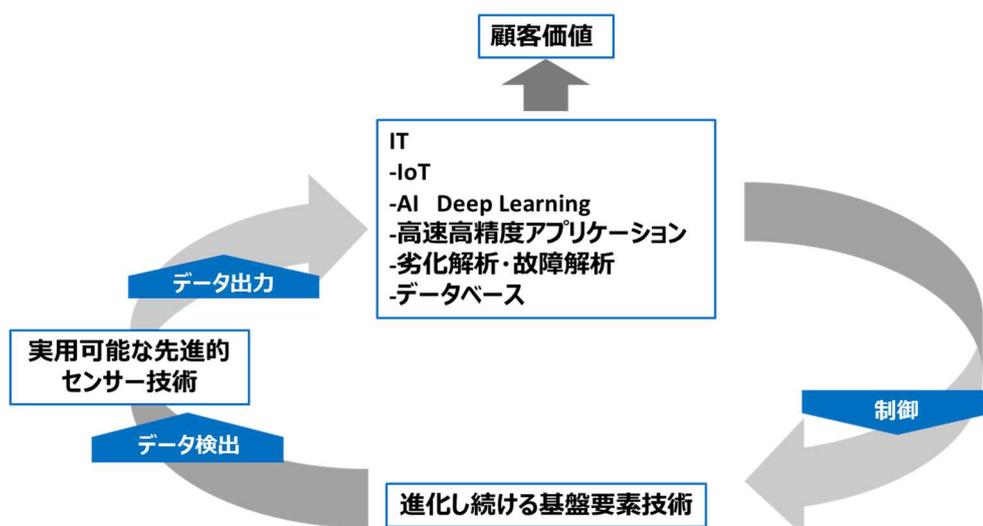


図 5-10 類型化した技術イノベーション創出パターン

能な先進的センサー技術」である。

同様に、太陽光発電事業にも、今後進化していく材料技術や太陽電池・2次電池などのデバイス技術と IT 制御を関連付けし、トータルシステムの強化と差別化を図り得ることが予見できる。具体的には、顧客価値のなかで「安心・安全」「効率利用」に貢献する、太陽電池モジュールや2次電池の「劣化予測」「故障解析」である。さらには、「劣化予測」「故障解析」の精度を上げる方法としては、(1)既存材料技術やデバイス技術での故障モードのデータベースを豊富にする、(2)材料技術やデバイス技術と連携した新規の解析技術を確立することなどが考えられる。これらのことから類型化された技術イノベーションパターンを図 5-10 に示す。ビジネス特性が異なっても、電子機器システム事業と太陽光発電事業は同様の技術イノベーション創出パターンを持っている。このことから、太陽光発電事業においても、オープン&クローズ戦略を遂行することは可能と考えられる。太陽光発電事業におけるオープン&クローズ戦略として、表 5-1 に示す目的と手段が考えられる。

表 5-1 太陽光発電事業におけるオープン&クローズ戦略の目的と手段

	オープン(非競争領域)	クローズ(競争領域)
目的	<ul style="list-style-type: none"> 業界での仲間づくりで効率化(エコシステム) 品質技術のオープン化で顧客からの信頼性を向上 	<ul style="list-style-type: none"> 自社利益源泉の確保 自社コア技術でのパートナーシップ
発電所の信頼性向上	<ul style="list-style-type: none"> 基本データベース 公開品質技術のためのデータ解析アルゴリズム 	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光モジュールでのデータ解析技術 2次電池の劣化診断技術 データ解析サブセット 拡張データベース

5-7 P2M 体系での議論

太陽光発電事業のオープン&クローズ戦略として、データ解析の重要性をとりあげた。このことはP2M 体系における、スキームモデルでのアーキテクチャマネジメントの議論として重要である。たとえば、EMS は巨大なプラットフォームであることから、表 5-1 のような技術要素やビジネス要素の割り付け議論は、自社の立ち位置によって異なる。そのため、まずは、巨大なプラットフォームの立ち位置で構想し、自社のケイパビリティ観点から P2M アーキテクチャマネジメントを進めることが有用と思われる。表 5-1 で示したような要素以外でも O&M 業者として、オペレーションプロトコルの最適化技術というクローズ候補も想定できる。つまり付加価値構造全体像視点と部分視点のオープン&クローズ戦略案を整理することが肝要と思われる。このことを P2M アーキテクチャマネジメントへの知見として提案したい。また、技術イノベーション創出パターンの分析は、開発難易度と付加価値とのバランス検討や、ニッチ・プレーヤーの活用の考察などにより、エコシステム内でプロファイリングマネジメントにおけるミッションの詳細化に活用可能と考えられる。さらには、第 2 章で示した図 2-2 の中の、セレンディピティプラットフォームで技術イノベーション創出パターンを検討することで、多くの知見を集積することが可能になるとと思われる。すなわち、本章で研究した、技術イノベーション創出パターンは「協働の場」の活性化のために有用と考えられる。

5-8 小括

アーキテクチャ分析と付加価値構造分析から抽出した特徴により類型化した技術イノベーション創出パターンから、太陽光発電事業には、電子機器システム事業のフェーズ 3 と同様の技術イノベーション創出パターンがあることを示した。太陽光発電所の長期運転の信頼性を担保する劣化解析や故障解析など、顧客価値に資する技術イノベーションは、類型化した技術イノベーション創出パターンの中で IT 制御と関連づけられる可能性があることを示した。このことは、太陽光発電事業の付加価値構造にある個々の要素開発や商品開発もさることながら、すでに、IT 制御を絡めたイノベーションの重要性が増していることの証左といえる。

また、電子機器システム事業では、オープン&クローズ戦略による顧客価値と差別化の構築を図っていることから、類似性のある太陽光発電事業でも同戦略は可能と思われる。

本章で明らかにしたことは以下である。

- 1) 検証した技術イノベーション創出パターンは太陽光発電事業にもあてはまり、顧客価値に連結するパターンとして成立することを明らかにした。
- 2) 信頼性課題の対策として、IT 制御に基づくデータ解析は長期運転の発電所品質向上技術として有力であり、顧客価値にも資することを明確にした。
- 3) このデータ解析は、データ蓄積と共に技術コアとして差別化戦略に活用可能であることを示した。

以上のことから、戦略基盤である「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」は、顧客価値としての品質向上に有効であり、差別化戦略としても優先度が高いと考えられる。したがって、キーストーン戦略を構築するためのコア技術として有効であると結論付けられる。また、これらの検証を通じて、付加価値構造を明らかにして分析するなど示した、システム論は「ニッチの創出」の分析に有効である。たとえば、事業の付加価値構造の各要素の関連や作用を分析することで、ニッチ・プレーヤーに全体像を共有し、分散処理コンピューティングの在り方など適切に議論できる。付加価値構造全体のなかで基盤要素技術やサービスなど、中小企業でも技術や強力なビジネスモデルを持っていれば、付加価値構造のシステム全体の中で、優位性をもつことが可能である。システム論はこういった一企業の小さな強みを検証することができる。

また、技術イノベーション創出パターンの類型化は、異種組織間の共有を促進しやすいため、P2M プラットフォームマネジメントにおける、「協働の場」へ資すると考えられ、オープンイノベーションの手法として有効と思われる。

注釈

[注 1]HEMS とは Home Energy Management System BEMS Building Energy Management System FEMS Factory Energy Management System CEMS Cluster/Community Energy Management System のそれぞれ略称である。これらを総称して xEMS と呼ぶ場合があるが、x は H, B, F, C を代表している。xEMS ではなく単純に EMS と呼ぶ場合も多い。

参考文献

- [1] ハーバード・A・サイモン：『システムの科学(第3版)』，パーソナルメディア社(1999).
- [2] 垣本隆司，久保裕史：「システム LSI 事業における『成功の本質』アーキテクチャ論的検証(1)—戦略研究の基点になるものについて—」，日本生産管理学会論文誌，Vol.23，No.1(2016).
- [3] クレイトン・クリステンセン：『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』，翔泳社(2001).
- [4] Clayton M. Christensen and Michael E. Rayner, "The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth", *Harvard Business School Press*(2003).
- [5] ビジヤイ・ゴビンダラジャン，クリス・トリンプル：『リバーズ・イノベーション』，ダイヤモンド社(2012).
- [6] Jeff Dyer, Hal Gregersen and Clayton M. Christensen, "Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators", *Harvard Business School Press*(2011).
- [7] Utterback, J. M.: "Mastering the Dynamics of Innovation-How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change-", *Harvard Business School Press*(1994).

- [8] 我孫子誠男：「技術レジームとイノベーション・パターン-F.マルレバと L.オルセニーゴの所説に寄せて-」, 千葉大学経済研究, 第 11 巻第 4 号(1997).
- [9] Kurimoto et al. : "A comb Filter with Switched Capacitor Delay Lines for Analog Video Processor", *VLSI symposium*(1998).
- [10] 佐伯高晴ほか.:「パルス加算型スイッチングノイズ低減回路」, テレビジョン学会(1990).
- [11] マイナビニュース：「日本 TI の新社長に就任した田口氏が語ったこれからの半導体ビジネス戦略（大原雄介）」, http://news.mynavi.jp/articles/2013/08/07/ti_taguchi/ (2016/1/3 閲覧).
- [12] 上田勝彦ほか.:「分割符号化により消費電力を低減する CMOS 論理回路データ伝送手法」, 電子情報通信学会論文誌(2014).
- [13] パナソニックプレスリリース：
<http://news.panasonic.com/jp/press/data/2013/08/jn130805-6/jn130805-6.html>
(2013/9/1 閲覧).
- [14] 関西大学電気化学研究室ホームページ：
http://www.ec.chemmater.kansai-u.ac.jp/special_news.html (2015/5/1 閲覧).
- [15] 栗田工業ホームページ：<http://www.kurita.co.jp/aboutus/press140904.html>
(2016/10/15 閲覧).
- [16] Jianhui Wang, Yuki Yamada, Keitaro Sodeyama, Ching Hua Chiang, Yoshitaka Tateyama, and Atsuo Yamada: "Superconcentrated electrolytes for a high-voltage lithium-ion battery", *Nature Communication*(2014).
- [17] Imergy Power System ホームページ：<http://www.imergy.com/technology>
(2016/10/15 閲覧)
- [18] 富士電機ホームページ：
http://www.fujielectric.co.jp/products/service/service_menu/cloud_05.html
(2016/10/15 閲覧)
- [19] 富士電機ホームページ内：
<http://www.fujielectric.co.jp/products/service/pdfs/52a9-j-0019.pdf>
(2016/10/15 閲覧).
- [20] PVQAT 日本語ホームページ：https://unit.aist.go.jp/rcpv/ci/etc/pvqat_j/ (2015/10/25/閲覧).

第 6 章 標準化技法によるエコシステムの運営

第6章：標準化技法によるエコシステムの運営

本章では、太陽光発電システムに関する動向を基に、標準化技法を取り入れた太陽光発電所の信頼性向上を中心として論じていく。第2章で述べたように、太陽光発電事業には信頼性を中心とした課題が山積している。かつての電子機器産業や自動車産業のような品質を積み上げた経験としくみが欠如していることに基因していると考えられる。本章での目的は、第1には、太陽光発電所における品質に関する課題を明確にし、電子機器システム事業との類似点分析から、課題を解決のための標準化技法について考察し、標準化戦略の顧客価値への有効性を検証することである。第2には、標準化戦略における「データ蓄積と解析技術」の活用について論じ、「エコシステム健全性」への有効性を検証することである。このことで、標準化戦略論が「エコシステム健全性」の検証に有効であることを示す。

6-1 標準化戦略に関する知見と本章での研究方法

標準化に関する研究は、ネットワーク外部性や互換性に注目した研究[1][2]に原点にあるように思われる。ネットワーク外部性とは、同じ財・サービスを消費する個人の数が増えれば増えるほど、その財・サービスから得られる便益が増加する現象のこととされている。たとえば、VTRの規格競争では、松下電器（当時）やビクターが主導したVHSとソニーが主導したベータにみられるように、利用者の増加はVTRコンテンツの量を加速させ、商品そのものの市場での露出に影響した。DVD後継規格においても東芝が主導したHDDVDとパナソニックとソニーが主導したBlu-rayとの競争は、ネットワーク外部性で勝敗が決まったと考えられている[3]。PCのWindows OSも同様である。ネットワーク外部性の理論化は、1985年から1995年にかけて4人の研究者（Michael L. Katz, Carl Shapiro, Joseph Farrell, Garth Saloner）によって顕著に進んだとされている[4]。具体的な標準化研究としては、デファクト標準化がもたらす業界の競争優位性に注目したもの[5][6][7][8]やデジュール標準の有効性に注目した制度的研究[9][10]がある。デファクト標準化とは、市場競争という事実から始まる帰納的な標準であり、工業先進国に多い民間任せの寡占化のこととされる[10]。また、デジュール標準とは、共通化を目指す公的標準であり、組織権力による形式から始まる演繹的な標準化であり、発展途上国に多い行政任せの標準化とされる[11]。近年では、コンソーシアム標準化など競合他社と協調して業界標準を決定する活動がみられる[12]。長岡ら[13]は、コンソーシアム型技術標準にフォーカスを当てた標準の効率的な形成と利用のための制度設計の在り方や競争政策の在り方について議論を進めている。この中で、MPEG2やDVD、3G(W-CDMA及びCDMA2000)[注1]などの技術標準化の過程を調査し、必須特許の構造、規格統一への誘因と障害、規格間競争、パテント・プールの形成とライセンス実績などが分析されている。技術標準化においては、パテント・プール及びアウトサイダー企業によるホールド・アップ行為に関わる執行方針は重要な課題とされている。

星野は、モジュール化との関係[14]や知財化との関係[15]で標準化を国際競争力強化の観

点で論じている。国際競争力の観点では、小川[16]も、製品アーキテクチャにまつわる日本のものづくり経営環境の変化を反映した事業戦略について著している。第4章で、インテルによる台湾企業との技術ボード開発の連携について述べたが、同社は、CPU という自社の強みを生かすために、PCI バスの標準化と技術ボード戦略[17]で競争力を獲得したと考えられている。これは、製品アーキテクチャの設計を産業地理学観点[18]でグローバルに連携して成功させた例と言える。ものづくり過程における設計段階の戦略やプラットフォーム戦略に、標準化視点とアーキテクチャ視点ならびに産業地理学的な視点を同時に考察することが肝要と思われる。また、グローバル連携は、進出地域の経済発展や地場企業の競争優位、ならびに多国籍企業の組織能力などが密に関わっていると思われ、標準化技法の立案においてはこの観点でも考察が必要と思われる。

標準化研究に関連して、技術の標準化と知財化を戦略的に遂行することの重要性を述べた文献[19]をはじめ、標準化という「共有」と知的財産の保護という「独占」の正反対の概念に関して述べた寄稿[20]など、「共有」と「独占」という二律背反テーマと競争戦略などが主題として取り上げられている例が多いと思われる。DVD (Digital Versatile Disc)などで展開された「顧客の利便性追求や規格の混在による混乱を防ぐための共通規格化」では、規格間競争の中での技術議論とともに、顧客価値のための規格化が議論されている。新宅らは[21]、DVD のアーキテクチャ分析を通じて、「国際協調と競合」を論じた。また、小川[16][22][23][24]は、標準化ビジネスモデルの提案による、プラットフォーム戦略を論じている。「標準化がもたらすオープン環境で大量普及と利益の源泉構築とを同時に実現」させるために3種類の理論モデルを提案している[23]。第1は、「製品・部品・部材の外部インタフェースだけを既存の巨大なオープン市場に向かって標準化するモデルであり、ここには安全・安心規格や試験法も含まれる。」第2は、「部品・部材を中核にしながらアーキテクチャ・ベースのプラットフォームを構築するオープン環境の局所的統合モデルである。」第3は、「オープン環境で完成品やシステムの相互依存性を強化するという、アーキテクチャ・ベースのバーチャル (Virtual) な統合モデルである。」などとしている。これらはアーキテクチャ論ベースの標準化ビジネスモデルの議論であり、事業戦略に類するものである。先行研究から、顧客価値のためであっても競争戦略のためであっても共通する分析視角は、「競争技術と非競争技術の境界設計」と考えられる。

本章における研究方法であるが、太陽光発電事業と電子機器システム事業の比較分析を基本にしている。3点の比較分析を置く。第1には、品質向上のための「すり合わせ」のしくみである。電子機器システム事業には長年の品質を積み上げた歴史としくみがあり参照しながら比較を進める。第2章で述べたように、技術観点では両事業ともに半導体プロセスを包含しており、品質課題や新規デバイスへの対応の技術的手法には共通性が認められる。したがって、太陽光発電事業の課題を抽出するとともに、その課題対策を共通項である半導体プロセスでの対比分析の観点で考察を進めていく。立本[25]は、競争力研究におけるアーキテクチャの動的視点の必要性を説き、その中で、設計問題解決の2つの方法として、

「構造化問題解決」と「共有化問題解決」をとり上げた。クローズ/インテグラルからオープン/モジュラーへの遷移における、コアネットワーク経由かオープンネットワーク経由かによって構造化か共有化が決まるとしている。また「構造化問題解決」における製品アーキテクチャの変化は、人工物に対する技術的知識の蓄積を基にしたシステム分割によるものとし、「共有化問題解決」における製品アーキテクチャの変化は、多数の設計者が設計活動を並行に行うことを基にしたシステム分割とした。立本は設計問題でこのことを取り上げたが、品質問題に関しても「構造化」もしくは「共有化」のアプローチの適用を検討する。比較分析の第2は、トータルのバリューチェーンにみられる水平分業スタイルとその変遷時期である。第2章で述べたように、太陽光発電事業における太陽電池モジュールの生産地は、すでに中国と台湾の企業が70%以上のシェアを占めており、世界の発電所の分布から考えて、太陽電池モジュール生産地と発電所との間には、グローバル視点で大きな距離がみられる。電子機器システム事業の海外シフトに伴い半導体生産地の海外展開が進んだ歴史があり、課題分析にあたり示唆が得られることが期待できる。比較分析の第3は、事業オペレーション観点では、電子機器システム事業は顧客への技術サポートが重要な顧客選好のひとつであり、太陽光発電事業ではメンテナンスが重要な要素として議論されている。この点を顧客価値向上の観点で対比分析を進める。最後に、課題対策におけるIoT(Internet of Things)の活用方法とその効果を考察し提案の有効性を裏付ける。

6-2 太陽光発電事業の付加価値構造と課題

太陽光発電事業における顧客価値と、顧客価値を供給する側の付加価値構造を図6-1に示す。顧客に価値を提供するために、提供側の価値創出層として、上からサービス、IT制御、基盤要素技術、とセグメントして示す。図中にあるように「制御」「データ検出」「データ出力」で、顧客側に近いサービス層から、深層にある基盤要素技術層まで密接な連携関係にあることが特徴としてあげられる。つまり、付加価値要素それぞれ単独で付加価値を考察するだけでは、最終顧客の顧客価値につなげることは難しい。図中では、電力供給という基本付加価値ラインと、今後ますます活性化するであろう電力関連サービスを集積したラインとしてサービスアグリゲーションラインを掲げている。サービスアグリゲーションラインにおいて、PPS(Power Producer and Supplier)など電力小売り事業では、健康システムや農業ソリューションなどとの連携で、サービスを付加していく企業がある。また、PPSや省エネ、節電サービスにおいては、IT制御層の発電データ解析と連携しながら付加価値を創出する。したがって、サービスアグリゲーションラインではサービスの利用快適性品質やIT系の品質課題に集約することができる。一方、基本付加価値ラインにおいては、太陽電池モジュールからIT制御、サービス付加まで縦方向に、付加価値を考察していく必要がある。また、基盤要素技術における部材の太陽電池モジュールなどは、材料物性の知見が必要であり、太陽光発電システムでは、高圧電気を扱うためパワーエレクトロニクスのノウハウが必要となるなど、専門性に幅のある要素で構成されている。サービス層においては、現場でシステ

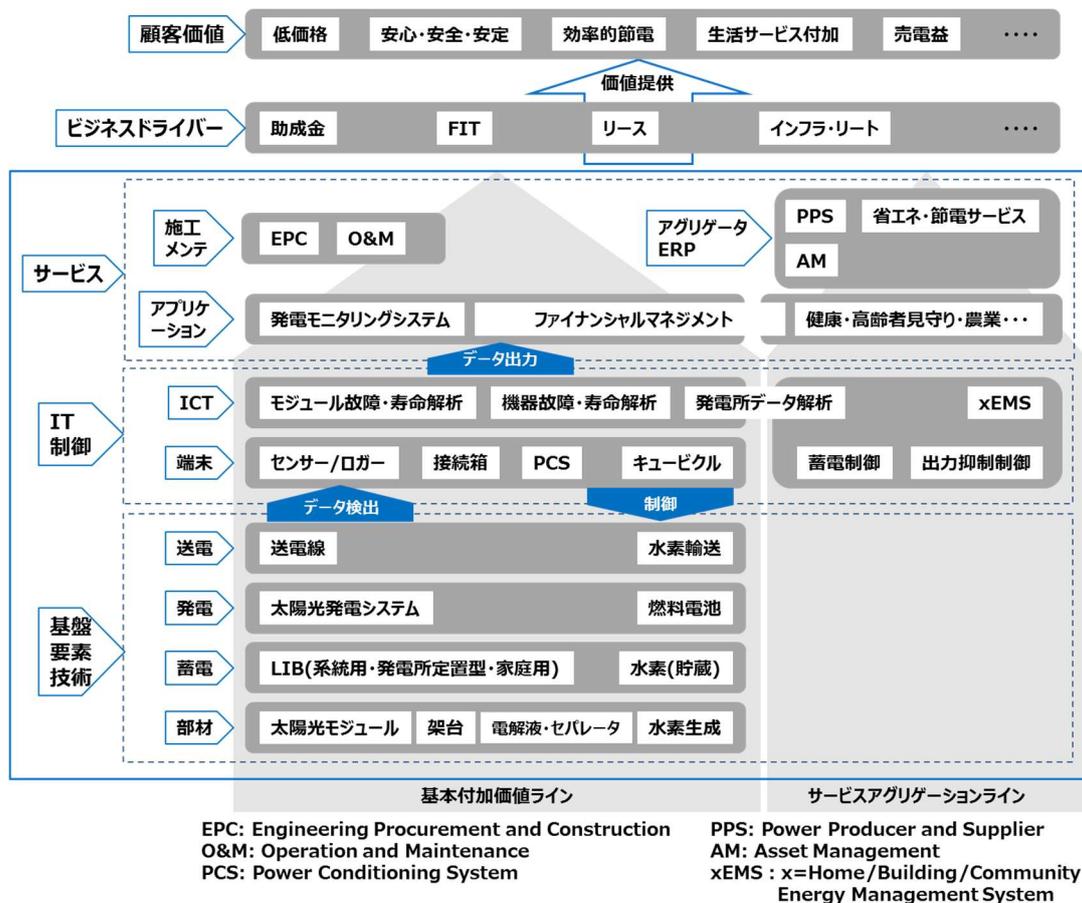


図 6-1 太陽光発電事業の付加価値構造

ムを扱うため、電験や電気工事士などの資格が必要であり、現場施工での技能や技術も重要である。つまり、専門性の幅広さにより、付加価値構造の縦方向に品質課題を連携させにくいことが課題として推定できる。

太陽電池モジュール自体がモジュラー化し、顧客での設置後の性能や品質などの課題に関しては、「すり合わせ」が距離的にもコミュニケーション的にも容易ではないことが予想できる。また、今後、デバイス構造も進化していくことが予測されているが、デバイス変化に伴うフィールド課題の抽出や設置環境課題などを、製造事業場へのフィードバックすることも容易ではないと考えられる。さらには、国内にはすでに大小 6000 近くの施工とメンテナンスを進める O&M(Operation and Maintenance)事業者が存在[26]しており、地方での施工とメンテナンスに重要な役割を担っている。これらの企業には施工技術の専門性の高さが求められる。施工技術では、屋外太陽光発電においては土木技術、住宅用においては、屋根置きで耐震性能の劣化を防ぐため、建築技術の知識も必要となる。つまり、O&M 事業者や施工専門業者は国レベルの規制に精通するとともに、付加価値構造の深部への技術的理解も要求され、事故情報や品質に関する情報にも常に注意を向けておく必要がある。産総研は PVResQ[2]と呼ばれるフォーラムを立ち上げ、太陽光発電事業者を中心とした情報交換

の場を設け、調査結果の共有などを実施している。また太陽光発電所ネットワーク(PVNet)によれば、アンケートなどの調査により太陽光発電のシステムとしての故障率は30%に達するとされている。2015年には経済産業省の委託を受けて、三菱総合研究所から太陽光発電設備の健全性等に関する調査も報告されている[27]。

太陽電池モジュールの信頼性評価用の規格としては、IEC、JIS、ULでそれぞれ規定されており、事業者はその規格に沿って出荷検査などを実施している。また、アメリカNREL(National Renewable Energy Laboratory)と産総研はPVQAT(PV Quality Assurance Task force)というタスクフォースを立ち上げ検討を進めている。PVQATは2010年、経済産業省からアメリカDOE(Department of Energy)への要請により、産業技術総合研究所(以下、産総研)との連携でスタートした。PVQATの日本語ホームページ[28]によれば、「IEC、JIS、ULなどの規格試験のスクリーニングを合格したモジュールは、実使用環境下で5-10年の性能寿命に適合するとは言われている。多くの海外メーカーは25年の性能保証を謳っており、ユーザーから期待される寿命も20年以上、時には30年となっているが、このような長寿命が要求される製品を短時間で加速評価する手法はまだ確立されていない。」としている。このような問題意識によりPVQATでは、「PVモジュールとシステムの品質と信頼性に関わる国際標準化の推進とその適合性認証の支援をめざす」ことを目的に、「PVモジュールの信頼性」「PVモジュールの品質管理」「PVシステム認証」を中心に標準化活動を進めている。

太陽光発電事業に関して、課題克服のために官民挙げた努力が進行中であるが、安全性や信頼性などの顧客価値を増進するためには、フィールドでのさらなる検証と対策が必要と思われる。すなわち、すでに成長したグローバルな製造企業と設置個所との地理的制約を克服しながら、品質や信頼性課題での連携の枠組みが必要と考えられる。すなわち、供給側の付加価値要素全体像において品質を確保するための連携に課題があり、業界としてエコシステム構築の必要性があると考えられる。また、地方創生のための太陽光発電事業を考えた場合、それを支える太陽光発電システムそのものの信頼性と安定性が担保され、地方の中小企業の足かせにならないようにすることが肝要と思われる。つまり、地方創生の観点からも、図6-1で示した付加価値構造の縦方向にいかに関係を強めていくかを検討することが重要であると思われる。

またFIT新制度では、発電モニタリングの義務付けが検討されている。発電状況のモニタリングによる発電ロス低減を基本として、事故防止、将来のリサイクル化の判断と、リユースの場合には資産価値の定量評価、などに活用されることになる。さらには、技術観点では、データ解析による故障診断や寿命予測の進化を進めていく必要があると思われ、産総研や、三井化学とテンソル共同[29]などで開発が進められている。今後さらに研究開発が進められ、進化していくと考えられるが、いかに多くの発電事業者が活用できるようになるか検討していく必要があると思われる。これらの技術課題から、今後、顧客価値増大化と産業競争力強化を進めるため、発電量の安定化、信頼性の向上、モニタリングやメンテナンスによる故障の極小化を進めていくことが重要と考えられる。

以上述べてきたように、太陽電池モジュールでのグローバル企業の台頭や、地方創生の鍵となる、O&M 事業者や施工専門業者の育成と助成の必要性から、付加価値構造の縦方向での連携すり合わせ構造が希薄であることが大きな課題であり、技術課題と関連付けながら対策することが重要と考えられる。

6-3 電子機器システム事業における顧客価値創出—太陽光発電事業への参照の論点として—

図 6-2 は、システム LSI 事業の電子機器を扱う顧客への付加価値提供の階層構造を示している[30]。図 6-1 に示した太陽光発電事業における付加価値提供構造図と比較して両事業ともに、顧客へ価値を提供するために、深層から基盤要素技術、IT 制御、サービスの層に分かれて構成されている。顧客への付加価値創出のために、「制御」「データ抽出」「データ出力」で顧客側に近い サービス層から深層の基盤要素技術層まで密接に連携されている。半導体事業のイノベーションの歴史の中で、それぞれの層での独立要素でのイノベーションから、各層連携イノベーションの重要性が増すなど、時代とともに変化がみられる。ここで言う、イノベーションは技術イノベーションを基本に、そこから発出するビジネスイノベーションをも包含する。また、IT 制御層を起点として基盤要素技術層に制御をかけ、IT 制御層にデータを吸い上げ、サービス層にデータを出力する構造により、基盤要素技術でイノベーションが出現すれば、IT 制御の手法も変化することを示唆している。結果、サービス層へのデータ出力内容も変化する。このことは、図 6-1 との比較により、両事業構造ともに、顧客

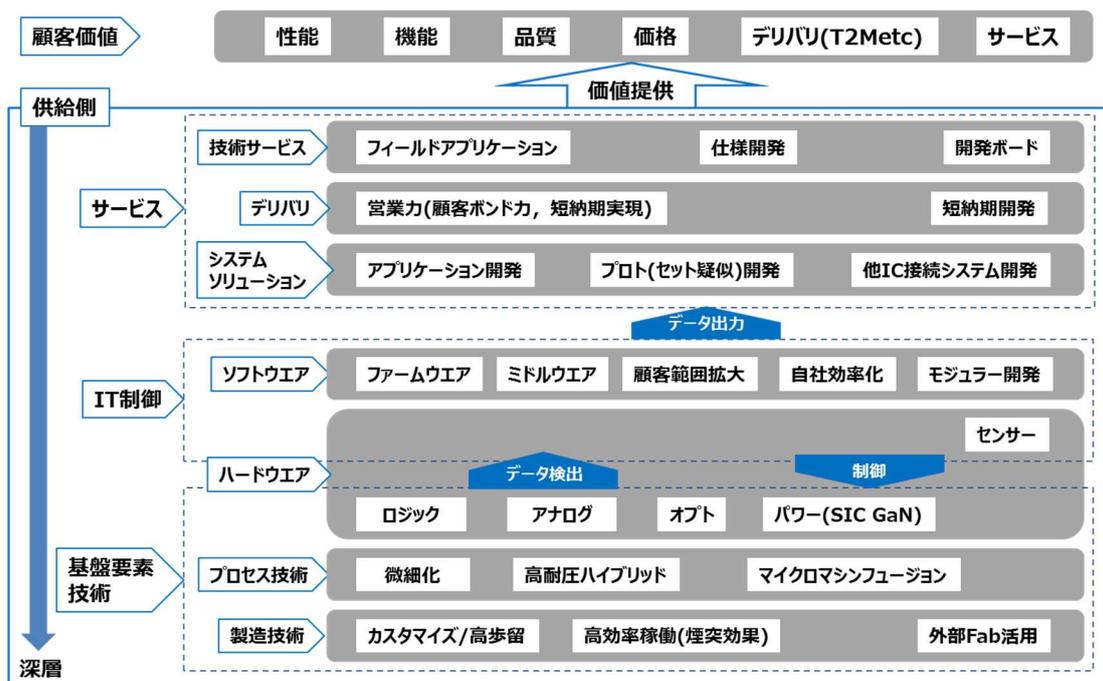


図 6-2 電子機器システム事業における付加価値構造

価値創出という事業目標の中で、常に最深層の基盤要素技術の動向と、技術の要衝を把握していなければ、事業力が影響を受けることを意味している。基盤要素技術層での最大の共通点は両事業ともに、半導体プロセスという最先端の技術が含まれていることである。この半導体プロセスやデバイスの進化性、微細構造などが品質技術に与える影響が共通している。電子機器システム事業に含まれるシステム LSI 事業は、プロセスの微細化に伴い製品アーキテクチャが変化し[31]、顧客への価値提供のための戦略が変化した。太陽光発電事業では、太陽電池モジュールが半導体プロセスで製造されており、今後、化合物系の変換効率増加、ペロブスカイトなど新たな材料開発が見込まれている。そのため太陽光発電システム設置のための施工技術への影響などが考えられる。また最も顧客に近い最上層のサービス層から、ニーズ-プル観点で最深層の基盤要素技術層の動向に影響を与える可能性があることも示唆している。

第4章にて、電子機器システム事業について、アーキテクチャ論的検証を進めたが、本章では、品質問題の解決アプローチをアーキテクチャ論的に検証する。そのために、立本[25]p.33の「アーキテクチャ変化と構造化・共有化問題解決の図」を用いる。この中で、共有化問題解決と構造化問題解決について論じられている。共有化問題解決とは、技術情報などをすり合わせ的に共有して進めることである。構造化課題解決とは、ある程度モジュール化してインターフェースをオープンにして構造化することによって問題を解決することを意味している。電子機器システム事業に含まれるシステム LSI 事業における、品質課題の歴史を俯瞰する。図6-3に示すように、まず、製造品質・設計品質については、アナログ時代から機器開発の顧客とのすり合わせにより、アプリケーション起因、半導体製造ばらつき起因、両者複合要因などと構造化されてきている。当初は、顧客との間でクローズかつインテグラルに進められてきたが、徐々に、オープン化すると共に、デジタル時代に入って半導体

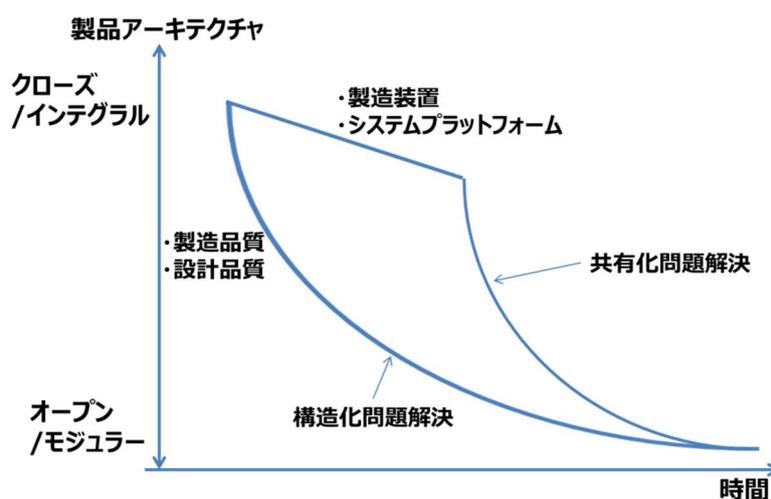


図 6-3 電子機器システム事業（システム LSI 事業）における品質問題解決のアーキテクチャ変化と構造化・共有化問題解決の図[25]p.33

ハードウェアがモジュラー化し、製造起因と設計起因の切り分けが容易化するなど構造化が加速した。また、この加速は、顧客企業と供給側との地理的距離が近い時代は頻繁にすり合わせが行われた。構造化問題解決が進むにつれ、顧客企業も海外移転し、供給側も移転したが、構造化により問題解決は容易化していたと考えられる。一方、製造装置は、半導体プロセスの微細化と共に、装置そのものの開発費用も膨大となり、半導体業界での標準化[32]によるコスト削減や装置の設計品質向上などが図られてきた。このことは、微細化に伴う製造装置のデファクト化によるドミナントデザイン形成後に進んできた。ここで、システムプラットフォームとは、TVやDVD、携帯電話などに使われる半導体製品のプラットフォームの総称として用いている。このシステムプラットフォームもモジュラー化に伴い、インタフェース情報の共有化などで、半導体側の設計品質向上や顧客でのリードタイム短縮が図られてきたと考えられる。共有化問題解決も構造化問題解決も、システムLSI事業では、時間と共にステップを踏んで進められてきたと言える。

電子機器システム事業の歴史の中から、次章で述べる太陽光発電事業との比較分析の論点として以下の三点の特徴点を抽出する。

1) 品質向上のための「すり合わせ」

電子機器システム事業は、顧客価値としての品質の向上のために「すり合わせ」が重要な役割を果たしてきた[31]。また顧客での工程不良や一般消費者に機器出荷後の市場不良を検出しフィードバックするしくみが構築されていた。藤本はその著書[33]の中で、品質に関する概念を示し、設計品質と製造品質などとの連鎖で総合的な品質が決定されることを示した。この品質の連鎖に基づき、システムLSI事業を含む半導体事業は多くの経験を重ねている。

2) 水平分業スタイルと変遷時期

製造品質向上に関して、垂直統合企業による製造から設計、出荷までの一貫した品質施策の時代から、品質安定後には拡散工程や組立工程の水平分業のエコシステム活用に変貌し、業界のデファクト標準的なビジネススタイルとなったことがある[34][35][36]。このことは、品質向上の歴史の中で1)のちに顕在化した。

3) 顧客価値向上のためのコンソーシアム

半導体では通信用プラットフォーム[37]を一例として、コンソーシアムからデファクト化、さらにはデジュール標準化へという変遷があり[38]、顧客価値実現と公正な競争環境の構築の両立があった。また半導体を使用する機器としてDVDを例として、半導体製品の仕様標準化を含めた動向があった[3]。知財と標準化との関係で競争技術と非競争技術の境界設計に類する動向があり[39]、顧客利益との両立を図ってきている。

これらの論点に立脚し、太陽光発電事業と電子機器システム事業の比較を次節で進めていく。この比較から、電子機器システム事業が経験してきたことを基に、太陽光発電事業の課題を提起する。

6-4 電子機器システム事業の歴史から考察する太陽光発電事業の信頼性課題

太陽光発電事業と電子機器システム事業との比較分析

本節では、太陽光発電事業と電子機器システム事業の類似点を詳細化する。また、前節で述べた「3点の比較論点」から想起される太陽光発電事業の課題について分析する。図 6-1 と図 6-2 における供給側の製造工程から顧客企業や施工業者へのバリューチェーン(図 6-4)を用いて両事業を比較する。製造工程そのものは、Si インゴットから拡散工程、インライン検査、組立工程、出荷前検査までほぼ同様のライン構成になっている。化合物素材以外では、半導体製品と太陽電池モジュールの元になる太陽電池セルはともに、シリコン(Si)を素材に製造される。半導体製品は、図 6-5 に示すように、例えばプレーナ型バイポーラトランジスタでは、n と表示される拡散層(n 型)、p と表示される拡散層(p 型)で形成され、PN 接合と呼ばれる界面が存在する。この界面での欠陥など品質劣化の原因を多く内在する構造といえる。昨今はプロセスルールも 20nm 前後までファインパターン化し、構造も配線の工夫により立体化するなど、歴史的に積み上げた品質向上技術と品質解析技術に支えられ発展してきている。一方、図 6-4 にある太陽光発電事業の工程内の太陽電池セルの構造は、図 6-6 の断面図に示すような構造となっている。左方は単結晶シリコン太陽電池であり、右方は三洋電機(現パナソニック)が開発した HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin-layer) と呼ばれる太陽電池である。HIT は単結晶や多結晶タイプと異なり、PN 接合の構造を持たず、アモルファスシリコンで n 型単結晶をサンドイッチにすることにより電荷の再結合確率を下げ、光電変換効率を高めている。簡単なサンドイッチ構造であるが、n 型単結晶シリコンやアモルフ

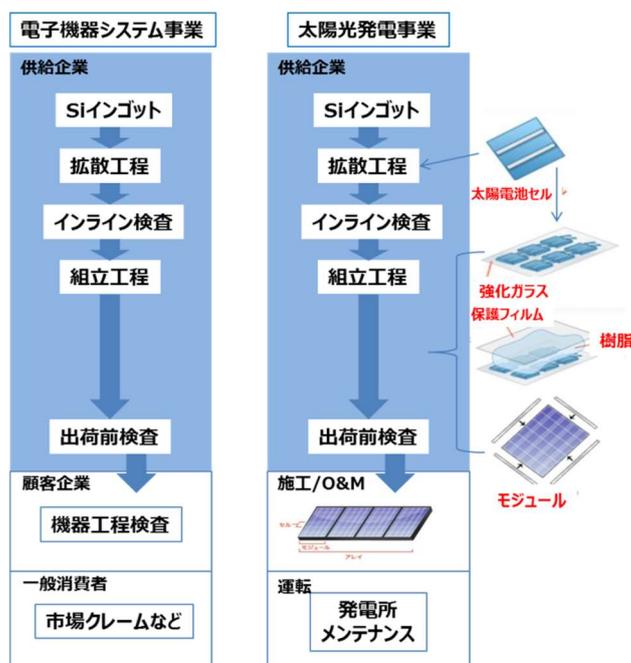


図 6-4 電子機器システム事業と太陽光発電事業のバリューチェーン

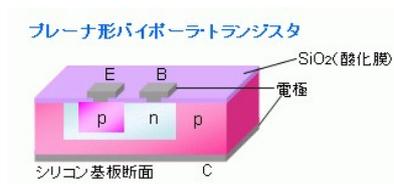


図 6-5 半導体製品の簡単な構造例[23]



図 6-6 太陽電池セルの構造例[24]

アスシリコンの純度や経年変化，サンドイッチ構造間の境界での双方の界面の汚染による品質劣化などが起こりうる。単結晶シリコン太陽電池も図 6-6 左方に示すように，PN 接合領域を中心として欠陥が発生しやすく，変換効率の劣化や経年変化などの品質劣化の原因となりうる。図 6-5 と図 6-6 の比較から，ファインパターン化した半導体プロセスを使用するメモリーやシステム LSI とは，発現する品質課題の種類の数には差があると予測できる。しかしながら，シリコンなど半導体の耐圧や純度問題など固体物性にまつわる課題は同様であり，熱や湿度，衝撃などに対する耐性など品質問題で共通な事象は多い。また，車載製品を除く半導体製品に比べ，太陽電池セルは熱など過酷な環境におかれることが多く，組立時にセルをつなぐ配線にも，運搬時や設置時の衝撃などは過酷な影響を与える。したがって，品質課題の議論における不良モードの捉え方には本質的に共通項は多いと考えられる [40][41][42]。両事業のサプライチェーンで対比を考える本質は，フィールドでの故障モードを半導体プロセスにまでさかのぼって検証することの必要性である。すなわち，出荷後，顧客企業や O&M 事業者，施工業者などでの品質に関わるオペレーションは異なるが，品質向上のために下流から上流へフィードバックが必要であり，フィードバック先には半導体プロセスが包含されることが共通している。

これらの類似性分析を踏まえ，前章で挙げた「比較の論点としての三点の特徴点」から提起される対比分析を以降に進める。

1) 品質向上のための「すり合わせ」

図 6-1 と図 6-2 より，両事業ともにその付加価値構造において「制御」「データ検出」「データ出力」の作用を持つことを示した。このことは基盤要素技術層の製品が出荷されたあとも，その使われ方(サービスやアプリケーション)でシステム全体品質に影響があることを示唆している。したがって，事業における製品出荷と顧客に届けられるまで

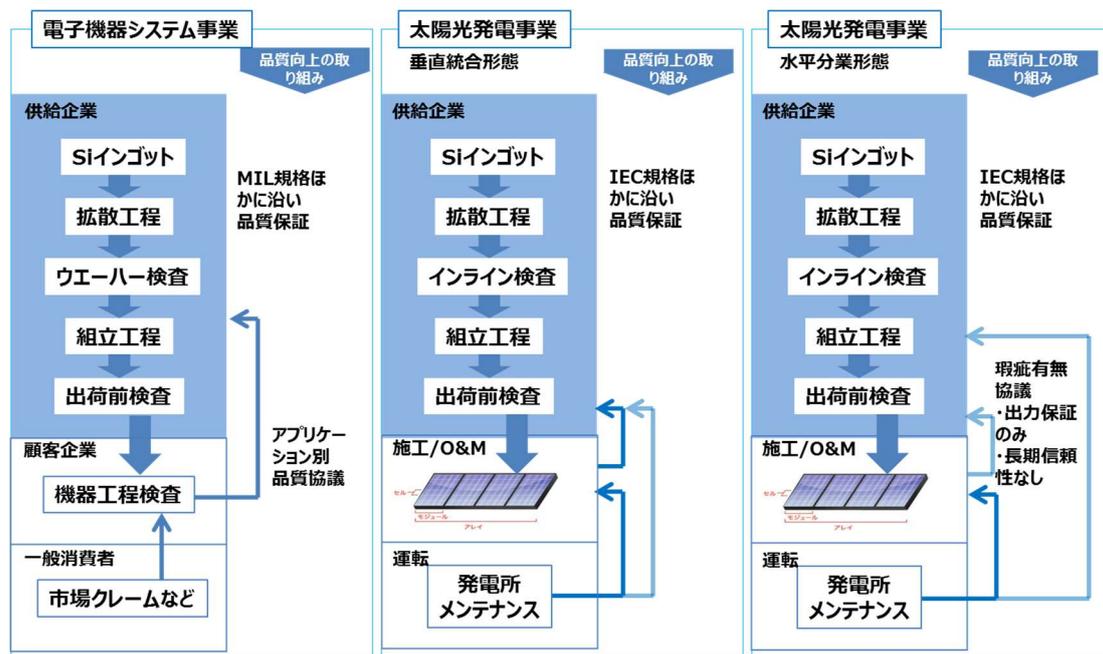


図 6-7 電子機器システム事業と太陽光発電事業における供給企業から顧客側への流れと品質向上の取組みの概略対比図

のバリューチェーンを分析し、顧客での品質の見え方にどのような影響があるのか分析する意味があると考えられる。図 6-7 に、両事業の供給側と顧客側の工程図の概略を、電子機器システム事業、ならびに垂直統合性が強い太陽光発電事業と太陽電池モジュール製造が水平分業化された太陽光発電事業で並列で示したものである。電子機器システム事業に関しては、半導体出荷前検査後も、顧客側の製造ラインでの工程検査での不良は、電子基板によるものか半導体によるものか厳密に協議される。その後、半導体によるものであれば、半導体の検査工程に新たに織り込む検査項目や検査方法の変更などが議論される。半導体出荷後の経時変化や、はんだ付けなど顧客側工程での環境条件による性能変化など、信頼性にかかわる項目についても議論される。市場不良については、一般消費者からのクレームがセット事業を進める顧客企業へフィードバックされ、発生原因の分析とともに、顧客企業での出荷検査もしくは半導体企業での検査の追加や変更が検討される。一方、太陽光発電事業では、出荷後も出力保証され、不具合があれば交換という処置が施されている。また、運転開始後は O&M で、発電所施主や運転事業者からのクレームに迅速に対応するとともに、常日頃から発電出力をモニタリングしようという動きも加速している。しかしながら、モニタリングは、これまでは発電所施主や運転事業者の自由裁量となっているため、設置された太陽光発電システムや太陽電池モジュールの不良実態は十分に把握されていないのが実態である。太陽光発電事業における垂直統合形態では、そのブランド力も作用し、発電所で運転中のトレーサビリティが確保されやすい。つまり、一般需要家から供給企業や施工業者へのクレームを受け取り

やすいと考えられる。しかしながら、水平分業形態では、瑕疵有無協議のしくみを確保しながらも、品質協議を綿密に進めることは容易ではない。また出力保証で顧客保護を進めながらも太陽電池モジュールの長期信頼性を解析する環境にはない。すなわち、電子機器システム事業では、顧客企業や一般市場からの品質問題のフィードバックルートが明確であり品質問題の「すり合わせ」のしくみが確立されているが、水平分業形態の太陽光発電事業では現状フィードバックルートも「すり合わせ」のしくみも十分とはいえない状況である。今後、さらなる不良率の低減で太陽光発電事業者側のオペレーションコストを下げることと、一般顧客からの太陽光発電事業への信頼で事業の拡大を企図する必要性から、発電出力低下の原因解析を網羅可能なしくみが望まれる。この原因と分析に関する「すり合わせ」の枠組みをいかに構築するかが、今後の最大課題と思われる。

2) 水平分業スタイルと変遷時期

電子機器システム事業は、製品としての品質基準と、使用条件なども考慮したアプリケーション上の品質基準などが確立され、不具合に対する対策スキームも確立された上で、拡散工程や組立工程の水平分業化というトレンドが出現してきた。しかしながら太陽光発電事業では、事業の黎明期から、低価格を実現する中国メーカーの台頭が著しいという特徴を有する。半導体のみならず、液晶パネルなどでも中国企業は業界から大きな信頼を得ることになった。このことを太陽電池モジュールでも実現していこうという方向性は自然な流れではある。一方、パナソニックやシャープ、京セラなどの日系メーカーも施工業者からの故障情報を入手しやすい事業形態であるが、コスト競争力に課題があると思われる。そのため、モジュール製造から販売まで垂直統合の形態をとりながら、生産拠点を海外へ移すなどの動きが進められている。グローバル競争の中では、中国のみならず、新興国でのモジュール製造がさらに加速すると思われる。太陽光発電事業は、電子機器システム事業のように、品質向上ののちに水平分業という順序ではなく、現在は、水平分業と、大手企業の生産拠点のグローバルシフトが同時進行している状態である。この状況を踏まえ、仕向地別に使用条件、使用環境をどう品質課題としてとらえ、製造工程との「すり合わせ」がどうできるのか検討していく必要があると思われる。すなわち 1) の品質向上のための「すり合わせ」と関連するが、既に既成事実化した水平分業スタイルを是としながらも、電子機器システム事業が歩んだ歴史を参照しながら、業界連携を検討することが重要と考えられる。

3) 顧客価値実現のためのコンソーシアム

第2章で述べたように、太陽光発電事業に関連する標準化は IEC など複数存在する。また詳細には、施工に関する標準化の議論[28]など、安全性や品質確保に向けた検討も進められている。これらの動向は、今後の太陽光発電システムの信頼性向上に寄与するものとして期待できるが、多くのフィールドで発生する可能性のある品質課題を解決するための検証の機会は十分とは言い切れないと思われる。気候条件などに加え、山などの傾斜

地、海岸に近い地域での塩害など、実環境の多様性は今後も継続して観察されると予測できるからである。電子機器システム事業では、前章で述べたように、顧客での実使用条件やビジネス環境含むアプリケーション課題を解決する手段としてコンソーシアムからスタートし、デジュール標準へ進化させるなどの業界動向が観測できた。太陽光発電事業でも、発電という機能は単一でも、複雑な使用環境や、今後進化するデバイス構造の変化に鑑みた、現場起点の品質検討を提起し、コンソーシアム化して解決手段を検討していく必要があると考える。

以上述べてきたことの中で、太陽光発電事業における品質問題解決について、立本[25]の「アーキテクチャ変化と構造化・共有化問題解決の図」を用い説明する。図 6-8 に示すように、太陽電池モジュールそのものの製造品質は、構造化問題解決が図られ、製造装置は、半導体事業同様に共有化問題解決が図られてきたと考えられる。しかしながら、発電所をシステムプラットフォームとみなして考えた場合、太陽電池モジュールなどの生産地のグローバル化が加速したことから、構造化問題解決のクローズ/インテグラルの期間が少なく、オープン/モジュラーへ早期にシフトしたと考えられる(図中点線)。このことは、立本の言う「失敗ケース」である。

以上述べてきた対比分析により、太陽光発電事業は、発電所としての品質向上の枠組みが未熟なまま太陽電池モジュールなどの水平分業の波が押し寄せたことや、地方を中心とする中小企業による事業振興の必要性観点からも、品質向上のためのしくみづくりを検討していく必要があると考えられる。第 2 章で述べた太陽光発電事業の課題への対策のために、水平分業下におけるフィールドでの品質分析を目的とすることを中心としたデータ解析コンソーシアムを検討することが有効であると考えられる。

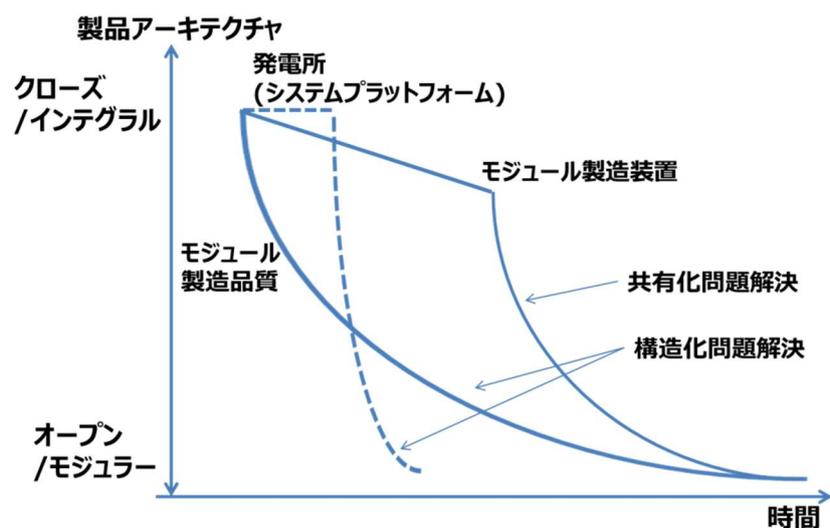


図 6-8 太陽光発電事業における品質問題解決のアーキテクチャ変化と構造化・共有化問題解決の図[25]p.33

6-5 太陽光発電事業における課題への対策としてのデータ解析コンソーシアムの考察

前節までの分析から、太陽光発電事業の課題への対策として、品質向上のためのデータ解析コンソーシアムを提案し検証する。図 6-9 は本提案と現状との比較を示す。前述したように、O&M 事業者から太陽電池モジュール事業者へ、品質課題の情報の共有は十分とは言えない。故障情報はまず発電事業者から O&M 事業者へ寄せられ、駆けつけによる対応や原因分析がなされる。モジュールの出力不十分の場合は交換によって保証が実行されることになる。したがって、モジュールの交換により、耐用年数や低下した出力の情報が供給企業にフィードバックされても、供給企業は故障解析の責務を負わない。つまり、長期信頼性の向上に寄与する可能性のある情報は解析されることなく放置される可能性が高い。結果、品質向上のための貴重な機会を喪失していることが最大の問題点と考えられる。このことにより、設置を進める施工業者や O&M 事業者からの情報を集約し、モジュールやシステムの信頼性のデータベースを構築していくことを、データ解析コンソーシアムで進めることで対策できると考えられる。立本[25]の、構造化・共有化問題解決の図を用いて図 6-10 に示す。過酷な環境条件などすべての使用条件を網羅し、コンソーシアムメンバーで活用可能なデータベースとしていくことで、品質問題すり合わせの場を提供できると考えられる。図中では、データ解析コンソーシアムの位置取りとしては、クローズ/インテグラルからオープン

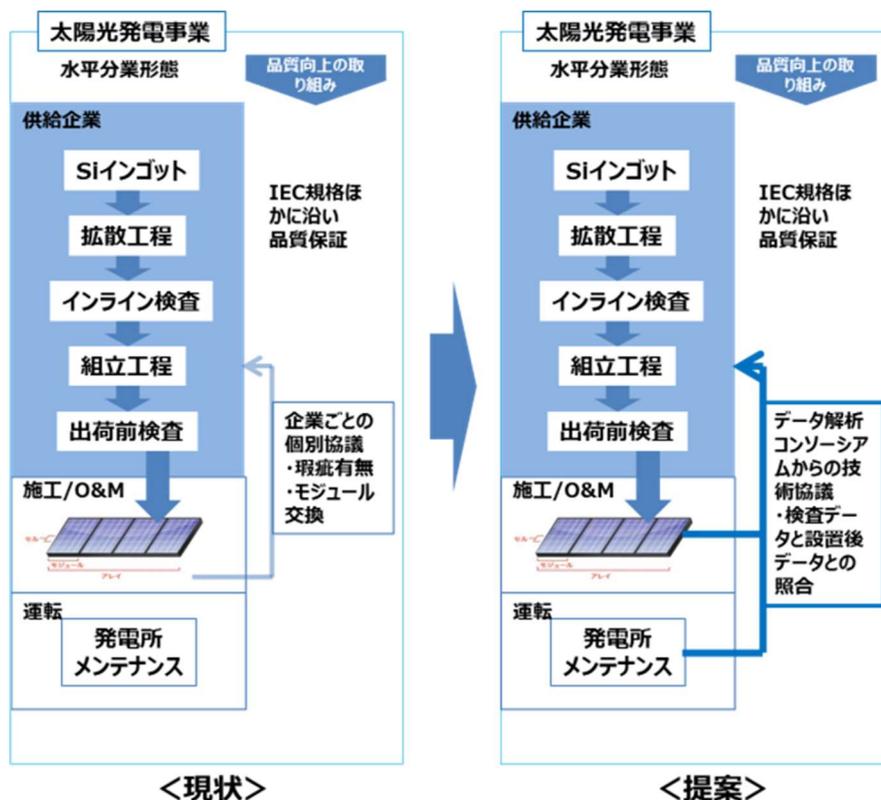


図 6-9 データ解析コンソーシアムの提案

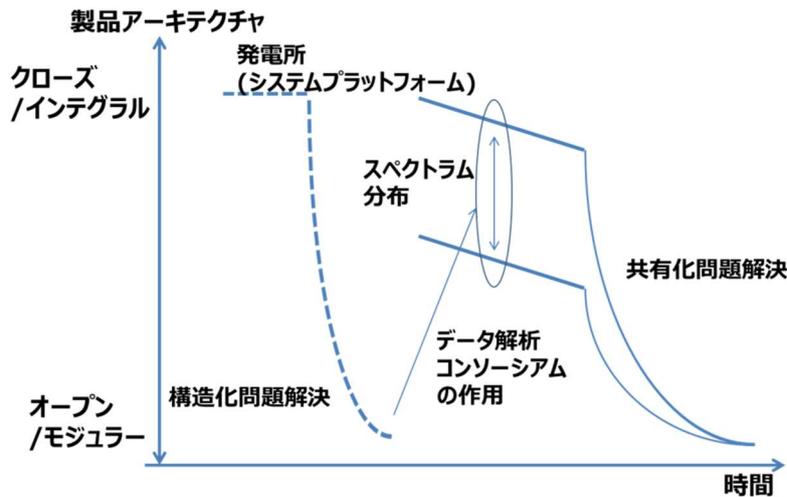


図 6-10 太陽光発電事業における品質問題の構造化・共有化問題解決[25]p.33 の改善案の図

ン/モジュラーの間にスペクトラム分布させている。データベースや解析手法によってオープン度合いやモジュラー度合いが変化すると思われる。

これは、PVQAT で推奨されていくであろう品質管理基準や信頼性基準の実証的位置づけであり、今後さらに拡大していく水平分業スタイルに備えた「すり合わせ」の枠組みとな

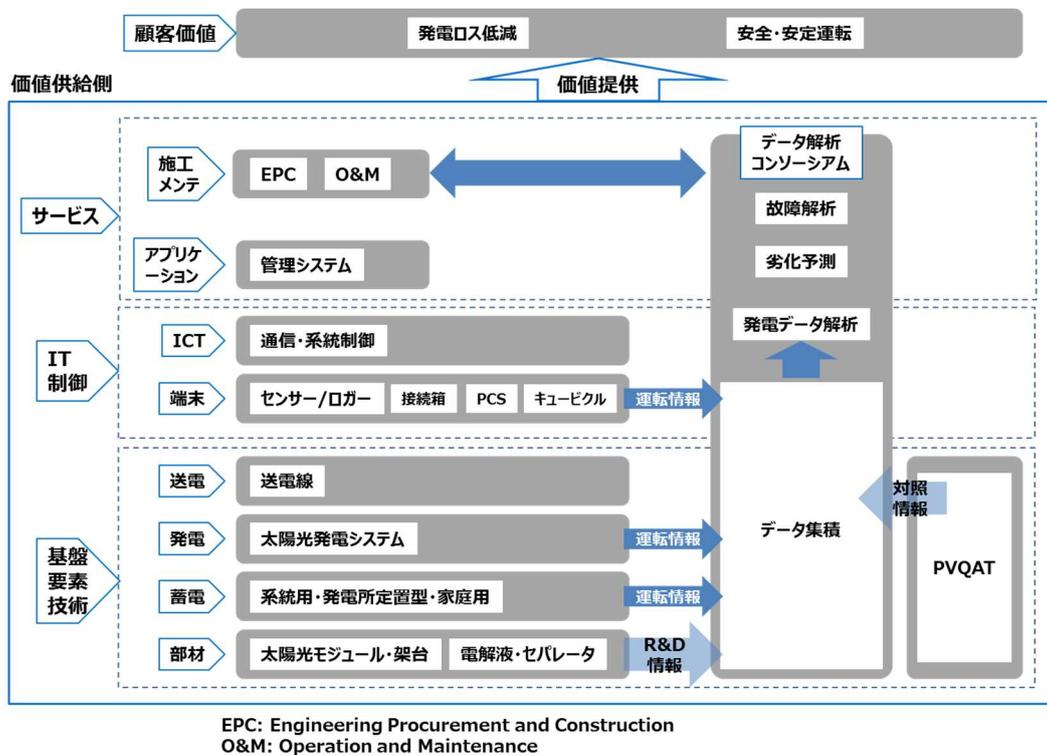


図 6-11 データ解析コンソーシアムの付加価値構造の中での位置づけと役割

る。こうすることで中小様々な施工業者や O&M 事業者を支援することも可能になると考えられる。付加価値構造の中では、図 6-11 に示すように、太陽電池モジュールの基盤要素技術の動向も把握しながら、運転情報のデータ集積により、発電データの解析を進め、故障解析や寿命予測につなげていく。また、PVQAT で推奨される信頼性基準などと現場から吸い上げられたデータを参照することで、現場課題を科学的根拠で分析しながら品質向上手段を獲得することが可能になると考えられる。コンソーシアムでの具体的な進め方としては、競争技術と非競争技術を境界設計して定義し、データ活用の目的を明確化し集積を促す。例としては、施工技術や解析手法などを競争技術と定義し、モジュールの基本データや、故障情報、寿命情報、簡単な解析結果などを非競争技術として定義する。この競争技術と非競争技術の境界設計には、コンソーシアムメンバーのコンセンサスが必要であるが、顧客価値の増大化を最優先として協議を進めていくことを基本とし、コンソーシアムとしての価値を形成していくことは可能と考えられる。コンソーシアムが目指す顧客価値は、発電ロスの低減とシステムの安定と安全性を担保することである。一社では遂行が困難な、顧客価値につながる技術開発を非競争技術として集約する。また、本提案は、小川[23]の第 1 のモデルに照らしても、「製品・部品・部材の外部インターフェース」は、図 6-11 におけるデータ集積のためのインターフェースと考えることが可能と思われる。

一般的に標準化の過程では、知財と標準化との関係が議論される[11]。最終的には RAND(Reasonable And Non-Discriminatory terms and conditions)条件で定義されるが、本提案ではデータ集積方法と故障や寿命に関する基本的な相関分析は非競争技術としてライセンスフリーとし、故障予測や寿命予測などのデータの数理解析などは、競争技術としてライセンス供与などのスキームが望ましいと考える。そうすることで、予測精度の向上に関しては競争を促し、基本的なデータ解析に関しては、共同で推進することによって、垂直統合性の強い企業と同等の品質解析力を構築することが可能になると考えられる。

他の案としては、垂直統合性の強い企業による品質ノウハウの積み上げと PVQAT の成果との対照を進め、公開していくことが考えられる。この進め方は大企業を中心とした垂直統合性の強い企業は進めていく価値があるが、地方創生に重要な役割を持つ中小企業にとっては、情報の枠外になるリスクが大きく適切ではないと考えられる。仮に情報共有が可能としても、共有速度の観点で十分とは言い難い。地方創生に貢献できるファブレス業態をとる企業と製造企業との連携強化による、準垂直統合体制の構築という方策が考えられる。この考え方は、垂直統合性の強い企業による品質の強化と同様に、提携外の中小企業は枠外になる危険性がある。

これらの他の案による推進方法との比較からも本提案は妥当な推進方法であると考えられる。地方の企業は現場情報を多く保持しているため、品質や信頼性の技術を現場視点から発信することが業界全体にとって望ましい。

データ解析コンソーシアムを活用した IoT の役割と効果の考察

データ解析に必要な発電所データを取得するモニタリングシステムについて述べる。図 6-12 は、発電所におけるモニタリングシステムの概略を示す。集められたデータはインターネットを介して、クラウドサービスへ送られる。クラウド上ではオペレータの業務を円

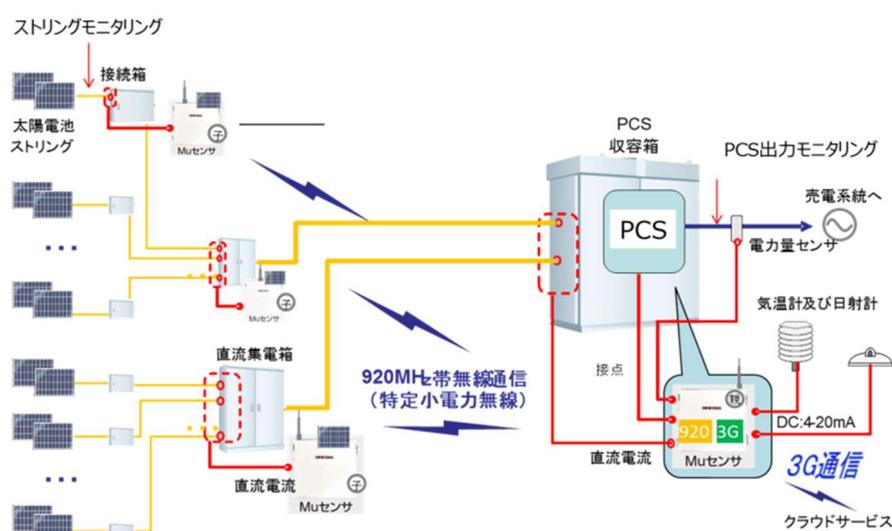


図 6-12 太陽光発電システムにおけるモニタリングシステムの構成

(出典：日本電業工作株式会社ホームページ <http://www.den-gyo.com/corporate/>)

滑化するためのシステムが備えられ、発電所での異常の監視を進めている。クラウド上には過去から現在までのデータが集積されている。またデータ転送の方式には、PLC(Power Line Communication)方式や図にあるような無線方式などがある。

データ解析のためのモニタリングの検討で重要なことは検出解像度である。解像度には、何分に1回検出するかという時間解像度と、何枚のモジュールごとに検出するかという空間解像度がある。モニタリングには、PCS出力をモニタリングすることが最も多いケースであるが、検出の空間解像度をあげるためストリングモニタリングも発表されている[43]。また、モジュールごとのモニタリングを訴求する企業も存在する。古典的な技術で回路基板の解析に使用される TDR(Time Domain Reflectometry)法によるモジュール解析、DC オプティマイザーやマイクロインバータ方式に適すると思われる、燃料電池解析用に開発された交流インピーダンス法[44]などが検討されている。また、太陽光発電所の規模には、住宅用に始まり、50kW から 500kW の小規模な産業用、500kW 以上から数 MW の中規模、数 10MW クラス以上の大規模まで様々なものがある。これらの規模それぞれに適したモニタリングシステムが検討されている。大規模なものは自立発電所としてのシステムコントロール SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)を装備したモニタリングも提案されている。提案するデータ解析コンソーシアムにあって、これらのモニタリング手法そのものは競争

技術とすることが望ましい。システム内のインターフェースについては非競争技術として統一し、モニタリング技術の競争を担保しながらデータ解析につなげることが有益と考えられる。したがって、これらのモニタリングシステムの多様性を受容しながらも、取得するデータは、データ項目と収集方法などの仕様とインターフェースを統一することが可能と考えられる。太陽電池モジュールの基本的な発電出力、日射、気温などの環境データならびにデータ履歴に、単結晶か多結晶かなどの太陽電池モジュールの種別、製造年月日、設置年月日、製造場所などの条件的データを付加して集積する。発電所サイトの名前については、顧客情報保護の観点から秘匿するも、場所、環境条件、発電規模、システム仕様などの属性は条件データとして付記する。これらのデータを集積し、顧客情報を秘匿した技術データとして集積することが可能になると考えられる。集積されたデータの履歴から、環境条件と出力データの相関とその経年変化などは簡単な分析であり、非競争技術としてコンソーシアム内で情報共有を進める。集積されたデータから、高度な数理解析や統計解析による故障解析や寿命予測は競争技術とし、ライセンススキームなどで受益者負担にする。また高度な研究要素を他の研究機関と共同で進める場合は、データ使用範囲を定義しデータ提供者への報償スキームを検討することも考えられる。

機器のモニタリングでは M2M(Machine to Machine)として、従来より「情報を知る」という意味で概念的にはすでに何年もの歴史が認められる。しかしながら、データを集積し解析することで新たな付加価値化を企図するスキームとしてのモニタリングシステムは、他の太陽光発電所のデータを集積するために、IoT を活用したデータリンクとして M2M が進化した概念として捉えることができる。IoT は「モノのインターネット」と訳されるが、インターネットにモノのデータを集積して解析することが IoT が包含する価値と考えることができる。

提案したデータ解析コンソーシアムを活用して、昨今議論が活発になってきたインダストリー4.0 を太陽電池モジュール生産に適用することを考察する。インダストリー4.0 はドイツの国家プロジェクトが発祥であるが、スマートファクトリーの考え方である。図 6-13 に、スマートファクトリー化を企図する太陽電池モジュール企業のデータと連携させたデータ解析コンソーシアム Phase2 の考え方を示す。太陽電池モジュールの製造条件には、半導体と同様、拡散時間、デポジット濃度などの条件があり、製造装置に起因するある一定の公差が認められる。またセル組立工程における半田条件なども同様である。これらの条件が公差範囲であっても、製造条件として記録しておき、製造ロットごとに2次元バーコードなどを活用してデータを付帯して出荷する。出荷時やファブレス太陽光発電事業者での受け入れ時に、I-V 特性などの検査結果と照合しデータベース化する。さらには設置後のモニタリングデータを集積し、製造データから検査データ、出力等経年変化データ、日射量や温度など環境計測データを、できるだけきめ細かくデータベース化する。これらのことにより、製造条件や輸送条件、使用環境ごとに、太陽電池モジュールの品質や信頼性を把握し分析することができると考えられる。このなかで、品質とコストとのバランスのよい生産を進める

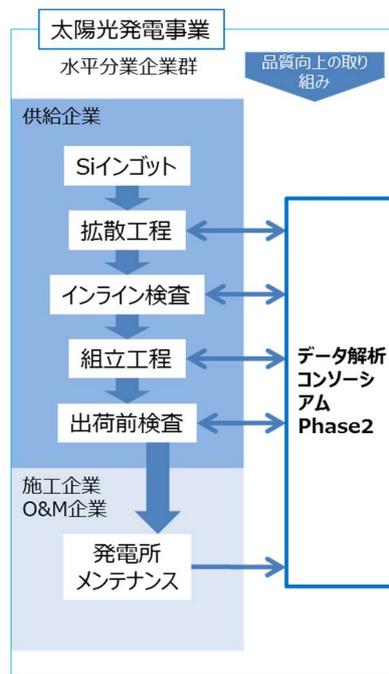


図 6-13 データ解析コンソーシアム Phase2 の考え方

ことがスマートファクトリーとして可能になると予測できる。このスマートファクトリーで重要な目的は、品質精度のさらなる向上であるが、同時に太陽電池モジュール供給企業のコスト観点でもメリットを訴求できる可能性がある。出荷後のデータと照合できることで、製造ラインの条件出しなど、何を重点的に対策するのか、故障の原因は何か、これらの解析スピードを向上させる効果が期待できる。半導体製造においても、顧客企業の工程不良や市場不良を、製造密番や製造条件が記載された拡散ロット表と照合することで検証をきている。個々の項目群において許容されたばらつき範囲であっても、偶然、ある項目とある項目で重なりあった条件での不良が発生することがあり、その解析を進めることで、製造条件の合わせ込みを効率よく進めてきている。太陽電池モジュール事業と太陽光発電システム全体のバリューチェーンの中でも同様のことを進めるために、インダストリー4.0の考え方と、太陽電池モジュール設置後のモニタリングを、提案のコンソーシアムで実行することが可能と考えられる。

IoTについては、現在、経済産業省が産官学の取り組みを推進するため、「IoT 推進ラボ」を設立し、日本の産業基盤強化に取り組んでいる。その中で、「IoT の進展によるビジネスの大変革後に主導権を獲得するため、フロンティアである製造業等において、新たなプラットフォームの獲得競争が開始」「各国が戦略的な取組を進める中、我が国においては、IoTの重要性に関する認識や、各国の対応を踏まえた取組が欠如」などと仮説されている[45]。また、とりわけインダストリー4.0において、欧州を中心としてスマートファクトリーでの各装置のインターフェースが標準化されることを予見し、標準化活動での競争力強化にも課題意識があるとされている。

IoT 関連の議論でエネルギー関係はスマートメータでの IoT に関わるプラットフォーム構築が議論されているが[45]，太陽光発電システムにおける品質向上課題での IoT 活用議論はまだ少ないと思われる。本章で提案した，太陽光発電システムでのデータ解析コンソーシアムは，品質向上のためのデータ解析とその解析技術を支えるデータ蓄積を促進していくことが目標であり，IoT の活用も促進可能と思われる。さらには，太陽電池モジュールの品質向上にとどまらず，スマートファクトリーへの関連付けで，高収益性を先行的に展望していくことが可能になると考えられる。そのためにはデータ集積の場が，ある一定のインターフェース仕様とデータ加工方針をもっていること，集めたいデータ種別と量に思想を持つこと，などが重要と思われる。様々な企業群で分散的に進めるのではなく，非競争技術を定義しながらコンソーシアムで検討していくことで，競争技術による付加価値化を加速し，業界の健全な発展を担保するものであると考えられる。

本章で提案するデータ解析コンソーシアムは，電子機器システム事業で経験した，顧客価値のための標準化技法を取り入れた形態であり，競争技術と非競争技術の境界設計を業界で議論しながら，発展を期すことが可能と考えられる。太陽光発電事業における企業形態や立地上の制約による付加価値要素の分散化に鑑み，効率的に IoT の価値を発揮し顧客価値創造につなげていく提案であると結論付けられる。

6-6 データ解析コンソーシアムのアーキテクチャ上の位置取りと P2M への知見

データ解析コンソーシアムによる業界をあげた信頼性課題への取組は，表 6-1 のようにオープン&クローズを整理することができる。この表を基に，第 4 章で用いた，Kogut and Zander[46]の尺度によるマッピングを適用してみると図 6-14 のようになる。分布 A が競争技術であり，分布 B が非競争技術となる。分布 C は，複雑性はないが，各企業が独自に蓄積する顧客チャンネルとデータベースであり，コンソーシアムにより自然増殖が期待できるものである。このマッピングを基に，本章での提案がアーキテクチャ上ではどのような位置取りになるかを図 6-15 に示す。本アーキテクチャ上では，第 4 章で述べたインテル，クアルコムや総合半導体企業のように，インターフェース支配や改版權確保による競争力強化

表 6-1 データ解析コンソーシアムのオープン&クローズ

	オープン(非競争領域)	クローズ(競争領域)
目的	<ul style="list-style-type: none"> ・業界での仲間づくりで効率化(エコシステム) ・品質技術のオープン化で顧客からの信頼性を向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・自社利益源泉の確保 ・自社コア技術でのパートナーシップ
発電所の信頼性向上	<ul style="list-style-type: none"> ・基本データベース ・公開品質技術のためのデータ解析アルゴリズム ・発電所基本データユーザーインターフェース 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光モジュールでのデータ解析技術 ・2次電池の劣化診断技術 ・データ解析サブセット ・独自データベース ・顧客チャンネル

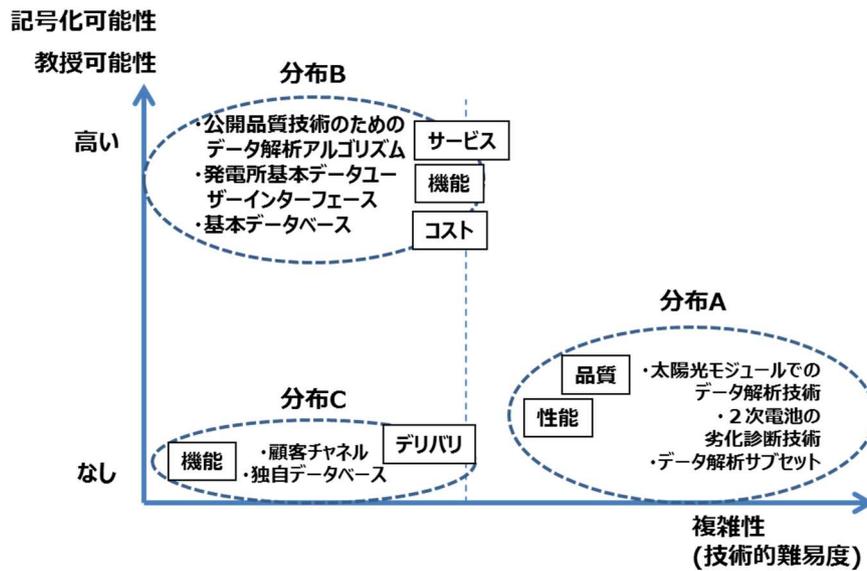


図 6-14 データ解析コンソーシアムの Kogut and Zander の尺度によるマッピング (第 4 章第 3 節第 1 項の「分析方法」の(2)に基づく)

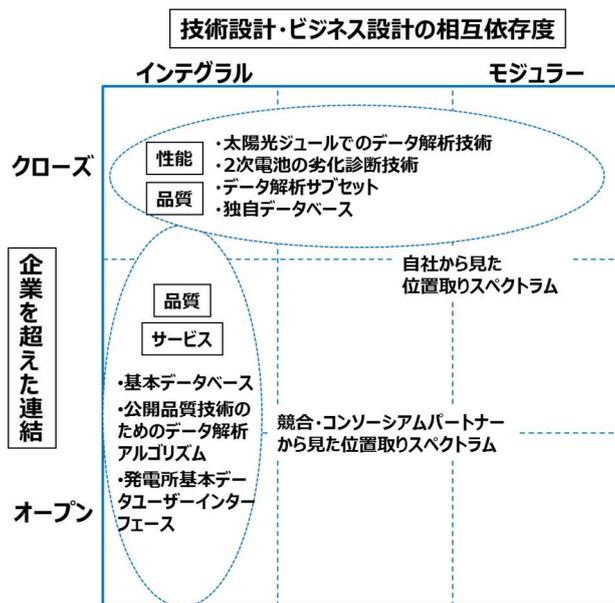


図 6-15 太陽光発電事業における標準化技法でのアーキテクチャ

を目指すのではなく、ビジネスエコシステムのための規模拡大がコンソーシアムの目的としては望ましいと思われ、商品力要素の位置取りを示している。拡大後、データ解析を含む O&M ビジネスでのインターフェース支配と改版權確保で、事業規模の拡大を公正な競争の中で推進可能と考えられる。また、この公正な取引がコンソーシアムのメンバーを増加させ、データ蓄積の加速と蓄積データによる解析技術の向上というシナジーを生み出すことも可

能と思われる。以上により、競争技術と非競争技術の境界設計は、コンソーシアムによるデータ解析の効率化を目標に、それぞれの顧客での権益を確保することで可能になると考えられる。業界としての信頼性向上と公正な競争の担保を図れる人材の育成と組織マインドの醸成が基本として必要である。

図 2-1 で示した P2M の枠組みの中では、標準化技法の適用は、競争技術と非競争技術の境界設計を本質的な課題として捉え、スキームモデルの中で議論していくことが重要と思われる。また、表 6-1 にあるように、技術のみならず、顧客へのユーザーインターフェースや、戦略的なデータ解析の構築(データ解析サブセット・拡張データベース)などのビジネス戦略も含め、競争領域と非競争領域の境界設計が重要と思われる。考察の軸は、顧客価値を第 1 とした技術戦略とビジネス戦略を整理し、それぞれの項目で T2M(Time to Market)と差別化の構築日程を加味しながら、あくまでインテグラル/クローズで進める項目、モジュラー/クローズでパートナーへは「記号化可能性」を中心にパートナー関係を結ぶ項目、コンソーシアムのようにオープンながらもインテグラル性を保持する項目、などとして境界設計し、ロジックモデルで顧客や業界への貢献と、自社利益の確保を評価することが重要と思われる。

6-7 小括

太陽光発電事業と電子機器システム事業を比較し、太陽光発電事業の課題として、フィールドでの品質問題を供給企業へフォードバックするしくみの欠如を分析した。電子機器システム事業では、製造品質向上のしくみに加え、顧客とのすり合わせなどで品質を向上させてきたが、太陽光発電事業では、市場の黎明期から加速したモジュール生産水平分業化や、地域の O&M 事業者や施工業者とモジュール供給企業との連携スキームの不足により、十分な品質向上のしくみが構築されていない。故障すれば交換というしくみにより、品質向上のための解析はないがしろにされている。これらの分析から、本研究で取り上げる太陽光発電所の信頼性課題に対する認識と PVQAT の太陽電池モジュールの品質改善や太陽光発電所の信頼性基準の高度化などの問題意識とも整合性が確認できたと考えられる。

また、太陽光発電事業の課題に対する対策としてデータ解析コンソーシアムを提案した。本コンソーシアムは、中小企業含めデータ集積を促し PVQAT とも連携することで、有効なデータ解析を推進できることを示唆した。PVQAT が推奨するであろう信頼性基準の科学的な根拠をより幅広いフィールドデータで検証することが可能になるとと思われる。また、提案するコンソーシアムのなかでの標準化技法を考察し、競争技術と非競争技術の境界設計方法を示した。このことにより、データ解析に関して顧客価値の創出と企業間競争の促進を両立させることを示した。本提案を実現する技術には、太陽光発電システムや太陽電池モジュールのモニタリングが含まれ、IoT 時代のツールとして位置づけられることを示した。モニタリングで得られたデータをスマートファクトリーへ活用することを企図することにより、より生産効率の高いモジュール生産につなげていく可能性があることを示唆した。

これらことから、競争技術と非競争技術を峻別しながら公正な議論を推進し、データ解析技術をライセンスすることが「エコシステム健全性」の確保に有効であることを検証した。また、将来のエンジニアリング戦略への展開のためにも「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」は有効であることを示した。これらのことから、標準化戦略論は、参画企業を増加させ、参画者による効率的な情報の蓄積と資産共有を実現する検討に資することから、エコシステムの「堅牢性」の保持に寄与すると考えられる。同時に、アーキテクチャ論を標準化戦略論の中で活用し検証してきたが、このことはアーキテクチャ論そのものが、「生産性」と「堅牢性」の検証に有効であることを示唆している。

注釈

[注 1]MPEG2 とは、ISO/IEC JTC 1 の Moving Picture Experts Group によって決められた標準規格のことである。様々な規格を含むが、代表的には画像圧縮技術が有名である。DVD とは、デジタルデータの記録媒体である第 2 世代光ディスクの一種である。今日、テレビ番組の記録再生やレンタルビデオの再生などに普及している。3G(W-CDMA 及び CDMA2000)とは第 3 世代通信規格のことであり、W-CDMA とは、Wideband Code Division Multiple Access, CDMA2000 とはクアルコム社が開発した無線アクセス方式のことである。CDMA は WCDMA と同様に、Code Division Multiple Access の略である。

参考文献

- [1] Joseph Farrell, Garth Saloner: "Standardization, Compatibility and Innovation", *Rand Journal of Economics* 16 (Spring 1985)70-83 (with Garth Saloner).Reprinted in *The Economics of Information*, Steven Lippman and David K.Levine, eds., *International Library of Critical Writings in Economics*, Elgar(1985).
- [2] Joseph Farrell, Carl Shapiro: "Scale Economies and Synergies in Horizontal Merger Analysis", *Antitrust law Journal* Vol.68(2000).
- [3] 小川紘一:「光ディスク産業の興隆と発展—日本企業の新たな勝ちパターンを求めて—」, 東京大学 COE ものづくり経営研究センター, MMRC Discussion Paper No.28 (2005).
- [4] Knut Blind: 'The Economics of Standards, Theory, Evidence, Policy', Fraunhofer Institute for Open Communication Systems, Berlin, Berlin University of Technology, Germany and Erasmus University, The Netherlands(2004).
- [5] 山田英夫:『デファクト・スタンダード』, 日本経済新聞社(1997).
- [6] 山田英夫:『デファクト・スタンダードの競争戦略』, 白桃書房(2004).
- [7] 新宅純二郎, 許斐義信, 柴田高編:『デファクト・スタンダードの本質 技術覇権競争の新展開』, 有斐閣(2000).
- [8] 新宅純二郎, 浅羽茂編:『競争戦略のダイナミズム』, 日本経済新聞社(2001).
- [9] 山田 肇:『技術競争と世界標準』, NTT 出版(1999).

- [10] 渡部福太郎, 中北徹共編:『世界標準の形成と戦略』, 日本国際問題研究所(2001).
- [11] 原田節雄:『世界市場を制覇する国際標準化戦略』 p286, 東京電機大学出版局(2008).
- [12] 新宅純二郎・江藤学編著:『コンセンサス標準戦略』, 日本経済新聞出版社(2008).
- [13] 長岡貞男, 山根裕子, 青木玲子, 和久井理子:「技術標準と競争政策—コンソーシアム型技術標準に焦点を当てて—」, 競争政策研究センター(2005).
- [14] 星野裕, 北島勝広:「モジュール化と標準化—ソーイングステーションの例—」, 標準化研究 Vol.3 No.1 (2004).
- [15] 星野裕:「国際標準化と知的財産権に関する一考察」, 標準化研究 Vol.5 No.1(2007).
- [16] 小川紘一:『国際標準化と事業戦略—日本型イノベーションとしての標準化ビジネスモデル—』, 白桃書房(2009).
- [17] 立本博文:「PC のバス・アーキテクチャの変遷とプラットフォームリーダの変化について」, 東京大学ものづくり経営研究センター, 赤門マネジメント・レビュー 6 巻 7 号 (2007).
- [18] 新宅純二郎, 天野倫文.:『ものづくりの国際経営戦略-アジアの産業地理学』, 有斐閣 (2009).
- [19] 青木玲子, 新井泰弘, 田村傑:「標準と知的財産マネジメントの戦略と政策」, RIETI Policy Discussion Paper Series 12-P-017(2012).
- [20] 永野志保:「知的財産と国際標準化」, 特許庁技術懇話会 no.268(2013).
- [21] 新宅純二郎, 善本哲夫:「光ディスクの標準化による国際競争と国際協調戦略」, 東京大学 COE ものづくり経営研究センター MMRC Discussion Paper No. 53(2005).
- [22] 小川紘一:「製品アーキテクチャのダイナミズムを前提にした日本型イノベーション・システムの再構築—新・日本型経営としてのビジネス・モデル・イノベーション (その 1)」, 東京大学 COE ものづくり経営研究センター(2007).
- [23] 小川紘一:「製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案—新・日本型経営としてのビジネス・モデル・イノベーション (2) —」, 東京大学 COE ものづくり経営研究センター(2008) .
- [24] 小川紘一:「製品アーキテクチャ論から見た DVD の標準化・事業戦略—日本企業の新たな勝ちパターン構築を求めて—」, 東京大学 COE ものづくり経営研究センター(2006).
- [25] 立本博文:「製品アーキテクチャが分業構造に与える影響と国際競争力の分析:液晶テレビの事例」, 『中国経営管理研究』 第 8 号(2009).
- [26] 電気事業連合会ホームページ:「電源別発電電力構成比」
http://www.fepc.or.jp/about_us/pr/pdf/kaiken_s1_20140523.pdf (2015/10/25/閲覧)
- [27] 三菱総合研究所:平成 26 年度新エネルギー等導入促進基礎調査 (太陽光発電設備の健全性等に関する調査) (2015).
- [28] PVQAT 日本語ホームページ:
https://unit.aist.go.jp/rcpv/ci/etc/pvqat_j/ (2015/10/25/閲覧)

- [29] K Shibahara, K.Fujimoto, Y. Inatomi, T. Shioda: “Finding Degraded PV Modules in a PV Power Plant with Non-Parametric Monitoring Data Analysis”, The 6th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion 7TuPo.11.24(2014).
- [30] Takashi Kakimoto, Hiroshi Kubo: “KFS Prediction for Energy Management System Enterprise by Analyzing Similarity to System LSI Enterprise”, Innovation, Management and Industrial Engineering(2015)
- [31] 垣本隆司, 久保裕史: 「システム LSI 事業における「成功の本質」アーキテクチャ論的検証(1)—戦略研究の基点になるものについて—」, 41st National Conference Japan Society for Production Management(2015).
- [32] 富田純一, 立本博文: 「半導体における国際標準化戦略-300mm ウェーハ対応半導体製造装置の事例-」, 東京大学 COE ものづくり経営研究センタ(2008).
- [33] 藤本隆宏: 『生産マネジメント入門 I 生産システム編』 第 7 章, 日本経済新聞出版社(2001).
- [34] 中屋雅夫.: 「日本半導体産業の課題:2000 年代における日本半導体産業の不振」, 一橋大学イノベーション研究センター(2012).
- [35] 佐野昌: 『岐路に立つ半導体産業—激変する海外メーカの戦略と日本メーカの取るべき選択』, B&T ブックス(2009).
- [36] 鈴木直次: 「アメリカ IT 産業のグローバル展開(2)—東アジアを中心とする半導体産業の海外事業—」, 専修大学社会科学研究所月報(2009).
- [37] 小牧省三, 小林禧夫: 「電子情報通信学会における標準化活動の現状と課題」, 電子情報通信学会論文誌 B Vol.J89-B No.2 pp55-67(2006).
- [38] mipi アライアンスホームページ: <http://mipi.org/> (2015/10/25/閲覧)
- [39] 青木玲子, 新井泰弘, 田村傑: 「標準と知的財産マネジメントの戦略と政策」, RIETI Policy Discussion Paper Series 12-P-017(2012).
- [40] 八田浩一: 「エネルギー総合研究所太陽光発電装置の経年変化について」, エネルギー総研レビューNo.36(2014).
- [41] 板子一隆, 工藤嗣友: 「単結晶太陽電池モジュールのホットスポットに関する検討」, 電気設備学会誌(2014).
- [42] ソーラー住宅の普及促進に係る課題検討委員会: 「住宅用太陽光発電システム設計・施工ガイドライン」(2010).
- [43] 住友電気工業ホームページ: <http://www.sei.co.jp/string/> (2015/10/25/閲覧)
- [44] 片山昇, 杉山睦: 「太陽電池を自律的に故障予知・診断するパワーコンディショナー」(2014) <http://shingi.jst.go.jp/abst/p/14/1447/tus03.pdf> (2015/10/25/閲覧)
- [45] 経済産業省: 「IoT 時代に対応したデータ経営 2.0 の促進」 p17(2014) http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/pdf/001_03_00.pdf (2015/10/25/閲覧)

[46] Bruce Kogut, Udo Zander: Knowledge of the firm and the evolutionary-theory of the multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, 24(4), pp. 625-45 (1993).

第7章 多層化拡張 A-U モデルの提案による 将来戦略の検討

第7章：多層化拡張 A-U モデルの提案による将来戦略の検討

本章では、戦略実行基盤である「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」が太陽光発電事業において将来的にも有効であることを検証する。今後の太陽光発電事業は、第2章で述べたように市場原理で牽引されること、インフラファンドなど投資手法にも変革が加わることなどの動向があるため、市場競争に対応できる事業体制と技術開発基盤の構築が重要と考えられる。ビジネスモデルの多様化を背景に、従来の手法とは異なる戦略プロセスの獲得方法を検討していく。本章での目的は、第1には、第5章や第6章でも用いた事業の付加価値構造に対して、各層別に A-U モデルを適用(多層化拡張 A-U モデル)し太陽光発電事業の KFS (Key Factors for Success) を分析することである。第2には、本結果を第5章で分析した結果と照合することで、多層化拡張 A-U モデルによる検討の妥当性を検証することである。このことで、A-U モデル論が「エコシステム健全性」の検証にどのように寄与するかを分析する。

7-1 A-U モデルの課題と多層化拡張 A-U モデルの提案

Utterback はその著書[1]の中で、A-U モデルの目的を「イノベーションをマスターするための戦略を示唆すること」と主張している。ここでイノベーションとは、製品イノベーションや製造イノベーションを指していると考えられる。A-U モデル(1978)については、それまでの「ラディカル・イノベーションをいかに創出するか」[2]の視点から、流動期、移行期、固定期という製品のパターンを横軸におきイノベーションの態様の変化の考察という視点に移した点でその貢献が評価されている[3]。一方で、今日の産業界の製品には多くの種類があり、製品戦略やビジネス戦略も多様であることから多くの批判も提示されてきた[4][5]。秋池[3]によれば、A-U モデルは、Utterback and Abernathy [6]で初めて登場し、彼らの長年の研究の蓄積により Abernathy[7]で完成したもの、としている。また、A-U モデルは各パターンにおける競争上の焦点や、イノベーションの刺激要因などの各要素が、どうマネジメントされるかモデル化しており、これらを参照することは「イノベーションの成功確率を高める方法を学ぶことができる」としている。秋池[3]の指摘する A-U モデルの貢献点は、

1. 製品イノベーションが重視される段階と工程(製造)イノベーションが重視されるような段階が区別できるようになったという点
2. ラディカル・イノベーションではない、無数のインクリメンタルなイノベーションやプロセスイノベーションが商業上重要であることを説明した点。
3. ラディカルなイノベーションからプロセスイノベーションやインクリメンタルなイノベーションに移行する境目としてドミナントデザインが登場するということを明らかにした点。

としている。また批判点としては、

1. 一度製品が標準化してしまうと、ずっとそのままの状態が維持されるように記述され

- ている。
2. 生産工程をジョブショップのように柔軟だが生産性は低いものと、フォードのライン生産のように硬直的だが生産性の高いものの二つを想定していた。しかしながら、その後、トヨタ生産方式や全社的品質管理に代表されるような高い生産性を誇りながらも、生産に柔軟性を維持するような生産方式が開発された[8]
 3. ドミナントデザインはどう形成されるのか、標準化に関する記述がない。
- としている。

これらの批判点は、A-Uモデルの、製品やサービスの多様化、ビジネスモデル含む事業形態の変化への対応不足によるものと考えられる。貢献点は、製品イノベーションと製造工程イノベーションを峻別して、流動期から固定期への変遷のなかで考察することの普遍性によるものと考えられる。この普遍性をA-Uモデルの適用方法に工夫を加えることで、多様化した製品やサービスにおける事業戦略を分析することが可能ではないか、が本章での仮説である。

多層化拡張 A-U モデルの提案

顧客へ製品やサービスを届けるまでのプロセスを基に付加価値構造を規定し、付加価値構造における各層それぞれにA-Uモデルを検討する。つまり、ドミナントデザインそのものの定義を、A-Uモデルが提唱された時代の製品デザインから拡張し、技術要素やサービス、ビジネス手法などの属性をもつものを「製品」とみなして再定義し検証する。この手法のために、事業のバリューチェーンと付加価値構造を明らかにし、同構造における各層のA-Uモデルを検証し、事業全体のA-Uモデルへの影響を検討する。これらのことを、「多層化拡張 A-U モデル」として提案する。

ポーター[9][10]による競争戦略やクリステンセン[11][12]によるイノベーション論を具現化するためには、対象とする事業での具体的な方法論を必要とするが、多層化拡張 A-U モデルはその方法論を具現化するツールになると思われる。山崎[13]も、イノベーションの具現化に関連して「イノベーションを具象化する段階、すなわち事業化における最大の関門たる製品開発の実証的研究などが行われてきた[14][15][16]。しかし、これらイノベーション研究が取り上げてきた技術の変化とは製品全体の付加価値の総和のことであり、複雑化した人工物の共通の特性である、準分解可能性[17][18]を十分には反映していなかった。」と述べている。サイモン[19]は、「複雑性の構造—階層的システム—」(pp.219-256)において、「複雑なシステムは準分解可能で階層的な構造を持っている」とした。また、「階層化すなわち準分解可能性は、複雑なシステムの記述を単純化し、そのシステムの発達や再生産に必要な情報がいかんして適度に貯えられるのかということの理解を容易にする」と述べている。アーキテクチャ論でも製品構造の階層で検討されていることから、サイモンの準分解可能性の提唱に沿った理論体系が形成されているものと思われる。サイモンは準分解可能性について理論的発見として、(1)準分解可能システムでは、構成要素である各下位システムの短期

的な行動は、他の構成要素の短期的な行動からはほぼ独立している、(2)長期的には、いかなる構成要素の行動も、他の構成要素の行動にただ集合的に依存するにすぎない、と述べている。(2)の「個々の構成要素の長期的な行動は集合的に依存」に関して、この「集合的に依存」を階層間の干渉として観測できるのではないかと、が有用性の仮説である。また、同書で未来の「予測」[19]p.176 に関して、よい予測は、(1)予測モデルの基礎として、予測対象の理論的理解が必要であるか、あるいは簡単に外挿しうる程度に現象に規則性をもっているかいずれかでなければならない、(2)初期条件—外挿の出発点—に信頼しうるデータが存在すること、の2点があげられている。同時に、予測に関連して「デザインのためのデータ問題の核心は、予測することにあるのではなく、未来に対して代替的なシナリオをつくり、かつ理論とデータに含まれる誤りについて感度分析を行うことにある。」としている。外部環境要因の変化を付加価値構造の各層で分析し層間干渉を分析することで、この感度分析を進めることが可能ではないかと思われる。A-U モデルは、理論的理解として、製品イノベーションと工程イノベーションを区別することで戦略プロセスを考察するための予測モデルであり、イノベーション発生率観察により外挿手段を提供するものと考えられる。しかしながら、その外挿が正しいか否かは、サイモンも、「予測制御とホメオステイシス（恒常性）およびフィードバックの2つの方法を結びつけることによって、環境に対するシステムの対応力を、さらに改善できるのが普通である。」[19]p.179 としているように、太陽光発電事業というシステムの中での予測も、ホメオステイシスを維持するのかを考察することで、ある一定の根拠として提示できるのではと期待できる。また、外挿の出発点としての初期条件に関しては、事実の把握と共に、第5章で述べた、イノベーションの類型化などから、事実からの推定を用いることで初期条件や外挿の補完的役割が期待できると考えられる。これらにより、多層化拡張 A-U モデルの手法の適用の妥当性を裏付けたいと考えている。本章では、多層化拡張 A-U モデルを適用するために、太陽光発電事業の付加価値構造を定義している。第5章、第6章でも付加価値構造は定義し論証したが、本章では、サイモンの「複雑なシステムは階層的な形態をとり、階層システムがそれぞれ相互に関連した下位のシステムから成り立っている」に多層化拡張 A-U モデルの有意性の論拠を求めたいと考えている。

本研究では、多層化拡張 A-U モデルにより付加価値構造の層間での作用を分析することで、A-U モデルの目的である「イノベーションをマスターするための戦略を示唆すること」[1]の意義を高めたいと考えている。付加価値構造におけるそれぞれの層での A-U モデルを、ドミナントデザインの定義と共に考察することで有用性を検証する。たとえば、部品・部材層でのイノベーション様態や変遷時期はサービス・プラットフォーム全体のイノベーション様態に変化をもたらす可能性がある。つまり、事業観点では、サービスインの時期や内容など意思決定に影響を与えると考えることができる。多様化した製品ならびに顧客へ製品を届けるサービス・プラットフォーム全体像と層別の A-U モデルを考察することは、イノベーションの方向性や事業意思決定の議論点として有用と考えられる。

7-2 太陽光発電事業のバリューチェーン

図 7-1 は太陽光発電事業のバリューチェーンを示す。上方よりスタッフによるライン支援，投資運用・リース・事業開発・AM(Asset management)などで構成されるビジネスドライバー，モジュールなどの製造から発電運用に至るまでの基本業務ライン，現場配列や電気系の設計，O&M(Operation and Maintenance)，生産技術，商品技術，品質技術を中心とする技術開発，カスタマサポート体制を含む品質保証体系を構成する技術，で構成され事業推進されている。投資運用は，インフラファンドなどを活用した投資運用であり，リースは大きな

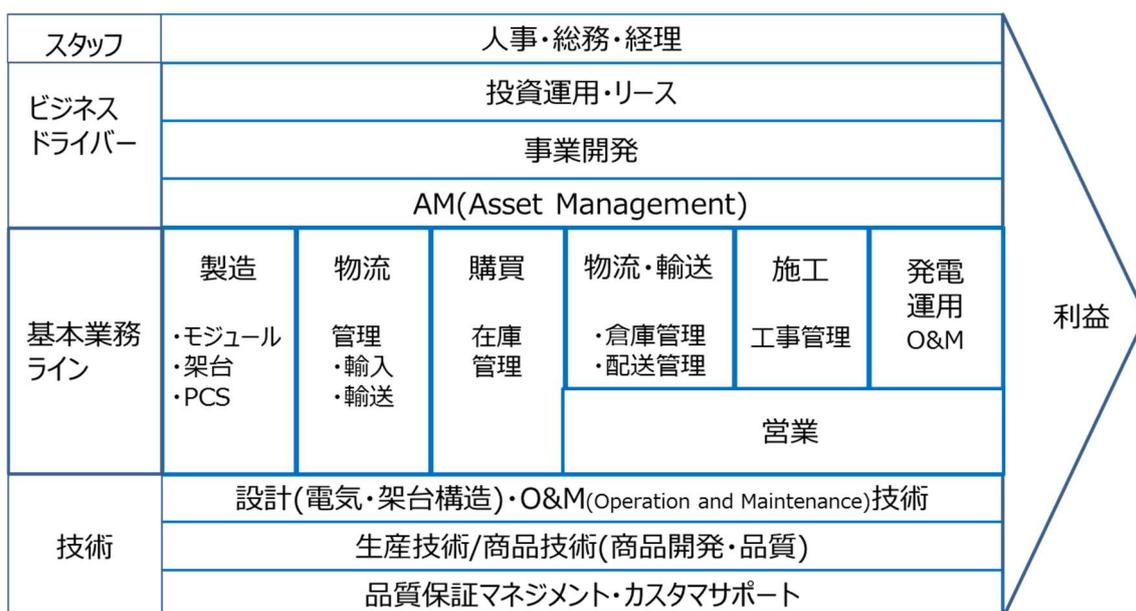


図 7-1 太陽光発電事業のバリューチェーン

資本を背景として建設された発電所の貸し出し事業である。事業開発は候補地の適正見極めや土地の所有者との交渉，不動産仲介売買などを推進し，AM[20][21]は発電所のデューデリジェンスやリノベーション，さらにはO&Mと連携した発電所の品質の維持向上などを司っている。基本業務ラインでは，モジュールメーカー，PCS(Power Combiner System)メーカーから出荷された製品を購買・輸送し，現場での施工から発電運用までを担当している。また，技術では，ビジネスドライバーや基本業務ラインに必要な技術要素や品質技術の開発，生産技術までを担当し，カスタマからのクレーム処理や自らの品質を見る目を入り口として，品質保証体系を構築する責務にある。太陽発電所は，モジュールが露出していることや高圧であること，系統連系であることなどから依然，品質や長期信頼性に課題が多いのが実情である。

7-3 太陽光発電事業の付加価値構造

太陽光発電事業は，図 7-1 のバリューチェーンで顧客へ価値を提供するために図 7-2 に示

すような付加価値構造を持つ。上からビジネスドライバー層、サービス層、IT 制御層、基盤要素技術層、とセグメントして示す。図 7-1 のバリューチェーンでは AM をビジネスドライバーと位置づけたが、付加価値構造では便宜上サービス層に位置づけている。図 7-2 にあるように「制御」「データ検出」「データ出力」で、顧客側に近いサービス層から、深層にある基盤要素技術層まで密接な連携関係にあることが特徴としてあげられる。つまり、付加価値要素それぞれ単独で最終需要家の顧客価値を考察するだけでは、大きな価値につなげることは難しい。図 7-2 では、電力供給という基本付加価値ラインと、今後ますます活性化するであろう電力関連サービスを集積したラインとしてサービスアグリゲーションラインを掲げている。サービスアグリゲーションラインにおいて、PPS (Power Producer and Supplier) など電力小売り事業では、健康システムや農業ソリューションなどとの連携で、サービスを付加していく企業がある。また、PPS や省エネ・節電サービスにおいては、IT 制御層の発電データ解析と連携しながら付加価値を創出する。したがって、サービスアグリゲーションラインではサービスの利用快適性品質や IT 系の品質課題に集約することができる。一方、基本付加価値ラインにおいては、太陽電池モジュールから IT 制御、サービス付加まで縦方向に、付加価値を考察していく必要がある。また、基盤要素技術における部材の太陽電池モジュールな

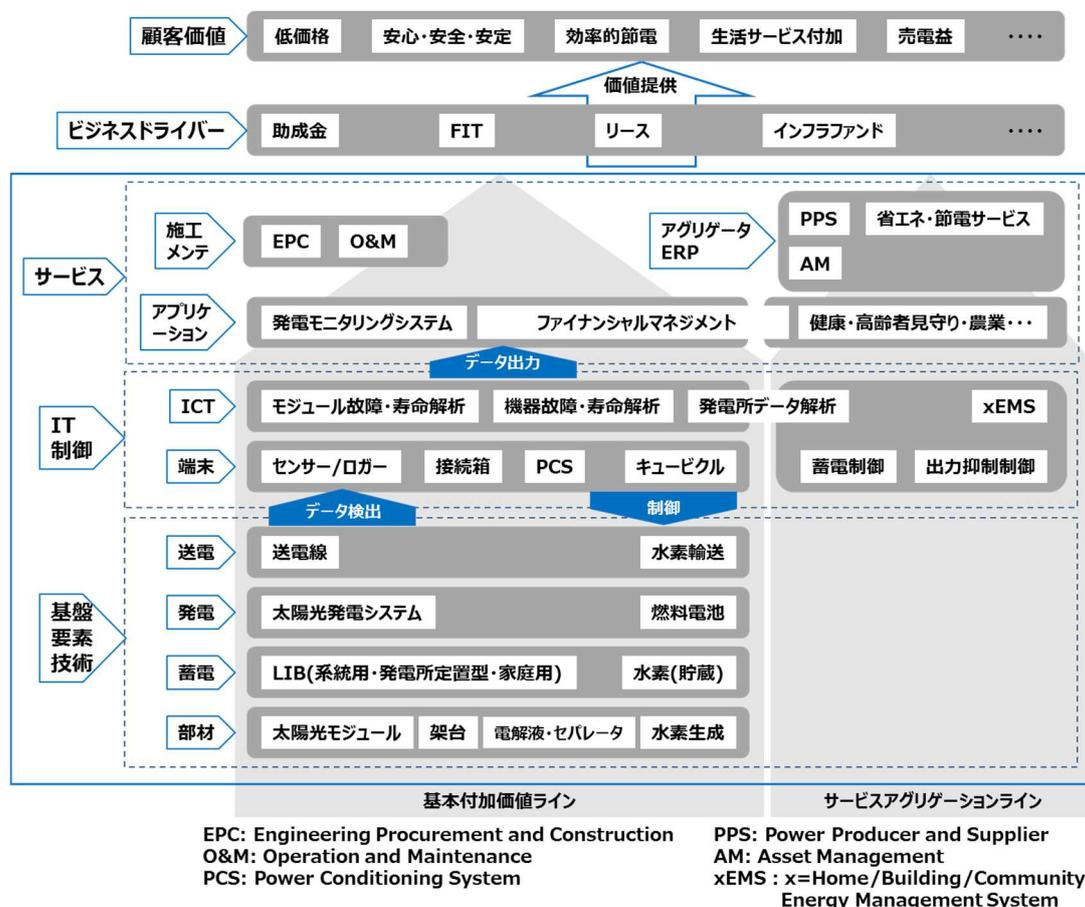


図 7-2 太陽光発電事業の付加価値構造

どは、材料物性の知見が必要であり、太陽光発電システムでは、高圧電気を扱うためパワーエレクトロニクスノウハウが必要となるなど、様々な専門技術で構成されている。また、付加価値構造のなかにビジネス・ドライバー層を置いている。A-Uモデルの層別検証にあたり他の層への影響に意味のある分析が可能と考えているためである。FIT制度の現状やFIT後の太陽光事業の動向として、電力自由化がコンシューマにも本格化することに加え、インフラファンドが台頭していることがある。このインフラファンドはサービス層のAMと連携して、FIT後の新たなビジネス・ドライバーとして注目されている。すなわち、この動向の背景には、

- ・投資家の投資意欲を刺激する目的と、太陽光事業のなかの発電ロスなどの無駄なコストを確実に撲滅する。

- ・投資家は地方に散在するプラントをポートフォリオとしてとらえ情報を整理したいと考えている。

などがある。FIT後のビジネスモデルが流動化していることで、付加価値構造下層への要望も変革する可能性が考えられる。これまでは太陽電池モジュールの効率向上とコスト削減が中心であったが、今後は太陽光発電システム全体の効率向上とバリューアップへのニーズが高まると予測されているからである。また、これまでモジュール自体の形状やプラントでの設置方法などは、ある一定のデザインで実施されてきている。しかしながら、今後さらなるコストダウンのためには輸送工程の改善や施工方法の効率化への要請も予測できる。これらのことから事業モデル全体像の流動化状況を考察するため、A-Uモデルに照らし合わせ太陽光事業の全体像はどのフェーズにあるのか分析することが重要と考えられる。そのことにより、流動化する事業モデルのなかで、必要なイノベーションを議論し、将来の戦略を想定する意義があると思われる。

7-4 太陽光発電事業の多層化拡張 A-Uモデルによる分析

図7-3は基本となるA-Uモデルである。流動期には製品イノベーションが支配的であり、ドミナントデザインとして市場に認知されたのちには、製造を中心とする工程イノベーションが支配的となる。この考え方における「製品」を、ビジネスドライバー層においては「投資喚起」を「製品」とみなし、サービス層においては「サービス」、IT制御層においては「IT技術」、基盤要素技術層においては代表的なものとして「太陽電池モジュール」を「製品」とみなし、A-Uモデルを用い分析を進める。

図7-2のビジネスドライバー層では、助成金、FIT、リース、インフラファンドなどビジネスを牽引する要件を提示している。助成金やFITが支配的な時代は、太陽光発電所の投資規模に見合うリターンが十分ではなかったことにより形成されている。その後、太陽電池モジュールの効率向上や値下がりにより、グリッドパリティに近づき、公共電気料金に転嫁されない発電所運用が要請されるようになった。しかしながら、依然大きな初期投資という壁があるため、民間の資金を動かすための太陽光発電所リース事業や、インフラファンド市場

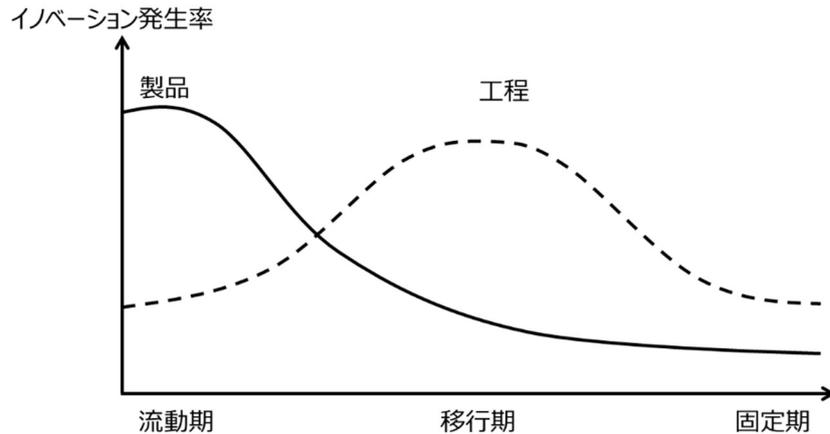


図 7-3 A-U モデルの基本パターン

開設による投資家への投資意欲の喚起などが支配的なビジネスモデルになってきている。これらの環境の変化を「投資喚起」を製品とみなして A-U モデルで検証したものが図 7-4 である。この場合の縦軸は「ビジネスドライバー発生率」としている。図 7-4 にあるように、流動期では助成金という資金援助もしくは FIT による投資利回りの確保が投資喚起で支配的である。投資喚起は「FIT による投資家安堵」というドミナントデザインを経て、FIT 制度改善後は、投資家主導型ビジネスドライバーという、いわば投資の「工程」改善が支配的となると予想されている。インフラファンドでは、一般投資家へ利回りの確保とリスクヘッジのための商品プランが用意されている。たとえば、タカラレーベンでは、①分配金に事実上の下限が設けられていること、②過去の日照量のデータから、統計的に 50%以上の確

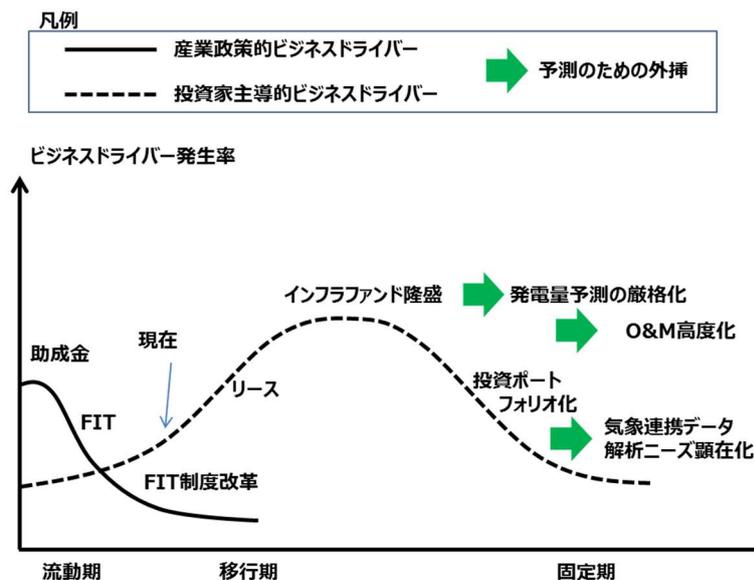


図 7-4 「投資喚起」の A-U モデル

率で発生する標準的な日照量を施設ごとに設定していること。たとえ実際の日照量が標準的な日照量より少なくても、標準的な日照量で発電できたものとして一定の分配金を出すこと、③逆に日照量が多かった場合、それが標準の10%以下なら分配金は据え置き、10%を超えて発電できた部分については、半分は分配金の上乗せ払いに回すことなどが謳われている[22]。つまり、悪天候で発電量が少なかったり、需給によって売電価格が低下したりするリスクが事実上ヘッジされていると言える。分配金の変動リスクが減り、債券に近い性質となった結果、安定運用を重視する地方銀行なども関心を寄せている。このことは、一般投資家へのリスクヘッジを中心とした債券商品のプロモーションであり、一般投資家からは「発電量予測の厳格化」により利回りの結果や予測の精度を注視することは自然な投資家心理と思われる。この厳格化はO&Mの高度化により実現しようとするのが、技術的には自然と思われる。さらには、企業株や国債などを合わせた一般投資商品における複合化によるリスクヘッジが今日の債券商品にもみられることから、発電所投資と一般企業投資債券と組み合わせる「ポートフォリオ化」によるサービスも予測できる。また、投資案件での効率的な利回りを見込むためには、発電所の効率的な運転とともに、地域による発電量の特性差による投資の組み合わせ提示（「投資ポートフォリオ化」）による投資喚起も予見できる。このことから、気象変化に連携した発電量予測の高精度化へのニーズにつながると予測できる。ファイナンシャルレポートの精緻化が要請されているため、気象連携のみならず、太陽電池モジュールの劣化解析など含め総合的なデータ解析が主要なニーズとして予見できる。これらのことを図中では「外挿」として注記している。発電所のリースなどもあり、この工程改善はイノベーション発生率が高くなってくると予測できる。このなかで、投資家への効果的な利回りを確保するためにサービス層のO&Mへのニーズが高まり、その効率的な運用への要求度合いが強くなると考えられる。

サービス層では、太陽光発電の連系時のPCS故障などによる停電防止など、電力を確実に顧客に届けることが、これまでの基本的な「サービス」という製品のイノベーションであった。送配電技術や周波数安定化のための技術はほぼドミナントデザイン化していると言えるが、図7-5に示すように、水素生成貯留と運搬、その後の燃料電池による発電という送電手段が技術イノベーションとして提案され検証されている。「サービス」の工程イノベーションとしては、電力自由化の波が顧客へのサービスアグリゲーションを加速させ、結果、基本的な送電手段や水素運搬も含めた電力取引、省電力化手段などが予測されている。また、図7-2にあるように高齢者の見守りサービスとHEMSとの関連付け、農業におけるITソリューションとの関連付けも業界では検討されている。このことは、アプリケーション技術の高度化とクラウド技術により、顧客への電力供給という概念から電力サービスもしくは電力関連サービスという概念に移行することを意味していると考えられる。すなわち、関連する要素を含めた工程イノベーションが現在は支配的と考えられる。また、今後占有率の増加が見込まれる太陽光発電の活用を想定した場合、発電所のデューデリジェンスやバリューアップによる技術サービスもAMの要件として予測されている。全国の各発電所の能力マ

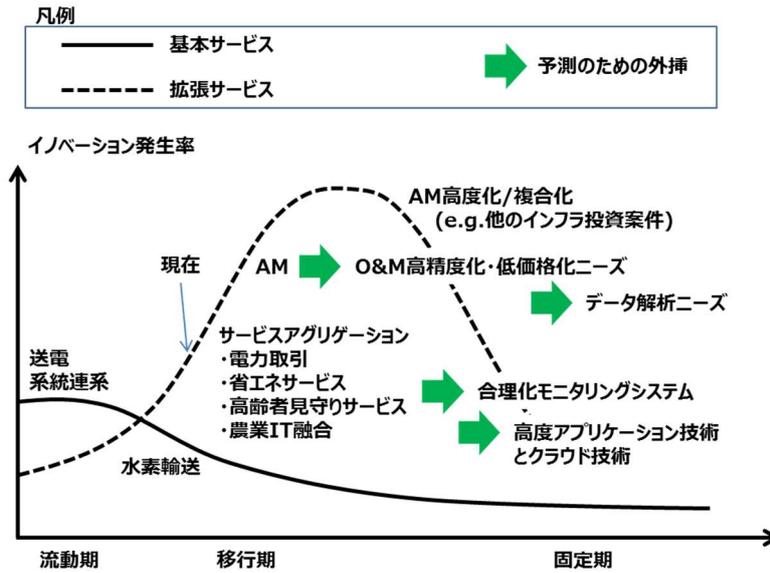


図 7-5 「サービス」の A-U モデル

ッピングによる、ファイナンスポートフォリオの提供も AM の要件であり、サービスの工程改善として認識される。つまり発電所データの解析が重要になってくると考えられる。図 7-5 は、前述の内容を反映した、「サービス」の A-U モデルである。サービスにおいては工程改善のイノベーションが、基本的なイノベーションよりも多く発生すると予測される。

IT 制御層は、シーズプッシュ志向では、図 7-6 に示すように、発電モニタリングの拡大

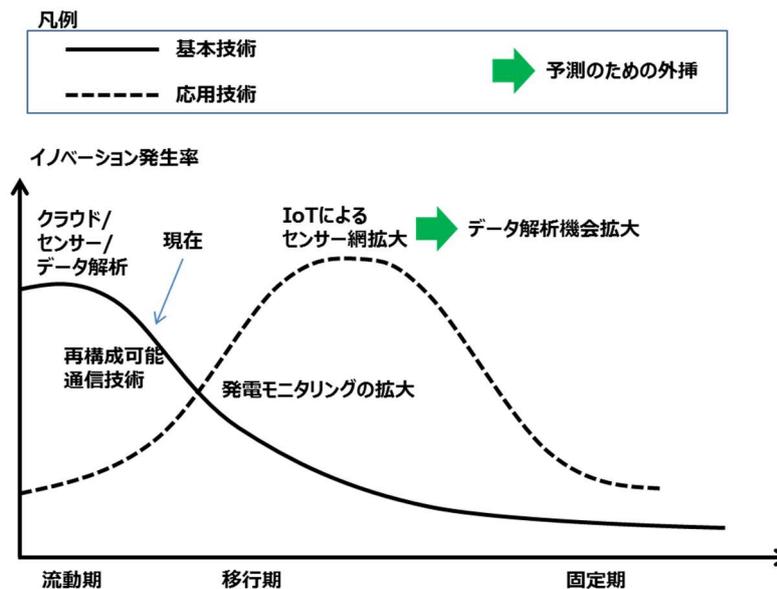


図 7-6 「IT 制御」の A-U モデル

と IoT によるセンサー網拡大が予測されている。基本技術となるクラウドやセンサーはドミナントデザインを形成していると考えられる。しかしながら、センサーのシステム改善技術としての様々な通信技術に、ひとつのモジュール基板で対応可能な再構成可能通信技術などは、コストの兼ね合いもありこれからもイノベーションが発生すると考えられている。モニタリングの拡大と IoT によるセンサー網拡大は IT 技術の工程として捉えることができる。これらの工程改善は今後、太陽光発電を活用した農業ソリューションの製品イノベーションに変化をもたらす可能性もある。太陽光発電のモニタリングシステムとの併用が可能であるからである。またサービス層の AM のためにデータ解析技術が重要であるため、発電モニタリングの拡大と IoT によるセンサー網の拡大はニーズブル観点でも整合が取れていると考えられる。

基盤要素技術層に関しては、様々な技術の太陽電池が開発され今後も変換効率向上競争が続くと予測されている[23]。このなかでペロブスカイト太陽電池は、NIMS(National Institute for Material Science)が、2016年3月、18%の変換効率を達成し発表した[24]。ペロブスカイト型太陽電池は塗布型であり、製造工程の合理化を実現することが期待されている。このことにより、基盤要素技術層の要であるモジュールの A-U モデルは図 8 のようになると考えられる。ペロブスカイトは製造工程において塗布型による低コスト化が期待されている。フィルム状に製品化できるため輸送工程や現場での施工工程に影響を及ぼす可能性がある。つまり、サービス層にある EPC(Engineering Procurement and Construction)の工程に影響を与える可能性があると思われる。また、モジュール技術の変化は、データ解析に必要なデータの属性のうち温度変化や日射特性の変化にも影響があると考えられている。

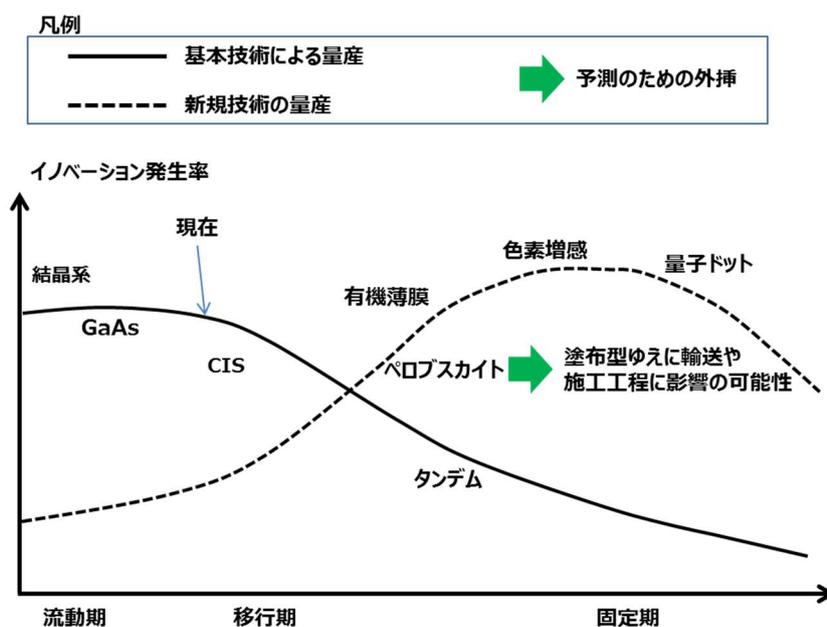


図 7-7 基盤要素技術の A-U モデル

以上、多層化拡張 A-U モデルの各層における構成要素のうち代表的な構成要素の検証によって、「信頼できるデータ」を基に、A-U モデル上の流動期から移行期、固定期に至るまでのイノベーション要素の検証と、それらを基点とした将来への「外挿」を試みてきた。これらの「外挿」は、「個々の構成要素の長期的な行動は集合的に依存」[19]することを考慮に入れ、各層間の干渉が矛盾なく説明できるかに関する検証を以下に進める。図 7-8 はこれまでの層別 A-U モデルの分析から得られた、層間干渉をまとめたものである。基盤要素技術は依然流動期と考えられ、この層の状態による他の層への干渉は、2 種類ある。相手方も流

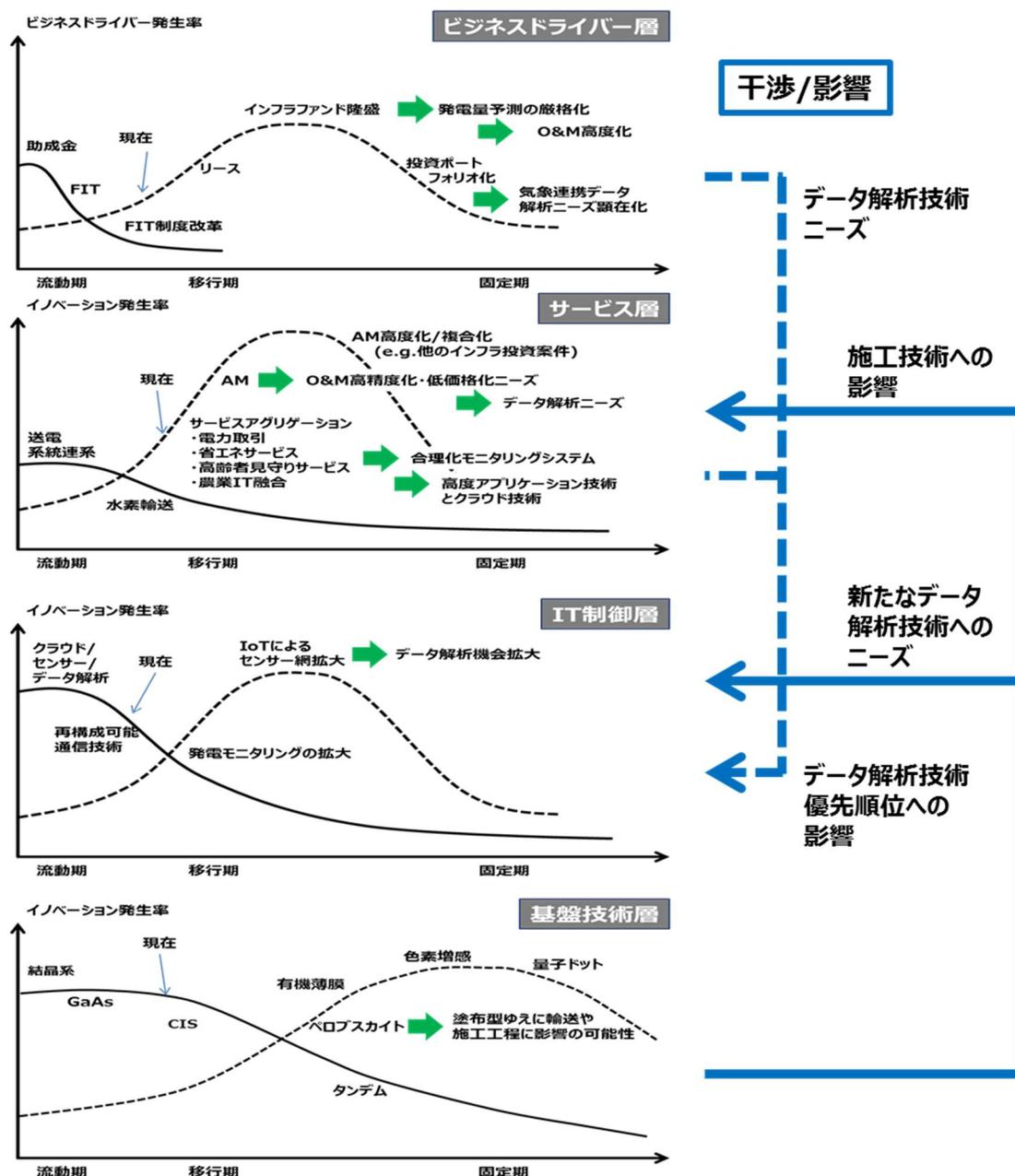


図 7-8 各層間の干渉内容

動期である IT 制御層に対しては、相互に動向を注視し、データ解析の属性を検討しビッグデータの蓄積計画から構築していくことが技術戦略となることが想定できる。また相手方は移行期から固定期へ向かう途中であるサービス層に対しては、施工方法の提案など情報提供活動によるシーズプッシュとニーズプルを多用することが技術戦略面でも重要と考えられる。ビジネスドライバー層とサービス層から、IT 制御層に向かってはデータ解析ニーズが干渉内容であるが、IT 制御層では、同様に移行期から固定期であるため、IoT 技術などデータ取得方法の変化などに注視した干渉が重要と考えられる。サイモンの言う「信頼できるデータ」とは、市場動向から、発電所への投資のモチベーションが変化していること、サービス層におけるサービスの複合化がおきていること、IT 制御層において IoT による付加価値化がトレンドになっていること、基盤要素技術においては太陽電池モジュールの進化が依然続いていること、などである。主な「外挿」は、データ解析ニーズと施工技術への影響であるが、前者は双方向に層間干渉が観測されることからホメオステイシスを維持する要素と考えられる。後者は一方向での干渉であり、コスト削減ニーズや施工合理化ニーズと施工技術の変化の方向性がマッチングするか不明である。つまり、施工技術に関する変化は仮説しか提示できず理論として認めるには早計であるため、理論とデータに含まれる誤りについての感度分析はできないと考えられる。干渉がなければ、ニーズを充足するシーズがない、あるいはシーズを充足するニーズがない、のどちらかであり、ホメオステイシスを維持できない「外挿」と考えることができると思われる。この観点で、施工技術への影響は仮説に過ぎないが、データ解析ニーズは信頼できる「外挿」、すなわち将来への予測として確度が高いと考えられる。

これらのことから、多層化拡張 A-U モデルによる検証は、付加価値構造化可能な（準分解可能性のある）システムにおいて、層間干渉の観察から、サイモンの言う予測や外挿に対する感度分析、フィードバック、ホメオステイシス維持の有無、などの観察に有用な手段と結論付けられる。

7-5 太陽光発電事業の戦略分析

太陽光発電事業を構成する付加価値構造の各層の A-U モデルを考察することで、ニーズとシーズのマッチングというシンプルな構造を超えて、各層の「外挿」の層間干渉の検証を時系列的に進めうる可能性が確認できたと考えられる。A-U モデルを適用する価値は、技術のロードマップのような時系列的な分析への足し合わせではなく、A-U モデルにおける、流動期から移行期、固定期とその遷移系列の意味を意識させる点にある。事業の付加価値構造における各層の A-U モデルを検討し、相互の影響や干渉を分析することは、将来の事業戦略の意思決定のために、ロードマップ検討以上に重要な意味を持つと思われる。ビジネスドライバー層では、助成金、FIT、リース、インフラファンドとビジネスを牽引する要件が変化していることから、太陽光発電所の効率的な運転のための O&M の重要性が増加していることが理解できる。また、この O&M の中では効率的運転のためのデータ解析が重要と考え

られている。これらのことから、IT 制御層でのデータ解析という製品のイノベーションを進めて行くべきと理解できる。サービス層では、電力自由化の波が顧客へのサービスアグリゲーションを加速させ、結果、電力取引や省電力化のための IT 制御が重要になってくることが予測される。この傾向の中で、今後占有率の増加が見込まれる再生可能エネルギーの活用を想定した場合、全国の各発電所の能力マッピングによる、投資ポートフォリオの提供のニーズが強まってくると予測される。IT 制御層では、IoT の拡大が予測されており、今後、太陽光発電を活用した農業ソリューションの製品イノベーションに変化をもたらす可能性がある。基盤要素技術層では、ペロブスカイト太陽電池が今後さらに進化すると考えられ、塗布型太陽電池であることから、サービス層での工程イノベーションに作用する可能性がある。また太陽電池技術の変革により発電量予測のパラメータ変化の可能性がありデータ解析のアルゴリズム検証が製品ごとに必要となることが考えられる。また、共通のイノベーションターゲットとしてセンシングデータの獲得とデータ解析、とりわけ発電所の故障解析やモジュールなどの劣化解析が重要であることが、各層の A-U モデルの相互干渉分析から明らかになったと考えられる。これらの分析から、太陽光発電事業の KFS は、

- 1) O&M 技術とデータ解析力の強化

- 2) 基盤要素技術変化が施工技術に及ぼす変化の注視

と考えられる。

ここで、サイモン[19]の言う、「システム準分解可能性」から検証を試みる。「階層化するなら準分解可能性は、複雑なシステムの記述を単純化し、そのシステムの発達や再生産に必要な情報がいかんして適度に貯えられるのかということの理解を容易にする」に関して、太陽光発電事業を階層化して A-U モデルで分析することにより、それぞれの独立した傾向から相互に干渉し合う要素を抽出できたと考えられる。本章の結論としては、データ解析が、顧客価値につながる「干渉の強い結合要素」となっている。各層の傾向に干渉の結合要素がない場合は、サイモンの「短期的行動は独立」であり、顧客価値として直接的ではないと考えられる。その場合、「長期的にどう依存するか」が検討視点になると思われ、「施工技術への影響」が該当すると思われる。また、サイモンの「予測」に関して、「初期条件—外挿の出発点—」に信頼しうるデータがあるか否かであるが、投資喚起の A-U モデルには、「FIT から民間投資」への外挿があり、サービス層には、投資家向けの AM という外挿があると思われる。また IT 制御層には、IoT という技術トレンドが外挿として存在し、データ解析サービスを支える要素として「干渉の結合要素」となっていると考えられる。基盤要素技術層には、低価格化と輸送や施工に影響を与える新技術の傾向が外挿として考えられる。このことは「長期的にどう依存するか」の視点で考察することが有益と思われる。これらのことから、事業でのイノベーションの機会を検討するために、付加価値構造の各層での A-U モデルを相互に検討することで意思決定の根拠と戦略の優先順位を明確にすることができると考えられる。また、モノづくり視点で事業戦略を検討していた時代から、昨今はコトづくり視点での事業戦略が重要な時代に変化している。そのため、モノづくり時代で研究されたド

ミナントデザインの定義からは脱却する必要があると思われる。ドミナントデザインにおけるデザインの意味を、カタチ視点のみではなく、サービス形態、ビジネスモデル形態から俯瞰されるコトづくりとしてのデザインと捉えることが重要と考えられる。したがって、多層化拡張 A-U モデルによる分析は、現在からの未来への戦略プロセスの検討に有効であると結論付けられる。またイノベーションのターゲットによっては、対象事業や産業のみならず、輸送など他の産業への影響も考慮する重要性が示唆される。このことからイノベーションのダイナミクスや事業戦略を検討するに当たり、多層化拡張 A-U モデルでの検討が有効である。

7-6 太陽光発電事業のプラットフォーム戦略

ここまで述べてきたように、今後、太陽光発電事業ではデータ解析力の強化が重要であることを明らかにした。このことは第5章で述べた、長期信頼性確保のための技術イノベーションとして「劣化解析」や「故障解析」が重要としたことと整合する。同時に、太陽光発電所は、郊外含め各地に散在するため、地方のメンテナンス業者とのオープンなパートナーシップ構築が効率向上のために重要である。これらのことを基に、オープン&クローズの要素として一覧にしたものが表 7-1 である。

表 7-1 O&M におけるオープン&クローズ

	オープン	クローズ
目的	<ul style="list-style-type: none"> ・業界での仲間づくりによるO&M業務の効率化(エコシステム) ・差別化への投資配分優先化 	<ul style="list-style-type: none"> ・自社利益源泉の確保 ・自社コア技術でのパートナーシップ
O&M	<ul style="list-style-type: none"> ・顧客チャンネル ・メンテナンスのための業務間インターフェース ・データ解析基本機能とユーザーインターフェース(UI) ・データ解析マニュアル 	<ul style="list-style-type: none"> ・データ解析技術 ・データ解析サブセット ・データベース ・オペレーショナルアルゴリズム

この表にあるように、顧客へはもちろんのこと、外部に対してどのような解析をするのかについてはオープンである。しかしながら、データ解析の精度は、データ解析を進める企業が集積したデータベースの豊富さと、顧客に提示する解析結果のサブセットとして存在するデータ解析アルゴリズムによって決まる。このデータベースとサブセットはクローズにして競争源泉とするべきと考えられる。このことを、第4章で用いた、Kogut and Zander の尺度によるマッピングを適用し図 7-9 に示す。また、このマッピングを基にアーキテクチャ上の位置取りとして図 7-10 に示す。顧客集客力を確保しながら、顧客価値の担保と自社競争力の担保のためにデータ解析における各位置取りは、コストダウンと業界での仲間づくりのために矛盾なく配置することが可能と考えられる。顧客情報については、O&M の場合、図 6-14 のデータ解析コンソーシアムの Kogut and Zander の尺度によるマッピングと違い、

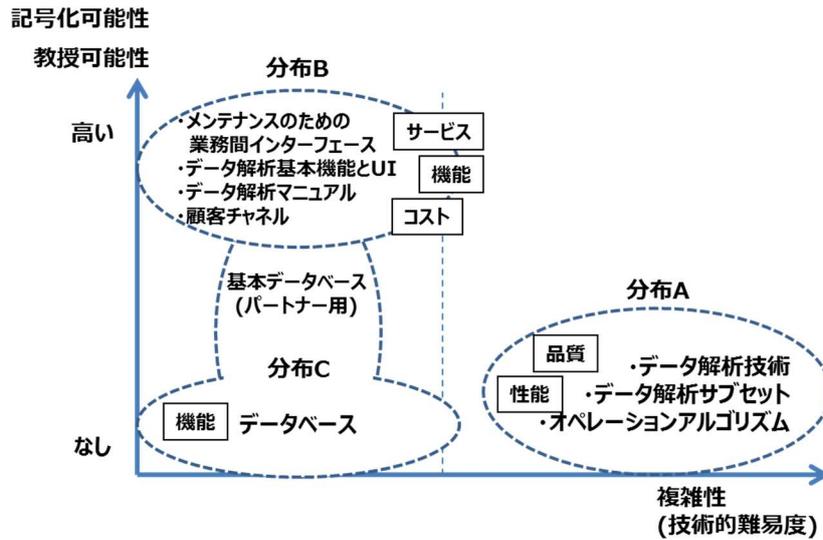


図 7-9 O&M における Kogut and Zander の尺度によるマッピング (第 4 章第 3 節第 1 項の「分析方法」の(2)に基づく)

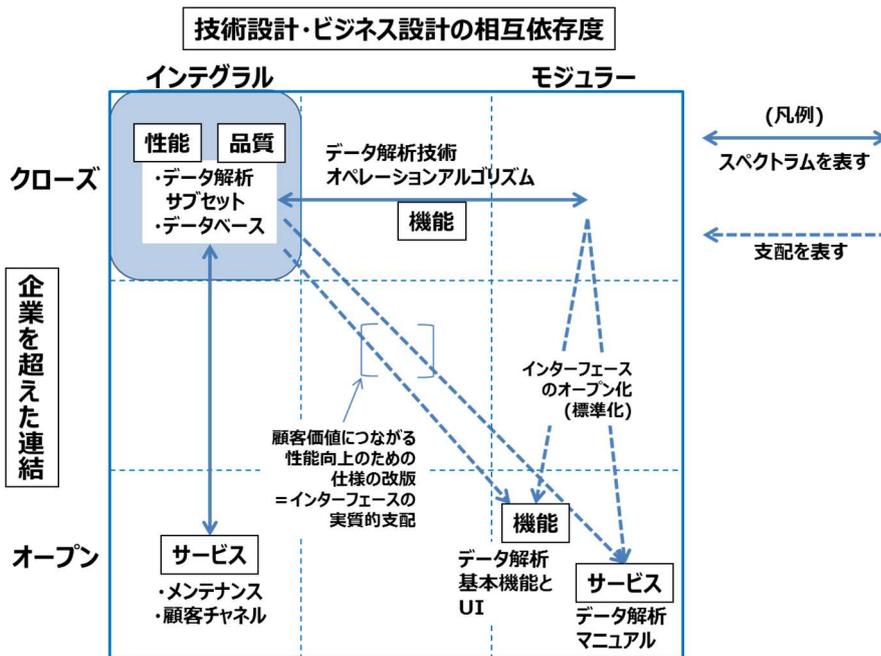


図 7-10 O&M におけるアーキテクチャマネジメント

地理的制約から教授可能性を高くすることができると考えられる。また、第 5 章で述べたイノベーションの類型化の視点では、太陽電池モジュールの今後の進化により、モジュールの劣化解析における、劣化パターンの変化を捉え、データ検出手法の変化やデータ解析の手法に活かすことで新たなイノベーションのシーズが存在する可能性がある。このことも早期にクローズな技術として位置取りをしていく必要がある。本アーキテクチャにより、データ

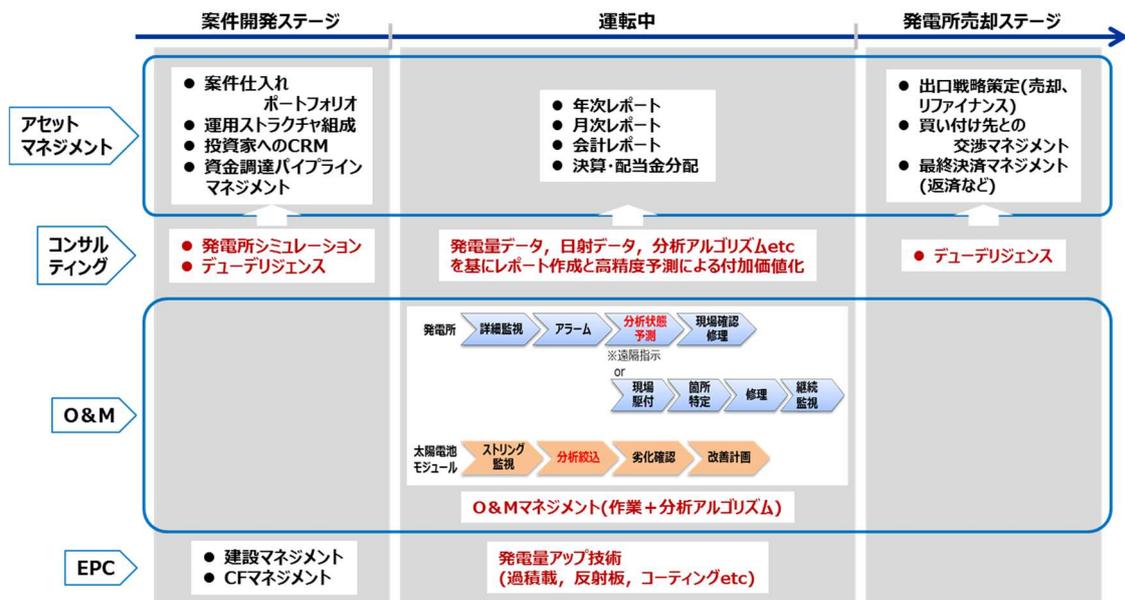


図 7-11 発電所マネジメントシステムと業務フローにおけるデータ解析の位置

解析の手法はクローズにしながらも[機能]をオープン化し、「インターフェースの支配」と「技術改版權」の確保を目指すことが可能と考えられる。

本研究で提示している戦略実行基盤の有効性を検討した結果について以下に述べる。図 7-1 の太陽光発電事業のバリューチェーンにおいてデータ解析の効果が期待される業務は主に O&M と AM である。これらの業務とデータ解析との関係が、発電所マネジメントシステム全体像の中でどのような位置にあるかを図 7-11 に示す。案件開発ステージとは、発電所建設の案件を土地所有者や発電所オーナーらと折衝するステージを言う。このステージにおいては、建設地の土地の状態や日照条件などを基に発電量シミュレーションを実施し投資効果が議論される。資金調達において銀行などはこのデューデリジェンスの結果を求める。このシミュレーションは過去のデータに基づく合わせ込みなどで解析することにより精度向上が図られている。発電所運転中には、発電量の実績データ、日射データなどに基づき、今後の発電量予測や太陽電池モジュールの劣化解析などの分析が行われ、発電所オーナーへのレポートがなされる。また、これらの分析により太陽電池モジュールの適切な洗浄時期の予測や、詳細な現地調査の必要性などを明らかにすることができる。また、過積載[注 2]、や反射板、コーティングなどによる発電量アップ技術にもデータ解析技術は使われる。発電所売却ステージでは、過去の発電量などを基にデューデリジェンスがなされ出口戦略が検討される。発電所によってはモニタリングが搭載されていないケースもあるため、その際は、ある一定期間の発電量データを取得し、搭載されている太陽電池モジュールやパワーコンディショナーなどの製品情報や設置状況、当地の気候条件などから推定する。その際にもデータ解析の知見が用いられる。

データ解析の有効性については先行研究での実証[25]で明らかにされている。データ解析

による不具合検出と現地調査による損失要因との整合から、太陽光発電所モニタリングとデータ解析により、不具合検出の自動化ならびに遠隔化の可能性が示されたとしている。この際、SV法[注3]により計測データ「傾斜面日射量」「アレイ出力電力量」「モジュール温度」「システム出力電力量」から、「日陰による損失」など8種類[注4]の損失をデータ解析により割り出すことが示されている。また、Chouderらは[26]、稼働中発電所のモニタリングデータから発電ロスの変因を解析し、効率向上を実験的に検証している。これらのことにより、発電ロス調査の現地派遣の頻度が激減し、省人化によるO&M事業の効率化が実験的には証明されている。また、データ解析の有効性をキャンペーン中のO&M事業者としては、SUNTECH Japan[27]、Field Logic社[28]、ネクストエナジー社[29]など数社存在していることも、提示した戦略実行基盤の有効性を裏付けるものと考えられる。データ解析の具体的な手法は、先行研究での実証例[25]以外でも、PVExpo Japan 2016にて、ネクストエナジー社が専門技術セミナー[30]で公表している。以上のことから、本研究で提示している戦略実行基盤「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」はコンセプト面からも実証面からも有効と検証されたと考えられる。

太陽光発電事業とサービス事業との融合の事例として、太陽光発電を活用した農業を取り上げ、データ解析を基軸とした「インターフェースの支配」と「技術改版權の確保」を目指した戦略の実行可能性について述べる。農林水産省は、ロボット技術やICTを活用して超省力・高品質生産を実現する新たな農業（スマート農業）を実現するため、ロボット技術利用で先行する企業やIT企業等と連携した取り組みをスタートさせている[31]。また、ソーラーシェアリングと呼ばれる営農型発電設備の設置もある一定の指針のもとに推奨して

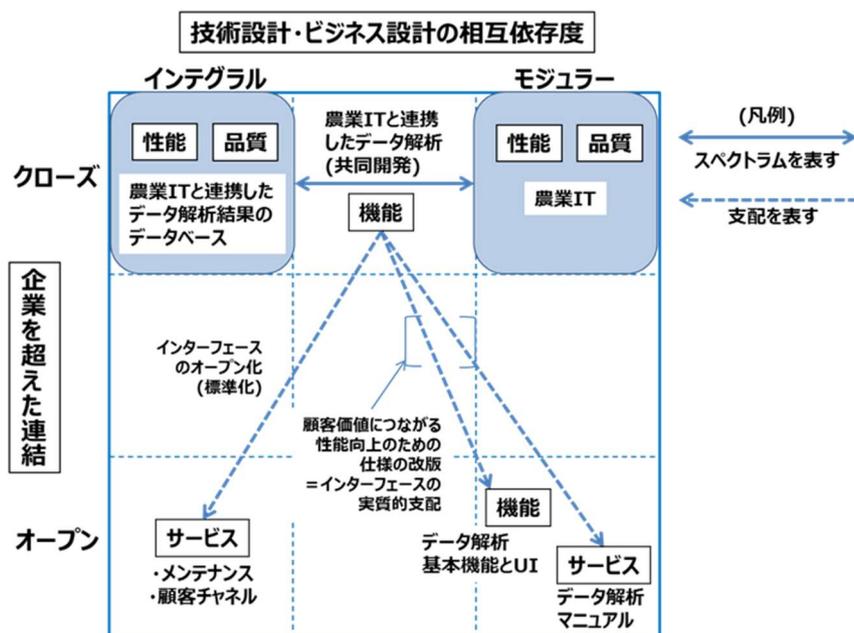


図 7-12 農業 IT と融合したビジネスアーキテクチャ

いる。ソーラーシェアリングは、強すぎる太陽光は植物に有効に働かず光合成は増加しないという「光飽和点」の存在に着目し開発された。農地の上に支柱を立てて組んだ架台の上に、間隔をあけて太陽光パネルを設置、農作物と電力の両方を得ることが目的である。第6章にて、太陽光発電所におけるモニタリングシステムについて述べたが、農業も植物の生育状態のモニタリングや収量向上のための環境制御のためにITが使われている。日射量や気温は、太陽光発電にも農業にも共通するモニタリングパラメータである。さらには、太陽電池モジュールも農作物も、それぞれ発電量や生育度は太陽光のスペクトラム特性[注1]に敏感である。現在、農業では、大学や民間企業など多くの機関で、農業のIT化についての研究が進められており、太陽光発電事業側からはこれらをモジュールとして扱い活用する戦略が想定できると思われる。共通するモニタリングパラメータの活用によるシステムの合理化に加え、ある分光特性をもつ太陽電池モジュールの発電量と農作物の生育度との相関性検討などを中心として新たな技術イノベーションの可能性が考えられる。このようなケースを想定した場合のアーキテクチャマネジメントを図7-12に示す。インテグラル/クローズの領域にあるものは太陽光発電事業者に属するものであり、モジュール/クローズの領域にあるものは、農業IT事業者や営農者に属するものである。この両者の間にあるスペクトラムは太陽光発電データ解析と農業ITによるデータ解析を融合する共同開発を意味する。このスペクトラムは[機能]を形成する。太陽光発電のデータ解析も農業のデータ解析も[性能][品質]としてそれぞれにクローズ領域にあり、共同開発するデータ解析を[機能]として扱う。図7-11に示すように、この[機能]を基点に、オープン領域に展開される顧客などへの[サービス]や[機能]の「インターフェース支配」と「技術(仕様)の改版権確保」が戦略仮説である。このようなアーキテクチャマネジメントが可能であるならば、第4章で結論付けた、差別化戦略のアーキテクチャ(図4-27)に合致しており、サービス事業と融合した太陽光発電事業の拡大につながると考えられる。

7-7 小括

太陽光発電事業においては、今後、市場原理での普及が望まれていることを背景に、ビジネスドライバーの変革とコスト競争が激化していく。この中で、太陽光発電事業における技術コアは1)O&M技術とデータ解析技術2)施工技術、であり、ビジネス手法のコアとしては投資家発想を体現できるAMの深化であり、技術進化との一貫性の確保である。多層化拡張A-Uモデルを用い、今後の太陽光発電事業におけるKFSを抽出し、そのうちのデータ解析が第5章の結果と整合することがわかった。また、太陽光発電事業における商品力要素のアーキテクチャ上の位置取りとして、顧客や競合からはオープンに見えるようにし、競合からは事実上のクローズとして位置取りさせることが可能であることを検証した。この位置取りのなかで、データ解析という技術コアにより「インターフェースの支配」と「技術改版権の確保」を目指すことが可能であることを示した。これらの整合により、「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」は将来的にも中核をなす戦略実行基盤と考えること

ができ、多層化拡張 A-U モデル論は、中長期的な戦略の検証に有効であると考えられる。すなわち、キーストーン戦略におけるエコシステム健全性の3つの指標のうち、将来に向かって戦略の持続性を意味する「堅牢性」を検証する研究フレームワークとして A-U モデル論は有効であると結論付けられる。

また、本章で考察した多層化拡張 A-U モデルにより、P2M のライフサイクルマネジメントの観点で、「連続的な状況変化」への対応をより詳細に進めることが可能になると思われる。付加価値構造の各層の A-U モデルを観察することで、商品やシステムのライフサイクルを、たとえば、技術のライフサイクルを技術観点のみならず、ビジネス観点でも考察することで、「連続的な状況変化」の中での意思決定を促進できるものと考えられる。さらには、エコシステム内の付加価値構造の複数の階層（戦略分野）にまたがる検討が可能となり、エコシステム内の連携力強化に寄与する。

注釈

[注 1] 太陽光のスペクトラム特性とは、太陽光に含まれる様々な波長成分の光のことであり、分光特性ともいう。

[注 2] 太陽光発電における過積載とは「太陽電池モジュール合計出力」を「パワーコンディショナ合計出力」よりも増やすことで発電量を増加させる手法である。日射が傾く午前前半や午後後半には、太陽電池モジュールからの出力が落ちるため、パワーコンディショナ出力容量よりも大きい公称出力容量の太陽電池モジュールが発電所に搭載されても問題は発生しないが、日中は定格値を上回るためパワーコンディショナーの信頼性設計や使用条件には注意しながら発電所設計を行う。

[注 3] SV(Sophisticated verification)法：システムの基礎情報(緯度・経度・傾斜角など)をもとに、比較的簡単に計測可能である4つのデータを用いて、8種類のシステム損失割合を抽出することができる評価方法。

[注 4] ①日陰による損失②入射角依存性による損失③温度の影響による損失④負荷整合による損失⑤直流回路損失⑥汚れ・劣化・容量不足などのその他の損失⑦パワーコンディショナスタンバイ損失⑧インバータによる損失、のことである。

参考文献

- [1] Utterback, J. M. : Mastering the Dynamics of Innovation-How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change-, Harvard Business School Press(1994).
- [2] Myers, S., Marquis, D.G. : Successful industrial innovations: a study of factors underlying innovation in selected firms National science foundation. Washington (no.69-17)(1969).
- [3] 秋池 篤：「A-U モデルの誕生と変遷*—経営学輪講 Abernathy and Utterback (1978)—」, 赤門マネジメント・レビュー 11 巻 10 号(2012).

- [4] 許斐義信：「イノベーションの論理を再考する—日本の経営の競争力再興—」，特定非利活動法人技術立脚型経営研究会機関紙，vol.5（2013）。
- [5] 新宅純一郎，江藤学：『コンセンサス標準戦略—事業活用のすべて—』，日本経済新聞社（2008）。
- [6] Utterback, J. M., & Abernathy, W. J.: ” A dynamic model of process and product Innovation”, Omega,3(6), 639–656(1975).
- [7] William J. Abernathy : The productivity dilemma. Baltimore: Johns Hopkins University Press(1978).
- [8] 藤本隆宏：『生産マネジメント入門』，日本経済新聞社(2001)。
- [9] Michael E. Porter:“Competitive strategy: techniques for analyzing industries and Competitors”，Free Press(1980).
- [10] Michael E. Porter:”Competitive advantage: creating and sustaining superior performance”，Free Press(1985).
- [11] Clayton M. Christensen and Michael E. Rayner:”The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth”，Harvard Business School Press(2003).
- [12] Jeff Dyer, Hal Gregersen and Clayton M. Christensen:”Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators”，Harvard Business School Press(2011).
- [13] 山崎信雄：「リチウムイオン電池産業における経営戦略の研究」，千葉工業大学博士学位論文(2015)。
- [14] 河野豊弘：『新製品開発戦略』，ダイヤモンド社(1987)。
- [15] Clark, K.B., and Fujimoto, T.: Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry, Boston, MA: Harvard Business School Press (1991), 田村明比古訳，『製品開発力』，ダイヤモンド社(1993)。
- [16] Morgan, J.M., and Liker, J.K.,: The Toyota Product Development System, New York: Productivity Press (2006), 稲垣公夫訳，『トヨタ製品開発システム』，日経 BP 社(2007)。
- [17] Simon, H. A.: The Architecture of Complexity: Hierarchic Systems, MA: MIT Press (1969) .
- [18] Simon, H. A.: The Science of the Artificial. Third ed., Cambridge, MA: MIT Press (1996).
- [19] ハーバード・A・サイモン：『システムの科学(第3版)』，パーソナルメディア社(1999)。
- [20] Joachim Schneider, Armin J. Gaul, Claus Neumann, Jürgen Hogräfer, Wolfram Wellßow, Michael Schwan, Armin Schnettler:”Asset management techniques” International Journal of Electrical Power & Energy Systems Volume 28, Issue 9, November 2006, Pages 643–654(2006).
- [21] 三井住友トラスト基礎研究所：「再生可能エネルギー投資の現状と課題」(2015)。
- [22] 日本経済新聞インターネット記事：「インフラファンド初上場，安定利回りに期待」，<http://www.nikkei.com/article/DGXZZO03114570S6A600C1000000/> (2016/7/1 閲覧)
- [23] National Renewable Energy Laboratory (NREL)Home Page: <http://www.nrel.gov/>

(2016/7/1 閲覧)

- [24] 国立研究開発法人物質・材料研究機構プレスリリース：
<http://www.nims.go.jp/news/press/2016/03/201603280.html> (2016/7/1 閲覧)
- [25] 大関 崇, 井澤敏康, 大谷謙仁, 都筑 建, 小池寿文, 黒川浩助:「システム出力電力量のみの計測における太陽光発電システム評価方法に関する研究」, 電学論 B, 125 巻 12 号(2005).
- [26] Chouder.A, Silvestre.S.: “Automatic supervision and fault detection of PV systems based on power losses analysis”, Energy Conversion and Management, Volume 51, Issue 10, Pages 1929–1937 (2010).
- [27] SUNTECH Japan ホームページ : http://www.suntech-power.co.jp/o_and_m/index.html
(2016/12/5 閲覧)
- [28] Field Logic ホームページ : <http://www.f-logic.jp/lp/remote.html>
(2016/12/5 閲覧)
- [29] ネクストエナジー社ホームページ : <https://www.nextenergy.jp/info/2016/info20160104.php>
(2016/12/5 閲覧)
- [30] PVExpo 公式ホームページより : 「ネクストエナジーの O&M ～ストリング監視による「攻めのメンテナンス」～」,
http://www.r-expo.jp/wsew2016/exhiSearch/FC/jp/seminar_list.php
(2016/12/5 閲覧)
- [31] 農林水産省 : http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/
(2016/7/1 閲覧)

第 8 章 P2M 体系を活用したエコシステムの マネジメント

第8章：P2M 体系を活用したエコシステムのマネジメント

本章では、キーストーン戦略構築に必要な組織能力とエコシステムにおける協業力向上手法について考察するため、P2M 体系の有効性を検証する。前章まででケーススタディを進めてきた対象事業以外にも、ヘルスケア系や環境系を含め、単純化したビッグデータ解析フレームワークについてその効果を検証していく。このことを基点に、エコシステム構築のための組織能力の向上と「協働の場」の形成手法を P2M 体系に沿って分析していく。また、コトづくりに関連したビジネスでのビッグデータ解析に関する研究開発の進め方を考察することで、キーストーン戦略における組織能力向上手法と「協働の場」形成の在り方の普遍性を検証する。

8-1 コトづくりの分析手法と本章の目的

高度成長期に中心的な役割を果たしたモノづくりの思想に加え、コトづくり時代にふさわしい経営戦略の分析力を醸成することは不確実な時代の課題と思われる。太陽光発電事業におけるプラットフォーム戦略の研究において、なぜコトづくり時代の発想が必要なのかを述べる。経済産業省はポスト FIT 後をにらみ、太陽光発電を始めとする自然エネルギー事業と社会システム事業との関連付けを方針として打ち出している。単純に発電した電力を系統連系するだけでは、系統での需給バランスが保てないため、地方での電力消費を同時に生み出すことで、太陽光発電事業を促進する効果が期待できるからである。また、発電事業と社会システム事業とのパッケージ化で、大都市集中の抑制や地方での雇用を促進する地域創生事業の目標にも合致する。この社会システム事業を進めるにはコトづくりの発想が重要である。ここでコトづくりについて簡単に述べる。コトづくりの概念は常盤文克・日本モノづくり学会会長により最初に提唱されたと言われる。常盤はその著書[1]で、様々な企業の事例を紹介し、そこには必ず「コト」があるとした。常盤の言う「コト」とは、「モノを作っていく上で非常に重要な『夢』や『ロマン』、そしてそれを実現するための仕組みや仕掛けの総称であり、お金や地位ではなく、社員一人ひとりの内部から湧き出るエネルギーを上手に引き出すような組織マネジメントのことである」としている。市場主義や効率主義が、本当にビジネスの本質なのかという疑問提起である。

本研究では、コトづくりを論じるために、第4章で掲げた、商品力要素を顧客価値として再定義し、 $[\text{顧客価値}] = [\text{性能}] \times [\text{機能}] \times [\text{品質}] \times [\text{コスト}] \times [\text{デリバリー}] \times [\text{サービス}] + [\text{生活デザイン}] + [\text{社会デザイン}]$ として考察していく。ここでいう[生活デザイン]とは、Apple 社の iPhone のように、音楽を楽しむ生活を、それまでの CD リスニングの時代から、ネット配信時代を迎え iTunes という音楽サイトから「いつでもどこでも好きな曲を」ダウンロードして楽しむ時代へ変革させたことが一例としてあげられる。新たな音楽聴取手法として若者中心に多くの支持を集め、CD 業界の業績を圧迫したぐらいである。[社会デザイン]とは、社会システム事業における地域とのニーズとのマッチングや国レベルの社会を変革するデザイン

のことをいう。この[生活デザイン]と[社会デザイン]では、常盤の言う『夢』や『ロマン』を実現するための仕組みや仕掛けが議論される。本章ではこの社会デザインのための研究戦略のひとつである「ビッグデータ解析」を題材にして、P2M 体系で、具体的な事例をもとに、組織能力向上手法と「協働の場」を創るための手法を中心に論じていく。そのことで、キーストーン戦略に有用なプロジェクトマネジメント力の強化に P2M 体系が有用であることを、研究戦略の観点で検証することが本章の目的である。

8-2 社会デザインにおけるビッグデータ解析

地方創生事業も含め社会デザインの例は多くを見ることができる。総務省は平成 25 年度版情報通信白書[2]で、「スマート ICT」の戦略的活用を説明し、ビッグデータ解析の意義と社会デザインへの活用を謳った。ほかにも、九州大学と富士通による、数理技術に基づく社会システムデザインに関する共同研究などもスタートしている。これらは、ビッグデータを活用した新しい付加価値創出を目指す動きが、様々な産業界で活発化していることを意味している。

8-2-1 ビッグデータの意義と適用

ビッグデータとは、統計解析などで新たな価値を創出するがデータ群として巨大であり、データ間で複雑な関連性をもつデータを言う。ビッグデータ解析の目的は、研究開発の効率化、最終製品の品質化、そして新しいサービスの創出など様々である。ビッグデータとは文字通り巨大なデータ群であるが、このデータ群の解析で新たな付加価値化を模索する分野は、エネルギー系、環境系、交通システム、医療・ヘルスケア系など非常に広範囲である。過去から現在までのデータを使い、現在の状況における直接観測できない事象の推定や、未来の予測により予防的措置を施す、などが顧客価値につながる基本的な活用方法である。この考え方そのものは、品質管理などで昔からとられている手法であるが、「ビッグデータ活用」と声高に議論される背景には主に三つのことが考えられる。第 1 には、データの蓄積が電子化されデータベースソフトなど活用スピードが飛躍的に向上したことや、「京」などデータ処理のためのスーパーコンピューターの高性能化がある。第 2 は、クラウドと呼ばれるデータ蓄積場所に、インターネットを通じてセキュリティが許される範囲でアクセス可能になり、センサー技術も発展し IoT(Internet of Things)と呼ばれるコンセプトが顕在化したことである。そして第 3 には、商品なりサービスの付加価値の高度化がこれまでの手法では飽和気味であり、アイデアを過去のデータから創出することに求めていることが挙げられる。

適用方法例のひとつに、NTT が発表した「himico」がある[3]。東京オリンピック/パラリンピックに向け、都市の混雑を緩和する研究開発のプロジェクトである。同様の研究は、ホンダ(株)のナビゲーションサポートシステムインターナビ[4]などがある。また、医療・ヘルスケア系では、今後の少子高齢化社会に向けて医療費の削減を目的としたビッグデータ解析の研究もある。糖尿病などの生活習慣病の予防を目的としたメタボ検診データや、健保

データを活用して、将来の生活習慣病予測をしていくものである。さらに専門的な分野では、医薬品開発におけるゲノム解析もビッグデータ解析の例としてあげられる。前述の「himico」でのビッグデータ解析で使われるデータは「モノの流れ」「人の流れ」「情報の流れ」である。この場合は、ビッグデータ解析の研究方法も実世界が眼前に広がっているため、見通しを立てやすい例と思われる。一方、エネルギー系や環境系などは、ビッグデータ解析による付加価値実現の見通しが立てにくい事例がある。エネルギー系においては送電網である。夏季に冷房などを抑制すると熱中症発生などの弊害が出るため、日中の冷房による電力消費には、CO₂が発生しない自然エネルギーの使用を推奨するべきとの考え方があるが、室温や人々の状況などのデータを解析し、自然エネルギーを供給するシナリオを建てても、送電網の状況が不明であると、最適な制御の見通しを立てることは非常に難しい。また、環境系においても世界中で様々な課題がある。新興国では水浄化におけるヒ素など重金属除去は最重要課題である。地下水のヒ素などの重金属の含有量や、水浄化過程でどの程度除去できたかなどをシステムでモニターすることにより、より高精度で安価なシステムを構築可能である。しかしながら、現状ヒ素に関しては、安価な高速センシング技術が商用化されていないため、データ集積によるシステムの最適化を実現するための見通しを立てることは簡単ではない。

8-2-2 ビッグデータの解析手法における簡単化の意義

ビッグデータ解析の手法は、データのマイニングからクラスタリング、回帰分析などの統計解析、ベイジアンネットワークなどの数理解析に至るまで、いくあまたの手法が議論されてきている[5][6][7]。藤井による交通計画シミュレーションの検討[8]など、以前から、社会システムの改革に向け、現象の観察にはじまり、統計解析ならびに数理モデル化によるシミュレーションなど様々な研究は進められてきた。しかしながら、昨今の統計論に関する書籍[9]など、データ解析に関する啓蒙も盛んになる一方で、プログラムマネジメントにおいて、統計解析や数理解析の専門家とプログラムマネージャとの連携には課題があると思われる。統計解析や数理解析の非専門家によるマネジメントには困難が伴うと推測される。なぜならば、これらのビッグデータ解析に関する、技術要件と検討リードタイムの妥当性、ビジネス出口への接続性などは、専門家に委ねざるを得ない面が多々あるからである。このことは、非専門家によるマネジメントを阻害する要因になっている。また、一般的な統計論を理解はしているが、統計や数理の活用を、これまで考えてきた対象以外に展開することにある種の障壁を感じるマネージャは少なからず存在する。しかしながら、P2M 国際学会 2014 年度秋季大会でも取り上げられたように、今後、新たなイノベーションをビッグデータ解析に求めるトレンドはさらに加速されていくと予測される。そのため、ビッグデータ解析を含むプログラムマネジメントにおいて、非専門家であっても遂行できるマネジメント手法を検討する意義は大きい。

P2M 体系は、プログラム価値を創出するために、異なるミッションの組織間のマネジメント連携手法を提供しながら、企業価値を効率的に高めることを担保するものである。し

かしながら、ビッグデータ解析に関しては見通しをたてることが困難なケースが多いため、組織間連携が十分担保されないケースがあると思われる。また、ビッグデータ解析という専門性の高い技術を含むプログラムマネジメントは、リスクヘッジなどで高い技術マネジメントスキルが要求され、非専門家にとって障壁が高い。これらの課題に対する対策として「単純化したビッグデータ解析のフレームワーク」を提案し、価値実現の実例をあげて有効性を説明する。

研究方法の第1は、ヘルスケア系、エネルギー系、環境系それぞれについて、提案するフレームワーク上に、ビッグデータ解析の技術企画をおき、簡便に説明できることを実証することである。第2は、提案するフレームワークのスキームモデルでの位置づけ、3Sモデル全体への展開を考察し、P2M体系での親和性を検証することである。

先行研究としては、SCAT(Steps for Coding And Theorization)[10]があり、ビッグデータ解析に至るまでのアプローチを解りやすくしようという研究である。しかしながら、SCATは専門家のためのアプローチ容易化であり、非専門家によるプログラムマネジメントの促進にはつながりにくいと考えられる。したがって、P2M体系[11]にある統合マネジメントで、非専門家にとっても運用しやすい、単純化したビッグデータ解析のフレームワークをスキームモデルに導入することを提案する。

8-3 単純化したビッグデータ解析フレームワークの提案とスキームモデルへの配置

図8-1で示すのは、過去から積み上げられたデータ群を統計解析・数理解析するシナリオ、現在のデータを最新のセンシング技術でセンシングし、集積されたデータ群を統計解析・数理解析するシナリオ、その解析結果をモノづくりの高度化のために機器制御のためのコンピューティングやハードウェアによる信号処理の最適化に生かすべく学習するシナリオ、解析結果からさらにディープラーニングや未来予測コンピューティングなどによりコトづくりにつなげていくシナリオ、などで構成される付加価値実現のブロックダイアグラムである。このなかで、データ集積が点線で囲まれ、同じく点線で囲まれた「付加価値化ターゲット」へ矢印でフィードフォワードさせている。「どのように」データ解析をするのかの必要性を認識するため、「統計解析・数理解析」をブロック図には配置している。あるビッグデータ解析をもって「どのような付加価値化」を目指すのか、システム観を持ちながら理解を促進させることに力点をおいている。付加価値化のアイデアは、とりわけ顧客に接点をもつマーケティングメンバーを巻き込んで発想することが重要であるため、ビッグデータ解析による付加価値化の順序立てをイメージしやすくすることも意図している。次に、図8-2は、図8-1で示したビッグデータ解析のフレームワークでの付加価値創出の流れに沿い、実現したい付加価値と観測されるデータもしくは測定されるデータとの対応を示したものである。最右方では、対応させる意味が想起できるよう、可能な限り技術者による簡単な手方案を提示しておくことにしている。ここで対応付けは、対象とするシステムに関連して直観的であっても差し支えないとルールを決めておく。こうすることで、担当するアプリケーション

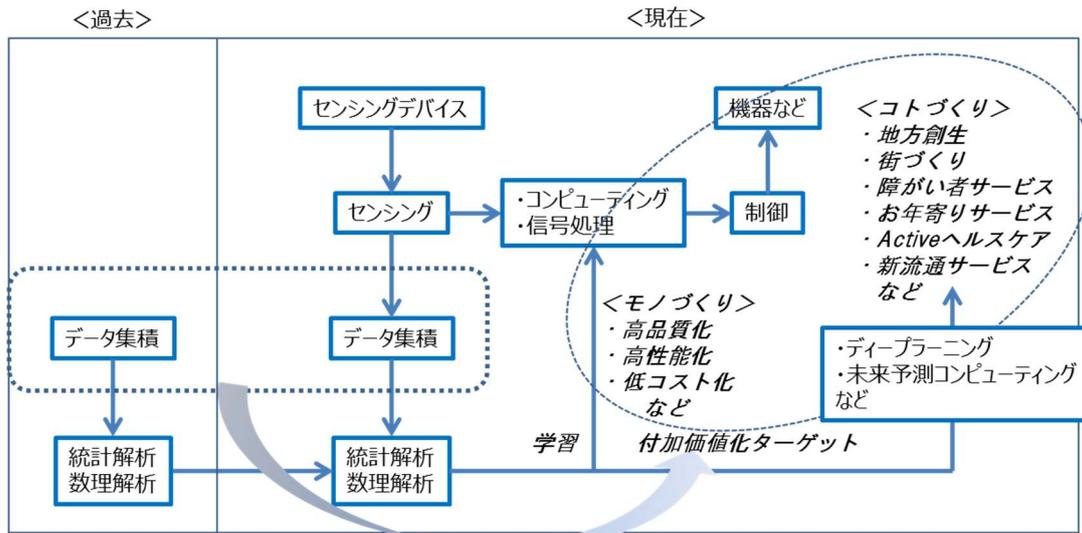


図 8-1 ビッグデータ解析のフレームワーク考察のための付加価値実現
ブロックダイアグラム

オン技術者のみならず，マーケティングなどによる自由な発想提示を促進する効果が期待できる．一般消費者や機器を扱う顧客側の非技術者の「勘」や「経験知」を基に，このような図を整備しておくことで，ビッグデータ解析のターゲットをより顧客志向で広げていくことが可能になると考えられる．また，このような単純化したフレームワークでデータベース化することで，他分野のプログラムにも展開しやすくすることを企図するものである．つまり，それぞれの分野でのアイデアを参照しやすくし，自らのプログラムでのアイデアの発想を喚起しやすくする効果が期待できる．同時に，プラン B としてリスクヘッジするプランも併記しておくことで，プラン A で実現するあるべき姿と現実のギャップを埋めるため



図 8-2 単純化されたビッグデータ解析のフレームワークの検討図

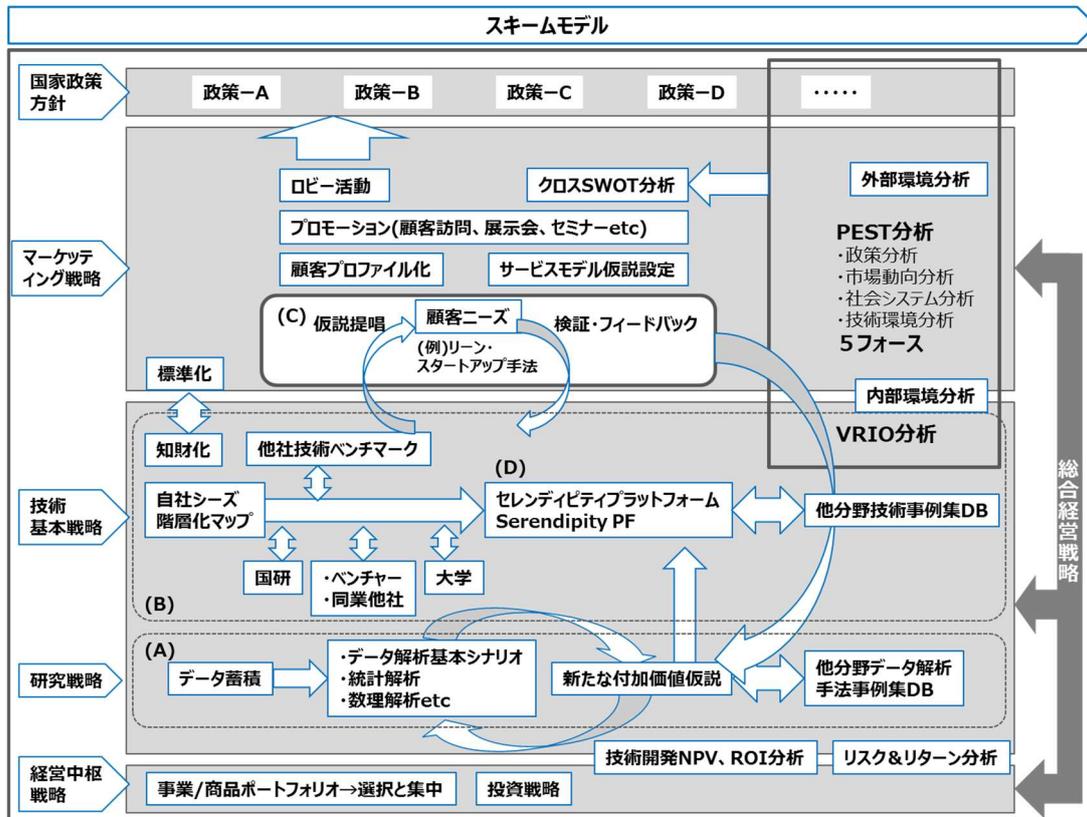


図 8-3 スキームモデルへのビッグデータ解析のフレームワークの導入と周辺システム

のリスク度合いをマーケティングなど第三者に把握させやすいと考えられる。

次に、提案するビッグデータ解析のフレームワークは、P2M 体系の中ではどのように位置づけられるか説明する。図 8-3 は、第 3 章で示した図 3-3 に、研究戦略としてデータ解析がどう位置づけられるかを示したものである。3S モデルにおけるスキームモデルとして示す。単純化したビッグデータ解析のフレームワークは、(A)で囲まれた点線内の研究戦略の中に基本的には配置している。研究開発として不確定要素も多いためである。図 8-3 での「新たな付加価値仮説」は「他分野データ解析手法事例集 DB (データベース)」と連携させながらブラッシュアップを進めていくことで、よりアプリケーションをイメージしやすくするためのものである。単純化したビッグデータ解析のフレームワークは、PEST 分析からクロス SWOT 分析、VRIO 分析、経営戦略の意思発露を含むマーケティングミックスの考え方など他の要素と密に連携していくことを示している。単純化したビッグデータ解析のフレームワークを、マーケティング戦略との連携を強く意識した配置で示すことで、その意義を全プログラムメンバーに共有させる狙いがある。これらの連携関係をプログラム推進のためのビッグピクチャーとして一望することにより、プログラムの経済価値評価のみならず、最終製品やサービスの社会性、国家戦略への寄与など側面的価値評価を促進しやすくと考えられる。

8-4 単純化したビッグデータ解析フレームワーク適用の実証

8-4-1 ヘルスケア系での事例

図 8-4 はヘルスケア系のリハビリシステムの検討で実際に推進した例である。同システムで使われるセンサーに関しては、アイシン精機(歩ビゲータ)やキッセイコムテック社のモー

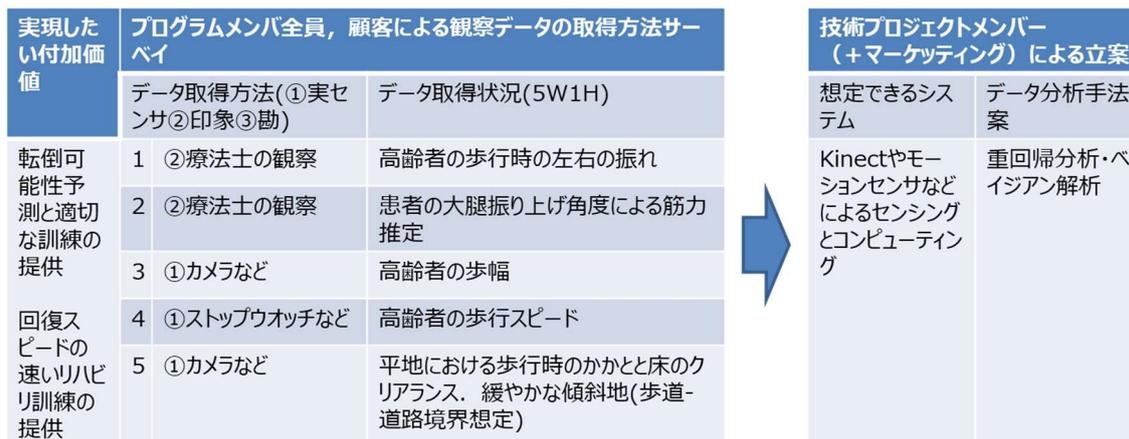


図 8-4 リハビリシステムの例での単純化されたビッグデータ解析のフレームワーク

ションセンサ，Microsoft の Kinect の使用などの研究も進んでいる[12][13][14]。目指す付加価値は，高齢者の転倒予防や，事故や脳卒中の後遺症で苦しむ人々の回復スピード向上である。これまでも，高度な医療技術を習得した理学療法士による施術が行われ，患者の早期回復や高齢者のアンチエイジングに効果をあげてきている。しかしながら，医療費圧縮を目指す国家目標の元，入院期間の長い回復期リハビリテーションのさらなる効率化や高齢者の健康増進が要望されている。さらには，療法士人材を増やすための教育訓練は，先輩療法士の経験と関連書籍からの伝授が中心で，施術技量向上に関する定量的な評価が十分にはできていなかったことが課題としてあった。そこで，上述のセンサーを使い，ビッグデータを蓄積しながら統計解析による診断や適切な施術実施を検討する必要があった。順序としては図 8-4 にあるように，まずは療法士の印象を中心としてどのようなデータが取得でき，データをどう分析できるか，から検討を進めてきている。いきなりデータの統計解析の一手法である回帰解析を前面に出しても，専門家ではない療法士の参画を促すことは難しい。現象と分析から回復訓練手法へ結びつけるために，療法士の経験知を整理しておくことが重要となる。すなわち，本事例でのプログラムマネジメントの観点では，医療の専門家による知見をいかに取り入れるかが重要である。たとえば図 8-4 にある 1 番，2 番は療法士の観察によるものである。療法士の長年の経験から，高齢者の歩行時の横揺れと転倒リスクの相関，回復期リハビリの患者においては，ROM(Range of Motion)と呼ばれる，大腿振り上げなど関節角度の目視と回復予測，などが療法士の脳内でビッグデータ解析されている。これを図 8-

4のように可視化し、プログラム内の参画者にとって扱いやすく加工しながら取り入れることで、医療従事者にとっても非医療従事者にとっても、共通のツールで分析することが可能となる。

8-4-2 エネルギー系での事例—電力自由化時代のデジタルグリッド活用でのシナリオ—

デジタルグリッドとは、東京大学阿部教授が中心となって推進するエネルギーネットワークのトポロジー提案である[15]。各電力網をもっと小さな単位にし、蓄電池を活用することで自立させ、それぞれの細分化されたネットワークを1対nで非同期に接続すること

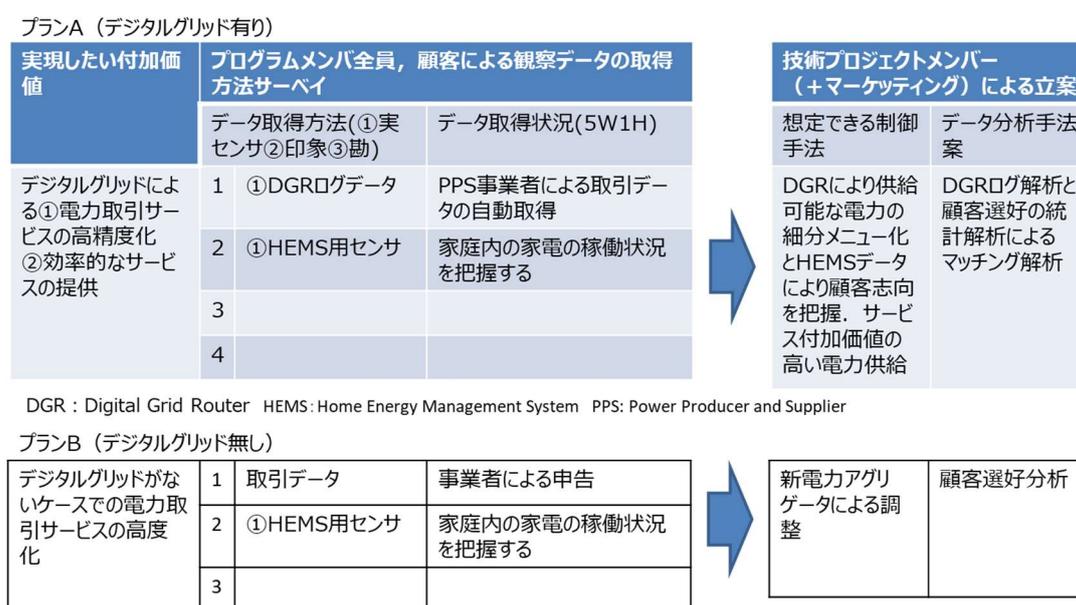


図 8-5 エネルギーシステムでの簡便化されたビッグデータ解析のフレームワーク

が特徴である。自然エネルギーの占有率を増加させる国家戦略[16]のもと、電力会社は大規模停電へのリスクを回避するための技術施策を打つ必要がある。たとえば、天候変動により出力が安定しない自然エネルギーの系統連系は困難な課題が多い。デジタルグリッドは、その課題への対応に期待ができる。また、デジタルグリッドルータの技術的な課題や政策的な課題が推測できるものの、以下の価値を実現することができる。

- (1) デジタルグリッドルータにて電源としてのアドレスを付与できるので、電力自由化時代には、自然エネルギーの指名買いなど多種多様な取引を実現しやすくなる。
- (2) 北海道から九州までバケツリレー的に電力を流通できる。
- (3) ある地方から別の地方に電力を送る際は、昼間に蓄電しておいて、夜間に送る。などにより、自然エネルギーによる地方創生を加速しやすくなると考えられる。

デジタルグリッドが実現する付加価値とビッグデータ解析との対応性を図 8-5 に示す。具体的なセンシングデータと実現する価値を、デジタルグリッドがある場合とない場合で示

している。それは、電力取引(ネガワット取引[17])と、xEMS（第5章[注1]参照）による家や施設での省エネパターンとの連携手法と推定できる。ネガワット取引で得た電力をどのように流通させるかは、現状はアナログ的な「省エネ監視と流通取引」に依存している。xEMS がデジタル的制御であるのに対し、監視と流通取引がアナログ的であるのは、システムの親和性としてはあまり適切とはいえない。デジタルグリッドを導入すれば、かなりの部分がデジタル制御され、自然エネルギーによる電力を購入して CO₂ 削減に貢献したいニーズや、努力して省エネした電力を売りたいニーズなどに的確かつ迅速に対応することができる。デジタルグリッドにより、電力需給調整、いわゆるアンシラリサービスの迅速性と公平性が加速することも考えられる。また、このなかで顧客選向の情報を獲得することが可能になると考えられる。

図 8-5 では、デジタルグリッドがないケースでのビッグデータ解析に、デジタルグリッドが将来導入された場合のビッグデータ解析シナリオを併記して検討し、ビッグデータ解析による付加価値実現パターンを例示している。このように単純化されたビッグデータ解析フレームワークで比較検討することで、プログラムにおける手段とゴール設定の選択肢や戦略性などの検討を容易化することができる。たとえば、図 8-5 のなかのプラン A と B では、電力の種類と顧客選好のマッチングのしくみに違いがあり、デジタルグリッドによる効果を明示することが可能となる。つまり、電力ニーズの多様化時代の付加サービスを、ビッグデータ解析に基づく顧客の選好ごとにきめ細かく企画できる可能性を明確にすることができる。

現状は、デジタルグリッドは研究段階であり、日本やスペインで実証実験を進めている。しかしながら、ビッグデータ解析は非常にリードタイムの長い取り組みであることから、デジタルグリッドのような研究段階の要素があっても、プログラムにおいてロジックモデルにのっとり、ビッグデータ解析に関する短期のアウトカムと中長期のアウトカム[11]を計画していくことが重要であると考えられる。デジタルグリッドが研究段階の時代から、このシナリオを作っておくことで、デジタルグリッドが普及後のサービスモデルを、迅速に立ち上げることを念頭におきながらプログラムを立案するのである。つまり、より戦略的なプログラムをマネジメントしていくことが可能となる。図 8-5 における、プラン A、B それぞれの 1 番は取引データの性質をもつものである。プラン A を進めながらも、万が一デジタルグリッドの商用化が遅れても、プラン B でのサービス戦略に生かすという考え方で進める。また同図 2 番は HEMS データであるが、これはプラン A、B 共通のものである。HEMS 系の開発は様々な取り組みがあるが、家電の電力消費をモニターするディスアグリゲーション技術[18]は、独自のデータ蓄積手法を進めており、ネガワット取引から HEMS による省エネまでの統合プラットフォーム戦略が必要になると想像している。この観点でも、プラン A、B のデジタルグリッドの有無で、HEMS 連携戦略を対比させ考察しやすくなると考えられる。これらのことを単純化したビッグデータ解析のフレームワークは、マーケティングとの議論も活性化しやすいツールとして有用である。

8-4-3 環境系での事例—新興国における水事情と浄化システム構築プログラムでの考察—

新興国での水浄化装置の導入を例に、単純化したビッグデータ解析のフレームワークの有効性について考察を進める。先進国の水浄化施設のような大規模な施設は、新興国でもインフラとして敷設されてきている。しかしながら、インドでの水事情を鑑みたとき、先進国と同様のインフラ整備を進めることのみでは解決できない課題が数多くある。基本的な水インフラ不足が歴史的に続いているため、整備されるまでの時間軸が読めない地域も多数ある。また、地下水はヒ素やフッ素、クロムなど重金属に汚染されているが、地下水をくみ上げて飲料にせざるを得ない地域が多数ある。したがって、大規模水インフラの整備もさることながら、村人に安全な水を提供する手段も並行して検討する必要がある。

パナソニックが発表[19]した、光触媒技術による小型水浄化装置は、太陽光を活用し電力事情の悪い地方でも井戸水を浄化することを目標にしている。このような小型で地産地消型毒物除去水浄化装置を開発するという例で、ビッグデータ解析を含むプログラムとして考察を以下に進める。本事例は、利用シーンやヒ素センシング技術の現状などを加味してプログラム推進が必要な事例である。現状は、上記のようなシステムに適した商用のヒ素検出センサーはない。研究段階では物質材料研究機構(NIMS)で研究されているナノポーラス技術[20]がある。プログラムの究極の目標としては、ヒ素など毒物の自動センシングによる被浄化水の状態検出を含み、過去の地下水の汚染状況も加味したビッグデータ解析のフレームワークをもつモデルで高性能化を目指したい。しかしながら、ヒ素センサーの商用化の時間軸が読めない場合に、ビッグデータ解析を含むプログラムをどう構成できるか、という課題に直面する。その場合でも、単純化したビッグデータ解析のフレームワークを活用しプログラムを計画していくことが可能と思われる。図 8-6 に水浄化システムでの単純化されたビッグデータ解析のフレームワークを示す。図 8-6 において、プラン A は、将来開発可能性のある自動ヒ素センサーがあるとしてビッグデータ解析のフレームワークをおいた場合、プラン B は、システムにおいて手動でヒ素検出をする場合である。他社との協業もしくは、自社独自で取得可能な過去のヒ素除去処理データや水処理に必要な pH 値、処理装置のスケールで決まる流量データなど共通項目は多数ある。プラン B のビッグデータ解析に関しては、低速ながらも手動センシングでデータを蓄積し、統計数理のひとつの手法であるベイジアンネットワークによる予測が可能性としてある。自動センシングの場合は高速センシングでありデータ蓄積量も多いため、ベイジアンネットワークを駆使する必要はない可能性があるが、統計解析の手法には大きな差はない。つまり、自動ヒ素センサーがある場合に実現できる価値「高速かつ安全」を目指して、ビッグデータ解析による高性能化を目指しながらも、プラン B で、自動ヒ素センサーがない場合の付加価値化を目指すマネジメントを、図 8-6 の単純化したフレームワークから検討できると考えられる。現状は自動ヒ素センサーの実現可能性が低い場合、そのセンサーが、ある技術で実現できると仮説して、ビッグデータ解析の見通しをたてることをプログラムの中に組み込む。そのセンサーが未完成の期間は手動でデータを取り、ビッグデータ解析が、サンプリング的な手動ヒ素センサーで可能なシ

プランA（高速自動ヒ素センサーを使用する場合）

実現したい付加価値	プログラムメンバ全員，顧客による観察データの取得方法サーバイ		
		データ取得方法(①実センサ②印象③勘)	データ取得状況(5W1H)
自動ヒ素除去つき水浄化システム = 高速に安全な水を提供，地下水汚染など環境状況のデータ蓄積による水処理条件の最適化	1	①自動ヒ素センサー	小型高速ヒ素センサを水処理装置に装着しデータ取得
	2	①pHセンサー	水処理条件に必要なpHを測定し，処理条件のパラメータとする
	3	①流量データ	水処理の処理能力を流量センサで取得
	4	過去のヒ素除去処理データ	自社にない場合は他社との協業で獲得

技術プロジェクトメンバー（+マーケティング）による立案

想定できる制御手法	データ分析手法案
ヒ素センサにより検出しながら高速除去ならびに水浄化	時系列分析，回帰分析

プランB（手動でのヒ素センサーを使用する場合）

手動ヒ素検出による水浄化システム = 低速ながらも安全な水を提供	1	①ヒ素検出	水を採取し実験室にて検出する
	2	①pHセンサー	水処理条件に必要なpHを測定し，処理条件のパラメータとする
	3	①流量データ	水処理の処理能力を流量センサで取得

ヒ素の定期サンプリングによる検出、ならびにデータベース参照による水処理条件の抽出と水浄化	時系列分析，回帰分析，ベイジアンネットワーク

図 8-6 水浄化システムでの簡便化されたビッグデータ解析のフレームワーク

システムとして商品化を進める。自動ヒ素センサーが可能となった時点で、すでに立てていたビッグデータ解析の見通しから、自動ヒ素センサーを含む水浄化システムの商品力を大きくすることが可能になると考えられる。言い換えれば、自動ヒ素センサーの実現性が低いと見込み、他のセンシング技術のみを考えプログラムを実行する場合は、その次のステップでの商品競争力を上げることができない。このようなマネジメントを、簡便化したビッグデータ解析のフレームワークから可視化し、非専門家含めて進めることが容易になると考えられる。

8-5 簡便化したビッグデータ解析フレームワークの実施効果の考察

ビッグデータ解析を含むプログラムに関して、マネジメント遂行上の本質的課題として整理すると大きくは二つある。第一には、ビッグデータ解析の性質から考えて、成果としての付加価値がどのように実現できるか、見通しをたてにくいことがあげられる。提案したフレームワークは、例証したように、簡便化することで、どのようなビッグデータでどのような付加価値を生み出すか直観的に分析することができる。また、専門家以外の参画を促進でき、マーケティングによる顧客価値との対応付けがしやすくなると考えられる。もちろん、ビッグデータ解析の数学的見地からプログラムを評価することは重要であるが、手触り感を持つことと、勘を養うことが最も重要であり、提案したフレームワークは有効な手段と思われる。このフレームワークを用いて関係する人材を多数育成することで、様々な角度から見通しを立てることが可能になると考えられる。本質的課題の第二は、ビッグデータ解析そ

のものが長期的研究シナリオを必要としていることである。データ解析が統計論を必要としている以上、データ数の蓄積、効果のあるサンプリングなど長期的な戦略を立てることが重要である。材料探索でよくみられる、対象材料の試行錯誤といった課題も検討する必要がある。プログラムマネジメント上の対策としては、ロジックモデル[11]に沿って短期的アウトカムと中長期のアウトカムを明確にし、マーケティングや財務観点からも可視化して議論していくことが重要と思われる。提案したフレームワークにより、この可視化が容易となる。8-4節で例証したように、プランA、プランBでマネジメントしていくことで競争力強化に挑戦していく必要がある。また、プログラムを維持するために短期的なアウトカムをどう納得性のあるものにできるか、という課題に挑戦する必要もある。つまり、ビッグデータ解析を含むプログラムは長期的な視点での目標と、短期的な視点でのゴールを定義するなど、ロジックモデルに沿って計画していくことが重要である。提案したフレームワークにより、プランAで戦略的な挑戦を進め、プランBで事業に結びつくアウトカムを生み出すなどのマネジメントを、非専門家も含めた議論で決定することが可能となる。また、新たなサービスモデル創出などの付加価値化は、短時間後を含む未来予測というイノベーションが多く、それらのイノベーションの類型化により、ビッグデータ解析を含む様々なプログラムへの展開性を検討することができる。これらのことから、研究管理戦略観点でも、単純化したビッグデータ解析のフレームワークは有用である。また、単純化したビッグデータ解析のフレームワーク活用により、他分野への汎用性を促進できることから、複数のプログラムをもつ集団でのROIの考え方を整理しておく価値があると思われる。

8-6 ビッグデータ活用による地方創生とコミュニティデザイン

平成25年度情報通信白書[2]第3節では、ビッグデータの活用が促す成長の可能性が述べられ、その中で、地方自治体による道路行政への活用や農業への活用も紹介されている。また、一般財団法人計量計画研究所の名倉[21]は研究活動報告2015で、ビッグデータとオープンデータの活用による、地域の活性化や新サービスの創出を述べている。ビッグデータ解析が地方創生に活用されている事例は、地域経済分析システム（RESAS（リーサス））のようなシステムの開発[22]やニッポニア・ニッポンによる地域マーケティングにもみることができる。これらは、前節まで述べてきた、単純化したビッグデータ解析フレームワークの構築とは趣が異なり、ビッグデータ活用の事例である。しかしながら、ビッグデータ活用を様々な分野で応用する場合には適用は可能と思われ、地域活性化と地方創生には、提案したフレームワークのように「協働の場」の構築が有効と推察できる。山崎は、著書[23]の中で、人がつながるしくみを論じ、モノではなくカタチのないものをデザインする、と述べている。また、家族の突然の死から学んだことは、コミュニティデザインにおける「つながる」の徹底追及だった。地域の人の話を聞くことから始めることを、コミュニティデザインの柱とし「問題解決こそデザインの本質」とした。このことは、「協働の場」を創るプラットフォーム戦略の真髄として重要な示唆と思われる。

8-1 節で述べた商品力要素の顧客価値としての再定義， $[顧客価値]=[性能] \times [機能] \times [品質] \times [コスト] \times [デリバリ] \times [サービス] + [生活デザイン] + [社会デザイン]$ は，この戦略の真髓を，客観的なアーキテクチャ戦略として論じるためのものである．図 8-7 は，8-4-3 項で述べた水浄化システムを水道が行き届かない地域に設置することを想定した地域活性化のビジネスアーキテクチャを示す．インドでは，コミュニティデザインの最大の課題はライフラインの確保である．「地域の人と話す」には，地域の叫びと供給側の限界とのトレードオフの議論がある．如何に，インテグラル/クローズの技術があったとしても，あるいはモジュラーとなるパートナーがいたとしても，「教授」が難しい「生活デザイン」「社会デザイン」がインドにはある．たとえば，ヒ素除去機能をもった水浄化装置はそのメンテナンスが複雑になる可能性があり，メンテナンス方法を教授しても通じないケースが想定できる．その場合でも，事故時の供給側の責任は免れられない．あるいは，インドのみならず多くの新興国では，ペットボトル型の紫外線ランプを使った水浄化装置の取り組みが見られる．比較的きれいな川の水では使用できても，重汚染の水では使用できないなど，子供が誤った使用で健康を害するケースも考えられる．しかしながら，供給側の限界を超えるために，地域の人々の使用方法に条件を徹底することができ，安全にも万全を期すような話し合いが可能であれば，オープン/モジュラーに「生活デザイン」「社会デザイン」を配置できる可能性が出てくる．このことは，インドという過酷な土地であるため，山崎 [23] が進めるコミュニティデザインとは，次元が異なるかもしれないが，利用シーンも含めた相互理解に基づくという意味で共通性がある．概念としての「生活デザイン」「社会

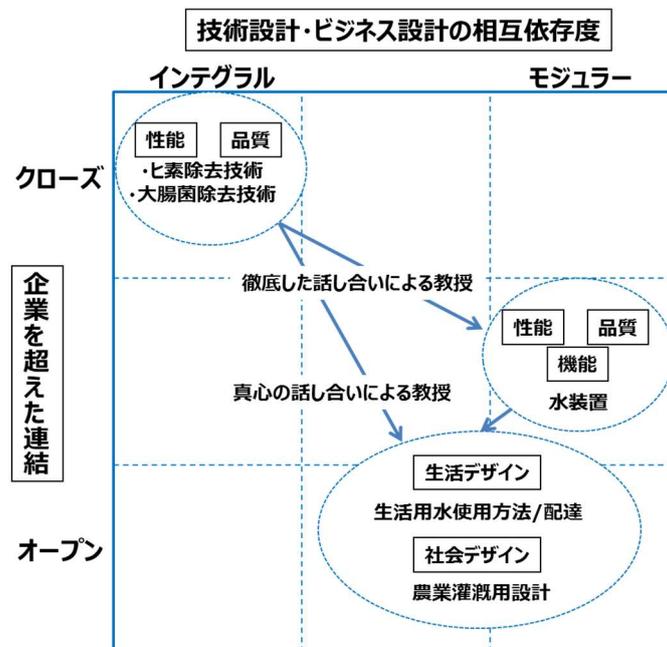


図 8-7 水浄化装置における地域活性化のビジネスアーキテクチャ

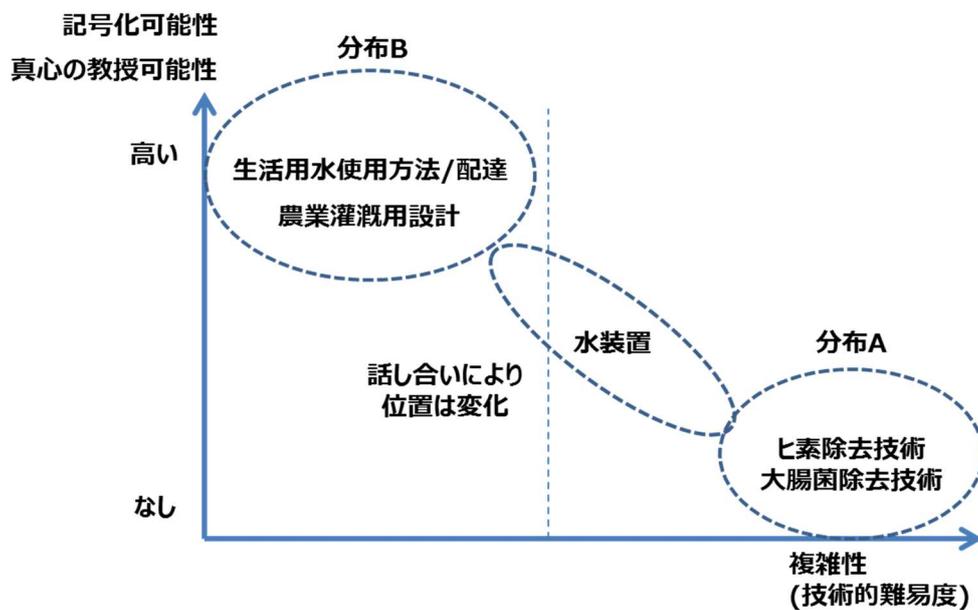


図 8-8 生活デザイン/社会デザインを含む顧客価値の Kogut and Zander の尺度によるマッピング(第 4 章第 3 節第 1 項の「分析方法」の(2)に基づく)

デザイン」とは、人とのつながりが基本であり、コトづくりにおけるデザインには、ロジックだけでは前進させられない事柄があることを考えなければならない。このことを、Kogut and Zander[24]が、技術移転の知識として唱えた「教授可能性」を「真心の教授可能性」と再定義し、図 8-8 に示す。

この「真心の教授可能性」は、地域のコミュニティに浸透する努力や、文化が違っていても教授方法を変更できる柔軟性をもった「協働の場」を作る能力が問われる。インドという極端な例ではあるが、通常の企業間の協業においても、契約には謳いがたい行間を読むようなカルチャーギャップに遭遇することがある。遭遇しても前に進めるか否かは「協働の場」の熟成度合いによってかわってくると思われる。

8-7 P2M 体系によるマネジメント

8-7-1 提案したビッグデータ解析フレームワークの 3S モデル全体での活用の考察

図 8-3 のスキームモデルにおける技術基本戦略とデータ解析研究戦略がどのようにシステムモデルへ連結され、サービスモデルではビッグデータ解析を含むプログラムがどのように評価されるかを図示したものが図 8-9 である。第一には、単純化したビッグデータ解析のフレームワークから生み出された事例や他分野の事例を、ステージゲートで活用することを示している。第二には、サービスモデルにおける、製品開発の結果としてまとめられたビッグデータ解析が寄与した ROI の算出などの経営視点のみならず、P2M 体系の基本精神である「多様化」「環境変化」への対応力醸成を促すための評価指標を設けている。このこと

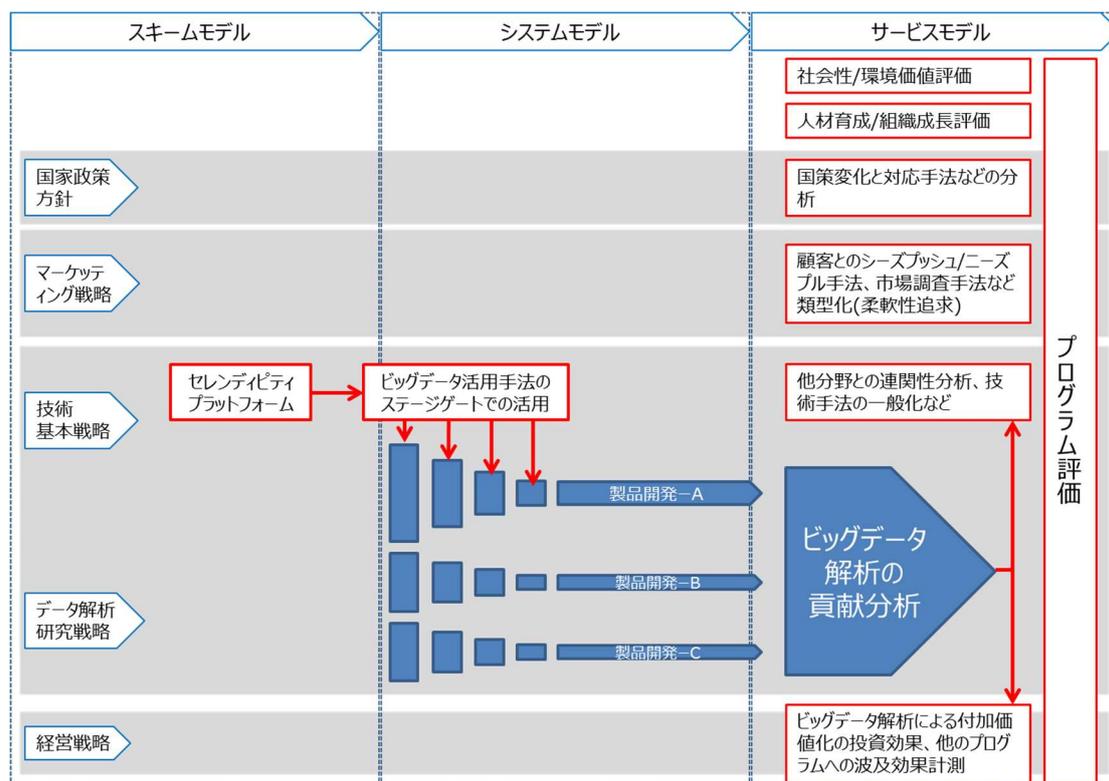


図 8-9 3S モデル全体での単純化したビッグデータ解析フレームワークの位置づけと活用

でプログラムを多面的に評価するとともに、他のプログラムへ評価手法を展開することでシナジー効果を企図する。提案してきたビッグデータ解析のフレームワークは、単純化したゆえに、他分野の参照もしやすくなり、ステージゲートでの議論活性化に寄与するものと考えられる。たとえば、分野が異なってもシステムの要求仕様には類似性をみることができる。一例としては、電子機器におけるノイズの除去や、応答性の改善、ばらつきの低減などの考え方は、普遍的な技術事項として属性をとらえることができる。電子機器におけるノイズの除去の考え方は、水浄化システムにおいてはヒ素の除去に応用できる可能性がある。他分野から自分野へ共通の属性を見出し、どうビッグデータ解析でシステムの高性能化に寄与するかを検討することができる。つまり、共通な属性をデータベース化していくことで、ステージゲートにおいて、より多くの技術的な判断材料を提供しやすくなると思われる。

8-7-2 プラットフォームマネジメントとアーキテクチャマネジメント

亀山と中山は[25]、地域活性化の事例分析の中で、プログラムマネジメントの手法とプラットフォームの形成の重要性を論じ、P2M 体系を实践できる人材の育成が重要であることを示した。多くの地方創生事業では、複数の企業や大学、自治体が共同で作業を進めている。エコシステム形成時には、このプロジェクトマネジメントにノウハウが必要である。パートナーシップが成立するか否かには、いかに共益的戦略を共有できるかが最も大きな要因で

あるが、本章で論じた単純化されたビッグデータ解析のフレームワークを「協働の場」として外部に提供できるか、は大きな差別化要因となる。地域住民などエンドユーザーとのコミュニケーション能力も重要な要件であり、地方に根付く小企業をネットワークする力が、隠れた差別化要因として作用する。本研究での戦略仮説である「データ解析環境をオープンにしたデータ蓄積基盤を備えるプラットフォーム戦略」において、データ解析環境はただオープンにすればパートナーが集まってくるとは思えない。提供するデータ解析環境の社会的意義や双方の Win-Win を基に、技術的にもビジネス的にも納得性のあるプラットフォームでなければならないと思われる。そのためにはこのプログラムマネジメントの実践が重要と思われる。その中でアーキテクチャマネジメントとの連携も重要である。図 8-7 図 8-8 に示したように、自社のコア技術をクローズにしながらも、いかにして教授可能性高め、[生活デザイン]や[社会デザイン]の要素をオープン/モジュラーに位置取りしていけるかが、重要である。「心の教授可能性」を高めることでデータ解析に有効な「データ蓄積」を自然増殖的に推進させることが可能であり、新たなプラットフォーム戦略として有効と考えられる。

8-7-3 価値指標マネジメント

ROI におけるビッグデータ解析の寄与に関する考え方に関連して、武富[26]はプログラムにおける予算配分と管理の関係などの考え方を明示した。本章では、研究開発におけるビッグデータ解析に関する予算配分の考え方として述べる。プログラム内で単純化したビッグデータ解析フレームワークを使い、プログラム内の全投資・工数から、何がビッグデータ解析にかけた投資・工数なのか評価をしやすいとすることができる可能性がある。また、ビッグデータ解析にかけた投資・工数で生み出した顧客価値を、他の研究開発による顧客価値と対比してみやすくすることができる。これらのことから、図 8-9 で示すサービスモデルにおいて、当該プログラムにおけるビッグデータ解析の研究開発費の考え方を以下のように考察した。

- ・当該のビッグデータ解析全体が、他分野への展開性が高い、と判断できる場合は、研究開発費における共通賦課費で充当するなどコーポレートガバナンスをかける。
- ・リスクの高いミッシングパーツがある状態のプラン A の進め方が、方法論として他分野へ展開できる、あるいは特許調査で同様の考え方が活況を帯びている場合は、同様に研究開発費における共通賦課費で一部充当する。
- ・他分野へ展開できない場合は、将来価値に実現確率を積算することで NPV の期待値として算出し、経営判断する。

これらのように、企業ごとのビッグデータ解析の研究投資の考え方として整理し、技術経営をより戦略的に進めることができると考えられる。また、単純に投資効果のみならず、マーケティング手法、つまり顧客へのヒヤリングやシーズのプロモーションなどの手法に反映していくことが容易になると考えられる。さらには、「多様化」「環境変化」への対応力の

評価指標観点では、

- ・技術効果として普遍的に活用するべく、セレンディピティプラットフォームへ入力数を計測する。
 - ・プログラムの社会性評価視点や人材育成視点で、たとえば国策変化や顧客動向の変化などがプログラム進行へ及ぼした影響などを分析したレポートを評価する。
- などを推進することで、技術戦略、ビジネス戦略の柔軟性を経営層とプログラムマネージャが考察することが可能になると思われる。また、ビッグデータ解析の非専門家であっても、ビッグデータ解析が及ぼした効果を多面的に評価することが可能になると考えられる。

8-8 小括

本章では、ビッグデータ解析による新たな付加価値実現を目指すプログラムにおいて、マネジメントを可視化する「単純化したビッグデータ解析のフレームワーク」を提案した。本提案により、ビッグデータ解析の非専門家であっても、プログラムでのビッグデータ解析に関する議論を活性化しやすくなり、円滑にマネジメントできることを示した。このフレームワークを用い、実際のビッグデータ解析の事例から、データ取得と目標とする付加価値実現の対応付けを可視化して示すことで、提案の妥当性を検証した。エネルギー系や環境系（水浄化）での事例では、プログラム推進上必要な要素にミッシングパーツなどボトルネックがある場合のプロジェクトの進め方を、単純化したビッグデータ解析のフレームワークを用い考察した。その結果、ビッグデータ解析などリスクを持つプログラムでの研究戦略効果を、プラン A, B で対比して示すことで、研究戦略の考え方を整理できることを検証した。また、本提案の 3S モデルでの親和性を考察し、ステージゲートでの活用、ビッグデータ解析に焦点をあてた ROI 分析の考え方を示した。これらのことにより P2M 体系におけるスキームモデルに、単純化したビッグデータ解析のフレームワークを配置する意義を明確にすることができた。

以上により、高度な技術を要するデータ解析検討においても、単純化したビッグデータ解析フレームワークなどにより、エコシステム内の参画者の多様化に寄与することを検証した。このことは、「エコシステム健全性」の3つの指標のうち、「堅牢性」「ニッチの創出」に有効と考えられる。また、盤石なプロジェクト体制構築の検討にも寄与することから「生産性」に対しても P2M 体系は有効と考えられる。すなわち、キーストーン戦略構築に必要な組織能力とエコシステムにおける協業力向上手法について分析し、P2M 体系の有効性が検証できたと考える。さらには、本章で提案した「単純化したビッグデータ解析フレームワーク」は、P2M 体系における「プラットフォームマネジメント」に資する重要な手法と考えられる。同時に本提案は、競争源泉としてのコトづくりへの対応力を醸成するための組織間連携戦略としても位置付けることができる。研究者・技術者は、使用する専門用語や起こる事象を平易に説明する力をつけ、マーケティングや間接部門は、起こる事象を平易な用語で理解し議論する習慣をつけることで、組織間連携を加速しやすくなると考えられる。

参考文献

- [1] 常盤文克：『コトづくりのちから』，日経 BP 社(2006).
- [2] 総務省ホームページ：平成 25 年度版情報通信白書第 3 節
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h25/html/nc113350.html>
(2016/7/1 閲覧)
- [3] 株式会社ビジネスコミュニケーション社：「ビッグデータ分析で人・モノ・情報の流れを近未来予測しつつでもどこでも快適な世界を目指す「himico」を開始」，月刊ビジネスコミュニケーション，Vol.52，No.3，NTT(2015).
- [4] 今井武：「フローティングカーデータを活用した「ホンダ・インターナビ」の環境・安全への取り組み」，電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集，"SS-28"- "SS-29" (2011) .
- [5] 金明哲，中村永友，山田智哉：『例題と演習でみにつけるデータ解析の基礎』，ムイスリ出版(2003).
- [6] 石村貞夫：『すぐわかる多変量解析』，東京図書(1992).
- [7] 上田太郎：『データマイニング事例集』，共立出版(1998).
- [8] 藤井聡：「交通計画におけるシミュレーション手法の適用可能性」，土木計画学研究・論文集，No.16(1999).
- [9] 西内啓：『統計学が最強の学問である』，ダイヤモンド社(2013).
- [10] 大谷尚：「4 ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案」，名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要(教育科学)，第 54 巻第 2 号(2007).
- [11] 吉田邦夫，山本秀男：『実践プログラムマネジメント』，日刊工業新聞社(2014).
- [12] 大野尚則，奥谷知克，藤井優武：「高齢者の歩行機能診断を目的とした運動特徴量計測」，情報処理学会インタラクション(2012).
- [13] 狐崎直文，安達栄治郎，増田卓，水澤純一：「KINECT のリハビリテーション用アプリケーションの実用化」，電子情報通信学会 信学技報(2012).
- [14] 伊藤慎英，加賀谷斉，才藤栄一，大塚圭，山田純也，谷川広樹，田辺茂雄，伊藤直樹，青木健光，金田嘉清：「リサーチ用図形を用いた分回し，遊脚期骨盤挙上，前足部接地歩行の定量化」，Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science(2012).
- [15] 東京大学阿倍研究室ホームページ：「研究室概要」，東京大学，2011-2015 年
<http://www.digitalgrid.t.u-tokyo.ac.jp/index.html> (2015/8/10 閲覧).
- [16] 経済産業省ホームページ「長期エネルギー需給見通し 2015 年」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai30/sankou1.pdf>
(2015/8/10 閲覧).
- [17] 資源エネルギー庁「ネガワット取引に関するガイドライン 2015 年」
<http://www.meti.go.jp/press/2014/03/20150330001/20150330001-2.pdf>
(2015/8/10 閲覧).

- [18] インフォメティス株式会社「公式ホームページ」：インフォメティス株式会社
(2013) <http://www.informetis.com/index.html> (2015/8/10 閲覧).
- [19] Panasonic Newsroom Japan : 「パナソニックの光触媒水浄化技術～光触媒と太陽光で安心して飲める水をつくる挑戦」 (2014)
<http://news.panasonic.com/jp/topics/2014/38815.html> (2015/8/10 閲覧).
- [20] シェリフ・A・エルサフィティ, アハメッド・シャハット, ボイチェック・バルコツキ : 「NIMSNOW」, Vol.10, No.2, p.6, 国立研究開発法人物質・材料研究機構(2010).
- [21] 名倉俊明 : 「地方創生とビッグデータ」, 一般社団法人計量計画研究所研究活動報告 (2015).
- [22] まち・ひと・しごと創生本部ホームページ : <https://resas.go.jp/> (2015/8/10 閲覧).
- [23] 山崎亮 : 『コミュニティデザイナー—人がつながるしくみをつくる—』, 学芸出版社 (2011).
- [24] Bruce Kogut, Udo Zander: Knowledge of the firm and the evolutionary-theory of the multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, 24(4)(1993).
- [25] 中山政行, 亀山秀雄 : 「P2Mプラットフォームマネジメントによる地域活性化の事例分析」 *Journal of the International Association of P2M* Vol.8 No.2, pp.71-82 (2014) .
- [26] 武富為嗣 「P2M による研究開発プログラムマネジメントのフレームワーク」, *Journal of the International Association of Project & Program Management*, Vol.4, No.1, pp.29-39,国際 P2M 学会(2009).

第9章 考察

第9章 考察

本章では、前章までのキーストーン構築フレームワークの検証の結果を、第3章で設定した太陽光発電事業での「対策アプローチ」の検討結果から考察する。その後、提案したキーストーン戦略構築フレームワークの妥当性の確認について述べる。また、戦略実行基盤「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」を、提案したフレームワークでいかに機能させるかについて考察する。

9-1 検証結果のまとめ

対策アプローチに関する考察

対策アプローチ-1: 「顧客価値を第1とした事業戦略と差別化戦略の構築」

第4章にて、電子機器システム事業にある主要なシステム LSI 企業のアーキテクチャを分析することにより、「インターフェースの支配」と「技術改版權の確保」が差別化戦略の重要な要素であることを示した。これらの要素を同時に顧客価値につなげることが「顧客価値を第1とした事業戦略と差別化戦略」の鍵と考えられる。また、商品力要素のアーキテクチャ上の位置取りを可視化分析することで、電子機器システム事業での知見を太陽光発電事業に展開できるなどの有用性を示した。第6章から第8章において、それぞれの章の研究結果をアーキテクチャ上の可視化分析として示すことで、太陽光発電事業を中心として他の事業への適用性も検証できたと思われる。第5章にて、太陽光発電事業におけるオープン&クローズ戦略に資する「技術イノベーション創出パターン」を明らかにした。この「技術イノベーション創出パターン」は、付加価値構造の深層にある基盤要素技術と顧客に近い層を結ぶパターンである。このパターンは基本的に、クラウドコンピューティングとの連携で成り立つものであり、「インターフェースの支配」と「技術改版權の確保」を実現しやすいパターンとなる。同様のパターンを持つ太陽光発電事業において、顧客価値のための差別化戦略のシーズとして太陽電池モジュールの劣化解析などを明確にした。クラウドコンピューティングとの連携で、劣化解析のアルゴリズムをクラウド側におき、劣化診断のためのインターフェースを太陽電池モジュールの等のハードウェア側におくことで「インターフェースの支配」を実現し、ハードウェアが更新されることによる劣化解析のレシピの変更を都度実施することにより「技術改版權の確保」を実行可能と思われる。また、第6章において、標準化技法の適用のために競争技術と非競争技術の境界設計の方法を示し、データ解析コンソーシアムによる太陽光発電所の信頼性向上と競争環境の両立手法を示した。顧客価値として、太陽光発電所の信頼性向上があり、第5章の結果とあわせ、データ解析を軸にした「インターフェースの支配」と「技術改版權の確保」が差別化戦略として有効であることを明確にした。「エコシステムの健全性」を測る3つの指標のうち主に「生産性」の向上と「堅牢性」の検討に寄与する手法として、アーキテクチャ論は有効であると考えられる。ま

た、第5章で論じ、第6章、第7章でも活用したシステム論は、システムにおける付加価値構造の考察と付加価値構造の将来的な変化（システムの揺らぎ）の検証に有効であると考えられる。将来的な変化における「システムの揺らぎ」の検証は、システムにおいて発生する変化の親和性の検証を意味し、ニッチ・プレーヤーによる挑戦的なアイデアの検証にも活用できるため「ニッチの創出」の検討に有用な手法と考えられる。第6章で検証した標準化戦略論の応用は、業界の健全な成長と公正な競争を促すため、「生産性」「堅牢性」に寄与すると考えられる。

対策アプローチ-2：「現在から未来への戦略持続性の検討」

第7章にて、多層化拡張 A-U モデルで検証した太陽光発電事業の KFS（Key Factors for Success）は、第5章で明らかにした「技術イノベーション創出パターン」から抽出した技術イノベーションと整合することを明らかにした。このことから多層化拡張 A-U モデルの有用性を立証し、現在から未来への戦略プロセスの手法として提案可能と考えられる。また、サイモン[1]の「システムの準分解可能性」や「予測に関する初期条件—外挿—の信頼性」から、多層化拡張 A-U モデルで導き出した結果を検証し、太陽光発電事業に関する事業意思決定に有用である可能性を確認した。このことから、多層化拡張 A-U モデル論は、「エコシステムの健全性」を測る3つの指標のうち主に、「堅牢性」の確保に将来にわたって有効であるかを確認することが可能な研究理論と考えられる。

対策アプローチ-3：「外部企業を含むプロジェクトマネジメント力の強化」

第8章にて、単純化したビッグデータ解析のフレームワークを検討することで、P2M 体系を適用した「協働の場」の運営の効果を一例として明らかにした。この「協働の場」は、単にプログラムやプロジェクトのメンバーの集合する場所を運営することが価値の本質ではない。技術者、非技術者など能力の種類が異なるメンバー間や、様々な企業文化をもつメンバー間を結ぶ工夫と共通のマネジメント思想を持たせる工夫が基本的な付加価値である。また、議論の命題に関して明確な検討手法を持つことも付加価値でなければならないと思われる。第6章で、競争技術と非競争技術の境界設計を基本とし、参画者の資産共有を効率化する標準化技法を示した。顧客戦略と差別化戦略のための商品力要素のオープン&クローズの議論においても、可視化ツールを活用しながらメンバー同士で共有して進めることが、「協働の場」で進めるべき命題である。決して中核企業の独断で戦略検討を進めるのではなく、ニッチ・プレーヤー含めた検討を、参画者それぞれの立場からみた戦略と整合性を確認しながら検討することが「協働の場」では重要と考えられる。これらのことから、「協働の場」はエコシステムにおけるプロジェクトのマネジメントの基本手法として高度化する価値があると思われる。キーストーン戦略の理解と推進上の工夫を創出するのは、組織や人の能力であることから、企業風土として醸成することでプロジェクトマネジメント力が強化できると考えられる。したがって、P2M 体系は、「エコシステムの健全性」を測る3つ

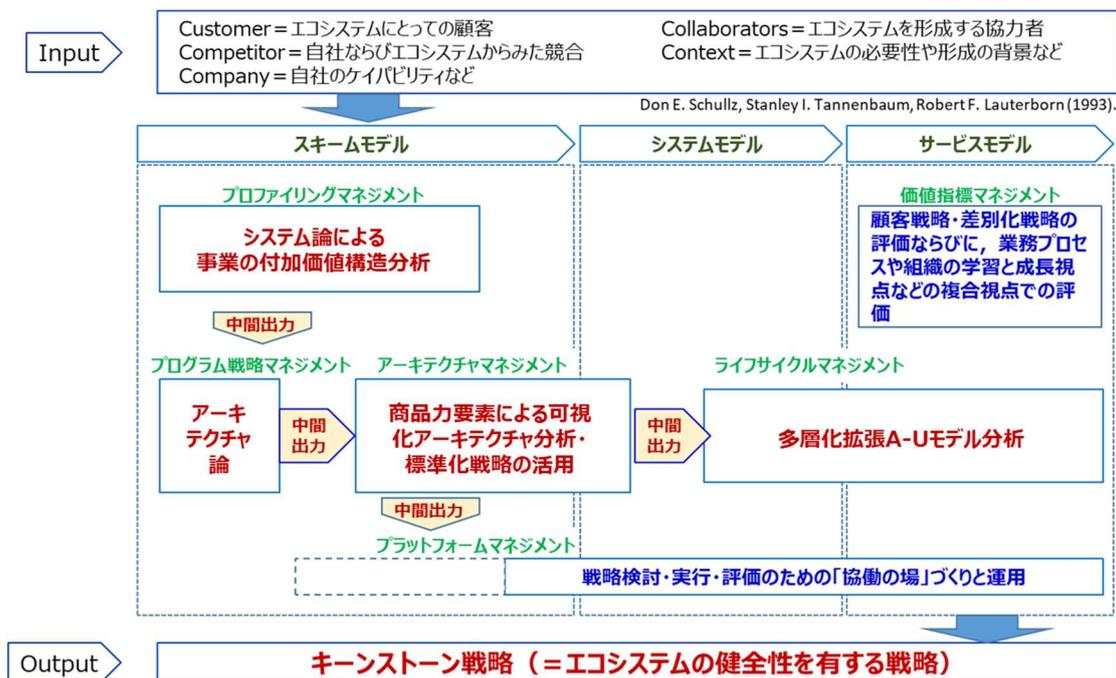


図 9-1 本研究内容の P2M 3S モデルへのマッピング

の指標すべてにおいて有効な検証手段を提供するものと考えられる。図 9-1 に本研究内容の P2M 3S モデルへのマッピングを示し、詳細に説明する。スキームモデルにあるプロファイリングマネジメントにおいては、不確実な時代での外部環境要因が変化する事業での戦略策定方法を、多層化拡張 A-U モデルによる仮説化と技術イノベーション創出パターンの類型化と整合をとることによる「仮説と検証」の枠組みを提示することで説明した。つまり、システム論は、プロファイリングマネジメントの目的である「具体的な作業への詳細化」に有用である。また、システムの準分解性[1]により、付加価値構造を分析し、個々の要素の役割を分析することに繋げうる。このことは、「不確実な時代への対応」に寄与すると考えられる。

同じくスキームモデルにあり、プログラム戦略マネジメントにおいては、内部外部環境要因分析から事業戦略の抽出というプロセスをアーキテクチャ論を用いて考察してきた。また、検証ツールとして商品力要素によるアーキテクチャ上の位置取り分析により属性として類似性のある事業を検証する方法は、プログラム戦略マネジメントに寄与するものと考えられる。

スキームモデルからシステムモデルにまたがるアーキテクチャマネジメントにおいては、製品アーキテクチャ論での分析が結果として P2M でのアーキテクチャマネジメントにつながっていることを示した。すなわち、具体的な商品戦略仮説の抽出を、

- ・ オープン&クローズ戦略手法の議論(オープン要素クローズ要素の一覧化による議論)
- ・ 標準化戦略の議論は競争技術と非競争技術の境界設計

で進め、

- ・製品アーキテクチャ戦略の部門への落とし込みによるプロジェクトアーキテクチャの構築

とつながっていくことを示した。

システムモデルからサービスモデルにまたがるライフサイクルマネジメントにおいては、多層化拡張 A-U モデルによる分析で、

- ・有効な将来戦略の抽出とライフサイクルマネジメントへの反映
- ・中長期のライフサイクルと短期のライフサイクルの視点の融合マネジメント

を示した。

サービスモデルにある価値指標マネジメントにおいては、結果に対する評価における、差別化戦略と組織戦略のマッチングによる戦略プロセス構築の重要性を、第 8 章で示した。このなかで、自組織による評価のみならず、他組織との連携マトリクス観点での評価の手法を示した。

全モデルにある、プラットフォームマネジメントにおいては、「協働の場」作りの有用性から、組織間や文化の違う企業間をマネジメントするツールの開発が重要であることを示した。また、組織間や文化の違う企業間を結ぶセレンディピティプラットフォームを運用することは、新たなビジネスアイデアや技術イノベーションの発見につながると考えられる。

以上のことは、キーストーン戦略を支える P2M 体系であり、戦略実行の基盤として活用可能と思われる。キーストーン戦略構築のためには、自社の能力など内部環境要因、パート

表 9-1 構築フレームワークの本研究のケースでの評価結果

エコシステム健全性指標		評価結果
生産性	・イノベーションの伝達	過去の事例として実績のある電子機器システム事業の 成功と失敗のアーキテクチャ を分析。 競争力のある顧客戦略 は、価値提供における「 インターフェースの支配 」と「 技術改版權の確保 」であり、このことを、 太陽光発電事業へ適用するべくアーキテクチャ上で商品力要素により可視化検討した。 → 現在戦略を実行中である。
堅牢性	・エコシステム構造の持続性 ・予測可能性 ・陳腐化の回避	P2M体系を活用した「協働の場」の運営 を「ビッグデータ解析」の事例研究により検討し、情報蓄積手法としても検証し有効である。また、 標準化戦略を活用した参画企業の効率的な資産共有を検討中。 → ビジネスアライアンスを形成しさらなる参画者を交渉中。 多層化拡張A-Uモデル による「異分野を連結した将来戦略検討手段」の提供と「データ解析」を軸とした将来戦略の拡大化を決定。 → ニッチ・プレーヤー含めた戦略ロードマップを策定。
ニッチの創出	・企業の多様性の増大	システム論からのアプローチ によりニッチ発見力と育成力の向上手法を具体化。 → 従来発想にはなかった草刈り業者との連携などを決定。

ナーの状況や競争環境など外部環境要因などの5Cと、それらの未来に向かっての分析など「多角的な検討」が必要である。この意味で4つの戦略論とP2M体系の連携の枠組みは「多角的な検討」に有効と思われる。また選定した各理論はエコシステム健全性の検証に対して有効と考えられる。表9-1に、表2-1で示したエコシステム健全性指標に関して本研究のケースでの評価結果を示す。

9-2 提案の妥当性確認に関する考察

戦略実行基盤「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」を、提案したフレームワークによりいかに機能させるかについて以下にまとめる。

第1章で述べたように、太陽光発電事業は、産業政策による牽引から市場原理による競争へ変遷する途上にある。そのため、今後、コストダウン要求と並び、信頼性向上のためのO&Mの高度化が益々要求されると思われる。この過程では、エコシステムなどビジネスモデルの再編がさらに進むと考えられる。第3章で述べたように、太陽電池モジュールなどを中心に中国と台湾が圧倒的なシェアを持ち、かつての液晶産業のような業界地図が、事業の黎明期から加速してきた。太陽光発電所においては、システムトラブルや装置故障も多く、太陽電池モジュールもコストダウン要求に伴う品質懸念が予期されるが、距離的な問題もあり信頼性課題としてなおざりになる傾向が否定できない。このため、第6章で述べたように、データ解析コンソーシアムを通じて、品質技術のグローバルネットワークとO&Mの効率化のためのエコシステム構築が、今後の信頼性向上の鍵を握ると考えられる。また、発電所は全国各地に散在することから、地方の企業が、施工のみならずO&Mによる発電量の維持向上を最前線で実施することになる。地方の企業は、必ずしもすべての企業がデータ解析の知識を持っているわけではない。しかしながら、顧客との信頼関係の構築は、こういった地方の企業が担っている。データ解析は、大企業など少数の企業で進めるのではなく、地方の企業とWIN-WINの関係で進めていくことが、解析技術そのものの品質向上とデータ解析の精度を上げる意味で重要と思われる。地方の企業は、その土地での顧客からの信頼で、データ解析のためのデータを取得すると共に、現場でしかわかり得ない事象を発見する能力に長けている。基本的なデータ解析を担う企業は、地方の企業への貢献とデータ連携により解析能力をさらに高めていくことが期待できる。そこで、電子機器システム事業で培ったノウハウにより、非競争技術で連携するコンソーシアムによるデータ解析が想定できる。ここでは、ノウハウを持ち寄り、ネットワークによる品質情報の交換や議論、可能な企業はグローバルな情報も持ち寄ることができる。また、データ解析技術の基本は、非競争技術として共有し、尖鋭的な開発は競争技術と定義し、自由に競争させる。このことで、多くの共同のデータ蓄積から各社ある一定の制約のもと競争していくことが可能と考えられる。したがって、データ解析環境をオープンにすることで、地方の企業を中心に参画を促し、「協働の場」での非競争技術の共有とデータ蓄積を進めることが可能と考えられる。このようなビジネスエコシステムを構築することで自然増殖的にデータは蓄積され、さらにデータ解析力

を高めていくことが期待できる。

データ解析は使い方においては教授可能性も記号化可能性も高い。しかしながら、データ蓄積そのものは伝搬性がなく、データ解析のサブシステムとしてデータ加工をクローズにする手法が取り得る。データ解析全体像では教授可能性/記号化可能性が高く見えるが、「なぜその解析ができるか」は、データ蓄積とデータ加工ノウハウによるものと考えられる。したがって、中小企業であっても機密保持をしながら顧客価値を実現可能と考えられる。アーキテクチャ上の位置取りによりオープン&クローズ戦略を検討するために用いた Kogut and Zander[2]の尺度によるマッピングを図 9-2 に示す。図 9-2 において、分布 A-B 間の距離が長く落差が大きいほど顧客価値の高い差別化戦略が可能である。分布 B はサービスビジネスを意味し、分布 A はサービスビジネスを支えるバックエンド技術と考えることができる。また、データ蓄積のように技術的難易度は低い、教授可能性のない、あるいは必要のない「分布 A を支える分布 C」を持つことで、より競争力が高いプラットフォーム戦略を実現可能と思われる。一般化すると、

- 1) Kogut and Zander の尺度によるマッピングで、分布 A と B を持つことが「オープン&クローズ戦略に必須条件であり、A と B の距離が長いほど強固な戦略となる。
- 2) 分布 C をバックエンドの中のさらなるバックエンドとして保持することは、プラットフォーム戦略の不可侵性をさらに強固なものとする。

である。具体例としては、初期費用ゼロ毎月定額制のモニタリング&データ解析サービスによるデータの蓄積で、分布 C を増殖できる可能性が高いと思われる。この場合、サービスは、データ解析そのものでなくても、他のサービスとのアグリゲーション形態も可能と思われる。たとえば、地域密着型サービスとモニタリングサービスとの連携で、顧客価値を提供

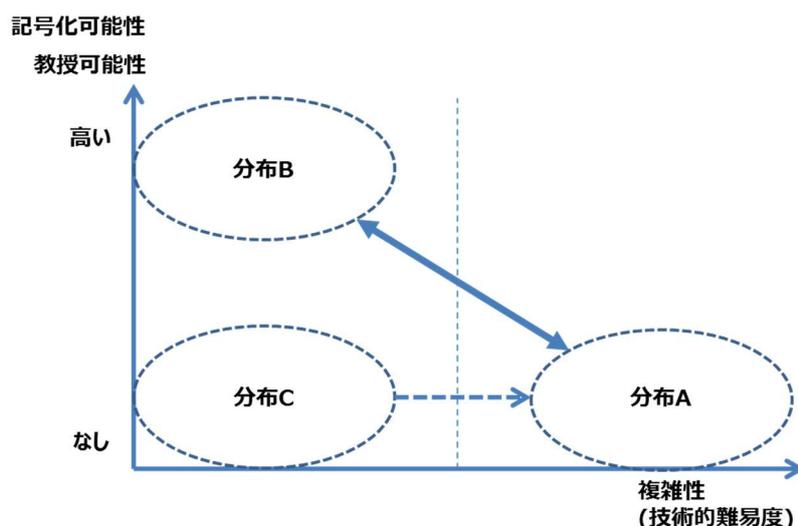


図 9-2 差別化戦略考察のための Kogut and Zander[2]の尺度によるマッピング
(第 4 章第 3 節第 1 項の「分析方法」の(2)に基づく)

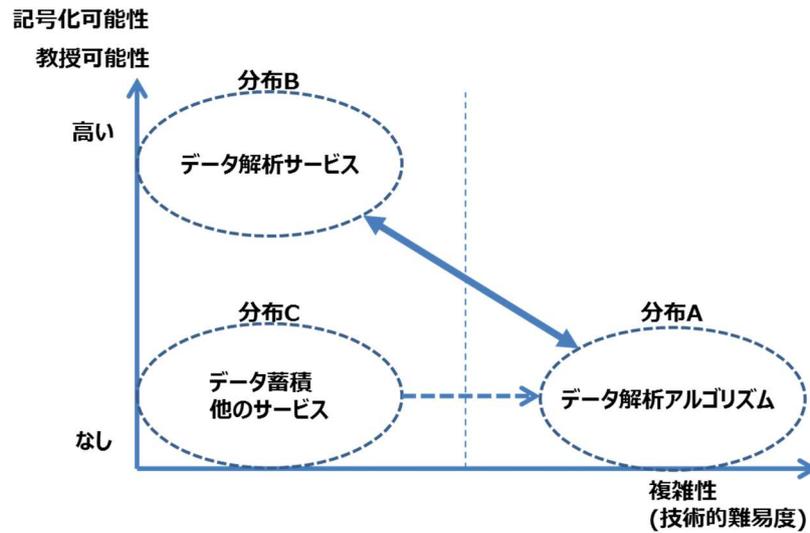


図 9-3 戦略実行基盤の Kogut and Zander[2]の尺度によるマッピング
(第 4 章第 3 節第 1 項の「分析方法」の(2)に基づく)

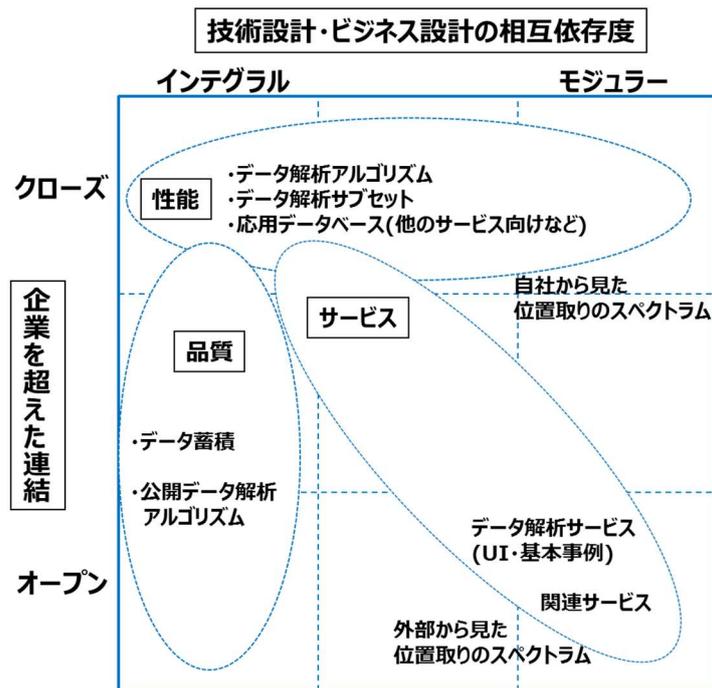


図 9-4 戦略実行基盤のアーキテクチャ上の位置取り

しながら発電所データを獲得し、ステルス的[注 1]に拡大していくことが可能と思われる。これらのことを Kogut and Zander[2]の尺度によるマッピングで示すと図 9-3 のようになる。また、アーキテクチャ上で示すと図 9-4 のようになる。第 4 章で述べたアーキテクチャマネジメントによる顧客戦略と差別化戦略の位置取りと整合させることができると考えられる。

表 9-2 データ蓄積とデータ解析技術構築の仕組み作りのためのプラットフォームを実現するための検討

Input							
Context	太陽光発電所の信頼性向上のために新たな戦略が必要 ⇒プロファイリングマネジメントへ						
検討内容 Input 具体例	プロファイリング マネジメント	プログラム戦略 マネジメント	アーキテクチャマネジメント		ライフサイクル マネジメント	プラットフォーム マネジメント	
	ミッションの具 体化	アーキテクチャ 論による顧客 戦略と差別化 戦略実現力の 分析	システム論によ るニッチ含めた 事業推進枠組 みの構想	標準化戦略論 を活用した外 部(エコシステム 内部)との連携 手法の分析と 構築	未来への戦略 力継続性の検 討	戦略検討・実 行・評価のため の「協働の場」 づくりと運用	
Company	N社, I社	A	A	A	A	A	A
Collaborators	中小O&M事業者, 草刈り/パネル洗浄 事業者・アセットマ ネージャー		B or A	B or A	B or A	B or A	B or A
Customers	プラントオーナー 投資家		C				
Competitors	高度モニタリング事業 者(M社) 中堅以上O&M事業 者(S社L社など)		C				

検討主体：A 検討副：B 検討対象：C

ここで、太陽光発電所モニタリングサービスと他のサービスとのアグリゲーションにおいては、あくまで Win-Win ベースでキーストーン[3]の役割を目指すことが望まれる。ここでの、キーストーンの役割とは、「データ蓄積の公平性の担保」「競争技術と非競争技術の境界設計」「O&M 事業者の支援」などと考えられる。その中で、高度データ解析、ローカルイ

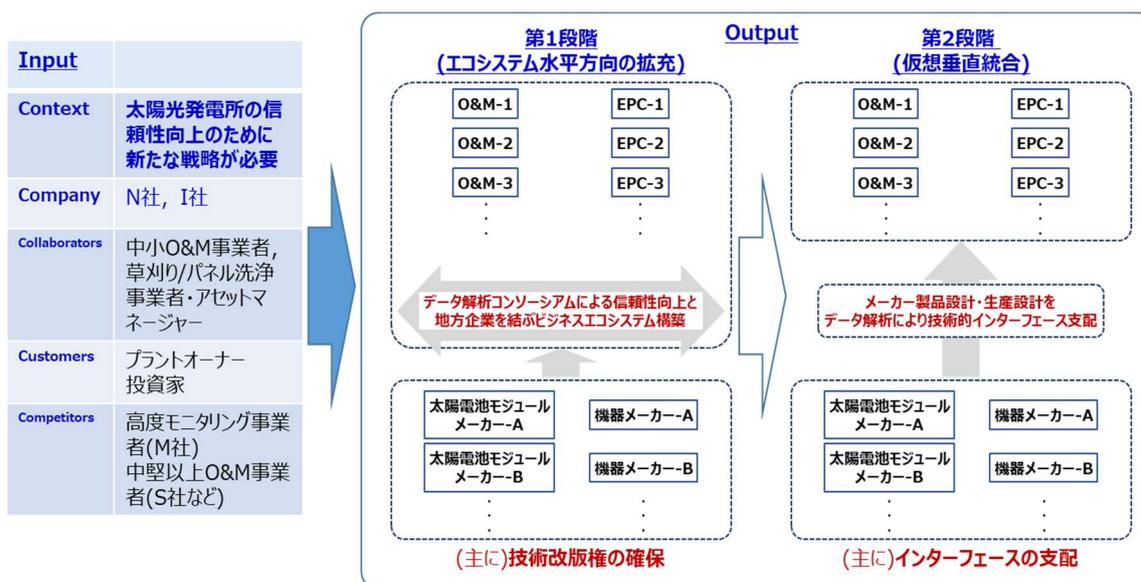


図 9-5 データ蓄積によるプラットフォームの戦略ダイナミズム

インテリジェンスによるデータ解析，サービスモデル推進を目指すニッチ・プレイヤーの健全な発展にまい進することが肝要と思われる。以上のことを，5C を入力として考えた場合，「データ蓄積とデータ解析技術構築の仕組み作り」による業界リーダーシップの確立が Context であり，表 9-2 左に示すような手順で Company, Collaborator, Customer, Competitor を位置づけて検討することができる。また，品質を作り込むメーカーと O&M 事業者の関係の中では，図 9-5 の第 1 段階に示すように，中間にあってエコシステム構築の中で，太陽光発電所の信頼性を向上させる役割を果たすことが望まれる。同図の，第 2 段階では，データ解析による技術的インターフェース支配を進め，製品設計や太陽電池モジュールなどの生産設計にも影響をもつ「仮想的垂直統合」を目指すことを検討することができると思われる。同図に示すように，第 1 段階では主に「技術改版權の確保」第 2 段階では主に「インターフェースの支配」を「データ蓄積とデータ解析技術の仕組み作り」の中で実行していくことで，「生産性」「堅牢性」の高いキーストーン戦略が構築可能と考えられる。このエコシステムの中でパートナーを増殖させ，「ニッチの創出」も実行しやすくなると考える。第 3 章で述べたように，太陽光発電事業の構造は，太陽電池モジュール生産が水平分業化しているため，信頼性向上のためのすり合わせを進めにくい状況にある。太陽光発電所の信頼性向上のために，データ解析コンソーシアムによる対策を第 6 章で検討した。このデータ蓄積は，キーストーン戦略[3]により，太陽光発電所に隣接する地方企業などとの連携やサービス企業との連携が進めるが，最終的には，製造と設置現場を結ぶ垂直方向の仮想的な統合が信頼性向上を盤石にすると思われる。PC ブランドメーカーが台湾ボードメーカーに対応した戦略[4]も同様であるからである。また，別の戦略視点では，第 7 章第 6 節で農業 IT と融合したビジネスアーキテクチャについて述べたように，ローカルインテリジェンスを統合することで水平展開型のビッグデータを武器としたエンジニアリング戦略を，第 1 段階以降には獲得できる可能性がある。戦略実行基盤「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」は，顧客戦略視点では，キーストーンとしてあくまでエコシステムとしてのプラットフォームの健全性を目指し，差別化戦略視点では競合にはステルスの[注 1]にエコシステムを構築することを含意として構築していくものと考えられる。以上考察してきたことを含め，次章にて結論を述べる。

注釈

[注 1] ステルス(stealth)：「隠密」，「こっそり行うこと」という意味。例として，レーダーに対する低被探知性をもつ飛行体をステルス機といい，ステルスマーケティングとは「消費者に気づかれないように行われる宣伝活動」を意味する。

参照文献

- [1] ハーバード・A・サイモン：『システムの科学(第 3 版)』，パーソナルメディア社(1999)。
- [2] Bruce Kogut, Udo Zander: Knowledge of the firm and the evolutionary-theory of the multinational

corporation. *Journal of International Business Studies*, 24(4), pp. 625-45(1993).

- [3] マルコ・イアンシティ, ロイ・レビーン:『キーストーン戦略(イノベーションを持続させるビジネス・エコシステム)』杉本 幸太郎 (翻訳), Harvard Business School Press(2007).
- [4] 新宅純二郎, 天野倫文:『ものづくりの国際経営戦略-アジアの産業地理学』, 有斐閣, (2009).

第 10 章 結論

第10章 結論

本研究の目的は、「企業が、有効な『キーストーン戦略』を策定するための理論的枠組みと戦略構築方法を、フレームワークとして提案する」ことであった。また、提案の有効性を主に「太陽光発電事業」を事例として取り上げて検証し妥当性を確認してきた。この目的のために、1)内部環境分析 2)外部環境分析 3)将来戦略 4)イノベーション戦略 5)全体マネジメントの5つの検討視点で統合し共通のマネジメント思想で連携させるフレームワークが有効である、との仮説を立てた。これらの検討視点でキーストーン戦略を構築するために、アーキテクチャ論、システム論、標準化戦略論、A-Uモデル論、P2M体系を用いて検証を進めてきた。本章では、仮説の検証結果と進めてきた研究の結論について述べる。また、今後の課題について述べる。

10-1 提案の妥当性確認の結果

第9章で述べたように、提案したフレームワークを用い、キーストーン戦略におけるエコシステム健全性の実現性を評価してきた。表10-1に、提案したキーストーン戦略構築フレームワークを太陽光発電事業に適用し妥当性を確認した結果を示す。同戦略を形成するコアである「エコシステム健全性」における、「生産性（イノベーションの伝達）」「堅牢性（エコシステム持続性、予測可能性、陳腐化の回避）」「ニッチ創出（企業の多様性の増大）」の

表10-1 フレームワークの妥当性確認の結果

エコシステム健全性指標		太陽光発電事業でのフレームワークの妥当性確認内容
生産性	イノベーションの伝達	電子機器システム事業での顧客戦略と差別化戦略の手法を太陽光発電事業へ伝達：太陽光発電所信頼性向上のためのデータ解析技術での「インターフェース支配」と「技術改訂版」の要件を検討し、(クローズ)高速ネットワーク技術、(オープン)データ解析インターフェースとインシデント時アラーム仕様、などで戦略を構築。これをベースにO&M業者の業務効率化アプリケーションを開発。
堅牢性	エコシステム構造の持続性	IoT開発会社のプロマネ基盤を太陽光発電事業者へ移植、共通のマネジメント基盤を持つことで共同開発を効率化。⇒IoTプラットフォームによるエコシステム運営の円滑化。
	予測可能性	「データ解析技術」を一例に競争技術と非競争技術を峻別し、ビジネスアライアンス参画者の賛同を獲得するとともに、データ解析技術ロードマップを構築。
	陳腐化の回避	データ解析によるビジネスの拡大を太陽光発電事業者のアセットマネジメント部門と検討、将来戦略の妥当性を確認。また、電力小売やEVなどモバイルバッテリーを管理するIoTプラットフォームの有効性を、多層化拡張A-Uモデル論を活用した戦略ロードマップ議論で確認。
ニッチ創出	企業の多様性の増大	パートナーのポートフォリオ化を進め太陽光発電事業者の戦略検討に使用。今後上記プラットフォームを活用し、地方のO&M業者へのキャンペーンを強化。 ⇒草刈り業者、洗浄業者などとのアライアンスをエコシステム内で検討開始。

それぞれに対して、表 2-1 で示す本研究でのケースに基づき検討を進めてきた結果である。

10-2 結論

キーストーン戦略構築フレームワークを、アーキテクチャ論、標準化戦略論、システム論、A-U モデル論の4つの戦略論と、P2M 体系により組み上げ、手順を含めて提案し、「エコシステム健全性」の検討に有効であることを検証してきた。提案したフレームワークを太陽光発電事業におけるキーストーン戦略構築に適用し妥当性を確認した結果、OM サービス事業としての効率が飛躍的に向上し、ビジネスアライアンス（エコシステム）参画企業を増加させる効果などを得た。また、「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」を推進することがキーストーンとしての主要な役割の担う。これらにより、太陽光発電事業において効果的な戦略シナリオを構築可能であることを確認した。すなわち、提案は、キーストーン戦略構築フレームワークとして妥当であると結論付けられる。

10-3 今後の課題

本研究では、キーストーン戦略構築フレームワークを提案し、検証ならびに太陽光発電事業において実証的に妥当性を確認してきた。一般的に事業の目的は「顧客価値の向上」とその報酬としての「利益」であるが、その実現手段としては商品やサービスそのものの「差別化戦略」と、プラットフォーム化など婉曲的な戦略がある。キーストーン戦略は、ある意味さらに婉曲的であり、見方によってはステルスの[注 1]な戦略手段である。今後の課題としては、この婉曲性をいかにスマートに実行できるかがあると思われる。そのためには、事例研究の拡大によるキーストーン戦略構築フレームワークのさらなる進化を図る必要がある。具体的には、構築フレームワーク内の戦略論/マネジメント論によるエコシステム健全性指標での測定の幅を拡げ、具体事例により実証を積み上げていくことである。たとえば、第6章で述べた、「競争技術と非競争技術の峻別」と有効なパートナーシップの構築を図ることによってニッチ・プレーヤーの参画数と彼らの事業規模の拡大を計測することが考えられる。技術的には、「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」によるコスト削減などをエコシステム内でマクロ的に計測することも必要である。また、パートナーとの間で様々な問題点が提起されることが予測されるため、調整機能をいかにエコシステムの中で確立できるかが重要である。この調整能力を持ちうる人材の育成も大きな課題である。

また、研究ツールとして、アーキテクチャ論による商品力要素の位置取り分析や多層化拡張 A-U モデルを提案し、イノベーション論などとともに用いて論証してきた。「顧客価値の向上」では、取り巻く社会環境や、顧客が抱く価値観の脈動をどのように検出できるかを、継続的に検討する必要のある課題と思われる。太陽光発電所の投資環境はこれから、インフラファンド市場によるものが増えていくと思われるが、一般投資家への「投資商品」は、他の債券との融合化など複雑性を増すと思われる。その際のデータ解析サービスはどうあるべきか、融合化された債券商品の属性との相関性などが技術開発の優先順位に影響を与え

る可能性がある。つまり、投資ポートフォリオと顧客の反応に注視し、どのように必要なデータを検出し、どのようにデータ解析を進めれば効果が高いか、などの検討も課題になると思われる。このために、投資商品の経済のダイナミズムからくる複雑性を、技術者含めていかに理解できるか、「協働の場」の進化が望まれる。言い換えれば、「データ蓄積とデータ解析技術の構築の仕組み作り」が、企業間ネットワークにおけるキーストーン要件であることをさらに実証していくことである。

実務的には、キーストーン戦略として O&M におけるメンテナンス手法の標準化を実務者と議論を進める必要があると考えている。メンテナンスの手順などは、発電所ごとに自由であってもいいと思われるが、メンテナンス内容は、発電所の規模別に、標準を規定していくことが重要と考えられる。そうすることで、コストと安心安全などの信頼性基準に一定のコンセンサスが得られ、メンテナンス・スピードやツール品質などは自由に競争可能と思われる。折しも、JPEA などが主導し、2016 年 12 月太陽光発電システム保守点検ガイドラインが制定された[1]。今後、メンテナンス技術の進化などにおいて標準化過程での技術戦略の織込みが重要になると思われる。また、このような標準化プロセスを新興国へプラットフォームもしくはターンキーソリューションとして提供し、2 国間クレジットなどで太陽光発電所建設事業を受注するなどのトレードオフ戦略が重要になると考えられる。

また、太陽光発電所の形態は、基本は変化しないと思われるが、他のインフラとの融合など、様態の変化は可能性があると思われる。その際に必要なシステム要件について考察する必要があるが、第 7 章で述べたホメオステイシスの考察は、事業戦略の予測について重要な情報になると思われるため深耕の価値があると思われる。

注釈

[注 1] ステルス(stealth) : 「隠密」, 「こっそり行うこと」という意味。例として、レーダーに対する低被探知性をもつ飛行体をステルス機といい、ステルスマーケティングとは「消費者に気づかれないように行われる宣伝活動」を意味する。

参考文献

[1] 太陽光発電協会 : 「太陽光発電システム保守点検ガイドライン」

http://www.jpca.gr.jp/pdf/161228_pv_maintenance.pdf (2017/1/8 閲覧)

付 録

付録

業績リスト

1. 公刊論文（査読有）

- [1] 垣本隆司, 久保裕史：「簡単化したビッグデータ解析フレームワークを用いたプログラムマネジメントの検討」, 国際 P2M 学会誌 Vol.10, No.2, 2016.2, pp39-54

(要旨)

ビッグデータの解析は、統計解析や数理解析などの専門的内容を含み、かつ広範囲で行う必要があるため、非専門家がビッグデータ解析を含むプログラムマネジメントを行う場合、困難に突き当たることが多い。本研究ではその対策法として、「簡単化したビッグデータ解析のフレームワークをスキームモデルで活用すること」を提案し、ヘルスケア系、エネルギー系、環境系などの仮想的な事例によりその有効性を検証する。さらに、技術上もしくはビジネス上のボトルネックが存在するケースでも、本フレームワークの適用により、当該プログラムが前進できる可能性があることを示す。以上の検討結果から、本フレームワークを用いたマネジメントにより、短期的および長期的なアウトカムを計画しやすくなることを示唆する。また、本フレームワークのステージゲート制における活用と ROI 面での考え方を検討し、P2M における親和性を確認する。

- [2] 垣本隆司, 久保裕史：「システム LSI 事業における「成功の本質」アーキテクチャ論的検証(1)—戦略研究の基点になるものについて—」, 日本生産管理学会論文誌『生産管理』 Vol.23, No.1, 2016.4, pp.10-17

(要旨)

システム LSI 事業の変遷の中で、同事業で展開された商品の価値を、[商品力]=[性能]×[品質]×[機能]×[コスト]×[デリバリー]×[サービス]の要素に分解し、以下の点を明らかにした。アナログ時代の顧客側（機器メーカー）と供給側（システム LSI メーカー）の間の最も重要なすり合わせ課題は、[性能]×[品質]を決定づける「ノイズの低減」であった。しかし、デジタル時代になると、ノイズは専ら供給側で解決すべき課題となり、両者間の最も重要なすり合わせ課題は、[機能]の実現へと移り変わった。さらには、この変化の先には、再び[性能]×[品質]に加え[コスト]での顧客価値創造に回帰していった。これらの事象をアーキテクチャ論上で示しながら、システム LSI 事業の経営戦略として可視化する。

- [3] 垣本隆司, 久保裕史：「半導体事業との比較による太陽光発電事業における標準化戦略の考察」, 標準化研究学会学会誌「標準化研究」 Vol.15 No.2 2017.3, pp.1-22,

(要旨)

日本でも固定価格買取制度導入により太陽光発電所の普及が飛躍的に拡大している。しかしながら、太陽光発電モジュールの信頼性やシステム全体の品質課題は多くの問題をはらんでいる。太陽光発電事業における課題を、半導体事業との対比により分析を進めた。半導体事業の歴史では、品質課題への対応は顧客満足を基本に段階を踏んで成熟していった。それに対し太陽光発電事業では、市場黎明期から太陽光発電モジュール製造が実質的に水平分業化し、本来あるべき品質課題への対応のしきみが欠如している。この対策としてデータ解析コンソーシアムを品質課題への対応のしきみとして提案し、課題への対応を標準化視点でとらえ有効性を検証した。さらには、太陽光発電事業での IoT(Internet of Things)適用の可能性を検討し、生産性向上と品質向上のしきみとしての有効性を示唆した。

2. 国際会議

[4] Kakimoto.T., H. Kubo.: "KFS Prediction for Energy Management System Enterprise by Analyzing Similarity to System LSI Enterprise", Innovation, Management and Industrial Engineering Sapporo, (2015), 有査読 Proceeding (2015年6月札幌開催)

(Abstract)

The extensive damage caused by the earthquake in Tohoku, Japan on March 11, 2011 has greatly triggered people's desire for clean energy sources such as solar photovoltaic (PV) and wind power. Moreover, most people are aware of the necessity of saving energy, while they witness progress in the development of Home Energy Management System (HEMS) and Community Energy Management System (CEMS), and controversial discussions in these subjects. Authors have been analyzing system LSI business strategy and its value chain structure, which shows a contribution scheme for customers' value. Further, we have surveyed that the EMS business has several similarities to system LSI business. From this perspective, we aim to depict the key factors for success (KFS) of the EMS business while referring to the history of system LSI business strategy. This thesis concludes that EMS business has a possibility to trace the same business strategy as that of system LSI for differentiation in creating customer value while trying to find a combination between material technology and information technology (IT) in value structure.

[5] Kakimoto.T., H. Kubo.: 「半導体事業との比較による太陽光発電事業における標準化戦略の考察」, International Society for Standardization Studies. The 4th International Conference. (2015年11月台湾開催)

[6] Kakimoto.T., H. Kubo.: "A Study of the Abernathy and Utterback Multi-Layer Model for Photovoltaic Business Strategy after the Feed-in Tariff System in Japan", International Symposium on Economics and Social Science, (2016), 有査読 Proceeding(Outstanding Paper Award) (2016)

年 7 月京都開催)

(Abstract)

The environment of photovoltaics (PV) business has changed drastically after the government announced an overhaul of the Feed-in Tariff (FIT) system. Photovoltaic solar plants still face significant reliability issues related, for instance, to solar module lifetime and frequent inverter malfunction. Also, the industry has yet to resolve quality issues in transportation and construction. Nevertheless, PV business will have to face more cost pressure from customers and investors because of falling electricity prices. In this context, in addition to electricity liberalization, Asset management (AM) business emerged as a major business driver to stimulate investment appetite, hold down total plant construction costs, and prevent subsequent power loss. In our research, we examine the question of how PV business should address these ongoing developments by using the Abernathy and Utterback (A-U) model while expanding its definition. We conclude that an expanded definition of the A-U model could be productive in analyzing PV business and suggesting future strategies.

[7] T. Kakimoto, H. Kubo: “Technical Role and Future Trend of IoT in an Environmental Business,” International Conference on Engineering and Natural Science, (2017), 有査読 Proceeding (Distinguished Paper Award) (2017 年 8 月札幌開催)

(Abstract)

The trend of business innovation using the Internet of Things (IoT) has recently emerged, as evidenced by Industry 4.0. Monitoring power generation in a photovoltaic power project could improve the reliability of the power plant and analyzing the monitoring data could benefit infrastructure fund and other related businesses. In this study, we consider power generation monitoring as an IoT and propose prospective technological innovations. To this end, while examining the role of IoT in terms of spatial and time domain resolution, we investigated connectivity as a value addition. Furthermore, we analyzed the roles of these resolution aspects and sensor technology as a universal evolutionary direction of future IoT technology in an environmental business involved in agriculture and water purification. We found that, in addition to improving sensor technology, real-time analysis via the cloud and data compression are the key.

3. 国内学会

[8] 垣本隆司, 久保裕史:「システム LSI 事業における「成功の本質」アーキテクチャ論的検証(1)—戦略研究の基点になるものについて—」日本生産管理学会第 41 回全国大会講演論文集 (2015 年 3 月福岡開催)

[9] 垣本隆司, 久保裕史:「簡単化したビッグデータ解析フレームワークを用いたプログラ

ムマネジメントの検討」, 国際 P2M 学会設立 10 周年記念大会第 20 回秋季研究発表大会
要旨集 (2015 年 9 月津田沼開催)

[10] 垣本隆司, 久保裕史: 「システム LSI 事業における「成功の本質」アーキテクチャ論的
検証(2)—主要システム LSI 企業のアーキテクチャ論的戦略検証—」, 日本生産管理学会第
43 回全国大会講演論文集 (2016 年 3 月高知開催)

[11] 垣本隆司, 久保裕史: 「太陽光発電事業における技術イノベーション創出パターンを検
討」, 日本生産管理学会第 44 回全国大会講演論文集 (2016 年 9 月札幌開催)

[12] 垣本隆司, 久保裕史: 「多層化拡張 A-U(Abernathy and Utterback)モデルによる太陽光発
電事業の戦略研究—ポスト FIT 時代の事業戦略—」, 日本生産管理学会第 44 回全国大会
講演論文 (2016 年 9 月札幌開催)

参考文献（アルファベット，アイウエオ順）

英文誌

- Adner, R : “The Wide Lens: A New Strategy for Innovatio”, 清水勝彦訳, 『ワイドレンズ—イノベーションを成功に導くエコシステム戦略』, 東洋経済新報社, (2013).
- Adner, R, Kapoor. R: “Value Creation in Innovation Ecosystem: How the Straucture of Technological Interdependence Affects Firm Performance in New Technology Generations,” *Strategic Management Journal*, Vol. 31, (2010).
- Adner, R: “Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem,” *Harvard Business Review*, Vol. 84, No.4, (2006).
- Ansoff, H. I.: *Strategic Management*, Macmillan Press (1978), 中村元一訳 『戦略経営論』, 産能大学出版部(1980).
- Barney, J. B.: “Is Sustained Competitive Advantage Still Possible in the New Economy? Yes.”, *Diamond Harvard Business Review [Japan]*, pp. 78-87 (May, 2001), 岡田正大監訳, 久保恵美子訳 『リソース・ベースト・ビュー』, ダイヤモンド・ハーバードビジネスレビュー, pp.78-87(2001).
- Barney, J. B.: “Gaining and Sustaining Competitive Advantage”, Second Edition, Prentice Hall (2002), 岡田正大訳, 『企業戦略論【競争優位の構築と持続】』〈上〉基本編, ダイヤモンド社(2003).
- Brandenburger, A.M, Nalebuff, B.J. : “Co-opetion, Currency and Doubleday”, 嶋津祐一他訳 『コーペティション経営』, 日本経済新聞社, (1996).
- Bruce Kogut, Udo Zander: Knowledge of the firm and the evolutionary-theory of the multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, 24(4)(1993).
- Burgelman, R. A., Sayles, L. R.: “Inside Corporate Innovation”, *Free Press* (1986), 小林肇監訳, 海老沢栄一, 小山和伸訳, 『企業内イノベーション』, ソーテック社 (1987).
- Carliss Y. Baldwin, Kim B. Clark : *Design Rules: The Power of Modularity*, MIT Press (2000).
- Chouder.A, Silvestre.S.: “Automatic supervision and fault detection of PV systems based on power losses analysis”, *Energy Conversion and Management*, Volume 51, Issue 10, Pages 1929–1937 (2010).
- Clark, K.B., and Fujimoto, T.: *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Boston, MA: Harvard Business School Press (1991), 田村明比古訳, 『製品開発力』, ダイヤモンド社(1993).
- Clayton M. Christensen and Michael E. Rayner,:”The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth”, *Harvard Business School Press*(2003).
- Daryl Chapin, Calvin Fuller, Gerald Pearson : US Patent 公告番号 US2780765, 出願日 1954年3月5日.
- Don E. Schullz, Stanley I. Tannenbaum, Robert F. Lauterborn “Integrated Marketing

- Communications”, NTC Business Books, a division of NTC Publishing Group(1993).
- Ethiraj, S. K.:“Allocation of Inventive Effort in Complex Product Systems, *Strategic Management Journal*, 28, (2007)
 - Freeman, R. E.: “Strategic Management: A Stakeholder Approach”, *Pitman*(1984).
 - Grant, R.: “The Resourced-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategic Formulation”, *California Management Review*, June, pp. 114-135(1991).
 - Hamel, G.: “Strategy as Revolution”, *Harvard Business Review*, July-August, pp. 69-82(1996), 萩原貴子訳, 『革新の戦略その10原則』, ダイヤモンド・ハーバードビジネス, February March, pp. 76-90(1997).
 - Hamel, G., Prahalad, C. K.: “Competing for The Future”, *Harvard Business Review*, July-August, pp. 122-128(1994), 坂本義実訳『未来創造型企業へのイノベーション』, ダイヤモンド・ハーバードビジネス, October.-November, pp. 14-21(1994).
 - Hamel, G., Prahalad, C. K.: “Competing for The Future”, Harvard Business School Press(1994), 一條和生訳, 『コア・コンピタンス経営』, 日本経済新聞社(1995).
 - Marco Iansiti, Roy Levien: “The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability” Harvard Business Press, (2004).
 - Moore, J. E. :“Predator and Prey: A New Ecology of Competition,” *Harvard Business Review*, 71, 3, (1993).
 - IEA PVPS Home Page : <http://www.ica-pvps.org/> (2016/8/13/閲覧).
 - Imergy Power System ホームページ : <http://www.imergy.com/technology> (2016/10/15 閲覧)
 - Jeff Dyer, Hal Gregersen and Clayton M. Christensen:”Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators”, *Harvard Business School Press*(2011).
 - Jianhui Wang, Yuki Yamada, Keitaro Sodeyama, Ching Hua Chiang, Yoshitaka Tateyama, and Atsuo Yamada: “Superconcentrated electrolytes for a high-voltage lithium-ion battery”, *Nature Communication*(2014).
 - Joachim Schneider, Armin J. Gaul, Claus Neumann, Jürgen Hogräfer, Wolfram Wellßow, Michael Schwan, Armin Schnettler:”Asset management techniques” *International Journal of Electrical Power & Energy Systems Volume 28*, Issue 9, November 2006, Pages 643–654(2006).
 - Joseph Farrell, Garth Saloner:”Standardization, Compatibility and Innovation”, *Rand Journal of Economics* 16 (Spring 1985)70-83 (with Garth Saloner).Reprinted in *The Economics of Information*, Steven Lippman and David K.Levine, eds., *International Library of Critical Writings in Economics*, Elgar(1985).
 - Joseph Farrell, Carl Shapiro: “Scale Economies and Synergies in Horizontal Merger Analysis”, *Antitrust law Journal* Vol.68(2000).
 - Knut Blind: ‘The Economics of Standards, Theory, Evidence, Policy’, Fraunhofer Institute for Open Communication Systems, Berlin, Berlin University of Technology, Germany and Erasmus

University, The Netherlands(2004).

- K Shibahara, K.Fujimoto, Y. Inatomi, T. Shioda: “Finding Degraded PV Modules in a PV Power Plant with Non-Parametric Monitoring Data Analysis”, The 6th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion 7TuPo.11.24(2014).
- Kurimoto et al. : ”A comb Filter with Switched Capacitor Delay Lines for Analog Video Processor”, *VLSI symposium*(1998).
- Michael E. Porter:“Competitive strategy: techniques for analyzing industries and Competitors”, *Free Press*(1980).
- Michael E. Porter:”Competitive advantage: creating and sustaining superior performance”, *Free Press*(1985).
- Mintzberg, H., Waters, J. A.: “Of Strategies, Deliberate and Emergent”, *Strategic Management Journal*, Vol.6, pp. 257-272 (1985).
- Mintzberg, H.: “The Design School: Reconsidering the Basic Premises of Strategic Management”, *Strategic Management Journal*, Vol.11, pp. 171-195(1990).
- Mintzberg, H.: “The Rise and Fall of Strategic Planning”, Prentice-Hall (1994), 中村元一監訳, 黒田哲彦, 崔大龍, 小高照男訳, 『「戦略計画」創造的破壊の時代』, 産能大学出版部(1997).
- mipi アライアンスホームページ : <http://mipi.org/> (2015/10/25/閲覧)
- Morgan, J.M., and Liker, J.K.: The Toyota Product Development System, New York: Productivity Press (2006), 稲垣公夫訳, 『トヨタ製品開発システム』, 日経 BP 社(2007).
- Myers, S., Marquis, D.G. : Successful industrial innovations: a study of factors underlying innovation in selected firms National science foundation. Washington (no.69-17)(1969).
- National Renewable Energy Laboratory (NREL)Home Page: <http://www.nrel.gov/> (2016/7/1 閲覧)
- Nonaka, I., and Takeuchi, H.: “The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies create the Dynamics of Innovation”, *New York: Oxford University Press* (1995), 梅本勝博訳, 『知識創造企業』 東洋経済新報社 (1996).
- NREL Home Page : <http://www.nrel.gov/> (2015/6/1 閲覧).
- Penrose, E., T.: “The Theory of the Growth of the Firm”, *Oxford: Basil*(1968).
- Rebecca M. Henderson, Kim B. Clark. : ”Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms”, *Administrative Science Quarterly* (1990).
- Pierce, L.:”Big Losses in Ecosystem Niches: How Core Firm Decisions Drive Complementary Product Shakeouts, *Strategic Management Journal* 2,8, (2009).
- Robert Boyden Lamb: “Competitive strategic management”, *Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall*(1984).
- Simon, H. A.: The Architecture of Complexity: Hierarchic Systems, MA: MIT Press (1969) .

- Simon, H. A.: The Science of the Artificial. Third ed., Cambridge, MA: MIT Press (1996).
- Takashi Kakimoto, Hiroshi Kubo: “KFS Prediction for Energy Management System Enterprise by Analyzing Similarity to System LSI Enterprise”, *Innovation, Management and Industrial Engineering*(2015)
- Utterback, J. M. : Mastering the Dynamics of Innovation-How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change-, *Harvard Business School Press*(1994).
- Utterback, J. M., & Abernathy, W. J.:” A dynamic model of process and product Innovation”, *Omega*,3(6), 639–656(1975).
- Wernerfelt, B.: “A Resourced-Based View of the Firm”, *Strategic Management Journal*, Vol.5, pp171-180(1984).
- William J. Abernathy : The productivity dilemma. Baltimore: Johns Hopkins University Press(1978).

和文誌

- 青木玲子, 新井泰弘, 田村傑:「標準と知的財産マネジメントの戦略と政策」, RIETI Policy Discussion Paper Series 12-P-017(2012).
- 青島矢一, 加藤俊彦:『競争戦略論』, 東洋経済新聞社(2012).
- 秋池 篤:「A-U モデルの誕生と変遷*—経営学輪講 Abernathy and Utterback(1978)—」, 赤門マネジメント・レビュー 11 巻 10 号(2012).
- 足代訓史:「ビジネスモデル論の分析射程:ダイナミクスの観点の分類」, 大阪経大論集・第 66 巻第 4 号 pp.173-184(2015).
- 我孫子誠男:「技術レジームとイノベーション・パターン-F.マルレバと L.オルセニーゴの所説に寄せて-」, 千葉大学経済研究, 第 11 巻第 4 号(1997).
- アルビン・E・ロス:『Who Gets What』, 日本経済新聞出版社(2016).
- アルフレッド・チャンドラー:『経営戦略と組織』, 実業之日本社(1967).
- アンドルー・スティーヴン・グローヴ:『インテル戦略転換』, 七賢出版(1997).
- アンドルー・スティーヴン・グローヴ:『インテル経営の秘密』, 早川書房(1996).
- イゴール・アンゾフ:『企業戦略論』, 広田寿亮訳産能大学出版社(1969).
- 石村貞夫:『すぐわかる多変量解析』, 東京図書(1992).
- 板子一隆, 工藤嗣友:「単結晶太陽電池モジュールのホットスポットに関する検討」, 電気設備学会誌(2014).
- 一般社団法人電子情報技術産業協会(JEITA)ホームページ:
<http://www.jeita.or.jp/japanese/> (2016/4/1 閲覧)
- 伊藤 武志:「顧客価値志向による経営の質の向上」, 城西国際大学大学院 経営情報学研究科起業マネジメント専攻博士論文(2014).
- 伊藤慎英, 加賀谷斉, 才藤栄一, 大塚圭, 山田純也, 谷川広樹, 田辺茂雄, 伊藤直

樹, 青木健光, 金田嘉清:「リサーチ図形を用いた分回し, 遊脚期骨盤挙上, 前足部接地歩行の定量化」, *Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science*(2012).

- 井上 達彦:「競争戦略論におけるビジネスシステム概念の系譜—価値創造システム研究の推移と分類—」, *早稲田商学*第 423 号(2010).
- 井上 達彦:「ビジネスシステムの新しい視点—価値創造と配分に関するルールの本と自生秩序的な仕組み—」, *早稲田商学*第 415 号(2008).
- 今井武:「フローティングカーデータを活用した「ホンダ・インターナビ」の環境・安全への取り組み」, *電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集*, "SS-28"- "SS-29" (2011) .
- インフォメティス株式会社「公式ホームページ」: インフォメティス株式会社 (2013) <http://www.informetis.com/index.html> (2015/8/10 閲覧).
- 上田勝彦ほか.:「分割符号化により消費電力を低減する CMOS 論理回路データ伝送手法」, *電子情報通信学会論文誌*(2014).
- 上田太郎:『データマイニング事例集』, 共立出版(1998).
- エリック・リース:『リーン・スタートアップ』, 日経 BP 社(2012).
- 大関 崇, 井澤敏康, 大谷謙仁, 都筑 建, 小池寿文, 黒川浩助:「システム出力電力量のみの計測における太陽光発電システム評価方法に関する研究」, *電学論 B*, 125 巻 12 号(2005).
- 大野尚則, 奥谷知克, 藤井優武:「高齢者の歩行機能診断を目的とした運動特徴量計測」, *情報処理学会インタラクション*(2012).
- 大谷尚:「4 ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案」, *名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要(教育科学)*, 第 54 巻第 2 号(2007).
- マイナビニュース:「日本 TI の新社長に就任した田口氏が語ったこれからの半導体ビジネス戦略(大原雄介)」, http://news.mynavi.jp/articles/2013/08/07/ti_taguchi/ (2016/1/3 閲覧).
- 小川紘一:「製品アーキテクチャのダイナミズムを前提にした日本型イノベーション・システムの再構築—新・日本型経営としてのビジネス・モデル・イノベーション (その 1)」, *東京大学 COE ものづくり経営研究センター*(2007).
- 小川紘一:「製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案—新・日本型経営としてのビジネス・モデル・イノベーション (2) —」, *東京大学 COE ものづくり経営研究センター*(2008) .
- 小川紘一:「製品アーキテクチャのダイナミズムと日本型イノベーション・システム—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—」, *赤門マネジメント・レビュー* 8 巻 2 号(2009).
- 小川紘一:「製品アーキテクチャ論から見た DVD の標準化・事業戦略—日本企業の新たな勝ちパターン構築を求めて—」, *東京大学 COE ものづくり経営研究センター*(2006).

- 小川絢一：『オープン&クローズ戦略—日本企業再興の条件—』，翔泳社(2014).
- 小川絢一：『国際標準化と事業戦略—日本型イノベーションとしての標準化ビジネスモデル—』，白桃書房(2009).
- 小川絢一，立本博文：「欧州のイノベーション政策：欧州型オープン・イノベーション・システムの構築」，MMRC ディスカッションペーパー，No.281，東京大学ものづくり経営研究センター(2009).
- 小川 絢一：「我が国エレクトロニクス産業にみるプラットフォームの形成メカニズム(アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成によるエレクトロニクス産業の再興に向けて)」，東京大学COEものづくり経営研究センター(2007).
- 小川絢一：『オープン&クローズ戦略』，翔泳社(2014).
- 小川絢一：「光ディスク産業の興隆と発展—日本企業の新たな勝ちパターンを求めて—」，東京大学 COE ものづくり経営研究センター，MMRC Discussion Paper No.28 (2005).
- 小川絢一：『国際標準化と事業戦略—日本型イノベーションとしての標準化ビジネスモデル—』，白桃書房(2009).
- 奥野正寛，瀧澤弘和，渡邊泰典：「人工物の複雑化と製品アーキテクチャ」，東京大学ものづくり経営研究センターディスカッションペーパー，MMRC-J-81，pp. 1-27 (2006).
- 垣本隆司，久保裕史：「システム LSI 事業における『成功の本質』アーキテクチャ論的検証(1)—戦略研究の基点になるものについて—」，日本生産管理学会論文誌，Vol.23，No.1(2016).
- 片山昇，杉山睦：「太陽電池を自律的に故障予知・診断するパワーコンディショナー」(2014) <http://shingi.jst.go.jp/abst/p/14/1447/tus03.pdf> (2015/10/25閲覧)
- 株式会社ビジネスコミュニケーション社：「ビッグデータ分析で人・モノ・情報の流れを近未来予測しいつでもどこでも快適な世界を目指す「himico」を開始」，月刊ビジネスコミュニケーション，Vol.52，No.3，NTT(2015).
- 河野豊弘：『新製品開発戦略』，ダイヤモンド社(1987).
- 関西大学電気化学研究室ホームページ：
http://www.ec.chemmater.kansai-u.ac.jp/special_news.html (2015/5/1 閲覧).
- 狐崎直文，安達栄治郎，増田卓，水澤純一：「KINECT のリハビリテーション用アプリケーションの実用化」，電子情報通信学会 信学技報(2012).
- 金明哲，中村永友，山田智哉：『例題と演習でみにつけるデータ解析の基礎』，ムイスリ出版(2003).
- 栗田工業ホームページ：<http://www.kurita.co.jp/aboutus/press140904.html> (2016/10/15 閲覧).
- クレイトン・クリステンセン：『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—』，翔泳社(2001).
- 経済産業省ホームページ「長期エネルギー需給見通し」(2015)
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai30/sankou1.pdf> (2015/8/10 閲覧).

- 経済産業省：「IoT 時代に対応したデータ経営 2.0 の促進」 p17(2014)
http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/pdf/001_03_00.pdf (2015/10/25/
閲覧)
- 経済産業省資源エネルギー庁ホームページ：「ネガワット取引について」
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/kihonseisaku/pdf/005_07_00.pdf
(2016/8/28 閲覧).
- 経済産業省資源エネルギー庁：「平成 24 年度 新エネルギー等導入促進基礎調査（太陽
光発電システム等の普及動向に関する調査）」(2013).
- 経済産業省資源エネルギー庁ホームページ：
http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/kaisei.html (2016/8/13/
閲覧).
- 肥塚浩：「半導体ビジネスの戦略転換ー日本メーカーの事例ー」, 『立命館経営学』第 48
巻第 6 号(2012).
- 国立研究開発法人物質・材料研究機構プレスリリース：
<http://www.nims.go.jp/news/press/2016/03/201603280.html> (2016/7/1 閲覧)
- 許斐義信：「イノベーションの論理を再考するー日本的経営の競争力再興ー」, 特定営利
活動法人技術立脚型経営研究会機関紙, vol.5 (2013).
- 小牧省三, 小林禧夫：「電子情報通信学会における標準化活動の現状と課題」, 電子情報
通信学会論文誌 B Vol.J89-B No.2 pp55-67(2006).
- 佐伯高晴ほか：「パルス加算型スイッチングノイズ低減回路」, テレビジョン学会(1990).
- 佐伯靖雄：「イノベーション研究における製品アーキテクチャ論の系譜と課題」, 立命館
経営学(2008).
- 「The Official Board」ホームページ：<http://www.theofficialboard.jp>(2016/1/3 閲覧)
- 佐野昌：『岐路に立つ半導体産業ー激変する海外メカの戦略と日本メカの取るべき
選択』, B&T ブックス(2009).
- SUNTECH Japan ホームページ：http://www.suntech-power.co.jp/o_and_m/index.html
(2016/12/5 閲覧)
- ジェームズ・アベグレン：『ポートフォリオ戦略』, ボストン・コンサルティング・グル
ープ編, プレジデント社(1977).
- シェリフ・A・エルサフィティ, アハメッド・シャハット, ボイチェック・バルコツ
キ：「NIMSNOW」, Vol.10, No.2, p.6, 国立研究開発法人物質・材料研究機構(2010).
- 資源エネルギー庁「ネガワット取引に関するガイドライン」(2015)
<http://www.meti.go.jp/press/2014/03/20150330001/20150330001-2.pdf> (2015/8/10 閲覧).
- 下田篤、久保裕史、五百井俊宏：「スキームモデルに基づく研究開発プロセスの分析
手法 マーケット・プルとシーズ・プッシュに着目した研究開発プロセスの業種別分
析」, Journal of the International Association of Project & Program Management, Vol.9, No.1,

pp.67-81, 国際 P2M 学会(2014)..

- 新宅純二郎, 天野倫文.:『ものづくりの国際経営戦略-アジアの産業地理学』, 有斐閣(2009).
- 新宅純二郎・江藤学編著:『コンセンサス標準戦略』, 日本経済新聞出版社(2008).
- 新宅純二郎, 許斐義信, 柴田高編:『デファクト・スタンダードの本質 技術覇権競争の新展開』, 有斐閣(2000).
- 新宅純二郎, 浅羽茂編:『競争戦略のダイナミズム』, 日本経済新聞社(2001).
- 新宅純二郎, 善本哲夫:「光ディスクの標準化による国際競争と国際協調戦略」, 東京大学 COE ものづくり経営研究センター MMRC Discussion Paper No. 53(2005).
- 新宅純二郎, 江藤学:『コンセンサス標準戦略—事業活用のすべて—』, 日本経済新聞社(2008).
- 梶山泰生:「エコシステムの境界とそのダイナミズム (特集 エコシステムのマネジメント論)」, 組織科学 45(1), 4-16,白桃書房, (2011).
- 鈴木直次:「アメリカ IT 産業のグローバル展開(2)—東アジアを中心とする半導体産業の海外事業—」, 専修大学社会科学研究所月報(2009).
- スティーブン・G・ブランク, 渡邊 哲 堤 孝志 (翻訳):『アントレプレナーの教科』, 翔泳社(2009).
- 住友電気工業ホームページ: <http://www.sei.co.jp/string/> (2015/10/25/閲覧)
- ソーラー住宅の普及促進に係る課題検討委員会:「住宅用太陽光発電システム設計・施工ガイドライン」(2010).
- 総務省ホームページ:「平成 25 年度版情報通信白書第 3 節」
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h25/html/nc113350.html>
(2016/7/1 閲覧)
- 太陽光発電協会ホームページ: JPEA PV OUTLOOK 2030 「2030 年に向けた確かな歩み」
<http://www.jpea.gr.jp/pdf/pvoutlook2015-1.pdf> (2015/10/25/閲覧).
- 太陽光発電協会:「太陽光発電システム保守点検ガイドライン」
http://www.jpea.gr.jp/pdf/161228_pv_maintenance.pdf (2017/1/8 閲覧)
- 高梨千賀子, 立本博文, 小川紘一:「標準化を活用したプラットフォーム戦略: 新興国市場におけるボッシュと三菱電機の事例」, Discussion Paper Series, No.014 立命館大学(2011).
- 武富為嗣「P2M による研究開発プログラムマネジメントのフレームワーク」, Journal of the International Association of Project & Program Management, Vol.4, No.1, pp.29-39,国際 P2M 学会(2009).
- 立本博文:「PC のバス・アーキテクチャの変遷とプラットフォームリーダーの変化について」, 東京大学ものづくり経営研究センター, 赤門マネジメント・レビュー 6 巻 7 号(2007).

- 立本博文：「製品アーキテクチャが分業構造に与える影響と国際競争力の分析：液晶テレビの事例」, 『中国経営管理研究』 第 8 号(2009).
- 立本 博文：「プラットフォーム・ビジネス①プラットフォーム企業の競争戦略」, 東京大学ものづくり経営研究センター, Manufacturing Management Research Center (MMRC) Discussion Paper Series(2012).
- 立本博文, 許経明, 安本雅典：「知識と企業の境界の調整とモジュラリティの構築：パソコン産業における技術プラットフォーム開発の事例」, 『組織科学』第 42 巻第 2 号, (2008)
- 田村泰一, 日比慶一：「技術経営におけるデジュール標準化戦略に関する研究—先行的技術標準化とオープンイノベーション—」, 早稲田大学 WBS 研究センター早稲田国際経営研究, No.40pp. 125-141(2009).
- 電気事業連合会ホームページ：「電源別発電電力構成比」
http://www.fepc.or.jp/about_us/pr/pdf/kaiken_s1_20140523.pdf (2015/10/25/閲覧)
- 東京大学阿倍研究室ホームページ：「研究室概要」, 東京大学, 2011-2015 年
<http://www.digitalgrid.t.u-tokyo.ac.jp/index.html> (2015/8/10 閲覧).
- 常盤文克：『コトづくりのちから』, 日経 BP 社(2006).
- 富田純一, 立本博文, 新宅純二郎, 小川紘一：「ドイツ太陽光発電産業はなぜ急速に発展したのか—産業政策の観点から—」, 東京大学ものづくり経営研究センター(2009).
- 富田純一, 立本博文：「半導体における国際標準化戦略-300mm ウェーハ対応半導体製造装置の事例-」, 東京大学 COE ものづくり経営研究センター(2008).
- 内閣府：「まち・ひと・しごと創生基本方針 2015—ローカル・アベノミクスの実現に向けて—」 (2015).
- 永井知美：「クアルコムの知財戦略—3G 携帯端末の知財を押さえて急成長、目下の懸念材料は中国との泥仕合—」, 株式会社東レ研究所(2014).
- 永野志保：「知的財産と国際標準化」, 特許庁技術懇話会 no.268(2013).
- 長岡貞男, 山根裕子, 青木玲子, 和久井理子：「技術標準と競争政策—コンソーシアム型技術標準に焦点を当てて—」, 競争政策研究センター(2005).
- 仲宗根政則：『未来志向型経営～成長企業であり続ける「4 つの革新」』, ダイヤモンド社(2015).
- 中橋國藏：「経営戦略と不確実性—ゼロックスの事例を中心に—」, 大阪商業大学論集第 5 巻第 1 号 (通号 151・152 号合併号) pp.143-156(2009).
- 中山政行, 亀山秀雄：「P2Mプラットフォームマネジメントによる地域活性化の事例分析」 Journal of the International Association of P2M Vol.8 No.2, pp.71-82 (2014) .
- 中屋雅夫：「日本半導体産業の課題:2000 年代における日本半導体産業の不振」, 一橋大学イノベーション研究センター(2012).
- 中屋雅夫：「世界半導体企業とその収益性—設立形態, 製品群集中度, 応用分野集中度

- 一」, 一橋大学イノベーション研究センター(2013).
- 名倉俊明:「地方創生とビッグデータ」, 一般社団法人計量計画研究所研究活動報告(2015).
 - 西内啓:『統計学が最強の学問である』, ダイヤモンド社(2013).
 - 西川 潮:「河川生態系のキーストーン種 ～雑食性エンジニアの機能的役割を解明する」, 日本生態学会誌 60: 303 - 317 (2010).
 - 日本取引所グループホームページ: マーケットニュース, <http://www.jpx.co.jp/news/1070/20150430-01.html> (2016/8/13/閲覧).
 - 日本経済新聞インターネット記事:「インフラファンド初上場, 安定利回りに期待」
<http://www.nikkei.com/article/DGXZZO03114570S6A600C1000000/> (2016/7/1 閲覧)
 - ネクストエナジー社ホームページ: <https://www.nextenergy.jp/info/2016/info20160104.php> (2016/12/5 閲覧)
 - 農林水産省: http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/ (2016/7/1 閲覧)
 - 野中郁次郎:『知識創造の経営』, 日本経済新聞社(1990).
 - 野中郁次郎:「知識創造理論の現状と展望」, 組織科学, Vol. 29, No. 4, pp.76-85(1996).
 - パナソニックプレスリリース:
<http://news.panasonic.com/jp/press/data/2013/08/jn130805-6/jn130805-6.html> (2013/9/1 閲覧).
 - Panasonic Newsroom Japan:「パナソニックの光触媒水浄化技術～光触媒と太陽光で安心して飲める水をつくる挑戦」 (2014)
<http://news.panasonic.com/jp/topics/2014/38815.html> (2015/8/10 閲覧).
 - ハーバード・A・サイモン:『システムの科学(第3版)』, パーソナルメディア社(1999).
 - 八田浩一:「エネルギー総合研究所太陽光発電装置の経年変化について」, エネルギー総研レビューNo.36(2014).
 - 原田節雄:『世界市場を制覇する国際標準化戦略』 p286, 東京電機大学出版局(2008).
 - ビジャイ・ゴビンダラジャン, クリス・トリンブル:『リバーズ・イノベーション』, ダイヤモンド社(2012).
 - フィリップ・コトラー:「コトラーの戦略的マーケティング—いかに市場を創造し、攻略し、支配するか」, ダイヤモンド社 (2000).
 - フィリップ・コトラー, ゲイリー・アームストロング:『マーケティング原理—基礎理論から実践戦略まで』, ダイヤモンド社(2003).
 - PVExpo 公式ホームページより:「ネクストエナジーの O&M ～ストリング監視による「攻めのメンテナンス」～」,
http://www.r-expo.jp/wsew2016/exhiSearch/FC/jp/seminar_list.php (2016/12/5 閲覧)
 - PVQAT 日本語ホームページ:https://unit.aist.go.jp/rcpv/ci/etc/pvqat_j/ (2015/10/25/閲覧).

- 藤井聡：「交通計画におけるシミュレーション手法の適用可能性」，土木計画学研究・論文集，No.16(1999).
- 藤本隆宏：『日本のもの造り哲学』，日本経済新聞社(2004).
- 藤本隆宏：『生産マネジメント入門 I 生産システム編』，第 7 章，日本経済新聞出版社(2001).
- 藤本隆宏：「製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート」，RIETI Discussion Paper Series 02-J-008(2002).
- 藤本隆宏：『ものづくり経営学』，光文社(2007).
- 藤本隆宏，武石彰，青島矢一：『ビジネス・アーキテクチャー製品・組織・プロセスの戦略的設計一』，有斐閣(2001).
- 藤本隆宏，延岡健太郎：「日本の得意産業とは何か：アーキテクチャと組織能力の相性」，RIETI Discussion Paper Series，04-J-040，pp. 1-27(2003).
- 藤本隆宏：「アーキテクチャの比較優位に関する一考察」，RIETI Discussion Paper Series，05-J-013，pp. 0-25(2005).
- 藤本隆宏：「製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート」，RIETI Discussion Paper，02-J-008，pp.0-58(2002).
- 藤本隆宏：「組織能力とアーキテクチャー 下から見上げる戦略論 一」，組織科学，Vol.36，No.4，pp.11-22(2003).
- 藤本隆宏：『生産マネジメント入門 I 生産システム編』第 7 章，日本経済新聞出版社(2001).
- 藤本隆宏：『生産マネジメント入門』，日本経済新聞社(2001).
- Field Logic ホームページ：<http://www.f-logic.jp/lp/remote.html> (2016/12/5 閲覧)
- 富士電機ホームページ内：
http://www.fujielectric.co.jp/products/service/service_menu/cloud_05.html (2016/10/15 閲覧)
- 富士電機ホームページ内：<http://www.fujielectric.co.jp/products/service/pdfs/52a9-j-0019.pdf> (2016/10/15 閲覧).
- ブルース・ヘンダーソン：『経営戦略の核心』，土岐坤訳ダイヤモンド社，(1981).
- 星野裕，北島勝広：「モジュール化と標準化ーソーイングステーションの例ー」，標準化研究 Vol.3 No.1 (2004).
- 星野裕：「国際標準化と知的財産権に関する一考察」，標準化研究 Vol.5 No.1(2007).
- マイケル・E・ポーター：『競争優位の戦略』，ダイヤモンド社(1985).
- マルコ・イアンシティ，ロイ・レビーン：『キーストーン戦略ーイノベーションを持続させるビジネス・エコシステム』，翔泳社，杉本幸太郎訳 (2007).
- マイケル・E・ポーター：「戦略と競争優位」，Harvard Business Review(2010).
- まち・ひと・しごと創生本部ホームページ：<https://resas.go.jp/> (2015/8/10 閲覧).
- 松井英章：「電力自由化と地域エネルギー事業ードイツの先行事例に学ぶー」，JRI レビュー

ーVol.9, No.10 (2013).

- 丸川知雄：「太陽電池産業の現状と尚徳電力（サンテック）の日本進出」，国際貿易投資研究所編『中国企業のグローバル化報告書 平成19年度』第2章(2008).
- 丸川知雄，安本雅典，今井健一，許経明：「プラットフォーム化と企業間分業の展開ー中国の携帯電話端末開発の事例ー」(2007).
- みずほ銀行：「米国の競争力の源泉を探るー今，米国の持続的成長から学ぶことは何かー」，みずほ産業調査，No2. Vol.45(2014).
- 三井住友トラスト基礎研究所：「再生可能エネルギー投資の現状と課題」(2015).
- 三菱総合研究所：平成26年度新エネルギー等導入促進基礎調査（太陽光発電設備の健全性等に関する調査）(2015).
- 森下俊一郎，小川悠：「顧客志向経営の尺度開発とその構造分析」，早稲田大学産業経営研究所「産業経営」第46・47合併号，pp. 19-34(2010).
- 森田 正人：「ビジネス・エコシステムにおけるボーングローバル企業の成長論理ー通信機器スタートアップ企業の事例分析ー」，横浜国立大学国際社会科学研究所科博士学位論文(2015).
- ロバート・A・バーゲルマン：『インテルの戦略ー企業変貌を実現した戦略プロセスー』，ダイヤモンド社(2006).
- ロバート S. キャプラン，デビッド P. ノートン：『バランスト・スコアカードによる戦略実行のプレミアムー競争優位のための戦略と業務活動とのリンケージ』，東洋経済新報社(2009).
- 山崎信雄：「リチウムイオン電池産業における経営戦略の研究」，千葉工業大学博士学位論文(2015).
- 山崎亮：『コミュニティデザインー人がつながるしくみをつくるー』，学芸出版社(2011).
- 山倉健嗣：『組織間関係』，有斐閣(1993).
- 山田 肇：『技術競争と世界標準』，NTT 出版(1999).
- 山田英夫：『デファクト・スタンダード』，日本経済新聞社(1997).
- 山田英夫：『デファクト・スタンダードの競争戦略』，白桃書房(2004).
- 山本秀男：「プログラムマネジメントの概要」，P2M マガジン創刊号 No.1 p.3(2016).
- 横澤 幸宏：「ビジネス・エコシステム概念に関する理論的検討」，『岡山商大論叢』(岡山商科大学) 第48巻第3号，(2013)
- 吉田邦夫，山本秀男：『実践プログラムマネジメント』，日刊工業新聞社(2014).
- 渡部福太郎，中北徹共編：『世界標準の形成と戦略』，日本国際問題研究所(2001).

あとがき

本研究では、これまでの電子機器システム事業で培った知見をもとに、太陽光発電事業におけるプラットフォーム戦略を実証事例にキーストーン戦略構築フレームワークについての研究を進めてきた。

この研究を進めた最大のモチベーションは、電子機器システム事業での反省を、比較的新しい事業である太陽光発電事業に活かしたかったことである。モジュラー内のインテグラルをカプセル化することに成功した欧米企業に対して、日本企業は、カプセル化せずにグローバル連携をしていったことが、今日の電子機器業界の状況を招いたと考えられる。また、垂直統合へのこだわりから、グローバルに展開された水平分業の波に乗り遅れ、エコシステムによる事業推進手法に不慣れであったことも不振の原因と思われる。このことを後世の事業に活かすには、過去の成功した戦略と失敗した戦略をできるだけ抽象化し、異なる事業への応用性を高めることにある。

今後益々、グローバル競争は激化し、競争手法も変化していくことが予測できる。顧客価値とは何かを基点にし、技術や知恵を絞った仕事、ひたすら汗して品質を上げる仕事、それらが報われる戦略を柔軟な思考で進めていきたいものである。

本研究が、産業界の発展、苦勞が報われる仕事のために少しでもお役にたてれば幸いである。

謝辞

本博士論文は、筆者が2017年4月より1年間千葉工業大学大学院 社会システム科学研究科 マネジメント工学専攻博士後期課程在学中にまとめたものです。それより遡り2014年暮れから、母校の名古屋工業大学時代の研究室の先輩でもある、千葉工業大学大学院久保裕史教授から本研究の機会をいただくことができました。日本のAV事業崩壊の原因分析と担当していた半導体事業の戦略の欧米企業との比較を論文にまとめていきたいと考えていた矢先でした。心より感謝申し上げます。久保先生には、論文執筆の基本から、私の拙文への指導に至るまで、恐縮の限りでした。また、久保先生も太陽光発電の一種である色素増感太陽電池など応用物性に造詣が深いことから、技術的根拠に基づくビジネス戦略論にもご指導をいただきました。ほんとうにありがとうございました。

また、本論文をご精読頂き有用かつ懇切丁寧なコメントを頂きました本学、山崎晃教授、下田篤教授、井上明也教授、柴田清教授、に深く感謝申し上げます。また、キーストーン戦略へのヒントをいただき、論文への指導もいただきました元名古屋工業大学大学院教授 小竹暢隆先生に深く感謝申し上げます。

本研究は、パナソニック(株)在職中の経験のひとつである、システムLSI事業での経験に基づき、太陽光発電事業との比較分析を礎にしています。その意味で、社会人としての鍛錬の時代から開発者として一本立ちするまでお世話になったパナソニック株式会社の先輩・同僚、また、様々な艱難辛苦に共に戦った同僚、協力企業の皆様にも心より感謝申し上げます。

太陽光発電事業における戦略検討のきっかけになったのは、パナソニック時代のインド駐在におけるR&Dの運営にありましたが、直接ノウハウを高めさせていただいたのは、前職のネクストエナジー・アンド・リソース株式会社の皆様のおかげです。退職後も現在も、プラットフォーム戦略とエコシステム構築にまい進するため議論に付き合ってくれてきた商品開発部のメンバーには心から感謝申し上げます。

長い仕事人生の中で、常に忘れ得ぬ先生は、久保教授とも共通の恩師である、元名古屋工業大学教授の佐治学先生です。学生時代、手取り足取り研究の基本を教えてください、必須実験授業に寝過ぎて遅刻した日も笑って見守ってくださいました。また、大学教育とは何か、私のつたない発想による議論にも丁寧にお応えくださいました。研究室の大事な、超低温評価装置「クライオスタット」を机から落下させてしまい、しょげる私に明るく「修理は〇十万かかった」と笑い飛ばしてくださったのは、今も忘れ得ない思い出となりました。本研究の執筆に最後までくじけなかったのは佐治先生の薫陶のおかげだと思います。

また、千葉工業大学博士課程に在籍されていた山崎信雄氏には、リチウムイオン電池産業の経営戦略をアーキテクチャ論を用いて研究されていた経緯から、本研究に適切なお助言をいただきました。心より感謝申し上げます。ほか、ここには書ききれないほどの方々にも、ご支援や議論をいただき、ここに感謝申し上げます。

最後に、本研究の執筆に理解をしてくれた、妻恵子、3人のかわいい娘たち、理恵、晴香、智美にも感謝したいと思います。また、2017年7月23日に他界した父に本研究活動の結果を報告できないことは非常に残念なことです。幼き日々から技術者魂を吹き込んでくれた父への感謝の気持ちを持ち続け、冥福を祈りながら本論文を書き終えることができたこと、ここに書き添えたいと思います。