

Abstract

論文の内容の要旨

Title of Dissertation 論文題目

The advantages of systems integration as a technical and business strategy
- the case of the Photovoltaics industry -

(技術的経営戦略としてのシステムインテグレーションの有効性
—太陽光発電産業の事例—)

Name of Author 氏名

Masahiro Nomura 野村昌弘

本論文は、太陽光発電産業を主な事例として、**systems integration** という業態に着目し、ケーススタディ手法により、**systems integration** の機能と役割の分析を行い、**systems integration** 戦略の優位性を事例にて実証的に検証し、**system integration** を行うのに必要な **systems integration capabilities** を分析し、その **capabilities** の重要性とその新しい側面を提案するものである。

太陽光発電(PV)産業、IT サービス産業、防衛産業、航空宇宙産業などいくつかの産業において、**systems integration** (その機能を持つ企業を **systems integrators** と呼ぶ) という業態が多く見られる。たとえば、電話通信産業では **Ericson** 社、**Cable & Wireless** 社は **systems integrators** と呼ばれており、通信機器を内部または外部から調達し、1つの完成された大きな通信システムを顧客に納入し、その後の **operation & maintenance** サービスまで含めて提供をする **turn-key provider** である。IT サービス産業においては、顧客の要望のコンサルティングから始まり、デザイン、プログラミング、システム開発、機器やソフトの調達、教育、テストなどまで含めた総合的なサービスを行う **IT service systems integrators** が存在する。PV 産業においても、グローバルに活動している大手の **systems integrators** が存在しており、太陽光発電設備の設計、機器の調達、施工、その他のサービ

スを提供し、再生エネルギーの導入拡大に大きく貢献している。

Systems integration は、新しい産業組織の1つとして近年になってアカデミックに議論されるようになってきた概念である。**systems integration** は、新しいタイプの産業組織の1つであり、エンジニアリングの側面とともに、組織・マネジメントの側面も持つ幅広い概念である。**systems integration** とは、本論文においては、大規模、高コスト、複雑でカスタマイズされた仕様で、少ない生産バッチで生産される、エンジニアリング中心の産業に見られる、活動またはビジネスモデルのことを指すものと定義する。とりわけ、世界で新エネルギーの中心かつ重要な存在である PV 産業においては、**systems integrators** は、その普及に重要な機能を果たしており、また太陽光パネルメーカーやその他の分野の企業から、**systems integration** 事業への参入が相次いでいるという現象が見られる。PV 産業においては、**systems integration** は、それぞれの場所の特徴を考慮し、システムの細部にわたる相互依存関係と個々の機器の選択と調整を行うことである。**Systems integration** によって、より多くの技術と製品の選択肢の中で最適なものを選択することにより、最も効率のよい太陽光発電が得られることができる。

先行研究では、通常この **systems integration** 業態は、**Complex Products and Systems** (以下、**CoPS**) と呼ばれる産業群にて見られるものとされてきた。**CoPS** とは、特定の顧客のためにカスタマイズされた、多くの部品からなる、大規模で複雑な資本財であり、その構築には、幅広い知識とスキルが要求される、製品・システム・ネットワーク・建設物をいう。**CoPS** は通常、プロジェクトベースによる、多数の企業の合同体にて構築されるものである。たとえば、銀行の決済システム、電力供給システム、宇宙ステーション、石油精製施設などがある。

本論文では、**systems integration** 機能をより具体的に理解するために、まず、プラントエンジニアリング、**PV plant construction**、一般建設業の3産業を取り上げ、**systems integration** の機能の比較を行った。一般建設業は、他の2産業に比べて、部品、仕様、工事などが相対的に、標準的であるため通常は **CoPS** とはみなされず、**systems integration** 機能が存在するとは言われない。

さらに本論文では、**Mike Hobday** の主張する **CoPS** と **mass production** 産業の比較分析をベースに、**PV plant construction** をそれに新たに加え、それら3つの産業の特性の比較を考察することにより、**CoPS** 産業以外にも、**systems integration** 機能が存在する場合があることを示し、それを **Non- CoPS type systems integration** と名付け、新しいタイプの **systems integration** として提案した。**PV plant construction** はその1つの具体的事例であり、供給・生産面では、**CoPS** と似た特徴を持つが、需要・市場面では、大量生産産業

の特徴を持つということが明らかになった。Systems integration の機能は、ロボットシステム、スマートシティなどの Non-CoPS type の候補と思われる新しい産業においても、重要な役割を果たすものと思われる。

次にまず、PV 産業の概要を示すため、タイにおける典型的な PV systems integration プロジェクトを紹介した。また世界各国 29 社の PV 関連企業へのヒアリングや企業の業績の分析を行い、PV 企業全般の戦略の相違を比較した。パネル生産の分野では、日本企業の凋落と中国企業の急成長が見られ、PV systems integration の分野においては、ドイツ企業の凋落と中国企業の急成長が明らかとなっている。しかしその中でもアメリカの企業も数少ないが健闘している。また世界で最も太陽光発電の導入が早かったドイツから発祥した、有力な PV systems integrators である 4 社の生い立ち、戦略などをケーススタディとして分析した。これらの企業は、1995 年から 2001 年の数年間の間に起業された会社であり、それぞれの生い立ち、海外戦略、市場戦略、PV 産業サプライチェーンでの positioning などの点で、それぞれ異なる特徴を持っていることがわかる。

さらに、日本の PV systems integration 企業にも焦点をあて、日本国内、また海外における具体的な日本企業の systems integration 活動をケーススタディにより調査した。日本の PV systems integration 企業はドイツ企業とは異なり、既存の建設、電設の大企業、または中小の企業がほとんどであり、大手の新興企業はほとんど見られない。これは太陽光パネル生産の分野でも同様である。また海外で広く活動をしている日本の PV systems integration 企業がほとんどいないのもドイツ企業とは大きく異なる点である。これらの相違点は日本企業の entrepreneurship 精神の不足、言語、リソースの問題にも由来すると考えられるが、国内太陽光市場の縮小を見て、海外に広く進出したドイツの PV systems integration 企業を見れば、今後は日本企業も海外展開を積極的に進めていかざるを得ないと言えるだろう。

次に順位相関分析により systems integration 事業戦略の有効性を検証した。その結果、サンプル数は少ないながらも、PV 関連企業の中では、systems integration 事業をより多く持つ企業はその企業全体の付加価値率（会計上の営業総利益率）が相対的に安定していることが示唆された。このことは、これに続くケーススタディである、ドイツの有力な PV systems integration 企業の事業ポートフォリオの再構築の事例、またアメリカの有力太陽光パネルメーカーの systems integration 事業拡大への大胆な転換の 2 つのケース事例により、さらに systems integration 戦略の有効性が示された。

最後に、systems integration 事業を行うためにはどんな capability が必要か、その中でも何が特に重要かについて、インタビューに基づき、新しい視点にて提案した。すなわち、

Prencipe の提案した **systems integration capabilities** の5つのカテゴリーに、PV 産業をあてはめて分析し、PV 産業のバリューチェーンの中では、とりわけ、**integrated engineering, overall systems design, procurement of main components**、そしてさらに動学的な側面として **R&D: adopting new technology** の4つの機能が **systems integrator** 企業にとって重要な **capabilities** であることが示唆された。この点は本論文のいままでの各ケースにおける事例において図示されている市場のバリューチェーン図においても、示されるとおりである。さらに、**systems integrator** 企業の役割として、通常の **systems integration** 機能とは別に、サービス機能というものが存在しており、これが企業間の競争力の差別化要因となっていることを示し、さらにそのいくつかのサービス機能の中でその重要性を示すことを試みた。

既存研究では、いくつかの産業において **systems integrator** の存在は指摘されているが、まだ新しい産業組織の形態の1つであるため、**systems integration** の機能、役割、優位性などは十分に研究されていない。また太陽光発電産業は、過去20年間ほどの世界の導入量を見れば、再生エネルギー産業の中でもより重要な産業であるが、他方比較的新しい産業であるため、十分な過去の研究成果はなく、とりわけ企業の経営戦略を分析したものは少ない。また **systems integration** 業態が必要な産業は、現在の社会でも多くの割合を占める重要な産業が多いといわれている。本論文は、PV 産業のケーススタディという限界はあるものの、PV 関連産業の企業、とりわけ日本企業やこれから **systems integration** 業態へ参入することを検討している企業にとって有効な示唆を与える。