

氏名 (生年月日)	<small>アラ イ トシ ヒデ</small> 新 井 利 英 (1987年5月25日)
学位の種類	博士 (商学)
学位記番号	商博甲第82号
学位授与の日付	2024年3月14日
学位授与の要件	中央大学学位規則第4条第1項
学位論文題目	三菱重工業における発電プラントビジネスの成立・展開・衰退 —ガスタービン事業を中心に—
論文審査委員	主査 日高 克平 副査 佐久間 英俊・村上 研一・所 伸之

### 内容の要旨及び審査の結果の要旨

#### 1. 本論文の課題と方法

本論文では、三菱重工業の発電プラントビジネスにおけるガスタービン事業の動向について、技術形成から国内市場獲得、海外展開を含む成長過程とともに、近年の「脱炭素」と再生可能エネルギー（以下、「再エネ」と略記する）拡大の潮流への立ち遅れについて検討されている。

高度成長終焉とオイルショックを経て、エネルギーおよびその調達先の多様化が迫られる中で、1980年代の「経済大国」化に対応した電力供給体制を支えた発電プラント生産技術を形成し、先行する欧米メーカーと競合できるだけの世界市場でのシェアを獲得できた「三菱重工業のガスタービン事業の成長要因」が明らかにされる。

他方で、三菱重工業については近年の再エネ転換への遅れも指摘されているが、こうした最近の動向を、ガスタービン事業での成功要因との関連から考察されることも課題とされている。

なお、本論文の対象となった発電プラント事業は「一品生産で契約額が巨額」で、契約から決済まで長期間を要する市場の性格から、先行メーカーと並ぶ競争力を獲得するには、特定の地域・製品分野において圧倒的シェアを握ることが不可欠であるが、こうした条件を達成して成長を遂げた日本メーカーは三菱重工業だけであった。

したがって、本論文では日立製作所との対比を行いつつも、基本的に、三菱重工業における技術形成と展開に関する考察が中心となっている。

本論文では、「火力発電プラントの技術開発に関する研究」、「日本的経営と国家政策の関連をめぐる研究」、「イノベーション創出と国家支援に関する研究」について批判的検討を行い、生産現場における技術開発だけでなく、プロジェクト発掘・応札・受注および保守・メンテナンスを含む取引全般にわたるビジネス展開を視野に、また、「製品分野・技術と市場構造の関連」、「技術導入元企業との関係」、「事業構造と経営判断の特徴」等の多面的視角から、三菱重工業における

ガスタービン事業の成長の要因を明らかにすることが課題とされる。

とりわけ、基礎的インフラとしての電力事業にかかわる発電プラントビジネスを対象としているため、考察にあたり、国家の政策的関与や制度的特質との関連が重視される。

なお、本論文で用いられる資料および評価の基準として、以下の諸点が用いられている。技術形成については、技術論文や生産工程の作業者の証言、社内資料などから、火力発電の基本的能力を示す出力・熱効率が評価基準とされる。市場の性格と競争力については、各国および国連統計や業界団体資料を用いて、各国の電気事業体制の性格、電源別設備容量および開発投資の動向、さらにプラントメーカー別・容量別受注シェアが評価基準とされる。

また、「メーカーの戦略と組織」については、社史や各社発表資料、関係者の証言、新聞報道を用いて検討されている。さらに、「各国政府の政策」については、国際エネルギー機関の発行する World Energy Outlook、各国省庁の発表資料や統計資料、NGO の報告書、新聞報道に基づいて評価されている。

## 2. 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。

### 序章 課題と方法

#### 第1節 本論文の課題

#### 第2節 先行研究

##### 第1項 三菱重工の火力発電プラントビジネスの競争力

##### 第2項 日本の経営と国家

##### 第3項 イノベーションの創出と国家

#### 第3節 分析視角と方法

#### 第4節 構成

### 第1章 ガスタービン技術の発達と日米電力市場の特質

はじめに

#### 第1節 ガスタービンの発達における日本の特質

##### 第1項 ガスタービンの分類

##### 第2項 火力発電の発電方式

##### 第3項 ガスタービンの発達方向

#### 第2節 ガスタービンの発達に対する日本市場の要求

##### 第1項 日本電力市場の特徴

##### 第2項 日本の電力市場における発電プラント機器に対する要求

#### 第3節 ガスタービンの発達に対するアメリカ市場の要求

- 第1項 アメリカ電力市場の特徴
- 第2項 大規模電力会社と小規模電力会社における発電プラント機器に対する要求  
おわりに

## 第2章 ガスタービン技術の導入と自社技術の形成

はじめに

### 第1節 三菱重工と日立におけるガスタービンの開発経緯

#### 第2節 米国メーカーからの技術導入

- 第1項 1970年代初頭までの天然ガス火力発電の位置付け
- 第2項 三菱重工のWH社の技術に依存したガスタービン製造
- 第3項 日立のGE社との提携下でのガスタービン製造
- 第4項 技術提携先の選定とその背景

#### 第3節 自社技術開発への転換

- 第1項 三菱重工が自社技術開発への傾向を強めた背景
- 第2項 両社の技術開発戦略に差異が生じた要因
- 第3項 国内外におけるガスタービン市場の形成
- 第4節 「高効率ガスタービンプロジェクト」参加による自社技術開発の加速
  - 第1項 「高効率ガスタービンプロジェクト」の概要
  - 第2項 三菱重工と日立にとっての国家プロジェクト参加の意義
  - 第3項 自社技術のみでのガスタービン製造

おわりに

## 第3章 三菱重工のガスタービン事業のアジア市場進出

はじめに

### 第1節 火力発電プラントメーカーの受注または建設実績

- 第1項 日系発電プラントメーカー3社の火力発電プラント受注の推移
- 第2項 アジア主要国におけるガスタービンメーカーのGTCC建設実績
- 第2節 アジア主要国の電力政策とGTCCの導入拡大
  - 第1項 電力供給バランスの変化
  - 第2項 電気事業体制の再編（公社中心体制の存続）
  - 第3項 GTCCの導入拡大

#### 第3節 三菱重工におけるアジア市場対応

- 第1項 1990年代
- 第2項 2000年代
- 第4節 アジア主要国に対する日本政府支援

- 第1項 ODAを通じた日本政府支援
  - 第2項 インフラシステム輸出戦略とアジア市場進出
- おわりに

#### 第4章 国際的な脱炭素の潮流と日本政府の「脱炭素」政策

はじめに

##### 第1節 国際的な脱炭素の動向

第1項 国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP）

第2項 発電部門における動向

##### 第2節 脱炭素をめぐる潮流と日本政府の逆行

第1項 再エネの構成比予測から

第2項 化石燃料の構成比予測から

##### 第3節 日本政府の発電部門における「脱炭素」政策

おわりに

#### 第5章 三菱重工における脱炭素への「方針転換」の遅れとその要因

はじめに

##### 第1節 火力発電プラントメーカー間の競合関係

第1項 主要なプレイヤーとGE社、シーメンス社、三菱重工の事業戦略

第2項 メーカー3社のガスタービン技術と市場

##### 第2節 三菱重工の方針転換の遅れと石炭火力発電維持政策

##### 第3節 日本政府および三菱重工の「方針転換」とその要因

##### 第4節 「方針転換」後における石炭火力発電・原発の温存

おわりに

##### 補節 発電機器メーカーの動向

第1項 火力

第2項 原子力

第3項 再エネ

第4項 日本発電機器メーカーの課題

#### 終章 結論と課題

第1節 結論

第2節 課題

#### 参考文献

### 3. 本論文の概要

以下、本論文の内容を簡単に示しておく。

第1章では、日本と米国の発電用ガスタービン技術の発達の性格を、両国の電力市場の性格の相違を踏まえて明らかにされている。従来の研究では、ガスタービンプラントビジネスおよび同事業における企業間競争は同一市場内で行われているように捉えられていたが、本章ではガスタービン設備の技術的検討を踏まえ、容量規模別にガスタービンの用途の相違があることに注目されている。そして、こうした用途の相違は、電力市場の性格と関係し、日本メーカー、とりわけ三菱重工業におけるガスタービン技術の発達方向に影響を及ぼしたことが明らかにされる。

日本では、大手電力企業10社が、地域独占的に発電・送電・配電まで一貫して運営する体制が継続し、大規模集中型の電力供給体制が構築されてきた。故に、発電プラントメーカーに対しては、大容量の火力・原子力発電設備の供給が求められ、日本のガスタービンは大型化して発電効率を向上する方向に発達を遂げた。他方、米国でも1960年代までは発電・送電・配電一体の大規模集中型電力供給が一般的であったが、1970年代以降に電力自由化が進められ、発電事業者の新規参入やコージェネレーションシステム、再エネ事業者の導入が進んだ。その結果、米国では、大規模集中型電力供給に適した大型発電機器とともに、地域分散的な電力供給に適した機器が求められようになり、効率的な小型ガスタービンの発達がみられ、とりわけGE社は小型ガスタービン市場でも成長を遂げた。

第2章では、三菱重工業がガスタービンを事業の柱に据え、その技術開発に注力できた条件について、日立と比較しつつ検討されている。ガスタービン技術開発にあたり、三菱重工業はウェスチングハウス・エレクトリック社（以下、WH社と略記）を、日立はGE社を技術提携先として技術導入を進めた。WH社は西日本向けの60Hz機の供給のみで、東日本向けの50Hz機を供給せず、三菱重工業が50Hz機を自社生産する必要が生じた。他方で、GE社は60Hz機・50Hz機とも供給に乗り出し、GE社の図面を基礎として日立が製作を行ったが、ガスタービンの中核部材であるタービン翼はGE社が製作するものとされた。このため、日立は三菱重工業のようにガスタービンの自社技術開発を進めることが困難になった。

さらに、三菱重工業・日立両社の事業構造の相違にも注目される。三菱重工業は、船舶・鉄構、産業機械、原動機など重電部門中心の事業構造で、ガスタービンと関連する製品分野が多かったため、エンジニアの育成も容易であった。他方、日立は重電部門に加えて家電や電子機器など軽電部門を抱え、高度成長期以降は後者に重点的に投資を行うようになったため、ガスタービンを含む重電部門への投資が抑制される傾向にあった。

以上の二つの条件から、三菱重工業はガスタービン事業の技術開発への注力が可能となり、ガスタービン・コンバインド・サイクル（以下、GTCCと略記）市場が拡大する以前にガスタービン事業の基礎を確立させた。さらに、1978～86年の国家プロジェクト「高効率ガスタービンプラントプロジェクト」への参画を通して大容量・高効率化を実現し、大規模設備が求められる国内GTCC市場における優位を確立できた。

第3章では、1990年代以降のアジア市場で三菱重工業が火力発電プラント受注件数を増加させた要因について、アジア市場の性格と三菱重工業の市場対応、日本政府が果たした補完的役割も踏まえて検討されている。この時期のアジア諸国では、経済発展に伴う電力需要が急拡大する中で、GTCCの導入が積極的に進められたが、アジア諸国では日本同様に、送電事業を独占する事業者が発電事業も行う事業構造が維持されていたため、三菱重工業が技術開発を進めた大容量GTCCが受容された。

三菱重工業は、徹底したコスト削減、営業・情報収集拠点の拡充、現地の政府機関・企業との技術協力を通じた関係強化、アフターサービスの強化などの手段を用いて、アジア市場でのGTCC受注拡大をはかった。一方、アジア諸国では発電・送電・配電を一体運営する公営企業が一般的だったが、日本政府はODAを通じてこれら公社の大規模集中型電力供給体制の構築・拡充を支援した。したがってアジア市場では、こうした電力供給体制に適合的な大容量GTCCへの需要が拡大し、三菱重工業の供給するガスタービンのシェアの拡大に帰結したことが明らかにされている。

このように、米国企業からの技術導入を起点にしつつも、国内市場の条件に適合した自社技術開発、国家プロジェクトへの参画、そしてアジア市場でのシェア拡大を通じて、三菱重工業のガスタービン事業は、世界市場全体の中でGE社およびシーメンス社と比肩される地位を獲得できた経緯と要因が明らかにされた。なお、三菱重工業がシェアを拡大し、競争力の源となった大規模集中型電力供給体制に対応したものであった。そして、日本国内およびアジア諸国で大規模集中型電力市場が構築・拡充された背景として、日本政府による国内電力・エネルギー政策、さらにODA供与が重要な役割を果たしていたことが明らかにされている。

しかしながら2010年代後半、火力発電市場が縮小する中で、火力発電プラントメーカーの再編統合が進展した。とりわけ2015年のパリ協定以降、「脱炭素」社会への転換が迫られる中で、再エネ発電事業の拡大が世界の電力・エネルギー市場における一大潮流となっている。こうした中で、GE社やシーメンス社が火力発電事業から再エネ事業への転換を進めている一方、三菱重工業は風力発電事業から撤退するなど再エネ転換への遅れが指摘されるようになってきている。第4章と第5章では三菱重工業の再エネ転換を困難にしている要因について考察されるが、火力発電事業における成長の経緯こそが関連していることが明らかにされる。

第4章では、2010年代後半以降の国際的な脱炭素の動向を踏まえ、発電プラント事業の経営環境への影響、日本のエネルギー政策の内容、発電部門における再エネ転換の動向について検討されている。まず、IEAのWorld Energy Outlookによる米国、EU、日本、アジア太平洋についての2030年の電源構成予測の変遷から、各国の再エネ転換の動向が検討される。とりわけパリ協定締結後、政府のみならず企業や投資家の間でも脱炭素に向けた取り組みが広がり、再エネ転換が加速している中で、日本では再エネ転換の遅れとともに化石燃料依存の継続が顕著である。

2020年10月に菅首相は「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、翌年4月の気候変動サミットで日本政府は2030年温室効果ガス削減目標を2013年比46%減へ引き上げた。ただし、日本政府は「脱炭素」の方策として、太陽光や洋上風力など再エネの拡充とともに、他の先進各国とは異なる

り、水素やアンモニアの利用、CCUS（二酸化炭素貯留・再利用）、次世代原発など、現時点では技術的・経済的課題が残る技術開発の推進を掲げている。今日の日本政府のエネルギー政策は、再エネのコストの低さや導入ポテンシャルの高さを認めつつも、上記のような技術開発に期待し、支援するという特異な性格のものと評価されている。

第5章では、三菱重工業の再エネ事業への転換が遅れている要因が考察されている。まず、三菱重工業・GE社・シーメンス社のガスタービン世界大手3社の2010年代後半以降の競合関係が分析され、各社の再エネ転換の背景が明らかにされる。GE社、シーメンス社のシェアが高い欧米や中東市場では電力市場改革に伴った火力プラント市場が縮小したため、両社は火力発電事業の縮小・撤退と再エネ事業拡充を進めた。一方、日本国内やアジア市場では火力発電所の新設が継続していたため、これら市場でのシェアの高い三菱重工業は再エネ事業への転換を進める必要に迫られなかった。

しかし、2010年代末には国際世論や金融機関の融資姿勢の変化も背景に、日本政府や三菱重工業も「脱炭素」への方針転換を迫られ、三菱重工業も事業戦略の見直しをはかった。ただし、上記のように日本政府は「脱炭素」の方策として水素・アンモニア利用、CCUS、次世代原発、さらには原発再稼働・新設を掲げ、三菱重工業もこうした技術開発に積極的に参画する方針を示している。なお三菱重工業は1980年代から風力発電機器の製造と販売を開始していたが、上記のように再エネ転換が遅れ、化石燃料依存が継続した日本市場では風力発電機事業は成長が見込めず、2020年に同事業から撤退した。

日本政府の政策も背景に日本での再エネ市場の立ち上がりが遅れたために、かつて日本企業が競争力を有していた太陽光、風力、地熱など再エネ発電分野の競争力が失われた。一方、日本政府が支援している水素・アンモニア利用、CCUS、次世代原発は、発電・送電・配電一体運営の大規模集中型電力供給体制に適合的な技術であり、三菱重工業など国内メーカーが技術を培ってきた火力発電・原発関連機器事業の温存につながる点が指摘される。すなわち、日本政府の特異な「脱炭素」施策は大手電力会社や発電機器メーカーの短期的利害に配慮したものと評価され、これら企業の既存技術への固執を招いた一方、環境変化や技術進歩、社会的ニーズに応えるような中長期的な観点に立った企業行動を阻害することに帰結したものと把握されている。

最後に、今後の研究課題として、次の2点が指摘される。第1に、本論文では三菱重工業のガスタービン事業の技術形成に関して、電力市場と政策、技術提携など外部要因からの検討が中心であったが、資本や労働、経営管理など内部要因についての考察を深めるべきこと。第2に、本論文では研究対象として三菱重工業に絞った分析が中心であったが、GE社やシーメンス社の場合の技術の特性と市場との関係などの考察を深め、より総合的な比較分析を行うこと。以上である。

#### 4. 本論文の評価

本論文について、高く評価できる点は以下の4点である。

第1に技術供与から自社技術の形成、競争力獲得、さらに世界シェア獲得に至る経緯について、ガスタービンの製品特性、技術導入元企業との関係、企業全体としての事業構造の特徴とそれに伴

う経営判断の違いなど、多面的視角から考察を行っている点が指摘できる。また、受注を獲得するための成長の条件についても、生産現場における技術開発過程だけでなく、プラントビジネス特有のプロジェクト発掘・応札・受注および保守・メンテナンスを含む取引全般にわたるビジネス展開を視野に明らかにされている。こうした多面的な考察によって、三菱重工業の火力発電事業の成長に関して、従来諸研究では見過ごされていた諸要因が明らかにされている。

第2に、製品の技術的特性と市場構造との関係に注目している点、すなわち、同じガスタービン発電設備であっても電力市場の性格によって適合的な発電容量が異なり、事実上、製品差別化が生じていたことが明らかにしている点である。

とりわけ三菱重工業が注力した大容量ガスタービンは、日本国内市場およびアジア市場で一般的な発電・送電・配電一体運営による大規模集中型電力供給体制に適合的で、中・小型ガスタービンを得意とするGE社やシーメンス社にとっては一種の参入障壁として機能したことで、三菱重工業のシェア拡大に帰結したことが解明されている。

第3に、近年の日本的経営論で議論されることが少なくなった、企業と国家との関係について考察されている点である。しかも、産業技術開発への国家支援に関する研究の多くでは、技術開発自体への国家支援、公的研究機関で開発された技術の民間での活用について論じられるが、本論文では国家政策を通じて形成された市場や制度が技術開発と成長に有利に作用した点が明らかにされている。具体的には、上記のような大規模集中型電力供給体制が大型ガスタービンを供給する三菱重工業の技術形成と成長を支える関係が明瞭であるが、こうした関係は日本国内にとどまらず、ODAなど政府支援を通じてアジア諸国で同様の電力市場の構築・拡充をはかることによって、三菱重工業のアジア市場進出にも有利に作用したことが明確にされている。

第4に、国家の政策も背景とする電力供給体制に支えられた成長の要因は、政策・制度が硬直化することによって、企業の技術開発や環境適応を阻害する要因に転化する面があることが明らかにされた。とりわけ、環境変化が著しい中で、従来事業における短期的収益性の確保、市場構造や諸制度の温存が志向されることによって、社会的ニーズや環境変化に対応した技術開発の動きが妨げられ、世界的な産業転換の動きから取り残される事態に至る問題が指摘された。

筆者自身も指摘しているように、本論文では今後解明されるべき問題が残されており、口頭試問においても指摘がなされた。技術形成・成長の内部要因とともに、近年の再エネ転換の遅れにつながった経営判断についての考察は、さらなるヒアリング調査や一次資料の分析を通じて深める必要がある。また、GE社やシーメンス社についても丁寧な考察を重ね、当該事業の一般的性格と各企業および各国政策の独自性に関して比較検討を行うことも課題となる。さらに、今日の「脱炭素」への潮流を規定した要因や日本政府の「脱炭素」政策の決定過程など、企業経営のみならず政治や経済、国際世論の動向などとの関連も踏まえて検討を深める必要がある。また、本論文ではガスタービン事業が主な考察の対象とされたが、火力発電や原子力発電、さらにはその他の重電部門など関連事業へと研究対象を広げていくことも期待される。こうした諸課題を踏まえつつ研究の深化をはかることによって、三菱重工業の発電設備事業の全体像や、日本の電力市場と重電メーカーの関係、



国家政策と技術・競争力形成の関連などについての研究の深化が期待される。さらに、地球温暖化防止を含めた SDGs の実現が世界的課題とされる今日、こうした人類的課題に応える企業経営、経済社会のあり方の模索につながるような研究の発展も期待される。

以上から、新井利英氏提出の博士学位請求論文「三菱重工業における発電プラントビジネスの成立・展開・衰退—ガスタービン事業を中心に—」が博士（商学）の学位を授与するに値すると判断する。