

Ⅱ-2-2. GE 重電事業にみるイノベーション戦略 –技術リーダーシップを目指すために–

【要約】

- ◆ GE は GTCC 向けガスタービンで世界シェア 45%と突出した高いシェアを有している。
- ◆ GE のガスタービンのイノベーションは、①航空機エンジンの要素技術、②ガスタービンに集中してきた GE の事業戦略、③政府からの開発支援、がドライバーとなり、実現したものと考えられる。
- ◆ また、GE はオープン化可能な技術とクローズ化すべき技術を明確にすることで、市場の創出と自社技術の標準化に成功している。
- ◆ 技術大国日本の製造業が技術リーダーシップを目指していく中で、GE のガスタービン事業から得る示唆は多い。

1. 課題認識

重電産業でもグローバル化とコモディティ化の進展

我が国製造業は近年、市場のグローバル化と製品のコモディティ化により、競争力を失ってきたとされる。重電産業においても例外ではなく、原子力発電や石炭火力発電では、従来の日欧米メーカーとの競合に加え、新興国勢力が市場で存在感を示すようになった。

コモディティ化を免れているガスタービン

しかし、その中において、コモディティ化を免れている製品がある。その1つが火力発電用のガスタービンである。天然ガスを燃料とした発電効率の高いガスタービンコンバインドサイクル発電 (GTCC) は、新興国においても市場が拡大しているにも関わらず、GTCC の主機であるガスタービンについては新興国メーカーによる参入はほとんどなく、日欧米メーカーの寡占状態である。

GE はガスタービンで約 5 割のシェア

中でも、市場シェアで見ると米国 GE が約 5 割と圧倒的なシェアを誇っている。ガスタービンにおいてコモディティ化が進行しない最大の要因は、新興国企業の容易な追随を許さない技術的なハードルの高さであるが、その技術的な困難を乗り越えてグローバルに圧倒的なシェアを獲得するに至った GE のガスタービン事業は、重電産業において 1 つのイノベーションを達成した事業であるといえよう。

本章では、GE のガスタービン事業を掘り下げることにより、日系メーカーが今後グローバル市場で戦っていくための戦略を探りたい。

2. GE のガスタービン事業概況

ガスタービンのみ突出したシェア

GE の Energy 事業 (オイル・ガスを除く) の 2013 年売上高は 323 億ドルであり、ガスタービン等発電関連の機器・サービスが含まれる “Power and Water” が 247 億ドル、送配電ソリューションが含まれる “Energy Management” が 76 億ドルとなっている。

Energy 事業の主要な機器のポジショニングを【図表 1】に示す。GE は重電産業で世界トップの売上規模を誇るプレイヤーであるが、機器ごとの市場シェア

を見ると、NO.1 ポジションにある製品は決して多くはない。米国内市場においてすら、汽力発電向け蒸気タービンは東芝、日立に次ぐ 3 位、原子力発電は東芝グループの Westinghouse に次ぐ 2 位、電力変圧器は Siemens に次ぐ 2 位などである。しかし、GTCC 向けガスタービンでは、グローバル市場で 45% と突出して高いシェアを有している。

【図表 1】 GE 主要製品のポジショニング

| 製品 | 米国内シェア | グローバルシェア |
|------------------|-----------|-------------|
| GTCC向け ガスタービン | 1位 67% | 1位 45% |
| 汽力発電向け 蒸気タービン | 3位 15% | 12位 1.4% |
| 原子力発電 | 2位 25% | 3位 9% |
| 風力発電 | 1位 91% | 6位 5% |
| 電力変圧器 | 2位 16% | n.a |
| スマートメーター | 4位 17% | 4位 13% |

(出所) McCoy Power Report, 日本原子力発電協会、MAKE Consulting より
みずほ銀行産業調査部作成

(注) ガスタービン/蒸気タービン: 2001-2010 累計、原子力発電: 運転中基数、風力発電:
2013 年設置基数、変圧器: 2011 年販売金額、スマートメータ: 出荷台数

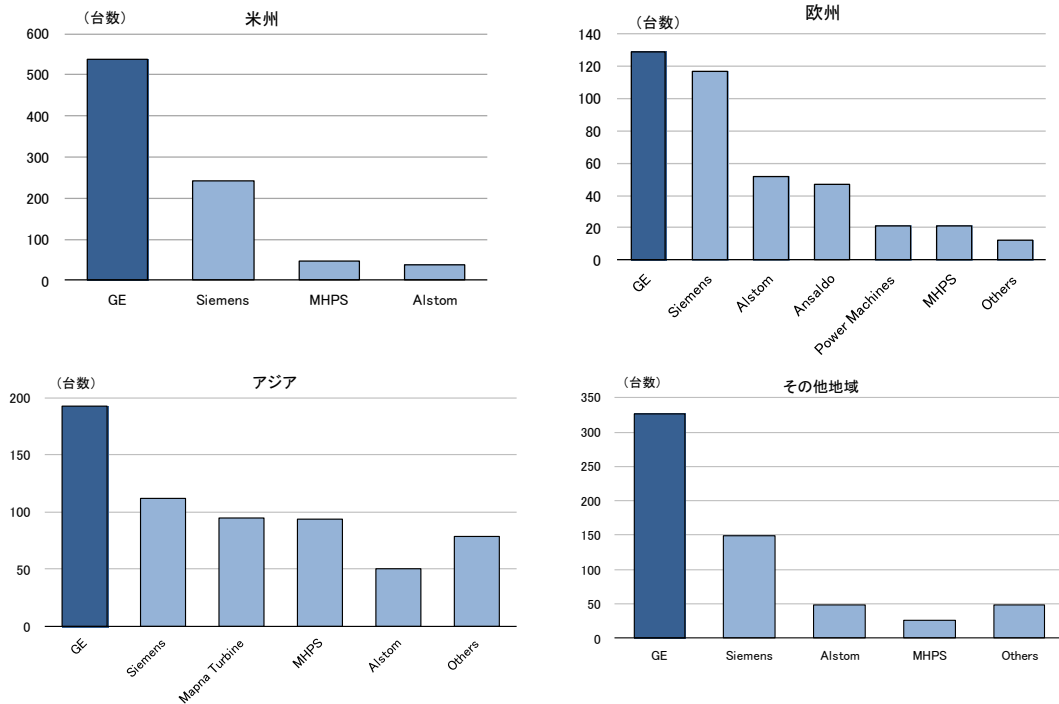
ガスタービン単品 およびメンテナ ンスに専念

ガスタービンは GE の Energy 事業の中核を占める重要な位置づけにある。Siemens や Alstom といった競合重電プレイヤーが、機器のラインアップや技術の多様性、総合力を強化し強みとし、EPC (Engineering, Procurement, Construction) まで含め発電所全体の建設トータルでの受注を目指す中で、GE はガスタービンそのものの技術リーダーシップをとることに主眼を置き、ガスタービン単品販売およびメンテナンスサービスの事業に専念してきた。

圧倒的な販売数 量が戦略の背景

GE が EPC を行わずに機器販売およびメンテナンスサービスに特化できている背景として、GE のガスタービンの圧倒的な販売数量が挙げられるだろう。GE のガスタービンはいずれの地域においてもトップシェアを確保しており、ガスタービンだけで 5,000 億円超の売上があることが想定される。大量に生産することで製造コストが抑制され、アジア新興国市場においても競争力を確保するという好循環も生まれている。千数百度という超高温に長時間晒されるガスタービンの高温部品は劣化が避けられず、運転開始後は比較的短期間で部品の補修や交換を行うことが必須であるため、きめ細かいメンテナンスが求められる。機器納入後は安定的かつ高収益なメンテナンスサービスビジネスに繋がられる。GE の“Power and Water”事業の売上高のうち 50% はサービス事業が占めている。つまり、プロダクトを揃えて総合力で勝負をしなくても、ガスタービンとメンテナンスサービスだけで相応の売上高と利益を確保することができたのである。

【図表2】 大型ガスタービン地域別納入実績



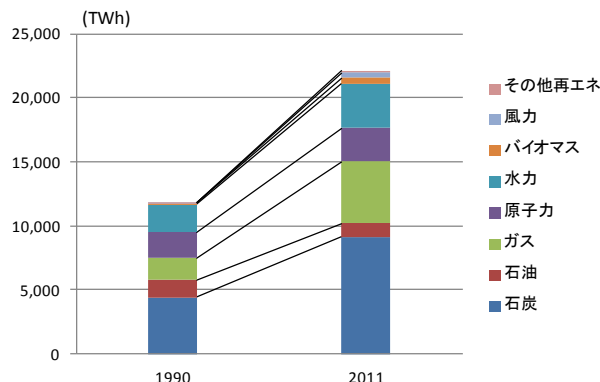
(出所) McCoy Power Report よりみずほ銀行産業調査部作成
 (注) 100MW 以上ガスタービン 2000-2010 年累計

3. イノベーションとしてのガスタービン

天然ガスの利用を促進したガスタービン開発

ガスタービンは内燃機の一つであり、主に天然ガスを用いて回転させ発電する。ガスタービンの排熱を回収して更に蒸気タービンを回す GTCC は、発電効率が最も高い電源の一つであり、1970 年頃から普及が進んだ比較的新しい技術である。天然ガスは化石燃料の中では比較的 CO2 の排出量が少ないクリーンなエネルギーであり、2011 年における世界の発電電力量のうち 20% にあたる 4,847TWh は天然ガスを燃料とするものとなっている。クリーンな天然ガス資源を効率的に活用するガスタービンの技術が確立したことにより、電源の選択肢が増え、世界のエネルギーの多様化に寄与したといえる。また、昨今のシェール革命でコスト競争力を得た GTCC が米国の原子力発電を代替したり、ベース電源として活用されたりなどの変化も起きている。ガスタービンの技術は世界のエネルギー産業にイノベティブな変革を起こしたといえる。

【図表3】 世界電源別電力量



(出所) IEA, World Energy Outlook よりみずほ銀行産業調査部作成

発電用ガスタービンは比較的新しい技術

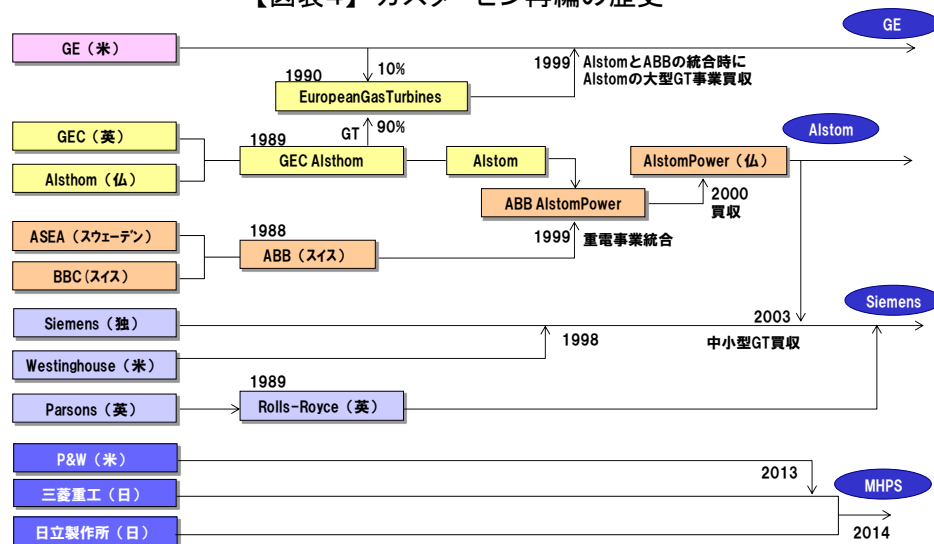
ガスタービンは、開発当初は航空用ジェットエンジンを始めとする動力用途での開発が先行しており、発電用途での商用化は 1940 年頃、欧州の Brown Boveri が産業用に開発したことが最初である。以後 1960 年頃までは、中東地域でのパイプライン向け等で細々と使用されるに過ぎなかった。

しかし、1965 年に米国ニューヨークで発生した大停電を契機に、陸上発電用ガスタービンは停電時の非常用発電向けに普及を本格化する。1970 年代には米国における天然ガス価格の高騰もあり一時停滞するが、GTCC の開発がなされて発電効率が劇的に高まったこと、米国発電市場の自由化による IPP の参入によりイニシャルコストの安い GTCC のニーズが高まったことから、徐々に市場は拡大する。

開発負担が重く、ガスタービン業界は統合・再編

発電用途での市場拡大に伴い、ガスタービンの効率化・大型化が 1960 年代後半から一気に進展する。しかし、技術開発には多額の研究開発投資が必要であり、市場の浮き沈みがある中で、欧米ガスタービンメーカーは統合・再編されていくことになる。

【図表4】ガスタービン再編の歴史



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

4. GE の大型ガスタービン開発のドライバー

技術の源流は航空機エンジン

GE のガスタービン技術の源流は、前項で取り上げた航空機エンジンにある。GE は航空機エンジンと発電用蒸気タービンのいずれをも手掛ける唯一の企業であり、両者の技術を組み合わせた陸上用大型ガスタービンの開発に先行することができたといえる。とりわけ航空機エンジンは「技術のスーパーマーケット」と呼ばれ、さまざまな高度な技術の集合体であり、米国政府は航空機エンジンの開発に対して 1940 年以降トータル 1 兆円を超える開発費を投じている。

GE は技術的アドバンテージがあった

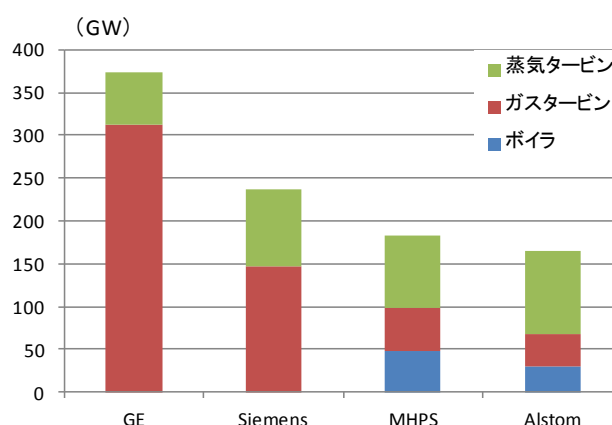
大型ガスタービンの開発に活用された航空機エンジンの重要な要素技術としては、千度を超える高温に晒される部材に使用する耐熱素材の開発と、タービンの内部で急速に温度を冷ます冷却技術が挙げられる。勿論、軽量化や

安全規制への対応が重視される航空機エンジンで使われる技術と、苛酷な環境での連続運転が必要な発電用ガスタービンで求められる技術は異なっているため、ガスタービンの大型化の進展に伴い、素材や冷却技術の開発も独自に進展している。しかし、初期のガスタービン開発においては、航空機エンジン事業をインハウスに有している GE に、他社に対する技術的なアドバンテージがあったことは確かであろう。ABB(後の Alstom)は 1988 年に Rolls-Royce と、Siemens は 1990 年に Platt & Whitney と、それぞれ技術提携を行い、航空機エンジンの技術の取り込みを図っている。

ガスタービンに集中的に注力してきた戦略

GE 独自の戦略としては、前述したように、Energy 事業の中では特にガスタービンに注力してきたことがドライバーとして挙げられる。GE は数あるプロダクトポートフォリオの中でも、ガスタービンの開発に集中的に資本を投下してきたことが推察される。

【図表5】 機器別納入実績(2000-2010)



(出所) McCoy Power Report よりみずほ銀行産業調査部作成

技術開発に対する政策支援

また、技術開発に対する政策的な支援の存在もイノベーションのドライバーとして無視できない。米国エネルギー省(DOE)の支援により、1990年代初頭より継続的にガスタービン効率化に向けた技術開発を支援するプログラムが動いている。予算規模はそれぞれ数百億円規模に上り、多額の研究開発資金を要する大型ガスタービン開発のドライバーとなっている。

以上述べたように、GEのガスタービンのプロダクトイノベーションは、①航空機エンジンの要素技術、②ガスタービンに集中してきたGEの事業戦略、③政府からの開発支援、がドライバーとなり、実現したものと考えられる。

5. 市場創造と技術リーダーとしての地位確立

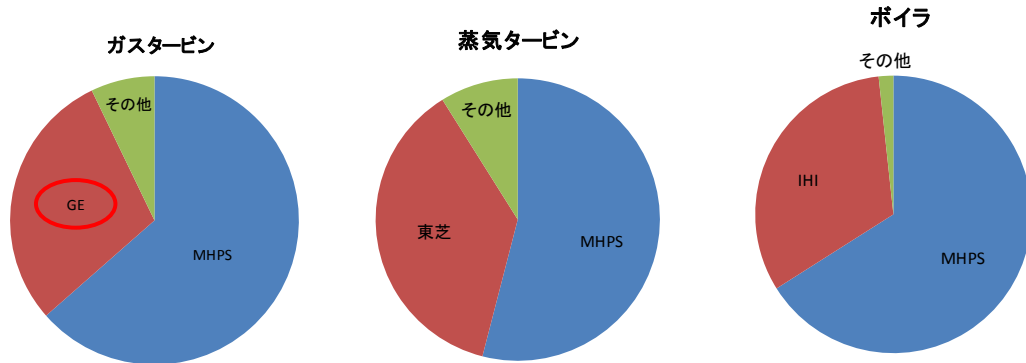
イノベーションは製品が市場に浸透することで成立

ここまで GE のガスタービン開発のドライバーを見てきたが、イノベーションは製品が市場に浸透することによって初めて成立するといえる。GE はパートナーリングによってガスタービンの市場を創造するとともに、そのエコシステムの中で最もプロフィットを得られる地位を確立し、維持することに成功してきた。

日本においても3割のシェア

日本市場においても、ガスタービンはGEが約3割のシェアを占めている。実績や信頼性が重視される日本の発電市場で、蒸気タービンやボイラが日系メーカーで独占されていることに鑑みれば、日本市場においてもGEのガスタービンは異例の評価を得ているといえ、その背景にはGEの巧みなパートナーリング戦略がある。

【図表6】日本における機器別シェア



(出所)電気新聞資料等よりみずほ銀行産業調査部作成

初期は日立と東芝と提携

GEのガスタービンにおける日系パートナーは日立製作所と東芝であり、いずれも1960年代に入口温度¹1,100度ガスタービンで技術提携を行った後、続けて1990年代には1,300度タービンで両社と提携している。

1,300度タービンまでのGEの戦略は、日本における市場創出と、自社の技術リーダーとしての地位確立を両立するものであったと評価できる。まず、市場創出の観点からは、技術提携を通じて1960年代に日本市場にいち早く入ることで、GEのガスタービンが日本における標準的な技術となった。販売面においても、日本の電力会社向け案件では国内でのトラブル対応等の部隊を擁することが要件となっており、日本のパートナーを販売やアフターケアの窓口とすることはGEのガスタービン販売戦略にとっても非常に重要であった。日立と東芝の日系2社との提携にも、販路拡大の観点からは意義があったといえる。

オープン/クローズ戦略により技術優位に位置

一方、技術リーダーとしての地位確立の観点からは、オープン化可能な技術に関しては技術提携によって標準化に活用する一方で、次世代技術開発におけるリーダーシップは決してパートナーに譲らないという明確なオープン/クローズの戦略が存在したと考えられる。日系企業が拡販を行っている間に、そのキャッシュフローを原資にクローズ化したコア技術を用いて次世代技術を開発するというサイクルが継続している間は、パートナー日系企業はGEに技術的にキャッチアップすることが提携関係上極めて困難であったと推測できる。こうしてGEは技術のリーダーとして君臨し続けてきた。

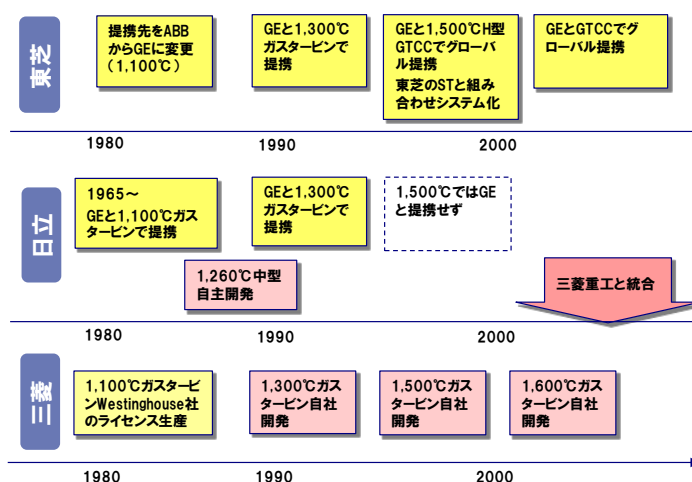
1,500度では限定的な提携とし技術流出回避

しかし、1,500度タービンについては、日立との提携は行わず、提携先を東芝に限定したうえで、提携の中身についてもガスタービンそのものの技術提携ではなく、GEのガスタービンと東芝の蒸気タービンを組み合わせてGTCCシス

¹ ガスタービン入口温度: 燃焼ガスの温度のことで、高温になるほど効率的な出力が得られる

テムとしてグローバルに展開する業務提携の形に切り替えている。転換の背景として、1,500度タービンにおいては、前述した拡販と技術リーダーシップの両立が困難化したことがあると推察される、つまり、1,500度に次ぐ更なる高効率ガスタービンの開発には時間を要することが見込まれたため1,500度タービンの技術流出を防ぐことを優先し、提携先や提携内容を限定したと推察される。GEの技術クローズ戦略の結果として、日立、東芝ともに大型ガスタービンの自社開発を行うGEの競合に変貌することはなかった。

【図表7】 日系重電メーカーとの提携



(出所) 電力中央研究所資料等よりみずほ銀行産業調査部作成

Westinghouse は三菱重工と提携

かつて米国でGEと並ぶ重電メーカーにWestinghouseがあった。GEと同時期の1880年代に創立し、発電、送電等の分野でGEの米国内におけるライバルであった企業である。WestinghouseもGEと同様、1960年代に日本の三菱重工とガスタービンに関する技術提携を行っている。しかし、その結末は全く異なっており、Westinghouseと三菱重工の提携関係は1986年にはイコールパートナーシップに切り替えられ、1998年にはWestinghouseの火力発電事業自体がSiemensに売却されるに至った。一方の三菱重工はGE、Siemensに次ぐ大型ガスタービンメーカーに成長した。

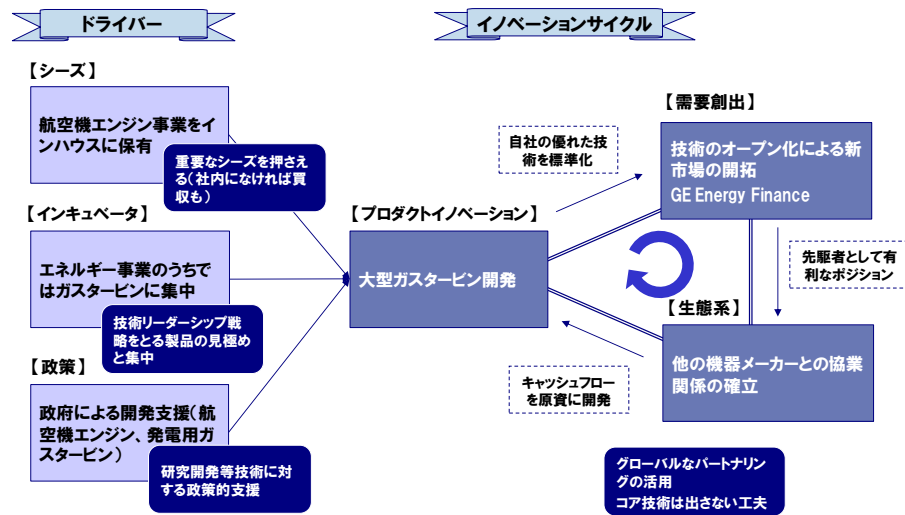
オープン/クローズ明確化の重要性

Westinghouseが三菱重工の技術的な台頭を許した理由として、パートナーリングの稚拙さが指摘されており、オープン化可能な技術とクローズ化すべき技術の線引きが明確にされていなかったと推察される。とりわけ50Hzガスタービンや駆動用途への展開など、新たな領域に関して、三菱重工に開発の主導権を渡したことが、三菱重工の技術的な飛躍に繋がったと指摘される。明確なオープン/クローズの戦略なしに、パートナーリングによる自社技術の標準化をただ目指すことは、提携先の競合化や自社技術のコモディティ化を招きかねず、自社事業にとって逆に脅威になり得るということを示す事例である。

6. 日系製造業へのインプリケーション

| | |
|--------------------------|---|
| 技術リーダーシップは日本企業の方向性の1つ | GE のガスタービン事業から導かれるインプリケーションとして、今後グローバル市場において日系企業が技術リーダーシップで勝ち抜くための戦略を一般化したい。日系企業が競争力を失ってきた背景としてグローバル化とコモディティ化があり、コモディティ化した市場で戦うことに限界があるとするならば、技術大国日本として、技術を武器に戦うことは 1 つの戦略方向性であろう。「技術で勝ってビジネスで負ける」といわれる日系企業が、GE のガスタービン事業から得られる示唆は多い。 |
| 現地パートナーとの協業は不可欠 | まずはパートナーリングの重要性が挙げられる。グローバル化が進展する中、新たな市場において自社製品の浸透を図るには、現地化によるコスト競争力強化と現地ユーザーのニーズへの対応力が重要であり、その際には当該市場において商流や販路を有する有力なパートナーとの協働が不可欠である。GE は 1960 年代、オイルショックで日本の天然ガス発電の市場が立ち上がる以前からパートナーリングにより日本市場への足がかりを築いている。 |
| オープン／クローズ明確化 | 次に、オープン技術／クローズ技術の明確化を挙げる。殊更に技術流出を恐れて現地化に躊躇している市場での競争力は得られず、逆にやみくもな技術供与は協業先の競合化や製品のコモディティ化を招きかねない。そこで、オープン化可能な技術とクローズ化すべき技術を明確化した上で、オープン化可能な技術は徹底して現地化して標準化し市場への浸透を図りつつ、クローズ化すべき技術への他社からのアクセスは完全に排除することが重要といえる。これは、Intel の CPU や Google のウェブ検索アルゴリズムなど、他産業の米系トップランナーにも見られる戦略である。 |
| 技術リーダーシップを目指す製品の見極めと集中投資 | そして、クローズ化技術を基に、次世代技術開発の手綱を緩めない明確な開発方針と、プロダクトイノベーションを実現し続ける開発力が、技術リーダーシップ戦略の要である。GE が Energy 事業の中では特にガスタービンに注力したように、技術リーダーシップを目指すべき製品の見極めを行い、集中開発投資を実施していく決断が必要となろう。 |
| M&A によるシーズの取り込み | GE の場合はシーズとしての航空機エンジン技術を社内に保有しており、そこに対する政府からの手厚い開発支援がなされていたことがガスタービンのイノベーションに大きく寄与していた。社内シーズの活用は無論のこと、イノベーションに必要な技術シーズを M&A により外部から調達することも、開発スピードに寄与することもあるだろう。技術の自前主義に拘らず、欧米企業が積極的に実施しているようなベンチャー企業への出資を行うことも、柔軟に検討すべきであろう。 |

【図表8】 GE 重電事業からのインプリケーション



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

7. 技術リーダーシップを後押しする政策支援

国家プロジェクトが果たした役割は大きい

最後に、技術リーダーシップを取るための政策支援について述べる。Westinghouse との提携を 1998 年に解消した三菱重工は、独自技術による大型ガスタービンの開発を加速させ、2011 年には入口温度 1,600 度 J 型ガスタービンを世界に先駆けて開発した。短期間で GE を上回るハイスpek製品を開発するに至ったドライバーの 1 つとしての役割を果たしたのが、1978 年から実施された大型ガスタービン開発の国家プロジェクト「ムーンライト計画」、および 2004 年から実施中である 1,700 度ガスタービン開発の国家プロジェクトである。

有望分野への政策支援が求められる

技術リーダーシップを取り得る技術は、ガスタービンのように、開発に多額の費用あるいは時間を要することが他社のキャッチアップの障壁となる技術分野であると想定される。このような分野に対する研究開発支援を重点的に実施することは、シーズを持った日系企業のイノベーションを強力にサポートし、他の追随を許さない技術リーダーシップに繋げる施策であると考えられる。かかる技術分野に携わる企業の数は得てして限定的であるため、特定の企業に偏重した開発支援は国家プロジェクトに相応しくないとの意見もあるが、グローバル化の進展により、海外のトッププレイヤーと伍していく必要性が高まっている中で、技術大国日本の産業競争力維持のためにまずは「技術で勝つ」ことが必要であるとするならば、先進的有望分野に対する政策支援への期待が高まることは必然といえよう。

(電機・IT・通信チーム 大野 真紀子)
makiko.ohno@mizuho-bk.co.jp