

大型火力プラントのグローバル展開

—東南アジアでのプロジェクト事例と今後の展開—

Global Development of Heavy Thermal Power Plant System

風間 誠一

Kazama Seiichi

清水 光彦

Shimizu Mitsuhiro

脇田 智徳

Wakita Tomonori

板野 暁

Itano Satoru

世界の火力発電は供給の安定性・経済性から、今後も伸長すると予測され、東南アジアでは急増が見込まれる。日立グループは、火力発電プラント事業において海外拠点を生かしたグローバル展開を強化してきた。東南アジアでは、2010年に運転開始したタイのノースバンコク複合火力発電所プロジェクトで、タイの総合建設会社を含めた3社でコンソーシアム体制を組んでプロジェクトを遂行した。今後も、高効率で環境性能に優れた火力発電プラントを提供することで、地球規模のエネルギー・環境問題の解決に貢献していく。

1. はじめに

日立グループの火力発電ビジネスには約85年の歴史があり、その時代における最も高効率・高信頼性を持つ火力発電設備を国内外へ供給してきた。海外向けには1960年代のタービン・発電機単品供給から始まり、1980年代からはプラント品としてEPC (Engineering, Procurement and Construction) プロジェクトも手がけてきている。特に北米および欧州を重点市場として位置づけ、現地拠点を設立し、その拠点を中心に現地主導化を図ってきた。近年、北米、西欧での景気の冷え込みから、成長市場は東南アジア諸国や東欧に拡大してきている。また、新興国メーカーのグローバル市場への進出もあり、競争は厳しくなっている。

このような環境の中、日立グループの火力事業の戦略は、プラントビジネスを成長させるべく、基幹製品仕様の差別化による競争優位化、海外生産比率増加、調達のグローバル化、現地会社・新興国メーカーとの協業などによる競争力強化とともに、地域のニーズに合った案件形成、製品・システム提案を行っていくことである。

ここでは、海外における日立グループの火力事業の歴史と、東南アジアに向けた取り組み、および近年のプロジェクト事例について述べる。

2. 海外火力市場の動向とグローバル展開の変遷

2.1 市場動向

火力発電設備容量の予測を図1に示す。新設プラントの市場は中国、インドおよびアジアを中心とした新興国へシフトしている。東南アジア諸国連合 (ASEAN: Association of Southeast Asian Nations) に関しては、電力需要の伸びに対して発電設備が不足しており、石炭やガスなど燃料となる自然資源が豊富である一方、プラント建設資金 (ファイナンス) が慢性的に不足している国がほとんどである。このため、円借款や国際協力銀行 (JBIC: Japan Bank for International Cooperation)、独立行政法人国際協力機構 (JICA: Japan International Cooperation Agency) などの融資を活用して解決を図っていくことも重要である。

2.2 グローバル化の変遷

日立グループは、発電所の基幹部であるボイラ、タービ

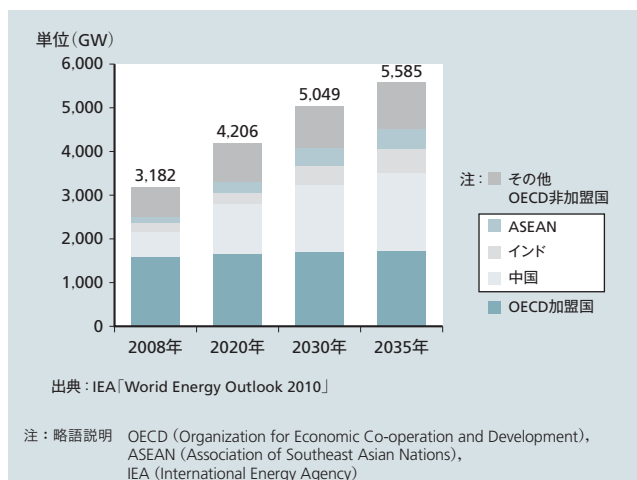


図1 | 火力発電設備容量の推移予測

新設プラントはASEAN、インド、および中国などのアジアを中心とした新興国へシフトしており、その伸びは2035年までに現行設備容量の約3倍に達する見通しである。

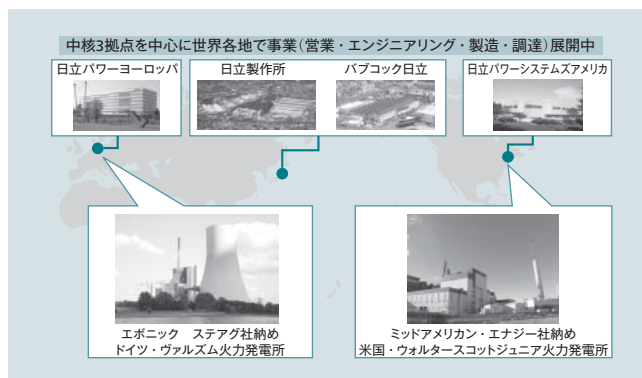


図2 | 日立グループ火力事業の海外展開例

日本のほか、米国およびドイツに中核拠点を設置し、その拠点を中心に現地主導化を図り、大型EPCプラントを供給してきた。

ン、発電機、および環境装置（AQCS：Air Quality Control System）を自社製品として持っていることから、プラント全体の最適化の実現とともに、一貫した安定供給が可能である。日立グループの火力事業の中核拠点と、これら拠点が主契約者となったプロジェクトの例を図2に示す。欧米の拠点として、北米地域では米国のニュージャージー州に日立パワーシステムズアメリカ社（HPSA：Hitachi Power Systems America, Ltd.）を2005年に、欧州地域ではドイツのデュイスブルグ市に日立パワーヨーロッパ社（HPE：Hitachi Power Europe GmbH）を2006年にそれぞれ設立した。

2.3 主なプラント品納入実績

海外への火力大型プラント品の主な納入実績を表1に示す。1976年にシンガポールのセノコパワー社に納入した亜臨界圧オイル火力のセノコ発電所（120 MW×3、250 MW×5）から始まり、パキスタンの亜臨界圧オイル火力のビンカシム発電所（1984年：210 MW×4）、オー

表1 | 最近の大型プラント案件実績

先進国を中心に大型プラントを供給してきた。

プラント	出力/台数	圧力/燃料	運転開始年
Senoko（シンガポール）	120 MW×3 250 MW×5	亜臨界圧/オイル・ガス	1976
Bin Qasim（パキスタン）	210 MW×4	亜臨界圧/オイル	1984
Tarong（オーストラリア）	350 MW×4	亜臨界圧/石炭	1984
Lagos（ナイジェリア）	220 MW×6	亜臨界圧/オイル	1985
Tuas（シンガポール）	600 MW×2	亜臨界圧/オイル	1999
Ilo（ペルー）	125 MW×1	亜臨界圧/石炭	2000
Krabi（タイ）	340 MW×1	亜臨界圧/オイル	2004
Genesee（カナダ）	495 MW×1	超臨界圧/石炭	2005
MidAmerican（米国）	870 MW×1	超臨界圧/石炭	2007
North Bangkok（タイ）	700 MW×1	ガス複合	2010
Walsum（ドイツ）	790 MW×1	超臨界圧/石炭	2011予定
Keephills（カナダ）	500 MW×1	超臨界圧/石炭	2011予定
Electrabel（ドイツ/オランダ）	790 MW×3	超臨界圧/石炭	2012予定
Senoko：Repower（シンガポール）	420 MW×2	ガス複合	2013予定

ストラリアの亜臨界圧石炭火力のタロン発電所（1984年：350 MW×4）、ナイジェリアの亜臨界圧オイル火力のラゴス発電所（1985年：220 MW×6）などを手がけ、最近では2005年に運転開始したカナダEPCOR社の超臨界圧石炭火力のジェネシー発電所（495 MW×1）や、2007年に米国ミッドアメリカン・エナジー社へ納入したウォルタースコットジュニア火力発電所（870 MW×1）など、先進国を中心に幅広く世界の各地域に供給してきた。

3. 火力事業のグローバル化積極展開

3.1 グローバル化基本方針

海外火力発電所建設プロジェクトの推進体制について述べる。当初は、日本からのオペレーションの比率が高かったが、プロジェクト回数を重ねるにつれ、より効果的なプロジェクト全体のコスト・スケジュールの管理、顧客満足実現などの観点から、現地主導が可能な体制へと移行してきた。

また、サプライチェーンのグローバル化を拡大するため、(1) グローバル営業拠点との連携強化、(2) 設計のグローバル化推進、(3) グローバル調達の拡大、(4) 生産拠点のグローバル化、(5) グローバル品質保証体制強化、および、(6) グローバルサービス拠点拡充の6点を基本方針としている（図3参照）。こうした戦略の目的は、市場が大きいところに拠点を充実させるとともに、各拠点の有機的な連携、すなわち営業から設計、調達、製造、品質保証、およびアフターサービスまでの連携を、各拠点を中心に積極的に図ることである。

その中で、日立グループの火力発電ビジネスとして、(1) 超臨界圧石炭火力の展開、(2) 環境に配慮したガスタービンビジネスの拡大、(3) 保守、管理などのサービスビジネスへの参入に加え、将来はCO₂削減技術も必要となってくることから、CCS（Carbon Capture and Storage）など低

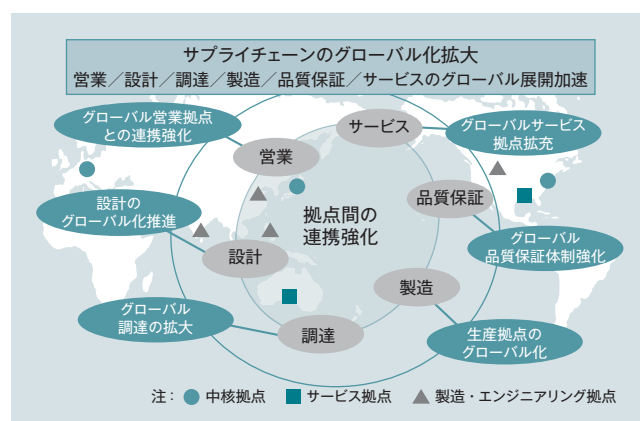


図3 | サプライチェーンのグローバル化

大型プラントの基本構想、立案などの営業活動から納入後のアフターサービスまで、一貫したサプライチェーンの観点でグローバル化を図っている。

炭素技術の開発やその展開も行っている。

3.2 東南アジアにおけるグローバル展開

東南アジアにおける日立火力事業のグローバル拠点のマップを図4に示し、以下にその拠点の例を幾つか紹介する。

(1) 営業拠点

日立アジア社 (HAS : Hitachi Asia Ltd.) をシンガポールに設け、その傘下として、タイ、ベトナム、マレーシア、フィリピン、インドネシアに拠点を展開している。中国では日立チャイナ社 [Hitachi (China), Ltd.]、インドでは日立インド社 (HIL : Hitachi India Pvt. Ltd.) を中心に現地で営業活動を行っている。HILはこれまでHASの傘下であったが、インド市場の巨大化に伴い日立グループ全体の重点市場として注力するため、グローバル拠点の一極として独立運営することとなっている。

これらの拠点では、電力ビジネスを主眼とした現地駐在者、現地スタッフの質・量的増加を図り、より地域に密着した受注活動を行う計画である。

(2) 設計・製造拠点

設計・製造拠点として、1989年、フィリピンにバブコック日立フィリピン社 [BHPI : Babcock-Hitachi (Philippines) Inc.] を設立してボイラの製造を開始した。2000年には日立フィリピン社 (HIMAC : Hitachi Industrial Machinery Philippines Corp.) を設立し、プラントシステム、機械・電気設計などのエンジニアリングや試運転・指導員派遣などを行っている。

中国においては、大連市に大連日立機械設備有限公司 (DHME : Dalian Hitachi Machinery & Equipment Co.,



図4 火力事業のアジア地域におけるグローバル拠点マップ

最近では火力ビジネスのサプライチェーンの基盤をアジアに向けて固めており、その市場の成長に合わせた取り組みを展開している。

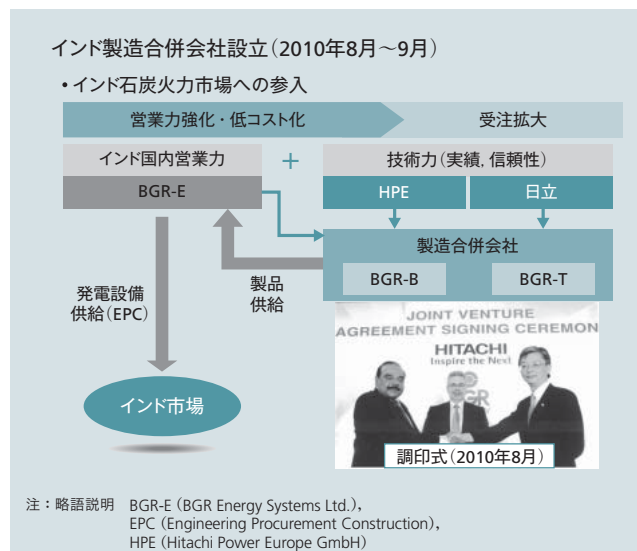


図5 日立とインドBGRの合併会社設立

インドでは現地のBGRエナジーシステム社とJV (Joint Venture) を設立し、廉価な労働コストと若者層の厚さを強みに低コスト化の実現をめざしている。

Ltd.) を1997年に設立し、蒸気タービンやガスタービン部品の生産している。またインドでは、インドのEPC企業であるBGRエナジーシステム社 (BGR Energy Systems Ltd.) と共同出資し、2010年にタービンとボイラそれぞれの合併会社を設立し、2012年からの現地生産をめざしている (図5参照)。

(3) 調達拠点

上述した海外拠点の中に設置していた調達組織をアジアベルト地帯に特化して、2011年6月に、大連、上海、およびシンガポールに、国際調達室 (IPO : International Procurement Office) を設立した。これらの拠点ではエンジニアリング能力を駆使して最適な機器調達を行っており、海外調達比率の拡大、競争力強化に貢献している。

4. タイのノースバンコク複合発電所でのEPC

東南アジアに向けてのグローバル展開事例として、タイの複合発電EPCプロジェクトを紹介する。

4.1 プロジェクト概要と背景

2007年3月、住友商事株式会社、タイの総合建設会社であるITD社 (Italian-Thai Development Public Company Ltd.) および日立製作所の3社によってコンソーシアム体制を組み、タイ国電力公社EGAT (Electricity Generating Authority of Thailand) のノースバンコク複合発電所向け700 MW発電設備のEPC契約を受注した。設計、製作、材料・機器調達の後、据付け工事、試運転を経て、2010年11月にプラント運転を開始し、現在運転中である。EGATでは、タイ国内の電力安定供給と環境保全の観点から、新設発電所の多くを天然ガス焚 (だ) き複合発電としてお

り、複数の案件を同時に建設している。ノースバンコク複合発電所もその一つで、EGAT本店敷地内に位置したシンボリックな発電所であった（図6参照）。このプロジェクトが、今後のタイでの電力ビジネス拡大とともに、東南アジアでのビジネス展開にも資することが期待される。

4.2 主な仕様

主な構成は、ガスタービン発電機2台、排熱回収ボイラ2台、蒸気タービン発電機1台である（表2参照）。

(1) ガスタービンおよび発電機

低NO_x燃焼器を備えた米国GE社（General Electric Company）製F9シリーズ改良型を用い、低NO_xでの運用負荷帯を広げるためにガスタービン圧縮機からの抽気を吸気ダクトに導入するインレットブリードヒーティングシステムを採用した。

(2) 排熱回収ボイラ

限られた敷地内での配置計画と高効率化を図るために、縦型の再熱式三重圧ボイラを採用した。ベンダーはEGATの他プラントでも納入実績のあるベルギーのCMI社で

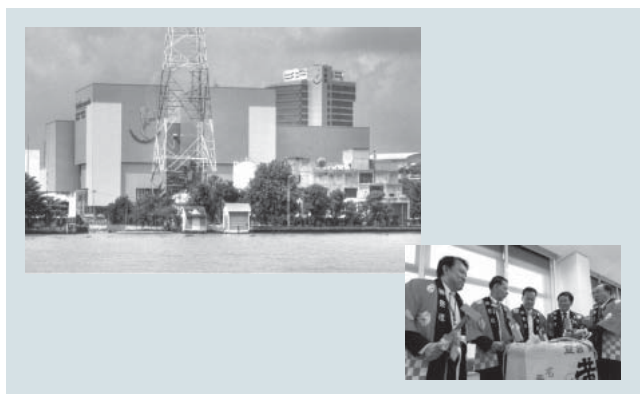


図6 | ノースバンコク複合発電所の外観とセレモニーの様子

バンコク中心部を流れるメナムチャオプラヤ川沿いに位置し、都市部への安定電力供給に貢献している。運転開始時には、タイ電力庁大臣、EGAT総裁やコンソーシアム代表によるセレモニーが開かれた。

表2 | 主なプラント仕様

高効率の再熱式三重圧ボイラを採用した。

プラント出力 (Net)		703.6 MW
プラント構成		2GT+2HRSG+1ST
ガスタービン (GT) 型式		F9FA+e (低NO _x 燃焼器) (GE社製)
排熱回収ボイラ型式		縦型、再熱式三重圧 (CMI社製)
蒸気タービン (ST) 型式		TCDF-33.5 (日立製)
蒸気条件	高压	130bara/566°C
	中圧	23.4bara/566°C
	低压	5.2bara/290°C
発電機容量	GT	307 MVA×2unit (GE社製)
	ST	330 MVA (日立製)
主変圧器	GT	15.75/241.5 kV (AEパワー社製)
	ST	18/241.5 kV (AEパワー社製)
制御装置		HIACS 5000M (日立製)

注：略語説明 HRSG (Heat Recovery Steam Generator)

ある。

(3) 蒸気タービンおよび発電機

同クラスの蒸気タービンで多くの実績を持つクロム・ニオブ系合金鋼を33.5インチ最終段翼に使用したタンデムコンパウンド型を採用した。

4.3 プロジェクト遂行体制

タイでの大型案件は、2004年運転開始のクラビ発電所以来であったが、今回EPCプロジェクトとして、商務取りまとめを住友商事が行い、土木建築・据付け工事はタイのITD社が、設計、機器調達、据付け指導員派遣、試運転を日立グループが担当するコンソーシアム体制をとった（図7参照）。

プロジェクト遂行にあたっては、日立グループとしてタイ現地法人も設立し、派遣指導員の労務管理、安全衛生管理、タイ国内での機器・材料調達などを行う現地拠点として運営を行った。2008年、2009年に発生したバンコク市内での新型インフルエンザ拡大や政治集団デモを起因とする暴動が発生した際には、この拠点による迅速な情報収集・状況判断を基に、安全確保を優先させながらプロジェクト工程への影響も最小限に抑えることができた。

4.4 タイでの経験

日立グループは、タイ国内の火力発電プロジェクトでは約10年前に初めて参入し、クラビ発電所プロジェクトでは、貴重な経験を積んだ。例えば、他のASEAN周辺国では最新・最高のスペックは重視しないが、契約スペックが重厚であったり、供給機器メーカーは先進国志向といった好みがあり、さらに、きめ細かい管理の下での出荷検査システムなどの困難性があった。しかし、ノースバンコクプロジェクトでは、綿密な擦り合わせによる相互理解を深めることに注力し、また内陸輸送などでのEGAT実行部隊の協力な

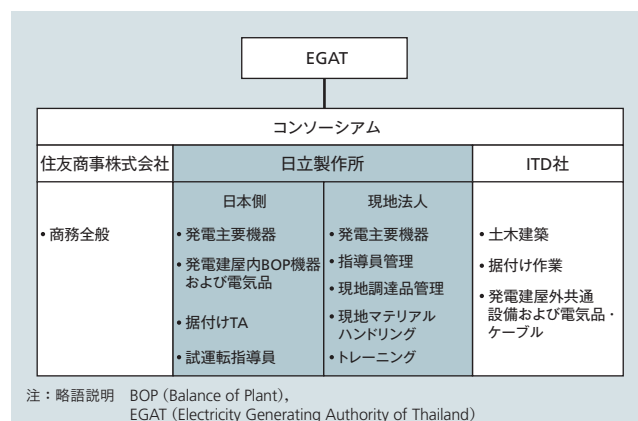


図7 | ノースバンコクプロジェクト体制

日立製作所は、技術リーダーとしてコンソーシアム内の技術分野の取りまとめを実施し、プロジェクトを総合的に取りまとめた。

どを得ることで問題なく進んだ。一方、コンソーシアム体制運営の課題解決について、次に示すような経験をした。

コンソーシアムにおいて、現地のITD社は土木建築・据付け工事を担当した。土建工程はプロジェクト工程優先の方針から順調に進んだが、設計、調達工程と工事工程間の調整、また試運転につながる据付け工事工程などの協調を多く必要とするものは管理・共有に注力した。試運転では、業務フロー中の試運転関連図書・記録確認作業における顧客との調整に時間を要し、試運転工程に影響を与えた。

また、雨季の強いスコールなど、東南アジア特有の気候によって作業がたびたび中断されるなど、難しい工程管理も経験した。海拔が低い地域のため、乾季において海水の逆流によって取水する川の塩分濃度が上がり、純水装置が十分に機能しなくなる事態も発生したが、コンソーシアムメンバー最高責任者間でつくるマネジメントミーティングを行い情報共有化を図り、早期対策案を確立した。さらに、協調ミーティングの共通の問題としてEGATとも連携し、水不足に対してはEGAT所有のバージ船を利用した川上流域での河川水の取水などを行い、顧客と契約者が一体となって各プレイヤーができる最大の対策を講じ、解決を図ることができた。

このように、据付け・試運転期間中にコンソーシアムとしての工程管理の難しさに直面したが、顧客の多大な協力の下、コンソーシアムメンバー内の協調を図ることで、2010年11月にプラント運転開始を迎えることができた。

5. 今後の東南アジアビジネス展開

ノースバンコクプロジェクトでの経験およびこれまでの海外プロジェクトから学んだことにより、主に東南アジア向け火力プラントビジネスとしては、通常のプロジェクトマネジメントに加え、以下に留意したい。

- (1) 円借款やJICAなどの公的資金の利用、顧客嗜好（しこう）の取り込みなどで競争優位化を図る。
- (2) 各国において商社ならびに工事業者をはじめとするローカルパートナーとの協業の枠組みを作る。
- (3) 土木建築・据付けについては、地域ごとのローカル業者との最適契約形態やフォーメーションを確立する。

また、タイのプロジェクトで得た教訓としては、以下が挙げられる。

- (1) 配管とケーブルの施工で難航した。これらは膨大な設計データ授受とその調整作業が課題である。その精度向上および遂行をタイムリーにすることが肝要である。
- (2) 試運転で見られた顧客側の特殊な要求に応えるため、顧

客とのコーディネーターを設置する。先行実績のある顧客がコーディネーターとなることが望ましい。

- (3) 緊急案件への対応や工程表作成、議論の進め方などで、日本での考えや行動と異なることがあるため、コンソーシアム体制には、中立的なコンソーシアムリーダーといったポジションが必要であると考えられる。

6. おわりに

ここでは、海外における日立グループの火力事業の歴史と、東南アジアに向けた取り組み、および近年の実プロジェクトの経験について述べた。

東南アジア市場において火力ビジネスの成長を図るためには、(1) 超臨界圧石炭火力をはじめとする日立グループの得意技術による競争優位化、(2) フィージビリティスタディ、エンジニアリングスタディ、資金提供をはじめとした初期段階からの案件形成協力による受注有利化、(3) 営業、エンジニアリング、調達、製造などサプライチェーンの国際化・現地化が必須であり、M&A（合併・買収）を含めた戦略的展開を進めていく。今後は、タイのEPCプロジェクトで経験した有形・無形の財産を火力プラントビジネスに生かし、東南アジア、さらには世界各国の社会インフラ整備へ貢献していく所存である。

執筆者紹介



間 誠一

1985年日立製作所入社、電力システム社 火力事業部 火力技術本部 海外火力技術部 所属
現在、海外火力プラントの受注活動に従事



脇田 智徳

1983年日立製作所入社、電力システム社 火力事業部 火力技術本部 建設部 所属
現在、国内・海外火力プラントの建設マネジメント業務に従事



清水 光彦

1987年日立製作所入社、電力システム社 国際電力営業本部 所属
現在、海外電力プラントの営業活動に従事



板野 暁

1993年日立製作所入社、電力システム社 火力事業部 火力技術本部 海外火力プラント推進部 所属
現在、海外火力プラントのプロジェクトマネジメント業務に従事