

# 第9回エネルギーに関する講演会

## 次 第

2023年9月22日（金）14:00～15:15

Zoom ウェビナー

### 1. 開会挨拶

新むつ小川原株式会社 代表取締役社長 福田 健吉

### 2. 講演

テーマ：世界におけるエナジートランジションの動向と三菱重工の取組み

講師：三菱重工業株式会社 代表取締役副社長執行役員 加口 仁 様

### 3. 閉会

#### 《 配布資料 》

講師ご略歴

ご講演資料

#### 《 お知らせ 》

弊社 HP では、むつ小川原開発地区の魅力をも迫力あるドローン映像を交えてお伝えしていますので、ぜひご覧ください！

※画像をクリックいただくと動画再生ページにジャンプします





加口 仁 様  
三菱重工業株式会社 代表取締役副社長執行役員

## 略 歴

- 1984年4月 三菱重工業株式会社入社
- 2015年4月 同社 エネルギー・環境ドメイン原子力事業部事業部長代理
- 2017年4月 同社 パワードメイン原子力事業部事業部長代理
- 2018年4月 同社 執行役員、グループ戦略推進室副室長
- 2019年1月 同社 執行役員、グループ戦略推進室副室長 兼 戦略企画部長
- 2019年4月 同社 執行役員、CoCSO 兼 マーケティング&イノベーション本部長
- 2020年4月 同社 常務執行役員、CSO 兼 成長推進室長
- 2021年4月 同社 常務執行役員、CSO 兼 ドメインCEO、エナジードメイン長
- 2021年6月 同社 取締役、常務執行役員、CSO 兼 ドメインCEO、エナジードメイン長
- 2023年4月 同社 取締役、副社長執行役員、社長特命事項担当（現職）

## 第9回エネルギーに関する講演会議事録

2023年9月22日

新むつ小川原株式会社

新むつ小川原株式会社主催、経団連共催による「第9回エネルギーに関する講演会」を9月22日にWEB開催し、約300名が参加しました。今回は「世界におけるエネルギー・トランジションの動向と三菱重工の取組み」をテーマに、三菱重工業株式会社 代表取締役副社長執行役員 加口 仁 様より講演いただきました。以下はその概要です。

### 【自己紹介】

1984年、原子力のエンジニアとして三菱重工入社。

新型炉（高速増殖炉＝もんじゅ、核融合炉＝JT60）の機器の設計に18年間従事した後、軽水炉（PWR）の原子炉容器、蒸気発生器などの主要機器の設計に16年間従事。

その後、再処理施設の設備設計・試運転に参画し、月に一度は六ヶ所村に通う日々を過ごす。現在は全社のエネルギー・トランジション活動を統括。

### 【むつ小川原開発地区の視察 -本年7月-】

当講演にあたり、むつ小川原開発地区を視察したので、感想を述べたい。

#### ・ 風車群

日本における有数の大規模風力発電所というだけあり、再エネ適地であると感じた。FIT初期から立地している風車群のため、現在主流の4～6メガクラスの風車と比較するとやや小さい印象だが、今後リプレイスし大型化していくと聞いている。一方、三菱重工も含めて国内メーカーが風車事業から撤退している点は、非常に残念。

#### ・ 太陽光

非常に面積が広く、有望な再エネの適地だと感じた。再エネの余剰と利用のバランスを考慮すると、水素やアンモニアのハブを作ったらいいのではないかと感じた。

#### ・ 原子力関係

40代の頃に六ヶ所村の再処理施設の建設に携わっていた。訪問は東日本大震災以来13年ぶりだったが、新規制対応により耐震や竜巻対策、テロ対策など、かなり手が入れられて重装になり、着実に原子燃料サイクルが進んでいると感じた。

#### ・ QST

ITER計画<sup>\*</sup>が着実に進んでいるように感じた。加速器を活用した材料試験など非常に夢のある研究だと感じた。

※核融合炉実験炉実現に向け7極（日、EU、米、露、中、韓、印）政府により進められている大型国際プロジェクト

## 【 1. 世界のエネルギー転換の状況】

### ■エネルギー転換の進捗度における位置づけ

米国、EU、やや遅れて日本の順である。

#### ・米国

2022年8月にIRA（インフレ抑制法）が成立。2050年までにNet Zero 経済を実現させる取組みに対して、巨額の資金投入を行う施策が含まれており、今後様々なプロジェクトが活発化していくだろう。

#### ・EU

グリーンエネルギーに対する意識が高く、先行して産業政策を実施していたが、IRA で抜かれた印象。現在、REPowerEU によって制度設計がどんどん進んでいるように感じており、IRA よりも大きな投資額規模になるのではと思う。

#### ・日本

官民合わせて150兆円規模のGX 経済移行債発行に向けて準備中である。24年度から本格的な動きになるだろうが、将来的に炭素税で回収するのだろう。日本も世界に遅れないよう進めていく意思が示されていると感じている。

### ■主要各国・地域のエネルギー政策の動向

#### ・米国

投資税額控除の期限延長や低炭素水素生産に関する税額控除等、非常に魅力的な施策に注目しているが、最近設備費が高騰している点が気付きである。

#### ・EU

温室効果ガスの排出権取引制度（ETS）と国境炭素税（CBAM）が2大規制。REPowerEU 達成に向けて巨額の追加投資が検討されている点に注目している。

#### ・中東

サウジアラビアが水素・CCUS について国家戦略等をたてており、非常に熱心。国家プロジェクト NEON 新都市開発の一環としてグリーン水素製造プラントを建設中であり、事業機会は日本にとっても非常に大きいと思う。

#### ・アジア

シンガポールは脱炭素の国家戦略を進めており、国が主体となってさまざまなプロジェクトの提案を各事業者に呼びかけている。グリーン投資額は非常に大きい。

中国も非常に熱心。カーボンニュートラル<sup>※1</sup>2060実現に向け、古い石炭火力をガスタービンに置き換える取組により、非常に大きなガスタービン市場を形成している。

※1 中国では2060年までの脱炭素を目指している

## 【 2. 三菱重工のエナジートランジションの取組み】

三菱重工ではカーボンニュートラル実現に向けて MISSION NET ZERO をスローガンに掲げている。2050 年までに CO<sub>2</sub> の排出量と回収量について差し引きゼロ (=Net Zero) を目指すのが一般的だが、三菱重工では 2040 年までに Net Zero を目指している。

カーボンキャプチャーについては、世界で現在約 350 億 t の CO<sub>2</sub> 排出に対し CCUS はほぼゼロである。しかし、2050 年には 76 億 t 程度まで CO<sub>2</sub> 排出削減ができると予測しており、その一定量の CO<sub>2</sub> キャプチャーを考えている。

### 2-1 既存インフラの脱炭素化

火力発電の脱炭素化実現には、CO<sub>2</sub> を「減らす・回収する・出さない」の道筋がある。

#### ■ガスタービンコンバインドサイクルへの転換

現状の石炭火力発電プラントの CO<sub>2</sub> 排出量を 100% とすると、高効率ガス焼きガスタービンコンバインドサイクル発電に置き換えるだけで CO<sub>2</sub> 排出量を △65% に削減できる。

三菱重工が製造するガスタービンは、例えば 50Hz 機である M701JAC シリーズであれば、長さ約 17m、コンバインドサイクル出力が最大 840 メガワット、発電効率 64%、タービン入口温度 1650 度を実現できる大型で高効率なシステムである。

#### ■水素・アンモニア仕様ガスタービン開発スケジュール

水素・アンモニア焼きガスタービンへの転換は、圧縮機やタービン部分はそのまま使用し、コンバスターと呼ばれる燃焼器の交換により比較的容易に行うことができることが特徴である。

##### ・水素ガスタービン

中小型ガスタービンは燃焼温度が低いいため水素化は比較的簡単であり、2022 年に燃焼器単体での水素専焼試験に成功している。対して、500 メガワットを超える大型ガスタービンは、普通に燃やすと 320 グラム/kWh くらいの CO<sub>2</sub> は出てしまうが、当社は世界で最も規制の厳しい欧州の CO<sub>2</sub> 排出規制 (EU タクソノミー) に適合するように開発を進めており、従来型の燃焼器を使った燃焼試験において既に 50% の水素混焼試験を完了している。今後は、新型燃焼器の開発を進め 2030 年くらいまでに、大型ガスタービンでの水素 100% 専焼による商用化を目指す。

##### ・アンモニアガスタービンおよびボイラ

エネルギーキャリアとしてアンモニアの活用があげられる。現在、アンモニア専焼ガスタービンは燃焼器を開発中で、2025 年以降の実機運転、商用化を目指している。またアンモニア混焼ボイラはバーナーを開発中で、2030 年代前半の商用運転開始を目途に、50% 以上の高混焼を目指している。

#### ■高効率ガスタービン+CCUS

既設の高効率ガスタービンコンバインドサイクルに CO<sub>2</sub> 回収システムを適用することに

より 90%以上のCO<sub>2</sub>を回収可能。現在、アルバータ州（カナダ）やスコットランドのプロジェクトの基本設計を受注。

#### ■脱炭素化技術開発拠点

脱炭素化技術の開発は、当社の工場と研究所がある兵庫県高砂市と長崎県長崎市を中心に進め、実証は高砂水素パークで行っている。

- ・高砂水素パーク

既設で発電実証設備があった高砂製作所内に、水素製造から利用（発電）までにわたる技術を一貫して検証できる施設を整備し、現在稼働を開始済。

- ・長崎カーボンニュートラルパーク

アンモニア燃焼技術開発をはじめ、バイオマス、水素製造、CCS など多岐にわたる脱炭素に貢献する要素技術開発に取り組んでいる。

#### ■三菱重工の水素焚きおよびアンモニア焚き GTCC プロジェクト

直近の水素焚き GTCC プロジェクトは McDonough 発電所（米国）において、既設のガスタービンでも水素供給があれば 20%程度までは問題なく混焼可能だと確認できた。後述のユタ州（米国）におけるプロジェクトでは、2025 年に水素 30%混焼を開始予定。

アンモニア焚き GTCC プロジェクトで一番引き合いが多いのは、シンガポールである。

## 2-2 水素エコシステム実現に向けた取り組み

水素は燃焼時にCO<sub>2</sub>を出さない燃料として、様々な産業分野で Net Zero の実現に欠かせない。三菱重工では、水素を作るところから使うところまで、「水素エコシステム」を具現化するプロジェクトに取り組んでいる。

#### ■水素製造技術開発状況

将来のより効率的な方法として、ターコイズ水素などさまざまなものを考えており、装置開発を進めている。ターコイズ水素とは、天然ガス（メタン）を水素と固体炭素に熱分解することによりCO<sub>2</sub>を出さずに水素を得る技術である。

またSOEC（固体酸化物形電解セル）は、SOFC（固体酸化物形燃料電池）の逆反応であり、高温のセラミックセルの中に水蒸気を流して電気を与えることで水素を効率的に製造する技術を現在開発中。

※2 水蒸気の電気分解で水素をつくる技術

#### ■Advanced Clean Energy Storage プロジェクト（米国ユタ州）

カリフォルニアは、風力や太陽光などの再生可能エネルギーの先進地区である。夏は暑いため電力需要がひっ迫するものの、春先は電力需要が少なく、2月から5月にかけて大量のエネルギーが余る。そのためカリフォルニアの電力を一旦ユタ州まで送電し、電気分解によって水素を製造し、さらに地下貯留して、季節性の電力需要を平準化するプロジェクトである。

地下貯留は、地下に大きな岩塩の層があり、その中にドリリングして1,600メートル程度の穴を掘り、水を流して塩を溶かすことで空洞を作り、水素を貯める。三菱重工は水素焚きM501 J A C形ガスタービンを供給しているが、ここまで大きな水電解装置を導入して年間を通じたエネルギーの平準化を行うプロジェクトは、世界的に見ても珍しい。2022年末より現地工事を開始し、現在進捗は約50%である。2024年末までに貯留設備完成、2025年の発電開始が目標である。

### **2-3 CO<sub>2</sub>エコシステム実現に向けた取り組み**

脱炭素化の視点で見ると二酸化炭素は悪とみなされるが、三菱重工ではCO<sub>2</sub>を回収・貯留し、資源として利用するCO<sub>2</sub>エコシステム（CCUS事業）を展開している。

火力発電所から出るCO<sub>2</sub>を含む排ガスは、排ガス冷却塔で冷やされた後、吸収塔内でアルカリ性のアミン吸収液と接触し、排ガス中のCO<sub>2</sub>が吸収される。CO<sub>2</sub>を多く含む吸収液は再生塔に送られ、蒸気により加熱しCO<sub>2</sub>を放出。再生した吸収液は吸収塔に戻し、再利用する。

このCO<sub>2</sub>回収プロセスを採用した世界最大のプラントが米国テキサス州にあり、2016年から商用運転している。我々はこのプロジェクトをPetra Novaプロジェクトと呼んでいるが、依然コスト面で課題が残っている。製鉄やセメントなど、さまざまなパートナーと同回収プロセスについての実証実験を行っている他、コンパクトで汎用性の高いモジュール化小型装置を開発し、アミン液の耐用性や効率について実証を行っている。

#### **■ CO<sub>2</sub>回収市場について**

米国において予測されるCO<sub>2</sub>回収量が2030年に4.8億tとなれば、85ドル税控除<sup>※3</sup>で計算すると、市場は4兆円規模となる。非常に大きなビジネスチャンスがあると考えている。

※3 IRAにおけるCCS付火力には、回収する炭素量に比例する税控除（1t当たり85ドル）が12年間認められる。

#### **■ CO<sub>2</sub>輸送について**

日本は海外と比較してパイプラインが少ないため、貯留適地が多くない。

現在、CO<sub>2</sub>を液化して舞鶴から苫小牧まで輸送するプロジェクトが計画されており、今年中に輸送試験を開始する予定。

#### **■ 日本におけるCCS**

政府は2050年時点で1.2~2.4億t/年のCCS導入を目指すことを表明。JOGMECが2023年度「先進的CCS事業の実施に係る調査」に関する委託調査業務の公募を行い、7案件（国内貯留5案件、海外貯留2案件）を選定した。

### **2-4 原子力分野での取り組み**

ドイツを除く主要国は、エネルギーセキュリティや資源価格の高騰を受け原子力活用に大きく舵を切っている。そうした中、三菱重工は軽水炉サイクルだけでなく、高速炉含む燃料サイクルのほぼすべての領域に携わっており、国内におけるリーディングカンパニーとし

て事業を展開している。

#### ■国内新設プラントの必要性

2023年8月時点で設置許可申請済のすべてのPWR/BWRプラントが稼働すれば、原子力発電比率20%以上を達成できる。一方、原子力発電所の運転期間60年超を想定しても、2030年半ば頃より順次運転期限を迎え、発電設備容量は1基/年のペースで低下する予測である。国内産業基盤維持の観点からも、我々は早期の新設プラント実現が必須と考えている。日本はグリッドがしっかりできており既設のサイトがある。その点を考慮すると、高い経済性に加え、革新技術を採用した世界最高水準の安全性を実現する革新軽水炉「SRZ-1200」がリプレイスには望ましく、開発を推進している。

#### 【質疑応答】

Q1：世界各国における同様のスペックのガスタービン開発において、御社のタービンの優位性は何か。

A1：大型ガスタービンの世界シェアは、当社、シーメンス、GEが寡占している。三菱重工製ガスタービンが採用された東北電力上越火力発電所1号機が「Most efficient combined cycle power plant / 最も効率の高いコンバインドサイクル発電設備」として、今年1月に国際機関に認められた。

Q2：メガソーラーや風車等CO<sub>2</sub>が出ない発電とCO<sub>2</sub>エコシステムを比較すると、コスト面で優位性があるものが最終的に選ばれるのではないか。

A2：おそらく電力が一番グリーン化しやすいと感じている。再エネでどんどん電気を作りコストダウンを図っていけるし、世界も再エネ電力=安い電力となることを目指している。一方、あらゆる場面でCO<sub>2</sub>排出をゼロにできるかといえば、例えばセメントや製鉄は製造過程でCO<sub>2</sub>の排出は避けられない。その部分はCO<sub>2</sub>エコシステムを利用し、CO<sub>2</sub>の排出量と回収量を差し引きゼロ(=Net Zero)にすることを目指している。