

# POWER & ENERGY SYSTEMS

動力エネルギーシステム部門ニュースレター

第 66 号

## 目次

巻頭言	2
技術トピックス 新北海道本州間連系設備の紹介	3
98 期部門賞及び部門一般表彰報告	5
98 期部門賞及び部門一般表彰受賞者所感	9
行事報告	
– No. 20-1 2020 年度年次大会 動力エネルギーシステム部門関連企画報告	18
– No. 20-73 部門 30 周年記念行事 連続企画 第 3 弾 講習会 [web 開催] 「再エネとの協調技術」報告	19
– No. 20-74 第 30 回セミナー&サロン 脱炭素社会実現に向けたイノベーション (併催：部門賞贈呈式)	20
開催案内	
– 第 28 回原子力工学国際会議 28th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE28)	22
書評	
– “Dry Syngas Purification Processes for Coal Gasification Systems” 邦訳：「石炭ガス化システム用乾式ガス精製プロセス」	23

## ◇巻頭言◇

三菱パワー株式会社

常務執行役員 エンジニアリング本部長 石瀬 史朗

2021年の年頭にあたり、一言ご挨拶を申し上げます。

今、新型コロナウイルスの影響で生活様式が大きく変化しています。世界的な各種活動自粛の影響を発端に、在宅勤務・Web会議の拡大などの変化はコロナ禍収束後も定着することになるでしょう。そして、5Gに代表される情報インフラの高機能化、デジタルイノベーションの進展などが、この変化をさらに加速させ、これに合わせてエネルギーの利用形態も大きく変わっていきます。

さらに、地球環境問題への対応は言うまでもなく重要です。今年にはコロナの影響で順延されていた COP26 が英国グラスゴーで開催され、国際的にも活発な議論が行われることとなります。EU がグリーンディール政策を打ち出し、中国も 2060 年までにカーボンニュートラルを目指すことを国連総会で表明するなど、各国が取り組み方針の強化を行っています。わが国においても、昨年 10 月に菅首相が 2050 年にカーボンニュートラル社会を目指すことを宣言されました。今後は再生可能エネルギーの最大限の導入や、脱炭素化技術として確立している原子力の活用に加え、カーボンリサイクル等の革新的環境イノベーションの加速などが推進されます。

昨年はコロナの影響でエネルギー需要が数%減少する見通しとされていますが、これは一時的なものであり、長期的には世界のエネルギーの需要は依然増加傾向にあり、地球環境問題の解決とコロナ禍後の経済回復および経済成長に向けて、まさに人類の英知の結集が求められているところです。

ただ、多くのインフラが整備され社会活動が営まれている現代社会においては、一朝一夕にカーボンニュートラル社会を実現することはできません。火力発電設備のさらなる高効率化を進めて当面のエネルギー需要に応えつつ低炭素化を進め、さらに将来のカーボンニュートラル社会実現に向け火力発電から排出される CO<sub>2</sub> の回収・転換利用、水素・アンモニア・バイオマスなどのカーボンフリー燃料への転換の準備を並行して進めていくことが重要です。

もう一つ重要なのは、電力供給に求められる電力品質です。現在のわが国の再生可能エネルギー比率は約 20%、これが 30~40%に増えていくと、昼間においては電力のほとんどが太陽光などの再エネ電力となります。出力変動が大きな再エネ電力をさらに増加させつつ電力品質を保つには、一定量の調整電源とバッテリーなどの蓄エネ技術、調整電源となる火力発電設備の最低負荷切り下げ・負荷変化速度の向上などの運用性改善、調整電源容量が減少する中でも系統不安定発生時の対応力を強化する電力レジリエンスの向上や、慣性力等によるグリッドの安定化も求められています。

これらの課題に対し弊社は、昨年、発電効率 64%以上を達成する次世代 1,650℃級 JAC ガスタービンの運転を高砂工場にて開始しました。また最新鋭の石炭ガス化複合発電 (IGCC) では運転中の広島県 (大崎) に加え、福島県 (勿来・広野) にて運転を開始します。これら最新鋭の火力発電技術を使って老朽火力をリプレースすることにより、大幅な CO<sub>2</sub> 排出量の削減を行うことが可能となります。

並行して抜本的な火力発電の低・脱炭素化に向け、CCS による排ガスからの CO<sub>2</sub> 除去、水素・アンモニア等のカーボンフリー燃料を GTCC や汽力発電へ適用するための技術開発に取り組み中です。昨年は木質バイオマスからのジェット燃料製造 (NEDO 委託事業) にも成果が出ています。また電力レジリエンスに対する提案 (所内単独運転機能の追加など)、加えて弊社のデジタルソリューション TOMONI を活用した IT・AI による O&M 最適化・性能向上運用改善により環境負荷の低減に取り組んでいます。引き続きエナジートランジションを推進し、カーボンニュートラルの達成に積極的に取り組んでまいります。

日本機械学会動力エネルギーシステム部門は昨年 30 周年を迎えられました。誠にありがとうございます。発足当時は火力・原子力などいわゆる集中電源がエネルギーシステムの中心の時代でありました。再生可能エネルギーを中心とするカーボンニュートラル社会の実現へ大きく舵を切ったこの時代において、産官学のさらなる連携強化で、日本が持つ優れた動力エネルギー技術をさらに高めていくことが必要とされています。日本機械学会の皆様とともに、将来を担う若手技術者や子供たちの育成を促し、わが国また世界の発展に向けて歩みを進めてまいりたいと思います。

(原稿受付 2020 年 12 月)



## ◇技術トピックス◇「新北海道本州間連系設備の紹介」

北海道電力ネットワーク株式会社

工務部直流連系システムグループ 小関 奈津美、内海 貴徳

### 1. はじめに

日本全国には、各地域の電力ネットワークを結ぶ地域間連系線が整備されている。津軽海峡を挟む北海道－本州間には、1979年から北海道・本州間電力連系設備（以下、北本連系設備）と呼ばれる直流連系設備（現設備：600MW、他励式、2極構成）があり、各エリアの相互の電力の緊急応援、北海道エリアの周波数安定維持等に大きな役割を果たしている。

北海道電力ネットワーク（株）では、北本連系設備の将来的なリプレースによる長期停止を見据え、北海道エリアの安定供給確保の観点から、北斗変換所（北海道側）と今別変換所（本州側）を連系する「新北海道本州間連系設備（以下、新北本連系設備）」（300MW、自励式、1極構成）を建設した。本設備は、2019年3月に運用を開始しており、その概要について紹介する。

### 2. 新北本連系設備

#### 2.1 設備概要

表1および図1、2に新北本連系設備の概要、ルート図およびイメージ図を示す。両変換所とも変換方式は電圧調整（無効電力調整）機能により電力システムの安定運用に効果があり、調相設備や高調波フィルタが不要であるなどのメリットがある自励式変換器を、直流送電として国内で初めて採用している。また、変換所間の接続は架空線・地中線が混在しており世界的にも珍しい設備形態である。その地中線は、青函トンネルにケーブルを布設しており、超高压ケーブルとしての鉄道用トンネル内布設は世界最長である。

表1 新北本連系設備の概要

運開年	2019
交直変換方式	自励式MMC
定格容量	300MW±100Mvar (有効電力に応じ最大300Mvarまで出力可能)
構成	単極
定格直流電圧・電流	+250kV, 1200A
交流電圧	275kV
直流送電線長	122km (架空線98km, 地中線24km)



図1 新北本連系設備のルート概要

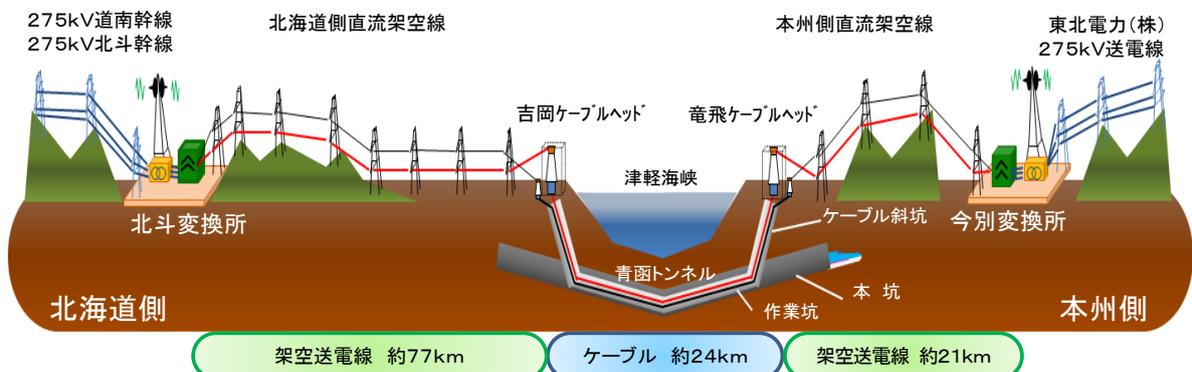


図2 新北本連系設備イメージ

## 2.2 MMC を適用した自励式変換器

北斗および今別変換所には、自励式変換器であるモジュラーマルチレベル変換器（MMC：Modular Multilevel Converter）を採用した。

MMC 変換器は、バルブと呼ばれる構造体により構成されている（図 3）。直流 250kV を出力するために、半導体スイッチング素子とコンデンサ等で構成するチョップセルを多数直列接続している。半導体スイッチング素子には、4.5kV - 2100A の圧接型 IEGT（Injection Enhanced Gate Transistors）を採用し、半導体スイッチング素子故障時でも導通状態を維持でき、外部短絡スイッチ無しで運転継続可能である。

直流送電線で作業がある場合等、各変換器は、直流線路から切り離すことができ、それぞれ単独で無効電力のみを出力する無効電力補償装置（STATCOM：Static Synchronous Compensator）としての運用も可能である。



図 3 MMC 変換器バルブ

## 2.3 新北本連系設備の特徴的な機能と導入効果<sup>1)</sup>

### (1)自動周波数制御（AFC）

新北本連系設備では、自動周波数制御（AFC）機能により周波数を一定に保ち、電力品質の向上に寄与している。

### (2)無効電力制御

自励式 MMC である新北本連系設備では、無効電力を自由に制御可能である（有効電力 300MW を出力した状態で、最大±100Mvar の無効電力の出力が可能）。これにより、電力システムの安定性を向上できる。

### (3)ブラックスタート機能

北海道側の電力システムが停電した場合、変換所に設置された非常用発電機から補機起動のもと変換器が運転を再開でき、直流送電線を介して本州側から北海道地域の大規模発電所や変電所に電力（運転再開に必要な所内電力）を送電することができる。これは「ブラックスタート機能」と呼ばれ、停電状態からネットワークを立ち上げることができる。

## 3. おわりに

北海道では、新北本連系設備の運用開始前の 2018 年 9 月 6 日、北海道胆振東部地震により北海道全域の大規模停電（ブラックアウト）が発生した。新北本連系設備は北海道エリアの安定供給のみならず、ブラックアウトのリスク対策としても大きく貢献できる。

また、カーボンニュートラルの実現に向けては、北海道エリアの再生可能エネルギーの導入拡大にも、本設備の寄与が期待できる。現在、北海道本州間は、更なる連系設備の増強に向けた検討が進んでおり、弊社は、今後もより一層の電力システムの安定運用とともに、カーボンニュートラルの実現に向けて進めていきたい。

## 参考文献

- (1) 盛 正憲他, 「Functions and Commissioning test of New Hokkaido-Honshu HVDC Link」 CIGRE Paris, 2020, B4

(原稿受付 2021 年 1 月)

## ◇98期 部門賞及び部門一般表彰 報告◇

部門賞委員会委員長 犬丸 淳（電中研）  
同幹事 高橋 俊彦（電中研）

部門賞「功績賞」「社会業績賞」および部門一般表彰「貢献表彰」は部門員からの推薦に基づき、優秀講演表彰は2019年9月に開催された年次大会、および10月に開催されたICOPE-19の座長、聴講者等による評価結果に基づき、部門賞委員会にて慎重に審議を重ね、運営委員会での議を経て、今般下記の諸氏（敬称略）に贈賞の運びとなりました。ここにご報告申し上げます。なお、ご所属・役職は2020年10月時点のものとなります（優秀講演表彰については、ご講演時のご所属を記載（2020年10月時点のご所属を括弧書き））。

### 【部門賞「功績賞」】

#### ■和仁 正文（三菱重工業株式会社 元特別顧問）

和仁正文氏は三菱重工業株式会社入社以来本社原動機事業本部及び長崎造船所において、蒸気タービンの基本計画・設計に従事し、中国大連・福州向けタービンを皮切りに、チュニジアラデス向けタービン等、数々の蒸気タービン納入に貢献、現在の車室設計技術の基礎を築いた。また、プロジェクトマネージャーとして、香港ラマ発電所向けボイラタービン引渡しに貢献し、中国電力向け三隅1号（1,000MW）では、当時最高水準となる24.5MPa×600/600℃級のボイラ/蒸気タービン納入を実現し国内外へ日本の技術力を知らしめた。

早くからPJ管理、安全管理手法を導入し高い管理能力を有するプロジェクト（設計・調達・建設）事業の実力向上に貢献した。

また、大型洋上風車の開発を指導するとともに洋上風車の事業化に尽力、デンマーク・ヴェスタス社との合弁会社の初代会長にも就任、風車の大型化の技術発展に貢献した。

本学会の九州支部長他要職を務めて、原動機業界の進歩・発展に取り組んで来た。

以上の功績は本功績賞に値するものである。

#### ■小野田 聡（株式会社 JERA 代表取締役社長）

小野田聡氏は1980年中部電力株式会社に入社以来、多数の火力発電所の計画・建設・運営に携わり、火力発電所の安定・安全運転に尽力した。

特に、世界初の超々臨界圧プラント（USC）である川越火力発電所1・2号機およびエネルギーのセキュリティ確保と総合的な供給コスト低減を目的とした国内最大の石炭火力である碧南火力発電所（総出力410万kW）の計画・建設に携わり、2018年度火力発電設備の総合熱効率50.11%（LHV）を達成するなど発電技術の向上に多大なる貢献をした。また、2018年からは発電カンパニー社長として、電源ポートフォリオの最適化のため、安価で安定的なベースロード電源となる、高効率石炭火力発電設備（BAT）である武豊火力発電所5号機（107万kW、熱効率46%LHV）の建設や、CO<sub>2</sub>排出量削減に向けた再生可能エネルギーの拡大のために、設備改修による既設水力発電所の発電電力量増加やバイオマス燃料専焼設備である四日市バイオマス発電設備（4.9万kW、CO<sub>2</sub>削減効果16万トン/年）の建設等を主導した。

以上のように長年の電力安定供給、火力発電所高効率化、環境負荷低減の取り組みにおいて、当分野の発展に寄与した功績は極めて大きく、功績賞に値するものである。

#### ■奈良林 直（東京工業大学 特任教授）

奈良林直氏は、原子力発電所の安全性向上に関して、株式会社東芝、北海道大学、東京工業大学と3つの組織で、原子力発電所の安全性研究、ABWRやSBWRなどの次世代炉開発、そして保全工学などを通じて、原子力発電所の安全性向上や不適合事象の解決などに貢献した。例えば、浜岡原子力発電所1号機で発生した水素爆発に関する原因究明と対策に関して、非凝縮性ガスの蓄積と爆轟現象の解明に大きく貢献した。また、オンラインメンテナンスを含めた保全の最適化に関する活動を推進した。

福島第一原子力発電所の事故後は、経済産業省原子力安全保安院の福島第一原子力発電所の事故の技

術的知見および安全性総合評価の意見聴取会委員、原子力規制委員会福島第一原子力発電所の事故の分析検討チームの外部有識者として、原因の究明を行い、より安全な原子力発電所を目的としたさまざまな研究開発、提言を行った。特に、日本機械学会動力エネルギーシステム部門所属の原子力規制の最適化研究会副主査として、フィルタベントワーキンググループを立ち上げ、わが国の原子力発電所へ世界初の放射性有機ヨウ素フィルタの設置を推進し、その成果報告書を日本機械学会より出版するなど、福島事故後の原子力安全に多大な貢献をした。この功績は、IAEA と OECD-NEA が共同で運営する職業被曝情報システム (ISOE) で表彰され、海外でも高く評価された。また、マスコミを通じて原子力安全性向上に関する情報発信を続けるとともに、教員として、文部科学省公募事業「スーパーエンジニアの育成研修」など学生教育にも貢献した。

以上、我が国の動力エネルギーシステム分野の発展に多大な貢献があり、功績賞に値する。

#### 【部門賞「社会業績賞」】

##### ■西口 磯春 (神奈川工科大学 教授)

西口磯春氏は、日本原子力研究所に入所後、高温ガス炉 (HTTR) の高温構造設計技術研究に従事し、成果を精力的に論文として公開するとともに、高温ガス炉高温構造設計指針の策定に大きく貢献した。

神奈川工科大学工学部に転職後は、構造力学、有限要素法、計算機シミュレーション等の広い領域で精力的に研究を行い、「変形に依存する外荷重を考慮した有限要素法理論とその電磁構造問題への応用」を始め多くの先駆的研究成果を上げた。

さらに、本会発電用設備規格委員会傘下の火力専門委員会構造分科会、配管減肉管理改善に向けた基盤技術研究分科会、及び、配管減肉分科会の主査、火力専門委員会の委員長を務め、規格策定、改定に当り指導力を発揮された。また、この他多数の発電設備規格関係の委員会委員を歴任した。共同作業員達と共に、本会の発電用火力設備規格 (JSME S TA1-2002, TA1-2003, TA1-2005, TA2-2005, TA-1-2008, TA2-2008)、発電用火力設備規格 基本規定 (JSME S TA0-2008)、火力設備配管減肉管理技術規格 (JSME S TB1-2006~2009)、設計・建設規格 事務規格 弾塑性有限要素解析を用いたクラス 1 容器に対する強度評価の代替規定 (JSME S NC-CC-005) 他 18 個の規格の策定、改訂に大きく貢献された。本会発電用設備規格は実際の火力、原子力発電所の設計、建設、検査等に広く活用されている点において、工業上の貢献は極めて大きい。

同氏は、産業界における技術指導にも熱心で、高圧ガス保安協会の 3 次元有限要素法 (3D/FEM) 応力評価委員会を長年指導してきた。この成果は、当会圧力容器の構造—特定規格 JIS B 8266:2003、圧力容器の構造共通用語 JIS B 0190:2009 の策定に生かされている。また、経済産業省原子力安全・保安院編「解説 電気設備の技術基準」の発行にも貢献し、技術の社会への定着役割を果たしている。

以上の学術研究に加え、実産業界分野、社会で大切な技術規格策定、改訂、技術の社会への定着に関する活動実績、功績は、社会業績賞に値するものである。

#### 【部門一般表彰「貢献表彰」】

##### ■「蒸気タービンの技術開発・発展における社会的貢献」 受賞者：原口 元成 (三菱パワー株式会社 サービス本部 サービス計画部 主幹技師)

原口元成氏は、1981年に日立製作所に入社後、蒸気タービンの熱性能計算に従事したのち、本体開発設計を担当、さらに米国留学を経て、輸出用蒸気タービンのプロジェクト関連業務に従事してきた。

日立製作所の輸出向け大型原子力タービンの初号機となる、中国秦山第三原子力発電所 1、2 号機蒸気タービン設備 (728MW×2 台) では、大容量・コンパクト化を目指した 1,500rpm 用 52 インチ最終段長翼が開発・採用、タービン熱効率を向上させる湿分分離再熱器の改良等、当時の最新鋭技術が導入するプロジェクトを取り纏めた。

さらに、日立製作所の北米向け石炭火力 EPC 初案件となった、カナダ・アルバータ州ジェネシー火力発電所 (超臨界 495MW、運転開始 2005 年) では、プロジェクトマネージャーとして尽力し、また、東京電力柏崎刈羽原子力発電所 6 号機 (ABWR: 改良型沸騰水型軽水炉、135.6 万 kW) の建設プロジェクトにも参画し、蒸気タービン技術の発展のみならず、実プロジェクトでも数々の実績を残した。

これらの経験に基づく知見は「蒸気タービン新改訂版(日本工業出版)」、「Advances in Steam Turbines for Modern Power Plants (Elsevier)」等を通して、動力エネルギー技術の進展に大きく貢献した。

学会活動においても、当部門の第 88 期部門長(2010 年度)、同第 89 期学会賞委員会委員長(2011 年度)、ICOPE-2017 日本側実行委員長を務め、ICONE では Track Leader として BOP (Balance of Plant) の立ち上げに永年尽力した。また、本会の学会賞委員会委員(2013 年度)、評議員(2012、2014、2015、2017、2018 の各年度)も務めるなど、その他多くの学協会でも精力的に活動した。

以上の活動は、動力エネルギー技術の発展に大きく寄与しており、貢献表彰に値するものである。

■「国内初の大規模一貫 CCS 実証事業における地下貯留 30 万トン達成」 受賞者：日本 CCS 調査株式会社(代表者：中島 俊朗(代表取締役社長)、石井 正一(顧問))

日本 CCS 調査株式会社は、経済産業省「二酸化炭素削減技術実証試験事業」の委託先として、2012 年度より北海道苫小牧市において日本初となる分離回収から圧入貯留およびモニタリングまでの一貫 CCS の大規模実証試験を開始し、2018 年 9 月の北海道胆振東部地震と全道停電など幾多の困難を乗り越え、以下にその成果を列挙する通り、2019 年 11 月 22 日に無事故で 30 万トン圧入を達成した。

- ・ CCS としては世界に類を見ない、陸域から直接海底下に至る地下 1,000~3,000m の 2 本の高傾斜坑井について、経済的に優位な方法を模索され可能性を実証した。
- ・ フラッシュによるリッチアミンの CO<sub>2</sub> 解離・溶液再生を含む二段吸収法によって 1.22GJ/t-CO<sub>2</sub> の分離回収エネルギーを実現し、3 年 8 か月の累積運転 645 日にわたり分離回収・圧入貯留の全ての安定操業を無事故で継続した。
- ・ 2018 年に発生した M6.7 の本震(158 ガルを記録)時にも、地上設備に損傷等はなく耐震性が実証された。地震前後に漏洩を疑う兆候は観測されず、貯留層の圧力変動から地下の構造にも影響がないことを示し、地震大国である日本でも安全に CCS が可能であることを立証した。
- ・ 圧入データを苫小牧市役所、Web 上で公開して、徹底した情報公開による事業の透明性確保に努めた。また、各種展示会、学会、地元でのイベントに加え、海外から 1300 名以上を含む累積 10,000 名以上にも及ぶ積極的な見学受け入れによって、CCS の理解促進に向けた活動を数多く実施した。また、同社は CSLF 認定プロジェクトの事業者としてアジア・太平洋地域における CCS 事業の普及を主導する Regional Champion に任命された。

以上の業績は、貢献表彰に値するものである。

■「日仏原子力立地県間の柔道を通じたスポーツ交流による原子力 PA への貢献」 受賞者：パトリック・ベロ(仏オラノ社 ラアグ再処理工場 国際業務支援技術者)、松木 美刈(日本原燃株式会社 顧問)

パトリック・ベロ氏は、1999 年に仏旧コジエマ社(現オラノ社)の、ラマンシュ県に立地するラアグ再処理工場の運転技術者時代に、同社柔道クラブ OHS AS COGEMA のコーチを務めていた。同氏は、原子力立地県として類似した環境を有する青森県とラマンシュ県の柔道を通じたスポーツ交流による原子力 PA 活動について、当時のコジエマ・ジャパン社のアシスタント(仏語通訳)である松木美刈氏とともに、日仏関係者への説明、調整に尽力した。その結果、同計画は実現され、以来、青森県内の各柔道クラブとの交流を拡大して、毎年交互に日仏間で開催場所を変えて原子力施設を相互訪問しながら、2019 年には青森県にて盛大に 20 周年記念式典を開催した。青森県と仏ラマンシュ県の間での、柔道を通じたスポーツ交流と原子力 PA 活動を 20 年にわたり継続しており、今後も盛大に展開されようとしている。この間、ベロ氏は全てのプログラムに参加し、松木氏も仏語通訳として地元との交流に大きな役割を果たしてきた。

以上の活動が、長期に渡り社会的理解を得る必要がある原子力 PA に果たした貢献は大きく、貢献表彰に値するものである。

■「166MW 酸素吹石炭ガス化複合発電(IGCC)システムの実証」 受賞者：大崎クールジェン株式会社(代表者：木田 一哉(代表取締役社長))

大崎クールジェン株式会社(中国電力株式会社/電源開発株式会社にて 2009 年設立)が実施する、大崎クールジェンプロジェクト(当初は経済産業省資源エネルギー庁石炭課の補助事業、2016 年度以降は国

立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業）では、166MW 酸素吹石炭ガス化複合発電（酸素吹 IGCC : Integrated coal Gasification Combined Cycle）実証試験発電所を建設、2017 年 3 月に実証試験が開始された。この実証試験発電所は、石炭ガス化設備（酸素吹一室二段旋回型噴流床ガス化炉）、ガス精製設備、並びにガスタービン（型式 H-100（1300℃級、100MW 級 2 軸型）、蒸気タービン、発電機及び排熱回収ボイラからなる複合発電設備等で構成される。

この実証試験では、以下に示す通り、基本性能、設備信頼性、多炭種適用性およびプラント制御性・運用性等が確認され、所期の目標を全て達成した。

- ・ 送電端効率 40.8%（高位発熱量基準）を達成し、商用規模の発電所では送電端効率が 46%程度になる見通しを得た。
- ・ 日本で最も厳しい排ガス規制に対する目標をクリアし、LNG 火力と同等の環境性能が達成した。
- ・ 累積 5,119 時間の運転、最大連続運転時間 2,168 時間を達成し、商用機に求められる年利用率 70%以上の見通しを得た。
- ・ 瀝青炭・亜瀝青炭を含む 4 炭種を試験し、幅広い炭種適合性を実証した。
- ・ 従来の微粉炭火力の負荷変化率 3%/min 程度を大幅に上回る最大負荷変化率 16%/min を達成し、LNG コンバインドサイクルと同等の運用性を確認した。

166MW 級の酸素吹 IGCC の実証試験は、国内初であり、また、従来型石炭火力発電と比較して大幅な CO<sub>2</sub> の排出量低減を可能とする技術であるとともに、学界や産業界等社会に対する貢献度と将来性が高く貢献表彰に値するものである。

#### 【優秀講演表彰】

##### ○2019 年度年次大会

熊田 圭悟（東北大学（現 岐阜工業高等専門学校 機械工学科））「Cosa 法を用いた燃料極支持型固体酸化物燃料電池の電解質薄膜内残留応力の評価」

川内 進司（日立 GE ニュークリア・エナジー）

「金属キャスクバスケット用ボロン添加ステンレス鋼（B-SUS304P-1）の強度特性評価」

金子 敏宏（東京大学）

「固体高分子形燃料電池カソード触媒層における液水生成と酸素拡散の連成解析」

津村 貴文（早稲田大学）

「PWR 復水器への深層水利用による熱効率向上に関する研究」

##### ○第 14 回動力エネルギー国際会議（ICOPE-19）

緒方 康二（三菱パワー株式会社）「Application of Steam Turbine 50-inch and 60-inch Titanium Blades for Large Capacity Plants」

松成 祥平（株式会社 IHI）「Sampling Method for Woody Biomass Particles Conveyed by Air in the Fuel Pipe of a Pulverized Coal Firing Boiler」

善財 秀貴（神戸大学（現 三菱重工業株式会社））「Boiling Heat Transfer Characteristics in Horizontal In-line Tube Bundle with Partially Inserted Heat Transfer Enhanced Tube by Thermal Spray Coating」

上村 晃弘（東北大学（現 日本海事協会））「Simulation of Unsteady Flows through Three-stage Middle Pressure Steam Turbine in Operation」

「動力エネルギーシステム部門功績賞を受賞して」

三菱重工業株式会社 元特別顧問 和仁 正文

この度は栄えある部門功績賞を頂戴し、大変光栄に存じますとともに、厚くお礼申し上げます。これはひとえにかつての諸先輩、同僚、そしてお客様など、多くの皆様方のご指導、ご支援の賜物であり、深く感謝いたします。

私の日本機械学会との関わりは、主に長崎勤務時代であり、学生の採用活動を通じて、機械学会主催の講演会などに参加しながら、九州地区評議員・商議委員、そして九州支部長も務めさせて頂きました。その間、九州を中心として、多くの大学や高専の先生方と知り合うことが出来ました。

私は、火力プラント、特に蒸気タービンの設計に永らく従事して参りました。その中でも、西暦2000年（平成10年頃）前後に開発・実用化が大きく進んだ USC（超々臨界圧）対応の火力プラントの仕事に携われた事が、大変な苦労もありましたが、最も印象深く忘れられない経験となりました。日本の蒸気タービンメーカーは、古くは GE やウェスティングハウスなどの技術導入から、それに独自技術を加え進化させてきましたが、さらなる高効率化を目指して構造設計・製造技術・材料開発などを進め、USC 対応火力プラントが実現しました。ユーザーである国内電力各社も積極的に商用機として採用され、USC 技術の開発・実用化の後押しをして頂きました。従来の蒸気条件は米国 ft-lb 単位系に基づいた圧力 127、169、246kgf/cm<sup>2</sup>（1800、2400、3500psig）など、温度 538、566、593°C（1000、1050、1100°F）などが長らく採用されてきましたが、1998年運開の中国電力三隅発電所1号機 100万 kW にて MKS（SI）単位に基づいた圧力 250kgf/cm<sup>2</sup>（24.5MPa）、温度 600/600°C が採用されるに至り、名実ともに日本の独自 USC 技術が確立されたといっても良いと思います。しかし、USC 実用化の段階では、開発に伴う技術的な課題・困難さも発生し、とりわけ高 Cr 鋼管の長時間クリープ強度の低下問題ではユーザーの電力各社関係者の皆様には大変なご心配・ご迷惑をおかけし、誠に申し訳なく思っております。材料開発に10年以上かけたとはいえ、開発にかかる期間とそれを実用化に踏み切る時期の関係の難しさを痛感した次第でした。しかしながら、ユーザーの国内電力各社の皆さんとメーカーとがお互いに知恵を出し合い、協力してより優れた設備に仕上げていくという共通の認識に立って、技術開発への大きなチャレンジが出来たからこそ、技術開発に伴う大きな課題を克服し、商用機実現を成し遂げられたのだと思います。この様なユーザーとメーカーとの相互協力という形を通じて、今後も新しい技術開発へのチャレンジや実用化促進が継続される様に願っております。

それ以外にも、私は国内や海外向け多くの火力やコンバインド発電プラントに、担当者・プロジェクトマネージャー・管理者として参画する機会を得て、様々な契約形態で大変な苦労や失敗もありはしましたが、プロジェクト遂行の各種ツール整備やデータベース構築など、IT化も進める事が出来たと思います。加えて、産業用自家発、船用発電設備、再生可能エネルギー、分散型電源など、多くの発電エネルギー分野に巡り合う機会を貰い、大いなる遣り甲斐と共に貴重な経験を積む事が出来て、本当に恵まれたエンジニア人生であったと感謝の気持ちで一杯です。

最後に、エネルギーリソースの大半を輸入に依存せざるを得ない我が国が、今後も発展し続けていくためには、将来を担う優秀な多くの学生を産業界へ輩出して頂くという日本機械学会の役割は益々重要になると思います。日本機械学会の今後益々のご発展を祈念申し上げます。



## 「動力エネルギーシステム部門功績賞を受賞して」

株式会社 JERA 代表取締役社長 小野田 聡

この度は、栄誉ある日本機械学会・動力エネルギーシステム部門「功績賞」をいただき、誠に光栄に存じます。選考に携わった方々をはじめ火力発電技術の向上に共に取り組んできた関係者の皆様に心から感謝を申し上げます。

私は、1980年に中部電力に入社して以来、約40年間、火力発電所の計画・建設・運営に携わり、火力発電設備の安定・安全運転や熱効率向上に取り組んで参りました。入社当時は、1973年からの2度のオイルショックを経て、脱石油が火力開発の主要テーマとなり、火力発電所は、LNGの導入、石炭火力の開発等、燃料の多様化が進むとともに、技術開発も効率の向上に重点がおかれ、出力調整能力にも優れた機能をもつことが要求される時代でした。

自身の経歴を振り返りますと、川越火力発電所1・2号機や国内最大の石炭火力である碧南火力発電所の計画・建設に携わっております。

川越火力発電所1・2号機は、世界初の主蒸気圧力31.0MPaの超々臨界圧二段再熱式を採用した大容量の商用プラントであり、これを世界中に広めたことから、川越は通称「USC」発祥の地となっております。世界にもその例がないこの超々臨界圧かつ変圧運転を実現するために、ボイラの安全弁、高温高圧弁、主蒸気管などや、タービンの超高压ケーシング、主蒸気止め弁、超高压第1段動翼など、受注したプラントメーカーと共に総力をあげて取り組み、超高压に耐えうる機器と新材料を採用しました。一例としては、実物大の試作品を作り、製造性、機械的強度等の各種の試験を行い、実機に反映させたことが記憶に残っています。また、蒸気条件を高めたことによる課題をメーカー各社と評価・検討し、それ以前のボイラ/蒸気タービン方式の発電設備に対して相対的に約4%の効率向上を実現した画期的な発電プラントに仕上げることができたと自負しています。

碧南火力発電所は、エネルギーのセキュリティ確保と総合的な供給コスト低減を目指して立地・建設が進められ、またそれ以前の汽力発電プラントの集大成として当時世界最高水準の技術を導入し、コスト低減と運用性・信頼性の両立を果たしてきました。私は主に4・5号機の揚貯運炭設備、環境設備等の設計を担当しました。なかでも、大容量かつ高揚程の垂直コンベアの採用は当時としては稀でしたが、経済性や巡視・点検等の保守管理上有利となることや、景観上においてもメリットがあることが評価され、採用する事ができました。採用にあたり海外で実績確認や、アセス変更等の各種手続きは簡単ではありませんでしたが、今も私の思い出の1つとして記憶に残っております。

当時を思い返しますと、悪戦苦闘しながら自ら計画、設計、検討した設備ができあがり、稼働するのを自分の目で確認することができ、技術者として例えようもない喜びや達成感を感じていたことや、ともに業務に携わった諸先輩方、同僚、メーカー技術者など、多くの人々の顔が鮮明に蘇ってきます。

しかしながら、国内の電力需要は伸びが期待できず、国内における火力発電建設の機会を若手に与えることができないことや、建設工事が減ることにより電力関係者、メーカー技術者、施工者の技術力の低下が懸念されます。一方で、再生可能エネルギーの国内外における台頭や海外での事業展開には、まだ多くの技術伝承の機会があり、こうした分野に積極的に進出していくことが重要だと期待しております。

2007年に発電本部火力部長になった以降は、発電本部長、発電カンパニー社長を歴任しその間、上越火力1・2号系列や西名古屋火力7号系列の建設や川越火力3号系列、新名古屋火力7号系列での最新鋭ガスタービンへの取替などを推し進め、2018年度には中部電力の火力発電設備の総合熱効率50.11%（LHV）を達成することができました。

2019年4月からJERAの社長の任に就きました。私たちのミッションは「世界のエネルギー問題に最先端のソリューションを提供する」ことです。LNGインフラの開発、トレーディング事業の拡大、再生可能エネルギー事業の拡大、LNG火力の性能向上など、世界の流れをよく見極めながら、国内のみならず海外への事業展開をしていきたいと考えています。



環境面に関しては、国内最大の発電会社として、低炭素社会の実現を積極的にリードしていく立場にあることから、2050年時点で国内外の事業から排出されるCO<sub>2</sub>の実質ゼロに挑戦することを掲げた「JERA ゼロエミッション 2050」を、先般発表させていただきました。ゼロエミッションは、グリーン燃料の導入で発電時にCO<sub>2</sub>を排出しないゼロエミッション火力と再生可能エネルギーによって実現して参ります。「JERA ゼロエミッション 2050」の実現には、現在の技術ではクリアすべき課題がまだ多くあります。これまでに参画してきた燃料上流から発電に至るバリューチェーンの強みを活かし、自ら主体的に脱炭素技術の開発に取り組み、経済合理性を達成すべく努力を重ねてまいります。

最後になりましたが、日本機械学会、さらには動力エネルギーシステム部門の更なるご発展を祈念するとともに、本協会の活発な活動により次世代の優秀な技術者が一人でも多く輩出されることを期待します。

## 「動力エネルギーシステム部門功績賞を受賞して」

東京工業大学 特任教授 奈良林 直

このたびは栄えある日本機械学会動力エネルギーシステム部門の功績賞を賜り、誠にありがとうございます。

私が機械学会に入会したのは、1976年の学部4年生の卒論の発表の際です。計44年間にわたり会員を続け、昨年、永年会員に認定いただきました。

1978年には東芝に入社し、原子力技術研究所に配属になりました。その年度末の1979年には米国スリーマイル島2号機の事故がありましたが、我が国の原子力は日の出の勢いで発展を遂げていきました。安全性研究が盛んになりBWR電力会との共同研究、当時の原研さんとのLOCA/ECCSの研究交流があり、入社間もない若輩者でしたが、技術的な切磋琢磨で、一人前の技術者に育てられたという思いがあります。米国GE社との技術交流、そして米国NRCとの日米軽水炉情報会議など原子力の輝かしい未来が目に見えておりました。



しかし、ABWRやSBWRの開発研究を進めるなかで、多くの運転中の発電所のトラブル対応研究がほぼ半年ごとに降りかかってくる状況になってきました。1984年にはチェルノブイリ原子力発電所4号機の過酷事故が発生しました。

1989年に発生した福島第二3号機の再循環ポンプの静翼リングの脱落事故の再現試験と恒久対策のあと、今度は米国のグラントガルフ発電所で発生した再循環ポンプ主軸の折損事故の原因である軸封部の熱疲労対策の研究が開始され、電力さん、日立さん、荏原さんの第一級の技術者の皆様と寝食を共にするような毎日を経験しました。

また、柏崎刈羽原子力発電所7号機の復水系の溶存酸素濃度対策では、昼間に装置を建設、夜間に実験し、翌朝にはレポートをまとめて新幹線で柏崎に行き、客先説明のあとで、試運転中のABWRの中間停止中に短期に溶存酸素対策をしました。これは実質1週間の最短の研究でした。これで7号機が営業運転に入りました。

更に、浜岡1号の水素爆発による余熱系配管の損傷事故対策もあり、真冬の赤城山で火薬会社のピットで再現性試験や、川崎市浮島町の研究所でヘリウムと蒸気を使った水素蓄積試験なども対応し、そのあとドイツで類似事故があり、BWRオーナーズグループでもプレゼンし、国内での対策のための共同研究がありました。

このように多くのトラブル対応研究にも携わりましたが、若手を育成する必要性を感じており、北大からお誘いがあり、応募しましたら、論文の数が多くて無事、採用になりました。原子力カルネッサンスの最盛期で、優秀な学生がどんどん研究室に入ってきました。就職も順調でした。北電泊3号の起動時の炉物理試験にも立ち会えました。

しかし、2011年3月11日の福島第一原子力発電所の事故を境に、反原発のすさまじい逆風にさらされる事態となりました。当部門の安全規制の最適化研究会にフィルタベントWGを設置していただき、主査として我が国のフィルタベントの仕様をとりまとめ、特に小児甲状腺癌の原因物質である放射性有機ヨウ素ガスを除去する銀ゼオライトを世界で初めて搭載し、更なる安全性向上対策に取り組みました。放射性物質を1/1000以下に低減し、二度と地元を汚染しないという強い決意を示すものです。そして、安全の切り札としての「フィルタベント」本を機械学会より出版しました。文科省の原子力人材育成では、毎年全国の大学から国内のメーカーや電力会社での研修を経て、優秀な学生を選抜して、活気溢れる米国の原子力発電所の見学にも連れていきました。

2020年10月26日の菅首相の所信表明演説のとおり、2050年に二酸化炭素の排出ゼロを世界に公約し、そして、「安全性を最優先して」原子力政策が進められることとなりました。再生可能エネルギーの不安定さをカバーするには原子力発電所の復活が必要です。ようやく光が見える時代となりました。これからの若手の皆様のご活躍を支援して参りたいと存じます。

日本機械学会動力エネルギーシステム部門のますますのご発展と、今後の社会を築いていかれる研究者・技術者皆様の更なるご活躍を祈念し、私の受賞所感とさせていただきます。

## 「動力エネルギーシステム部門社会業績賞を受賞して」

神奈川工科大学 教授 西口 磯春

このたびは荣誉ある日本機械学会動力エネルギーシステム部門の社会業績賞を与えていただき、心より感謝しております。同時に、これまでに過ごしてきた時間を改めて思い返す機会にもなりました。以下では、折々にお世話になった方のことにも触れつつ、過去を振り返ってみたいと思っています。残念ながら、ここに挙げた方々は既にお亡くなりになっていますが、ご存命ならば是非今回の受賞をご報告したかった方々ばかりです。



私のこれまでの仕事とも関連の深い材料力学を最初に学んだのは大学で教養から機械工学科に進学した時でしたが、最初の先生が鶴戸口英善先生でした。裳華房の材料力学（上）が教科書でした。単位はなんとか取れましたが、理解度は低く、その後、ずっとこの学問と付き合うとは思ってもみませんでした。先生の授業中の温なご様子が、なんとなく記憶にあります。この頃、直接お話ししたことはなかったと思いますが、私が2013年に日本高圧力技術協会の50周年記念号に小文を寄稿した際、先生が25周年記念号に書かれた「压力容器と私」という題目の寄稿文に触れ、改めて先生とのご縁を感じたものです。

大学院では、山田嘉昭先生の研究室に入りました。思い出は沢山ありますが、この場で1つあげるとすれば、先生が主査を務められた動燃委託の機械学会の分科会に参加したことです。私は研究協力者として参加しましたが、設計規格に関連する知見に初めて触れたのがこの時だったと思います。先生には、お亡くなりになる2018年の6月までずっとお世話になりっぱなしでした。私の生涯の恩師です。

卒業後は日本原子力研究所に就職しました。その後、私の博士論文の審査委員でもあった朝田泰英先生に大変お世話になりました。先生のご紹介で1987年に米国のKrempl教授の下に留学しましたし、1993年には日本高圧力技術協会の3次元解析に基づく応力評価委員会分科会（TDF委員会）の第1回に参加し、設計規格に関わることになりました。この委員会は現在でも続いており、2020年10月に117回目を開催しました。

以上に挙げたのは大学の先生ですが、これまで多くの企業の方にもお世話になりました。お一人だけ名前をあげるとすればIHIの岡本且夫さんです。TDF委員会の初回から2020年6月に亡くなるまで、ずっと一緒に活動させていただきました。岡本さんは国内外の压力容器の規格の分野で多くの成果を挙げておられます。

今回の受賞を報告したかった人として、最後に、昨年の10月に亡くなった三菱重工の川本要次君を挙げたいと思います。大学時代からの友人であり、バンド活動や飲み会など思い出は尽きません。お互い、仕事を話題にした記憶は殆どありませんが、川本君は、少なくとも広い意味で、当部門にも貢献していると思います。

これまでの私の活動において、また、今回の受賞に関しても、多くの方にお世話いただきました。心から感謝するとともに、この動力エネルギーシステム部門が今後も発展し続けることを願っております。

## 「動力エネルギーシステム部門貢献表彰を受賞して」

三菱パワー株式会社 原口 元成

今まで会社での勤続 25 年表彰。受注貢献賞、原価低減貢献賞、特許貢献賞などのメーカー内での表彰は色々ありましたが、社会的な組織からの所謂公的な表彰はこれが最初で最後になるので非常に嬉しく感じております、この動エネ部門貢献表彰状は額に入れて書斎に飾る予定です。まず本格的な動エネ部門との関係は、2008 年に突然副部門長選挙に立候補することになったことから始まります。メーカー持回りで、他の人が断るなか、順番が回ってきて、それまで企画委員を一度やっただけなのに、しかたなくと言うか、なんとなくと言うか、なし崩し的というか、断れない性格が災いして引き受けてしまいました。ところが、そもそも運営委員経験がなく副部門長や部門長になるための資格がありませんでした、そこで期の途中で運営委員を交代するという奇策が立案実行され、運営委員に期途中で就任し、そのまま副部門長選挙を突入しました。動エネ部門の宿老とも言うべき先生方の支援を得て 2009 年に副部門長/総務委員長になり、翌 2010 年に部門長に就任致しました。引受けたからには一所懸命にやらねばという使命感で、動エネ 15 周年国際会議も米国、フランス、中国からプレゼンターを招待し、関西大学小澤先生の協力を得て関西大学東京センターで成功裏に実施できました。平穩に部門長が終わるかと思っていたところ、2011 年 3 月に東日本大震災が起り、2011 年の ICONE が中止に追い込まれ、多額のキャンセル料が発生して、動エネ部門のそれまでの連綿と貯めていた特定財源の多くを使ってしまったのは、痛恨の痛みでした。



動エネ部門の行事は色々ありますが、動エネシンポ、セミナー&サロン、親子見学会、各種技術見学会等、にも自ら参加し動エネ部門の活性化を図りました。総務委員会での予算の分配集計や部門内行事遂行等は部門幹事になって頂いた後藤仁一郎氏のきめ細かい作業に感謝いたします、また前後の部門長の小泉安郎先生と刑部真弘先生には多大のサポートを頂きました。小生の趣味は三つあり、手品、英語、社交ダンスですが、“芸は身を助く”でこのうち手品が威力を発揮することになり、これらの行事での懇親会ではこの手品を出席者に披露するとともに、ときの部門長や部門幹事などにも手品をやってもらうようにして、エンターテインメントとともに懇親も図れ、動エネ部門の象徴的な行事となっていきました。手品は基本的には機械工学と話術を応用したものであり、トリックは全て機械工学的物理現象であり、観客へのトークは人間の興味や注意をいかにマネージするかにあります、仕事も手品も段取り 8 割であり、準備とリハーサルは必須です、この手品の披露はメーカーから電力会社、特に海外の顧客へのプレゼン手法にもおおいに活用できるものでありました。

メーカー技術者としての技術的貢献は当然のことであるが、個人というよりはチームワークの結果であります、小生の特筆すべき技術的貢献はむしろ個人でのボランティアの仕事であります。蒸気タービンの本を共著ですが、和文版をターボ機械協会から 1990 年に出版しました、更に 23 年後の 2013 年に改訂版を出しましたが、続けて編集委員だったのは小生だけであり、今日まで 44 年間蒸気タービンエンジニアを続けてこられたのは論語の“一以て之を貫く”の如くで幸運でした。次は 2 番目の趣味の英語が大いに役立ち、ASME 論文査読や ICOPE での基調講演もやり、London の Elsevier から蒸気タービン英語版も出版されました。小生は TOEIC 満点の英語のオタクではありますが、英語の本の執筆はプレゼンとは違い大変なことでした。和英両方で執筆したことは、仕事の合間のボランティアで大変ではありましたが、後々本として残るので達成感がありよかったと思っています。

最後に動エネ部門に加え、機械学会本部の部門活性化委員会や表彰委員会にも参画することがあり、色々な大学の先生方や他社のエンジニアと意見を交換できたことは自分の世界とは違う世界があることを認識でき視野が大きく広がったので有意義でした。そろそろ引退が近づいてきたので、これからは 3 番目の趣味の社交ダンスで健康を維持していきたいと思っております。

## 「動力エネルギーシステム部門貢献表彰を受賞して」

日本 CCS 調査株式会社 代表取締役社長 中島 俊朗 ・ 顧問 石井 正一

この度は栄えある日本機械学会動力エネルギーシステム部門貢献表彰を頂き誠に光栄に存じます。

当社は、2008年の設立から今日までの12年余り、「苫小牧における CCS 大規模実証試験」並びに「二酸化炭素貯留適地調査」の受託を主たる事業とし、CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) の早期実用化に向け、邁進してまいりました。

「苫小牧における CCS 大規模実証試験」は、経済産業省、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業であり、隣接する製油所から排出される CO<sub>2</sub> 含有ガスからアミン吸収法で CO<sub>2</sub> を分離・回収、圧縮機で昇圧して、陸上から掘削した圧入坑井 (大偏距井) を通じ、海岸線から 3~4km 離れた海底下 1km~3km の深部塩水層に CO<sub>2</sub> を圧入するとともに、地中貯留された CO<sub>2</sub> の状況をモニタリングして、実用化に向けて CCS 一貫システムが安心・安全であることを実証するものです。

2012年4月より CO<sub>2</sub> 分離・回収/圧入プラントおよび圧入坑井等の設計、建設、操業準備を計画とおり4年間で終えました。2016年4月から CO<sub>2</sub> 圧入操業を開始して、2019年11月までの3年8ヶ月で目標とする30万トンの CO<sub>2</sub> 地中貯留を無事故・無災害にて達成しました。途中の2018年9月には、北海道胆振東部地震があり、製油所からの CO<sub>2</sub> 含有ガス供給停止に伴う圧入中断もありましたが、地震に対して CCS が安全であることをモニタリングデータを公開してご理解いただき、同年12月より圧入を再開いたしました。

この CCS 実証事業は、国、地域社会、民間企業が一体となった世界でも注目すべきプロジェクトとして、また、地震や災害等にも対応できる安全かつ実用可能な温暖化対策技術であることを立証するプロジェクトとして、国内外から高く評価されています。これまでの実証の成果については、経済産業省、NEDO とともに「苫小牧における CCS 大規模実証試験 30 万トン圧入時点報告書」として2020年5月に公表させて頂いておりますので、皆様のお役に立てて頂けると幸いです。

2020年10月、菅義偉首相の所信表明演説で「温室効果ガス2050年実質ゼロ」が示され、日本の二酸化炭素排出量削減に向けて、その一翼を担う CCS の実用化が進むものと考えております。私たちの12年間で獲得した知見や苫小牧で培ってきた経験が、今後の日本国内や世界各地での CCS 展開を通じて、地球温暖化対策に少しでも役立ちますことを願っております。

今回の受賞が、より多くの皆様から CCS の役割をご理解いただき、地球温暖化対策がさらに前進する契機となりますことを確信し、厚く御礼申し上げます。



## 「動力エネルギーシステム部門貢献表彰を受賞して」

フランス オラノ社 パトリック・ベロ

友人である松木美刈さんと共に、栄えある日本機械学会動力エネルギー部門貢献表彰をいただき大変光栄に存じます。恐らく私が、この表彰をいただく初のフランス人なのではないかと思えます。

私は柔道の六段に昇段したばかりです。今回の表彰も、六段への昇段も、フランスと日本の友人たちと手を携えて一緒に行ってきた努力の賜物だと感じています。今回の表彰は、両国の柔道連盟、柔道協会の方々、関係県、市町村の皆様、そして特に多大な支援をいただいた日本原燃株式会社、並びにオラノ社の助けがなくてはいただけなかったものです。長きにわたり、コーディネーターとして、また通訳として、この交流を支えてくれた松木美刈さんとともに、この受賞の喜びを分かち合いたいと思います。



私はフランスのラアグ再処理工場で仕事をしており、定期的に日本人の見学者や日本原燃の研修生と会う機会があり、そこでこの交流を思いつきました。日本に行くことを夢見ていた私は、COGEMA（オラノ社の当時の名称）の幹部に青森県とラマンシュ県との柔道交流を提案し、柔道こそが日仏両国の素晴らしい懸け橋になることを説明し説得にあたりました。ある日COGEMA Japanの松木さんから国際電話がかかってきて、柔道について話したいと言われ、電話で言葉を数語交わしたところで私の夢が遂にかなうのだということが分かりました。

1999年8月最初の交流が始まり、私たちラマンシュ県の柔道選手団は、生まれて初めて日本を訪問しました。青森県では、試合だけでなく、斎藤仁、篠原信一両選手の柔道教室に参加しました。私たちのスケジュールは充実しており、県知事や市町村長、柔道関係の方に歓迎していただきました。六ヶ所村の再処理工場の建設現場も見学し、ねぶたに代表される各地のお祭りにも参加することができました。

2000年には青森県の最強の柔道選手団をフランスに迎える番でした。日本人と試合がしたいとフランス各地から集まって来たフランス人柔道選手にとって、日本選手の技を身近で見られたことは忘れがたい思い出となっています。私たちは、モン・サンミシェル、ベルサイユ宮殿の見学、パリでのセーヌ川下りを用意しました。自分が働いているラアグ再処理工場に日本人を案内した時は、技術者として誇りを感じました。これらのイベントが全て終了し、日本人選手団に「さよなら」を言った時には、まさか私自身が再び日本に行くことになろうとは思ってもみませんでした。そしてこの「懸け橋」が、その後も続くのかどうか不安になっていました。

ところが2003年、私は仕事のために六ヶ所村に駐在することになったのです。そして三沢柔道協会の道場で練習するようになり、日仏の柔道交流を再開したいと考えました。1999年から日仏の若者350名以上が、この交流に参加しています。私たちは交流の参加者にスポーツだけでなく、文化、観光及び産業的な側面から互いの国を発見して欲しいと思っています。毎回、柔道大会や親善試合を開催し、両県のスポーツ関係者及び知事、市長などとの交流の場を用意します。またこの交流は若者たちに両国の再処理施設を見学し、その重要性を理解してもらおう良い機会となっています。

前回2019年の20周年となる交流には、37名のフランス人が参加しました。まずは講道館で一週間の夏期講習を受け、次いで青森県に移動しました。そこでいつものように、知事や市町村長から暖かいおもてなしをいただきました。日本原燃の増田社長も私たちをPR館に迎えて下さいました。また青森県各地の道場や学校もこの交流に参加してくれました。様々な文化行事に参加し、日本人の友人やその家族と共に青森県の名所を見学しました。私たちの旅行の最後のハイライトは、青森山田学園の生徒たちと一緒にねぶたを跳ねたことです。

これからも冒険は続きます。2021年には日本人選手団をフランスに迎える計画を立てていたのですが、新型コロナウイルスのためにオリンピックが一年延期となり、我々の交流も計画通りにはいきそうにありません。ただこれは延期であって中止ではありません。私たちが作り上げた堅牢で美しい「懸け橋」は、困難な状況にも存在し続けます。

若者たちが世界に開かれた精神を学ぶことができるこの交流が、永遠に続くことを祈っています。

## 「動力エネルギーシステム部門貢献表彰を受賞して」

大崎クールジェン株式会社 代表取締役社長 木田 一哉

この度は日本機械学会動力エネルギーシステム部門貢献表彰を頂き、誠に光栄に存じます。本プロジェクトは、EAGLE (coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity) パイロット試験、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 共同研究の「燃料電池対応型石炭ガス化複合発電最適化調査研究」の成果を反映したものであり、経済産業省、NEDO、その他多数の関係各位のご支援、ご指導に深く感謝申し上げます。



石炭は供給安定性及び経済性に優れたエネルギー資源で、安全性についても長年にわたる実績を有しており、近年導入が拡大している再生可能エネルギーのための調整力としても必要性が高まると見込まれております。一方、他の化石燃料に比べ発電電力量当たりのCO<sub>2</sub>排出量が多いことから、特に昨今石炭火力を取り巻く国内の状況は変化しており、高効率かつ低炭素化が可能となる石炭火力技術に対して益々強い期待が寄せられております。

本プロジェクトは3段階で構成され、第1段階では酸素吹石炭ガス化複合発電 (IGCC) 実証、第2段階では酸素吹IGCCにCO<sub>2</sub>分離回収設備を追設したCO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹IGCC実証、第3段階では、CO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹IGCCに燃料電池を追設し、CO<sub>2</sub>分離後のH<sub>2</sub>リッチガスを用いたCO<sub>2</sub>分離・回収型石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) 実証を実施します。本事業は2012年度から経済産業省の補助事業として開始し、2016年度からはNEDO助成事業として支援を受けています。

第1段階は2017年3月から約2年間の実証試験を実施し、17万kW級規模の実証プラントとしては世界最高レベルとなる送電端発電効率40.8% (HHV) や最大16%/分の負荷変化率をはじめ、プラント性能、環境性能、多炭種適合性、設備信頼性、プラント制御性・運用性、経済性の全ての項目で開発目標を達成しました。

現在は第2段階として、CO<sub>2</sub>分離回収コストの削減を目指し、CO<sub>2</sub>分離回収設備のエネルギーロスのミニマム化、CO<sub>2</sub>分離回収設備とIGCC設備の運用性等の検証を進めると共に、第3段階の実証試験に向け、追設する燃料電池モジュールの設計・製作を行っております。

さらに経済産業省では、CO<sub>2</sub>を資源として回収・再利用する「カーボンリサイクル」を推進するため、CO<sub>2</sub>が得られる広島県大崎上島を実証研究の拠点として整備する計画です。経済産業省の意向を受け、NEDOでは「CO<sub>2</sub>有効利用拠点化における技術開発」を立ち上げ、複数のカーボンリサイクル関連技術を支援することが決定されました。当社はNEDOより「CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業」を受託し、CO<sub>2</sub>分離回収設備からのCO<sub>2</sub>供給を通じて、カーボンリサイクル研究の推進に貢献してまいります。

最後に、本プロジェクトはクリーンコールテクノロジーの1つであるIGCC/IGFC及びCO<sub>2</sub>分離回収の実現に向けた取り組みであり、本プロジェクトが目指す高効率ゼロエミッション石炭火力発電を国内外に展開することで、グローバルな地球温暖化対策にも貢献できると考えております。今後も事業を着実に進めるとともに、安全最優先で環境保全に万全を期しながら取り組んでいく所存であります。引き続きご支援、ご指導のほど、何卒よろしくお願いいたします。

## ◇行事報告◇

No. 20-1 2020 年度年次大会 動力エネルギーシステム部門関連企画報告

学会企画委員会 長谷川浩司（工学院大）

2020 年度日本機械学会年次大会が 2020 年 9 月 13 日（日）～16 日（水）の期間、オンラインで開催された。本年度の本部門関連企画は以下の通りである。

### **特別企画プログラム**

#### **基調講演**

「計算科学を活用した炉物理研究の最先端」 企画者・司会者：内堀昭寛（JAEA）

- (1) 原子炉炉心解析と計算科学（山本章夫（名古屋大））
- (2) 原子炉炉心解析における不確かさの定量化（千葉豪（北海道大））

「原子力発電所の廃止措置 ー通常炉と事故炉の大きな相違ー」

企画者・司会者：森昌司（九州大）、講演者：岡本孝司（東京大）

#### **先端技術フォーラム**

「蒸気流計測の高度化に関する研究会」 企画者：梅沢修一（東京電力 HD）、司会者：森田良（電中研）

- (1) 研究会活動報告（梅沢修一（東京電力 HD））
- (2) リングヒータを用いた管外式流量計に関する計測精度向上（梅沢修一（東京電力 HD））
- (3) SGP65A 配管における湿り蒸気中でのクランプオン型超音波流量計の指示値特性の評価（内山雄太（電中研））
- (4) 湿り蒸気の流動状態の解明（大木眞一（日本工業大））
- (5) 科学技術イノベーションの観点からみた蒸気流量計測への期待（船木達也（産総研））

#### **ワークショップ**

「原子力と再エネの共存のあり方」 企画者・司会者：山野秀将（JAEA）

- (1) エネルギーシステム脱炭素化と原子力の役割（小宮山涼一（東京大））
- (2) 2050 年エネルギーミックスの検討（小竹庄司（日本原電））

#### **市民フォーラム（中止）**

「原子力発電所のリスク低減」 企画者：岡本孝司（東京大）

「自然災害に対するエネルギーインフラ強化への取り組み」 企画者：奈良林直（東工大）

#### **オーガナイズドセッション**

S081「原子力システムおよび要素技術」（動力エネルギーシステム部門単独）

J053「再生可能エネルギー」（流体工学部門、動力エネルギーシステム部門）

本年度は、市民フォーラムや同好会が開催できなかったことは大変残念ではあったものの、各セッションでは活発な討論がなされ、様々な観点でオンライン開催の潜在力を感じる大会となった。

No. 20-73 部門 30 周年記念行事 連続企画 第 3 弾  
 講習会 [web 開催] 「再エネとの協調技術」 報告

部門企画委員会 中垣隆雄（早稲田大）、大藤朋男（東芝 ESS）、井上国宏（IHI）、  
 矢鳥健史（TEPCO HD）、吉田匡秀（電中研）

2020 年 10 月 6 日（火）に「再エネとの協調技術」と題した講習会をオンライン（Zoom ウェビナー）実施し、63 名（委員 5 名を含む）が参加した。

今回の講習会は動力エネルギーシステム部門 30 周年記念行事として 2018～2020 年度にわたる 3 回シリーズの最終企画となる。そこで同部門の『原子力・再エネ調和型エネルギーシステム研究会』のご協力を得て「再エネとの協調技術」に関する 4 講演と、最終講演では過去 2 回の講演会「日本と海外の新型炉開発動向とその未来」、「脱炭素社会における火力発電の未来」を総括した。ご講演に先立ち、企画委員会を代表して矢鳥委員長の挨拶があった。

ご講演 1 件目は東京大学 小宮山涼一様より「原子力・再生可能エネルギー調和型エネルギーシステム研究会の活動概要」と題し、原子力・再エネ調和型エネルギーシステム研究会の設立目的と活動内容についてご説明された。再エネの現状整理、原子力の展望、原子力・再エネ調和に不可欠な蓄エネ技術等検討結果を示し、今後これらに関係省庁に産学官が取り組むべき目標として提言するとの紹介があった。動エネ部門に関連する研究者・技術者に課せられた課題の重要性を再認識させられた。

ご講演 2 件目は日本原子力発電 小竹庄司様より「変動型再生可能エネルギーの変動性と安定電源の役割」と題し、2050 年の電源構成目標について、2018 年断面の電力需要カーブを基に、3 つの主要電源（水力などの安定性再エネ、太陽光などの変動性再エネ、原子力との安定電源）をパラメータとして試算する手法をご説明された。今後、本試算を技術や国内外情勢に合わせて随時更新する重要性を感じた。

ご講演 3 件目は日本エネルギー経済研究所 松尾雄司様より「変動型再生可能エネルギーのコストと将来の普及可能性」と題し、2050 年の電源構成目標について、今後は 3 つの主要電源のコスト見通し、変動性再エネ大量導入に関わる統合費用をパラメータとして試算した結果をご説明された。電源コストと統合費用の値によって最適な電源構成が常に変動する難しさを学んだ。

ご講演 4 件目はエネルギー総合工学研究所 岡崎徹様より「蓄熱発電と各種蓄エネルギー技術との比較、および世界の開発状況」と題し、再エネのバッファーとしてバッテリーと並行し蓄熱（+蓄熱発電）技術開発を行う事の重要性についてご説明された。多様な再エネのバッファー技術を持つことが大切であると感じた。

最後のご講演は、早稲田大学 中垣隆雄様より「再エネ主力化を見据えたエネルギーシステムの在り方」と題し、計 3 回の講習会が総括された。脱化石、分散化、電化の国際的な潮流の下で、日本特有の事情に合った再エネ主力化のためのサポート技術にフォーカスし、原子力と火力の役割と解決すべき課題についてまとめられた。揚水発電の機能強化、蓄電池、蓄熱および水素・CCUS などのストレージの量的寄与のほか、増加する自然災害などのリスク対策の重要性についても言及があり、集中型と分散型の共存の在り方について質疑応答や意見交換が活発に行われた。

末筆ではあるが、今回の講習会開催にあたり、講師の選定等運営面で多大なるご協力をいただいた原子力・再エネ調和型エネルギーシステム研究会の関係者各位、並びに 5 名の講師の先生方にお礼を申し上げたい。



No. 20-74 第30回セミナー&サロン  
脱炭素社会実現に向けたイノベーション  
(併催：部門賞贈呈式)

部門企画委員会 坂本光 (三菱重工)

2020年11月6日(金)に第30回セミナー&サロン「脱炭素社会実現に向けたイノベーション」がオンライン(Zoom ウェビナー)開催され、当初応募人数を上回る160名(企画委員等を含む)が参加した。

第一部セミナーの部では三菱重工業(株)丸の内二重橋ビルよりオンライン配信され、部門企画委員会の矢野委員長の司会により進行された。セミナーの部の最初の講演では、東京大学大学院工学系研究科原子力専攻の山口教授より「エネルギー自立と脱炭素化のための技術・政策イノベーション」と題し、原子力イノベーションの展望に関する講演が行われた。次に三菱重工業(株)原子力セグメント 原子力技術部 中原部長より「三菱重工が取り組む新たな原子炉の開発について」と題し、次世代軽水炉、及び将来炉開発に関する講演が行われた。最後に三菱パワー(株)ガスタービン技術総括部 谷村副総括部長より「水素焼きガスタービンの開発状況について」と題し、水素焼きガスタービンの開発状況、及び今後の展望に関する講演が行われた。全ての講演が終了した後、総合討論と題して、イノベーションを実現するために必要なもの、イノベーションを実現するための産官学の協働の在り方について講演者それぞれのお立場からの考えを伺った。その後、東京電力ホールディングス(株)経営技術戦略研究所 定梶副所長より、次年度会場提供社挨拶が行われ、最後に次年度部門長の松本エンジニアリング(株)久恒様のご挨拶をもって、第一部セミナーの部は盛況のうちに終了した。

部門賞贈呈式では、部門運営委員会の船谷幹事の司会で進行し、部門長の山梨大学大学院 武田教授より挨拶があった後、部門賞委員会委員長の電中研 犬丸常務理事の選考経過報告がなされた。続いて功績賞(3名)、社会業績賞(1名)、貢献表彰(6名)、優秀講演表彰(7名)の各賞贈賞がなされ、受賞者の皆様より受賞のスピーチを頂いた後、受賞を記念し写真撮影を行った。

本来であれば部門賞贈呈式の後、サロンの部が開催される予定であったが、オンライン開催であることを踏まえ、第30回セミナー&サロンではサロンの部は中止された。

今回初めてのオンライン開催であったが、大きなトラブルもなく無事に終了することができた。また、当初応募人数を上回る方々が参加され、セミナー&サロンへの関心の高さが伺えた。

最後になりましたが、今回のセミナー&サロンの開催にあたり、企画・運営にご協力頂いた多くの方々に御礼申し上げます。



東京大学/山口教授



三菱重工/中原部長



三菱パワー/谷村副総括部長



部門長挨拶 山梨大学/武田教授



選考経過報告 部門賞委員会委員長 電中研/犬丸氏



功績賞 MHI 元特別顧問/和仁氏



功績賞 JERA/小野田社長



功績賞 東工大/奈良林特任教授



社会業績賞 神奈川工科大/西口教授



貢献表彰 三菱パワー/原口氏



貢献表彰 日本 CCS 調査/中島社長  
/石井顧問



貢献表彰 仏オラノ社/ペロ氏



貢献表彰 日本原燃/松木顧問



貢献表彰 大崎クールジェン/木田社長

## ◇開催案内◇

### 第 28 回原子力工学国際会議 28th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE28)

#### 趣旨：

日本機械学会 動力エネルギーシステム部門の国際企画として、標記国際会議を WEB 形式で共催いたします。ICONE は、日本機械学会 (JSME)、米国機械学会 (ASME)、中国原子力学会 (CNS) が共催する国際会議であり、原子力を総合的にとらえ、技術的学問的に討論し情報交換を行う場を多くの技術者に提供するとともに、今後の工学技術の発展を促すことを目的として企画されてきたものです。これまで日本、米国、欧州、中国での開催実績が有り、今回で 28 回を数えます。今回会議の基調テーマである“Nuclear Energy the Future Zero Carbon Power!”のもと、機械工学、原子力工学に関する多数の研究者、技術者の参加が期待されています。多数の方々のご参加をお待ちしております。

#### 口頭発表のお誘い：

論文発表有りのアブストラクト受付は締切りとなりましたが、口頭発表のみのアブストラクト締切りは 3 月 8 日 (月) と、まだ時間がございます。是非、エントリーをお願いいたします。

開催日： 2021 年 8 月 4 日 (水) ～6 日 (金)

会 場： WEB 会議

主 催： 米国機械学会、日本機械学会、中国原子力学会

公式ホームページ：<https://event.asme.org/ICONE>

#### 参加申し込み：

以下の Web サイトの案内に沿って、ご登録下さい。

参加申し込み Web サイト：<https://event.asme.org/ICONE>

#### 問い合わせ先：

ICONE28 技術委員会国内連絡先：

日本原子力開発機構 大島宏之 E-mail: [ohshima.hiroyuki@jaea.go.jp](mailto:ohshima.hiroyuki@jaea.go.jp)

学生プログラム国内連絡先：

北海道大学 三輪修一郎 E-mail: [smiwa@eng.hokudai.ac.jp](mailto:smiwa@eng.hokudai.ac.jp)

#### 主要トピックス：

Track 1 Operating Plant Challenges, Successes, and Lessons Learnt

Track 2 Nuclear Plant Engineering

Track 3 Advanced Reactors and Fusion

Track 4 Small Modular and Micro-Reactors Technologies and Applications

Track 5 Nuclear Fuels, Research, and Fuel Cycle

Track 6 Nuclear Codes & Standards

Track 7 Thermal-Hydraulics

Track 8 Computational Fluid Dynamics (CFD)

Track 9 Verification and Validation

Track 10 Advanced Methods of Manufacturing (AMM) for Nuclear Reactors and Components

Track 11 Decontamination, Decommissioning, and Radioactive Waste Management

Track 12 Beyond Design Basis and Nuclear Safety

Track 13 Risk Informed Management and Regulation

Track 14 Student Paper Competition

## “Dry Syngas Purification Processes for Coal Gasification Systems”

邦訳：「石炭ガス化システム用乾式ガス精製プロセス」

(小林 誠 著)

紹介者： 金子祥三（東京大学 生産技術研究所 研究顧問）

2050年カーボンニュートラルの方針が表明され、CO<sub>2</sub>削減が一層厳しく要求されるようになってきた。火力発電は化石燃料を使用するので必ずCO<sub>2</sub>が発生する。化石燃料の中でも石炭はとりわけ炭素含有比率が高いため、石炭を用いる火力発電を高効率化する必要性は非常に高い。現在、高効率火力発電は、蒸気タービンにガスタービン（GT）も加えた複合発電時代となっており、天然ガスの新しいプラントは殆どこの方式である。またガスタービン入口ガス温度も1500℃を超え、1700℃を目指して技術開発が行われている。

石炭を複合発電で利用するにはどうすればよいであろうか？石炭をGTの燃料とするには、固体である石炭を粉砕し、高温でガス化し、COとH<sub>2</sub>を主体とするガス燃料にする必要がある。石炭はもともと植物由来であるから、セルロースなどCとHから成るもの以外に、各種ミネラルを含み、また土壌由来のアルカリ、硫黄やハロゲンも混入している。これらがガス燃料の中に含まれたままではGTの損傷を招くなどの悪影響を与える。これを避けるため、石炭ガス化する複合発電ではアルカリ、アルカリ土類、硫黄、ハロゲンなどの不純物を効果的に除去するガス精製が不可欠である。

ガス精製は大別して乾式、湿式、およびその組み合わせなどの方法があるが、現在、商用規模のプラントでは殆どが湿式を用いており、アミン液などを用いて化学吸収する方式が多い。この湿式の最大の欠点はガス燃料を生成する時に常温付近まで冷却する必要があり、ガス燃料の顕熱や、その水蒸気の潜熱も失われ、石炭のガス化で得られた有効なエネルギーが失われてプラント効率が2%（ポイント）ほど低下する。これはガスタービン入口温度200℃の低下に相当する。乾式で石炭ガスのガス精製が出来ないか？—これは石炭ガス化の研究者や技術者の長年の夢であった。

本書の著者らは20年以上に渡り、この乾式ガス精製に取り組んできた。世界中の研究者の多くが実用化の断念に追い込まれる中、粘り強く課題に取り組み、入念な考察のもとで課題を解決し、改善案を考案して来た。

この度、その成果が「石炭ガス化システム用乾式ガス精製プロセス」としてElsevier Science社から出版された。全体は8章から成り、第1、2章で石炭ガス化の基礎からガス精製の概要を説明し、第3章は各成分の分析方法の紹介、第4～6章で乾式ガス精製の課題を示すと共に、課題解決のプロセスが実験データにもとづいて明かに説明されている。特に硫黄除去プロセスと塩素除去プロセスは他書にないユニークな技術紹介となっている。第7章はスケールアップの留意事項、第8章では今後の応用の可能性と将来展望が述べられている。

本書は化学工学や石炭ガス化技術の研究者のみならず、高効率発電を研究する動力エネルギー部門の研究者、技術者にも広く参考になるものと信ずるので、ここに紹介させて戴くものである。また英文であるため、石炭ガス化プロセスおよび各機器についての技術用語の習得にも役に立つことは勿論である。

\*\*\*\*\*

## 書籍情報

著者：小林 誠（一般財団法人電力中央研究所 研究参事）

出版社：Elsevier Science 頁数：288 ページ

発行形態：①書籍版、②電子版、③書籍版と電子版のバンドル

定価：US\$ 225（①、②）、US\$ 450（③）、発行元サイトでの割引あり

発行元販売サイト：<https://www.elsevier.com/books/dry-syngas-purification-processes-for-coal-gasification-systems/kobayashi/978-0-12-818866-8>