

# NEWSLETTER



# POWER & ENERGY SYSTEM

動力エネルギーシステム部門ニューズレター

【第34号】

## ◇巻頭言◇ 部門長挨拶



関西大学機械工学科  
教授 小澤 守

この度、第84期森治嗣部門長(東京電力)の後を受け、第85期動力エネルギーシステム部門長の任を仰せつかりました。動力委員会以来、部門制移行後も、当部門は学会の中にあつて、特に、企業、各種研究機関、大学などの密接な連携がかなりうまく機能しており、部門運営にも明確に反映されている、まさしく、Society of Mechanical Engineers を標榜するにふさわしい活動を重ねてまいりました。これは歴代の委員長・部門長を始め多くの諸先輩の皆様のご多大なご尽力の賜物であり、今後もその活動を維持発展させていかなければならぬのは当然として、新しい展望も開いていかなければならないと考えています。この1年間、副部門長(総務委員長)として、森部門長、後藤部門幹事、そして総務委員会幹事および委員各位、運営委員会委員各位を始めとする当部門各位のご指導・ご協力により、部門運営に携わって参りましたが、引き続き諸先輩並びに会員皆様のご支援を賜りたくお願い申し上げます。

当部門は、エネルギー生産から消費までを含むエネルギー資源の有効利用と同時に地球環境問題に深い関わりを持つ学術・技術分野を統合した、社会性の極めて高い部門となっています。具体的には原子力、火力、水力、さらには燃料電池、風力、新エネルギーなどの高効率エネルギー変換システムの開発、電力やガスなどエネルギーの供給に関わる社会的なインフラ整備、地球環境の維持、システムの安全性確保など、社会的に非常に重要な分野を担っております。これらを端的に表すキーワードを3つあげるとすれば、Economic Development, Energy Security, Environmental Protection

であり、動力・エネルギーシステム、エネルギーの有効利用と環境保全、システムの安全性・信頼性、危機管理などがこれに含まれると考えています。またエネルギー環境問題はひとり我国だけで解決できるものではなく、国際的な活動を通じて信頼関係を醸成し、情報交換、共同作業が不可欠で、当部門の活動には当然これらも含まれています。

当部門の活動は他部門と同様、学術活動、国際活動、対社会活動、出版活動などがあり、具体的にはセミナー&サロン、動力・エネルギー技術シンポジウム、講習会、研究会、年次大会などにおける部門独自あるいは他部門と合同しての研究会の企画、見学会、ジュニア会友向け親子見学会、そして機械学会を代表するといっても過言でないICOPE(動力国際会議)、ICONE(原子力工学国際会議)ICEM(放射性廃棄物の管理に関する国際会議)の企画・運営に関与しています。

昨年度には、部門活動評価が実施され、その中間評価結果において、学術普及・発展活動:B、対外活動:A、活性化活動:B、部門固有領域:A、そして総合評価:Aの評価を頂きました。Bの評価であった学術普及に関連しては、本年度当初にJournal of Power and Energy Systemが発刊され、いよいよ部門独自の論文集(E-Journal)が情報発信の場として広く会員各位に提供されます。ICOPEやICONEなど国際会議由来の特集号に終わることなく、動力・エネルギーシステムに関する研究開発や技術開発の成果を広く世界に発信するメディアとして是非とも育てていかなければなりません。また活性化活動につきましては、当部門が担っている学会内での、そして社会における役割を十分踏まえたいうでの独自性の発揮、社会への情報発信など、また他部門とのより一層の連携が期待されています。

これら部門の様々な具体的な活動をとおして、特に若手の学会員にとって、魅力のある部門となるよう、関係諸氏ともども尽力する所存ですので、引き続き諸先輩並びに会員の皆様のご支援を賜りたく心からお願い申し上げます。

## 【目次】

巻頭言：部門長挨拶	1	見学会報告(2)：流動床燃方式を採用した石炭火力発電所	9
特集(1)：FBRサイクルの実用化に向けた今後の研究開発の進め方	2	講習会報告：点検整備とリスクマネージメントの最前線4	9
特集(2)：発電用風車	3	平成18年度部門賞受賞者所感 功績賞受賞 大瀬 克博	10
先端技術：環境負荷低減型発電用小型水車の開発	5	平成18年度部門賞受賞者所感 功績賞受賞 謝 牧謙	10
研究分科会活動報告(1)：風車のパラダイムシフト	7	平成18年度部門賞受賞者所感 功績賞受賞 戸田 三朗	11
研究分科会活動報告(2)：ヒートポンプの高効率化に関する研究会活動報告	7	平成18年度部門賞受賞者所感 社会業績賞受賞	12
地区便り：若狭における陽子線加速器による研究開発とエネルギー研究開発拠点化計画	8	PWR炉内構造物取替プロジェクトチーム(四国電力、三菱重工)代表者：石崎 幸人、浦谷 良美	
見学会報告(1)：第16回セミナー&サロン開催報告	8	副部門長選挙結果報告	12

## ◇特集◇ (1) FBRサイクルの実用化に向けた今後の研究開発の進め方



独立行政法人 日本原子力研究開発機構  
次世代原子力研究開発部門 副部門長  
佐賀山 豊

### 1. はじめに

日本原子力研究開発機構と電気事業者は、電力中央研究所、メーカーなどの協力を得て、1999年7月から「高速増殖炉(FBR)サイクルの実用化戦略調査研究」を実施してきた。本研究は、FBRサイクルの適切な実用化像とそこに至るための研究開発計画を2015年頃に提示することを目的とし、研究の開始に当たって、①安全性、②経済性、③環境負荷低減性、④資源有効利用性、⑤核拡散抵抗性の5つの開発目標と、それらを具体化した設計要求を設定した。フェーズⅠにおいては、幅広い技術選択肢の評価を行い、実用化候補概念として有望な複数の概念を抽出した。2001年4月から実施したフェーズⅡにおいては、各概念が有する能力を最大限に引き出すことが可能なFBRサイクルシステム概念を構築するとともに、概念の技術的成立性にかかわる要素技術開発を実施し、それらの成果を設計に取り入れた。これら成果に基づき、FBRサイクル実用化候補概念の明確化を図るとともに、2015年頃までの研究開発計画の立案及びそれ以降の実用化に向けた課題の抽出を行い、2006年3月にフェーズⅡ最終報告書としてとりまとめた。その後、2006年11月に文部科学省によるフェーズⅡ成果の評価結果がとりまとめられ、「ナトリウム冷却高速増殖炉(酸化燃料)、先進湿式法再処理、簡素化ペレット法燃料製造」の組み合わせが、開発目標への適合可能性、技術的実現性の観点から総合的に最も優れた概念として、今後、実用化に向けて重点的に研究開発を進めていく概念、すなわち「主概念」として位置付けられた。

### 2. ナトリウム冷却高速増殖炉

ナトリウム冷却炉では、高い安全要求を満たしつつ、経済性を向上させるため、プラント物量を大幅に削減できる革新技術を採用した。具体的には、主冷却系統を2ループとした上で、150万kWeの大出力プラントを構築し、これに伴い大口径配管と大型熱交換器(中間熱交換器及び蒸気発生器)を採用した。また、熱膨張が少なく高温強度に優れる高クロム鋼材料の採用による1次系配管の大幅短縮、1次系ポンプと中間熱交換器を統合することによる1次冷却系統の簡素化、炉内燃料取扱方式の工夫による原子炉容器のコンパクト化などが特徴として挙げられる。炉心燃料について

は、高燃焼度化に対応するため、燃料被覆管材料に高温強度と耐照射性に優れたODS(酸化物分散強化型)フェライト鋼を採用して、燃料費の大幅な低減を図った。化学的活性などのナトリウムに固有の課題についても、配管及び容器のナトリウム境界の二重化を徹底する、伝熱管を二重壁構造とした蒸気発生器を採用するといった対応を行った。また、ナトリウムの特徴を踏まえた供用期間中検査の方針を検討するとともに、保守・補修性を考慮したプラント設計とした。このような優れた性能を有するナトリウム冷却炉を実現するためには、設計概念に採用した革新技術を確立する必要がある、図1の通り、13項目の技術課題について開発を進めていくこととしている。

### 3. 先進湿式法再処理と簡素化ペレット法燃料製造

FBRサイクルでは、リサイクル燃料への核分裂生成物(FP)混入(低除染)を許容できることから、先進湿式法では従来技術(ピュアレックス法)の主要工程の一つである「ウラン(U)製品及びプルトニウム(Pu)製品の精製工程」を削除できる。また、使用済燃料の溶解液中の重金属量の大部分を占めるUの約7割をあらかじめ粗取りする晶析技術の導入により、後工程での処理量を大幅に削減できる。単サイクル共抽出工程では、有機溶媒(リン酸トリブチル:TBP)を用いた溶媒抽出法によって、U、Pu及びネプツニウム(Np)を低除染の状態で一括回収し、引き続き精製工程は設けない。これらのプロセス簡素化により経済性が向上するとともに、製品からの放射線量が高いため難接近性が確保され、その結果として核拡散抵抗性が高まる。また、高レベル廃棄物への長寿命MA核種の移行量を減らし環境負荷低減を図るために、単サイクル共抽出工程で回収されないNp以外のマイナーアクチニド(MA)は、イオン交換法(抽出クロマトグラフィ)によって回収し、U/Pu/Np溶液と溶液状態で混合して再処理製品となる。

簡素化ペレット法は、「常陽」及び「もんじゅ」の燃料製造技術として、グローブボックスでの製造実績がある従来のペレット法をベースとしている。簡素化ペレット法では、Pu富化度調整を硝酸溶液段階で行うことにより、従来のペレット製造工程の多くを占めていた粉末混合工程を大幅に削減している。また、金型の内面に潤滑剤を直接塗布するダイ潤滑成型法の導入により、粉末への潤滑剤の添加・混合が不要となるなど、成型焼結工程も簡素化される。前述のとおり、低除染のMA含有燃料を取り扱うため、燃料製造システムでは遮へいセル内での運転に適した設備とする必要がある。

燃料サイクルシステムは、先進湿式法再処理と簡素化ペレット法燃料製造を同一施設内に設置した概念とした。従来法に比べ、再処理についてはMA回収工程が付加されること、燃料製造では低除染の燃料を扱うためホットセルが必要となることなど、コスト

増の要因もあるが、先に述べた低除染化にともなう工程削除や設備合理化などによって合理化に寄与する部分の効果が大きい。FBRシステムと同様に、実用化に向けて概念に採用した革新技術を確立する必要がある、図2に示すとおり、12項目の技術課題について開発を進めていくこととしている。

### 4. FBRサイクル実用化研究開発の開始

#### 4.1 FBRサイクル技術の開発方針に係る国の検討

2005年10月、「原子力政策大綱」が閣議決定され、FBRサイクルについては、2050年頃からの

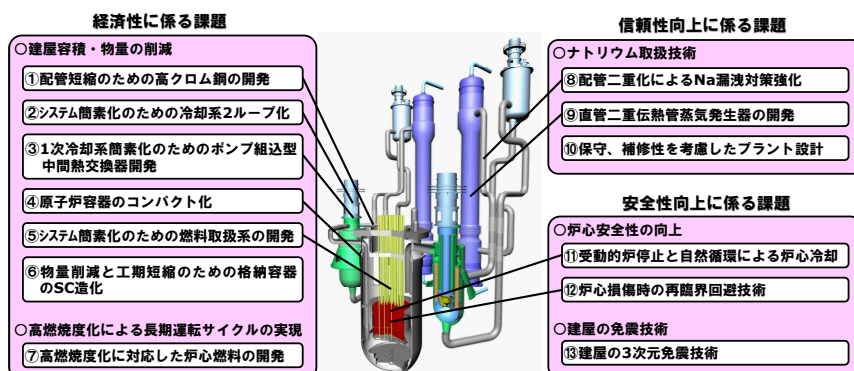


図1 ナトリウム冷却炉に関する技術開発課題

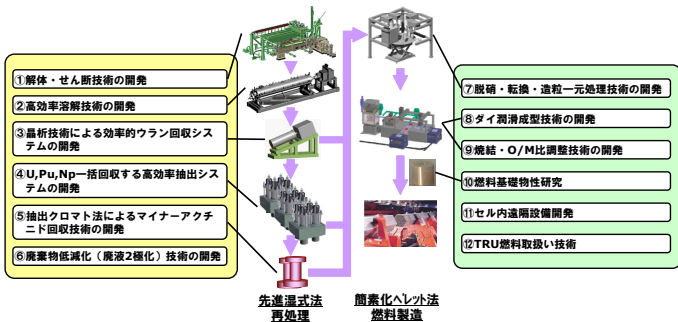


図2 燃料サイクルシステムに関する技術開発課題

商業ベースでの導入を目指し、段階的に研究開発を進めるとの方向性が示された。2006年3月には、総合科学技術会議により第3期科学技術基本計画がとりまとめられ、FBRサイクル技術が「国家基幹技術」に選定された。これらの政策を具体化する動きとして、2006年7月に文部科学省が「原子力に関する研究開発の推進方策」を、2006年8月には経済産業省が「原子力立国計画」をとりまとめた。この中で、FBRサイクル技術については2025年頃に実証炉の運転を開始し、2050年より前に商業ベースでの導入を目指すとの目標が示された。そして、前述の文部科学省によるフェーズII成果に対する評価結果が公表された後、2006年12月に、原子力委員会が「高速増殖炉サイクル技術の今後10年程度の間における研究開発に関する基本方針」を決定した。

4.2 サイクル実用化研究開発の進め方

これらの国の方針を受け、「もんじゅ」や様々な核燃料サイクル研究開発の施設等を活用し、「FBRサイクル実用化研究開発(英文名: “Fast Reactor Cycle Technology Development (FaCT) プロジェクト)” )として実用化に集中した技術開発に開発の段階を移すこととした。FaCTプロジェクトでは、国の方針に示された実用化目標を達成するため、図3のようなロードマップを想定し、2015年に向けて実用施設及び実証施設の概念設計研究を実施すると同時に、前述のFBRシステム13項目、燃料サイクルシステム12項目の革新的な技術について研究開発を進め、その成果を概念設計に反映する。2010年までの当面の計画としては、概念設計検討と革新技術の開発を実施し、その結果により革新技術の採否判断を行うことを目標とする。また、革新技術の実証試験計画についても検討し、実証試験の実施に向けた準備を進める予定である。2010年度末にそれらの成果をとりまとめた後、国による評価を受け、その後の研究開発計画に反映させることとしている。

5. おわりに

国の方針を踏まえ、安全性、経済性を有し持続可能性のあるエ

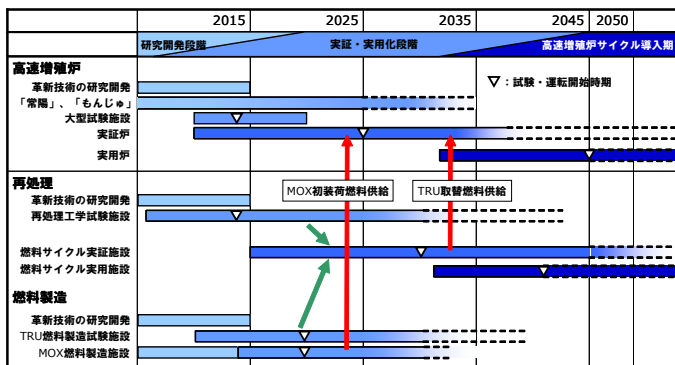


図3. FaCTプロジェクトの実施にあたって想定している実用化ロードマップ

ネルギー源を確保するため、FBRサイクルの実用化に向けた研究開発を、引き続きオールジャパン体制で実施していく。FaCTプロジェクトの実施に当たっては、定期的な外部の評価を受けて研究開発計画に反映させ、また、国際協力を積極的に活用して効率的な研究開発の実施を目指すこととしている。

◆特集(2)◆発電用風車



三菱重工業(株) 長崎造船所  
風力発電事業ユニット  
田北 勝彦

1. まえがき

発電用風車は、地球温暖化防止を担う再生可能エネルギーの主役として急速に適用が拡大している。世界の風力発電導入量は、2004年末で48GWに達し、日本でも約1GWの風車が運転中である。風車は火力発電等の大型設備に比べてサイト条件が明確であれば計画から約1年程度で建設し、発電を開始できる機動性を有している。最近では原油価格高騰の影響もあって特に米国、中国で設備導入が大きく伸びつつある。また、欧州諸国を中心として更なる自然エネルギー利用拡大の動きがあり、ここ数年は需要に対して風車の部品供給が追いつかない状況にある。この発電用風車導入拡大は今後も継続することが予想されている。(図1)

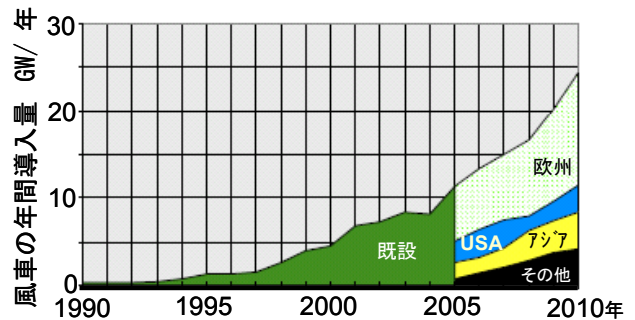
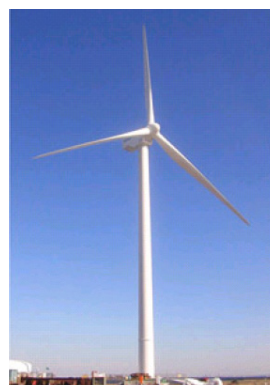


図1 世界の風車導入量の予測<sup>1)</sup>

発電用風車では建設するサイトの土地利用と投資に対するタークルとしての収益(発電量)を改善するため、大型化が進められている。三菱重工業で開発し、横浜の工場内に設置した2400kW風車は92mのロータ径を有し、現在、順調に運転を継続している。(図2)

本報では、発電用風車の大型化の主要な課題を取りまとめると共に、2400kW風車の技術的な特徴について紹介する。



定格出力	2400kW
ロータ直径	92m
翼長	44.7m
回転数(可変速)	9.0~16.9rpm
カットイン風速	3.0m/s
カットアウト風速	25.0m/s
定格風速	12.5m/s
耐風速	70m/s
発電形式	巻線型誘導発電機+IGBTコンバータ
ハブ高さ	70m

図2 2400kW風車の外観と主な仕様

## 2. 発電用風車の大型化の課題

風のエネルギーは風速の3乗とロータ面積に比例するため、単機ベースの発電量を増やすためには、ロータ径を出来るだけ大きくする必要がある。一方、翼先端周速は主として翼の騒音レベルによって制限されるため、大型化した場合、回転数を低下させる必要がある。寸法効果が大きく現れ、荷重(トルク、モーメント)が増大するため、単純な相似設計は成立せず、例えば出力を2倍にすると強度レベルは7割程度にしかならず、重量、すなわち機器のkWあたりの価格は約1.4倍に上昇する。したがって風車を大型化していくためには、軽量化が最も重要な課題となる。そのため高強度材料の採用、構造最適化による強度の改善、あるいは制御法を工夫する等による荷重低減を進める必要があり、新技術の開発と早期の実用化がますます重要になっている。

風車が大型化した場合、機器そのものだけでなく、2次的な要件である輸送性と建設性が大きな課題となる。輸送は法規制やサイト条件の問題があり、寸法や重量の制限がある。また、大型風車の建設に際しては高コストな大型のクレーンを必要とする。大型のウィンドファームでは数十基の風車を風況の良い現地で強風の気象を避け、短期間で建設する必要がある。設計段階から輸送、建設に至る一貫した経済性への配慮が不可欠ではあるが、陸上用風車では輸送・建設の制約が大型機普及の限界になるものと考えられている。一方、洋上風車についてはその制約は小さく、既に5MW級テスト機が建設され、その経済性が見極めが進んでいる。

## 3. 翼設計

風車の翼は大型のFRP成形体が使用されるが、通常運用時の刻々と変化する風速に対する適応性(疲労強度)、台風時の強風に耐える強さ(最大荷重、座屈強度)を併せ持つ必要がある。そのため2400kW機では空力荷重の低減と構造強度による改善を図った。図3に示す通り、2400kW風車用44.7m翼は既設の1000kW用29.5m翼と比べて先細をスリム化した翼形状を採用して、ロータ径拡大によるスラスト力の増大を抑制し、性能向上とともに荷重の低減を実現した。

翼構造では翼のコード長の急変を避け、形状の不連続による応力集中の発生を回避し、翼の内部構造の改良、座屈防止材の最適配置、GFRP材(ガラス繊維強化プラスチック)のUD材(一方向繊維)の含有比の上昇により軽量化している。<sup>2)</sup>なお、FRP部材は工場段階での製造依存性を完全に排除する事が難しく、実用に先立って海外の第3者機関を利用して実翼による最大荷重、及び疲労試験による検証を行い、構造健全性を確認している。(図4)

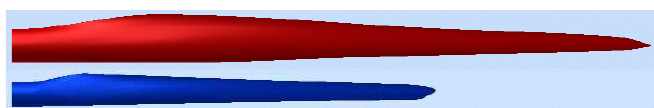


図3 2400kW(上)と1000kW(下)風車用翼の概形



図4 2400kW風車用翼の最大荷重試験による検証状況

## 4. 翼の雷対策

国内では日本海沿岸部の冬季雷地区の雷被害が厳しく、これへの対応が必要になる。平成17年より風車のタワー基部に設置したコイルによって代表地点で雷電流が計測されているが、図5に示した計測例では落雷の頻度、電荷量に地域性が強く現れている。ここでは雷保護の設計指針として使用されているIECの最も厳しい保護レベルI(300クーロン)を超える計測結果も一部、確認されている。

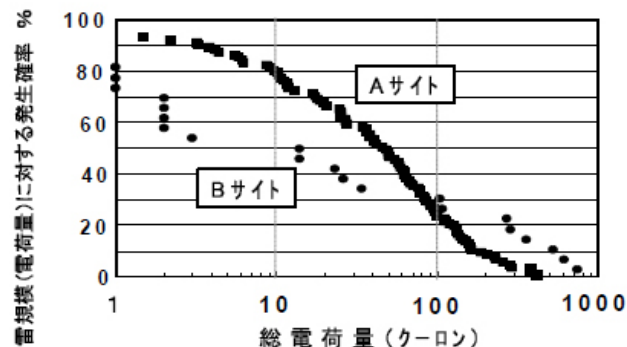


図5 冬季雷地域での雷計測結果の例

風車の大型化は、翼の最高到達位置が高くなるため被雷率の大幅な上昇をもたらす事が予想される。風車翼では一層の雷対策が必要となり、当社では雷の捕捉性を確認する高電圧放電試験と、雷電流に対する耐力を確認する大電流試験を行い、レセプタ設計の妥当性を確認している。図6は翼の先端部のモデルにより、種々の翼姿勢、雷極性を変えてレセプタによる雷補足率を測定したものであり、一般的な負極雷、正極雷の発生確率(9:1)を考慮すれば98%を超える補足率が得られることを確認している。また大電流試験ではIECの保護レベルを超える条件まで試験を行い、レセプタからナセル金属部分に至る部分に過熱等の異常が無いことを確認して実機適用している。

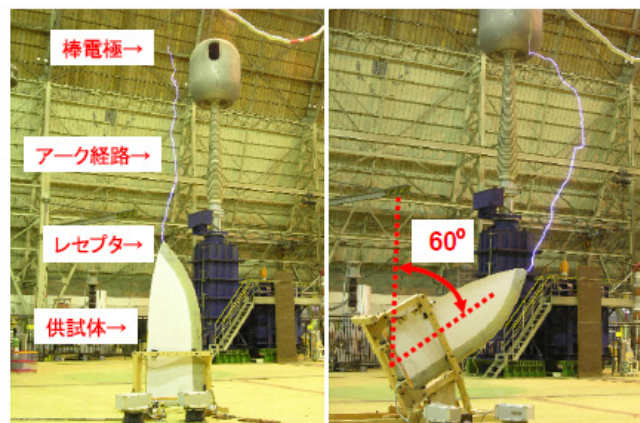


図6 翼姿勢と雷極性をパラメータとした高電圧放電試験状況<sup>3)</sup>

## 5. 制御による荷重の低減

風車の荷重低減は翼設計だけではなく、運転・制御の高度化によっても達成可能である。そのひとつに翼の独立ピッチ制御がある。これは地表の摩擦のために風速には高度分布(ウィンドシア)があり、風車は1回転毎に疲労荷重を受けるが、回転に同期して、翼のピッチ角を荷重変動を相殺するように微修正し、疲労荷重を軽減する手法である。3翼を独立化することで仮に1翼の制御系に異常が発生しても残る2翼で回転を停止することが可能であり、安全上も有利な構造である(図7)。なお、この制御方法は翼に応

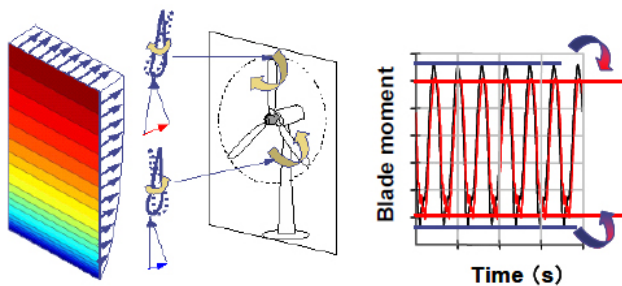


図7 翼の独立ピッチ制御の概要

力センサーを設置することで、より詳細な荷重制御を行うことが可能である。

また、2400kW 風車は可変速運転することで風の短周期の変動をロータ回転数の増減で吸収、平準化して、疲労荷重を軽減している。

## 6. 台風対策

2003年に沖縄県の宮古島に襲来した大型台風により、計7台の風車が損壊する被害が発生し、調査の結果、風車倒壊時には、停電により風車の風向制御(ヨー制御)が喪失し、斜め風や横風を受けたことで、設計の想定値を超える荷重が風車に作用した可能性が高いことが指摘されている。4)通常、カットアウト風速を越える強風時には、風車はロータの回転を止め、風荷重を低減するために、風上に正対した状態で待機する。この状態で停電すると風車は風向の変化に追従できず上記の状況に陥ることになる。2400kW 風車では停電しても確実に風車の風向制御を行う新しい制御(Smart Yaw)を採用している。これは台風の強風下で待機姿勢を風下側に変更することにより、風見鶏効果でヨー制御する方式であり、停電中でもヨーが回転して荷重を逃がすため、台風荷重の低減を図ることができる。(図8)

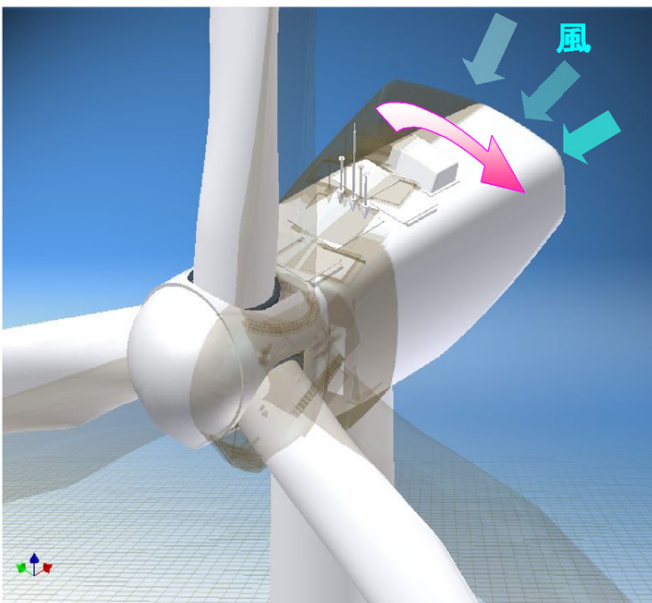


図8 Smart Yaw システムによる停電時の台風荷重の低減5)

## 7. まとめ

本稿では風車の大型化の課題と2400kW 風車を例に技術開発の概要を示した。今後、陸上用はインフラの制約があるため、更なる大型化の検討は洋上風車が主流となる可能性が高い。洋上風車の経済性と装置そのものの信頼性実証が進めば、新たな大型化が加速する可能性が高い。環境にやさしい風力エネルギー利用を拡大するため、更に技術開発を進めていく必要がある。

参考文献 1) BTM Consults, World Market Update 2005. 2) 平野ほか, “風車の強度信頼性向上に関する取組み”, 日本材料学会第276回疲労部門委員会資料, 2005. 3) Arinaga, S. et al, “Experimental study for wind turbine blades lightning protection”, 2006. 4) 奥田ほか, “平成15年9月に沖縄県宮古島で発生した台風14号による建築物等の被害について(速報)”, 独立行政法人建築研究所, 2003. 5) 林ほか, “設計荷重低減のための新概念”, 第25回風力エネルギー利用シンポジウム, 2003.

## ◇先端技術◇ 環境負荷低減型発電用小型水車の開発



信州大学工学部環境機能工学科  
教授 池田敏彦

### 1. はじめに

エネルギーの安定した確保は極めて重要な課題である。また、地球温暖化の原因となる二酸化炭素の発生を抑えていくことは人類に課せられた急務である。そのために、再生可能なエネルギーの利用を拡大し、水力や風力などの自然エネルギーの有効利用が望まれる。本稿は、身近にある小規模河川をそのまま利用し、流れに置くだけで発電する小型水車の開発に関する報告である。

水力発電は出力規模により、大水力、中水力、小水力、ミニ水力、マイクロ水力に分類されている。マイクロ水力発電は100kW程度以下を指している。現在、水力発電により日本の電力量の約10%が賄われている。大きなダムや長大な水路をもつ大規模集中型発電による寄与が大きい。しかし、今日ではそのような大規模発電施設の建設適地が少なくなっているとともに、建設工事等で自然が破壊される懸念の広がり、新たな建設は困難な状況になっている。そのため、大規模集中型から分散型へ移行し、クロスフロー水車に代表されるように、これまで未利用であった小規模水力の利用が活発になってきている。しかしながら、小規模とはいえ取水口や導水路、水車小屋の建設、導水管や排水管等の付帯設備が必要であるため、自然に手を加えることも多く設置場所も限定される。また、建設にかなりの費用がかかる。

そこで、身近にある小規模な河川をそのまま利用し、流れに置くだけで発電できる水車の開発を目指した。水車小屋の建設や導水管等の付帯設備を必要とせず、河川自体や周囲環境に極力手を加えないで発電するシステムであることから、本水車は環境負荷低減型発電用水車と言ってもよいであろう。現在、二種類の水車を開発し、実用化することを目的にしている。第一に、一般河川用水車を開発する。風車として実績があるサボニウス形ロータを用いる。以後、サボニウス水車と呼ぶ。この水車は羽根枚数が2~3枚と少なく、ゴミ除塵機などのゴミ対策が不要であると考えてこの形を採用した。第二に、小滝を利用した水車を開発する。日本の河川は急峻であり、砂防ダムや堰堤など小さい滝が多数存在している。このような小滝をそのまま利用する。以後、滝用水車と呼ぶ。本研究では、まず、サボニウス水車と滝用水車に関して、回流水槽と人工滝を用いて行っている室内における基礎実験について述べる。次に、実際の河川や小滝に設置した実証実験について報告する。

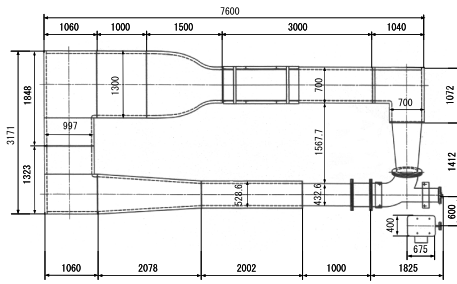


図1 回流水槽

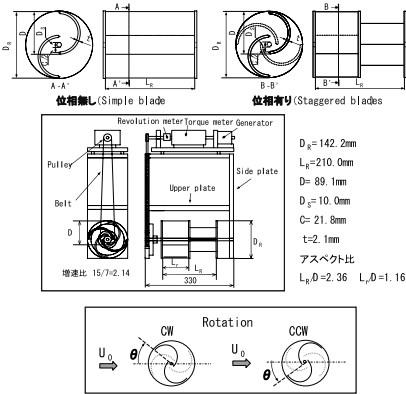


図2 サボニウス水車の出力計測システム

2. 室内基礎実験

2-1 サボニウス水車

基礎実験に用いた回流水槽を図1に示す。全長約7.5m、全幅3.2m、測定部は長さ3000mm、幅600mm、高さ500mm、最大流速2m/sである。室内実験用のサボニウス水車と出力計測システムを図2に示す。水車は直径 $D_R=142\text{mm}$ 、長さ $L_R=210\text{mm}$ であり、位相なしと位相ありの二種類について、トルク計と回転数計から出力を求めた。水車の回転は約2倍に増速させた。水位 $H_0=400\text{mm}$ 、一様流速 $U_0=0.8\text{m/s}$ とし、水槽底面と水車下部の距離 $H_C$ を変化させた。 $H_0/D_R=2.8$ である。図2に示すように、水車回転方向はCW、CCWと定義した。色素注入法による流れの可視化とPTVにより速度分布を求めた。なお、出力係数は $C_P=2\omega T/\rho A U_0^3$ 、 $\lambda=Vt/U_0$ で定義した。ここで、 $\omega$ は角速度、 $T$ はトルク、 $A=D_R \cdot L_R$ 、 $V_t$ は周速である。実験結果、CW、CCW、 $H_C$ により、出力特性( $C_P \sim \lambda$ 曲線)は変化する。それぞれの実験条件下で、 $C_P$ の最大値 $C_{Pmax}$ は $\lambda=1$ 付近であった。いずれの $H_C$ においても、位相なしに比べて位相あり水車の $C_{Pmax}$ の値は大きい。CW、 $H_C/D_R=0.74$ 、 $\lambda=1$ の条件下で、位相なしと位相ありの水車について色素注入法による流れの模様を図3に示す。図中の $\theta$ は図2を参照。同じ条件下において、PTVによる速度分布の測定例( $\theta=90^\circ$ の場合)を図4に示す。図より加速、減速の領域が明確にわかる。現在、回転数とトルクの動的測定を行っている。

2-2 滝用水車

室内実験用人工滝の水車の図面と流れの模式図を図5に示す。ピットからタンクに蓄えられた水はタンク一端から滝として落下する。流量 $Q$ は電磁流量計で計測される。水車は落下水流中に設置され、その位置は水平及び垂直方向に移動できる。水車の回転は3倍に増速されて発電機に伝達される。試作した滝用水車は $D_R=400\text{mm}$ 、 $L_R=500\text{mm}$ 、周囲に12枚の円弧状の羽根を配置してある。滝水流に対する水車の回転方向により、上掛けと胸掛けに区別した。水車効率 $\eta$ と $\lambda$ の関係を図6に示す。ここで、 $\eta=P_{total}/\rho g Q H_F$ 、 $P_{total}$ は水車出力、 $H_F$ は滝の落差である。上掛けと胸掛けに無関係に、 $Q$ とともに $P_{totalmax}$  ( $P_{total}$ の最大値)は直線的に増加し、 $\eta$ は30~40%であった。

表1 サボニウス水車実証実験機比較

Test rotor	No. 1	No. 2
Rotor size [mm]	$\phi 200 \times 500$	$\phi 360 \times 800$
Rotor type	Savonius	Staggered savonius
Overdrive ratio	1.0	2.2
Generator	Direct drive (in water)	Belt drive (out of water)
Power output [W]	40	100
Weight [kg]	40	100
Lifting and lowering device	Unnecessary	Necessary

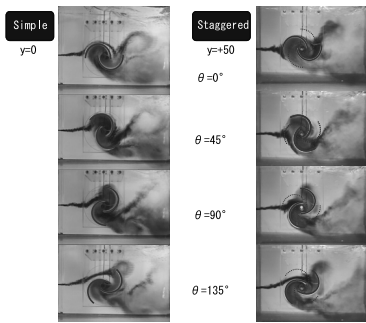


図3 色素注入法での可視化

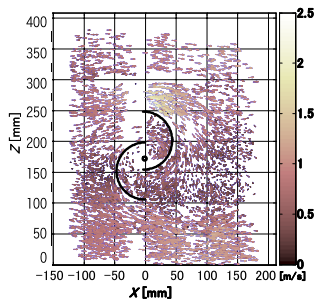


図4 PTV法での速度分布

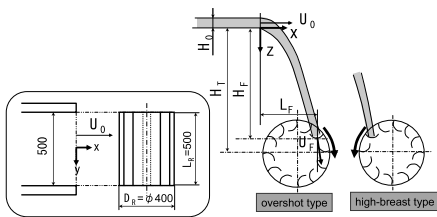


図5 滝用水車概略

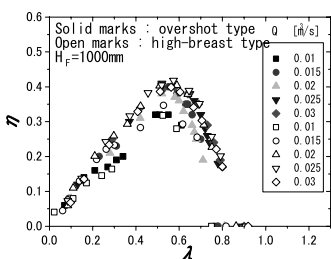


図6 滝用水車特性

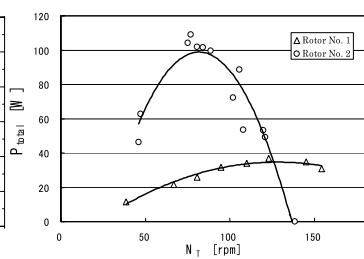


図7 サボニウス水車実証実験結果

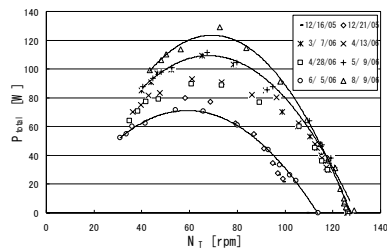


図8 滝用水車実証実験結果

3. 実証実験

山梨県都留市家中川で行った二種類のサボニウス水車の実証実

験の結果を図7に示す。また、表1に1号機と2号機の比較を示す。1号機では40W程度であるのに対して、2号機では目標とした100Wの出力を達成することができた。長野県小諸市松井川で現在行っている滝用水車( $D_R=500\text{mm}$ ,  $L_R=1000\text{mm}$ , 周囲に12枚の羽根を配置)の実証実験結果を図8に示す。河川流量が変化するため、実験日により出力が異なる。最大130Wの出力が得られている。

#### 4. まとめ

都留市と小諸市における実証実験により発電した電力は、LED照明、からくり人形の電源、料理、ルビー作りなどに用いた。他に、下掛け水車の実証実験を継続しており、電力は照明と冷房用屋根散水システムの電源に用いている。また、今春(平成19年)には滝用水車が獣撃退用電気柵の電源として用いることが予定されている。本誌が発行されるころには稼働中であろう。本水車の実用化は省エネ効果、地球温暖化や化石燃料枯渇防止に貢献、増加するエネルギー需要の拡大に応えることができる。また、環境問題に対する教育効果や地域活性化につながる。

### ◇研究分科会活動報告(1)◇

#### 風車のパラダイムシフト

—日本の環境に適合した風車の研究開発— 活動報告  
主査 荒川 忠一(東京大学)

世界における風車の設備容量は70GWを超え、ドイツ、スペイン、米国の順で大きな容量を抱えている。最近、インド・中国が新エネルギー戦略を前面に掲げ、設備容量を順調に伸ばしている。残念ながら日本はわずか1GW程度であり、2年前の8位、昨年の10位から、本年は13位に後退している。ヨーロッパを中心として洋上風車の展開がはじまり、デンマークの浅い海に展開するモノパイル方式の140MWの大規模ウィンドファーム、スコットランドの50m水深におけるジャケット方式の洋上風車の設置など、新しい動きが続いている。風車の大きさは、現在陸上で多数導入されている2MWクラス風車で直径80m、また、洋上向けに開発されている5MW機で110mに達するものとなっている。

一方、日本の環境に適合した風車の課題として、台風に代表される「強風」、山岳地形に発生する「乱流」、そして冬の日本海地域に発生する冬季「雷」が挙げられる。これまでの風車の歴史から、ヨーロッパを中心とした基準による設計がなされているため、必ずしも日本の環境に適合しているとはいえない。その違いについて基礎研究が積み上げられ、日本、さらにはアジア地域の自然環境に根付いたガイドライン作りが、政府機関を中心として進んでいる。さらに、国内において電力事業者が風力発電を受け入れるためには、変動出力を緩和するための大型蓄電システムの開発や、「風車のお天気予報」と呼ばれている出力予測システムの確立が要請されている。

このような背景の下に、本研究分科会は「風車のパラダイムシフト」と題して、日本における風車の新しい技術ロードマップの構築を目指した研究会活動を行っている。国内においては、陸上面積の限界から、将来は洋上風車を中心となると見られており、その技術の展開に重点を置いている。そこに利用される風車は超大型風車となるものと予想される。超大型風車は他に類を見ない大型の空力弾性構造物であるという側面から、下記のような主要技術課題がある。

- 軽量・長丈・柔構造翼(発電量増、疲労荷重低減、耐雷強度との両立)
- 超臨界(低剛性)タワー

c) 風車制御：柔構造の振動抑制、疲労荷重低減

d) 風車保護：暴風、地震対策、波力対策

さらに、日本海域は水深が大きくなるため、プラットフォームとして、これまでの着床式洋上風車とは異なる新しいフローティング風車の提案が必要であり、その最適化が必要となる。例えば、

a) フロートと風車の構造連成

b) 風車の傾斜対策(ダウンウィンド)

c) 風車の揺動対策

d) 風車制御(上記の影響を緩和するもの)

といった技術の確立が求められる。研究会としては、これらの新しいアイデアに基づくシステムを提案しながら、新エネルギーのパラダイムシフトを目指そうとするものである。

なお、本年度の分科会開催とその具体的な活動内容は下記の通りである。

- 2006年6月29日、東京海洋大学にて分科会を開催。第11回動力・エネルギー技術シンポジウムにてOSを担当。名大長谷川幹事より「JSME技術ロードマップ作成」、東大荒川主査より「風車技術ロードマップ」、東大飯田副幹事より機械学会年次大会他、関連大会OSの開催など、分科会運営について話題提供がされた。
- 2006年10月29日、東洋大学にて機械学会流体工学部門大会に合わせて、ターボ機械協会風力タービン研究分科会と合同分科会を開催。前回に続き「技術ロードマップ」、およびCMH今村氏より「風車セミナー」、東大飯田副幹事より分科会運営について話題提供がされた。
- 2006年12月8、9日、銚子市にて分科会を開催。分科会メンバーの他関連研究室学生とセミナー形式で、世界の風車研究の情報交換を行い、FHI風車サイトの見学が行われた。
- 機械学会技術ロードマップ作成、年次大会特別企画の提案が了承された。

これらの定期的な会合にとどまらず、さまざまな研究会やNEDOなどの政府系の事業活動においても、風車の技術ロードマップを取り上げて議論されることが多くなり、本研究活動がそれらの原点となっている。

1月8日に青森県で風車の倒壊事故が発生し原因調査が続いている。風車の本格的導入が始まってから年が浅いこともあり、まだ「初期故障」に属するトラブルが発生することもある。同じ事故を二度と起こさない、類似の事故を未然に防ぐ体制を整えることが重要である。また、66MWという日本最大の郡山布引高原ウィンドファームが竣工したという嬉しいニュースも届いた。持続社会構築のため、風車は新エネルギーの象徴として、新しい技術の導入を図りながら進化を続け、環境・エネルギーの新しいパラダイムを提示できるよう、会員とともに力を合わせていきたい。

### ◇研究分科会活動報告(2)◇

#### ヒートポンプの高効率化に関する研究会活動報告

主査 片岡 勲(大阪大学)

エネルギー環境問題は今世紀の人類が解決すべき最も重要な問題の一つであり、わが国においても様々な研究や技術開発が行われている。ヒートポンプはエネルギーの高効率利用と地球温暖化ガス削減、及び都市のヒートアイランド化の防止に貢献する重要な技術の一つである。本研究会は、産官学の研究者、技術者によりヒートポンプサイクルの熱効率の向上、冷媒の性能評価、熱交

換器の伝熱性能の向上と着霜の防止、膨張エネルギーの効率的な回収といった、ヒートポンプ技術の高効率化にとって必要な基礎研究や技術開発に関して、最新の知見を調査するとともに、研究成果、技術開発の評価を行うことを目的として設立した。

本研究会の活動としては上述のヒートポンプ技術の高効率化にとって必要な基礎研究や技術開発について関連する委員によってWGを作り調査研究を行うと共に、機会学会の年次大会においてオーガナイズドセッションを開催してその成果の発表と委員の相互の意見交換を行った。2005年度年次大会、2006年度の年次大会でのオーガナイズドセッション「高効率ヒートポンプの要素技術とその応用」での委員会委員による講演発表の題目は以下の通りである。

“エネルギー・環境問題とヒートポンプ・蓄熱システムの役割-高効率機器開発に向けて-”

“高効率ターボヒートポンプの開発”

“二酸化炭素を用いる冷媒自然循環型冷却器の過渡特性”

“エジェクター内部の気液二相流の流動特性に関する研究”

“家庭用熱供給システムの熱的性能の解析と評価”

“ターボヒートポンプへの可変速適用と特性”

“微細加工を施した伝熱面における沸騰熱伝達ならびに着霜特性に関する研究”

本研究会において特に重点的に調査研究を行ったテーマとしてはヒートポンプ給湯システムの省エネルギー効果、地球温暖化ガス削減効果の評価、エジェクターを用いた膨張動力回収技術、熱交換器における着霜現象の解明とその防止技術等である。ヒートポンプ給湯システムの省エネルギー効果、地球温暖化ガス削減効果の評価ではヒートポンプ給湯システムの動作特性を評価するシミュレーションプログラムを作成し我が国における標準的な熱需要、電力需要を与えて評価検討を行い、現在実用化されているヒートポンプ給湯システムが十分な省エネルギー効果、地球温暖化ガス削減効果を持つことを確認した。エジェクターを用いた膨張動力回収技術に関しては、エジェクター内部での作動流体の気液二相流の流動伝熱特性についての実験的な研究と調査、およびそれを解析する気液二相流のシミュレーションプログラムの開発と調査を行った。熱交換器における着霜現象の解明とその防止技術に関しては、着霜現象の基礎的な現象の解明の実験的な研究と知見の調査、ならびに、熱交換器の伝熱面を高機能化することにより、着霜しにくい伝熱面を開発する研究調査を行った。

本研究会はその活動を終了したが、活動を通してより得られた成果ならびに人的なネットワークを活用して、今後ともヒートポンプの高効率化に向けた調査研究を継続する予定である。

当研究センターの最もシンボリックな研究施設が陽子線加速器である。タンデム加速器(500万V)とシンクロトロン加速器(200MeV)で構成されており、最大で光速の約56%まで陽子を加速することができる。

この装置を用いて、発光素子や次世代パワー半導体デバイスとして期待がされている窒化ガリウム半導体の生成技術やソバやイネ等の農作物の品種改良といった産業分野のほか、陽子線がん治療の臨床研究などの医療分野での研究開発も進められている。

一般にがん治療といえば、外科的手術やX線治療などが想起されるが、この方法は、最先端の医療技術として陽子線を用いた治療であり、従来の治療方法と比べると副作用が少なく、また、臓器の機能を温存しながら、治療後も普通の生活が維持できることから、人にやさしい新しい治療方法として注目されている。

平成14年度から治療を開始し、これまでに前立腺がん、肝臓がん、肺がんなど39件の治療研究を行ってきたがいずれも良好な治療成績を得ており、これらの研究成果を受け、福井県では県立病院(福井市)に併設して、平成21年度中の治療開始を目指し陽子線がん治療施設の整備が進められている。

また、原子力が地域の発展に貢献することによって県民の信頼につながる様々な施策を展開し、原子力を中心としたエネルギーの総合的な研究開発拠点地域とすることを目的として、平成17年3月に、福井県は「エネルギー研究開発拠点化計画」を策定した。この計画を推進するエンジンとしての役割を担うため、平成17年7月、当研究センターに「エネルギー研究開発拠点化推進組織」が新たに設置された。この組織では、所長以下15名のスタッフにより、産学官の連携による技術開発支援、科学機器等を使用した技術相談、原子力関連従事者研修による人材の育成など、より具体的に地域の活力につながる事業を推進している。

今後とも、当研究センターでは、加速器を利用した研究開発をはじめ、より実用化・応用化を重視した研究開発を行うとともに、地元企業の産業、技術、研究に対する支援を推進し、地域振興に貢献していきたい。



福井県若狭湾エネルギー研究センター



最先端の医療技術である陽子線がん治療

#### ◇地区便り◇

##### 若狭における陽子線加速器による研究開発とエネルギー研究開発拠点化計画

(財)若狭湾エネルギー研究センターエネルギー研究開発拠点化推進組織  
所長 来馬 克美

福井県若狭湾エネルギー研究センター整備の発端は、昭和56年当時、若狭湾地域に原子力が集中している特性を活用してエネルギー関連技術や地域産業への応用技術の研修等を実施し、地域振興を図る「アトムポリス構想」が提唱されたころにさかのぼる。以来、その実現に向けて努力がなされて、平成10年11月、世界に開かれ、地域に根ざした原子力・エネルギーに関する科学技術研究開発の拠点として、福井県敦賀市で最も標高の高い野坂岳の麓に開所した。

#### ◇見学会報告(1)◇

##### 第16回セミナー&サロン開催報告

部門企画委員会委員長 大島 宏之 (JAEA)

去る10月27日、動力エネルギーシステム部門の伝統行事であるセミナー&サロンが、東京浜松町にある東芝本社ビル39階の大展望会議室にて開催された。このセミナー&サロンは、著名な講演者を迎えてのセミナー、見学会、部門賞授賞式、そして会員の懇親を行う場を提供するサロンで構成される。16回目を迎えた今回は100名以上の出席を迎え盛況であった。

セミナーの部では、「地球環境とエネルギー供給システム」という基調テーマのもと、2つの講演がなされた。まず、経済産業省資源エネルギー庁総合政策課、森田課長補佐(本大臣官房審議官



代理)から「エネルギー需給見通しと地球環境問題について」と題して、世界のエネルギー情勢、日本のエネルギー需要の現状、2030年予測のケーススタディ、温室ガス排出の現状と世界および我国の取り組みが紹介された。予測の幅は大きいものの厳しい情勢に変わりはなく、クリーンなエネルギー技術を早急に開発・普及させていく必要性があらためて認識された。次に東芝・電力システム社・統括技師長・須藤氏から「東芝のエネルギー技術開発について」と題して、原子力発電、化石燃料エネルギーの環境負荷低減工夫、燃料電池などメーカーの最新の取り組み状況が紹介された。セミナーの部では講演後見学会が行われるのが通例であったが、今回は代わりに「最新の医用システムについて」と題したトピック講演がなされ、医用システムの種類と適用例など最先端技術情報が提供された。機械テクノロジーとしての情報のみならず、病院で検査を受ける際には、医用システムの現状を知っておくと非常に役に立つと思った次第である。

部門賞受賞式では、部門賞として3名に功績賞、1組に社会業績賞が贈られるとともに、部門一般表彰として、2名が貢献表彰を、5名が優秀講演賞を受賞した(受賞者とその受賞内容は昨年秋のニュースレターNo.33を参照された)。受賞者からのメッセージとして、それぞれの受賞理由にまつわるエピソードをお話いただいたが、中には動エネ部門創世期の貴重な話も伺うことができ、参加していた多くの若手研究員や学生には大いに刺激になったのではないと思う。

サロンの部では、会場提供者の東芝佐々木社長の挨拶に始まり、企画委員長挨拶、一般会員としてご出席いただいた笠木学会長からのスピーチ、そして有富前部門長の乾杯の音頭で歓談に移った。歓談は、途中受賞者のスピーチをいただきつつ、終始和やかに(時に熱く)親睦を深めていただいた。会場は東京タワーをはじめとした摩天楼やベイブリッジなどパノラマが見渡せる場所であり、しばし室内照明を消して夜景鑑賞を楽しむ時間も用意されていた。美しい夜景を十分堪能すると同時に、改めて安定した電気エネルギー供給のありがたさを実感した時間でもあった。サロンは森部門長の中締めで実質終了となったが、その後も時間一杯までグラスを傾けつつ親睦を深めるシーンが展開された。

最新の情報収集のみならず、ヒューマンネットワークを広げる機会として、今後ともこのセミナー&サロンを会員の皆様に有効に活用していただければ幸いです。最後に会場を提供をいただくとともに、事前準備、当日の対応とご尽力いただいた東芝の方々に厚く御礼申し上げます。

## ◇見学会報告(2)◇

### 「流動床燃方式を採用した石炭火力発電所」

～秋の瀬戸内を巡る、火力発電所における  
クリーンコールテクノロジー～

部門企画委員会 見学会担当 天本 幹夫(日立)

去る11月9日(木)～10日(金)の2日間にわたって、環境負荷を低減する石炭利用技術(クリーンコールテクノロジー)のひとつとして流動床燃方式を採用、実用化し、現在稼働中の石炭火力発電所である中国電力株式会社大崎発電所及びJ-POWER電源開発株式会社竹原火力発電所を見学した。

第1日目はJR広島駅及び広島空港で集合した後、チャーターバスで移動し、中国電力大崎発電所を見学した。竹原港からフェリーで大崎上島の白水港に渡り、さらに、長島大橋を渡るとそこが大

崎発電所のある長島である。大崎発電所では加圧流動床複合発電方式(PFBC)の技術的特長、トラブル事例、運転状況等について説明いただいた。見学後再びフェリーに乗り、瀬戸内の美しい島々が夕日に染まるのを眺めながら宿泊先である呉市内までの道程を移動した。宿泊先のホテルクレシオ呉本通りのそばにある居酒屋で恒例の懇親会を催し、部会員の懇親を深めるとともに、企画委員だけではなく見学会参加者にも加わってもらい、来年度の見学会について活発に意見交換を行い、概略を固めることができた。

第2日目は、まず「呉市海事歴史科学館(大和ミュージアム)」を見学した。戦艦大和をはじめ、先の大戦に関する多くの展示物を見学するとともに、学芸員の方に戦艦大和の動力源である三胴ボイラ、タービンや戦艦大和にまつわる講和をいただき、見学者一同興奮を覚えながら聞き入った。

呉市内で昼食をとった後、再び竹原市へ向かい、J-POWER 竹原火力発電所を見学した。竹原火力発電所では、常圧流動床ボイラに関する技術的特長、トラブル事例、運転状況等説明を頂き、記念撮影をして、無事今回の見学会を終了した。大崎発電所の平岩副所長、竹原火力発電所の高井所長代理をはじめ多くの方々に丁寧な対応をして頂き、感謝申し上げます。流動床ならではの技術的課題について議論する貴重な機会となったこともあり、懇親会では「大変有意義な見学会であった」と発言される方もいて、エネルギーや技術に関する会員の関心の高さが現れた見学会であった。



J-POWER 殿竹原火力発電所

## ◇講習会報告◇

### 点検整備とリスクマネージメントの最前線4

三菱重工(株) 原動機事業本部  
主任技師 小田 浩

2006年9月7日、参加者42名にて「点検整備とリスクマネージメントの最前線4」の講習会が開催されました。午前中は機械振興会館(港区芝公園)にて、午後からは場所を移動し全日空機体メンテナンスセンター(羽田空港)にて、講習会、および同センターの見学会を行いました。前日の予報では降雨が心配されましたが、幸い天気にも恵まれ徒歩を含む移動も食後の良い運動となりました。

講習会は、電力設備の点検整備におけるヒューマンエラーの諸問題、第三者機関の検査のあり方、そして市民の特に関心のある航空機の点検整備と安全性の考え方につき、各方面の専門の方々に講演頂きました。

まず、電力中央研究所ヒューマンファクター研究センター上席研究員長坂氏より、実際に発電所で発生したトラブルを参考に、ヒューマンエラーの観点から、原因分析方法、対策立案方法、さらには、それに基づくリスクアセスメント、リスクヘッジデータベース、につき講演頂きました。

次に、関西大学工学部教授 小澤氏より、豊富なデータに基いた種々事故/災害件数の推移およびその解説、ばらつきや変動が存在する中で安全余裕と経済性との調和、事故/災害の確率分布とリスクマネジメントの困難さ、機器・システム供給者と使用者の自主検査を補完し公共の安全を守る第3者機関検査の重要性につき講演頂きました。

最後に、全日空品質管理課 大山氏より、航空機の安全性、信頼性および快適性の維持/改善を、適切な経済性を確保しつつ実現するための整備の現状、および、ヒューマンファクターへの実践的取組みにつき講演頂きました。

ANA メンテナンスセンターでの見学では、まず、業務推進室福永氏より航空機の構造、整備について説明頂き、その後、航空機が完成するまでをビデオで紹介頂いた後、同センターの見学を行いました。広々としたセンター内には整備中の機体、取り外されたエンジンが置いてあり、メンテナンスの要領、機体各部の説明を受けました。また、部品管理はもとより整備に必要な工具類は固定された位置に配置し、厳重な管理下におかれているとの説明に、メンテナンスに対する異なった観点からの取り組みを垣間見ることができました。

講習会は非常に盛況で、見学中もさることながら、見学後の休憩時間にも引切り無しに質問があり、終了予定時刻を20分ほど超過してしまい、参加者の方々の点検整備に関する関心の高さを窺い知ることができました。

最後に、全日空メンテナンスセンター見学に際し、御協力頂きました、全日空の世継氏、大山氏、福永氏、草間氏に改めて感謝の意を表します。

## 平成 18 年度部門賞受賞者所感

### ◇功績賞受賞◇



富士電機ホールディングス(株)  
顧問 大瀬 克博

この度は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、身に余る光栄と厚く感謝申し上げます。

私は1962年に富士電機(株)に入社以来主として電力エネルギー部門で仕事をしてきました。この間、様々なプロジェクトに携わり多くの社内外の皆様にご指導、ご支援をいただきました。今回の受賞はこれら関係の皆様のお陰であり、この場を借りまして厚く御礼申し上げます。その中で特に機械工学に関わりの深いと思われるプロジェクトをご紹介し参考に供したいと存じます。

まず、水力発電分野でのバルブ水車の取組みであります。当社は1978年に我が国最初の大容量バルブ水車34MW器を完成させ、その後国内外向けに多くの製品を納入致しました。その中で記憶に新しいのが2002年に運開した東北電力(株)第2上野尻発電所向け13.5MW器です。これは世界初の立軸構造を採用し建設コスト削減を実現しました。多くの難しい技術課題がありましたが、ユーザーとメーカーが一致協力して解決し完成にこぎつけました。

火力分野では当社が得意とする地熱発電があります。当社の本格的な地熱発電への参入は1980年に運転開始したエルサルバドル向けの40MWです。その後、地熱発電の技術とノウハウの蓄積を図りつつ多くの設備を納入してきました。1990年代にはフィリピン、エルサ

ルバドル、インドネシア向けにEPC契約での大容量地熱発電設備を製作しました。現地の厳しい自然条件、そして政治・経済事情などカントリーリスクを抱えてのEPC契約の遂行には苦労もありましたが、関係者の努力で顧客の期待に応える設備を納入することができました。その中でインドネシア・ワヤンウィンド向けは1ケーシング地熱タービンとして世界最大容量の110MW器です。これらの製作・納入経験を通じて確立した技術、エンジニアリングノウハウはその後の地熱ビジネスの拡大に大きく貢献し、1995年から2005年の間に建設された世界の地熱発電設備の約35%を当社が納入することになりました。米国、フィリピン、インドネシア、ニュージーランド、アイスランドなどでは地熱発電の更なる導入が期待されています。当社では過去の豊富な経験と新技術開発によりエネルギー問題解決のため地熱発電の拡大に貢献していきたいと考えています。

国内火力分野ではシーメンスとの共同ビジネスを長年推進してきました。その中で2002年には超々臨界圧蒸気条件を採用した電源開発(株)磯子火力新1号600MW蒸気発電設備、そして2006年には(株)東京ガス横須賀パワー向けの240MWコンバインドサイクル発電設備を完成させることができました。

原子力の分野では日本原子力研究所向けの高圧工学試験研究炉(HTTR)があります。これは熱出力30MW、日本初の高温ガス炉で2001年に完成し、その後各種試験運転が行われています。当社は炉心核熱設計や安全設計を原研に協力して実施し、また原子炉系の取りまとめと炉内構造物、燃料取扱貯蔵設備などを担当しました。平成12年に策定された原子力長期計画第四分科会、平成14年策定の革新炉検討会では委員として原子力研究開発の審議に参加し、高温ガス炉について説明する機会をさせていただきました。高温ガス炉は中容量の固有安全炉として優れた特徴を有し、将来の実用化を期待しています。

このような新しい技術開発、市場開拓につながるプロジェクトに関与できたことは誠に幸運でした。私はプロジェクトの最も重要な成功要因はユーザーとメーカーの信頼関係をベースにした緊密な協力だと思います。それが日本の強みでもあります。

我が国のエネルギーシステムは世界をリードできる分野であり、またリードしなければなりません。そのためにはユーザー、メーカーそして学校の密度濃い連携が必要です。その連携強化に期待される学会の役割は大きいと思います。活躍する機械学会が我が国の更なる発展に貢献することを祈念し、受賞のお礼の言葉と致します。

### ◇功績賞受賞◇



(財)核能協進会 執行長 輔仁大学教授  
謝 牧謙

中華民国(台湾)の国民として、この度、貴国機械学会動力エネルギーシステム部門の功績賞を受賞出来ました事、望外の喜びで、誠に光栄と存じます。

私は1960年代(1961~1971)、東北大学に学び、当時は日本経済発展の最盛期と同時に日本原子力時代の幕開けでも有り、自分にとって良い社会体験の機会でありました。在学中はロータリー米山奨学会のお蔭で無事順調に学業を終えまして、帰国後、核能研究所(原子力研究所)に勤務と同時に前後、中正理工学院、中原大学、清華大学、成功大学にも教職を兼任、大学院では“核燃料サイクル”の講座を担当し

ました。その間、ボランティアとして台日科学技術交流の架け橋役を務め、2002年、満65歳で核能研究所から定年退職(国家公務員の規定)後も、(財)核能協進会執行長の職務に就き、台日交流の仕事を継続し、前後、ほぼ34、5年になります。幾つかの事例を上げますと中国(台湾)工務師学会で毎年行う最も重要な行事の一つ、“台日工務技術研究会”をお手伝いして21年、会の副主任委員を15年担当、又毎年、台北、東京交互に開催される“台日原子力安全セミナー”(日本側パートナーは日本原子力産業会議と電力会社)の副準備委員長と副団長を勤め14年、その外、“日華原子力連絡会議”(日本側パートナーは関西原子力懇談会)の幹事役、(財)亜太科学技術協会(1972年台日国交断絶後、両国間の科学技術交流円滑化を目的として成立した財団法人民間組織、日本側パートナーは東亜科学技術協力協会)エネルギー部会の委員と幹事長を十数年務めました。上記の交流により、日台間科学技術の促進と共に双方学者、技術者の相互理解、又、両国の友好関係にも役立った事は言うまでも有りません、特に過去26回に及ぶ台日工務技術研究会は約九百名の各異った分野(原子力も含む)の学識専門家を招き、台湾の経済発展と科学技術のレベルアップに大変貢献して来ました。台日原子力安全セミナーは双方の原子力発電の運転管理と原子力安全技術の向上に大きな成果を上げることが出来ました。2002年、核能協進会は更に進んで日本原子力安全機構(JNES)と協定を結び、定期的に原子力情報交換会議を行い、原子力安全規制の合理化を図っています。

台湾の原子力発電の商業運転は1978年にスタート、アジアでは日本に次いで2番目、1980年代台湾奇跡と言われる経済発展に大きく寄与しました。現在稼働中なのはBWR四機、PWR二機、又建設中の第四原子力発電所(龍門プロジェクト或は“核四”とも言う)は東京電力柏崎刈羽原子力発電所6、7号機と同じタイプのABWR。この龍門プロジェクトは崎嶇の道を辿り、前途多難である。2000年一月、総統選挙で脱原発を主張する民進党の陳水扁氏が当選、政権交代の為、建設は一時中止し、核四の必要性に就いて再評価が行われました。十月、行政院の命令で工事がストップされ、結果的には株暴落等社会混乱を引き起こした。核四再評価期間、私は企業界のリーダー、全国工業総会陳文源氏と日本に赴き、原産森一久副会長と相談の末、原産の協力によりまして日本から原子力専門家(石川迪夫、後藤茂、東邦夫、土田浩ら諸先生)を派遣、“PAと放射性廃棄物”、“原発政策と原子力安全”をテーマに、台北で一連のフォーラムを開催して、社会大衆と政府に“核四”建設継続の必要性を訴えた。同年十二月、甘利明衆議員(今は経済産業相)と後藤茂前衆議員も台湾を訪れ、お供して、政府高官に日本のエネルギー政策について説明、特に資源に乏しい日本では、何故原子力が必要であるかを説明された。翌年、2001年二月、陳水扁総統は政治、経済面の危機回避の為、核四続行を決断、建設は再開されました。2005年十二月立法院は700億円の予算追加と三年延期する事を同意、一応、結着を付け、目下、2009年七月、一号機の操業開始を目指し急ピッチで建設が進められていますが、建設過程において、今尚、技術、管理面で種種難問が有り、当核能協進会の協力により、日本からABWRの実務経験者(東電、東芝、日立、JNES、JAPEIC等)を要請、原子力委員会視察の名目で、現場指導に当たっています。龍門プロジェクトは日本初輸出のABWRであり、日台技術協力のシンボルでもあります、是非と成功させたいと私達の念願です。今後とも皆様のご協力、ご支持、お願い申し上げます。

“恩を忘れず、報いは求めず”は私りタイヤ後、第二人生“奉仕の人生”のモットーで有ります。ここ30数年、対日交流に尽くした半生を顧みますと我ながら悔やみの無い有意義な人生を過ごし、日本に沢山友人が出来ました事、何よりも幸いです。

この度の受賞、皆様のお蔭です、改めて私を推薦頂きました関係者

方々に心厚く御礼を申し上げますと共に今後とも、日台両国の科学、経済、文化面を含めた様々な分野で人の交流を深め、良好な関係を発展させて行きたいと希望しております。どうも有難う御座いました。

### ◇功績賞受賞◇



東北大学名誉教授 東北放射線科学センター理事  
戸田 三朗

動力エネルギー部門の功績賞をいただき、身に余る光栄です。原子力教育と研究は、学生時代にその源があり、学部4年でのバーンアウト実験に関する卒業研究と内蔵過熱型原子炉の卒業設計に始まり、スプレー冷却(当時、BWRの炉心スプレー冷却に関して研究は皆無)実験の修士論文、そして博士論文研究での「ミスト冷却」にと続き、特に「ミスト冷却」はそれを学術用語として学会に初めて送り出し、その機械学会論文は、1972年に日本機械学会賞を贈与されました。未来を約束する原子力の夢が描けた時代でもあり、実に充実したスタートでした。日本原子力研究所ではROSA-1プロジェクトに2年半、このときに日本の原子力安全を支える実に多くの人を知り、今でも私の大きな財産となっています。その後東北大学に移り、30年余の原子力研究と教育でしたが、周知のように、激動の原子力に大学は翻弄されて下降線をたどり、同僚、学生を鼓舞して高いレベルの研究環境と優れた学生の育成の維持に奮闘する時を過ごしました。退官後は場が原子力施設と社会の間が変わり、変わらぬ奮闘が続いています。私個人のことはこの程度にさせていただき、贈与理由の一つである当部門の立ち上げについて、エピソード等を紹介いたします。

当部門の前身の動力委員会は、“マイナーな委員会”(当時の事務局や会員の認識)で、“隣の車(熱工学)は大きく見えます”というのは本当だったのでしょう。前任委員長石川迪夫氏からの「学会では部門への移行が活発なくつかの分野で進んでいるが、当分野ではその気配はなくその話は当分なさそうで、大変ではないから次の委員長に推薦していいですか?」に、「それならば、いいです。」と、最後の委員長を努めました。しかし委員会のメンバーの皆様はどうしてどうして、大変活発で情熱を持った方々ばかりで、事務局の女性担当者が「今までは小さな委員会では仕事は多くなくて楽のはずだったのに! 戸田委員会になって忙しくて暇が無い!」と悲鳴をあげるほどに、外からの「だめ!」に対して「やりましょう!」と忙しい本務の時間を割いて、当分野の将来を議論、検討してくださいました。他の多くの分野に先駆けて、学会で3、4番目ぐらいという早期の部門移行ができた所以です。私自身は引き続いて初代の部門長を務め、皆様の絶大なご協力をいただいて、新部門のスムーズな発足と定常化、及び新たに企画された種々の事業を実行に移すことができました。国際的にはICONE、ICOPEの2大国際会議をASMEとの共催で立ち上げ、特にICONE-1の第1回を日本で開催できたことは、組織委員長であった私の誇りであり、すばらしい経験となりました。さらに、国内の企画事業も名称の新鮮さを保ち(当時企画された部門の皆様の見先的な対応が、本当に素晴らしいと思います)、部門誕生から欠くことなく全て開催されて来ていることは、私にとりまして大変嬉しいことです。

最後に当部門の名称は、当時ASMEではEnergy Divisionでしたが、エネルギー部門や動力エネルギー部門でなく、現在の“動力エネルギーシステム部門”で、ようやく発足が認められた経緯があります。10年

余を経て工学の環境が変わり、さらに発展した当部門の今を見るとき“隣の車は大きく見えません”で、この部門名称は逆に新しさを感じさせるものがあると思います。今はシニア会員が多いのですが、部門の将来すなわち未来のエネルギーを支えるジュニア会員の育成による若さある部門を期待したいと思います。

最後に、当部門の素晴らしい隣人と共に生き生きとした時を過ごせ、自身も設立に関わった功績賞を、時移り、今自身が贈与されることになったことは、ひとえに皆様のご支援とご協力の賜物と深く感謝申し上げます。私自身はこれからも、原子力開発、安全性、教育にたずさわりますので、当部門の事業、イベントには顔を出し種々学んで行こうと思っております。なお、今期部門長の森治嗣君が私の研究室の良き学生、共同研究者であった故、本功績賞が一層印象深いものになりましたことを付記させていただきます。

### ◇社会業績賞受賞◇

PWR 炉内構造物取替プロジェクトチーム  
(四国電力、三菱重工) 代表者：



石崎 幸人 (左)  
(四国電力株式会社常務取締役)  
原子力本部副本部長

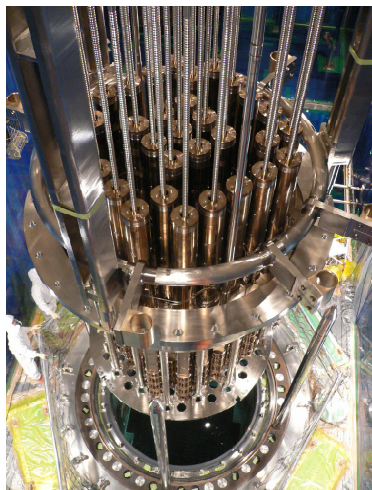
浦谷 良美 (右)  
(三菱重工株式会社取締役)  
常務執行役員  
原子力事業副本部長

この度、日本機械学会動力エネルギーシステム部門・社会業績賞という名誉ある賞をいただき、大変光栄に存じております。

今回受賞しました炉内構造物取替は、四国電力伊方1、2号機を対象に実施されたものでありますが、加圧水型原子炉プラントでは、上部炉内構造物のみを取替えた海外プラントの実績はあるものの、中性子照射により高放射化した下部炉内構造物を取替えた実績はありませんでした。また、炉内構造物は、直径約3m、高さ約11m、重量約100トンの大型重量物であるうえ、古い炉内構造物は20万m Sv/hという高線量が想定され、また、新しい炉内構造物は、それを収納する原子炉容器本体、上蓋、原子燃料等数多くの取り合い部があり、非常に精度よく据え付ける必要があります。

このような状況の中、四国電力では、プラントライフ60年以上を見越した長期運転計画により、伊方1、2号機の炉内構造物取替工事の実施を決定しました。新しい炉内構造物には、国内外の運転経験を反映し、今後の長期使用にも十分耐える最新の設計を採用しました。

また、計画から現地工事まで、炉内構造物を一体で保管容器に安全かつ確実に収納する方法など工法を創意工夫し、細部に至るまで工事要領を検討すると共に事前のトレーニング等を行うなどの十分な準備の後に現地工事を実施しました。



一例としては、古い炉内構造物は、原子炉容器から直接上下炉内構造物を一体で取り出し、保管容器に収納することとしましたが、遠隔で上下構造物を結合する工法、保管容器の蓋取付を的確かつ精度良く実施する工法、容器上蓋と炉内構造物が嵌合し自立可能な構造とするなど、それぞれ新しい工夫をこらしました。

また、新しい炉内構造物についても、遠隔で据付精度が確認できる装置も開発しました。

その結果、加圧水型原子炉プラントとしては世界初の炉内構造物一体取替工事を、計画に比べて大幅に低い作業被ばく線量(作業員の積算放射線量は1、2号機合計で0.35人シーベルト)で行うことができ、昼夜連続した作業にもかかわらず、無事故無災害でトラブルなく計画通り工事を完遂することが出来ました。伊方1、2号機は炉内構造物取替後順調に運転することができています。

世界初の工事に対する関係者のチャレンジが実を結んだことを誇りとし、今後の飛躍の糧としたいと思います。ありがとうございました。

### 副部門長選挙結果報告

当部門では次期副部門長を選挙により選出しており、動力エネルギーシステム部門副部門長選挙要領により、総務委員会の管理のもと、昨年8月から11月に選挙を実施いたしました。以下にその手順と結果を簡単にご報告いたします。まず部門運営委員の皆様が次期副部門長候補者をご推薦いただき、ご推薦を受けた方々の中から10月26日開催の総務委員会で2名の候補者を選出いたしました。継いでこの候補者2名に対し運営委員による投票をお願いいたしました。開票の結果、(財)電力中央研究所の佐藤幹夫氏が過半数の票を獲得されて当選されました。その後、ご本人の承諾をいただきましたので、第85期副部門長は佐藤幹夫氏に決定いたしました。当部門では、副部門長が総務委員会委員長を兼ねることになっており、第85期においては佐藤幹夫氏には部門長を補佐して部門運営に当たっていただくのみならず、総務委員長として規約立案、予算立案、財務管理、年次計画立案、次期副部門長選挙など、運営委員会の庶務事項をご担当いただくこととなります。併せて部門登録会員の皆様にご報告いたします。

### ニュースレター発行広報委員会

委員長： 染矢 聡 幹事：古谷 正裕  
委員： 木下 秀孝 栗田 智久  
渡辺 良 下村 純志  
五十嵐 実 沖 裕社  
三宅 取 幕田 寿典(ホームページ担当)

オブザーバー：武居 昌宏

部門のHP (日本語) <http://www.jsme.or.jp/pes/>

(英語) <http://www.jsme.or.jp/pes/English/>

投稿、ご意見は下記をお願いいたします。

〒277-8563 千葉県柏市柏の葉5-1-5

東京大学大学院新領域創成科学研究科

人間環境学専攻

准教授 染矢 聡

TEL: 04-7136-5872

FAX: 04-7136-4603

E-mail: some@k.u-tokyo.ac.jp

発行所：日本機械学会 動力エネルギーシステム部門

〒160-0016

東京都新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館5階

TEL: 03-5360-3500、FAX: 03-5360-3508

印刷製本 有限会社 創文社

コピーライト © 社団法人 日本機械学会

本誌に掲載された全ての記事内容は、社団法人 日本機械学会の許

可無く転載・複写することは出来ません。