

第 96 回定時総会

【参考資料】

2020 年度日本エネルギー学会表彰 受賞者と業績

2020 年度日本エネルギー学会各種表彰受賞者

○学会賞（学術部門）

分子凝集構造緩和を利用した重質炭素資源の革新的利用技術に関する研究

産業技術総合研究所 鷹鷲 利公

持続可能な地域エネルギーシステムの統合デザインと分析

東北大学 中田 俊彦

○学会賞（技術部門）

チタニアとアルミナから成る新規ハイブリッド担体を用いた水素化脱硫触媒の商業化

千代田化工建設株式会社

高炉用新塊成物の開発による省エネルギーへの貢献

日本製鉄株式会社

○進歩賞（学術部門）

微粉炭燃焼数値シミュレーションの高精度化

北海道大学 橋本 望

マイクロ波を用いた高効率バイオマス変換プロセスの開発

東京工業大学 椿 俊太郎

○進歩賞（技術部門）

乾式反応集じん装置による高効率で低環境負荷のごみ焼却炉排ガス浄化技術

株式会社プランテック

○論文賞

Extending semi-parallel reaction model of pulverized coal particle to various coal types

東北大学 S. AKAOTSU, K. ISHIMODA, Y. SAITO*, Y. MATSUSHITA, H. AOKI

* 現所属：九州工業大学

自動車用燃料としての水素の導入可能性：地域細分化型世界エネルギーシステムモデルを用いた分析

東京大学 大槻 貴司*, 小宮山涼一, 藤井 康正

* 現所属：日本エネルギー経済研究所

A Study on the Structure of the Stable Inverse Diffusion Flame from the Producer Gas of Woody Biomass: Effects Effects of Concentration of Carbon Dioxide on Partial Combustion

大阪大学 Zhiren BAI, Noriaki NAKATSUKA, Fumiteru AKAMATSU

京都大学 Jun HAYASHI

○奨励賞

第 57 回石炭科学会議発表

固体 ^{17}O MAS NMR 法を用いた低温酸化炭に含まれる酸素官能基の直接観測

日本製鉄株式会社 畑 友輝

第 28 回微粒化シンポジウム発表

二次元高速気流噴射弁における噴霧流束分布

九州大学 吉田 博愛*

* 現所属：川崎重工業株式会社

第 15 回バイオマス科学会議発表

オガクズ混合乳牛ふん尿の湿式メタン発酵適用による資源循環システムの開発

農業・食品産業技術総合研究機構 古橋 賢一*

* 現所属：東京大学

○功績賞

本会の発展に対する功績

前当会会長、元東京ガス株式会社 救仁郷 豊

2020 年度 日本エネルギー学会表彰 受賞者と業績

○ 学会賞（学術部門）

受賞者 産業技術総合研究所 鷹觜 利公

業績 分子凝集構造緩和を利用した重質炭素資源の革新的利用技術に関する研究

同氏は石炭、重質油、超重質油、コークスなど複雑な化学構造を有する成分の混合物からなる重質炭素資源の高効率転換、有効利用に関する基礎的研究、並びに技術開発に従事し、1) 溶剤抽出を用いた重質炭素資源の化学構造解析、2) 重質炭素資源の3次元凝集構造のモデリング、3) 石炭の凝集構造緩和を利用したハイパーコール製造技術の開発、4) アスファルテンの凝集緩和による重質油高度前処理技術の開発、5) コークス用粘結材としてのハイパーコール利用技術の開発など、基礎研究から応用研究、そしてその実用化までの幅広い領域で優れた業績を積み重ねてきた。

従来石炭は3次元架橋構造を持つ巨大分子量成分からなると考えられてきたが、実は数百～数千の有限の分子量を有する分子同士が、多環芳香族による積層相互作用や水素結合などの非共有結合により分子凝集構造を形成し、結果として見かけ上高分子量を形成していることを実験と分子シミュレーション技術の両面から初めて明らかにした。この結果はその後、重質炭素資源の凝集構造緩和を応用した革新的な利用技術開発へと道を切り拓き、その将来性も大いに期待されている。

これらの業績は、学術的成果の独自性、革新性は言うまでもなく、学界、産業界に対してもその貢献度が多大であることから、本会・学会賞(学術部門)に値する。

受賞者 東北大学 中田 俊彦

業績 持続可能な地域エネルギーシステムの統合デザインと分析

同氏は、持続可能な社会を設計する研究アプローチ手法を開拓してきた。数理計画法を脱炭素型エネルギーシステム、とくにバイオマス資源の利活用システムの設計と分析に応用し、優れた研究業績をあげている。その特徴は、(1) 地域社会を対象として、電力、熱、輸送用燃料を含むすべてのエネルギーキャリアを統合分析し、(2) 地域エネルギーシステムの持続可能性を科学的エビデンスに基づいて定量評価し、(3) 分析から得られる知見を東北の被災地を含む地域社会に還元していることである。

近年では、数理計画法と空間情報を組み合わせて、個別のアプローチ手法を統合する新たな研究を展開している。「時間軸」、「空間軸」の基軸に、エネルギー効率、CO₂排出量等の「技術指標」と、脱炭素、豊かさ、経済性、セキュリティ、レジリエンス等の「価値指標」、さらにエネルギーシステムの「資源」「変換技術」「需要部門」のセクターカップリングを加えた、統合最適化手法の開発を進めている。エネルギー分野の造詣と現場の深い見識は、政府復興推進委員会委員(2013-)等の要職でも発揮されて、国だけでなく地方公共団体や民間事業者が参画する地域社会のエネルギーシステムデザインに反映されている。

これらの業績は、独自性、学界産業界等社会に対する貢献度が大きいと認められ、本会学会賞(学術部門)に値する。

○ 学会賞（技術部門）

受賞者 千代田化工建設株式会社

業績 チタニアとアルミナから成る新規ハイブリッド担体を用いた水素化脱硫触媒の商業化

EU や日本などでは、製品軽油中の硫黄濃度を 10ppm 以下と規制されているが、その規制強化は世界的に広がっている。

一方、連産品である油製品の需給バランスから、FCC 装置で生成する分解軽油（LCO）を、直留軽油と混合して水素化脱硫処理するニーズが高まっているが、LCO は難脱硫成分を含有するため、触媒寿命や製品油性状へ影響を与えることから、より高濃度処理するためには、より高活性な触媒が求められている状況にある。

受賞者らは、高比表面積を有するアルミナの一次粒子の表面上にチタニアを薄層でコーティングすることで、チタニアとアルミナがハイブリッド化された新規担体を開発し、本担体を用いた水素化脱硫触媒である CT-HBT®の開発に成功した。

本触媒は、商業 1 号機として約 3 年に亘り、順調に稼働し、従来では対応が困難であった LCO を最大 30%含有する原料油の処理が行われ、安定生産に貢献した。更に、その後も国内の複数の製油所に採用され、累計生産実績は、三百トン超規模になる。

また、本使用済み触媒を、再生処理によって、物性/活性ともに新品と同様のレベルにまで回復させる再生処理技術を確立し、2020 年に商業機に再生触媒の導入を達成し、廃棄物量の大幅な削減を可能とした。

本成果は、エネルギー資源の安定供給に大きな貢献果すとともに、環境負荷低減に大きな役割を果たしており、これらの業績は本会学会賞（技術部門）に値する。

受賞者 日本製鉄株式会社

業績 高炉用新塊成物の開発による省エネルギーへの貢献

製鉄業は日本の CO2 排出量の 14%を占めている。その中でも、石炭を原料とする製鉄工程は、その過半を占めており、地球温暖化抑制への貢献の期待は大きい。製鉄での省 CO2・省エネルギー手段として、高炉の還元材比低減が有効である。

そこで受賞者らは、新塊成物による還元材比低減を検討し、その基本原理を見出した。すなわち、微粉炭材と微粉酸化鉄を混合することで、高炉内で酸化鉄のガス還元反応とカーボンのガス化反応のカップリング現象が発現し、カーボン反応性が向上する。カーボン反応性が向上することで、高炉の熱保存帯温度が低下して、高炉の反応効率が向上する。この原理に基づき、微粉炭材と微粉酸化鉄から構成される含炭塊成物を開発し、実用化した。開発に際しては、製造上の課題に対して、含炭塊成物の成分設計、含有カーボン量の最適化、蒸気養生による製造効率化、の 3 つの技術開発ポイントに注力した。本技術は、実機使用評価試験と実機測定データによる原理確認を経て、当社の 3 製鉄所、高炉 6 基に順次適用され、高炉の還元材比低減を通じた省エネルギーに貢献している。

本成果は、高炉反応の根本原理に基づくものであり、さらなる改善への発展も期待される。また、学界に対する貢献度も高く、本会学会賞（技術部門）に値する。

○ 進歩賞（学術部門）

受賞者 北海道大学 橋本 望

業績 微粉炭燃焼数値シミュレーションの高精度化

同氏は、石炭ボイラの運用性向上や新燃料等の効率的な導入に必要な高精度微粉炭燃焼数値シミュレーション技術の確立に努めてきた。微粉炭粒子の昇温速度が揮発成分の放出速度および放出量に与える効果を考慮できる揮発成分放出モデルとして Tabulated Devolatilization Process (TDP) モデルを開発した。TDP モデルは、様々な昇温速度に対応した揮発成分放出パラメータが格納されたデータベースを活用することにより、計算負荷をほとんど増加させずに計算精度を改善した画期的なモデルである。開発した TDP モデルを用いた石炭燃焼試験炉内燃焼場の数値シミュレーションでは、高水分亜瀝青炭と瀝青炭の混焼時に全体の未燃焼率が増加するのは高水分亜瀝青炭の混焼に伴う瀝青炭未燃焼率の増加が原因であること、また、微粉炭燃焼場からの NO 排出抑制のためには火炎面直下流領域に低酸素濃度領域を形成することが重要であることを示した。さらに、915 MWth 級実機ボイラを対象とした数値シミュレーションでは、実機ボイラと燃焼試験炉の灰回収装置で回収される粒子形状に差異が生じるのは火炉スケールの違いによって粒子が高温となる時間が異なるためであることを明らかにした。

これらの業績は、高精度な微粉炭燃焼数値シミュレーション技術の開発およびその活用に大きく貢献しているものと認められ、本会進歩賞（学術部門）に値する。

受賞者 東京工業大学 椿 俊太郎

業績 マイクロ波を用いた高効率バイオマス変換プロセスの開発

難分解性のバイオマスの活用には高い反応温度や長時間の反応が求められ、社会実装の妨げとなっている。既往のエネルギー多消費型の化学プロセスに対して、マイクロ波や高周波、ミリ波などを用いた電磁波加熱により反応促進や温度低化による省エネルギー化が期待される。電磁波駆動化学プロセスは、再生可能エネルギー由来の電力で駆動し、かつ、低環境負荷な化学プロセスとして、持続可能な化学産業の実現に大きく貢献すると期待される。

受賞者は電磁波駆動化学プロセスを鍵技術として、マイクロ波を用いたリグノセルロース系バイオマスの急速熱分解反応や、藻類バイオマスの水熱変換反応、金属酸化物クラスター触媒による多糖の触媒的加水分解反応などを開発した。さらに、速度論的な反応機構解析や、ラマン分光測定、放射光を用いた X 線吸収微細構造 (XAFS) 測定、電気化学測定による「その場」観察を駆使し、マイクロ波によってバイオマス変換反応が促進する機構の理解を深めた。受賞者はバイオマス資源を循環的に利用する重要な技術として、マイクロ波工学研究とバイオマス利用技術を融合した新たな領域の研究を力強く展開してきた。

これらの業績は、マイクロ波を用いた高効率バイオマス変換プロセスの開発に大きく貢献したものであり、本会進歩賞（学術部門）に値する。

○ 進歩賞（技術部門）

受賞者 株式会社プランテック

業績 乾式反応集じん装置による高効率で低環境負荷のごみ焼却炉排ガス浄化技術

廃棄物焼却炉で発生する排ガス中の塩化水素や硫黄酸化物の処理は、排ガス中に消石灰を連続して吹込み、煙道中およびろ過式集じん器のろ布上で反応させる「連続吹込み式」と呼ばれる乾式排ガス処理装置が簡素であることから一般に採用されている。しかし、煙道中での排ガスと消石灰の混合は十分でなく、また未反応の消石灰は飛灰や反応生成物と混在・分散し、ろ布表面に付着するため、排ガス中の塩化水素や硫黄酸化物との接触効率が低く過剰な消石灰が必要となるという問題があった。

これに対し、乾式反応集じん装置は連続吹込み式と同じ構成であるが、数時間分の消石灰をろ過式集じん器前の煙道に10分程度で一気に吹込み、ろ布表面に消石灰の反応層を形成するもので、消石灰が破過した後、ろ布の付着物を一気に払落し、新たに消石灰を吹込んで繰返し反応層を形成するものである。

受賞技術は、吹込んだ消石灰を効率良く均一にろ布へ付着させる工夫により適正な反応層を形成しバグフィルタ通風抵抗を低減すると共に、ろ布を保護するという効果も担った環境負荷の低減に貢献する独自の技術である。排ガス処理の高効率化に加え、エネルギー面では、薬剤の吹込みが数時間の内10分程度であり薬剤吹込みブロワの動力節減、ろ布の通風抵抗節減に伴う誘引送風機の動力節減、バグフィルタ捕集灰の最終処分に際してのエネルギー節減等、環境負荷の低減に貢献する技術として完成し、実績を積み重ねており、本会進歩賞(技術部門)に値する。

○ 論文賞

受賞者 東北大学 S. AKAOTSU、K. ISHIMODA、Y. SAITO*、Y. MATSUSHITA、H. AOKI

* 現所属：九州工業大学

業績 Extending semi-parallel reaction model of pulverized coal particle to various coal types

2018年に閣議決定された第5次エネルギー基本計画では、再生可能エネルギー調整電源およびエネルギー過渡期における主力電源として、石炭を含む化石燃料による火力発電の重要性が改めて確認されており、石炭の燃焼に関する実験および数値解析が各国で進められている。著者らは、石炭を粒径 40 μm ほどに微粉碎した微粉炭を対象とした数値解析を用いた研究に取り組み、特に微粉炭の反応における揮発分放出と微粉炭チャーの酸化反応の物理的な相互作用を考慮する新しい反応モデルを開発した(S. Akaotsu et al., Fuel Processing Technology, 158, 104-114, 2017)。

先に開発したモデルにおいては適用可能な炭種は限定されていたが、本論文において著者らは開発したモデルの適用性を拡張した。またモデルで使用するフィッティングパラメータ（以下、阻害因子と呼ぶ）と炭種の関係性も検討した。具体的には、含まれる揮発分量およびチャーの反応性が大きく異なる5つの石炭を対象として粒子周りの酸化剤の物質移動解析を行い、得られた酸化反応速度の数値解とモデル式による予測値を比較した。著者らの提案したモデル式は、いずれの石炭チャーの酸化反応速度も良好に表現し、従来のモデルでは表現できなかった「揮発分放出中におけるチャーの酸化反応の低下」を考慮可能とすることを示した。さらに、各石炭チャーの阻害因子を、揮発分量およびチャーの酸化反応が化学反応律速から物質移動律速へ推移する温度で整理したところ、律速段階が推移する温度と相関性を示した。これは、揮発分放出と微粉炭チャーの酸化反応の物理的な相互作用が揮発分量のみでは説明できないためであり、石炭チャーの反応全体における物質移動の寄与度の大きさにも依存していることが示唆された。以上のように、揮発分放出と微粉炭チャーの酸化反応の物理的な相互作用に及ぼす炭種の影響および開発したモデルの幅広い炭種への適用性について検討している本論文は、微粉炭の反応モデルのさらなる高度化につながると期待され、本会論文賞に値する。

受賞者 東京大学 大槻 貴司*、小宮山 涼一、藤井 康正

* 現所属：日本エネルギー経済研究所

業績 自動車用燃料としての水素の導入可能性：地域細分化型世界エネルギーシステムモデルを用いた分析

気候変動やエネルギー安全保障を背景に水素への関心が高まっている。水素は二次エネルギーであるため、その導入可能性の検討には原料調達から水素製造・輸送・消費にわたるシステムの総合費用を評価し、競合関係にあるエネルギーと比較する必要がある。そのような検討には世界エネルギーシステムモデル（世界モデル）が有用とされるが、従来モデルの地域解像度は粗く、水素原料・需要の位置情報や輸送に係る費用を整合的に織込むことは困難であった。

著者らは本論文にて、詳細な地域解像度（世界363地域分割）を有する最適化型の世界モデルを構築し、水素発電や水素燃料電池車（FCV）、水素エネルギーキャリアの導入拡大条件をコスト的視点から検討した。既往研究における地域解像度は大半が世界11~32地域程度であり、本モデルの解像度は他に類を見ない水準といえる。2050年までの時間軸で分析を行った結果、水素発電の導入拡大には安価な水素供給が鍵となること、他方で、FCVのライフサイクル費用においては車両価格が支配的であるため、その導入拡大には水素価格よりも車両価格の低減が重要であることが示唆された。水素製造プロセスとしてはCO₂回収・貯留付きの石炭ガス化や天然ガス改質が費用効率的と評価され、化石燃料の活用が社会全体としては最適であることも分かった。更に、水素の海上輸送拡大には大幅な費用削減が必須であり、仮に経済性が改善された場合には豪州の石炭・天然ガス等が日本にとって有望な水素原料となることが示唆された。研究開発支援等を通して水素関連技術のコスト競争力を高めていくことが、水素の社会実装に向けて極めて重要とい

える。

以上のように、従来捨象されていたエネルギーシステムの地域特性を精緻に考慮し、水素の導入条件を定量分析した本研究は、エネルギーシステム分析および水素技術評価の観点から優れた研究成果を提示しており、本会論文賞に値する。

受賞者 大阪大学 Zhiren BAI*、Noriaki NAKATSUKA、Fumiteru AKAMATSU

京都大学 Jun HAYASHI

* 現所属：東芝エネルギーシステムズ株式会社

業績 A Study on the Structure of the Stable Inverse Diffusion Flame from the Producer Gas of Woody Biomass: Effects of Concentration of Carbon Dioxide on Partial Combustion

現在、地球温暖化が深刻化している背景の下において、循環型社会の構築は急務であり、カーボンニュートラルと見なされている木質バイオマスに対する扱い方が重要となってくる。木質バイオマス発電は、間伐材などを燃料とした発電方式であり、発電に伴う二酸化炭素の排出量がカウントされないために注目を集めている。

筆者らは本研究において、木質バイオマスガス化ガスの部分燃焼によるタール改質過程に着目した。部分燃焼を用いたタール改質では、熱源として形成する逆拡散火炎の近傍において、タールの分解による軽質ガスへの変換と同時に、タールからすすへの重合も起こる。火炎近傍におけるすすの生成を抑制するためには、逆拡散火炎の火炎構造を把握することが重要となる。ここで、木質バイオマスのガス化ガスには、二酸化炭素と水蒸気などの希釈ガスが約40vol%含まれており、希釈された燃料と考えることができる。そこで本研究では、二酸化炭素および水蒸気によって希釈された燃料流中に形成される逆拡散火炎の火炎構造、および希釈ガスがタールの分解へ与える影響を実験的に明らかにすることを目的とした。得られた結果より、多環芳香族炭化水素（PAHs）は火炎の上流で形成され、主流方向に沿って徐々に減少するのに対して、すす一次粒子の体積分率は主流方向に沿って増加し続ける傾向を示すことが分かった。さらに、酸化剤中の二酸化炭素濃度の上昇とともに火炎長が増加し、火炎の下流側においてすすの体積分率が増加することが明らかとなった。また、酸化剤中の二酸化炭素濃度の上昇に伴って炭素収率は減少した。この結果から、燃料中の二酸化炭素濃度が高い条件においてすす生成が促進されることが示唆された。

以上のように、木質バイオマスガス化ガスを燃料とした逆拡散火炎の構造および二酸化炭素がすす生成に及ぼす影響を明らかにした本研究は、バイオマスの有効利用に資する知見を明らかにしており、本会論文賞に値する。

※対象論文はJ-STAGE に公開しておりますので、下記から無料で閲覧できます。

<http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jie/-char/ja/>

○ 奨励賞

【第 57 回石炭科学会議発表】

受賞者 日本製鉄株式会社 畑 友輝

業績 固体 170 MAS NMR 法を用いた低温酸化炭に含まれる酸素官能基の直接観測

同氏は第 57 回石炭科学会議（2020 年 10 月 27、28 日）の研究発表において優れた成績と認められました。

【第 28 回微粒化シンポジウム発表】

受賞者 九州大学（現：川崎重工業株式会社） 吉田 博愛

業績 二次元高速気流噴射弁における噴霧流束分布

同氏は第 28 回微粒化シンポジウム（2019 年 12 月 22、23 日）の研究発表において優れた成績と認められました。

【第 15 回バイオマス科学会議発表】

受賞者 農業・食品産業技術総合研究機構（現東京大学） 古橋 賢一

業績 オガクズ混合乳牛ふん尿の湿式メタン発酵適用による資源循環システムの開発

同氏は第 15 回バイオマス科学会議（2019 年 12 月 11、12 日）の研究発表において優れた成績と認められました。

○ 功績賞

受賞者 前当代会長、元東京ガス株式会社 救仁郷 豊
業 績 本会の発展に対する功績

救仁郷豊氏は、東京ガス(株)において代表取締役副社長執行役員などの要職を務め、同社の経営諸施策の策定・遂行に携わると共に、当学会とも関わりの深い LNG の経済性と安定性のある調達にむけて多くの貢献を果たして来た。具体的には、新規 LNG プロジェクトの上流開発事業への参画と調達先の拡大、既存 LNG 調達契約の硬直的な商業条件の抜本的改善や取引柔軟性の飛躍的な向上、LNG 輸送事業への本格的参入と LNG の新たな商流形成などを実現した。また、都市ガスの利用拡大促進やコージェネを核としたスマートエネルギーの導入推進、国の主導する電力市場自由化の積極的な推進等を行い、上流から下流に至る LNG バリューチェーンの着実な構築により、低炭素社会の実現や公共利益の増進に多大なる功績を収めた。

さらに、エネルギー業界全体の活動においても、当学会を始め日本ガス協会、コージェネ財団など、数多くの団体で要職を務め、関連分野の発展に尽力して来た。特に、当学会においては会長、副会長として、主導的立場から学会運営のガバナンス強化、会員数の確保、健全な学会財務の維持に尽力され、学会の発展に多くの功績を収めた。また、大会・科学会議の場や、各支部訪問などを通じて学会構成員の結束や連携の強化を図り、学会活動の拡大や活性化にも尽力された。

以上のように、当学会の発展に大きく寄与したことに加えて、当学会と関わりの深い LNG 利用の拡大を通じて、国のエネルギー政策への支援、エネルギー産業の発展、エネルギー消費者の利便性向上に長年にわたって取り組んだ同氏の業績は極めて優れており、功績賞に値する。