

公益財団法人 谷川熱技術振興基金

事業報告書

令和 6 年度

TANIKAWA FOUNDATION ANNUAL REPORT

Vol. 43

公益財団法人 谷川熱技術振興基金

財団設立の趣旨

公益財団法人 谷川熱技術振興基金（旧 財団法人 谷川熱技術振興基金）は、故谷川正夫の遺志により、その私財を基に設立されました。

故人は、自分の畢生の事業ときめておりました工業炉の分野で、新技術を開発し、社会に貢献したいとの念願を持っておりました。

産業界におきましては、高度成長時代の量的拡大から質的改善への転換、また技術革新による生産設備の一層の効率化、省エネルギー化など多くの課題をかかえております。これらの命題を解決してゆくには、叡智を結集して、熱技術の研究および生産技術の開発に取り組まねばなりません。

当財団は、この趣旨に添いまして、公益的観点から、熱利用工業技術の研究開発に対し広く助成・援助いたすと共に、その貢献者・功績者に対する表彰を行うこととしております。そしてその成果により、産業の発展と地球環境保全に寄与したいと存じますので、関係各位におかれましては、一層のご理解とご協力を賜わりますよう切にお願い申し上げます。

設立 昭和56年(1981年)7月7日

設立者 故谷川正夫 略歴

昭和36年	中外炉工業株式会社	社長
昭和52年	同 社	会長
昭和46年	日本工業炉協会	会長
昭和37年	日本金属学会	
	谷川・ハリス賞	創設
昭和47年	藍綬褒章	受賞
昭和53年	正5位 勲3等 瑞宝章(追賜)	

ANNUAL REPORT

TANIKAWA FOUNDATION

Report Vol. 43 目次

事業の概要・2

令和6年度 表彰・4

令和6年度 受賞者随想・6

自動車における鋼材と熱処理の未来に向けて

日本パーカライジング株式会社 技術本部・フェロー 渡邊 陽一

化石燃料の大量消費と環境問題を解決するための水素エネルギーキャリア戦略

大阪大学 大学院工学研究科 教授 赤松 史光

日本でチタン製錬業を存続させるために

株式会社大阪チタニウムテクノロジーズ 取締役 常務執行役員 荒池 忠男

令和6年度 助成研究・12

令和5年度 助成研究概要報告・20

賛助会員名簿・52

ご寄付会社名簿・53

令和6年度 事業報告・54

研究助成事業実績・55

表彰事業実績・65

●事業の概要

表彰事業

令和6年度各賞の受賞者は次のとおり決定し、令和6年11月1日にリーガロイヤルホテルにおいて贈呈式を行いました。
(P.4～5 参照)

第43回 熱技術賞

渡 邊 陽 一 氏 日本パーカライジング株式会社 技術本部・フェロー

第39回 粉生熱技術振興賞

赤 松 史 光 氏 大阪大学 大学院工学研究科 教授

荒 池 忠 男 氏 株式会社大阪チタニウムテクノロジーズ 取締役 常務執行役員



令和6年度 熱技術賞 粉生熱技術振興賞 贈呈式 令和6年11月1日

《選考委員会》(50音順 令和6年度)

委員長	岡 崎 健	東京工業大学(現 東京科学大学) 名誉教授
委 員	加 藤 健 次	一般社団法人日本工業炉協会 専務理事
〃	藤 田 和 久	一般社団法人日本熱処理技術協会 西部支部 幹事
〃	横 山 伸 也	東京大学名誉教授

研究助成援助事業

令和6年度の研究開発に対する助成金交付先は、次のとおり決定いたしました。

(P.12 ～ 19 参照)

令和6年度研究助成金交付先（敬称略）

研 究 責 任 者				研 究 テ ー マ
筑波大学	生命環境系	准教授	興野 純	ホウ酸塩の構造特性を応用した蓄熱材の開発
東京農工大学	工学研究院	教授	伏見千尋	中温潜熱蓄熱粒子流動層蓄熱部の特性評価
東京工業大学	物質理工学院	准教授	寺田芳弘	異相界面強化を利用した軽量耐熱合金の開発
東京工業大学	物質理工学院	准教授	澤田敏樹	繊維状ウイルスからなる CO ₂ 分離膜の開発
横浜国立大学	工学研究院	助教	黒瀬 築	高性能多孔質体自励振動ヒートパイプの開発
名古屋大学	工学研究科	准教授	大戸達彦	熱電変換自己組織化分子膜の理論設計
豊田工業大学	工学部	准教授	田辺賢士	3次元高感度熱流センサーの開発
大同大学	工学部	准教授	宮本潤示	イオン液体を用いたプラズマ浸窒焼入れ法
豊橋技術科学大学	工学部	教授	武藤浩行	積層造形に展開可能な易焼結性集積粒子設計
豊橋技術科学大学	工学研究科	研究員	松木大輝	固液推進剤の多孔質構造による燃焼安定性
立命館大学	理工学部	准教授	渡部弘達	炭素資源からの CO ₂ フリー水素と炭素生成
大阪産業大学	工学部	准教授	南部紘一郎	ヘテロ表面制御による浸炭処理の低ひずみ化
関西大学	環境都市工学部	教授	朝熊裕介	マイクロ波照射中の液液界面の動的観察
香川大学	創造工学部	教授	奥村幸彦	新燃料燃焼下での高効率エコノマイザの開発
佐賀大学	理工学部	助教	椿耕太郎	地中熱交換器性能への極低速地下水流の影響
合 計 15 件				総 額 15,000 千円

研究成果の概要報告

令和5年度研究助成金受領者から、助成研究の成果に関し、後掲のとおり概要の報告を受けました。

(P.20 ～ 51 参照)

令和6年度 表彰

令和6年度 公益財団法人 谷川熱技術振興基金 熱技術賞および^{こもろ}粉生熱技術振興賞の受賞者は、次のとおり決定いたしました。

なお、贈呈式は、令和6年11月1日、来賓ならびに関係者出席のもと、リーガロイヤルホテル大阪においてとり行われました。



渡邊 陽一 氏



赤松 史光 氏



荒池 忠男 氏

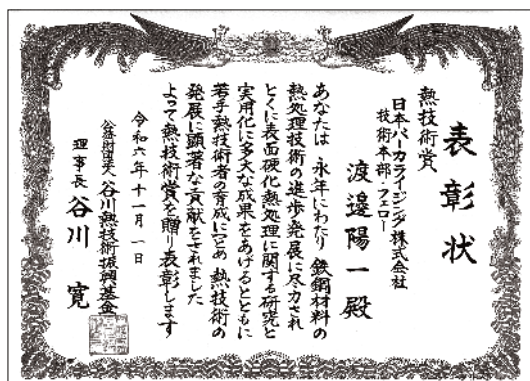
受賞者

●第43回 熱技術賞

(Tanikawa Award of Tanikawa Thermal technology Achievement Fund)

渡邊 陽一 氏 日本パーカライジング株式会社 技術本部・フェロー

永年にわたり、鉄鋼材料の熱処理技術の進歩発展に尽力され、とくに表面硬化熱処理に関する研究と実用化に多大な成果をあげるとともに若手熱技術者の育成につとめ、熱技術の発展に顕著な貢献をされました。



●第39回 ^{こもろ} 粉生熱技術振興賞

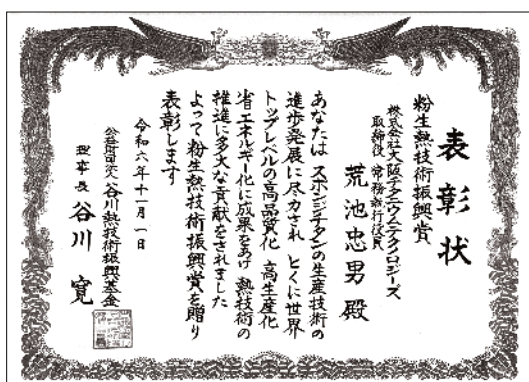
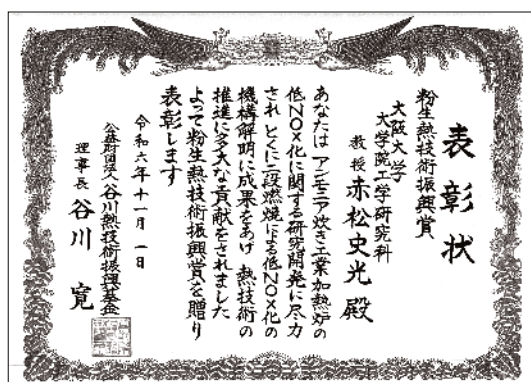
(Komo Industrial Achievement Award of Tanikawa Thermal technology Achievement Fund)

赤松 史光氏 大阪大学 大学院工学研究科 教授

アンモニア炊き工業加熱炉の低NO_x化に関する研究開発に尽力され、とくに二段燃焼による低NO_x化の機構解明に成果をあげ、熱技術の推進に多大な貢献をされました。

荒池 忠男氏 株式会社大阪チタニウムテクノロジーズ 取締役 常務執行役員

スポンジチタンの生産技術の進歩発展に尽力され、とくに世界トップレベルの高品質化、高生産化、省エネルギー化に成果をあげ、熱技術の推進に多大な貢献をされました。



令和6年度 熱技術賞 粉生熱技術振興賞 祝賀パーティー 令和6年11月1日



自動車における鋼材と 熱処理の未来に向けて

渡 邊 陽 一 *

このたび、伝統と榮譽ある谷川熱技術振興基金 令和6年度「熱技術賞」を授与いただき、誠に光栄に存じます。谷川寛理事長をはじめ、関係各位に心より御礼を申し上げるとともに、これまで私をご指導、ご支援くださったすべての皆様に深く感謝申し上げます。

私は長年にわたり、自動車産業における鉄鋼材料の開発と熱処理技術の向上に携わってまいりました。鉄鋼材料は、豊富な資源、高いリサイクル性、低コストといった特性を持つ優れた構造材料であることは疑いの余地がありません。しかし、それ以上に不思議な魅力を備えた素材でもあります。それは単なる金属の塊ではなく、鉄—炭素系平衡状態図に示されるように、熱処理によって多様な組織を示す、他の金属とは一線を画す特異な性質を持つ点にあります。さらに、炭素だけでなく Si、Mn、Cr、Mo といった合金元素の種類や含有量によっても、その性質は大きく変化します。これにより、用途に応じた最適な特性を引き出すことが可能となり、自動車産業においても、時代ごとに求められる機能や特性に応じた革新が続けられてきました。安全性能の向上、耐久性の確保、燃費向上、小型軽量化、高出力化といった要求に応えるべく、鉄鋼材料と熱処理技術は絶え間なく進化を遂げてきたのです。

これまで、自動車の発展に貢献してきたエンジンやトランスミッション用歯車などのパワートレイン部品に関する材料と熱処理技術の開発は、各時代の課題と向き合いながら進められてきました。かつては単純な炭素鋼の焼入焼戻しが主流でしたが、燃費規制の強化や、よりコンパクトで軽量の部品が求められる中で、クロム鋼やクロムモリブデン鋼をベースとした高強度鋼の開発が急務となりました。その流れの中で、1990年代後半には、炭素に加えて窒素を積極的に活用したガス浸炭窒化焼入れと強力ショットピーニング処理を組み合わせたハイブリッド技術が確立され、量産化に成功しました。これは私自身にとって大きな達成感を得た瞬間でした。この技術によって、駆動系主要歯車の高強度化・長寿命化が実現し、エネルギー効率の向上にも寄与することができました。しかし、これは決して私一人の成果ではなく、多くの研究者や技術者の知恵と協力の結晶であり、この分野の可能性をさらに広げる大きな一歩となったと考えています。

一方、自動車産業は現在、電動化という大きな転換期を迎えています。エンジンやトランスミッションの役割が縮小する中、鉄鋼材料と熱処理技術もまた新たな課題に直面しています。特に、脱炭素社会への貢献が求められる今、従来の熱処理プロセスにおけるエネルギー消費や温室効果ガス排出の低減は喫緊の課題です。その解決策の一つとして、低温かつ炭化水素系ガスを使用しない窒化处理や、低圧で浸炭効率の高い真空浸炭技術が発展し、より環境負荷の少ない処理方法への移行が進んでいます。また、熱処理炉の加熱源として、グリーン水素やグリーンアンモニアといった新たなエネルギーを活用する取り組みも始まっています。これらの新技術の開発と実用化に向けて、私も設備メーカーや材料メーカーと協力し、より持続可能な製造プロセスの確立に貢献していきたいと考えています。

このように、鉄鋼材料と熱処理技術の発展には、次世代を担う技術者の育成が不可欠です。私自身、これまで多くの先輩方から貴重な知識と経験を学び、それを現場で活かしてきました。これからは、私が培ってきた技術を次世代に伝え、さらなる革新を生み出す人材を育てることが、私の使命であると感じています。実際に、若手技術者と共に試行錯誤しながら新たな技術を創り上げることは、私にとっても大きな刺激となり、学ぶことの多い日々です。熱技術の世界に身を置き、その奥深さを実感しながら過ごしてきた人生を振り返り、その幸せを改めて噛みしめています。

今後も、鉄鋼材料と熱処理技術の発展のために尽力し続ける所存です。そして、この分野がさらに発展し、持続可能な社会の実現に貢献できるよう、技術の向上と次世代への継承に力を注いでまいります。

最後に、公益財団法人 谷川熱技術振興基金のさらなる発展をお祈り申し上げますとともに、関係者の皆様のご健勝とご多幸を心より願っております。



化石燃料の大量消費と環境問題を 解決するための水素エネルギー キャリア戦略

赤松 史光*

この度、栄誉ある公益財団法人谷川熱技術振興基金 令和6年度 粉生熱技術振興賞を授けいただき、身に余る光栄に存じます。多くのご指導・ご支援を賜りました関係の皆様、ともに研究を遂行して来たスタッフや学生・卒業生の皆様、谷川熱技術振興基金ならびに選考委員の皆様、そして常に温かく見守ってくれた家族に感謝致します。引き続き熱技術および関連する燃焼技術の研究開発に向けて一層の努力を尽くしていきたいと気持ちを新たにしております。

ご存じのように、私たちが利用しているエネルギーの約85%は、石油、天然ガス、石炭などの化石燃料を燃焼させることによって生み出されています。しかしながら、近年、化石燃料の大量消費により、地球温暖化などの地球規模の環境問題が起こっています。

資源小国の日本にとって、エネルギー安全保障の観点から、海外からの化石燃料依存を低減する必要があると同時に、地球温暖化防止に貢献するためCO₂の排出量を削減することが求められています。菅前首相により、2030年度にCO₂の排出量を2013年度比で46%削減し、2050年度に温室効果ガスの排出量を実質ゼロにするカーボンニュートラルが宣言されました。

二酸化炭素の排出量の削減には、太陽光、風力といった再生可能エネルギーの利用が不可欠となります。太陽光発電であれば、全世界のエネルギー需要は、アフリカのサハラ砂漠の1/3の面積に、太陽光発電パネルを敷き詰めることで満たすことができます。しかしながら、現在の交流高圧送電線を用いた場合には、数百km程度の送電が限度であるため、大量に賦存する再生可能エネルギーを世界中に搬送するための技術開発が必要不可欠となります。

水素の利用はCO₂を排出しないクリーンなエネルギーであることに加え、化石燃料や再生可能エネルギーから製造が可能でエネルギー供給源の安全保障にも寄与します。再生可能エネルギーに乏しい日本では、海外の再生可能エネルギー起源の電気により水素を製造して液化するか、もしくは水素を含む化学物質（エネルギーキャリア）に変換して、消費地まで運搬・貯蔵して必要な時に最適な形でエネルギー変換する方式が、内閣府の戦略的

イノベーション創造プログラム(SIP)「エネルギーキャリア」にて研究開発されました。

一方で、国内で再生可能エネルギー起源の電力を最大限利用するために、時間的に変動する発電量を補完するために、水素、アンモニア等のカーボンフリー燃料を用いた火力発電システムの開発が急務です。

水素やアンモニア等のカーボンフリー燃料を燃焼させる場合には、排ガス分析法の標準化が必要不可欠となります。水素やアンモニアの燃焼では、従来の化石燃料を燃焼させた場合よりも排気ガス中の水蒸気濃度が非常に高くなるため、排ガス分析の際に水蒸気の影響が少ない計測法が必要となります。アンモニアの燃焼の場合には、アンモニアの低燃焼性のために排ガス中に微量の未燃アンモニアが残存することがあり、従来のガスサンプリングでは凝縮した水に可溶性のアンモニアが多量に溶解するために、排ガスのホットサンプリングが必須となります。水素と純酸素の直接燃焼により高温の過熱水蒸気をボイラーレスで生成する際には、微量の水素もしくは酸素が水蒸気中に残存することがあるため、高濃度水蒸気中の微量ガス成分の計測技術の開発が必要となります。このように、水素、アンモニア等のカーボンフリー燃料の燃焼に関する技術開発には、新たな計測技術とその標準化が必要不可欠となり、ISO等の国際規格の制定において日本が先導的な役割を果たす必要があると考えます。

そのような状況の中、昨年2024年10月23日に、水素社会推進法が施行されました。GX経済移行債を受けて、約7兆円の水素等への支援を促進するために、国が基本方針を策定して、支援措置、規制の特別措置、判断基準策定の措置を講じます。また、国内クリーン水素製造とクリーン水素等の輸入に関し、2030年までの供給開始が見込まれるサプライチェーンについて、既存燃料との価格差を15年間支援する総額3兆円の「値差支援」が行われます。

自国に化石資源がほとんどない日本が、再生可能エネルギーを最大限に利用するための「水素社会」が到来した後も工業先進国として生き残っているためには、現時点での目先の利便性や利益を求めるだけではなく、水素やアンモニアといったエネルギーキャリアのバリューチェーンの構築を世界に先んじて成し遂げ、カーボンフリー燃料の燃焼技術の開発に必要な計測技術とその標準化において、世界をリードするための先行投資が求められています。

最後に、貴基金の主目的である人材育成事業の益々の御発展をここに祈念致します。



日本でチタン製錬業を 存続させるために

荒池 忠男*

この度は、2024年11月に、長い歴史と榮譽ある粉生熟技術振興賞を（公財）谷川熟技術振興基金様より授与いただき、身に余る光栄に存じます。本受賞は私一人の力ではなく、厳しくも丁寧に指導して下さった上司、先輩方、私の苦言や指示に真摯に取り組んでくれた後輩の皆さん、とりわけ実務で一緒に苦勞した同年代の仲間に支えられ、取り組んできた成果の一部を評価いただいたと理解しております。皆で受賞の喜びを共有するとともに、一層チタン業界の発展に尽力したいとの想いを強くもった次第です。

自身がチタンの製錬、熱の有効利用といったテーマに携わったのは、当社に入社した30年余り前からであり、それ以前の学生時代には、非鉄材料の機械特性評価などを行っており、熱を有効利用するという視点には縁がないばかりでなく、明確に意識したこともありませんでした。入社後、わずか1トンのスポンジチタンをつくるのに、当時で「20万円くらいの電力費がかかっている」との話を聞いた時には、電力費の高い日本でスポンジチタン製造を続けるのは相当大変なことの様だと、他人事のように驚いたものでした。

ここで少しだけスポンジチタンのマーケットをご紹介します。現在スポンジチタンを工業的に大量生産している国は、日本、ロシア、カザフスタン、サウジアラビアおよび中国の5ヶ国です（米国およびウクライナには設備は存在するものの現在休止中）。チタンの主な用途としては、航空機におけるエンジンや機体の一部、海水環境下やその周辺で使われる熱交換器などになります。過去にはチタンは軍事用途として多量に使われていたこともあり、日本以外では米国や旧ソ連（ロシア、カザフスタン、ウクライナ）で技術的な発展を遂げてきました。ソ連崩壊後には、それまで不明瞭であったこれら3国の生産能力、技術等が表面化し、その生産能力の大きさ、技術力の高さに驚いたものでした。

現在では、高度な生産技術に加え、品質管理システムが高度に整備されていることから、エンジンのブレードの様な重要な部位に使用するスポンジチタンは、日本もしくはロシア製品のみに限定されています。航空機業界では、欧米の品質管理システムが「デファクトスタンダード」になっているため、後発の参入障壁が極めて高く、エンジン分野では欧米の企業がほぼ独占状態にあります。ゆえに中国はチタンの生産量が多く、国産の航空機を

製造するものの、ほぼ国内での使用に限られ、エンジンはいまだ欧米製のものを搭載しています。

機体に目を向けますと、高燃費、長距離運航のために軽量化を図るべく、最近では炭素繊維複合材料（CFRP）が多く用いられております。チタンはCFRPとの馴染みがよく、従前使われていたアルミニウム合金よりも好んで使われています。

スポンジチタンを1トンつくるのに必要な電力量はおおよそ1万5千～2万キロワット時にもなる膨大な量であり、アルミニウム同様電気の缶詰と言われます。当社は、加熱真空蒸留するための炉やチタン生成の際に副生する塩化マグネシウムを溶融塩電解する炉などを多数所持していますので、電力費の高い日本で生き残るため、ひいては日本でチタン製錬業を存続させるためには、省エネ化、熱効率の向上は必須となります。ゆえに私は至極当然の業務として、炉の保温、放熱削減対策としての断熱材の変更や構造の改善、設備能力増強時には、断熱強化に加え、炉の大型化による高効率化に取り組み、電気分解炉においてはリーク電流の防止や電解物（マグネシウム）の効率回収など、電流効率向上に長年取り組んでまいりました。それらの実績を評価いただいたことは技術者冥利に尽きます。

現在は、取締役として経営の一翼を担いつつも、技術・製造系の担当役員として、引き続きエネルギー削減、コストダウンの取組みに関与しております。今後も微力ながら、日本のチタン製錬の存続に貢献していきたいと思っております。

令和6年度 助成研究

ホウ酸塩の構造特性を応用した蓄熱材の開発

〈研究責任者〉

筑波大学

生命環境系 地球進化科学専攻
准教授



興 野 純

●研究の目的

潜熱蓄熱材であるホウ酸塩は、三配位と四配位のホウ酸からなり、それらの組み合わせによって100種類以上の複雑なホウ酸塩の構造を可能にしている。しかし、それらの構造がどのような条件で形成されるのかは未解明である。そこで、本研究ではホウ酸塩の構造多様性の発生メカニズムを明らかにし、その発生原理を応用して、革新的な潜熱蓄熱材を開発する。

●研究の概要

ホウ砂（ホウ酸ナトリウム8水和物）は、水の気化熱の約7倍の熱量を持ち、加熱冷却によって25℃付近で大きな吸熱発熱反応を伴って脱水水和する潜熱蓄熱材である。ホウ酸塩の特徴は、自然界に豊富に存在する天然素材であり、多様な結合形態を形成することができる。本研究では、ホウ酸塩の構造多様性の発生メカニズムを明らかにし、その発生原理をホウ酸塩の構造デザインに応用して、新しいホウ酸塩の潜熱蓄熱材を開発することである。革新的な潜熱蓄熱材の開発は、より効率的な太陽光の蓄熱システム構築につながり、持続可能な社会システムの実現に大きく貢献する。

中温潜熱蓄熱粒子流動層蓄熱部の特性評価

〈研究責任者〉

東京農工大学

工学研究院 応用化学部門
教授



伏 見 千 尋

●研究の目的

太陽光・風力発電の大量導入時の電力システム安定化には、この発電の出力変動に対応する需給調整機能が必要となる。蓄電池や水素だけでなく、各種発電所自身にも出力調整の役割が期待される。本研究では、各種発電所との統合を想定し、急速な蓄熱・放熱が可能な相変化物質を用いた中温（約200～400℃）流動層蓄熱部を開発する。

●研究の概要

1. 中温（200～400℃）PCM粒子流動層の流動特性と伝熱速度の測定

流動層装置で、中温で、ガス流速を変えて定温加熱・非定常熱入力をした際の熱出力応答の実験を行う。PCM（相変化物質）粒子の流動特性、伝熱速度と負荷応答性、蓄熱・放熱の繰り返し性等を測定する。必要な伝熱速度を繰り返し到達できることを明らかにする。なおPCMのコアSn粒子（45μm）が流動化することは確認済である。

2. 非定常流動層蓄熱部モデルの構築

申請者が開発した流動層モデルに上記の実験データを組み込み、中温PCM粒子を用いた流動層非定常蓄熱部モデルを構築する。

異相界面強化を利用した 軽量耐熱合金の開発

〈研究責任者〉
東京科学大学(旧東京工業大学)
物質理工学院 材料系
准教授



寺田 芳弘

●研究の目的

『異相界面強化』という新規な材料強化機構を最大限に活用することにより、高効率内燃機関用の軽量高強度耐熱マグネシウム合金を開発する。自動車内燃機関周辺部への適用を念頭に、入手容易な汎用型元素のみで合金開発を目指す。劇的な車体軽量化による省エネルギーかつ CO₂ 排出削減を意図した高度環境保全型の研究である。

●研究の概要

ナノラメラ状に金属組織を制御し、異相界面強化という新規材料強化機構を最大化することにより比重 1.8 g/cm³ 以下の軽量高強度耐熱マグネシウム合金を開発することが、本研究の最終目標である。合金開発にあたり、(Ⅰ)高温変形特性調査、(Ⅱ)転位モビリティ解析、(Ⅲ)組織安定性評価という三つのポイントを押さえながらスパイラルアップ式に研究を進める。研究対象は Mg-Ca-Al 三元系における計 4 合金である。高温クリープ試験、透過型電子顕微鏡観察および等温時効熱処理を実施することにより、開発合金における高温変形機構、転位モビリティおよび使用限界温度を実験的に明確化する。

繊維状ウイルスからなる CO₂ 分離膜の開発

〈研究責任者〉
東京科学大学(旧東京工業大学)
物質理工学院 応用化学系
准教授



澤田 敏樹

●研究の目的

脱炭素社会の実現のためには、高性能な CO₂ 分離膜を構築することが求められている。本研究では、繊維状ウイルスの一種であるファージを素材とし、申請者独自の遺伝子改変技術と機械学習により CO₂ 分離に適したファージを見出し、環境低負荷なバイオ高分子からなる革新的な CO₂ 分離濃縮膜を開発することを目的とする。

●研究の概要

本研究では、ファージを素材とする CO₂ 分離膜を実材料利用することを目指し、分離に向けて合目的にそのアミノ酸配列や構造を最適化する。遺伝子改変によりファージ表層に様々な配列のジペプチドを提示したファージを調製し、それらをスプレーコーティングにより成膜する。遺伝子改変ファージ膜の CO₂ 分離能を測定し、アミノ酸配列とそのデータを訓練データとする。遺伝子改変を施していないファージ膜であっても優れた CO₂ 分離能を示すことを見出しており、構造最適化により高機能化が期待される。機械学習を利用したアミノ酸配列最適化戦略に立脚し、優れた CO₂ 膜分離を達成する。

高性能多孔質体自励振動ヒートパイプの開発

〈研究責任者〉
横浜国立大学
工学研究院 システムの創生部門
助教

黒 瀬 築



●研究の目的

本研究の大目的は、高い伝熱性能と動作安定性を有するヒートパイプの開発である。本研究では、流体の自励振動と多孔質体内の毛管力流動を組み合わせた新たな流体駆動を実現する『金属焼結多孔質流路壁を有する平板型自励振動ヒートパイプ』の伝熱・流動特性およびその機構を、伝熱・可視化実験により明らかにする。

●研究の概要

近年、産業界（製造ラインや生産技術など）で幅広く活用される電子機器やパワー半導体の性能向上とともに、それらの発熱量が増大している。また、地球環境問題の対策として、工場排熱の有効利用も重要である。自励振動ヒートパイプ (PHP) は、高性能な冷却・熱輸送デバイスとして注目されている。本研究では、PHP の高性能化のため、項目9に示すPHPを製作して伝熱・可視化実験を行い、その性能を評価する。特に、性能に重要な①作動冷媒（流体物性）、②多孔質体の空隙率、を変化させ、各パラメータが伝熱特性に及ぼす影響を、測定温度と高速度撮影画像を基に明らかにする。

熱電変換自己組織化分子膜の理論設計

〈研究責任者〉
名古屋大学
工学研究科 材料デザイン工学専攻
准教授

大 戸 達 彦



●研究の目的

現在実用化されている熱電変換材料は無機材料であるが、希少性や毒性などの問題があり、豊富に存在する有機材料の活用が望まれる。本研究では、高い熱起電力が得られたRu錯体分子ワイヤー (J. Am. Chem. Soc. 146, 4922 (2024).) を足がかりとし、伝導度と熱起電力を両立して高いパワーファクターを持つ分子の予測を目指す。

●研究の概要

本研究では、Ru錯体をベースに、リガンドに修飾を施し、また他のリガンドや金属種の組み合わせについて第一原理伝導計算を行なう。電気伝導度はフェルミ準位での透過関数 $T(E)$ の値であり、熱起電力はフェルミ準位での透過関数の傾きに比例することから両者を予測し、パワーファクターの大きな分子の探索を行う。具体的な分子の探索に加えて、web上で分子構造を受け付けてその電気伝導度と熱起電力を自動的に計算するプラットフォームを開設し、分子熱電変換デバイスとして有望な分子の候補を世界中から集める準備を整える。

3次元高感度熱流センサーの開発

〈研究責任者〉
豊田工業大学
工学部 先端工学基礎学科
准教授



田 辺 賢 士

●研究の目的

本研究の目的は、3次元（3D）構造のデバイスを作製することで高感度な熱流センサー開発を行うことである。申請者らは、3D構造に注目することで、これまでの2D平面に比べ、はるかに高い感度を実現し得ることに気づき、その基礎実験に成功した。本研究では、実際の素子作製に関する研究を行い、3D高感度熱流センサーを実現する。

●研究の概要

本研究では、3次元（3D）構造のデバイスを作製する。主に2つの大きな課題があり、“3D凹凸構造にうまく薄膜を作製すること”と、“3D構造に対して微細加工を行うこと”である。これらの課題はこれまでの半導体産業を支えた2Dデバイス作製技術が使えないために非常に難しい。そこで申請者らはまったく新しいアイデアに基づき、3Dデバイス作製を行う。それは、プラスチック基板上に2Dデバイスを作製した後に、ナノインプリント装置を用いて、2Dデバイスごと基板の形状を3D化することで、デバイスを3D化するという方法である。この手法により3D熱流センサーを実現する。

イオン液体を用いたプラズマ浸窒焼入れ法

〈研究責任者〉
大同大学
工学部 機械工学科
准教授



宮 本 潤 示

●研究の目的

近年、様々な金属部品に窒素を用いた浸窒焼入れ法が開発された。この方法は浸炭焼入れと比べて低温かつCO₂が排出しない。しかし、窒化の後、別装置で焼入れするためリードタイムの増加が課題である。よって本研究では高真空中でも蒸発しないイオン液体を用いて、プラズマ窒化後同じ真空炉内で焼入れする新しい方法を開発する。

●研究の概要

本研究では浸窒と焼入れが同じ真空炉内で可能となる新しい浸窒焼入れ法を開発するためイオン液体に着目した。この液体は蒸気圧がほとんどないため、高真空中でも蒸発しない。よってプラズマ窒化を行う処理圧力においても液体である。この性質を利用し、プラズマ窒化処理後に冷媒としてイオン液体を用いて焼入れを行う。まずはイオン液体の冷却性能を調べ、イオン液体を用いた鋼の焼入れ性を明らかにした後、プラズマ浸窒焼入れを行う。この際大気中で行ったプラズマ浸窒焼入れと比較することで、真空環境下におけるプラズマ浸窒焼入れの特性を明らかにする。

積層造形に展開可能な 易焼結性集積粒子設計

〈研究責任者〉
豊橋技術科学大学
工学部 総合教育院
教授



武 藤 浩 行

●研究の目的

セラミックスの積層造形（3D プリンタ）用の原料粉末の開発を行う。提案する静電集積法により、大粒径の母材粒子表面に焼結性向上、または、複合添加物としての小粒子を吸着させた集積粒子をデザインする。光硬化性樹脂への混合による間接造形、ポスト焼結により開発した粒子の有用性を確認する。

●研究の概要

セラミックス積層造形では金属で用いられる直接造形が困難である。そこで、セラミックス粒子を含む光硬化性樹脂（混合液）を光造形後、樹脂を脱脂除去、さらにポスト焼結しセラミックス造形体を得る（間接造形）。しかし、樹脂の除去は粉末造形体の密度低下を招き、ち密な造形体を得るためには、常識以上の超高温での焼結が必要となる。本研究では、大粒径粒子表面に焼結性改善のための小粒子を吸着させた集積粒子を用いることで、焼結性の劇的な改善、また、小粒子を添加物とすることで、従来不可能であった複合組織を有する3D造形物の作製プロセスを確立する。

固液推進剤の多孔質構造による 燃焼安定性

〈研究責任者〉
豊橋技術科学大学
工学研究科 機械工学系
研究員



松 木 大 輝

●研究の目的

本研究では、液体酸化剤を浸潤させた多孔質燃料の燃焼安定性を多孔質構造に焦点を当て検討する。具体的には、3D プリンターを用いて多孔質燃料の内部構造を精密に制御し、その構造が燃焼安定性に与える影響を体系化する。さらに、得られた知見を基に燃焼モデルを提案し、数値解析より様々な多孔質構造における燃焼安定性を詳細検討する。

●研究の概要

液体酸化剤を浸潤させた多孔質燃料は、爆発を伴う異常燃焼が発生しやすい。ところが、先行研究では異常燃焼の現象の観察にとどまり、その発生原因については解明されていない。この問題は、多孔質燃料の内部構造の複雑さに起因する。

そこで、本研究では3D プリンターを用いて多孔質燃料の内部構造（空隙率、空隙率分布）を精密に制御し燃焼実験を行う。燃焼場の可視化と燃料内部の温度計測を通して、多孔質構造が燃焼安定性（一次元燃焼可能か）に与える影響を詳細に調査し、その影響を体系化する。そして、得られた知見を基に、燃焼モデルを提案し、様々な多孔質構造における燃焼安定性を詳細に検討する。

炭素資源からの CO₂ フリー水素と炭素生成

〈研究責任者〉
立命館大学
理工学部 機械工学科
准教授



渡部 弘達

●研究の目的

本研究では、炭化水素ガス (C_mH_n) 雰囲気触媒表面において進行する炭素析出反応 (C_mH_n → mC + 1/2nH₂) を、CO₂ フリー水素と固体炭素生成反応と捉える。触媒表面で炭素が成長した後、触媒表面の炭素を局所的にガス化し、回収することで、繰り返し、触媒表面から炭素を成長させる固体炭素分離型ケミカルループ法を確立する。

●研究の概要

使用時に CO₂ を排出しない水素エネルギーが注目されているが、多くの水素は炭化水素ガスの水蒸気改質反応 (CH₄ + 2H₂O → CO₂ + 4H₂) から生成されており、CO₂ も副生している。本研究では、炭素析出反応 (C_mH_n → mC + 1/2nH₂) を CO₂ フリー水素と炭素の生成反応と捉え、これらを連続的に生成できる固体炭素分離型ケミカルループ法を確立する。本手法では、触媒上で生成した炭素を局所的にガス化し、炭素を回収できる条件を探索するとともに、第一原理計算も併用して、触媒構造と炭素析出の相関性を原子レベルで明らかにし、本手法に適した触媒構造を明らかにする。

ヘテロ表面制御による浸炭処理の低ひずみ化

〈研究責任者〉
大阪産業大学
工学部機械工学科
准教授



南部 絃一郎

●研究の目的

輸送機器部材において、高強度化のために浸炭焼入れ処理が行われている。しかしながら浸炭焼入れ処理は窒化などと比較してひずみが大きいため、処理後に切削や研削工程が必要となる。後工程を必要とせず、ひずみの少ない浸炭焼入れ技術としてヘテロ表面制御による浸炭焼入れ処理を提案し、その効果について検証することを目的とする。

●研究の概要

浸炭焼入れ処理はマルテンサイト変態を伴うため、体積膨張に伴うひずみの増加が生じる。低ひずみ化のためには硬化層深さ制御などがあげられるが、表面近傍におけるひずみの増加が伴う。そこで本研究では、表面において局所的な防炭処理と浸炭焼入れ処理を組み合わせたヘテロ表面制御型浸炭焼入れ処理を提案する。この処理方法では、マルテンサイト化に伴うひずみを浸炭部周囲の浸炭されていない軟質部にて吸収することで低ひずみ化を達成する。処理前後の寸法変化および硬さマッピング、摩擦摩耗試験からこの処理法の効果を検証する。

マイクロ波照射中の液液界面の動的観察

〈研究責任者〉

関西大学

環境都市工学部

エネルギー環境・化学工学科

教授

朝熊 裕介



新燃料燃焼下での高効率エコノマイザの開発

〈研究責任者〉

香川大学

創造工学部

機械システム工学領域

教授

奥村 幸彦



●研究の目的

マイクロ波には多くの非熱的効果が発見されている。しかし、マイクロ波吸収レベルが体系化できていないことから、現象の考察が困難であった。過去の研究において、静的な状態で液液界面の改質現象を発見したものの、空間的、時間的および熱的な定量的な評価はできていなかった。今回、照射中の液液界面の動的挙動を観察し、マイクロ波表面改質プロセスを最適化することを目的とする。

●研究の概要

無極性の油相ではマイクロ波は吸収されず透過するため、直接マイクロ波が界面に到達し、局所的に界面に吸収されることで表面改質が発現する。そのため、流動していない静的な条件において、マイクロ波照射による液液界面の表面改質に関して十分な効果が得られる。実際のプロセスでは、流れている混相流を扱う必要があり、この効果を動的挙動として検証する必要がある。本研究では、滴下流やジェット流の動的挙動をマイクロ波照射中で観察し、照射による流れパターンの変化を、申請者が過去に提案したマイクロ波局所加熱に関する無次元数 As 数（アサクマ数）や We 数、 Fr 数等を用いて、定式化することを目的とする。

●研究の目的

現在まで、新規燃料（ H_2 、 NH_3 ）に対するボイラー内の伝熱特性の知見は全くなく、特に、従来の炭化水素燃料と全く異なり、水蒸気が多くふく射量が少ない分、効率的な伝熱設計や管配置が重要になる。この伝熱の最適化により、工業用炉設計、窯業用炉等、将来の CO_2 フリー燃料の大幅な熱利用の用途が視野に入ってくる。

●研究の概要

研究目的は2つある。1つ目は、水素/アンモニアバーナーからの伝熱の基礎的知見を得ることである。我々が通常に使用する燃料は炭化水素燃料であり、一般的に輝炎（luminous flame）となる。しかしながら、アンモニア火炎からはすすは発生しなく、ふく射が炭化水素燃料より低い。2つ目は、伝熱交換器からの最適な伝熱設計を確立する。燃焼場では、多量の水蒸気が発生し、伝熱特性が管壁の相変化状態に大きく左右される。（凝縮熱伝達の形態）スーパーコンピューターによる数値計算を併用する。これにより、最適な管配置や最適な伝熱設計を明らかにしていく。

地中熱交換器性能への極低速 地下水流の影響

〈研究責任者〉

佐賀大学

理工学部 機械部門

助教



椿 耕 太 郎

●研究の目的

地中熱交換器周辺の地下水流速は極低速（cm/day 程度）であるため、温度境界層の形成に数十～数百時間を要し、熱交換量の適切な評価と最大化のためには、この熱伝導から熱伝達に移行する遷移領域について新たな考察が必要である。本研究ではこの未知の領域について数値シミュレーションと実験により詳細な現象の解明と熱交換量の高精度評価を行う。

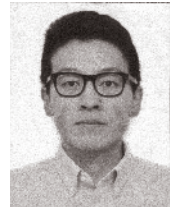
●研究の概要

日本のもろい地層において地中熱利用を促進するためには、地下水による熱交換量を適切に評価することが重要であるが、流速が極低速なため、一般の熱伝達の知見を適用することはできず、熱伝導から熱伝達に遷移する領域の現象を温度境界層の形成にも着目して解明する必要がある。本研究では、有望な地下水が流れる透水層に沿って水平方向に設置可能な Horizontal Directional Drilling (HDD) 工法による地中熱交換器を対象に、極低速な地下水流の存在下での熱交換現象について、数値シミュレーションと実験により詳細な解明と熱交換量の評価を行い、熱交換量の最大化につなげる。

令和5年度 助成研究概要報告

低重力場における材料燃焼性評価手法の開発

北海道大学 工学研究院 機械・宇宙航空工学部門 助教 金 野 佑 亮



1. はじめに

月や火星の有人探査を目指した計画が各国で進められている。こういった中で、有人宇宙開発の分野では、現在 ISS が周回している地球低軌道上の環境とは異なる「低重力環境」での技術実証やハザード・リスク管理が求められている。本研究は、有人宇宙開発の火災安全性に焦点を置き、低重力環境で使用される固体材料の難燃性評価手法の開発を目指すものである。

さて、長時間安定した低重力環境を再現するためには、月や火星を実際に探査する方法を除くと、地球低軌道上の微小重力環境で遠心機を利用する以外に方法がない。しかし、複雑な流動現象が観察対象となる熱流体や燃焼の分野では、重力影響を調査するために遠心機が活用された事例は限定的である。この主な理由は、回転系の輸送現象には、遠心力に加えてコリオリ力が作用するため、重力影響に関する議論が複雑化することにある。

ただし、先述のように低重力環境を再現する方法が限定的のため、今後の有人宇宙開発の分野では、遠心機を利用した科学実験や実証試験の需要が高まることが想定される。このような背景の中で、本研究は世界に先駆けて遠心機により固体の燃焼現象に対する重力影響を議論することの有効性を学術的に示そうとするものである。得られる研究成果は、火災・燃焼学の分野に限定されず、

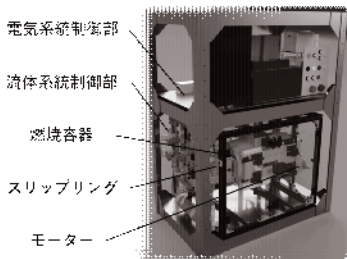
宇宙工学の領域で極めて有意義なものになると考えている。

2. 実験概要

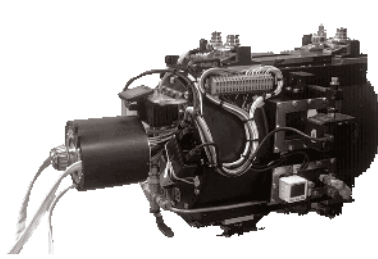
2025/1/28-2025/1/30 の3日間、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の協力のもと、ダイヤモンドエアサービス株式会社にて微小重力実験（パラボリックフライト）を実施した。これまでに、地上の過重力条件で主な検討を進めてきたが、今回初めて、遠心力が再現する低重力環境における燃焼試験を実施することができた。

図1に本研究で開発した燃焼試験装置を示す。実験装置は、図中の規定のラックに搭載する必要がある。上段に電気制御部、下段に燃焼試験部を搭載した。アルミ合金製の一本のシャフトに燃焼容器、モーター、スリップリング、ロータリージョイントを取付け、燃焼容器の回転運動、電気通信、ガス給排気を行った。燃焼容器はアルミ合金製の中空の円筒形状である。燃焼容器に圧力計、酸素濃度計、加速度計を取付け、各センサーの出力値はデータロガーに記録した。

燃焼容器の回転中心から半径55 mmの位置に固体材料を設置し、回転軸方向に沿った火炎燃え拡がり現象を観察した。図2(A)に示すように燃焼容器に3台の可視カメラを搭載し、火炎の様子を3方向から撮影した。



(A) 3D-CADモデル



(B) 完成した燃焼容器



(C) 航空機に搭載した実験装置

図1. 本研究で開発した燃焼試験装置

図 2(B) は流れ場の可視化実験の様子である。トレーサーにはアルミナ粒子（直径約 $1\mu\text{m}$ ）を使用した。レーザー墨出し器を使って容器内の所定の位置にシート光を配置した。図 2(B) の Camera 3 の画像を見てわかるように、トレーサー粒子による散乱光と粒子分布の濃淡により、人工重力場

に置かれた火炎によって誘起される対流の様子を撮影することに成功した。

実験試料には LDPE が被覆された NiCr 線と Cu 線に加えて PMMA シートを使用した。微小重力実験は 34 回実施した。

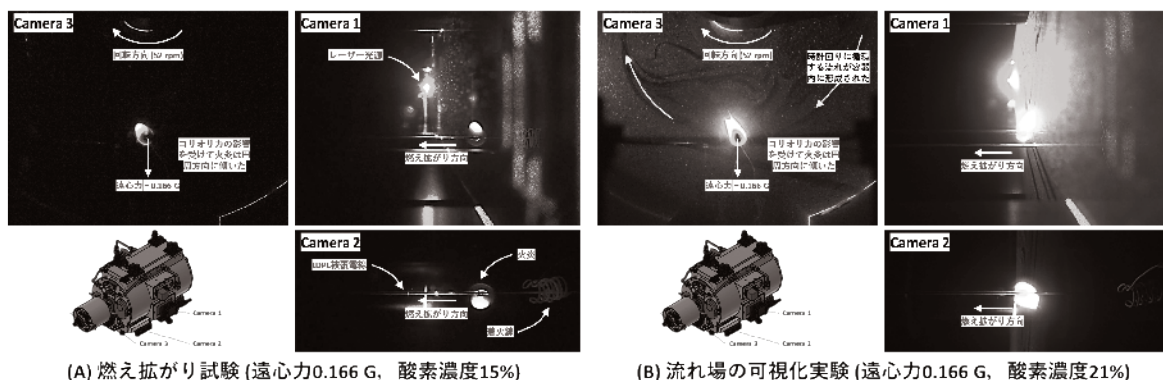


図 2. 可視カメラで撮影した燃え拡がり火炎 (A) と容器内の流れ場 (B) の様子

3. 結果と考察

図 3 に、遠心力によって月面重力 (0.166 G) を再現したときの燃焼試験の時系列データを示す。微小重力期間は約 20 秒であり、微小重力期間の始めの約 5 秒間は試料の着火に使用した。従って、有効実験期間は約 15 秒間である。図 3 最下段の火炎移動履歴と瞬時燃え拡がり速度を確認すると、着火シーケンス終了後 2 秒以内に燃え拡がりは時間的に一定の振る舞いをすると考えられる。このことから、試料の燃焼量に対して燃焼容器は十分に大きく、燃焼時の酸素濃度低下による、非定常性は確認されないと考えることができる。

図 2(A) の火炎形状に着目すると、火炎は半径方向内側に傾くことに加えて、円周方向に傾いていることがわかる。半径方向の傾きは遠心力によって誘起された浮力流れによるものである。一方で、円周方向の傾きはコリオリ力によるものである。コリオリ力の存在が、燃え拡がり速度や可燃限界条件に対してどのような影響を及ぼすのか明らかにするためには、さらに検討を進めていく必要があるが、火炎の形状に対してコリオリ力が重要な役割をすることが明らかになった。

図 2(B) の Camera 3 の画像に示した、流れ場の可視化実験の様子から、火炎が誘起した対流は、燃焼容器内を円周方向に周回する循環流を形成することが明らかになった。なお、遠心機が定常回転し、内部の流体が剛体回転に達した後に燃焼試

験を開始している。そのため、循環流の形成も浮力流れに作用するコリオリ力が原因であると考えられる。

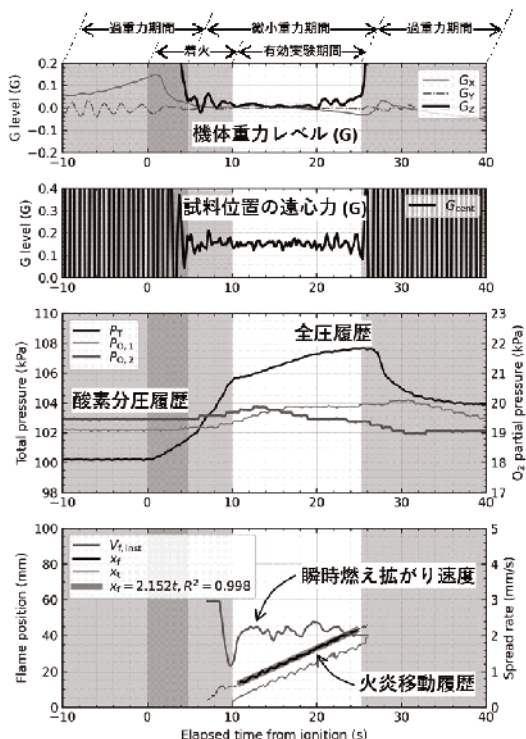


図 3. 代表的な時系列データ。上から機体重力レベル、試料位置での半径方向の重力レベル、全圧・酸素分圧の履歴、火炎の移動履歴と瞬時燃え拡がり速度（試料:LDPE 被覆 NiCr 線、遠心力 0.166 G 、酸素濃度 19%）

現在、本実験を再現する数値解析にも取り組んでいる。実験に関しては火炎傾き角の計測やPIVによる流れ場の定量計測を進め、数値解析との比較を行うことで、人工重力場で形成される浮力流れの性質について詳細な調査を進めてゆく。そして、一様重力場と人工重力場で観察される燃焼現象の等価性の評価を行う。

4. まとめ

- 航空機を利用した微小重力実験を実施するために、新たな遠心機を開発した。実験装置は問題なく動作し、想定以上の実験回数を実施することができた。

とができた。

- 本実験装置は、国際宇宙ステーションに搭載する予定のフライトモデルに対するブレッドボードモデル (BBM) として使用してゆく。共同研究先の JAXA にも、新技術の開発に向けた、完成度の高い装置であると評価していただくことができた。
- 人工重力場で観察される火炎には、コリオリ力が作用する結果、遠心力の反対方向に火炎が立ち上がるだけでなく、円周方向にも傾くことが明らかになった。

水素添加が噴霧燃焼特性に及ぼす影響の解明

北見工業大学 工学部 機械電気系 教授 林 田 和 宏



1. はじめに

水素混焼ディーゼル機関は、従来のディーゼル機関に比べると排ガス特性が変化することが確認されているが、その理由については不明な点が多い。そこで本研究では、雰囲気ガスへの水素添加が燃料の燃焼特性、およびディーゼル噴霧の着火・燃焼特性に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。

2. 実験装置および方法

非定常性が強く極短時間で燃焼が終了するディーゼル噴霧燃焼を詳細に解析することは極めて困難である。そこで本研究では、まず、火炎構造が単純な層流拡散火炎を測定対象とした。図1にバーナと測定対象火炎の概略を示す。燃料（エチレン）を内径6mmのステンレス円管より鉛直上方に噴出させ、火炎長さ L_f が30mmとなるよう燃料流量を調節した。また、火炎の安定化を図るために、火炎周囲に四分円ノズルで整流した空気流（流量10L/min）を形成し、この空気流に水素を添加した。エチレンと水素の流量条件を表1に示す。水素を添加すると L_f が高くなり、水素添加流量 $Q_{H_2}=0.325\text{L/min}$ および 0.65L/min では、 L_f はそれぞれ34mmと36mmであった。

水素添加が燃焼特性に及ぼす影響を調べるた

め、燃料の不完全燃焼により火炎内で生成するすす粒子に着目し、すすの一次粒子径とすす粒子を構成する炭素結晶子サイズを評価した。すす一次粒子径の測定には時間分解レーザー誘起赤熱発光法を、炭素結晶子サイズの測定にはレーザラマン分光法を使用している。

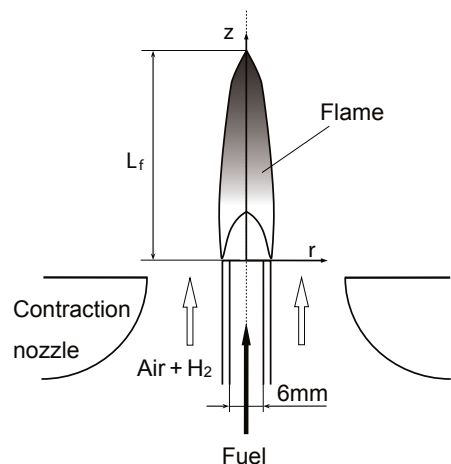


図1. バーナおよび測定対象火炎

表1 実験条件および火炎長さ

Ethylene [L/min]	0.048		
Hydrogen [L/min]	0	0.325	0.65
Flame length [mm]	30	34	36

そして、水素添加が噴霧燃焼特性に及ぼす影響を調べるため、実機ディーゼル機関の吸気管内に水素を添加した実験を行った。供試機関はボア 88 mm、ストローク 96 mm、排気量 618 mL、圧縮比 17.9 の単気筒 4 サイクル直接噴射式ディーゼル機関で、燃料には JIS2 号軽油を用いている。

3. 実験結果および考察

3.1 層流拡散火炎における水素添加

図 2 に火炎中心軸上におけるすす一次粒子径 d_p 、炭素結晶子サイズ L_a および熱電対で測定した火炎温度 T の変化を示す。水素添加量によって火炎長さ L_f が変化するため、グラフの横軸は火炎高さで規格化している。この図より、水素を添加した場合は火炎上流側で火炎温度が高くなっていることがわかる。これは、水素は拡散係数が高いため火炎内部に拡散し、H や O、OH ラジカルが生成され、これらのラジカルが炭化水素分子と反応することで火炎温度が高くなったものと推測される。また、これらのラジカルがすす前駆物質あるいはすす粒子と反応することですす粒子の生成・成長反応が抑制された結果、水素を添加した火炎では d_p と L_a が小さくなったと考えることができる。

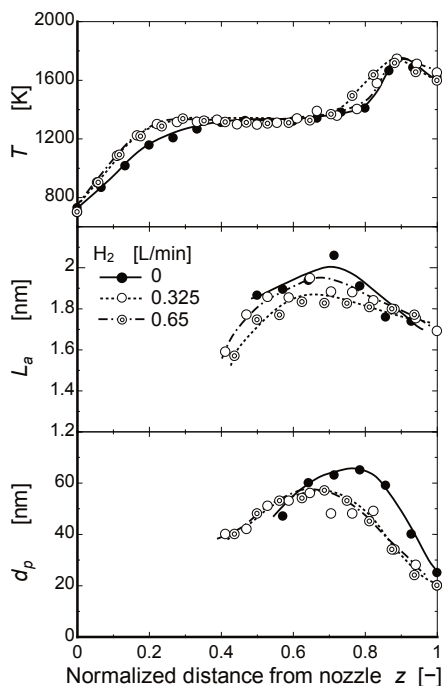


図 2. 火炎中心軸上における d_p 、 L_a および T の変化

3.2 ディーゼル機関における水素添加

回転速度 1000 rpm、正味平均有効圧力 (BMEP) 0.1 および 0.3 MPa の条件で供試機関を運転し、吸気管から水素を添加した実験を行った。水素添加の際には、回転速度と BMEP が変化しないように燃料噴射量を調節している。水素添加の有無によるディーゼル機関の筒内圧力と熱発生率 (ROHR) の違いを図 3 に示す。水素を添加すると軽油噴射量は 9.8 から 7.1 mm³/cycle あるいは 18.2 から 11.0 mm³/cycle に減少するが、着火遅れはほとんど変わっていない。この結果から、燃料噴霧の微粒化および混合気形成に水素が及ぼす影響は小さいことが示唆される。水素を添加すると筒内圧力のピーク値が低下しているが、これは軽油噴射量の減少で着火時の可燃混合気が減少したためと考えられる。また、BMEP=0.3 MPa の ROHR を見ると、水素を添加すると燃焼期間が短縮する傾向が見受けられる。これは、水素が噴霧火炎内部に拡散し燃焼を促進させた可能性が考えられる。一方、水素を添加するとクランク角 10 CA ATDC 以降の熱発生率が高くなっているが、これはディーゼル噴霧燃焼の後燃えではなく、軽油が燃焼する際に一緒に燃えず筒内に残った水素が燃焼しているものと推測される。

今回はディーゼル機関から排出されるすす粒子特性については評価していないが、層流拡散火炎の結果を考えると、水素を添加するとすす一次粒子径と炭素結晶子サイズが減少している可能性がある。このことについて引き続き研究を進め検証を行う予定である。

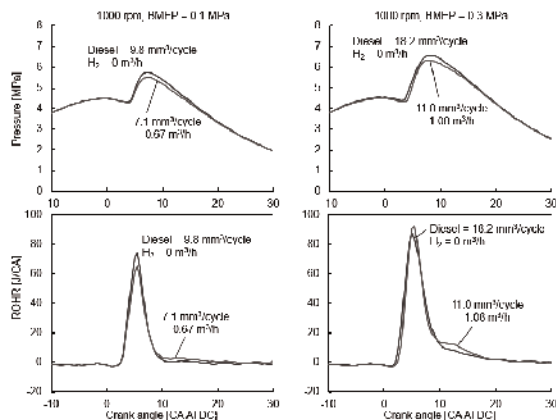


図 3. 水素添加によるディーゼル機関の筒内圧力および ROHR

過熱水蒸気を用いた蓄電デバイス材料の合成

東京工業大学(現東京科学大学) 物質理工学院 応用化学系 准教授 谷 口 泉



はじめに

多孔質炭素内に遷移金属酸化物ナノ粒子が分散した複合材料は、蓄電デバイスの電極材料や電極触媒として期待されている。これまでこの様な複合材料の合成には、沈殿法、電界紡糸法、水熱合成法、更にはそれらを組み合わせた合成法が用いられてきた。しかしながら、それらの合成法は、合成プロセスが煩雑であり合成時間も長くなるという問題が指摘されている。そこで本研究では、噴霧熱分解法とその後の過熱水蒸気を含む熱処理による簡便な合成プロセスにより、遷移金属酸化物ナノ粒子が多孔質炭素マイクロ粒子内に分散された複合材料の新規合成プロセスを確立することを最終目的とする。この目的を達成するために、本申請課題ではマイクロおよびメソ孔を有する多孔質炭素マイクロ粒子内に数十～数百 nm の Fe_3O_4 ナノ粒子が分散した複合材料の合成を試みる。また、この材料のリチウムイオン二次電池負極材料への応用、さらにはリチウム硫黄電池の電極触媒への応用についても検討する。

合成および分析方法

スクロース ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) を 0.5M、硝酸鉄九水和物 ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) を 0.06M、硝酸アンモニウム (NH_4NO_3) を 0.50M の濃度になるように、それらを蒸留水に溶解させ、原料溶液を調製した。噴霧熱分解合成は自作の合成装置を用いて、窒素雰囲気中でガス流量 1.0Lmin^{-1} 、合成温度 800°C の条件で行った。得られた試料は、その後、窒素雰囲気、 $700 \sim 800^\circ\text{C}$ で 4 時間焼成を行った。更に、この試料を、水蒸気を含む窒素雰囲気、 500°C で 5min、30min、2h、熱処理を行った。

合成した試料の結晶相の同定は粉末 X 線回折により行い、粒子形態および内部構造の観察は SEM および TEM を用いて行った。また、試料に含まれるカーボン含有量は CHNS 分析により測定した。さらに、試料の比表面積と平均細孔径は、窒素の吸脱着測定を行い、Brunauer-Emmett-Teller (BET) 法と Barrett-Joyner-Halenda (BJH)

モデルからそれぞれ求めた。

実験結果および考察

図 1 に噴霧熱分解合成後の試料の XRD パターンを示す。図には比較のため NH_4NO_3 を添加しないで合成した試料の XRD パターンも示した。合成した試料の XRD パターンはピーク強度は低い、目的物質である Fe_3O_4 の回折パターン (ICSD:2300617) と一致している。また、 NH_4NO_3 を添加することで回折ピークがよりシャープになっている。

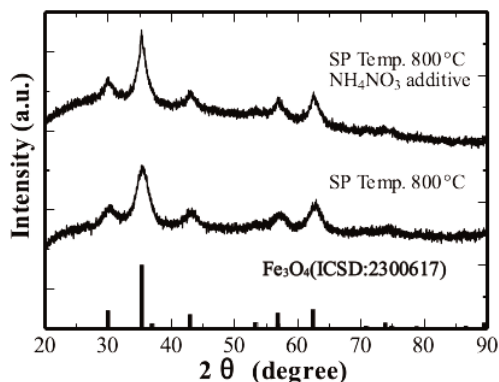


図1 XRD patterns of the sample prepared at 800°C by spray pyrolysis (SP) with NH_4NO_3 additive.

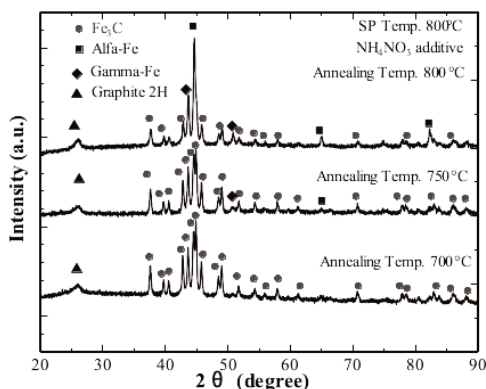


図2 XRD patterns of the SP samples annealed at different temperatures.

図2に噴霧熱分解合成で得られた試料を700、750、800℃で4時間、窒素雰囲気中で焼成した試料のXRDパターンを示す。700℃で焼成した試料のXRDパターンには、25℃付近に黒鉛化炭素由来の回折ピークと Fe_3C の回折ピークが確認できた。これに対して750および800℃で焼成した試料のXRDパターンには、 α および γ 由来のFeの回折ピークも見られた。

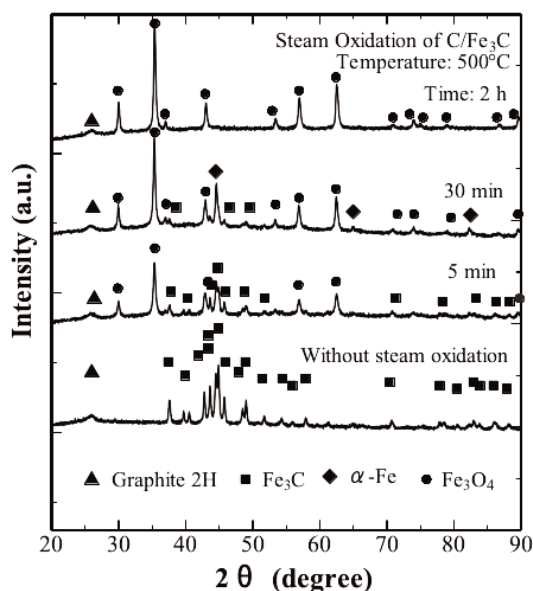


図3 XRD patterns of the steam oxidation samples at different heat treatment times.

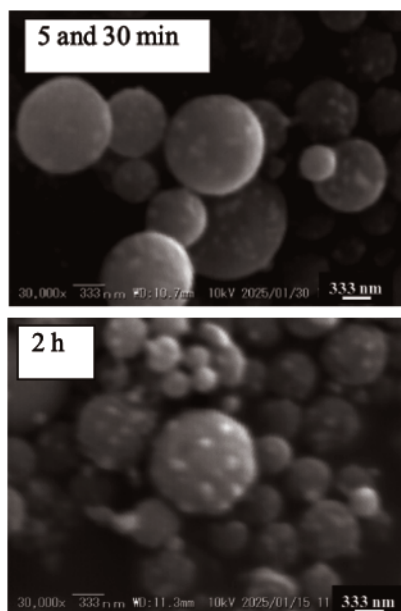


図4 SEM images of the steam oxidation samples at different heat treatment times.

そこで、700℃で焼成した試料をさらに水蒸気を含む窒素雰囲気中、5min、30min、2h、それぞれ熱処理を行った。得られた試料のXRDパターンを図3に示す。比較のために熱処理していない試料のXRDパターンも図に示した。水蒸気を含む熱処理時間が5minでは、 Fe_3C に加えて Fe_3O_4 に起因する回折ピークも確認できるが、30minになると Fe_3C に起因する回折ピークの強度が非常に小さくなり、2hでは Fe_3O_4 のみの回折ピークが得られた。これらの試料のSEM画像を図4に示す。いずれの試料についても1 μm 前後の球状粒子の表面に100nm以下の微粒子が分散した形態の試料が得られた。

また、これらの試料の窒素吸脱着試験を行ったところ図5に示した吸脱着等温線が得られた。いずれの試料においてもIUPACのIV型の吸脱着等温線が確認できることから、各試料内にミクロ孔に加えメソ孔の存在が予測できる。

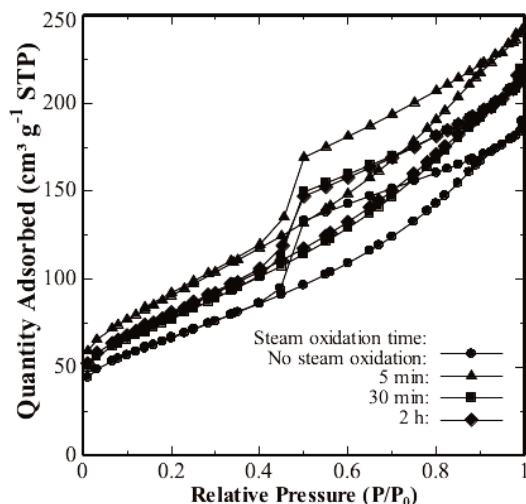


図5 N_2 adsorption and desorption isotherms of the steam oxidized samples at 500°C for 5 min, 30 min, and 2 h.

さらに、これらの試料のBET比表面積、平均細孔径、炭素含有率を表1に示す。いずれの試料も $200\text{m}^2\text{g}^{-1}$ を越える大きなBET比表面積を有し、BJHモデルによる平均細孔径も4~5 nm程度であった。また、炭素の含有量は40wt.%前後で、水蒸気を含む熱処理により炭素量が若干減少している。以上の結果から、噴霧熱分解法で得られた試料をその後窒素雰囲気、更には水蒸気を含む窒素雰囲気中で熱処理することで、 Fe_3O_4 ナノ粒子が分散した多孔質炭素マイクロ粒子を合成できることを明らかにした。

表1 BET specific surface area, average pore diameter and carbon content of the samples at different steam oxidation times.

Steam oxidation time	BET specific surface area ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$)	Average pore diameter (nm)	C(%)
C@Fe ₃ C	233	4.82	43
5 minutes	317	4.59	38
30 minutes	272	4.74	39
2 hours	280	4.63	36

噴霧熱分解により合成した試料を 700℃、4 時間、窒素雰囲気中で焼成後、水蒸気を含む窒素雰囲気 500℃で、5min、30min、2h、それぞれ熱処理を行った試料を電極活物質として用い、対極に金属リチウムを用いたハーフセルを作製し、充放電サイクル試験を行った。その結果を図 6 に示す。充放電サイクル試験は、カットオフ電位 0.01 ~ 3.0 V の範囲で電流密度 100mA g⁻¹ の条件で定電流充放電により行った。

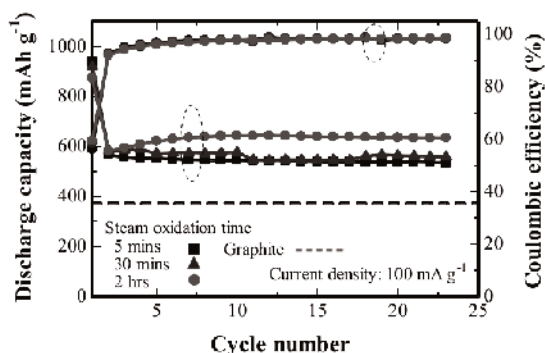


図6 Cycle performance of Fe₃O₄ nanoparticles dispersed porous carbon microspheres.

図から明らかなように、2h 水蒸気を含む窒素雰囲気中で熱処理を行った Fe₃O₄@C 複合体が最も大きな放電容量 (20 サイクル後の放電容量: 635 mAh g⁻¹) を示し、サイクル特性も良好であった。更に、クーロン効率 ((充電容量 / 放電容量) x 100 %) も 2 サイクル以降ほぼ 100% であった。

おわりに

噴霧熱分解法とその後の水蒸気を含む熱処理による簡便な合成プロセスにより、Fe₃O₄ ナノ粒子が多孔質炭素マイクロ粒子内に分散された複合材料の合成に成功した。さらに、この材料がリチウム二次電池の負極材料として使用できることを明らかにした。今後、この材料のリチウム硫黄電池の電極触媒としての性能評価を行う予定である。さらに、水蒸気を含む窒素雰囲気での熱処理において水蒸気濃度の影響についても検討を行う予定である。

金属錯体に基づく分子熱電素子の開発

東京工業大学(現東京科学大学) 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所 助教 田 中 裕 也



研究背景と目的

熱電変換技術は排熱を電気エネルギーへ変換する、環境調和型のエネルギー獲得手法である。金属電極に半導体を挟み、温度差をかけることで電流が生じる (図 1)。従来は用いられる半導体は無機材料であったが、最近、安全・安価かつその

デバイス作成コストが低い、有機材料に基づく熱電変換デバイスに注目が集まっている。一方、現状では有機材料の熱電変換性能が低いことが課題であった。そこで本研究では、高い熱電性能を示す分子性化合物として金属錯体を含む熱電材料を提案・実現することを目的とした。

熱電変換性能は電気伝導度、ゼーベック係数、熱伝導度により決定される。このうち有機材料では熱伝導度は優れており、残る二つの性能向上が課題である。そこで単分子レベルでの電気伝導度が $10^{-3}G_0$ ($1G_0 = 77.5\mu S$)、ゼーベック係数 $40\mu V/K$ を超える熱電材料の開発を目標とした。有機材料でこの値が低い理由として、電極と分子の間に生

じるエネルギー障壁が挙げられる。そこで高い熱電性能を実現する戦略として、申請者が独自に展開している金属錯体素子を用いて、(1) 金属錯体によるエネルギー状態の制御と(2) 金属錯体の集積化による金属間相互作用誘起を活用した。以下にその詳細を述べる。

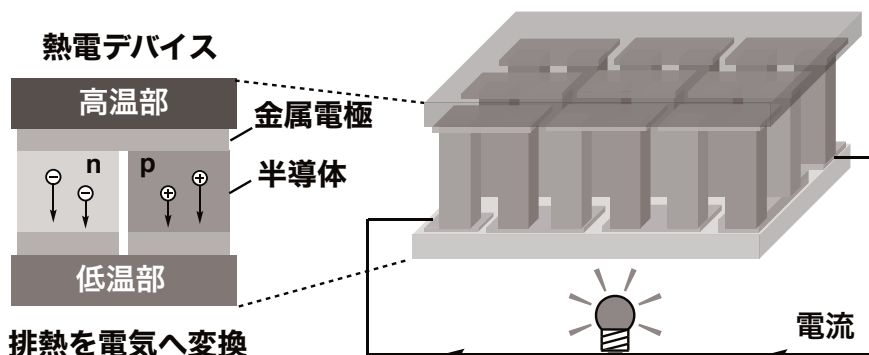


図1. 熱電変換デバイスの構造

研究結果

電極と分子のエネルギー障壁を小さくするため、電子豊富なルテニウム錯体を用いた多核金属錯体素子 1^n ($n=2-4$) を設計した。分子構造の同定は核磁気共鳴装置、質量分析装置で行なった。まず、走査型電子顕微鏡ブレイクジャンクション (STM-BJ) 法により電気伝導度を評価した。本手法では、分子を含むメシチレン溶液を清浄な金基板に浸漬し、STM 金探針を上下動させる。分子が金基板と金探針間を架橋した際の伝導度を計測し、これを 2000 回繰り返して得られるヒストグラムから単分子電気伝導度を決定する (図 2a)。最も短い二核錯体 1^2 では $2.2 \times 10^{-3}G_0$ にピークを示した (図 2b)。同様に三核錯体 1^3 と四核錯体 1^4 ではそれぞれ $7.2 \times 10^{-4}G_0$ および $3.8 \times 10^{-4}G_0$ と決定した。これら値を分子長に対してプロットするとその減衰定数は $0.08 \text{ \AA}^{-1}$ と求まり、一般的な有機分子と比べて低い値を示した ($0.20 \text{ \AA}^{-1}$)。

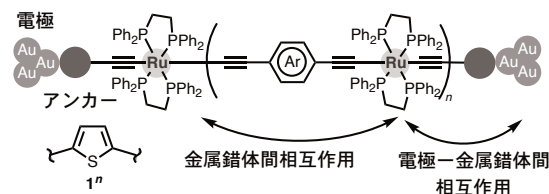


図2. 金属錯体素子の構造

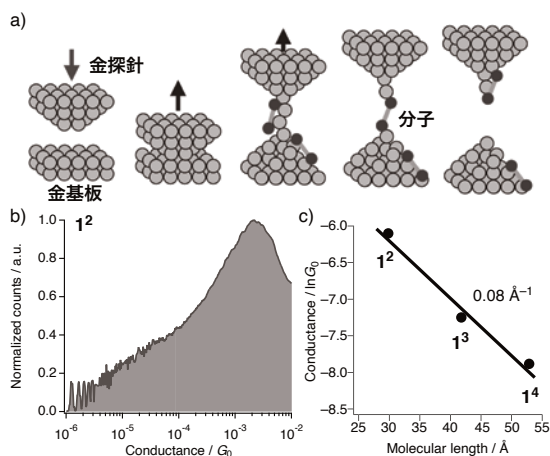


図3. (a) STM ブレイクジャンクション法の模式図、
(b) 二核錯体 1^2 のルテニウム多核錯体 $\text{Th}_2\text{-Th}_4$ の単分子電気伝導度計測 (0.05 mM in mesitylene)

続いて熱起電力計測によるゼーベック係数の評価を行った。上述と同様に金基板に分子を浸漬させ作成した単分子膜に、ガリウム-インジウム共晶 (EGaIn) 電極で接合し分子接合を形成する (図 4 a)。金基板を加熱して生じる熱起電力を計測し、異なる温度で得られた熱起電力のプロットからゼーベック係数を算出した。二核錯体 1^2 では温度勾配をかけるにつれ負の起電力を観測し、12 度の温度差では、約 -2 mV に到達した。その傾きからゼーベック係数は $145\mu V$ と正の値となり、ホール輸送特性が明らかとなった。三核錯体 1^3 と四核

錯体 1^4 では、ともに $141\mu\text{V}$ であり、全ての錯体で高い値を示した。この値は目標としていた $100\mu\text{V}$ を超える高い値である。フェニレンと比べても2倍程度高い値となった。

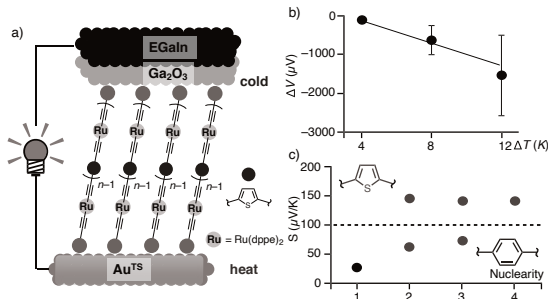


図4. (a) 熱起電力計測の模式図、(b) 1^2 の熱起電力計測、(c) ゼーベック係数の金属錯体核数効果

まとめ

本研究ではチオフェンを架橋配位子として持つ金属錯体分子素子の合成と熱電性能評価を行った。単分子電気伝導度計測では $10^{-3}G_0$ を超える高い伝導度を示した。また金属錯体核数の伸長に伴う減衰は低い値に留まり、目標としていた $40\mu\text{V/K}$ を大きく上回る値と示した。今後はより優れた熱電特性を示す金属錯体素子の開発を目指す。

スマート浸炭処理の開発と鋼の高疲労強度化

慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 教授 小 茂 鳥 潤



本研究では従来の浸炭処理の問題点を解決する目的で、雰囲気制御高周波誘導加熱微粒子ピーニング (Atmospheric-controlled Induction Heating - Fine Particle Peening : AIH-FPP) に着目した。AIH-FPP 処理は、基材を高周波誘導加熱により高温に保持しながら、微粒子を高速で投射する処理である。これまでに、鋼粒子の表面に炭素粉末を被覆した炭素鋼/Mechanical Coating 粒子を用いて AIH-FPP 処理を行うことで、鋼材表面に炭素が拡散することを我々は明らかにした。また、AIH-FPP を用いた浸炭焼入れを行った SCM420H 鋼製の砂時計型試験片の疲労特性を評価した結果、通常のガス浸炭焼入れを行った試験片に対し大きく劣ることがわかった。その要因は、酸化被膜の形成などにより拡散した炭素量が少なく、表面近傍が十分に高硬さ化していないためと考えられる。

そこで本研究では、AIH-FPP を用いた浸炭焼入れプロセスによる SCM420 鋼の疲労特性の大幅な向上を目的とした。処理中の酸化被膜の形成を防ぐため、新たな AIH-FPP 処理装置を作製し、作製した処理装置にて炭素拡散が可能か確認を行った。その後、作製した処理装置を用いて、

SCM420 鋼製の砂時計型試験片へ AIH-FPP 処理を行い、AIH-FPP 処理が硬さなどに及ぼす影響を調べた。最後に、AIH-FPP 処理を行った試験片の疲労特性を調べ、検討・考察を加えた。

得られた結論は以下の通りである。

- (1) 本研究で構築した新しい AIH-FPP 処理装置は、試験片全体を収容可能な大型の亚克力製チャンバを有し、真空ポンプを用いた雰囲気置換が可能であり、ステッピングモータを用いて試験片を回転可能という特徴を有する (図1および2参照)。構築した処理装置を用いて工業用純鉄製の砂時計型試験片に対し AIH-FPP を用いた浸炭プロセスを行った結果、酸化被膜が形成されることなく、表面近傍に炭素が拡散可能であることが明らかになった。
- (2) 構築した AIH-FPP 処理装置を用いて、SCM420 鋼製の砂時計型試験片に対して AIH-FPP を用いた浸炭プロセスを行った。その結果、表面近傍に炭素が拡散し、表面炭素濃度が 0.5% 程度まで上昇することが明らかになった。また、炭素拡散後に再焼入れを行うことで、試験片表面近傍の硬さが

700 HV 以上まで上昇することが明らかになった (図 3 参照)。

- (3) AIH-FPP を用いた浸炭プロセスの炭素拡散のメカニズムは、従来のガス浸炭焼入れとは異なるメカニズムであることが明らかになった。具体的には、表面に移着した炭素 / 銅 Mechanical Coating 粒子由来の炭素が気体状態を介さず拡散するものである。そのため、一酸化炭素が発生せず、処理中に排気ガスが発生しない。また、AIH-FPP を用いた浸炭プロセスは、ガス浸炭焼入れと炭素拡散のメカニズムが異なるため、粒界酸化層が形成されず表面近傍で硬さの低下が起きないことも明らかになった。
- (4) AIH-FPP を用いた浸炭プロセス後に再水焼入れを行った SCM420 鋼製の砂時計型試験片の軸荷重疲労試験を実施し、疲労特性を評価した (図 4 参照)。その結果、AIH-FPP を用

いた浸炭プロセス後に再水焼入れを行った試験片は、未処理材に比べ優れた疲労特性を有することが明らかになった。これは、表面近傍の硬さの上昇や圧縮残留応力の生起によって、疲労き裂の発生・進展が抑制されたためと考えられる。また、AIH-FPP 処理後に再水焼入れを行った試験片では、AIH-FPP 処理中に溶着した投射粒子の周辺から疲労き裂が発生していたが、溶着した投射粒子の位置や数により、疲労強度には大きなばらつきが見られた。しかし、浸炭層表面から疲労き裂は発生していなかったことから、AIH-FPP を用いた浸炭プロセスにより試験片表面は十分に強化されたと考えられる。

以上に示したように、AIH-FPP を用いた浸炭プロセスにより SCM420 鋼の疲労特性が大幅に向上可能であることが明らかになった。

図表

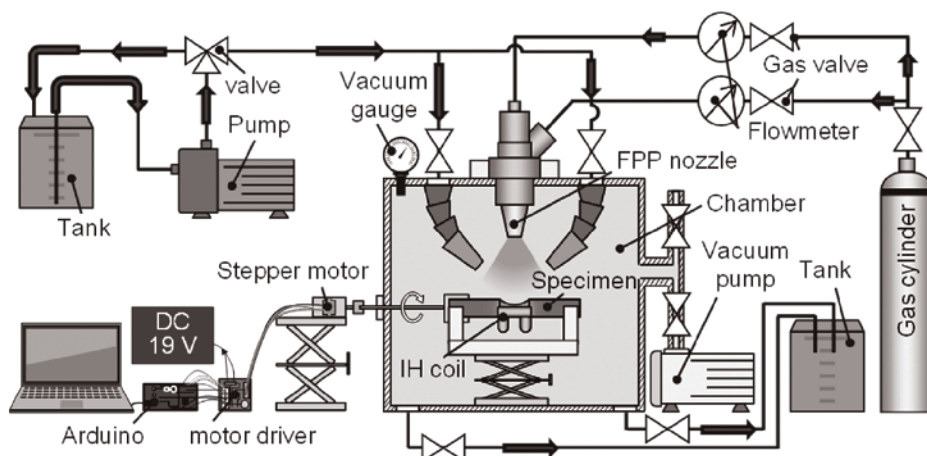


図 1 処理システムの構成図

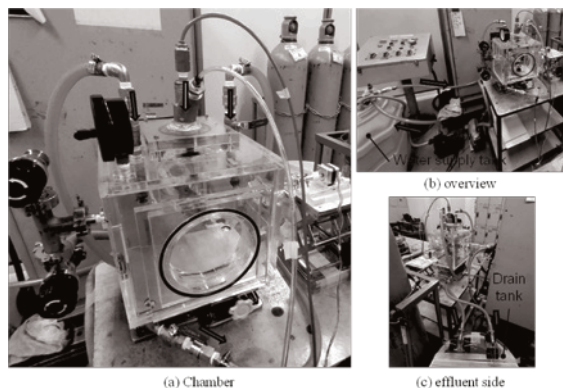


図 2 構築したシステムの写真

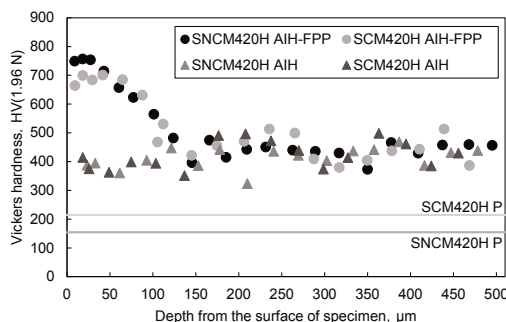


図 3 試験片の処理部断面の硬さ分布の比較: SNCM 420 HとSCM 420 Hは利用した素材のJISによる分類を表す。そのあとに続く AIH-FPP は、浸炭処理を施したことを意味する。AIH は微粒子を投射せずに熱履歴のみを与えた試験片の硬さ分布である。

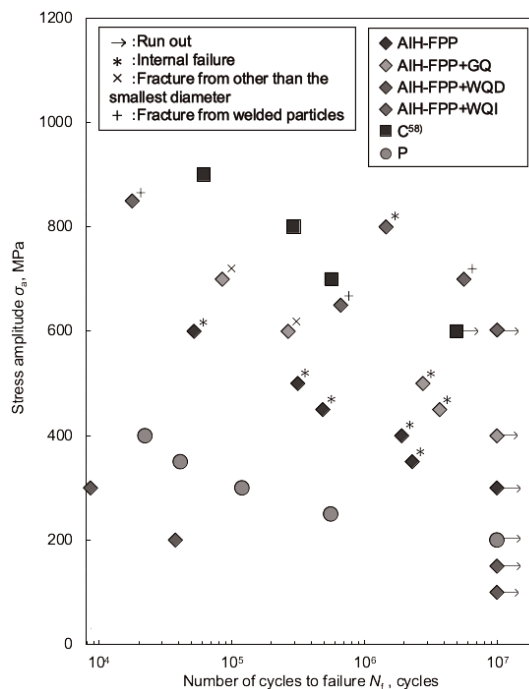


図4 軸荷重疲労試験の結果

AIH-FPP シリーズ: 微粒子投射のみをした試験片
 AIH-FPP+GQ シリーズ: 開発したシステムで処理したのちガスにより焼入れした試験片
 AIH-FPP+WGD シリーズ: 浸炭処理後に水冷を行った試験片
 AIH-FPP+WGI シリーズ: 市販の高周波焼入れ装置で再焼入れを行った試験片
 C シリーズ: 一般的なガス焼入れを施した試験片
 P シリーズ: 鏡面研磨のみを施した試験片

環境発電のためのn型有機材料の開発

山口東京理科大学 工学部 医薬工学科 講師 秦 慎一
 (元東京都立大学 都市環境科学研究科 環境応用化学域 特任准教授)



半導体技術は急速に進歩しており、有機太陽電池、電界効果トランジスタ、ウェアラブルデバイスなど、低コストで環境に優しく持続可能な技術に対する需要が高まっている。カーボンナノチューブ (CNT) は、これらの要件を満たす有望な材料の1つであるため、CNTを電子的に酸化または還元してp型またはn型の半導体特性を制御するドーパント分子を使用すると、CNT結晶の不可逆的な損傷を効果的に防ぎ、品質と特性を維持できる。しかし、比表面積の大きいCNTの電子特性 (熱起電力および局所状態密度) では、特に大気中の酸素などの分子の分子吸着とその結果生じる電子受容により、n型CNTが容易にpドーピングされるという重大な問題が解決されてい

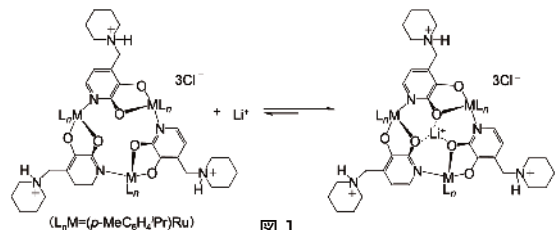


図1

図1 水中でLi⁺と選択的に錯体を形成するように設計された三核金属マクロサイクル化合物 (受容体) の構造。3つの事前配置された酸素供与原子はLi⁺との錯体形成を促進し、錯体中の金属-酸素結合の極性が高いため、静電気的理由によりLi⁺が効果的に捕捉される。

ない。本研究では、アルカリ金属イオンの有効性に関する調査の一環として、水中でLi⁺を認識して抽出することができる三座配位子を持つRu錯体 (図1) に着目した。本研究では、CNT表面に

吸着したこの受容体分子の分子層の特性を考慮して、高温用 n 型 CNT の作成に関する予備的な検討

を提供する。

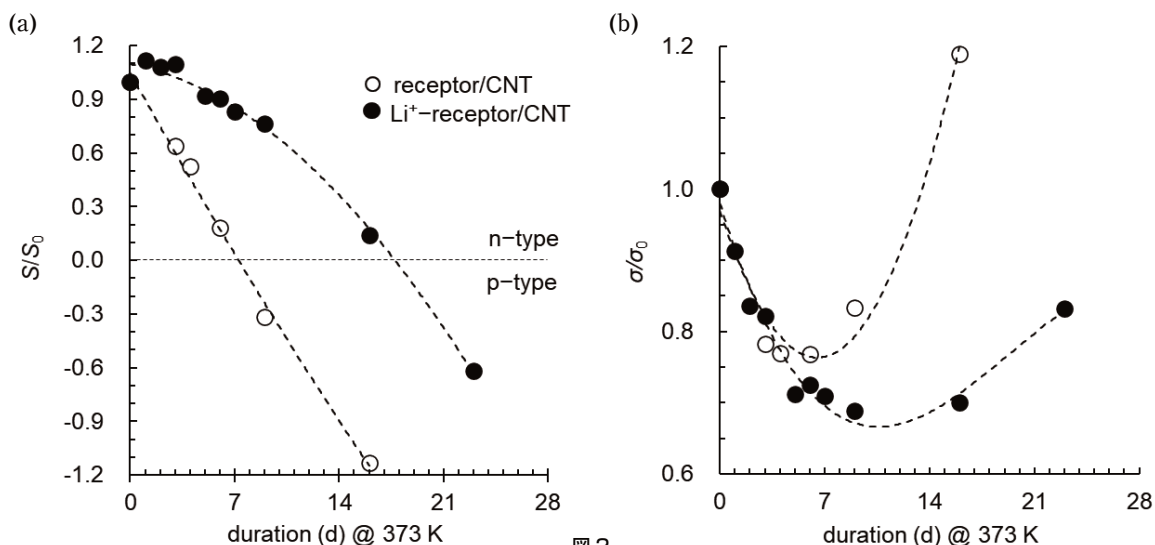


図2 373Kの空气中における受容体/CNTとLi⁺受容体/CNTの安定性。(a) 持続時間にわたるn型ゼーベック係数と初期n型ゼーベック係数(S/S_0)、および(b) 電気伝導率と初期電気伝導率(σ/σ_0)。

両サンプルは、n型寿命を評価するために暗所、空气中373 Kのブローボックス内でエージングし、ゼーベック係数(S)と電気伝導度(σ)を定期的調べた(図2)。受容体/CNTとLi⁺受容体/CNTのn型寿命はそれぞれ少なくとも6日と16日であり、Li⁺の安定化効果があることを示した。最小の σ 値は、負の S 値から正の S 値へのクロスオーバーとも一致しており、この挙動はp型ドーパント酸素分子とn型ドーパントが相互に補償するサンプルの様子と一致する。この結果は、熱酸素条件下でのn型安定化に関する興味深い洞察を提供し、純粋な受容体とは異なり、Li⁺受容体内の吸着ドーパント層が分子状酸素との求電子反応を抑制し、p型ドーピングを妨げることを示唆している。

受容体/CNTよりも細いCNTバンドルを形成するLi⁺受容体/CNTは、高温で最大10日間持続するn状態を持ち、材料表面にn安定化因子が存在することを示している。ラマン測定の結果では吸着分子層の電荷密度に対するLi⁺受容体分子の寄与が受容体分子の寄与よりも大きいことを確認され、加えて水吸着等温測定により、Li⁺の負荷によりCNT表面上の受容体分子膜の親水性が増加することが明らかになった。さらに熱重量測定により、323 ~ 443 Kの範囲での吸着水の見かけの重量減少は6.1%で、これはLi⁺受容体分子1個

あたり17個の水分子に相当し、Li⁺の負荷により水和水の量が増えることが示された。つまり、Li⁺受容体の化学構造の親水性が増すと、非共有結合(水素結合や静電結合など)によって水分子と化学的に結合し、化学的に補充されたLi⁺を含む水分子がCNT表面に吸着した受容体層から物理的に排除される。373 K 雰囲気中でのn安定性の向上の要因は、熱活性酸素分子のCNT構造への拡散浸透がカチオンドーパント層への拡散浸透に比べて遅くなることにある。これにより、CNTの電子活性部位と酸素の間で起こる求電子酸化反応が速度論的に抑制される。

今後系統的に制御された相対湿度条件下での、酸素が安定性の低下と関連する物理的および化学的メカニズムを解明し、水の蒸発(または蒸発速度)と脱ドーピングの時間定数の詳細な定量的比較を行う必要がある。対酸素性ドーパントシェルを設計するために使用される水と可能な親水性ドーパント/ナノチューブエンジニアリングは、n型材料の化学的不安定性の問題を解決する鍵であり、高温用途の熱電ジェネレーターの開発に重要な技術として役立つと期待される。

バナジウムを用いたNbC電極触媒の高効率かつ炭素蓄積型固相合成技術の開発

新潟大学 自然科学研究科 准教授 齊 藤 健 二



研究の目的

炭化ニオブ (NbC) は、超硬合金用添加剤として産業利用されているだけでなく、超伝導や触媒等への応用も検討されている。ここで、本物質の一般的な合成法の一つであるカルボサーマル法は、Nb₂O₅ と C との固相反応を用いるが、合成温度は約 1500°C を要し、温室効果ガスも排出する。そこで、このようなエネルギー多消費型かつ環境負荷の大きな製造プロセスの見直しが求められる。本研究では、熱力学的視点に基づき、バナジウム (V) を炭素キャリアかつ酸素受容体とした新たな反応設計を行うことを目的とした。

実験

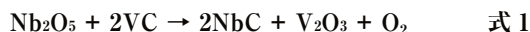
Nb₂O₅ と VC を混合した後にペレットに成形し、管状炉の中央にセットした。Ar 下、種々の温度でペレットを焼成した。得られたペレットを粉碎後、硝酸処理、洗浄、および乾燥することで目的物を得た。リファレンスとして、Nb₂O₅ と C の反応も硝酸洗浄を除く同様の手順で実施した。

結果と考察

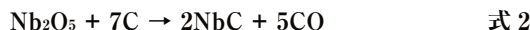
合成温度を 1000°C に固定し、カルボサーマル後に得られた生成物を XRD で確認した (図 1a)。Nb₂O₅ と C との反応により得た生成物は、原料の他、NbO₂ や Nb₁₂O₂₉ であった。これらの還元型 Nb 酸化物は、NbC の合成中間体として知られている¹⁾。一方、C の代わりに VC を用いると、還元型 Nb 酸化物は一切確認されず、NbC と V₂O₃ の回折パターンが得られた。硝酸を用いて V₂O₃ を酸化除去すると、NbC の単一相となった。しかし、生成物の XRD ピークは、純粋な NbC のものと比べて高角度側へシフトしていた。Rietveld 法と Williamson-Hall 法を用いた回折パターンの解析、SEM-EDS による元素分析、および DFT 計算の結果、NbC の Nb サイトには V が置換されており、その置換量は合成温度と正の相関を示すことがわかった。置換量は、最小 (1000°C) で 16.6%、最大 (1300°C) は 47.9% であった (以降、

生成物を NbC:V と表記する)。

本反応機構を確認するため、Si を内部標準とし、生成物の時間変化を調査した。その結果、合成中間体として VNbO₄ が生じること、さらには NbC の結晶化が 750°C 付近から進行すること (図 1b) がそれぞれ示された。C を用いた場合と比べて中間体に変化が生じたのは、VNbO₄ の構成元素の酸化数 (V: 3 価、Nb: 5 価) が原料のものとはほぼ一致しているためと考えられる。反応前後のペレットの質量変化から生成ガスを調査したところ、温室効果ガスはほぼ生じていないことがわかった [Ca(OH)₂ 水溶液を僅かに濁らせる程度は生成している]。さらに、FE-SEM により粒子形状を調査し、VC から NbC へのトボクティック反応ではないことも確認した。よって、主反応機構を次のように推定した。式 1 は、式 1-1 と 1-2 の合計である。



一方、式 2 は従来の NbC 合成における反応式である。



式 1 において、炭化物の生成エンタルピーはほぼ同等であるため、実質的な反応熱は V₂O₃ と Nb₂O₅ の差分となり、これは式 2 のものより負に大きい。以上より、NbC の合成温度が大幅に低下したのは、熱力学的ドライビングフォースが増加したこと、および合成中間体が変わったことが主な要因と考えられる。

NbC:V の触媒性能は、電気化学的水素生成反応 (HER) により評価した。水素生成の過電圧 (水素生成によるカソード電流密度が 10 mA cm⁻² に到達した際の電圧 vs. RHE) は、1300°C で得た NbC:V において最小となった。これは、適度な V を

置換した際、電荷移動抵抗が低下したためである。

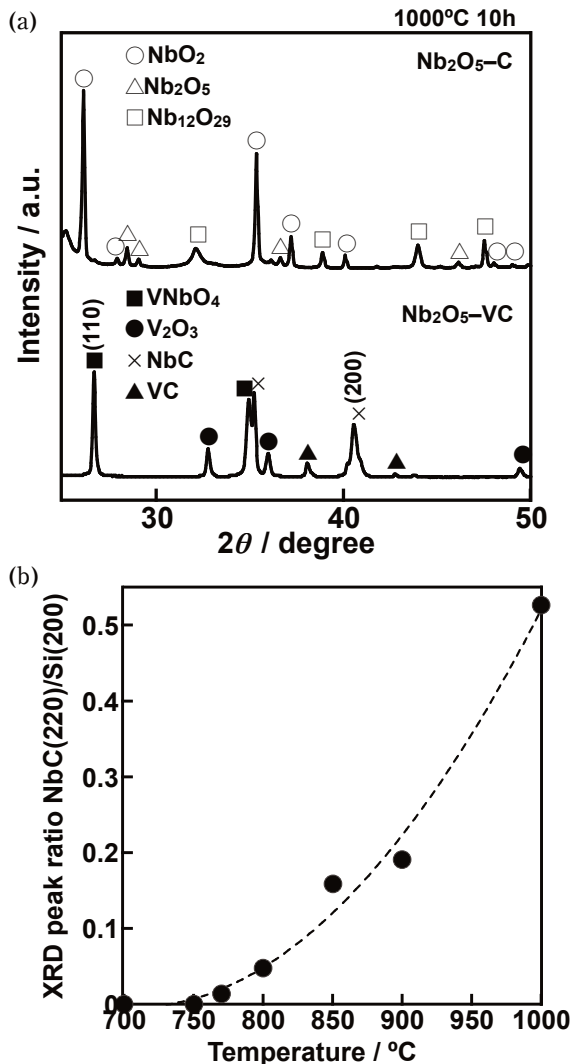


図1. (a) Nb_2O_5 と VC または C を 1000°C で焼成して得た生成物の XRD、(b) 合成温度に対する NbC の XRD ピークの変化

まとめと今後の展望

NbC 合成のためのカルボサーマルプロセスに V を介在させることで、合成温度は 1450°C から 1000°C へと低下し、温室効果ガスもほぼ排出しないことを明らかにした。今後は、原料を化学的に改質し、さらなる合成温度の低下と NbC の純度を向上させることを検討する。

発表論文

Saito, K.; Jinushi, T.; Soga, I. Solid-State Synthesis of Niobium Carbide Electrocatalyst in the Presence of Vanadium as Suppressor of Energy Input and Greenhouse Gas Emission. ACS Omega, 2024, 9, 7069-7074.

参考文献

[1] Teixeira da Silva, V. et al. Niobium Carbide Synthesis from Niobium Oxide: Study of the Synthesis Conditions, Kinetics, and Solid-State Transformation Mechanism. J. Solid State Chem. 1996, 123, 168 – 182.

データ科学による水素燃焼特性の開拓

岐阜大学 工学部 機械工学科 准教授 朝 原 誠



1. 目的

本研究では、水素噴流火炎の自発光を高速度カメラで撮影し、得られた時系列画像を分析することで、水素噴流火炎の非定常特性の抽出を

目指す。画像分析には、時間平均及び標準偏差による火炎の主要構造と変動成分の抽出に加え、著者らが提案した FFT-iFFT 解析と特異値分解 (singular value decomposition, SVD) 解析) によ

る特徴量を抽出し、将来的な水素ガス設備の安全
利用技術への寄与を目指した。

2. 実験方法

図1に実験装置の概略を示す。レギュレーター
により任意のよども圧に調整された水素をピン

ホールから水平方向に噴出し、イグナイターによ
り強制的に着火することで噴流火炎を形成した。
よども圧 p_0 とピンホール直径 d_e は表1に示される
条件とした。噴流火炎の自発光撮影には高速度カ
メラ（Phantom T1340）を用いた。

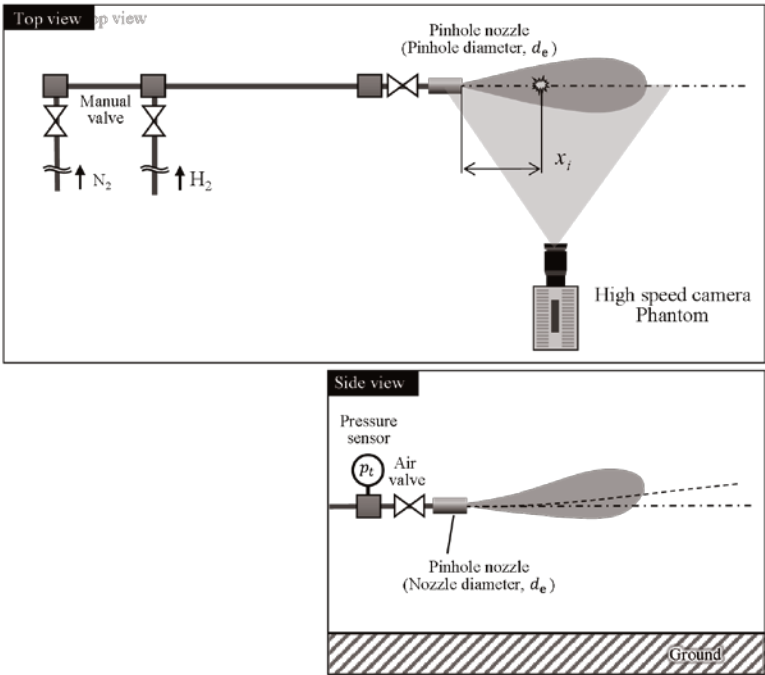


図1 Schematic of experimental apparatus

表 1 Experimental conditions.

θ [mm]		p_0 [MPa]			
		0.2	0.4	0.6	0.8
d_e [mm]	1.0	--	0.42	--	0.59
	2.0	0.59	0.84	1.02	1.18
	3.0	0.89	1.25	1.53	1.77

3. 画像解析法

高速度カメラにより撮影された噴流火炎自発光
の時系列画像から輝度値の時空間情報、よども圧
情報、ピンホール直径情報を格納する四次元の
データセット（図2）を構築し、スライシング、

ダイシング、ドリルダウンなどの統括的なデータ
処理を試みた。本稿では任意のよども圧とピン
ホール直径でスライシングした二次元の時空間輝
度データ行列 X に対してSVD解析を施した。

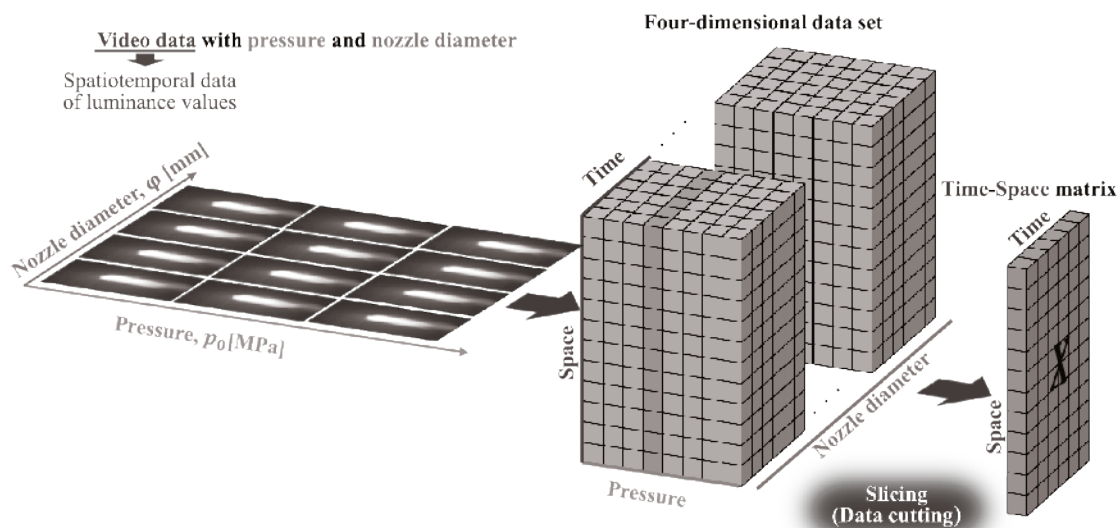


図2 Dataset construction for time series images of hydrogen jet flame

SVD 解析 (図 3) は

$$X = U \Sigma V^T \quad (1)$$

により、行列 X を分解して解析する手法である。SVD は、時空間輝度データ行列 X を、左特異ベクトルから構成される左特異行列 U 、モードの寄与率を示す特異値行列 Σ 、右特異ベクトルから構成

される右特異行列 V に分解される。特異値列 Σ は対角行列であり、対角成分 σ_k は対応する特徴量の寄与率を示している。左特異行列 U は時間変化する空間的な輝度特徴量を示す空間モード行列で、空間モードベクトル u_k は特異値 σ_k に対応する。この空間モードベクトル u_k を輝度の二次元空間配列に逆処理することで、空間輝度分布の特徴量の空間構造を可視化することができる。

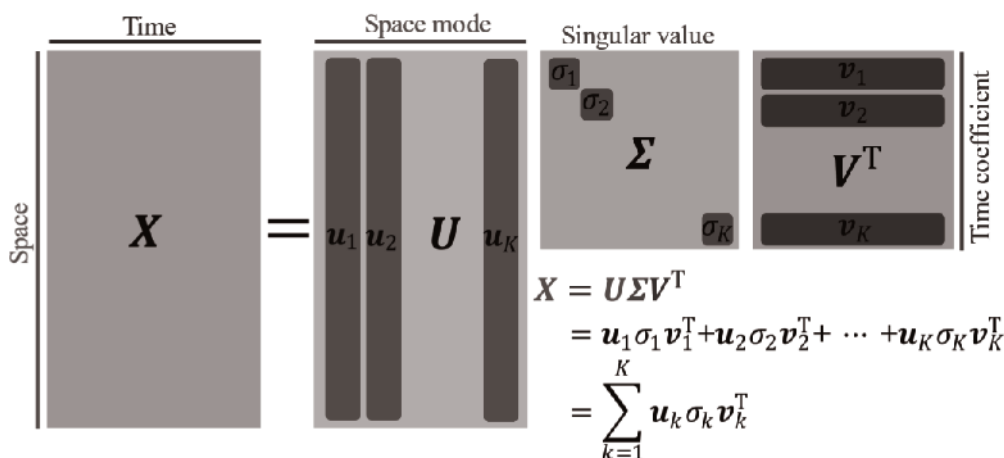


図3 SVD Analysis

4. 結果及び考察

SVD 解析により水素噴流火炎の非定常特性の抽出を試みた。本研究では、時空間輝度データ行

列 X と時間平均輝度値との差分に対して SVD 解析を施すことで、時間平均場との差の時空間特徴が抽出される。図 4 に SVD 解析によるモード数 k

と寄与率 σ_k または累積寄与率 $\sum_{i=1}^k \sigma_i$ との関係を示す。低次のモードほど寄与率が大きく、120 モー

ドまでの累積寄与率で全体の 50% を占めることがわかる。

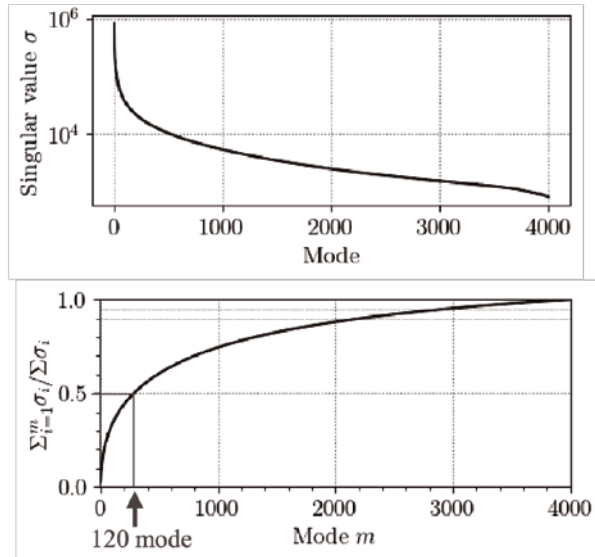


図4 Contribution rate and cumulated contribution rate of SVD modes

図5にSVD解析結果と対応する卓越周波数成分を抽出した結果を示す。SVD解析により分解された空間モード行列 U の列成分ベクトルである空間モードベクトル u_k を二次元空間で可視化することで、水素噴流火炎を構成する主要構造が抽出される。また、寄与率 σ_k と時間係数行列 V^T を構成する時間係数ベクトル v_k^T との積である時間係数 $\sigma_k v_k^T$ を時間情報に逆変換することで第 k モード寄与率の時間変動が示される。空間モードより、第1モードと第2モード、第3モードと第4モード、第5モードと第6モードの輝度パターンが酷似していることがわかる。第1、2モードでは、噴流火炎の基部と先端部で異符号の特徴がみられ、第3、4モードでは、噴流方向と噴流軸上下にいくつかの異符号の輝度パターンが形成されており、第5、6モードでは、噴流方向に異符号輝度パターンが形成されている。SVD解析に得られる時間係数 $\sigma_k v_k^T$ にFFT解析を施すことで得られる卓越周波数は、第1、2モードで2 Hz、第3、4モードで50 Hz、第5、6モードで120 Hzであった。

次に、SVD解析により分解された $u_k \sigma_k v_k^T$ を二次元空間の時間変動輝度データに逆変換することで、任意モードで構成される水素噴流火炎の自発光時系列画像（動画）を再構築した（図6）。第1-2モード及び第1-10モードの再構築データでは、水素噴流火炎のフラッピングが顕著に示され

るが、第1-50モードの再構築データからは、噴流方向の複雑な流動挙動がみられる。さらに、第1-500モードの再構築データでは、元データとほぼ同等の挙動が示された。第1-500モードのデータを構築する第1-200モード、第100-200モード、第200-300モード、第300-400モード、第400-500モードの再構築データをそれぞれ比較すると、高次モードなほど微細な構造を有していることがわかる。

5. まとめ

水素噴流火炎を高速度カメラで撮影し、輝度値の空間、時間、ピンホール直径、よどみ圧の四次元データセットを構築した。さらに、任意のピンホール直径、よどみ圧でスライシングして得られる時空間輝度データ行列にSVD解析を施すことで、噴流火炎の特徴が抽出された。第1、2モードからはフラッピングに対応する周波数での輝度パターンが、第5、6モードからは噴流方向の相関で抽出された周波数での輝度パターンが顕著に現れた。

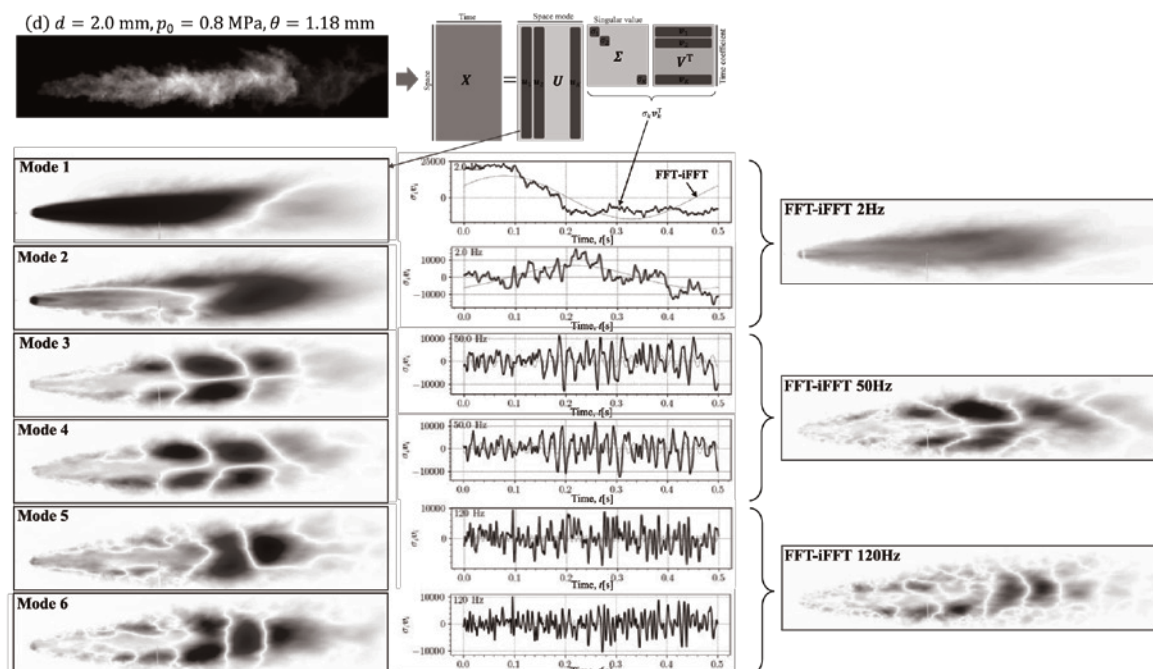


図5 Spatial modes and time coefficients from SVD analysis of hydrogen jet flame

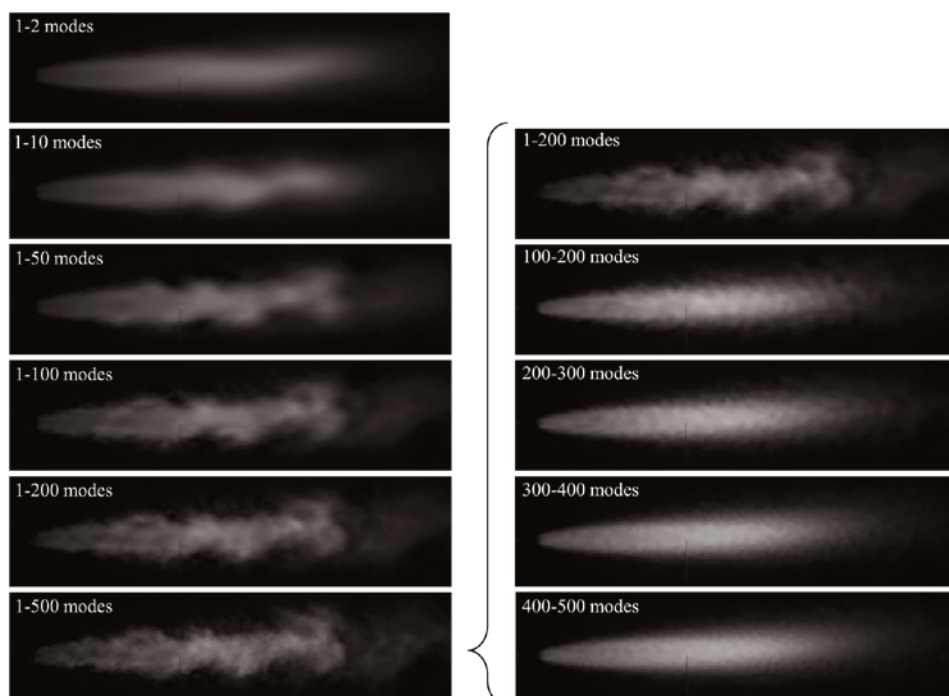


図6 Time-series image of hydrogen jet flame reconstructed in the modes extracted by SVD analysis

噴流の熱拡散制御に関する実験研究

名古屋大学 工学研究科 自動車工学プログラム 教授 伊藤 靖 仁



1. 緒言

噴流とは、ノズルなどの小さな開口部から流体が噴出する流れのことであり、エアコンやエアカーテンなど、多くの工学的応用で広く使用されている。エアコンの場合、温度を効率的かつ均一に変化させるために、噴流の混合と拡散が強くなる必要がある。一方で、エアカーテンの場合、拡散を抑制し、2つの空間を分離する必要がある。このため、噴流の混合および拡散は、工学的応用の効率向上の観点から非常に重要な研究対象となっている。

噴流の混合拡散の特性は出口形状によって大きく異なる。アスペクト比が小さい矩形噴流の特徴の一つとして、噴流の断面形状は元の形状を維持せず、流れ方向に応じて変化する「スイッチング現象」が挙げられる。この挙動は噴流混合および拡散に重要な影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では、異なるアスペクト比を持つ矩形噴流の混合および拡散を調査することを目的として実験を行った。

2. 実験方法

図1は風洞の概略図を示している。風洞全体の長さは1550 mmであり、拡大部および収縮部の長さはそれぞれ900 mmおよび350 mmである。先端にはスキマーが取り付けられており、噴流出口形状を決定する。その断面形状を図2に示す。矩形噴流のアスペクト比は1、2、3に設定し、基準として円形出口の場合も試験した。以下、アスペクト比1のケースをAR1、その他のケースも同様にAR2、AR3と呼称する。矩形噴流の場合、小さい辺および大きい辺の長さは、それぞれ11 mm～20 mmおよび20 mm～33 mmの範囲で変化させた。一方、円形噴流の直径は30 mmに設定した。水力直径 d および初期一様速度 U_0 に基づくレイノルズ数は、すべてのケースで14,000に統一し、流速 U は6.7 m/s～12.1 m/sの範囲で変化させた。瞬間速度の計測は熱線流速計を用いて、温度の測定は熱電対を用いて行った。

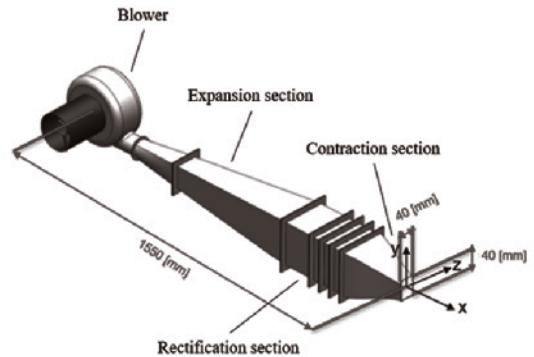


図1 風洞の概略図

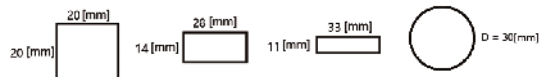


図2 スキマーの形状図

3. 結果と考察

図3は、矩形噴流の場合の半値幅位置のコンターの流れ方向の発達を示している。図から明らかなように、噴流の断面形状の変化はそれぞれの噴流で特徴的であるが、アスペクト比が大きいほど軸の入れ替わりが遅れることが見てとれる。

噴流は発達過程で周囲の流体を巻き込みながら進行するため、流量は混合の指標となる。図4は、噴流出口における初期流量 Q_0 で正規化した流量 Q の発達を示している。4つのケースの中で円形噴流の流量がすべての測定位置で最も大きく、AR1のケースが次に大きい。AR2とAR3のケースでは、初期の流量はほぼ同じであるが、 $x/d \approx 10$ 付近からAR3の流量がAR2を上回るようになった。

図5に、噴流中心軸上における熱フラックスの主流方向分布を示す。円形噴流の場合には矩形噴流の場合に比べて値が小さい、つまり噴流成分が相対的に遠方に伝わりにくいことがわかる。これは円形噴流の場合の方が周囲流体との混合がより進行するため、噴流が半径方向に拡散され、結果として中心部における速度がより低下したことが主因である。このことは、例えば人がいる局所に

だけエアコン風を届けたい場合には矩形出口、部屋全体などより大きな領域の温度制御をしたい場合には円形出口がより効率的であることを示唆する。一方矩形噴流同士を比較すると、その違いはほとんどない。巻き込み流量が異なるにもかかわらず中心部での熱フラックスがほぼ同程度となったのは、スイッチング現象を含めた噴流断面形状の変化のためであると考えられる。

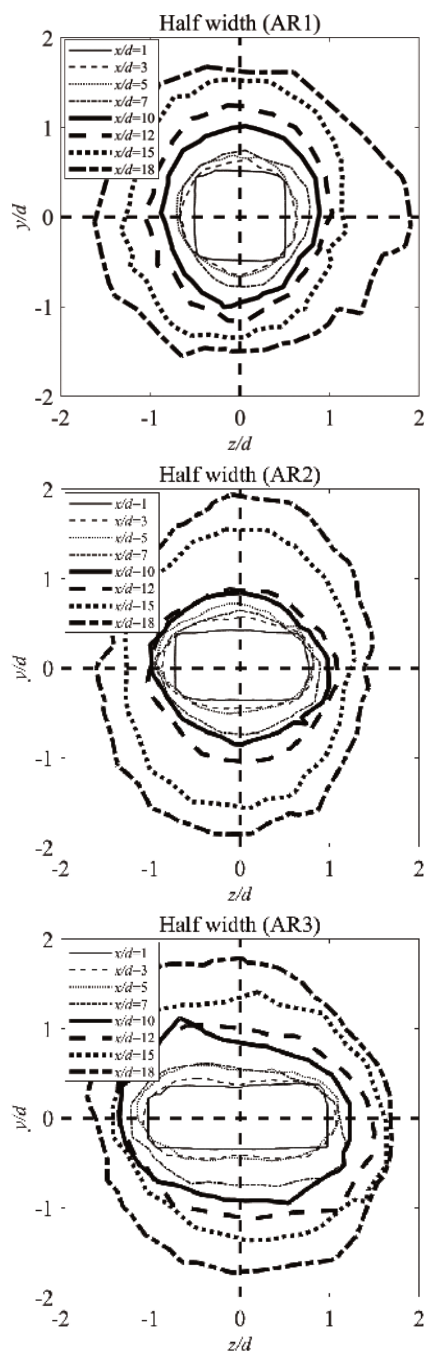


図3 半値幅位置の断面形状図。

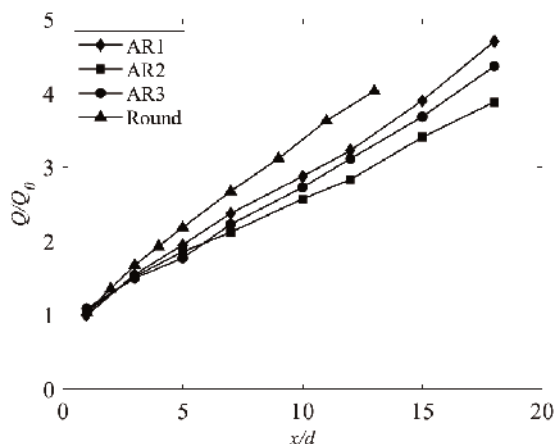


図4 流量の主流方向分布。

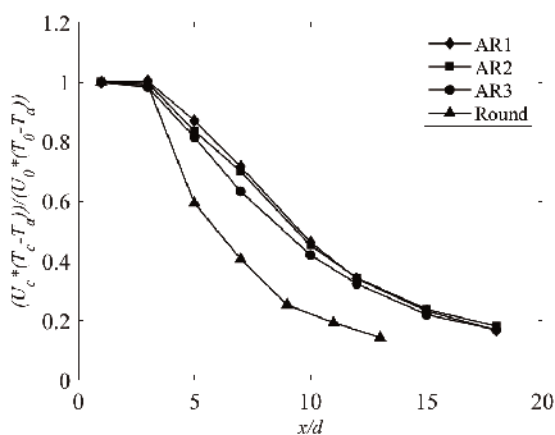


図5 噴流中心における熱フラックスの主流方向分布。

4. 結言

本研究では円形および矩形噴流に対する速度・温度の計測実験を行い、以下の知見を得た。

1. 周囲流体の混合は、円形噴流の方が矩形噴流より大きい。また矩形噴流同士ではアスペクト比の大小には従わず、正方形の場合が一番大きく、アスペクト比が2の場合が一番小さい。
2. 中心部における熱フラックスは、円形噴流の場合の方が矩形噴流より小さい。また矩形噴流の場合には、出口形状の影響はほとんどない。

深層学習による伝熱面のマイクロ特性の最適化



大阪大学 工学研究科 機械工学専攻 教授 芝原正彦

1. 緒言

近年、研究開発が進められている人工知能は、さまざまな分野で目覚ましい発展を遂げている。その例が機械・深層学習であり、顔認証や指紋認証、自動運転へその技術が応用されている。機械・深層学習を熱工学へと応用することを試みた研究例も近年多数見られるが、巨視的な伝熱特性を最適化する原子・分子スケールのマイクロ特性の空間分布を予測することに用いられた例は少ない。そこで、本研究では、熱界面材料との接触熱抵抗を極小化する伝熱面や沸騰伝熱時の気泡核生成を最大化するの伝熱面のマイクロ特性（表面粗さ、濡れ性等）の空間分布を高速に予測することを目的として、限定された数の分子動力学解析の結果から、機械・深層学習を用いて最適なマイクロ特性の空間分布を高効率に決定するための方法論を開発することを目的とした[1]。また、同時に生成 AI の一つである敵対的生成ネットワーク（GANs）を用いて、分子動力学解析（Molecular Dynamics: MD）による物性計算自体を高速化する研究も試みた[2]。本報告では、固液界面熱抵抗（Interfacial thermal resistance: ITR）を最小・最大とする原子スケールの界面微細構造を機械学習によって予測した例を報告する。

2. 分子動力学モデルと機械学習モデル

本研究では、コンセプトの検証を目的として、12-6 Lennard-Jones ポテンシャルで分子間相互作用が表現される固液界面系を分子動力学のモデルとして ITR を計算した[1]。ここで、図1に示す2原子の横幅を1列として、1原子の高さの超微細構造（以下、ナノ構造と称する）が付与された列と付与されていない列が表面上にランダムに半数ずつ存在する場合に、400 パターンの表面構造と ITR の関係を分子動力学解析で求めて、機械学習データに供した。

また、機械学習モデルとして畳み込みニューラルネットワーク（Convolution Neural Network: CNN）を用いて ITR の予測を行った。本研究

では、前述のナノ構造が付与されている列を1、付与されていない列を0とし、その分布を「00011001111010001101」のように配列で表現した。学習率を0.001とし、最適化手法にはAdam法を用い、CNNモデル入力されるデータには全てmin-max法による正規化を施した。

3. 機械学習モデルによる固液界面熱抵抗予測

最初に、本研究で作成した機械学習モデルを用いて、想定されるすべてのナノ構造が付与された表面における ITR を予測した。その結果より、ITR が最大となる場合はナノ構造が連なって存在している表面である一方で、ITR が最小となる場合はナノ構造が付与された箇所と付与されていない箇所が交互に存在する場合であることが分かった。

次に、機械学習モデルで予測した ITR について決定係数を用いて評価した。前述のナノ構造が付与されるパターンは合計 $20C_{10}$ 通りあるため、その中からランダムに50種類を選び取り、それらを付与した系を用いて MD シミュレーションを用いて ITR を実際に計算し、機械学習モデルによる ITR の予測値と比較した。図2に結果を示す。決定係数 $R^2=0.73$ と評価されており、ナノ構造の特徴と ITR の関係を学習できていると判断できる。

4. 結言

本研究では、MD シミュレーションから得られたサンプルデータを CNN の学習モデルへ入力することで様々なナノ構造を有する系における ITR の予測を行った。本研究で用いた機械学習モデルは、表面ナノ構造の特徴から ITR を予測できることが分かった。今後、本手法を界面熱抵抗低減や核生成制御に最適な3次元表面原子構造と特性分布の予測に用いる予定である。

参考文献

[1] 矢久保慧、藤原邦夫、芝原正彦、「表面微細構造に依存した固液界面熱抵抗の機械学習による予測（分子動力学解析）」、日本機械学会関西支部第100期定時総会講演会講演論文集, (2025) P121.

[2] S. Tanaka, M. Shibahara, K. Fujiwara, "Time-series Prediction of Molecular Trajectories Using Generative AI for Estimating Molecular Properties", Proc. of The 34th International Symposium on Transport Phenomena, (2024).

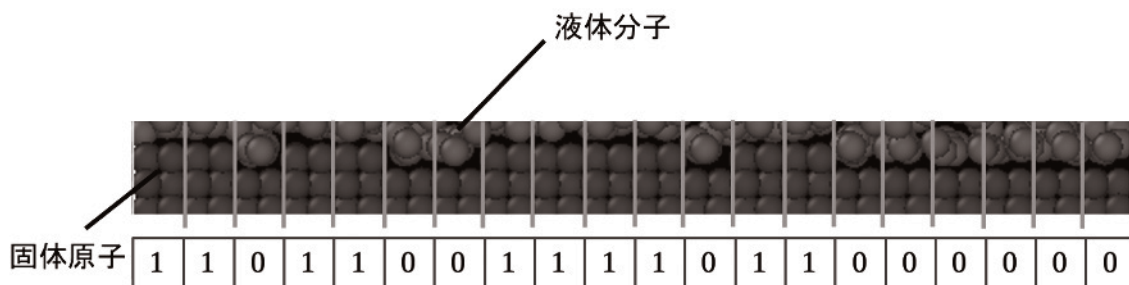


図1 表面微細構造と符号化配列の例

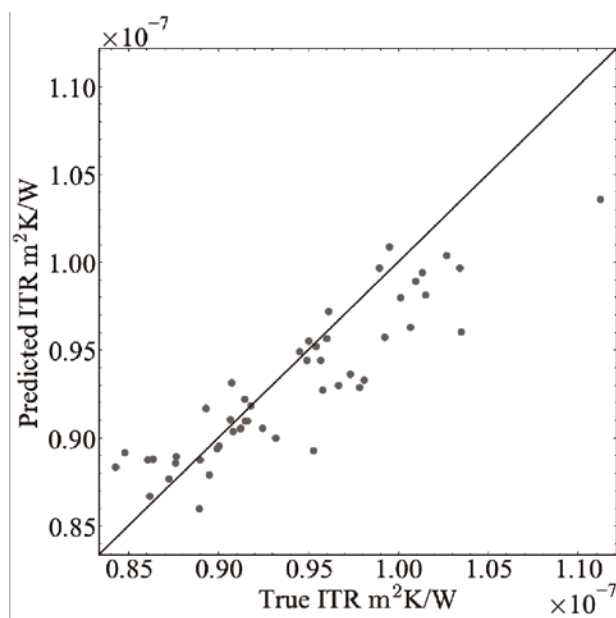


図2 分子動力学解析で得られた ITR と CNN の予測値の関係

重縮合系硫黄ポリマーの合成と材料への応用

大阪大学 理学研究科 高分子科学専攻 助教 小林 裕一郎



1. 研究目的

硫黄ポリマーの機能化と材料への応用を目的に、エポキシ基を持つモノマーと硫黄の重縮合を行い、新規硫黄ポリマー（チオエポキシ樹脂）

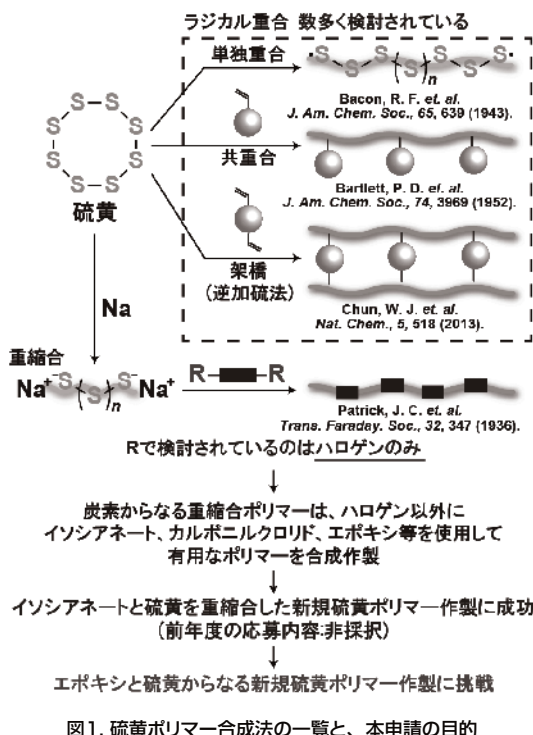
を合成することを目的とする。硫黄ポリマーは静電容量や高い透明性を示すため、電池の正極材料やレンズへの応用が注目されているのに加えて、毎年 700 万トン地上投棄されている余剰資源であ

硫黄を原料として作製されていることから、持続可能な社会構築（SDGs）の観点からも近年注目されている。硫黄ポリマーの合成法は、連鎖重合と逐次重合（重縮合）が知られている。連鎖重合による硫黄ポリマーは多様な作製法が報告されているが、重縮合により合成される硫黄ポリマーは、ハロゲンの系での報告に限られている。炭素からなる重縮合ポリマーは、ハロゲンから生み出されるポリエーテル以外にも、イソシアネート、カルボニルクロリド、エポキシ等の反応性官能基を用いて、ポリウレタン、ポリエチレンテレフタレート、エポキシ樹脂など、多種多様な有用なポリマーが生み出されている。今後予想される硫黄ポリマーへの多彩な要求を満たすためには、炭素ポリマーのように硫黄ポリマーの多様化が必須であると申請者は考えた。本申請では、硫黄とエポキシ基を持つ化合物を重縮合したチオエポキシ樹脂を合成し、電池の正極材料やレンズ等の機能的な材料を創製することを目的とする。

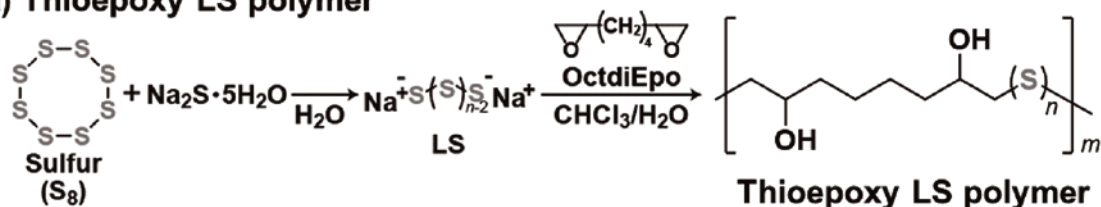
2. 研究の方法と実施内容

環状硫黄 (S_8) と硫化ナトリウム 5水和物 ($Na_2S \cdot 5H_2O$) を水中で混合することで直鎖状硫黄 (LS) 溶液を調製した。クロロホルムに溶解させた 1,7-オクタジエンジエポキシド (OCtdiEpo) と室温で混合、24 時間攪拌した。水層とクロロ

ホルム層の界面に得られた析出物を 60℃で 24 時間減圧乾燥し、硫黄を原料としたチオエポキシ樹脂 (Thioepoxy LS polymer) を得た (図 2)。比較サンプルである Thioepoxy Na₂S polymer は S₈ を用いずに Thioepoxy LS polymer と同様の操作で合成した。



(a) Thioepoxy LS polymer



(b) Thioepoxy Na₂S polymer

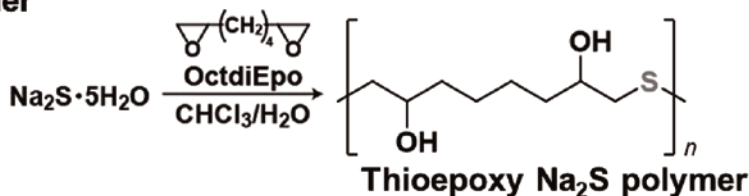


図2. (a) 硫黄を原料としたチオエポキシ樹脂 (Thioepoxy LS polymer) と (b) 比較サンプル (Thioepoxy Na₂S polymer) の合成

Thioepoxy LS polymer の合成はラマン分光法により C-S 結合と S-S に由来するピークが観測されたこと、 ^1H NMR スペクトル中において原料で

ある OCtdiEpo のピークが消失し、OH 基に由来するピークが出現したことから示唆された。各ポリマーの硫黄含有量は、元素分析から Thioepoxy

LS polymer 中には 41 wt%、Thioepoxy Na₂S polymer には 7 wt% であることが確認され、原料に硫黄を用いることで硫黄含有ポリマー中の硫黄含有率を増加させることができた。Thioepoxy LS polymer の可溶部を用いて GPC 測定を行ったところ、数平均分子量 (Mn) が 13,000、分子量分布 (Mw/Mn) は 5.63 であった。これらの結果から Thioepoxy LS polymer の合成が確認された。

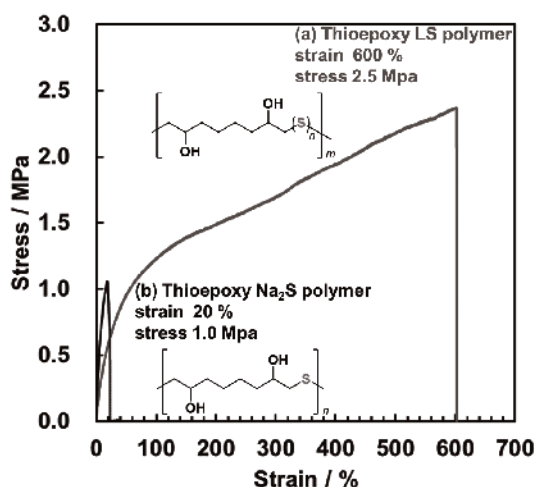


図3. Thioepoxy LS polymer (赤) と thioepoxy Na₂S polymer (黒) の応力-歪曲線

得られたチオエポキシポリマー材料の機械強度を調査するために、引張試験を行った (図3)。Thioepoxy LS polymer の破断応力と破断歪から求めた破壊エネルギーは 10 MJ/m³ であり、Thioepoxy Na₂S polymer の 0.25 MJ/m³ よりも 40 倍高かった。主鎖中に硫黄が複数個含まれることで S-S 結合の切断・再結合による組み換えを起こすことが可能となり、機械強度が向上したと考えられる。

短冊状に成型した Thioepoxy LS polymer を一か所カッターで切断し、二つに分けた後、それらを接触させ、ピンセットで持ち上げたところ、切断面で接着した (図4)。Thioepoxy Na₂S polymer について同様の実験を行ったが接着しなかった。これらの結果から、主鎖中に連続した硫黄鎖を持つ Thioepoxy LS polymer においてはじめて自己修復機能が発現されることを見出した。

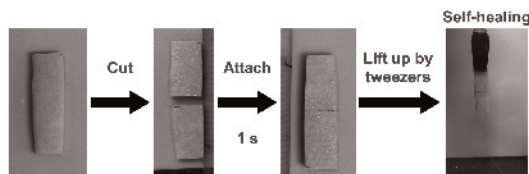


図4. Thioepoxy LS polymer の自己修復挙動の写真

3. 今後の取り組みについて

①チオエポキシ樹脂中の硫黄含有率のコントロール (特に高硫黄含有率)

硫黄鎖長は硫黄と Na のモル比によることが予想されるため、S:Na と硫黄鎖長の関係を調べ、硫黄鎖長をコントロールする手法を確立する。

②様々なエポキシモノマーを用いたチオエポキシ樹脂合成と各種物性の系統的な調査

本申請でチオエポキシ樹脂を得られる手法は確立したため、様々なエポキシモノマーを用いて樹脂を作成し、機械物性、熱物性、電気特性などを調査し、電池やレンズなどの材料へ応用する。

③他の重縮合硫黄ポリマーの合成

炭素においてはエポキシ樹脂の他にポリエチレンテレフタレート (ポリエステル) などの有用な重縮合ポリマーがある。硫黄ポリマーにおいてもポリチオエステルなどを合成し、重縮合硫黄ポリマーにおけるライブラリーを構築する。

4. この研究が社会経済の発展にどのように役に立つのか

硫黄ポリマーは炭素ポリマーにはない高い静電容量や屈折率から、電池の正極材料やレンズ等の炭素ポリマーとは全く異なる分野への応用も注目されている次世代のポリマーである。特に電池材料において注目を集めており、リチウム-硫黄電池は既存のリチウムイオン電池の 10 倍以上の理論容量を持つ。余剰資源から開発することが出来る上、環境負荷の低い二次電池であるリチウムイオン電池のポテンシャルを引き上げる硫黄ポリマーは、近年注目を集めている。本申請の硫黄ポリマーはこれまでの連鎖重合ではなく、逐次重合から作製しているため、これまでの硫黄ポリマーにはない電気特性を発揮する可能性がある。本材料用いてリチウム-硫黄電池を作製し、SDGs に貢献する。

ナノシート積層構造を活用した熱電変換材料

大阪大学 理学研究科 物理学専攻 准教授 塩 貝 純 一



我々が生活している環境では、工場や自動車からの排熱、地熱や温泉の熱、体温の熱など、あらゆる場所に温度差が存在している。これら未利用な熱エネルギーを直接電力に変換する技術として、熱電効果が注目されている。この熱電効果は、工業用途だけでなく、今後スマート社会の発展に伴って増えていくと考えられるウェアラブル機器やIoT機器を駆動するために必要な、無充電で持続可能な電源用途としても期待されている。熱電性能は、温度差動1Kあたりの出力電圧で定義されるゼーベック係数 S 、素子の電気伝導度 (σ) 、熱伝導度 (κ) を用いて、次式で与えられる。

$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{\kappa} T$$

ここで、 T は素子の平均温度である。従って、優れた熱電変換材料($ZT > 1$)のためには、高い電気伝導度(電気を流しやすい)と低い熱伝導度(温度差をつけやすい)をもつ物質の開発が必要とされる。しかし、一般的な金属では、(電気伝導度)/(熱伝導度)=一定のウィーデマン・フランツ則のため、単一物質でこれを同時に満たすことは困難である。

最近、電気伝導と熱伝導を別々に制御する手法として、高電気伝導度を示す物質と、低熱伝導度をもつ物質の2次元ナノシートを人工的に交互積層させた構造が提案されて高い関心を集めている。また、そのような積層構造を天然の結晶構造にもつ物質の熱電材料への応用も注目を集めている。本研究では、2次元の積層構造をもつ熱電材料の開発とその素子応用に向けた基盤技術の構築を目的に、(1)水溶性犠牲層の活用による2次元ナノシート合成技術の構築、(2)2次元層状物質 AgCrSe_2 の薄膜合成を行った。

(1) 水溶性犠牲層の活用による2次元ナノシート合成技術の構築

2次元ナノシートの合成には、水溶性酸化物 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ を犠牲層として活用したエピタキシャル

リフト法を用いた。ナノシートの材料として、低熱伝導率を示す SrTiO_3 を選択した。図1(a)にエピタキシャルリフト法によるナノシート合成プロセスの模式図を示す。まず始めに、パルスレーザー堆積法を用いて、 SrTiO_3 単結晶基板上に $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 及び SrTiO_3 薄膜をエピタキシャル成長させる。次にこの積層構造を純水に浸漬することで、 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ のみが選択的にエッチングされ、自立型の SrTiO_3 のナノシートが得られる。最後にナノシートを転写することで、ナノシート積層構造が得られる。図1(b)に剥離後の SrTiO_3 ナノシートの光学顕微鏡写真を示す。クラックがない大面積の SrTiO_3 ナノシートを得ることに成功した。今後は、本手法を他の高電気伝導度を示す物質に展開し、それらの積層構造における熱電特性の評価に取り組む予定である。

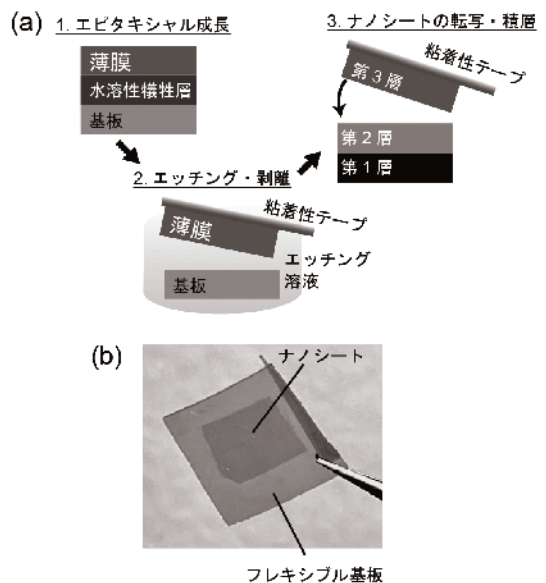


図1 (a) エピタキシャルリフト法の模式図
(b) フレキシブル基板上に転写されたナノシートの光学顕微鏡像

(2) 2次元超イオン伝導体 AgCrSe_2 薄膜の合成

AgCrSe_3 は、図2(a)に示すようにAg原子層と CrSe_2 の2次元ネットワークが交互に積層した結晶構造をしており、低熱伝導率をもつ物質として

知られている。最近行われたバルク結晶や粉末の構造解析によって、177℃以上の高温でCrSe₂に挟まれたAg原子の構造が乱れて液体のように振る舞い、それが本物質の低熱伝導率の主要因であることが報告された。以来、本物質やその類縁構造をもつ物質が新しい熱電材料として注目されている。薄膜合成による大面積化によって、本物質が持つ熱電変換機能を活用した熱電素子が可能となると期待されるが、これまでAgの高い蒸気圧のため、AgCrSe₂の単相薄膜の合成が困難であった。本研究では、パルスレーザー堆積法による薄膜合成において、Agの欠損を抑制するためにAgCrSe₂にAg₂Seを混ぜた混合ターゲットを用

いて薄膜成長を行った。基板には、格子整合性の良いイットリウム安定化ジルコニアYSZ(111)を用いた。図2(b)に化学量論比のAgCrSe₂をターゲットに用いた場合と、Ag₂Seを混ぜたターゲットを用いた場合の薄膜のx線回折パターンを示す。化学量論比AgCrSe₂ターゲットを用いた薄膜では、Ag欠損由来のCr₂Se₃ピークが観察された。一方、Ag₂Seを混ぜたターゲットを用いた薄膜では、単相のAgCrSe₂が得られた。本成果は単相のAgCrSe₂薄膜合成の初めての報告となる。今後、本物質薄膜の特徴を活かした熱電素子開発に取り組みたい。

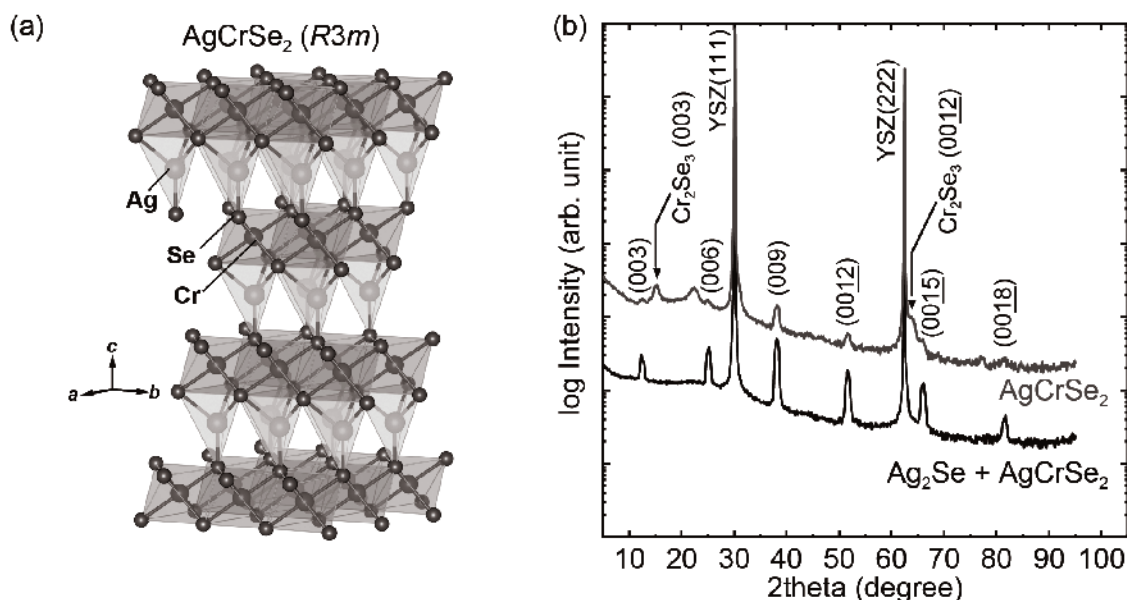


図2 (a) AgCrSe₂の結晶構造 (b) AgCrSe₂及びAg₂Se+AgCrSe₂混合ターゲットを用いて合成した薄膜のx線回折パターン

研究成果リスト

1. R. Atsumi, J. Shiogai, T. Yamazaki, T. Seki, K. Ueda, and J. Matsuno, Impact of epitaxial strain relaxation on ferromagnetism in a freestanding La_{2/3}Sr_{1/3}MnO₃ membrane. Jpn. J. Appl. Phys. 62, 100902 (2023).
2. K. Kanda, R. Atsumi, T. Usami, T. Yamazaki, K. Ueda, T. Seki, S. Miyasaka, J. Matsuno, J. Shiogai, Suppression of ferromagnetism in rippled La_{2/3}Sr_{1/3}MnO₃ membrane with process-induced strain prepared by epitaxial lift-off technique. Manuscript submitted (arXiv 2502.01934)
3. Y. Tajima, K. Inamura, S. Masaki, T. Yamazaki, T. Seki, K. Kudo, J. Matsuno, and J. Shiogai, Epitaxial thin-film growth of single-phase AgCrSe₂ by pulsed-laser deposition with Ag-rich target. Manuscript submitted.

電子線改質したグラフェンの熱輸送特性解析

大阪公立大学 工学研究科 電子物理工学分野 准教授 安 田 雅 昭



1. 緒言

電子機器の高性能化に伴う発熱量の増加や、環境およびエネルギー問題を解決するために熱エネルギーを有効利用することの重要性が高まっており、効率的な熱機能材料の開発を目指した研究が実施されている。このような機能材料の候補のひとつとしてグラフェンが注目されており、欠陥や不純物を導入することにより熱特性を制御できることが報告されている。本研究では、電子線照射による構造の改質によりグラフェンの熱輸送特性を3次元で制御する技術の実現可能性を分子動力学法により解析した。

2. シミュレーションモデル

電子線照射によるグラフェン改質のシミュレーションモデルを図1に示す。遮蔽 Rutherford の断面積を基に電子の衝突後の散乱角を確率的に決定し、その散乱角を基に電子から炭素原子への運動量移行を二体衝突理論により求めた。一定の時間間隔でグラフェンの照射領域内からランダムに選択した炭素原子にこの運動量を与えながら、グラフェンの構造変化を分子動力学法により計算した。

電子線改質で得られたグラフェンの構造の両端に熱浴を導入して温度勾配を設定し、分子動力学法によりグラフェンの熱輸送特性を解析した。

3. シミュレーション結果

電子線照射により欠陥を導入した単層グラフェンの構造をシミュレーションにより再現した結果の例を図2に示す。加速電圧を200 kV、電子衝突レートを100 electrons/psとして8 ns間の電子線照射を再現して得られた結果である。試料の単層グラフェンのサイズは一辺8.5 nmの正方形である。縦1.1nm、横1.4nmの領域への電子照射を3行3列の9か所を実施している。図2(a)は中央列の照射領域を左右の列に揃えた場合であり、図2(b)は中央列の照射領域を左右の列とずらした場合である。電子線が照射された領域は多数の空

孔欠陥が見られるが、個々の照射領域を比較すると電子衝突の確率性により欠陥の多い領域と少ない領域が存在する。

図2に示した電子線照射された単層グラフェン構造に対して両端に熱浴を設定し、矢印の向きの熱伝導率を計算した結果を図3に示す。照射時間を変えて得られた構造について熱伝導率を求めている。熱伝導率は電子線照射前のもので規格化している。照射時間が長くなるほど形成される欠陥が大きくなるため熱伝導率は低下した。2つの構造に対する結果を比較すると、照射時間が2 nsまでは熱伝導率に大きな違いは見られなかったが、4 ns以上になると図2(a)の条件で得られた構造に比べて図2(b)の構造の方が熱伝導率は小さくなった。図2(a)の欠陥構造では熱流の方向に対して欠陥のない領域があり、その領域を経路とした熱流のために熱伝導率の低下が小さくなったものと考えられる。

比較のために図2の矢印と垂直な方向について同様の熱伝導率を解析した結果、2つの条件で得られた構造の熱伝導率に大きな違いは見られなかった。矢印と垂直な方向については二つの構造で欠陥のない領域に大きな差がないためと考えられる。以上より、欠陥の配置により2次元方向でグラフェンの熱輸送特性を制御できることが確認できた。

次に、幅4 nm、長さ17 nmの単層グラフェン2つを図4に示すように交差して配置し、交差部を電子線照射により接合した構造モデルをシミュレーションにより作成した。電子線照射により交差部の上層と下層の間に架橋結合が形成されることにより接合される。

加速電圧を200 kV、電子衝突レートを50 electrons/psとして電子線照射を行い、架橋結合を5つ形成した構造に対して熱輸送特性を解析した。上層の熱浴温度はAを325 K、Bを275 K、下層の熱浴温度はC、Dともに100 Kに設定した。上層において熱浴AからBに向かう熱流束を計算した結果を図5に示す。図の9～12 nmの領域

が接合された領域である。上層においては熱浴 A と B から接合部に向かう熱流束が確認された。また、図に示していないが、下層においては接合部から熱浴 C と D に向かう熱流束が確認され、挿入図に示したような高温の上層から架橋結合を通じて下層に向かう層間の熱輸送が見られた。さらに、上層より下層を高温にした場合には架橋結合

を通じて下層から上層に向かう逆向きの熱輸送が確認された。

本研究で得られた電子線改質による面内および層間の熱特性制御を組み合わせることで、グラフェンの熱輸送を3次元で制御する技術の実現が期待できる。

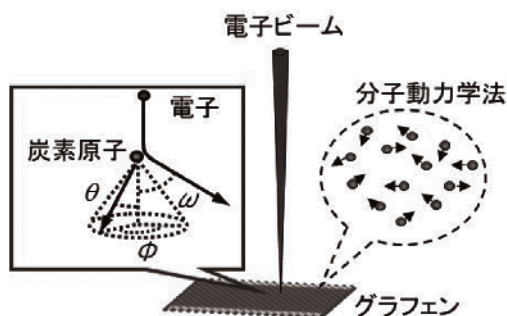


図1 電子線照射によるグラフェン改質のシミュレーションモデル

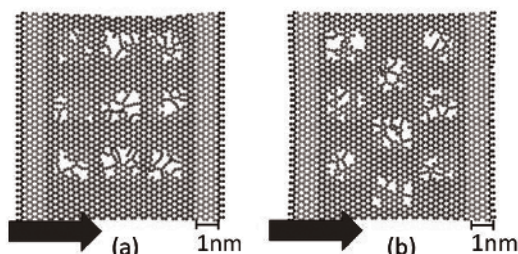


図2 電子線照射シミュレーションにより欠陥を導入した単層グラフェンの構造

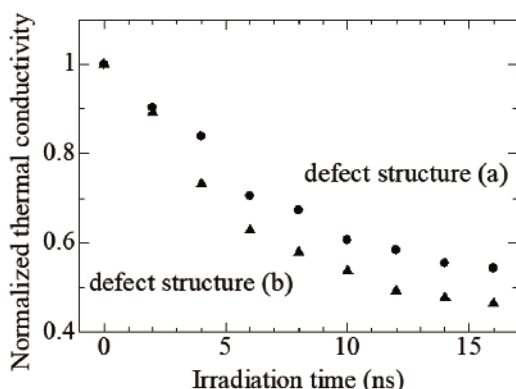


図3 電子線照射されたグラフェンの熱伝導率の照射時間依存性
図2に示した2つの照射条件で得られた構造の熱伝導率を比較して示している

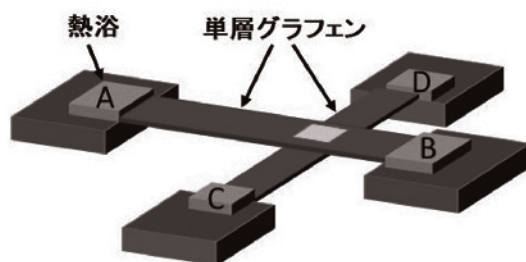


図4 交差して配置した単層グラフェンの構造
交差部を電子線照射により接合する

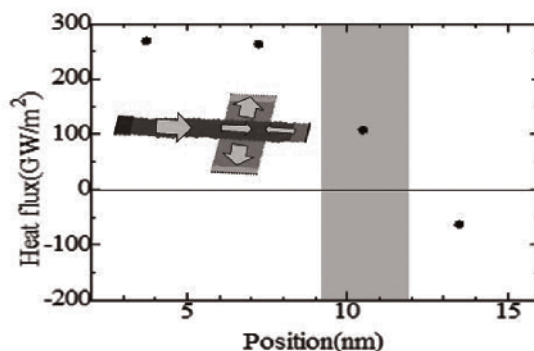


図5 交差して接合した単層グラフェンの上層における熱流束
図4の熱浴 A から B の向きの熱流束を正としている

気相燃焼法による機能性微粒子の球状化

広島大学 先進理工系科学研究科 化学工学プログラム 助教 平野 知之



1. はじめに

近年、高速かつ大容量のデータ通信や、電子デバイスの高機能化に伴い、電子部品の小型化がされている。そのため、その内部に使用されるガラス粒子においても、効率よく樹脂中に充填させるために球状化と微粒化(0.1–1.0 μm)が必要となる。しかし、現状市販されている種々の機能性ガラス材料はほとんどが1 μm 以上である。球状粒子の生産に使用できる火炎法は工業的に利用されている一方で、一般的な火炎は温度制御が困難であるため、低沸点成分を含む球状ガラスの生成は難しいとされる。本研究では、独自開発した温度・ガス組成が制御可能な火炎を用いて、球状ガラス材料開発を行う。

2. 実験方法

気相燃焼法を用いて SiO_2 ガラス粒子および $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ガラス粒子の合成を行った。 SiO_2 ナノ粒子(以下、 SiO_2 NPs)を超純水に分散させたものを出発原料とし、超音波霧化器を用いて液滴化した。液滴はキャリアガスを用いて拡散火炎バーナに導入した。火炎中で析出した粒子は、バグフィルタを用いて捕集した。火炎反応場の形成には、メタンおよび酸素を用い、キャリアガスには窒素もしくは空気を用いた。 SiO_2 ガラス粒子合成について、出発原料は SiO_2 NPs の濃度を1.3–25.0 wt% となるように調整した。 $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ガラス粒子の合成について、粉体供給装置を用いて不定形のコージュライト粉体を原料として供給した。

3. 結果と考察

3. 1. SiO_2 ガラス粒子の合成

キャリアガス流量を調整し、合成粒子の球状化を試みた。図1に各窒素流量ごとのSEM画像を示す。窒素流量が1および2 L/min では粒子外表面に小粒子の付着がみられた。3 L/min では小粒子の付着がみられなく滑らかであった。窒素流量の減少に伴い、火炎滞留時間が長くなり、サブミ

クロン粒子が析出したのちに粒子の一部が昇華することでナノ粒子が析出し始めたと考えられる。

球状化を達成した3 L/min に窒素流量を固定し、原料濃度を変えて合成粒子の粒径制御を試みた。図2に各原料濃度ごとのSEM画像を示す。濃度の減少に伴い、粒子径の減少が確認された。原料溶液を液滴化した際に、濃度の減少に伴い液滴に含まれる SiO_2 NPs が減少したと考えられる。5.0 wt% および1.3 wt% で幾何平均径が1 μm を下回り、粒径制御を達成した。

3. 2. $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ガラス粒子の合成

図3にブンゼン火炎を用いて各断熱火炎温度で火炎処理を施した粒子のSEM画像を示す。断熱火炎温度が2000 K 以上の条件では、粒子径の大小に関わらず、全ての粒子が球状化していることが観察された。一方、断熱火炎温度が1840 K の条件では、粒子径が4 μm 以下の粒子は球状化しているが、粒子径がそれ以上の粒子は非球形であることが観察された。粒子径が大きいほど粒子を球状化するのに多くの熱エネルギーが必要であり、2000 K 以上の条件では高い断熱火炎温度により、より多くの熱エネルギーが一つの粒子に加えられたため、粗大粒子に関しても球状化できたと考えられる。一方で、断熱火炎温度が1840 K の条件では、コージュライト粒子の融点1450 $^{\circ}\text{C}$ を超える温度での火炎処理にも関わらず、粗大粒子に関しては球状化が不完全であった。本実験では、断熱火炎温度を火炎形成ガスの一つである空気を変化させることによって調整しており、それに伴い高温場での滞留時間が低下したため、粗大粒子の球状化が阻害されたと考えられる。

図4にブンゼン火炎を用いて各断熱火炎温度で火炎処理を施した粒子のXRDパターンを示す。断熱火炎温度が1840 K の条件で火炎処理を施した粒子では、原料粉末であるコージュライト由来のピークが確認され、断熱火炎温度を増加させた2000 K ではコージュライト由来のピークは確認されず、アモルファスハローが確認された。2000 K

以上の断熱火炎温度条件でも同様にコージェラ
イト由来のピークは確認されず、アモルファスハ

ローが確認された。

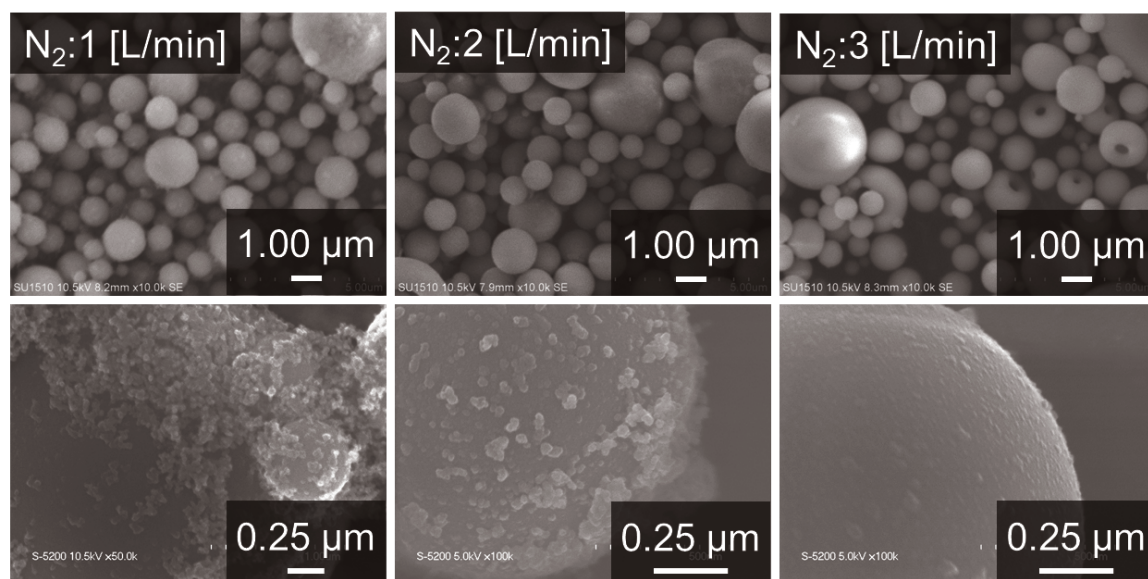


図1 各窒素（キャリアガス）流量で合成した SiO_2 ガラス粒子の SEM 像

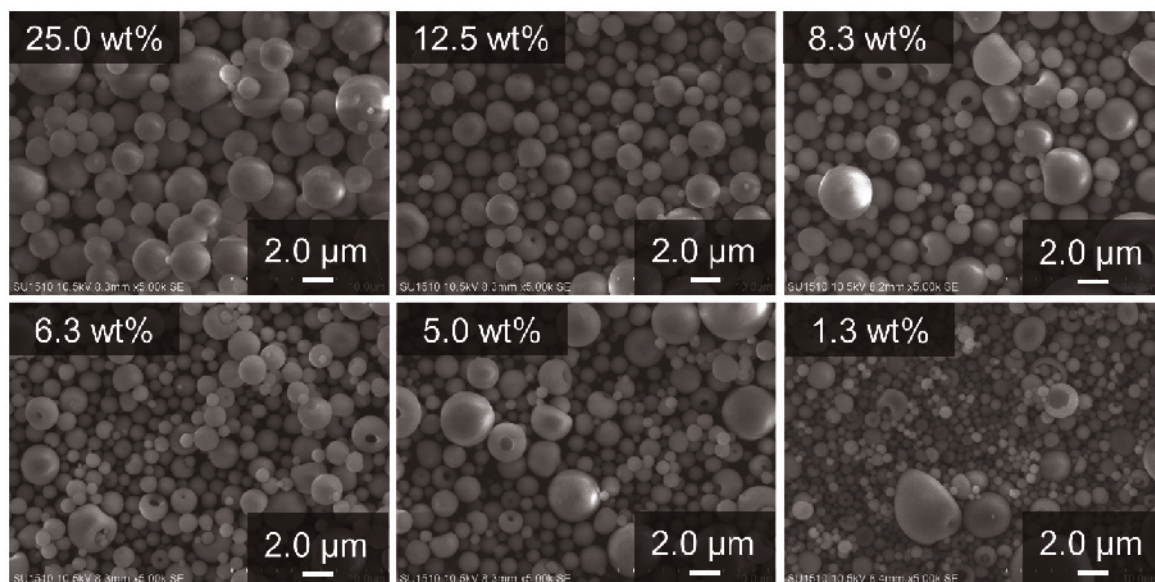


図2 各原料濃度で合成した SiO_2 ガラス粒子の SEM 像

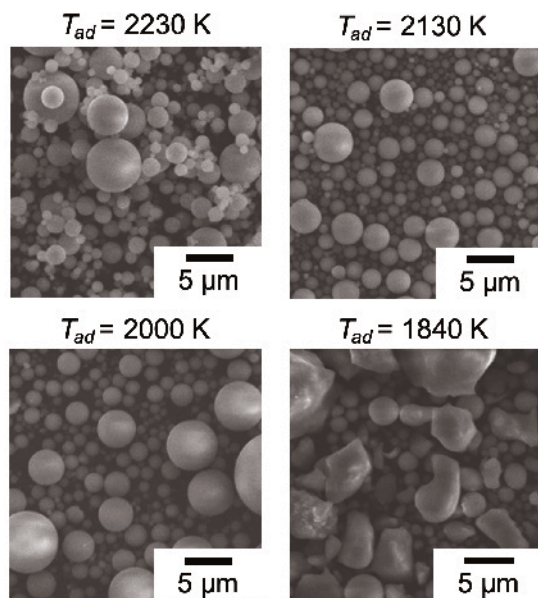


図3 各断熱火炎温度で合成した $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ガラス粒子の SEM 像

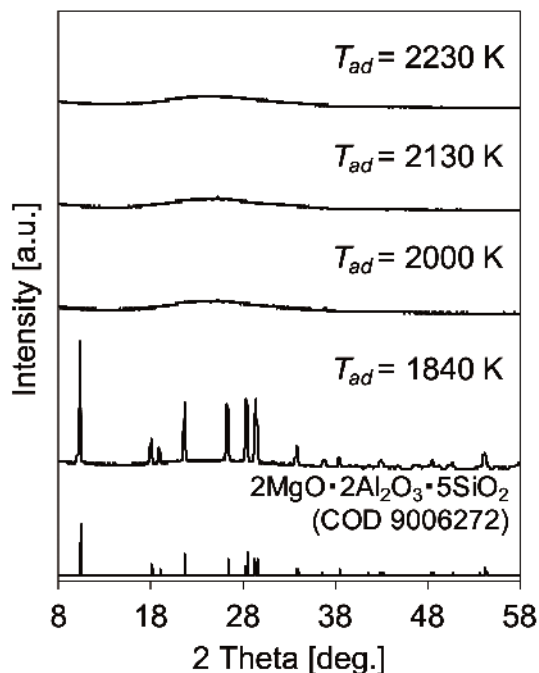


図4 各断熱火炎温度で合成した $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ガラス粒子の XRD パターン

4. まとめ

気相燃焼法を用いて球状微粒子の合成を行った。燃焼プロセスの各パラメータを制御することで、生成される球状粒子の形状と結晶構造をコントロールすることが可能になった。今後は、合成した球状粒子の高熱伝導性フィラーとしての性能を評価する。

機械学習によるTiAl基耐熱合金組織の自動判定

新居浜工業高等専門学校 環境材料工学科 准教授 當代 光 陽



緒言

TiAl は比重の軽いチタンとアルミニウムからなる金属間化合物であり、高比強度で、高温強度ならびに耐酸化物にも優れることから次世代の耐熱材料として期待されている。現在では、鋳造材が Boeing787 の GEnx に実用化され、エンジンの高効率化に貢献している。近年、TiAl 合金の新たな製造技術として電子ビーム積層造形法 (Electron Beam Melting : EBM)、正確に言えば電子ビーム粉末床溶融結合法 (Electron Beam

Powder Bed Fusion : EB-PBF) が大きな注目を集めている。同手法では、粉末の積層、溶融、凝固を繰り返し行うことで、任意形状の三次元構造物を容易に造形することが可能となり、るつぽによるコンタミや、酸化による表面汚染を防ぐことができる。このため、TiAl 合金の革新的な製造技術として注目されている。とりわけ、TiAl においては複雑な三次元形状を歩留まりよく製造することのみならず、特有の組織制御とこれに伴う力学特性改善が可能であり、このことが大きな注

目を集める要因となっている。筆者らはEB-PBLによってTi-48Al-2Cr-2Nb合金のduplex組織中に等軸 γ 粒からなる γ バンドを導入した特異な組織形成に成功し、このメカニズムが造形方向に対する熱分布による局所的な熱処理硬化によるものであることを見出し、この特異組織を利用することで、通常プロセスの2倍の延性改善に成功している。また、ジェットエンジン用の材料では加工時の残留歪層をゼロとすることが求められ、その製造現場における判断は光学顕微鏡観察が用いられている。以上のようにTiAl合金の微細組織は力学特性に密接に関係しているため、微細組織の迅速な把握は根幹を成す技術であり、顕微鏡組織の判別や理解には高い実験技術の習熟度と熟練者の経験値が必要となる。マテリアル分野においてもエンジニアの人手不足は喫緊の問題であるとともに、光学顕微鏡組織の迅速な判別は、材料の開発や品質管理において非常に重要である。こうした中、近年AIを活用した画像診断の急速な発展は上述した問題を解決する糸口といえる。そこで、本研究では、代表的なTiAl系合金であるTi-48Al-2Cr-2Nb合金における微細組織を熱処理によって様々変化させ、これが力学特性におよぼす影響と、画像認識能力を持つ人工知能技術(AI)の一つである畳み込みニューラルネットワーク(CNN)によって、自動判別が可能であるか否か、その精度について解明することを目的とした。

実験方法

真空アーク溶解法にて、純金属原料からTi-48Al-2Cr-2Nb合金インゴットを作製した。その後、透明石英管にアルゴン封入し、1273K、168hrの均質化熱処理を施した。この母合金インゴットから放電加工機を用いて組織観察用試料と圧縮試験用試料を切り出した。その後、1423Kから1673Kの温度にて3hrの熱処理を行い氷水中に焼入れた。手研磨の後、混合酸(過塩素酸:ブタノール:メタノール=6:35:59)を用いた電解研磨にて最終試料を作製し、オリンパス社製BX51Mを用いて光学顕微鏡観察を、島津社製オートグラフを用いて圧縮試験を行った。自動判別に用いた畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network, CNN)は、ディープラーニングの一手法として、特に画像認識や映像解析に広く応用されている。入力画像に対して複数の畳み込み層が局所的なパターンや特徴を抽出し、画像内

のエッジや形状、色彩といった情報を効果的に捉える仕組みとなっている。今回は、得られた光学顕微鏡画像を等倍にて224×224ピクセルにランダムな位置で切り出した。切り出した画像を、訓練用に各クラス7000枚、過学習を防止するための検証用に各クラス2000枚、テスト用に各クラス1000枚用意した。これらの画像データを用いてAlexnetと呼ばれる学習済みネットワークをファインチューニングすることにより、熱処理を行った温度別のクラス分類を行うモデルを学習した。

結果と考察

1673K熱処理材では、Ti3Alと γ -TiAlの2種類の金属間化合物が細かい層状組織となったラメラ組織が粗大な結晶粒を示すFully lamellar組織であった。熱処理温度低下に伴ってFine lamellar、Duplex、Near gamma組織へと大きく変化した。このことは、状態図上のTiAlとTi3Alの相分率で説明ができた。また、組織変化にともない力学特性も変化し、主に熱処理温度が高いほど降伏応力が高く、破断歪が小さいことが示唆された。CNNによるテストデータの分類の結果、全体的な精度は97.73%となり、高精度に分類できていることが確認できた。誤分類されたデータが他クラスに比べて多い点について、今後原因を探っていく予定である。以上の結果は、高精度でEB-PBLの条件によって組織と力学特性が大きく変化してしまうTiAl合金について光学顕微鏡写真から高精度で判別できる可能性を示唆しており、今後、微細組織に紐づいた力学特性を高精度で自動判定させることで今後の合金開発、品質管理およびメンテナンス技術の飛躍的発展につながると予想される。

最後に、本研究の実施にあたり公益財団法人谷川熱技術振興基金のご支援をいただきました。心より御礼申し上げます。

●令和6年度公益財団法人谷川熱技術振興基金賛助会員名簿

(平成7年4月1日発足)

公益財団法人 谷川熱技術振興基金 賛助会員名簿

(50音順・敬称略)

会 社 名	代 表 者 名	所 在 地	電話番号
アズビル(株)アドバンス オートメーションカンパニー	関 西 支 社 長 宮 地 修	〒530-6021 大阪市北区天満橋1-8-30 OAPタワー	06-6881-3381
関東冶金工業(株)	代表取締役社長 高 橋 慎 一	〒254-0014 神奈川県平塚市四之宮 3-20-48	0463-55-1083
三 建 産 業 (株)	代表取締役社長 三浦雄一郎	〒731-3169 広島市安佐南区伴西3-1-2	082-849-6790
(株)三水コンサルタント	代表取締役社長 山 崎 義 広	〒530-0005 大阪市北区中之島6-2-40	06-6447-8181
(株)Z T V	代表取締役社長 田 村 欣 也	〒514-8557 三重県津市あのかつ台4-7-1	059-236-5111
Daigas エナジー(株)	代表取締役社長 福 谷 博 善	〒541-0046 大阪市中央区平野町4-1-2	06-6205-3564
中 外 炉 工 業 (株)	代表取締役社長 尾 崎 彰	〒541-0046 大阪市中央区平野町3-6-1 あいおいニッセイ同和損保御堂筋ビル	06-6221-1262
(株)宮本工業所	代表取締役社長 宮 本 芳 樹	〒930-0857 富山市奥田新町12-3	0764-41-2201
横河ソリューションサービス(株)	理事 関西支社長 田 中 顕	〒530-0001 大阪市北区梅田2-4-6 ブリーゼタワー	06-6341-1430
ロザイエ工業(株)	代表取締役社長 小 林 太 郎	〒550-0015 大阪市西区南堀江1-2-14	06-6534-3630

令和7年3月31日

令和6年度 ご寄附会社名簿

ご賛同、ご支援有難うございました。お蔭様で総額10,300,000円のご寄附を頂きました。(50音順・敬称略)

会 社 名	代 表 者 名	所 在 地
愛知製鋼株式会社	代表取締役社長 後 藤 尚 英	〒476-8666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1
株式会社神戸製鋼所	代表取締役社長 勝川四志彦	〒651-8585 神戸市中央区灘浜海岸通2-2-4
JFEスチール株式会社	代表取締役社長 広 瀬 政 之	〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-3 日比谷国際ビル
大同特殊鋼株式会社	代表取締役社長 清 水 哲 也	〒461-8581 名古屋市東区東桜1-1-10
中外炉工業株式会社	代表取締役社長 尾 崎 彰	〒541-0046 大阪市中央区平野町3-6-1 あいおいニッセイ同和損保御堂筋ビル
トピー工業株式会社	代表取締役社長 石 井 博 美	〒141-8634 東京都品川区大崎1-2-2
日本製鉄株式会社	代表取締役社長 今 井 正	〒100-8071 東京都千代田区丸の内2-6-1 丸の内パークビルディング
普通鋼電炉工業会	会 長 渡 辺 敦	〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10
株式会社淀川製鋼所	代表取締役社長 二 田 哲	〒541-0054 大阪市中央区南本町4-1-1

令和7年3月31日

令和6年度事業報告

主要事業・行事

- 令和 6. 4. 1 賛助会員及び寄附金の募集活動を開始
(令和5年度に引きつづき)
令和6年度
熱技術賞 粉生熱技術振興賞の受賞
候補者推薦依頼
- 17 あすの監査法人の第43期事業年度会計
監査
令和5年4月1日から令和6年3月31日
までの第43期事業年度の財務諸表等に
より監査を受けた。
- 17 監事の第43期事業年度の業務 および
会計監査
5. 13 第27回 理事会 開催
6. 3 令和6年度 助成研究実施者募集開始
第14回 評議員会(決議・報告の省略) 開催
- 30 令和5年度事業報告書発行
8. 19 助成研究実施者、熱技術賞・粉生熱技
術振興賞の受賞候補者の最終選考委員
会開催
11. 1 贈呈式開催 (リーガロイヤルホテル)
第43回 熱技術賞
第39回 粉生熱技術振興賞
12. 4 内閣府の立入検査
7. 3. 21 第28回 理事会 開催

会 計

令和6年度末 貸借対照表
(令和7年3月31日)

(単位 千円)

科 目	当年度	前年度	増減
資産の部			
流動資産	22,565	21,560	1,005
固定資産			
基本財産	772,787	749,071	23,716
特定資産	93,160	90,060	3,100
その他の固定資産	859	859	0
資産合計	889,371	861,550	27,821
負債の部			
流動負債	2,262	2,394	△ 132
固定負債	2,169	2,122	47
負債合計	4,431	4,516	△ 85
正味財産の部			
一般正味財産	884,939	857,033	27,906
(うち基本財産)	(772,787)	(749,071)	(23,716)
(うち特定資産)	(90,991)	(87,938)	(3,053)
正味財産合計	884,939	857,033	27,906
負債及び正味財産合計	889,370	861,549	27,821

令和6年度 正味財産増減計算書
(令和6年4月1日～令和7年3月31日)

(単位 千円)

科 目	当年度	前年度	増減
I. 一般正味財産増減の部			
1. 経常増減の部			
経常収益	33,154	35,549	△ 2,395
経常費用	32,383	31,482	901
評価損益等調整前当期経常増減額	771	4,067	△ 3,296
基本財産評価損益等	24,150	53,046	△ 28,896
特定資産評価損益等	2,922	5,684	△ 2,762
投資有価証券評価損益等	0	0	0
評価損益等計	27,072	58,730	△ 31,658
当期経常増減額	27,843	62,797	△ 34,954
2. 経常外増減の部			
経常外収益	63	0	63
経常外費用	0	0	0
当期経常外増減額	63	0	63
当期一般正味財産増減額	27,906	62,797	△ 34,891
一般正味財産期首残高	857,033	794,236	62,797
一般正味財産期末残高	884,939	857,033	27,906
II. 正味財産期末残高	884,939	857,033	27,906

研究助成事業実績

財団設立後、今日迄の43年間で、研究助成金交付者延べ600名、研究助成総額は7億1855万円となっており、過去の助成金交付先及びテーマは次の通りです。

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
昭和 56	群馬大学	工学部	定方正毅	微粉炭燃焼のスケールエフェクトの研究
	東京工業大学	工学部	森 康夫	レーザー計測技術を用いた擬乱流拡散火炎の構造解明
	慶応義塾大学	理工学部	猪飼 茂	炉内の乱流燃焼に関する研究
	京都大学	工学部	藤本徳治	赤外発光の時間分割分光測定による工業用材料の熱特性解析
	京都大学	工学部	田村今男	耐熱鋼板の省エネルギー製法と性質改善に関する研究
	大阪大学	工学部	増淵正美	連続加熱炉の最適計算機制御
	大阪大学	工学部	水谷幸夫	対向流噴霧火炎に関する研究
	広島大学	工学部	廣安博之	低質燃料油の燃焼促進に関する研究
	第一熱工	技術部	中山国俊	通気性耐火物の利用による加熱炉の熱効率向上
57	東北大学	工学部	大谷茂盛	複合微粒化方式低圧空気噴霧型大容量バーナの開発
	東京大学	工学部	国井大蔵	高含水可燃物の多重効用水蒸気流動層乾燥法
	東京工業大学	工学部	黒崎晏夫	多波長高速度ホログラフを用いた火炎内の温度・濃度の非定常同時計測
	慶応義塾大学	理工学部	佐藤 豪	高負荷連続流燃焼器における燃焼の一般化
	長岡技術科学大学	工学部	三山 創	燃焼反応の速度論的研究
	京都工芸繊維大学	工芸学部	今村成一郎	非貴金属系燃焼触媒の開発
	大阪大学	工学部	高城敏美	旋回流における循環流形成と火炎安定
	大阪府立大学	工学部	木村弘	ガス浸炭における炭素析出の基礎的研究
	久保田鉄工	鋳鋼研究部	赤松克太郎	省エネルギー型鋳鋼品の合成法の研究
58	東北大学	非水溶化研究所	松田 実	溶剤処理石炭のガス化
	群馬大学	工学部	中山満茂	回析光利用による燃焼速度係数の測定
	埼玉大学	工学部	大八木重治	燃料液面上の拡散燃焼に及ぼす流れの影響
	東京大学	工学部	松為宏幸	気体燃料の爆発、消尽機構に関する研究
	東京大学	工学部	竹野忠夫	超過エンタルピー火炎の燃焼限界の研究
	東京工業大学	工学部	後藤和弘	鉄鋼業用各種新型耐火物の熱伝導度の高温測定
	明治大学	工学部	藤井石根	廃熱の回収とその利用システムに関する研究
	静岡大学	工学部	牧野 敦	固体炭素の燃焼率に関する基礎的研究
	豊橋技術科学大学	工学部	稲垣道夫	新しい断熱材用黒鉛シート開発の為の基礎的研究
59	大阪大学	工学部	幸塚善作	還元雰囲気用酸素センサーの開発
	東北大学	工学部	斉藤正三郎	超臨界ガスによる石炭液化油の脱灰と精製
	埼玉大学	工学部	辻 廣	超希薄混合気を酸化剤とする拡散燃焼の研究
	山梨大学	工学部	米村元喜	電子的スペックル干渉による非定常噴霧・燃焼のリアルタイム計測
	名古屋大学	工学部	藤原俊隆	誘導ラマン法による燃焼生成微量成分の計測
	豊橋技術科学大学	工学部	小沼義昭	乱流拡散火炎の燃焼機構に関する基礎的研究
	京都大学	工学部	神野 博	炎における炭化水素の燃焼反応
	大阪大学	溶接工学研究所	岩本信也	熱サイクル使用セラミックスに発生するクラックの追跡
	大阪府立大学	工学部	室津義定	極薄板材の非接触高速連続加熱冷却法の研究
60	関西大学	工学部	赤松勝也	真空浸炭における炭素濃度推移曲線の制御
	九州大学	生産科学研究所	持田 勲	風化炭の熱溶融性の化学的改質
	北海道大学	工学部	大内公耳	メタノール分解により生成する水素による重質油の軽質化
	東北大学	選鉱製錬研究所	徳田昌則	微粉炭の着火・燃焼・ブロー反応の速度論
	東京大学	工学部	古澤健彦	新しい接触方式による NOx、SOx 同時除去石炭燃焼
	早稲田大学	理工学部	井口信洋	急速加熱による変態超塑性・制御・加工熱処理法
	岐阜大学	工学部	志水昭史	火炎温度の二次元分布測定法の開発
	名古屋大学	工学部	架谷昌信	輻射・反応を組合わせた高効率高温熱輸送
	京都大学	工学部	乾 智行	通気性構造をもつ高性能触媒燃焼器の開発
60	大阪大学	工学部	堀 茂徳	低密度耐熱複合材の省エネルギー製法と高温特性評価
	岡山大学	工学部	笠岡成光	各種石炭の燃焼活性評価相関式の確立
	九州大学	工学部	小野信輔	動力熱源用高温接触燃焼器の基礎研究

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
昭和 61	北海道大学	工学部	谷口 博	放射熱線法による炎の放射特性の検討
	東京大学	工学部	吉田豊信	高周波プラズマを利用した新溶射法開発
	東京工業大学	工学部	大津賀望	噴霧熱分解による超微粉セラミックスの合成
	上智大学	理工学部	五味 努	ラジカル発光強度による燃焼空燃比の瞬時計測法に関する研究
	岐阜大学	工学部	河村長司	熱循環バーナを用いた超希薄混合気の燃焼によって得られる有効エネルギー
	三重大学	工学部	山本 治	高温型固体燃料電池の電極と電解質の開発
	京都大学	工学部	小野勝敏	ヒートシンク方式還元気相析出法の開発
	大阪大学	工学部	香月正司	強ふく射場における燃焼現象に関する研究
	広島大学	工学部	新井雅隆	噴霧の不輝炎燃焼法の研究
	石川県工業試験場		蓮谷謙二	マイカガラスセラミックスの熱衝撃特性
	日本熱処理技術協会		山中久彦	イオン窒化によるワイヤ放電加工金型の長寿命化
62	北海道大学	工学部	粥川尚之	高温乱流温度場の二次元高速測定法の研究
	筑波大学	構造工学系	成合英樹	高熱負荷壁の冷却と構造上からの熱負荷限界
	東京農工大学	工学部	亀山秀雄	省エネルギー型悪臭物質の燃焼除去装置の開発
	名古屋大学	工学部	浅井滋生	コールドクルーシブルの設計と高融点材料の溶解・浮揚特性
	京都工芸繊維大学	工業短大部	林 国郎	炭素質耐熱材の熱伝導率測定装置の開発と評価
	岡山大学	工学部	高橋照男	噴霧燃焼炉による有機廃液エマルションの燃焼
	山口大学	工学部	大坂英雄	膜冷却過程における不均一性の発生機構
	九州工業大学	工学部	橘 武史	高周波放電付加による燃焼促進技術の開発
	熊本大学	工学部	千葉 昂	表面改質した金属とセラミックスの接合
	京都合成樹脂研究会		斉藤勝義	金属粉体の射出成形に関する研究
63	北海道大学	工学部	村山 正	ディーゼル機関の黒煙、NO _x の同時低減
	東北大学	金属材料研究所	木村 宏	高純度鉄合金中の微量不純物と高温脆化
	群馬大学	工学部	倉林俊雄	噴霧粒径測定のための検定用基準装置の製作
	東京大学	工学部	越 光男	燃焼器の新しい反応解析法の開発と応用
	東京農工大学	工学部	堀尾正靱	熱プラズマ噴流層CVD法による各種機能性複合化粒子の製造に関する基礎研究
	防衛大学	物理教室	新原皓一	アルミナ系ナノ複合材料の熱衝撃破壊に関する研究
	豊橋技術科学大学	工学部	岡崎 健	微粉炭燃焼灰粒子の生成機構と元素濃縮挙動
	同志社大学	工学部	吉川進三	水噴霧流を伴うしみ出し冷却
	大阪大学	溶接工学研究所	岡本郁男	Ni基耐熱合金接合部の高温硫化腐蝕特性
	広島大学	工学部	菊地義弘	膜沸騰下境界の発生機構の解明
平成 1	東北大学	選鉱製錬研究所	八木順一郎	潜熱・反応熱を利用する蓄熱充填層の伝熱特性
	東京大学	工学部	平野敏右	固体面近傍における乱流火炎の火炎面の挙動
	東京工業大学	工学部	井川博行	ZrTiO ₄ を主成分とした耐熱衝撃材料の設計
	東京工業大学	精密工学研究所	三島良直	単結晶金属間化合物の製造条件の最適化
	成蹊大学	工学部	小島紀徳	コークス炉炭化室内のガス移動解析と制御
	岐阜大学	工学部	熊田雅弥	高性能流動層型熱交換器の開発
	同志社大学	工学部	藤本 元	間欠乱流拡散火炎によるすす生成機構の研究
	広島大学	工学部	角田敏一	レーザ分光法による乱流拡散燃焼機構の解明
	九州大学	工学部	城戸裕之	予混合乱流伝ば火炎微細構造の解明
	センシング技術応用研究会		奥山雅則	高温環境下センサ用機能材料薄膜の基礎物性
2	東北大学	工学部	新井邦夫	超臨界水中でのバイオポリマーの選択的分解
	東京大学	工学部	幸田清一郎	活性種付加による燃焼排気浄化法の研究
	東京工業大学	工業材料研究所	吉村昌弘	正方晶ジルコニア固溶体の高温安定性
	東京電機大学	工学部	吉田 亮	小型ガスタービン燃焼器の開発
	東京理科大学	工学部	本阿弥眞治	ダンプディフューザ型燃焼器の流動機構
	静岡大学	工学部	中崎清彦	バイオリアクターによる排ガス中のCO ₂ 除去
	名古屋大学	工学部	高村秀一	超高熱流プラズマによる耐熱材料の損耗過程
	京都大学	工学部	牧 正志	β型チタン合金の加工熱処理による強靱化
	徳島大学	工学部	三輪 恵	間欠噴霧燃焼の熱分解過程と粒子状物質の生成機構
	近畿環境測定協会		山口光夫	ボイラのNO _x 抑制実用化研究

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
平成 3	北海道大学	工学部	石黒亮二	高温熱機器の熱媒体温度変動と熱疲労の研究
	東京大学	工学部	河野通方	交直電界による予混合燃焼制御に関する研究
	東京大学	工学部	吉田邦夫	冷熱発生用ケミカルヒートポンプの開発
	豊田工業大学	工学部	恒川好樹	プラズマ浸炭における炭素侵入の高効率化
	京都大学	工学部	福谷征史郎	スス生成反応経路の分子軌道法による決定
	京都工芸繊維大学	工芸学部	西野茂弘	熱CVD法による単結晶炭化珪素の育成と機能性素子の製作
	大阪大学	工学部	岡本達幸	位相ドップラ法による火炎内噴霧挙動の解明
	岡山大学	工学部	吉尾哲夫	CVI施膜による高温耐食性RB-Si3N4
	九州大学	工学部	高木節雄	2相ステンレス鋼粉体の加工熱処理
	サンレー冷熱		高木健二	感染性医療廃棄物の実用焼却炉の開発
4	北海道大学	工学部	嶋田志郎	炭化物の酸化によるクラック発生と熱音響放出
	東北大学	反応化学研究所	大塚康夫	安価な触媒を用いる石炭の低温高効率ガス化
	東京大学	工学部	畔津昭彦	プラズマジェットによる拡散燃焼の促進と制御
	東京工業大学	工学部	菊池 實	W添加によるフェライト系耐熱鋼の高強度化
	慶応義塾大学	理工学部	溝本雅彦	高温平行平板間を流れる乱流の構造
	都立科学技術大学	工学部	湯浅三郎	水素ガスタービン用予混合型燃焼器の開発
	豊橋技術科学大学	工学部	亀頭直樹	高精度雰囲気酸素分圧調整炉の試作
	芦屋大学	教育学部	大原清司	超微粒化による低NOx油バーナの開発
	山口大学	工学部	加藤素生	加圧流動層内気泡核生成機構とその制御
5	茨城大学	工学部	辻本得蔵	TiAl基軽量耐熱合金の加工熱処理
	東京大学	工学部	石塚 悟	回転伸長流場を用いた希薄燃焼器の開発
	福井大学	工学部	荻原 隆	ミスト熱分解法によるLi系複酸化物の合成
	岐阜大学	工学部	塗師幸夫	原料粒径と加熱雰囲気によるスピネルの生成形態制御
	名古屋大学	工学部	竹野忠夫	燃料噴流拡散火炎の層流から乱流への遷移の研究
	三重大学	工学部	社河内敏彦	衝突噴流の流動および伝熱特性の制御
	大阪大学	工学部	香月正司	大きな渦を伴う流れの影響を受ける噴霧燃焼
	岡山大学	工学部	稲葉英男	赤外線照射による霜結晶の能動的融解機構
	大分大学	工学部	滝田祐作	窒化ケイ素超長ウイスカ合成と生成形態制御
6	北海道大学	工学部	土田 猛	燃焼合成法とメカノケミカル活性化を組み合わせたAlN基セラミックスの新しい合成法
	東北大学	素材工学研究所	鈴木幹雄	鋼の連铸鑄片直送圧延時の鑄片組織制御
	群馬大学	工学部	加藤邦夫	粉粒流動層を用いたバイオマス廃棄物の接触熱分解
	東京工業大学	工学部	神沢 淳	化学反応を利用した高性能熱輸送
	岐阜大学	工学部	安里勝雄	予混合火炎と渦の干渉における火炎特性の変化
	京都工芸繊維大学	工芸学部	西田俊彦	窒化ケイ素新固溶体に関する基礎的研究
	大阪大学	工学部	馬越佑吉	超高温加熱炉用ヒーター材料の開発
	大阪府立大学	工学部	岡村清人	耐熱鋼と窒化ケイ素の接合界面での高温反応
	広島大学	工学部	西田恵哉	高圧噴射燃料噴霧内の混合気形成と燃焼
	九州大学	総合理工学研究科	清水昭比古	固気混相流の排熱回収系による熱泳動現象
7	東北大学	工学部	中田俊彦	ガスタービンの窒素酸化物生成機構の解明
	群馬大学	工学部	斉藤勝男	超高温度場の新しい温度計測法の実用開発
	東京工業大学	工学部	岡田 清	噴霧熱分解粉体からの高耐熱性多孔体の作製
	武蔵工業大学	工学部	海老原大樹	炉内における金属板等の磁気浮上搬送に関する研究
	防衛大学校	機械工学教室	五十嵐保	一様流中に置かれた鈍い物体の伝熱促進機構
	山梨大学	工学部	木野村暢一	層状化合物からの酸素窒素分離材の合成
	豊田工業大学	工学部	奥宮正洋	気相放電融合によるAl表面へのSIALONの創製
	京都大学	工学部	田中 功	窒化ケイ素焼結体の高温強度を決める因子
	高知工業高等専門学校	機械工学科	永橋優純	流動層プロセス中の管群に働く振動力の低減
	日本バーナ研究会		山本 博	燃焼振動の解析

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
平成 8	東北大学	工学部	犬竹正明	MPD アークジェットによる高密度プラズマ流の研究
	東京大学	工学系研究科	松為宏幸	縮退 4 波混合分光による火炎中の微量成分定量
	東京工業大学	工学部	水谷惟恭	I C P・ミスト結合によるセラミックス成膜
	慶応義塾大学	理工学部	菅 泰雄	溶射皮膜の気孔率と密着性の非接触同時測定
	岐阜大学	工学部	山下新太郎	伝熱・流動特性のリプレットによる最適化
	三重大学	工学部	加藤征三	プラズマ活性反応による炭酸ガスの燃料種への再変換
	同志社大学	工学部	千田二郎	非定常噴霧火炎内のすす粒子の光学計測
	大阪大学	工学部	小宮山正治	レーザ散乱画像による瞬時乱流火炎構造の研究
	長野工業高等専門学校 和歌山工業高等専門学校	機械工学科 物質工学科	長坂明彦 富上健次郎	T R I P 型複合組織鋼板の温間プレス成形性 備長炭製造における焼結条件に関する研究
9	室蘭工業大学	工学部	永田正一	高温加熱硫化法による新化合物の合成
	東北大学	工学研究科	内藤 均	産業プロセスヒート用高温太陽集熱炉の開発
	東京農工大学	生物システム応用科学研究所	堀尾正靱	流動層燃焼・ガス化における灰の凝集制御
	東京工業大学	総合理工学研究科	八島正知	高温での構造の新しいその場観察法の開発
	横浜国立大学	工学研究科	飯田嘉宏	高温材料の輸送熱物性値同時測定法の開発
	名古屋工業大学	工学研究科	長谷川達也	直線渦管に沿う火炎伝播の研究
	豊橋技術科学大学	工学部	梅本 実	ナノスケールで組織制御したシリサイド系高効率熱発電材料の開発
	京都工芸繊維大学	工芸学部	G・ベツオッティ	高温内部摩擦挙動に対する理論的アプローチ
	神戸大学	機器分析センター	池田裕二	半導体レーザ分光を用いた燃焼診断技術の開発
10	愛媛大学	工学部	定岡芳彦	排ガス中の塩素ガス検知用センサの開発
	東北大学	流体科学研究所	小林秀昭	高圧乱流燃焼に対する L I F 計測技術の開発
	山形大学	工学部	高橋一郎	触針式熱物性測定による組成分布診断法の開発
	千葉大学	工学部	菱田 誠	高性能熱輸送管—新ドリームパイプ—の開発研究
	東京大学	工学系研究科	幾原雄一	超塑性を用いたセラミックス材料の加工
	慶応義塾大学	理工学部	松尾亜紀子	衝突噴流中に形成される拡散火炎の安定機構
	名古屋大学	難処理人工物研究センター	松田仁樹	含油廃水焼却処理のための T C T B の開発
	京都大学	工学研究科	武田信生	ダイオキシン類関連物質の生成抑制技術
	大阪大学	工学研究科	山内 勇	Cu 添加 Fe-Si 系高集積度燃焼型熱電変換モジュールの開発
11	九州工業大学	工学部	清水陽一	固体電解質厚膜型窒素酸化物センサの開発
	大阪府立産業技術総合研究所		石神逸男	雰囲気変動下におけるガス浸炭の解析と制御
	東北大学	工学研究科	滝田謙一	プラズマジェットによる保炭機構の研究
	拓殖大学	工学部	堀 守雄	燃料成分による NO _x 生成反応の促進効果
	東海大学	工学部	松下純一	高温耐酸化性 C／C 複合材料の研究開発
	名古屋大学	工学研究科	吉川典彦	燃焼ガス中高温固体の LIF 温度分布計測
	豊田工業大学	工学部	奥宮正洋	バレル in-situ 還元によるアルミニウムのガス窒化
	豊橋技術科学大学	工学部	武藤浩行	超塑性変形機構の解明による塑性加工技術の確立
	京都大学	工学研究科	古原 忠	強加工・急速加熱冷却による超微細粒金属材料の創製
12	京都工芸繊維大学	工芸学部	中平 敦	ダブルシリサイド系複合材料の微細組織制御と熱電特性
	大阪大学	接合科学研究所	宮本欽生	窒化燃焼法によるアルミドロスのリサイクルプロセス開発
	岡山大学	工学部	富田栄二	赤外線吸収法を利用した燃焼制御センサの開発
	埼玉工業大学	工学部	巨 東英	鋼の浸炭焼入れ過程における変形および残留応力の制御
	東京大学	生産技術研究所	岸本 昭	燃焼圧直接測定のための高温圧力センサー
	東京農工大学	生物システム応用科学研究所	神谷秀博	廃棄物再生燃料 (RDF) 燃焼灰の改質による高温集塵特性の向上
	東京工業大学	理工学研究科	相澤哲哉	半導体レーザー誘起蛍光・吸収分光法による燃焼計測に関する研究
	防衛大学校	機能材料工学科	江阪久雄	一方凝固による効率的単結晶製造プロセス
	名古屋工業大学	工学部	西川直宏	気孔傾斜型セラミック多孔体の開発
12	大阪大学	工学研究科	今中信人	燃焼ガス中での計測を実現する新規塩素センサの開発
	大阪府立大学	工学研究科	瀬川大資	燃焼噴霧非接触温度計測技術開発のための基礎研究
	九州大学	工学研究院	北川敏明	高圧下における燃焼促進の研究
	九州工業大学	工学部	鶴田隆治	被乾燥体の生体情報を考慮した乾燥技術開発

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
平成 13	北海道大学	工学研究科	吉川信一	自己燃焼合成法による透明導電性微粉体の合成と応用に関する研究
	東北大学	工学研究科	升谷五郎	CO ₂ 添加火炎の消炎限界に及ぼす圧力の効果
	東京大学	生産技術研究所	朱 世杰	耐熱 SiC/SiC 複合材料の損傷評価手法の開発
	東京工業大学	応用セラミックス研究所	若井史博	ナノ結晶炭化ケイ素の in-situ 成形加工技術の開発
	電気通信大学	電気通信学部	三浦博己	分散強化合金の高温疲労特性と材質改善に関する研究
	名古屋大学	工学研究科	河本邦仁	層状酸化物熱電材料の自己組織化配向制御
	京都工芸繊維大学	工芸学部	田中勝久	熱ポーリングを用いた高効率 2 次非線形光学ガラスの開発
	大阪大学	接合科学研究所	小林 明	プラズマ反応溶射による熱遮蔽 ZrO ₂ 膜の高機能化に関する研究
	奈良大学	文学部	西山要一	熱伝導率による石造文化財の劣化度の新規評価法の開発
	九州大学	工学研究院	村瀬英一	予混合圧縮着火燃焼の着火時期制御
14	東北大学	工学研究科	廣田光智	TripleFlame の火炎特性に与える微少擾乱の影響
	茨城大学	工学部	友田 陽	中性子回折による熱処理残留応力分布の測定
	東京工業大学	精密工学研究所	細田秀樹	ペロブスカイト金属間炭化物の相安定性と高温特性
	東京電機大学	工学部	吉田 亮	強乱流のもとで形成される予混合火炎の構造
	横浜国立大学	環境情報研究院	鈴木和也	交流法による比熱迅速測定システムの開発
	名古屋工業大学	工学部	淡路英夫	流水急冷法による定量的熱衝撃試験法の開発
	豊橋技術科学大学	工学部	滝川浩史	SiC 熱分解による石英ナノファイバの合成
	岡山大学	自然科学研究科	吉山定見	ガasket型イオンセンサによる燃焼診断法に関する基礎的研究
	九州大学	工学研究院	中原真也	新コンセプト成層燃焼法開発のための基礎研究
15	東北大学	多元物質科学研究所	鈴木 茂	鉄系形状記憶合金の熱弾性特性の向上と構造材への応用
	慶應義塾大学	理工学部	溝本雅彦	カーボンナノチューブの燃焼合成法の開発
	長岡技術科学大学	工学部	小松高行	希土類原子加熱法によるガラスの結晶化機構
	金沢大学	工学部	田中康規	パルス誘導熱プラズマによる熱・ラジカル流束制御
	金沢工業大学	工学部	柴原正和	三次元溶接高温割れ解析法の開発とその応用
	福井大学	工学研究科	荻原 隆	エアロゾルプラズマ合成法による単分散ナノ結晶の開発
	名古屋大学	理工学総合研究センター	小林敬幸	光・電気・熱トリジェネレーションシステムにおける燃焼駆動レーザーの開発
	名古屋工業大学	工学研究科	大岩紀生	離散渦法による渦と火炎の相互干渉の解析
	大阪大学	工学研究科	芝原正彦	ナノ微細構造による界面伝熱促進機構の研究
	産業技術総合研究所		高尾泰正	非酸化物粒子の直火製法に関する研究
16	東北大学	多元物質科学研究所	吉川 彰	ジオメトリック構造 MGC 材料の製造技術
	茨城大学	工学部	本橋嘉信	SOFC デバイスのミリ波加熱焼結接合法
	千葉大学	知的財産本部	田中 学	鳥の呼吸機構を取り入れた新しい熱輸送管
	金沢大学	自然科学研究科	上杉喜彦	高周波加熱による燃焼火炎の制御と高熱流化
	山梨大学	医学工学総合研究部	管野善則	耐熱性被覆電磁波遮蔽能熱電対の開発
	名古屋大学	エコトピア科学研究機構	中村祐二	Multi-LinePLIF による瞬時燃焼構造の可視化
	京都大学	工学研究科	武田信生	テルミット反応の廃棄物処理への応用
	大阪大学	工学研究科	碓井建夫	高温混合ガスからの選択的水素分離法の開発
	九州工業大学	生命体工学研究科	宮崎康次	生物に学ぶメタマテリアルの熱ふく射特性
	石川県工業試験場		部家 彰	原子状水素による極表面アニール法の開発
17	群馬大学	工学部	稲田茂昭	低温プラズマ炉を用いたオゾン含有製水
	東京工業大学	総合分析支援センター	木口賢紀	非晶質 HfO ₂ 薄膜の高温安定性の向上
	長岡技術科学大学	複合エネルギー変換工学研究センター	中山忠親	ナノロッド複合型耐熱被覆合成手法の開発
	名古屋大学	工学研究科	山本和弘	実器乱流場のすず計測と反応機構の検討
	豊橋技術科学大学	工学部	梅本 実	無毒性低中温域用熱電材料の設計と素子開発
	大阪大学	産業科学研究所	中嶋英雄	排気ガス触媒用ポーラス金属担体の開発
	神戸大学	工学部	平澤茂樹	アクティブ熱制御による高精度スパイク熱処理技術
	岡山大学	環境学研究科	長江正寛	高温 HIP 装置用 Mo 系構造部材の組織制御
	愛媛大学	理学部	樋高義昭	炭化水素の高温反応の研究
	長野工業高等専門学校	機械工学科	長坂明彦	同種材および異種材金属の接合に関する研究

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
平成 18	東北大学	金属材料研究所	仲井正昭	湿潤環境での耐熱鋼の高温酸化と水素浸入
	群馬大学	工学部	天谷賢児	レーザ分光計測に基づくすず形成モデルの構築
	埼玉大学	理工学研究科	柳瀬郁夫	ゼロ熱膨張コーディエライト複合材料の開発
	東京大学	先端科学技術研究センター	日暮栄治	プラズマリフローにおけるはんだの熔融過程観察
	名古屋大学	先端技術共同研究センター	小林 潤	W/Oエマルジョンの燃料過濃燃焼による単分散金属ナノ粒子製造
	名古屋工業大学	工学研究科	大岩紀生	球形樹脂微粒子の加熱過程の高速画像解析
	大阪大学	工学研究科	国吉ニルソン	物質添加が燃焼反応へ与える影響の数値解析
	九州大学	工学研究院	土山聡宏	高品位な高窒素鋼線の連続熱処理装置の開発
	九州工業大学	工学部	長山暁子	ナノ構造制御による機能性伝熱面の創製
	宇宙航空研究開発機構	宇宙科学研究本部	大西 晃	Christiansen 効果を用いた非接触高温測定
19	北海道大学	工学研究科	鶴飼重治	次世代型高強度 Ni 基 ODS 超合金の開発
	東北大学	工学研究科	青木秀之	超高压パルス噴霧燃焼時の環境汚染物質低減
	筑波大学	システム情報工学研究科	河井昌道	高压水素容器用炭素繊維強化複合材料 (CFRP) の耐久性支配因子の抽出とモデル化
	慶應義塾大学	理工学部	横森 剛	高安定性を有する RQL 燃焼器の開発
	大阪大学	基礎工学研究科	尾方成信	分子動力学法による浸炭表面反応の解析
	大阪府立大学	工学研究科	塚田隆夫	単結晶成長炉内の輸送現象と結晶欠陥との相関
	岡山大学	自然科学研究科	田口秀樹	結合距離を制御した排ガス浄化触媒の開発
	九州大学	工学研究院	山本 剛	CFD による微粉炭燃焼炉制御基盤技術の開発
	大阪府立産業技術総合研究所		井本泰造	木質系廃材のガス化メタノール製造法の開発
	福岡工業技術センター		周善寺清隆	非酸化物粒子合成のための還元ガス発生装置の開発
20	北海道大学	工学研究科	中村祐二	変則十字火炎の創製とその基礎特性の把握
	東北大学	工学研究科	松下洋介	燃焼場における温度測定技術の高度化
	東北大学	多元物質科学研究所	篠田弘造	複層磁性微粒子合成のための熱処理技術開発
	筑波大学	システム情報工学研究科	阿部 豊	超高压極微細管積層型熱交換器の開発
	東京工業大学	理工学研究科	谷口 泉	流動層式エマルジョン滴下燃焼法による LiFeP04/C 複合材料の合成
	横浜国立大学	工学研究院	森 昌司	含水多孔質を用いた瞬間過熱水蒸気生成装置の開発
	名古屋大学	工学研究科	窪田光宏	マイクロ波加熱によるメソ孔性活性炭の開発
	京都大学	工学研究科	岡本範彦	界面フォノンミスマッチによる熱電特性制御
	京都大学	工学研究科	河原全作	沸騰研究のための極細熱電対の開発
	大阪大学	接合科学研究所	近藤勝義	非食部バイオマスの完全再資源化燃焼技術
21	大阪府立大学	工学研究科	須賀一彦	革新的超小型排ガス触媒装置の開発研究
	東北大学	流体科学研究所	石本 淳	スラッシュ超高温流動プロセス冷却の研究
	東京大学	工学系研究科	柴田直哉	高温セラミックス粒界の偏析強化機構の解明
	横浜国立大学	工学研究院	梅澤 修	チタン合金の表面改質熱処理技術の開発
	新潟大学	自然科学研究科	大鳥範和	分子動力学法によるスラグの熱伝導率評価
	静岡大学	工学部	松井 信	レーザーによる高压酸素プラズマ源の開発
	愛知工業大学	総合技術研究所	渡辺藤雄	多孔体担持型蓄熱材の新規開発研究
	三重大学	工学研究科	西村 顕	CO ₂ 改質光触媒メムブランリアクター開発
	広島大学	工学研究科	福井国博	制御流同伴型サイクロンによる燃焼排ガス浄化装置の開発
	愛媛大学	理工学研究科	中原真也	超小型燃焼器の燃焼促進技術の開発
22	宮城工業高等専門学校	材料工学科	渡邊陽一	N 系マルテンサイトを活用した鋼の高強度化
	北海道大学	工学研究院	島田敏宏	高温に耐える無機エラストマーの開発
	東北大学	多元物質科学研究所	吉川 彰	燃焼圧センサ用ラングサイトの形状制御技術
	東京工業大学	理工学研究科	関口秀俊	超高温型小型過熱水蒸気炉の作成
	慶応義塾大学	理工学部	小茂島潤	構造用鋼の超微細結晶化熱処理技術の開発
	福井大学	工学研究科	荻原 隆	パルスジェット衝撃ナノ粒子合成法の開発
	名古屋大学	工学研究科	小林信介	ケミカル・ルーピングプロセスにおける酸素担体の開発
	名古屋大学	エトピア科学研究所	植木保昭	O ₂ -CO ₂ 雰囲気凝結炭燃焼挙動の解明
	豊橋技術科学大学	工学研究科	戸高義一	Ga, Ag 添加 Mg ₂ Si 系熱電材料の開発
	京都大学	工学研究科	大下和徹	燃焼を中心とした畜産廃棄物の再資源化
23	大阪大学	接合科学研究所	小林 明	高効率・高機能 SiC

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
平成 23	茨城大学	工学部	太田弘道	高放射性廃棄物ガラス固化材の熱伝導率評価
	筑波大学	システム情報工学研究科	河井昌道	炭素繊維強化複合材料の高温耐久性評価技術の開発
	東京工業大学	原子炉工学研究所	劉 醇一	高耐久性化学蓄熱材の開発
	新潟大学	研究推進機構	石垣 雅	高温アンモニア中の機能性酸化物の熱分析
	名古屋大学	工学研究科	吉田 隆	配向制御技術を用いた熱電薄膜の高性能化
	名古屋大学	工学研究科	出口清一	小型・低温改質水素製造器の開発
	大阪大学	理学研究科	花咲徳亮	水熱合成法による熱・電気変換材料の開発
	大阪府立大学	21世紀科学研究機構	小菅厚子	CuInTe ₂ 相分離系化合物の熱電特性
	鳥取環境大学	環境情報学部	横山伸也	エタノール生産による放射能汚染土壌の修復
	山口大学	理工学研究科	岡本浩明	イオン液体を基盤としたCO ₂ 吸収剤の開発
	九州大学	工学研究院	山本 剛	非平衡プラズマを用いた廃油燃焼技術の開発
	福岡県工業技術センター		小野本達郎	高窒素鋼線のナノ析出時効熱処理の高度化
24	東北大学	金属材料研究所	佐藤和久	高温観察による Mg 合金の格子変調機構解明
	群馬大学	工学研究科	座間淑夫	バイオディーゼル燃焼排出物の基礎的研究
	東京大学	生産技術研究所	甘蔗寂樹	エクセルギー損失最小熱交換の基礎研究
	東海大学	工学部	宮沢靖幸	炉内温度勾配を利用した新ろう付技術の開発
	名古屋大学	エトピア科学研究所	竹内恒博	プラズマ溶射を用いた高効率熱電素子の開発
	名古屋工業大学	工学研究科	平下恒久	亜臨界水中の精密有機合成反応
	三重大学	工学研究科	佐藤英樹	カーボンナノチューブ熱伝導体の開発
	三重大学	工学研究科	石原 篤	有機系廃水からの燃料ガス製造装置の開発
	京都大学	工学研究科	巽 和也	セラミック多孔質体型燃料改質器の開発
	大分大学	工学部	田上公俊	非平衡プラズマによる点火技術の開発
	鹿児島大学	理工学研究科	徳永辰也	熱量測定に基づく高 Cr 耐熱鋼の寿命評価
25	北海道大学	工学研究院	能村貴宏	高温産業排熱回収用潜熱蓄熱材料の開発
	秋田県立大学	システム科学技術学部	鶴田 俊	ガス爆発の樹脂類への熱影響
	東北大学	金属材料研究所	内田健一	スピン流駆動型熱電変換の基盤技術創出
	茨城大学	工学部	池田輝之	高効率廃熱発電をめざす熱電材料の多孔質化
	千葉大学	工学研究科	武居昌宏	循環流動層内のトモグラフィー可視化計測
	東京農工大学	工学研究院	村田 章	ディンプルによる燃焼器壁の高性能熱遮蔽
	東京農工大学	工学研究院	桜井 誠	燃焼反応用高性能マイクロリアクターの開発
	岐阜大学	工学部	小林信介	蓄熱型ケミカルルーピングプロセスの開発
	静岡大学	工学研究科	荻野明久	新規光熱併用熱電子発電システムの開発
	大阪大学	工学研究科	小林慶裕	太陽炉を用いたグラフェン製造法の開発
	大阪大学	産業科学研究所	筒井真楠	単一分子接合の熱電性能評価
	大阪府立大学	理学系研究科	細越裕子	低次元磁性体による絶縁性熱伝導材料の開発
	近畿大学	理工学部	淵端 学	バイオマス熱分解プロセスの最適条件の検討
26	山梨大学	医学工学総合研究部	船谷俊平	地中熱ヒートポンプの高精度COP計測
	名古屋工業大学	工学研究科	齋木 悠	MEMS 壁面を用いた化学的消炎現象の解明
	三重大学	工学研究科	西村 顕	CO ₂ を燃料に改質する新型光触媒の開発
	京都大学	工学研究科	白土博通	アップドラフト発電の高効率化技術開発
	大阪大学	基礎工学研究科	山田 亮	界面制御による有機熱電変換素子の高効率化
	関西大学	化学生命工学部	西本明生	新規スクリーンプラズマ熱処理技術の開発
	神戸大学	自然科学系先端融合研究環	白井克明	次世代潜熱蓄熱輸送媒体評価技術の開発
	九州大学	工学研究院	山本 剛	高効率連続再生式PM _{2.5} 除去装置の開発
	佐賀大学	海洋エネルギー研究センター	小山幸平	海洋温度差発電用プレート式熱交換器の開発
	神戸市立工業高等専門学校		吉本隆光	プラズマによる燃焼限界拡大と輻射熱利用

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
平成 27	東北大学	金属材料研究所	木口賢紀	Mg合金の低温時効析出による組織形成
	早稲田大学	創造理工学研究科	中垣隆雄	蓄熱材を利用したボイラの開発
	横浜国立大学	工学研究院	石井一洋	マイクロバブル爆轟生成特性の解明
	名古屋大学	工学研究科	尾上 順	革新的低次元カーボン熱電変換材料の創発
	豊田工業大学	工学部	奥宮正洋	プラズマ浸室焼入による鋼の低歪表面硬化
	豊橋技術科学大学	工学研究科	西川原理仁	ループヒートパイプ最適設計理論の構築
	京都大学	工学研究科	鈴木基史	分子振動励起のための狭帯域赤外線源の開発
	大阪大学	工学研究科	芝原正彦	伝熱促進媒体としての燃焼生成微粒子の利用
	兵庫県立大学	物質理学研究科	満身 稔	金属錯体に基づく光電変換素子の創製
	九州大学	工学研究院	藤ヶ谷剛彦	カーボンナノチューブ熱電変換材料の開発
	日本原子力研究開発機構	原子力科学研究所	桑原 彬	プラズマ風洞を用いた同位体比分析法の開発
28	北海道大学	工学研究院	米澤 徹	中温度域潜熱蓄熱ナノフルイドの創製
	筑波大学	システム情報系	嶋村耕平	レーザー衝撃波による流体エネルギー変換器
	筑波大学	数理物質系	守友 浩	電池型熱発電素子の開発と排熱利用
	埼玉大学	理工学研究科	長谷川靖洋	量子効果による巨大ゼーベック効果の実証
	東京工業大学	工学院	渡部弘達	ダイレクトカーボン燃料電池の高出力化
	国士舘大学	理工学部	岸本 健	酸素を溶解した液体燃料の燃焼特性
	名古屋大学	工学研究科	出口清一	熱電モジュールの超安定化・高出力化
	名古屋大学	工学研究科	土屋雄司	高効率熱電変換材料の厚膜配向化技術の開発
	名古屋大学	工学研究科	竹中康司	巨大負熱膨張材料 SmS による熱膨張制御
	大阪大学	工学研究科	小林慶裕	超高温過程による新奇ナノ炭素構造体の創成
	大阪大学	理学研究科	中澤康浩	少量試料を用いた磁場下断熱型熱益計の開発
	広島大学	工学研究院	松村幸彦	下水汚泥のリン回収型超臨界水ガス化
29	東北大学	金属材料研究所	水口将輝	熱磁気効果を用いた熱電変換素子の創製
	東京大学	工学系研究科	神原 淳	Si ナノ構造化プラズマスプレー技術開発
	東京工業大学	物質理工学院	寺田芳弘	超高効率熱機関用軽量耐熱 Mg 合金の開発
	慶應義塾大学	理工学部	小茂鳥 潤	燃焼合成反応を利用した表面改質手法の提案
	東京理科大学	理工学部	上野一郎	高密度除熱に向けた蒸気泡崩壊過程の解明
	名古屋工業大学	工学研究科	川崎晋司	排熱で充電する燃料電池
	京都工芸繊維大学	分子化学系	中 建介	有機無機ハイブリッド分子潜熱蓄熱材の開発
	広島大学	工学研究科	深澤智典	木質バイオマス発電燃焼灰の再資源化
	愛媛大学	理工学研究科	中原真也	難処理木質廃棄物の超低温燃焼技術の開発
	舞鶴工業高等専門学校	電子制御工学科	奥村幸彦	水素保安によるアンモニアバーナーの開発
30	北海道大学	工学研究院	夏井俊悟	溶融塩電解のサブミリ秒スケール熱流動解析
	東北大学	金属材料研究所	岡本範彦	電気化学反応を利用した熱スイッチング材料の開発
	東京大学	工学系研究科	苑 勇	水素燃焼におけるセラミックスの腐食特性
	東京大学	工学系研究科	松井裕章	酸化物半導体の熱流制御と透明断熱の開発
	東京工業大学	工学院	渡部弘達	すずの直接かつ連続的エネルギー変換
	東京工業大学	科学技術創成研究院	片瀬貴義	電界効果を利用した超高効率熱電性能の実証
	横浜国立大学	工学研究院	西島喜明	熱輸送電磁メタマテリアルの開発
	名古屋大学	工学研究科	片山尚幸	高熱応答性潜熱蓄熱材料の開発
	豊田工業大学	材料プロセス研究室	南部紘一郎	複合浸室プロセスを利用した鋼の低ひずみ化
	大阪大学	レーザー科学研究所	重森啓介	レーザークリーニングにおける熱影響効果
	大阪工業大学	工学部	平郡 諭	電気伝導性芳香族分子の開発
	関西大学	システム理工学部	小田 豊	強い加減速を伴う脈動乱流熱伝達現象の解明
	兵庫県立大学	工学研究科	部家 彰	原子状水素アニールによる表面汚染物除去
	大阪府立大学工業高等専門学校	総合工学システム学科	君家直之	シリカ繊維／エアロゲル複合断熱材の創製

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
平成 31	東北大学	未来科学技術共同研究センター	横田有為	革新的難加工線材作製技術の高度化
	茨城大学	工学部	小峰啓史	ハイブリッド構造熱電変換素子の創成
	東京農工大学	生物システム応用科学府	秋澤 淳	排熱を活用する吸着冷凍サイクルの高効率化
	東京工業大学	物質理工学院	谷口 泉	流動層燃焼法による蓄電池電極触媒の合成
	東京工業大学	科学技術創成研究院	ガバベッチ アンナ	高周波誘導加熱による Al_4SiC_4 の燃焼合成
	岐阜大学	工学部	小林信介	触媒活性用噴流層プラズマ反応装置の開発
	名古屋大学	工学研究科	上野智永	超軽量 CNT 構造体を用いた断熱・伝熱スイッチング
	名古屋工業大学	工学研究科	岸 直希	刺しゅうに基づく発電する断熱材料の開発
	豊橋技術科学大学	工学研究科	中村祐二	低圧場を利用したポリマーの燃焼特性の把握
	三重大学	工学研究科	西村 顕	バイオガス由来 H_2 製造リアクター開発
	大阪府立大学	理学系研究科	小菅厚子	相転移を利用した欠陥含有熱電材料の開発
	岡山大学	自然科学研究科	河原伸幸	バイオマスガスのエンジンシリンダ内燃焼反応素反応モデルの構築
令和 2	広島大学	工学研究科	曙 紘之	高周波誘導加熱による元素拡散熱処理の開発
	山口大学	創成科学研究科	田之上健一郎	バイオマス燃焼時のクリンカー生成機構解明
	東北大学	未来科学技術共同研究センター	大橋雄二	高温環境を可視化する超音波計測技術開発
	群馬大学	理工学府	石井孝文	高温環境での炭素材料の気相酸化機構解明
	千葉大学	工学研究院	劉 醇一	低環境負荷型化学蓄熱材の開発
	東京大学	理学系研究科	山野井慶徳	熱刺激を跳躍運動に変換するケイ素化合物
	慶應義塾大学	理工学部	小茂鳥 潤	高周波熱処理を応用した固体浸炭処理の開発
	静岡大学	工学部	菊池将一	大気圧プラズマを援用した NH_3 フリー窒化
	静岡大学	工学部	青山真大	溶融金属揚程用小型高効率電磁ポンプの開発
	名古屋大学	工学研究科	山田智明	強誘電体ナノ構造による電気熱量効果の増大
	名古屋大学	工学研究科	伊東 裕	高分子熱電デバイスの高性能化指針の解明
	大阪大学	基礎工学研究科	棕田秀和	局所電子揺動由来の熱電性能向上因子の解明
	大阪工業大学	工学部	和田英男	赤外線スマートウィンドウの開発
	香川大学	創造工学部	奥村幸彦	シンガス対応のバーナーおよびエンジン開発
	九州大学	工学研究院	山本 剛	CO_2 の高効率分解による高濃度 CO の生成
3	北九州工業高等専門学校	生産デザイン工学科	山本洋司	二酸化炭素無排出亜酸化窒素バーナーの開発
	北海道大学	工学研究院	荻野 勲	マイクロ波加熱による電極触媒の高性能化
	東北大学	金属材料研究所	木口賢紀	熱処理による LPSO 型 Mg 合金の組織制御
	東京大学	理学系研究科	山田鉄平	配位高分子を用いた熱回収システムの構築
	東京農工大学	工学研究院	伏見千尋	フラッシュ加水分解による高効率オイル生産
	東京電機大学	工学部	小林佳弘	PM の特性に及ぼす潤滑油添加の影響
	名古屋大学	工学研究科	原田 寛	縮流下での微細気泡生成条件に関する検討
	名古屋工業大学	工学研究科	石井陽祐	熱利用による超高圧電解水素製造の高効率化
	豊田工業大学	工学研究科	田辺賢士	薄膜における熱伝導率の計測手法の開発
	豊橋技術科学大学	工学研究科	中村祐二	粉体による燃焼促進特性の評価法開発
4	大阪大学	接合科学研究所	近藤勝義	水素を利用したチタン粉末充填焼結法の開発
	兵庫県立大学	工学研究科	朝熊裕介	無次元数によるマイクロ波加熱の定式化
	東北大学	電気通信研究所	大塚朋廣	原子層ナノ構造による熱電変換技術の研究
	金沢大学	理工研究域	春木将司	希土類系化学蓄熱材による低温排熱の利用
	静岡大学	学術院工学領域	吹場活佳	水素の特性を生かした革新的内燃機関の開発
	静岡理工科大学	理工学部	野内忠則	エンジン排気 CO_2 回収用疎水性吸着材の検討
	立命館大学	理工学部	渡部弘達	固体酸化物 CO_2 電解セルのオペランド観察
	大阪公立大学	工学研究科	山田幾也	超高压合成法を用いたゼロ熱膨張材料の創製
	広島大学	先進理工系科学研究科	今榮一郎	導電性高分子の熱電特性に及ぼす添加剤効果
	徳島大学	社会産業理工学研究部	名田 謙	火炎浮き上がり高さに対する周囲流速の影響
	九州大学	工学研究院	山本 剛	マイクロ波プラズマによる固体燃焼法の開
	九州大学	工学研究院	梅原裕太郎	熱制御高度化による画期的熱処理技術の開発
	九州大学	工学研究院	津田伸一	液化水素の界面蒸発速度の量子分子論的解明
	熊本大学	先進マグネシウム国際研究センター	白石貴久	β 型チタン合金の熱駆動組成分配現象の解明
	長岡工業高等専門学校		島宗洋介	省資源光吸収層用レーザー熱処理技術の開発

●研究助成事業実績

(所属は交付当時・敬称略)

年度	研究責任者			研究テーマ
令和5	北海道大学	工学研究院	金野佑亮	低重力場における材料燃焼性評価手法の開発
	北見工業大学	工学部	林田和宏	水素添加が噴霧燃焼特性に及ぼす影響の解明
	東京工業大学	物質理工学院	谷口 泉	過熱水蒸気を用いた蓄電デバイス材料の合成
	東京工業大学	科学技術創成研究院	田中裕也	金属錯体に基づく分子熱電素子の開発
	慶應義塾大学	理工学部	小茂島 潤	スマート浸炭処理の開発と鋼の高疲労強度化
	東京都立大学	都市環境科学研究科	秦 慎一	環境発電のためのn型有機材料の開発
	新潟大学	工学部	齊藤健二	バナジウムを用いたNbC電極触媒の高効率かつ炭素蓄積型固相合成技術の開発
	岐阜大学	工学部	朝原 誠	データ科学による水素燃焼特性の開拓
	名古屋大学	工学研究科	伊藤靖仁	噴流の熱拡散制御に関する実験研究
	大阪大学	工学研究科	芝原正彦	深層学習による伝熱面のマイクロ特性の最適化
	大阪大学	理学研究科	小林裕一郎	重縮合系硫黄ポリマーの合成と材料への応用
	大阪大学	理学研究科	塩貝純一	ナノシート積層構造を活用した熱電変換材料
	大阪公立大学	工学研究科	安田雅昭	電子線改質したグラフェンの熱輸送特性解析
	広島大学	先進理工系科学研究科	平野知之	気相燃焼法による機能性微粒子の球状化
	新居浜工業高等専門学校		當代光陽	機械学習によるTiAl基耐熱合金組織の自動判定
令和6	筑波大学	生命環境系	興野 純	ホウ酸塩の構造特性を応用した蓄熱材の開発
	東京農工大学	工学研究院	伏見千尋	中温潜熱蓄熱粒子流動層蓄熱部の特性評価
	東京工業大学	物質理工学院	寺田芳弘	異相界面強化を利用した軽量耐熱合金の開発
	東京工業大学	物質理工学院	澤田敏樹	繊維状ウイルスからなるCO ₂ 分離膜の開発
	横浜国立大学	工学研究院	黒瀬 築	高性能多孔質体自励振動ヒートパイプの開発
	名古屋大学	工学研究科	大戸達彦	熱電変換自己組織化分子膜の理論設計
	豊田工業大学	工学部	田辺賢士	3次元高感度熱流センサーの開発
	大同大学	工学部	宮本潤示	イオン液体を用いたプラズマ浸室焼入れ法
	豊橋技術科学大学	工学部	武藤浩行	積層造形に展開可能な易焼結性集積粒子設計
	豊橋技術科学大学	工学研究科	松木大輝	固液推進剤の多孔質構造による燃焼安定性
	立命館大学	理工学部	渡部弘達	炭素資源からのCO ₂ フリー水素と炭素生成
	大阪産業大学	工学部	南部紘一郎	ヘテロ表面制御による浸炭処理の低ひずみ化
	関西大学	環境都市工学部	朝熊裕介	マイクロ波照射中の液液界面の動的観察
	香川大学	創造工学部	奥村幸彦	新燃料燃焼下での高効率エコノマイザの開発
	佐賀大学	理工学部	椿 耕太郎	地中熱交換器性能への極低速地下水流の影響

表彰事業実績

財団設立後、今日迄の43年間で、熱技術賞47名、粉生熱技術振興賞77名となっており、それぞれ次の方々に贈呈いたしました。

◎熱技術賞

(所属は交付当時・敬称略)

年 度	氏 名	所 属	役 職	推薦団体
昭和 57	豊 田 茂	新日本製鐵(株)	取締役副社長	(社)日本鉄鋼協会
58	國 井 大 蔵	東京大学 工学部	教授	(財)省エネルギーセンター
	功 刀 雅 長	愛知工業大学 工学部	教授	(社)窯業協会
59	田 村 今 男	京都大学 工学部	教授	(社)日本熱処理技術協会
	飛 山 一 男	いすゞ自動車(株)	代表取締役社長	(社)自動車技術会
60	上 杉 年 一	山陽特殊製鋼(株)	代表取締役副社長	(社)日本鉄鋼協会
	辻 廣	埼玉大学 工学部	教授 東京大学名誉教授	日本燃焼研究会
61	林 武 志	耐火物技術協会	会長	(社)窯業協会
	一 色 尚 次	日本大学 工学部	教授 東京工業大学名誉教授	(社)日本機械学会
62	鶴 巻 良 輔	昭和シェル石油(株)	専務取締役	(社)日本プラントメンテナンス協会
63	神 野 博	京都大学 工学部	教授 工学部長	日本燃焼研究会
平成 1	新 美 格	豊田工業大学 工学部	教授	(社)日本金属学会
2	林 主 税	日本真空技術(株)	代表取締役会長	(社)日本真空工業会
3	甲 藤 好 郎	日本大学 理工学部	教授 東京大学名誉教授	(社)日本機械学会
4	永 井 親 久	(株)神戸製鋼所	代表取締役副社長	(社)日本鉄鋼協会
5	平 田 賢	芝浦工業大学 システム工学部	教授 東京大学名誉教授	(社)日本機械学会
6	北 岡 徹	日本セメント(株)	代表取締役会長	(社)日本セメント協会・(社)セメント協会
7	谷 口 博	北海学園大学 工学部	教授 北海道大学名誉教授	(社)日本ガスタービン学会
8	鈴 木 孝	日野自動車工業(株)	顧問 技監	(社)自動車技術会
9	田 中 良 平	(株)超高温材料研究センター	技術顧問 東京工業大学名誉教授	(社)日本鉄鋼協会
10	永 井 敏	ハリマセラミック(株)	顧問	耐火物技術協会
11	廣 安 博 之	近畿大学 工学部	教授 広島大学名誉教授	日本燃焼学会
12	高 橋 進	関東冶金工業(株)	代表取締役社長	(社)日本工業炉協会
13	山 口 正 治	京都大学 大学院工学研究科	教授	(社)日本金属学会
14	杉 田 清	耐火物技術協会	名誉会員	耐火物技術協会
15	平 野 敏 右	(独)消防研究所	理事長 東京大学名誉教授	(社)日本火災学会
16	鈴 木 泰 信	NTN(株)	代表取締役副社長	(社)日本ベアリング工業会
17	牧 正 志	京都大学 大学院工学研究科	教授	(社)日本熱処理技術協会
18	林 稔	アイシン精機(株)	代表取締役副社長	(社)日本熱処理技術協会
19	香 月 正 司		大阪大学名誉教授	日本燃焼学会
20	森 田 研	パナソニックプラズマディスプレイ(株)	代表取締役社長	(社)電子情報技術産業協会 関西支部
21	伊 東 弘 一	早稲田大学理工学術院総合研究所	客員教授 大阪府立大学名誉教授	(一社)エネルギー・資源学会
22	野 村 寛	JEEスチール(株)	代表取締役副社長	(社)日本鉄鋼協会
23	武 田 信 生	立命館大学 総合理工学研究機構エコテクノロジー研究センター	客員教授 センター長 京都大学名誉教授	(一社)廃棄物資源循環学会
24	三 木 伸 一	住友精密工業(株)	代表取締役社長	(一社)日本鉄鋼協会
25	佐 藤 順 一	(株)IHI	顧問	(一社)日本機械学会
26	西 本 利 一	東京製鐵(株)	代表取締役社長	(公財)池谷科学技術振興財団
27	川 寄 修	(株)東研サーモテック	代表取締役社長	日本金属熱処理工業会
28	尾 上 善 則	(株)神戸製鋼所	代表取締役副社長	(一社)日本鉄鋼協会
29	岡 崎 健	東京工業大学 科学技術創成研究院	特命教授 東京工業大学名誉教授	(一社)日本機械学会
30	山 口 明 良	(一財)岡山セラミックス技術振興財団	顧問	耐火物技術協会
31	村 上 英 樹	日本製鉄(株)	技術開発本部 フェロー	(一社)日本鉄鋼協会
令和 2	三 島 良 直	(国研)日本医療研究開発機構	理事長 東京工業大学名誉教授	(公社)日本金属学会
3	小 林 秀 昭	東北大学 流体科学研究所	教授	(一社)日本燃焼学会
4	古 川 誠 博	J F E スチール(株)	専務執行役員 西日本製鉄所長	(一社)日本鉄鋼協会
5	成 瀬 一 郎	名古屋大学 未来材料・システム研究所	所長 教授	(一社)日本燃焼学会
6	渡 邊 陽 一	日本パーカラライジング(株)	技術本部・フェロー	(一社)日本熱処理技術協会

●表彰事業実績

◎粉生熱技術振興賞

(所属は交付当時・敬称略)

年 度	氏 名	所 属	役 職	推薦団体
昭和 61	堀 江 鋭 二	イソライト工業(株)	取締役社長	(社)日本工業炉協会
	大 竹 一 友	豊橋技術科学大学 工学部	教授	日本燃焼研究会
62	篠 原 虔 章	川崎製鉄(株) エネルギー技術部	部長	(社)日本鉄鋼協会
	平 野 敏 右	東京大学 工学部	教授	(社)日本火災協会
63	渡 部 康 一	慶應義塾大学 理工学部	教授	日本熱物性研究会
	竹 内 修	石川島播磨重工業(株) 機械鉄構事業本部	部長代理	(社)日本工業炉協会
平成 1	小 林 廣	(株)平川鉄工所	取締役 技術部長	(社)日本ボイラ協会
	高 城 敏 美	大阪大学 工学部	教授	日本燃焼研究会
2	伊 藤 文 夫	東京電力(株) 技術開発部	開発研究所長	ジャパン・フレーム・リサーチ・コミッティ
	架 谷 昌 信	名古屋大学 工学部	教授	(社)化学工学会
3	吉 田 正 彦	タイホー工業(株)	常務取締役	(社)日本工業炉協会
	城 戸 裕 之	九州大学 工学部	教授	日本燃焼学会
4	三 木 泰	(株)東洋金属熱練工業所	常務取締役	大阪府立鍛圧熱処理技術センター
	定 方 正 毅	東京大学 工学部	教授	(社)化学工学会
5	仲 町 一 郎	東京ガス(株)産業営業部 技術開発グループ	マネージャー	ジャパン・フレーム・リサーチ・コミッティ
	牧 正 志	京都大学 工学部	教授	(社)日本熱処理技術協会
6	小 島 久 義	日産自動車(株) 富士工場	取締役 工場長	(社)日本塑性加工学会
	齋 藤 武 雄	東北大学 工学部	教授	日本太陽エネルギー学会
7	合 野 定 彦	住友金属工業(株) 地球環境部	専任部長	(社)日本鉄鋼協会
	河 野 通 方	東京大学 大学院工学系研究科	教授	日本燃焼学会
8	松 尾 護	日本ファーンズ工業(株) 基本技術本部	取締役 副本部長	(社)日本工業炉協会
	馬 越 佑 吉	大阪大学 工学部	教授	(社)日本鉄鋼協会
9	牧 徹	光洋リンドバーグ(株)	副社長	(社)日本工業炉協会
	吉 田 亮	東京電機大学 工学部	教授	日本燃焼学会
10	篠 崎 斌	(株)クボタ 素形材事業本部 素形材事業第一部	鉄鋼研究部 副部長	(財)素形材センター
	友 田 陽	茨城大学 工学部	教授	(社)日本金属学会
11	福嶋信一郎	日本鋼管(株) 鉄構技術センター 環境エネルギー部	エネルギー主席	(社)日本鉄鋼協会
	宮 内 敏 雄	東京工業大学 工学部	教授	(社)日本機械学会
12	丸 山 公 一	東北大学 大学院工学研究科	教授	(社)日本金属学会
	林 順 一	新日本製鐵(株) 技術開発本部 先端技術研究所	エネルギー・環境基盤研究部長	(社)日本鉄鋼協会
13	山 本 博	大阪ガス(株) エネルギー開発部	部長・燃焼技術チームマネージャー	日本バーナ研究会
	石 塚 悟	広島大学 大学院工学研究科	教授	日本燃焼学会
14	宮 本 欽 生	大阪大学 接合科学研究所	教授	(社)日本セラミックス協会
	西 川 直	横河電機(株) プロダクト事業部 フィールド機器センター技術部 伝送器グループ	係長	(財)省エネルギーセンター
15	佐 藤 安 司	(株)宮本工業所	専務取締役	(社)日本工業炉協会
	岡 崎 健	東京工業大学 大学院理工学研究科	教授	(社)化学工学会
16	中 村 秀 樹	日立金属(株)ファインメット メトガラス事業推進部	事業役員	(財)素形材センター
	中 山 喜 萬	大阪府立大学 大学院工学研究科	教授	応用物理学会 関西支部
17	影 近 博	JEEスチール(株)	専務執行役員・スチール研究所長	(社)日本鉄鋼協会
	菱 田 公 一	慶應義塾大学 理工学部	教授	(社)日本伝熱学会
18	鈴 木 富 雄	(株)神鋼環境ソリューション	取締役技術開発本部長	日本燃焼学会
	河 本 邦 仁	名古屋大学 大学院工学研究科	教授	(社)日本セラミックス協会
19	西 岡 潔	新日本製鐵(株) 技術開発本部 技術開発企画部	執行役員 部長	(社)日本鉄鋼協会
	吉 葉 正 行	首都大学東京 大学院理工学研究科	教授	(社)日本機械学会
20	高 田 壽 夫	(株)山武アドバンストーションカンパニー	執行役員	日本バーナ研究会
	高 杉 隆 幸	大阪府立大学 大学院工学研究科	教授	(社)日本金属学会
21	原 田 広 史	(独)物質・材料研究機構 超耐熱材料センター	センター長	(社)資源協会
	三 島 良 直	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	教授	(社)日本金属学会
22	兵 藤 剛 二	(株)大阪チタニウムテクノロジーズ	常務取締役	(社)日本チタン協会
	塩 路 昌 宏	京都大学 大学院エネルギー科学研究科	教授	(社)自動車技術会
23	栗谷川 悟	ソーラーフロンティア(株)	執行役員 技術本部長	(社)日本工業炉協会
	成 瀬 一 郎	名古屋大学 大学院工学研究科	教授	(一社)日本燃焼学会

●表彰事業実績

年 度	氏 名	所 属	役 職	推薦団体
平成 24	川 寄 一 博	高周波熱練(株)	専務取締役	(一社)日本熱処理技術協会
	鶴 田 俊	秋田県立大学 システム科学技術学部	教授	(公社)日本火災学会
25	丸 田 薫	東北大学 流体科学研究所	教授	(一社)日本燃焼学会
26	河 野 幸 次	新日鐵住金(株) 設備・保全技術センター 無機材料技術部	主幹	耐火物技術協会
	木 村 一 弘	(独)物質・材料研究機構 材料信頼性評価ユニット	ユニット長	(独)物質・材料研究機構
27	河 田 一 喜	オリエンタルエン지니어リング(株)	代表取締役社長	(一社)日本工業炉協会
	長 坂 雄 次	慶應義塾大学 理工学部	教授	日本熱物性学会
28	小 林 敬 幸	名古屋大学 大学院工学研究科	准教授	(一社)エネルギー・資源学会
	店 橋 護	東京工業大学 工学院	教授	(公社)日本伝熱学会
29	大 林 功 治	アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 生産技術本部	執行役員	(一社)日本熱処理技術協会
	山 本 剛	九州大学 大学院工学研究院	准教授	(公社)化学工学会
30	藤 田 修	北海道大学 大学院工学研究院	教授	(一社)日本燃焼学会
	山 田 哲 也	アズビル(株) アドバンスオートメーションカンパニー	CP開発部 副部長	(一社)日本工業炉協会
31	奥 宮 正 洋	豊田工業大学 機械システム分野	教授	(一社)日本熱処理技術協会
	藤 岡 恵 子	(株)ファンクショナル・フルイッド	代表取締役社長	(公社)化学工学会
令和 2	谷 口 善 一	ウメトク(株)	常務執行役員 熱処理事業部長	(一社)日本工業炉協会
	板 谷 義 紀	岐阜大学 工学部 機械工学科	教授	(一社)日本エネルギー学会
3	御手洗容子	東京大学 新領域創成科学研究科	教授	(公社)日本金属学会
	吉 本 成 実	三建産業(株)	取締役	(一社)日本工業炉協会
4	久 米 道 也	日亜化学工業(株) 第一部門M生産部	部長	日本ボンド磁性材料協会
	西 本 明 生	関西大学 化学生命工学部	教授	(一社)日本熱処理技術協会
5	中 野 貴 由	大阪大学 大学院工学研究科	教授	(公社)日本金属学会
	丸 野 耕 一	山里産業(株) 標準室	室長	(一社)日本電気計測器工業会
6	赤 松 史 光	大阪大学 大学院工学研究科	教授	(一社)日本燃焼学会
	荒 池 忠 男	(株)大阪チタニウムテクノロジーズ	取締役 常務執行役員	(一社)日本チタン協会

評議員・理事・監事

(50音順 令和7年3月31日現在)

理 事 長	谷 川	寛	株式会社横河ブリッジ 社友
評 議 員	粉 生	博	元 茶谷産業株式会社 顧問
〃	谷 川	正	中外炉工業株式会社 名誉会長
〃	灘 本	正博	元 大阪商工会議所 専務理事
〃	架 谷	昌信	愛知工業大学 特任教授 名古屋大学名誉教授
〃	牧 野	忠裕	関西電力株式会社 ソリューション本部 法人営業部長
専務理事	大 原	孝	当財団 事務局長
理 事	荏 開津	孝生	Daigasエナジー株式会社 ビジネス開発部 技術開発チーム マネージャー
〃	香 月	正司	大阪大学名誉教授
〃	田 中	顕	横河ソリューションサービス株式会社 理事 関西支社長
監 事	桑 木	肇	公認会計士
〃	山 田	四司一	税理士

公益財団法人谷川熱技術振興基金 事業報告書 第43号

発行日 令和7年6月30日

発行所 公益財団法人 谷川熱技術振興基金

〒550-0001大阪市西区土佐堀1丁目6-20

電話・FAX 06(6444)2120

<https://www.disclo-koeki.org/04a/00707/index.html>

((公財)公益法人協会 共同サイト内)
