

## 2019 年度実施研究助成課題

### 1 「広帯域電磁波を用いた熱交換器内金属配管の欠陥検出法」

本島 邦行 (群馬大学 大学院理工学府 電子情報部門 教授)

熱交換器は、ボイラーに不可欠でかつ重要な部分であり、効率的な熱交換を行うために多数の湾曲部を持つ金属配管が用いられている。この金属配管部に生じたき裂、穴、変形や詰まりなどの欠陥は重大事故の原因となる。しかし、湾曲部を多数持つ金属配管は、その複雑な構造により欠陥検出が難しく、また作業に手間がかかる。さらにボイラーの構造によっては、容易に熱交換器部に立ち入れない場合もある。

そこで本研究では、①多数の湾曲部を有する金属配管に存在する欠陥(き裂、穴、変形や詰まり)を一度の計測で容易に検出する、②検査対象の金属配管に近づけない場合でも遠隔で検査する、及び③金属配管内の欠陥位置を遠隔計測で特定する、の3つを合わせて可能とする広帯域電磁波を用いた計測方法の確立を目的とする。

### 2 「結晶組織学的損傷発達挙動解析機械学習システムの構築とそれによる余寿命予測」

山崎 泰広 (千葉大学大学院 工学研究院 機械工学コース 准教授)

本研究は、ミクロスケールにおける損傷挙動の揺らぎあるいはばらつきと呼ばれる組織に極めて大きく依存する状態量に対して微視組織との関連性を考慮しながら機械学習を活用した解析を行い、マクロな損傷状態と余寿命を予測する技術の基盤の構築することを目的とする。

本研究では、ニッケル合金を対象としたクリープおよびクリープ疲労試験を実施し、損傷発達挙動を微視組織と関連付けて評価する。併せて、有限要素法を用いて不均質・非等方・不連続なモデルの応力・ひずみ場と損傷状態から損傷発達の機構と力学を検討する。そして、得られたデータベースに対して教師無し機械学習による特徴因子の抽出、特徴因子の物理的意味の考察、それに基づく教師付学習による回帰関数の検討を実施する。そして、微小サンプルの損傷状態からマクロスケールの構造物の損傷状態・余寿命を予測するシステムを構築する。

### 3 「燃焼ガス高速モニタリングを実現する光ファイバプローブ式レーザ分光ガスセンサの開発」

西田 耕介 (京都工芸繊維大学 機械工学系 准教授)

都市ガスボイラのエネルギー効率の更なる向上や CO<sub>2</sub> 排出量の低減を図るためには、燃焼制御技術の改善・高度化が不可欠であり、そのためには燃焼器内のガスの流動状態や反応プロセスを「その場 (in-situ)」かつ「リアルタイム」でモニタリングできる精緻なガスセンシング技術の開発が必要となる。本研究では、高感度なレーザ吸収分光法である波長可変半導体レーザ吸収分光法 (TDLAS 法) を応用することにより、高温燃焼器内の反応ガス (メタン、水蒸気、CO<sub>2</sub>) 濃度を高速・高精度かつ局所的に測定できる「光ファイバプローブ式レーザ分光ガスセンサ」の開発を行う。本計測システムは、燃焼場にプローブを挿入しレーザ光を直接照射することによって、100ms 以内の応答時間で反応ガス成分のその場分析を可能にする。さらに、出力信号の合成により S/N 比の改善を図り、各ガス種の成分濃度を±1.0 mol%以内の精度で定量化できるようにする。

### 4 「複雑ネットワークと機械学習を組み合わせた燃焼振動の検知技術の開発」

後藤田 浩 (東京理科大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 准教授)

燃焼状態の最適な運転条件を効率的かつ安全に行う上で、燃焼器の致命的な破損やライフサイクルの低下、ならびに燃焼騒音の主要因となる燃焼振動の事前検知技術の開発は工業的に重要な課題である。また、燃焼振動は燃焼器内の圧力や発熱変動が、様々な要因によって相互に作用し合う複雑な不安定現象であることから、その予兆を捉えるための新しい方法論は燃焼学の学理体系化にも繋がる。

このような背景の中、近年の人口知能やデータサイエンス分野の著しい進展に伴い、医学・生命・電子分野において、情報論的学習理論の積極的な産業利用が切望されている。本研究では、燃焼振動の非線形相互作用に着目しながら、複雑ネットワークの特性量を機械学習に用いた燃焼振動の新しい予兆検知法の研究開発を行う。