

2009.10 発行
財団法人岡山工学振興会編

レーザ干渉法による非定常流体温度計測センサの開発

岡山大学大学院自然科学研究科（工学系） 教授 富田 栄二

反応性熱流体現象を理解するためには、速度場、温度場、濃度場を高応答、高精度で把握する必要があります。速度場の測定には Particle Image Velocimeter (PIV)などが、濃度場の測定はレーザ誘起蛍光法(LIF)やガスサンプリング法などがよく使われます。温度場の測定は、通常、熱電対やサーミスタが使用されることが多いようです。これらは、研究あるいは工業的には、比較的安価で取り扱いやすい反面、応答性が秒オーダーであり、良いとはいえません。また、小型化、細線化することによって応答性は向上しますが、燃焼を伴うような反応場においては使用することができません。そこで、レーザを利用する方法が種々考えられています。

気体の場合、CARS(Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy) 法によってエンジンシリンダ内のエンドガス部の温度を測定している例はあります。しかし、装置は非常に大掛かりになり、しかも、高価であるにもかかわらず、時系列計測はできず、1000 K程度の温度を測定するとき測定精度は ± 50 K程度です。液体の場合、レーザ誘起蛍光法などのレーザシステムによって流体の温度分布を知ることができますが、トレーサが必要で、ローダミン等を使用しますと食品関係の場合には適用することができません。マッハツェンダ干渉計は光を利用する比較的安価な温度分布測定装置ですが、通常は除振台上に光学系を設置し、非測定物をそこへ設置する必要があります。しかも、3次元の現象を捉える際には軸対称を仮定するか、さもなければCT化しなければならず、装置が大掛かりになります。すなわち、今まで実用機器に適用することのできるような簡便で応答性の良い温度計測装置は存在しませんでした。今までの装置と比較すると、本研究で提案するシステムは、この干渉計を光ファイバにより光を導波して、かつ測定部をセンサ化することによって、局所的な流体温度計測を可能にします。本研究によって、今までになかったものを新たに創造するという点で新規性があると考えています。

本研究室では、光を利用した熱流体計測法の開発を大きなテーマの一つにしています。対象物としてエンジンを取り扱うことが多いのですが、その理由は、エンジン内現象が、非定常、高圧、高温、乱流状態で、最も計測条件としては厳しい場であり、そこで蓄積されるノウハウは極めて有用であるからです。単に実験室レベルの研究用のみならず、実用機器に適用することのできるシステムの開発に力を入れています。

現在までに、図1に示すような光学系およびセンサを試作し、エンジンシリンダ内において、ガス温度履歴の測定を行ってきました。図2に示すセンサは火花点火エンジン用の点火栓に、光学系を埋め込んだタイプのもので、周波数安定化型ヘリウムネオンレーザからの変調された光を偏波面保存型光ファイバに導入し、本センサの先端まで到達させます。先端部では石英ガラスを通過してミラーで反射した光がもとへ戻る構造となっています。光ファイバを通過した光は、光ファイバを透過しない光と干渉して光検出器で受光され、解析されます。

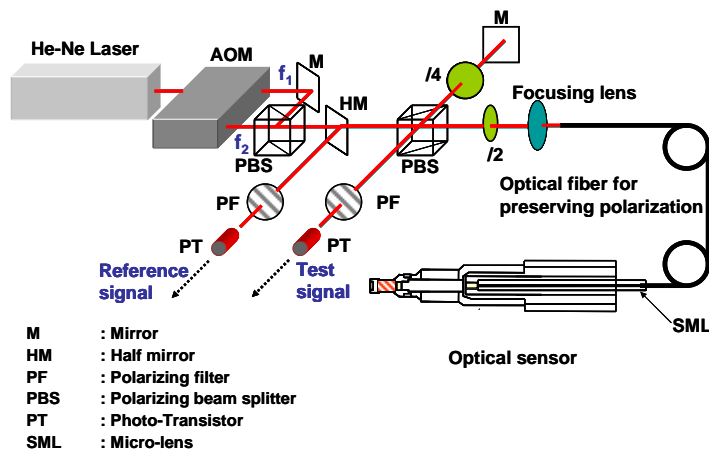


図 1 全体の光学系



図 2 点火栓埋め込み型センサ部

本システムを圧縮・膨張試験装置に適用した結果、ガス温度はポルトローブ変化を仮定した温度とほぼ近い値を示し、本センサシステムの有効性が確認されました。また、本センサを実機に取り付け、予混合圧縮着火エンジン内ガス温度を計測し、ほぼ妥当と考えられる結果が得られました。精度に関する検証もしていますが、さらなる計測精度向上のための方法を今後とも研究していく必要があります。

実際に考案した測定用光学系が予定通り機能するか否かは、非常に小さいモノを扱うことになり、経験とノウハウが必要です。現在、新たな光学系を考案し、光学系の設計が終了した段階であり、今後、試作、検討していく予定です。

未燃ガスや燃焼ガス温度変化の測定などはエンジン性能や排気ガス組成等に関係するため、その現象の解明も非常に重要です。しかし、温度はエンジン内のガスだけでなく、反応性流体を扱う上で重要なパラメータの一つです。エンジン以外の実用機器への適用例としては、例えば化学プラントにおいて異常が起こったために生じる急激な温度変化をいち早く検知して制御システムにフィードバックさせる等の使用方法も考えられ、工業的に汎用性があると考えられます。基礎研究用試験装置、燃焼機器だけでなく、IT 関連、医療関連、原子力発電や化学プラント等、幅広い分野で必要とされるモノとなりうる可能性を秘めていると考えられます。

本申請テーマである温度センサシステムは、応用範囲が非常に広いにも関わらず、まだその利用方法がよく理解されていないと思われます。工業的に利用される場合には、コストが重要になりますが、大量生産をした場合には大幅に低減できると思われます。

本テーマが進展して実を結ぶことになれば、岡山県はもちろんのこと、世界における科学技術社会の発展に寄与すると考えられます。

このたび、内山勇三科学技術賞を頂いたことは非常に光栄なことであり、温度計測法開発によって低炭素社会実現に向けて取り組んでいる本研究への支援は誠にありがたいことです。紙面を借りまして内山工業様はじめ選考委員会ならびに関係者の皆様には厚く御礼申し上げます。

「平成 21 年度特別研究（内山勇三科学技術賞）受賞者」



図 3 将来の温度センサシステム応用分野

1. 学術研究集会学術講演会の助成

平成 21 年度の学術研究集会・学術講演会の助成（第 3 回分）の申請件数は 6 件でした。この分野の選考は、研究助成選考委員会、第 2 選考委員会（委員長 高橋則雄 岡山大学教授）により行われ、下表のとおり決定いたしました。

学術研究集会等への助成（第 3 回助成分）

次の研究集会 6 件について助成を行いました。

研究集会名称	主催団体	世話人
2009 年認知症早期診断・リハビリ技術国際シンポジウム	国際複合医工学会	岡山大学 呉 景龍
第 30 回有機微量分析ミニサロン	有機微量分析ミニサロン	岡山大学 高丸 厚子
第 81 回 2009 年度秋季低温工学・超電導学会	低温工学協会	岡山大学 村瀬 暁
日本生産管理学会中国・四国支部支部研究会	日本生産管理学会中国・四国支部	岡山大学 宮崎 茂次
日本人間工学会中国・四国支部学術講演会	日本人間工学会中国・四国支部	岡山大学 村田 厚生
第 26 回資源生物科学国際シンポジウム 「宇宙植物科学研究最前線 -宇宙での生活を 目指して-」	岡山大学資源生物科学研究所	岡山大学 杉本 学

2. 学術研究集会等のお知らせ

名称 **第 81 回 2009 年度秋季低温工学・超電導学会**

主催 低温工学協会

内容 当学会では、超電導物質および極低温寒剤の理論、超電導材料の製法・物性・線材化・薄膜化、エネルギーおよびエレクトロニクス応用、冷凍機・冷却方法など、地球温暖化の緩和・省エネルギー・省資源に関連した先端研究の発表があり、5 会場で 3 日間開催される。

日時 平成 21 年 11 月 18 日（水）～11 月 20 日（金）

場所 岡山大学創立五十周年記念館、本部棟第 1 会議室

問合せ 岡山市北区津島中 3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8117

岡山大学大学院自然科学研究科産業創生工学専攻 村瀬 暁

名称 **日本生産管理学会中国・四国支部 支部研究会**

主催 日本生産管理学会 中国・四国支部

内容 支部研究会として、「生産管理システム導入の問題点とその解決策」というタイトルで、生産管理に精通したコンサルタントを呼び、講演を依頼する。

日時 平成 21 年 11 月 21 日（土）

場所 岡山大学大学院総合研究科棟

問合せ 岡山市北区津島中 3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8223

岡山大学大学院自然科学研究科産業創生工学専攻 宮崎 茂次

名称 **日本人間工学会中国・四国支部学術講演会**

主催 日本人間工学会中国・四国支部

内容 中国四国地区の人間工学会会員の相互交流のための年 1 回の学術講演会を本年度は岡山

大学にて開催する。学術講演会は、大阪大学大学院基礎工学研究科の佐藤教授の特別講演と約40件(予測数)の一般講演によりなる。一般講演では、動作と人間工学、医療福祉と人間工学、自動車と人間工学製品設計・開発と人間工学、マルチメディア・ITと人間工学といったテーマの演題での講演が行われる。

日時 平成21年11月28日(土)

場所 岡山大学工学部1号館

問合せ先 岡山市北区津島中3-1-1 〒700-8530 電話(086)251-8055

岡山大学大学院自然科学研究科産業創生工学専攻 村田 厚生

名称 **第26回資源生物科学国際シンポジウム**

「宇宙植物科学研究最前線 -宇宙での生活を目指して-」

主催 岡山大学資源生物科学研究所

内容 国際宇宙ステーションで行われている宇宙環境ストレスに対する植物の応答反応解析や植物栽培・保存技術に関する最新の研究について宇宙開発に携わっている国内外の研究者による講演を行い、宇宙科学研究の意義や重要性をアピールすると共に、研究者や一般市民が宇宙科学研究について知識を得て理解する機会になることを目的としている。

日時 平成21年11月28日(土)

場所 岡山大学創立五十周年記念館 多目的ホール

問合せ先 倉敷市中央2-20-1 〒710-0046 電話(086)424-1661(代表)

岡山大学資源生物科学研究所 杉本 学

名称 **2009年認知症早期診断・リハビリ技術国際シンポジウム**

主催 国際複合医工学会

内容 認知症に関する医工学分野の研究発表・情報交換を目的に、日本、中国、シンガポール、韓国を始め欧米の諸国から合わせて150名程度の研究者が参加し、研究成果などを発表する。

<http://frontier.mech.okayama-u.ac.jp/DRD2009/>

日時 平成21年12月11日(金)~12月12日(土)

場所 岡山大学創立五十周年記念館

問合せ先 岡山市北区津島中1-1-1 〒700-8530 電話(086)251-8052

岡山大学大学院自然科学研究科産業創生工学専攻 呉 景龍

《事務局よりお知らせ》

学術研究集会、学術講演会への助成について

第4回(1月~3月開催) 11月20日(金)申請締切り

《ほっと交流会》

「岡振サロン」では毎月第2金曜日に色々な方に「ほっとな話題」を提供していただき、気軽に意見を交わす「ほっと交流会」を開催しています。お気軽にご参加下さい。

平成21年10月9日(金)18:00~ 講師 岡山大学名誉教授 小西 忠孝

場所: 岡山大学新技術研究センター1F、参加費(軽食付): 賛助会員: 800円、非会員: 1,000円

お問合せ先: Tel, Fax: 086-255-8311

財団事務局 E-mail: ofst@cc.okayama-u.ac.jp

URL: <http://www1a.biglobe.ne.jp/ofst>