

明治大学 理工学部 機械工学科

マイクロ熱工学研究室

マイクロ熱工学研究室は、マイクロ・ナノテクノロジーを取り入れた新しい熱・流体工学を展開する研究室です。マイクロマシンやマイクロセンサを製作する MEMS 技術を用い、機械工学、特に、熱流体工学分野の拡張、発展に寄与する研究を進めています。先端研究を通して、自らを成長させる気概のある学生を募集します。



教授 中別府 修

連絡先 ミクロ熱工学研究室 (4 号館 4106 室), Mail : onakabep@meiji.ac.jp
URL http://www.isc.meiji.ac.jp/~mte_lab/

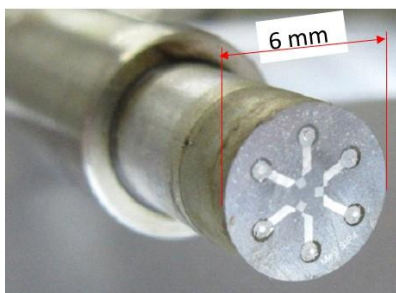
【就職先】【2017】パナソニック, 大成建設, 富士通, 本田技研工業, アイシン精機, いすゞ自動車, カブドットコム証券
【2016】株式会社クボタ, 株式会社小野測器, 日本海事協会, いすゞ自動車株式会社, 本田技研工業株式会社, アトムメディカル株式会社, 株式会社アルプス技研, 川崎市役所【2015】日本海事協会, 東芝マテリアル株式会社, JFE エンジニアリング株式会社, 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社, 株式会社日立ハイテクサイエンス, 三浦工業株式会社
【2014】オリンパス株式会社, オルガノ株式会社, 株式会社不二工機, 東京エレクトロン株式会社, プログレステクノロジー株式会社, 株式会社金菱エンジニアリング, 【2013】株式会社デンソー, 九州工業大学, ダイキン工業株式会社, JX 日鉱石油エネルギー株式会社, トヨタ自動車株式会社, コニカミノルタホールディングス株式会社, 株式会社東芝, 本田技研工業株式会社【2012】株式会社小松製作所, コニカミノルタホールディングス株式会社, 東芝三菱電機産業システム株式会社, 日野自動車株式会社, 三菱ふそうトラック・バス株式会社, 株式会社日立産機システム, 本田技研工業株式会社, 住友ゴム工業株式会社, 株式会社岩手銀行【2011】トヨタ自動車株式会社, 株式会社東芝, 山下ゴム株式会社, 三菱化学株式会社, 株式会社ニューフレアテクノロジー, 【2010】日本海事協会, 大王製紙株式会社, 金沢村田製作所, セイコーインスツル株式会社, 三菱電機ビルテクノサービス, 株式会社ヨコオ, 北海道運輸局【2009】大塚製薬, 富士電機株式会社, カヤバ工業株式会社, 株式会社マテリアル【2008】株式会社間組, テルモ株式会社, 富士重工業株式会社, 株式会社エイチアンドエフ, 安全自動車株式会社【2007】本田技研工業株式会社, 株式会社トッパン・コスモ, 日立アプライアンス株式会社, マブチモーター株式会社【2006】東日本旅客鉄道株式会社

【進学先】京都大学大学院, 筑波大学大学院, 大阪大学大学院, 東京工業大学大学院

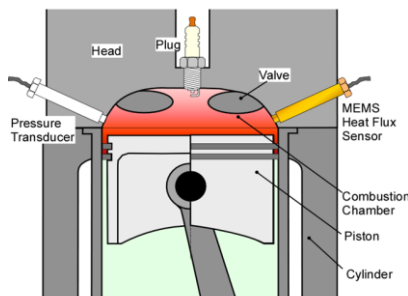
研究テーマ概要

エンジン用 MEMS 熱流束センサの開発

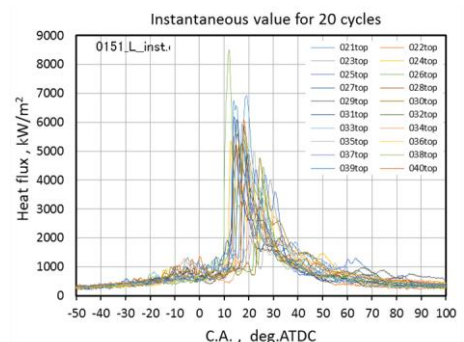
エンジンの熱効率向上のため、燃焼室からの熱損失低減が期待されています。しかし、複雑なエンジン内の乱流熱伝達を把握し、熱損失低減策を導入するには、正確な熱流束計測技術が必要です。研究室では、SIP（国家プロジェクト）に参加し、MEMS 技術でエンジンに適用可能な薄膜センサを制作し、従来にない、高い応答速度と空間分解能、ノイズ耐性を持つセンサを開発しています。これまでに、エンジンの詳細な熱流束計測に成功し、乱流情報の抽出が可能なことも示し、高い評価を得ています。



隣接 3 点熱流束センサ



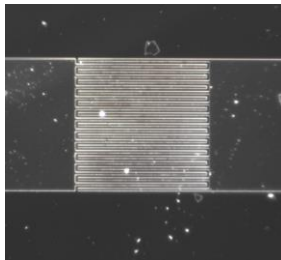
エンジンへの設置



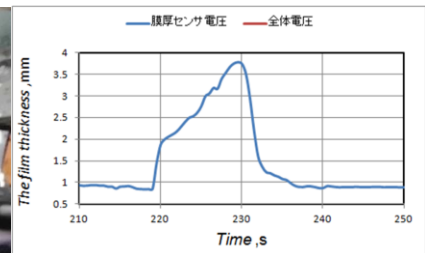
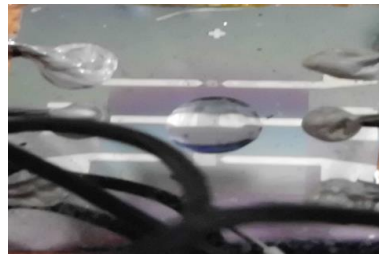
瞬時熱流束トレンド(20 サイクル)

燃料の蒸発特性の研究

エンジン始動時には、燃料・空気の吸気管内に燃料液膜が形成され、燃料供給の不均質化と燃焼効率の低下が問題となる。本課題では、模擬燃料を加熱平板上へ噴霧し、平板上での液膜の形成・蒸発過程を MEMS 薄膜センサにより検出・計測する方法を研究します。



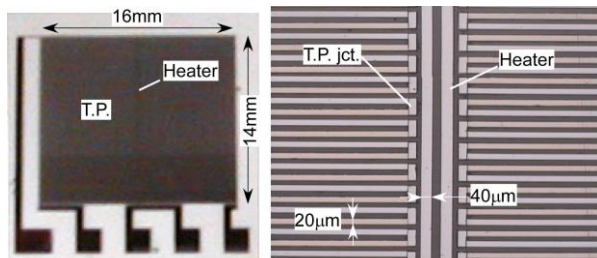
静電容量式液膜厚さセンサ



液膜形成と蒸発時の膜厚計測例

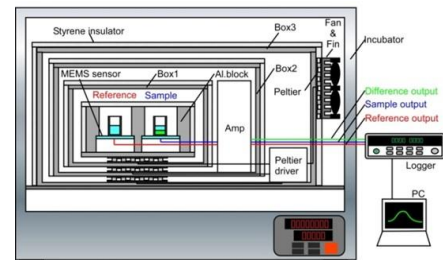
超高感度バイオカロリメータの開発

人体が運動や代謝により体温上昇、発汗するのと同様に、生体細胞も活動に伴い発熱を生じます。細胞の発熱量は 1 pW レベルと微量であり、少数細胞に対して発熱が議論されることはありませんが、MEMS 技術により極限まで高感度化した熱センサを使うと、細胞や生物個体の微量な発熱が観察可能になると期待されます。この研究では、極微量の生体の発する熱量を計測する技術の開発を目的とし、生体細胞に対する薬の効き目やアレルギー反応などの試験装置への応用を探ります。

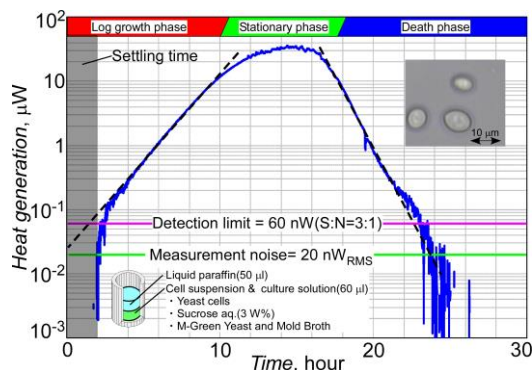


熱センサ(全体)

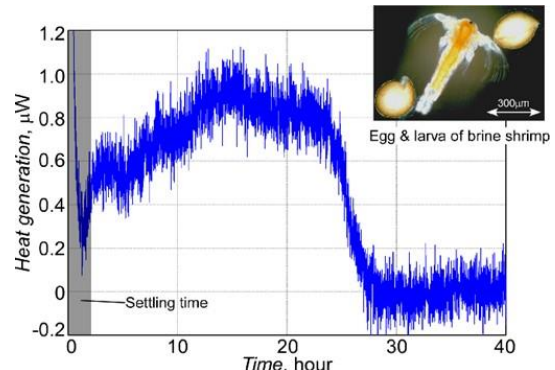
熱センサ (中心部)



バイオカロリメータ



酵母代謝熱計測例

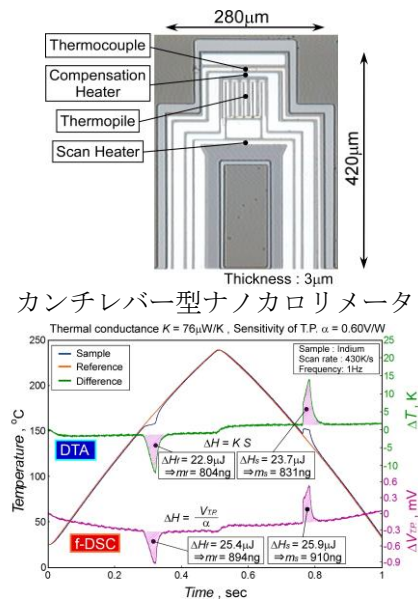


ブラインシュリンプの代謝熱モニタリング

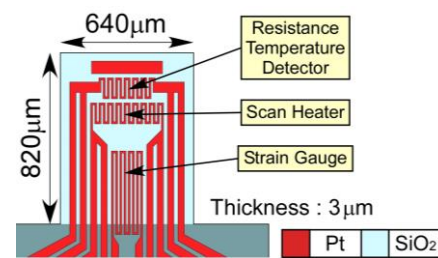
ナノ熱分析

MEMS センサ上に、マイクログラム、ナノグラムの極微量な物質を乗せ、温度昇降に伴う熱の出入りを利用して物質を分析するナノカロリメトリ技術を開発しています。MEMS 技術を用いて金属薄膜を高集積化したナノカロリメータにより、バルク材では実現できない高速、高感度な熱分析を可能とします。また、

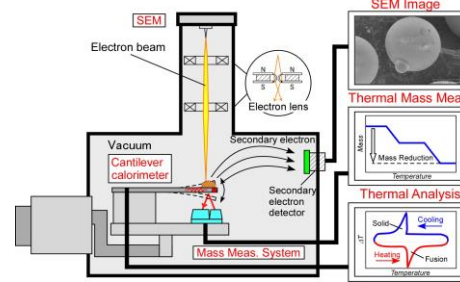
片持ち梁型構造の共振特性を利用し、ナノグラム試料の質量計測（熱重量分析）が可能です。現在は、無機材料を対象とした 800℃ を超える高温域での熱分析技術の開発、熱量計測と質量計測を同時に行う複合熱分析技術の開発、熱量補償型温度制御システムの高機能化を行っており、新しいナノスケール熱分析技術の開発に取り組んでいます。



ナノ DTA & ナノ DSC



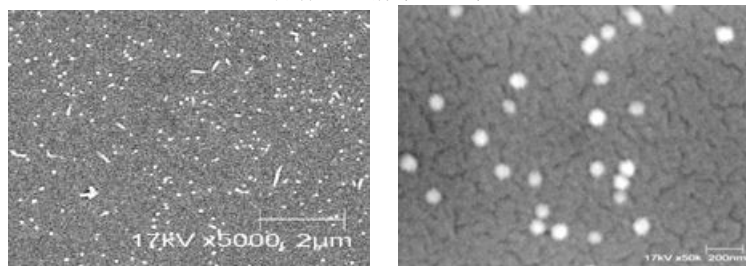
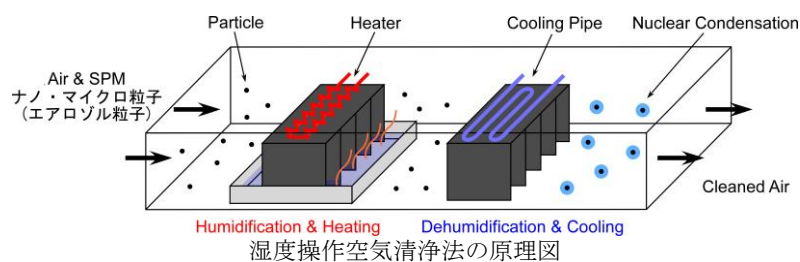
高温用ナノカロリメータ



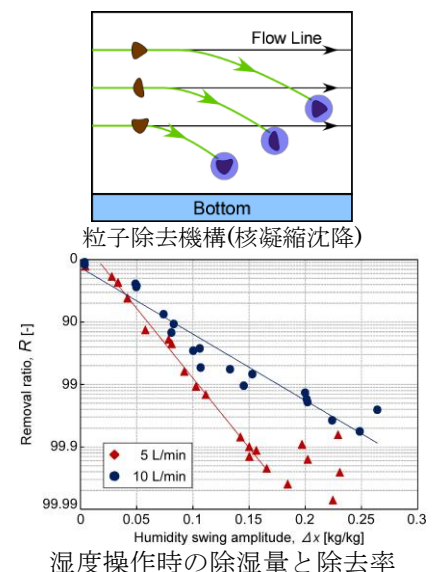
ナノカロリメトリ in SEM

湿度操作による空気清浄の研究

大気中には数ナノメートルから数ミクロンにわたる大きさの微粒子が 10^9 個/ m^3 以上の濃度で浮遊しています。これらは、精密機械や電子機器、薬品や食品の製造に悪影響を与え、生活環境におけるアレルギーの原因としても注目されています。本研究室では、加湿・除湿の湿度操作により、浮遊微粒子を除去する新しい技術进行研究しており、核凝縮現象と重力沈降効果により低流速域では 99.9% の除去性能が得られることを示しました。現在は、本手法の実用化に向けた除去性能の向上、消費エネルギーの削減について研究に取り組んでいます。

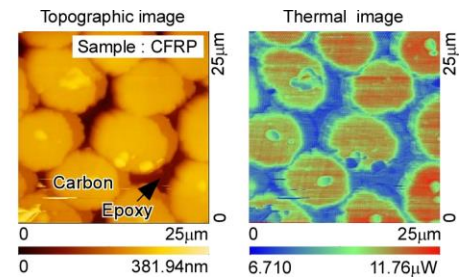
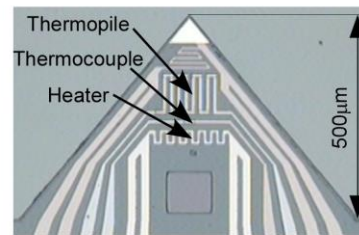
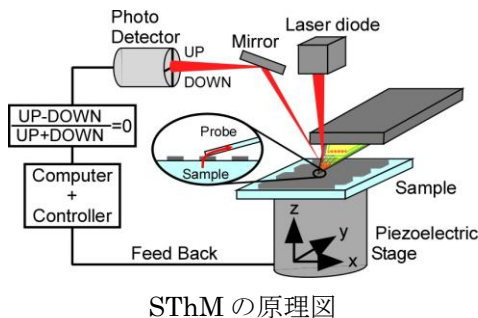


静電捕獲された浮遊微粒子の電子顕微鏡写真
(1 μm 程度の細長い粒子から 50 nm 程度の球形粒子が観察される)



走査型熱顕微鏡(SThM)の開発

原子間力顕微鏡(AFM)と MEMS センサを組み合わせることで、計測対象の形状と温度や熱伝導性分布をナノメートルオーダーの空間分解能で計測する走査型熱顕微鏡(SThM)の開発に取り組んでいます。MEMS 技術で製作した SThM 用多機能カンチレバープローブは熱電対やサーモパイル、ヒータなどの熱センサ・デバイスを搭載しています。このプローブでは、試料温度分布に対して定性的な観察を行うパッシブモード、正確な温度計測を行うアクティブモード、試料の熱伝導性や電気伝導性を測る物性計測モードが実施可能です。現在、より安定で高精度な計測の実現を目指した研究を行っています。



CFRP の形状画像と熱伝導性画像

[メモ]