

## 第9回「学際領域における分子イメージングフォーラム」プログラム

開催日：平成 25 年 10 月 29 日（火）

時間：10：30～17：45（10：00 開場）

場所：JAXA 調布航空宇宙センター 事務棟 1号館 講堂

主催：宇宙航空研究開発機構（JAXA） 航空本部

お問い合わせ：フォーラム実行委員 岡崎 未侑 ([advmeas@chofu.jaxa.jp](mailto:advmeas@chofu.jaxa.jp))

050-3362-8742) または坂上 博隆 ([sakaue@chofu.jaxa.jp](mailto:sakaue@chofu.jaxa.jp) 050-3362-5299)

時間	内容
10：00～10：30	開場・受付
10：30～10：40	開会の挨拶 白水 正男氏（JAXA）
10：40～11：25	講演 1 川口 達也氏（東京工業大学） 『Light Field Camera による 4 次元光線場撮影の可能性』 座長：江上 泰広氏（愛知工業大学）
11：25～12：10	講演 2 神 哲郎氏（産業技術総合研究所 関西センター） 『モルフォロジー制御による希土類蛍光体の新展開』 座長：天尾 豊氏（大阪市立大学）
12：10～13：00	昼食＋ディスカッション
13：00～14：30	ポスターセッション
14：30～15：10	講演 3 斎藤 雅美氏（ブルカー・エイエックスエス株式会社） 『AFM を用いた画像計測 – 形状から物性評価、化学組成の特定に向けて –』 座長：坂村 芳孝氏（富山県立大学）
15：10～15：55	講演 4 佐崎 元氏（北海道大学） 『高分解光学顕微技術で見る氷結晶の表面融解現象』 座長：跡部 隆氏（JAXA）
15：55～16：10	ブレイク
16：10～16：55	講演 5 原 雄介氏（産業技術総合研究所） 『化学反応を駆動源とする羽ばたき型ゲルロボットの創製』 座長：永井 大樹氏（東北大学）
16：55～17：35	講演 6 石田 雄一氏（JAXA） 『耐熱ポリイミド複合材料の研究開発と JAXA における化学分野の取り組み』 座長：中北 和之氏（JAXA）
17：35～17：45	閉会の挨拶 浅井 圭介氏（東北大学）

## 招待講演

講演時間	タイトル / 発表者 / 要約
10:40～ 11:25	<p style="text-align: center;">Light Field Cameraによる4次元光線場撮影の可能性</p> <p style="text-align: center;">川口 達也氏（東京工業大学）</p> <p>通常のカメラによる流動計測ではトレーサ粒子の散乱光や蛍光発光など空間の輝度分布を記録するが、近年研究されている Light Field Camera では光線の輝度分布のみならず進行角度をも単一画像に記録することができ、これにより画像撮影後の焦点移動や異視野角像の事後的な生成が可能となる。本研究では Light Field Camera 光学系の光線追跡と、将来的に期待される流体計測への応用について述べる。</p>
11:25～ 12:10	<p style="text-align: center;">モルフォロジー制御による希土類蛍光体の新展開</p> <p style="text-align: center;">神 哲郎氏（産業技術総合研究所 関西センター）</p> <p>これまで3価のユウロピウムイオンを付活した希土類系酸化物系蛍光体を様々な形状で合成し、その蛍光特性について検討してきた。これらのユニークな形状と蛍光を始めとした種々の特性を有する希土類元素を組成内に含有することで、本材料は生体内における薬剤の輸送担体あるいは標識剤等の機能を有することが期待されている。本講演では、ユニークな形状の希土類酸化物蛍光体の合成と蛍光特性に加え、上記 DDS 機能の <i>in vitro</i> で得られた成果を報告する。</p>
14:30～ 15:10	<p style="text-align: center;">AFMを用いた画像計測 –形状から物性評価、化学組成の特定に向けて–</p> <p style="text-align: center;">斎藤 雅美氏（ブルカー・エイエックスエス株式会社）</p> <p>原子間力顕微鏡の歴史と位置付け、簡単な原理から、実際の測定例をご紹介。分子オーダーの形状観察結果をはじめとして、形状観察と同時に測定した機械特性(弾性率、吸着力)のマッピング、結晶成長の様子、形状とラマンスペクトルの対比などの測定例をご紹介する予定です。</p>
15:10～ 15:55	<p style="text-align: center;">高分解光学顕微技術で見る氷結晶の表面融解現象</p> <p style="text-align: center;">佐崎 元氏（北海道大学）</p> <p>我々は、レーザー共焦点顕微法と微分干渉顕微法を組み合わせることで、原子・分子レベルの高さの段差を可視化できる顕微鏡を近年開発した。そして、本顕微技術を用いて、氷結晶がゼロ度以下の温度で表面融解する過程を初めて可視化することに成功した。その結果、氷ベール面上に、形態が全く異なる2種類の表面液体相(擬似液体層)が生成することを見出した。この結果は、これまでの表面融解の概念に根本から修正を迫る。</p>
16:10～ 16:55	<p style="text-align: center;">化学反応を駆動源とする羽ばたき型ゲルロボットの創製</p> <p style="text-align: center;">原 雄介氏（産業技術総合研究所）</p> <p>化学反応を直接的に力学的なエネルギーに変換可能な自動振動ゲルアクチュエータは、外部電源を必要せず自励駆動することを特徴としている。本公演では、このようなアクチュエータを羽ばたき型ロボット等のケミカルロボットへと応用することを目指した研究について紹介する。</p>
16:55～ 17:35	<p style="text-align: center;">耐熱ポリイミド複合材料の研究開発と JAXA における化学分野の取り組み</p> <p style="text-align: center;">石田 雄一氏（JAXA）</p> <p>耐熱ポリイミド複合材料の国内外での研究開発の経緯、課題、現状について JAXA の研究成果を中心に紹介するとともに、JAXA での化学分野の取り組みとその必要性について概要を述べる。</p>

## ポスターセッション

ポスター番号	タイトル / 発表者及び共同研究者/ 要約
P01	微粒子混合による感温塗料の改良
	洞桐 健人, 永井 大樹(東北大学)
	<p>大気圏再突入時において、宇宙機前面には空力加熱が加わることが知られている。そのため、宇宙機表面に加わる熱流束の予測は、宇宙機の熱防御設計をする際に重要な設計パラメータとなる。従来の熱電対による計測手法では、計測点がセンサの計測位置に依存し、得られるデータは離散的である。その一方で、感温塗料(TSP)を用いた計測手法では、模型表面全体の温度や熱流束値が得られるという点において前述の計測手法よりも優れている。現在、再突入を再現する際には、衝撃波管や風洞を用いて試験が行われている。これら装置の中には、試験時間が数 ms 程度と極めて短いものも存在する。短試験時間での計測においては、露光時間が制限されるために、発光強度が大きく、現象に追従できる高応答性を有した TSP が要求されている。そこで本研究では、TSP に微粒子を混合した場合の発光強度と応答性の評価を行った。さらに、開発した感温塗料を高温衝撃風洞(HIEST)に適用した。</p>
P02	PtTFPP を用いた感圧塗料におけるポリマー構造の温度依存性へ及ぼす影響
	小西 翔太, 江上 泰広(愛知工業大学)
	<p>本研究では、感圧色素の PtTFPP を、スチレン系 3 種類、アクリル系 4 種類の計 7 種類のポリマーと組み合わせて、ポリマー構造の圧力感度、温度感度、発光強度への影響を調べた。その結果、PtTFPP とアクリル系のポリマーの組み合わせはスチレン系ポリマーよりも発光強度が高くなる傾向が見られた。しかし、温度感度はアクリル系ポリマーの萌芽スチレン系ポリマーよりも大きくなった。また同じスチレン系ポリマーでも官能基の位置によって温度感度に大きな違いが生じることが分かった。</p>
P03	白金ポルフィリン自己組織化単分子膜の感圧および感温特性
	坂村 芳孝, 川端 繁樹(富山県立大学), 鈴木 孝典(シロキ工業)
	<p>感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint, PSP)は、色素の発光強度が周囲の酸素分圧に依存して変化する現象を利用し、空気中に置かれた物体表面の圧力分布をイメージング計測するために開発された発光分子センサである。PSP は発光色素をプローブとした分子センサであるため、マイクロチャネル等の微細流路への適用が期待されてきたが、ポリマをバインダとする従来の PSP では膜厚や表面粗さの制御の難しさが技術的課題となっていた。この課題を克服するため、著者らは新たに合成した白金ポルフィリン化合物を自己組織化単分子膜(Self-Assembled Monolayer, SAM)法によって基板上に固定することで発光分子センサを開発した。本講演では、その感圧特性および感温特性について報告する。</p>

ポスター番号	タイトル / 発表者及び共同研究者/ 要約
P04	<p data-bbox="274 327 1465 367" style="text-align: center;">超撥水性を有するスプレー型感圧塗料の湿度依存性</p> <p data-bbox="274 367 1465 407" style="text-align: center;">児玉 浩之(東京理科大学), 守田 克彰(JAXA), 石川 仁(東京理科大学), 坂上 博隆(JAXA)</p> <p data-bbox="274 407 1465 790">高速応答性を付加するには, PSP 表面を多孔質にすることが必要と過去の PSP の研究より明らかにされている。しかし, 多孔質を有したPSPは, 空気中の水分を多く吸着し, 発光量を変化させてしまう。その為, 高速応答型 PSP は湿度の影響により, 発光強度が変化してしまう。このことは, 風洞計測に限らず, 試験気体の湿度を制御出来ない条件での計測を行う際に大きな問題となりうる。この湿度による影響を軽減させるために, 水分を非常によく弾く, 超撥水性を有するスプレー型感圧塗料を開発し, 幾つかの特性評価を行った。湿度を変化させることで, 特性評価にどのような変化が現れるかを評価した。</p>
P05	<p data-bbox="274 813 1465 853" style="text-align: center;">ベークライトの発光特性評価</p> <p data-bbox="274 853 1465 893" style="text-align: center;">飯野 真, 石川 仁(東京理科大学), 坂上 博隆(JAXA)</p> <p data-bbox="274 893 1465 1373">感温塗料を用いた画像計測による温度計測法は、解像度の高い温度情報を得ることができるので、研究が盛んに行われている。特に、風洞試験への適用を目的とした研究が盛んである。しかし、感温塗料では膜厚や塗りムラが計測結果に影響を与える可能性がある。また、塗料に使用される物質は有害な薬品であり、扱いが難しいなどの課題がある。そこで、本研究では耐熱樹脂素材(ベークライト)を用いた温度センサーの特性評価を行った。ベークライトはそれ自身が感温塗料と同様な発光機能を有しているため、感温塗料を塗布せずとも発光する。また、断熱材であるので極超音速流における空力加熱などの局所的な熱の計測に用いることができる。本研究では、ベークライトの発光の特性を温度感度などの点から明らかにした。</p>
P06	<p data-bbox="274 1395 1465 1435" style="text-align: center;">フッ素系両親媒性高分子を利用した溶存酸素センサーの開発</p> <p data-bbox="274 1435 1465 1476" style="text-align: center;">高 宇, 陳 涛, 山本 俊介, 宮下 徳治, 三ツ石 方也(東北大学)</p> <p data-bbox="274 1476 1465 1951">本研究では、フッ素系両親媒性高分子を利用してキャスト法により形成される超撥水表面をセンサー表面として、水中における酸素濃度測定用センシングシステムを開発・検討した。フッ化炭素鎖を側鎖に有する両親媒性高分子と酸素に敏感な発光 応答を示すポルフィリン白金錯体を含む薄膜をキャスト法により作製した。走査型電子顕微鏡により薄膜を観察したところ、数百ナノメートルからなる粒子の集合体で薄膜が形成されていることがわかった。得られた薄膜表面での水滴の接触角は 150 度以上に達し、超撥水性であることが確かめられた。水中において発光強度をモニターしたところ、水中の酸素濃度に対し、直線的に発光強度が変化することが明らかとなり、センサー薄膜として良好に機能することを実証した。</p>

ポスター番号	タイトル / 発表者及び共同研究者/ 要約
P07	圧力制御下における PSP の量子効率の特性評価
	佐伯 浩子, 石川 仁(東京理科大学), 坂上 博隆(JAXA)
	<p>発光のエネルギー効率を表す指標に、量子効率というものがある。これを光学的な圧力センサである PSP センサに適用すれば、異なる発光波長を持つ色素を用いた PSP センサ間の定量的な比較が可能であると考えた。本研究では、圧力と PSP センサの量子効率の関係を検証するため、積分球を主とした量子効率測定システムに圧力制御可能な機構を取り付け、実験を行った。PSP センサは、発光色素としてバソフェニルテニウムを選択し、ポリマー・セラミック型 PSP(PC-PSP)を用いた。15~100 [kPa] で圧力を変化させたところ、圧力の増加に伴い PSP センサの量子効率は減少した。この傾向は、スタン・ボルマーの関係式に基づく発光強度と圧力の関係と同様である。そこで、圧力と、量子効率及び発光強度の関係について検証を行った。</p>
P08	低酸素濃度領域におけるパラジウムポルフィリン系色素の特性評価
	佐々木 大介, 浅井 圭介(東北大学), 小栗 一将(JAMSTEC)
	<p>海底における堆積物-水境界では、微生物などによる有機物の分解(好気分解)によって酸素が消費されている。好気分解が促進すると酸素が欠乏し、海洋環境や生態系に大きな影響を及ぼす。このように海底で生じる現象の多くに酸素が大きく関わっているため、その領域における酸素濃度分布の測定は海洋環境研究に大きな役割を果たす。海底は海水の流れによる間隙水の移動や微生物による有機物の分解など酸素濃度が時空間的に変化しており、そのような環境の酸素濃度分布計測手法として感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint; PSP)技術を応用した酸素濃度分布の可視化が挙げられる。とりわけ、好気分解が活発な干潟などの堆積物-水境界では、急激な酸素濃度勾配が生じており、PSP には酸素に対して高い感度が要求されるパラジウムポルフィリン系色素は、低酸素濃度における燐光の消光が大きいため、このような環境に適していると考えられる。そこで本研究では、PdOEP 及び PdTFPP の各色素を用いて海底の堆積物-水境界を模した水槽に対して発光寿命分布を計測し、それぞれの特性を評価した。</p>
P09	非定常感圧塗料の低圧条件下での応答性評価
	佐々木 大介, 沼田 大樹, 浅井 圭介(東北大学)
	<p>飛行機が火星大気のような低圧環境下を飛行する際、翼面上に非定常流体现象が生じることが知られている。その現象が翼性能に及ぼす影響を把握することは火星探査飛行機開発のための重要な課題となっているが、そのための手段として、東北大学が保有する火星大気風洞における感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint; PSP)による面計測が挙げられる。しかし、火星風洞で用いる PSP には、低圧環境下でも圧力変動を計測するのに十分な圧力感度を持ち、かつ現象に追従するための応答性が必要となる。圧力感度及び応答性には、色素の発光寿命やバインダの構造、バインダと色素の組み合わせなどが大きく関わっており、低圧環境下における非定常計測に適した PSP を開発するためには、各要素に対する低圧化の影響を把握する必要がある。そこで本研究では、火星風洞における非定常圧力分布計測へ適用可能な PSP の開発を目指し、その重要な要素の一つである低圧条件下での応答性評価を行った。</p>

ポスター番号	タイトル / 発表者及び共同研究者/ 要約
P10	<p data-bbox="316 327 1426 358">A novel dual luminescence sensor applicable to surfaces with non-uniform temperature distribution</p> <p data-bbox="557 376 1182 407">T. Kameya, Y. Matsuda, Y. Egami, H. Yamaguchi, T. Niimi</p> <p data-bbox="279 427 1461 696">A novel dual luminescent sensor, which consists of discrete dot arrays of PSP and TSP, has been developed. The sensor arrays were printed by inkjet-printing of PSP and TSP solutions. Since PSP/TSP dyes are isolated from each other, the dual luminescent arrays sensor can avoid the interaction between the PSP and TSP dyes. The newly developed dual-array sensor has comparable pressure and temperature sensitivities with conventional PSP or TSP. Moreover, the pressure distribution on a surface with a non-uniform temperature distribution was successfully measured by the dual-array sensor.</p>
P11	<p data-bbox="557 763 1182 795">ヘテロダイン検出を応用した非定常 PSP 計測法の開発</p> <p data-bbox="320 813 1422 844">松田 佑, 依田 大輔, 江上 泰広, 亀谷 知宏, 柿原 典央, 山口 浩樹, 浅井 圭介, 新美 智秀</p> <p data-bbox="279 862 1461 1323">PSPによる計測は、模型表面に塗布されたPSPに適切な波長の光を励起光として照射し、PSPに含まれる色素の発光をカメラなどの光検出器によって計測することによって行われる。PSP の発光強度が圧力に応じて変化することに基づき、発光強度画像を取得することによって模型表面での圧力分布を取得することができる。従来 PSP による非定常計測においては、レーザーなどの高強度の励起光と高速カメラを用いた計測システムが用いられている。これに対し本研究で開発した手法では、ヘテロダイン検出法を用い、励起光強度を強度変調させ PSP を励起することにより、励起光の強度変調と圧力場の時間変動により変調された PSP 発光強度によって生じるうなり(ビート)信号をカメラで撮影する。ヘテロダイン検出ではこのほぼ一定の周波数のうなり信号を検出するために、他の周波数のノイズの影響を受けにくく高感度、高精度な計測が期待できる。本発表では、ヘテロダイン検出法を適用した非定常 PSP 計測法の妥当性を評価する。</p>
P12	<p data-bbox="679 1393 1058 1424">粒子混合型感圧塗料の特性評価</p> <p data-bbox="596 1442 1141 1473">北嶋 福子, 沼田 大樹, 浅井 圭介(東北大学)</p> <p data-bbox="279 1491 1461 1906">近年、航空機分野において、動的風洞試験等の非定常計測への感圧塗料(PSP)の適用が試みられている。動的風洞試験で使用されている PSP は一般的に大気圧付近の圧力感度や発光量が小さく常温における温度感度が大きいという欠点があり、非定常圧力変動を精度良く計測することは困難であった。それを解決する可能性を持ったPSPとして、粒子混合型感圧塗料が挙げられる。PSP 特性への粒子添加の影響はこれまでも調査されてきたが、非定常計測に適した PSP を開発するには、その応答の物理現象の理解とそれを支配する要因の評価が必要である。本研究では感度特性、発光量、及び時間応答性に着目し、粒子混合型感圧塗料の粒子添加量の変化がその特性に与える影響を評価する。フッ素系ポリマーのFEMに対しTiO<sub>2</sub>粒子の添加量を変化させたバインダを用い、2種類の色素固定法のPSPを作製した。それぞれに関して粒子混合量の影響と膜厚依存性、色素固定方法による差を評価した。</p>

ポスター番号	タイトル / 発表者及び共同研究者/ 要約
P13	<p data-bbox="432 327 1305 356">周期的圧力変動に対する陽極酸化被膜型感圧塗料の応答特性に関する研究</p> <p data-bbox="464 376 1273 405">勝田 啓亮, 山邊 光一郎, 半田 太郎(九州大学), 坂上 博隆(JAXA)</p> <p data-bbox="280 425 1461 790">感圧塗料は, 時間平均的な圧力を測定する上ではすでに実用段階にあるが, 流れの非定常圧力計測においては時間応答性や温度依存性が未解決な問題となっている. 近年では, AA-PSP(陽極酸化被膜型感圧塗料)と呼ばれる表面の多孔質性を利用した高速応答型の感圧塗料が開発され, 高時間分解能での圧力測定が可能になりつつある. しかし, 依然として高速応答型の感 圧塗料の応答特性を正確に評価する手段が確立されていないのが現状である. とくに, 周期的な圧力変動に対する応答特性は良く分かっていない. そこで本研究 では, キャビティ振動流れを利用し高速かつ振幅の大きい周期的な圧力変動を生じさせ, AA-PSP の応答特性を測定した. 実験で得られた圧力センサと感圧塗料の波形から, 感圧塗料の位相遅れおよび振幅の低下を振動周波数について評価した.</p>
P14	<p data-bbox="491 954 1246 983">非定常圧力面計測を目的としたスプレー型 PSP の時間応答性評価</p> <p data-bbox="563 1003 1174 1032">谷 卓, 石川 仁(東京理科大学), 坂上 博隆(JAXA)</p> <p data-bbox="280 1052 1461 1417">面圧力計測を特徴とする PSP 計測は, 非定常流への適用を課題としており, 時間応答性に関する研究が盛んに行われている. PSP によって衝撃波の通過を圧力分布計測した先行研究より, PSP を非定常流に適用する上で, PSP の時間応答性及びカメラの露光時間に直接関係する発光量が影響することが示されている. よって, 非定常圧力面計測をする上で, 高速応答性を有し, 発光量の多い PSP が有効である. これを基に, 代表的な高速応答型 PSP である AA-PSP に比べて発光量が多いと期待できるスプレー型 PSP について, 時間応答性と発光量について評価を行った. この際, 時間応答性評価は衝撃波管を用いてステップ応答によって行い, スプレー型 PSP の時間応答性と発光量について, 色素量, 膜厚, ポリマー割合, 基板温度に対する依存性の評価を行った.</p>
P15	<p data-bbox="754 1536 986 1565">無機 EL の発光特性</p> <p data-bbox="691 1585 1050 1615">飯島 由美, 坂上 博隆(JAXA)</p> <p data-bbox="280 1635 1461 1906">無機 EL(Inorganic Electroluminescence)の発光特性は温度が高くなると発光強度が大きくなるという特徴がある. この特性を利用することで温度の面分布計測に適用することができる. また, この特性を利用し PSP の温度依存性を軽減したシステムが EL-PSP システムである. これらは無機 EL に交流を印加した場合に適用できるものである. 無機 EL は電界の印加方法によって発光特性が変化するが, その発光特性は詳しく調べられていない. 無機 EL の発光特性を調べることで新たな計測方法への展開が期待できるため, 電界の印加方法の違いによる発光特性について調べた.</p>

ポスター番号	タイトル / 発表者及び共同研究者/ 要約
P16	<p data-bbox="274 327 1465 365" style="text-align: center;">二色発光を用いた動的過冷却水滴の温度計測</p> <p data-bbox="274 376 1465 414" style="text-align: center;">田中 濤(神奈川工科大学), 守田 克彰(JAXA), 木村 茂雄(神奈川工科大学), 坂上 博隆(JAXA)</p> <p data-bbox="274 425 1465 795">着氷と呼ばれる自然現象がある。これは空気中に浮遊する微小水滴が冷却され、過冷却水(0℃以下の水)状態となり、それが物体に衝突、凍結し、氷になる現象である。これにより船、電柱、木々、道路標識等に氷が付着し、転覆、倒壊、それによる人身事故等を引き起こし、我々の生活を脅かし、世界でも問題になっている。この着氷の問題を解決するために、微小冷却水滴内の温度を計測し、過冷却状態から凍結状態の過程を解明する必要がある。しかし、熱電対などの接触型での温度計測は過冷却水滴の温度計測には適さない。そこで、微小な過冷却水滴を非接触で面計測が可能、かつ微小領域が計測可能な温度計測方法が新たに必要になる。本報告では、過冷却水滴の温度計測に適した、発光色素とカラーカメラを用い、発光画像から動きのある過冷却水の温度分布計測した結果を報告する。</p>
P17	<p data-bbox="274 857 1465 896" style="text-align: center;">冷温環境下における撥水塗装面上での微小水滴の挙動</p> <p data-bbox="274 907 1465 945" style="text-align: center;">遠藤 悠, 長谷川 実嗣(神奈川工科大学), 守田 克彰(JAXA), 木村 茂雄(神奈川工科大学), 坂上 博隆(JAXA)</p> <p data-bbox="274 956 1465 1326">航空機の安全な運航のためには、航空機のみならず気象観測機器や通信機器も全て正常に機能していなければならない。しかし、着氷はこれらの機能を妨げるため、防除氷策が必要とされている。本研究では、新たな防除氷策として、加熱と撥水性塗料の組み合わせによる方法を提案するにあたり、冷温環境下における撥水塗装面上での水滴の挙動を調べるために、二つの実験と数値解析を行った。実験では、それぞれ水滴の移動距離と、移動中の温度変化を調べた。また、数値解析においても、簡単なモデルを使って、水滴内部の温度変化を求めた。その結果、水滴の動的挙動には温度依存性があり、塗装状態の影響も大きいこと、一方で過冷却解除は確率的であると考えられること、水滴の冷却には空気による熱伝達より水滴の接地面からの熱伝導の影響の方が大きいと思われることがわかった。</p>
P18	<p data-bbox="274 1440 1465 1478" style="text-align: center;">MTV による遷音速および超音速領域における PIV 粒子の追従性に関する研究</p> <p data-bbox="274 1489 1465 1527" style="text-align: center;">三井 克仁, 櫻井 敬之(九州大学), 中野 葵(川崎重工), 小池 俊輔(JAXA), 半田 太郎(九州大学)</p> <p data-bbox="274 1538 1465 1953">レーザー光を用いて非接触で計測すれば流れを乱さずに正確な計測ができる。このような非接触計測法には PIV(Particle Image Velocimetry)や MTV(Molecular Tagging Velocimetry)がある。いずれも流れに混入したトレーサを追跡する“time-of-flight”法であるが、PIV では流れに混入した粒子を追跡し、MTV では分子を追跡して流れの速度を計測する。MTV では急激な加減速のある超音速流れにおいてもトレーサの追従性は問題とならないが、PIV では粒子の追従性が問題となることが考えられる。しかしながら、PIV は面計測が可能なので、大型風洞に適した非接触計測法であり、高速領域における PIV 粒子の追従性を明らかにすることは工学上重要である。そこで本研究では、急激な流れの加減速が存在する遷音速および超音速領域の流れ場を PIV と MTV の 2 つの方法で計測する。それぞれの計測データを比較することで、PIV 粒子の追従性を検証する。</p>



ポスター番号	タイトル / 発表者及び共同研究者/ 要約
P19	<p data-bbox="384 327 1358 360" style="text-align: center;"><b>重ね塗り手法によるプロペラファン翼面の圧力分布計測へ向けた誤差低減手法の検討</b></p> <p data-bbox="539 376 1198 409" style="text-align: center;">大村 尚登, 前田 恭平, 大淵 貴之, 森 英男(九州大学)</p> <p data-bbox="280 427 1461 837">感圧塗料(PSP)を用いたプロペラファン翼面上の圧力分布計測では, ゲージ圧の小さい低速流れ場における PSP の感度の低さから, 計測精度の向上には誤差要因の特定および対策が非常に重要である. 計測対象であるプロペラファンでは, 風洞運転時と停止時における翼面の変形が照射光強度を変化させ, 計測誤差を生じる. この誤差を補正するため, 圧力感度および温度感度が無視できるほど小さい有機色素分子を照射光強度計測用の参照色素として PSP と混合し利用する. さらに, 翼面上に生じる温度分布も誤差要因であるため, TSP を用いた温度補正法である重ね塗り PSP/TSP 手法との複合的利用の検討を行った. 本研究では, 参照色素との混合により PSP の感度特性が大きく変化しないよう適当な配合比率を決定した. また, 参照色素を混合した PSP を用いた重ね塗り PSP/TSP を作成し, PSP の圧力感度および TSP の温度感度への影響を調査した.</p>
P20	<p data-bbox="427 907 1315 940" style="text-align: center;"><b>温度キャンセリング機構を持つ AA-PSP の 1.27m 極超音速風洞への適用試験</b></p> <p data-bbox="539 956 1198 990" style="text-align: center;">山田 有希, 宮寄 武(電気通信大学), 坂上 博隆(JAXA)</p> <p data-bbox="280 1008 1461 1417">PSPを用いた風洞計測技術として, 低速・極超音速領域への適用はPSP自体の温度依存性により困難である. 特に極超音速領域では, 風洞特性によってよどみ点温度が 900K 近くになるためにポリマーが溶けて変性してしまう. それに対し陽極酸化皮膜 PSP(AA-PSP)を用いることで, PSP の温度限界を拡張することが可能となる. 陽極酸化皮膜は融点が約 930K であり, その温度近くまで特性の維持が可能だと考えられる. また, PSP 自体の温度依存性に対しては, 2色で発光する色素(ピレンスルホン酸)を用いることで軽減可能であることが坂上らにより報告されている. 2つの発光ピーク間の波長範囲に適切なバンドパスフィルターを使用することで, 温度依存のない圧力画像を抽出する方法である. 本研究は, ピレンスルホン酸を用いた温度キャンセリング機構を持ち, 陽極酸化皮膜を基盤とした PSP(AA-PSP)を世界最大である JAXA1.27m 極超音速風洞に適用した. その現状について報告する.</p>
P21	<p data-bbox="373 1487 1369 1520" style="text-align: center;"><b>可視・紫外領域に跨る構造色を呈するオパール薄膜の作製とひずみ・ひび割れの可視化</b></p> <p data-bbox="408 1536 1334 1570" style="text-align: center;">百武 壮, 西崎 到, 不動寺 浩, 澤田 勉, 田中 義和, 有尾 一郎(土木研究所)</p> <p data-bbox="280 1588 1461 1951">ひずみ分布を構造色として視認できるオパール薄膜を開発している. 本報告では, オパール薄膜を形成するポリスチレン微粒子の粒径と粒子間距離を条件として構造色を発する領域の制御を試みた. 視認性, ひずみ感度の向上を目的として, ひずみによる構造色のピークシフトを可視領域から紫外領域まで検討した. 赤から緑(600 - 500 nm), あるいは, 発色から脱色(430-390 nm)の構造色変化を利用してひずみ分布を可視化した例について報告する. ひずみ感度については, ハンディ分光器を用いて得られる構造色のピークシフトと既存の電気抵抗型ひずみゲージによるひずみ値から nm / 2000 uSt 以下にも応答できる感度を得られた. アルミ試験片とモルタル試験片それぞれを一軸引張試験に供したところ, アルミ試験片の塑性変形によるひずみ分布可視化とモルタル試験片のひび割れが鮮明に可視化された.</p>

ポスター番号	タイトル / 発表者及び共同研究者/ 要約
P22	<p data-bbox="564 327 1174 356" style="text-align: center;">応力発光体の時系列応答特性に着目した荷重計測法</p> <p data-bbox="280 374 1461 403">石井 慶子, 染矢 聡(産業総合技術研究所), 佐伯 昌之(東京理科大学), 宗像 鉄雄(産業総合技術研究所)</p> <p data-bbox="280 427 1461 831">現状の応力発光計測では, 外力負荷の際の最大応力発光強度から外力を評価している. しかし応力発光強度は, 発光体濃度や励起強度, センサとの位置関係などで変化するため, 定量的な計測を行うためには厳密な初期条件の制御が必要となる. このため, 制御不可能な構造物の応力場計測は難しい. また繰り返し荷重によっても発光強度が変化するため, 連続的な計測が出来ない問題があった. 本研究は新たな計測パラメータとして, 燐光強度の時間変化率 <math>\tau</math> に着目し, 外力や初期条件に対する応答特性を調査した. 様々な荷重負荷に対する応力発光の時系列応答から <math>\tau</math> を算出した結果, <math>\tau</math> は発光体濃度や励起強度, 繰り返し荷重によって変化しないが, ひずみエネルギーの時間変化率に応答することが明らかとなった. このため, <math>\tau</math> は弾性体にかかる過渡的なエネルギーを連続的に計測可能であることを示した. カメラを用いた 2 次元計測を試みたところ, 定性的に正しい結果を得た.</p>