

万田坑施設内に「体験」の場や視覚的要素を求める声が多く、これらをどのように今後の万田坑での学習に付加していくかは課題の一つである。

今後は、万田坑学習を担当する3年生担任らを対象とした研修の実施など、市内の教職員と連携を図りながら、万田坑の学習プログラムの創出を目指す。

(ii) 世界遺産（万田坑）の自由な活用プロジェクト

万田坑を将来にわたって保存・継承をしていくために、万田坑を活用したまちづくりを担う人材の育成とネットワークの構築は不可欠である。しかし、荒尾市民の万田坑に対する関心は高いとは言えず、実際に訪れたことがないという市民も多いのが現状である。まちづくり人材の育成に向けて、まずは人々に万田坑に足を運んでもらい、関心や愛着を醸成していくことが重要となる。そこで、これまで万田坑に関心がなかった層へアプローチしていくため、万田坑の多様な活用モデルの開発をおこなった。

2018年度は、福岡大学人文学部文化学科および熊本大学文学部総合人間学科のゼミと連携し、学生の自由な発想のもと、万田坑の新しい活用方法の提案してもらい、実践および検証をおこなった。

まず、福岡大学の学生を対象に万田坑の現地視察およびグループワークによる意見交換を実施した。荒尾市職員による万田坑の概要説明と施設見学をおこなったあと、グループディスカッションにて「万田坑の良い点」「万田坑の課題点」「活用アイデア」について意見収集をおこなった。

次に荒尾市役所で福岡大学と熊本大学の合同ワークショップを開催した。8つのグループが万田坑の活用案についてプレゼンテーションをおこない、その後、教員、荒尾市職員、空間デザイナーも交えて、ワールドカフェ形式で意見交換をおこなった。このワークショップで提案された企画のなかから、4つの企画（「炭鉱の記憶ミュージアム in 万田坑」、「万田坑大運動会」、「夜のDIY カフェみんなで灯そう光のアート」、「夜の炭鉱—万田坑の謎を解け—」）を、2019年3月（「夜の炭鉱」のみ4月）に実験的に実施した。

企画の実践を通して、4つの新しい活用モデルを開発することができた。万田坑運動会は、炭鉱の道具を使った競技を考案し、炭鉱の記憶に触れつつ身

体的に楽しむことができるものとなっている。その他の企画も、従来の施設見学や歴史の学習という要素以外の方法から、誰もが万田坑へアプローチすることが可能である。

また、一連の実践活動を通して万田坑に関わったことで、学生たちのなかにその歴史や空間に対する関心が醸成されていったことがわかった。このことから、様々な活動の場として活用をおこなうことは、万田坑への関心の醸成に有効な手段といえるであろう。

【おわりに】

本事業の課題として、万田坑を支えていく主体である荒尾市民をいかに巻き込み、まちづくりを担う人材として育成していくかがあげられる。そのためには、今後も多様なアクターとともに万田坑の活用モデルを開発し、市民の関心を高めるとともに、万田坑を自主的に活用してもらうための仕組み作りを進めていく必要がある。

また、2015～2017年度にかけて本研究所が取組んだ「三池炭鉱の記憶プロジェクト」で収集した資料（写真・ネガ資料および三池炭鉱の元従業員とその家族の方の証言資料）を、どのように次世代へ継承し、まちづくりの資源として活用していくかについても、引き続きモデルの構築に向けて検討を進めていく。



膵島のインスリン含有量は移植後120日で2倍に増加していた。

まとめ

これらの知見は移植膵島障害の制御後には膵β細胞の再生が誘導できることを示唆しており、現在GLP-1—GLP-1R シグナルと膵β細胞再生の関連性について解析している。また、我々はRAGEに加え $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ トランスポーター (NCX) が移植膵島障害に関与し、移植膵島のNCX阻害剤による移植前処置でRAGE ko マウス膵島と同等の移植膵島障害の軽減効果が得られることを報告している。NCXが膵β細胞再生に関与するのか、するとすればどのような機序によるのか、これらは極めて重要な今後の研究課題である。



非常に高い、CKDの2大原因疾患である糖尿病と高血圧を有するCAD患者において、冠動脈プラークに対するCKDの影響は不明である。我々はIB-IVUSを活用して、このようなハイリスク患者において、CKDの合併が冠動脈プラーク組織性状に与える影響を検討した⁵⁾。

方法

2010年10月から2018年1月の期間において、当院でIB-IVUSを使用した経皮的冠動脈インターベンションを受けたCAD患者のうち、糖尿病と高血圧を合併した202名を対象とした。対象患者をCKD群106名(eGFR<60 ml/min/1.73 m²)およびnon-CKD群96名(eGFR≥60 ml/min/1.73 m²)の2群に分類し、IB-IVUSで評価したプラーク組織性状を比較検討した。さらにeGFRとIB-IVUS所見の関連性を検討した。

結果

CKD群はnon-CKD群と比較して、有意に脂質プラーク容積が高値(53.7±16.5% vs. 49.3±11.9%, p=0.03)であった。さらに、eGFR値は、脂質プラーク容積と有意な負の相関(r=-0.15, p=0.03)、線維プラーク容積と有意な正の相関(r=0.15, p=0.04)を認めた(図2)。多変量解析では、CKDの合併は脂質プラーク容積増加の独立した予測因子であった(β=0.15, p=0.047)。

考察

古典的な冠危険因子で、なおかつCKDの2大原因疾患である糖尿病と高血圧を共に有するCAD患者において、CKDの合併がプラークの不安定化に関連することが明らかとなった。その理由の一つとして、動脈硬化発症・進展を促進する酸化ストレス、慢性炎症、内皮機能障害の関与が考えられる。これらはいずれも糖尿病、高血圧およびCKDに共通した病態である。本研究の対象患者では、このような共通のメカニズムがさらに増幅され、不安定プラーク形成につながった可能性が考えられる。

また、CKD患者では、中性脂肪に富むリポ蛋白(超低比重リポ蛋白、カイロミクロン)およびそのレムナントが増加する。その結果、小型高密度低比重リポ蛋白(small dense LDL)も増加することが報告されている。さらに、高比重リポ蛋白(HDL)が本来持っている抗動脈硬化作用(コレステロール逆転送、抗酸化・抗炎症作用)が障害されることも明らかとなってきた⁶⁾。このようなCKDにおける脂質代謝異常が、冠動脈プラーク不安定化の原因の一つと推測される。

結論

糖尿病と高血圧を共に有する非常にハイリスクなCAD患者では、CKDの合併が冠動脈プラークの不安定化に寄与している可能性が示唆された。このようなハイリスク患者群では、常に腎機能の悪化に注

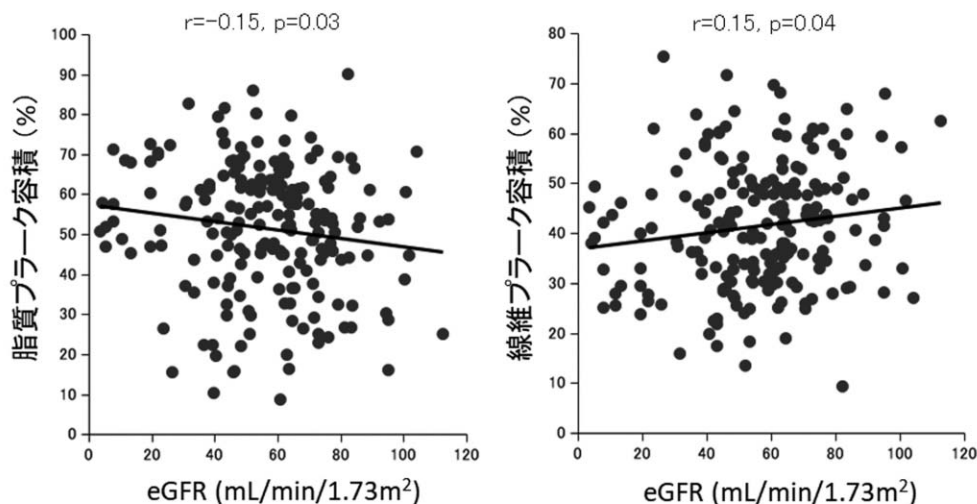


図2 eGFR値と脂質および線維プラーク容積の関連性

意し、CKD を合併した場合には、より厳格な脂質、血圧および血糖コントロールが重要である。

Disclosures:

Keijiro Saku (KS) is a director and Shin-ichiro Miura (SM) is a member of ^{NPO} Clinical and Applied Science, Fukuoka, Japan. KS and SM had received a grant from the Public Interest Incorporated Foundation of “Clinical Research Promotion Foundation” in Fukuoka, Japan, and part of the work was transferred to ^{NPO} Clinical and Applied Science, Fukuoka, Japan. KS has an Endowed Department of Molecular Cardiovascular Therapeutics at Fukuoka University supported by MSD Co., Ltd. and SM is a member of the Department. SM has an Endowed Department of Community and Emergency Medicine at Fukuoka University supported by Izumi City, Kagoshima, Japan.

文献

- 1) Kawasaki M, Takatsu H, Noda T, Sano K, Ito Y, Hayakawa K, Tsuchiya K, Arai M, Nishigaki K, Takemura G, Minatoguchi S, Fujiwara T, Fujiwara H. In vivo quantitative tissue characterization of human coronary arterial plaques by use of integrated backscatter intravascular ultrasound and comparison with angioscopic findings. *Circulation*. 2002;105(21):2487-2492.
- 2) Sano K, Kawasaki M, Ishihara Y, Okubo M, Tsuchiya K, Nishigaki K, Zhou X, Minatoguchi S, Fujita H, Fujiwara H. Assessment of vulnerable plaques causing acute coronary syndrome using integrated backscatter intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):734-741.
- 3) Jha V, Garcia-Garcia G, Iseki K, Li Z, Naicker S, Plattner B, Saran R, Wang AY, Yang CW. Chronic kidney disease: global dimension and perspectives. *Lancet*. 2013;382:260-272.
- 4) Hayano S, Ichimiya S, Ishii H, Kanashiro M, Watanabe J, Kurebayashi N, Yoshikawa D, Amano T, Matsubara T, Murohara T. Relation between estimated glomerular filtration rate and composition of coronary arterial atherosclerotic plaques. *Am J Cardiol*. 2012;109:1131-1136.
- 5) Shigemoto E, Iwata A, Futami M, Kato Y, Yamashita M, Imaizumi S, Kuwano T, Ike A, Sugihara M, Saku K, Miura SI. Influence of chronic kidney disease on coronary plaque components in coronary artery disease patients with both diabetes mellitus and hypertension. *Heart Vessels*. 2019;34(7):1065-1075.
- 6) Vaziri ND. Role of dyslipidemia in impairment of energy metabolism, oxidative stress, inflammation and cardiovascular disease in chronic kidney disease. *Clin Exp Nephrol*. 2014;18:265-268.



都心部の研究を行ってきたが、熊本都心部の研究では、すきたい熊本協議会、鶴屋百貨店との連携活動が研究のベースとなった。鹿児島都心部の研究では、WeLove 天文館協議会の協力を得た。本研究所の都市空間研究、地域政策研究は、科学的なエヴィデンスに基づいた政策提言を主な研究内容としていて、この研究活動のために長い時間をかけ、九州各地域とのネットワークを構築してきた。大学が中心となる地域、企業とのネットワーク作りが強調されるいま、本研究所が作り上げた様々な地域ネットワークは大学にも貢献できるものがあると考えている。

研究所のいままでの研究成果を3冊の本にまとめ、Springer 社から出版する予定であり、すでに1冊は昨年出版した。これは、回遊行動分析の集大成ともいいたいものであって、海外にも本研究所の活動を知らせ、そのノウハウを伝える大きなきっかけになっている。

さて、ここからは本格的に本研究所の研究内容の一部を紹介することにする。本研究所の研究の一環として、マイクロデータから消費者の効用関数を導き出す一連の研究を行っている。消費者の効用関数が特定できれば、その関数を最大化する政策変数の大きさも計算できるわけで、消費者の効用関数を特定化し、そのパラメータの数値を推定する仕事は非常に大きな意味をもつ。回遊行動のデータから効用関数を特定化するプロセスのなかで、新しくわかる理論的な事実もあるが、それは「商品の価値」とはその商品が置かれている「特定のシチュエーション(たとえば、場所)」によって変動するという事実である。ここでいう商品の価値とは、商品の市場価格ではなく、消費者が支払ってもいいと考えるその商品のシェードプライスのことを意味する。たとえば、天神地下街にボートを置いて販売しても、天神地下街に置かれるボートの商品価値は海辺の近くの店に置かれてあるボートの商品価値より小さい。商品価値が、店のディスプレイによって、あるいは、その店そのものの立地条件によって異なることは知られているが、本研究所が行っている効用関数測定でわかることは、わかりやすいのなら、商品価値は、店のなかのディスプレイと店そのものの立地条件の間にある「場所」、消費者の特定の回遊行動を誘発する「店と店との関係性」によって変動するという

ことである。これは、経済学や地域研究の分野では新しい発見であると同時に、ポスト構造主義的な学術研究の流れにも一致するものでもある。すなわち、回遊行動に関するデータに基づいて消費者の効用関数を特定すると、商品の価値はその商品が置かれている店の周辺店との関係性によって変化することがわかる。この関係性がわかれば、その科学的なエヴィデンスをもちに、都市価値を最大にする都市空間の設計が可能になるものである。

研究所では、様々な回遊行動のパターン化にも力を入れてきた。回遊行動のパターン、消費者の回遊行動でみられる一般法則をみつければ、研究所の研究成果を世界各地域に応用していく作業がより活性化されると考えている。いまシャワー型などいくつかの回遊行動の一般的なパターンを発見していて、今後もそのパターンの特定化やその汎用性を検証していくつもりである。



アセトニトリル 0.2 mL を加え、BC で 3200 rpm、1 分間、混和し、遠心して、上清を得る。この操作を 3 回繰り返す。この上清を Captiva ND Lipids チューブ (3 mL) に移し、遠心して、ろ液をガラス試験管に採取する。このろ液を窒素気流 (60°C) で濃縮乾固する。試料残渣を 0.1%ギ酸溶液に溶かし、LC-MS/MS 分析する。

5) DRD 薬物の検出：選択反応モニタリング (SRM) とプロダクトイオンスペクトルの解析の組み合わせにより行う。薬物濃度は、内部標準物質とのピーク面積比から求める (図 1. DRD・ゾルピデムのクロマトグラフ例)。

3. 確立した検出法の実務応用・裁判証拠採用

DRD 事例の薬物分析で最も重要な点は、DRD の有無と、毛髪における分布である。DRD が検出された場合、DRD を使用した犯行が裏付けられ、その分布が、犯行の時期の特定につながることになる (図 2. 毛髪中の DRD・ゾルピデムの分布分析例)。

準強制性交等罪は、心神喪失又は抗拒不能状態の人に姦淫や肛門性交、口腔性交等の性交類似行為を行った場合に成立する。心神喪失又は抗拒不能状態に陥れた証拠として、毛髪からの DRD の検出は必須であり、特に毛髪から検出された薬物が犯行時に使用されたことを証明しなければならない。

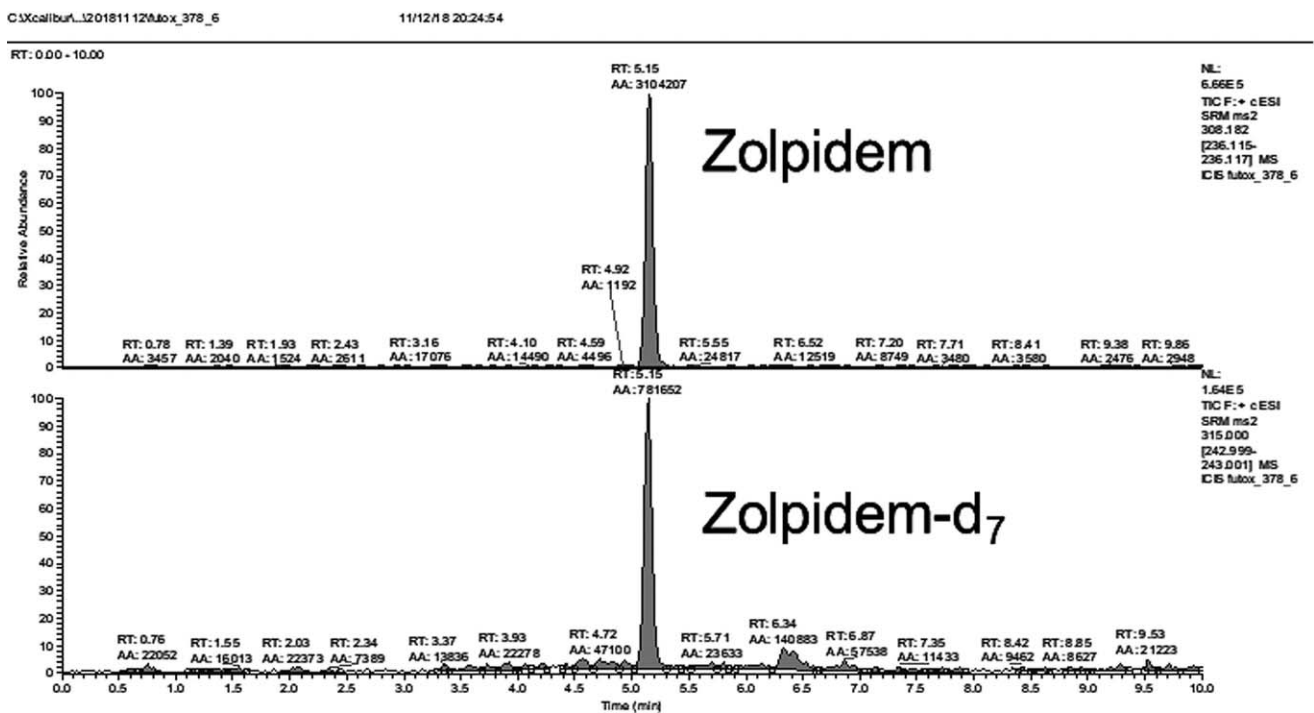


図 1. DRD・ゾルピデムのクロマトグラフ例

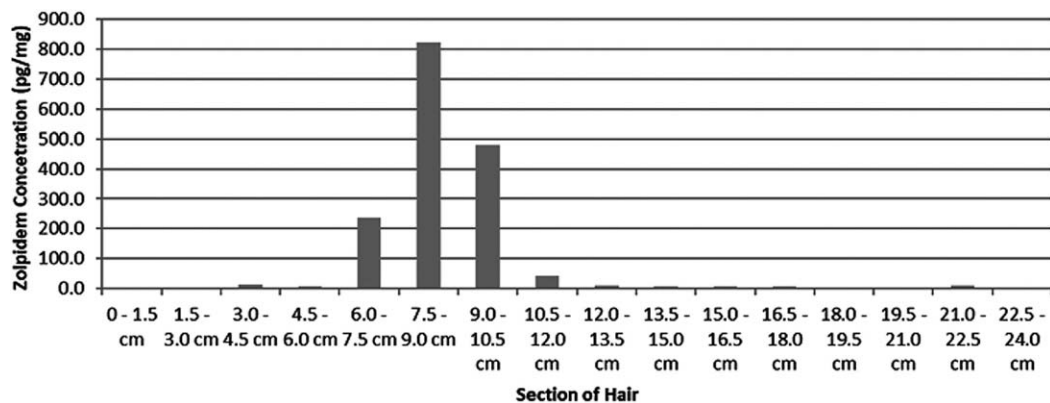


図 2. 毛髪中の DRD・ゾルピデムの分布分析例

2019年7月、本研究で確立した毛髪からの DRD の検出法で分析した結果が、準強制性交事件の判決において、証拠として採用された。

一般に、研究成果は、学会発表、論文発表として公表される。さらには特許取得、実用化等による社会への還元がある。一方、毛髪からの DRD の検出法の確立のように、犯罪事実の科学的証明（法）に関する研究では、研究の目的は、研究発表だけでなく、研究成果が裁判の証拠として採用されることにある。即ち、確立した検出方法で得られた分析結果が、証拠として採用され、それが判決に繋がることである。毛髪からの DRD の検出法の確立は、まさに、研究成果が社会に還元できたことになる。

4. さいごに

本稿では、毛髪からの DRD 検出法について紹介した。この他、薬物スクリーニングのための試料調製に関する研究で得られた成果は、企業との共同研究となることが予定されている。さらに、アルコールに代わる飲酒マーカーに関する研究でも興味ある成果が得られ始めている。

本研究所の2019年研究業績は、学会発表15回（国際学会3回、国内学会12回、うち特別講演・シンポジウム4回）、論文発表3編（英語論文1編、和文論文2編）であった。医療機関からの薬物分析受託事業は5件であった。詳細は、薬毒物探索解析研究所ホームページ（<http://www.med.fukuoka-u.ac.jp/forensic/FUTOX/>）を参照されたい。



筆者らが特に注目しているのはレーザー点火である。レーザー点火は非接触点火方式であることから燃焼による劣化や損耗が生じず、長寿命かつ安全性の高い点火方式となる。さらに、昨今はレーザー発振器の小型軽量化が急速に進んでおり³⁾、液体推進剤への適用も期待されている。

そこで、図2のようにインジェクタにより微粒化した推進剤を連続発振（CW）レーザーで加熱点火するスラスタを想定し、密閉容器内に静置した ADN 系 EILs の液滴にレーザーを照射したところ、昨年度までの検討で点火に成功した^{4, 5)}。

本年度は、組成の観点から着火性向上に向けた検討を進めた。着火性向上の手法の一つとして添加剤の使用が挙げられる。図3は AMU の液滴にレーザー

(1064 nm、2 W) を照射した様子である。(a) は添加剤無し、(b)、(c) はそれぞれ色素、活性炭を加えてある。添加剤無しでは反応が全く進行しなかった一方で、添加剤を加えた試料においては反応が進行し、最終的には点火に至った⁶⁾。熱分析による解析を行ったところ、レーザーエネルギーの吸収効率を向上させるとともに、ADN、MMAN の凝縮相反応における生成物と発熱反応を起こすことで凝縮相の温度上昇を促進し、着火性向上をもたらしたと考えられた。このようにレーザーによる非接触点火について、液滴レベルの点火が可能となった。現在は燃焼試験を実施するためにスラスタの設計および試作を開始したところである。

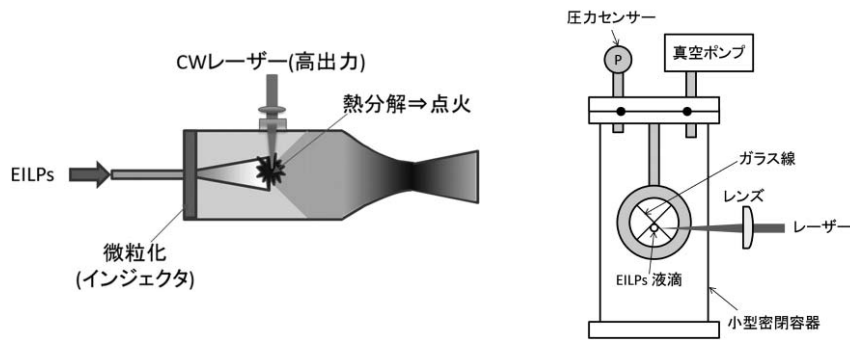


図2 レーザー点火スラスタの例（左）とレーザー点火装置の概略（右）

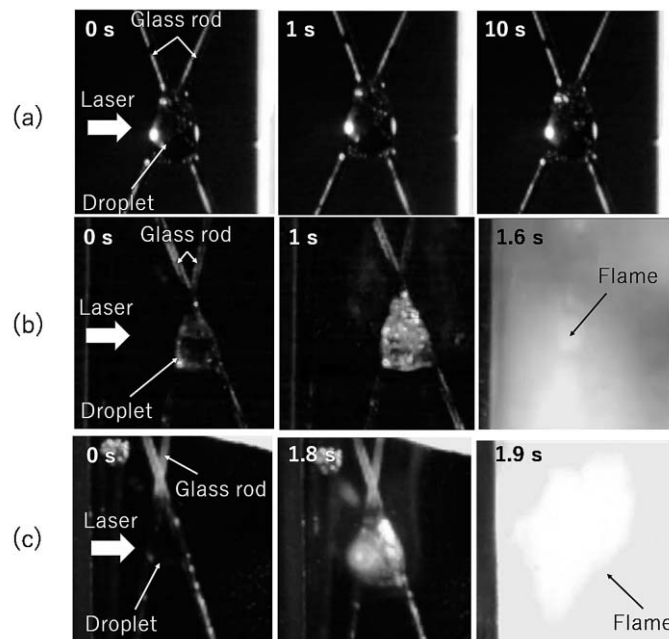


図3 AMU 液滴へのレーザー入射時の様子⁶⁾
(a: 添加剤無し、b: 色素添加、c: 活性炭添加)

4. まとめと今後の展望

EILs、レーザー点火を用いることで、推進剤の低毒化ならびに小型軽量化を達成した次世代型宇宙推進システムの構築が期待できる。今後は各点火方式の着火条件、パラメータの定量化を進めるとともに、高温での燃焼に対応可能となるようにスラスタの熱設計を行い、試験用小型スラスタを試作する。

一方で、EILsを幅広く利用するためには多様な場面に適応したスラスタシステムが要求される。そのため、レーザー点火以外の次世代点火方式についても検討を進めているところである。また、取扱いに関する基盤技術の向上も重要である。特に、いかに低コストで高品質なHEMsの合成・製造を行えるかは、利用拡大に向けて非常に重要である。筆者らは、合成プロセスの最適化を行う準備も開始している。

参考文献

- 1) M. Negri, et al., *Acta Astronautica*, 143 (2018), pp.105-117.
- 2) H. Matsunaga, et al., *Sci. Tech. Energetic Materials*, 78 (2017), pp.65-70.
- 3) T. Taira, *Optical Materials Express*, 1 (2011), pp.1040-1050.
- 4) N. Itouyama, et al., *Propel. Explos. Pyrotech.*, 44 (2019), pp.1107-1118.
- 5) H. Matsunaga, et al., *Trans. JSASS Aerospace Technology Japan*, (2020) [Accepted for Publication]
- 6) 松永浩貴ほか, 火薬学会2019年度春季研究発表会, No.23 (2019).



までの過程を示す（レプリカ観察）。軸方向に長いフェライト相に沿って同一線上に発生した複数のき裂が連結した後、 $N=10^7$ 回以前に成長を止め、その後は完全に停留した。長さは $423\mu\text{m}$ に達した。き裂は巨視的には最大せん断応力面に沿っているのでせん断型 (Mode II と Mode III) き裂であるが、微視的には進展の途中で屈曲や分岐した多くの微小な Mode I き裂が観察された。図 4 は図 3 の停留き裂の内部の形状を示している。表面と同様に、き裂はフェライト相を選んで、小さく屈曲・分岐しながら表面にほぼ直角に進展したことがわかる。疲労限度より若干大きな応力では、表面において、き裂は途中で巨視的な Mode I 分岐をしてその後進展を続けて試験片

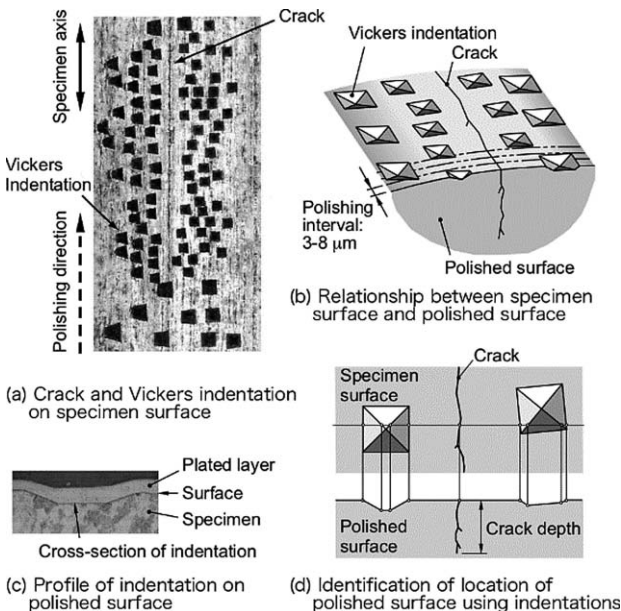


図 2 逐次研磨しながらき裂の 3 次元形態を観察し、試験片表面と内部のき裂の位置の相関を取る方法

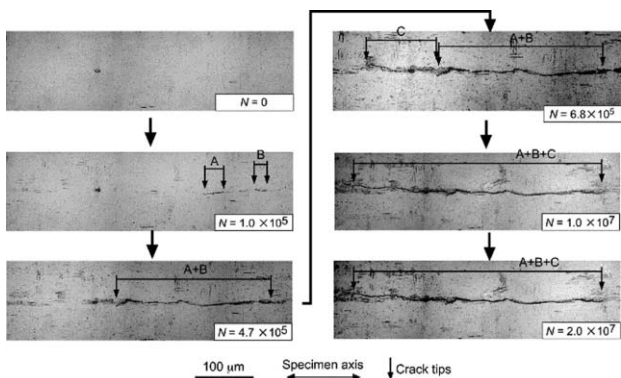


図 3 R 材試験片表面で観察したき裂の発生から停留までの過程 ($\tau_a = \tau_{w0} - 5\text{MPa} = 140\text{MPa}$)

は破断した。D 材もき裂進展機構は同じであったが、停留き裂長さは最大で $150\mu\text{m}$ 程度であった。いずれの材料にも $100\mu\text{m}$ 以上の長さの停留き裂が存在するので、疲労限度の機構は微小疲労き裂の進展下限界の問題として議論しなければならない。

2 次元 Mode II き裂先端近傍のせん断応力幅 $\Delta\tau_{r0}$ と垂直応力幅 $\Delta\sigma_\theta$ の分布を解析すると、き裂に沿った方向 ($\theta=0^\circ$) に最大の $\Delta\tau_{r0}$ が発生し、この方向に $\Delta\sigma_\theta$ はない。したがって、き裂は柔らかいフェライト相の中をせん断で進展すると考えられる。一方、 $\Delta\sigma_\theta$ の最大は $\theta=70.5^\circ$ の方向に発生する。MTS クライテリオン^② に従えば、き裂はこの方向に Mode I 分岐することになる。図 5 は R 材の停留き裂であり、電解研磨ですべり帯を除去してき裂経路を観察やすくしている。完全に $\theta=70.5^\circ$ ではないが分岐・屈曲き裂の方向は $\Delta\sigma_\theta$ の最大値 ($\Delta\sigma_{\theta\text{max}}$) の方向に極めて近い。分岐した Mode I き裂が進展を継続するにはフェライトと硬いパーライトの混合組織を割って進

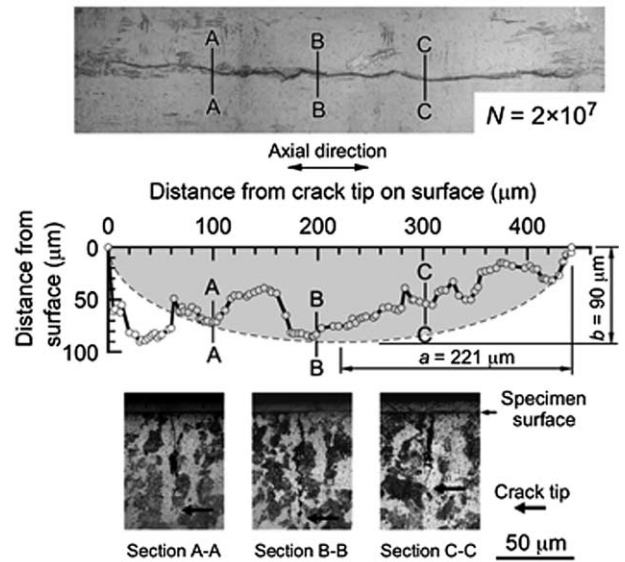


図 4 R 材の停留き裂の試験片内部の形態 (図 3 と同じき裂)

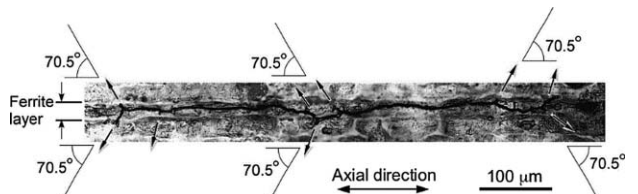


図 5 R 材試験片の表面で観察された停留き裂 ($\tau_a = \tau_{w0} = 145\text{MPa}$, $N = 2 \times 10^7$)

む必要がある。そこで、疲労限度は MTS クライテリアにしたがって分岐した Mode I き裂がフェライト・パーライト混合組織内を継続して進展する下限条件によって決まっていると仮定する。

$\Delta\sigma_{\theta\max}$ に関連した Mode I の応力拡大係数は、 r をき裂先端からの距離としたとき、 $\Delta K_{\theta\max} = \Delta\sigma_{\theta\max}\sqrt{2\pi r}$ で定義される。図 6 に示す半楕円き裂の表面縁の $\Delta K_{\theta\max}$ は、次の Murakami・Takahashi の式⁽³⁾ で計算できる。

$$\Delta K_{\theta\max} \cong F\Delta\tau_0\sqrt{\pi\sqrt{area_p}}$$

ここで、 $\Delta\tau_0$ は遠方のせん断応力幅、 $\sqrt{area_p}$ はせん断き裂を主応力方向に投影した像の面積の平方根、 F は修正係数である。図 7 は、 $\Delta K_{\theta\max}$ の実験値と \sqrt{area} パラメータモデル⁽⁴⁾ から予測される Mode I き裂の ΔK_{th} を比較したものである。き裂の 3 次元形状測定には手間がかかるのでデータ点は少ないが、上記で仮定したように、疲労限度は Mode I き裂がフェライト・パーライト混合組織内を継続して進展する下限条件によって決まっていると結論される。

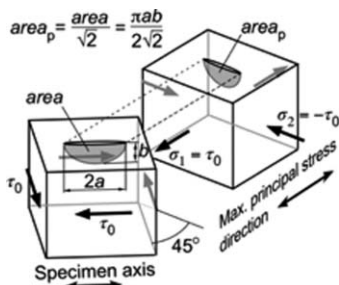


図 6 投影面積の見積り法

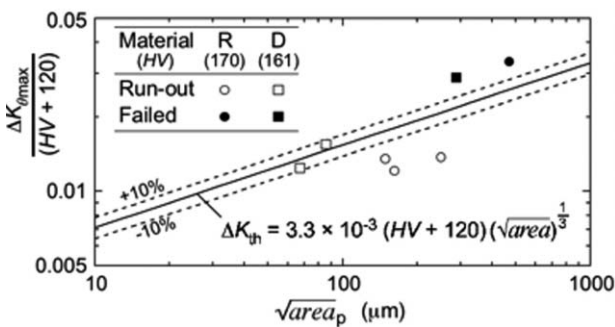


図 7 実験値のモード I 応力拡大係数幅 $\Delta K_{\theta\max}$ と \sqrt{area} パラメータモデルで予測した ΔK_{th} の比較

おわりに

この研究は時間と手間がかかるが、いかにも日本人がやりそうな研究であり、海外における評判は悪くない。今回は炭素鋼の結果だけを紹介したが、福岡大学で開発された図 2 の観察技術は他の材料にも適用されて成果を挙げている。

参考文献

1. Endo, M. and Yanase, K., *Fatigue Fract. Eng. Mater. Struct.*, 125 (2019) 112-121.
2. Erdogan, F. and Sih, G. C. *J Basic Eng, Trans ASME.*, 85 (1963) 519-527.
3. Murakami, Y. and Takahashi, K., *Fatigue Fract. Eng. Mater. Struct.*, 21 (1998) 1473-1484.
4. Murakami, Y., *Metal Fatigue: effects of small defects and non-metallic inclusions*, (2002) Oxford, Elsevier.



した。現在その遺志は引き継がれ「部品内蔵基板仕様・テスト方法」国際基準 IEC62878-1-1（2015年）に引き続き「三次元データフォーマット」国際基準 IEC62878-2-5（2019年）が福岡大学発の国際基準として採択されました。

さて、半導体実装研究所はふくおか IST の三次元半導体研究センター内にあるのですが、三次元半導体研究センターと半導体実装研究所は一心同体となって研究と開発を進めている組織です。この三次元半導体研究センターには上記の半導体実装技術の研究開発力という卓越した強みのほかに、充実した研究開発設備という強みがあります。すなわち三次元半導体研究センターは半導体製造の前工程から後工程まで一貫して実験を行うことができる実験設備があります。このような一貫した設備は国内では三次元半導体研究センターの1ヶ所だけです。世界でも、3カ所（ドイツ、ベルギー、台湾）にあるだけです。

半導体の製造というのは多くの手順を経て行います。大きく分けて前工程と後工程とといいます。前工程とはシリコンのインゴットを切り分けて表面に電子回路を描画する過程で主にクリーンルームの中で行います。前工程で出来上がるのは IC チップという部品です。後工程とは前工程で出来上がった IC チップを基板に載せるという工程で、メッキやコーティングを何回も繰り返してガラス基板上に電子配線を描画しそこに IC チップを装着していきます。一般の企業ではそれぞれの工程ごとに別の会社が受け持ち、1つ工程を終わるごとにトラックで別の工場に出来上がったものを運び次の工程を行うという手順で進めます。従って最初から最後まで全工程を見ることができるという人はほとんどいないというのが実状です。初期の半導体産業は小さかったので全工程をわかっている人もいましたが現在では産業が大きく複雑になり全体を経験する機会がなくなっています。この研究センターは、特に半導体製造の後工程については一貫して実施できる設備を保有しており、企業の人材育成を新技術開発と同時に行うことができる施設としても高く評価されているところです。



図4：クリーンルーム



図5：メッキライン室

現在研究所では、いくつもの有名企業を含む最先端トピックの研究開発を共同研究し、これらの研究課題が規模レベルともに年々増加しているところです。今後の活躍と発展に期待していただければと思います。



に替えて高圧の二酸化炭素を用いて、高圧装置内で、高密度の気相と液相の界面を形成し、そこに高圧下で、超音波を超音波ホーン（図3）より照射することで、高密度の気相と液相の界面に脂質を高濃度に溶解し、マイクロ相分離により高濃度のリポソームを安定的に製造することに成功した。この場合、高密度の気相と液相の界面で、リポソームは、図4のような機序で形成される。本発明によれば、有機溶剤の使用を必須とすることなく、リポソームを効率よく製造することができる。得られるリポソームが残存有機溶剤を含有する可能性が著しく低減されるこ

とによって、ドラッグデリバリーシステムなどの人体への利用においてもより高い安全性を提供することができる。

当研究所は、このようなナノ・マイクロ技術を用いて国内外に既に強い連携体制を確立しており、産業発展の著しいインドネシア・マレーシアなどのアジア地域と連携し、「環境低負荷製造技術」を国際学会の招待講演にて情宣している。既に、平成26年、27年、29年に本学において、国際学会を3回開催している。さらに、平成30年12月に「第7回日本マイクロ・ナノバブル学会」を大会長として開催した。さらに、文部科学省の科研費ならびに企業からの受託研究を受けて、特許申請、論文作成など多くの成果を上げている。また、当研究所メンバーの指導により、福岡大学大学院生の修士課程の田代裕之さん（M2）と堺洗稀さん（M1）が別府市で開催された Japan/Taiwan/Korea Chemical Engineering Conference（2019 JTK Conference）においてポスター発表を行い、Excellent Poster Award を受賞した。さらに、福岡大学大学院生の博士課程後期の徳永真一さん（D1）、修士課程の伊藤稚菜（M1）が、それぞれポスター発表優秀賞（第30回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会、令和元年度受賞）を受賞している。

このように複合材料研究所は、複合材料技術を基軸として、福岡大学の産学官連携事業とグローバル化に貢献している。

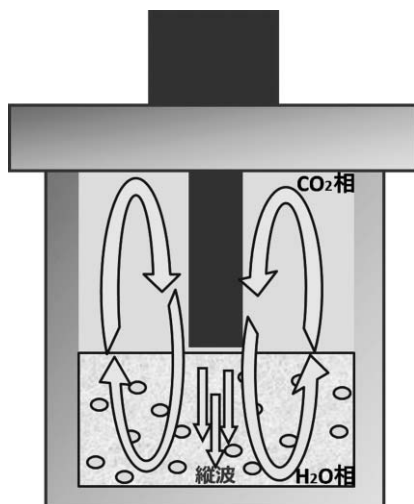


図2 超音波照射可能な高圧セルの模式図



図3 高圧装置内の超音波ホーン

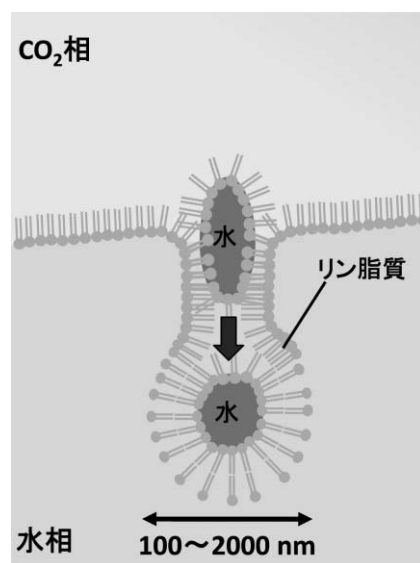


図4 高密度の気相と液相の界面でのリポソーム生成

混合層の発達や海陸風循環など局地的な大気循環による輸送を考慮した変動機構の解析を行う。

また、近年、二酸化窒素、一酸化炭素、オゾンなどの微量成分を計測できる市販の安価な高感度の電気化学センサーの利用が行われるようになってきている。センサー自体は数gであり、気球観測や無人航空機による観測、パーソナルセンサへの利用が期待される。本研究所でも二酸化窒素計測システムを開発し、係留気球に搭載することで福岡大学上空の高度100mまでの二酸化窒素の分布の変化を観測することに成功している。

d. 花粉の蛍光観測と状態変化

蛍光を利用した花粉の飛散や輸送の観測のための基礎的な実験、試験的な観測を継続して実施している。大気中から採取した花粉の紫外光照射に対する蛍光特性の直接計測を行い、ライダーで観測された上空の分光スペクトルとの比較を行っている。大気エアロゾル中には様々な蛍光物質が含まれており、蛍光スペクトルにおける花粉寄与成分を分離する方法を実験と観測の結果に基づいて検討している。また、福岡大学と油山の2地点における花粉濃度同時観測と同時サンプリングを行い、アレルギー放出に寄与すると考えられている花粉の破壊と花粉から分離浮遊するユービッシュ小体の飛散の状態を比較する。特に花粉の破壊については、再飛散過程と大気汚染物質が花粉に与えるダメージ、それらを通しての花粉の物性の変化についての検討を行うことを予定している。

e. 福岡平野における超微粒子の動態

福岡都市部の主要な汚染物質の排出源の一つは自動車と考えられる。これまで、地上高度の大気中のすす濃度の変動には、ベースライン変動としての越境汚染の影響と、排出源強度と混合層の発達と局地循環の複合現象としての顕著な日周変動がみられることがわかっている。すすと同様に自動車からの排出が顕著な100nm以下の粒子の濃度の観測から化学的・物理的に活性なエアロゾルの動態を把握することを目的として、次の3通りの10nm以上の超微粒子の計測を行った。①生の松原（平野と内湾の境界）、田村花立広場（都市中心部と郊外田園地帯の境界）

におけるマルチコプタによる高度約200mまでの鉛直分布の日周変動観測（2019年11、12月）、②福岡大学と油山市民の森（自然観察センター、標高250m）における同時比較観測（2019年10～12月）、③福岡大学4階における10nmから1000nmの粒径分布連続観測（2019年11月から）。

鉛直分布観測（図1）では、混合層の発達とともに地表付近の都市キャノピー層（厚さ約50m）内に蓄積された超微粒子が鉛直方向に混合され、昼前には混合層が高く発達し境界層内（約2km）が均一になっていること（図2）などが確認されている。



図1 マルチコプタによる超微粒子鉛直分布観測（2019年11月30日、田村花立広場）

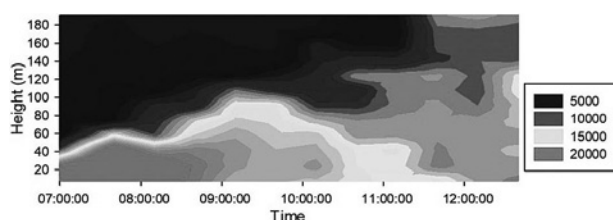


図2 日出から太陽南中までの超微粒子（直径10nm以上）の数濃度（個/cc）（2019年12月9日、生の松原海岸）

f. 越境汚染大気中の粒子生成—福江島における無人航空機観測—

国立環境研究所、金沢大学との共同で、福江島においてロガロ翼無人航空機（KitePlane）による観測を、2017、18、19年の春季に行った。日本の都市部の影響を受けていない海洋上の海拔1100mまでの超微小粒子濃度の鉛直分布をそれぞれ約一週間行った。一日あたり粒子生成が起き可能性の高い午前中の中

心に3～5回行った。汚染物質を豊富に含む越境気塊の下層ではなく上層において粒子生成が起きていることを示唆するような結果が得られている。これまでの観測は、超微粒子濃度とオゾン濃度、温度、湿度、風の計測であったが、電気化学センサを搭載したガス成分観測を行うことを計画している。

g. 無人航空機観測

近年、マルチコプタをはじめとした無人航空機の利用が急速に進んでいる。社会的な利用の推進が進むとともに運用に関する社会的な規制、ルール作りが、基本的な社会インフラとしての整備を前提に進められている。本研究所でも2000年の黄砂の観測を端緒とするロガロ翼無人航空機による観測を発展させることをはじめとする、無人航空機システムの開発と利用を進めている。開発、観測の実施にあたっては、近年の法令整備なども踏まえた安全な運用方法の確立を同時に進めている。

前述した、五島列島福江島における越境汚染大気中の粒子生成、マルチコプタによる混合層の発達に伴う超微粒子変動に加え、南極大気中のエアロゾル濃度変動の観測も継続して行っている。また、大気観測においては気象要素としての風の情報が極めて重要である。無人航空機が観測するような微細な構造の大気現象の理解のためには、観測したその場所の in-situ 風情報が必要となることが多い。このため、観測する無人航空機自身による in-situ 風計測についても取り組んでいる。

4. おわりに

前述の研究は最近の観測に関するトピック的なものの紹介であり、国内の多くの研究機関との協力による、多様な観測も継続している。国内機関との共同観測、福岡大学自身の観測、研究成果は、これまでより豊かになりつつある。また、韓国の研究所の職員を研究員として迎えることも予定しており、新たな展開の可能性も広がっている。

