

まず初年度の主な取り組みとして、三井鉱山三池炭業所の元従業員である高木尚雄氏（1923-2015）が撮影した三池炭鉱の記録写真の整理及びデジタルアーカイブ化を荒尾市教育委員会と協力して進めている。

高木尚雄氏は、終戦後に上海からの引揚者として故郷荒尾に戻り、三井鉱山三池炭業所に入社、四山炭坑内機械工として働き始めた。1950年に四山炭坑人事係勤務になった後、1958年頃から三池炭鉱の撮影を始める。アマチュア写真家としての高木氏の三池炭鉱の撮影は、1983年の定年退職、1997年の閉山を経て2010年まで約半世紀にもおよぶ。撮影対象も炭鉱にかかわる施設や生活風景、坑内労働の様子、人物や道具など多岐にわたる。

本研究所では、高木氏が残した三池炭鉱に関する約480点の現像写真と約6,000コマのネガフィルムのデジタル化を進めている。このなかには、高木氏が1967年と1978年に会社の許可のもとで撮影に取り組んだ港沖四山炭坑の貴重な坑内労働の写真も含まれている。高木氏の写真資料群は、撮影期間の長さや撮影枚数、また坑内労働から生活の様子までを含めた網羅性という点でも、炭鉱の記録写真として全国でも稀有な例であると言えるだろう。しかしながら、すでに古いネガフィルムの一部にはカビ・シミ・溶解・変形等の劣化が相当進行しているものもみられることから、デジタル化とともにネガフィルム本体の劣化を遅らせる処置にも取り組んでいる。

2016年3月には、プロジェクト初年度の成果報告を兼ねて、荒尾市内にて「高木尚雄写真展—三池炭鉱の記憶—」（主催：荒尾市、福岡・東アジア・地

域共生研究所）を開催する予定である。今回デジタル化した写真及びネガのなかから「三池炭鉱の風景」「坑内労働」「設備・道具」「人物」「生活」のテーマで80点を写真パネルにして展示する。会場では、来場者を対象とした三池炭鉱の記憶に関するアンケート調査も併せて実施する。

【おわりに】

本プロジェクトは、地域住民が自分たちが住んでいる土地の記憶にいつでも触れ、学ぶことができるようにすることを目標にしている。次年度からは写真資料の収集・保存に加えて、聞き取り調査の実施や資料の収集等を進めながら、それらを活用したまちづくりの実践にも取り組んでいく。2015年7月に三池炭鉱万田坑を含む「三池炭鉱関連施設」が「明治日本の産業革命遺産」の構成資産としてユネスコ世界文化遺産に登録をされたが、今後荒尾市にとって地域の記憶と共生したまちづくりのモデルを地域住民と協力してつくっていくことができるかが課題となるだろう。



写真3 炭鉱マンたち（1976年9月25日撮影、高木尚雄）



と移植は拒絶反応という観点からは表裏一体の関係にあるということである。言い換えると癌細胞の生着を阻止し排除するためには拒絶反応は必須である。一方移植細胞を生着させるためには拒絶反応を抑制しなければならない。“癌細胞”を“移植細胞”に置き換えて考えてみると“移植細胞”が生体の免疫機構から逃れ、拒絶されないためには“癌細胞”と同様の免疫排除機構から逃れうる性質を移植細胞が獲得できれば良いことになる。重要な点は癌細胞が有する免疫排除機構は癌細胞の存在局所で作用しており、移植細胞が同様の特質を獲得できれば全身の免疫抑制療法が不要になることである。すなわちこの方法が成功すると感染症や悪性腫瘍など副作用を有する免疫抑制剤の投与なしに移植細胞の生着をもたらす画期的治療法となる。

現在、膵島研究所ではインスリン産生細胞再生プロジェクトに加え、上記ストラテジーを同種膵島移植の実験系で検証し、拒絶反応の新規制御法開発を進めている。これらの成果が得られれば福岡大学の発展に大きく貢献できると確信し、日々研究に邁進している。

参考文献

1. Suzanne L. Topalian, et al. Safety, Activity, and Immune Correlates of Anti-PD-1 Antibody in Cancer. *N Engl J Med* 366:2443, 2012.
2. Julie R. Brahmer, et al. Safety and Activity of Anti-PD-L1 Antibody in Patients with Advanced Cancer. *N Engl J Med* 366:2455, 2012.
3. Antoni Ribas. Tumor Immunotherapy Directed at PD-1. *N Engl J Med* 366:2517, 2012.
4. Marie Vétizou, et al. Anticancer immunotherapy by CTLA-4 blockade relies on the gut microbiota. *Science* 350:1079, 2015.
5. Ayelet Sivan, et al. Commensal Bifidobacterium promotes antitumor immunity and facilitates anti-PD-L1 efficacy. *Science* 350:1084, 2015.



性院外心停止とは関連しなかった（図2-B）。歯の健康はすべての国民にとって重要なものであるが、齲歯は特に65歳以上男性の心原性院外心停止と関連することが示唆された⁵⁾。

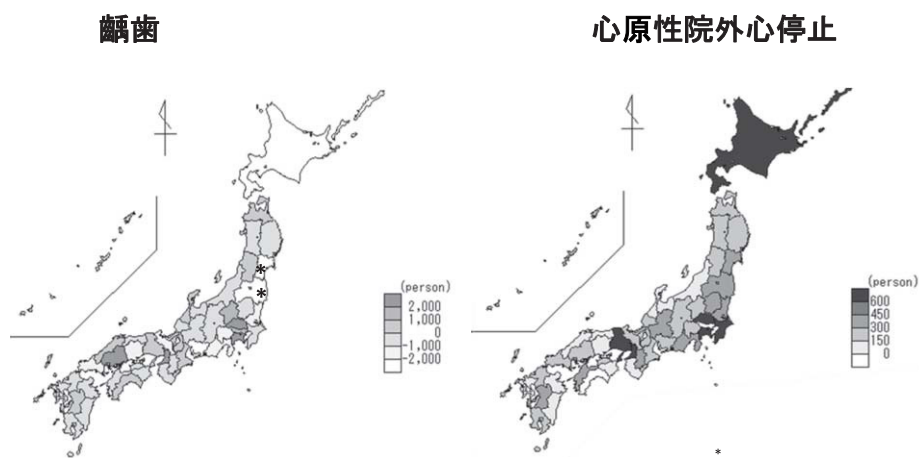
3. 心臓病のバイオマーカーとしての口腔衛生

歯の健康や歯周病が心臓病のバイオマーカーと認めるためには、1) 長期にわたる疫学的因果関係⁶⁾、2) 特定の歯や物質により両疾患が成立するエビデンス、3) 口腔衛生によって院外心停止や心疾患が

抑制できること、4) 心臓病一次・二次予防としての口腔衛生が成立すること、5) 臨床試験での評価項目と代替できること、6) 特定の薬物が両者に影響を及ぼす等のエビデンスの構築が大切である。

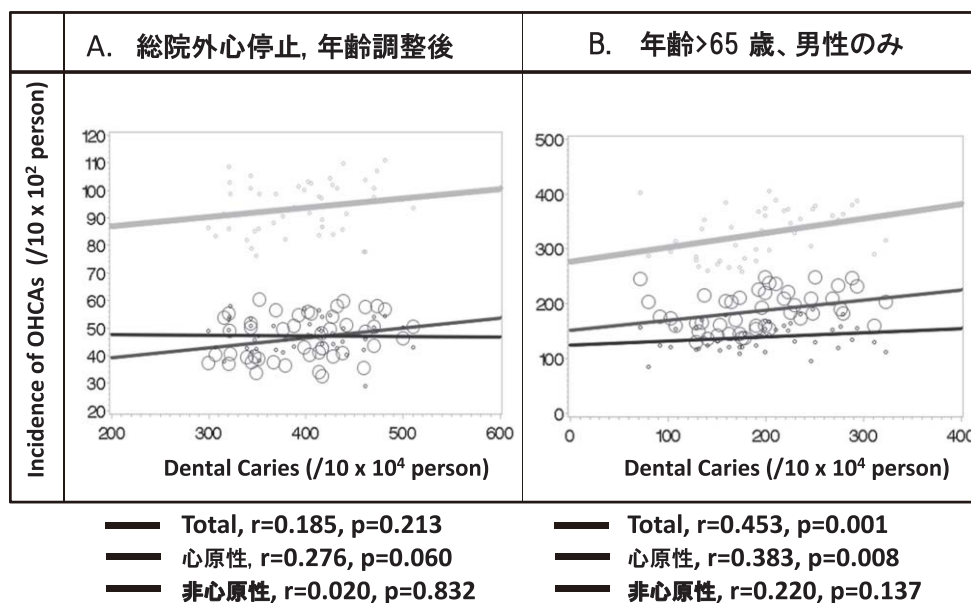
4. 今後の検討

歯科インターベンションや口腔衛生が長期にASCVDを抑制することができるか、ASCVDの二次予防が効果的であるかについては今後の検討が必要である。



文献5) Suematsu Y, et al. J of Cardiology (2015) から引用、一部修正
* 2011年のデータ、東日本大震災のために使用できず

図1 47都道府県別の心原性院外心停止と齲歯の頻度分布（2005-2011年）



文献5) Suematsu Y, et al. J of Cardiology (2015) から引用、一部修正

図2 年齢調整後、齲歯と院外心停止の関連

文 献

1. Mattila KJ, Nieminen MS, Valtonen VV, Rasi VP, Kesaniemi YA, Syrjala SL, Jungell PS, Isoluoma M, Hietaniemi K and Jokinen MJ. Association between dental health and acute myocardial infarction. *BMJ*. 1989;298:779–81.
2. Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nature Reviews Immunology*. 2015;15:30–44.
3. Humphrey LL, Fu R, Buckley DI, Freeman M and Helfand M. Periodontal disease and coronary heart disease incidence: a systematic review and meta-analysis. *Journal of general internal medicine*. 2008;23:2079–86.
4. Vedin O, Hagstrom E, Budaj A, Denchev S, Harrington RA, Koenig W, Soffer J, Sritara P, Stebbins A, Stewart RH, Swart HP, Viigimaa M, Vinereanu D, Wallentin L, White HD, Held C and Investigators S. Tooth loss is independently associated with poor outcomes in stable coronary heart disease. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2015. (in press)
5. Suematsu Y, Miura SI, Zhang B, Uehara Y, Ogawa M, Yonemoto N, Nonogi H, Nagao K, Kimura T, Saku K and Japanese Circulation Society Resuscitation Science Study G. Association between dental caries and out-of-hospital cardiac arrests of cardiac origin in Japan. *Journal of Cardiology*. 2015. (in press)
6. Lockhart PB, Bolger AF, Papapanou PN, Osinbowale O, Trevisan M, Levison ME, Taubert KA, Newburger JW, Gornik HL, Gewitz MH, Wilson WR, Smith SC, Jr., Baddour LM, American Heart Association Rheumatic Fever E, Kawasaki Disease Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young CoE, Prevention CoPVD and Council on Clinical C. Periodontal disease and atherosclerotic vascular disease: does the evidence support an independent association?: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2012;125:2520–44.



硝酸アンモニウムの課題

上記のようにガス発生剤の原料として利点を有する AN であるが、これまでガス発生剤原料として主流ではなかったことにはいくつか理由がある。その一つは、AN の高い吸湿性であり、取り扱いが難しいことである。また、ガス発生剤のペレット成型後に吸湿と乾燥が繰り返されると、ペレットが崩れて粉状化してしまう場合があると言われている。もう一つの理由は、温度変化により結晶構造が変化することであり、結晶構造の変化に伴い体積が変化すると、夏場の車内温度の上昇等によりガス発生剤がひび割れてしまうリスクがある。粉状化したガス発生剤が着火すると、表面積の増大により想定よりも高い速度で燃焼し、エアバッグモジュール自体が破損してしまう場合がある。

昨今、タカタ製のエアバッグモジュールが展開時に破損し飛散物により死傷者が出たとして、2009年頃より現在までの間に4,000万台以上の自動車に対する極めて大規模なリコールが行われている^[1]。現在、ドイツの化学技術研究所 (Fraunhofer ICT) にて、この原因調査が行われている最中ではあるが、最近になって、エアバッグ用ガス発生剤の吸湿が原因の一つとして考えられる旨公表されている。

本研究におけるガス発生剤研究^[2-4]

本研究では、2010年度より AN の問題である吸湿性および相安定性に関する調査を開始し、2011年度より財団法人福岡県産業・科学技術振興財団の研究助成を受け、本格的に研究を開始した。本研究では、AN、相安定化剤 (i.e. 結晶構造変化を抑制する物質) である硝酸カリウム (PN) および AN よりも吸湿性が低いポリマー類の3成分が一体化した微粒子を製造することができれば、AN の相安定化と低吸湿化を同時に解決できると考え、スプレードライ法により同微粒子の調製を試みた。図3-5は調製した微粒子の物性評価結果の一例を示している。

図3は、本研究にて調製した粒子の電子顕微鏡写真である。この写真より、比較試料 (AN/PN 粒子) では一部凝集しているが、上記3成分が一体化した粒子 (AN/PN/Polymer 粒子) では、粒子表面の凝集がない。これはポリマーが粒子表面の吸湿を抑制しているためであると考えられる。実際に、湿度条

件下に AN/PN/Polymer 粒子を貯蔵してみると、最大で約90%程度吸湿量が減少することも明らかになっている。

図4は、AN に由来する結晶構造変化に関して熱分析により評価した結果の一例である。AN は30、80、125°C付近で結晶構造が変化することが知られており、この結晶構造の変化が繰り返されるとガス発生剤ペレットの破損、粉状化が引き起こされる。

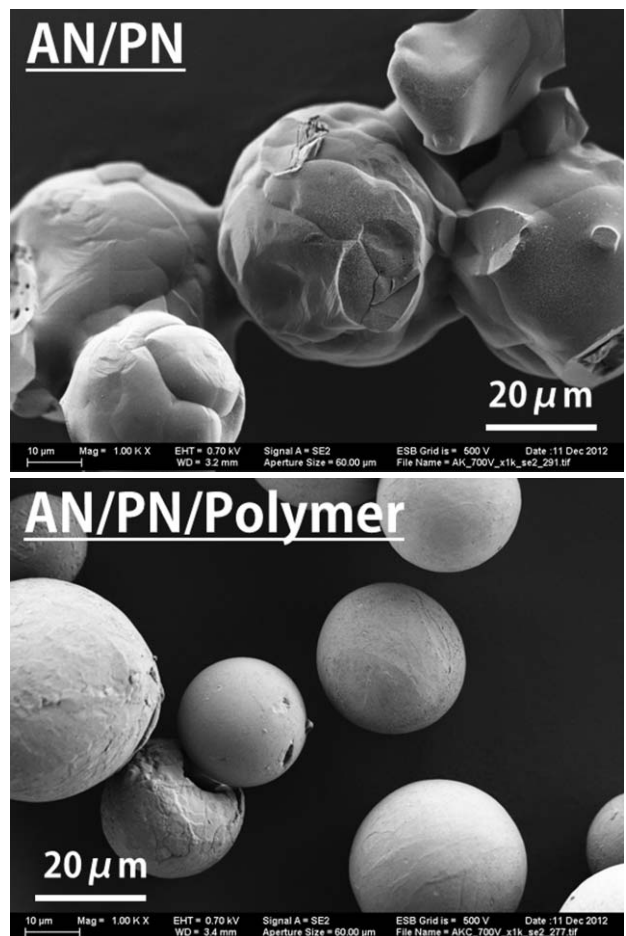


図3 調製した微粒子の電子顕微鏡写真
(上: AN/PN、下: AN/PN/Polymer)

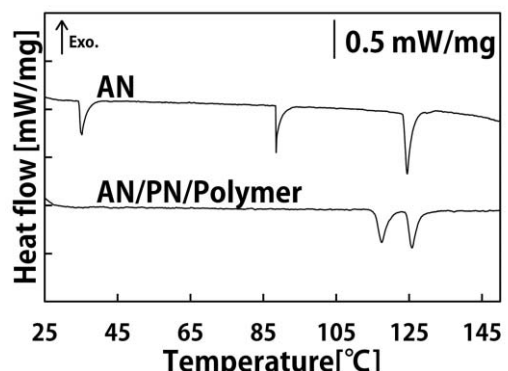


図4 熱分析による相安定性評価結果

同グラフ上でも AN のデータでは結晶構造の変化による吸熱ピークが各温度帯で観察されている。一方、調製した AN/PN/Polymer 粒子では、100°C以下にピークがなく、結晶構造の変化が抑制されていることが分かる。夏場の自動車の車内温度は、最高で80°C程度であると言われていたため、ガス発生剤としての要件を満たす性能と言える。

図5は、AN/PN/Polymer 粒子と可燃剤を混合して調製した模擬ガス発生剤の燃焼時の写真である。燃焼試験の結果、調製した模擬ガス発生剤は、燃焼が持続することが確認され、また、通常の AN 系ガス発生剤よりも燃焼速度が向上する等、燃焼性も改善されることが示唆された。

以上の結果より、AN、PN およびポリマー類が一体化した微粒子を調製することにより、AN の問題点である相安定化と低吸湿化を同時に解決できる可能性が示された。現在は、この技術をロケット燃料等、様々な分野に適用する研究に取り組んでいるところである。

まとめ

本稿では、自動車用エアバッグおよび本研究所で実施した AN 系ガス発生剤に関する研究に関して概説した。昨今のリコールの問題により、AN という物質自体への不信感が取りざたされているが、AN の改質あるいはその物性に適したモジュールの改善等により、解決できる問題ではないだろうかと筆者らは考えている。本研究がその一助になることを期待している。

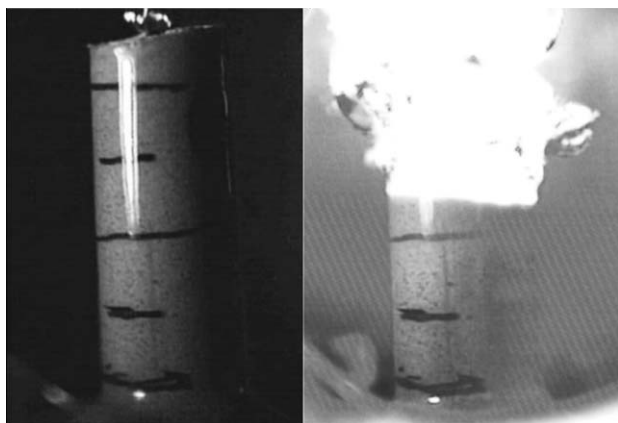


図5 燃焼試験用ガス発生剤ペレットの一例
(左：燃焼前、右：燃焼中)

謝辞

本稿に記述した研究は、財団法人福岡県産業・科学技術振興財団（産学官共同研究開発事業）の研究助成により実施した。また、研究を遂行するに当たり、東京大学環境安全研究センターの新井充教授、JAXA 宇宙科学研究所の羽生宏人准教授、産業技術総合研究所の和田有司博士、旭化成ケミカルズの熊谷恒佑氏、塚原祐介氏をはじめとする多くの方々のご協力を頂いた。ここに深く謝意を表す。

参考文献

- [1] 日経 Automotive 9月号, 日経 BP 社, pp.38-51 (2015).
- [2] S. Nagayama et al, Effect of polymer addition amount and type on thermal decomposition behavior of spray-dried particles comprising ammonium nitrate, potassium nitrate, and polymer, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 118/2, pp.1215-1219 (2014).
- [3] S. Nagayama et al, Differential scanning calorimetry analysis of crystal structure transformation in spray-dried particles consisting of ammonium nitrate, potassium nitrate, and a polymer, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 118/2, pp.1221-1227 (2014).
- [4] S. Nagayama et al, Moisture proofing of spray dried particles comprising ammonium nitrate/potassium nitrate/polymer, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 40/4, pp.544-550 (2015).



接触する材料表面の衝突・破壊・再溶着や摩耗粉による切削または潤滑、および接触面近傍組織の微小塑性変形や組織変化などが混在する複雑な現象である。マイクロ・ナノの観点からは、ナノトライボロジーという新しい学問分野が急速に発展してきている。ここではAFM（原子間力顕微鏡）技術やMEMS（機械要素、センサ、電子回路などを集積したナノ・マイクロレベルのデバイス）技術を用いて、原子レベルからナノメートルレベルの材料の接触現象を解明する新しい研究が活発に行われている。しかし、これらの試験方法で対象とする試料の接触面積は機械部品の接触面積や疲労き裂の面積に比べてスケールがかけ離れて小さいため、得られた結果は実際の工学問題に直接適用できない難点がある。このように、平方ミリメートルレベルの工学寸法の接触面積のナノ・マイクロメートルレベル距離の往復すべり運動を対象とした研究は重要でありながら、研究対象から外れていた。その原因の一つは、それを研究する実験方法が確立されていなかったことによる。

本研究所では、薄肉の2円筒を突き合わせて微小な回転角で繰返し反転させる新しい手法を開発して、数十平方ミリメートルの接触面積のマイクロメートルレベルの往復すべり量での試験を実現させた¹⁾。実現の鍵は、多軸疲労試験のために所有していた高サイクル疲労試験用軸ねじり疲労試験機を摩擦・摩耗の研究に応用したことにある。このクラスの性能を持つ試験機は日本では福岡大学だけにしかなく、本研究手法の実現は本研究所だから実現できたといえる。

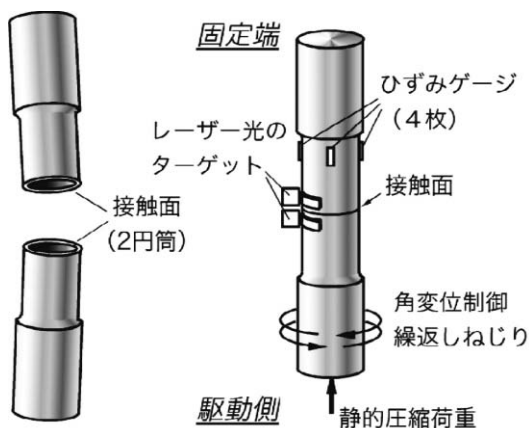


図1 試験片と実験中の配置

3. 新開発の試験方法

試験機は MTS 社製油圧サーボ式組み合せ軸ねじり疲労試験機（荷重容量 100kN、トルク容量 1000N・m）を用いた。図1に示すように、円筒を有する2つの試験片の端面を互いに接触させ、この試験機を用いて軸まわりに相対的にねじることで、繰返し往復すべり接触試験を実現させた。この試験片の配置は ring-on-ring と呼ばれるが、極小変位で繰返しすべり方向を反転させた研究は見当たらない。接触面に作用する圧縮力と摩擦力は2分力荷重計（軸荷重とトルク）で計測でき、相対すべり量は2つの接触面近傍にそれぞれターゲットを設け、2台のレーザー変位計（現有）で測定した変位の差で計測できる（図2）。

この方法では、試験片の接触部に角（端面効果）が無いので特異応力場が生じず、接触面に一様な圧力が作用していると仮定して摩擦係数を定義できる利点がある。また油圧型デジタル制御の疲労試験機的能力を活かすことができるので、従来のすべり試験に比べて、面圧、すべり速度、すべり量、繰返し数などの試験条件設定の自由度が格段に大きい特徴がある。今後は、各種材料、材質について、摩擦係数に及ぼす面圧、相対すべり量、すべり速度、接触面積、繰返し数の影響および接触面近傍のマイクロ・ナノレベルの損傷メカニズムを明らかにしていく。

4. おわりに

本研究所で新しく開発した摩擦・摩耗試験方法について、その研究の背景と試験方法を中心に解説した。続く第2報では、その方法を用いて得られた興味深い摩擦と摩耗の現象について述べる。



図2 疲労試験機を用いた往復すべり接触試験

半導体実装研究所 5年間の歩み

半導体実装研究所長 友 景 肇

はじめに

2011年3月に、福岡県糸島市に三次元半導体研究センターが総工費約30億円をかけて完成し、その2階に福岡大学半導体実装研究所が同年4月に開設した。三次元半導体研究センターの外観を図1に示す。横80m、縦22m、2階建て、微細で高密度な半導体の組み立て技術を研究する施設である。量産のプリント配線板製造ラインとシリコンの8インチウェハラインがあることが特徴で、プリント配線板はよりシリコン技術に近づけて微細に、反対にシリコンはよりプリント基板製造に近づけることで安価に、を目指した研究を行っている。

微細化、高密度化には、三次元的な組み立て技術が必須である。部品内蔵基板を中心とした三次元実装技術研究に特化した研究施設で、類似した研究施設は日本にはない。開設から5年間の経過した。これまでの取り組みと成果を紹介する。

産学共同研究

低温低応力微細実装技術の研究開発コンソーシアムが2012年4月から始まった。これは、福岡大学と企業とが1対1で共同研究契約を締結し、20社以上

の企業が共同して研究を推進するもので、通称フジコ（Fukuoka Univ. Jisso Consortium の略）プログラムである。材料メーカなど、競合企業が同時に共同研究契約を結ぶことは不可能である。そこで、主旨を理解してもらった企業と大学とで、個別に契約を結び、センターの施設を使って、会社の壁を超えた研究を行っている。この仕組みは、半導体分野では日本で初めてのもので、現在も進行中である。

フジコプログラムは、5つの共通テーマと各企業との個別テーマがあり、月に一度の全体ミーティングでは、共通テーマの内容は公開して、合同で議論を行っている。具体的には、部品内蔵基板開発、三次元設計データフォーマット開発、シリコン貫通電極（TSV; Through Silicon Via）を用いたインターポーザ開発、超微細銅配線パターン製造技術開発、内蔵型パワーデバイス開発である。以下に、これまでの成果の一部を紹介する。

図2は、(株)ウォルツと共同で開発したTSV構造を有するTEG（Test Element Group）チップをシリコンインターポーザの上に4層積んで、接続したものである。このような積層構造では、稼働時の熱応力が問題となる。このチップは積層時の応力を測定する



図1 三次元半導体研究センターの外観

ピエゾ抵抗を内蔵しており、積層時の応力解析が可能である。

図3は、超微細な銅配線パターンの写真である。現在のプリント配線板の最小寸法は $20\mu\text{m}$ 程度で、その1/10で配線を形成する技術を開発した。セミアディティブ法と呼ばれる、従来の工法を用いて作製したところが特徴で、世界で最も細いパターンに属する。

図4は、東光㈱と共同で開発した、基板内蔵型の電源モジュールである。通常、パワーインダクターは、このクラスで 1.5mm の高さがあり、どのように組み立てても 1.5mm 以下では作れない。パワーインダクタだけでなく、DC/DC コンバータ、キャパシタを含めて、全てを 0.5mm の基板内部に埋め込んだ。世界で最薄のモジュールが開発できたことから、2014年4月にプレス発表を行った。

文部科学省地域イノベーション戦略支援プログラム「高機能・高信頼性モジュールのための高付加価値インターポーザに関する研究」が2012年から5年間プロジェクトが進行中で、企業との共同研究がサポートされている。

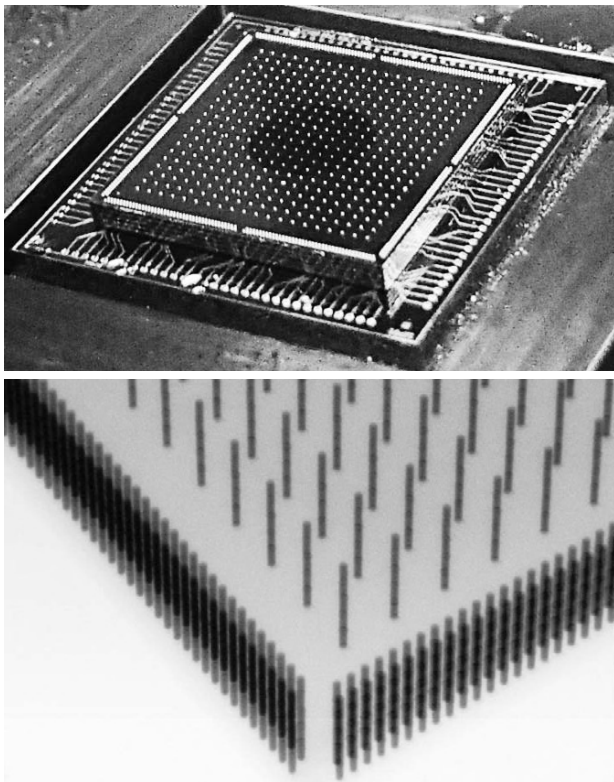


図2 シリコンインターポーザ上に4チップ積層してTSV接続した外観(上)とX線写真(下)

標準化活動

2008年から日本電子工業会(JPCA)で部品内蔵基板の規格化が始まった。世界で最初となる規格書EB01が、2008年6月に発行され、2009年には国際電気標準会議(IEC)へ新しい規格として申請された。部品内蔵基板の評価に用いる試験チップ TEG や試験方法を開発し、規格書の中に記述した。IEC 申請から6年目に、4つの規格書 IEC 62878-1-1, 62878-2-1, 62878-2-3, 62878-2-4として、正式に発行され、部品内蔵基板としては世界で初めての国際標準となった。

2015年10月には、部品内蔵基板を設計する際のデータフォーマットをIECへ新たに提案した。これは、三次元CADで部品内蔵基板をどのように設計するかで、福岡県のクラスター事業で開発した内容が基になっている。国際標準になるまでには、

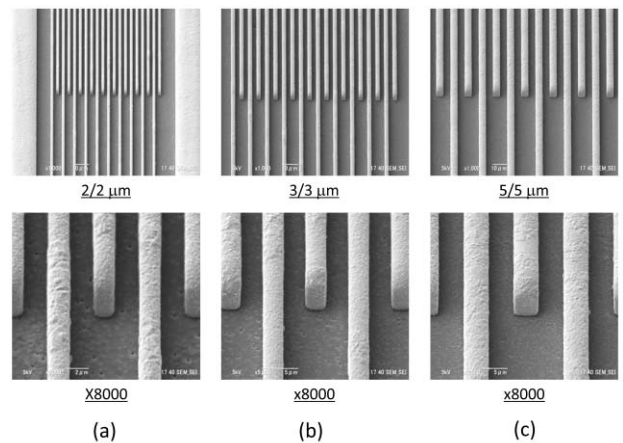


図3 セミアディティブ法で作製した超微細銅配線パターン：(a) ライン/スペース $2/2\mu\text{m}$, (b) $3/3\mu\text{m}$, (c) $5/5\mu\text{m}$ 。

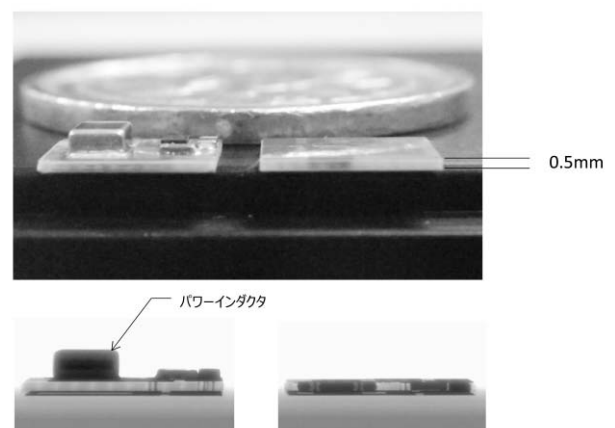


図4 世界最薄の基板内蔵電源モジュール(右)と従来の工法で作られたモジュール(左)。

数年はかかると思われるが、IEC 活動も継続する予定である。

経済産業省省エネルギー等国際標準共同研究開発事業「部品内蔵基板の設計データフォーマットに関する国際標準化」が2013年から3年間プロジェクトとして走り、データフォーマットのIEC国際標準化がサポートされた。

今後の研究計画

平成27年度は、研究所開設から5年目の節目であり、産学官連携研究機関として大学の評価を受けた。大学から最高位の評価をいただき、3年間の継続が決まった。本研究所の目的は、今後も永続的に進む電子機器の高性能化、小型化に対応できる、微細で高密度な組み立て方法を、企業と共同して量産レベルで開発することである。

半導体分野で実装と言えば、ICチップと基板との間を接続し、微細な配線パターンで信号を外部に取り出す技術を指す。接続方法は幾通りも提案され実用化されているが、次の世代に繋がる超微細な接続方法、基板の中を超微細に配線する基板製造方法、そして、小型化した部品を3次元的に高密度で組み立てる方法に集約される。例え新しい技術が研究室レベルで開発されても、実用化までには幾つもの壁がある。製造コストが合わなければ、量産には用いられない。コストも含めた量産レベルの研究開発が重要となる。

半導体実装研究所、三次元半導体研究センターの研究領域は、そこにある。



プセル、生体素材、新規バイオスcaffold生体材料など開発が可能となり、公的競争資金や企業との共同研究として、多くの複合素材開発プロジェクトで成果を上げている。

◆現在の取り組み

1) 新規化粧品の開発

無機材料として化粧品に多く使用されているタルク（数 μm の平板状粒子）に、超臨界二酸化炭素中でフッ素系樹脂をコーティングする技術を開発した。この技術により、図1に示すような反射特性の優れた化粧品素材の開発に成功した。

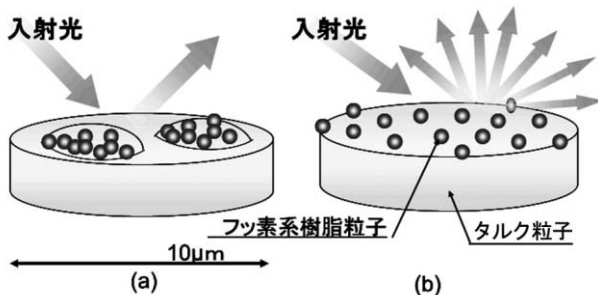


図1 フッ素系樹脂によるタルク微粒子のコーティング

この技術は、繊維などの加工技術にも応用されている。

2) 機能性医薬品の開発

医薬品は、その作用機序などから特定の部位・環境条件でその機能を発現することが望ましい。医薬品をより適切な部位・環境条件へ運び高い効果を上げるために、ドラッグデリバリー技術（DDS）の開発が望まれており、種々の高分子コーティング材が開発されている。しかし、医薬品のDDSに使用できるコーティング材（主に高分子）は、厚生労働省から認可されているものに限定される。厚生労働省から使用が認可されているpH応答性を有する高分子は存在するが、それを数 μm 程度の微粒にコーティングする技術は、存在しなかった。そこで、当研究所では、超臨界二酸化炭素の圧力誘起コーティング法を開発し、従来、困難とされていたpH応答性を有するマイクロコーティング薬剤の開発に成功した。調整したpH応答性マイクロコーティング薬剤を図2に、徐放特性の実験結果の一例を図3に示す。

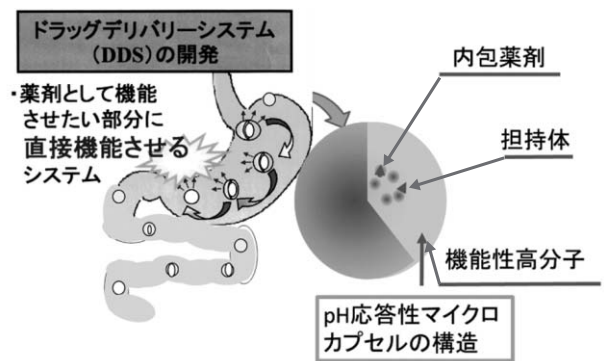


図2 pH 応答性機能性高分子マイクロカプセル

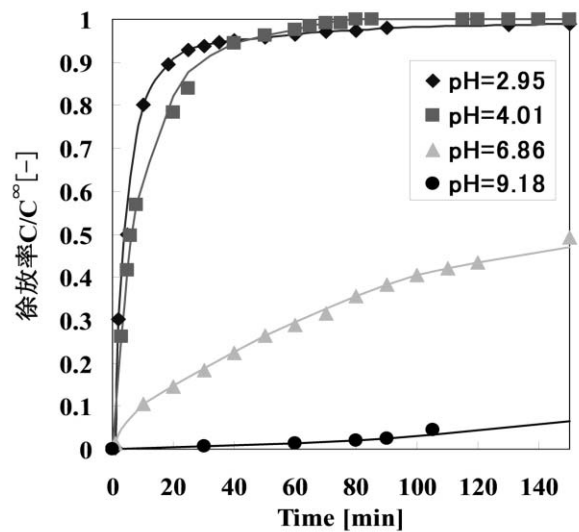


図3 pH 応答性マイクロカプセルの徐放特性の測定結果

このpH応答性マイクロカプセルにより、薬剤の機能的送達が可能となった。

3) 再生医療を目的とした超音波を併用した超臨界二酸化炭素による新規バイオスキャホールド生体材料の創製

再生医療に必要となるスキャホールドは細胞接着・増殖の足場として機能する。臓器を形成するために必要となるその成分は主にコラーゲン、プロテオグリカン、フィブロネクチンやラミニンといった糖タンパク質で、細胞外マトリックスと呼ばれる成分分子である。

本研究では、二酸化炭素を機能性溶媒として利用し、豚などの異種哺乳動物の組織を超音波破碎しながら細胞成分を除去することで、再生医療利用できるバイオスキャホールドの製造法を開発し、臨床応用を検討することを目的としている。

これまで、異種哺乳動物細胞の組織から拒絶反応の原因となる細胞成分を除去し、高密度のバイオスキャホールドを開発するために、超臨界二酸化炭素超音波分散法を応用し、脱細胞化組織の調整を試みている。ラットならびにブタ由来組織の脱細胞化操作を行い組織切片の観察を行ったところ、細胞核のDNAは完全に除去されていた。

現在、超音波と超臨界二酸化炭素による脱細胞化した組織のより詳細な評価を、培養細胞を用いて行っている。

4) ナノ複合体の開発

環境への負荷の少ない二酸化炭素を用いる超臨界流体技術は、有害な有機溶媒の代替溶媒技術として応用が期待されている。しかし、電極などの工業材料開発に対して、超臨界流体技術を適応した例は殆ど見られない。本研究では、これらの水や二酸化炭素を機能性溶媒として利用する超臨界流体技術を、電極材料開発に応用し、高い機能性を有する電極材料を開発することを目的としている。

実用化を重視する本研究では、35℃～120℃の温度範囲にて反応実験を行った。圧力は、工業的実用化が容易な高圧力（20MPa程度）にて、炭素材料を母体として、複合材料の生成実験を行った。ZnO ナノ粒子を対象として、それらのナノ粒子をPMMA（polymethyl methacrylate）などの高分子で固定化する方法を検討した。PMMAでZnOナノ粒子を固定するため、TPM（3-(trimethoxysilyl) propylmethacrylate）を表面修飾剤として利用した。

さらに、円偏光蛍光材料の問題点として、高価な光学活性高純度原料、高輝度と高円偏光度の両立が難しいことがあげられる。本課題では光学不活性なフルオロファからなるキラルな自己会合凝集体による高特性の円偏光材料の創製を行った。分子自体はアキラルであるが、ある条件下で自己会合凝集体を形成し、その超分子構造がキラリティを有するポルフィリン色素をモデル化合物とし、貴金属ナノ粒子との複合体形成を行い、局在プラズモン共鳴（LSPR）の電場増強効果から trade-off 改善を目指した。開発機を用い、LSPR 電場増強効果により蛍光物質の蛍光強度の低下を生じずにキラル光学特性の増強に成功した。

◆今後の展開

本研究では、ナノ・マイクロメートルの微粒領域において、無機材料・有機材料を複合化することで、種々の機能性材料を開発してきた。今後の課題として、開発した材料を実用化する用途開発をさらに進め、その実用化にあわせた温度、圧力、仕込み組成などの実験条件の最適化について検討する。さらに工業的に利用可能な複合材料の製造プロセスを検討する。また、得られた実験データを用いて実用化装置を設計・試作し、実験条件と生成される粒子の微細構造の因果関係を明らかにする。

特に被覆を用いた生体材料の合成やナノサイズの無機粒子を分散させた機能性触媒、画像素子、機能化粧品としての高度利用法の検討を予定している。



無人航空機観測の高度化

福岡から診る大気環境研究所長 林 政 彦

1. はじめに

「福岡から診る大気環境研究所」(FIT-EH)では、大気微量成分の観測のための無人航空機の開発を行っている。小型ロガロ翼機(カイトプレーン：スカイリモート社)を用いた観測技術の研究開発は、Fit-EH 発足以前の2000年頃から福岡大学理学部地球圏科学科気圏物質科学研究室で進めてきた。近年、電子デバイス、コンピュータ技術の革新的な向上により小型無人航空機は急速な進歩を遂げている。その中であって、カイトプレーンの自動制御技術の高度化を行うことで、より手軽にかつ綿密な観測を行うことができるよう計画した。

2. 経緯と課題

当初から境界層と境界層との物質交換が活発な自由対流圏底部の観測を行うために、目視限界より高い高度3 km、あるいは、水平距離20km程度の領域の自動飛行観測システムの開発に取り組んでいた。2000年頃は、このシステムを中国西部の敦煌と北部九州での黄砂や人為起源エアロゾル成分の観測に利用していた。この時の自動操縦は、GPS測位と2成分磁方位センサを用いた機首方位情報による目標点制御でおこなってきた。また、気象観測用ゾンデを用いた広帯域FM通信によるリアルタイム観測データの取得を行っていた。現在、このシステムを①地球観測衛星 Earth-CARE のエアロゾル観測のリトリーブ観測、②南極域におけるエアロゾル観測、③境界層内のエアロゾルと自由対流圏底部の雲との相互作用の観測、に利用することを想定している。加えて、オンボード自動飛行プラン設計のための in-situ 風計測機能を持たせることを検討している。このような自動制御による観測を行うために、GPS測位と3成分磁場計測による誘導制御および in-site 風計測システムを構築し、同時に気象ゾンデの搬送波の狭

帯域化への対応、を行った。

自動操縦装置としては、ゼノクロス社のXENOを採用し、2015年1月に第56次南極地域観測隊により南極大陸上のS17観測拠点での観測を試みた。準備に十分な時間を割けなかったため、3成分磁場センサと対気速度計測装置の搭載を見送り、GPS測位による誘導制御を行った。誘導制御に必要なヨーレート(機首回転角速度)は、6成分センサ(機体固定座標系に対する3成分加速度および3軸回りの角速度)より得た。しかし、ウェイポイント間の誘導ライン上を蛇行して制御不安定となった。

この制御不安定の解消と、強風下での安定した飛行、オンボード風計測を可能にするための、3成分磁方位計搭載、対気速度計搭載を行うための実験を2015年度は行って来た。

3. 原因特定と振動対策

3.1 飛行制御

当初制御パラメータの設定が適切でなかったことを疑い、実験を繰り返したが、制御特性に再現性が得られなかった、6成分センサの出力の異常が原因であった。出力異常の原因は、センサ自体の損傷(故障)であり、エンジン振動によるものであると推定された。従来は防振対策として自動操縦装置をスポンジ内に収めていたが、コネクタ等が機体内壁に接触していたことが問題であると考えられた。そこで、タイカ社の α ゲルを用いた防振台を作成しその特性を検討し、スポンジ防振と比較した。結果的には、①スポンジ内に収める、② α ゲル防振台いづれでも安定した制御を行えることを確認した。同時に、不用意な設置によりエンジン振動が自動操縦装置に伝わると制御不安定になるだけでなく、6成分センサの故障を引き起こすことが明らかになった。

3.2 in-situ 風計測

制御上の問題は、防振により解決されたが、in-situ 風計測については、6成分センサと3成分磁場センサの情報から得られる姿勢情報の振動誤差により安定した値を得ることができていない。今後、計算アルゴリズム等を見直す予定である。

3.3 観測データダウンリンク

エアロゾルおよび気象観測データの狭帯域 FM によるリアルタイムダウンリンクの際に生じるノイズは、振動を受けた際に電子基板のパターン露出部が筐体である発泡スチロールと擦れるために生じていた。該当部分をテープで覆うなどして、パターンの擦れを生じないようにした。

4. 観測結果と計画

2015年12月に久住グライダー滑空場において試験飛行を行い（図1）、安定した観測ができることを確認した（図2、図3）。当面、以下の観測を実施してゆく予定である。

- 2016年春：北部九州における黄砂、PM_{2.5}観測
- 2016年夏：中部九州におけるエアロゾル-雲観測
- 2016/17年冬：南極におけるエアロゾル観測



図1 久住グライダー滑空場でのカイトプレーン試験観測 (2015年12月13日)

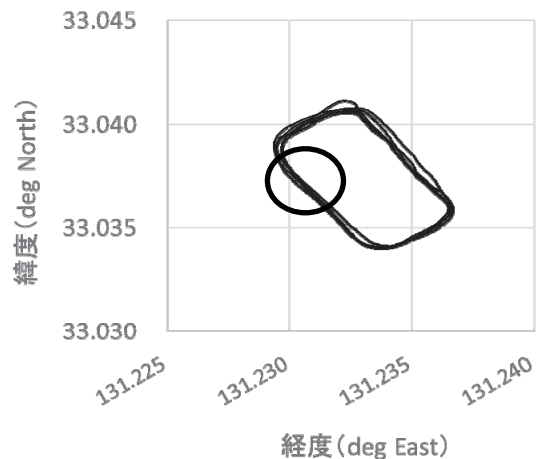


図2 2015年12月13日の試験飛行の水平軌跡
図中の丸印は図3の凝結核濃度の高濃度域に対応する。

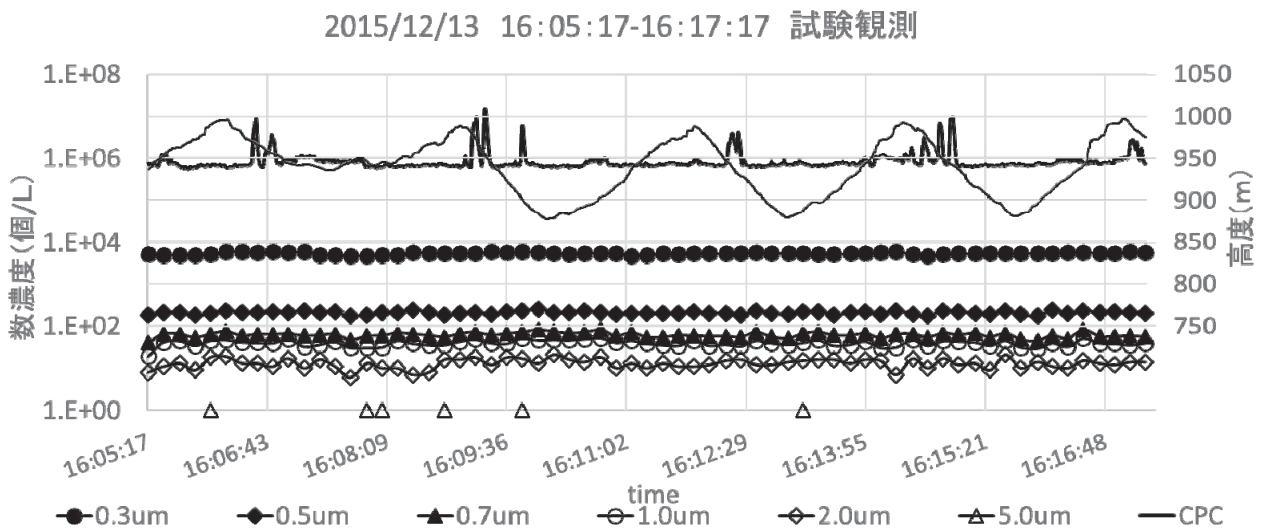


図3 久住グライダー滑空場での試験観測結果 (2015年12月13日)
表示された直径以上の粒子数濃度をそれぞれ示す。CPCは凝結核(直径0.02μm以上の粒子)数濃度。細実線は高度履歴