

平成 25 年度 工学院大学総合研究所 プロジェクト研究成果報告会 要旨

日 時： 2013 年 12 月 21 日（土） 10:00～16:45

場 所： 工学院大学 新宿キャンパス 1161 教室（11 階）

複雑な多環性構造を有する新規抗腫瘍天然物の全合成研究

研究代表者:南雲紳史 (工学部応用化学科 教授)

共同研究者:安井英子 (工学院大学工学部応用化学科 准教授)

宮下正昭 (工学院大学附属高校)

水上徳美 (北海道薬科大学 准教授)

海洋生物は独自の生息環境に適応するため、特異な構造や顕著な生物活性を示す二次代謝物を産生する。そのため、新薬開発におけるシーズの宝庫として期待されている。特に抗腫瘍活性を有する海産天然物の探索が精力的に行われており、その中には新しいメカニズムに基づいた次世代型抗癌剤のリード化合物として期待されるものもある。海綿 *Corticium simplex* の二次代謝物 Cortistatin A はその代表的なものであり、正常ヒト臍帯静脈血管内皮細胞 (HUVECs) に対する選択的増殖抑制を示す。

我々は種々の誘導体合成にも応用可能な Cortistatin A の合成経路の確立を目指し、平成22年度 (2010年度) から平成 24 年度 (2012 年度) までの3年間、本プロジェクトに取り組んだ。その結果、トリエンイン誘導体のタンデムメタセシス反応を開発し、それを基盤として Cortistatin A のBCD環部の効率合成に成功した。現在は本プロジェクトで得られた知見を展開することにより、全合成の最終段階に入っている。本合成経路の確立は Cortistatin A の量的供給を可能とし、活性増強された誘導体の創製にも寄与するものと期待している。

氷海船舶の船体氷荷重分布推定手法の高度化

研究代表者:金野祥久 (工学部機械工学科 准教授)

共同研究者:松澤孝俊 (独立行政法人海上技術安全研究所 主任研究員)

北極海やバルト海では、砕氷船が先行して形成し、砕氷片が密集した小氷片密集水路を商船が航行する。この場合の抵抗の評価が船舶の認証規則で義務づけられているが、現在は模型実験による評価が主であり、数値解析での評価の研究は不十分である。本研究では氷荷重、特に水路中抵抗の数値解析による予測手法を確立することを目標とした。はじめに数値実験により抵抗に対する解析条件の影響を調査し、氷片配置や流れ場の解析手法等の影響は小さいが、氷片の形状分布や各氷片の流体力の評価手法等は影響が顕著であることを見いだした。その後、単純形状船型模型を用い、海上技術安全研究所・氷海試験水槽にて抵抗試験を実施するとともに対応する数値解析を実施し、流れ場まで考慮した解析で氷片挙動が妥当であることを示した。また実船船型を用いた水槽試験を数値解析で追試し、抵抗がよく一致することを示した。以上により氷海船舶の抵抗を数値解析により評価できる見通しを得た。本研究は平成 22 年度から 3 年間実施したが、本研究成果を核として科学研究費補助金 (基盤 C) 他競争的資金を獲得するなど、研究の展望も開けた。

解体を迎える半世紀供用した鉄筋コンクリート造建築物の後期健全度評価と解体排出物のゼロエミッション型再資源化モデルの構築

研究代表者: 田村雅紀 (建築学部建築学科 准教授)

共同研究者: 阿部道彦 (工学院大学建築学部建築学科 教授)

中村孝也 (新潟大学)

斉藤順一 (八洋コンサルタント)

依田和久 (鹿島建設)

名知洋子 (清水建設)

本研究は、半世紀の供用期間を経た八王子校舎1号館をモデルに、その後期健全度評価と解体排出物のゼロエミッション型再資源化モデルを構築することを目的として平成 22～24 年度に実施された。研究は産学連携体制で実施され、大きく下記の3つに分類される。

研究1では、八王子校舎1号館における平成8年の耐震診断結果を踏まえ、外壁・躯体のコンクリート材料と仕上材の詳細な物性分析を踏まえ、長期供用された旧基準鉄筋コンクリート部材を想定した鉄筋腐食ひび割れに関する予防保全診断技術の検討を行った。研究2では、平常時における実構造物からの解体排出物の発生特性を分析するとともに、震災被害を想定した無機・有機のがれきを含む再資源化実証実験を行い、ゼロエミッション型の資源利用モデルを構築した。そして、研究3では、上記の結果を踏まえ、八王子を含む都市地域における鉄筋コンクリート造建築物の解体・処理・輸送段階のシステム分析と環境負荷を行った。

なお本研究の着想をもとに、平成 23～25 年度に科学研究費補助金(若手 A)「都市減災・早期復興に資する震災廃棄物起源材料の高度利活用研究」を実施しており、本プロジェクト研究の課題設定と実施が、非常に有意義な形で研究の進展に繋がられた。また、研究期間内に発生した東日本大震災を踏まえ、研究内容に、今後の都市基盤インフラにおける災害時のレジリエンス対策への新たな視点を盛り込むことができた。それらの成果を様々な形で社会還元する必要性を強く感じている。

新規ナノ構造高熱伝導高分子の創生と熱伝導メカニズムの解析

研究代表者: 伊藤雄三 (工学部応用化学科 教授)

共同研究者: 西村伸 (九州大学大学院工学研究院機械工学部門 教授)

モーターや各種電子デバイスの小型、高性能化に伴い、機器内で発生する熱による温度上昇の問題は、喫緊の課題になっている。これらデバイスの温度上昇の主たる原因の一つに、絶縁材料の放熱効率の悪さ、すなわち、熱伝導率が小さいことがあげられる。高分子に熱伝導率の比較的大きい無機フィラーを混ぜることで、材料としての高熱伝導化が図られているが、高分子そのものの熱伝導率が小さいため、高熱伝導化に限界がある。筆者らは、熱硬化性のエポキシ高分子に液晶構造を導入することにより、高分子そのものの熱伝導率を 5 倍に増大できることを示してきたが、その定量的メカニズムに関しては、明らかではなかった。この定量的高熱伝導メカニズムを明らかにすることを目的に、平成 23 年度から平成 24 年度において本プロジェクトを推進し、高分子の化学構造、高次構造と、熱伝導率の相関に関する検討を行い、液晶性エポキシ高分子の熱伝導メカニズムに関して様々な有用な知見を得、国内外の学会において発表を行った。今後、これらの成果を論文にまとめるとともに、さらなる高熱伝導メカニズムの解明を推進していく。

キチンの潜在能力を化学とバイオテクノロジーで拓く

研究代表者: 小山 文隆 (工学部応用化学科 教授)

共同研究者: 菅原 康里 (工学院大学工学部応用化学科 准教授)

坂口 政吉 (工学院大学工学部応用化学科 講師)

土井 宏 (横浜市立大学・大学院医学研究科 助教)

キチンは N-アセチル-D-グルコサミンが β -1,4 結合した多糖で、エビ、カニ、真菌類などに多量に含まれている。ヒトは長年にわたりキチンを摂取してきた。顕著な健康被害は認められず、むしろ体に良いとされ、時には病気に効くといわれてきた。しかし、これまでのキチンをめぐる研究はいわゆる“Evidence Based Medicine (根拠に基づいた医療)”にはなっていない。本研究は、生体内でキチンを分解するキチナーゼの遺伝子発現レベル、そして酵素活性をまず明らかにすることを目的とし、平成 22 年度(2010 年度)から平成 24 年度(2012 年度)までの 3 年間行われた。我々は、キチナーゼ遺伝子の発現レベルを定量的に解析する手法を確立し、マウスの胃で acidic mammalian chitinase (AMCase) が非常に高いレベルで発現するのに対し、ヒトの胃では著しく低い発現レベルであることを明らかにした。また、マウスの胃で過剰発現する AMCase を組換えタンパク質として大腸菌で発現し、その基本的性質を明らかにした。本プロジェクトを通じて、学生、大学院生を教育し、国内外の学会で発表し、三報の英文原著論文として公開した。今後も継続してキチン・キチナーゼを研究し、学会発表、論文発表を行いたい。

シンセティックジェットの流れ特性に関する研究

研究代表者: 佐藤光太郎 (グローバルエンジニアリング学部機械創造工学科 教授)

共同研究者: 横田和彦 (青山学院大学理工学部機械創造工学科 教授)

シンセティックジェット・アクチュエータはプラズマ方式、ダイヤフラム式、ピエゾ駆動型、スピーカー型など多様であり、いずれも機械的駆動部分が少ないため小型化・マイクロ化に適している。そのためシンセティックジェットは連続噴流の代替として流れの制御への応用が期待されている。

本研究では 2010 年度から 2012 年度までの 3 年間、コアンダ効果に注目しながら剛体壁近傍における二次元シンセティックジェットの流れ特性について、実験的並びに数値的に解明を試みてきた。連続噴流とシンセティックジェットの流れ場の比較をスモークワイヤ法による可視化実験結果と数値計算結果の両面から行いながら、主にシンセティックジェットのフローパターンに及ぼすオフセット比、無次元ストロークの影響などについて調べた。また、剛体壁面上の時間平均速度分布と時間平均圧力分布から求められる噴流付着距離と無次元ストロークとの関係などを明らかにした。得られた研究成果については国内外の学会で発表するとともに学術論文として投稿した。

廃棄物系バイオマス由来燃料を用いたデュアルフューエルディーゼル発電

研究代表者:小林 潤 (工学部機械工学科 准教授)

共同研究者:倉持秀敏((独)国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 室長)

廃棄物系バイオマス由来燃料であるガス化ガスおよびバイオディーゼル燃料(BDF)を併用したデュアルフューエルディーゼル(DFD)発電を目的とし、各種燃料がディーゼル燃焼発電における燃焼効率や環境負荷に及ぼす影響について実験的検討を行った。バイオマスガス化ガスの主要成分であるメタンおよび水素を用いて、非常用小型ディーゼル発電機にて DFD 発電を行った結果、気体燃料を併用することで液体燃料消費量を抑制できることが確認された。しかし、排ガス中の未燃成分組成が増加する場合も確認されており、燃焼効率の更なる向上を図る必要がある。また、重油代替を目的とした BDF 混焼における環境影響評価として、排気ガス中の NO_x、SO_x測定を行った結果、BDF を併用することで NO_x濃度を低減できることが実験的に示された。さらに、CO 濃度も低減されることが示され、BDF 混焼により燃焼性が向上することが明らかとなった。

血液環境で使用される医療機器の生体適合性の改善

研究代表者:木村 雄二 (工学部環境エネルギー化学科 教授)

共同研究者:森田 真史 (埼玉大学 工学部 教授)

大家 溪 (前工学院大学総合研究所 助教)

医療用金属材料であるチタンは、生体に対してのアレルギー反応が少なく、酸化皮膜を形成して安定している。そのためチタンは生体内で高い耐食性がある。しかし、チタンは血小板との親和性に優れているため、血栓の形成が懸念される。新たなステント材料の開発を目指し、材料の多孔質化ならびに結晶粒径制御に着目した。上述したように材料表面の粗さは細胞接着を促進する重要な因子であり、多孔質化により金属材料表面に粗さを付与することができる。粗さをもつ材料表面は血管内皮細胞の足場材としての役割を担い、細胞の優れた伸展・増殖が期待できる。さらに、血管壁に対するアンカー性の向上によるズレの低減や、低ヤング率化による血管壁面に対するストレスの低減なども期待できる。まず、粒径の異なるチタン多孔体に対し、血小板粘着試験と血管内皮細胞の接着性試験を行い、抗血栓性と細胞接着性の両方の観点から多孔体のステント材料としての可能性を検証した。次に、異なる粒度の真球状チタン粉末緻密焼結体に着目した。これまで、チタン粉末焼結体の粒度の違いから、血小板の粘着に差異が生じることが明らかになっている。そこで、アレルギー反応の少ない抗血栓性ステント材料の作製を目的とし、血小板粘着試験を行うことで、20 μm 以下、20-32 μm、32-45 μm の異なる粒度のチタン粉末緻密焼結体が血小板粘着に及ぼす影響を評価した。

以上の結果などについて報告する。

生体機能分子の固定化制御による軟組織適合性に優れた金属材料表面の創製

研究代表者: 大家 溪 (前総合研究所 助教)

共同研究者: 埴 隆夫 (東京医科歯科大学 生体材料工学研究所 教授)

金属材料は力学特性に優れるため、現在使用されている生体材料(体内埋入部材)の80%が金属製となっている。そのため、金属材料は体内のさまざまな部位と接触して用いられるが、軟組織との接着性に優れた材料表面は開発されていない。本研究では、平成23年度(2011年度)から平成24年度(2012年度)までの2年間で、軟組織適合性に優れた金属材料表面の創製を試みた。金属材料表面の表面処理方法は、相制御と形態制御の2通りがある。前者では、電着した末端をアミノ基とカルボキシル基で修飾した直鎖型高分子(ポリエチレングリコール)を介して細胞接着性ペプチド(GRGDS)を固定化することにより、細胞接着を促進できることを明らかにした。さらに、本プロジェクトでは後者の検討も行い、フェムト秒レーザー加工により表面粗さと溝構造を付与した金属表面は、細胞の接着を促進し、配向を制御できることを明らかにした。本プロジェクト研究を通して、軟組織適合性に優れた生体用金属材料表面創製に向けて貴重かつ有益な知見を得ることができた。

科学衛星搭載用放射線検出器の開発

研究代表者: 幸村孝由 (基礎・教養教育部門 准教授)

共同研究者: 村上弘志 (東北学院大学 准教授)

本研究では、放射線検出器性能評価システムを構築し、「ASTRO-H」衛星搭載を目的とした宇宙X線CCD(Charge Coupled Device)などの放射線検出器を開発することを目的とした総合研究所のプロジェクト研究の1つとして、平成22年~24年の3年間、研究費の御支援を頂いた。

開発した放射線検出器は、X線CCDに加えて、GEM(Gas Electron Multiplier)を用いた放射線検出器の2種類になる。X線CCDについては、実験システムならびに性能評価方法を確立し、ASTRO-H衛星に搭載し、過酷な宇宙空間でも十分使用することができるX線CCDを開発することができた。GEMについては、実験システムを構築し、エネルギー分解能などの基本性能を調べ、さらに、高いエネルギーのX線にも感度を持つ放射線検出器として使用できる可能性を持つことが分かり、今後も継続して開発を進めることとなった。さらに、SOI(Silicon On Insulator)と呼ぶ新型の放射線検出器についても開発をする基盤を整備した。

古代東アジアにおける学術と支配制度に関する研究

研究代表者:榎本淳一 (基礎・教養教育部門 教授)

共同研究者:塚本剛 (工学院大学グローバルエンジニアリング学部機械創造工学科 非常勤講師)

河内春人 (明治大学文学部 兼任講師)

古代東アジアにおける学術は、中国において創成され、朝鮮半島や日本など周辺諸国に普及・伝播した。その広がり方は、中国との外交関係によって規定されており、また支配関係を通じて各国内に浸透していったと思われる。そもそも中国においても、学術は支配体制を強化するために利用されており、学術と支配の関係は現代と比べようもないくらいに強固であった。

本研究では、そうした学術と支配の関係を、中国における皇帝支配と史書編纂との関連、中国の学術の日本への伝播の仕方、日本における学術の展開という3つの切り口から考察した。研究成果は、榎本淳一編『古代中国・日本における学術と支配』(同成社、2013年)にまとめ、公刊した。その内容は、以下の通りである。

- 第一部 中国における史書の成立と展開 『漢書』『董仲舒伝』における董仲舒像について(小林春樹) / 班固の「國史改作」と『漢書』成立をめぐる問題について(塚本剛) / 『帝王略論』の正統観—南北朝の皇帝評価を中心に—(会田大輔) / 『漢書』をめぐる読書行為と読者共同体—顔師古注以後を中心に—(柿沼陽平) / 唐宋における『後漢書』の合綴と合刻について—李賢『後漢書注』に劉昭『集注後漢』八志を補うこと—(小林岳)
- 第二部 第二部 日本における学術の受容と展開 『日本国見在書目録』に見える梁代の書籍について(榎本淳一) / 五一七世紀における学術の流通と南朝文化圏(河内春人) / 『日本国見在書目録』刑法家と『律附釈』—一律受容の一断面—(吉永匡史) / 『世俗諺文』注文の構成について—『蒙求』を媒介とする施注を巡って—(濱田寛) / 平安貴族子弟の寺院生活と初等教育—藤原為房一家の書状を中心に—(野田有紀子)