

釜山テクノパークにおける 福岡大学環境修復技術移転セミナー開催

資源循環・環境制御システム研究所長 樋口 壯太郎

1. 経緯

韓国釜山広域市と福岡市は、かねてより行政交流提携の締結を結んでおり、これまで行政・経済・文化・スポーツ・人材育成などの各分野において積極的な交流を行っている。今年、提携20周年を迎え両市の間で新たな行事が予定されている。また釜山市は、福岡都市圏の大学との連携を通じた大学間交流を始めており、大学と連携したまちづくりと産業振興が重要となっている。このような背景下、平成20年12月、(財)釜山テクノパーク康技術革新チーム部長ほか2名が福岡県内の工学系大学を訪問し、その中で本学が環境分野に多くの研究者を擁し、研究の拠点となっていることを高く評価し、北九州エコタウン内にある福岡大学資源循環・環境制御システム研究所や北九州産学連携室による学術研究と産学連携から生まれた環境修復技術分野には先進的技術があり、韓国国内においても技術移転の可能性あることから、ぜひ、本学の環境修復技術を(財)釜山テクノパーク主催の技術説明会で技術移転セミナーを開催してほしい旨、招へい依頼があった。また、この技術説明会を契機とし、釜山テクノパークと本学の環境分野において、学術研究交流、研究者交流、産学官交流などを行うことを前提とした、MOU(覚書)締結を提案してきた。今回の招へいは、福岡市と釜山広域市の交流推進の一環としての提案であり、本学の有する環境修復技術に釜山広域市側が関心を示したものである。本学の環境修復分野の技術シーズによる産学連携の成果が海外に広まることは、本学の研究推進や産学官連携を推進していく上で効果が大きいと考えられ受諾することとなった。

2. 財団法人釜山テクノパークについて

釜山テクノパークは1999年12月に韓国政府と釜山

広域市により設立され、釜山エリア大学、研究所、企業と連携し効果的な協力システムにより、ベンチャービジネスの促進、新産業の創出、地域経済の活性化を通じて国家の発展に寄与することを目的にしている。組織は、企業サポート部門、地域革新部門、管理部門、素材テクノロジー研究所、MEMS/NANO組立センター、マリンバイオ産業開発センター、次世代熱交換センターなどがある。職員数170人、理事長 KIM/Dong-Chul、資本金1,650億ウォン。

3. セミナー概要

技術移転セミナーは3月12日(木)午後2時から韓国・釜山広域市内の海雲台センタムホテルで、釜山テクノパーク主催で「福岡大学環境修復技術移転セミナー」と銘打って開催された。本学からは宮本康彦研究推進部長(兼産学官連携推進委員長)、樋口資源循環・環境制御システム研究所長、武下資源循環・環境制御システム研究所研究開発室長、三島工学部准教授、森産学官連携センター課長、為田工学部非常勤講師、堀井工学部非常勤講師および福村研究員の計8名が参加した。会場には釜山市内企業および釜山大学をはじめとする約60人が参加した。セミナー開始にあたって主催者側の財団法人釜山テクノパーク Dong Chul Kim 院長の挨拶があり、続いて本学からは宮本研究推進部長が謝辞を述べた。セミナーは宮本研究推進部長による「福岡大学紹介および産学連携に対する取り組み」に始まり樋口からは「環境技術に関する産学連携研究事例紹介」というタイトルでこれまでの産学連携成果20件の技術の概略紹介を行った。堀井非常勤講師(株)クボタは「最新の高度廃水処理技術」というタイトルで資源循環・環境制御システム研究所で共同開発した促進酸

化法によるダイオキシン類分解技術、凝集膜処理技術等の紹介を行った。福村研究員（株SUMIDA）は「炭化による資源化技術」というタイトルで資源循環・環境制御システム研究所と共同開発した炭化技術および炭化炉を用いた木質系バイオマスからの活性炭、土壌改良材等の資源化事例紹介を行った。また、ポスターセッション会場が併設され、本学の研究シーズ、事業化可能なシーズなど20点を展示、環境関連企業との情報交換が行われた。発表終了後は、参加者から研究方法や事業化の仕組みについて多数質問があり、本学の環境修復技術と環境ビジネスに対する関心の高さを知ることができ、大きな成果を得ることができた。

4 . MOU 締結

セミナーに先立ち、午前11時から同ホテルにおいて、釜山テクノパークと福岡大学研究推進部との間

で環境分野における、学術研究交流、研究者交流、産学官交流などを始めるため MOU（覚書）を締結した。

5 . 今後の展望

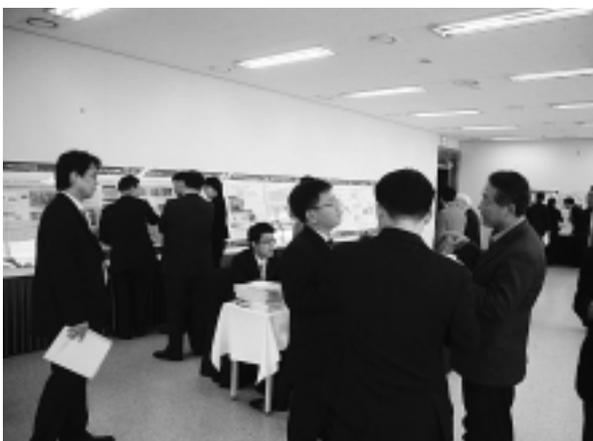
今回のセミナーにおいては特に炭化による資源化技術と水処理技術に関心が高く、発表会終了後の情報交換会では具体の商談まで話題が進展した技術もあった。また帰国後も釜山企業からの問い合わせがあるなど日韓双方にとって有益なイベントであった。また本学にとっては初の国際産学セミナーであり、これを契機に継続的に釜山テクノパークとの交流を行い、福岡大学発の環境技術を普及させると共に、韓国のみならず中国の大学、研究機関、企業との連携も進めていくことにより環黄海経済圏発展に寄与することができる。



MOU 締結



釜山テクノパーク



ポスター会場における情報交換会



セミナー会場

高機能物質研究所における基礎科学研究の紹介

高機能物質研究所 理学部教授 横張文男

高機能研究所は、平成12年に文部省（現 文部科学省）のハイテクリサーチセンター整備事業として設置認定を受けて設立されました。第1期は理学研究科の脇田久伸教授を所長として、第2期は薬学研究科の藤原道弘教授を所長として運営にされてきましたが、平成18年度より第3期目を向かえ、薬学研究科の添田泰司教授を所長して運営されています。第3期の本研究所の所員は本学理系研究科に所属する総勢17名です。第3期は研究課題として「生体環境適応システムの破綻と予防 抗老化性素材の創成をめざして」を掲げ、具体的な研究目標は、「老化」を加齢による外的・内的環境変容に対する生体適応システムの破綻として捉え、その生体・分子機構の解明を機軸に、健康寿命を増進する抗老化性素材の創成を目指し、血液脳関門、免疫や精神機能、長寿遺伝子の制御機構、カンナビノイドシステム、感覚神経回路、酸化ストレスの変容の分子機構などを明らかにすることです。研究組織には、薬学研究科所属の所員をおもなメンバーとする「予防薬学研究部門」と理学研究科所属の所員をおもなメンバーとする「階層生命科学部門」の2つの部門があります。「予防薬学研究部門」では、癌、免疫、炎症をキーワードとして高機能性食品を新規に開発し、食による疾病予防と健康的長寿の増進を図ることを目指して、研究を推進しています。「階層生命科学部門」では、生物の構造および機能が階層的であることに着目して、「予防薬学研究部門」での研究を支えつつ、各階層での生命現象および上位の階層と下位の階層との関係を明らかにする基礎的研究を推進しています。

昨年度の高機能研究所の近況報告では、薬学研究科の岩崎克典教授と藤原道弘教授がアルツハイマー病動物モデルに関する行動薬理学的研究について詳しく紹介していますので、今回は「階層生命科学部門」の4つの研究の概要について紹介します。

マムシ科ヘビ血漿タンパク質 SSP の機能解析

寺田成之らの研究グループは、従来からハブ毒の出血因子について研究してきた。ハブ毒の出血因子は金属プロテアーゼ（MP）で、ハブは自己の毒に対する防御物質として血液中にタンパク質性の抗出血因子 HSF をもつ。ハブ血清から5種類のタンパク質（small serum protein、SSP）を単離して構造を決定し、さらに SSP のうち SSP 2 と SSP 5 は筋小胞体 Ca チャンネルをブロックするハブ毒 triflin と特異的に結合することや血漿中ですべての SSP は抗出血因子 HFS と結合して存在することを発見した。最近になってマムシの血清からも5種類の SSP（mSSP）を単離し、その構造を決定することに成功した。この mSSP と抗出血因子との結合性およびハブやマムシの血漿中にある HSP 様タンパク質（HSF-like protein、HLP）との結合性を調べた結果、mSSP の主要な運搬タンパク質はマムシの抗出血因子 MSF であることが判明した。また mSSP は抗出血因子と相同なタンパク質である2種類の HLP にも結合することもわかった。また、ハブ SSP 1 が、自己の毒中に存在するアポトーシス誘導タンパク質 Hvl に特異的に結合することもわかった。このように、SSP は自己の毒成分に特化したタンパク質であることが示唆された。これらの結果から、これらのヘビには血液循環系の恒常性の破壊に対処するために SSP を中心としたタンパク質相互作用を介した防御システムが存在すると、寺田らは考えている。

多機能蛍光プローブの開発とその性質

細胞内シグナル感受性物質の細胞内導入と特定の細胞小器官への集積が起こる化合物の合成の研究が最近盛んに行われている。細胞小器官であるミトコンドリアから発生する活性酸素が癌や動脈硬化などの生活習慣病の原因の1つであることはよく知られていることであり、その予防効果のある抗酸化作用

をもつ物質が多数見ついている。それらが細胞内に容易に入り本当に有効であるのかを判定する手段はいくつか報告されているが、もっとも有効な方法は細胞内抗酸化活性の測定である。塩路幸生らの研究グループは、ミトコンドリアに局在し過酸化物を補足して蛍光強度が増大する蛍光プローブ MitoDPPP の合成に成功した。この MitoDPPP を用いると、細胞外への漏出もなくミトコンドリアの酸化障害に対する効果を直接測定できることがわかった。また、同研究グループは、細胞内の pH を測定できる pH センサー (MitoBODIPY-OH) の開発にも成功した。MitoBODIPY-OH は、蛍光物質のなかでも量子収率に優れ光安定性が高いが蛍光特性が pH に依存しない蛍光物質である BODIPY にホスホニウム塩を結合させたもので、pH が 5 から 10 付近で pH に依存して蛍光強度が可逆的に変化し、pH センサーとしての優れた特性をもっていた。

培養肝細胞内のフェリチン集合体の運動

フェリチンは水溶性の鉄貯蔵タンパク質で、組織中の鉄濃度により変化するため、鉄欠乏性貧血などの鉄代謝異常の指標とされ、肝臓、脾臓、骨髄、心臓、肺などが障害されると血中フェリチン濃度が上昇するため、炎症反応や悪性腫瘍などの腫瘍マーカーとしても使用されている。このフェリチンは細胞内では集合体を形成し、その集合体の局在は微小管で制御されていることが報告されている。中川裕之らの研究グループは、このフェリチン集合体の細胞内動態と微小管の関連について、蛍光標識フェリチンを細胞内に注入し、蛍光像を冷却デジタル CCD カメラで記録することによって調べた。その結果、先行研究によって報告されているフェリチン集合体の細胞内運動の微小管依存を確認するとともに、一方向性で速い動きとランダムな遅い動きの 2 つの運動様式が存在することを見出した。また、微小管を崩壊させる薬剤を細胞培養液に添加すると、速い動きだけでなく遅い動きも観察されなくなった。この結果はフェリチン集合体の細胞内運動には異なる微小管モーター分子が関与していることを示している。これらのモーター分子の活性が細胞内外の環境変化に応じて変化することによってフェリチン集合体の細胞内分布が制御されていることが示唆された。

ミツバチのダンス言語解読に関わる脳内ニューロンの異種感覚応答と形態

ストレスによる突発性難聴が生ずるケースが増えているが、そのメカニズムはわかっていない。このような病気の予防法を確立するには聴覚情報処理の脳内メカニズムの解明が不可欠である。ヒトの聴覚情報処理機構は非常複雑なためのその機構解明には多くの困難があるので、単純な機構をもち且つ記号 (言葉) を用いてコミュニケーションをする動物の聴覚情報処理機構を解明することが、ヒトの聴覚系の理解と聴覚系疾患の予防と治療に有効であるとの観点から、藍浩之らの研究グループでは、ミツバチの聴覚系の研究を進めている。ミツバチの“耳”にあたる器官は触角にあるジョンストン器官でよばれる振動受容器官である。この器官からの情報の処理系である前大脳 (ヒトの大脳に対応) にある第一次聴覚野の介在ニューロンの応答特性について調べた。77個の振動応答性ニューロンを生理学的・形態学的に同定し、そのうち12個のニューロンは振動刺激に対し相依存的な応答をすることがわかった。それらは形態学的特徴により 2 つのタイプ (DL Int 1、DL Int 2) に分類でき、DL Int 1 と DL Int 2 とともに聴覚一次中枢 (背側葉、DL) 内で聴覚一次ニューロンと近接して走行していた。DL Int 1 は、振動刺激に対し刺激の開始と終了時に興奮応答をするかまたは刺激の間緊張性抑制応答する特徴をもつが、これらの 2 つの応答様式は人為的に膜電位を変化させることにより変換することもわかった。DL Int 2 は振動刺激に対し緊張性興奮応答を示すが、ダンス時に生じる 265Hz の振動に最も顕著に応答することが明らかになった。

このほかにも、アルツハイマー病の基礎研究であるアミロイド β タンパク質に関する研究や、階層間関係に関わる自励的に振動する動的素子を用いたネットワークのフィードバック制御に関する研究、階層間情報伝達に着目した社会性昆虫クロオオアリの触角感覚系とその情報の脳内処理に関する研究、軟 X 線分光計を利用した微量生体試料測定システムの開発研究などが進められています。

光触媒応用技術の研究

工学部化学システム工学科助教 東 英 子
環境科学技術研究所長 中 野 勝 之

平成21年度 学校法人福岡大学 事業計画に、付置研究所における研究の充実という項があり、「光触媒応用技術の研究」と記されています(9頁参照)。本稿では、本研究所が研究の対象としている「光触媒」について解説します。

光触媒とは・・・?

今ではかなり一般的になった「光触媒」という言葉。電気店では、「光触媒」フィルターを搭載した空気清浄機が販売され、通販のカタログでは「光触媒」加工された観葉植物、「光触媒」抗菌コートした雑貨などが掲載されています。外壁が「光触媒」コートされた家もあります。一体、「光触媒」はどれだけ有能なのでしょう。

「光触媒」とは、光が当たったときのみ触媒として働く物質の総称で、安全性やコストなどの面から、現在のところ「酸化チタン(TiO_2) = チタニア」が主流となっています。酸化チタンが励起する(機能を発現する)光の波長は380nm以下、つまり、その表面に紫外線が当たったときのみ「光触媒」として機能(電子と正孔の対が生成し、それらが周りの酸素や水と反応することにより、活性化学種が生成)します。この活性化学種が、空気中や水中にある有機物、菌などに触れたとき、酸化還元反応が起こり、二酸化炭素や水といった無害なものに分解されます。本研究所でも、酸化チタン光触媒の研究を続けており、その成果は本誌でも報告しています。

酸化チタンは、昔から白色塗料などの顔料として使われてきました。酸化チタンの結晶型はルチル、アナターズ、ブルッカイト型とあり、天然にはルチル、アナターズ型が産出されます。顔料としてはルチル型が使用され、光触媒機能はアナターズ型の方

が高いとされています。ルチル、アナターズ型の酸化チタンは酸には溶解しませんが、中野らは、結晶型のないアモルファス性状の酸化チタンが過酸化水素水に溶解することを見出し、酸化チタンの溶液化に成功しました(写真1)。



写真1 透明チタニア溶液

チタニア溶液製造プロセスの確立

前述の酸化チタン(以降、チタニア)溶液を工業的に製造・販売するために、2005年、中野らはチタニア総合科学技術有限責任事業組合(通称、チタニアLLP)を立ち上げ、現在、組合員となった企業がチタニア溶液とそれにシリカを結合させたチタニア-シリカ溶液を製造・販売しています。本研究所では、その際の技術指導等を行いました。

このチタニア溶液は、非常に透明性が高い、かつ、粘性が低い溶液で、いろいろな物に塗布することが可能です。チタニア溶液を塗布することにより得られる機能として、水中のフェノールなどの有機物分解、大腸菌、レジオネラ菌などの殺菌やそれらが生成する毒素の分解、外壁などに付着する有機性(油性)の汚れの分解などが挙げられます。アモルファ

ス性状のチタニア溶液（PT）に光触媒機能を発現させるためには、溶液の塗布後、500 前後で焼成し、アナタース化させる必要がありました。そのため、ガラスなど耐熱性の基板にしか塗布することができず、それ以外の物に塗布しても期待する効果は得られませんでした。これを解決するために、PTチタニア溶液のアナタース化を行うことに成功しました。この溶液（ATチタニア溶液）は、塗布後加熱することなく光触媒機能を発現するため、非耐熱性の基板や既存の壁などに塗布することができます。

チタニア溶液の応用

「光」触媒は「光」がないと機能を発現しませんが、例えば、大腸菌やレジオネラ菌などの殺菌に用いる場合、「光がないから殺菌できなかった。」では済まないこともあります。そこで、チタニア溶液に光がなくても殺菌効果を発揮する銀を添加した溶液（銀ドーブチタニア溶液）を調製し、その効果を検証しました。図1に示すように、暗所でも大腸菌を殺菌できることが明らかになりました。

この応用として、紫外線が当たらない室内での殺菌（例えば、院内感染を防ぐ）、布への塗布（例えば、洋服につく汗と雑菌で生まれる嫌な臭いの予防やマスクへの応用）など、実用化できるよう検証し

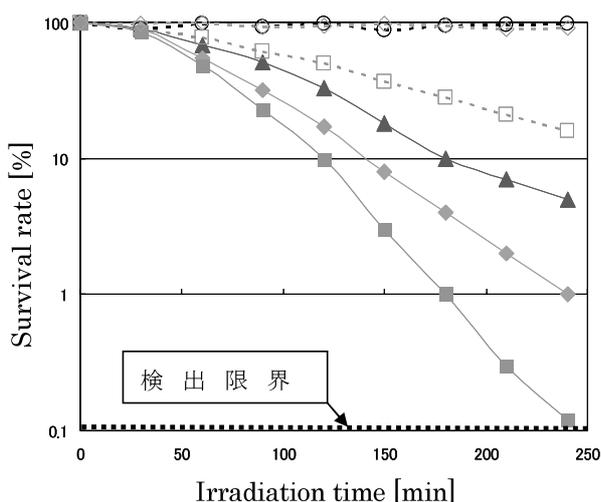


図1 チタニアおよび銀ドーブチタニアを塗布したスライドガラスで大腸菌を殺菌したときの大腸菌の生存率の経時変化

Control (光触媒なし、暗所) TiO₂ (暗所)
 AgドーブTiO₂ (暗所) TiO₂ (光照射) 光触媒なし (光照射) AgドーブTiO₂ (光照射)
 実験条件：シャーレ内に20mlの菌液を入れ、5cm上部から15Wブラックライトにより紫外線を照射

ていく予定です。

さらに、この技術を「雨水管理」に応用することを考えています。雨水は、本来自然界では山の木々はその根元に蓄え、湧き水として川に注ぎ食糧の生産に供給されます。従って、森林と河川の管理が基本ですが、都市に降る雨を海に入る前に保持し、生活に活用することが今後の都市生活の持続可能性を追求する上で重要な課題となります。雨水は管理の仕方によっては生活水として使えますが、ひとたび汚染源を通ると環境に有害な水となり、また、管理を誤ると細菌がわき、これも生活の脅威になります。事実、雨水の管理は、アメリカ合衆国やカナダなど北米の先進国では重要な課題として取組まれています。上記の光触媒による殺菌効果を応用できますが、実用化を考えると多くの難問があります。その一つに触媒活性を長期間維持できるかの問題があります。大気中での使用と異なり、水中での使用は環境的に極めて厳しい状況です。これが、実用化を遅らせている一つの要因です。触媒には常につきまとう普遍的な課題といえます。答えは簡単に得られませんが、地道な努力が必要です。

ここまで述べたように、光触媒はすでに商品化された物もありますが、その応用についてはまだ研究の余地が多い物質と考えています。本研究所で用いるチタニア溶液はその高い透明性により、光触媒としてだけでなく太陽電池等、幅広い応用範囲が考えられ、今後も詳細に研究を進めていく予定です。

