

# Save The Earth by Global Conservation

News Letter vol. 14  
2011年3月31日発行

## タンパク質の研究を通して世界に貢献する

### ゲノムには現れない、タンパク質の機能

生命の設計図であるDNA。それを構成する塩基の配列からアミノ酸の並びが読み解かれ、タンパク質の一次構造が決定されます。さらに、アミノ酸配列の捻れや繰り返しに起因する $\alpha$ ヘリックス、 $\beta$ シートなどの二次構造があり、S-S結合などにより折りたたまれることで、機能を持ったタンパク質へと成熟していきます。これまでの研究で、その高次化のしくみは明らかにされていても、一次構造から三次構造を、そしてその先にあるタンパク質の機能を予測するまでには未だ至っていない



環境生物化学グループ

金谷 茂則 KANAYA SHIGENORI

工学研究科生命先端工学専攻・教授

超好熱菌酵素・低温菌酵素の環境適応機構の解析

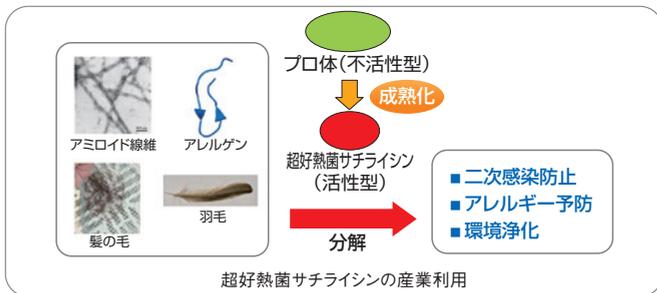
のです。生体内で起こっている化学反応に対してタンパク質がどのような働きを担っているのか、その構造、そしてそこで起こっている分子原子の世界を見てみたい。こうした研究が、構造生物学を大きく推し進めるはずで

### 微生物の数だけ可能性はある

超好熱菌、低温菌など、極限環境に棲む微生物がいます。これら由来の酵素と、常温で生育する中温菌由来の酵素を比較することで、熱に対する安定性や至適温度、特異性の違いなど何らかの違いが見出せるのではないかと考え、おもしろい活性や機能を見つけ出して解析し、産業に役立てることを目指しています。

すでに成果が出てきているのが、鹿児島県の南方に位置する小宝島から発見された超好熱菌由来のプロテアーゼです。これは、洗剤に入っているサチライシンの仲間なのですが、超好熱菌から取ってきただけであり、高温環境や、変性条件下でも失活しません。そんな特徴に注目した企業との共同研究に発展しています。

病院で機器の洗浄をする際、感染性のあるアミロイド線維は徹底的に除去する必要がありますが、医療機器は高価で繊細なため、あまり厳しい条件での洗浄は望ましくありません。また、アミロイド線維は非常に強固な構造をしているため、通常のプロテアーゼでは分解することもできないのです。しかし、洗浄時に変性剤を加えることで、アミロイド線維の構造が少し緩くなり、プロテアーゼが働けるようになります。その際、変性条件下でも安定的に活性をもつ超好熱菌由来のプロテアーゼ、サチライシンが活躍するのです。すでに販売されているプリオン分解酵素よりも、安定性や活性が高いことも確かめています。



このように、高温、低温、高塩濃度など極限環境に生息する微生物を解析することで、特徴的な性質を持った酵素を得ることができるのです。

## 未知の微生物を扱うメタゲノム

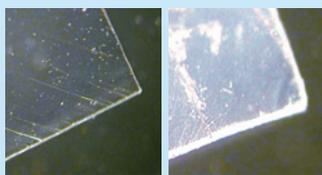
しかし、地球上の微生物のうち、人類が培養に成功しているのはその1%不足であるといわれています。99%の難培養性微生物を有用な遺伝資源として捉え、新たな酵素の同定につなげていくのが「メタゲノム解析」です。

今注目しているのが、万博会場で剪定された枝葉を処理するために、窒素源として尿素を加え、発酵させた「コンポスト(堆肥)」です。その中では、3か月、6か月、1年と、時期によって最初50℃だったものが70℃、80℃になったり、40℃になったりと、変化する環境の中で段階的に発酵が進んでい



万博コンポスト

きます。それぞれの状態から菌をサンプリングすれば、たとえば植物組織(枝葉)を構成するセルロースなどを分解するなど、特徴のある酵素が多く得られるはず。実際、我々のグループでもそういった酵素をいくつも得ることに成功しました。最も特徴的だったのは、ポリエチレンテレフタレート(PET)を1週間でもとの半分の重量にまで分解することができるエステラーゼでした。結晶化さえできればSPring-8で構造解析を行えるので、そのためにC末端を削ったり、変異を入れたり、試行錯誤を繰り返しています。いずれ



処理していないPET

PET分解酵素で処理したPET

は、酵素の構造やPETの分解過程を明らかにすることで、それこそ一晩でペットボトルを1本分解できてしまうくらい活性を向上させることを目指しています。こういった、特徴的な酵素を掘り起こしていくことが、新しい産業の創出に役立つのではないかと考えています。

## 技術の発展で明らかになる「分子機械」の姿

私が初めてタンパク質の解析に携わった40年前は、現在のよう研究手法は確立されておらず、ヒスチジンやアルギニンをひとつずつ化学修飾しながら酵素活性を測定し、活性部位の特定を進めていました。それがX線構造解析の分解能が次第に高まり、NMRや電子顕微鏡といった観察手法が発達し、さらに遺伝子組換えによるアミノ酸置換の手法が確立されるなど、ここ数十年の目覚ましいサイエンスの発展とともに、構造解析で得られる新たな知見が増えてきました。

サイズとしては、ただだか10nm。目で見えることはできませんし、触れることもできません。しかし、すべてのアミノ酸が無駄なく配置され、基質が結合したときと離れたときの構造を比べると、実に規則正しく、そして効率よく働きます。解析が進み、明らかにされていくタンパク質の姿は、まさに「分子機械」なのです。

## 可能性は無限にある

従来、安定で、かつ活性が高いタンパク質をつくることは不可能だと考えられてきました。たとえば、好熱菌のタンパク質は高温でも活性を持ち、安定です。しかし、中温では、安定すぎるために活性部位の柔軟性が損なわれ、活性が下がります。逆に、大腸菌の酵素は、中温で高い活性を示しますが、好熱菌が生息するような高い温度では変性し、活性を失います。つまり安定性が低いわけ。このように、安定性と活性はトレードオフの関係にあると考えられてきました。

しかし、遺伝子組換え技術の発達によって「タンパク質工学」という概念ができ上がり、活性部位の柔軟性を保ったままで、全体としては高い安定性をもつタンパク質を人工的に合成できるようになってきました。さらに、形や運動を変えることができれば、酵素の機能も大きく変わるはず。つまり、目的に応じて新しい機能を持ったタンパク質をつくり出すことができるわけです。

すでに結果が出始めている、PET等難分解性物質の除去、境汚染物質の除去など、タンパク質工学の知見を活かすことで、拠点全体の目的である「地球環境・資源エネルギー問題の最終解決」ひいては環境に負荷のかからないような社会の実現に大きく貢献できると信じています。

# 海外研修報告

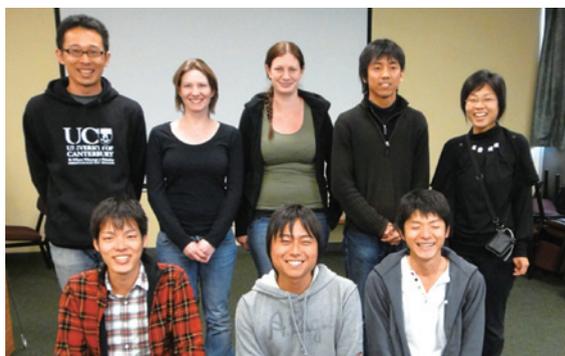
派遣先: ニュージーランド・カンタベリー大学  
期間: H22年10月2日~11月4日(34日間)  
GCOE特任准教授 大久保 敬

## 理工系大学院生のための海外研究発表研修コースを終えて

昨年度まで、ワシントン州立大学で行っていた海外研究発表研修を、今年度から場所をニュージーランド・クライストチャーチにあるカンタベリー大学に変えて実施いたしました。クライストチャーチは観光名所としても有名であり、街の中央には立派な大聖堂がある大変美しい街です。ダウンタウンから車で約15分程度行った住宅街にカンタベリー大があります。カンタベリー大は1873年にニュージーランドで2番目に創設された由緒ある大学で、現在では工学、理学教育学、商学・経済学、人文科学の5つの学部を有する学生数約17000人の総合大学です。

語学研修のメンバーは、E-learning授業の成績優秀者の中から6名を選抜しました。いずれのメンバーも海外留学などの経験はなく、今回が初めての海外長期滞在と言うことで、事前の安全講習や準備を福井希一教授、工学部留学生相談室やGCOE事務局などの協力のもと入念に行いました。

研修期間は、H22年10月2日から11月4日までの34日間



研修参加者と現地大学院生

### 参加学生

小林 志寿	(工・生命先端工学専攻・福崎研 D2)
松原 惇起	(工・生命先端工学専攻・福崎研 D2)
玉置 喬士	(工・応用化学専攻・生越研 D2)
岩脇 寛	(理・高分子科学専攻・井上研 D1)
石堂 泰志	(理・高分子科学専攻・青島研 D1)
吉村 優一	(理・高分子科学専攻・後藤研 D2)

で、関西国際空港出発後、オークランド空港を経由しクライストチャーチ空港へ到着。6名は送迎車で、それぞれ別々のホストファミリーの家に向かい、研修生活がスタートしま



研究発表会の様子

した。大学では、朝9時から夕方4時半まで90分の授業が4コマ設定されています。授業内容は、最初の週のオリエンテーションから始まり、Reading、Hearing、Presentationと順を追って高度なプログラムに移行していきます。日本人のHearing能力が劣っていることをすでに知っているかのように、ラジオ番組などを利用するなど工夫を凝らされたHearing授業が展開されていきます。さらに毎日宿題が課され帰宅後も英語学習が続きます。期間の後半に入って、2泊3日の野外研修をKaikoura という景勝地で行い、ここでは、ニュージーランドの雄大な自然の成り立ちを学ぶことができました。最後の週では、自身の博士研究について10-15分程度のビデオ撮影を伴うプレゼンを行い、化学系教授による評価・採点が行われました。国際学会でポスター発表をしたことのある人は数名いましたが、口頭発表はみな初めての経験でした。思っていたよりも上手に出来たと感じた人、緊張してしまった人などいろいろいましたが、大変良い経験を積むことが出来ました。

季節は日本の真逆のちょうど早春の桜が満開の時期で、参加学生のほとんどは、休日はクライストチャーチ市内や近隣の街を散策するなど、現地の文化や環境に触れることができ有意義な時間を過ごすことが出来ました。

最後に、2011年2月にクライストチャーチを襲った地震で被災された皆様には、心から哀悼の意を捧げます。幸い、研修先のカンタベリー大学の被害は軽微でほとんど影響を受けなかったと聞いております。

## 錯体化学OSAKA国際会議開催報告【化学系GCOE

日時: 2010年9月27日(MON)~30日(THU) 会場: 大阪国際交流センター

## 世界で活躍する研究者達のハイレベルな議論に触れることで、若い世代には貴重な経験となった4日間。

第60回錯体化学討論会(以下「討論会」と略記)は、大阪国際交流センターにおいて平成22年9月27日(月)~30日(木)に開催された。第60回目の開催を記念し、これと並行して、第60回記念錯体化学OSAKA国際会議(以下「国際会議」と略記。英名称: 60th Anniversary Conference on Coordination Chemistry in OSAKA, Japan, 略称 60CCCCO)も同時に開催された。60CCCCOでは若手研究者のためのシンポジウムが大阪大学の生命環境化学グローバル教育研究拠点が中心となり、全国化学系GCOEの協力を得て開催された。海外からの著名研究者も数多く招待され、ハイレベルな研究発表と参加者による活発な議論が4日間にわたって繰り広げられた。

討論会・国際会議では、口頭発表303件、ポスター発表491件、6つのシンポジウム(うち1件は英語セッション)での発表32件、受賞講演5件で合計831件の発表および講演が

行われ、また国内外からの参加者も、招待外国人25名を含む、1,266名に達した。

一般講演(英語、日本語の口頭とポスター)に加え、国際会議口頭発表では、特別招待講演(一部をChemCommシンポジウムとして開催)、招待講演、学生セッションを設けた。特にGCOEの若手研究者、学生のための英語セッションでは、錯体化学の分野を築き上げた海外著名研究者のこれまでの研究に関する講演を前半で行い、後半はパネルディスカッションで、学生時代や、研究者としての起点から現在の成功に至る道程や科学者としての人生観を質問形式で答えて頂いた。ここでは会場の参加者と共に考え、共に悩む場面も見受けられた。また、世界で活躍している講演者の飾らない温かい人柄に接し、身近な存在に感じると共に、若い研究者にとって、未知の分野に挑戦する勇気を与えられた感があった。

## Program

## 第60回記念 錯体化学OSAKA国際会議

シンポジウム主催者	
上野 隆史(京大) 植村 卓史(京大)	New Frontiers of Coordination Chemistry in Asia - From Supramolecules to Functional Molecular Architectures
田中 健太郎(名大)	Coordination Programming Directed toward Molecule-based Electronic Devices
古川 修平(ERATO)	Dimensional Design of Coordination Framework Materials

## 第60回 錯体化学討論会

シンポジウム主催者	
久米 晶子(東大)	Toward On-demand Functionality - Lessons on Key Ideas for Coordination Assembling(英語セッション)
生越 専介(阪大) 伊東 忍(阪大)	遷移金属錯体を利用する小分子の反応制御
中井 英隆(金沢大) 松下 信之(立教大)	クロモトロピック金属錯体の最前線

## 受賞講演

錯体化学会国際賞受賞講演	Studies on Electron-Transfer Reactions in Bioinorganic Chemistry / Harry B. Gray (Caltech, USA)
錯体化学会貢献賞受賞講演	光機能材料の視点からアプローチする錯体化学 / 橋本 和仁(東大院工)
錯体化学会賞受賞講演	配位結合を活用した自己組織化に関する先導的研究 / 藤田 誠(東大院工)
錯体化学会研究奨励賞受賞講演	電荷双安定性に由来する擬一次元ハロゲン架橋金属錯体の動的挙動創出と可視化 / 高石 慎也(東大院理)
同上	多孔性配位高分子のナノ空間への高選択的ゲスト吸着 / 松田 亮太郎(ERATO, JST・京大CeMS)



図1 ポスター会場風景

共催】

60th Anniversary Conference on  
Coordination Chemistry in OSAKA, Japan

60CCCCO

ポスターセッションは、会場自慢のアトリウム(3階まで吹き抜けの広い展示スペース、図1参照)を含む、全館各階にわたって行われた。ポスター前では日本語、英語が飛び交い、GCOEフェローの学生が招待外国人教授から矢継ぎ早に浴びせられる厳しい質問に緊張しながらも懸命にプロの卵としてディフェンスする様子が見られた。若い世代にとって貴重な体験となり、今後、この経験が研究面において世界の舞台で勝負する自信に繋がるものと期待したい。

3日目の午後には米国CaltechのHarry B. Gray教授による錯体化学会国際賞の受賞講演が行われ、1,000名以上収容できる大ホールには多くの聴衆が集まった。この受賞講演は市民公開講座とされ、科学新聞によってもあらかじめ広く周知された。

3日目の晩の懇親会は、場所を会場から徒歩5分のシェ



図2 懇親会におけるGray教授の挨拶

ラトン都ホテル大阪の大宴会場に移して行われた。若手研究者を含む321名が参加者し、大宴会場も手狭に感じるほどであった。Harry Gray教授が招待者を代表して挨拶され、鏡割りを行った(図2)。また、Joan Valentine教授(UCLA)から、日本の錯体化学の長い歴史とレベルの高さについて讃辞をいただいた。あっという間に時間が立ったが、海外からの招待者を含め、懇親を深める良い機会となった。

最後に、実行委員会の活動をきめ細かく献身的に支えていただいた末延知義助教、懇親会の司会役を務めていただいた山田裕介准教授、会議の運営に多大のご尽力をいただいた伊東忍教授、林高史教授と各研究室のスタッフ、学生及びGCOE事務局の皆様にご心より御礼申し上げます。



拠点リーダー

福住 俊一

FUKUZUMI SHUNICHI

工学研究科生命先端工学専攻・教授





# GCOE Young Researcher Support Program Lectureship Award Report



今回、GCOEのLectureship Awardに選出いただく名誉に与り、オーストラリアの3つの大学を訪問する機会をいただきました。オーストラリアは最も太陽の恵みを受けた国(日光照射時間が長い)であり、光化学、特に太陽光を環境科学へ利用するという観点からは最先端の国であると言えます。ここでの研究成果は機会を改めて報告させていただくこととし、今回は感想を交えながらその滞在のエピソードを記述します。

単身赴任の身である私はこの日、自宅がある松江から出発する予定でございました。折しも今年の山陰地方は豪雪で、当日前も大雪となったために、本当に大阪に戻ることができるのかの悪戦苦闘から始まりました。従って今回の訪問は、まず自宅周辺の雪かきから始まることとなりました。大阪に着いたらあの大雪は嘘のようで、日本の広さを身にしみて実感しつつ、結果的には出雲―伊丹便の出発を5分遅らせただけ以外は問題なく渡濠することができました。

オーストラリア入国後当日、まずはじめの訪問先は、メルボルンで1、2を争うモナシュ大学化学科です。当大学では、特にグリーンケミストリーに重点が置かれていることからこの日も、グリーンケミストリーセンターにおいて講演をさせていただきました。学科長のSteven J. Langford先生、セミナーの世話をされている齊藤先生をはじめとする聴衆の面前で、光反応における波長効果の講演をさせていただきました。その後個別にお話しをする機会を設けていただき、それぞれの立場からグリーンケミストリーを展開する熱い議論を交わすことができました。

翌日、メルボルンにおいてモナシュ大学と並ぶ名門、メルボルン大学化学科を訪問し、新たに講演をさせていただきました。ここでのホストは、学科長のKen Ghiggino先生、Trevor Smith先生、ならびにBio21という研究施設にいるUta Wille先生でした。講演に際してはGhiggino先生は別件のため参加いただけませんでしたが、分子化学的な光化学の詳細に関する議論を行うことができ、今後の共同研究に関する打ち合わせを行うこともできました。また、Smith先生、



Wille先生(左)とSmith先生(右)とともに

Wille先生に学内の歴史的な建物内での昼食を招待いただき、オーストラリア、ヨーロッパ(Wille先生はドイツ出身)、日本の教育システムの違いや、学生の指導法など、多彩な話を通じて大変刺激的なひと時を過ごすことができました。特にWille先生は私の大学時代の窒素酸化物の研究の頃からの(私が学生だったので友人というわけではありませんが)研究仲間でもあり、ドイツからオーストラリアへ女性研究者として移動する苦労などを、お聞きすることができました。その中でも研究所内の若手教員との個別議論の場を設けていただいたことは、私の大学教員生活をもう一度振り返り、また新たな気持ちで研究・教育にあたるきっかけをいただいたような気がします。3日目の夕刻には、会議より戻られたGhiggino先生と先生おすすめのイタリアンレストランで美味しいオーストラリア・ワインを楽しみながら夕食を共にし、今後の研究交流の実務的な話から、メルボルンの見どころなど雑多な話までを交わしながら、楽しく過ごすことができました。

この頃から今世紀最大のサイクロン「ヤシ」に関するうわさを耳にするようになりました。テレビでは逐一情報が流れてきます。この時点で、次の訪問先であるジェームズクック大学が閉鎖されるとの連絡を受け、セミナーは中止となってしまいました。サイクロンがケアンズとタウンズビルの間付近に上陸すると、ケアンズ地方の損害が特に甚大であったとのことでした。隣のタウンズビルの情報は比較的乏しく、状況がよくわからないこともありましたが、サイクロンの通過した翌日はMichael Oelgemöller先生、Richard Keene先生との面談だけでも可能であればと考え、予定通りタウンズビル入りすることとしました。ところが・・・街中大変なことになっていました。木々はことごとくなぎ倒され、ほとんどの家で停電が続いているとのことでした。またこの時点で、学外に出ておられた両先生が予定の便では戻ってこられないことも判明し、停電したホテルでろうそくのも一夜を明かし、予定を早めて翌日シドニーに戻ることとなりました。シドニーは一転、35度を超す猛暑日でしたが、オーストラリア最大のPowerhouse Museumを見物し、光とランプに関する啓蒙的な展示に感動しました。この時、サイクロンは引き返してメルボルンを直撃、メルボルン各地で大洪水を引き起こしたようでした。自然のエネルギーの大きさを感じさせる旅行となりました。

今年は、世界中で異常気象となり、渡航にあたりいろいろな心配もありました。しかし時には日常から抜け出して、自らが成長できる研究面での刺激をたくさん得ることはとても重要なことに思えます。このような機会を与えてくださったGCOEのプログラムに感謝するとともに、多くの若手の先生方にもぜひともこのようなチャンスを通して、世界中に旅立っていただければと思います。