

財団ニュース

平成27年度 第1号 (通巻 第74号)

巻頭言	1
退任のお知らせ	4
新しい評議員・監事の紹介	4
評議員・監事・理事のお知らせ	5
学術参与のお知らせ	6
援助研究の軌跡	7

事務局より通信



YAMADA SCIENCE FOUNDATION NEWS

公益財団法人

山田科学振興財団

ゲノムが話題に上る時代に

評議員 松原 謙一

メンデル (1865) の遺伝三法則は大部分の子供でも理解しているし、ダーウィン (1859) の自然淘汰 (選択) 説も大方の人はよく心得ている。然しその具体的な理解は赤白の花の色を決める遺伝子があるという程度であり、或いは世界の主流から取り残されたガラパゴスという特殊な島に生きる奇妙な生物を発見したという程度であろう。ここに木村 (1970) の中立説を加えて理解している人はもはやスペシャリストと呼ばれるレベルであって今日の医学部学生でもちゃんと理解しているかどうか疑わしい。然しこれら3テーマは最新の医療が依って立つヒト (人間のこと) の遺伝的理解には避けて通れないゲノムの特性なのである。私は子供にこれをしっかり教えておけないものかな、といつも思っている。

ゲノムという聞きなれない語が日本語の中に導入された契機は前世紀の終わり近くに始まった国際ヒトゲノム解析協力である。簡単にいえばヒトの体を構成する約60兆個の細胞それぞれの核にある約30億ヌクレオチドの超高分子DNA (ひっくるめてゲノムと呼び、おおざっぱに言えば脳から内臓・皮膚に渡る全ての細胞が同じゲノムを持つ) を対象に、その全ヌクレオチド (文字) の並びを国際協力で決めてしまおうという努力で、約10年に渡って行われて完成した (2013)。

完成したヒトゲノムのDNA文字配列から沢山の新知見があらわれた。まず、予想していた遺伝子 (たんぱくのアミノ酸配列を指令する部分) が2.3万ほどしかないこと。そして遺伝子ごとにそれを働かせる指令がほとんど理解できていないこと。何の役に立つのか分からない (無駄な?) 文字配列が沢山あること。無駄 (?) DNAのかなりのものはヒトが進化する過程でどこかよそから入り込んで来たウイルスの残骸のように見えること。大小様々な繰り返し配列や組換えを起こした記録や突然変異の記録がゴマンとあること。他の生き物のゲノムと比べると親戚関係が分かるということ。そして個々人のゲノムは皆違うらしいこと。しかも個々の人は自分のゲノムDNAを次の世代に伝えようと最善を尽くす。

DNAの突然変異を調べれば病気が理解できる…。意気込んだ人々はヒトDNAの解析になだれ込んで或いは癌の遺伝子の発見に、或いは糖尿病や血圧を制御する遺伝子の問題解決にまい進した。その一部は成功したが大部分は??という結論を得た (例えば、あなたがある遺伝子を調べてもらって糖尿病になる確率が1%だと言われたらばどうすれば良いのか)。創薬の大転換、テーラーメイド医療などという掛け声は嘘ではないけれどもそれほど身近な話ではなかったの

である。それから、遺伝子変異の特性、特に中立或いは浮動する変異を調べDNA文字の一部を修飾する変化などを調べながら「似ているけれどもそれぞれ違う」個々人の特性を理解して医療や創薬に活用するには我々はもっと多くのことを知らなければならないということが意識された。

こうした実用的な問題は一先ず措いて、分かった範囲でヒトゲノムの文字情報を他の生物、例えばチンパンジーやマウスや昆虫、更には植物や微生物等で得られた知見と比べると我々は生き物としてどのような立ち位置に居るのかを考えることができるようになった。現代人の先祖がアフリカからいつ頃ユーラシア大陸に進出してきたのか、その前に既に進出を果たしていたネアンデルタール人達とどのような関係を持ったのか。現代に入るほんのしばらく前にベーリング海を島伝いにアメリカ大陸に渡った小集団はどういう具合に今日のインディアンやインディオにつながって来たのか、など興味の尽きない問題に次々と光を当てることができるようになった。この流れの仕事は今日も盛んに続けられている。

話を実用問題に戻そう。ヒトゲノム解析は壮大な国際協力事業とされたのだがアメリカで技術開発がその後も活発に続いて、僅か10年ほどの間にDNA文字配列の解析能力が二桁以上も向上した。当然のように、これを駆使すれば個々人のゲノムを調べ上げてしまうことができる時代が急速に訪れた。2年ほど前、私は友人8人を語らって8人分の全ゲノム配列を決めてみたがそこから得られる知見は驚くべきものだった。つまりほとんどの人は沢山の「危険な」突然変異を持っていたのである。それでも、皆元気に働いている。私たちは今のところゲノムDNAの構造をどんどん調べるけれども、どの遺伝子にどのような変異が起きればどうなるかとしっかり判定のできる知識レベルには至っていないことを思い知らされた。それでも…レベルアップは確実に進んでいる。(たくさんの人から情報を集めれば、そして、それぞれの人の臨床情報を組み合わせてゆけば、というアプローチがとられる)。かくして数年後には何万人分(若しかしたら何百万人)のゲノムDNA情報を集めて健康な生き方を指導すると宣伝するビジネスさえもアメリカには誕生している。その中で日本は？まだかなり時間がかかりそうである。その重要性を理解してもらいお金を手当てして…と一生懸命になっている人々はあるのだが。大抵の病気は沢山の体調の変化の組み合わせだから、何の遺伝子と何の遺伝子が夫々どういう変異を持っているかということを色々調べて合わせ考えなければならない。日本人向けには日本人の遺伝子情報が欲しいのである。

これに対し、あまり複雑ではない場合、例えば乳がんではBRCAという遺伝子に変異があるとそれだけで発がんの危険度がかなり高いということが報告されている。そうすると、BRCA遺伝子を調べて危ないから乳房を切ってしまうという人も現れるこのごろである。アメリカではFDAという指導機関がBloomSyndromeというユダヤ系のひとに早期発症し深刻な問題を

引き起こす病気の原因遺伝子を調べて直接告知するビジネスを許可した。然し個々人の遺伝子をいくつか調べてあなたの健康は、適性は、あなたに向くサプリは…等のビジネスは正しいものではないと烙印を押されている。

そうは言っても、医療の分野では遺伝子検査ビジネスは確実に役割を増しており、例えばある癌に対処する医師団はそのがんになる原因に深く関わる遺伝子を検査し、その転移、薬剤感受性等に関係する遺伝子を調べることにより適切な対処法を見出すことができる時代に入ってきた。遺伝子情報を使った「医療」はすでに働いているのである。今思えば20年ほど前までは癌は不治。出来るだけ早期に手術して少しでも転移の無いように徹底的に周りの組織やリンパ節を処理して、というがんを恐れる時代だったが、そうでもない時代へと遺伝子解析のおかげで進んで来たのである。こうしてがん告知で医師や家族が悩む時代は過ぎた。

癌などの医療そのものに限らず、健康に関心の高い人が未病ではあるが、自分に迫りつつある病気があるとすればそれは何なのか、どうすればよいのかを知ろうとしてゲノムを調べようと思うのも自然の流れである。日本人の、そして東洋人のゲノムDNAの情報をビッグデータとしてしっかりと集めたい。私は国際ヒトゲノム解析協力事業に日本代表として関係したので今こうした努力をしている人々を何とかして応援したいと思う。これはとても大切な問題なのだ。

それとともに、私は、ゲノム解析を医学とビジネスの特殊な問題だと思っている人々の中から人間を含む生き物の命の継続という驚くべき現象にも思いをはせる人々が出てきて欲しいと思う。経済発展と競争こそが命の時代に呑気なことを言って、と思われるだろう。然し、静かに命に思いをはせる瞬間は人には必ずある筈だ。その時に冒頭に掲げた3つのテーマ（遺伝子、淘汰選択、中立変異）を良く理解し、考えを助けてくれる教育はこれまで無かった。今からでも遅すぎないから、子供たちにこのような問題に触れる機会を与えられないものだろうか。思いすぎかもしれないが、こんなことも考えるこのごろである。

退任のお知らせ

当財団の事業運営にご尽力下さいました豊島久真男先生が役員を退任されましたのでお知らせいたします。先生は1999年から4年間評議員を勤められ、2003年4月からは監事として12年間もの長きに渡り財産状態や理事の業務執行に関して高い見識をもってご助言、ご監督下さいました。先生の多大なるご貢献に深く感謝いたしますと共に、今後のご健勝とご多幸をお祈りいたします。

なお先生は引き続き学術参与として学術上の事項についてご助言をいただけることになりましたので併せてお知らせいたします。

新しい評議員・監事の紹介

新たに本財団の評議員・監事に就任された先生方をご紹介します。

黒岩常祥(くろいわ つねよし) 評議員

日本女子大学・客員研究員。専門分野は生物科学。著書に「細胞はどのように生まれたか」(岩波書店)、「ミトコンドリアはどこからきたか」(日本放送出版協会)、「現代生物学入門(極限環境生物学など10巻)」(岩波書店:共著)、「細胞生物学事典」(朝倉書店:共編集)、「生物学辞典」(東京化学同人:共編集)など。岡山大学理学部助教授、岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所教授、東京大学理学部教授・大学院理学研究科教授、東京大学理学部附属植物園園長、東京大学総長補佐、東京大学評議員、立教大学理学部教授を経て現職。東京大学名誉教授、日本学士院会員。

玉尾皓平(たまお こうへい) 評議員

理化学研究所研究顧問、グローバル研究クラスタ長。専門分野は有機合成化学、有機ケイ素化学。著書に「有機金属反応剤ハンドブック-3Liから83Biまで」(化学同人)、「有機ケイ素化学の応用展開」(シーエムシー出版)、「現代ケイ素化学」(共編著、化学同人)など。京都大学化学研究所教授、同研究所長、京都大学元素科学国際研究センター長、理化学研究所フロンティア研究システム長、同基幹研究所長を経て現職。京都大学名誉教授。

山西弘一(やまにし こういち) 監事

阪大微生物病研究会理事長。専門分野は微生物学。著書に「標準微生物学」(医学書院:共著)、「ヘルペスウイルス感染症」(臨床医薬研究協会:共著)など。大阪大学微生物研究所教授、同大学医学部教授、同大学医学系研究科長・医学部長、独立行政法人医薬基盤研究所理事長を経て現職。大阪大学名誉教授。

評議員・監事・理事のお知らせ

2015年度第1回評議員会にて、任期が満了となった理事、監事及び評議員全員の重任が決議されたことに加え、新たに黒岩常祥先生、玉尾皓平先生が評議員に、山西弘一先生が監事に選任されましたことをお知らせいたします。

また同日行われた臨時理事会にて、楠本正一先生が理事長として全員一致で選出されました。3期に渡り理事長という大役をお引き受けいただいた楠本先生に深謝いたします。

呼 称	氏 名	現職または称号
理 事 長	楠 本 正 一	大阪大学名誉教授、公益財団法人山田科学振興財団理事長
専務理事	坂 本 達 哉	公益財団法人山田科学振興財団専務理事（常勤）
理 事	江 尻 宏 泰	チェコ工科大学客員教授
	櫛 田 孝 司	大阪大学名誉教授、奈良先端科学技術大学院大学名誉教授
	石 川 冬 木	京都大学大学院生命科学研究科教授
	志 田 忠 正	京都大学名誉教授
	廣 川 信 隆	東京大学大学院特任教授
	星 元 紀	東京工業大学名誉教授
監 事	大 西 寛 文	公認会計士
	山 西 弘 一	一般財団法人阪大微生物病研究会理事長
評 議 員	稲 葉 カ ヨ	京都大学大学院生命科学研究科教授
	江 崎 玲 於 奈	横浜薬科大学学長、茨城県科学技術振興財団理事長
	黒 岩 常 祥	日本女子大学客員研究員、東京大学名誉教授、日本学士院会員
	岸 本 忠 三	大阪大学大学院生命機能研究科教授
	沢 田 康 次	東北大学名誉教授、東北工業大学顧問
	白 川 英 樹	筑波大学名誉教授
	鈴 木 邦 彦	米国ノースカロライナ大学名誉教授、日本学士院会員
	玉 尾 皓 平	理化学研究所研究顧問・グローバル研究クラス長
	中 村 桂 子	JT生命誌研究館館長
	松 原 謙 一	株式会社DNAチップ研究所取締役名誉所長
	山 田 邦 雄	ロート製薬株式会社代表取締役会長兼CEO
	山 田 安 定	大阪大学名誉教授
	米 沢 富 美 子	慶應義塾大学名誉教授

学術参与のお知らせ

2014年度第2回定時理事会及び2015年第1回臨時理事会で学術参与として再任・新任された先生方を含め、確定した人員をお知らせいたします。

氏 名		現職または称号
秋 光 純	再任	岡山大学特任教授
足 立 吟也	〃	大阪大学名誉教授
伊 藤 正男	〃	理化学研究所脳科学総合研究センター特別顧問、東京大学名誉教授、日本学士院会員
岩 澤 康裕	〃	電気通信大学燃料電池イノベーション研究センター長、同特任教授、東京大学名誉教授
岩 田 末廣	〃	分子科学研究所名誉教授、総合研究大学院大学名誉教授
小 嶋 稔	〃	東京大学名誉教授
九 後 太一	〃	京都産業大学益川塾副塾頭（理学部客員教授）
佐 藤 勝彦	〃	自然科学研究機構長
柴 岡 弘郎	〃	大阪大学名誉教授
高 橋 成年	〃	大阪大学名誉教授
田 澤 仁	〃	東京大学名誉教授
谷 口 直之	〃	理化学研究所基幹研究所システム糖鎖生物学研究グループグループディレクター
政 池 明	〃	京都大学名誉教授
村 橋 俊一	〃	大阪大学名誉教授
横 山 茂之	〃	理化学研究所上席研究員
和 田 正三	〃	東京都立大学名誉教授
豊 島久真男	新任	理化学研究所研究顧問、日本学士院会員
井 上 邦雄	継続	東北大学ニュートリノ科学研究センター教授
宇 田川康夫	〃	東北大学大学院環境科学研究科客員教授
武 田 洋 幸	〃	東京大学大学院理学系研究科教授
西 川 恵 子	〃	千葉大学名誉教授、日本学術振興会監事
平 林 義 雄	〃	理化学研究所脳科学総合研究センターシニアチームリーダー
福 山 秀 敏	〃	東京理科大学副学長、東京理科大学総合研究機構長

援助研究の軌跡

過去の研究援助並びに長期間派遣援助の受領者から、その後の研究状況に関連したエッセイをご寄稿いただいたものです。

糖鎖研究のその後の展開

自然科学研究機構岡崎統合
バイオサイエンスセンター教授 加藤 晃一

貴財団から助成金をいただいた平成13年、私は名古屋市立大学薬学部に着任したばかりで、新しい研究室の立ち上げに奮闘していました。研究資金を得るために様々な民間助成金の申請書の作成に取り組み、その結果に一喜一憂する日々を送っていました。

日本薬学会を通じて貴財団にご推薦いただいた当時の私の申請者をあらためて読み返しますと、「糖蛋白質の立体構造形成および分子認識機構の構造生物学的解析」という主題のもとに、(1) 糖蛋白質の立体構造の形成における糖鎖の役割、(2) 糖蛋白質の機能部位の構築における糖鎖の役割、(3) 分子間の特異的認識における糖鎖の役割、(4) 病態における糖鎖構造の変動の意義の解明、というサブテーマを掲げています。当時取り組もうとしていた研究テーマのありったけを盛り込んだ嘴の黄色さが目につく提案に我ながら呆れるばかりですが、おそらくこのような必死の思いの中に何がしかの可能性を汲み取っていただけたのだと思います。貴財団の懐の深さに心より感謝申し上げます。

折角の機会を賜りましたので、その後の研究の展開を簡単に述べさせていただきます。自然界に存在する蛋白質全種類の半数以上は糖鎖による修飾をうけていますが、糖鎖の構造機能解析は当時極めて立ち遅れた状況にありました。私は当時、核磁気共鳴 (NMR) 法を基軸にこうした状況を打破する道を模索しておりました。おかげさまで、助成して頂いた研究の成果をもとに、NMRと結晶構造解析、分子動力学計算を駆使して糖蛋白質の

3次元構造のダイナミクスと相互作用を原子レベルで解析する方法論の体系を確立することができました。さらに、細胞の中で新たに生み出された糖鎖



筆者

が、シャペロンとの相互作用を通じて正しい立体構造を形成した後に積荷として細胞の外に向けて出荷され、立体構造がうまく整えられなかった場合には不良品として分解される仕組みの大筋を明らかにすることができました。

この間、産業界では糖鎖修飾はバイオ医薬品の開発においても考慮すべき重要な問題であることが鮮明になってきました。私たちは構造生物学的なアプローチによって抗体の糖鎖修飾のわずかな改変が、その生物活性の劇的な向上をもたらす仕組みを解明することに成功いたしました。さらに、研究対象を糖脂質にも拡張し、神経細胞表層に豊富に存在するガングリオシドとアルツハイマー病をはじめとする神経変性疾患の発症にかかわるアミロイド形成蛋白質との相互作用の解明に向けても取り組んでいます。

平成20年に私は自然科学研究機構に本務先を移しましたが、名古屋市立大学でも引き続き研究室を主宰する機会をいただいています。おかげさまで、研究活動をともにしているラボメンバーや国内外の数多くの共同研究者との知的交流を通じてとても刺激的な毎日を送っています。現在につながる研究の篇首において貴重な支援をしてくださった貴財団にあらためて感謝申し上げる次第です。

基礎研究の重要性

奈良先端科学技術大学院大学
バイオサイエンス研究科教授 河野 憲二

2001年度(平成13年)に「小胞体ストレス応答に關与する新規膜貫通型リボヌクレアーゼ分子の機能解析」という研究課題で助成金を頂くことができた。このときは、5年間の特定領域研究が終了する時期で、次年度からの研究費が獲得できるかどうか全くわからない状態であったので、この助成金を得られたことが非常にうれしく、かつ有り難かった。

小胞体にはストレスセンサーの役割をする膜貫通タンパク質があり、小胞体内に構造異常タンパク質が蓄積しないように監視している。センサーは小胞体内腔領域で変性タンパク質の蓄積を感知し、それを解消するためのシグナルをサイトゾルや核に出す。当時非常に疑問であったのが、このセンサーはどのようにして構造異常ということを感知しているのだろうか?ということであった。正常と異常という状態をどのようにして識別しているのか、ということである。このような時の1つの戦略として、遺伝学的に解析する、すなわち異常を感知できないような変異型センサーを取得する、ということが考えられる。ところが、この試みは失敗に終わった。ちっとも変異株がとれないのである。そこで業をにやし、大胆に10アミノ酸残基を欠失した変異型をN末から膜貫通領域までシリーズで作製することにした。このセンサーの小胞体内腔部分はおよそ500アミノ酸残基からできているので、約50種作らなくてはならない。大体正常なタンパク質から、10アミノ酸も欠失したら殆ど活性を失ったものしかでき

ないのではないかと

という素朴な疑問もあったが、とにかくやることにした。

実際にはこの作戦が大当たりであった。

異常タンパク質を認識するのに必須な

領域とそれを調節している領域とにきれいに分けることができた。この領域の結晶構造解析は残念ながら米国のグループにやられてしまったが、我々の遺伝的、生化学的な解析結果とこの結晶構造の結果とが、本当に美事に一致していることにびっくりした。1つの事実をいろいろな側面からみることは大変重要で、それらの結果を合わせることでより真実に近づき理解も深まっていく。それでは最初の疑問はどのようなになったのか、ということであるが、それをここで述べることは主旨ではないので、別の機会にゆずることにするが、この研究がきっかけとなり現在の研究に発展してきているわけで、この場を借りて貴財団には多大な感謝をしたい。本財団の助成金の趣旨は、「実用指向研究ではなく自然科学の基礎的研究を援助する」という点にあり、実用指向研究が重視されている最近の流れの中で、この姿勢はますます重要になってきている。基礎研究の中から現在想像もしないような我々の健康や生活に役に立つものが生まれてくるものであり、基礎研究なくして大きな発展がないことは皆わかってはいるはずなのであるが、それを高々とうたいあげていることに本助成金の意味があり、敬意を表したい。



筆者

有機金属化学の研究者から医工融合・産学連携プロジェクトの研究者・執行責任者に

京都大学学際融合教育研究推進センター教授 近藤 輝幸

20世紀の我が国における有機金属化学の発展は目覚ましく、21世紀を迎えた現在、「ものづくり」を支える力量ある有機合成には、有機金属化学を基礎とする均一系触媒が重要なツールとなっている。

その過程で、私は、ロジウム、パラジウム錯体触媒と比較して開発が大きく立ち遅れた「ルテニウム錯体触媒の化学」に惹かれ、先駆的に独自の方法による研究を推進してきた。その結果、高度機能性低原子価ルテニウム錯体群の創製、炭素-炭素結合の触媒的切断と再構築、不飽和炭化水素の高位置および立体選択的官能基化、および π -アリルルテニウム錯体の特異なアンビフィリックな反応性の発見と触媒反応への応用等に成功した。これらの成果を基に、日本化学会から推薦を頂き、2001年に山田科学振興財団から「環境調和型新規遷移金属錯体を用いる極性小分子の触媒的活性化」と題する研究に対して研究援助を頂いた。ルテニウム錯体触媒を中心として、副生成物のない「環境にやさしい」有機合成手法の開発に成功し、グリーンイノベーションに多少なりとも貢献できたと考える。

2006年10月に、人生最大の危機であるとともに、最大のチャンスが訪れた。すなわち、京都大学での医工融合研究・産学連携研究に参画し、研究のみならずコーディネートも行う本ユニットの教授を拝命した。私のミッションは、2006年7月に文部科学省に採択された「高次生体イメージング先端テクノ

ハブ」プロジェクトを強力に推進し、成功に導くことであった。疾病の早期発見と予防医療を実現するため、医療分野に科学技術イノベーションを起こし、超高齢



筆者

社会を迎える世界の人々に健康な暮らしを約束するとともに生活の質(QOL)の飛躍的向上を目指している。その最も有力な方法の一つは、革新的分子プローブの創製であり、医学と工学、および大学と企業との連携・協働が不可欠であった。二年目以降、分子プローブグループのリーダーとして、これまで培った有機金属化学を基礎とした有機合成力を頼りに、「キラルな」デンドリマートリアミンが配位した分子プローブ型高感度Gd-MRI造影剤の開発、光超音波(PA)-磁気共鳴(MR)デュアルイメージングプローブとしての常磁性金属酸化物ナノ粒子の開発、および安定同位元素集積化高分子プローブ($^{13}\text{C}/^{15}\text{N}$ -PMPC)の開発と分子標的MRI法の確立に成功した。現在は、研究者であると同時に本プロジェクトの執行責任者として、ライフイノベーションへの貢献を顕在化したプロジェクトの総括と継続的發展に注力している。異分野に対し常に好奇心を持ち、真摯に研究に向き合うことで、プロジェクトからの大きな信頼を頂き、この試練を乗り越えることができた。

最後に、私の研究の基礎をご支援頂いた山田科学振興財団と、多くの共同研究者に深謝する。

フェムト秒チタンサファイアレーザー

千葉大学大学院融合科学研究科准教授 城田 秀明

2001年に「高分子溶液のフェムト秒ダイナミクス」という研究課題で、山田科学振興財団より研究助成をしていただきました。この申請書を作成したのは米国ニュージャージー州立大学ラトガースでのポストドクから東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻に助手として赴任したばかりの時であり、また、この研究費は私が獲得した初めての競争的研究費であったので、強く印象に残っており昨日のこのように覚えています。

さて、この研究課題は高分子溶液のフェムト秒の時間領域のダイナミクスを観測することが目的で、そのためにフェムト秒ラマン誘起カー効果（光カー効果）分光装置を作製する必要がありました。本研究助成金は、分光装置の光源となるフェムト秒チタンサファイアレーザーのキットに大部分（助成金の約9割）を充てさせていただきました。分光部分も作製しなければならないことを考えると、予算の枠を大きく超えるとても無謀な研究費の使い方でしたが、当時の私はどうしてもこの研究課題に取り組みたかったのです。あまり大きな声では言えませんが、研究期間内ではフェムト秒分光装置を完成させることはできず、報告書には当時の研究室既存のピコ秒の分光装置で行った約百ピコ秒からナノ秒の高分子のダイナミクスに関する結果とフェムト秒レーザーのスペックのみしか報告できませんでした。フェムト秒分光装置が完成したのは2003年5月の研究交歓会前後のことでした。その時には実験するのが楽し

くてしょうがなく、徹夜することが多々ありました。

フェムト秒分光装置が完成した約半年後に東京大学での任期が終わり、助手と



筆者

して再びラトガース大学の同じ研究室に戻りました。そのため、作製した分光装置で高分子溶液の速いダイナミクスを徹底的に明らかにする前に、装置を解体しなければなりませんでした。幸いにして、解体する前に幾つか研究成果を得ることができ、論文として3報発表することができました。それらの内2報の論文は単名で、またもう1報は理論化学者（東京大学牛山浩先生）との2名の共同研究として執筆したものです。研究テーマの立案、費用の確保、実験装置作製、実験・解析、論文執筆、と研究者として必要な一連のプロセスを30歳前後に独自で行う機会を得たことは自信となりました。

2006年に千葉大学に赴任しましたが、再びフェムト秒チタンサファイアレーザーを使って分光装置を再構築させました。そのおかげで、新天地での研究をスムーズに開始することができました。山田科学振興財団に助成していただいたフェムト秒チタンサファイアレーザーは10年以上もの間、私の相棒として研究を支えてくれたことになります。

最後になりますが、山田科学振興財団、審査員の先生方（特にIS先生）ならびに関係の皆様、および推薦いただいた高分子学会に心より御礼申し上げます。今後も引き続き基礎科学を楽しむ研究者を支援して下さい。

応用基礎研究

大阪府立大学大学院工学研究科教授 森 茂生

東京工業大学に助手として勤務して以来、今年で大学での研究教育生活も24年が過ぎてしまったことになります。その間、山田科学振興財団の海外助成の援助を受けて、米国ニュージャージー州にあるルーセントテクノロジー・ベル研究所に、1997年4月から1年間滞在する機会を得ました。ベル研究所での留学経験は、私の研究生活に大きな転換をもたらしました。留学以前はあまり共同研究というものをしていませんでしたが、留学以後は、国内外を含めて理論家や実験家に関係なく数多くの研究者と知り合いになり、共同研究を進めることが出来ました。共同研究により研究分野が広がったことが私にとって非常によかったと思っています。現在でも、当時の研究者と共同研究を行っています。最近海外での研究留学を支援するプログラムが数多くありますので、若手研究者には進んで海外での研究生活を体験していただきたいと思います。

近年、大学において産学官連携による共同研究の推進が重要であると言われています。現実の問題の解決には応用研究が重要で、それに要する研究費もマンパワーも基礎研究より遥かに大きいため、外部研究資金の獲得が必須となります。基礎研究は人類の知的資産を蓄積し、新しい自然認識を創造することを目指しますが、応用研究では現実の問題の解明・解決という具体的な目的の達成度をもって研究成果が評価されます。24年前とは違い、大学での研究も、外部資金の獲得

が必須となり、純粋な基礎研究から現実の問題の解決を目指した応用研究が求められるようになりました。

一方で、基礎研究と応用研究の関係は、それぞれの研究

の特質から基礎研究が先行し、その後に応用研究が発展すると考えがちですが、そうではないと最近考えるようになりました。歴史的な大発明には、基礎的学理を応用して技術を開発するのではなく、応用研究の中から基礎的学理が芽生えることが数多くあると思います。例えば、量子力学の始まりは、溶鉱炉内の温度を調べるために、光放射による温度の測定から始まっています。つまり、黒体輻射の研究から量子論が生まれ、量子力学に発展し、近代科学の発展を支える基礎学理が形成されたと言えます。また、ガリレイは望遠鏡を改良しましたが、彼は幾何光学を勉強した後、望遠鏡の改良をしたではありません。また、私の専門分野である電子顕微鏡について考えてみると、ルスカによる電子顕微鏡の開発により、結像理論や電子回折理論が発展したと言えらると思います。一見泥臭い実験研究を中心とした応用研究のなかから、美しい基礎学理が生まれる例は少なくありません。25年前とは違い、最近では応用研究を念頭に入れながら、大学での研究の独自性を出せるような“応用基礎研究”を行うように心がけています。



筆者

現在の研究は本助成から始まった

独) 科学技術振興機構 (JST) 革新的エネルギー研究
開発拠点形成事業 (郡山) チームリーダー/研究員

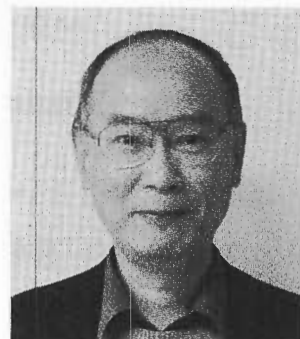
中嶋 一雄

山田科学振興財団から助成を頂いたのが2001年であり、私が(株)富士通研究所から東北大学金属材料研究所へ移って2年後である。大学に移った理由は、今後の社会にとって太陽電池が重要になると信じ、どうしても自分の研究課題にしたかったためである。大学では、最も将来性のあるSi結晶系の太陽電池用結晶成長の研究から始めた。最初にしたのが、企業時代から親しみのある全率固溶型SiGe多結晶である。均一な多結晶はすでに独創性が無いので、Geがミクロ的に分散した組成分布を有する多結晶を成長することにした。こうすれば特性が上がる理論的な見通しはあったが、実証した人はいないので、研究資金に苦労していた。この時手を差し伸べて頂いたのが山田財団である。この研究ではGeを5%以内に含有させると変換効率がSi太陽電池よりも上がることを実証し、論文発表をしている。ただGeがSiよりも一桁高価なため、その時は実用にはならなかった。

この時の研究開発の経験をベースに編み出したのが、高品質Siインゴット多結晶を成長できるデンドライト結晶利用成長法である。この技術は、ルツボ底面に局所的過冷却をかけて底面に沿ってデンドライト結晶を方位制御して成長させ、それを基板としてその上Siインゴット多結晶を成長させる方法で、その後の世界の太陽電池用Siインゴット多結晶成長技術のモデル型となった重要技術である。

この後、東北大学を定年退官し、京都大学に寄附講座を作ってもらい、デンドライト結晶

利用成長法の実用化をメーカーと共に行い、さらに将来的な技術である独創的なNoncontact Crucible Method (NOC) を考案して、Siイン



筆者

ゴット単結晶の研究開発を新たに始めた。京都大学時代のこのNOC成長技術の成果と将来性を認められ、現在、JSTのFUTURE-PV JST郡山センターに、新しい大型NOC成長装置を導入して頂き、より高効率で低コストで結晶欠陥の少ない新しいSiインゴット単結晶を目指して、研究開発を第一線の研究者として、若手研究者と共にやっている。まさに、山田財団の最初の助成が14年後の現在の研究開発の素地を作ったと言える。

企業では早くに管理職になり、また東北大学金属材料研究所では所長の職に就いていたため、自ら手を動かして研究できる期間は短かった。しかし、京都大学時代と現JSTセンターでは、自ら結晶成長装置を徹底的に動かして結晶を成長している。自分で手を動かして結晶を成長してみると、全ての現象が手に取るように理解でき、集中して考えて方向性を決めることができるため、次の手を適確に打つことができた。そのため、開発のスピードが大きく上がることが判った。是非この点は考慮する価値があると思う。技術の実用化には、既存の手法に比べて大きなメリットを世の中に見せる必要があり、日々一研究員として研究に励んでいる。

一生一品

京都大学大学院理学研究科教授 鶴 剛

以前「あすか」という朝の連続ドラマがあった。主人公の「宮本あすか」が和菓子職人として成長していく姿を描いた物である。私はこのドラマがとても好きで、本放送も見たし、再放送も見たと思う。好きな和菓子の話で、私の住む京都が舞台なので、なじみある風景もちょうくちよく出る。オーボエのオープニング曲もとても良かった(もっとも、主人公の幼なじみが京大の研究者というのは、あまり関係はなかったけど)。このドラマで「一生一品」という言葉を知った。「一生かけてもずっと残る一品の菓子」と言うことらしい。和菓子屋の永い歴史と伝統の中で、自分のやった証を何か残すということだろうか。

さて、私の研究分野は「X線天文学」というものである。天体からのX線を観測し、そこで何が起きているかを調べる。宇宙からのX線は厚い地球大気に妨げられて地表には届かない。そこで人工衛星にX線観測装置を搭載し、大気圏外から天体観測をする。日本はこれまでに五機のX線天文衛星を打ち上げている世界のトップランナーである。X線天文学では、衛星に搭載する観測装置の性能がサイエンスの素晴らしさを決める。お金を出せば買えるような装置では世界一にならない。だから自分で開発する。

X線観測装置の開発は、実に時間がかかる。私はX線CCDカメラなるものを開発している。基本原理は可視光用と同じである。しかし、撮像領域の大きさ(30mm角)、読み出しノイズ

(電子換算3個rms)、空乏層の厚み(200 μm)、どれをとっても全く性能は別物である。私がX線CCDカメラの開発を始めたのは、京大



筆者

助手着任直後の1994年である。それから、他大学のX線や可視光天文の仲間や先生や半導体メーカーと、少しずつ性能を向上させてきた。読み出しノイズを下げ、暗電流を下げ、電荷転送効率を向上させ、検出感度を上げ、撮像サイズを大きくした。その途中で山田財団より2001~02年度に研究助成を頂いた。ちょうど助教授になった直後であり、Pチャンネル型CCDという新型デバイスの挑戦を始めたところであり、この助成はとても大きな助けになった(大変感謝しております)。このような15年間の基礎開発と、続く7年間の衛星搭載品の開発を経て、いよいよ今年度(2015年度)末に六機目のASTRO-H衛星として実現しようとしている。これを書いている時点では衛星全体の熱真空試験が終わろうとしている。実に22年間である。これが衛星搭載の観測装置というものなのだろう。

さてここでようやく、冒頭の「あすか」の話に繋がるのだが、このASTRO-H衛星搭載のX線CCDカメラは、マイ人生の22年を掛けた入魂の作品である。果たして、これが私の「一生一品」となるのだろうか？

打ち上げと、ファーストライトが楽しみである。

惑星誕生の現場を探る

茨城大学理学部教授 百瀬 宗武

1993年3月に大学を卒業した私が研究の世界に飛び込んだ際の大きな目標は、地球のような惑星はどのように誕生し、かつどれほど普遍的に存在するのか、という点を解明することでした。現在の太陽系の姿から遡る形でその起源を理論的に探ろうとする研究や、太陽系誕生当時の情報を包含していると考えられる隕石等に対する分析研究は、当時すでに盛んに行われていました。しかし私は、自らの目標を達成ためには太陽系外の惑星形成領域を比較対照することが必要だと考え、天文学の手法を選択しました。

実際、1990年代前半は、惑星系形成に関する観測研究の黎明期でした。赤外線や電波による天文観測により、若い星周囲にある惑星系の母胎とみられる円盤（原始惑星系円盤）が確認されつつある時期だったのです。私自身も、長野県野辺山高原にある電波望遠鏡を用いて自ら取得した電波画像の解析をしている際、ガスが寄り集まって円盤が形成されつつある様子が浮かび上がった瞬間に衝撃を覚えた経験があります。若かったせいもありますが、それはあたかも「天地創造の現場」を目撃したかのような気分でした。とはいえ実際は、地球のような惑星が誕生する様子を詳しく調べるのには、当時達成可能な空間分解能はまだ不十分でした。最近傍の円盤に対してですら、太陽系全体の広がりをようやく識別できる程度だったのです。

このような状況を打破するため、当時から

野辺山のグループを中心に、野辺山の電波望遠鏡の10倍以上の解像度を実現するLMSA計画（後のALMA計画）の検討が進んでいました。私もその実現に少し



筆者

でも寄与したいと、様々な技術検討に顔を出していたものです。茨城大学に教員として赴任した後、2001年に山田科学振興財団に援助いただいた研究テーマは、高い解像度の電波画像を得る鍵となる位相補償法の基礎研究でした。地上に設置された望遠鏡は地球大気の底から天体を観測しますが、この地球大気に含まれる水蒸気の不均一は天体からの波面を歪めます。位相補償法とは、視線方向の水蒸気量を望遠鏡に搭載した放射計でリアルタイムに測ることで、この歪みを補正する技術です。このテーマ自体は、最終的に私自身の研究テーマの中心に据えるには至りませんでした。それでもその後、南米チリのALMAサイトにおける観測環境の研究で、この経験を活かして一定の成果につなげることはできました。今でも深く感謝しています。

2011年に科学観測を開始したALMAは、その後確立した位相補償法の威力も相まって、これまで知られていなかった宇宙の姿を次々と明らかにしています。昨年には、牡牛座HL星に付随する原始惑星系円盤中に、形成途上の惑星が作った溝らしき構造が見いだされました。いよいよ自分が最初に立てた目標に向かうときが到来したと、身が引き締まる思いです。と思っています。

ミドリイシサンゴの着生変態のしくみ

お茶の水女子大学准教授 服田 昌之

国立遺伝学研究所からお茶の水女子大学へ移ったのが平成12年10月で、実験系にもかかわらずノートパソコンひとつからの研究室立ち上げでした。ワンマンラボの体制のためにすべて独力で行わねばならないうえ翌年度からは卒業研究生も受け入れるのに、どうしようかというところでしたが、幸いにも平成13年度に山田科学振興財団からの助成をいただき実験機器を揃えることができて、きわどいところでなんとか研究室をスタートすることができました。しかもサンゴの産卵は5~6月ですのでまさに駆け込みでした。

サンゴ礁においては、サンゴの体内に共生する藻類の光合成が生産量の多くを占め、枝状やテーブル状に入り組んだサンゴの複雑な構造は動物たちの住処となるため、サンゴはサンゴ礁生態系の基盤となっています。サンゴのなかでもミドリイシ属サンゴは、種数も現存量も突出して繁栄しているため、生態系における重要性が注目されています。いっぽうで、急激な生息数の減少も各地で問題になっており、その対策として人工的なミドリイシサンゴの増殖とサンゴ礁の再生も課題となっています。ミドリイシサンゴがどのように個体数を増やすかの鍵は、浮遊性の幼生が海底の岩盤上にくっついて固着性のポリプ体になるところだと分かっています。この過程を着生変態といいます。着生変態の開始には、岩盤を覆って生育している微生物が必要で、しかも幼生は限られた環境下の岩盤にしか反応しません。環境が異なれ

ば岩盤上に生育する微生物の種類が異なるのは当然です。

幼生は微生物の種類を嗅ぎ分けることで、結果的に固着後の成長に適した環境を選んでいくことに

なります。この選り好みの仕組みを解明したいと考えてきました。

サンゴの幼生は感覚神経細胞で岩盤上の微生物が作る何らかの物質を感知し、応答した感覚神経細胞が体内にホルモンを分泌して変態が開始されると考えられます。このときに働くホルモンを調べるところから始めました。その後、岩盤上の微生物のうち簡単に培養ができるバクテリアに着目して、10種類ほどの変態誘発活性のあるバクテリアを単離同定することができました。ところがこれらのバクテリアは、水中に浮かんだままの変態という状況を作りました。これではいくら形態は正常でも自然界では育つことができないため正常な発生過程とは言えません。そこから、細胞分化による変態過程と、岩盤にくっつくための着生行動とに明確に区別することになり、昨年には着生行動を誘発するバクテリアを岩盤上から単離同定することにも成功しました。ミドリイシサンゴの産卵は年に1度きりのために遅々とした歩みですが、発生過程としての変態が、環境応答を必要としさらに行動を必要とする、という枠組みを固めていきたいと思っています。また、卵からサンゴを育てるサンゴ種苗生産への展開を期待しています。



筆者

細胞骨格タンパク質と三元複合体を形成する海洋産抗腫瘍性物質

筑波大学数理物質系教授 木越 英夫

貴財団には、2001年度に研究助成いただいた。2000年に筑波大学に異動したばかりであり、研究室のセットアップが必要な時期の助成であり、大変助かった。当時の申請題目は、「生体高分子と複合する有機化合物の創製と反応」であり、主な対象化合物は、海洋軟体動物アメフラシから得られた強力な抗腫瘍性物質アプリロニンAだった。

この化合物は、名古屋大学の山田静之先生が発見された化合物であるが、既存の制がん剤を上回る抗腫瘍性を示すとともに、それらとは作用機序が異なることが示唆されていたために、独立後もこの研究に注力してきた。最近、抗腫瘍性作用機序について、かなりのことがわかってきたので、紹介したい。

2001年当時、分かっていたことは、
・in vitro実験において、細胞骨格タンパク質のアクチンに作用する(脱重合)。アクチンは、真核細胞に一番多いタンパク質であり、細胞の運動や分裂などに関与している。

・構造活性相関研究において、その側鎖部だけでもアクチン脱重合活性があるが、細胞毒性のためには分子全体が必要である。

などであった。これらの事実などから、私は、アプリロニンAは、細胞内に多量に存在するアクチンと結合した後、さらにその複合体が第2の標的タンパク質と相互作用するという作用機序仮説を立てていた。

研究助成を受けた後、アプリロニンA-アクチン複合体の結晶構造解析に成功し、アプリ

ロニンA側鎖部がアクチンと強く総合作用していることが確認でした。また、光アフィニティブローブなどを開発し、チューブリンが第2標的分子である

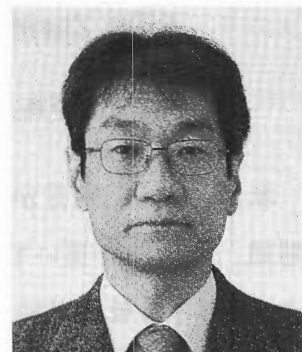
ことを見いだした。チューブリンは、細胞分裂に重要な微小管を形成する細胞骨格タンパク質であり、主要な抗がん剤の標的分子である。

生物学的実験も加えて、現在までに、アプリロニンAの抗腫瘍性発現機構について以下のことが明らかになった。

1. アプリロニンAは、その側鎖部を用いて、アクチン単量体と1:1複合体を作る。
2. この複合体は、主にアプリロニンAのマクロラクトン部を用いて、チューブリン $\alpha\beta$ ヘテロダイマーと三元複合体を形成する。
3. この結果、チューブリンの重合が阻害され、微小管形成異常が起こる。
4. 細胞周期がG2/M期で停止し、アポトーシス(細胞死)が起こる。

二大細胞骨格タンパク質であるアクチンとチューブリンのタンパク質間相互作用の誘導に基づく、アプリロニンAの抗腫瘍性発現機構は、これまでに例のないものであり、興味深い。今後もこれらのタンパク質間相互作用と抗腫瘍性との関係について検討してゆきたい。

終わりに、研究グループの立ち上げという厳しい時期に研究助成していただいた貴財団に感謝する。



筆者

ETH Zurichでの研究

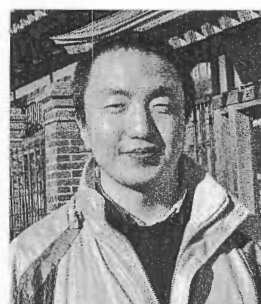
弘前大学理工学部准教授 御領 潤

私は、2011年4月から2012年12月までの期間、ご援助を頂いてスイス連邦工科大学チューリッヒ校 (ETH Zurich) へ長期滞在をして参りました。ホストはManfred Sigrist教授で、超伝導の基礎理論の研究で世界的な第一人者です。日本との縁がとても深い方で、京都大学基礎物理学研究所で教授を勤められていたこともあります。実は、私はその頃にも一度ポスドクとしてご厄介になっており、さしあたって特別な困難を感じることもなく、スムーズに共同研究に入ることが出来ました。

超伝導で主役となる電子は、電荷 e とスピン $1/2$ を持つ素粒子ですが、固体結晶中の電子の様子は真空中とは大きく異なります。まず、結晶の周期ポテンシャルを受けるためバンド構造をつくります。バンド構造に対して、電子の軌道運動とスピンの間に働くスピン-軌道相互作用も大きな影響を与えます。そして電子と結晶格子の振動との相互作用(電子-フォノン相互作用)や、電子間のクーロン相互作用なども働きます。これらいろいろな要素が相まって固体中の電子状態は様々な様相を呈しますが、その中でも非常に興味深い例として挙げられるのが超伝導です。

金属状態にある電子間に引力相互作用が働いている状況を考えます。引力相互作用の起源は色々あり、物質によっては電子-フォノン相互作用であったり、クーロン斥力を起源とした電子の内部自由度の揺らぎ(スピン揺らぎ…etc)によるものが考えられます。ここで温度を下げると、電子が二つずつクー

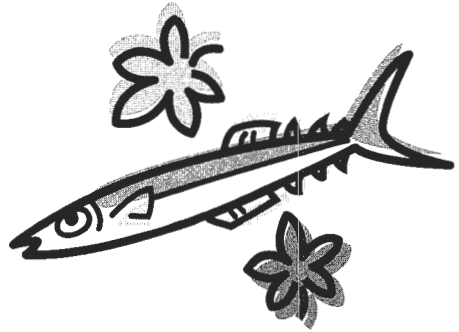
パー対をなして秩序的に振る舞うようになり、超伝導が起こります。それでは超伝導の性質は引力相互作用ですべて決まるかというところではなく、先述のバンド



筆者

構造(フェルミ面の形状や、超伝導に寄与するフェルミ面が複数存在するマルチ・バンド構造など)や、スピン-軌道相互作用の影響が考えられます。また、結晶の対称性も根本的です。これらの要素がどのように絡み合って超伝導の性質が決まるかを明らかにし、さらには、未知の興味深い現象が起こる可能性を理論的に探索することが私たちの研究目標です。特にスイスでは、SrPtAsという超伝導体のマルチ・バンド構造やスピン-軌道相互作用、および結晶の局所的な反転対称性の破れの効果に注目して研究を進めて来ました。そして、波数空間においてトポロジ的性質を持つクーパー対が生成されることや、そのようなクーパー対とスピン-軌道相互作用の兼ね合いで試料境界に自発スピン流が流れることなど、非自明な結論を得ることが出来ました。

帰国後もこの方向の研究を続けており、スイスも3回ほど再訪しました。また、当時知り合った人たちとスカイプ等を通じて議論を続けています。弘前まで来てくださった方もおられます。こうした継続的な研究交流のきっかけをつくっていただいた財団の皆様方に、改めて深く御礼申し上げる次第です。これを足がかりに、今後も研究に精進して参ります。



[事務局より通信]

- 2015年度の研究交歓会が5月30日に東京コンファレンスセンター有明で開催され研究分野を超えた活発な学术交流が行われました。また翌5月31日には上村大輔先生が講演され、研究援助採択者と財団関係の先生方と共に活発な意見交換が行われ、たいへん有意義な1日となりました。
- 1977年から1989年まで当財団の監事を勤められた近藤次郎先生が3月29日ご逝去されました(98歳)。生前のご貢献に深く感謝するとともに心よりご冥福をお祈りいたします。
- 1987年から1993年まで当財団の選考委員並びに評議員を勤められた塚田祐三先生が5月14日ご逝去されました(92歳)。生前のご貢献に深く感謝するとともに心よりご冥福をお祈りいたします。
- 短信は紙面の都合で休載いたしました。

公益財団法人 山田科学振興財団

〒544-8666 大阪市生野区巽西1丁目8番1号

電話 大阪 (06) 6758 局 3745 (代表)

Fax 大阪 (06) 6758 局 4811

Yamada Science Foundation

8-1 Tatsumi Nishi 1-chome, Ikuno-ku

Osaka 544-8666, Japan

2015年9月30日発行