

産学官との連携



取材日：2022年10月31日
(一社) 日本科学機器協会 会議室

京都大学大学院 医学研究科健康加齢医学講座 特任教授
京都大学名誉教授

なべしま よういち

鍋島 陽一 先生 に聞く

生物の多様性を創り出している
原理原則と遺伝子から分かる
最先端の老化研究 下

聞き手：梅垣喜通 日本科学機器協会 広報委員長
高橋秀雄 日本科学機器協会 広報副委員長
岡部和徳 株式会社 池田理化
岡田康弘 日本科学機器協会 事務局長
(取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

鍋島 陽一 先生のプロフィール

【学歴・職歴・その他役職】

1972年 3月 新潟大学医学部卒業	1999年 4月 京都大学大学院医学研究科 教授
1976年 3月 新潟大学大学院医学研究科 博士課程修了 医学博士	2005年10月～2011年9月 日本学術会議第20期、21期会員
1976年 4月 新潟大学医学部助手(生化学)	2005年10月～2007年9月 京都大学医学研究科副研究科長 (研究担当)
1978年 7月 同、講師	京都大学付属ゲノム医学センター長
1984年 9月 癌研究会癌研究所研究員	1987年 6月 癌研究会癌研究所主任研究員
1987年 6月 癌研究会癌研究所主任研究員	1987年11月 厚生省国立・精神神経センター 神経研究所遺伝子工学研究部長
1987年11月 厚生省国立・精神神経センター 神経研究所遺伝子工学研究部長	1997年 4月 大阪大学細胞生体工学センター 教授 併任
1997年 4月 大阪大学細胞生体工学センター 教授 併任	1998年 4月 大阪大学細胞生体工学センター 教授 併任
1998年 4月 大阪大学細胞生体工学センター 教授 併任	京都大学大学院医学研究科 教授 併任
1998年11月 京都大学大学院医学研究科 教授	厚生省国立・精神神経センター神経研究所 遺伝子工学研究部長 併任
1998年11月 京都大学大学院医学研究科 教授	2022年 3月 先端医療センター長 退任
厚生省国立・精神神経センター神経研究所 遺伝子工学研究部長 併任	2022年 4月 京都大学医学研究科健康加齢医学講座 特任教授

【受賞歴】

瑞宝中綬章 2019年度 / 持田記念学術賞 2015年度 /
日本学士院賞 2013年度 / 日本内分泌学会マイスター賞 2013年度
紫綬褒章 2010年度秋 / 岡本国際賞 2009年度 /
文部科学大臣表彰科学技術賞「研究部門」2009年度 /
武田医学賞 2007年度 / 上原賞 2005年度 /
ベルツ賞(共同受賞) 1998年度 / 朝日学術奨励金 1987年度



老化に関する機能を解明
klotho(クロトー)の変異

klotho(クロトー) 遺伝子を発見
され、研究を進めておられるとの
ことですが、どんなことが分かっ
ているのでしょうか。

鍋島 Klothoは、活性型ビタミン
Dの合成制御を介して血中カルシ
ウム濃度、リン濃度の制御に関わっ
ています。カルシウム、リンは骨を
形成するだけでなく、人の体を健
康に保つために様々な働きを持っ
ています。klotho遺伝子の機能を
失ったマウスでは活性型ビタミンD
の合成が亢進しており、発見当初
は血中カルシウム、リン濃度が高く
なることにより多彩なヒトの老化症
状によく似た症状が起こると考えて
きました。事実、Klotho変異マウ
スの活性型ビタミンD濃度やリン濃
度を正常に保つような処置を加え
ると、加齢関連症状は改善します。
しかし、最近の研究でビタミンDは
電解質代謝の制御に加えて生体
機能を維持するための様々な機能
を担っていることが分かってきてお

産学官との連携

り、その異常が多彩な変異表現
型をもたらしています。図1

生物や人の老化のメカニズムは、
どのようなところまで解明されて
いるのでしょうか。

鍋島 老化は統合的な現象です
から、生物の成り立ちについての
広範な進歩が真に生命科学を基
盤とした老化の理解をもたらしてく
れます。逆に老化研究を進めるこ
とによって、これまで知られていな
かった全く新しいことを解明し、そ
の成果が生物全体の理解に繋がる
様に老化研究を進めなければと
考えています。幸い、近年、生
命科学研究は急速に進んでおりま
す。ゲノム解析技術、遺伝子改
変動物の作製技術、画像解析
技術、生体内分子の網羅的な解
析技術などです。これらの進歩が
老化研究の進展を後押ししていま
す。長らく、老化は多年にわたる
細胞障害、あるいは老廃物の蓄
積等の結果として組織機能が減
退し、個体の死をもたらすランダム
な現象であると捉えられてきました。

しかし、最近の老化研究の進歩は
著しく、老化は進化的に保存され
た遺伝学的、生化学的な過程で
あること、プログラムされた過程で
あると考えられる様になっています。

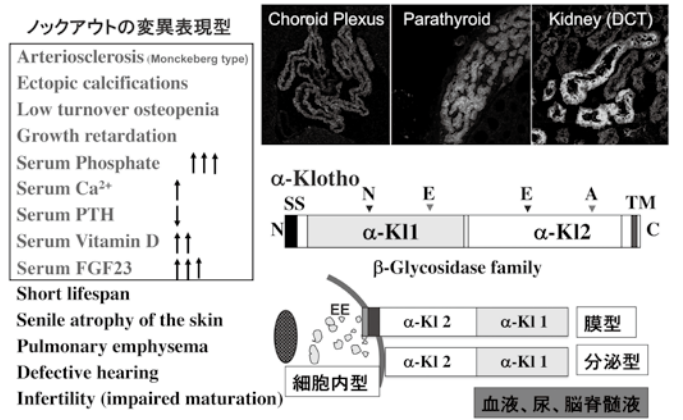
種を超えた発見を見出した
老化研究の変遷とは…

鍋島 最近の展開を具体的な例
を挙げて説明します。

1935年、カロリー制限が平均
寿命、最長寿命が伸ばし、加齢
関連疾患の発症を遅らせるとの驚
くべき発表がありました。以来、摂
取カロリーを70%程度に抑えると、
様々な生物が種を超えて老化が
遅延し、寿命が延びると報告され
てきました。しかし、その分子機
構は不明のままでした。ところが
1990年代に入り、寿命が長くなる
突然変異体(ショウジョウバエや
線虫)が同定され、その解析によ
り「インスリン、インスリン様増殖
因子(IGF1)のシグナル伝達機
能が少し低い」ことが老化を遅延
させることが明らかになりました。し
かも、この事実は解析された全て
の種において確認されました。こ
の研究結果をもとにカロリー制限
が寿命を延ばす機構の解析が進
み、カロリー制限による寿命延長
機構の解析に光が当てられました。
現在では、その分子機構の概要
が明らかになっています。図4を
参照してください。

生物の種類に関わらず、どれも
そうだったのですね。興味深い
です。

図1 a-Klotho : 変異表現型、発現、分子の特徴



産学官との連携

鍋島 「インスリンシグナル活性が少し低い個体は長寿である」という発見から、インスリンシグナルカスケード、すなわちシグナルの行き先が調べられました。FOXO遺伝子の働きを強め、長寿に関連する遺伝子（ROSの抑制、DNA修復、細胞周期の停止、エネルギー代謝の改善、糖代謝の改善、アポトーシスの誘導など）の発現を上昇させること、すなわち、生体を健康に保つための遺伝子の発現を上昇させることが明らかになりました。初めて明らかにされた老化遅延、寿命延長をもたらす遺伝子カスケードです。このシグナルカスケードは全ての生物種において保存されています。【図2】

次に発見されたのは『サーチュイン遺伝子』です。サーチュイン遺伝子は、2000年、米マサチューセッツ工科大学のレオナルド・ガレンテ教授のもとで今井眞一郎氏（現ワシントン大学教授）によって発見されました。サーチュイン遺伝子は、NAD+（ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド）に依存した脱アセチル化酵素であること、サー

チュイン遺伝子を高発現させると寿命が伸びることが報告されました。NAD+は生命維持に必要な様々な酵素反応の補酵素として働く分子で全ての細胞に存在します。サーチュインの機能にはNAD+が必要ですから、細胞内のNAD+濃度を保つことが重要です。しかし、細胞内のNAD+濃度は加齢に伴い低下します。よって、NAD+濃度を維持する仕組みの理解、維持する方法の開発が課題となります。NAD+ はNicotinamide → NMN（ニコチンアミドモノヌクレオチド）→ NAD+の経路で合成されます。Nicotinamide → NMN反応はNAMPTという酵素により、NMN → NAD+ 反応は3つのNmnatという酵素によって制御されています。よって組織・臓器の機能はサーチュイン遺伝子の発現制御、NAD+合成を制御するNAMPT、Nmnat などの機能によって統合的に制御されることになります。今井氏は各種の組織・臓器においてNAD+濃度が加齢とともに低下し、サーチュインの活性の低下をもたらすことが、老化を引

き起こし様々な生理学的・病理学的変化をもたらすとの仮説を提唱しています。また、全身性のNAD+合成制御系、視床下部、脂肪組織、骨格筋、小腸からなる臓器連関が老化を制御しており、視床下部が個体老化のコントロール・センターではないかとの仮説(NAD+ World)を提唱しています。この仮説は興味深いものですが、臓器連関の分子基盤の多くは不明で、今井氏の強い思い、ドグマを感じさせます。

では、SIRT 1の機能を良くすることができれば、健康長寿が叶うのでしょうか？

鍋島 健康長寿を実現するためには長期間の摂取、服用が必要です。また、病気への介入ではなく、健康なヒトを対象として病気の予防、発症遅延を目指して介入することになります。ですから高い安全性を確保する必要があります。SIRT1遺伝子の発現、機能を安全に高めることは簡単ではありません。一方、NAD+前駆体であるNMNの服用が効果的であると提唱されています。“抗老化は実現できるか”の項を参照して下さい。

細胞老化については教えてください。

鍋島 非可逆的に分裂を停止した細胞を老化細胞と呼んでいます。2つ方向から研究されています。第1はヘイフリックが提唱した「分裂回数が分裂限界に達した」老

化細胞です。ヘイフリックは胎児や各年齢のヒトより調整した細胞（線維芽細胞）を培養し続けると分裂が停止すること、また、胎児、若い個体、老齢個体から採取した細胞の分裂回数を比較し、細胞を採取した個体の年齢が高い程分裂回数が減少することを見だし、個体、試験管内で同じ仕組みで分裂回数が数えられているのではないかと推定しました。この現象は「ヘイフリックの分裂限界（細胞分裂は無限ではなく分裂回数には限界がある）」と言われていいます。しかし、分裂回数を数える分子機構が全くわからず、このコンセプトは長らく受け入れられませんでした。ところが90年代に分裂毎に染色体末端の「テロメア」配列が短くなることが発見され、テロメア長の短縮が分裂の回数券／寿命時計として機能していることが提唱されました。また、同時にテロメア配列が一定の長さ以下になると分裂が停止することが明らかとなり、「ヘイフリックの分裂限界」仮説が受け入れられることとなりました。非可逆的増殖停止を細胞老化と称しています。その後、テロメア配列の維持、延長に関与する遺伝子のノックアウトマウス実験が行われ、ノックアウトマウスからは老化促進を示唆する現象が観察されず、テロメア長の短縮は個体老化の制御には関わらないのではとの見解が主流になっています。

細胞老化はヒトの正常な体細胞（繊維芽細胞）を継代培養した際に起こる不可逆的な増殖停止だっ

産学官との連携

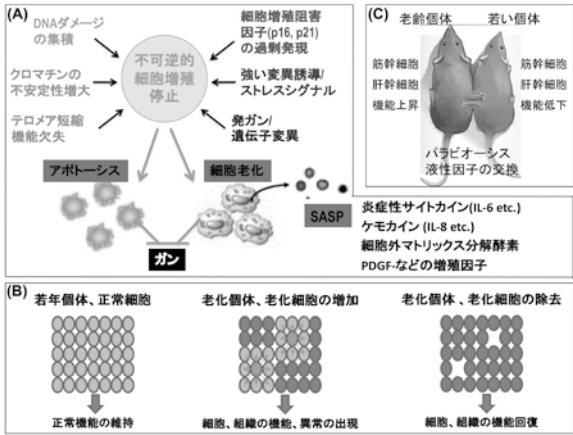
たことから、個体での解析が進められ、細胞老化の特徴を示す老化細胞が様々な組織や臓器から見出されました。そして様々なストレス（DNAダメージの集積、クロマチンの不安定性増大、テロメア短縮／機能欠失、発ガン遺伝子変異／異常活性化、酸化ストレス、細胞増殖阻害因子（p16、p21）の過剰発現、放射線など）によって細胞は不可逆的増殖停止状態となります。不可逆的な増殖停止状態に陥った細胞はアポトーシスを起こすか、細胞老化への運命を辿ります。合目的論的な解釈からアポトーシスを起こすことは修復困難な分裂停止細胞を除去し、細胞のリサイクル、組織リモデリングを導く仕組みとして理解され、一方、細胞老化は細胞の異常増殖を防ぐことにより癌の発生を予防する防御機構のひとつだと考えられてきました。しかし、老化細胞から炎症性物質など様々な分子が分泌されており（SASP因子と言う）、がんを含めた老化関連疾患の発症を促進している可能性

があると報告されました。その後、遺伝子改変マウスを用いて老化細胞を取り除くとマウスの健康寿命が延伸することが報告され、加齢に伴い体内に老化細胞が増えることが個体老化と老化関連疾患の発症を促進する重要な要因と考えられるようになりました。この結果は老化細胞の除去の重要性を示唆しており、その開発的研究が凌ぎを削る事態となっています。また、SASPなど液性因子の重要性はパラビオーシス研究からも指摘されています。【図3】

パラビオーシスとは、何でしょうか。

鍋島 『パラビオーシス』とは、例えば若い個体と老齢個体の腹部を切開し、腹部どうしを繋ぎあわせて体液を相互に行き来させ、その影響を解析する実験手法です。驚いたことに、パラビオーシスによる若い個体の老化は促進し、老齢個体の方は、機能の回復、つまり若返り?と思われる事象が観察されました。この現象は以前より

【図3】細胞老化の誘導、老化細胞の運命、SASPの分泌(A) 老化細胞の除去(B)、パラビオーシス(C)



産学官との連携

解っていましたがその責任分子については不明でした。しかし、最近の質量分析技術の発達により老化促進、機能回復に関与する分子の解析が可能となったのです。とはいえ、解析は緒についたところで、今後の展開によりどのような驚くべき結果が出てくるのか、とても興味深いものと言えます。

お話をうかがっていると、老化のメカニズムの解明はかなり進んでいると感じてきました。

鍋島 研究は進んでいます。中でも最近の大きな進歩はオートファジー機能が落ちると老化しやすい事が分かったことです。オートファジーとは、細胞内の機能の劣化したタンパク質や傷ついた細胞内オルガネラを壊し作り替えるシステムのことです。オートファジー機能を高く保つと老化が遅延すると報告されています。この領域は我が国が世界をリードしており、研究の進展を期待しています。

医療や薬で老化を制御するのは、やはり難しいということでしょうか。

鍋島 先程サーチュイン遺伝子について話した時に、NMNの重要性に触れましたが、今井らが1年間にわたってNMNの飲水投与の効果を解析し、多様な抗老化効果をもたらすと報告しています。現在、NMNは市販されており、利用されている方の中には効果を体感されている方がおられると伝わっています。一方、NMNのヒト臨

床試験ではマウスで観察されたような効能はほとんど確認されていません。マウス実験に比べてヒト臨床試験での服用量が低すぎるのではとの指摘があります。

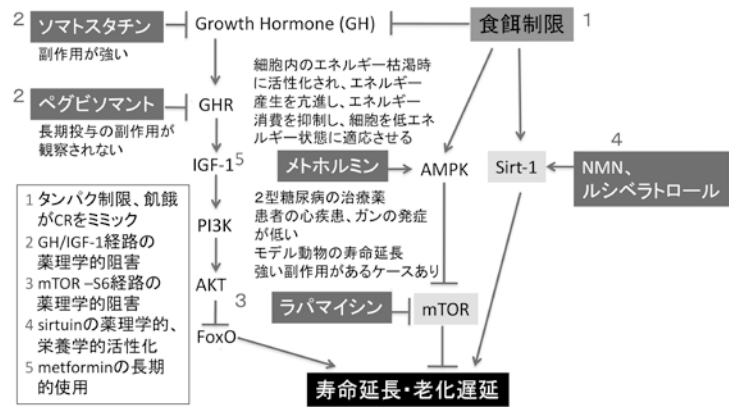
抗老化化合物の開発についてですが、カロリー制限、インスリン／IGF1シグナル、サーチュインのシグナル経路の解明が進み、このシグナル経路に関わる分子が老化遅延・寿命制御のターゲット分子として注目されています。例えばmTORC1の阻害剤であるラパマイシン、mTORC1の機能低下をもたらすAMP-Kinaseの機能を高めるメトホルミンなどの抗老化作用の解析が進められています。メトホルミンは多くの糖尿病患者に処方されてきており、血糖値を下げる効果以外にもがんの発症を抑えることなど、抗老化作用が注目されています。また、オートファジーを活性化させる化合物が報告されています。課題は長期に服用しても副反応が起こらない極めて安全な化合物が開発できるかです。もう1つ、報道でも話題となりましたが、老化細胞を取り除く手法である「セ

ノリシス」についても世界中が鎬を削っています。一方、老化細胞をすべて取り除けばよいのかという疑問も出てきています。取り除いてよい老化細胞といけない老化細胞が存在するのではないかといった議論も行われていて、単純な話ではなさそうです。 **図4**

抗老化法の開発はいつ頃実現するでしょうか

鍋島 抗老化研究・開発の難しい点は、創薬の対象になりづらいことです。なぜかという、何を指標に老化を計るかが課題であり、また、老化遅延、寿命延長を証明するのは長期に及ぶ困難な実験だからです。ヒトの寿命に介入する研究は、とてつもない時間と多額の経費が必要になるので、簡単には参入できないのです。また、製薬メーカーは治療薬を開発しており、予防法の開発は自己矛盾かもしれません。一方で、食品、化粧品関連企業、ベンチャーによるサプリメント開発は熾烈な競争となっています。

図4 栄養／食事制限、カロリー制限のシグナル経路に作用する化合物は有効か？



健康長寿のカギは、つまるところ正しい生活習慣に行き着くのでしょうか

鍋島 健康長寿は、食事・運動・睡眠の3つが基本です。運動や食事、睡眠の抗老化効果については沢山の伝承が伝えられています。また、効果を自覚され、信じている方も多いと思います。最近、抗老化効果についての解析が進んでいます。一方、極端な取り組みも喧伝されています。重要なことは適度に取り組むことです。そして、食事・運動・睡眠など、生活習慣を維持しつつ、必要に応じて安全な機能性サプリメント（開発も進んでいます）、抗老化方法と組み合わせていくことだと思います。

鍋島先生の幼少期についていかがわせてください。どのような子どもだったのでしょうか。

鍋島 中学までは野球一筋でした。地域では強いチームで私はキャプテンとして県大会で優勝しています。小学生の頃は体も大きくて野球に希望を持っていました。しかし、中学生になると自分よりも遥かに上手い人がいて、野球では生きていけないと思い知らされ、高校ではスポーツはやりませんでした。また、私の子供時代は、自由な雰囲気があり、いわゆる民主的だったように感じます。私は試験の前の一夜漬けで済ませる行き当たりばったりの子どもでした。今もあまり変わっていません（笑）。大学受験についても準備が全く足

産学官との連携

りていなかったのが正直なところで、受験のことを先生と話した時、「君は絶対に医学部には受からない」と言われてしまいました。それでも医学部に進もうと思い、この時だけは勉強して一浪して合格することができました。

生命や生物への興味は子どもの頃からあったのでしょうか。

鍋島 ありました。昆虫採集でした。近所に昆虫採集が大好きな大人がいて、その方の影響もあったと思います。『ウスバシロチョウ』というアゲハチョウ科の鱗粉がない、羽が透明な「氷河期の遺物」と言われる蝶がいるのですが、標本箱の中にひたすら並べていました。また、台風の後には南の方の蝶が捕まることがあります。珍しい蝶を撮った時などは、近所の大人と別の貴重な蝶と交換したり、昆虫の同人誌に報告したりしました。そんな感じで、幼い頃から昆虫の観察や研究のようなことをしていたのが生物学に興味を持った理由だと思います。もう一つ重要な理由があります。私は受験の数学（算数）はともかく、本格的な数学、物理ができるとは思っていませんでした。

大学時代は、どのように過ごされましたか？

鍋島 医学部に入ったものの医師を目指す大きな動機付けが無かったのが正直なところですよ。大学紛争で騒然としていました。教

養過程から医学部に進み、当初は医学に興味を感じました。しかし、筋肉や骨、神経などの名前を暗記することは楽しくありません。さらに臨床医学の講義には、失礼なことですが、がっかりしました。当時の臨床医学は殆ど経験に基づいていたのです。「私の経験では、こういう状況の時は、このような症状の時は―――」という経験に基づいたもので、納得できる論理的な説明、科学的根拠に乏しいものでした。本来なら医学は生物学や物理学、化学など基礎科学に基づいた学問体系であるべきなのに、全くそうならないと感じたのです。経験に基づいた知識の集積が重要なのは間違いないのですが、経験がきっちと集積され、体系化されていなかったのです。最近では多様な経験、知識、情報を集積し、AIで解析する様になっていますが、当時は殆どの情報が個人的に処理されていたと思います。そんな状況で「基本的な科学の上に成り立つサイエンスとしての医学」を発展させたいと考え、基礎医学研究へと興味が移っていきました。

そういう訳で、医学から生物学へ興味に移っていったのですね。

鍋島 医学部での生理学や生化学を学ぶチャンスを得て、生物が秩序立っていることを理解するようになり、生命科学研究に心を動かされていき、基礎医学研究をしようと決めました。そ12月のインタビューで個体発生・形成の分子

産学官との連携

機構の解明を目指したこと、生物の美しいシステムに強く魅了されたこと述べています。

生物学へ興味をもったのが「美しい」という言葉でおっしゃられるのは、印象深く感じます。鍋島先生は、生物の原理原則に疑問を持って、世界初の発見をされました。そうした根本的な原理原則に疑問を持つためにはどうしたら良いのでしょうか？

鍋島 すべての生物現象、化学現象、そして物理現象に意味のないもの、面白くないものは無いと思っています。重要なことは、最も興味が持てるテーマを決めて、根本的なことを理解できるところまで掘り下げることができるか、到達できるかだと思います。やりきることができれば根本的な研究成果に繋がると私は考えています。私は1つの物差しとして生物の基本原理は何か、それにどう取り組むべきかを考えてきました。基本的な課題の理解に向かって進めれば、必ずや重要な結果、根本原理の解明につながると思っています。“できることは全てやる”に尽きるとしています。

若い研究者の環境や待遇について、どうお考えですか。

鍋島 一言で言うと、大袈裟でなく、悲惨な状況です。頑張っても将来展望、研究者としてのキャリアパスを描くことができないのです。政府が進めるのは実利的な研究

(イノベーションと称していますが)ばかりで、根本原理の解明を目指す研究には研究費の配分が低いのです。そもそもイノベーションというのは適当に実利的な研究することではないのです。本当の意味で概念や考え方を大きく変え、世界を変えることがイノベーションです。日本政府はこの点を理解していない、あるいは大きな展望を描ききれないと思います。

鍋島 いかにか若手研究者たちを支援できるのかも重要です。私の研究室では、それぞれのスタッフは自らが責任を持って研究を進めることを基本としてきました。また、「ゼロから新たな研究領域を開拓し、まとめ上げる」ことを推奨してきました。研究成果は、研究を発想し、推進した人のものであり、本人の業績であることを明確にし、そして自律的、自覚的な研究者として成長していくことを促してきたつもりです。無制限に支援し続けることはできませんので10年と決めていました。幸い、私のところに集まったスタッフは、皆さん優秀で7、8年ぐらいで素晴らしい論文を発表し、独立していきました。振り返ってみると、よくもこのようなサポートを続けることができたと思っています。時代に後押しされたと思っています。右肩上がりで社会全体が前向きでした。また、高額の研究費にも応募できました。さらに大学、研究機関に運営交付金などの基本的な研究資金があり、なんとか研究できました。ところが、今は基本的な研究費は殆ど無く、科

研費などの外部資金無しでは本当に何もできません。さらに外部資金の獲得も困難で、明日はどうか展望を見出せないでいると思います。若いスタッフを支援したくても軽々しく支援できないのが現実だと思います。

今の中高生や若い研究者に伝えたいことはございますか。

鍋島 私が育った時代は、正直、日本中が貧乏な時代でしたが、“右肩上がり”の時代でした。来年は今年より良くなると感じながら生きていると、気持ちがポジティブになり、前向きになれたのです。おそらく今の若者が感じていることとは随分違う状況だったと思います。ですから、私の感覚に基づいて今の子供たちの生活感や教育にコメントするのは果たして適切かと躊躇するところがあります。一方、今も昔もこの国の教育の問題点は変わっていないようにも思います。理科の分野に限らず日本の教育は、昔から詰め込んで覚える教育に比重を置いていると思います。「考える教育」「自分の意見を主張する教育」を教育全体の根本にしなければいけません。自然の営みには面白いことが沢山あります。興味をいかに抱かせるかが課題だと思います。

考える、意見を主張する、など、先生の実体験を聞きますと、すごく大切さが響きます。金銭面を含めて夢を抱くことが出来なければ、志望する人は増え

ないわけですね。

鍋島 大学、研究現場を考える と果たしてどれだけの若者が研究者を目指すようになるのか強い疑問を感じます。大学、大学院を卒業し、研究者になっても自らのキャリアパスにそれなりの展望を描けないのが現実です。夢、希望を描けるような状況を作らなければ研究を志す若者は減少するばかりだと思います。研究費に関しても大きな問題を抱えています。大学の運営交付金は大幅に減りましたし、科研費の方も増えていません。むしろ実質的には減っています。その一方で科研費全体に相当する2000～3000億円もの額が政府主導の大型研究費の名目で費やされています。一概に大型研究費を出すことが悪いとは思いませんが、どの様な領域の研究を推進するのか、どのようにして担当する研究者を選出するのか、如何にして使いやすい研究費とするのかなどについての議論、精査無しに、ともすれば政治主導で進められているのは、あまりにも問題が大きいと言わざるを得ません。研究費の在り方を考え、改善していくのは科学者、専門家が主導してやるべきことです。政治家や官僚には、その役職に相応しい関与のあり方があることを認識してほしいと思います。

生命科学研究はバイチャンスで新たなことが発見されることが多いので、広く適当な額の研究費を配布するのが良い結果を産むと思います。現状は非常に残念な状況

産学官との連携

にあり、このような状況では次世代研究者を増やすのは困難です。

非常に考えさせられる事ばかりです、最後に、科学機器協会についてご意見ご要望がありましたらお願いします。

鍋島 日本のメーカーは親切で、ユーザーに優しい機械を作ってくれます。しかし、新しい斬新な装置、機械を生み出しているかは疑問です。例えば、我が国の「ダ・ヴィンチ」の普及率はとても高いですが、海外で開発されたものです。日本は、既存の装置の改良は得意ですが、世界に先駆けて開発することは苦手な様に思います。しかし、革新的な開発をアメリカやヨーロッパに任せてしまうと、先陣を切って開発した国が、また、経済力を背景に多数の高額装置を速やかに導入した国が、研究においても一歩先を行くことになってしまいます。その典型が電子顕微鏡による構造解析(クライオ電顕)の例です。日本にはクライオ電顕技術の開発に大きく貢献された方がおられますが、装置の開発では海外に一歩先を越されました。また、導入も大きく遅れてしまい、研究

が影響されました。最近注目されている超高解像度顕微鏡に関して日本は海外諸国に遅れをとっています。今一度、現状を振り返り、大胆な改革を実行しなければならぬのではないのでしょうか。

研究者人生を振り返って一言頂けないでしょうか。

鍋島 研究経過を振り返る機会があるたびに思うことがあります。節目ふしめて“人との出会い”に恵まれてきました。人との出会いは新しい技術やアイデアをもたらしてくれます。私の研究は出会った人達に彩られています。多くの方々が運んでくれた「幸運の女神との二人三脚」で研究を進めてきました。私は昨年4月に京大に戻り、おそらく最後のチャンスを頂きました。科学的興味は研究の原点ですから、科学的興味を大事にして、心の準備のあるところに時折舞い降りる幸運の女神との二人三脚で、新たな知の創造を目指してチャレンジし続けたいと考えています。

次号「科学の峰々」では、東京農工大学工学研究院応用化学部門 神谷 秀博先生にお話を伺います。

種を超えた生物の「美しい」メカニズムを解明していった先に長寿実現の鍵があります

