

科学と社会を結ぶ 架け橋になりたい

黒田 玲子氏

東京大学大学院総合文化研究科教授



くろだ・れいこ 仙台市生まれ。お茶の水女子大学理学部卒業。東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。1975年から86年までロンドン大学キングス・カレッジおよび英国癌研究所にて研究・教育に従事。86年東京大学教養学部助教授、92年同教授を経て現職に（理学博士）。専攻は、化学、生物化学、生物物理学。分子形態のキラル認識を解明するためのモデルを提唱し、理論の体系化を図る。主な受賞歴は、第13回猿橋賞、第1回日産科学賞、文部科学大臣表彰など。著書に『生命世界の非対称性』（中公新書）、『科学を育む』（中公新書）など。2008年国際科学会議（ICSU）副会長、2009年スウェーデン王立科学アカデミー外国人会員に選出される。

巻貝の右巻き左巻きはどうやって決まるのか、化合物の右型と左型は分子レベルでどうやって識別されるのか。自然科学系分野の研究者である黒田玲子氏は、この不思議なキラル（左右非対称）の世界に魅せられ、長年にわたり研究活動を続け、これまで数々の成果をあげてきた。その一方で、強い使命感を持って、「社会のための科学」を実現する活動に取り組み、2008年には科学者の国連とも言うべき国際科学会議（ICSU）（※1）の副会長に選出された。今年の新春会長対談では、東京大学大学院教授の黒田玲子氏をお招きし、最先端の研究や、地球規模でのさまざまな課題解決に向けて、21世紀の科学技術が社会に果たすべき役割などについてお話を伺った。



左巻きの巻貝（左）と、本来は左巻きだったものを右巻きに操作した巻貝（右）

三村 明夫

新日本製鉄(株) 代表取締役会長



化学クラブの白衣に憧れ、“エレガントな研究者”の道へ

三村 先日、巻貝を使った研究で、本来遺伝子の働きで決められている貝殻の巻き方を逆にする実験に成功されたとの記事を読みました。世界で最も権威のあるイギリスの総合学術雑誌『ネイチャー』に論文が掲載され、将来的に生命の左右構造の解明に役

立つ「エキサイティングでエレガントな研究」と高い評価を受けた2004年に引き続き、この研究成果が、同誌2009年12月号に掲載される予定だとお聞きました。

黒田 そうなんです。Le Monde、Physics Worldなど海外メディアからもたくさんの取材を受け、大きな反響がありました。実は今日、貝殻のペンダントをつけてきました。学生が作ってくれたものです。ちょっと

今日の服には合わない気もしていますが(笑)。

三村 いやとても素敵ですよ。でもどうして、巻貝の研究をするような科学者の道に進まれることになったのですか。

黒田 父が国文学者だったこともあり、本に囲まれて育ちました。「心頭滅却すれば火もまた涼し」という考えの持ち主だった父は、研究と関係のある本を買うことだけが趣味のような人で、廊下や子ども部屋にまで本が積み上がっていました。でも私には本を買ってくれなかったので、高校時代は図書館で読むように自宅にある『徒然草』や『更級日記』などを読んでいました。大学進学の際は、進路選択を大変迷いましたが、文系と違って理系は大学に行って早くから勉強しないと身につかないと考えて理系へ。理系に進んでロジカルなものの考え方ができるようになりたいという思いもありました。

もともと数学が好きでしたが、小学6年生のときに友人に誘われて化学クラブに入り、母が縫ってくれた白衣を着て、フェノールフタレインなどわけのわからないカタカナを使って偉くなったような気がしましたね。今考えると、そのときの先生が「この実験は何のためにやるんだろう」と問いかけ考えさせる、いわばヒントを与えて後は自主性に任せるような指導をしてくださったことが、化学を専攻するきっかけになった気がします。兄が学



ご家族と(大学時代)

※1 ICSU(International Council for Science): 人類の利益のため、科学とその応用分野における国際活動の推進を目的として1931年に設立された国際的な非政府組織。国際学術団体組織の中で最も権威のある組織。ICSU会長・副会長等役員への黒田氏の選出は、日本人としては3人目(1963年茅誠司氏が副会長に、1999年吉川弘之氏が会長に選出される)。



んでいた素粒子物理学は難しそうでしたし(笑)。

三村 現在、研究者としても充実した日々を送っていらっしゃると思いますが、黒田さんが今取り組まれている研究内容についてもう少しお聞かせいただけますか。

黒田 少し専門的になりますが、世の中のすべての物質はそのかたちから大きく2つに分類されます。靴のように右と左の区別のあるもの(左右非対称：キラル)と靴下のように右も左もないもの(左右対称：アキラル)です。そして右と左の違いがあるもの同士だけがお互いを認識できます。キラ

ルがキラルを認識しお互いに作用するわけです。例えば、私たち生物のDNAの中にある糖はキラル物質で、左右2つのタイプがあります。しかし不思議なことに、地球上のすべての生物のDNAを作っているのは右の糖だけなんです。そのため、右足だけしかないDNAの糖が左右両足の靴(のような他のキラル物質)をもらっても、左の靴を履けずに困ってしまい、人体に悪影響を及ぼすことになります。同様に、タンパク質はアミノ酸からできていますが、これもキラルで右と左の2つのタイプがあるのに、タンパク質を作っているのは左のアミノ酸だけなのです。実はこのように、生命の分子が左右の一方に偏っている現象がサリドマイドなどに代表される薬の副作用の原因や、殺虫剤や除草剤などの農薬の効き方の違いとなるんです。こうした望まれない作用をなくすためにも、現在取り組んでいる分子レベルの研究は重要だと考えています。

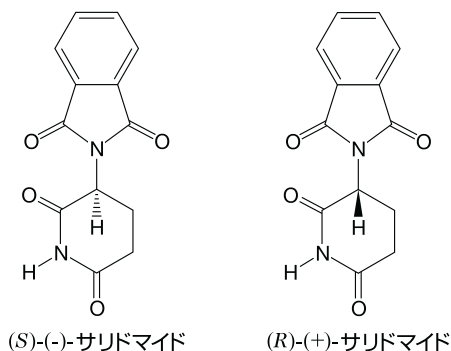
三村 非常に難しいお話ですが(笑)、人類のさまざまな課題に科学で解答を出そうとする研究者としての情熱が伝わってきます。それに何より、楽しそうに話している黒田さんの表情が印象的です。

地球規模での問題解決の重責を担う

三村 この対談が決まってから、黒田さんも出席されていた1999年7月の「世界科学会議」(ハンガリー・ブダペスト)で採択された「ブダペスト宣言」の前文を読みました。科学者の方々が集まり議論して悩みながら、科学の今後の道筋や方向性を示したもので、素晴らしい内容ですね。黒田さんは、その中の「社会における科学と社会のための科学(Science in Society and Science for Society)」について「我が意を得たり」と言われていますね。

黒田 私自身、宣言採択の3年前に「社会の中の科学 科学にとっての社会」という文章を書き、科学と社会の関係、理系の科学者と社会科学者との交流の必要性、科学が進歩すればするほど、脳死判定や人工授精による親子の定義など白黒がつかないグレーゾーンが広がるといった問題提起をしていたので、その理念の符合を大変うれしく思いました。

現代社会では、科学を生活から切り離して考えることはできないため、知識のための科学という旧来の視点だけでは不十分です。21世紀に入って、人



サリドマイドには、S(左)(-)とR(右)(+)の2種類が存在する。1960年代につわり止め薬剤として、妊婦にこの2種の混合剤が投与された。動物実験では、S(-)が胎児に奇形を生じさせたとの報告がある

ブダペスト宣言(※2) 前文(抜粋)

我々のすべては同じ惑星に住み、我々のすべてはその生物圏の一部である。…(中略)…科学は人類全体に奉仕するべきものであると同時に、個々人に対して自然や社会へのより深い理解や生活の質の向上をもたらす、さらには現在と未来の世代にとって、持続可能で健全な環境を提供することに貢献すべきものでなければならない。

※2 ブダペスト宣言：1999年ユネスコ(UNESCO)と国際科学会議(ICSU)の共催として初めて開かれた世界科学会議で採択された「科学と科学的知識の利用に関する世界宣言」。

口やエネルギー、環境をはじめとする世界的な規模でのさまざまな問題が層深刻になっていますが、ブダベスト宣言では、「知識のための科学」「平和のための科学」「開発のための科学」に加え、「社会のための科学」という理念が掲げられたことに大きな意義を感じています。この宣言は科学者のバイブルとも言えるものです。

三村 文明の進歩に伴って細分化してきた科学が、それぞれの領域でさらに深化し、研究者同士もお互いの研究内容を理解できなくなり、ましてや社会から見るとますますわからなくなってしまった。そうしたタコソボ化の問題も背景にあるように思いますね。

黒田 その通りです。私は、長く海外で研究生活を送っていたこともあり、比較的広い視野を持つことができたように思います。特にイギリスでは国も歴史も宗教も異なる集団の中だったので、さまざまな視野から物事をとらえられるようになり、その過程で、結局科学は、その成果が社会に理解され受け入れられないとだめだと実感するようになりました。

三村 2008年10月にはICSUの副会長（渉外担当）に選出されました。日本人として会長、副会長に就任したのは3人目、日本人女性科学者としては初

となる快挙です。ICSU総会での、これからの科学はどう変わるべきかを力強く説いた黒田さんのスピーチが、浮動票を引き寄せ形勢を逆転して当選されたとお聞きしています。現役の大学教授がICSUの要職に就くのは異例な中、国際機関、あるいは科学が地球的問題を解決するために果たさなければならない役割を感じられていることだと思いますが、一貫した理念と使命感に感服します。

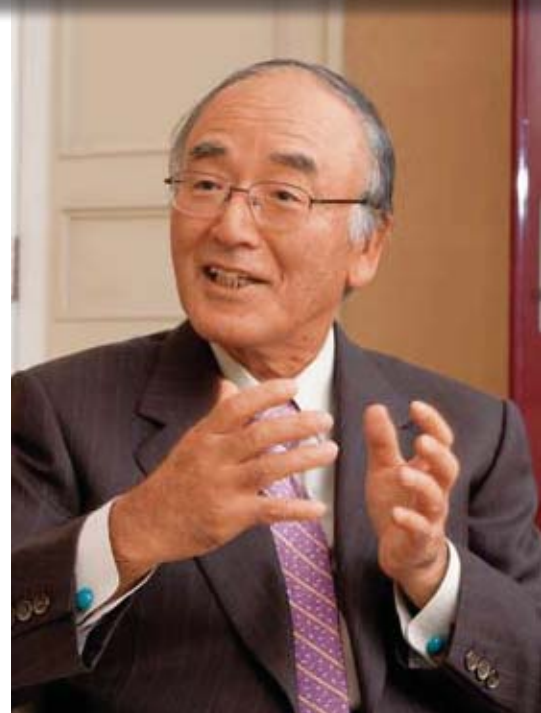
黒田 ICSUは、世界117カ国・地域のアカデミーと、学問分野を代表する30の国際学術連合で構成される世界的組織で、いわば科学者の国連のような機関です。今後、こうした英知を結集した機関が中心となり新たなサイエンス・コミュニティを形成しなければ、環境問題など複雑化、多様化する21世紀の課題は解決できないと思います。たとえばIPCC（気候変動に関する政府間パネル）が2007年のノーベル平和賞を受賞しましたが、ICSUは1969年に地球環境問題の重要性を認識し、評価・研究機関を立ち上げ、IPCCの学術的な背景を提供してきました。

三村 世界最先端の研究をしながら、ICSUの副会長を務められ、世界が抱えるさまざまな問題解決に向けた活動に取り組まれている。このエネルギーはすごいですね。

総体としての答えを求める 21世紀の科学

三村 黒田さんは化学の研究者としてスタートし、イギリスでの11年間を含めた研究生活を通じて、生物学、分子生物学など、幅広い研究領域にチャレンジされてきました。これは従来の細分化・専門化という歴史を経てきた科学とは逆の道を進まれているように感じますが、いかがですか。

黒田 科学では、細かく見て初めて見



えてくる共通原理があります。20世紀の科学は、こうした共通原理や基本原理の研究や発見に重きが置かれてきました。この原理の発見によって、例えば大腸菌とヒト、さらにヒトと同じ遺伝子を97%持つチンパンジーの生命を構成している基本分子は同じもので、地球上のすべての生物は同じ祖先から進化してきたことがわかりました。しかしいくら細かく分析してDNAがわかったところで、大腸菌とヒト、チンパンジーの違いはわかりません。結局さまざまな要素を統合、融合しないと、多様性や複雑性の説明はできないのです。また世の中の現象は、場所や環境などTPOに応じて各要素が相互作用し変化して全体を作り出しています。複雑な現象を縦軸・横軸で見たり、相互にオーバーラップさせながら説明することが21世紀の科学の一つの役割だと考えています。このため、その解答も1つのベスト・ソリューションではなく、複数のベター・ソリューションズとなります。私の研究領域の広がりはいくつかの考えが基になっています。

三村 黒田さんと同じような疑問を持って、統合化、融合化という視点で研究を進めるのが自然の流れだと思うのですが、日本ではそうした科学者が



ブダベスト宣言採択10周年を記念して開催された「世界科学フォーラム2009」で講演される黒田先生

少ないのはなぜでしょうか。

黒田 日本の教育システム、例えば大学では一度研究室に入ったら他の研究室に移籍しにくいですし、同じ研究を深化させたほうが論文も出しやすい。こうした事情が背景にあるように感じます。一方で化学の世界から見ると、生物も非生物も結局は似たような分子からできています。こうした縁の下での力持ち、基礎的研究領域だからこそ、統合化、融合化に取り組みやすいという素地があったのかもしれないね。

自分の立ち位置を理解できる“教養”を

三村 「社会のための科学」の理念を実現するためには、何が必要だとお考えですか。

黒田 社会が抱えるさまざまな問題解決のためには、目的志向型研究と将来思わぬ飛躍に結びつく純粋基礎研究の両方が必要です。そしてどちらの研究においても、科学者には“教養”が求められます。ここで言う教養とは、『源氏物語』を原文で読める教養ではなく、広い空間軸と長い時間軸で、宇宙の誕生から素粒子の世界まで広

い視野からとらえ、現在の自分の立ち位置を理解する、そして相手に対する思いやりを持つことのできる能力です。純粋な基礎科学研究をやりながらも、そうした教養を持つことで、社会に役立つ新たな発見やブレイクスルーを実現することが容易になると私は考えています。例えば、マイクロ波の研究過程で水の共鳴振動を見て、ガスも火も使わない人にやさしく安全な電子レンジの発想が生まれました。科学研究の現場にある発見や新技術の芽を見逃さないためにも、科学者には“現代人の教養”をぜひ身につけてほしいと思います。

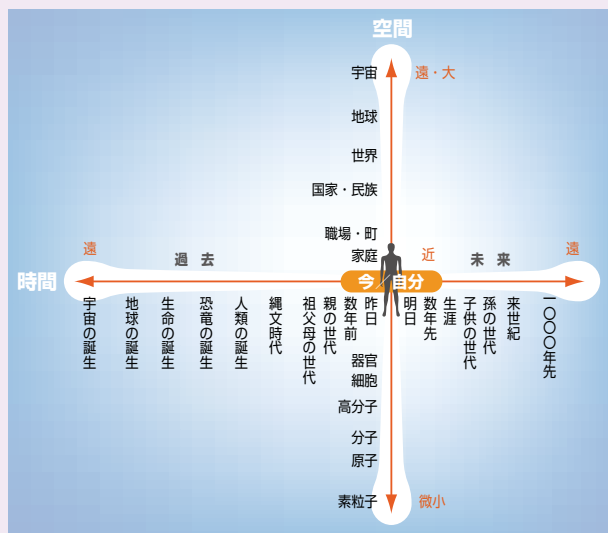
三村 もう一度大学に入り直したくはありませんが(笑)、先生の講義はぜひ受講してみたいですね。科学が高度化する中で、その成果を享受する個人も科学に目を向け、知識を得て自ら判断する力を身につけなければなりません。一方で科学者も、社会に対して科学がやっていることを発信し、説明して理解してもらう努力が必要です。また黒田さんは大学で、科学者と一般の個人の橋渡しをするサイエンス・インタープリター(※3)養成プログラムを作り、科学と社会の双方向な関係作り

を行う人材育成にも努力されていますが、実際の成果に結びつけるためには多くの知恵や工夫が必要ですね。

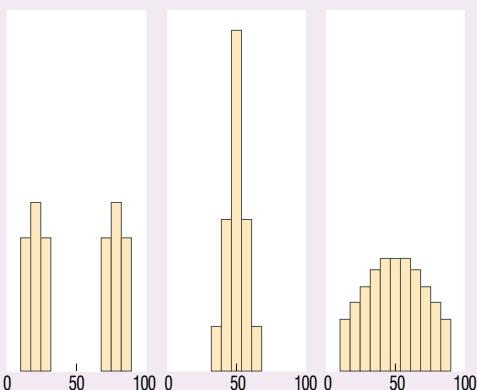
黒田 おっしゃる通りです。現在東京大学では、大学院生(一部社会人向け講座を夜間に開設)に、サイエンス・インタープリター養成講座を開設しています。東大全学の、文系・理系の大学院生を対象にした副専攻の位置づけです。受講する大学院生は大変だけれど、やりがいがあると言ってくれます。少人数教育をしています。ここで育った学生が触媒となって、日本、いや世界中にこの活動を広げてほしいと期待しています。「どうわかりやすく伝えるか」だけではなく、「何を伝えるか」を考えることも目指しています。科学の基礎知識や特質だけではなく、科学的なものの考え方も学びます。定量的な把握、平均と分布、統計の意味するところなどです。自然の素晴らしさに感動し、科学の基礎知識や特質がわかり、科学的なものの考え方ができ、人のことを思いやることができ、表現力があり、かつ英語で読み書き会話ができることなどを目標にしているので、大変欲張りですね。

また私が滞在したイギリスでは、例

空間軸・時間軸の概念図



科学的な考え方 平均と分布



同じ平均値でもいろいろなケースがある。どのように分布したものの平均かを知らなければ、その平均の値を理解したことにならない



※3 サイエンス・インタープリター：最先端科学の研究成果や社会的意味を一般の人に、また社会的な意味を科学者に、双方向で説明・解説する人材。専門用語の単なる直訳ではなく、問題を指摘して進むべき方向を示唆する解説・評論者。



えば、物理学者のファラデー以来180年の伝統を誇る英国王立研究所の金曜講話という場があり、超一流の科学者が専門外の人や子どもたちを対象に、「楽しませ、もてなし、同時に教育・啓発し、何よりもひらめきを与える」場をボランティアで提供しています。そうした取り組みも、科学を根付かせる土壌を育む一つの方法だと考えています。

三村 将来を予測して統合化、融合化といった観点から経営の舵取りをしなければならない企業経営者として、サイエンス・インタプリターの重要性はよくわかります。ただちょっと不満なのは、黒田さんはサイエンス・インタプリターとして、作家や評論家、ジャーナリストなど文科系の人材などとの交流を掲げられていますが、企業

の経営者が全く出てこないことです。

黒田 いいえ私たち研究者は、逆に企業の経営者の方々から大いに学ぶ必要があると感じています。企業経営者は研究者よりはるかに視野が広く、世の中の先の動きを見えています。例えば、IBMは流暢な英語で電話による顧客対応をしますが、そのコールセンターはインドのバンガロールにあります。安価な労働力の国際分業だけではなく、新たな発想で質の高いブレインワークの国際分業を目指しています。そんなことを考える学者・研究者はなかなかいません。

三村 企業では、経営者だけではなく社員の研究者も、学校などで講義することにやりがいを感じるといいます。社会全体で教育を支援し、企業人

として社会貢献したいという強い思いを持っています。各企業の取り組みをトップランナー方式で情報交換しながら、社会全体の教育の質を高めるお手伝いをしたいと考えています。

また中央教育審議会の会長として、常々感じていることですが、若い人たちの感性や創造性を伸ばしていくためのベースは、生きる力を身につけさせることだと思います。その上で重要な点は、一つには新しいことを経験させることによって感動の場を与えること、二つ目には異なった価値観や意見に直接触れて、自分なりに咀嚼・解釈する能力を身につけさせることだと思います。当社でも年間10万人の工場見学者を受け入れています。こうした活動を通じて、若い人たちに感動を伝えていきたいと思っています。

黒田 先ほどお話しした自分の立ち位置を理解することとも関係しますが、若い人たちにはぜひ、自分が生命体であることの不思議さをハングリーに学んでほしいと思います。そうすれば歴史への興味、未来への希望、親や先人への感謝の気持ちが自然に生まれてくると思うのです。自分の殻に引きこもっている暇はないと思います。

三村 今後、黒田さんも研究者としてはもちろん、科学と社会をつなぐサイエンス・インタプリターの代表として、さらにご活躍されることを期待しています。本日はありがとうございました。

(この対談は、2009年11月19日、当社南平台公邸で行われました)



サイエンス・インタプリターの社会人向け講座風景



イギリスの旧20ポンド紙幣裏面に印刷された物理学者マイケル・ファラデーの肖像。その左側には、彼が金曜講話で講義する情景も描かれている。世界的に見て、紙幣に使われる肖像はその国民にとってなじみの深い人物だが、日本では2004年度に野口英世の肖像が使われるまで、科学者が紙幣に登場することはなかった