

1993年 日本国際賞受賞記念講演会

日本国際賞の受賞を記念して、プレス及びマリス両博士による記念講演会が、東京で開かれました。学者、研究者、一般市民など多くの方が聴講され、受賞者の講演に熱心に耳を傾けました。

1993年4月30日(金) 14:00-17:00

六本木「日本学術会議講堂」

主催者挨拶：伊藤正己 (国際科学技術財団理事長)

受賞者紹介：岩佐義朗 (京都大学名誉教授)

講 演：フランク・プレス博士

「科学、幸運そして社会」

受賞者紹介：豊島久真男 (大阪大学微生物病研究所長)

講 演：キャリィ・B・マリス博士

「核酸、すなわち生命に関する情報源」

科学、幸運そして社会

フランク・プレス博士

全米科学アカデミー総裁

まず最初に、1993年の2つの日本国際賞のうちの1つに選んでいただいた国際科学技術財団に感謝いたします。この栄誉は、さまざまな国の同僚の研究者の方々の援助なくしては得られなかったものと考えます。そして、私のためにこのように力を注いで下さいました友人すべてに感謝いたします。アインシュタインは「科学の分野では…個々の研究は、先人や同時代の研究と深い関係があるため、その研究は彼の世代で、ほとんどその人のみで出来上がったものではないことが分かります」と述べています。日本国際賞は、同じような研究を行っている数多くの研究者の中で社会的に貢献している人に授けるといふ、他に類のない賞です。アインシュタインの意味からすれば、この賞は人類にとって良い状態のために彼らの斬新な知識と努力を惜しまない同世代の科学者や工学者に注意を向けるという意味もあります。現在の日本、アメリカをはじめ、その他の数多くの国の科学者は、自然災害からの犠牲者を減らしたり、多くの国で頻発する飢餓をなくすために緑を回復させたり、人類のさまざまな病気と闘ったり、新しい技術や産業により仕事の機会や富を創造したり、武器の制限や削減を促進させたり、その他多くのことを行ってきました。

この講演では、私の経験から、この40年以上に亘るアメリカの科学の発展の概要についてお話ししたいと思います。この期間は、科学の「黄金時代」と称されてきました。私はまた、かつてないこの期間を、人間のより良い状態を求めて創造された新しい知識を利用した時期と位置づけています。

1940年代以前は、アメリカは技術力の面で強い立場にあり、工業生産でも優位に立っていましたが、西側ヨーロッパに比べて科学の分野では比較的弱い立場にあったと言えるでしょう。基礎科学のほとんどは、(人類愛に支えられた)大学や、二、三の会社研究所で行われました。政府の個人的な基礎科学研究への支援は重要視されていませんでした。ある人は、当時のアメリカは現在の日本であると言っています。

第二次世界大戦の結果を決定するに際し、アメリカの科学者の役割は報いられました。彼らは、政府に対して影響ある地位にあると考えられていました。経済成長や国家機密に力を果たす彼らの科学的見通しは、連邦政府の説明として受け入れられ、科学はそれらを援助するための基本的信頼性を持っていると考えられました。この援助により、第二次世界大戦終了後から現在までの間は、科学の黄金期となり、そのため科学者として働く人の数が飛躍的に増大し、無尽蔵とも言える政府からの資金援助によって拡大して行きました。アメリカの大学研究機関システムは全盛となり、それに続き、創造性も飛躍的に拡大し、ほとんどすべての科学分野に広がる発見がもたらされました。アメリカは、科学分野で急

速に世界のリーダーシップを得たように見なされていました。

私の経歴は、この歴史背景を反映しています。私の最初の研究は、国立地理学会やアメリカ地質学会などの民間から援助されました。政府からの割合が増大するに従い、それまでの民間ベースのものは海軍研究所や国立新科学財団などの連邦政府からのものに置き替わりました。連邦政府からの気前の良い援助のお蔭で優れた機器を購入できるようになりました。検知器を並べ、爆発や地震などで発生した弾性波を利用して海底や大陸の地殻を探查しました。このようにして、良質で大量の地球物理データが得られ、それまでに可能であったものよりも詳細に地球内部を探查することができました。この時期は、アメリカのほとんどすべての優れた科学者がこの研究を行っていました。当時、私のような若い科学者が、新しい機器を設計・使用したり、ちょうどその頃利用できるようになったコンピュータを使用して自分だけのアイデアを押し進め、独自の研究者として研究することができました。私は、後に研究面でパートナーとなるすべての技師や大学院生、博士課程修了者を指導することができました。日本やロシアからの科学者と共同研究することもできました。これらすべての経験は、私の科学者としての生産性を高めるのに大いに役立ちました。数万人のアメリカの科学者は、この期間にそれぞれのキャリアを見出すことができます。これがアメリカの科学の黄金期の真髄です。しかし、これはまた、人間性向上のための応用科学面でも黄金期でした。

偉大な国家は、文化的努力や新しい知識を求めた知性の探求を支援する責任があります。しかし歴史は、基礎科学や工学分野で、初期投資に比べて付随的でしばしば掘り出し物の利益が研究からもたらされていることを語っています。これは、生産性の向上または新規生産の創造の経済的な見地から凶られ、人間面からは、健康を増進し、環境へのより深い理解、自然災害の理解または自給率を高める国を増やすことで押し量られます。多くの科学者と共に、私は基礎地球物理科学分野に関する研究は、社会的に重要なものであることが分かりました。私が若い科学者として参加していた、モーリス・エーウィングの指導による海底探査チームは、沖合の油田探査技術の先駆となりました。私と他の人が大陸の地殻探査に使用した検知器の整列技術は、原子爆弾実験禁止条約の振動検知のための基礎技術となりました。そして、私と他の研究者が私たちの方法論を利用して、地震と火山に関して学んだことは、自然災害削減国際10年に提案されました。これは恐らく私の達成された最も重要な成果です。基礎科学と工学社会に寄与した例をここで詳しく示します。

工業発展への貢献 以下に示す項目は、基礎科学と工学研究から導き出され、商業的に重

要な研究の大部分はアメリカの大学の研究から完成されたものです。

近代農産物：ハイブリッド作物、機械による収穫、コンピュータ化した作物収穫に関するデータベース

バイオテクノロジー

薬品設計

磁気共鳴画像システム (MRI)

ペニシリンをはじめとする数多くの抗生物質

数多くの重要な触媒

数値制御による工作機械 (NCマシン)

デジタル信号処理 (通信、油田探査、コンパクトディスクに応用)

プログラム格納方式コンピュータ (すべての近代コンピュータの基礎)

周波数変調 (FM)

メーザーとレーザー

イオン注入 (半導体デバイスの製造時)

ワークステーションコンピュータ

プラズマエッチング

縮小命令セット計算 (RISC)

人工知能とニューラルネットワーク

コンパイラ

ワードプロセッシング

イメージプロセッシング

機器着陸システム、ロラン航法、慣性航法

原子力エネルギー

科学技術に関するその他の貢献 例えば、病気の克服、環境に関する理解、食料の生産に関する寄与。

自然災害軽減への貢献 1992年はアメリカで最も悪い自然災害が発生したときでした。資財の被害は甚大でしたが、犠牲者の数は少数でした。我が国では、このことにより多くのことを学び、建築基準を改善し、警告を発したり、危険地帯から避難させ、災害後の救援を迅速にし、犠牲者を最小限にすることに成功しました。

しかし、世界の人口の三分の二が住んでいる貧しい国々で、荒廃した大地を見てきまし

た。単一の災害では、経済的發展を5年間停滞させます。これらの損害を“10年間”で大きく減らすことができます。例えば、2000年には、すべての国で災害リスクの防止、準備計画の評価、広域地方単位の警報システムが稼働するようになるでしょう。地表の動きの量に適合するための設計パラメータがあります。先進のレーダー技術により、トルネード(竜巻、暴風雨)や他の気象災害を予測する能力は大きく発展しました。流域のコンピュータモデル解析により、より正確な洪水警戒態勢を導出します。最新の火災コード、ダム安全基準、地震コードその他の技術があり、これらが助けになります。トレーニングも用意され、これらの技術は、援助が必要な国々に技術移転することも可能です。

人類を代表して、科学者や工学者がその能力を発揮するのは天職です。

核酸、すなわち生命に関する情報源

キャリイ・B・マリス博士

アトミック・タグズ社創業者・研究担当副社長

今世紀になって私たちが知る地球上の生命は、核酸というやや不運な名前と呼ばれる、極めて長い鎖状の分子に関連づけられています。この用語は、核酸の構造や機能がまだ完全に理解されるずっと以前の1899年に作られました。体内の細胞にほとんど持っていないため、手に落として無駄にしたくないもののように見えます。後にこれは誤った名称であることが分かりました。私たちが知り得る限り、地球上のあらゆる生き物のすべての細胞の中に核酸があります。すべての生き物の大部分の構成は、長い鎖状の分子に対する簡単な命令から発生しています。さらに、それで十分でない場合は、それを生んだ生命体によって、現在まだ利用されていない分子の上に多数の情報が存在します。これは、屋根裏部屋の古いトランクのように、その生命体の過去を示しています。核酸に代わる、より適切な名前は、マグネシウム記録体または情報体などが考えられますが、情報体分子の概念は1950年代の終わりになるまで真価を認められませんでした。

生命に関する新しい理解や情報分子の鎖は1930年頃に作り上げられました。量子力学のメカニズムを創った最も優れた物理学者、アーヴィン・シュレーディンガーは、「生命とは何か」という小冊子を書き、その中で「どのように似たものは似たものを生むだろうか」という疑問を呈しました。この命題は最初、旧約聖書に述べられていたのですが、詳細な機構については記述されていませんでした。これについて、チャールズ・バベッジ、ジョン・フォン・ノイマン、アラン・チューリングなどの、コーディング命令を並べた表により動作するといった革新的な能力を備える計算機を既に考案していた人たちが考えていました。世代から世代へとシンボル情報を生み出す長い鎖状分子の考え方は、奇妙で真剣に考えられるものではなかったのですが、彼らは生物学者ではなかったのです。生物学者の多くは、「似たものは似たものを生むのだろうか」という命題は解けないものであり、自分たちが生きている間には解明されないものであろうと考えていました。オズワルド・アーヴェイに始まり、詳細な研究が1950年代に現われました。彼は少なくとも1例を掲げて、遺伝物質は核酸であると証明しました。

その当時は、核酸は“核からの酸”という名前が意味していないことを知らなかったため、それは多くの人からすぐには受け入れられませんでした。誰もこれが地球で発見された中で最も美しく複雑で長い鎖状分子であることを知りませんでした。2つの素晴らしい性質を持つ、デオキシリボ核酸に対して、その構造を主張したときに、フランシス・クリックとジェームズ・ワトソンがやっと満足のゆく解答に到達しました。この分子は、大量の情報をエンコードでき、その返答のための台座として働くことができると考えられまし

た。これは子供を生めるのです。この構造の中に、昔からの自己生産という疑問の答えが存在し、正にこれが生命の本質なのでした。ワトソンとクリックは、1953年発行のネイチャーに発表し、これはこの科学論文の中で根本から覆される発見のほんの一部であることも述べました。彼らは、「私たちが存在を仮定した特殊な対は、直ちに遺伝物質のコピー機能を示唆するものであるという私たちの主張から逃れられないでしょう」と書きました。

今日、自分の家においても、数字の表示から、エリック・クラブトンがギターを弾きながら恋心を歌うレコードのはてまで、長い情報の鎖の中に囲まれています。今やこのことにはもう慣れてしまっています。私たちのほとんどは、フロッピーディスクやCD、テープレコーダ、さらには古い78回転レコードでさえ、長い鎖状の情報を保管・回復できる適切なコイルに組み合わせる機構であることを知っています。

分子を作る長い鎖状の情報は、現在では完全に理解されていますが、私たちの疑問点は、存在を知ることだけでなく、さらに先に向かっていました。それらが主張していることを知り、操作をしたり、壊れた一部を修復したり、新しいものを作成したりするのを望みました。

しかし、長い鎖状分子は、その作業を行うのはたやすくありません。鎖は短くて複雑な形状で壊れたり、例えばインシュリンをエンコードする遺伝子のように、人間のDNAの特別な領域を試験しようとする、それによく似た、周りの100万にも及ぶ分子を見ることになります。DNA構造の発見から長い間、その詳細情報は少しずつしか解明されていません。その後、分子クローニングが現われました。この技術により、分子生物学者は特定のDNA鎖を分離し、製作し、エンコードされた蛋白質を多く作りました。生物学はとても魅力的となり、バイオテクノロジーは新しい産業に発展しました。それでも、特定のDNA鎖を分離することは長くて退屈な過程が必要であり、操作できる範囲は限られています。

1983年に、私は自家用車のホンダシビックをサンフランシスコから、海沿いの山中の北のメントシーノ郡に向けて運転していました。季節は春で、カリフォルニアトチノキは満開でした。湿度の高い淀んだ空気は、トチノキの香りですばいでした。私は次の週に行う実験のことを考えていました。時間は真夜中で、山の中を左右にくねる道路を走行しながら、私の頭は夢を見ているようにぼんやりとしていました。ふと急に、後にポリメラーゼチェーン反応と命名するエレメントが頭の中でまとまりました。私はその新しい考えや、既知の要素の新しい組み合わせの可能性を発見する雰囲気を感じていました。私はPCRを求めて研究していたのではなかったのですが、それを発見してしまったのです。私はホン

ダを停めました。1～2分もすると、私は何か素晴らしいものを発見したのだと確信しました。私は助手席の彼女を起こそうとしましたが、それまでに何度も私から、斬新なアイデアを聞かされてきましたが、そのほとんどは、朝の陽光と共に霧散してしまっていました。そこで私は朝まで一睡もせず待つことにしました。しかし、PCRのアイデアは消え去りませんでした。

その数か月後、私は研究室で研究をしていました。

今や、それからほぼ10年が経とうとしています。PCRは、ほとんどの生化学者になくならない標準のツールとなっています。これは、DNA化学に対して、ワードプロセッサが浄書のためのものであるのと同様な役割を担っています。取り扱いが複雑で困難な長い鎖分子からPCRは少量の、順序の整った、反応の良いDNAをどのような大きさでも、どのような量でも作りだすことができます。それらを繋いだり、切り分けたり、何かを追加したり、逆に何かを削除したりすることができます。

DNAの扱いに慣れてきており、そこに含まれる情報のすべては私たちの手の中にあります。私たち人間のDNAや遺伝子は、1,000冊分の本、かなりな量のライブラリーと同程度の文字を有しています。これは、私たちの物語なのです。それらの文字を私たちの細胞の中に入れて運搬しているのです。その一部は個人に特有のもの、他の一部は一般的なもの、そしてすべての人に見られるものなどもあります。それらは、私たちの健康や病気について告げてくれます。この中から私たちは個人の過去の履歴を見ることができ、それを賢明に利用すれば、すべての人類の平和と発展に向かって、私たちの将来に直接役にたつものとなることでしょう。