科学

(火・金 掲載)

kagaku@asiahi.com

日本の化学 巨星の系譜

今年は世界化学年

マリー・キュリーがノーベル化学賞を受けて100年となる今年は「世界化学年」。化学賞を7人が受賞した日本の化学研究は世界をリードする存在だ。その化学者たちの次の大きな目標のひとつが、植物の光合成を人工的に作り出すこと。「空気からパンを作った」と言われたアンモニアの合成のように、二酸化炭素(CO_2)を資源に変えようとしている。(東山正宣)

次の目標 人工的な光合成

「植物がしている光合成を、また人工的にできないのは化学者の恥。CO_2をリサイクルできれば、空気中から減らせ、資源にもなる」。ノーベル化学賞を受けた米パデュー大の根岸英一さんは人工光合成の重要性を繰り返す。

欧米の研究機関のまとめによると、地球の植物は、人間が使うエネルギーの10倍を使って光合成しているが、それでも太陽から地球に注ぐエネルギーの1千分の1。人工光合成でCO_2を分解して資源を作れれば、化石燃料に頼らない社会の実現の可能性がある。

化学者はこれまでにも、空気から資源を生み出したことがある。いずれもノーベル賞を受賞したドイツのフリッツ・ハーバーとカール・ボッシュは1910年ごろ、空気中の窒素に水素を、触媒を使って高温高圧で反応させてアンモニアをつくる「ハーバー・ボッシュ法」を生み出した。アンモニアは肥料の原料。これで農作物の収量は飛躍的に増え、増加する世界人口を支え、「空気からパンを作った」と言われた。

人工光合成はどう実現するのか。植物の光合成は、太陽の光をエネルギーにして、CO_2と水から酸素とでんぷんなどの糖を作り出す。CO_2を分解して、化学製品の材料になる一酸化炭素と酸素にする反応は、すでに開発されている。ただ、植物のように太陽光をエネルギー源にして反応させるのは難しい。考えられているのが2段階に分けた方法。まず、太陽光で水を分解して水素を取り出す。水素とCO_2と反応させ、メタノールなどの有用な資源を作る方法だ。すでに、後段は確立されている。

水素を取り出すのは、東京理科大学の藤嶋昭学長らが、1972年に発表した「本多―藤嶋効果」がヒントになる。水に浸した酸化チタンに光を当てるだけで水を水素と酸素に分解した。だが、まだ資源となるほど水素を効率的に作れていない。

解決策の一つとして、東京大大学院工学系研究科の堂免一成教授らが取り組んでいるのが、太陽の光を効率的に利用できる新しい触媒の開発だ。タンタルなどの化合物を使い、光をエネルギーに変えられる割合が1990年代に0・03%だったのを、近年は0・2%まで高めた。これが数%になれば実用化も見えてくる。

研究室の前田和彦助教は「日射量が多い砂漠に500平方のプールをつくって水素工場にすれば、2050年に必要なエネルギーの3分の1をまかなえる計算だ」と話す。

100年前すでに世界レベル

日本人のノーベル化学賞受賞が相次いでいる。ここ30年は英仏を上回り、米国に次ぐ2位だ。

「どうして急にノーベル賞を量産できるようになったのですか」

東大大学院理学系研究科の中村栄一教授は、中国で講演するたびに質問されるという。自然科学系の受賞を狙って科学政策を進める中国は、その「ノウハウ」が知りたいようだ。

「日本の化学は150年の歴史がある。池田菊苗がグルタミン酸を、鈴木梅太郎がビタミンを発見したのは100年以上前。一朝一夕にとれるようになったわけじゃない」

中村教授によると、日本の化学は1861年、徳川幕府が西洋の学問を研究するためにつくった「蕃書調所」の化学部門「精錬方」で始まった。東大理学部化学科の前身となった。東大構内には、実験中の事故で視力を失いながら、1873～99年まで日本の化学を指導したエドワード・ダイバースの像がある。

東大で池田は1908年、うまみ調味料につながるグルタミン酸を昆布から取り出し、特許をとった。2年後、農学部にいた鈴木がビタミンを発見した。同時期に医学部の長井長義はエフェドリンを発見、工学部の高峰譲吉はアドレナリンを結晶化した。当時、ノーベル賞は欧州色が強く、いずれも受賞には至らなかったが世界レベルの功績だ。

東大大学院工学系研究科の野依良治教授が注目するのは、トヨタグループの創業者の豊田佐吉が、将来の必要性を見越して1925年に公募した「佐吉電池」。「100馬力で36時間運転でき、重さ60貫(225キログラム)、容積10立方尺(280リットル)以内」の性能を求め、100万円の懸賞をかけた。初任給75円の時代、現在の30億円に相当する金額だ。

佐吉が求めた性能は、現在の電池の50倍にあたる。原理上、「金属空気電池」なら達成できるが、水分に触れただけで爆発を起こす金属リチウムと液体を接触させる必要があり、実用化にはいくつも壁がある。

現代、水素の原子まで顕微鏡で見えるようになるなど、近年は原子や電子一つずつの振る舞いも分かるようになってきた。理論の予測やコンピューターによる試行錯誤でもの作りをする時代になりつつある。

水野教授は「佐吉は、高い理想と先見性を持った挑戦者。公募から100年になる前に実現したい。日本には世界をリードする化学者がたくさんいる。できるはずだ」と話している。

子どもが体験 化学の面白さ

世界化学年の今年、最先端の研究についての講演や、子どもたちに化学の不思議や面白さを体験してもらう催しが全国で開かれる。

ノーベル化学賞受賞者の講演、探査機「はやぶさ」が持ち帰った小惑星「イトカワ」の微粒子の分析についての解説、夏には主に小学生を対象に「夏休み子ども化学実験ショー」もある。

詳しくは、世界化学年日本委員会のホームページ(http://www.iyc2011.jp/)で。

化学―物質を探求する旅

(●=化学賞受賞。敬称略)

1908年 池田菊苗が昆布からグルタミン酸を取り出す

1910年 鈴木梅太郎がビタミンを発見

1911年 ● マリー・キュリー。ラジウムとポロニウムを発見した功績でノーベル化学賞を受賞

1918年 ● フリッツ・ハーバー。アンモニアを合成するハーバー・ボッシュ法の確立。カール・ボッシュも1931年に受賞

1925年 豊田佐吉が「佐吉電池」を公募

ノーベル賞

ダイナマイトを発明したアルフレッド・ノーベルの遺言で1901年に始まった世界的な賞。物理学、化学、医学・生理学、文学、経済学、平和賞の6部門がある。平和賞を除き、一度に共同受賞できるのは3人まで。日本人の受賞者はこれまでに18人

授賞式…… ノーベルの命日の12月10日

賞金…… 2001年以降は1千万スウェーデン・クローナ(約1億2千万円)

ハーバー・ボッシュ法

窒素と水素からアンモニアを合成する方法。アンモニアは肥料の原料になる

佐吉電池

「100馬力で36時間持続運転でき、重さ60貫(225キログラム)、容積10立方尺(280リットル)以内」

初任給が75円だった1925年、100万円の懸賞金で公募。現在の価値で約30億円

第2次世界大戦

1981年 福井謙一。化学反応過程の理論的研究

2000年 白川英樹。導電性高分子の発見と発展

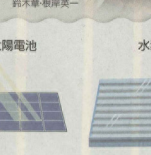
2001年 野依良治。キラル触媒による不斉合成反応の研究

2002年 田中耕一。生体高分子の同定および構造解析のための手法の開発

2008年 下村脩。緑色蛍光タンパク質(GFP)の発見とその開発

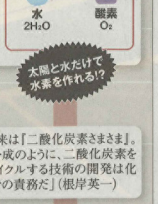
2010年 鈴木章・根岸英一。有機合成におけるパラジウム触媒クロスカップリング反応の共同開発

2011年 マリー・キュリーが受賞してから100年になる2011年を世界化学年と決めた



人工光合成

植物が太陽の光で水と二酸化炭素を分解する光合成を、人の手で再現する試み



「本来は『二酸化炭素さまさま』。光合成のように、二酸化炭素をリサイクルする技術の開発は化学者の責務だ」(根岸英一)

未来のかたちとは…

1916年に建てられた東京大の化学東館と日本化学の父、エドワード・ダイバースの像

高効率太陽電池

水素工場

電池自動車

グラフィック・下村 佳絵 / The Asahi Shimbun