

 <p>RIKEN Since 1917</p>	<p>理化学研究所和光研究事務所 の見学と講演会の報告</p> <p>SCE・Net エネルギー研究会</p> <p>原 晋一・紫垣 由城*</p>	<p>R-65</p> <p>発行日 2020.01.17</p>
---	--	---------------------------------------

* (“講演：バイオプラスチック”の項)

晩秋、雨上がりで寒さも和らいだ 2019 年 11 月 27 日（水）午後 2 時から 5 時に亘り、エネルギー研究会主催の、理化学研究所和光研究事務所での講演会と理研の歴史ギャラリーの見学を実施した。参加したのは総勢 17 人の SCE-Net 会員及び支援企業社員であった。

講演は、いま開発が最も望まれる、バイオ技術によるプラスチック関連技術と、再生可能エネルギーによる水素等の触媒開発に関する技術であった。また見学は、100 年を超える輝かしい歴史を誇る理化学研究所の歴代の研究者や成果を一堂に展示した、理研歴史ギャラリーの見学であった。



1. 理化学研究所の歴史

理化学研究所と言えば、まず頭に浮かぶのは大正から終戦にかけての世界に名を残す科学技術に関する発見・発明と、その成果を基にした多くの企業体の形成であり、戦後は、日本の科学技術の基礎的研究実施による技術立国のインキュベーターとしての活動である。これらを、時代と共に変化して来た理化学研究所の事業形態ごとに表すと次のようになる。

(1) 財団法人理化学研究所（1917年～太平洋戦争敗戦処理大詰め）

物理学、化学、工学、生物学、医科学など基礎研究から応用研究まで行なう“日本で唯一の自然科学系総合研究所”として、1917年に、タカジアスターゼの発明やアドレナリンの発見で有名な高峰譲吉や政財界の重鎮渋沢栄一等の発起で設立された。所在地は駒込であり、研究開発成果を基にした企業や関連分野の事業を行う企業を傘下に持つ事業団も形成した。

この間、ビタミンの発明（鈴木梅太郎）、地球物理学やX線回析等物理学研究（寺田寅彦）、原子物理学研究と土星型原子モデル発明（長岡半太郎）、グルタミンソーダ発明（池田菊苗）、磁石鋼発明（本多光太郎）、サイクロトロン制作等原子物理学研究（仁科芳雄）、中性子理論発見（湯川秀樹）、量子電磁力学研究（朝永振一郎）など多くの発明・発見と人材を輩出するとともに、第3代所長大河内正敏の下、現在のリコーや、宇部マテリアルズや、協和発酵キリンや、リケン等の基となる、理研コンツェルン企業グループ（ピーク時には63社を数える）、を形成した。

(2) 株式会社科学研究所（1948年～1958年）

旧理化学研究所の原子物理学者である仁科芳雄等による理研存続に関するGHQへの働きかけにより、株式会社として発足し、ペニシリンやストレプトマイシンの製造販売と、科学研究を行った。しかし、財閥解体に伴う関係各企業の独立による資金難や3次に亘る組織体制の変更等もあり、研究開発の成果は限られた。尚、湯川秀樹と、朝永振一郎のノーベル賞受賞はこの年代の出来事である。

(3) 特殊法人理化学研究所（1958年～2000年）

科学技術庁の設置に伴い、その傘下の“新技術の開発組織”として発足。同時に所在地を駒込から和光に移転した。この時、エレクトロニクス、物理・化学の理論分野の強化により、フロンティア研究システムを形成した。また新しく脳科学総合研究センターとゲノム科学総合センターを導入し、これらの共同研究システムを形造った。また、ノーベル賞受賞者等の参加による、研究開発方針・目的や成果の評価システムも設定した。

顕著な活動・成果としては、大型放射線光施設（Spring-8）の設置により共同研究体制を推進した事、ゲノム研究でヒトゲノムDNAの11、18、21番染色体塩基配列を解読しヒトゲノム完全解読し、寄与した事、医学部門で脳科学研究において小脳機

能原理の解明を行った事、工学部門成果として薄板深掘加工技術の開発で自動車産業の発展に貢献した事、酵素によるアミノ酸合成技術の開発等、多くの科学技術分野における貢献が有る。

(4) 独立行政法人理化学研究所 (2000 年～2015 年)

行政改革大綱に則り独立行政法人となった。この時、理研は“我が国の中核的総合研究所である”とされた。新たに植物研究センター、発生・再生化学総合研究センター、遺伝子多型研究センターを導入した。また、プロジェクト型とインキュベーター型を分け、社会変化にも対応可能かつ、将来を見据えた研究体制とした。また、この年代において国内で和光の外 4 か所、国外には英、米にも研究拠点を設置した。

顕著な成果としては、完全長 RNA 解読やたんぱく質構造解析、重イオン加速器による海藻類の高品質化、再生医療研究による網膜細胞移植化、高免疫力乳酸菌の発見や、高グリップ・高耐摩耗・低燃費タイヤ用添加剤の開発等が有る。

(5) 国立研究法人理化学研究所 (2015 年以降)

独立行政法人法の一部改正に伴い、“中長期的視点に立つ科学技術研究開発の最大限の成果を確保することを目的とする”として、国立研究開発法人となった。また 2016 年には”世界水準の研究開発成果を創出する特定国立研究開発法人“となった。研究活動運営の方向としては、大学、企業では困難な研究開発を遂行する事、及び、産官学が結集する場を提供する事とした。また、新しい分野として AI 研究が導入されて革新知能統合研究センターを設置した。

顕著な成果としては、113 番元素ニホニウム (Nh) の新発見、滲出性加齢黄斑変性に対する他家 iPS 細胞由来細胞の移植手術実施等が有る。

2. 講演

(1) 演題：「バイオマスの研究と将来の実用化」

講師：環境資源科学研究センター、バイオプラスチック研究チーム長：阿部英喜氏

バイオプラスチックと言っても、原料モノマーとして生物由来の物質を用いて重合させるバイオ由来プラスチックの研究開発という内容であった。

高分子としては、主鎖にエステル結合もしくはアミド結合、或いは両者を導入する為、加水分解特性を有するという事では生分解性プラスチックである。しかし、その加水分解性は、ポリ乳酸等と比べて極めて遅い。遅いが故に、使用期間中に劣化することが少ないため、汎用プラスチックの代替として期待できる。また、分子構造設計により、加水分解酵素のアタックのし易さを制御可能である。更にこの制御を活用すると生分解性開始のスイッチとして流用する事も可能である。

この開発では、この高分子の主鎖内の官能基は分子設計により、ランダム配列ではなく、ポリマー結晶をイメージして意識的に規則的、周期的に配置される。具体的には、予め複数の異種モノマーを設計に従って繋いだ最小ユニットとなるオリゴマーを合成し、これを縮重合させて、デザインされた高分子を得る事を可能とした。

この規則配列により、ポリマーは結晶性を有し、その結果、融点がエンブラ並みに高いポリマーの合成も可能とした。また、この規則配列によって、分子が容易にパッキングし易い構造になり、その結果、高融点化に加えて、結晶の密度が 1.7 近くの高強度ポリマーも合成出来ている。

以上のように、生物由来のモノマーから分子設計により高強度、高耐熱性、ポリカーボネイト並みの透明性を有する樹脂など、様々な特性を発現する優れた樹脂の合成法を確立できた。

感想：汎用樹脂に劣らない特性を有する合成法確立は素晴らしい成果である。ただ、汎用樹脂代替を目指すといきなり価格競争となる。事業化には安価に製造する量産設備の開発と、高付加価値用途の探索が重要となるだろう。ポリマーの設計という観点からは、非常に興味深い成果であるが、工業的観点からは、反応速度が遅いため、生産性は劣ることになるだろう。

(2) 演題：「希少金属を使用しない触媒反応」

講師：環境資源科学研究センター、生体機能触媒研究チームリーダー：中村龍平氏

「高活性な触媒は、反応が起こる前の物質（基質）と触媒の吸着エネルギーの間には最適値がある」という 1911 年に Paul Sabatier が提唱した固体触媒金属選択に関わる触媒理論が有る。それは平衡反応状態での異なる触媒金属下の反応において白金触媒が最も高い活性があり、その最高反応活性に対応する吸着エネルギーに最適値がある事から説明されている。そのことから、一般的に白金が最も高い活性を得ることのできる触媒金属であると考えられて来た。

しかし、中村氏のチームは、実用状態では、触媒反応場に比較的多いエネルギーを加え、安価な金属を利用して反応速度を速くする事になるので、外部からエネルギーを加えた場合の反応速度から見た活性の極大値と吸着エネルギーの関係を検討すべきであると考えた。この考えを反応理論を基に数式化し、異なる触媒金属において評価した。その結果、白金以外の安価な金属、特に Mn、Fe、Ni 等 4 周期元素、においても外部から比較的多いエネルギーを加えた場合、白金と同等の反応活性を示すことを明らかにした。

水の固体触媒による分解反応においては、電気エネルギーを加えた場合、マンガンは

白金と同等の反応速度を持つことが出来ると推算されたので、酸化マンガンによる水の電気分解固体触媒での実験を行ったところ、反応開始後しばらくは順調に水分解が起こるが、しばらくした後、水の分解により酸性化した水にマンガンが溶出し水がピンク色に変わり反応が低下した。その時、一旦通電を止めれば水のピンク色が消失し、即ち、マンガンの溶解が停止し、再通電すれば反応が復活することが確認された。この現象を解析して、マンガンの溶解を起こさない電気エネルギーの供給条件を明らかにし、供給過電圧を 489mV にすれば 10mA/cm²触媒表面の水分解エネルギーに相当する水素発生状態を少なくとも 350 時間安定的に保つことが出来る事を確認した。

なお、この反応条件では、太陽光モジュール発電効率を 40%とした場合、太陽エネルギーからの水素製造エネルギー効率は全体で 28%（触媒電気分解システムの効率は 70%）であるが、発生したガス（H₂と O₂）で固体触媒表面が覆われる現象が有り、これを改良すれば 35%程度にはできるとの事であった。

感想：各種固体触媒反応において触媒金属の選択を容易にすることのできる推算法を案出した事は評価できる。ただ、水の電気分解には従来の、触媒を使わない電気分解技術が有り、エネルギー効率も商業運転で 70%を越えているが、この触媒使用の水分解効率は 70%（将来予想 85%）であり、開発目標は示されなかったが、将来の実用を目指した開発技術としての性能は、これらの値より更に高い水分解効率の開発目標である事が期待される。

3. 全体感想

今回は、当エネルギー研究会の会員であり、かつ理化学研究所に勤務している、岩山氏にお願いして、理化学研究所と言う巨大な研究所について理解を得ようという事で、一般見学等では得られにくい個別の研究の講演会も通して、全体の姿を知ろうと、“見学・講演会”を企画した。そこで得られた感想は、理化学研究の長い歴史の中で、数多くの素晴らしい技術開発を実施すると同時に、多くの素晴らしい人材が研究に携わり、かつ長い歴史における困難な時期も乗り越えて、非常に重厚なソフトパワーを保持している事を、総体として、実感した。

ただ、“講演”で感じたことは、講演のテーマが持つ実社会での“かたち”が比較的既存的であることも原因であると思うが、今回の講演のテーマは、理化学研究所全体の現在の研究方針である“世界的にダントツである研究を行う”、という方向からはやや改良的だと感じた。理化学研究所の方針と個別の各研究テーマのあり様が、テーマ設定、および評価システムが、理化学研究所全体として、どのようなものか知りたいと思った。

尚、今後の方向として、「理研の研究テーマは世界ダントツでなければならない」との掛け声の下、科学技術研究の実施とその知見の伝播・共有化を図ると、している。このことは、今やっと皆に実感されて来た激しい気候変動と、AI と言う人間の意識も包

含した新しい社会に対応するには、その方向は不可欠な事である。

また、今後脳科学の研究や、新しく加わった AI の研究においては、人文科学の専門家の参加も加えて、科学的思考のもと研究を実施し、自然科学と統合していく事が重要であり、これが今後世界において日本が技術立国として向上していく上で重要ではないかと感じた。