

つくば、トップをねらむ か・エ・ンス・シ・ト・イ く・学・術・研・究・都・市・50年・筑・波・大・学・40年・T・X・10年…

連載第9回

作家 高崎哲郎

代表的研究所を訪ねる③

イギリスの文豪シェークスピアの悲劇『ハムレット』の第3幕第2場で、主人公の王子ハムレットは旅廻り劇団の座長に言い聞かせる。「そもそも芝居というものは今も昔も言わば森羅万象を鏡に映して（Mirror up to nature）善悪にそれぞれの姿を描いて示し各時代の社会の姿をつきりと映し出すことだからね」（市河三喜・松浦嘉一訳『ハムレット』より）。文豪の演劇觀を表現したことばとして著名だが、独立行政法人産業技術総合研究所（以下「産総研」）を取材で訪ね木漏れ日の中に芝生の広がる広大な敷地を散策した際、ハムレットの上記の台詞がふと思いついた。空飛なことかも知れない。私は産総研の研究開発が「森羅万象を鏡に映して」いるとの強い印象を持つたのである。

産総研の歴史は明治15年に設立された農商務省地質調査所にまでさかのぼる。その後幾多の変遷を経て、最終的に旧通産省産業工業技術院の15の研究所と計量教習所が統合・再編されて平成13年（2001）4月に産総研が創設された。同研究所が日本を代表する研究機関の一つであることを否定する人はいな

いだろう。「技術立国」日本のフロントランナー、日本の国益を左右する巨大な機関である。人類の進歩発展につながる産業技術の研究は分野を問わずチャレンジするのである。平成26年度の産総研の案内書は言う。

○基本理念・産業技術の向上を通じた社会の発展に寄与。

○ミッション・①持続的発展可能な社会実現への貢献、②産業競争力強化への貢献、③産業政策の地域展開への貢献、④産業技術政策立案への貢献、⑤技術経営力の強化に寄与する人材育成への貢献（以上5項目）。

組織の概要を見てみよう。収入研究ユニット数42（研究部門21、研究センター21）、職員数2938人（平成25年4月1日現在、研究職員2281人、事務職員657人）、その他のスタッフ（招聘研究員156人、ポスドク（博士号取得者で非正規職員）259人、テクニカルスタッフ1602人）。さらには産官連携制度等による受け入れ研究者等は約4500人に上り（平成24年度実績）、その内外国籍の研究者は約400人である。研究者らの経験や数から見ても日本を代表する研究所であることは間違いない。

さらに驚くべき数字がある。論文ランキン

ナノ粒子計測のための校正・試験用標準粒子の調査 地中熱利用に適した地域を示す地中熱ボテンシャルマップ ◇

産総研の第3期重要課題である。案内書には「21世紀型課題と解決」と記されている。

喫緊の研究テーマといえる。同書から引用する（内容は難解である）。

①グリーンイノベーションの推進（代表例：太陽光パネルの屋外暴露実験施設）

②評価／管理技術

③ライフ・イノベーションの推進（代表例：1滴の血液で健康診断）

④健康を守る

⑤健康な生き方を実現する

⑥生活安全を確保する

⑦先端技術開発への挑戦（代表例：ITによるサービス産業のイノベーション）

⑧先端通信デバイス／システム

⑨革新的材料／システム製造

⑩サービス産業支援

⑪知識基盤の整備（代表例：超高性能で小型化された標準抵抗器）

⑫産総研を拠点として研究開発、製品化、標準化等を効果的かつ効率的に進めてもうえられるように、産総研の「人」と「場」を活用するオープンイノベーション推進のための拠点機能を整備し、研究開発活動等を通じ

て異なる組織や人やその知が交流する協創場の形成を目指す

- ・共同研究件数：3260件（平成24年度）
- ②産学官連携拠点の事例
 - ・つくばイノベーションアーナテクノロジー拠点（TIA-nano）
 - ・太陽電池研究開発（つくばセンター、九州センター（産総研の地方センターのひとつ）、福島再生可能エネルギー研究所（FREA））
 - ・生活支援ロボット安全研究拠点（つくばセンター）
 - ・技術研究組合（参加組合数：19組合）

研究所に伺つて2つの研究現場を案内していただきたい。「太陽光発電」（研究者櫻井啓一郎氏）と「水をきれいに」（研究者根岸信彰氏）である。

太陽光発電工学研究センターには8つのチームがあるが、そのうちシステムチームは太陽光発電（PV）システムの健全な普及拡大を助ける研究を数多く手掛けている。例えば、左記のような課題に取り組んでいる。

・PVシステムの長期信頼性及び安全性に関する取り組み

PVシステムは一般に20年以上運用することが期待されている。最も重要な構成機器である太陽電池モジュールは利用者の目の届かない屋根の上などに設置されており、運転中は無音・無可動である。またPVシステムは周辺環境や時々刻々変動する気象の影響を受けた

巨大太陽光パネル（産総研）

いたいた。「太陽光発電」（研究者櫻井啓一郎氏）と「水をきれいに」（研究者根岸信彰氏）である。

太陽光発電工学研究センターには8つのチームがあるが、そのうちシステムチームは太陽光発電（PV）システムの健全な普及拡大を助ける研究を数多く手掛けている。例えば、左記のような課題に取り組んでいる。

・PVシステムの長期信頼性及び安全性に関する取り組み

PVシステムは一般に20年以上運用することが期待されている。最も重要な構成機器である太陽電池モジュールは利用者の目の届かない屋根の上などに設置されており、運転中は無音・無可動である。またPVシステムは周辺環境や時々刻々変動する気象の影響を受けた

低下や安全リスクの増大に気付きにくい面がある。

PVシステムはパワコン（インバータ）の運転を停止しても、光のある限り太陽電池モジュール自体は直流電圧を発生し続けるため、PVシステムを搭載した建築物の火災が発生した場合に、太陽光や作業用照明によって消火活動中の消防士が感電するリスクが潜伏している。

研究チームでは、上記のような課題に対し、異常の検出手法の開発・啓発さらには消防関係者用のガイドライン作成等を通じて、PVシステムがより安全に長期間発電を続けられることを目指した取り組みを種々進めている。

・PVシステムの発電量予測技術に関する取り組み

研究チームでは、気象データ等をもとに広範囲に設置されたPVシステムの発電量を事前に予測する手法の研究開発を実施している。これによりPVシステムが大量に連携された電力インフラにおいても発送電設備の計画運用がより容易になり、電力貯蔵等の機能の設備も最小限で済むことが期待される（産総研編集『トコトンやさしい太陽電池の本 第2版』（日刊工業新聞社）が参考になる）。

「この地球上には、キレイな水が手に入りにくいために、多くの人たちが病気などに苦しんでいる地域が、まだたくさん残っています。産総研では、光触媒を利用して水の浄化をするシステムの開発を行っています。地球のどこでも受けられる太陽の恩恵で、キレイな水をみんなが使って、病気が減つて生活が豊かになる、そんな未来をつ

ぐを見てみよう。①材料科学・世界順位9位、国内順位3位。②化学・世界順位14位、国内順位4位。③物理学・世界順位55位、国内順位9位。（トムソン・ロイター社2013年4月度研究機関論文ランキング、2013年4月16日発表）

研究分野と注目研究成果例を見てみよう。

①環境・エネルギー（13研究ユニット）、②研究成果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、③情報通信・エレクトロニクス（10研究ユニット）、④ナノテクノロジー・材料・製造（5研究ユニット）、⑤研究結果、重希土類元素を含まない高性能Sm-Fe-N焼結磁石、サルビア・能動的音楽鑑賞サービスSONGLE

胞、ヒト型口ポットでベンチワークを高度化開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑥環境・エネルギー（13研究ユニット）、⑦研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑧研究結果、RNAベクターでつくる高品質iPS細胞、RNAベクターでベンチワークを高度化開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑨研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑩研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑪研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑫研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑬研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑭研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑮研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑯研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑰研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑱研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑲研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、⑳研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉑研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉒研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉓研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉔研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉕研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉖研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉗研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉘研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉙研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉚研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉛研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉜研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉝研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉞研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉟研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉟研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉟研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉟研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉟研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉟研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉟研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ

リーエレクトロード（研究ユニット）、㉟研究結果、粘土膜（クレースト）からの機能材料開発、高エネルギー密度蓄電池用コバルトフ



くるための技術です」。

飲料水の汚染の原因は、主に細菌、農薬、工業廃水の混入、天然由来の有害物質等である。これらの物質の除去の手段として光触媒が考案されている。光触媒の動作原理は太陽電池と同じである。光エネルギーを電気エネルギーに変えるか、化学エネルギーに変えるかの違いしかない。このエネルギーを使って光触媒は周りにある有機汚染物質をCO₂まで分解してしまう。この光触媒の持つ性質を水処理に応用すれば、水をきれいにできるというわけである。発展途上国のは熱帯地域に位置している。太陽光を積極的に使うことが可能なである。上手に使えば安上がりである。各家庭1台のような設置方式も可能だという。大いに期待したい。

産総研ではこの他、地震や津波の調査研究でも大きな成果を上げている。紙面の制限で紹介できないのが誠に残念である。

独立行政法人国立環境研究所を訪ねた。産総研とはいささか立場を異にするが、こちらの研究開発も「森羅万象を鏡に映して」いると言断できる。つくば市の学園西大通りに面した正門から長い緑のトンネルを進む。広い敷地は木々の緑であふれてすがすがしい。やはり「環境」研究所である。同研究所には「憲章」がある。曰く、「国立環境研究所は、今も未来も人びとが、健やかに暮らせる環境を、まもりはぐくむための研究によって、広く社会に貢献します。私たちは、この研究所に働くことを誇りとし、その責任を自覚して、自然と社会とのかかわりの理解に基づいた、高い水準の研究を進めます」

環境研究所は昭和49年（1974）3月筑

波研究学園都市に発足した国立公害研究所を母体としている。幅広い環境研究に学際的かつ総合的に取り組む唯一の研究機関として設置された。平成2年（1990）7月全面的改組が行われ環境研究所が誕生し、同年10月地球環境研究センターが新設された。平成13年1月環境省が発足して、研究所内に廃棄物研究部が新設された。同年4月独立行政法人となり第1期中期計画を作成した。平成25年3月第3期中期計画を変更した。この間、平成22年8月には天皇皇后両陛下がご観察されている。両陛下は環境問題に強い関心を示されているのである。

同研究所では第3期中期計画に基づき環境研究の柱となる研究分野を設定し、8つの研究センターの下で、長期に継続的に進めるべき研究を含めて推進している。同時に喫緊の対応が必要な課題などについては研究プログラム群を設定して取り組んでいる。東日本大震災による環境汚染への対応と復興については、発生直後から災害環境研究として位置づけ、その中間的な報告は「東日本大震災後の災害環境研究の成果」として取りまとめホームページやメディアに公表した。大災害の被災状況を環境の視点からとらえた重要な報告書である。放射性物質による環境問題にも取り組んでいる（専門用語が少なからず出てくるがご容赦願いたい）。

8つの中核的な研究センター（研究組織）について、研究所の資料を基に紹介する。

① 地球規模の環境研究分野（地球環境研究センター）

- ・ 地球環境に影響を及ぼす温室効果ガス等の観測・解析及びそれらの地球環境での循環実態とその長期的変動機構の解明
- ・ 地球環境変動の実態解明による将来予測の精微化
- ・ 気象変動に対する地球規模の影響リスクの評価
- ・ 温室効果ガス排出抑制策（緩和策）・適応策の総合評価、政策立案に資する科学的知見の提供
- ・ 地球環境の戦略的モニタリング事業、地球環境データベース事業、地球環境研究の支援事業等
- ・ 循環型社会研究プログラム（資源性・有害物質の国際的な適正管理手法、アジア現地に適合した廃棄物処理・分配技術・廃棄物管理システム、地域特性を活かした資源循環システム）
- ・ 廃棄物研究センター
- ・ 循環型社会研究プログラム（資源性・有害物質の国際的な適正管理手法、アジア現地に適合した廃棄物処理・分配技術・廃棄物管理システム、地域特性を活かした資源循環システム）
- ・ 政策対応型廃棄物管理研究（焼却・熱処理システム、埋め立て管理手法、液状廃棄物処理、石綿・廃POPs処理・不法投棄対策、再生品の環境安全性評価）。POPsは難分解性、高蓄積性、長距離移動性、有害性（人や生態系）を持つ物質のことである。
- ・ 萌芽的基盤研究（制度・メカニズム基盤研究、基盤安全性評価）
- ・ 3R（リサイクル、リユース、リデュース）システムにおけるアジア研究・技術開発推進基盤構築
- ・ 災害・放射能汚染廃棄物等対策研究
- ・ 分野におけるアジア研究・技術開発推進基盤構築
- ・ 安全な社会を実現するための環境研究分野（環境リスク研究センター）
- ・ 化学物質の毒性を予測する手法の開発
- ・ 化学物質等の環境から乱要因の生態系への影響解説とリスク評価
- ・ 災害・放射能汚染廃棄物等対策研究
- ・ 安全な社会を実現するための環境研究分野（環境リスク研究センター）
- ・ 化学物質の生体影響を評価する手法の開発と標準化



環境研究所（日本最大の環境研究機関）

環境研究所は研究成果の公開・普及を図っていることでも知られている。国内外の研究者らを対象に公開シンポジウムを毎年6月の環境月間に開催している。研究所の一般公開

は毎年4月の科学技術週間と夏休み（7月）に行われ、環境ミニ講座や体験型イベントが人気を博しており、科学好きの小中学生や家族連れなどで終日にぎわう。研究所には魅力的な研究開発を続けているところが多く、できる限り紹介したいのだが、「研究所探訪記」は今回でひとまず終了とする。

（参考文献・産総研と環境研究所から提供していただいた資料、関連図書、新聞記事等はかなりの数に上がる。文献名を記すのは割愛させていただく）

- ・ 網羅的測定による多様な化学物質の曝露と影響の実態把握
- ・ 化学物質の環境分析や排出・曝露状況を解析する数理手法の開発
- ・ 環境リスク評価の実施や指針値の策定等の環境施策を推進する基盤の構築
- ④ 大気や水等の地域環境問題の研究分野（地域環境研究センター）
 - ・ 東アジアの大域越境大気汚染の解明
 - ・ 東シナ海の7海洋環境影響の評価
 - ・ 流域圏の生態系機能と物質循環の評価
 - ・ 多媒体環境における放射性物質の実態把握・動態解明
 - ・ コベネ型環境技術システムの開発と社会実装研究
 - ・ 地域の大気環境や水環境の長期モニタリング研究
 - ・ 人間活動が生物・生態系に及ぼす影響に関する研究分野（生物・生態系環境研究センター）
 - ・ 研究分野（生物・生態系環境研究センター）
 - ・ 都市大気汚染と流域圏環境に関する基盤的研究
 - ・ 東アジアの大域越境大気汚染の解明
 - ・ 東シナ海の7海洋環境影響の評価
 - ・ 効果的な保護区設定の検討
 - ・ 外来生物の防除手法
 - ・ 気候変動に対する生物の応答予測
 - ・ 開発や有害物質による生物・生態系への影響
 - ・ 種の絶滅リスクの評価
 - ・ 絶滅危惧生物種の遺伝資源の保存
 - ・ 換え植物）
 - ・ DNAを用いた種判別手法の開発
 - ・ 長期生態系モニタリング（湖沼・遺伝子組換え植物）
 - ・ 人間活動による環境変動が健康に及ぼす影響の研究分野（環境健康研究センター）
 - ・ 免疫・アレルギー系への影響とその機構の解明に向けて、バイオマーカーの探索とその評価に関する研究
 - ・ 生理機能や生体反応に及ぼす影響とその機構解明のための実験的研究
 - ・ 実験による知見から疫学研究成果までを広く体系化、総合化するための方法論を検討
 - ・ 環境汚染物質・環境因子が健康へ及ぼす影

- ・ 人間活動による環境変動が健康に及ぼす影響の研究分野（環境健康研究センター）
- ・ 免疫・アレルギー系への影響とその機構解明のための実験的研究
- ・ 実験による知見から疫学研究成果までを広く体系化、総合化するための方法論を検討
- ・ 環境汚染物質・環境因子が健康へ及ぼす影

開発

◇

- ・ 韻を明らかにするための疫学調査手法の開発、その高度化の方法に関する検討
- ・ エコチル調査を推進するため、参加者の募集、データ及び生体試料等の集積・保護業務、ならびに出生した子どもについて6か月毎に実施する質問票による追跡調査等の実施。（エコチル調査は子どもを対象にした環境調査）
- ⑦ 環境問題を人間活動との接点からとらえる研究分野（社会環境システム研究センター）
 - ・ 環境と社会が調和する社会に向けたシナリオとロードマップの構築及びその実現方策の立案
 - ・ 環境・社会経済の統合モデルの開発と改良を進めて、世界と日本、地域、都市の政策分析を社会に提供
 - ・ 環境調和型の都市とモデル街区のシステムと持続可能な生産と消費のあり方の社会実装研究
 - ・ 環境政策・制度の解析や環境意識等に関するコモンニケーションの基礎研究
 - ・ 環境調和型の都市とモデル街区のシステムと持続可能な生産と消費のあり方の社会実装研究
 - ・ 環境問題を人間活動との接点からとらえる研究分野（社会環境システム研究センター）
 - ・ 環境調和型の都市とモデル街区のシステムと持続可能な生産と消費のあり方の社会実装研究
 - ・ 環境政策・制度の解析や環境意識等に関するコモンニケーションの基礎研究
- ⑧ 環境研究の基幹となる環境計測の研究分野（環境計測研究センター）
 - ・ 環境研究の基幹となる環境計測の研究分野（環境計測研究センター）
 - ・ 実環境中の試料を用いた環境基準物質の作製と颁布
 - ・ POPs等の有機化合物の一斉・網羅分析法の開発
 - ・ 海洋循環や大気微量ガスの動態把握のためのトレーサー開発
 - ・ 環境ストレスに対する脳神経系の応答計測技術開発
 - ・ 衛星ならびに地上ネットワークを利用したエアロゾル計画（エアロゾルは気体中に浮遊する微小な液体または個体の粒子）
 - ・ 画像計測技術を活用した生態系監視の手法

環境研究所は研究成果の公開・普及を図っていることでも知られている。国内外の研究者らを対象に公開シンポジウムを毎年6月の環境月間に開催している。研究所の一般公開は毎年4月の科学技術週間と夏休み（7月）に行われ、環境ミニ講座や体験型イベントが人気を博しており、科学好きの小中学生や家族連れなどで終日にぎわう。研究所には魅力的な研究開発を続けているところが多く、できる限り紹介したいのだが、「研究所探訪記」は今回でひとまず終了とする。