

ISSN 2185 - 3231

# PEN

PUBLIC ENGAGEMENT WITH NANO-  
BASED EMERGING TECHNOLOGIES  
NEWSLETTER



March 2015

Volume 5, Number 12

# CONTENTS

寄稿 異分野融合と産官学連携の系譜 –独法化前の国立研究所–	3
寄稿 いにしへの機能デザイン	32
連載 第9回 暮らし方を見直す –心豊かな暮らし方が湧き出る泉をつくる–	37
連続コラム 沖永良部島から考える『心豊かに暮らすということ』	
IX 今こそ変化を先取りすべき	45
連載 バイオ TRIZ：生物の不思議を工学に移転する技術 – セルフサービス原理 –	50
海外動向	56
国内動向	59
Cutting-Edge Technologies	
速報 夢の素材を現実へ 第4回ナノカーボン実用化推進研究会より	63
プレスリリースより	65
豊蔵レポートより	73
MEMS 関連情報	89
バイオミメティクス研究会より	90
ソフトマテリアル研究 in AIST	92
講演会・イベントのご案内	96
編集後記	103
Column 構造色をもつ鳥 <sup>③⑥</sup> ウミアイサ	54

Cover：ジョウビタキ

ジョウビタキは日本に越冬のために渡ってくる鶺鴒の仲間です。ジョウビタキは鶺鴒と書き、鶺は銀髪を意味しています。雄の頭部は名前のとおり銀白色です。

# SPECIAL FEATURES

## 3 回連載（第 3 回）

# 異分野融合と産官学連携の系譜 — 独法化前の国立研究所 —

産業技術総合研究所 名誉リサーチャー 田中一宜

### 第 1 回の概要

I 章 <前史 / 20 世紀前半の日米の状況>においては、明治維新以後、欧米の科学技術を急速に受容して各種試験所を建設、日本のインフラを築いていった過程、一方、米国では、帝国と言われたベル電話研究所の理想的な異分野融合と基礎・応用の連携によってトランジスタが発明されるに至った経過を分析し、第 2 次大戦の敗戦という要因も加わり、日米科学技術の格差は依然大きいことを述べた。

II 章 <電気試験所（電子技術総合研究所）の奮闘>においては、戦後の電気試験所物理部の研究者によるトランジスタ事始め、ベル研の研究者へのアクセス、同時に和田弘らの電子部創設、電子工業振興臨時措置法制定への本質的貢献を描き、電総研への所名変更を経て、サンシャイン計画による初の産官学連携のアモルファスシリコン太陽電池プロジェクト発進の経緯を記し、日本が分野によっては欧米に肩を並びかけたと論じた。

III 章 <融合研とアトムテクノロジー・プロジェクト / 世紀末の実験>においては、まず、III-1、III-2、III-3 で、通産省と企業による超 LSI 研究組合の成功を契機とし

て 1980 年代の日米半導体摩擦が生じ、基礎研究ただ乗り論の圧力に応える形で展開された日本政府の諸外交を論じ、そして通産省 90 年代の産業技術政策ビジョン「基礎シフト」を具体化する新国立研（融合研）の構想と新しい産官学共同研究プロジェクトの実現に向けて、企業側、通産省担当課、工技院 / 電総研の間の確執と苦闘を、III-4、III-5、III-6、III-7 で描いた。

（今回は、III 章の III-8 ~ III-12、および IV 章（最終章）の完結である。）

### III-8 画期的な産官学システム / アトムテクノロジー研究体 (JRCAT)

平成 5 年（1993 年）1 月 1 日、産業技術融合領域研究所（略称：融合研）が正式に発足した。英語名は、III-7 で述べたように、National Institute for Advanced Interdisciplinary Research（略称：NAIR）である。大越孝敬が所長に就任し、つくばに着任した。同時に、研究調整企画官に後藤隆志、総務課長に百瀬英夫、総合研究官に田中一宜（筆者）が、それぞれ正式に決定した。後藤も、田中も、工技院 16 所の中で、唯一の職名を与えられたことになる。電総研の徳本洋志もアトムの研究グループリー

ダー格として融合研への出向辞令が下り、一方、東大物性研の寺倉清之の融合研併任（同年4月1日）に向けた手続きが動き始めた。

この年の1月から4月にかけて、融合研だけでなく、民間企業30社による技術研究組合「オングストローム・テクノロジー研究機構」（英語名：Angstrom Technology Partnership/略称：ATP）が2月1日に設立され、そして、問題のアトムテクノロジー研究体（英語名：Joint Research Center for Atom Technology/略称：JRCAT）が4月1日に発足する。民間6社、電子協委員会、通産省電子機器課、バイオ課、工技院総務課、研業課、技術企画課、大プロ室（のち産技室）、電総研が、新しい産官学の国際集中共同研を目指して水面下で議論を戦わせ、あるいは思惑の違いをぶつけあった数年間であった。その結果、ようやく具体的な組織として融合研（NAIR）が、技術研究組合（ATP）が、そして集中共同研究体（JRCAT）が、矢継ぎ早に水面上に顔を出した瞬間である。以下、一つ一つの機能とそれらの間の関係を見ていこう。

融合研（NAIR）は、工技院の向井らが、融合研のモデルとして東京大学先端研（先端科学技術研究センター）をイメージし、それを興した猪瀬博にアドバイスを求めたことは前述した（Ⅲ-7を参照）。その先端研の初代所長が大越孝敬であった。その後、大越は一度病で倒れたが、癒えて再び融合研の初代所長という重責を担うことになったのである。内定した段階で、1992年12月に新聞に一斉報道された[55]。それから翌年10月にかけて、融合研、ATP、JRCATの発足、NAIR第1回評議員会の開催（後述）など、関連記事として発表された新聞報道は24件にのぼる。新しい国立研に対する社会の関心と国側の意気込みがいかに高かったかを物語る[56]。そのため、融合研の何たるかについては、大越自身の言葉が処々に残されていて、その中から、「COEを目指す」と題して日刊工業新聞に発表された大越の所信を短縮して紹介する[57]。

「私は、東大先端研の初代所長（センター長）を1987年から2年経験した。しかし、その経験がそのまま生きるなどという単純なものではない。融合研には、独自の人と人の関係の積み重ねがあり、歴史的ないきさつも異なるだろう。東大先端研は、東大に欠けていた学際性、流動性、国際性、公開性という四つのモットーを看板にした。融合研は、「流動性」、「国際性」、「公開性」がモットーである。しかし、名前の融合は学際性と同義に考えればよいから、先端研と同じと言える。先端研と違う点は、融合研は最初から、COE（センター・オブ・エクセレンス）として大きな期待をかけられていることだ。その分、所員にかかるブ

レッシュャーは強いけれど、一步一步積み上げていくしかない。10年後にCOEと言われるように、その基礎を築くのが私の役目と思う。一流の研究所に一流の研究者が集まる、そのようなサイクルを生み出したい。3年以内に、ノーベル賞級とまでは言わないが、国際的に高い評価の研究成果が、2つでも3つでも出ればと思う」[57]。融合研には、もう一つ、「公正な評価」というモットーがあり、これが他の国立研にはない毎年行われることになる評議員会の誕生につながる（後述）。

平成5年2月25日、「四所二所」の再編で生まれた物質工学工業技術研究所（略称：物質研）、および生命工学工業技術研究所（略称：生命研）とともに、融合研の設立記念式典が工技院筑波研究センター共用講堂で開催され、翌日の2月26日には東京北青山の機械産業記念館（TEPIA）において、日本産業技術振興協会（JITA）の主催、工技院の後援で設立記念シンポジウムが行われた。シンポでは、インフルエンザに罹って38度を超す熱の中、融合研の研究者を代表して田中が「新しい物質科学 / 世紀末の挑戦」と題した講演を何とかこなしした。

スタート時のグループと研究テーマは、(1)アトムテクノロジー・グループ（原子・分子極限操作技術）/大型プロジェクト（アトム・テクノロジー）/産官学集中共同研究、(2)クラスターサイエンス・グループ / 特別研究およびNEDO委託調査、(3)バイオニックデザイン・グループ / 特別研究およびNEDO委託調査、であり、アトムは田中一宜、クラスターは竹尾陽敏、バイオは立石哲也がリーダーに指名され、総勢30数名での船出。建物は、主として旧製科研を改装して使用することが決まっていた。スペースとしては3テーマ用としても15,000m<sup>2</sup>は必要とされたが、最初の6,000m<sup>2</sup>が使用できるのは平成6年10月頃と推定され、最初の1年半は既存所のスペースを借りた分散研究を余儀なくされた。この時期は、研究スペースの分散的な空間分布から「モザイク期」と称され、田中と徳本は相変わらず電総研に居て、しかし、部長室および室長室を追い出されて、C棟1階にある守衛室横の日かげの部屋に移動した。2カ月後、ようやく8階に転居する。この年の秋に開かれた融合研の評議委員会の前日、評議員の一人、マックス・プランク固体物理学研究所長のクワイサーに久しぶりに会った田中は、モザイク期の問題についてクワイサーに概略を話した。田中のフラストレーションを察した彼のレスポンスは、「さすが！」と思わせるものだった。「その時期が一番いいのさ。私も、1970年代の前半、政府に依頼されてドイツの半導体再興を目指してシュトゥットガルトに新研究所を建設していたが、予算その他の問題があって間に合わず、最初の1~2年、研究者はそれぞれ孤立して

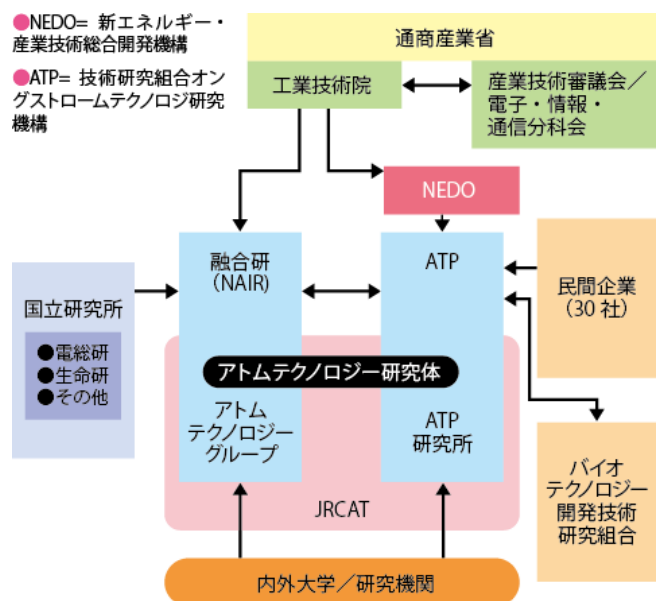
いたり、あるいは狭いオフィスで窮屈な思いをした。しかし、やがて始まるプロジェクトや新しい試みに胸を弾ませ、議論を熱っぽく続けていた。融合研だって同じようなところがあるだろう？」

予算は、当然のことながらマルチファンド方式を容認、制度的な問題が生じれば、制度や行政の流れを熟知している後藤が対応した。建物についても、特殊な精密実験を必要とする研究のために、2年度に亘る補正予算 16 億円で無振動棟と新実験棟が建つ。圧巻は、融合研の「国際性」を保障するための国際交流費と外国人研究者採用についての特例である。まず、外国人研究者の招聘、国際ワークショップの開催、融合研研究者の海外旅費など、4,500 万円の国際交流費が平成 5 年度予算としてすでに認められていた [58]。工技院研業課の徳増有治が関係課を回って説き伏せた結果だという [59]。当時、研究者数が 30 名程度の国立研究所としては異例のことで、しかもその用途については、交流の目的である限り、企画調整企画官の後藤が柔軟に運用した。この予算をベースに、3つの研究グループは、それぞれ、トップ研究者を内外から招待して“NAIR Workshop' 93”（1993 年 3 月 8～12 日：筑波研究センター）をキックオフ会議として開催した。初日の 3 月 8 日、田中は原子・分子操作の象徴として国内からは、清水富士夫（当時、東京大学教授）、海外からは、スティーブン・チュー（Steven Chu、当時スタンフォード大学教授）を招待した。チューは、厳しいスケジュールにも拘らず受託してくれ、成田に一泊してつくばで講演、その日のうちに離日するというハードな日程だった。チューはその後、1997 年にレーザー冷却でノーベル物理学賞を受賞、2009 年にはオバマ政権下のアメリカ合衆国エネルギー省長官に就任している。

もう一つの特例的措置として、第 1 回の所内会議の席上、後藤から 5G クラス（大学で言えば教授クラス）の外国人研究者を各グループに一人ずつ正規の公務員として雇用可能という話が出た。田中は瞬間的に、ベルギーのカソリック大学ルーベン校に客員教授として勤務しているアレックス・コロボフ（Alexandre Kolobov）を思い浮かべた。田中がコロボフに初めて会ったのは、1981 年 7 月のことで、田中がソ連のレニングラード（現サンクトペテルブルク）科学アカデミーの招待でモスクワ、レニングラード、リガ（現在はラトビアの首都）を訪問して回った際に終始随行してくれたヨッフエ物理技術研究所の若き研究者であった。コロボフは当時 26 歳、科学アカデミー会員でヨッフエ研幹部のジョレス・アルフェロフ（Zhores Alferov、2000 年にノーベル物理学賞を受賞）の下で学位を取ったばかりであった。その後、アルフェロフに田中は二度ほど会う機

会があり、そのたびに、「サーシャは最も優秀な学生であった」と聞かされている（サーシャはアレクサンドルの愛称）。冷戦構造が崩壊して以後、ロシア国内で研究を続けるのが困難になってヨーロッパの大学を期限付きプログラムで転戦していたコロボフは、融合研の要請を受け、翌年 1 月に来日、1 月 15 日付けで正規職員に採用された。以後、産総研においても優れた基礎研究の成果を上げ、Nature などへ論文を発表する一方、光誘起の構造転移現象に関する成書を数冊上梓している [60]。

融合研は、所長直下にプロジェクトを推進するグループが複数存在し、それを研究調整企画官と総務課が横から支えるフラットな組織である。研究者は原則、全員が期限付きになっていて（つまり外向）、プロジェクト終了後はそれぞれの本籍に帰還する。「流動性」や「国際性」を確保するためである。また、上述したように、あらゆる点で、他の国立研とは異なった運営がなされる。前例のないことはやらない役所の文化とは違い、前例のないことを組織として実施する実験的な国立研究所なのである。面白みがあるが、しかし、先に何が起きるかわからない不安な面もある。とくに行政は、新しいものを作る時には熱心だか、2～3 年もして担当官が代わると急に放り出されることがある。そのためであろう、積極的に融合研にやってきたのは 4 年も待たされた電総研を中心とするアトム・グループだけであり、クラスターの竹尾もバイオの立石も、モザイク期で



**アトムテクノロジー研究体 (JRCAT) の組織図** アトムテクノロジー研究体 (JRCAT) は融合研 (NAIR) と技術研究組合 ATP (オングストロームテクノロジー研究機構) との共同研究契約で設立された研究者の共同研究体。産官学のイコールパートナーシップの象徴。(Courtesy: 産総研 [62])

居室も用意されていない最初の1年余は無然とした表情であった。とくに立石は「俺たちは既存所に捨てられた棄民のようなものだ」と吐き捨てるように言っていた。彼らの表情は、1～2年のうちに一変することになるのであるが。

一方、アトムテクノロジー・プロジェクトは産官学の集中共同研究で実施されるため、企業側の技術研究組合（ATP）は従来とは全く異なる運営を求められた。事実、アトムテクノロジー・プロジェクトは、工技院の大型プロジェクトでありながら数値的な目標や特定の産業応用が規定されていない徹底して基礎的な研究プログラムであり、それは企業側が望んだことでもあった。平成4年9月25日の通産省公報中、「＜原子・分子極限操作技術（アトムテクノロジー）＞の研究開発基本計画策定～平成4年度スタートの大型プロジェクト～」を読むと、全体10年計画の第1期6年間（約140億円、全体計画は約250億円）について、「本研究開発は、長期的な産業科学技術の基礎研究プログラムとして位置づけ、産学官、および国内外の幅広い分野の第一線で活躍している研究者に参加を求めて集中共同研究方式により実施し、各研究者のイコールパートナーシップにより有機的連携を図るものとする」と明記されていた。この文章は、実は、大プロ室の要請で田中が提出したプロジェクト概要とほぼ一致していて、「基礎研究プログラムとして位置づけ」という表現がそのまま公報に載ったことに、当時、田中自身が驚いた。この公報の異例さは、さらに、研究開発の進め方についての「参考」として、組織体制や研究成果の扱いにいたるまで、微に入り細を穿ち、記述されていることであった。前述したように、その中に「アトムテクノロジー研究体（仮称）」の表現があり、さらに、「研究者にとって負担の少ない柔軟な会計処理を図る」とか、「得られた研究成果は可能な限り学会等で論文発表を行うよう配慮する」とか、「研究成果の評価については、基礎研究に適した方法により行う」といった記述があり、徹底して研究者の立場で書かれていた。文部省ならいざ知らず、通産省のプロジェクトとしては前例がなかった。

NEDOによる公募説明会の後、技術研究組合「オングストロームテクノロジー研究機構（ATP）」設立にかけて参加企業数は、30余社に絞られ、設立準備総会では産業側代表として丸山瑛一が大プロ室に申告された。平成5年（1993年）2月10日、30社によるATPが設立され、3月10日に開所式が行われた。アトムテクノロジーのNAIRワークショップが終わった翌日であった。30社の会員企業の中には、モトローラ、テキサス・インスツルメンツ（TI）、横河ヒューレット・パカード、サムスン電子、デュボン、バイオシム・テクノロジーなど外資系の企業が含まれ、コンピュータ5社が回り持ちで幹事社を務めること

になった。初代の理事長は、三菱電機社長の北岡隆、専務理事は宮澤和夫、常務理事が「アトムテクノロジー」プロジェクトのプロジェクトリーダー（PL）に正式に決まった研究所長の丸山瑛一である。東神田の龍角散ビル8階にオフィスが構えられた。そこに、のちにプロジェクト全体に大きな貢献をする竹山哲（三菱電機研究部長）がATP研究所の研究企画部長として加わった。通常、ATPの人事にはNAIRの間は関わらないが、丸山の判断で、田中にも面接の機会を与えた。面接終了後、田中が笑いながら、「私ははっきりものを言いますが気になさらないでください」と言ったところ、竹山は「私もそうですのでよろしく」と返している [61]。

平成5年（1993年）4月1日、ようやく、国際的に開かれた産官学の集中共同研究方式で「原子分子極限操作技術（アトムテクノロジー）」プロジェクトを遂行していくための研究者集団、「アトムテクノロジー研究体（英語名：Joint Research Center for Atom Technology/略称：JRCAT）」が誕生した。この研究体の名前に関しては、当時のATP側のまとめ役であった覧具博義（日本電気基礎研究所長、のちに農工大教授）がかつて滞在したコロラド大学とNISTのプラズマに関する共同研究センターの名前からヒントを得て提案し、賛同を得た。研究体だから、直訳して“Joint Research Body for Atom Technology”ではどうか？という話も出たが、略称にしたときに「JRCAT（蝙蝠）」になり、「JRCAT（猫）」よりもイメージが悪いとして却下された。のちに、サイエンス・アドバイザーとして参加するオークリッジ（Oak Ridge）国立研究所のウォード・プランマー（Ward Plummer）はJRCATを「ジュニア・キャット」と呼び、発表スライドには必ず子猫のイラストを使っていた。

JRCATは、融合研（NAIR）と技術研究組合（ATP）の間で結ばれた「アトムテクノロジー研究体運営規定」（平成5年4月1日）という共同研究契約によって設立された研究者の共同研究体であって、融合研の建物内で集中共同研究を実施する際の産官学の研究者のイコールパートナーシップを象徴するものである [52, 62]。NAIR所長とATP理事長の名でその締結内容が合意されているが、そこには長期にわたる多くの関係者の議論の結果が集約されていた。図を見ながら説明しよう [62]。内外のいかなる機関からも研究者が参加できるように、内外大学や他省庁の国立研からの参加は、融合研（NAIR）への併任、招聘、あるいは任期付き採用により、民間企業からの参加は技術研究組合（ATP）への出向を通して、それぞれがアトムテクノロジー研究体（JRCAT）という共通の組織に参加することができ、イコールパートナーシップの下で連携と融合を

刺激する face-to-face の議論が可能となるのである。予算は、主として、一般会計、電源特会、石油特会からなるが、ATP と NAIR がともに一体的な運用を柔軟に行った。会計別の処理をきちんとする限り、NEDO もそううさく言わなかったのである。

JRCAT の「運営規定」の中に、「別表 1 : PL の職務権限」というペーパーが付いていて、これが PL の研究に関する予算配分権や人事権を含むオールマイティを保証していた [63]。単独のプロジェクトリダー (PL) 丸山は、研究者も金も一カ所に集中している JRCAT では、全体を俯瞰する効率的な運営ができると確信した。また、「別表 1」により、PL はサブリーダー (副プロジェクトリダー、以下 SL) を指名できる。丸山は、田中を実験関係の SL、寺倉を理論関係の SL に指名し、重要案件については、実質的に PL プラス SL 二人の合議で決める体制とした。ちなみに、丸山は日立出身、田中は電総研出身、寺倉は東大物性研出身、であり、それぞれが経験してきた組織文化は、産、官、学であり、JRCAT のような寄り合い所帯では何が起るか予想がつかないところから、このトロイカ体制が好適と判断された。三人の最初の重要な仕事は、大プロ「原子・分子極限操作技術 {アトムテクノロジー}」で公募された各テーマのリーダーを選考することであり、具体的には JRCAT のグループリダーを決定することであった。その過程で、企業の重役による稟議を経て推薦されてきたグループリダー候補のうち二人を、田中と寺倉が不適と判断したことがある。丸山も同意して JRCAT として不採用の決定を下したところ、一社の幹部が激怒して、通産省の幹部にクレームを付けたそうである。通産省のプロジェクトでは前例のないことであつたらしい。しかし、参加企業は次第に JRCAT を理解するようになり、その後同種の問題は起きなかった。

一方、融合研側がリーダー格としてすでに内々に決定し、辞令も下りているケースがあつた。徳本洋志である。国研からの研究者については、すでに定員問題も研究所間で整理し終わった上で融合研が成立したという事情のため、避けがたい問題と考えられた。また、企業側では、日立の市川昌和がそれに近く、寺倉が融合研に併任になる前の 2 月に、丸山と田中の面接で決まっていた。しかしながら、徳本も、市川も、プロジェクト起案当時の創立メンバーであり、不可欠の人材と考えられていて、それについては、SL の田中が今後に関係を持つこととして、寺倉も丸山も承認した。寺倉は、むしろ、そのような経過を引きずるフラストレーションを解消すべく、JRCAT の恵まれた研究環境を享受するにふさわしいリーダー候補を積極的に採りに行くことを考えていた。その候補はすでに寺倉の胸のうち

にあつた。

平成 5 年(1993 年)5 月 7 日、東神田の ATP 事務所で丸山、田中、寺倉は、十倉好紀 (当時、東大理学部物理学教室助教授) に会った。丸山と田中は十倉とは初対面であつたが、高温超電導の分野では、「十倉ダイアグラム」などで国際的に知名度が高く、名前は知っていた。寺倉に促されて十倉は、強相関電子系と呼ばれる物質の世界および期待される新しい物理現象、とくにスピンと電荷がからむ転移現象について静かな口調で田中と丸山に話した。それは、極めて野心的で、最先端を拓いていく学術的な香り魅力に満ちていて、寺倉を含めて 3 人はすっかり魅了されてしまった。十倉が説明に使った数ページの文章資料は、すでに新技術開発事業団 (現 JST) の ERATO (創造科学技術推進事業 /1981 年〜) に提出されたものであつたが、それを知って田中は即座に言った。「このような壮大な計画の遂行には、5 年間では不足でしょう。JRCAT は 10 年を保証できます」と。田中が、アモルファス半導体の草創期に経験したサンシャイン計画での 10 年間にわたる経験にもとづく、掛け値なしの説得であつた。三人がかりの強い勧誘に十倉は面食らったに違いない。しかし、その 10 日後、5 月 17 日の夕方、ふたたび ATP 事務所に姿を現した十倉は、三人に JRCAT に参加したい旨、正式に伝えた。丸山も田中も「これで目玉ができた」と喜んだが、とくに寺倉は、念願の十倉と仕事ができることをことさらに嬉しく感じ、理論グループの計算機環境の構築に全力を挙げようと決意を新たにした。

融合研も JRCAT も、平成 5 年はモザイク期で、まとまったスペース (居室、実験室) をまだ手にしていなかった。そのため、実際の研究活動よりは調査活動や顔合わせのための会合を重視し、また立ち上げ期でもあるため、大越や丸山は VIP との関連会合やメディアへの対応に追われた。当然、それをサポートする NAIR の後藤・百瀬の企画・総務部門も夜遅くまで仕事に忙殺された。研究リーダー格の研究者は、内外のワークショップや国際会議へは積極的に出席して宣伝に努めた。田中も、前述の NAIR 設立シンポジウムやワークショップだけでなく、JRCAT が発足した 4 月以降もほぼ毎月、アモルファスの研究者としてよりは JRCAT のスポークスマンとして国際会議に出席して講演している。そのような中、日立の浅井彰二郎 (前出) は、4 月 26 日、基礎研究所の所長としてナノサイエンスに関する日立基礎研究所シンポジウムを主催し、ノーベル物理学賞受賞者のハインリッヒ・ローラー (Heinrich Rohrer、IBM チューリッヒ) と JRCAT の田中を基調講演者として招待した。これは、JRCAT と田中への浅井流のエンカレッジメントでもあつただろう。9 月には、田中はケンブリッ

ジで開かれたアモルファス半導体の国際会議に出席、ケンブリッジ大学に短期滞在中の寺倉夫妻を訪れ、JRCAT の理論グループと計算科学について議論し、寺倉の恩師、ヴォルカー・ハイネ (Volker Heine) 教授の下で計算科学の研究をしているスロバキア出身のイワン・スティッチ (Ivan Stich) にも会っている。丸山も、寺倉も、田中も、実験棟、理論棟が建ち、基本設備が入れば、いよいよ、プロジェクトが本格的に動き始めるとの実感に浸った。

### III-9 本格的な始動へ / スーパーコンピュータ、無振動実験棟、国際理論別棟

機情局電子機器課の技術班長、福田秀敬は、JRCAT として最も重要な研究インフラはスーパーコンピュータだと考えていた。究極の原子分子操作や観察技術にとって、その観察結果の物理的な解釈には、シミュレーションを可能とする計算科学が必要であり、多くの原子数のシステムを対象とするにはツールとしてのスーパーコンピュータが必須であった。しかし、それ以上に、東大物性研を辞して融合研への出向を決心した寺倉に報いたいとの行政側の気持ちが働いていただろう。それは、工技院研業課にしても、NAIR の大越、後藤、田中にしても同じ気持であった。一方、スーパーコンピュータは、その高額な値段よりも、スーパー301 条の対象として日米経済摩擦の象徴になっている商品であることから、購入には困難が予想されていた (III-2 を参照)。事実、平成 4 年度の補正予算について工技院研業課では、「スパコンは認められない。理由 / クレイを入れると国内対策にならず、排除することも困難」との見解であった [64]。しかし、福田は、平成 5 年度に入ると間もなく剛腕を発揮し、平成 5 年度補正予算でスーパーコンピュータ 2 台分 (ベクトル型と超並列型) の 40 数億円を確保し、NEDO を通して ATP につけた。ここから ATP 研究企画部長の竹山の仕事になる。まず、竹山を委員長として、スパコン・メーカーと関係のない研究者 5 人による導入委員会を組織し、また、大学の教員による技術審査小委員会の意見を求めながら、機種を選考を進めた。とにかく、でき得る限り透明かつ公正な導入プロセスを目指した [65]。曖昧さを排除するため、研究に必要な演算機能について数値目標を設定し、国際競争入札に応じた企業に対してベンチマークテストを実施した。このような競争入札は、国としては初めての例であつたらしい。この作業には、寺倉はもちろん、融合研の宮崎剛英も計算科学の研究者として自らのプログラムを持ち込んで参加、機種が決定するまでの 1 年前後、毎月二度ほど竹山委員会に出席するため東神田に通った。結果は極めてクリアだった。ベクトルマシンは、富士通の VPP が他社 (米国 1 社を含む 3 社) に比較して断然速く、超並列マシンでは Thinking Machine 社の CM-5 が他を上回った。この結果、VPP と CM-5 に決定し、

クレームは一切来なかったという。しかも入札で各社が競った結果、思いのほか安く、30 数億円で落札され、差額もプロジェクト目的に使用するという条件付きで NEDO もこれを許可した。それまでの作業に手を抜かず、緊張感をもって活動してきた竹山は、責任を果たし目標を達成した喜びを味わったはずである。これで、アトムテクノロジー・プロジェクトにとって不可欠とされた計算科学による理論グループの環境が整うことになった。スーパーコンピュータ 2 台の導入が決定したことと連動して、半導体関連のシミュレーションを主とする宇田グループ、また、寺倉グループが最も連携を期待している強関連電子系の十倉グループが、ほぼ同時に誕生し、JRCAT の体制は増強されていったのである [65]。

このようにして、平成 5 年の 10 月頃には、融合研から 22 名、ATP から 38 名が参加し、JRCAT は総勢 60 名に達した。一方、融合研の研究者数は、総数 37 名、うち JRCAT へはアトムテクノロジー・グループとして 22 名、バイオニックデザイン・グループは 9 名、クラスターサイエンス・グループは 7 名、そして企画・総務部門は 13 名である。ちなみに融合研への併任を通して JRCAT に参加する研究者は早くも 4 名、寺倉 (東大)、十倉 (東大)、図書館情報大学教授 (現筑波大学) の磯谷順一 (スピン物性実験)、無機材質研究所の小林一昭 (計算科学) らがいた [66]。形の上で、通産省側から見て、文部省、科学技術庁との省庁間の壁に穴が開いたと言えよう。

平成 5 年 10 月 7 日、融合研のモットーのひとつ、「公正な評価」を実施するための「産業技術融合領域研究所評議員会 (以下、評議員会)」が組織され、その第 1 回会議が通産省国際会議室にて開かれた [66]。評議員会の任務は「研究所の運営に関して研究所長に助言を行う」ことであり、毎年開かれる。つまり、研究所の業績を評価・審査をするものではなく、融合と四つのモットーをどう実現していくのか、毎年、一緒に考えてくれるサポート部隊である。評議員は、相澤益男 (東京工業大学教授)、江崎玲於奈 (筑波大学学長)、林巖雄 (光技術研究開発 (株) 取締役研究主幹)、廣田榮治 (総合研究大学院大学副学長)、井口洋夫 (岡崎国立共同研究機構長)、猪瀬博 (前出 / 学術研究センター所長)、軽部征夫 (東京大学先端科学技術研究センター教授)、菊池誠 (前出 / 東海大学教授、ソニー (株) 顧問)、大澤文夫 (名古屋大学、大阪大学名誉教授、愛知工大教授)、桜井靖久 (東京女子医大教授)、豊沢豊 (東京大学物性研元所長、中央大学教授)、植之原道行 (前出 / 日本電気 (株) 特別顧問)、そして海外からは、ヘルムート・フリッツェ (前出 / Hellmut Fritzsche、シカゴ大学物理学教授)、ハンス・クワイサー (前出 / Hans J. Queisser、Max Planck 固体物



理学研究所所長)である。当日、江崎、猪瀬、軽部は欠席であったため、座長は菊池が務めた。融合研発以後、わずか半年余、モザイク期でもあり、まずは、考え方を聞いてもらうというスタンスであったが、菊池は大越に宛てて次のような明確なコメントを残している。

「海外から出席した二人は、日本で何がどの様に計画され、実行されつつあるのか非常に強い関心を持っていて、今回も、融合研の背後に何かあるのか知りたかったに違いない。しかし、肝心のところに触れる機会が無かったのではないかと IEDM (電子デバイス国際会議) のコミッティを務めたとき、超 LSI 研究組合のマネジメントの話を知りたいと言われ、次の年に垂井君に講演してもらった。しかし、セッション終了後、コミッティの会議で、“日本人の話は聞いてもさっぱり分からない”と一斉に責められた。彼らが求めるものは哲学を含んだ話であり、形式的な説明ではない。研究活動の背後にある融合研の真意を自由に議論できるように、次回は少し時間とったらどうだろうか」と。

かつて日本人政治家がサッチャー首相を訪問した際、長々と日本的な時候の挨拶を述べて一向に本題に入らなかったため、首相は怒って“I am busy”と言って席を立ったという。また、中国の朱鎔基元首相は当時、「日本の政治家とは会わない。時間のムダだ」と公言していた。第1回の評議員会は通産省国際会議室で行われたため、官僚の儀礼的な挨拶がいくつか続き、本質的な議論をしようと出席していた海外からの評議員は不満だったはずで、それを付度した菊池のコメントであったろう。

評議員会の席上、配布された資料によれば、平成5年10月7日時点での、アトムテクノロジー・プロジェクト第一期(1992～1996年度:6年間)を遂行する JRCAT の研究分野とグループリーダーは以下の通りであった [66]。(1) 固体表面原子・分子観察操作技術、(1) -①メカニカルプローブ技術利用による原子レベル構造計測・制御・形成技術 / 徳本洋志 (融合研)、(1) -②ビーム技術利用による原子レベル構造計測・制御・形成技術 / 市川昌和 (ATP/日立)、(1) -③薄膜形成・表面反応における最表面過程の動的計測・制御技術 / 尾関雅志 (ATP/富士通)、(2) 空間内原子集団観察操作技術の研究開発 / 金山敏彦 (融合研)、(3) 有機分子等構造観察操作技術の研究開発 / 岡田孝夫 (ATP/オリンパス)、(4) 強相関電子系新物質の研究開発 / 十倉好紀 (融合研/東大)、(5) 原子プロセス理論技術の研究開発 (半導体) / 宇田毅 (ATP/日立)、(6) 原子プロセス理論技術等の研究開発 (半導体以外) / 寺倉清之 (融合研/東大物性研)、(7) 萌芽技術分野 (①ヘテロ界面形成素過程 (アモルファス含む)、②磁気超構造の生成とそ

の場観察、③電気二重層解明のための高感度ラマン分光法) / 田中一宜 (融合研)。この頃は、まだ、モザイク期のため、融合研常駐者は、19名であった。

基礎研究プログラムとはいえ、各グループはある学術分野と技術領域を想定し、グループとしての方向を明示した研究計画を立てている。田中は、1980年代、アモルファス半導体のグループを率いたときは研究室全体がプロジェクトチームになるよう運営し、グループ研究としての成果で米国ゼロックスのパロアルト・リサーチ・センター (PARC) と競った。しかし、JRCAT においては、チーム編成プロセスにおいて排除し得なかった諸種の制約もあって、「萌芽技術分野」として半導体や磁性体を含む、主として個人の創意に任せる基礎研究チームとした。いわば正規軍に対する遊軍のようなもので、特に高感度ラマンのスペシャリスト二又政之には、後半にかけて DNA の単独塩基の検知を期待していた。メンバーのほとんどが国立研と周辺の大学からの研究者であったので、プロジェクト終了後も連携の継続が期待できたからである。しかしながら、プロジェクトと銘打っているため、内部からも企業側からも、田中「萌芽技術分野」グループに対する毀誉褒貶は激しく、一部からは不評を買った。一方、スタート時点で、本プロジェクトは数値目標も入れない徹底的な「基礎研究プログラム」としての位置づけが通産省公報にも明記されている経緯もあった。このことに関する本質的な議論が、評議員会の前日につくば研究センターで開かれたクワイサーとフリッチェの講演会で展開された。クワイサーは、研究所の所長らしく「音色の異なる楽器を操る演奏家を統括するには指揮者が重要」と話したのに対し、孤高を守る大学教授のフリッチェは、「基礎研究には演奏家も指揮者も要らない、作曲家が重要」と主張したのである。この議論は、1994年11月4日の大越の急逝により所長不在で実施された1年半後の平成7年(1995年)3月17日の第2回 NAIR 評議員会でも繰り返され、このときフリッチェを支持したのは1996年にフラーレンでノーベル化学賞を受賞するロバート・カール (Robert Floyd Curl Jr., ライス大学名誉教授) であった。「大きなプロジェクトからは大きな発明や発見は生まれにくい。Overfocusing にならぬ様に、何人かの研究者は自由に泳がせよ」とコメントを残している。田中は、電総研基礎部時代に、親しみと畏敬の念の両方をもって接していた近藤淳 (“Kondo” 効果で1973年に学士院賞恩賜賞受賞) の研究室長就任時の言葉をはっきりと覚えている。「研究は苦しいものである。好きでやっているのではないかと人はいうかもしれない。好きかもしれないが私の経験では楽しく研究をやった記憶がない。苦しくてもとにかく遂行する気力がなければ何ともならない。これは管理の問題ではなく本人の問題である。私が研究室の管理をやらな

い所以である」との重い言葉を残している [69]。いずれにしる、アトムテクノロジー・プロジェクトは、つねに議論の火種を提供し、基礎研究という本質の部分で多くの矛盾を含んだプロジェクトと言えた。

さて、翌 1994 年 2 月 24 日、JRCAT のお披露目も兼ね、JRCAT 国際シンポジウム「アトムテクノロジー」がアルカディア市ヶ谷で開催された（前掲写真を参照）。基調講演者としてハインリッヒ・ローラ（前出）と金森順次郎（大阪大学学長）が招待され、理論グループのサイエンス・アドバイザー、ミシェル・パリーネロ（Michel Parrinello、IBM チューリッヒ）や AFM の発明者、カルビン・クウェイト（Calvin F. Quate、スタンフォード大学教授）を含む内外の研究者が招待されて活発な議論が行われた [70]。また、春になって、工技院 B 地区の建物に 2 台のスパコンが収納され動き始めた。その時点で JRCAT の計算環境は、世界第 2 位と評価された。これは、例えて言えば、わずか 10 余名の研究グループにスパコン「京（けい）」が付いたようなものとも考えられる [67]。十分すぎるほどの環境を与えられた寺倉は、ある種の重圧の中で、センターの運営方法について基本的な方針を決めた。(1) スパコンは、最低半分を外部に開放する、(2) 残りの半分も内部からプロポーザルを出させて審査した上で使用を認める（大学のように申請ベースで順番に使わせることはしない）、の二点である [68]。まず外部への開放は、当時、超並列マシンを使い慣れているヨーロッパ勢に入ってもらうことでマシンに習熟し、かつ人脈ネットワークが拡大して共同研究が生まれる可能性も高まると期待された。ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所のペイン（Dr. Payne）のポストドクであったイワン・スティッチ（前出）は、実は、CM-5 を使いこなす計算科学の研究者であり、当初から寺倉グループに JRCAT フェローとして加わって活躍した。帰国後、スロバキア工科大学の教授になり、しばらく共同研究を継続している。その後も世界から計算科学者が集まるようになり、まさに「国際的に開かれた」センターとなった。また、プロポーザルを出させることによって、研究者の自覚と計画性を促した。このような考え方は、やがてその後の日本のスパコン運営方法に哲学として反映されていった。

モザイク期を早く脱出するため、融合研所長の承認の下、国有地内に ATP がプレハブを建てることになり、平成 7 年（1995 年）1 月に、2 階建て 1,100m<sup>2</sup> の通称「理論別棟」が完成し、SL の寺倉と理論 2 グループが 2 階に引っ越した。しばらくして SL の田中と実験グループ（八百グループ、田中グループ）が 1 階に移動した。八百グループは、新しく加わった八百隆文（東北大学金属材料研究所教授）をグ

ループリーダーとする半導体グループで、「II - VI 族ワイドギャップ半導体の表面プロセスの原子・分子レベルでの解明と制御」という研究課題をミッションとした。このプレハブは、小さな建物ながら、その構造に工夫があった。I 章の I - 3 で記したように、融合と連携を刺激するための工夫である。建物は、東西にやや長く伸びた構造で、北側と南側の窓に面して長屋型の居室が張り付き、その間に東西方向に長く広いスペースがあった。セミナー室 2 つ分くらいの規模があり、白板二つ、大テーブル 2 つ、椅子、などが無造作に置かれ、お茶とコーヒーのコーナーが設置されていた。小さなセミナーはすぐにでもそこで準備できた。事実、田中は、2 階の理論グループでは頻繁に寺倉らがセミナーを開いていたことを、覚えている。外への出入り口は 1 階東側の真ん中に 1 つあるだけであったから、実験棟から帰ってきた研究者も、居室に入る前に、まず中間スペースでコーヒーを飲んでいる人や、議論している人たちと顔を合わせた。空間的に人と人との邂逅確率が高くなるような設計であった。この理論別棟は理論グループの宇田が担当でレイアウトを考えたが、中間のスペースを広くとってセミナーができるようにと宇田に要請したのは寺倉だったそうである。「理論別棟」に少し遅れて、平成 7 年 6 月には 3 階建ての国際共同棟（無振動棟）も竣工し、開所式を行った。これではほぼ重要なインフラが整い、融合研およびアトムテクノロジー研究体も集中共同研究体制の形ができあがった。

丸山、田中、寺倉は、JRCAT 全体の公用語を英語と決定した。ポストドクを中心に外国人の割合が 2 割を超えてきたこともその理由の一つである。毎年行う JRCAT シンポジウムはもちろんのこと、月に 2 回ある PL と研究グループとの直接の懇談会、各グループでの会議すべてにおいて英語を公用語とした。また、事務関係の連絡用電子メールは全て日本語－英語の併記とした。これが可能であったのは、ATP の研究企画部長の竹山が英語創作シナリオを配信するほどの高い英語力を持っていたこと、融合研総務課に佐藤驍という融合研所長の英語スピーチを作る英語使いがいたこと、そして ATP の研究支援部門が質・量ともに充実して強靭であったことによる。融合研の建物内の改装が進み、ATP の研究企画課や総務課のためのスペースが用意されてからは、研究者へのサービスは行き届いたものになった。前述したように、融合研サイドに、潤沢な国際交流費があって、海外の優秀な研究者を適宜何人が招聘することが可能だった。田中のアモルファス時代の友人で、ドイツのマールブルグ大学の物性理論の教授セルゲイ・バラノフスキー（Sergei Baranovski）や、イギリスのケンブリッジ大学のやはり物性理論の教授ジョン・ロバートソン（John Robertson）は、ともに実験家と連携して仕事をする柔軟

な研究者であったので、何回か滞在してもらった。彼らが一様に言っていたのは、「融合研内では、いつもどこかで、英語による講演会やワークショップがあり、実に多くの刺激を受けた」ということである。ここまで来ると、明らかに国際的に開かれている研究所と感じたことであろう。

初代所長大越は、残念ながらこの状況を見ることなく、平成6年11月4日に急逝した(享年62歳)。平成7年(1995年)4月に、末松安晴(前出/東京工業大学長のちに高知工科大学学長)が工技院の要請を受けて2年間の条件で急遽二代目所長に就任した。6月には、融合研の研究調整企画官の後藤、総務課長の百瀬は、立ち上げ期の多忙を極めた3年間の任務を終え、後任の脇本真也、鈴木安雄に、それぞれバトンタッチをした。所長とそれを支える二人のキーパーソンが、ほとんど同時に代わったことになる。初代の経験や思想がうまく伝わらなかった可能性は否定できないだろう。しかし、末松-脇本体制においても、融合研内の三つの異分野グループ間の融合を進めるため、月に、一度あるいは二度、昼食を取りながら「融合サロン」と称して、三つのグループから交代で若い研究者が出てそれぞれの研究を紹介し合う時間を持ち続けた。そのような中から、クラスターサイエンスグループ(古賀健司)とJRCAT金山グループの融合研究(金属ナノクラスターを利用したシリコンナノ柱の成長)や、バイオグループ(上田太郎)と同じく金山グループの融合研究(ミオシン蛋白の一方方向性運動の実現)、あるいはバイオ三宅グループ(中村史)とJRCAT徳本グループの融合研究(鎖状分子の力学特性の測定)が、数年後に生まれるのである。融合研究には時間が必要であり、2~3年で停止しては全く意味がないことを、田中は実感した。

新しい試みの中で研究者たちは今後の研究展開に期待を持ち始めていたが、同時に、マネジメントが抱えている歪も徐々に具体的な問題として顕在化してくる。

### III-10 JRCAT マネジメントの光と影 / 融合研の憂鬱

実は、JRCATがスタートして間もない平成6年の夏、あるグループで内紛があった。そのグループはグループリーダー(以下、GL)もグループ研究者も、ATP、つまりすべて異なる企業からの出向者であった。モザイク期であったので、工技院B地区とは少し離れた筑波研究支援センターの部屋をATPが借り受けて、そこにほとんど孤立してそのグループの居室が存在していた。PL、SLともに立ち上げの雑事に忙殺されて目が届かなかったのである。GLの横暴を数人の研究者が訴えてきた。事情を聞いた段階で感情的にももつれていて修復は不可能と思われた。PLの丸山は「このようなトラブルが生じるとはマネジャーとして

失格、企業ならば切る」との判断だったが、GLの選考は研究者としての業績と情熱という観点から田中と寺倉が強く推した人物だったこと、かつGLと鋭く対立した研究者がPLと同じ企業であったことから、丸山は、結論を実験担当SLの田中に預けた。数人の個別面接を実施したものの、「藪の中」の状況が変わるわけではなく、暑さの中で疲労感のみが増した。寺倉は、「あまり研究者の話を聴き過ぎるのは問題だ、GLを尊重すべき」との意見だった。田中は結局、各メンバーの技術的な課題にのみ着目し、グループ内の仕事分担を組み替えることで終息させた。SLとしてはこれが限界だと感じたが、GLには納得のいかない解決方法だったかもしれない。

融合研では、三つのグループにおいて研究活動が軌道に乗り始め、既存所のない豊かな国際交流予算や仕組みの柔軟な運営が研究者を生き生きと自主的な活動に向かわせた。大越・後藤時代の所内連絡会議で少しずつ積み上げてきた議論により、融合研の次の研究テーマは、テーマの決定方法も含め、所内で走らせていたフィジビリティ・スタディ(FS)などから融合研所内連絡会議のメンバーが中心になって候補を挙げるべき、との考えが主流になっていた。しかし、末松・脇本体制になって間もない平成7年の夏、所内連絡会議で脇本が、突然、工技院で「光メモリ基盤技術」が融合研プロジェクトとして採択された、と報告した。一瞬、田中、寺倉らは耳を疑った。新しいプロジェクトをどうしようかと数カ月に亘って議論してきた所内連絡会議の他のメンバーも呆気にとられるような気持だった。光基盤技術プロジェクトは、その後、予算が付いて本決まりになり、平成8年度(1996年度)に発進した。この一件により、融合研内部に大きな亀裂が走ったばかりではなく、融合研のマネジメントに対する他所からの信頼も失いかける危機に直面した。

これは、大越の急逝という融合研のピンチを辛くも救ってくれた末松に対して、工技院が用意した謝礼としてのプロジェクトと考えられた。この時点での工技院は、融合研の設立精神の維持発展がいかに難しい作業であるかを理解していたとは思えない。不幸なことに、末松は大越から異例なくめの融合研の運営について引継ぎを受ける機会がなかったため、工技院の用意したプロジェクトを拒む理由はなかったであろう。大越と末松は同じ光分野のリーダー的存在であったから、2人がじっくり引き継ぎの話し合いの機会を持っていれば、事態は変わった可能性があった。末松は、就任して間もないころ、「融合研の所長は何もすることがないのか？」と疑問を呈していた。JRCAT運営規定にあるように、プロジェクトのPLが全権を握っていて、融合研所長はプロジェクトに主体的には関与できない。一

方、末松は、光通信技術の泰斗ともいべき日本のリーダーの一人であり、研究に関わることなしに2年間を過ごすことなど、考えもしなかったであろう。事情はどうあれ、このことで融合研のマネジメントには、その後、1～2年、暗い影が付きまとった。この問題は内部に止まらず、周辺国立研との関係にも深刻な影響を与えた。事実、平成8年(1996年)4月に「次世代光基盤技術」プロジェクトがスタートすると、この分野のプロジェクトを所掌とする電総研との関係が急激に悪くなり、企画同士がほとんど没交渉になった。とくに電総研光技術部の当時の部長、矢嶋弘義の心中は穏やかではなかったはずである。このプロジェクトは工技院が所掌に関する研究所間の調整を省略して融合研所長に提供した、いわば「末松プロジェクト」であったが、末松は1年後に退任が決まっていたので、研究主幹として阿刀田伸史が電総研(元電子デバイス部、のちNEDO)から出向の形で採用された。まるで鬼っ子のようにして生まれた「次世代光基盤研究」グループであったが、間もなく採用された富永淳二(元TDK)が、スーパーレンズという大ヒットを飛ばし、産総研になってからは近接場光応用工学研究センター長に就任して活躍した[71]。さらに、平成27年(2015年)4月からは、(独)科学技術振興機構(JST)のCREST代表となり、かつてJRCATに在籍したアレックス・コロボフ(前出)らと新たな構造相転移現象を利用したデバイスの研究をスタートする。

末松は、融合研のピンチを救うとともに、図らずも融合研にある種の波風も起こしたが、わずか2年の在任中に末松の力量を示すいくつかの遺産をのこしている。一つは、次世代光基盤技術プロジェクトに付随した3階建ての光研究棟、そして長期滞在が可能なゲストハウス「けやき館」である。とくに後者は、内外との交流が盛んになった2000年以降において、「さくら館」と共に産総研の貴重な財産になっている。いわゆる無形財産としては、融合研の所内連絡会議にJRCATのPL(丸山)と研究企画部長(竹山)を出席させる習慣を作ったことである。これには異論もあったが、田中は素晴らしい措置であると思い、その印象は今も変わらない。

平成9年(1997年)3月10日、「アトムテクノロジー」の第一期プレ中間評価委員会が実施された[72]。評価委員長は東洋大学学長の菅野卓雄(東京大学名誉教授)である。第一期の最終年にさしかかり、十倉グループ、理論グループ、市川グループを中心にして研究成果がどんどん出て最盛期に近づきつつあったので、学術的な基礎研究としての評価については特に高い評価を受けた。しかし、バブル崩壊以後の産業界は長期的な基礎研究に投資する動機を失いつつあり、そういった空気を読んで工技院の産技室は、

第二期にかけてプロジェクトの方針シフトを強く主張し始めた。中間評価委員会があった翌日、丸山は田中に「アトムの後半は基礎研究部門全体を見てくれ」と要請、しかし正確な意味がつかめなかった田中は答えを保留した。プロジェクトが発進して5年経っていたが、スタート時に比較して、前例のないことに挑戦する工技院の熱気はすでに薄れ、既存所は相変わらずエゴをむき出しである。頼みの電総研とも悪化した関係はまだ修復されていなかった。従って融合研の人事も停滞し始め、新たな定員も簡単にはつかず、工技院、既存所ともに、3年先に迫った15所の統合と産総研のコンセプト作りに関心が移っていた。ただ、予算だけは計画通りに配算された。一方、大学においては、基礎研究ただ乗り論に対する一つの回答として1995年11月8日に成立した科学技術基本法に関連して、1996年度から第一期科学技術基本計画が発進した結果、研究開発費が大幅に増額され、2000年以降はさらに競争的資金などが充実される方向にあった。アトムテクノロジー・プロジェクトの後半(第二期)4年は、これらを見据えて運営することが要求される。下手をすれば、終戦処理になりかねないと、田中は思った。しかし、後半のPL就任を要請された場合、経緯から考えれば、断る理由はなかった。受ければ、JRCATで生まれた成果をプロジェクト後にどう発展させるか、ポスト・プロジェクトの青写真を提示する責務も負う覚悟が必要であった。田中が最も気にしていたのは、融合領域としてのナノテクノロジーを日本政府としてどう戦略化するかということであり、その後も機会を見てはメディアにも発信していたが[73, 74]、目の前に他の問題が山積していた。

平成9年4月、2年で退任した末松の後任として岸輝雄(東京大学先端科学研究センター長、のち(独)物質・材料研究機構理事長)が3代目の融合研所長に就任した。以後、4年間、岸は融合研の運営にあたった。脇本も退任し、能見利彦が研究調整企画官として赴任してきた。岸-能見体制のスタートである。7月に入って、工技院産技室の後藤隆志(初代研究調整企画官)がPLの問題を心配して来所、JRCATの規定によってATP理事長とNAIR所長との承認が必要である旨、岸に伝えた。8月から9月にかけて、融合研サイドは第二期のPLとして田中を推薦した。しかし、それ以後は、第二期基本計画には数値目標を入れるとの産技室開発官黒田との攻防に忙殺された。また、海外出張が続き、このころ田中はよく原因不明の腹痛に悩まされている。明けて、平成10年(1998年)4月、事態が進まないことに業を煮やした後藤は、数週間ほどかけて省内とATP主要5社のOKを取り、ATP理事長の西室泰三(東芝社長、のち東京証券取引所会頭)、NAIR所長の岸輝雄の承認も取って、丸山PL退任、田中PL就任、寺倉SL留

任、竹山哲 SL 就任を決定した。平成 10 年 5 月 8 日付けの JRCAT 人事である。このようにして、田中、寺倉、竹山がアトムテクノロジー・プロジェクトの後半の運営にあたることになった。火中の栗を拾うという以外の選択肢は考えられなかった。のちに市川昌和 (ATP) が、竹山が去って以後は桐田慶 (ATP) が、それぞれ SL に加わる。

第二期の基本計画に応用志向の数値目標を入れることについては、明らかに、第一期の議論と矛盾する。しかし、各グループが研究対象にしているテーマについて何らかの数値的な研究目標を掲げることができれば、基礎研究プログラムとして高く評価されているプロジェクトに対していきなり応用を目指せと迫る愚だけは避けられる。「産業応用を意識した目的基礎研究」という微妙な表現で決着した。そのあたりが企業側の要求や工技院産技室の要請に対しての現実的な対応と考えられた。ただ、優秀な研究者が、たっぷりとした自由度 (freedom) だけでなく、「応用を意識する」という多少の制約 (constraint) があつた方が大化けする可能性があるとも田中は思っていたが、自信があるわけではなかった。一方、理論グループの寺倉は、スーパーコンピュータを使った国際交流の拠点を構築すべく第二期はもっと大幅にやり方を変える構想を持っていたが、上述したように、バブル崩壊とともに企業側はプロジェクトへの資金提供を渋り、また、融合研を囲む環境がスタート時に比較して大幅に自由度と柔軟性を失っていたため、あきらめざるを得なかった。このあたりは、華々しく新事業をスタートさせるが継続性が保証されていない典型的な行政官庁の属性ということもできた。第二期は、融合研の岸 - 能見体制の支援を受けつつスタートした。

田中は、第二期に向けて JRCAT の一部のグループリーダーの若返りを図った。その過程でふたたび、グループ内のトラブルに遭遇した。これには、複雑な事情が絡んでいた。アトムテクノロジー・プロジェクトの予算構成は、実は、電子機器課一本だけではなく、当初から生物化学課 (通称 バイオ課) を通した予算が合算されていた。大型プロジェクト室と原局原課の間では、独立して提案されたプロジェクト同志を最終段階で合体させる作業が時々あり、部分的に合体することは珍しいことではなかった。アトムは元々、バイオとの融合を狙いたいとの希望があつたため、この一部合体に妥協してスタートしていた。バイオ課傘下の「バイオテクノロジー開発」技術研究組合 (通称: バイオ組合) と ATP との共同研究という形で、岡田孝夫 GL の「有機分子等構造観察操作技術の研究開発」グループはオーソライズされていた。予算のルーツが違うところから、「このグループの人事については、ATP と融合研とで決められた PL や SL は手を出すな」という暗黙の了解が、当初、機器

課とバイオ課にはあつたようだ。事実、第一期において、岡田グループは、海外出張その他においても独立しているように見え、GL の選考も JRCAT の 3 人は一切関与していなかった。

しかし、今回については、PL として田中は人事権を行使した。顛末はこうだ。このグループはオリンパスと浜松ホトニクス の 2 社から出向してきた研究者が主体であり、国立研サイドからの参加は、生命研から二名が融合研を通して参加していただけで、しかも、ほとんどグループとは関係なく、二人は個別に別の場所で仕事をしていた。つまり、実質、企業 2 社のチームである。オリンパス出身の GL 岡田は、二次元平面に分散させた多数の DNA や DNA/ タンパク質複合体を原子間力顕微鏡 (AFM) で観察し、主に長さに関する情報を、電子的に高速で読み取って分析処理するシステムを第一期に開発していた [75]。しかしながら、分子レベルと言っても数百ナノメートルレベルであり、このまま第二期というわけにはいかないと田中は見ていた。一方、第二期は応用を意識するということから、岡田は意を強くして、成果の企業化に向けた活動を独自に始めたので、それに対して「原子・分子レベルというプロジェクト目的から離反している」と同じグループの石川満 (浜松ホトニクス、のち産総研健康工学研究センター副センター長) から強い批判の声があつたのである。石川は科学技術開発事業団の若手育成プログラム「さきがけ」の第一期生で「単分子分光」で優れた成果を挙げ、まさに「原子・分子極限操作技術」に真正面から挑戦しようとしていた。これをきっかけにして、GL と研究員の間で諸種の摩擦が生じ、放置できない状況と判断した田中は、第二期技術目標に適合している石川の提案を採用し、岡田を GL から解任する決断をした。田中は岡田の出身企業オリンパスの技術担当常務の遊佐厚と交渉し、2 カ月のやり取りの末、平成 11 年 (1999 年) 1 月、解任の了解をとった。田中は同時にバイオ組合の専務理事、松尾次雄にも事情を説明し、合意を得た。岡田は、第二期計画については前 PL の丸山から賛意を得ていたと主張したが、2 人の間にどのような話があつたかに関係なく、第二期に責任を持つ田中としては譲れない判断だったのである。岡田には気の毒な結果になったが、これにより石川が新しい GL に指名され、グループは平常活動に戻った。

これには後日談がある。岡田は、オリンパスに帰任しても定年までわずかの年月を残すのみであつたので、JRCAT で挙げた成果をベースにしてベンチャー企業を興す決心をした。そのためには、それに関して取得した特許の実施許可を NEDO からとる必要があつた [76]。この話を聞いた田中は、岡田の申請を認可するよう、NEDO に強く要望を伝

え、その後もできることについては極力、岡田の支援に回った。認可が下りるまでに少し時間を要したが、岡田は、平成11年、「生体分子計測研究所」(RIBM)というベンチャー企業を興した。これが、旧工業技術院の第一号ベンチャー企業である。岡田が販売する装置は、盛んになり始めたバイオの研究現場において重要な役割を果たし、ニーズにマッチした結果、つくばにおいては貴重なベンチャー成功例として知られるようになった。リーマンショックにも耐えて創立10周年記念を迎えたパーティに、岡田は丸山と田中を招待している。

結局、第二期体制は、4つのフォーカス分野に10グループが所属してスタートした。問題となったそれぞれの数値目標は以下の通りである。

1. 原子・分子識別操作技術：(1) 無機物 / 徳本グループ (SPM/Si)、(2) 有機物 / 石川グループ (DNA)。DNA塩基配列解析速度を100倍に。
2. 表面・界面ナノ構造形成制御技術：市川グループ (Si/超高真空)、金山グループ (Si/イオントラップ)、尾関グループ (III-V/超音速分子線)、山崎グループ (Si/界面評価) / 田中が退任して山崎が新GLに。半導体ヘテロ構造を10ナノメートル以下のサイズで再現性良く作製。ナノ構造中の欠陥、ヘテロ界面の評価技術。
3. スピンエレクトロニクス技術：十倉グループ (強相関電子系)、田村グループ (スピン計測 / 理論) → 小池グループ (スピン計測 / 実験) / 田村英一GLが前半、小池和幸GLが後半を担当。数100エルステッドの磁場で2桁以上の磁気抵抗効果を示す材料。分解能10ナノメートル以下の高解像度スピン計測技術。
4. 原子・分子動的プロセス評価解析技術：寺倉グループ (第一原理計算)、宇田グループ (シミュレーター)。2000個以上のSi原子を含む系の第一原理計算。10万個以上の原子を含む系のシミュレーション (ハイブリッド法)。

### III-11 JRCAT 第二期 / 成果の収穫、融合研から産総研へ

1994年7月、十倉グループのポスドクの富岡泰秀 (のち、産総研) が苦労して成長させたペロブスカイト結晶の磁気抵抗を低温で測定していた時、突然、電気抵抗が不連続に変化した。巨大磁気抵抗効果の発見であった [77]。この頃は、JRCAT第一期で、まだ、国際共同棟が建設前であったので、融合研の仮の実験室での最初の成果であったが、これは強相関電子系がもつ広大な物性物理の世界を開く端緒となった。希土類元素のプラセオジウム (Pr) とカルシウム (Ca) を含むペロブスカイト型のマンガン酸化物結晶は作製が難しく他のグループではあきらめていたが、十倉は、希土類元素を系統的に代えることによりいくつかの転

移現象が起こりうると予想し、忍耐強い富岡に結晶の作製を任せていた。当時、十倉が考えていることを田中は何回か聞かされていたが、富岡が結晶作製に成功して測定すると思もかけない大きな電気抵抗の磁場転移が起きたのである。十倉が予言し、研究者が実験で検証する。そのようなことが数回起きたので、田中は十倉の話は予言ではなく、すでに実験で確かめた結果なのかと疑うほどだった。ここから、十倉グループの爆発的な活躍が始まった。

十倉の構想は、遷移金属酸化物だけでなく有機分子システムも含めて「強い電子相関効果」を持つ物質系を開発し、かつ新規物理現象を探索的に研究し、新しい学理を拓くとともに、それらに関連したデバイス物理を構築しようとするもので、Scienceほかに多くのレビューを著している [78, 79]。20世紀の後半以降、トランジスタの発明に発して超LSIまで、その主たる電子デバイスの原理は、トランジスタであれ半導体レーザーであれ、ほぼ電荷が主役である。一方、磁気メモリではスピンの利用される。しかしながら、ある種の物質においては電子の電荷とスピンが強い相関を持ち、一方の特性をコントロールすることによって他方の特性に影響を与えることができる。そこに着目して、第一期は、ペロブスカイト構造のマンガン酸化物において外から磁場をかけると電気伝導度が大きく変化する超巨大磁気抵抗効果 (Colossal Magnetoresistance : CMR) やトンネル型磁気抵抗効果 (Tunneling Magnetoresistance : TMR) を発見し、関連する諸現象を解明した。Nature、Scienceを含む多くの学術誌に論文を発表している [80]。十倉は、本格的な物質研究に必要なものとして材料をグループ内で作る技術を重要視し、結晶成長や合成の技術に詳しい専門家を抱えていた。富岡はその技術を有しており、また、有機合成に関しては、橘浩昭が物質研から参加していた。

国際共同棟が完成してからは、3階に結晶成長炉やX線回折装置など、必要機器も複数台そろえ、第2期には、グループアドバイザーとして川崎雅司 (東工大助教授、のち東北大学教授、東京大学教授) を迎えてポスドクも増強し、薄膜形成技術や有機分子システムにも進んだ。大きく広がった強相関電子系の物理としての世界で、デバイスの立場から見たとき、相転移現象ほど面白いものはない。そのような視点で膨大な成果を簡潔に記すと、(1) 低磁場で超巨大磁気抵抗効果を示す新材料 (La-Sr-MnO<sub>3</sub>系)、(2) 磁場誘起絶縁体金属転移を示す新材料 (Pr-Ca-MnO<sub>3</sub>系)、(3) X線およびレーザー照射による絶縁体金属転移、(4) 外部電場による電気抵抗スイッチング、(5) 巨大磁気抵抗効果を示す層状マンガン酸化物、(6) トンネル型磁気抵抗効果を示す強磁性トンネル接合、(7) 外部磁場を必要としない磁気バブルメモリ (La-Sr-Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>系)、(8) 室温で巨大な

トンネル磁気抵抗を示すセラミックスの開発 (Sr-Fe-MoO<sub>6</sub>系)、(9) 新しい素励起「軌道波 (オービトン)」の観測、(10) 電流注入による有機モット絶縁体の金属化および金属相におけるストライプ状のパターン形成 (K-TCNQ)、(11) スピン・軌道超格子の作成と機能発現、などとなる [81]。このような材料や現象が将来のデバイスに応用されるか否かは今後の展開次第だし、コストやその他多くの壁を超えていく必要があるが、十倉が見つめる先には、彼の表現を借りれば「強相関エレクトロニクス」という世界が描かれている [79]。十倉は、JRCAT 第二期に掲げた「産業応用を意識した目的基礎研究」を、彼の拓いた強相関電子系の世界を広げる形で積極的に進めたのである。

1993 年、十倉がポスドク 1~2 名で始めた実験グループは、1999 年 8 月時点で 17 名の大きなグループに成長していた。特徴は ATP を通して企業から 6 名もの参加があったことでポスドク 6 名、学生 2 名も含め、土日無しの夜を日に継ぐ研究三昧の毎日であった。学位を持たずに参加した研究者も、グループを去ってからはほぼ全員が学位を取得している。日に日に上がる成果は、多くの論文として発進され、国際的に一気に注目された。世界のグループからの要請に対して十倉は惜しげもなく結晶を提供し、共同研究の輪が世界に広がった。十倉グループの拠点、つくばの JRCAT は、世界の強相関電子系のハブになり、あるいはメッカと言っても過言ではなくなった。この機を逃さず、十倉は、ハワイでの国際ワークショップを企画し、1998 年度を皮切りに毎年、世界的なキーパーソンを集めてホットな議論の場とした [82]。JRCAT を閉じてからすでに 15 年になるが、このワークショップは十倉の努力で現在も継続さ

れている。JRCAT 第二期以後、十倉グループが独立に作成する Annual Report (年報) はいつも 3 センチくらいの厚さがあった。

このグループを常に強力に支えたのが、JRCAT 第一期の ATP 研究企画部長、第二期の SL、竹山哲である。予算面、企画面に限らず、ポスドクや研究者も徹底的にサポートした。研究がうまく進んでいない研究者には竹山の方からアクセスして話を聞いてやるほどの、メンタル面でのケアもやった。後年、十倉は、「竹山さんはいつも研究者の立場であった」「JRCAT においては研究と直接に関係のない管理面での問題で悩むことはほとんどなかった」と述懐している。こういった言葉を聞いて、田中は、大型プロジェクトの準備を始めた 1989 年以降の苦労は無駄ではなかったとあらためて確信した。昨年(2014 年)もそうであったが、この 10 年ほど、毎年のように十倉がノーベル物理学賞の候補に挙がっているのは周知のことである。

JRCAT の施設面での目玉は、前述したように、開設時に世界第 2 位であった JRCAT スーパーコンピュータ施設である。寺倉は、計算時間の半分は国際的に開放して、共同研究のネットワークを拡げ、理論グループの活動の枠組みをより国際的な視点で構築した。とくに初期には、超並列マシンを使い慣れたヨーロッパ勢との協同研究を主にして、デンマーク工科大学のノルスコフ (J.K. Norskov)、ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所のペイン (M.C. Payne)、サンディア国立研究所のシュトゥンプ (R. Stumpf)、マックス・プランク固体物理学研究所のパリネロ (Michele Parrinello) ら、それぞれのグループと共同研



**JRCAT ワークショップ** 毎年ハワイで行われた十倉グループの JRCAT ワークショップ。現在も形を変えて継続している。

左上：JRCAT 国際ワークショップ (2001 年)

左下：JRCAT 国際ワークショップ (1999 年 5 月)

右上：JRCAT 十倉グループリーダー (2001 年)

究を実施している。理論実験棟が完成してから、さらに活動が盛んになり、ほぼ毎日セミナーを開いている状況で、スパコンのメンテナンス・サービス会社も常駐させて土・日の区別なくコンピュータを稼働させた。第一期は、宇田が、アトムテクノロジー・プロジェクトの実験グループで多数派を占める半導体関連の表面の原子・分子プロセスを、寺倉が、主に強相関電子系など半導体以外の課題を取り上げた。さらに、寺倉は、国際共同研究も含めてスパコンのユーザー全体を Supercomputer Laboratories として、国際会議を開催し、また頻繁に結果を議論し、毎年分厚い Annual Report を発行した [83]。

第二期は、寺倉と宇田が、4つのサブグループを構成した。表面原子過程、電子励起、化学反応、相制御、である。全体を通じて、計算機プログラムの整備および新しい計算手法の開発が、常に、理論グループの共通課題であり、その中で、とくに、(1) 第一原理分子動力学プログラムを拡充すること、(2) オーダー N 方法、ハイブリッド法などの大規模に適したアルゴリズムの導入と開発、に力を注いだ。1999年8月時点で18名の研究者を抱え、そのうち8名が外国人であった。成果の一部を紹介すると、(1) シリコン基板表面の酸化過程や酸化膜との界面構造と電子状態を原子層レベルのシミュレーションで明らかにした、(2) チーグラ・ナッタ触媒によるエチレンの重合反応過程をシミュレーションにより再現し、反応過程を理論的に明らかにした、(3) 十倉グループとの関連で、ペロブスカイトマンガン酸化物の基盤選択による相制御可能性を理論的に明らかにした、(4) 原子間力顕微鏡像を探针と表面を一体化した理論解析で正しい解釈を得た、(5) 大規模量子力学計算のため、システムの原子数が増加した場合の対応として標準的第一原理計算とオーダー N 法をハイブリッドさせたプログラムを開発した、等である。

その他、ナノプロセスに関して、STMによる原子層エッチング(徳本グループ) / 集束電子線と自己組織化を利用した原子層シリコン酸化膜マスク技術(市川グループ) / AFMによるナノスケールマスク技術(山崎グループ) / 独自設計のイオントラップを使った安定化人工シリコンクラスタ( $\text{Si}_{10}\text{H}_{16}$ 、 $\text{WSi}_{12}$ など)形成(金山グループ) / 超音速原料分子線成長法による高密度 GaAs、InAs 量子ドットの作製(尾関グループ)、ナノ計測としては、カーボンナノチューブによる SPM 探针(徳本グループ) / 走査反射電子顕微鏡によるシリコン表面原子層酸化過程の観察(市川グループ) / RDS(反射率差分分光法)によるシリコン酸化膜の原子層数のその場計測(山崎グループ) / 独自開発の超高真空 ESR 装置によるシリコン酸化過程の欠陥電子状態その場観察(山崎グループ) / 超高分解能スピン偏

極走査電子顕微鏡の開発(小池グループ)、また、ナノバイオ分野では、マイカ基板の吸着させた線状 DNA のらせん構造を超高真空下で非接触型 AFM を使って計測(石川グループ) / 表面増強ラマン散乱による単一分子の検出(徳本・石川グループ)などが含まれる。ちなみに、市川が開発した走査反射電子顕微鏡はメーカーによって市販された。市場に出た他のものは、前述の岡田グループの成果をもとに岡田が興したベンチャー企業の生体分子計測機である。

後半の JRCAT は、研究者数が 102 名に達したことがあるが、ほぼ 100 名前後で推移した。1999 年 8 月時点の数字は、研究者 97 名、うち融合研 44 名、ATP 研究者 54 名だが、この中には、ATP フェローや STA フェローなどのポスドクが 39 名含まれていた。外国人研究者の数は、20 名であった。約 40% というポスドク比率は、世界標準からみてもかなり高いもので、人材は若さに溢れていた。その他学生が 10 名、さらに融合研には ATP 事務局スタッフが、各グループの秘書を含め 29 名常駐していた。研究者が研究以外のことで頭を悩ませることはほとんど無かったと言ってよい。

上記成果は主として論文という形で発表されている。通産省公報に明記されているように、論文発表が強く奨励されていたこのプロジェクト(実質 9 年)の発表総論文数は、2193 編で、当時、一人当たりの年間論文数としては、電総研、物質研など工技院の他の国立研究所に比較して約 2 倍であった。注目すべきは、論文の質である。Nature に 9 編、Science に 9 編。一時期、Nature の掲載論文数で JRCAT は理研や東大よりも上になり、日本で第 2 位であった。その時の 1 位は ERATO などを抱える科学技術開発事業団であるから、実質はトップと考えて良かった。Science や Nature 以上にむしろ敷居の高い Physical Review Letters には 59 編、応用物理系で最も権威のある Applied Physics Letters には 92 編、Physical Review には 135 編、また、バイオ系、化学系の学会誌にも数十篇の論文を発表している [84]。これらの中には、大学院生の論文も含まれている。十倉グループは別格としても、萌芽技術として割合自由に研究させていた田中の筑波大学連携大学院の学生たちも活躍した。田中は、筑波大学が国立研究所との連携を強める意味で 1992 年に開始した連携大学院制度による電総研第一号教授で、大学院生を 4 人、JRCAT で研究させていた。梅田享英(NEC 基礎研、筑波大学准教授)は修士論文、博士論文に関連して、Phys. Rev. Letters に 2 編、Phys. Rev. に 2 編、宮西晋太郎(シャープ基礎研究所)は Appl. Phys. Letters に数編、それぞれ発表している。



これらの結果は、参考資料 [81] に簡潔にまとめられているが、全体を統一的に、かつわかりやすく記述したものとして、後掲の参考文献 [85] と [86] がある。田中が、最終年の終了に間に合わせるように出版企画し、各グループに執筆要請し、10 年間 250 億円かけた基礎研究の成果を大学生が理解できる程度に噛み砕いて解説した 2 冊の書籍である。それらが米国のナノテクノロジー国家戦略に先駆けした日本の産官学プロジェクトの産物であることを広く知ってもらうことが目的であった。

その他の数値を挙げると、口頭発表 3,229 件（うち招待講演 579 件）、新聞発表 69 件。そして、知的所有権については、総出願件数 148 件（国内 43 件、海外 11 件）、国内公開特許件数 65 件であった。論文数に比較して特許のこの数字は、のちに議論の対象になる [84]。

プロジェクトを終了するにあたり、最も気を使ったのが、成果の出た基礎研究活動をどう継続していくのか、その具体的な形を作っておくことであった。短期決戦のものはほとんどなかったからである。しかし、田中は、前述したように、基本的にはさほど心配していなかった。JRCAT が民間の独立財団ではなく、融合研という国立研を使ったことにより、継続性の確保に大きな問題はないと見ていた。しかし、問題は、国立研の独法化初年度（総研 2001 年度）がプロジェクトの最終年度と重なっていることであり、アトム第二期がスタートした年には、他の国立研は産総研移行に向けて具体的な準備を始めていたからである。寺倉は、JRCAT の理論グループの研究統括とともに、産総研への移行に伴って計算機資源を地域の研究所を含めた 15 研究所のネットワーク化に使うべきとの考えから、融合研内に計算科学研究グループを起こしていた。NAIR の中核部隊が計算科学のフロンティア開拓に従事し、各地域の分散研究グループが応用を担当する構想である。これは、JRCAT 終了以後の継続性を図る準備活動も兼ねていたし、寺倉の構想は、産総研にとって理想的なものであったはずだ。

融合研は、1997 年に岸一能見体制になってから、再び活気が戻っていた。岸は、融合研が常識的な運営体制にないこと、ベースにある設立趣旨などをよく理解し、グループの構成を見たらうで、早いうちに方針を固めたようだった。田中は岸と大学同期であり、材料連合フォーラムの活動を通して顔見知りであった。岸は、グループの意思や要望をくみ取り、巧みに工技院に伝えて実現する強力なフィクサーであった。研究調整企画官の能見は、大柄でいつも笑みをたたえてゆったりしているが、ある時、寺倉と田中が真っ向からぶつかってかなり険悪になったことがあった。

その時の能見の動きは実に俊敏で、周囲への拡散を防ぐために、関係者を素早く回って、あっという間に火を消したのである。能見は田中によくこう言っていた。「アトム・グループは、バイオやクラスターに比べて、一番、揉め事が多いグループです。しかし、揉まなければならない問題をまじめに揉んでいます」と。1999 年 6 月には、能見が去り、渡辺宏が研究調整企画官に着任し、結果的には、岸一渡辺体制が、融合研を看取ることになる。すでに記したように、最後の 2 年における融合研の状況は決して楽ではなかったが、岸のマネジメントと渡辺の即断即決の姿勢が救いであった。人事についてさえ、先送りせずに数日間で結論を出すことがあった。この頃は、アトムテクノロジー・グループ（JRCAT）だけでなく、立石哲也の統括するバイオ・グループにおいて三宅淳（のち立石の後を継いで産総研ティッシュエンジニアリング研究センター長）の数十人の研究チームや多比良和誠の同規模のチームが目立った活躍をしていたし、次世代光基盤研究グループの急成長も重なり、1999 年 2 月 24 日、25 日の 2 日間、電総研、融合研と連続して行われた工技院の院議においては、所長だけでなく部長や総合研究官も出席していて、融合研の成功が話題の中心であった。このような空気が、融合研の研究活動を産総研へ連続的に移行させるプロセスに対して順方向に働いていたものと考えられる。

産総研の基本構造は、継続的な基礎技術を担当する「領域」（のちに部門）と、特定テーマについて時限的・集中的に研究する「センター」という、二本の相補的な柱によって構成されることになった。それに関連して戦略策定ワーキング・グループ「情報・システム」の中に、融合研から寺倉と田中が加わっていた。そこでの論点は、融合領域、あるいは各所横断領域について具体的に議論し、提案することであった。それは 15 研究所が一つの組織になることの本質的な意味が含まれていたからである。融合研が関わってきた計算科学とナノテクノロジーは当然、主な候補であり、領域とすることに反対はなかった。計算科学は寺倉がまとめることでユニークソリューションであったが、問題はナノテクノロジーである。ナノテクノロジーは、ほとんどすべての研究所に関係していた。特に材料関係に国際的なプレゼンスを誇る電総研と化学系で実績を上げている物質研がどう一致点を見つけるかが現実の問題と考えられていた。しかし、田中には、国際的な CEO 構築と言いながら工技院の内部だけを見て議論している矛盾の方がよほど気になった。田中は、ナノテクノロジーに関する日本の戦略欠如について講演や誌上で発言していたが [73, 74, 87]、2000 年 3 月で定年を迎えるので、それまでに戦略に相応しい俯瞰視野を持ち、国際的な研究実績を持つ柔軟なリーダーを見つける必要を感じていた。

1999年のある日、電総研の横山浩（超分子部、のち産総研ナノテクノロジー研究部門長、現米国ケント大学液晶研究所長）と阿部修治（基礎部、のち産総研ナノテクノロジー研究部門副部門長）からメールが入った。そのメールは、工技院の全所の中で、ナノテクノロジーに関する研究をしている主だった研究者全員に宛てて発信されたものであり、「関係者全員が集まって何をどういう形で進めるべきか、まず集まることから始めよう」と呼びかけたものであった。田中は、このとき、「さすがだ！」と思ったことを覚えている。実は、所を超えて議論することを拒む研究所がいくつかあり、ナノテクノロジーもその例にもれず、所属の異なる研究者同士が企画室に連絡無しで勝手に話し合うことを嫌っていた。これは、融合研のスタート時に、アトムへの他所からの参加を募集した際にも起こったことである。つまり、最初のアンケートで「物理系の人と仕事をしたい」という強い希望を持つ数人のパイオ系研究者が結局最後は「企画から待てと言われた」ということでアトムへ参加できなかった例と同質のものである。研究所単位で人をそろえてそのまま産総研の一領域になることは、所掌が本来分野別になっていることを考えれば最も容易な方法であるが、きわめて安易でもある。まして、融合を分野の本質部分とするナノテクノロジー領域の抱え込みなどあり得ようはずがなかった。

「さすがだ！」と感じたのは、その抱え込みを一切しないで、研究者にたいして自由に他所とのコンタクトをさせていた電総研の企画室、および他所に最初に呼びかけた横山、阿部の行動に対してである。横山については、田中は以前から注目していたし、工技院からの初めてのERATO研究代表者（横山液晶プロジェクト）になった際には、横山からの要請でその最終の選考過程に向けて横からいろいろと応援したこともあった。また、阿部についても田中は、米国の留学先から産総研に就職したい旨の手紙を貰ったことや、阿部の恩師の東京大学物性研所長であった豊沢豊から丁寧な推薦の手紙を貰ったこと、基礎部の近藤淳に相談したことなど因縁浅からぬものがあった。その二人が口火を切ったのは偶然だったろうかと、当時、田中は感慨にふけた。結局、最後は、工技院の薦田康久（当時、研究業務課長）が動いてかたくなな研究所の扉を開き、横山らが主導して議論が始まるのであるが、自然な結果として横山がナノテクノロジー研究部門の初代研究部門長に就任した。JRCATの原子分子識別操作のグループは、研究所統合で生まれる冒険的なナノテクノロジー研究部門に参加することとした。

センターについては、主として二つの流れに整理された。十倉グループは、最も早くから動いていて、SLの竹山が

中心になって強相関エレクトロニクスをわかりやすく解説したパンフレットを作成したうえで、電子機器課や工技院に出向き説明をしている。このような運動と圧倒的な実績によって、十倉グループの研究活動は、強相関電子技術研究センターとしてミレニアム予算の一部で2000年度にスタートが決まった。これにより、ポスドク研究者も安心して研究に専念できる条件が整ったわけである。一方、半導体については、業界として韓国と台湾から再びシェアを奪い返したいとの願いを代表して、独法との巨大プロジェクトの話が半導体産業研究所（SIRIJ、1994年4月設立の産官学連携で議論する半導体産業界のシンクタンク）から「次世代半導体開発センター」の設立という形で提案されていた。当時、工技院計画課から補正予算165億円でクリーンルームを作るなどの話が出ていて、JRCATの表面・界面ナノ構造形成制御の分野はそちらに合流する研究者たちと新たに提案した「ナノマニュファクチャリング・テクノロジー・センター」とに分かれた。

以上のように、JRCAT後の方向についての目途が立ち、田中は、2000年3月に融合研を定年退職、4月にはPLとしての職責を果たすために技術研究組合ATPの常務理事、研究所長に就任、また、2001年4月以降の1年はプロジェクト最終年のPLと産総研初年度の理事とを兼任した。

### III-12 融合研とJRCATをどう評価するか

すでに詳細な歴史的背景や動機について記述し、かなりの評価材料は本稿にて紹介してきた。これ以上のコメントは屋上屋を架すおそれがあるが、2つの外部委員会のコメントは紹介する必要があるだろう。融合研評議員会（座長：猪瀬博 / 以下、NAIR評議員会）による第7回評議員会報告書 [88] と、産業構造審議会評価小委員会原子・分子極限操作技術評価ワーキング・グループ（座長：西永頌 / 以下、アトム評価委員会）によるプロジェクト（事後）評価報告書 [84] である。関連して私見も記す。

アトム評価委員会メンバーは次の通りである。西永頌（座長：名城大学教授）、江藤肇（千葉経済大学教授）、亀井信一（三菱総研主任研究員）、川合真紀（理化学研究所主任研究員）、高柳邦夫（東工大教授）、柗元宏（凸版印刷専務取締役）、永山國昭（岡崎国立共同研究機構教授）。一方、NAIR評議員会のメンバーは、第1回から大幅に入れ替わった。相澤、猪瀬（座長）、クワイサー、桜井は残り、新しく、池上徹彦（会津大学副学長）、餌取章男（日本科学技術振興財団）、M.R. ガディリ（米国スクリップス研究所教授、分子生物学）、M.L. クライン（ペンシルバニア大学物質構造研究所長、計算科学）、後藤顕也（東海大学教授）、榊裕之（東大生産技研教授）、末松安晴（高知工科大学学長）、

J.P. ソバージュ（仏ルイ・パストゥール大学教授）、高木誠（九州大学教授）、K. モスバッハ（スウェーデン、ルンド大学教授、化学）、渡辺久恒（日本電気支配人）が加わっている。

まず、アトム評価委員会報告書の総合評価の概略を記すと、

(1) 国が実施した事業として極めて高く評価。ナノテクノロジー R&D を他に先駆けて戦略的に取り組んだ。

(2) 産官学にわたる真の共同研究体制の運営のあり方、人材（研究実施者とリーダー）の育成のあり方を示した。

(3) 多くの資金と人材を投入し、成果は超一流である。

(4) プロジェクト終了後の処理がスムーズである。

の記述がある一方、

(5) 「ミクロの決死圏」の現実化というロマン、および一部でも実業の世界で成功という渴望があったが、まだ大きな壁あり。ロマンを生む大きな物語がナノ加工技術に生まれていない。

といったものがある。このうち (5) については、田中が最も期待し、かつ最も難しい技術と考えていた「自己組織化」に関するもので、1995年2月に、田中が組織委員長になって“JRCAT International Symposium on Self-Organization”を開いている。生体内におけるように、自己組織化を原子分子レベルで自在に生産プロセスに生かせれば、一種のイノベーションが期待できたが、プロジェクト終了後15年経った今も、いまだに成功していない。評点法（5点満点で7名の評価委員の平均値を取る）による評価においても興味深い結果がある。「事業体制・運営の

妥当性」（4.71）と「事業目的・政策的位置づけ」（4.57）は高得点、達成度・成果の意義（4.31）も高い。一方、「実用化可能性、波及効果」（3.48）が低く、しかも委員の意見が割れているのである。

企業側から見ての実用化可能性や波及効果の大きさをプロジェクト終了時点で求めることは、この種の徹底的な基礎研究プログラムの場合には不适当であろう。しかし NAIR 評議員会においても同様に異論続出で、

(1) 研究成果の量に比べて海外特許の数が20前後というものは少ない。

(2) 10年間250億円のプロジェクトが経済的に引き合うように、独法では、プロパテント戦略を強化すべきという批判的なコメントがあった。一方、アトム評価委員会報告書には、

(1) 拙速な実用化を期待すべきでなく、このプロジェクトの卒業生が花を咲かせると考えるべき。

(2) 現時点で具体的な実用化の明確な見極めをすることは困難。実用化の評価は適切でない。

という個別意見もある。これらは、第1回、第2回の NAIR 評議員会でのフリッチェ、カールらとクワイサーらが展開した議論の本質と、切り口は異なるが、同根と考えられないだろうか。企業は、このようなプロジェクトに何を期待すべきなのか、あるいは期待すべきでないのか、簡単に結論が出るとは思えないが、明確に見極めておくことが求められよう。しかし、はっきりさせておきたいのは、



**第7回融合研（NAIR）評議員会を終えて** 後列：左から、田中一宜（JRCAT プロジェクトリーダー）、渡辺久恒（日本電気、評議員）、末松安晴（高知工科大学、評議員）、榊裕之（東大生研、評議員）、前列：左から、池上徹彦（会津大学、評議員）、ハンス・クワイサー（マックス・プランク研、評議員）、岸輝雄（融合研所長）、ミハエル・クライン（ペンシルバニア大学、評議員）、猪瀬博（学術情報センター、評議員会座長）

基礎研究ただ乗り論の原点に帰れば、「基礎研究への自己投資は引き合わない」と結論を出した米国企業群が「日本も応分に負担しろ」とクレームを付けたことに始まっている事実である。投資が莫大な利益を生むとしても、東レの炭素繊維（カーボンナノファイバー）のように、30～40年もかかる場合だってある [89]。基礎研究プロジェクトを数年やって直ぐに実用化につながるということは、現在のような大競争時代ではよほどのことがない限りあり得ないのではないだろうか。そのことは米国企業が半世紀以上の壮大な実験を通して証明しているのである。明らかに、評価の視点を変える必要がある。米国が、基礎研究を大学との連携で切り抜けるために政官一体となって新しい産学連携の戦略を構築したように、日本も、公的機関の新しい任務を再検討することが迫られているだろう。このことも、NAIR 評議員会や、アトム評価委員会で異口同音に指摘されている。

既存の日本の国立研究所を舞台に、産官学連携の実験として展開した融合研と JRCAT の仕組みは、両委員会からも褒められた。このことで田中はなによりも救われた感じがした。なぜならば、かつてベル研のジュエットが設定したように、JRCAT の「良い問題」とは、具体的な技術成果とともに、産官学連携の仕組みの実験成果を挙げるところに設定されていたからである。とくに、第7回 NAIR 評議員会で座長の猪瀬が残したコメントを紹介しておきたい [86]。

【猪瀬座長総括】「産業技術融合領域研究所は、工業技術院の研究所の成功例であり、独立行政法人に当たっては、新法人全体が融合研スタイルをまねるということではなく、融合研方式を拡張するという方向を指向すべき。情報系で第二の融合研をやるというのも一案であろう。つまり、現在せっかくうまく運営されている研究所のスタイルを分解してやめてしまうのは、大きな損失であり、これを徐々に拡張すべき。全体を一度に優れたものにしようとするのは、事実上不可能である。良いものを少しずつ増やしていく方向が妥当ではないか」 [86]。融合研を礼賛しつつも、米国に完敗していた日本の情報系リーダーの一人として、忸怩たる思いがいつも胸中に去来していたことが伺えるコメントでもある。しかし、融合研は 2001 年 3 月で、わずか 8 年の歴史的な使命を終えて終了した。従って、もう 1 年残っていた JRCAT は、ATP と産総研との契約の上で活動した。

上記以外に、事後評価については、アンケート調査およびヒアリング調査を中心にして技術研究組合 ATP が富士総研に依頼して作成した興味深い三部作が残っている。(1) マネジャークラスへのヒアリング調査、(2) 研究員・事務

局員らへのアンケート調査、(3) それらを総括した ATP 業務会議「プロジェクト調査委員会」への調査報告、である [90]。この発案者は、調査委員会の委員長で、当時の ATP 業務会議メンバー豊蔵信夫（富士通政策推進本部技術企画部専任部長）である。本音を引き出すために、回答者すべてを匿名とした調査報告書になっていて関係者限りで配布されている。従って名前を明らかにすることはできないが、田中が読めば、ヒアリング結果についてはその内容から人を特定できる。それらは、本人の生の声なので興味深く、本稿の中でもかなり反映させたことを記しておく。アンケート調査の結果も当時の企業関係者の心理や考え方がうかがえるところがあり、ユニークな調査報告書になっている。

この項の最後の話題は、プロジェクトが育てる人材についての考察である。前述したように、アトム評価委員会報告書には、「プロジェクトの卒業生が花を咲かせる」可能性が指摘されていた。基礎研究におけるプロジェクト参加のメリットは、連携あるいは融合という観点からは計り知れないものがある。第 IV 章で論じるが、「タコツボ型」になりやすい日本人が、自身の専門と異なる分野に触れたり、多くの研究者と交流することによって「ササラ型」に広がる知的・人的ネットワークは個々の研究者の視野を拡大し、将来の共同研究の可能性も増大する [91]。とくに人と人のネットワークは、一度形成されると使えば使うほど強固になっていく永久財産のようなものである。そのようにして成長した研究者がその経験を部下に伝え、育て、視野の広い研究者、技術者、あるいはマネジャーを再生産する。基礎研究プログラムの成果は単なる学術的な成果だけではなく、人の成長が後年に生む効果を見逃すことができない。そのような観点から、田中は JRCAT に参加した研究者のその後のキャリアをできる限り追跡し、時に応じてチェックしている。同じ考えでかなり正確に追跡記録しているのが、かつて徳本グループでシリコン結晶表面の処理と原子レベル観察の技術を開発していた森田行則（産総研）である。彼の記録と最近の調査によれば、以下の通りである。

(1) JRCAT には常時 100 名前後の研究者が常駐した。実質 9 年のあいだに JRCAT に参加した延べ研究者数は 269 名に上る。

(2) そのうち、教授になったもの 25 人（外国人 3 人を含む / 海外の大学）。准教授になったもの 15 人（外国人 1 人含む / 日本の大学）。特任教授 3 人、特任准教授 3 人、名誉教授 5 人。合計すると 51 名の大学教官が世に送り出されている。

彼らは、企業にとって将来の産学連携の有望な協力者だと考えられないだろうか。

数年前に、田中は興味ある話を産総研若手代表の湯浅新治から聞いた。湯浅は、1996年4月、田中が融合研に移ってから4年後に、後任の電総研材料科学部長荒井和雄(前出)が採用した新人研究者である。とにかく、人の話をよく聞いて消化吸収する能力と積極性を持っていた。磁性研究における薄膜技術は旧磁性材料研究室の片山利一から、応用の知識は同じく安藤功児(現産総研フェロー)から、理論はJRCATの鈴木義茂(現、大阪大学教授)、田村英一(当時JRCATグループリーダー)から学び、研究に生かすとともに、それらを量産可能な磁性デバイスにつなげた。実は、融合研はいつも内外から多くの訪問者で賑やかであったが、不思議なことに、めったに周囲の工技院既存所からは訪問者が無かった。田中はよく、電総研に出かけたが、電総研からはめったに人が来なかった。その中で湯浅だけが例外的にJRCATに顔を出し、鈴木や田村からいろいろと吸収したようだ。同時に彼は、絶対必需の英語をマスターしようと思い立ち、毎週土曜日の午後に、融合研のJRCATの新聞コーナーにやって来て、捨てられる予定の英字新聞を読む。さらにそれを自宅に持ち帰り、隅から隅まで読んだそうで、数か月後には、テレビの英語放送が聴けるようになったという。磁性デバイスで画期的な業績を上げ、IBM科学賞や朝日賞(東北大学教授の宮崎照宣と共同受賞)など大きな賞を受賞して、数年前に産総研で最も若い研究センター長(ナノスピントロニクス研究センター)に就任している。活発な研究活動と英語を公用語とするJRCATと融合研の存在が、湯浅に何らかの影響を与えたと考えることができないだろうか。

#### IV 21世紀の融合と連携 / 新たな模索の時代

本章は最終章である。前章までに、日本の国立研究所が主

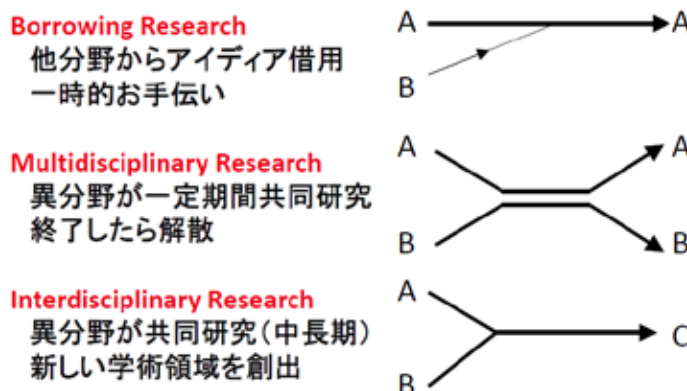
導的に関わってきた代表的な二つの産官学連携プロジェクトについて、歴史的な背景や動機も含めて詳細に記してきた。NEDO サンシャイン計画におけるアモルファス薄膜太陽電池プロジェクトが分散型の産官学連携研究であったのに対して、融合研(NAIR)、技術研究組合(ATP)とアトムテクノロジー研究体(JRCAT)による原子・分子極限操作技術(アトムテクノロジー)プロジェクトは集中型の産官学連携研究であった。21世紀の科学技術は、諸々の営みにおいて連携と融合が不可欠である。先行している米国の状況、特に戦略的なアプローチを簡潔に記し、日本の今後に向けて、その文化的特徴を考慮したアクションプランについて筆者(田中)の私見を述べる。

#### IV-1 連携と融合をどう促進するか / 米国の戦略的アプローチ

本来、「連携」は目的達成のための形式であり手段であるが、「融合」は連携によって進行が期待される成果である。組織間の連携は責任者が決断すればすぐにはじめられる。しかし融合が効率的に進むかどうかは、連携の形と運営に依存して結果は大きく異なるだろう。なによりも、時間がかかることを覚悟する必要がある。異分野融合研究について、2004年11月に発刊された全米科学アカデミー報告書“Facilitating Interdisciplinary Research”においては、三つのカテゴリーを想定している [92]。

- (1) Borrowing Research/A分野が他(B)分野からアイデアを借用したり技術的支援を受ける。
- (2) Multidisciplinary Research/異分野同士が一定期間共同研究を実施、終了後解散する。
- (3) Interdisciplinary Research/A分野とB分野が中長期の共同研究を実施した結果、新しい学術領域(C分野)を創出する。

最も進化した形の(3)を厳密な意味での異分野融合



“Facilitating Interdisciplinary Research”  
The National Academies, Nov. 2004 (全米科学アカデミー報告書)

#### 異分野融合研究 Interdisciplinary Research

(Interdisciplinary Research) と称し、次のように定義している。〈定義〉複数の研究チーム、もしくは複数の研究者による研究形態であり、複数の研究分野、もしくは複数の専門知識体系から得られる情報、データ、手法、機器、視点、概念、もしくは理論を統合することによって、基本的な理解の増進、もしくは複数の分野にまたがる問題を解決することを目的とした研究方法である [92]。ただし、筆者は上記の (1) (2) も人材育成のためには重要なカテゴリーと考えているが後述する。

II 章、III 章で詳述した二つの国家プロジェクトは、新材料や新しい学術概念を既存の技術と融合して新しい産業のフロンティアを拓こうとしたもので、産官学の連携、基礎/材料/デバイスの垂直連携、あるいは異分野融合を促進するための工夫と努力の連続であった。連携と融合は、明らかに、科学技術を中心に据えたイノベーションを手にするための不可欠の要素であり、それをドライブし加速する基本システムの構築が必須と実感した。21 世紀に入って、かつての NIES の成熟や BRICS の台頭もあってグローバルな舞台での競争は激化し、従ってイノベーションにいたるスピードがますます要求される。その意味で連携・融合の促進・加速システムは、政府、企業、大学を問わず、あらゆる研究機関、国家プロジェクトに常設されるべきインフラと考えられる。

連携と融合については、当然のことながら、西欧諸国に多くの実験例がある。科学の先進国であっても、学術の専門性と細分化が進むと必ず全体を見る力が弱くなる。それを防ぎ、かつ異分野融合の積極的効果に期待して、英国では学際研究センター (Interdisciplinary Research Center: IRC) が 1980 年代に各大学に設置され、各種テーマに対して異なる分野の研究者の学際的なアプローチが奨励されている。I-3 で少し触れたが、一つの明確な目的の下に異分野融合が進められた有名な例としては、ドイツ Stuttgart のマックス・プランク固体物理研究所の例がある。この研究所は、1970 年代の初頭、半導体分野でのドイツの復権を誓って、化学、電子工学、物性理論の融合の中から新しい半導体技術を生み出す戦略を立て、研究棟の設計から工夫を凝らした。この計画をリードしていたのは、米国から呼び返された所長のクワイサー (前出) である。研究者の居室を同一階に配し、らせん階段、エレベータ、お茶のみのオープンスペースを建物の中心近くに集めて近接させる空間デザイン、お茶のみ時間を決めて一斉にオフィスの外に研究者を追い出すなど時間的にもコントロールし、徹底的に研究者間のコミュニケーションを増やす努力を続けた。かつてベル研で研究をした経験のあるクワイサーがベル研の経験を生かした例であり、「大変効果があっ

た」と田中はクワイサーから聞かされている [12]。

一方、米国では、きわめて戦略的な動きとして、融合と連携を促進する制度やシステムを大学、国立研、政府が一体となって構築してきた。第 III 章 (III-3) で記したが、米国企業は、ベル研の没落に象徴されるように、基礎研究を一企業が抱えることが難しくなったとの実感を 1970 年代に得て、1980 年代は、産学連携に新しい形を作る作戦に切り替えている [33]。その代表的な施策が、1980 年のバイ・ドール法 (Bayh-Dole Act) の成立である。これにより、たとえ連邦政府資金による研究が生み出した特許などの知的財産であっても、その研究を実施した当の大学に帰属させることが可能になった。また、その特許の独占実施権を他社に与えることもできるようになった。つまり、政府資金による研究成果から生まれた特許が莫大な利益を生めば、それは、研究者と大学のものになったのである [33]。バイ・ドール法以後は、大学が Technology Licensing Organization (TLO) を設置して特許の有効管理を始め、技術移転収入が大学の財政状況を著しく潤すようになる [93]。とくに有名なものは、スタンフォード大学の Office of Technology Licensing (OTL) で、産学連携の成功例として伝説的な存在である [42]。1969 年に設立された当時は年間収入が 5 万ドル (約 500 万円) であったが、1980 年代はバイオ関連特許で巨額の利益を上げ、2000 年当初だけで技術移転収入が 4 千万ドル (約 40 億円) を超えている。これ以後、ビジネスの専門家も大学に招致し、資金の運用を図ってトップレベルの大学は豊かな財政状況を誇るようになる [93, 94]。なお、日本において大学からの技術移転を促進するための法律「大学等技術移転促進法」が制定されたのは、1998 年であるから、20 年近くの遅れといえる [33]。

大学が企業の産学連携の相手として財政的な基盤を充実させ、かつ、大学ベンチャーを生み出す経験を積み上げる一方で、政府も、それを支援する制度を用意する。米国の大学は、第 2 次大戦後、バネバー・ブッシュ (前出: Vannevar Bush) の科学技術振興策や、1950 年の全米科学財団 (NSF) の設立を弾みにして、政府から大学へグラント (補助金) が出るようになり、研究活動が活発になった。企業との関係も、企業側の事情もあって産学連携に発展することが増える。やがて 1980 年代になって、外部研究資金が成果を左右するようになり、特定のプロジェクトに資金を出す制度としてプロジェクト・ファンディングが盛んになった。この頃は、外部資金を獲得できるスター研究者を確保して支援する大学マネジメントが当たり前になり、ベル研から多くの研究者が大学に移籍している。

米国のエスタブリッシュメントで石油メジャーのエクソンが基礎研究所 Exxon Corporate Research Laboratory Linden をリンデンに設立したことがある。1970年代後半から1980年代前半にかけてトップ研究者を多く集め、オイルショックで誘発された再生可能エネルギーの開発に関連する基礎研究に目標をおいていたが、長続きせずに終息した。アモルファス太陽電池を最初に発表したRCAのデイビッド・サーノフ研究センター (David Sarnoff Research Center) からは特に多くの金を使って研究者をハンティングしたと言う。田中の古い友人でアモルファス半導体研究時代のライバルであったジョン・ドゥヌフビル (John P. deNeufville: エクソン基礎研究所、のちベンチャー企業 Voltaix CEO) もこの研究所に在籍していたが、研究者としての提案をいくら出しても、トップマネジメントに届く前に却下されたという。多くの研究者が去るまでにそう時間はかからなかったようだ。数年後にラボが閉じられた時、「金で研究者は買えても、基礎研究のマネジメントは買えない」と言った彼の言葉が印象的であった。結局、エクソンは、ベル研の失敗を学ぶために基礎研究所を作ったような結果に終わった。ちなみに、ドゥヌフビルは、ハーバード大学のターンブル (David Turnbull) の弟子で、彼のベンチャー企業は30周年を迎えた。

1990年代以降は、さらに大学のマネジメントや政府において、戦略的な変化が生まれる。イノベーションを目指す科学技術上の成果は、単一分野に限らず複数の分野の融合や既存技術との統合が必要と認識されるようになり、政府側ではそれに適した科学技術政策がスタートし、大学には独自のシステムが構築される。

政府においては、クリントン (Bill Clinton) 政権時代 (1993年1月～2001年1月) から、既存省庁の壁を越えた省横断の「戦略イニシアティブ」を大統領府の President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST) の助言をもとにして National Science and Technology Council (NSTC) が決定し、戦略的に資金を投入した。国家情報イニシアティブ (NII)、そして2001年度にスタートした国家ナノテクノロジー・イニシアティブ (National Nanotechnology Initiative: NNI) がよく知られている [95]。「イニシアティブ」は既存の政府の枠組みを超えて異分野を横断して国家全体で解決が図られるべき重要課題、あるいは戦略的な分野を意味している。1980年代から1990年代は、バイオテクノロジーやナノテクノロジーが台頭してきたが、両者ともに異分野を横断してあらゆる技術と学術的知識の融合が不可欠の分野であった。既存の政策ツールでは対応できなかった。「イニシアティブ」は、そのようなニーズから生まれるべくして生まれたのである。その

ような中で、大学では、増大する産学連携への対応や地域の起業家へのサービス、また同時に大学施設の効率的な利用を兼ねて、大学内に共同利用センターを設置する大学があらわれた。コーネル大学はその草分けである。政府 (NSF) は、1994年、これを戦略的に支援し、資金を投入して外に開いた共用施設の全米ネットワークを形成するプログラムを開始した。National Nanotechnology User's Network (NNUN) である。これにより、学内の学科を超えて、あるいは学外の企業との共同研究がしやすくなり、安い利用料と政府からの支援で自立運営の道が開けた。なによりも施設における異分野同士のコミュニケーションの場となった。2001年に、ナノテクノロジーがNNIという戦略イニシアティブになった際には、NSFがこのプログラムの機能を倍加させる National Nanotechnology Infrastructure Network (NNIN) というプログラムに進化させ、共用施設の機能だけではなく、ナノテクという新しい分野の教育、あるいは小中高生に対するシームレスな科学教育のための教科書作り、それを教える教官の育成など、中長期の人材育成機能まで付与したのである [96]。

さらに、大学においては、縦割りの学科や学術分野で対応できなくなった科学技術への社会の要請にこたえるべく、全学的な協力体制を構築して、特に生命科学やナノテクノロジーのフロンティアを拓こうとした。このような分野間協力 (クロスディシプリナリー: Cross-disciplinary) に熱心な大学としてコーネル大学やスタンフォード大学がある。既存の学術分野には学科ごとに建物があるが、学科を横断したバーチャルな学際研究センターを作っても建物がない限り、異分野の研究者間にコミュニケーションの機会はなかなか生まれない。国の資金だけでは頼れないので、大学は積極的に寄付金を集めた。1988年以降、大学の寄付金収入は増え続け、小林信一によれば、2001年度には全米で242億ドルに達した [94]。当時の日本円に換算すると、約2兆5千億円であり、日本の国立大学の年間支出総額2兆3600億円 (2002年度) を超える。社会習慣が違うとはいえ、寄付金の大きさは、日本人の想像を超える。稼ぎ頭は、ハーバード大学で、1996年から2002年の7年間で、約4000億円近く集めている [94]。スタンフォード大学、コーネル大学、デューク大学がそれに続いている。これら寄付金で融合を促進するための学科横断の立派な建物が建てられた。

コーネル大学では、2004年に、卒業生デイビッド・ダフフィールド (David Duffield) からの寄付金 (8500万ドル) でダフフィールド・ホール (Duffield Hall) が建てられ、そこにナノバイオテクノロジー研究センター (Nano-Bio Technology Center: NBTC)、クリーンルーム、ナノ・

ファブリケーション・センター (CNF)、材料研究センター (CCMR) が入った。2006年3月に田中が視察・調査で訪問した際に最も驚いたのは、このホール内に、そこを利用する複数の学科の大学院生の雑居オフィスがあったことで、多くの学生たちが異分野の学生たちと自由に議論をしていたことであった。一方、スタンフォード大学では、この大学で教鞭も取ったことがある著名な起業家ジム・クラーク (James H. Clark) からの1億4700万ドルの寄付金で、2003年、クラーク・センター (James H. Clark Center) が建てられた。ここは、新しいバイオの領域を見つけるため、1999年に大学の自主イニシアティブとして始まった「バイオ・エックス」イニシアティブ (Bio-X Initiative) の新しい拠点となり、参加8学科 (生物学、物理学、化学、心理学、ゲノム学、工学、コンピューターサイエンス、医学) が居室を与えられ、教授が新たにファンドを獲得した場合には、実験室のスペースも確保されるように大学側がアレンジした [97]。つまり、寄付金を始め、大学経営陣のサポート、政府の競争的資金、異分野研究者が共有できる快適な空間、など、融合のための全条件がそろっている。とくに強調しておきたいのは、大学の自主性で、これが素晴らしい。本稿で何回か登場したスティーブン・チューは、実はノーベル物理学賞を受賞した時には、スタンフォード大学に在籍して、バイオの研究を始めていた。事実、その後、バイオ・エックスにも参加している。彼の言葉“Under one roof”と“Mutual understanding”は、融合と連携のシンボルとなっている。ちなみに、つくばのつくばイノベーションアリーナ (TIA) は、“Under one roof”のみを強調していて気になる。 “Mutual Understanding”の趣旨を運営に活かして欲しいものである。

日本では、本稿で詳述した試みが政府機関における代表的なものであるが、21世紀に入ってからは、ナノテク国家計画を中心にして、徐々に連携と融合のインフラが築かれつつある。しかし、エレクトロニクスの最先端拠点を比較すると、まだまだ欧米との差は大きく、アジアにおいてさえトップグループの座を維持していけるのか、はなはだ心もとない状況ではある [98]。一方、共用施設ネットワークについては、文科省のナノテクノロジー・プラットフォーム事業が軌道に乗りつつあり、今後が楽しみである [99]。これらは別の機会に論ずることにしたい。

#### IV-2 日本文化の落とし穴 / しかし本質的な問題ではない

数年前に、内閣府の総合科学技術会議が2011年以降の日本科学技術政策 (第四期科学技術基本計画) を立案するにあたって、三菱総研に日本の現状について多面的な調査

を依頼した。その調査の一部を米国のシンクタンク RAND に再委託した。それに対する報告書が「RAND Technical Report “Japanese S&T Capacity” 2010」である。この調査は、RANDが、日本の研究機関で研究活動に参加した経験のある海外の研究者に対してアンケート調査を行い、その結果をまとめて報告したものである。日本の科学技術の問題点が6項目にまとめられていて、そのトップに挙がっているのが「なによりも、まず、書くにしろ、話すにしろ英語にもっと習熟すべし」というものであった [100]。これに対しては、残念ながらなにも違和感はない。国際会議に出かけても、それがたとえ、アジア諸国であっても、科学技術では先輩で会議の経験を多く積んでいるはずの日本人が、とにかく質問を減多にしないし、どうも元気がないのである。

それを証明する一例を挙げれば、米英独は2000年から2009年の10年間で研究開発費が数10%上がり、論文数も20~30%増加しているのに対し、日本は予算増加率も論文増加率も5%にとどまり、中国の300%、韓国の100%をはるかに超える上昇率、増加率とは比べ物にならない [101]。増加率だけでなく、ナノテクノロジー分野の絶対論文数でも、中国、韓国が日本を凌駕し、質的にも肉薄している現状がある [98]。状況を正確に理解するため、さらに具体的なデータをいくつか記しておこう。いま (2012年時点)、世界の留学生 (大学・大学院) は400万人で、2000年に比べ、約2倍に増えている。ところが日本は、受け入れ留学生が15万人に対して海外への留学生数がわずかに3.3万人である。中国が69.4万人、インドが18.9万人、韓国が12.3万人送り出し、マレーシア、ベトナム、イランも日本より多くの留学生を海外に送り出している [102]。日本がそれだけ先進国になったという一面もあるだろうが、欧米から学ぶことは科学技術だけではなく、以下に記すように、視野拡大の本質的なメリットがあることを思えば、ゆゆしき事態である。途上国だけではなく、先進国のドイツが11.7万人、フランスが6.2万人を海外に送り出していることに注目すべきだろう。アジア新興国は、2000年から2012年にかけて、中国、インド、韓国、ベトナムいずれも送り出した留学生数が2~5倍に増加しているのに、日本のみ、5.9万人 (2000年) から3.3万人 (2012年) に減少している現状は極めて異常としか言いようがない [102]。米国の大学院における学生数を比較すると日本は、中国、インドは言うに及ばず、韓国、台湾、シンガポール、マレーシア、ネパールよりも少なくなっている。この内向き傾向は深刻である。

多少、乱暴かもしれないが、この問題を、日本の文化と教育という2つの側面で、試論として整理をしておく。民法



学者の川島武宣は「日本人の法意識」の中で、日本人はとにかく争いごとを嫌う民族で、何か揉め事があっても、仲裁（当事者で解決できないまま第三者によって裁定）よりも当事者間の示談あるいは調停を好む、と指摘している [103]。事実、交通事故についてみても、西欧に比較すると訴訟に持ち込まれるケースは圧倒的に少なく、ほとんどは調停だそうだ。少し数字は古いが、1960年代、弁護士一人当たりの人口は米国で728人、ところが日本では1万4千人という数字であった [103]。米国人はあくまで権利を主張して譲らないが、日本人は関係を悪くするよりは見かけだけでも和を好むところがある。キリスト教的西欧文化は、科学とその方法論を生み出したように、徹底的に議論して真実を求めることが「自然」という第二の聖書を通じての神への貢献となる。重要なことは、私的にも公的にも、「神に忠実で、主義にこだわる」ことである。当然、個性がつよい。しかし日本人は、おおむね神仏儒の影響を受けているとはいえ、いずれも生活を支配するほどの宗教観は持たず、重要視するのは、「所属する組織・地域社会への忠誠心、和を重んじる」ことだ。そのため、個を抑制し、周囲との調和を図る傾向が強く、“恥の文化”が生まれる所以でもある [104]。個を解き放つためには、タコツボに入って周囲と接触を断つ以外にはなくなる。

以上の背景から、欧米人にとっては「権利の主張は正義」であり、時に「沈黙は軽蔑される」。一方、日本人の場合、「権利の主張は生意気」だと嫌われ [103]、「沈黙は美德」とされる場合が多い。巧言令色<sup>すくな</sup>鮮し仁、沈黙は金である。欧米人にとって、言葉は100%、意思伝達のツールであることと好対照をなす。自然な傾向として、日本語は曖昧表現にたけていて、そこに日本的情緒が存在するのであるが、逆に、正確かつ効率よくコミュニケーションをとろうとする場合には、大きな障害になる。谷崎潤一郎は、「日本では雄弁を軽蔑するようなどころがあり、腹芸、以心伝心、肝胆相照らすというコミュニケーションによって日本人はおしゃべりでなくなった。そのような国民性から日本語はおしゃべりに適しないように発達したのも偶然ではない」と論じている [105]。このように、キリスト教文化とは対極にある文化で育った日本人が、英語を使って真正面から議論することのハンディキャップはかなり大きい。果たしてそれが上述した現状の内向きの原因であろうか。克服するための努力と工夫は必要だが、多分、それは本質的な問題ではないだろう。

よく知られているように、江戸時代や明治初期における日本人の存在感は大きかった。石門心学で知られる石田梅岩は「都鄙問答」「儉約齊家論」で勤勉や儉約の美德を説き、社会倫理を含んだビジネス哲学を世に拡げたが、それはア

ダム・スミスの「国富論」よりも数十年早かった [106]。岡倉天心は美しい英語を駆使して“The Book of Tea”をニューヨークで出版し、茶道と禅の考え方を世界に紹介した [107]。新渡戸稲造の“Bushido / The soul of Japan”に紹介されている西欧文化の知識の豊富さや英語力にも驚く [108]。24歳で獄死した橋本左内が藩主松平春嶽公に宛てた藩校明道館の「洋学」カリキュラム構成の意見書中で、「洋学はおびただしい利があるから間違うと大きな害が生じる。必ず和学と併存させるべき」と助言した見識は、いったいどこから生まれたものか [109]。福沢諭吉の「文明論之概略」における公知公德の社会思想から自然科学に亘る広い知識と彼我の文化論にも驚く [110]。全く独立に西洋に比肩し得る哲学を論じ、また、異なる西洋文化を高度な形で受容し得た当時の日本人が学術的基盤として持っていたのは、四書五経を中心とする体系としての漢籍の素養である。修身、齐家、治国というように、個人、家族、国家をトータルで論じ、儒学の進化を軸として哲学、教育学、政治学、歴史学、帝王学、法律論、戦略論、など個人と社会を結び付ける全体像を把握できる体系である。末端の細かい知識とは関係なく、新しいものにアクセスするための、あるいは吸収するための基本姿勢と知識を持っていたはずである。しかし、西洋文明の急速な流入は、漢籍素養の喪失と西洋文明の未消化という結果を現在の日本に残したのではないだろうか。

西欧の大学にはリベラル・アーツ（Liberal Arts：自由学芸）が、自然科学、社会科学、人文科学を包括する形の基礎分野として主に大学の学部（学士課程）において教えられる。日本では教養課程と表現されるが、この教育は、学術体系全体の枠組みを理解し、社会全体を理解する俯瞰視野を与えるものとして欧米では特に重視される。猪木武徳は、著書「大学の反省」の中で、全体を見通すことのできる人材の育成のために、広い教養教育が重要だと説いている [111]。大正、昭和に入って、そのような視点が失われた典型的な例として、高橋是清による陸軍の人材育成法批判を挙げている。「…常識というものは中学校で涵養されるべきであるところ、陸軍だけは中等学校をとばして小学校から地方幼年学校に入れ、社会と隔離した特殊な教育をする。それが嫡流となり幹部になっている。…常識を欠いた幹部…政治にくちばしを入れる…国家の災いというべきである」と [111]。明治初期までは、下級武士や町民でも漢籍の素養、言い換えれば全体を見る最低限の常識を持っていたのではないか。問題は、1991年、大学審議会の答申「大学教育の改善について」によって「大学設置基準の大綱化」が打ち出されたことで、その最大の帰結の一つは各大学から「教養部」が消滅したことである。それ以後、専門教育が学部の1年次にまで組み込まれるようになっ

た。つまり、大学では教養教育を欠いた専門教育が行われるようになったわけで、全体が見える常識人よりも専門バカを作りかねない恐れがある。戦後 50 年近く経って、大学における教育はますます劣化していくのであろうか。米国では、大学院の専門教育の充実を図る一方、学部教育においては、執拗にリベラル・アーツを維持し、学生の俯瞰視野の涵養に努めている。このままでは、彼我の差は拡大していくとしか思えないのである。文化の問題ではない。教育の問題である。

上記は、やはり基礎研究ただ乗り論の圧力の一効果であろう。Ⅲ-3 では、1980 年代から 1990 年代以降にかけて、欧米の基礎研究ただ乗り論に屈して日本政府が基礎研究への投資強化、および企業が第 2 の中央研究所ブームに入ったのは、10 年以上前に米国が捨てたモデルを追ったという点で科学技術外交の失敗であったと、西村や上山が論じたことを紹介した [33, 42]。田中は、それに概略同意しつつ、中長期的に見た場合には、大学教育の改善として教養部をつぶした文科省の施策の方が、より強く、将来、ボディ・ブローのように聞いてくるのではないかと危惧しているのである。

#### Ⅳ-3 アクションプラン / 政府、大学、アカデミア

前節で、大学から教養部が消滅したと記したが、抵抗した大学もある。東京大学教養学部である。この教養学部の良心と目される科学哲学の大森荘蔵（理学部物理学科出身）は、1991 年、教養学科の 40 周年記念式典の挨拶で興味深い発言をしている。「教養学科が何かの呪縛から解放すべきものは何かというと、学問というのは専門的学問であるというこの明治以来ぬきがたい偏見に対して教養学科が抵抗すべきだと思っております。…富国強兵の政策からして、学問というのは専門的でなければいけないという偏見が明治維新から今日までずっと続いてきて、我々を縛っているように思えます。もし教養学科がそれに反抗してですね、学問というのは専門的であるべきではないと、また専門的である必要もないということを明確に打ち出せば、これは教養学科の、新しい展開になるんじゃないかと思えます。」 [112]。大森はいろいろなことに挑戦した哲学者で、彼の言葉の真意は、学問はひとつの分野のみを蝸壺のように掘っていくのは本当の学問ではなく、なるべく広く全体を見通すことが重要であり、そのような人材の育成こそ教養学科の使命だと、言うのであろう。教養学部だけでスタートした大学としては、国際基督教大学があり、ここでは西欧的な伝統のリベラル・アーツが教育の根幹である。

要は、社会全体を見つめ、グローバルな視点で課題を発見し、つまり「良い問題」を発見して、それを解決する

ための中長期的で柔軟なシナリオを作成し、かつ実行する気力を持つ人材をどう養成するかである。正直に申し上げれば、現状はかなり厳しい。若者の内向き姿勢に限らず、1991 年の教養部廃止以降 20 年以上経ったいま、猪木は、大学で教養を教えられる教官が居なくなったと嘆く [111]。2011 年 3 月 11 日に起きた東日本大震災と直後の福島第一原発事故は、日本社会の指導層の混乱振りを無残に浮き彫りにし、今後を託してよいものかと万民を不安に陥れた。アカデミアの元締めであるはずの学術会議の対応振りは特に気になった。内外に対して最低限必要な情報さえ供給できなかった。いわゆる待ちの姿勢であって、自主性が微塵も感じられなかったのである。

アカデミアの象徴であるいくつかの分野の学会を見てみよう。田中は、数年前に、日米の学会員数の推移と海外会員率について調べたことがある [95]。日本は、電子情報通信学会、日本化学会、日本物理学会、日本金属学会、高分子学会、一方、米国は、材料科学会 (MRS)、電子情報学会 (IEEE)、米国物理学会 (APS) で、いずれも 1999 年から 2008 年にかけての統計であったが、あまりの様子の違いに驚いたものである。まず、米国はいずれの学会も会員数が増加（たとえば MRS は 10 年で 2500 人増加 / 全体 1 万 5 千人 / 2009 年）、そして海外会員比率は、MRS 39% (アジア 22%、ヨーロッパ 15%)、IEEE 45.1% (2008 年)、APS 21% (2008 年) に対して、日本は、10 年間 6 学会合計で約 15,000 人減少、唯一応用物理学会が 10 年で 500 人増加したのみ、海外会員比率にいたっては、日本化学会 0.6% (2008 年)、日本物理学会 0.98% (2008 年)、応用物理学会 0.8% (2008 年)、日本通信情報学会 7.3% (2008 年)。通信情報学会以外は、あまりに低い海外会員比率である。日本は、会員数が減るか横這い状態の上に、海外の会員を吸収できていないということである。これはひとえに国内での各学会が基本的に英語による対応を怠っているからに過ぎない。「怠っている」と表現したのは、21 世紀に入ってからこの 15 年、アジア諸国の科学技術への政府投資はうなぎのぼりに増え、ナノテクノロジーへの投資に関しては、重心が米国や欧州から完全にアジアに移行している現実があるにもかかわらず、アジアにおける科学技術先進国の日本がアジアの研究者群を呼び込むことができていないからである。たとえば、応用物理学会では、欧文誌を熱心に編纂しているので多くのアジアからの投稿があるが、春と秋の国内発表会では英語はごくまれだったのである。しかし、2 年前から応用物理学会では、会長の河田聡の決断で、春・秋ともに受け付けなどすべてについて英語対応に切り替えた。他の学会はどうであろうか。グローバルな環境が急速に変わる中で、アカデミアの動きが遅すぎると感じる。学生の内向きだけではない。エリートと期

待されているはずの大学の教授陣は大丈夫だろうか。待ちの姿勢ではなく、周囲を気にせず、自主的に動かない限り状況は変わっていかないだろう。

政府はどうであろうか。総合科学技術イノベーション会議（CSTI）は、（1）首相が議長で多忙すぎる、（2）議員の任期が3年だが、各省から事務局への出向任期が1～3年と短く省益が先に立ち国益へのインセンティブが弱い、（3）戦略構築のための調査機能がはなはだ脆弱、（4）府省連携への権限不足など、国としての真の戦略の立案・改革が困難と考えられる。田中は、2001年から2010年まで第2期および第3期の総合科学技術会議のナノテク専門委員、中間フォローアップのタスクフォース主査、外部有識者などで協力したが、上記の印象をぬぐえない。事務局に優秀な人材が数人でよいから5年以上継続して仕事をすれば、かなり戦略センターあるいは司令塔らしく変わるはずである。以上のような状況でCSTIにすべて任せるのは酷である。省益ではなく国益に立つインセンティブをどう醸成するかが課題だ。法人としての大学、法人としての国立研究所はどうであろうか。まず両者ともに法人となってから10年以上が経過したのだから、評価チームを組んで徹底的にこの10年間何が起きたのかを分析・研究する必要がある。トップ人事は現行の選考方法でよいか、法人トップとして裁量権を正しく行使したか、評価の行き過ぎから研究者や若手教官が萎縮して短期成果主義に陥っていないか、社会への関わり方に進歩があったか、課題は枚挙に暇がない。残念ながらそのような評価がなされて、今後抜本的に変えていくといった話はあまり聞かない。どのような法人にも必ず評価委員会が設置されていて評価報告書が公表されるが、本質的なところの評価はできているとはいえない。有名な話は、国家プロジェクトの評価結果は60～70%のプロジェクトが成功となっていることである。田中が過去数十年にわたって横からみて来たプロジェクトについて言えば、明らかに半分以上が失格である。大学では、新しい教養学科を創設するなどの将来の人材を育てる基本的な枠組みについて、どう考えているのであろうか。トップの人たちは任期中には無理だから先送りするのだろうか。

本稿を閉じるにあたって、アクションプランを提案する。まず、国立研究所についてである。4月から、独法の国立研究所は国立研究開発法人に変わる。ようやく研究というカテゴリーを政府が認めたという意味があるだろう。また、近々、産総研や理研はもうひとつ上の指定研究所となる報道もなされている。その場合はCSTIと急接近することが想定されているだろうから、新しい役割をいろいろ果たせるはずである。CSTIの現状は前述したとおりで、長期的

視野で現状を分析し作戦を練る機能は持っていないので、国立研が国際人脈を生かし、かつ法人としての柔軟な人事裁量権を発揮して戦略構築機能を保有すればよいのである。それがやがてCSTIに欠落した機能を補完するはずである。「頼まれもしないのに余計なことに手を出すのは如何なものか」という人は税金で生活する資格のない人である。ここまで追い込まれたうえで待ちの姿勢では日本は沈没する。新しい法人の規定を良く研究し、何をなすべきか、限られた自由度の中で何ができるか、を良く考えてほしい。しかしながら、そのような中で、この10年余、法人化されてから大きく変わった独立行政法人がある。つくばの物質・材料研究機構（NIMS）である。初代理事長の岸輝雄は、わずか10年のうちに、若い海外の研究者が数百人滞在し、自由にコミュニケーションができる空間を作り上げた。材料に関する国際誌を立ち上げ、インパクト・ファクターを徐々に上げている。噂を聞いて一流の人材が集まる。彼らがグラントを獲得する。正のフィードバックがかかり始めている。田中はよく岸と話すことがある。岸のマネジャーとしての力量はもちろんのことであるが、融合研における所長として4年間に、彼なりの将来の青写真が胸中に描かれていたのではないかと推察する。経産省が仕掛けた融合研は8年間で消滅したが、そのDNAは、所長の岸を通して文科省のNIMSで生き続けている、と考えるのは不遜だろうか。

つぎに大学である。これが最も重要であり、日本の命運を決めるだろう。第一に、学生や若い研究者、若い教官のグローバル意識とコミュニケーション能力を涵養すること、そのために、海外での経験を必修とすること、研究者や教官の場合は、定期のサバティカル・リープ（例えば7年に一度）を必須のキャリアとすること、が必要である。現代はあまりにめまぐるしく変化して誰も先を読めない時代であり、少なくとも自国の周辺の国、あるいは関係の深い国が、どのような言語、文化、歴史を持っているのか、若いうちにグローバル環境を自分の肌で理解しておくことが肝要である。人の話や本からの知識では限界がある。現地に出かけて自分の眼で見ること、議論して相手の息吹に触れること。田中の恩師、菅義夫（東大名誉教授、理研理事）は、かつてこう言った。一見百聞に如かず、一触百見に如かず、と。肌で感じた経験や会話は忘れないし、現地で見聞きした異文化の印象は一生残る。相手も同様のはずであるから、友人になり、人のネットワークが広がっていく。異分野融合の図の中に「Borrowing Research」があるが、実はあれも重要な触れ合いである。将来共同研究の種になることもあるからだ。若い人たちがいったん肌を通して理解したグローバル環境の中で、何かリスクを感じたとすればそれは本物である。信念を持って自分の力を信じ世界の友人たち

と危機に向き合ってほしい。

大学における第2のアクションプランは、人材育成・教育のためのリベラル・アーツ、あるいは俯瞰視野養成のための教養学科の復活と充実である。そのためには構造的な改革も必要だろう。教養過程を担当できる教官の養成も必要だろう。これらのことは、文科省が先頭に立って実行すべき改革である。例えば、文科省が動かなくても、法人としての大学が、その気になれば、できないはずはない。前述した米国スタンフォード大学のバイオ・エックスは、大学のイニシアティブであることを思い出してほしい。政府が用意してくれるのを待つのではなく、自主的に動いて政府の施策を誘導するのである。しかし、多くの日本の大学の場合、文科省の施策を待って動き出す傾向が目立つ。平成26年に募集が始まったスーパーグローバル大学(37大学)は、大学改革、国際化の断行を掲げてようやく始まった文科省のプログラムであり、これ自体は遅すぎるくらいのものである[113]。これよりもなぜもっと早く、東大、京大など中心的な総合大学が動かなかったのか、自主性や問題意識をいささか欠いていたのではないかと疑いたくなる。むしろ、地方の県立大学で卓見を持った学長が改革を始めている。新潟県立大学の学長、猪口孝は、グローバル人材の育成を目指してリベラル・アーツを重んじ、語学教育を充実し、留学やホームステイのプログラムなど仕組みづくりに専念している。国際政治学者としての活動も続けている[114]。

ある研究会で、田中が講演後の猪木武徳に、リベラル・アーツで育った米国の学生と日本の学生について猪木自身の体験的印象を聴いてみた。猪木はこう答えた。「アメリカの学生は、学部で学んだテーマから大学院ではかなり異なるテーマに変える力があります」と。テーマを変える力こそリベラル・アーツの特色だというのだ。そういえば、田中の友人、プリンストンに住むかつてのライバル、ジョン・ドゥヌフビル(前出)は、イェール大学で建築史を学んだあと、ハーバード大学のターンブル教授の固体物理学・化学に進んだ。1997年にノーベル賞物理学を貰ったスティーブン・チュウは、受賞当時スタンフォード大学でバイオの研究をしていて、その後すぐに学内のバイオ・エックス・プロジェクトに参加、2005年にはエネルギー省ローレンス・バークレー研究所で分子工場というセンターのヘッドになり、ヘリオスというプロジェクトを推進した。そして、2009年1月にエネルギー長官に就任している。また、物理学出身のA.J. ヒーガー(Heeger)は、2000年にノーベル化学賞を受賞した当時、バイオのベンチャー企業を所有していたが、2007年には、有機薄膜太陽電池の研究で当時の最高効率を達成している。常に新しいものを求め続け

る米国社会とはいえ、それだけでは片づけられない超一流の研究者のダイナミズムである。

本稿で詳細に記述した産官学連携の国際的な大型研究プロジェクトの効用は、組織を超えてあらゆる人材や文化が、自由に選択的に交流できることであった。そこでは、個人の発想・能力・自己主張が主役である。日本のように規律・年功が重んじられる組織主体のタテ社会においては、個人のマインドを開放してダイナミックで柔軟な交流を経験させることの効用は計り知れない。組織の立場で見れば、他産業、他分野の現状を肌で感じて理解し、かつ、シーズ側とニーズ側の会話も促進される。このような産官学連携が進化すると、学際的、業際的な展開が生まれ、異分野融合へと発展する。このような大型プロジェクトで促進される連携と融合の過程で、参加しているリーダー、研究者の俯瞰的視野は確実に養われ、それがプロジェクト成果に直接つながっていく、さらに、中長期的を見れば、彼らの経験は次の世代の若い研究者に伝えられ、人材育成の連鎖と再生産プロセスが出来上がる。融合研とアトムテクノロジー・プロジェクトにとっての「良い問題」とは、そのような人材を育成すること、そして「場」を作ることであった。

しかしながら、そのような環境を作り上げるまでに要した年月は、耐え難いほどに長く、日本の政府機関の仕組みや組織文化に根差した制約(constraint)の強さ複雑さに、田中は何回も折れそうになったことを思い出す。仕組みを変え、それによって状況を変える見識とエネルギーを持った人たちが文化や専門の違いを超えて融合し、新しい概念に挑戦する。そうなれば日本は安泰だし、そのためのアクションプランだと考えている。

## あとがき

先日、テレビ(NHK Eテレ)を見ていたら、鎌倉在住で90歳の料理研究家の辰巳芳子と華道家の川瀬敏郎が登場する番組があった。強く印象に残ったのは、辰巳の洗練された言葉とその重さである。小柄で自然に逆らわずにゆったりと歩きながら、大きな目で人を見つめ、ゆっくりしゃべる。その中で、つぎのようにつぶやいた。「行き詰まったら異文化で洗うと突破口がある」。料理の話の中から出た言葉であるが、感銘を受けた。また、つい最近、3月1日付の日経朝刊に載った日本創成会議座長の増田寛也インタビュー記事は、見出しが「国への依存心は捨てよ」となっていた。これも胸に響いた。二つのメッセージは、本稿で主張したことを端的に表現している。

本稿は、日本の国立研究所が果たしてきた社会的な役割を、まず、電気試験所、電子技術総合研究所（電総研）を例として記述した。ついで、21世紀に入る直前の8年間だけ存在した産業技術融合領域研究所（融合研）とそこで展開された産官学集中共同研究プロジェクト「原子・分子極限操作技術（アトムテクノロジー）」およびアトムテクノロジー研究体（JRCAT）を中心の話題として、融合と連携に関する苦闘や成果を描いた。正史としてではなく、外史あるいは人物史に近いが、田中が数十年間保管してきた当時の関係書類や議事録をもとにして記述を試みた。脚色はしていない。ただし、田中は火中の人物であったから、思い違いや偏りは避け難いと思われるが、重要な事実、発言、資料はできる限り参考文献として挙げてある。誤りなどご指摘をいただければさいわいである。

本稿執筆の機会を与えてくださったPEN編集部の関谷瑞木、安順花、阿多誠文の各氏、執筆中に激励や貴重な助言を頂いた石原聰、村上浩一、岡崎誠、栗田良春の各氏、また、インタビューに応じていただいた向井保氏に、この場を借りて深く謝意を表する次第である。

## References :

- [55] 初代所長に大越東大教授、日本工業新聞（1992年12月17日）
- [56] 第1回融合研評議員会議事録資料中プレス発表部分（1993年10月7日）
- [57] 「COEを目指す」、大越孝敬、日刊工業新聞（1993年2月19日）
- [58] 挑戦 / 日本の頭脳集団 / 工技院・産業技術融合領域研究所（上）、日経産業新聞（1993年9月21日）
- [59] 徳増有治との面談記録 / 田中一宜（2014年4月15日 / 田中自宅 / 茨城県つくば市）
- [60] “Photo-induced Metastability in Amorphous Semiconductors” ed. by A. V. Kolobov WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA Weinheim（2003）
- [61] 竹山哲氏は2014年5月24日他界された。HPに彼の広い趣味が公開されている：  
<http://michitana.web.fc2.com/nada/a1takeyama/takeyama.html>
- [62] 工業技術院の挑戦—産業技術融合領域研究所一、ここにもあった産総研、産総研ストーリーズ No.3、pp.28-31（2014）
- [63] 「アトムテクノロジー研究体運営規定」に付帯している [別表1:PLの職務権限]（平成5年（1993年）4月1日）
- [64] 工業技術院16所企画官会議報告資料（平成5年（1993年）3月19日）
- [65] 2グループ増強 / 原子・分子極限操作技術プロ / 秋か

- ら本格化、日刊工業新聞（1993年7月27日）
- [66] 第1回産業技術融合領域研究所評議員会資料（平成5年（1993年）10月7日）
- [67] 独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構（パンフレット）（2013年2月）
- [68] 宮崎剛英との面談記録 / 田中一宜（2015年2月9日 / 産総研）
- [69] 「一流の仕事をするには」、近藤淳、ETLサーキュラー、Vol.1、No.2、July（1982）
- [70] Proceedings of JRCAT Symposium on Atom Technology : Arcadia Ichigaya, Tokyo, Japan, published by ATP (Angstrom Technology Partnership), (Feb.24, 1994)
- [71] 近接場光応用工学研究センター、産総研2007 Annual Report、(独) 産業技術総合研究所広報室出版部
- [72] 産業科学技術研究開発制度「原子・分子極限操作技術（アトムテクノロジー）」第一期プレ中間評価報告書（平成9年8月）
- [73] 田中一宜、「ナノテクノロジー／米国の攻勢に日本はどう立ち向かうか」、エコノミスト、8月29日号（2000年）
- [74] 田中一宜、「ナノテクノロジーは技術先進国の核」、エコノミスト 年末別冊号（2000年）
- [75] AFMによるDNA—蛋白質複合体結合部位の高速特定法、「アトムテクノロジー・プロジェクト成果概要集（FY1992～FY2001）」、アトムテクノロジー研究体 / 技術研究組合オングストロームテクノロジー研究機構 / (独) 産業技術総合研究所（2001年12月）
- [76] アトムテクノロジー研究体知的財産権取扱規定中に、「権利の帰属」の条項があり、「組合研究者（つまり企業研究者）のみでなされた職務発明にかかる工業所有権等は、原則としてNEDOに1/2が、組合側に1/2が帰属する。」と記されている。
- [77] “Anomalous magnetotransport properties of Pr(1-x)CaMnO3” Y. Tomioka, A. Asamitsu, Y. Morimoto and Y. Tokura: J. Phys. Soc. Jpn, 64, 3626-3630 (1995)
- [78] “Orbital Physics in Transition-Metal Oxides” Y. Tokura and N. Nagaosa : Science vol.288 No.5465, 462-468 (21 April 2000)
- [79] 「強相関エレクトロニクス」十倉好紀、固体物理36巻10号、pp. 139-151（2001年）
- [80] Science 270, 961(1995), 272, 80(1996); Phys. Rev.Lett.74, 5108(1995); Nature 380, 141(1996), 388, 6637(1997) ほか多数。
- [81] アトムテクノロジー・プロジェクト「成果概要集（FY1992-FY2001）」、アトムテクノロジー研究体（技術研究組合オングストロームテクノロジー研究機構 / (独) 産業技術総合研究所）（2001年12月）
- [82] 1999 JRCAT Workshop “Complex Phenomena of

- Correlated Electrons in Oxides, May 26-29, 1999, Hawaii
- [83] Annual Report 2001 / RCAT Supercomputer Laboratory : JRCAT / ATP / NAIR March, 2002 (Theory Group)
- [84] 産業科学技術研究開発制度「原子・分子極限操作技術の研究開発」/プロジェクト評価(事後)報告書 平成14年7月 産業構造審議会/産業技術分科会/評価小委員会/原子・分子極限操作技術評価ワーキング・グループ
- [85] 田中一宜監修・市川昌和編著、ナノテクノロジーの最前線「アトムテクノロジーへの挑戦 1. ナノテクで原子分子を見る/触る/操る」、日経BP社(2001年)
- [86] 田中一宜監修・十倉好紀編著、ナノテクノロジーの最前線「アトムテクノロジーへの挑戦 2. 電子スピンを見る/操る」、日経BP社(2001年)
- [87] 田中一宜、産官学連携と異分野融合、応用物理 第70巻 第8号、p.955 (2001)
- [88] 平成11年度第7回評議員会報告書 工業技術院 産業技術融合領域研究所(平成12年2月)
- [89] 大林元太郎(東レE&Eセンター顧問)からの私信(田中一宜)
- [90] アトムテクノロジー・プロジェクトに関する意識と調査一調査報告書一、技術研究組合オングストロームテクノロジー研究機構/業務会議「プロジェクト調査委員会」、(株)富士総合研究所(平成13年12月)他2分冊
- [91] 丸山真男、日本の思想、岩波新書(1961)
- [92] "Facilitating Interdisciplinary Research", National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine, (The National Academies Press, Washington, D.C., www.nap.edu, 2005)
- [93] 上山隆大、アカデミック・キャピタリズムを超えて、NTT出版(2010)
- [94] 小林信一、戦略的融合研究の登場、応用物理 第73巻 第8号、p.1050 (2004)
- [95] 「ナノテクノロジー」グランドデザイン~グローバル課題解決の鍵となる技術領域~、(独)科学技術振興機構研究開発戦略センター 物質・材料/ナノテクノロジーユニット(平成22年3月)(CRDS-FY2009-SP-07)(英語版あり)
- [96] 「我が国の研究開発拠点構築に資する主要各国のナノテクインフラ投資戦略調査」:海外比較調査報告書 G-TeC (Global Technology Comparison) (独)科学技術振興機構研究開発戦略センター(平成18年3月)(CRDS-FY2006-GR-02)
- [97] 田中一宜、融合と連携をどう進めるかー内外の実験例から、生産研究 第59巻 第4号(2007) p.349
- [98] 研究開発の俯瞰報告書「ナノテクノロジー・材料分野(2013年)」、(独)科学技術振興機構 研究開発戦略センター
- ナノテクノロジー・材料ユニット(CRDS-FY2012-FR-06)
- [99] ナノテクノロジー・プラットフォーム事業  
https://nanonet.go.jp
- [100] 英語による表現は次の如し。 *Prioritize proficiency in oral and written English to improve communication and interactions with the international scientific community at meetings, submissions to academic journals, in online dialogues, and the like.*
- [101] 科学技術白書(平成25年版/第2章1-2-11表)
- [102] 日本経済新聞(夕刊)(2014年6月14日)
- [103] 川島武宣、日本人の法意識、岩波新書(2010)
- [104] ルース・ベネディクト、菊と刀、長谷川松治訳、現代教養文庫(昭和47年)
- Ruth Benedict "The Chrysanthemum and the Sword" Copyright 1946
- [105] 谷崎潤一郎、文章読本、谷崎潤一郎全集、21巻、中央公論社(昭和33年)
- [106] 油井常彦、都鄙問答/経営の道と心、日経ビジネス人文庫(2007)
- [107] Okakura-Kakuzo, "The Book of Tea", Fox Duffield & Company, New York, 1906
- [108] 橋本左内、啓発録(付書簡・意見書・漢詩)、伴五十嗣郎全訳注、講談社学術文庫(2003)
- [109] Inazo Nitobe "Bushido / The Soul of Japan" first published in New York, 1899
- [110] 福沢諭吉、文明論之概略、慶應義塾大学出版会(2009)
- [111] 猪木武徳、大学の反省、NTT出版(2009)
- [112] 大森荘蔵、記念エッセイ「教養学科の40年(1951~1991)」、p.69(記念パーティのスピーチ)
- [113] スーパーグローバル大/37大学10年計画始動、日本経済新聞、2014年12月8日
- [114] 人間発見/猪口孝さん、日本経済新聞(夕刊)、2013年7月21日(5回掲載)



寄稿 いにしへの機能デザイン

連載 第9回 暮らし方を見直す - 心豊かな暮らし方が湧き出る泉をつくる -

連続 コラム 沖永良部島から考える『心豊かに暮らすということ』

IX 今こそ変化を先取りすべき

連載 バイオ TRIZ : 生物の不思議を工学に移転する技術 - セルフサービス原理 -

寄稿

## いにしへの機能デザイン

新潟大学大学院自然科学研究科 椎野勇太

地球上の生物たちは、長い時間をかけて進化し、環境にうまく適応してきた。近年注目されているバイオエンジニアリングやバイオミメティクスは、そういった適応の特性を実社会にて有効活用してやろう、という革新的な試みといえる。しかし話はそう単純ではない。参照元の生物がいくら自然をうまく活用しているからといって、そのデザインが工学的に必要な機能を最大限に発揮しているとは限らないからである。例えば、鳥類の翼が飛行特性に適しているのは明らかだ。しかし鳥類は、筋肉の関係や自身の適応を踏まえて翼の形を作っているわけで、鳥類の翼をそのままくっつけた人工の飛行物体は、きつとうまく飛ばない。また、飛行時の翼は、揚力と推進力の獲得を両立させる機能的束縛に強く依存しており、飛行機の翼とジェットエンジンのように独立して最適設計を目指す進化はできないだろう。鳥類に限らず、現存する高等な生物たちは、様々な生物としての特性を一つの体に統合した機能複合体である。したがって、現在の生物を中心に扱うバイオエンジニアリングは、生物たちが何をどのように妥協し、バランスを取っ

ているのか、といった複雑さに由来する問題を抱えている。それならば、もうこの世に存在していない生物の場合はどうだろうか。すでに絶滅した生物の形とその生き様を調べてゆくと、ある特定の機能に特化して進化し、逆にそのせいで適応の頑健性を失ったために絶滅したかのようなグループがたくさん存在する。いわゆる高等な機能複合生物の誕生よりもはるか過去。そこには、失われた未知なる機能デザインが存在していたとしてもおかしくない。実務知となるかどうかは置いておいて、まずは絶滅生物の機能を見出しその性能を探る「太古のバイオメカニクス」の立ち上げが必要である。ここでは、筆者の進めてきた絶滅生物の形態と機能の研究を紹介したい。

約5億4千万年前から2億5千万年前までの古生代と呼ばれる時代は、現在からは考えられない不思議な「かたち」をした生物たちが地球上を占有していた。中でも、古生代初期の海底を我が物としていた三葉虫と、古生代中後期に黄金期を築いた腕足動物は、劇的に多様化した無脊椎動物

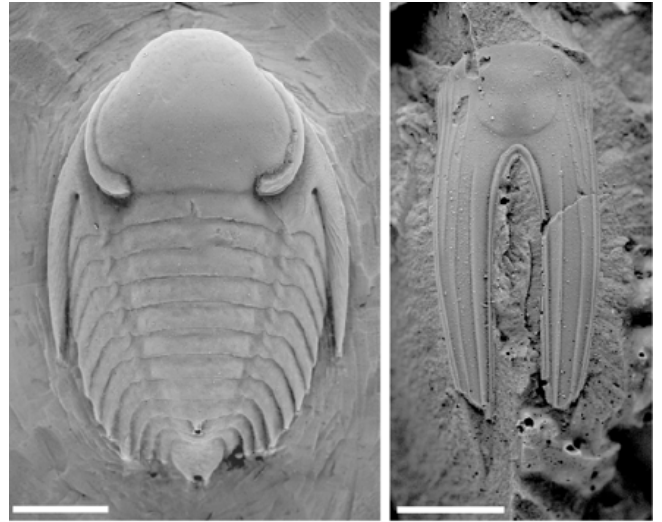


図1 三葉虫の化石標本写真。ディケロケファリナ(左: 国立科学博物館)。レノプス (*Rhenops* sp.) の腹側(右)には左右対の付属肢が保存されている。





図2 三葉虫シンフィソプス。



背面視

腹面視

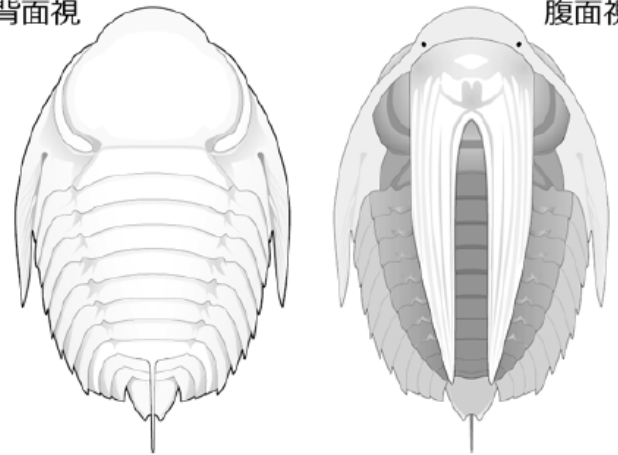


図3 三葉虫ハイポディクラノタス。腹側に長い二叉形フォーク状のハイポストーマがある。スケールは5mm。

の2大グループである。化石に関して無関心な人でも何となく当時の地層を掘り起こせば、三葉虫か腕足動物のどちらかは必ず採集できるほど豊富な化石記録を誇る。

三葉虫は、絶滅した海棲の節足動物である。多数の節を備えたその姿は、ダンゴムシやオオグソクムシと似たような体づくりを連想させるだろう（図1）。化石として保存された三葉虫の付属肢が、左右対となる二叉形付属肢を備えていることから想像できるように、ほぼすべての三葉虫は海底を闊歩していた。

三葉虫の中には、海底を歩く生活に適していない外骨格の形をした種が存在する。つまり遊泳生活者である。例えば、シンフィソプス（*Symphysops* 属）は、ぼてっとした頭部に腹側まで視界にはいる巨大な複眼をもっている（図2）。このような外骨格の形態は、オキアミなど海水中を浮遊する節足動物の特徴とよく一致する。

また、ある種の三葉虫の姿形は、能動的な遊泳能力を連想させる。例えばハイポディクラノタス（学名：

*Hypodicranotus striatulus*）は、きわめて滑らかな流線形の外骨格を持つ（図3）。一般的な三葉虫に比べると、節の継ぎ目や頭部にほとんど段差がなく、いかにも泳ぎそうな佇まいである。さらにこのハイポディクラノタスは、二叉形フォーク状のマウスガード様器官ハイポストーマで腹側の大部分を覆っている。頭部の腹側だけを覆う一般的な三葉虫のハイポストーマと比較すると、ハイポディクラノタスのそれは極めて特殊な形態といえる。ちなみにハイポディクラノタスの名前も、「Hypo-：ハイポストーマ」と「dicrano-：2つに分岐した」に由来している。かつての研究では、いかにも捕食に使われそうなフォーク状のハイポストーマから、遊泳に長けた凶悪なプレデターだと考えられていた。ところが、このフォークは、頭部にしっかりと固定されて動かせない。プレデターだろうと暗に解釈されつつも、フォークの使い道は謎として残されていた。

それほど遊泳性能を示唆する種であるのなら、腹面を広く覆うハイポストーマは、スポーツカーの底面板と同じような整流効果があるのではないだろうか。腹側には抵抗となるフシフシの付属肢が配列しているため、ハイポストーマ

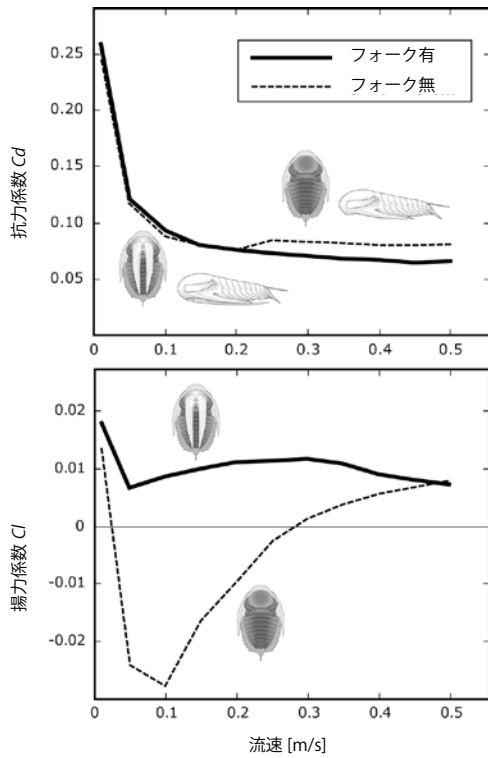


図4 抗力係数と揚力係数。

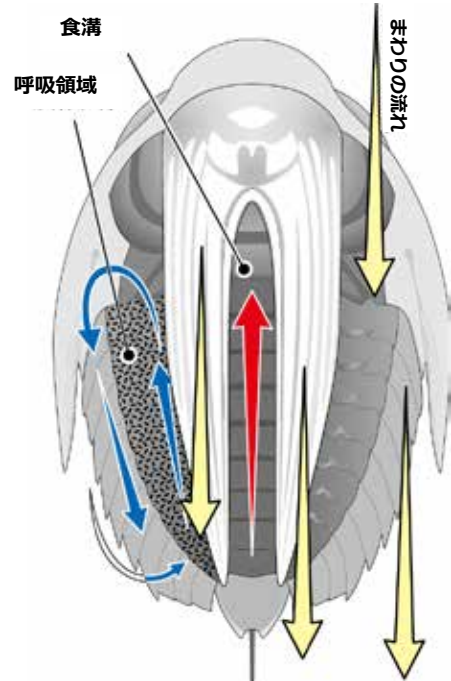


図6 流れの解釈図。

で覆ってしまえば、遊泳性能が向上するのではないかと想像できる。この安易な仮説を基に流体シミュレーションを行使した結果、ハイポディクラノタスの外骨格は流れの剥離が起きにくい流線形であることが明らかになった。また、フォークは抵抗を低減し、安定した揚力を獲得する役割まで持つことがわかった(図4)。一見凶悪なフォークは、直線的な遊泳性能を向上させる機能性を秘めていたのである。

底面板として働くフォークであるなら、なぜフォーク形をしているのか？一枚の板ではダメなのだろうか？この問題は、遊泳時に生じる外骨格まわりの流れから説明することができそうだ。ハイポディクラノタスが遊泳すると、フォークの二又の隙間に逆流が発生する(図5)。この逆流は、カブトエビなどの節足動物がエサとなる有機物を集めるときに、付属肢の運動で形成する逆流と一致する。もしこれと同じ摂食方法を想定するのなら、ハイポディクラノタスは、泳ぐことで効率的にエサを集めることができたはずだ。また、側葉の内表面は、三葉虫の呼吸領域に相当する。内表面に沿って流れる左右一対の渦によって、遊泳時の呼吸は格段に効率的となる(図6)。

プレデターの生物像は、形から連想できる直感的な仮説が招いた誤解といえる。高機能な遊泳性三葉虫の形態には、遊泳行動中に生じてしまう渦を、摂食や呼吸といった異なる生態面へと転用するハイブリッドな機能性が秘められていた。

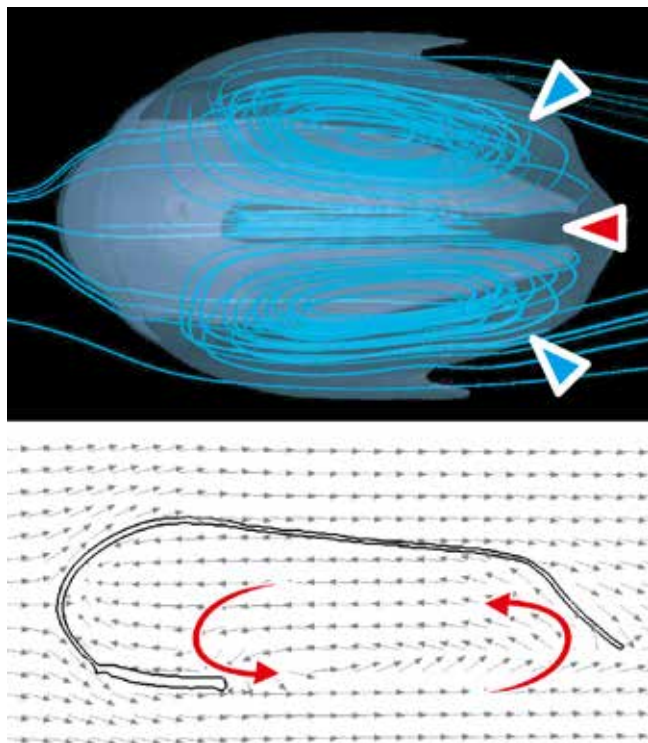


図5 外骨格まわりの流れ。外骨格まわりの流線(上)と正中断面上のベクトルで流れを示す。フォークの隙間の逆流(赤矢)と左右対の渦(青矢)が発生する。



図7 現存する腕足動物ホウズキョウチン。二枚貝に似ているが、殻の中に腕骨と呼ばれる骨がある（上：赤矢）。腕骨は濾過摂食器官である触手冠を支える（下）。

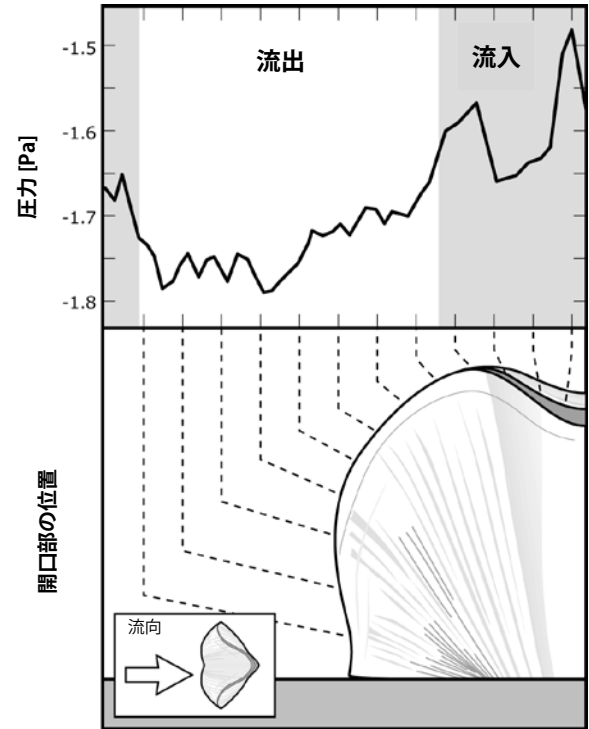


図9 開口部に生じる圧力分布図。例として腹殻からの水流の結果を示す。

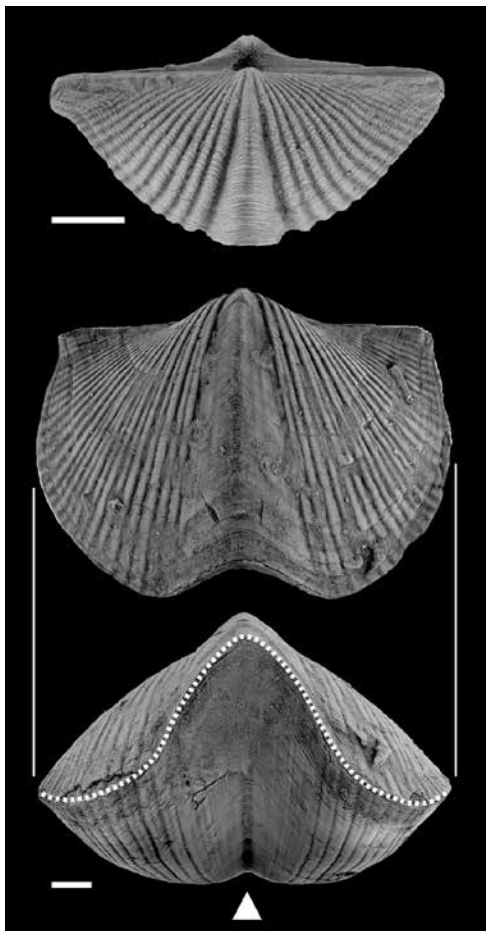


図8 腕足動物スピリファー類の化石標本写真。長翼形のマクロスピリファー(上)と短翼形のパラスピリファー(中、下)。正中線上にサルカスと呼ばれる湾曲部があるため(白矢)、開口部が湾曲する(破線)。スケールは5mm。

次に紹介する腕足動物は、活動的な三葉虫とは対照的な生き様をみせる。三葉虫は古生代の末にすべて絶滅したが、腕足動物は一部のグループが細々と現在の海洋にも生き残っている。かつて繁栄していた絶滅種の機能を理解するうえで、現生種と比較しながら考えられることは心強い。腕足動物は、二枚の殻を持つ底生の無脊椎動物である(図7)。その姿形は二枚貝にそっくりだが、二枚貝が属する軟体動物門ではない。腕足動物門という独自のグループを築いたまったく異なる生物である。その異質性は、殻の中を見れば一目瞭然だ。食用にもなる二枚貝はぎっしりと肉質の身が詰まっているが、腕足動物の殻の中は触手冠と呼ばれる毛むくじゃらの器官で占められている。多くの腕足動物は、この触手冠を腕骨と呼ばれる細い骨状の構造で支えている。一般的に、肉や内臓といった軟体部分は、死んだ直後から腐敗し始め、化石化の過程で失われてゆく。しかし、硬組織である殻はもちろんのこと、触手冠の付着部分である腕骨も化石として保存される。

触手冠を構成する各触手は、海水中に漂う微小な有機物をエサとして濾過している。ところが、腕足動物の軟体部は貧弱であるため、濾過摂食のための水流を自分の力で生み出す能力に乏しい。生物というよりは、「静物」と呼んだ方が良いのではないかと感じてしまうほど無気力で非活発な生態をしている。腕足動物は、海底で殻を少しだけ開いてじっと待ち、自動的に殻の内側へと入ってくるエサを

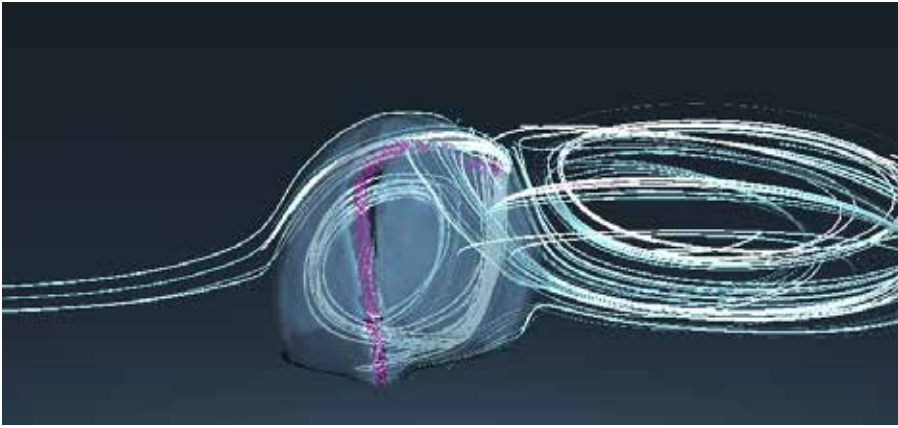


図10 殻まわりの流れ。殻の中で生じた渦流を流線で示す。



図11 スピリファー類のらせん形腕骨。化石として保存される。

濾過摂食する。その際、殻まわりに生じる流れは、殻の形によって変わってくる。受動的に形成される水流は、殻の形の数だけ違った挙動を示すと予想できる。

古生代に生きていた奇妙な腕足動物の中でも、翼を広げたような殻形態を持つスピリファー類は、古生代中期の多様性黄金期を築いた中心的な腕足動物である（図8）。この翼のような殻と濾過摂食水流の関係をバイオメカニクスの視点から検討した結果、殻の開口部に生じる圧力差によって受動的に流入・流出が発生する形態機能を備えていたことが明らかになった。特に、すべてのスピリファー類にみられる正中線上の湾曲部サルカスマわりで生じた高い圧力に注目してほしい（図9）。格好が良い曲線を演出していただけと思われていた湾曲部は、その実、あらゆる方向からの流れに対して濾過水流の定向性を維持するための圧力差発生機能を秘めていた。

殻の内側で生じる流れも興味深い結果となった。流体シミュレーションの結果を流線で示すと、殻の内側では左右対のらせん状渦流となることが判明した（図10）。この渦は、スピリファー類が持つ腕骨の形、すなわち濾過器官で

ある触手冠の形と驚くほどよく一致する（図11）。濾過器官のすべての領域を余すことなく活用できるため、きわめて効率の良い濾過摂食ができたと考えられる。受動的に渦を生み出す殻形態と、渦から濾過摂食を行う触手冠形態。両者が相補的に機能することで実現した古代の濾過機能体であったのだろう。

この記事では絶滅生物に関する一部の例に留まってしまったが、生物の形と機能が今も昔も切り離せない関係であることは変わらない。その機能は、我々が形をみたときに直感で思いつくものとは限らず、全く想像できないような驚きの役割を秘めていた可能性もありうる。しかし絶滅生物の化石には、生物活動を担う軟体部が保存されにくい。化石生物にとって特に根深い問題は、そういった機能が実際に機能している様を観察できず、骨や殻といった硬組織のみから生命の振る舞いを復元しなくてはならない点にある。絶滅生物から新たな機能デザインを発掘するには、まず実現可能な体づくりや生態を考慮したうえで形の役割を検討し、それに次いで機能性を評価してゆくことが求められる。実社会へ応用できる新規性は多分に残されているものの、その道は長く遠い。

## 連載 第9回

# 暮らし方を見直す —心豊かな暮らし方が湧き出る泉をつくる—

東北大学大学院環境科学研究科 古川柳蔵

### 1. 暮らし方の見直しの必要性

今、地球環境の劣化が進行している。将来、私たちは厳しい地球環境制約を受けることになる。その結果、このまま現在のような環境負荷を与えながらの生活を維持できなくなるだろう。では、どのような暮らし方を築いていくべきなのか。

私たちが歩んできた道のみを見直してみると多くの発見があった。これまで第1回から第8回まで本誌で連載した「暮らし方を見直す」では、心豊かな暮らし方とは何か、心豊かな暮らし方はどのようなところにあるのか、暮らしの中でどのようにして心の豊かさが生まれてくるのか。そして、戦前から戦後にかけてどのように心豊かな暮らし方が変化していったのか、それに伴いどのような心の豊かさを失い

つつあるのか、などじっくりと心の豊かさについて分析してきた。本誌では可能な限り、戦前の暮らし方を調査する90歳ヒアリング調査の結果を、そのままの言い回しや表現を残しつつ引用し、心の豊かさのヒントを取りこぼさないように、大事に取り扱ってきた。多くの読者は、水場に洗濯をしに行ったことが、ただ水場で洗濯を黙々としていたわけではなく、その背後に心の豊かさが存在していたことを見出していただけだと思う。90歳ヒアリング調査は、私たちの暮らしや未来の暮らしに対して多くの示唆を与えるのである。

数多くの心の豊かさを失ってきたにもかかわらず、私たちの社会はライフスタイルを再設計しようとしてこなかった。物質循環システムの崩壊が心の豊かさを失わせ、便利な商品やサービスの導入が、暮らしを自立型から依存型へ



図1 失われつつある自然環境や暮らし（伊勢志摩にて。羽田哲也氏提供。）

変化させ、心の豊かさを失わせている。自然から離れたことが多くの心の豊かさを失わせている。私たちはこれらの失った価値を再び取り戻すことができるのだろうか。または、これらの失った価値以上に新しい価値を生み出すことができるのだろうか。日本人の多くは物質的な豊かさよりも心の豊かさを求めているという調査結果もある。いよいよ環境制約が厳しくなりつつある中、私たちは暮らし方を見直す必要があると言える。

## 2. バックキャストによるライフスタイルデザイン

今は、心の豊かさを失う大きな潮流の中にある。自然環境を失い、自立型の暮らしから依存型の暮らしへと、暮らしを楽にするという価値に偏って追求してきたため、本来は

失いたくない価値までも気がつかないうちに失いつつある。これを回避するためには、この潮流を変えるか、あるいは、もう一つ別の潮流を生み出し、徐々に移行していかなければならない。

この潮流とは異なる流れを生み出すためには、考え方の足場を変えて将来の心豊かな暮らし方とは何かを探らなければならない。その方法論としてバックキャストが有効である。従来、バックキャストは、エネルギー政策を検討するために考えられたものであるが、筆者はこの手法を応用し、暮らし方をソリューションとして描く、バックキャストによるライフスタイルデザイン手法を開発した（図2）。この手法は制約を根拠に心豊かな暮らし方を描くという特徴を持つ。暮らしの最小単位である「暮らし方（ライフスタイル）」に着目するのがポイントである。現在の暮らしの

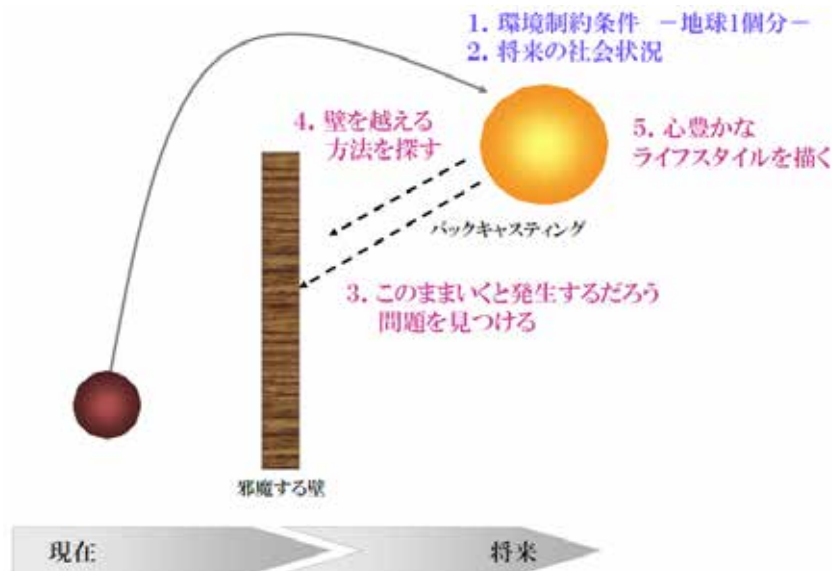


図2 バックキャストによるライフスタイルデザイン手法

延長線上を描くのではなく、新しい暮らし方を生み出すイノベーション手法でもある。まず、人口、エネルギー、資源、気候変動、水資源、食料、生物多様性に関して信頼のおける国のデータ等を用いて将来の環境制約条件を設定し、その条件の下、どのような社会状況になるかを議論する。その後、現在の暮らし方やイノベーションを見つめ直し、将来発生するだろう問題を見つける。そして、その問題を解決するための新しい心豊かなライフスタイルをデザインするのである。ここで描かれるライフスタイルはソリューションであり、予測結果ではない。

実際に、この手法で描かれる心豊かなライフスタイルとは、どのようなライフスタイルだろうか。ライフスタイルを分析するために、筆者らは評価グリッド法とKJ法により40種類の心豊かなライフスタイル評価項目を作成した。この評価項目を用いると、ライフスタイルを定量的に取り扱うことができる。

例えば、電通ブランドデザイン・ラボラトリーがライフスタイルデザイン手法を用いてデザインした50種類の2030年のライフスタイルの平均構造を分析した。これらの50種類の2030年のライフスタイルは図3のような構造を持つ。

ここで描かれた心豊かなライフスタイルは、不便であるが、環境問題に貢献でき、物を大切にして、自然を感じられるライフスタイルであることがわかる。実は、これは戦前の暮らしと同様の特徴を示している。バックキャストにより描かれた将来の制約下に求められる心豊かなライフスタイルを構成する要素が、戦前の暮らしの中にあり、現在失われつつある価値に含まれているのである。つまり、人は戦前から現在に至るまでに失われつつある価値を心の中では求めているのである。したがって、うまく新規性をリ・デザインすることができれば、昔に存在した、失われつつある価値を取り戻し、人々が求める心豊かなライフスタイルを実現させることができることを意味している。

### 3. ライフスタイルデザインを繰り返して見えてきたこと

私は、2014年だけでも、約1000種類のライフスタイルを企業や自治体と共同でデザインしてきた。当初、このライフスタイルデザイン手法を開発するにあたり、自らライフスタイルを描いていた頃、突然、ライフスタイルをデザインできなくなるという壁にぶつかった。最初の壁は30個あたりでやってきた。初めは、シェアハウス、地産地消、自家発電などの概念を基礎としたライフスタイルを頭の片

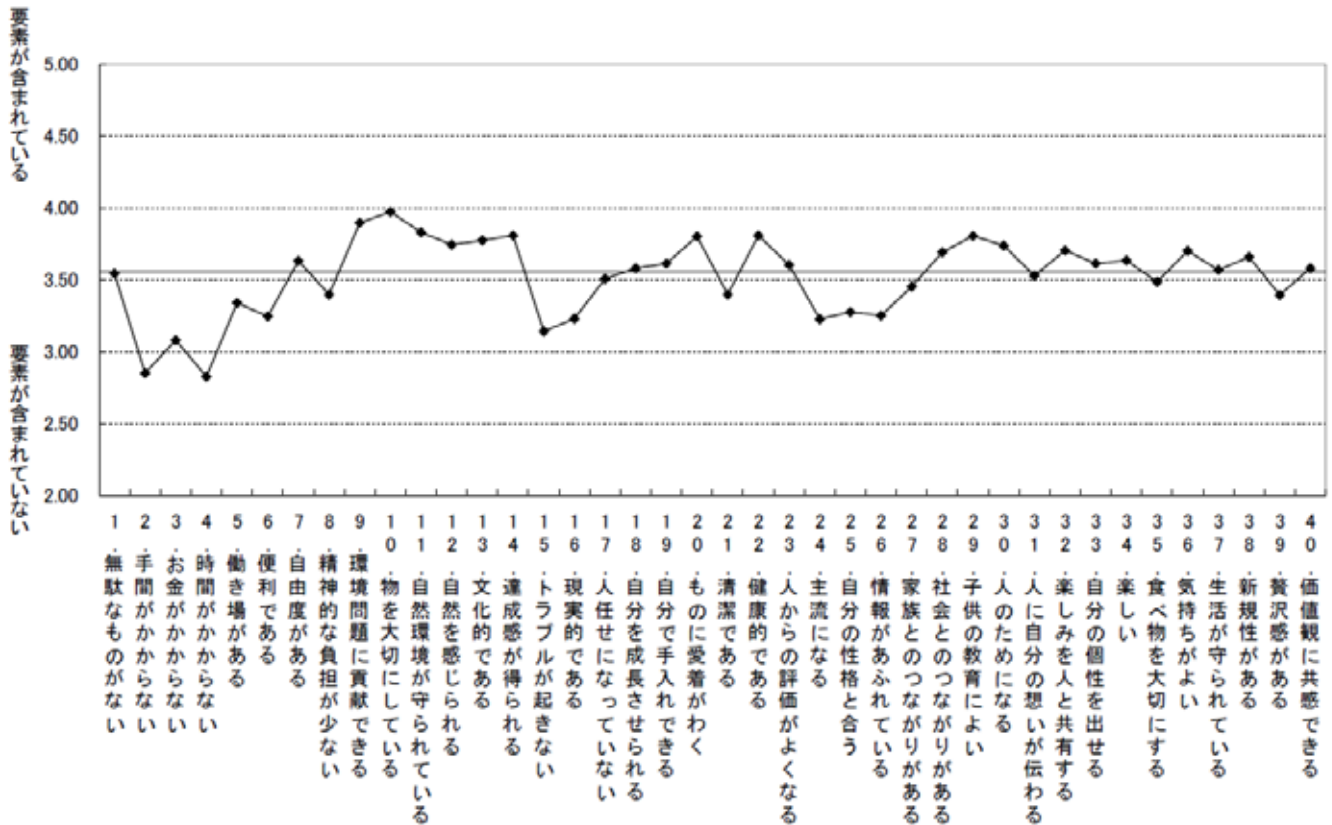


図3 2030年の環境制約下において求められる心豊かなライフスタイル（50種類）の平均構造

隅に持っていたので、10個程度のライフスタイルをデザインするのは容易であった。その後、家族構成を変え、季節を変え、生活環境（都市/田舎）を変え、ライフステージを変え、30個程度のライフスタイルを描くことができた。実は、この段階はまだバックキャストによるライフスタイルデザイン手法を使っていないに等しい。この30個の壁を越えるために悩み続けた。その結果、シンプルな発見があったのである。ライフスタイルデザインとは、問題を見つけることである、という図2のバックキャストの基本的なプロセスの重要性に気がついたのである。ライフスタイルデザインとは家族構成を変えて様々な生活シーンを想定することではないのである。バックキャストをして、将来発生するだろう問題を見つけなければ始まらないことにあらためて気づかされたのである。ライフスタイルデザインを繰り返すうちに、いつの間にかフォアキャスト思考に戻ってしまっていた。ソリューションを先に考えてはいけない。問題を先に発見し、それを解決するライフスタイルを後で描かなければ30個の壁を越えられなかったのである。

この壁を越えると、しばらく、バックキャスト思考で問題を発見し続けることに注力した。そして、次に100個程

度描いたあたりで再び壁にぶつかった。バックキャスト思考で様々な問題を見つけたのだが、それを解決する「心豊かな」ライフスタイルを描けなくなってきたのである。心の豊かさとは何かを悩み始めることになった。問題は発見できるのだが、解決策が心豊かでなくなっていったのである。この壁を越えるのにはかなりの試行錯誤が必要であった。そして、ようやく心の豊かさは何かしくみを導入して生み出すものであることに気がついたのである。楽しい、きれいだ、という語彙を使えば心豊かになるものと思っていたのが誤りであった。楽しい、きれいだ、という語彙は心豊かな暮らしを一つの側面で表現しているに過ぎないからである。楽しい、という表現を使わなくても、人は心の中で楽しめるのである。では、心の豊かさはどのようにして生まれてくるのだろうか。これまでに描いたライフスタイルを分析し、心豊かだと思うライフスタイルと、それほどでもないと思われるライフスタイルを比較し、分析を始めたのである。その結果、一つの重要な発見があった。心の豊かさと制約は表裏一体である、ということである。心の豊かさを生み出すためには、そこに何らかの制約がなければ成立しないことに気がついたのである。この気づきによって100個の壁を越えることができた。これを越えるとライフスタイルを100個でも200個でも書けるよう



になった。そして、最初に設定する環境制約について、当初は、厳しすぎるのではないか、いや、楽観的すぎるのではないか、という議論をしていたが、その議論がそもそも誤りであったことにも気づくのである。画期的な心豊かな暮らしを描きたいのであれば、最初に設定する環境制約条件を満たし、さらに厳しい制約を想定して描けば良いのである。制約が厳しければ、さらに今の世の中に存在しない新しい心の豊かさが生み出されるからである。そして、当然のことながら、環境制約をクリアすることもできるのである。

#### 4. ライフスタイル変革のための戦略

次のステップとして、デザインしたライフスタイルを社会にどのように導入していくかを考えなければならない。現在、デザインしたライフスタイルを具現化するシステムとして、ネイチャーテクノロジー創出システムを考案し、モノづくり日本会議ネイチャーテクノロジー研究会と連携し、手法論の研究開発、実装のための課題抽出、実装などに取り組んでいる。自然に学ぶものづくりを行うシステムである。図4に示すように、私たちの暮らし方は自立型から依存型へと変化し、利便性を手に入れたが、いくつかの心の豊かさを失いつつある。連載第2回で述べたように、これを利便性の坂と呼ぶことにすれば、私たちは将来の環境制約を踏まえ、再び、利便性の坂を上り、依存型から自立型へ向かうことによって、環境負荷を下げ、失いかけている、そして、今の人々が求めている心の豊かさを取り戻

すことができるかもしれない。

具体的に、現在の暮らし方(Ls0)を理想の完成された暮らし方(完成LS)に変革するためには、まず、バックキャストにより、例えば、2030年のライフスタイル(LS)をデザインする。しかし、このLSは将来の環境制約の下の理想的な暮らし方であり、必ずしも今すぐ実現することができない。そこで、LSに至るまでのステップであるls1、ls2という移行のハードルを下げたライフスタイルを描く。そして、それぞれを実現するための技術を抽出し、自然界が保有する低環境負荷な技術を応用し、社会へ導入するための製品をリ・デザインするというプロセスを経てイノベーションを起こす。生活者は段階的にLs0から出発し、完成ls1、完成ls2、最終的に完成LSに移行していくというものである。その際に、私たちの戦前の暮らしに含まれていた制約下において心豊かな暮らしに必要な考え方や失われつつある価値を90歳ヒアリングで抽出し、利便性の坂を渦巻き状に上っていくのである。

利便性の坂を上っていくためには、坂を上り始めるきっかけを与え、坂を上る力を与え、坂の途中で滞留するための制約をつけ、しばらくそこに滞留することによって、人の価値観の変化を促し、さらに坂を上りたいと思うようなしなかけを戦略的に検討しなければならない。既に、自動車に乗らなくなった人、ペットボトルではなくマイボトルにお茶を入れて持ち歩くようになった人、エスカレータではなく、階段を上がるようになった人、全て利便性の坂を上った人々である。これらの事例を分析すると、これらの要素

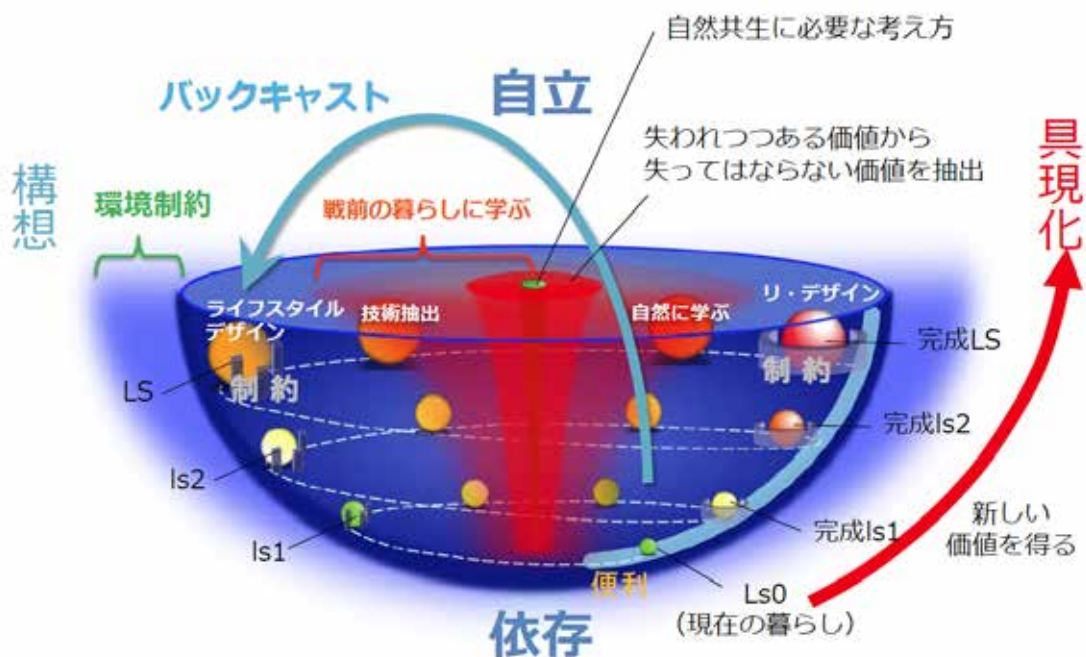


図4 ネイチャーテクノロジー創出システムの概念図



図5 豊岡ライフスタイルデザインプロジェクト（90歳ヒアリングの様子）

が必要であることがわかるだろう。特に、何を制約とするのが難しい。逆に言うと、現代はいかに制約を失った世界なのかがあらためて認識される。

### 5. ライフスタイル変革における地域の役割

ライフスタイル変革を実現できる場所は一体どこにあるのだろうか。90歳ヒアリングを日本中で行ってきた経験から確信していることは、急激な少子高齢化を経験し、集落存続の危機にある待ったなしの地域が適していると考えられる。この地域は日々のように地元のリーダーが集い、将来への危機意識が強いからである。長期的な視点に立っている企業や自治体はいち早くライフスタイルデザインに関心を寄せてきたことから明らかである。実際に、そのように動き出している地域や企業は数多くある。まさに、ライフスタイル変革の胎動が始まっているのである。また、自然に接した暮らしが残る地域では、自然に生かされているという感覚や、心豊かな暮らし方がまだ残っていること

からも適していると考えられる。今も、より便利な町を目指している利便性の坂を下りてきたばかりの地域は、まだ、制約下で求められるだろう大事な価値を失いきっていない。このような地域がライフスタイル変革の適所であろう。現在、筆者がかかわるライフスタイルデザインプロジェクトが、兵庫県豊岡市、岩手県北上市、秋田県秋田市などで開始されている。これらの地域は、長期的視点にたち、将来に強い危機意識を持ち、さらに自然が残っている地域である。さらに、世界的に見れば、自然と共生してきた国で、これまでの先進国を経験し、心豊かな暮らしを失って気がついた日本が、環境制約下における心豊かな暮らしを実現するイノベーションを起こし、世界に発信する新しい先進国の役割を果たすことができるかもしれない。

ここで具体的に一つ、豊岡市と共同で開始した豊岡ライフスタイルデザインプロジェクトについて紹介したい。2013年にプロジェクトは開始され、豊岡市内で90歳ヒアリングを実施し（図5）、戦前の暮らし方や豊岡らしさを抽出した。

これらに基づき、バックキャストによるライフスタイルデザインを行った。2013年には合計70個程度のライフスタイルを完成させ、2014年にはこのライフスタイルの中からいくつか抽出し、それらの地区への導入に取り組んでいる。

例えば、豊岡市のプロジェクトメンバーがデザインしたライフスタイルの中のいくつかは他の地域にも共通した問題を取り扱っているものがあった。そして、それらは各地域においても失いたくない価値を含んでいるのである。

現在、豊岡市では次の2つのライフスタイル導入に必要な要件を検討するために、モデル地区を選定し、自治会の人と検討会を複数回開催し、実際にライフスタイルの変革を目指した実装プロジェクトが始まった。また機会があれば、その経過を紹介したい。

#### <豊岡の食材で集う暮らし>

共働きの家庭が家庭菜園の野菜や不揃い地産野菜を夜に買える「とよおか夜市」や、高齢者などが自分で育てた地産

食材を持ち込み、料理し、みんなで食べる「とよおかキッチン」に集うライフスタイル。

#### <生命の循環を感じる暮らし>

山林自然資源の循環活用を“知る・守る・活かす”「自然共生循環ビレッジ」。子供たちが田や山林で年配者に道具の使い方から育成の仕組みを学び、エネルギーは木質バイオマスを活用したサブシステムを使った自立型里山集落となる。

自治体におけるライフスタイルデザインプロジェクトを、地元企業を中心に企業やNPO等へどのように波及させるかが重要な課題である。ここで大事なのはライフスタイルデザインによってどこまで「心豊かな暮らし方」という新しい価値を生み出すことができるかということである。この価値が高ければ高いほど、ビジネスとして運用することが可能となる。企業はこの「心豊かな暮らし方」を実現するために、環境負荷を余計に与えながら生活者に利便性を提供するのではなく、環境負荷を余計に与えずに別の価値を提供することができれば環境ビジネスを成立させること

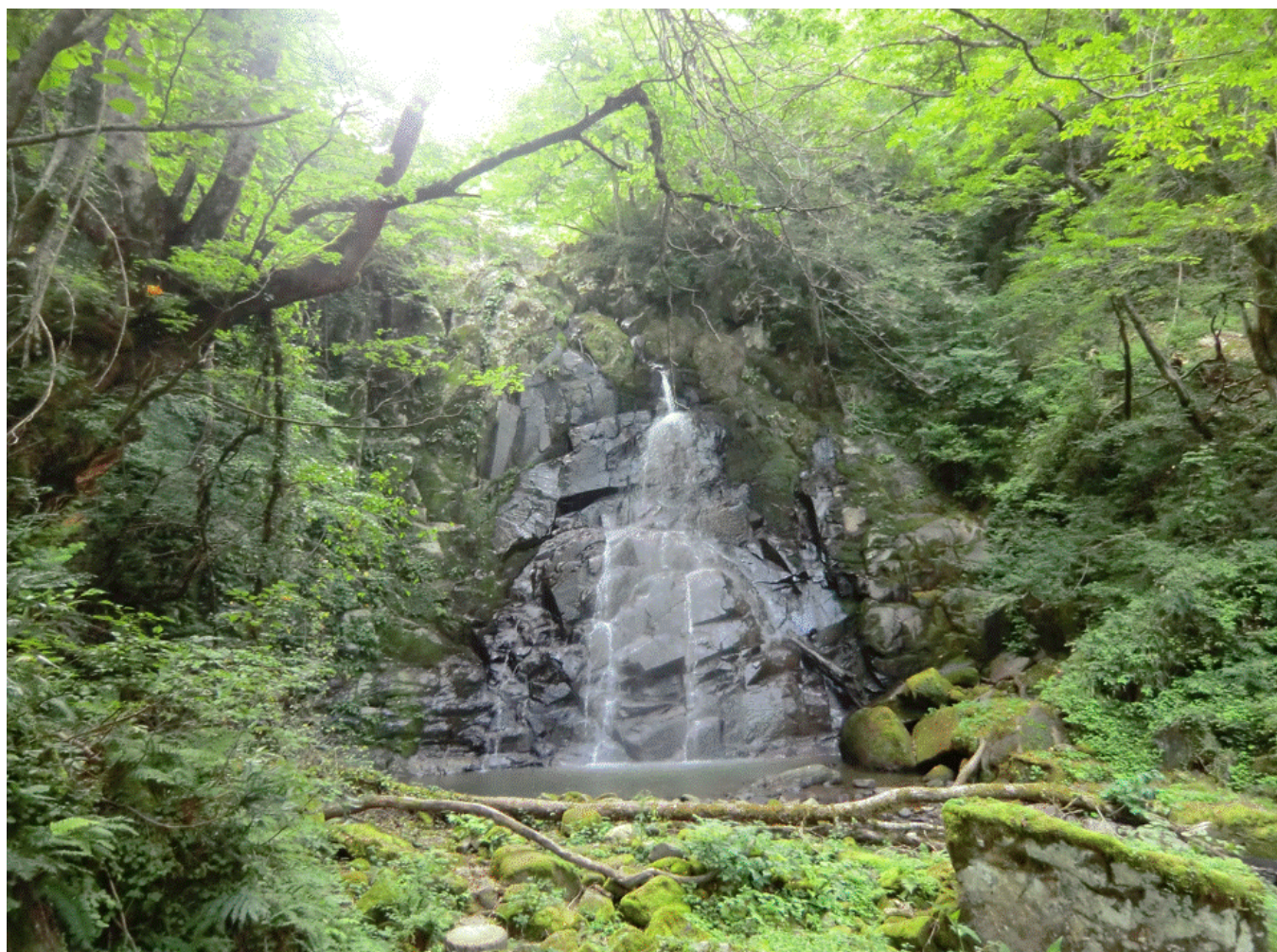


図6 資源循環の中の心の豊かさ探索（豊岡にて）



図7 心の豊かさを求めて（戸隠神社にて）

ができるのである。したがって、ライフスタイルデザインによる価値の創造と自然に学ぶテクノロジーが鍵を握るということになる。ライフスタイル変革は、現在の暮らしの延長線上ではないことから分野横断的である。従って、大学等中立な立場の組織が複数の異分野の組織を束ねる必要がある。

このように、本稿で取り上げてきた要素を取り入れた基盤が構築できれば、「心豊かな暮らし方が湧き出る泉」が地域に創生されることになる。

今、このような「心豊かな暮らし方が湧き出る泉」を地域で構築しなければ、時間的に間に合わない時期になっていることを私たちは自覚しなければならない。ライフスタイルは自然環境や自然資源に依存するからこそ、それぞれの地域ごとに、子孫に何を伝え残すのか、残すべき心豊かな暮らし方とは何かを、早急に考え始めなければならないのである。

#### 謝辞

ライフスタイルデザイン手法開発にご協力いただいた企業の方々、豊岡市のライフスタイルデザインプロジェクトメンバー、北上市のライフスタイルデザインプロジェクトメンバー、90歳ヒアリング調査にご協力して頂いた方々、心の豊かさが溢れる写真をご提供いただいた羽田哲也氏、ネイチャーテクノロジー創出システム研究に取り組んでいただいたネイチャーテクノロジー研究会の皆さまには心より感謝申し上げます。

## 連続コラム 沖永良部島から考える 『心豊かに暮らすということ』

### IX 今こそ変化を先取りすべき

(合) 地球村研究室 代表社員、東北大学 名誉教授 石田秀輝

#### 1. 沖永良部島の冬

南の島も寒い！温度計を見ていると、16℃くらい。本土の人に話をすると皆笑うが、暮らしてみると本当に寒い。家には暖房装置が無いからか、それとも覚悟が無いからか…不思議である。一方、この時期は野菜の一番豊かな時でもある。1月は菜の花が満開の時期、ヒル（ニンニクの葉っぱ、豚バラと炒めといったヒルアギー料理は冬の定番）も大きく育ち、トマト、レタス、キャベツ…毎日、色々な方が抱えきれないほどの野菜を持って来て下さる。2月に入れば、ジャガイモの収穫時期に入る、お気に入りはい少し小さめのもちもちジャガイモ。先日、近くの森で獲ったというキジをいただき、オレンジソースでローストして楽しんだが、オープンには一緒に初物の小ぶりのじゃがいもを…旨かった！この時期には、少なくとも食に関しては買い物にもほとんど出かける必要もなく、自然と人の情けだけで生きて行ける、有難いことではある。(Fig.1)

我、酔庵の畑も夏にいただいた4トン車一杯の牛糞に落ち葉や草を重ね、2日間かかって作った200kgのもみ殻の燻炭そして米ぬかをコンボをお借りして混ぜ込み（人力ではあまりの量の多さに太刀打ち出来なかった…）、一輪車で畑に撒き（これは人力！手に出来た豆がつぶれて、大変！）、耕運機で漉き込み、何とか今年の土づくりを終えたところ、さて何をこれから植えるのか？あたりまえの野菜はいただき物で十分、島では珍しいものを…と思うものの、本に書いてある植え付け時期とは季節感が全く異なり、現在思案中である。(Fig.2)

一方、夏は野菜の一番希薄な時、昨年5月にキュウリやナスを植えてみたが、苗は2日目には葉っぱがなくなり、1週間後には茎まで虫に食われて無くなってしまう。夏は強烈な太陽の光と熱、そして虫たちの世界となり、野菜はほとんどなくなる。1年で一番大変な時である。

もうすぐ、島に移住して1年、やっと季節を一回り経験することになる。2年目は、季節の巡りに合わせた暮らし方の『かたち』を少しでも創ってみたいと思っている。島に移住してから始めた酔庵塾も毎月開催、毎回たくさんの方々に参加いただいている。子供たちの授業も全国各地で楽しく続けている。授業をするたびに子供たちの純粋で前向きな思いに感動させられる。良い刺激であり、勉強にもなっている。(Fig.3)

一つ嬉しい話、小学校6年生の国語の教科書（光村図書）に今年から、私の書いた『自然に学ぶ暮らし』が掲載されることはこのコラムでも書かせていただいたが、2009年に出した『粋なテクノロジー カタツムリが教えてくれる』（化学同人）の第8刷が決まった。九州でどういう訳かとても売れているという、理由は不明だが、ともあれ、有難いことである。もう一つ、今年書いた『物質文明から生命文明への離陸』（石田秀輝、古川柳蔵 東北大学出版）の重版が決まった。大学の専門書で重版というのもきつと珍しいのではと思うが、少しでも人と地球を考える上でお役に立てればと思う。(Fig.4)



**Fig.1** 1月は菜の花が一杯、トマトも野菜も最盛期、キャベツ白菜、ニンジン、小松菜



**Fig.2** 畑の準備も大変、ユンボで堆肥を混ぜ、一輪車で畑にまき、漉き込み…さて何を育てようか？

## 2. 成長から成熟期への移行

多くの生活者が、ちょっとした不便さや不自由さを自分の知恵やスキルで乗り越える『自立型』のライフスタイルを望んでいる。しかしながら、多くの企業や行政は社会が求めている方向と全く逆向きに進もうとしている。それは、過去の成功体験を基盤とした思考によるものであることは間違いなのでは、ということ为先回のコラムで書かせていただいた。

すでに、多くの生活者が『もの』より『心』の豊かさを求め、若者は、車より自転車の方が、シェアすることが、自然の中にどっぷりつかることが、自分の手でものをつくったり直したりすることがお洒落だと言い、これは、明らかに物質的な豊かさを市場に投入し続けてきた企業戦略とは真逆の社会変化なのである。そしてこの予兆は、一過性のものではない。いつかはまた物質的な豊かさを社会が求めるだろう、などと思っていれば、間違いなくその企業は沈没してし



Fig.3 毎月島で開いている、酔庵塾皆さんとても熱心です(左)。子供たちとの勉強会も続けています(写真は名古屋市での自然探検隊授業)(右)



Fig.4 書籍の出版にまつわる嬉しい話

まう。テクノロジーの集積が文明であり、知の集積が文化であるとするなら、人類史は文明の醸成が必ず文化の醸成につながるという歴史を繰り返してきた。近代社会においては、まさに今が文化的な社会情勢への転換期なのだと思う。(Fig.5)

例えば、狩猟採集社会では、個の採集が時代とともに、より効率的で労働投下量を低く抑え、低い技術レベルでも環境収容量内で維持可能な集団(コミュニティ)としての採集方法に変化し、これに必要な言語やシステム、さらに分配というような概念を生み出していった。さらに時代を重ねることにより、洞窟壁画に代表される文化的価値を生み出す方向へ移行した。農耕社会は、これに続く新石器時代から始まったとされるが、これも同様な変遷を示している。それは、太陽エネルギーを主な源として、生存するために必要な食料を定住という新しい形で生み出した初生状態から、テクノロジーの進化を伴う収量の増加によって、生産物を流通させるためのシステムや消費地である町が形成され、最終

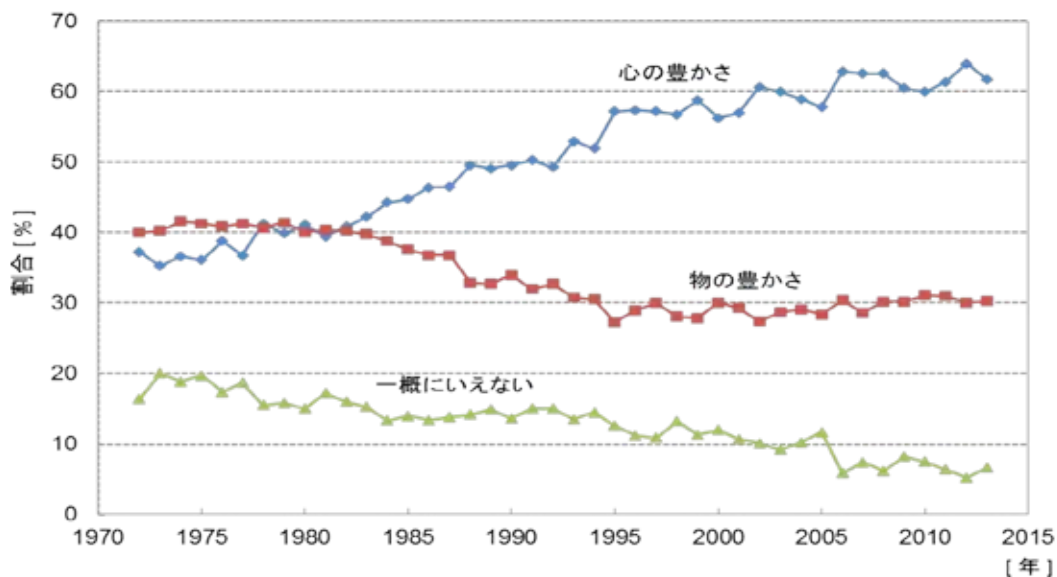


Fig.5 心の豊かさ、物の豊かさに関する意識調査（内閣府「国民生活に関する世論調査」2013より作成）

的には文化的価値への変遷、例えば大衆芸能が生まれ出された。狩猟採集社会と農耕社会では時間軸は大きく異なるものの、ともに文明的価値の飽和から文化的価値を生み出している。近代社会も同様な変遷をたどり、今その文化的価値創出期にあるのではないかと考えている。

### 3. 近代社会の予兆を先取りする

近代社会の定義をイギリスの産業革命による資本主義が成立した18世紀後半だとすれば、自然との決別で生まれたテクノロジーが大量生産・大量消費社会を創り、人は圧倒的な物質的豊かさを手に入れることが出来た。大量に作られたものは限定された消費地だけではすぐに飽和してしまい、それを広範に拡散させる必要がある。まさに川の流れるごとく、高いところから低いところへ、濃いところから薄いところへとモノを流す資本主義の基本構造である。そのための最初の必要手段は輸送、蒸気機関から船、飛行機へとテクノロジーの進化とともにモノの移動は限定された地域の中の流通から、世界へと広がってゆく。世界の中で薄いエリアはどこか？誰よりもそれを早くつかむためにICT（情報通信技術）が世界を席卷し、少しでも薄い地域を探し当て、少しでも早くモノを移動させようと躍起になっている。例えば『車』、先進国ではすでに飽和状態となった今、薄い地域である中国やインドにどんどんモノが投入されている。どのメーカーも全く同じような戦略を取っている以上、恐らく数年で薄かったはずの市場が飽和してしまうだろう。次はどこを責めるのだろう、薄い地域はまだ残っているのだろうか？確かにサブサハラ地域は残されているかもしれないが、資本主義社会という土台がある以上、利益を得なければならないという制約の中ではそれはかなり難しいことにもなる。ともあれ、文明の発達



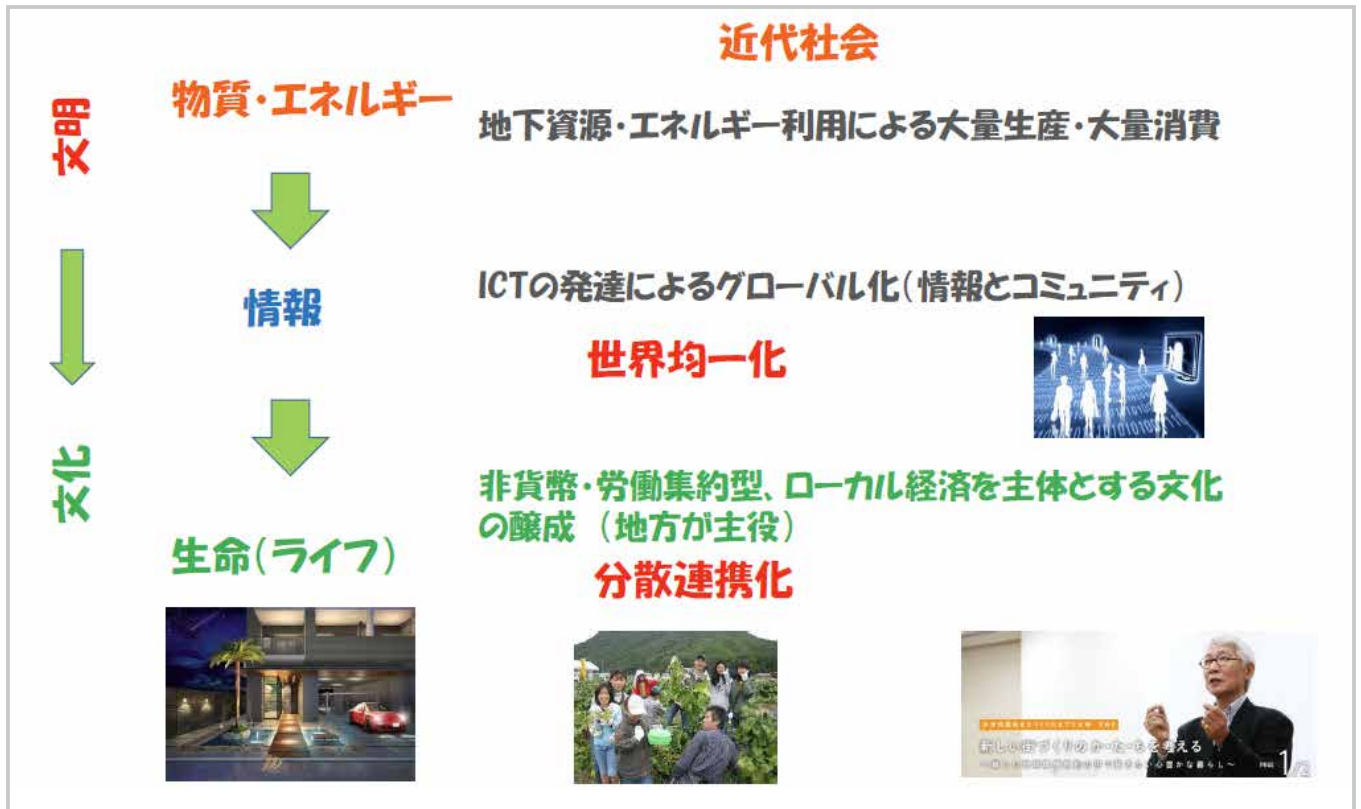


Fig.6 文明と文化の成熟構造

をドライビングフォースに、希薄な場所に商材を投入してきたが、すでに資本主義社会という土台では、世界は飽和し、均一化するのが見えてしまっているのである。いくらモノを振り回しても飽和状態であれば、それは、モノとしての価値を失ってしまう、今がまさにその時代なのではないか？とすれば、過去の歴史を見ても、これから向かう道は文化的価値、まさに精神的な豊かさを生み出す『ものづくり』や『サービス』だと言えるし、すでに何度か書いた様にその予兆は明確に現れている。(Fig.6)

それは、狩猟採集社会が洞窟壁画を生み出し、農耕社会が大衆芸能を生み出したように、文明価値発達の歴史の延長からは想定できない文化的な価値の創出である。だからこそ、予兆を冷静に見る必要がある。それは、お金だけでもものを測るのではない『非貨幣』、そして地方が主役となり、地方同士が緩くつながる『ローカル』、そしてワークとライフがかなりの部分で重なり、労働やものづくりの基本は『資本集約型』に代表されるような効率をお金で測るのではなく、精神的な充実感や達成感で測る『労働集約型』になるのではと思う。それは、『ちょっとした不自由さや不便さを、知恵やスキルで乗り越えて生まれる達成感や充実感』を求め暮らしかた・た・ちなのである。

まさに今求められているのは依存型のライフスタイルと自立型のライフスタイルの間に存在する『間』(12月のコラム参照)の概念なのである。それは、生活者に不自由さや不便さを与えるテクノロジーやサービスではない。ちょっとした不便さや不自由さを楽しむテクノロジーやサービスなのである。

## 連載 第6回

# バイオ TRIZ：生物の不思議を工学に移転する技術 －セルフサービス原理－

新潟大学工学部 山内健

大阪大学基礎工学研究科 小林秀敏

### 1. はじめに

本シリーズでは、現在、我々が体系化を試みているバイオ TRIZ を取り入れたバイオミメティックデータベースから、具体的な解決原理を6回にわたり紹介している。TRIZ の40の原理のうち、特に生物機能を代替できる原理として、「分割原理」、「相変化原理」、「局所性質原理」、「多孔質利用原理」、「周期的作用原理」について概説した。最終回は「セルフサービス原理」を紹介する。

### 2. TRIZ における「セルフサービス原理」

セルフサービス原理は、それ自体で目的動作を行うことによって問題解決する原理で、以下の2点がサブ原理に該当する [1-4]。

- ①補助的な機能を付加することにより、物体がセルフサービスを行うようにする
- ②廃棄資源、廃棄エネルギー、廃棄物質を利用する

セルフサービス原理は、エネルギー消費を抑えたいが、材料が限られたり、強度に問題があったり、制御が困難なときに有効である。また、操作や修理を簡便にしたいが、物質の量、長さ、面積、体積、操作時間などが弊害となるときにも問題解決のヒントになる。すなわち、TRIZ におけ

るセルフサービス原理は、「自動化」することで問題を解決する際の発想を支援している。人感センサを利用した自動ドア、トイレや洗面台の自動給水・排水システムなどが代表例である。自動化を支援する仕組みもセルフサービス原理であり、宇宙という特殊環境での開閉が必要となるソーラーパネルなど宇宙展開構造物には、一方向に押したり引いたりするだけで簡単に展開・収納ができるミウラ折りという折畳み構造が活用されており、この折畳み技術が地図などの平面構造体の開閉にも採用されている [5]。また、②の廃棄エネルギーの利用は、ごみ焼却場での廃熱利用プール、PET ボトルのリサイクルなど我々の身近で実現されている。

### 3. バイオ TRIZ における「セルフサービス原理」

上述のとおり、TRIZ における「セルフサービス原理」は、自動化を支援するヒントを発想するときに適している。最近では縦列駐車を支援するシステムを備えた乗用車も販売されており、ゆりかごから墓場までが、自動化されそうな勢いである。一方、バイオ TRIZ における「セルフサービス原理」は「自律」を支援する原理といえよう。「自動」と「自律」の違いには、自ら判断し行動することができるかどうかのポイントとなる。例えば、就寝中に体調が悪くなって、大きな音で心臓発作が起きそうな危険な状況になっていて

も、目覚まし時計は自動的に定時を知らせる。もし、ここに自律機能を付与して音を小さくしたり、アラームを解除できれば、命の危険を回避できる。ここでは、生物の自律機能を工学に転移した例を紹介する。単細胞生物の粘菌は、変形移動して餌の微生物を食べる一方で、胞子を作って増殖する [6]。この動物と植物のような性質を併せ持つ不思議な生物である粘菌の中には、餌を求めて、餌と餌を最短距離でつなぐ形に変形したり、光を当てると任意の形に変形するような、光を嫌う性質を有する種がいる。粘菌を迷路の中に設置し、その迷路の端にえさを置くと、一旦は迷路全体に管を広げるが、最終的には餌と餌との最短距離をつなぐ管のみを残し、それ以外の部分は衰退させてしまう。東北大の石黒氏ら [7] は、真正粘菌の協働的振る舞いを解析して、比較的単純な認知・判断・運動機能を持つ要素（自律個）が相互作用することによって、自律的な機能を発揮するロボットの開発を行なっている。

また、葉緑体に含まれる色素β（ベータ）カロテンの仲間であるキトサンフィルは、太陽の光が強いときに、吸収した光から過剰に生産したエネルギーを熱に変えて廃棄している [8]。光が弱くエネルギーが足りないときには、より光を吸収しやすい物質に変わり光を集めることも知られている。動けない植物は、植物の細胞が持つ色素キトサンフィルを利用して、セルフサービスで光の量を上手く調整している。近年は、ポルフィリンなどの錯体とフラーレンなどのナノカーボンを複合化させて、植物の光合成における効率的な電子伝達を模倣した人工光合成という取り組みが盛んに行われている。さらには、生物の持つ自己修復機能も工学者には魅力的な自律機能である。産業技術総合研究所穂積らは、生物体表面が、常にプラントワックス等の分泌物を徐放し続け、組織を再生することで常にフレッシュな表面状態を保持していることに着目して、層状ハイブリッド皮膜を作製することで、自己治癒機能を模倣した機能性表面の創製に成功している [9]。

#### 4. 樹木の葉に見る「セルフサービス原理」

樹木の葉の中には、図1に示すシデの葉のように、葉の中央を縦に貫く主脈から両脇に向かって二次脈が走り、それらに沿って谷折り線、それらのほぼ中央に山折り線が入り波板状（コルゲート状）に折畳まれた葉がある。ブナやシラカバ、ハンノキなども同様で、暖かい春には、波板状に折り畳まれて蕾の中に収納されていた葉が、一斉に展開・成長していく。展開前は、図1中央下部の葉のように、二次脈も主脈にほぼ平行でコンパクトに折り畳まれているが、中央脈の伸張に伴い、二次脈は自然に横方向に開き、

完全に開ききった葉身では、二次脈と中央脈の間の角（以後、葉脈角という）は、葉先に行くほど小さくなっているものの、おおよそ40°前後である [10]。このように、波板状に折畳まれた葉は、中央脈の成長・伸展と葉身の拡幅・展開を同時に行う、セルフサービス原理、即ち、自動化を支援する仕組みが採用されている。



図1 展開途中のイヌシデの葉

図2 (a) は完全展開前、展開途中のイヌシデの葉であり、中央脈と二次脈の分岐付近を拡大して図2 (b) に示す。葉脈の間にある山折線は、中央脈付近でわずかに曲がり、この部分に小さな三角形が形成され、立体的な構造になっている。これは、真直ぐな中央脈と、波板状に折りたたまれている葉身の2つの幾何条件を満たすために生じた調整平面であり、葉身が成長・展開するにつれ、その形状および面積は変化して、最終的に完全平面葉身へと展開する。この小さな成長葉身三角形こそが、シデの葉における葉身展開自動化の要である。

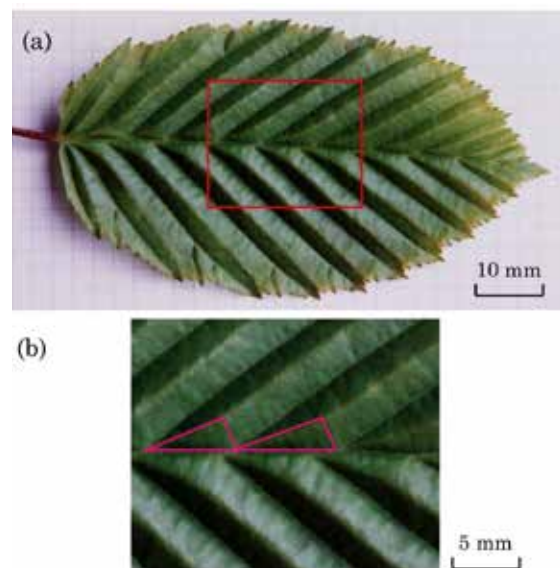


図2 イヌシデの葉と成長葉身三角形

一般に、ここに示した成長三角形を実際の人工構造体に取り入れるのは難しい。そこで、この葉の展開様式が持つ2つの基本的な特徴、即ち、

1) 波板状に折り畳む

2) 中央脈の伸張にともない横方向にも展開する

のみを取り入れた図3に示す折畳み構造を考える。この構造は、中央の折り線を含む平面を対称平面とする対称構造で、図2の葉身が波板状に折り畳まれている状態に酷似しており、しかも、一方向に伸展すると、同時にそれと垂直な方向にも開く。この2次元展開構造は、ミウラ折り [11] と呼ばれる折り方の、比較的単純な場合に相当しており、中央脈の伸張につれて、それと垂直な方向にも展開する、セルフサービス原理を取り入れた2次元展開構造となっている。

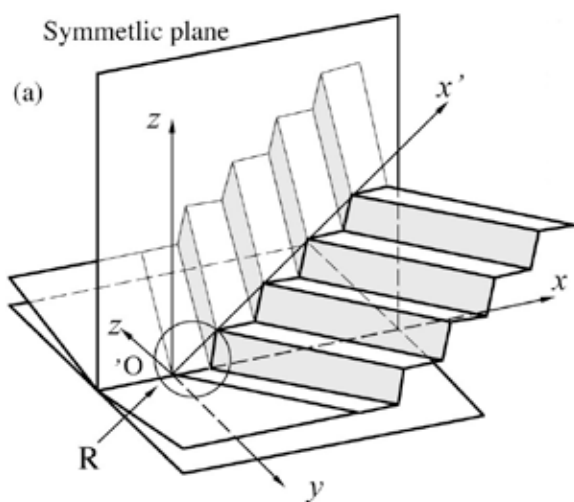


図3 ミウラ折り葉身モデル

この折紙モデルを用いた簡単なベクトル解析により、この構造の折畳み・展開特性と葉脈角との関係が調べられている [10]。図4は、折り畳んだ時のコンパクト性を表す折畳み面積比  $A^*$  と葉脈角が  $45^\circ$  の時を1とした展開エネルギー  $W^*$  を葉脈角に対して示している。この図から、実際の葉に採用されている葉脈角  $45^\circ$  の折畳み構造は、折り畳んだ時の面積が葉脈角  $85^\circ$  のそれに比べ約2倍大きく、コンパクト性に欠けるが、展開エネルギーはそれの約  $1/15$  で済み、エネルギー的にみれば非常に効率的な構造であり、植物の賢明さに、改めて感心させられる。ただ、人工衛星の太陽電池パネルのような宇宙構造では、コンパクト性の方がより重要であり、 $87^\circ$  程度の大きい葉脈角のミウラ折り構造が採用されている。図5は、宇宙航空開発機構 (JAXA) によって1995年にH-IIロケットで打ち上げられた宇宙実験衛星 SFU での展開実験の様子を示しており、効率のよい展開型の太陽電池アレイの開発を目的として、約6m四方の2Dアレイの展開収納実験や振動実験が成功裏に実施された [12]。

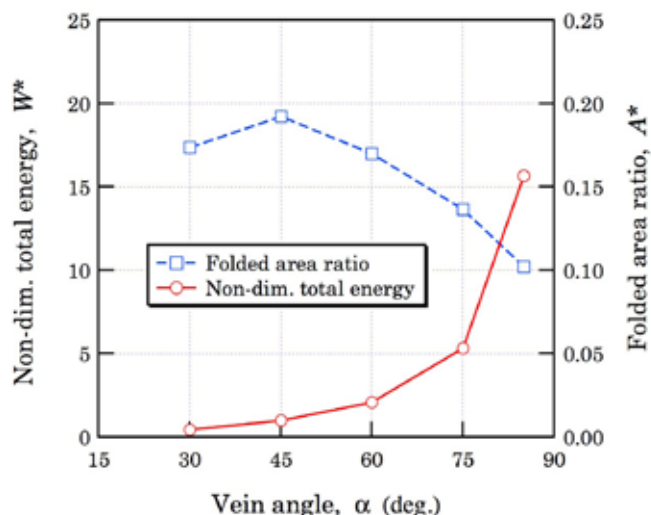


図4 波板状折畳みモデルのコンパクト性と展開エネルギー



図5 宇宙実験衛星 SFU の2Dアレイの展開実験の様子

## 5. おわりに

バイオ TRIZ について、「セルフサービス原理」を取り上げて、その原理の内容、バイオミメティック技術、ならびに生物の問題解決法に学ぶ新材料や構造の開発として、フラクタル構造を模倣した電子材料の開発例や人工衛星の2Dアレイ展開構造を紹介した。バイオ TRIZ は、分野を問わず、あらゆる分野で技術矛盾を解決するのに有効な手法になると期待されている。これまで6回にわたって紹介してきた6原理を用いることで、様々な分野の研究者および技術者が抱えている、技術的矛盾を含む問題を解決するための有効なヒントになれば幸いである。

## 謝辞

本研究の一部は、平成24年度科学研究費補助金 新学術領域研究 (研究領域提案型) 「生物多様性を規範とする革

新的材料技術」(研究課題番号:24120001、代表:下村政嗣)  
の助成を受けたものです。

#### References :

- [1] 山田郁夫、図解 TRIZ、p.81、日本実業出版 (1999)
- [2] 笠井肇、開発設計のための TRIZ 入門、p.46、日科技連出版社 (2006)
- [3] 長谷部光雄他、はじめようカンタン TRIZ、pp.127-138、日刊工業新聞社 (2007)
- [4] 澤口学、VE と TRIZ、p.94、同友館 (2006)
- [5] ミウラ折り公式サイト <http://www.miuraori.biz>
- [6] ネイチャーテック研究会のすごい自然のショールーム  
「効率的なネットワークを作る粘菌」  
<http://nature-sr.com/index.php?Page=11&Item=18>
- [7] 石黒章夫、清水正宏、川勝年洋：「単純な運動機能を持つ結合振動子系から創発する知能」、物性研究、2007 年 1 月号、pp.572-578 (2007)
- [8] ネイチャーテック研究会のすごい自然のショールーム、  
「光の量を調節する植物」  
<http://nature-sr.com/index.php?Page=11&Item=17>
- [9] 産総研：付着を防止する表面処理技術  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2014/pr20141211/pr20141211.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2014/pr20141211/pr20141211.html)
- [10] Kobayashi H., Kresling B. and Vincent J.F.V., The Geometry of Unfolding Tree Leaves, Proc. of Roy. Soc. Lond. Ser.B, Vol.256, pp.147-154 (1998)
- [11] Miura K. and Natori M., 2-D array experiment on board a space flyer unit, Space Solar Power Review, Vol.5, pp.345-356 (1985)
- [12] 宇宙実験・観測フリーフライヤ  
<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/sfu/2dsa.shtml>



### 構造色をもつ鳥 ③⑥ ウミアイサ

ウミアイサはカモの仲間です。漢字では海秋沙と記されますが、秋沙とは「アキサ」の音が転じたもので、「秋が去ったころに来るカモ」の意です。ユーラシア大陸北部から越冬のために日本各地に渡ってきます。単独から数羽の小さな群れで主に海岸の浅瀬や河口付近で過ごします。波の高い日は港内に避難してくることもありますし、まれに内陸の湖沼にも現れます。

ウミアイサはカモ科の鳥ですが、ウ科のウによく似た潜水に向いた細長い体をしています。さらに、細く長い先端が曲がった嘴には小さく尖った鋸状の歯が備わっており、捕らえた魚を逃さない構造になっています。ウミアイサは後頭部から頭頂部にかけて特徴的なぼさぼさの長い冠羽を雌雄ともになびかせています。雄の頭部と冠羽には構造色に由来する暗緑色の光沢があります。



**THE LATEST DEVELOPMENTS**

# 海外動向

## セルロースナノ結晶材料の毒性研究のレビュー (2015.2.19)

生分解性のセルロースを原料とするナノ材料は低コストで生産できる環境に優しい材料と考えられており、産業応用が広がりつつある。バージニア工科大学の研究チームは、セルロースナノ結晶材料の毒性研究を調査し、健康影響について検討し、様々な曝露経路で有害性影響評価の鍵となる要素を抽出することで、今後のセルロースナノ結晶材料の有害性評価研究のあるべき方向性を示した。

<http://online.liebertpub.com/doi/full/10.1089/ind.2014.0024>

## UWM、金ナノ粒子がヒトの生殖能力に影響を及ぼす可能性を指摘 (2015.2.18)

金ナノ粒子はターゲット治療薬の担体として期待され、医療分野での実用化が進められている。ウィスコンシン大学ミルウォーキー校 (UWM) の研究チームは、この金ナノ粒子は新たな内分泌かく乱物質となる可能性があることを指摘した。卵巣細胞を金ナノ粒子に曝露させる試験で、金ナノ粒子が女性ホルモンの一種であるプロゲステロンの生成に影響を及ぼすことが明らかにされた。UWM の新しい有害性評価研究は副作用を抑え、有効な治療を施すためにはさらに精緻なナノ粒子のデザインが欠かせないことを示唆している。

<http://phys.org/news/2015-02-potential-toxicity-cellulose-nanocrystals.html>

## 環境大気中の CNT は毒性が大きく変化する可能性があることが指摘される (2015.2.16)

土壌や水中でのカーボンナノチューブ (CNT) の挙動に比

べて、環境大気中での CNT の挙動や曝露についてはいまだに情報が十分にあるとはいえない状況にある。カナダの環境省と保健省、トロント大学、カリフォルニア大学サンディエゴ校、中国科学アカデミーの共同研究チームは、環境大気中でカーボンナノチューブ (CNT) の形状が変形することで CNT の毒性が大きく変わる可能性があることを指摘した。環境大気中での CNT の変形が CNT の機能を大きく変えることにつながるため、その毒性も大きく変わる可能性がある。具体的にはオゾンとヒドロキシラジカルで酸化処理した単層 CNT を用いて、対流圏粒子状物質の寿命モデルによるシミュレーションを行った。環境中大気に曝露すると、有機炭素蒸気の吸着に起因する考えられる毒性の有意な低下が予測された。

<http://www.safenano.org/news/news-articles/transformation-of-carbon-nanotubes-in-the-atmosphere-may-significantly-alter-their-toxicity/>

## SWA、ナノ材料の毒性・労働衛生関連情報を更新 (2015.2.14)

オーストラリアの労働安全局 (SWA) は、人工ナノ材料の毒性と労働衛生に関連する最新のデータをまとめた報告書を公開した。本書は SWA が 2009 年に公開した「Engineered nanomaterials – a review of the toxicology and health hazards」の内容の更新となっている。本書でデータが更新されたナノ材料は、カーボンナノチューブ、二酸化チタン、酸化亜鉛、酸化セリウム、銀となっている。本書は主にナノ材料の製造・輸入業者、労働安全衛生管理者、研究者等に向けたものである。

<http://www.safenano.org/news/news-articles/swa-publish-update-on-the-toxicology-and-work-health-hazards-of-engineered-nanomaterials/>



## ACGIH、Under study list を公開 (2015.2.12)

米国の産業衛生専門家会議 (ACGIH®) の化学物質の作業環境許容濃度 (TLV® - CS) に関する委員会が作成する研究対象物質の一覧「Under study list」を公開した。この一覧には「ナノスケールの一次粒子の注記」が含まれる。ACGIH は一覧の公開は、「ACGIH への化学物質データおよびコメントを提出することを検討中の関係者への告知と招待」であるとしている。ACGIH は 7 月 31 日までには Under study list を更新する予定でいる。新しい Under study list は 2 階層の区分になる予定。

<http://nanotech.lawbc.com/2015/02/articles/united-states/acgiha-tlvac-committee-studying-nanoscale-primary-particle-notation/>

## CPSC、消費者製品中とナノテクノロジーに関する新センターの立ち上げを検討 (2015.2.6)

米国の消費者製品安全委員会 (CPSC) は、申請中の 2016 年度予算でナノテクノロジー関連の新しいセンターを設立する予定でいる。新たに立ち上げられる「ナノテクノロジーの消費者製品への応用と安全性センター (CPASION)」は、消費者製品中のナノ材料の同定と特性評価を行うための手法の開発、ヒトへの暴露影響の調査、研究人材の育成を行う予定。CPASION は、専門家コンソーシアムになる予定である。また、CPSC を支援するだけでなく、製造・販売事業者に向けた資料の提供も行う。CPSC は、ナノテクノロジーの影響について研究を行っている環境保護庁 (EPA) と同様に、全米科学財団 (NSF) との 5 年間の協定を結ぶ予定でいる。

<http://nanotech.lawbc.com/2015/02/articles/united-states/cpsc-fy-2016-budget-request-would-create-center-for-consumer-product-applications-and-safety-implications-of-nanotechnology/>

## EPA、多層 CNT 含有ポリマーナノ材料に SNUR を適用 (2015.2.4)

米国環境保護庁 (EPA) は 27 の化学物質に対して重要新規利用規則 (SNUR) を適用すると官報に告示した。27 物質には多層カーボンナノチューブ (CNT) を含むテレフタル酸とエチルベンゼンのポリマー (PMN 番号 P-13-573) が含まれている。本規則は 2015 年 4 月 3 日に発効する。

<http://phys.org/news/2015-02-potential-toxicity-cellulose-nanocrystals.html>

## Nanorama Laboratory の英語版公開 (2015.2.4)

ナノ材料の安全な取り扱いのためのインタラクティブなオンラインツール Nanorama Laboratory の英語版が公開された。Nanorama Laboratory はドイツの公的労災保険機関 (BG RCI) とスイスの Innovation Society が共同で、ドイ

ツ法的損害保険組合 (DGUV が提供するプラットフォーム「ナノ材料の安全な取り扱い」のために開発した教育用ツールの一つである。Nanorama Laboratory は研究室でのナノ材料とナノ材料の製造・加工に使われる装置の安全な取扱について知識を提供する。Nanorama Laboratory は有害性評価を補完し、利用者がナノ材料への暴露評価を行い、適切な保護措置を実施することを可能にする。Nanorama シリーズは現在ドイツ語で 3 つのモジュールが公開されており、残る 2 つのモジュールも近く英語版が公開される予定である。

<http://innovationsgesellschaft.ch/en/nanorama-laboratory-e-learning-modul-jetzt-auch-in-englischer-sprache-verfuegbar/>

## ナノ材料を用いた包装事業者向けのベストプラクティスガイド公開 (2015.1.30)

世界で初めてとなる包装事業者に向けたナノ材料の安全な取り扱いのためのベストプラクティスガイドが公開された。本書は欧州の第 7 次研究枠組み計画 (FP7) で実施された 3 年間のプロジェクト NanoSafePack の最終成果である。本書は事業者への実用的なアドバイス、理解が容易で取り組み易い提案、関連の技術情報など構成されており、主にポリマーベースのナノ材料を包装材に用いる事業者や中小企業の利用を念頭に作成されている。同じ内容が英語、フランス語、イタリア語、スペイン語、ポルトガル語で提供されている。

<http://www.nanosafepack.eu/news/best-practices-guide-published>

## << Policy Brief >>

### ナノ産業育成重点推進戦略 (案) を策定

韓国未来創造科学部では、2020 年ナノ産業 2 大強国への跳躍に向けた推進戦略の一環として、ナノ産業育成重点推進戦略 (案) に対する公聴会を開催し、意見募集を行っている。同戦略案では、ナノ産業が 2020 年まで 3 兆ドルに成長し、製造業の成長を先導すると見込まれ、多くのニーズのある未来有望市場を先占するように 7 大重点分野の技術課題の解決や、そのためのインフラの拡充を進める計画が示されている。同案は意見募集を反映して、3 月中に確定される予定。7 大重点分野とは、①脱平面印刷型 3D ナノ電子、②IoT 用高感度ナノバイオセンサー、③脱リチウム (Li) 高性能 2 次電池、④超高効率ナノ太陽電池、⑤脱レアメタル・アース産業用ナノ素材、⑥ファッション用機能性ナノ繊維・ナノファブリック、⑦省エネ水処理システム。またナノテクノロジーの事業化の課題の解決のための

インフラとして、①計算ナノ科学を生産手段化できるオープン計算科学プラットフォームの構築、②ナノ知識、インフラ、市場の統合情報網であるナノ情報ネットワークの構築、③ナノ素材の安全性評価技術の開発、認証基準の設定等ナノ安全性の確立が挙げられている。

<http://www.msip.go.kr/web/msipContents/contents.do?mId=NzM=>

### **産業通商資源部、13 大産業エンジンの中、4 プロジェクトに 7 年間 940 億ウォンを投資**

韓国産業通商資源部では、13 大産業エンジンプロジェクトのなか、まず先端素材加工システム、シミュレーションシステム、オーダーメイド健康管理システム、スマートバイオ生産システムに対する技術開発を本格的に進める。今年度は 135 億ウォンを投じ、7 年間総額 940 億ウォンを支援する計画。先端素材加工システムの場合、自動車部品等早期市場進出が可能であり、素材の供給が有望である炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 開発のための CFRP 加工システム開発を推進する。シミュレーショントレーニングシステムの場合、経験・ノウハウ基盤の現場体感型シミュレーションシステムの開発のため、まず多機種建設機械重装備トレーニングのためのシミュレーションシステム、スポーツトレーニングシミュレーションシステムの開発を推進。スマートバイオ生産システムは、進出障壁が高くない細胞治療剤自動生産システムの開発のために、バイオ医薬品用細胞培養システムの開発を推進。オーダーメイド健康管理システムは、PHR 基盤の個人カスタマイズ健康管理システムモデルの開発を推進する。

[http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs\\_seq\\_n=157000&bbs\\_cd\\_n=81](http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=157000&bbs_cd_n=81)

---

## 国内動向

### EXTEND2010 作用・影響評価検討部会の開催（2015.3.2）

環境省は、化学物質の内分泌かく乱作用に関する今後の対応（EXTEND2010）に基づく、「平成26年度第2回EXTEND2010作用・影響評価検討部会」を3月27日に開催する。

<http://www.env.go.jp/press/100478.html>

### シマフクロウ保護増殖事業（2015.3.2）

環境省は、日本野鳥の会が実施するシマフクロウ保護増殖事業が絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律に基づいた保護増殖事業計画に適合している旨の認定を行い、今後も日本野鳥の会と連携してシマフクロウの保護増殖事業に取り組む。

<http://www.env.go.jp/press/100470.html>



## 科学研究費助成事業に係る課題番号の符番ルール変更 (2015.2.27)

文部科学省は、卓越した知の創出力を強化するために科研費の抜本改革に着手する予定で、これに伴う課題番号の符番ルール変更について通知を行った。

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shinkou/hojyo/\\_icsFiles/afieldfi/2015/03/02/1355558\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/_icsFiles/afieldfi/2015/03/02/1355558_01.pdf)

## RoHS2 附属書 III と IV の改定案の動向 (2015.2.27)

中小企業ビジネス支援サイト J-NET21 は、改定された RoHS 指令 (RoHS2) の附属書 III および同 IV の 6 物質の適用除外用途の改定案の動向を報告している。

<http://j-net21.smrj.go.jp/well/rohs/column/150227.html>

## 健康食品の安全性や機能性に関する意見交換会 (2015.2.27)

消費者庁と厚生労働省は、3月23日に東京、25日に大阪で「健康食品の安全性や機能性に関する意見交換会」を開催する。

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000075306.html>

## フューチャー・アース課題解決に向けたトランスディシプリナリー研究の可能性調査課題を決定 (2015.2.26)

科学技術振興機構 (JST) は、社会技術研究開発センターのフューチャー・アース構想の推進における平成 26 年度の可能性調査 (フィージビリティスタディ) 課題を決定した。

<http://www.jst.go.jp/pr/info/info1086/index.html>

## JST-CRDS ワークショップ報告書 (2015.2.24)

科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター (CRDS) は、ともに昨年 10 月に開催したワークショップの報告書「2014 年度システム科学技術分野俯瞰ワークショップ報告書」、ならびに「科学技術イノベーション実現に向けた自然科学と人文・社会科学との連携に関するワークショップ」を公開した。

<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/WR/CRDS-FY2014-WR-13.pdf>

<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/WR/CRDS-FY2014-WR-14.pdf>

## JIS 規格の制定・改正 (2015.2.20)

シャッターによる挟まれ事故の発生等を受けて、経済産業省は、シャッターの安全性向上のため、軽量シャッター構成部材 (JIS A 4704) 及び重量シャッター構成部材 (JIS A

4705) の規格の安全性に関する見直しを行った。

<http://www.meti.go.jp/press/2014/02/20150220003/20150220003.html>

## 「自動運転システムにおける標準化」セミナー (2015.2.20)

文部科学省 科学技術・学術政策研究所、政策研究大学院大学、東京工業大学理工学研究科、日本規格協会 (JSA) は、自動運転システムにおける標準化セミナーを開催する。

<http://www.nistep.go.jp/archives/20321>

## JST の知的財産特別貢献賞 (2015.2.19)

科学技術振興機構 (JST) は、第 2 回「知的財産特別貢献賞」を東京工業大学の細野秀雄元素戦略研究センター長に授与した。受賞内容は「高精細ディスプレイに適した酸化半導体」。

<http://www.jst.go.jp/pr/info/info1083/index.html>

## IAEA による福島第一原発 1～4 号機の廃炉に向けた取組についてのレビュー (2015.2.17)

経済産業省は、2月9日～2月17日の間に国際原子力機関 (IAEA) により行われた、東京電力 (株) 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた取組についての IAEA レビューミッションのサマリーレポートを公開した。

<http://www.meti.go.jp/press/2014/02/20150217001/20150217001.html>

## 意匠の国際登録制度 (2015.2.16)

2月13日、政府は「意匠の国際登録に関するハーグ協定のジュネーブ改正協定」の加入書を世界知的所有権機関 (WIPO) 事務局長に寄託した。これにより5月13日以降、ジュネーブ改正協定に基づく意匠の国際登録制度を利用することが可能となる。

<http://www.meti.go.jp/press/2014/02/20150216002/20150216002.html>

## 理研、大阪バイオサイエンス研究所を継承 (2015.2.13)

理化学研究所は、大阪市、大阪大学および公益財団法人大阪バイオサイエンス研究所とのあいだで、大阪バイオサイエンス研究所の継承にかかる協定を結んだ。

[http://www.riken.jp/pr/topics/2015/20150213\\_1/](http://www.riken.jp/pr/topics/2015/20150213_1/)

## 化学物質のリスク評価検討会報告書 (2015.2.10)

厚生労働省の「化学物質のリスク評価検討会」は、クロロメタン、アルファ-メチルスチレン、2-エチルヘキサン酸、

フッ化ナトリウムに関するリスク評価結果を公表した。

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000073648.html>

### 研究不正行為に関する処分 (2015.2.10)

理化学研究所は、「研究論文の疑義に関する調査委員会」及び「研究論文に関する調査委員会」により研究不正行為が認定された案件について、処分を行った。すでに退職した職員に対しては、懲戒解雇相当と出勤停止相当との判断が示された。

[http://www.riken.jp/pr/topics/2015/20150210\\_1/](http://www.riken.jp/pr/topics/2015/20150210_1/)

### 微小粒子状物質の排出抑制策の在り方に関する中間とりまとめへの意見募集 (2015.2.9)

環境省は、中央環境審議会大気・騒音振動部会微小粒子状物質等専門委員会がまとめた「微小粒子状物質の国内における排出抑制策の在り方について(中間とりまとめ)(案)」に対するパブリックコメントを実施する。

<http://www.env.go.jp/press/100303.html>

### 江刺正喜教授に IEEE Andrew S. Grove 賞 (2015.2.6)

IEEE Andrew S. Grove Award が東北大学の江刺正喜教授(AIMR 主任研究者、マイクロシステム融合研究開発センター長)に授与された。

<http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2015/02/award20150206-01.html>

### 特許協力条約 (PCT) 国際機関会合開催 (2015.2.6)

2月4日～6日、特許庁にて、世界知的所有権機関(WIPO)及び20の知的財産庁が参加する第22回特許協力条約(PCT)国際機関会合が開催された。PCT国際出願制度とは、ひとつの出願書類を提出することによって、PCT加盟国であるすべての国に同時に申請したことと同じ効果を与える制度。

<http://www.meti.go.jp/press/2014/02/20150206003/20150206003.html>

### 化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会報告書 (2015.2.6)

厚生労働省は、「化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会」を開催し、有害性評価とばく露評価によってリスクが高いと判断された「ナフタレン」と「リフラクトリーセラミックファイバー」について、具体的な健康障害防止措置の検討を行い、報告書として公表した。

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000072916.html>

### タイ NSTDA との包括協力協定 (2015.2.4)

物質・材料研究機構(NIMS)は1月30日、東京の国際文化会館においてタイ王国の国立科学技術開発庁(NSTDA)との包括協力協定締結の調印を行った。

<http://www.nims.go.jp/nims/index.html>

### ナノテクノロジー・材料分野「全体構想会議」に関する報告書 (2015.2.4)

科学技術振興機構(JST)研究開発戦略センター(CRDS)は、昨年7月16日にJST東京本部別館にて開催した俯瞰ワークショップ「ナノテクノロジー・材料分野全体構想会議」に関する報告書を公開した。

<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/WR/CRDS-FY2014-WR-12.pdf>

# CUTTING-EDGE TECHNOLOGIES



速報 夢の素材を現実へ

第4回 ナノカーボン実用化推進研究会より

プレスリリースより

豊蔵レポートより

MEMS 関連情報

バイオミメティクス研究会より

## 速報

## 夢の素材を現実へ

## 第4回 ナノカーボン実用化推進研究会より

## 産総研ナノチューブ応用研究センター 阿多誠介

2015年2月20日、東京大学においてナノカーボン実用化推進研究会（以下、研究会）が開催された。2013年9月から始まった研究会は、今回で4回目の開催となる。表1に示したとおり、今回は原料製造、加工、そして最終ユーザーまでのサプライチェーンにおける様々な階層から、ナノカーボン材料の実用化に即したテーマで10件の発表が行われた。これまで、実用化推進研究会での発表者は主に企業の研究者であったが、今回は長野高専の柳澤先生、慶応大学の牧准教授、静岡大学の井上准教授、大阪大学M2の高野さんの発表があり、これまで研究会での存在感の薄かったアカデミック分野からの発表が増え、次の研究開発の芽を積極的に取り入れていこうとする研究会の姿勢が現れていた。一方で、時期を同じくして開催されているにもかかわらず、研究会の後援団体であるフラーレン・ナノチューブ・グラフェン学会（以下、学会）から研究会への参加はほとんど見られなかった。図1に示すとおり、研究会の参加者は第2回以降減少傾向にあるが、これは主に学会からの参加者が減少していることに起因している。

一方、少し前の話になるが、今年の1月に開催された国際ナノテクノロジー総合展・技術会議「nano tech 2015」では、6昨年までとは比較にならないほどのカーボンナノチューブ（CNT）関連の展示が行われていた。アメリカ（製造はロシア）のTuball、韓国のK-nanosやJEIOといった大量

合成可能で安価な単層CNTがこぞって展示されており、また世界各国から多層、単層CNTの合成・応用に関して多くの展示がなされていた。日本でも昨年、日本ゼオン（株）が産総研で開発されたスーパーグロース法による単層CNT合成技術の技術移転を受けて、事業化を発表したばかりであるが、世界的に応用を睨んだCNTの合成技術、量産技術が著しく向上していることを実感した。

産総研の初代理事長であった吉川弘之氏とハンガリーの科学者 Joseph Hatvany 氏が1983年に開始した「モノを作る取り組みが歴史的にどのように進められてきたのかの研究」では、モノが実用化される際には「夢の時代（期待される時代）」、「悪夢の時代（周囲から非難・忘却される時代）」、そして「現実の時代（工業化・実現の時代）」という段階を経ることが提唱された<sup>(1)</sup>。ナノテク展の展示ブースに大量に山積みされたCNTは、まさしくCNTの合成技術が悪夢の時代＝死の谷を越えつつあることを示しているように思えた。

今のところ、その大量のCNTをどのように具体的に利用していくのか、ということについて明確な解は提示されていない。CNTはイヤホンやバドミントンラケットなどに応用が広がってきているが、CNTの未来を支えるようなインパクトのあるCNTの実用化は依然として達成されてい

表 1 第 4 回研究会の発表テーマ

タイトル	所属	発表者
カーボンナノホーンの応用と事業展開	日本電気（株）スマートエネルギー研究所	主任研究員 弓削亮太
垂直配向長尺 CNT の連続製造およびその用途形態	日立造船（株）技術開発本部 開発プロジェクト部 ナノ素材プロジェクト室	室長 井上鉄也
長尺 MWCNT シートを用いた薄型ストレッチャブル変位センサの開発と応用提案	ヤマハ（株）研究開発統括部 第 3 研究開発部 素材素子グループ	マネージャー 鈴木克典
湿式微粒化装置「ナノヴェイタ」による分散検討	吉田機械興業（株）NT 事業部	参与 小林芳則
着雪・着氷を防止する超滑水性 VGCF 複合シートの開発と評価	長野工業高等専門学校 機械工学科	講師 柳澤憲史
ナノカーボンを光触媒とするレーザー光誘起によるメタルフリー水素発生反応	大阪大学大学院工学研究科生命先端工学専攻 福住研究室	高野直樹
カーボンナノチューブ/ゴム複合材料開発の現状と今後の展開	(独) 産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター	研究員 阿多誠介
シリコン上・超高速・高集積ナノカーボン発光素子と情報通信・分析技術応用	慶応義塾大学 理工学部	准教授 牧英之
欧州のナノ登録制度の動向	(独) 産業技術総合研究所安全科学研究部門	連携主幹・主任研究員 五十嵐卓也
紡績性 CNT による配向 CNT 樹脂複合材料の開発	静岡大学工学研究科電子物質科学専攻・浜松カーボニクス（株）	准教授・代表取締役社長 井上翼

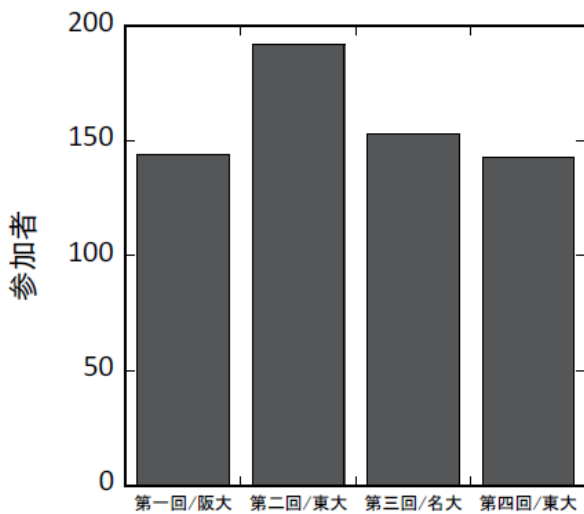


図 1 第 1 回～ 4 回までの研究会参加者の推移

ない。

研究会の取り組み・目標は、まさしく悪夢の時代を乗り越えようとする取り組みである。夢の時代に生きている学会とは問題解決に至る思考プロセスや注目する点が異なるため、お互いの考え方や取り組みを興味深く感じることは難しいかもしれない。しかし、学会参加者が自分たちの開発した研究の芽が、どのように実用化されていくかを知ること、逆に研究会参加者が新しい技術の芽を見いだすためにはある程度、学会と研究会の交流の場を残しておくことは必要である。学会、研究会共にそのような機会・場をどの

ように作っていくか、ということは今後も継続して検討していく必要があると思う。

CNT の発見者である飯島澄男先生がセンター長を務めるナノチューブ応用研究センターは、平成 27 年、3 月末を以て解体されることが決まっている。CNT の発見から 25 年経過した今、「夢の素材」を夢で終わらせないための取り組みが求められている。

(1) 吉川弘之、「産業科学技術の哲学」、東京大学出版



## プレスリリースより

PEN 編集室がまとめた最新技術動向をお届けします。

### 低損失の SiC パワーモジュールを共同開発 (2015.3.4)

パナソニック (株) と (株) 三社電機製作所は、パナソニックの SiC (炭化ケイ素) パワートランジスタ技術と三社電機のパワーモジュール工法により、複数の SiC トランジスタを組み込んだ、業界最小の SiC パワーモジュールを共同開発した。

<http://news.panasonic.com/press/news/data/2015/03/jn150304-1/jn150304-1.html>

### 新規炭素繊維複合材料プリプレグシート (2015.3.4)

東レ (株) は、従来の一方向連続繊維を用いたプリプレグと同等の力学特性を維持しながら、複雑形状への優れた成形性を達成した新規プリプレグシート UACS を開発した。本開発品は、UD プリプレグに特定のパターンで切入を挿入することで、一方向に所定の繊維長の繊維束が制御されて配列したシート。板金加工では実現できない急激な凹凸変化を有する 3 次元形状を成形できる。

<http://www.toray.co.jp/news/carbon/detail.html?key=FB1FADF5A936BF4249257DFD002B958A>

### 菌根菌を扱う米国の微生物農業資材事業会社を買収 (2015.3.4)

住友化学の米国 100% 子会社であるベラント U.S.A. 社

が 100% 出資するベラント・バイオサイエンス社は、菌根菌を扱う米国の微生物農業資材事業会社である Mycorrhizal Applications 社を買収する。

<http://www.sumitomo-chem.co.jp/newsreleases/docs/20150304.pdf>

### 硫黄の深部循環モデルを推定 (2015.3.4)

東京大学のグループは、地球深部のマントルまでを含む地球全体において硫黄が循環する様子を詳細にモデル化した。

<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/research-news/deep-sulfur-cycle-involving-atmosphere-ocean-and-mantle.html>

### プリントドエレクトロニクス技術によるフレキシブル TFT (2015.3.3)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) プロジェクトにおいて、凸版印刷 (株) は、省エネルギー、軽量、フレキシブル性を実現可能なプリントドエレクトロニクス技術による TFT を開発した。この TFT を用いてフレキシブル電子ペーパーを開発するとともに、カラーフィルタ技術を適用し部分的なカラー化を可能にしたレーザ型電子柵 (ESL) を実現した。

[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100364.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100364.html)

### 再生可能エネルギーの電力を水素に転換 (2015.3.3)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) は、再生可能エネルギーを水素に転換し利用するシステム (Power to Gas) の研究開発を開始する。

[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100363.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100363.html)

### メッセンジャー RNA を用いた遺伝子治療 (2015.3.3)

東京大学の研究グループは、高分子ミセル型ドラッグデリバリーシステム (DDS) を用いた mRNA 送達システム (ナノマシン) を構築し、mRNA を用いた遺伝子治療により、嗅覚神経障害を生じた動物の神経組織再生、機能回復に成功した。mRNA を用いた遺伝子治療が神経障害の治療に成功した世界で初めての例。

<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/research-news/a-new-system-of-gene-therapy-using-messenger-rna-mrna.html>

### カーボンナノチューブ分子ベアリング (2015.3.2)

東北大学の研究グループは、最先端理論計算を駆使することで、世界最小のカーボンナノチューブ分子ベアリングの動きを精密に解明した。具体的には、「歳差運動」と「自転運動」の二種の異なる回転様式が存在すること、低温では「歳差運動」が主体、高温ではそこに「自転運動」が加わることを解き明かした。本研究は科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 ERATO「磯部縮退  $\pi$  集積プロジェクト」の一環として、また科学研究費助成事業、HPIC 戦略プログラム (SPIRE)、計算物質科学イニシアティブなどを使って行われた。

<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20150302/index.html>

### ヒト iPS 細胞から硝子軟骨 (2015.2.27)

京都大学 iPS 細胞研究所 (CiRA) の研究者らは、ヒト iPS 細胞から、軟骨細胞を誘導し、さらに硝子軟骨の組織を複製し、マウス、ラット、ミニブタへの移植によりその安全性と品質についての確認を行った。軟骨組織を免疫不全マウスへ移植して 3 カ月間、腫瘍形成や転移が見られないこと、免疫不全ラットの関節に移植して安全性に加えて隣接する生体内の軟骨と融合することを検証し、免疫抑制剤を投与したミニブタの関節で 1 カ月にわたり生着し続けることを確認した。

<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20150227/index.html>

### 強く捻じれて素早くもどるカーボン素材採用スポーツ用品 (2015.2.27)

ヨネックスは 4 月上旬に、小さな力でも大きな飛びを生み出すよう徹底的に「飛び」にこだわったバドミントンラケット「ナノレイグラント」を発売する。これには強く捻じれて素早く復元することで大きな力を生み出すカーボン素材「レクシルファイバー」が採用されている。

<http://www.yonex.co.jp/company/pr/pdf/150227.pdf>

### ナノ粒子入りアイマスク (2015.2.27)

Venex はナノプラチナ入りの生地で目の周りを覆う、「目の疲れ」対策商品「リカバリー・アイマスク」を販売する。繊維に練りこんだナノプラチナや数十種類の粒子状の鉱物が発する微弱な電磁波が、自律神経 (交感神経と副交感神経) のなかでもリラックス状態に働く副交感神経を活性化し、目の周りのこり固まった筋肉をほぐして、血流を促すとしている。

<http://www.venex-j.co.jp/onlineshop/products/2070.html>

### 太陽光発電システムの周辺機器や維持管理の技術開発 (2015.2.27)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) は、太陽光発電システムの周辺機器や維持管理技術を対象としたシステム効率向上技術や維持管理技術の開発を開始した。

[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100361.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100361.html)

### 磁気秩序相の背後に潜む電荷の不安定性による新奇な量子相転移 (2015.2.27)

東京大学、名古屋工業大学、高輝度光科学研究センター、広島大学、九州工業大学、高知大学の共同研究チームは、大型放射光施設 SPring-8 を利用して 10 万気圧級の高圧力と極低温、高磁場を複合的に制御した極限環境下において、スピンおよび電荷 (価数) の自由度に起因する相転移を発見した。

[http://www.spring8.or.jp/ja/news\\_publications/press\\_release/2015/150227/](http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/press_release/2015/150227/)

### 温めると縮む新材料 (2015.2.27)

京都大学は、東京工業大学、中央大学、高輝度光科学研究センターとの共同研究により、室温付近で既存材料の 2 倍以上の大きさの「負の熱膨張」を示すビスマス・ニッケル・鉄酸化物「 $\text{BiNi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ 」を発見した。

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2014/150223\\_1.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2014/150223_1.html)

### マールブルグウイルスとエボラウイルスの両方に結合する抗体とウイルス糖蛋白質 GP の構造 (2015.2.27)

九州大学の研究グループは、米国スクリプス研究所およびヴァンダービルト大学との国際共同研究で、マールブルグウイルスとエボラウイルスの両方に結合できるヒト抗体をマールブルグ出血熱の生存者由来 B 細胞から特定し、ウイルスが細胞に侵入する際に必須の役割をする GP 蛋白質との複合体としての立体構造を解明することに成功した。

[http://www.kyushu-u.ac.jp/pressrelease/2015/2015\\_02\\_27.pdf](http://www.kyushu-u.ac.jp/pressrelease/2015/2015_02_27.pdf)

### 津波モデルを用いた浸水解析のリアルタイム化 (2015.2.27)

東北大学と(株)富士通研究所は、東北大学の津波シミュレーションモデルをもとに、スーパーコンピュータで実行可能な高解像度の津波モデルを共同で開発した。

<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/02/27-1.html>

### 炎症と再生をつなぐ新しいシグナル (2015.2.26)

九州大学とカリフォルニア大学の研究グループは、炎症と腸の再生をつなぐ新しいシグナルを発見した。このシグナルは再生医療や癌治療の新しい標的になる可能性がある。

[http://www.kyushu-u.ac.jp/pressrelease/2015/2015\\_02\\_26.pdf](http://www.kyushu-u.ac.jp/pressrelease/2015/2015_02_26.pdf)

### デンプン合成を制御する遺伝子 (2015.2.26)

神戸大学の研究グループは、イネを対象とした実験で植物のデンプン合成を制御する遺伝子を特定した。

[http://www.kobe-u.ac.jp/NEWS/info/2015\\_02\\_26\\_01.html](http://www.kobe-u.ac.jp/NEWS/info/2015_02_26_01.html)

### 青い色素を作り出す酵素の構造解明 (2015.2.26)

日本原子力研究開発機構は、農研機構と共同で、植物の花や果実などの発色を担い医薬品の原料としても期待される色素“アントシアニン”を作る酵素の立体構造を明らかにした。

<http://www.jaea.go.jp/02/press2014/p15022601/>

### 高速読み出し、高速書換えを実現するフラッシュメモリ (2015.2.25)

ルネサスエレクトロニクス(株)は、28nm フラッシュ混載プロセスに対応したフラッシュメモリ内蔵マイコン向けに、更なる高速読み出し、高速書換えを実現する新しいフラッシュメモリ技術を開発した。メモリセル電流と周辺トランジスタの信頼性の温度依存性が逆依存であることを利

用し、ワード線電圧に負の温度依存性を付加することにより、周辺トランジスタの信頼性寿命を、単純なワード線オーバードライブに対して10倍以上改善し、これまでの160MHz(メガヘルツ)から200MHzへ高速読み出しと高信頼性を両立させた。

<http://japan.renesas.com/press/news/2015/news20150225a.jsp>

### ナノインプリント技術を用いた半導体製造装置 (2015.2.25)

キヤノンは、解像力10nm台の高度な微細加工を実現するナノインプリント技術の研究を2004年に開始、2009年以降は同技術を用いた次世代半導体製造装置の量産を目指し、大手半導体メーカーやCanon Nanotechnologies, Inc.と共同で開発を加速してきた。欠陥制御技術の確立、重ね合わせ精度の向上など、技術開発が進んでおり、2015年内の製品化を目指す。

<http://web.canon.jp/pressrelease/2015/p2015feb23j.html>

### 水素ガス用ホース (2015.2.25)

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)事業の委託を受け、高圧水素ガス用ホースの開発に取り組んでいる横浜ゴム(株)は、岩谷瓦斯(株)と共同開発し、国内各地の水素ステーションで実証実験を重ねた高圧水素ガス用ホース「ibar HG70」の2015年内からの本格的な販売開始を予定している。

<http://www.yrc.co.jp/release/?id=2398&lang=ja>

### 高伸縮性導電配線 (2015.2.25)

産総研は、伸縮性の高いデバイスを実現するため、導電性繊維をバネ状に形成した高伸縮性バネ状導電配線を開発した。また、導電性の短繊維を高い配向性を持たせてパターンニングした高伸縮性短繊維配向型電極を用いて、静電容量の変化を用いた容量型圧力センサーを作製し、この圧力センサーを多数、高伸縮性バネ状導電配線を用いてマトリクス状にし、高伸縮性圧力センサーシートとした。各種の高伸縮性センサーシートにも応用できると考えられ、快適で信頼性の高いウェアラブルデバイスや心拍・血流センサーなどの医療・ヘルスケアデバイス実現への貢献が期待される。

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2015/pr20150225/pr20150225.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2015/pr20150225/pr20150225.html)

### 超低電力無線機で多値変調を実現 (2015.2.25)

東京工業大学の研究グループは、高周波無線給電型の超低

電力無線機で、多値変調による無線信号伝送技術を開発した。従来、ミリワット未満の低消費電力では周波数利用効率に優れる直交位相振幅変調といった多値変調の実現が困難だったが、「直交バックスキャタリング回路技術」という新技術を駆使して実現したものを。

<http://www.titech.ac.jp/news/2015/029965.html>

### グラフェンライクカーボンを用いた高剛性軽量樹脂シート (2015.2.25)

積水化学工業（株）高機能プラスチックカンパニーは、グラフェンライクカーボンを配合した強化樹脂シートとポリオレフィンフォームからなる高剛性軽量樹脂シートを開発した。軽量性と高剛性といった利点を活かし、住インフラ材や車輛・輸送などの分野での用途開拓を進める。

[http://www.sekisui.co.jp/news/2015/1259061\\_23166.html](http://www.sekisui.co.jp/news/2015/1259061_23166.html)

### 遺伝子のはたらきを光でコントロール (2015.2.24)

東京大学の研究グループは、ゲノム上に散らばったさまざまな遺伝子のはたらきを、自由自在に光でコントロールする新技術を開発した。ゲノム上の案内役である RNA の塩基配列を設計するだけで任意の遺伝子を光でコントロールできる簡便かつ一般性の高い技術で、遺伝子のはたらきを調べる研究や、細胞の増殖や分化などを光でコントロールする技術への応用が期待される。

<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/research-news/photoactivatable-transcription-system/>

### トンボは異なる光環境ごとに光センサーを使い分けている (2015.2.24)

産総研と東京農業大学、総合研究大学院大学は共同で、トンボの色覚に関わる光センサーを作り出すオプシン遺伝子が著しく多様であることを発見した。トンボは例外的に 15～33 種類という極めて多いオプシン遺伝子を持つこと、また、多くのオプシン遺伝子を幼虫（ヤゴ）と成虫の間で、さらには成虫では複眼の背側と腹側の間で使い分けていること等が分かった。

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2015/pr20150224/pr20150224.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2015/pr20150224/pr20150224.html)

### マリアナ海溝に超深海・海溝生命圏 (2015.2.24)

海洋研究開発機構と東京工業大学、横浜市立大学、東京大学の共同研究グループは、世界最深の海であるマリアナ海溝チャレンジャー海淵内の水深 6000m 以深の超深海水塊中に、上層に広がる深海水塊とは明瞭に異なる微生物生態系、独自の超深海・海溝生命圏が存在することを明らかに

した。

[http://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/20150224/](http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20150224/)

### エボラ出血熱に対する抗インフルエンザウイルス薬の有効性確認 (2015.2.24)

富士フイルム（株）は、エボラ出血熱に対する臨床試験に提供している抗インフルエンザウイルス薬の有効性が示唆される臨床試験の中間解析結果が、フランス国立保健衛生研究機構より発表されたことを公表した。

[http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/articlefmr\\_0959.html?\\_ga=1.159165667.412780329.1407134573](http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/articlefmr_0959.html?_ga=1.159165667.412780329.1407134573)

### モット転移の量子臨界現象 (2015.2.23)

東京大学の研究チームは、高圧力・低温環境下において、低温極限における性質が異なる三種類の分子性結晶の電気抵抗を測定し、各物質の電気抵抗が数十ケルビン程度の温度領域で量子臨界現象に特有のスケールリング則を高い精度で満たしていることを示し、モット転移の量子臨界現象を実験的に初めて明らかにした。

<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/research-news/anomalous-critical-state-of-electrons-near-a-metal-insulator-boundary/>

### 人と柔らかく接しながら力仕事を行なう高機能ロボット (2015.2.23)

理化学研究所の研究グループは、移乗介助や起立補助など、人との柔らかな接触と大きな力が必要とされる動きをロボットで同時に実現するための研究用プラットフォーム「ROBEAR」を開発した。

[http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150223\\_2/](http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150223_2/)

### 微小で薄いタンパク質結晶の電子線構造解析 (2015.2.23)

理化学研究所と東京大学の共同研究グループは、微小で薄いタンパク質の三次元結晶から電子線による結晶構造解析を実現する新技術を開発した。この技術を、膜タンパク質などの薄い結晶に適用して、アミノ酸やイオンの荷電状態の可視化に成功した。

[http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150223\\_1/](http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150223_1/)

### 半導体向けナノインプリントリソグラフィ用テンプレートの量産 (2015.2.19)

大日本印刷（株）は、20 ナノメートルレベルの半導体製造に対応したナノインプリントリソグラフィ（NIL）用の

型であるテンプレートの生産体制を構築し、本年中に量産を開始する。今回量産を開始するのは、マスターテンプレートと、それを原版として作製する複製型レプリカテンプレート。

[http://www.dnp.co.jp/news/10107733\\_2482.html](http://www.dnp.co.jp/news/10107733_2482.html)

### ヒト ES 細胞から毛様体縁を含む立体網膜 (2015.2.19)

理化学研究所と住友化学の共同研究グループは、ヒト ES 細胞（胚性幹細胞）から、毛様体縁幹細胞ニッチを含む立体網膜（複合網膜組織）を作製することに成功した。

[http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150219\\_2/](http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150219_2/)

### 新しい分子が生まれる瞬間を X 線ストロボ撮影 (2015.2.19)

高エネルギー加速器研究機構（KEK）、基礎科学研究院（IBS）、韓国科学技術院（KAIST）、理化学研究所（理研）、高輝度光科学研究センター（JASRI）は、X 線自由電子レーザー（XFEL）施設「SACLA」を用いて、ピコ秒以下の間に進行する化学結合形成に伴った分子の生成過程を直接観測することに成功した。

<http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20150219100000/>

### 酸水溶液の分離膜 (2015.2.19)

芝浦工業大学の研究者は、酸を含む水溶液を分離することのできる世界最高水準の処理能力を持つシリカ逆浸透膜を開発した。

<http://www.shibaura-it.ac.jp/news/2014/40140440.html>

### アレルギー性気道炎症の慢性化機構 (2015.2.18)

科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業において、千葉大学の研究グループは、サイトカイン IL-33 が病原性記憶 2 型ヘルパー T（Th2）細胞を誘導し、アレルギー性気道炎症を慢性化させることを発見した。

<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20150218-2/index.html>

### 新星爆発は宇宙のリチウム合成工場 (2015.2.18)

国立天文台、大阪教育大学、名古屋大学、京都産業大学などの研究者からなる研究チームは、2013 年 8 月に現れた新星爆発をすばる望遠鏡で観測し、3 番目に軽い元素であるリチウムがこの新星で大量に生成されていることを突き止めた。

<http://www.nao.ac.jp/news/science/2015/20150218-subaru.html>

### がん抑制タンパク質がポリユビキチン鎖を切断するメカニズム (2015.2.17)

東京大学の研究チームは、免疫応答の促進に関与する 2 種類のポリユビキチン鎖を切断して、過剰な免疫応答を抑える働きをもつがん抑制タンパク質とポリユビキチン鎖とが結合した状態の立体構造を決定し、切断方法を解明した。免疫応答や炎症反応、腫瘍形成の原因を解明する今後の研究に役立つ知見になると期待される。

[http://www.spring8.or.jp/ja/news\\_publications/press\\_release/2015/150217/](http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/press_release/2015/150217/)

### ダイヤモンドと窒化ホウ素の接合界面の原子構造 (2015.2.17)

東北大学のグループは、物質・材料研究機構（NIMS）およびファインセラミックスセンター（JFCC）と共同で、超高分解能走査透過型電子顕微鏡と第一原理計算により、ダイヤモンドと、ダイヤモンドの次に硬い立方晶窒化ホウ素同士の接合界面の原子構造、結合メカニズムを、原子レベルで決定することに成功した。

<http://www.nims.go.jp/news/press/02/201502170.html>

### 遺伝疾患を治療できる薬剤 (2015.2.17)

京都大学の研究グループは、科学技術振興機構（JST）等から支援を受け、東京大学、東京医科歯科大学との共同研究で、ユダヤ人に多い遺伝病である家族性自律神経失調症の治療薬候補化合物を発見した。

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2014/150210\\_2.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2014/150210_2.html)

### 廃棄電子機器の金属を効率よく回収する技術 (2015.2.17)

芝浦工業大学の研究者は、廃棄された小型機器から金属類を効率よく回収できる技術を開発した。

<http://www.shibaura-it.ac.jp/news/2014/40140445.html>

### ナノグラフェンの精密合成の新反応と新触媒 (2015.2.16)

科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業（ERATO）の一環として、名古屋大学の研究グループは、次世代有機エレクトロニクス材料として期待されるナノグラフェンの精密合成に不可欠な新反応・新触媒の開発に成功した。今回開発した手法を用いると、市販の化合物からわずか 1 段階で 2 次元炭素シートを拡張することができるため、様々な光・電子・磁気機能をもつナノグラフェンの創製が期待できる。

[http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload\\_images/20150216\\_wpi.pdf](http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20150216_wpi.pdf)

### 星間空間に大きな有機分子 (2015.2.16)

東京大学の研究者らは、京都産業大学神山天文台との共同研究により、高感度赤外線分光器 WINERED を用いて星のスペクトル上の微弱な吸収線を高精度に捉えることで、星間空間に存在する大きな有機分子による微弱な吸収線を新たに 15 本発見した。

<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2015/04.html>

### 新しい珪酸塩強誘電体 (2015.2.16)

東京工業大学の研究グループは、新しい 4 配位型珪酸塩強誘電体を開発しその強誘電性発現の原理を解明した。

<http://www.titech.ac.jp/news/2015/029825.html>

### 光でオン・オフ可能な超伝導スイッチ (2015.2.13)

自然科学研究機構分子科学研究所と理化学研究所の研究グループは、光に応答する有機分子を組み込んだ電界効果トランジスタを作製することで、光の照射によってオン・オフが可能な超伝導スイッチを世界で初めて開発した。

[https://www.ims.ac.jp/news/2015/02/13\\_3096.html](https://www.ims.ac.jp/news/2015/02/13_3096.html)

### 精子幹細胞の新しい自己複製様式 (2015.2.13)

京都大学の研究グループは、精子幹細胞の新しい自己複製メカニズムを発見した。この研究成果は男性不妊の原因の理解やその治療法の開発に役立つとともに、遺伝病の発症機序の理解にも貢献すると期待される。

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2014/150213\\_1.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2014/150213_1.html)

### 移動式水素ステーションのリース (2015.2.13)

豊田通商 (株)、岩谷産業 (株) および太陽日酸 (株) が共同出資、設立した合同会社日本移動式水素ステーションサービスを設立した。三井住友ファイナンス&リース (株) は、この合同会社向けに移動式水素ステーション計 5 台をリースする。

<http://www.iwatani.co.jp/jpn/newsrelease/detail.php?id=1219>

<http://www.smfl.co.jp/news/pdf/150213.pdf>

### 地球深部の岩石中に中性水素原子が存在する可能性 (2015.2.12)

東京大学をはじめとする共同研究グループは、ミュオン・スピン回転法を用いて、石英の高压相鉱物であるスティショフ石に注入されたミュオンの状態を調べ、それが電子 1 個を束縛したミュオニウムとして格子間位置に存在す

ることを発見した。ミュオンはプロトンの軽い放射性同位体として物質中のプロトンの状態を模擬する粒子であり、ミュオニウムは中性水素原子 (H0) に相当する。

<http://www.nims.go.jp/news/press/02/201502130.html>

### 自動車メーカー 3 社、水素ステーションの整備促進に向けた共同支援 (2015.2.12)

政府は、2014 年 6 月に策定した「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を踏まえ、燃料電池自動車の普及のためには水素ステーションの整備が早急に必要であるとして、補助金による水素ステーションの設置支援に加え、燃料電池自動車の新たな需要創出活動を推進するために水素ステーションの運営支援等を含む施策の拡充を決定した。これを受けて、トヨタ自動車 (株)、日産自動車 (株)、本田技研工業 (株) の自動車メーカー 3 社は、水素ステーションの運営に係る費用の一部負担等の具体的活動の検討を進めていく。

<http://newsroom.toyota.co.jp/jp/detail/6056349/>

### 電子軌道の量子揺らぎによる超伝導 (2015.2.10)

東京大学の研究グループは、希土類金属間化合物 PrV<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>において、上記のこれまでの機構とは異なり、電子軌道の揺らぎを媒介とした新しいタイプの重い電子系の超伝導が常圧下で初めて実現していることを明らかにした。さらに、この超伝導は、電子軌道の量子揺らぎを強く伴うために異常な振る舞いを示す金属状態から出現することが分かった。

<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/research-news/novel-superconductivity-mediated-by-quantum-orbital-fluctuations/>

### 光格子時計 (2015.2.10)

科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業において、東京大学と理化学研究所の研究グループは、低温環境で原子の高精度分光を行う光格子時計を開発し、2 台の時計が 2 × 10<sup>-18</sup> 乗の精度で一致することを実証した。この精度は、2 台の時計で 1 秒のずれが生じるのに 160 億年かかることに相当し、次世代の時間標準の基盤技術として注目される。

<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/editors-choice/rewinding-the-future-of-timekeeping/>

### 光で筋肉を再生 (2015.2.10)

東北大学と大阪大学の研究グループは、緑藻の一種・クラミドモナスで発現し、機能している光応答性イオンチャネルの改変体を筋芽細胞に組み込むことで、光に対して感受

性を持つ筋細胞を開発した。また、その細胞に光を照射することで、収縮能力を獲得した骨格筋細胞に成熟させることに成功した。

<http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2015/02/press20150205-01.html>

### 自然免疫応答を引き起こす Toll 様受容体 9 の立体構造 (2015.2.10)

東京大学と大阪大学の研究グループは、微生物の侵入を感じて自然免疫応答を活性化する TLR9 受容体と呼ばれるタンパク質の詳細な立体構造を明らかにした。

[http://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2015/20150210\\_1](http://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2015/20150210_1)

### 燃料電池フォークリフトの実証実験 (2015.2.10)

(株) 豊田自動織機は、2月23日より関西国際空港国際貨物地区にて燃料電池フォークリフトの実証実験を開始する。

<http://www.toyota-shokki.co.jp/news/2015/150210clift/>

### ロボット宇宙飛行士「KIROBO」の地球帰還 (2015.2.10)

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の協力のもと、(株) 電通、東京大学先端科学技術研究センター、(株) ロボ・ガレッジ、トヨタ自動車 (株) が国際宇宙ステーションに滞在させていたロボット宇宙飛行士「KIROBO」が地球に帰還する。

<http://www.dentsu.co.jp/news/release/2015/0210-003968.html>

### 長期安定性を示すカーボンナノチューブ透明導電膜 (2015.2.9)

産総研は、カーボンナノチューブ (CNT) を用いた透明導電膜の導電性の長期安定性を飛躍的に改善する技術を開発した。今回開発した CNT 透明導電膜では、ヨウ化銅などの金属ハロゲン化物のナノ粒子を薄膜内で成長させることで、ナノ粒子が CNT をつなぎ合わせたハイブリッド構造となっている。基材の透過率の 85% を保持しながら、CNT 透明導電膜として実用化に十分な高い透明性と導電性を示す。CNT の柔軟な性質を生かしたフレキシブルな導電部材として、タッチパネル、センサー、フレキシブル太陽電池などへの応用が期待され、また、伸縮性が必要となるウェアラブルエレクトロニクスへの応用も期待できる。

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2015/pr20150209/pr20150209.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2015/pr20150209/pr20150209.html)

### 抗原複合体 1 分子の動態を連続的に計測 (2015.2.9)

東京大学と東京理科大学の研究グループは、体内に侵入し

た病原体を免疫細胞に提示する分子である主要組織適合性抗原分子が、病原体由来のタンパク質断片である抗原ペプチドとどのように結合し、免疫応答を活性化しているかを、SPRING-8 BL40XU ビームラインで 1 分子内部動態測定をすることにより、実験的に明らかにした。

<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/research-news/antigen-complex-single-molecule-observation-with-x-rays/>

### タンパク質の「集合と拡散」による植物草丈制御 (2015.2.7)

理化学研究所と東京大学の共同研究グループは、植物の成長促進に関わる植物ステロイドホルモン「ブラシノステロイド」のシグナル伝達を抑制する BSS1 タンパク質が、細胞内で「集合と拡散」を行うことにより植物の草丈を制御する新しい仕組みを発見した。

[http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150207\\_1/](http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150207_1/)

### エアバス社エンジン部品への炭素繊維採用 (2015.2.5)

三菱レイヨン (株) の PAN 系中弾性グレード炭素繊維が、エアバス社の新型機 A320neo 用新型エンジン PW1100G-JM のファン構造部材に採用されることが決まった。

<http://www.mrc.co.jp/press/detail/20150205122426.html>

### 油圧ドライブトレインを採用した大型風車 (2015.2.5)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) のプロジェクトの一環として、三菱重工業 (株) は、デジタル可変容量制御の油圧ドライブトレインと長翼ブレードを開発、世界で初めて同技術を採用した世界最大級の 7MW 大型風力発電設備を英国ハンターストーンに設置した。

[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100352.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100352.html)

### リチウムイオン二次電池正電極材料設計新指針 (2015.2.5)

京都大学の研究グループは、群馬大学、米国ノースイースタン大学、高輝度光科学研究センターらとの共同研究で、SPRING-8 の放射光 X 線を用いて、マンガン酸リチウムにおけるリチウムイオン挿入の電池電極反応に寄与する電子軌道の正体を明らかにした。

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2014/150204\\_2.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2014/150204_2.html)

### 加齢黄斑変性に関わるアジア人特有の遺伝子変異 (2015.2.5)

京都大学の研究グループは、シンガポール国立大学、香港中文大学、ソウル大学等の研究者らと共同研究により、加

齢黄斑変性の発症に関わるアジア人特有の遺伝子変異を発見した。

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2014/150128\\_1.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2014/150128_1.html)

#### **ヒト T 細胞白血病ウイルス 1 型の感染特異性 (2015.2.5)**

京都大学の研究グループは、ヒト T 細胞白血病ウイルス 1 型 (HTLV-1) が、成熟 T リンパ球を標的とする理由を説明することに成功した。

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research\\_results/2014/150204\\_1.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2014/150204_1.html)

#### **ヒト ES/iPS 細胞から移植用の膵細胞を効率よく作製 (2015.2.5)**

京都大学 CiRA の研究グループは、ヒト多能性幹細胞 (ES 細胞および iPS 細胞) を膵臓の元となる膵芽細胞へと高効率に作製する培養条件を確立し、さらに作製した細胞が移植後に血糖値に応じたインスリン分泌をする細胞へと成熟可能であることを示した。

<https://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/pressrelease/news/150205-084839.html>



## 豊蔵レポートより

豊蔵信夫氏が収集・配信されている最新技術情報をお届けします。

### 2月の注目記事 II (2015.2.16 ~ 2015.2.27)

#### Better ranking nanoparticle safety

<http://nanotechweb.org/cws/article/tech/60220>

**インドで 100MW 超のソーラープロジェクトが複数進行中**  
インドでの 100MW 超のソーラープロジェクトに関する複数の発表・報道が目立つ。

(1) NTPC commits to add 10K MW through solar projects 「RE-INVEST 2015」(2月に New Delhi で開催)において、10000MW のソーラープロジェクトを追加することで合意。すでに Andhra Pradesh、Madhya Pradesh、Telengana、Rajasthan の 4 州でのプロジェクト(各 250MW)、Andhra Pradesh 州での単一プロジェクト(500MW)について、公開買付の通知を出している。

<http://www.merionews.com/article/ntpc-commits-to-add-10k-mw-through-solar-projects/15904348.shtml>

(2) SECI signs MoU with THDCIL for Development of 250 MW of Solar Projects

「RE-INVEST 2015」のカンファレンスで、「THDC India Limited (THDCIL)」の 250MW のソーラープロジェクトに対し、自社のターンキーベースを提供することで、THDCIL と覚書を締結。

[http://www.seci.gov.in/content/news\\_update/seci-signs-mou-with-thdcil-for-development-of-250-mw-of-solar-projects.php](http://www.seci.gov.in/content/news_update/seci-signs-mou-with-thdcil-for-development-of-250-mw-of-solar-projects.php)

(3) At 750MW, Madhya Pradesh to get world's largest solar power plant

Madhya Pradesh 州のプロジェクト

発電容量は 750MW、3 セグメント(各 250MW)に分割、用地 1500ha は取得済み、残り 300ha の取得は継続中、期待される発電コストは 5 ルピー/ユニット

<http://timesofindia.indiatimes.com/india/At-750MW-Madhya-Pradesh-to-get-worlds-largest-solar-power-plant/articleshow/46257281.cms>

#### ロッキード・マーティン社が排水処理用フィルタを開発

米国の石油・ガス産業が直面する問題(廃水量は毎年 180 億ガロン)を解決するためにナノテクノロジーを使ってフィルタを開発、ロッキード社の特許(Perforene は 1 原子の厚膜の純粋なカーボン製グラフェンに 1nm 程度の小さなサイズの穴を正確に製造することができる)、同社の目標は淡水化のためにフィルタを使用すること

Lockheed testing nanotech filters for U.S. oil industry wastewater

<http://www.reuters.com/article/2015/02/20/us-lockheed-martin-graphene-idUSKBNOLO2F320150220?feedType=RSS&feedName=environmentNews>

#### Future of biobanking and translational research in China

[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2015-02/mali-fob022015.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-02/mali-fob022015.php)

#### 高品質のファイバーベースの電子デバイスを作るまったく新しい方法につながる技術を開発

今まですべての熱延伸ファイバーはプリフォーム組成と形状に限定、いかなる元素シリコンも含まれていないプリフォームからメートル長の結晶性シリコンをコアにしたシ

リカクラデッドファイバーを製作、アルミニウムロッドは巨視的石英管に挿入された後に熱延伸される、コア中のアルミニウム原子が最初にシリカを還元しケイ素原子とアルミニウム酸化物分子を生成、コア中へのケイ素原子の拡散は大きな相分離溶融シリコンドメイン（結晶性シリコンコアファイバ内に引き込まれる）を形成、安価なアルミニウムとシリカから結晶シリコンコアファイバを製造する能力は、シリコンベースのエレクトロニクスおよびフォトニクスをファイバーに組込む単純かつスケラブルな方法への道を開く、マサチューセッツ工科大学（MIT）

Crystalline silicon core fibres from aluminium core preforms

<http://www.nature.com/ncomms/2015/150220/ncomms7248/full/ncomms7248.html>

### PV パフォーマンスの R&D プロジェクトを国際コンソーシアムで実施

欧州委員会（EC）が資金支援するパフォーマンスプラスプロジェクトが発足、信頼性と費用対効果の高い太陽光発電（PV）システムを作りその全体的なパフォーマンスを向上させることが目標、市場・産業界・研究機関の国際共同研究プロジェクト、再生可能エネルギーコンサルタント 3E が牽引、大手のパートナー（イタリアの R&D 会社 Alitec、ベルギーの研究センター IMEC、ベルギーの KU ルーベン大学、南スイスの応用科学大学（SUPSI）、ドイツのオルデンブルク大学、オーストリアの技術研究所（AIT）など）

International consortium carries out PV performance R&D project

[http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/international-consortium-carries-out-pv-performance-rd-project\\_100018247/#axzz3Ryhe6pPq](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/international-consortium-carries-out-pv-performance-rd-project_100018247/#axzz3Ryhe6pPq)

### PV の発電効率を高めるためにナノテクノロジーを使用

テキサス大学の研究者がテキサス州の低エネルギーコストにつながる可能性がある太陽電池パネルの効率性の向上に努めている、シリコンパネルは光を吸収するために 50 ミクロン以上の層が必要、単一接合セルの最大効率は 31% に制限、シリコンの代替材料にカドミウムテルルインクを検討中

Researchers use nanotechnology to increase solar power efficiency

<http://www.dailytexanonline.com/2015/02/06/researchers-use-nanotechnology-to-increase-solar-power-efficiency>

### 新しい技術が教師の役割を変える

最近のフィンランド・スイス・ベルギーの研究、技術サポート（タブレット、スマートフォン）の学習環境における教師の役割の変化に関する新しい情報を提供、技術の使用が教師の役割を変更、伝統的な知識提供者から学生の学習プロセスをガイドして学生と一緒に問題解決に従事する進行役に変化、また技術が広範な新しいタイプの学習の可能性を提供、技術の上手な利用はよりインタラクティブな学習と教育の機会を提供、教師の専門能力開発や教員養成のための課題も顕在化

Technology changing teacher's role

[http://www.eurekaalert.org/pub\\_releases/2015-02/aof-tct021715.php](http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-02/aof-tct021715.php)

### 潜在的なソーラー水分解材料 Fe-Cr-Al 系酸化物半導体の 289 の組成物を物性評価

反応性マグネトロン同時スパッタリングによる Fe-Cr-Al-O 系の高スループット薄膜材料ライブラリ、組成的および構造的な特性を解明するために EDX 及び XRD で自動分析、ライブラリ上の 289 の組成物を自動光学走査液滴セルで電気化学的測定（電気化学的安定性、動電位光電流及び光電流分光を含む）、2つの半導体（n 型半導体： $\text{Fe}_{51}\text{Cr}_{47}\text{Al}_2\text{O}_x$ 、p 型半導体： $\text{Fe}_{36.5}\text{Cr}_{55.5}\text{Al}_8\text{O}_x$ ）の光電流開始と開回路電位は水の分解に好適、開回路電位 0.85V を示す p 型材料の場合カソード電流を 1.0V で観測、n 型材料では 0.75V で光電流開始と 0.6V の開回路電位、p 型材料のバンドギャップは 1.55 eV（n 型材料のバンドギャップは 1.97eV）、ルール大学ボーフム、ワイオミング大学

Fe-Cr-Al Containing Oxide Semiconductors as Potential Solar Water-Splitting Materials

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/am508946e>

### EC の出版物、ナノマテリアルの機能を詳細に見る

「ナノマテリアルの機能」、安全で実用的かつ資源効率的なアプリケーションのための最近のナノ材料研究の発展と可能性を探る、テーマ別のいくつかの記事の中にナノテクノロジーによる太陽光の取り込み、既存の二酸化チタンが低い装置製造コストでエネルギー変換においてペロブスカイト型太陽電池に劇的な改善、ナノエンジニアリングによる電池の寿命・安全性の向上、ナノスケールの構造の設計およびエンジニアリングは市場を変更しより良いよりクリーンで安全な環境を作ることができる、ナノ粒子インクを用いたコンパクトで安価な 3D プリントの出現は世界を変える、超効率的な光生成技術につながる可能性のある新しい量子ドット法、より容易に水を汚染した細菌の膜を穿刺に電界を集中することのできるナノ材料でコーティングされ

たナノスポンジの低エネルギー浄水、これらの多様な用途における共通のテーマはナノスケールでの構造の操作に基づく結果

European Commission publication takes in-depth look at nanomaterials' functionality

<http://www.nanowerk.com/nanotechnology-news/newsid=39072.php>

### Lighting the way to an energy-efficient Europe

[http://cordis.europa.eu/news/rcn/122381\\_en.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/122381_en.html)

### 弱者次世代メモリに今後急成長が期待

ReRAM や MRAM など不揮発 RAM 市場は年間成長率 118% の成長を遂げ 2020 年には 70 億ドル規模に拡大すると予想、ただしこれらの次世代メモリが 2020 年の全メモリ市場に占める割合は 10% 以下、NAND フラッシュと DRAM は市場での地位を確立しているが微細化に関しては多くの課題、現在の主流である NAND フラッシュと DRAM からシェアを奪う鍵となるのは微細化とビット当たりの価格、今後 5 年間で次世代メモリの微細化と記録密度の向上は大きく進み新たな用途が開かれると予想、次世代メモリは 2020 年までにエンタープライズストレージ市場で大きくシェアを伸ばす見通し、次世代メモリには ReRAM (抵抗変化型メモリ)・MRAM (磁気抵抗変化型メモリ)・STT-MRAM (スピン注入磁化反転メモリ)・PRAM (相変化メモリ)・FRAM (強誘電体メモリ) など

Memory Underdogs Rise by 2020

[http://www.eetimes.com/author.asp?section\\_id=36&doc\\_id=1325705](http://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1325705)

### Medtech meets cleantech: Malaria vaccine candidate produced from algae

[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2015-02/uoc--mmc021815.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-02/uoc--mmc021815.php)

### New paper-like material could boost electric vehicle batteries

[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2015-02/uoc--npm021815.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-02/uoc--npm021815.php)

### 10μ の厚さの結晶シリコン太陽電池で変換効率 15.7%

わずか 10μ の厚さの結晶シリコン太陽電池、短絡電流 34.5 mA cm<sup>-2</sup>、電力変換効率 15.7%、周期的なナノ構造、2D 逆ピラミッドフォトリック結晶と背面誘電体 / 反射スタックを組み込んだ光トラップの設計

15.7% Efficient 10- μ m-Thick Crystalline Silicon Solar

Cells Using Periodic Nanostructures

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201405511/abstract>

### GLOBALFOUNDRIES が RF CMOS で IMEC と提携

GLOBALFOUNDRIES (米国の半導体製造企業) が高度に統合されたモバイルデバイスと IoT アプリケーションのための将来の無線アーキテクチャおよび設計に関する共同研究のため IMEC との提携を発表、今日の典型的なモバイル機器は世界中の 2G、3G、4G のための最大 28 の帯域をサポートする必要があり LTE ネットワーク接続とより複雑なキャリアアグリゲーション方式および追加の周波数帯域が将来世代のために期待されている、パワーアンプ・アンテナスイッチ・チューナを 1 つのシリコンに統合することはアジャイル無線のために必要であり柔軟で低コストの両方の解決策を提供

GlobalFoundries Teams with IMEC on RF CMOS

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325709&](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325709&)

### IBM や GE ら、大規模データ連合を結成

ハドゥープ基盤の標準構築で連携、IBM、GE、ホートンワークス、ピヴォタル、ベライゾンを含む技術大手がハドゥープ (Hadoop) の中核部分を土台にした大規模データ製品およびサービスを開発することでハドゥープ対応の共有標準群を構築する企業連合を組織、参加企業らはそのハドゥープを構成する中核部分を共有していくつかの標準群を単一の標準集合体として扱いそれに対応した大規模データ関連の製品とサービスを開発することでハドゥープ基盤の実質的規格を構築しようと狙う、GE はプリディックス (Predix) と名付けられた大規模データ分析プラットフォームを構築しソフトバンクと業務提携を結んで同製品を日本市場で販売し始める、ハドゥープを何年か前から販売してきた IBM では最近クラウド事業拡張戦略にともなってハドゥープ事業部隊を 2 倍に拡大、IBM はそれを後押しするために今回の企業連合に参画

IBM, G.E. and Others Create Big Data Alliance

[http://bits.blogs.nytimes.com/2015/02/17/ibm-g-e-and-others-create-big-data-alliance/?\\_r=0](http://bits.blogs.nytimes.com/2015/02/17/ibm-g-e-and-others-create-big-data-alliance/?_r=0)

補足: ハドゥープは現在、大規模データの配信や収集、管理、解析処理に使われるもっとも浸透したソフトウェア技術で、数多くの構成部分によって構築される技術枠組み

### Citigroup Sets \$100 Billion Funding Goal for Green Projects

<http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-02-18/citigroup-sets-100-billion-financing-goal-for-climate-projects>

## Engineering Interfacial Photo-Induced Charge Transfer Based on Nanobamboo Array Architecture for Efficient Solar-to-Chemical Energy Conversion

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201405674/abstract>

## Researchers build atomically thin gas and chemical sensors: Sensors made of molybdenum disulfide are small, thin and have a high level of selectivity when detecting gases and chemicals

[http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=50947](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=50947)

## Horizon 2020 projects light the way for smart cities across Europe

[http://cordis.europa.eu/news/rcn/122384\\_en.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/122384_en.html)

## IRENA, SICA develop Central America Clean Energy Corridor initiative

[http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/irena--sica-develop-central-america-clean-energy-corridor-initiative\\_100018313/#axzz3ScSFNRL2](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/irena--sica-develop-central-america-clean-energy-corridor-initiative_100018313/#axzz3ScSFNRL2)

## 世界の太陽電池 BOS 市場は 2020 年に 249 億ドルに縮小

RnRMarket Research の調査によると世界太陽電池バランスオブシステム (BOS) 市場は 2020 年までに 249 億ドルに縮小、BOS コストの低下および設置量の鈍化により市場規模は 2014 年の 349 億ドルから 2020 年には 249 億ドルへと大幅な減少と予想、米国・ドイツ・英国などでは売上の縮小を予測、中国など新興市場の中には売上が伸びる国もある

Solar PV Balance of System (BOS) Market Size, Technology Review, Cost Analysis and Key Country Analysis to 2020

<http://www.onenewspage.com/n/Press+Releases/750rorf0y/Solar-PV-Balance-of-System-BOS-Market-Size.htm>

## 原子同士が結合して新しい分子が生まれる瞬間を観測

X線によってストロボ撮影、人工光合成技術を推進する新しい分子動画撮影法を開発、原子間の化学結合生成による分子の生成過程を分子動画によって直接捉えることに成功、原子レベルの空間精度とフェムト秒の時間分解能を持つ測定が実現、新薬開発・疾病治療の情報提供などに期待、高エネルギー加速器研究機構、基礎科学研究所、韓国科学技術院、理化学研究所、高輝度光科学研究センター

Direct observation of bond formation in solution with femtosecond X-ray scattering

<http://www.nature.com/nature/journal/v518/n7539/full/nature14163.html>

## India's \$250M Off-Grid Solar Market Boosts the Case for Battery Storage

<http://www.greentechmedia.com/articles/read/indian-energy-storage-set-to-boom-off-grid>

## CMOS イメージセンサーがムーアの法則を超える

チップを積層しシリコン貫通電極 (TSV) などで接続する 3 次元積層技術、CMOS イメージセンサーでも進む 3 次元化、「現在のところ 3 次元積層では上のウエハと下のウエハを接続するのに TSV 技術を採用。2 つのビアは 2 層間を橋渡しする役割を担う、2 つのビア間の金属結合はチップの表面で行っている」(フランスの市場調査会社 Yole Développement のアナリスト Pierre Cambou 氏談)、銅-銅接合でレイヤー間を接続できるようなウエハ積層技術が完成すれば CMOS イメージング業界はプロセッサ/メモリ業界ではまだ普及すらしていない TSV 技術が“時代遅れ”になってしまう可能性も

## CMOS Image Sensors Surpassing Moore's Law

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325655](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325655)

## 疑わしい気候研究者、企業から現金を受けとり深い絆

気候変動に関する法案を阻止したい政治家は温室効果ガスが人類にリスクがないと主張する少数の科学者の論文を指摘することにより根拠を何年もの間にわたり鼓舞、ハーバード・スミソニアン天体物理学センターの科学者 Wei-Hock Soon 氏は最も頻りに引き合いに出される人物、保守的なニュース番組への頻繁な出演、議会での証言、地球温暖化の危険性を否定する人々の会議に出席、過去 10 年の間に化石燃料業界から 120 万ドル以上を受領、Soon 氏が 2008 年以降に発表した少なくとも 11 の論文ではスポンサー公表を省略、雑誌の倫理指針に違反

## Deeper Ties to Corporate Cash for Doubtful Climate Researcher

<http://www.nytimes.com/2015/02/22/us/ties-to-corporate-cash-for-climate-change-researcher-Wei-Hock-Soon.html?ref=energy-environment>

## コバルト - マンガン - ニッケルシュウ酸塩マイクロ多面体の室温合成、高性能フレキシブル電気化学エネルギー貯蔵装置用に有望

室温化学的共沈法により作製、 $\text{Co}_{0.5}\text{Mn}_{0.4}\text{Ni}_{0.1}\text{C}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  マイクロ多面体グラフェンナノシートが柔軟な固体非対称スーパーキャパシタ用の正および負電極材料に適用、最大

エネルギー密度 0.46 mWh·cm<sup>-3</sup> を達成、高性能の柔軟な固体非対称スーパーキャパシタのための有望な材料候補、南京郵電大学 (NUPT)、安養師範大学

Room temperature synthesis of cobalt-manganese-nickel oxalates micropolyhedrons for high-performance flexible electrochemical energy storage device

<http://www.nature.com/srep/2015/150223/srep08536/full/srep08536.html>

### ナノ構造 SnSe に過去最高のゼーベック係数と最小の熱伝導率

アーク溶解することによって調製された多結晶試料が高度にテクスチャ化されたナノ構造を提示、効果的にフォノン散乱を強化し最小の熱伝導率が得られる、強固なペレットにしてアプリケーション、最大測定温度 (380K) におけるゼーベック係数の過去最高値はこの材料の完全な化学量論に対応し電荷キャリア数が少ないことと関連、どちらの機能も有益な熱電材料として SnSe を促進するために非常に魅力的、マドリッド材料科学研究所

Record Seebeck coefficient and extremely low thermal conductivity in nanostructured SnSe

<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/apl/106/8/10.1063/1.4913260>

### 酸化鉄ナノキューブ上の組織型プラスミノゲン活性化因子固定化およびローカライズされた磁気ハイパーサーミアの血餅溶解加速

ナノスケールの血栓溶解剤、20nm 以上のクラスター化された酸化鉄ナノキューブの組織型プラスミノゲン活性化因子分子 (tPA) を固定化することにより実証、tPA のフィブリンネットワーク (化学溶解) と超常磁性 NC の交流磁場刺激によるローカライズされた温熱療法の両方の直接的な相互作用を介して血栓を溶解、ヒューストンメソジスト研究所、イタリア技術研究所

TPA Immobilization on Iron Oxide Nanocubes and Localized Magnetic Hyperthermia Accelerate Blood Clot Lysis

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201404354/abstract?sessionid=A775BCA58E7E6419F4AB732C188E403B.f04t04>

参考: フィブリン分解の詳しいメカニズムについて

<http://www.jsth.org/term/sen-you.html>

### KIT Increases Commitment in Asia: DAAD Funds Two New Projects: Strategic Partnerships with Chinese Universities and Communi-cation Technologies Network

[http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=50959](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=50959)

### Intel Carves Tiny SRAMs at 14nm

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325734&](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325734&)

### Fever alarm armband: A wearable, printable, temperature sensor

<http://www.innovations-report.com/html/reports/information-technology/fever-alarm-armband-a-wearable-printable-temperature-sensor.html>

### PV は世界の多くの地域で電力の最も安価な供給源になってきている

中央と南欧の電力を生産するコストは 2025 年までに 4 ~ 6 セント /kWh、2050 年までに 2 ~ 4 セント /kWh にダウン、調査研究では大きなブレークスルーの可能性を除外し最も保守的な数字を使用、しかしコストは金融及び規制の枠組みに依存していることも提示 (不十分な場合はコストが増加する可能性がある)、「有利な融資条件と安定した法的枠組みが安いクリーンな PV のために不可欠な条件である」(Patrick Graichen 氏談)、Agora Energiewende (ドイツの独立系シンクタンク) がフラウンホーファー研究所 (太陽エネルギーシステム) に委託した調査研究、PV の現状と今後のコストと題する調査

Study shows solar energy becoming cheapest power source

[http://www.pv-tech.org/news/study\\_shows\\_solar\\_energy\\_is\\_becoming\\_cheapest\\_power\\_source](http://www.pv-tech.org/news/study_shows_solar_energy_is_becoming_cheapest_power_source)

### ZSW boosts efficiency of cadmium-free thin-film cells to world record level

[http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/zsw-boosts-efficiency-of-cadmium-free-thin-film-cells-to-world-record-level\\_100018323/#axzz3Shtx50Ee](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/zsw-boosts-efficiency-of-cadmium-free-thin-film-cells-to-world-record-level_100018323/#axzz3Shtx50Ee)

### Here Are 7 Ways the US Solar Market Will Change in 2015

<http://www.greentechmedia.com/articles/read/shayle-kanns-solar-predictions>

### Detecting defects at the nanoscale will profit solar panel production

<http://www.sciencedaily.com/releases/2015/02/150224102845.htm>

### 西仙台変電所の大型蓄電池システムの営業運転開始

西仙台変電所に設置した大型蓄電池システム (リチウムイオン電池、容量 20,000kWh) の営業運転を開始、再生可能エネルギーのさらなる導入拡大を目指す、気象条件で出

力が変動する風力発電や PV の導入拡大に伴い発生する周波数変動への対策として新たに取り組む

[http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1189166\\_1049.html](http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1189166_1049.html)

### 欧州におけるグラフェンのナノテクノロジーロードマップ

23 国国の 142 のパートナーと一緒に長期的・学際的な研究開発活動を通じて現代の大きな科学技術の課題に対処するため EC からの要求に応じて確立されたグラフェンフラッグシップ、化学ジャーナルナノスケールの英国国立協会で出版された 200 ページのオープンアクセス論文で 60 以上の研究者や実業家がグラフェンの科学技術ロードマップを提示、ロードマップは次の 10 年以降をカバーしその目的はグラフェンおよび関連材料に基づいた製品の開発に向けて研究コミュニティや業界を導くこと

The European nanotechnology roadmap for graphene

<http://www.nanowerk.com/nanotechnology-news/newsid=39155.php>

### TSMC が極端紫外線リソグラフィ (EUV) のマイルストーンを発表

TSMC と ASML は極端紫外線リソグラフィ (EUV) の重要なマイルストーンを発表、90W を超える持続力で ASML NXE : 3300BEUV システムを使用して 24 時間以内に 1,000 以上のウエハを露出するように管理、ブレークスルーは 2 つの理由から重要、EUV レーザのための持続 100W 平均電力源は任意の商業的生産のためにクリティカル

TSMC announces lithography milestone as EUV moves closer to production

<http://www.extremetech.com/computing/199782-tsmc-announces-lithography-milestone-as-euv-moves-closer-to-production>

### TSMC to Start 10nm in 2017, Closing Gap with Intel

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325787&](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325787&)

### Quantum many-body systems on the way back to equilibrium

<http://www.innovations-report.com/html/reports/physics-astronomy/quantum-many-body-systems-on-the-way-back-to-equilibrium.html>

### EU がエネルギー連合委員会の新戦略を発表

EU の内部エネルギーの市場原理が発表に反映、安全に持続可能で手頃な価格のエネルギー、すべての EU 市民のために国境を越えたエネルギーの自由な流れとすべての EU

加盟国での安全な供給が可能に、新しい技術や新たなインフラが家計費を節約し新たな雇用やスキルを作成、企業は輸出を拡大し成長を促進、再生可能エネルギーの生産と地球温暖化との闘いの最前線に欧州が位置する、持続可能な低炭素で環境に優しい経済につながる、エネルギー連合は欧州石炭鉄鋼共同以来の最も野心的なエネルギープロジェクト、ロシアを意識か

EU launches Energy Union strategy

[http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/eu-launches-energy-union-strategy-\\_100018351/#axzz3Shtx50Ee](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/eu-launches-energy-union-strategy-_100018351/#axzz3Shtx50Ee)

### BASF と戸田工業、リチウム電池部材で合併

ドイツの化学大手 BASF と化学メーカー戸田工業は車載用や携帯端末に使うリチウムイオン電池用部材を製造・販売する合併会社を東京都内に設立したと発表、出資比率 (BASF の日本法人が 66%、戸田工業が 34%)、BASF の開発力や戸田工業の生産能力を活用し電気自動車などで需要が拡大する成長市場でシェア獲得を目指す、合併会社はリチウムイオン電池用の正極材を製造、正極材を生産する戸田工業の山口県と北九州市の拠点を合併会社に移管、合併会社は年約 1 万 8000 トンの生産能力に

BASF Toda Kogyo Corp. launch battery materials joint venture

[http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/basf-toda-kogyo-corp-launch-battery-materials-joint-venture-\\_100018341/#axzz3Shtx50Ee](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/basf-toda-kogyo-corp-launch-battery-materials-joint-venture-_100018341/#axzz3Shtx50Ee)

### 欧州の再生可能エネルギー需要が 2014 年に急増

欧州の再生可能エネルギー市場は 2014 年に前年より 26.5% 増 (欧州の Association of Issuing Bodies が発行する発電源証明)、また初めて需要は 300TWh を超えた、これは応手エネルギー需要の 3300TWh の 10% に相当、ノルウェーの ECOHZ から発表

Demand for renewable energy surges in 2014

<http://www.ecohz.com/facts-news/news/demand-for-renewable-energy-surges-in-2014/>

### SunEdison 社、2020 年までに 2,000 万人に電力を供給

SunEdison 社 (世界最大の再生可能エネルギー開発会社) が世界中の十分なサービスを受けていない地域の 20 万人に電力を供給する野心的な計画を発表、イニシアチブは SunEdison 社会イノベーションが牽引、グローバルグループは長期的には経済的に持続可能な農村地域での再生可能エネルギーを作る新たなビジネスモデルや新技術の開発に力点を置く、コミュニティへの社会的・環境的利益にも貢献

## SunEdison To Bring Electricity To 20 Million People By 2020

<http://www.prnewswire.co.uk/news-releases/sunedison-to-bring-electricity-to-20-million-people-by-2020-294002501.html>

## Warming up the world of superconductors: Clusters of aluminum metal atoms become superconductive at surprisingly high temperatures

[http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=50983](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=50983)

## Singapore, Canada researchers make longer-lasting lithium battery breakthrough

<http://www.channelnewsasia.com/news/singapore/singapore-canada/1679142.html>

## ドーピングしないで赤外領域での透明性を有する導電性酸化膜を開発

太陽のより多くのエネルギーを使用しより大きな電流を作成するようにコンポーネントを改良、赤外領域において透明性を有する導電性酸化物膜が重要、同様の試みは前になされたが1段階のプロセスで初めて合成、空気中で安定、酸化物膜に意図的に不純物を添加することによって導電性を向上させるために広く使用される例（酸化亜鉛にアルミニウムを添加、自由電子を付加）、自由電子は赤外光を吸収（太陽エネルギーの通過が少ない）、研究者たちは純粋な酸化亜鉛の導電性を高めるために膜作製プロセスを変更、ガスプラズマ（スパッタ法）、アルミを添加せずに導電性を高める、より少ないがより速く移動する自由電子、赤外領域ではるかに優れた透明性を可能に、ルクセンブルク大学、TDK

Researchers enable solar cells to use more sunlight

[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2015-02/uol-res022515.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-02/uol-res022515.php)

参考: Highly conductive ZnO films with high near infrared transparency

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pip.2601/abstract>

## Gold tubes sizzle cancer cells

<http://nanotechweb.org/cws/article/tech/60301>

## Role of Interfacial Oxide in High-Efficiency Graphene-Silicon Schottky Barrier Solar Cells

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl505011f>

## IMEC とパナソニックは 79GHz での位相変調連続波レーダ用トランシーバチップを発表

2015 年国際固体回路会議 (ISSCC)、正確な存在と動き検出のために使用することができる安いミリ波レーダシステムのためのダウンスケール CMOS の可能性を提示、トランシーバチップには送信機から受信機に RF 性能に影響を与えることなく副次的影響を抑制するための制御ループを含む、消費電力 260mW、送信機の出力電力 11dBm、RX 利得は 35 デシベル、雑音指数 7 デシベル以下、広い変調帯域幅のおかげで達成可能な深さ分解能は 7.5cm

Imec and Panasonic present breakthrough in CMOS-based transceivers for mm-wave radar systems

<http://electroi.com/blog/2015/02/imec-and-panasonic-present-breakthrough-in-cmos-based-transceivers-for-mm-wave-radar-systems/>

## 塗料の硬化に UV 技術と赤外線加熱を併用、エネルギー消費とコストにメリット

高光沢と傷のつきにくい精巧なコーティングプロセス、メーカーにとって真の課題は実質的なエネルギー消費とコスト、4月にニュルンベルクで開催される欧州コーティングショーで Heraeus Noblelight はアプリケーションに最適化された UV ランプ・UV-LED システムや効率的なインク硬化用の赤外線加熱ソリューションを紹介、紫外線と赤外線を組み合わせ、効率的なエネルギーの最適な使用で架橋、200 ~ 400nm の波長範囲で強い UV 光を放出、より高い生産速度と改善されたプロセスの信頼性を可能に

Combined use of UV technology and infrared heat makes paint curing even more energy-efficient

<http://www.innovations-report.com/html/reports/trade-fair-news/combined-use-of-uv-technology-and-infrared-heat-makes-paint-curing-even-more-energy-efficient.html>

## Indian government approves three-stage 15GW rollout

[http://www.pv-tech.org/news/indian\\_government\\_approves\\_three\\_stage\\_15gw\\_rollout](http://www.pv-tech.org/news/indian_government_approves_three_stage_15gw_rollout)

## Algeria plans to install 13.5GW of PV capacity by 2030

[http://www.pv-tech.org/news/algeria\\_plans\\_to\\_install\\_13.5gw\\_of\\_pv\\_capacity\\_by\\_2030](http://www.pv-tech.org/news/algeria_plans_to_install_13.5gw_of_pv_capacity_by_2030)

## 葉脈を模倣した構造のマイクロスーパーキャパシタを開発

電子機器の小型化にはバッテリーの小型化が必須、リチウムイオンなどの固体型マイクロ電池が商用化されているが充電速度が遅く充電を繰り返すと安定性が下がるという

課題、電極を含むすべての部品が固体で形成されたマイクロスーパーキャパシタは出力は高いがエネルギー密度が低く商用化が困難、葉脈の構造にヒントを得て酸化黒鉛の層間に固体電解質 PDDA を挿入し黒鉛の広い表面積を最大限活用してイオン移動度が高く固体電解質によりイオンの出入りが容易な 2 次元構造を作成、イオンの移動度を高めるためにナノワイヤを同時に固体電解質と黒鉛の層間に挿入したのち選択的にナノワイヤを除去して人為的に木の葉の葉脈のような構造を作成、ナノワイヤによって作られた隙間は黒鉛板に平行するようイオンの出入りを容易にし非常に短いイオン弛緩時間 (33m・s) を示し高出力密度を達成すると同時に高エネルギー密度を得ることに成功、出力密度は 1 万倍以上改善 (今までに報告された中では最大)、5 万回以上の反復充電にもエネルギーの減少がほとんどないという基板を曲げることもでき将来フレキシブル電子素子のエネルギー貯蔵装置として使用に期待、IBS(基礎科学研究所)

Leaf Vein-Inspired Nanochanneled Graphene Film for Highly Efficient Micro-Supercapacitors

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.201500003/abstract>

### 10nm プロセスでインテルとの技術差がなくなる TSMC

TSMC は 10nm プロセスを適用したチップの製造を 2017 年に開始すると発表 (Intel と同じ時期のスタート)、「われわれの 10nm プロセスは、速度・電力・密度の点において、Intel が 10nm プロセスで実現するだろう性能と同等レベルになると見ている。10nm プロセスで、Intel との技術的なギャップを埋められるだろう」(TSMC のコーポレートコミュニケーションのディレクタ Elizabeth Sun 氏談)、TSMC の設備投資は 2015 年に業界最大規模になる見込み (115 ~ 120 億ドル、2014 年に比べて 11.5 ~ 20% 増)、TSMC は 10nm プロセスチップの製造を台湾の台中拠点で開始、10nm プロセスで液浸リソグラフィを用いる予定、10nm プロセス以降での EUV リソグラフィは量産向けに実用化できるかどうかにかかっている

TSMC to Start 10nm in 2017, Closing Gap with Intel

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325787](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325787)

### Highly Efficient Perovskite Solar Cells with Tunable Structural Color

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl504349z>

### Food Waste Is Becoming Serious Economic and Environmental Issue, Report Says

[http://www.nytimes.com/2015/02/26/us/food-waste-is-becoming-serious-economic-and-environmental-issue-report-says.html?ref=energy-environment&\\_r=0](http://www.nytimes.com/2015/02/26/us/food-waste-is-becoming-serious-economic-and-environmental-issue-report-says.html?ref=energy-environment&_r=0)

### Nanowire Perovskite Solar Cell

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.nanolett.5b00046>

### Enhanced Photovoltaic Performance of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> Perovskite Solar Cells through Interfacial Engineering Using Self-Assembling Monolayer

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja512518r>

### Efficient and Uniform Planar-Type Perovskite Solar Cells by Simple Sequential Vacuum Deposition

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201402461/abstract;jsessionid=35FCBABC4D8C8DE5F8FF3F1CF16B9A3.f01t01>

### Hi-Speed Transistors from Liquid Processing

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325826&](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325826&)

### Critical raw materials: the search for a substitute in catalysis, electronics and photonics

[http://cordis.europa.eu/news/rcn/122440\\_en.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/122440_en.html)

### Leti to Offer Updates on Silicon Photonics Successes at OFC in LA

[http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=51002](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=51002)

### Bioinspired Antireflective Coating Could Help Devices Capture More Light

<http://cen.acs.org/articles/93/web/2015/02/Bioinspired-Antireflective-Coating-Help-Devices.html>

### Why Sn doping significantly enhances the dielectric properties of Ba(Ti<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>)O<sub>3</sub>

<http://www.nature.com/srep/2015/150227/srep08606/full/srep08606.html>



## A Roadmap for Controlled Production of Topological Insulator Nanostructures and Thin Films

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/smll.201403426/abstract>

## Graphene Polymer Speeds Electron Transport

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325843&](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325843&)

### 2月の注目記事 I (2015.2.1 ~ 2015.2.15)

#### 誘電体コーティングで太陽電池の効率を2倍に

ナノワイヤ太陽電池は外部から入ってくる光を自身の構造内に引き込む光学アンテナ効果と構造内の光の閉じ込め効果が高い(同じ厚さの一般の薄膜太陽電池よりも単位体積当りの光吸収率が2倍以上)、しかしナノワイヤは細長い形をしているため光吸収率は落ちる(ナノワイヤを利用した商用太陽電池の開発の障害)、この太陽電池の光吸収率低下の問題を解決、p型とn型シリコンがナノワイヤの柱の内部と外部を形成しているPN接合ダイオードを作成、プラズマ化学気相蒸着法でナノワイヤの最外角部分を均一な厚さの誘電体層を被覆、コーティングされた誘電体の屈折率が増加するほど光学アンテナ効果も増大する事実を確認、窒化珪素を誘電体コーティングに使用、厚さが50nmと非常に薄い誘電体膜の導入でナノワイヤ太陽電池の効率を2倍高めることに成功、慶熙大学、ノースカロライナ大学チャペルヒル校

Doubling Absorption in Nanowire Solar Cells with Dielectric Shell Optical Antennas

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl504462e>

#### LG電子、N型モノ電池生産容量を拡大するために1億4500万ドル投資

LG電子はN型単結晶セル・モジュールの生産能力拡大に1億4500万ドルを投入する予定、同社は韓国証券取引所への資金提出書類で計画を発表、「アプライドマテリアルズはN型単結晶両面受光型太陽電池に着目、韓国と台湾の生産者がより高効率セル/モジュールの生産に力を注いでいる」(PVテックとの独占インタビュー)

LG Electronics investing US\$145 million to expand N-type mono cell capacity

[http://www.pv-tech.org/news/lg\\_electronics\\_investing\\_us145\\_million\\_to\\_expand\\_n\\_type\\_mono\\_cell\\_capacity](http://www.pv-tech.org/news/lg_electronics_investing_us145_million_to_expand_n_type_mono_cell_capacity)

## KAISTの体温を使って発電する技術が世界10大IT革新技術に選定

ウェアラブル発電素子がユネスコのNetexplo Awardに選定、体温を利用して発電できる着用可能な形で開発されたのは世界で初めて第8回ユネスコ「Netexplo award」で世界各国の200余名から成る専門家グループの投票により選定、研究チームは商用化のためにKAISTの教員創業企業テグウェイ社を起業、「ウェアラブル発電素子生産技術」は体温により生ずる衣服の内外の温度差を利用して電気を発生させる技術、重く曲らないセラミックの代わりにガラス繊維を使用して衣類として作ることが可能、単位重量当りの電力生産効率も従来に比べて14倍高い、同社は大徳研究開発特区を世界のウェアラブル発電素子研究および産業化中心地と育成したい意向

KAIST's Wearable Generator on UNESCO List

<http://koreabizwire.com/kaists-wearable-generator-on-unesco-list/29068>

参考:ユネスコの「Netexplo award」はエネルギー、環境、教育など人類の生活に大きな影響を及ぼす新たなIT技術を毎年選定。今年ユネスコが選んだ「Netexplo Award」の10大技術は他に次のものがある。

- ・中古スマートフォンを利用した不法伐採根絶技術(米国)
- ・自転車親和都市開発App(チリ)
- ・箸を利用した飲食物成分分析技術(中国)
- ・DB活用超小型成分分析器(イスラエル)
- ・E-mailおよび各種SNS統合チャットングストリーム技術(米国)
- ・廃電子製品で作る3Dプリンタ(ユーゴ)
- ・ビッグデータによる教育問題解決技術(米国)
- ・写真撮影による数学問題解決技術(クロアチア)
- ・エボラ出血熱拡散防止情報App(ナイジェリア)

なお、「ウェアラブル発電素子生産技術」がグランプリを受賞したと2月4日に発表された。

#### ナノ粒子の毒性をテストする方法への道を拓く、ライス大学の研究が低コスト・高スループット技術を検証

ナノ粒子の多くの種類の効果を個々の生物ではなく全体の個体群で測定するための低コスト・高スループットの研究、ナノ粒子の20種類をテストしバッキーボールなど5つは毒性をほとんど示さない、その他は線虫(Caenorhabditis elegans)に対しその数世代にわたり適度または高度な毒性、ナノ物質の徹底した毒物学的研究を行うには長い高価なプロセスを要する、より広く研究するために優先順位付けするために高スループットスクリーニング技術が緊急に必要、4つの濃度での各ナノ粒子の毒性を調査、C<sub>60</sub>・フラーレン(フラーレン誘導体)・二酸化チタン・二酸化チタ

ン装飾 CNT・二酸化セリウムは有害、カーボンブラック・単層および多層 CNT・グラフェン・グラフェン酸化物・金ナノ粒子・二酸化ケイ素に対し用量依存の毒性を確認、表面の化学的性質がいくつかの粒子の毒性影響程度を決定、アミン官能化多層 CNT は高い毒性、ヒドロキシル化された CNT は最も少ない毒性、試験した材料のすべてのための完全かつインタラクティブな毒性チャートはオンラインで入手可能、ライス大学、南京大学

Worms lead way to test nanoparticle toxicity: Rice University study validates low-cost, high-throughput technology

[http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=50839](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=50839)

### 2016 会計年度予算、科学支出要求のまとめ

研究開発（基礎および応用研究と技術開発プログラム）のために 1460 億ドル（2015 年を 5.5% 増、）基礎研究に 328 億ドル（3% 増）、応用研究に 341 億ドル（4% 増）、国立衛生研究所に 313 億ドル（3% 増）、国立科学財団に 77.24 億ドル（5.2% 増）、R&D 税額控除を永続的にするために繰り返し要求、ARPA-E に昨年と同額の 3.25 億ドル、農業者の農業・食品産業技術総合研究イニシアチブに 4.5 億ドル（現在の予算は 3.25 億ドル）、全体的なペンタゴン R&D に 713 億ドル（9% 増）、DARPA に 30 億ドル（2015 年の 1.01 億ドル増）

BUDGET 2016 COVERAGE: A roundup of Obama's science spending request

<http://news.sciencemag.org/funding/2015/02/budget-2016-coverage-roundup-obamas-science-spending-request>

### DOE の 2016 年度概算要求は 300 億ドル、前年度比で 9% 超

米国エネルギー省（DOE）長官モニス氏が大統領の 300 億ドル概算要求を詳しく説明、低コストエネルギー技術の開発を通して低炭素で安全なエネルギーの未来への移行を可能にする部門の仕事の重要性を反映、研究エネルギーおよびインフラへの重要な投資、米国の未来に投資する政権の努力を継続、「大統領の予算要求は革新的な科学・技術・分析を通じて私たちの経済的および環境目標を満たす DOE のエネルギー戦略の促進へのコミットメントを反映している。また試験を行わずに我々の戦略的抑止力を維持するための、また間違っただけの中に核物質を持っていることの危険性を減らすための大統領のコミットメントを反映している」（モニス氏談）、グリッド近代化（3 億 5600 万）；超臨界 CO<sub>2</sub>（4400 万）；地下エンジニアリング（2 億 4400 万）；エネルギー・水ネクサス（3800 万）；エク

サスケール・コンピューティング（2 億 7300 万）；サイバーセキュリティ・アクティビティ（3 億 500 万）他  
Energy Department Presents FY16 Budget Request

<http://www.energy.gov/articles/energy-department-presents-fy16-budget-request>

補足：2016 会計年度の国防予算案は、基本予算 5346 億ドルと海外戦費予算 509 億ドルで、前年比 4% 増。予算案では、中国やロシアに対する軍事的優位性を維持するため、次世代兵器の開発費用として 120 億ドルを要求したほか、「イスラム国」掃討作戦に前年比およそ 4% 増の 53 億ドルを計上。国防予算は 2013 年 3 月、財政再建の一環として強制削減措置の対象となり上限額が設けられたが、オバマ大統領は「強制削減を廃止する」として、上限を上回る予算を要求。

### III-V MOS デバイスの界面パッシベーション層として GaN

高誘電体膜と III-V 材料の間の高品質なインタフェースの達成は重要な戦略の一つ、III-V 材料と HfO<sub>2</sub> の界面層として GaN を提案、第一原理計算活用し界面酸素の量に関して GaN/ HfO<sub>2</sub> 界面構造と電子特性を探索、酸素リッチな状態の O8 インタフェース（8 つ酸素原子、100% の酸素濃度に対応する界面）が最も安定、界面 O 濃度を 100% から 25% に低下させると界面形成エネルギーが増加、サブレイヤの酸素空孔が存在する場合に少ない安定性、強いバンドオフセットが界面の酸素濃度に依存、界面状態が O8 界面の場合には界面準位がない（電子構造の分析から）、界面酸素が部分的に除去されたときに界面状態が存在、フェルミレベルピニングにつながる界面状態は不飽和界面 Ga 原子に由来これらの知見は O8 インタフェースは高品質 MOS III-V デバイスのための有望な候補となることを示唆、南開大学、テキサス大学ダラス校

GaN as an Interfacial Passivation Layer: Tuning Band Offset and Removing Fermi Level Pinning for III-V MOS Devices

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/am507287f>

### アップル社の 70MW PV アリゾナ・データ・センターに称賛

First Solar 社が一度所有したアリゾナ施設で PV データセンターを建設するアップル社の計画、施設内 PV 発電容量 70MW、アップル社がパソコン用サファイア画面を作る目的のために GT アドバンスト・テクノロジーズ（GTAT）にそれをリース、「アップル社ががサイト内およびメサ市に 20 億ドルを投資、アリゾナにとって大きな勝利、ビジネス向け環境と有能な労働力の証である」（アリゾナ州知事のコメント）、環境保護団体グリーンピースも歓迎

## Plaudits for Apple's 70MW solar-powered Arizona datacentre

[http://www.pv-tech.org/news/greenpeace\\_welcomes\\_apples\\_70mw\\_solar\\_powered\\_arizona\\_datacentre](http://www.pv-tech.org/news/greenpeace_welcomes_apples_70mw_solar_powered_arizona_datacentre)

参考：アップル社はすでに世界のサファイア供給量の4分の1をiPhoneのカメラレンズや指紋リーダーのために消費している。それをもっと増やす計画がある。指紋を読み取れるiPhoneやiPadを来年は2億台売らるだろうともいわれている。さらに、サファイアディスプレイの時計やサファイアスクリーンのiPhoneを大量に生産しはじめると、サファイアの生産が追い付かなくなるかもしれない。

<http://qz.com/300252/apple-is-already-using-one-fourth-of-the-worlds-sapphire-supply/>

## 太陽エネルギー産業協会 (SEIA)、「米国の将来に大きな投資」を歓迎

恒久的に延長税の30%を償却、米国政府の投資税額控除 (ITC) は2016年予算に恒久的に拡大、国家が炭素削減計画を加速するための40億ドルと同時にクリーンエネルギーのために74億ドルを調達、ITCは2016年の終わりに30%から10%に下げようとして以前にスケジュール、2006年に導入されたITCはプロジェクトがサービスに入ったらソーラープロジェクトの開発コストの最大30%まで消費税相当額を償却することがソーラー開発者に許可されている、DOEのエネルギー効率と再生可能エネルギー局の連邦政府の太陽エネルギー技術プログラムのための資金調達でほぼ45%増加、ソーラープログラムの予算要求3億3670万ドルは2015年の2億3300万ドルと2014年の2億5710万ドルに匹敵

Obama extends ITC permanently

[http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/obama-extends-itc-permanently\\_100018023/#axzz3QjrbTURz](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/obama-extends-itc-permanently_100018023/#axzz3QjrbTURz)

## 1 原子薄膜シリコントランジスタ、超高速のコンピューティングに有望

シリコン原子1原子の厚さの材料 silicene で初めてトランジスタを作成、劇的に高速でより小さくより効率的なコンピュータチップを構築する可能性を秘めている、数年前までは人間が作った silicene は純粋に理論的な材料、「ここでの大きなブレークスルーは効率的な低温製造と silicene デバイスが初めて作成されたこと」(准教授 Akinwande 氏談)、空気にさらされると不安定な silicene の問題を回避するために空気に対する露出を削減するための新しい方法を開発、シリコン原子の熱い蒸気を真空チャンバ内の銀の結晶ブロック上に凝縮、銀の薄層上に silicene シートを形成、上部に nm の厚さのアルミナ保護層を追加、酸化され

たシリコン基板にそれを銀側を上向きにして転送、テキサス大学オースティン校

One-atom-thin silicon transistors hold promise for super-fast computing

[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2015-02/uota-ost020315.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-02/uota-ost020315.php)

## Silicene makes stable FET

<http://nanotechweb.org/cws/article/tech/60110>

## High-efficiency amorphous silicon solar cells: Impact of deposition rate on metastability

<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/apl/106/5/10.1063/1.4907001>

## ソニー、CMOS イメージセンサーの生産を増強

積層型 CMOS イメージセンサーの生産能力増強を目的とした設備投資を2015年度に実施すると発表、現在の約60,000枚/月から2016年6月末時点で約80,000枚/月まで増強(スマートフォンへの供給体制を強化)、生産拠点の再編と最適化も実施、現在の約60,000枚/月から2016年6月末時点で約80,000枚/月まで増強、設備投資の総額は約1,050億円(長崎テックに約780億円、山形テックに約100億円、熊本テックに約170億円)

Sony to Ramp CMOS Image Sensor Production

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325549&](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325549&)

## 報告書、欧州のPV実装は電力市場価格を3%下げていると主張

PV 圧力団体ザ・ベクレル研究所が発表した報告書「Quantitative Analysis of the Merit Order Effect from Photovoltaic Production in Key European Countries」、PVの増加が近年の著しく低い電気料金につながっていると主張、PVがなければドイツ・オーストリア・フランス・スイス・イタリアの電力市場価格が平均で3%以上高くなっていると分析、研究の結論は慎重に分析する必要がある(PV電気のコストを低減することができることだけでなく、エネルギー遷移中にほとんどのプレーヤーの収益性を確保できるかという問題は、欧州におけるさらなるPV開発の鍵となる)、仮定にもとづく慎重な分析は結論が誤り得ることを示す(相関関係は因果関係ないかもしれない)、報告書は電気料金下落が完全にPVの実装に関連していることを前提としているがここ数カ月間の原油価格下落、また報告書は自家発電に全く言及していない、報告書の結論(限界があるが)は、明確な環境と欧州全体で再生可能

エネルギーの経済的利益の理解に向けた進捗として考慮されるべきである

Report claims European PV implementation has lowered prices by 3%

[http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/report-claims-european-pv-implementation-has-lowered-prices-by-3\\_100018041/#axzz3QjrbTUrz](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/report-claims-european-pv-implementation-has-lowered-prices-by-3_100018041/#axzz3QjrbTUrz)

### シャープ、Recurrent Energy の Canadian Solar への売却を正式発表

シャープが米国子会社の Recurrent Energy 社を Canadian Solar 社に売却する、Canadian Solar 社から Recurrent Energy 社の持分全てを購入したいとの提案、譲渡価額は 2 億 6500 万ドル、株式の譲渡時期は 2015 年 3 月の予定、Canadian Solar 社はこの買収により自社のパイプラインプロジェクト（現在 4.0GW）は 8.5GW まで拡大

Sharp Sells Recurrent to Canadian Solar for \$265 Million

<http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-02-03/sharp-sells-recurrent-unit-to-canadian-solar-for-265-million>

参考：Recurrent Energy 社は、主に北米での PV 設備開発を手がけている。シャープは同社を 2010 年に子会社化し、バリューチェーンに発電所開発を加えることで、収益拡大を目指した。しかしシャープは 2011 年度、2012 年度に多額の赤字に転落。業績回復を目指す中で、Recurrent Energy 社については企業価値の向上を模索したが、ディベロッパー事業には開発の初期費用に、多額の資金が必要で、収益の変動性が大きいとの難点から売却を含めて様々な検討を進めていた。

### 量子ドット強化テレビ、Nanoco 社の技術を使用して年内に離陸

今月初めのコンシューマー・エレクトロニクス・ショーでデビュー、年内に消費者市場に登場することが確実視、ディスプレイの背後にある量子ドットは Nanoco 社が 12 年以上かけて開発、従来の液晶画面と比較して色性能の改善が顕著、LED と LCD ディスプレイとの間に薄膜状に緑色及び赤色発光量子ドットを組み込むことにより色の範囲を拡張、カドミウム系材料の使用を制限する立法を考慮して 2004 年頃に同社は重金属フリーの量子ドットの開発に向けて方向を転換（スピンアウト企業として Nanoco 社の成功の秘訣）、今日製造された量子ドットは III-V または II-VI 化合物の複雑な合金に基づいている（3・5 または 2・6 個のグループの元素を組み合わせ）

Quantum-dot TVs seed a bright future

<http://nanotechweb.org/cws/article/tech/60105>

補足：Nanoco 社はマンチェスター大学からのスピンオフ

として 2001 年 12 月に創業。マンチェスター大学は株主として支援している。2002 年に会社が借りていた大学の研究室から二人の従業員で活動を開始、年間の量子ドットの販売額は 30,000 ～ 40,000 ポンド、2009 年にロンドン証券取引所に上場し、現在の推定価値は 2 億ポンドを超えている。

### シリコンナノ結晶における量子閉じ込め電子 - フォノン相互作用

コロイダルシリコンナノ結晶のマイクロラマンスペクトルを大きさ・励起波長・励起強度の関数として研究、低エネルギー側に向かって非対称に広がった縦（LO）フォノンスペクトル、高エネルギー側にくぼみまたは反共振（両方も Fano 線形状の特性）、広がりナノ結晶サイズ及びラマン励起波長の両方に依存、Fano 線形状はキャリアのバンド内光励起によって密集するようになる連続電子状態の光学フォノン応答の干渉の結果であることを提示、非対称性は粒子サイズの減少に伴いまた所定の粒子サイズに対する励起エネルギーの増加に伴って進展する増強を示す、これらの結果は強く閉じ込められた Si ナノ結晶内のキャリアエネルギー緩和チャネルを潜在的に制御するために重要な意味を持つ、再生可能エネルギー研究所（NREL）

Quantum Confined Electron-Phonon Interaction in Silicon Nanocrystals

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl503671n>

### Fe-Cr-Al を含有する酸化物半導体に潜在的な太陽光水分解能力

反応性マグネトロン同時スパッタリングにより Fe-Cr-Al-O の高スループット薄膜材料ライブラリを得た、組成および構造的特性を自動 EDX および XRD で分析、自動光走査液滴セルを利用してライブラリの 289 組成物の光電気化学測定（電気化学的安定性、動電位光電流、光電流分光法を含む）、二つの半導体組成物（n 型半導体： $\text{Fe}_{51}\text{Cr}_{47}\text{Al}_2\text{O}_x$ 、p 型半導体： $\text{Fe}_{36.5}\text{Cr}_{55.5}\text{Al}_8\text{O}_x$ ）の光電流開始および開回路電位が水の分解のために好都合、カソード光電流は開路電位 0.85V を示す p 型材料の場合に 1.0V で観察、n 型材料は 0.75V で光電流の発生および開路電位 0.6V、p 型材料のバンドギャップは 1.55eV、n 型材料のバンドギャップは 1.97eV、ルール大学ボーフム、ワイオミング大学

Fe-Cr-Al Containing Oxide Semiconductors as Potential Solar Water Splitting Materials

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/am508946e>

## 負の容量の検出

負の容量の検出とその使用についての Nature Materials の記事、記事で3人の著者は負の容量の概念とそれを検出した細部について記述、負の容量はこれまで強誘電体材料で理論的に唯一予測されている、特定の臨界電圧に達したときに強誘電体は分極を切り替える、材料の表面に結合した巨大な突然の電荷蓄積を引き起こすため、電極間に抵抗を入れ外部電圧によって供給される電荷を遅くすると電荷が増加している間に強誘電体両端の電圧の低下を検出できる、その結果静電容量（電荷 / 電圧）が負の値をもつ、超高効率トランジスタへの応用を議論しているが強誘電体は半導体と接触して配置された場合に出現する多くの微妙な問題が存在するためコンセプトの証拠と実用的なデバイスに大きな距離が存在

Negative capacitance detected

<http://phys.org/news/2015-02-negative-capacitance.html>

## オーストラリアのスタートアップ企業キャバリア、完全に疎水性のコットン100%のTシャツを作ることに世界で初めて成功

白いTシャツの古くからの課題を解決、汚れや液体をはじく蓮の葉に触発されたナノテクノロジーが組み込まれている、世界最大級のファッションブランドのいくつかの作業の経験を持つクリエイティブディレクターと共同設計、特許取得済みのファブリック・ナノテクノロジーは発がん性物質を含まず定期的な摩耗に完全に安全

Australian startup creates world's first 100% cotton hydrophobic T-Shirts

[http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=50850](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=50850)

## 新しいマイクロスケール太陽集光技術によって屋上で可能かもしれない超高効率太陽電池

集光型PVはPVのコストを下げるための方法を提供、しかし既存の実例は大規模でオープンな土地区域が必要、準静的な集光型太陽電池パネルを実証するためにプラスチック製の小型レンズアレイの対の間に埋め込まれた高効率マイクロセルPVを使用して別のアプローチを探究、設置土地面積あたりの固定マイクロトラッキング集光型太陽電池パネルのためのコサイン投影損失は従来のデュアル軸対応に改良されたグラウンド・カバレッジにより最終的に相殺、毎日のエネルギー出力で~1.9倍の増加を可能に、ペンシルバニア州立大学、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校

Wide-angle planar microtracking for quasi-static microcell concentrating photovoltaics

<http://www.nature.com/ncomms/2015/150205/ncomms7223/full/ncomms7223.html>

## SKハイニックスが東芝とナノインプリントを共同開発

ナノインプリントリソグラフィ (NIL) 技術で15nmプロセス以降の実現を目指す、2015年4月から東芝の横浜事業所でNILプロセスの要素技術の共同開発を開始、2017年の実用化を目指す、3D NAND型フラッシュメモリなどにも応用可能

SK hynix, Toshiba to jointly develop chip tech

[http://www.koreatimes.co.kr/www/news/tech/2015/02/133\\_173076.html](http://www.koreatimes.co.kr/www/news/tech/2015/02/133_173076.html)

補足:ナノインプリントリソグラフィ (NIL) は、回路パターンが掘られた型をウエハ上のフォトレジストに直接押し当てて転写する。光を使うフォトリソグラフィと比べて、今後の微細化ではより有力な手法になると期待されている。参考:東芝は2014年3月に、NANDフラッシュ技術を不正に取得/使用したとして、SKハイニックスに対し民事裁判を提起。同年12月に和解した。東芝は和解を機に新たな協業関係を築くべく、DRAMの供給契約やNIL技術の共同開発について合意したと発表していた。

## STマイクロエレクトロニクス、次世代光MEMSの開発で欧州の研究プロジェクトを牽引

STマイクロエレクトロニクス (NYSE:STM) は2013年に始まった次世代アプリケーションを可能にする技術研究プロジェクトLab4MEMSの拡張プロジェクト「Lab4MEMS II」を主導すると発表、Lab4MEMS IIではMEMSとマイクロ光学を融合させた、超小型光学電子機械システム (MOEMS) の研究に取り組む、機械・光学・電気システムを組み合わせ光信号の検出・制御を行うシステム、Lab4MEMS IIのパイロット・ラインはSTの200mmウエハ製造設備 (イタリア、アグラテ工場) を拡張すると同時に光学技術を追加する予定、科学的技術とシリコン上に作製されるスマートマイクロ/ナノシステムの幅広い設計・製造能力の組み合わせ、300mmウエハへ移行した場合の潜在的利益とその影響についても評価、Lab4MEMS IIは欧州9カ国の企業・学術機関・研究機関 (20団体) で構成、2600万ユーロ規模のプロジェクト

STMicroelectronics Leads European Research Project to Develop Next-Generation Optical MEMS

<http://postproduction.digitalmedianet.com/article/STMicroelectronics-Leads-European-Research-Project-to-Develop-Next-Generation-Optical-MEMS-3735617>

補足:STマイクロエレクトロニクスは約1000件のMEMS関連特許、80億個以上のMEMSデバイスの出荷実績、さらには1日当たり400万個超の自社生産能力を有する。

## シリカシェルで貴金属ナノ粒子を簡単に効果的な方法でコーティング

官能化シリカシェルで銀・金・白金ナノ粒子を室温でコーティングするための簡単に効果的なプロセスを A\*STAR によって開発、シリカ被覆貴金属ナノ粒子を製造する従来の方法と異なり水をベースにしており費用対効果が高く環境に優しい製造法、シリカで被覆された貴金属ナノ粒子に触媒として大きな関心、シラン前駆体を用いて製造されるが一般的に水に不溶なため前駆体の加水分解を促進するために水にアルコールを添加する必要がある（製造コストが増加し少ないグリーンプロセス）、A\*STAR 研究所が率いる研究チームがシリカ被覆貴金属ナノ粒子を製造するためのアルコールを含まない方法を考案、一般的に使用される前駆体テトラ ( $\text{Si}(\text{OCH}_3)_4$ ) を用いてメトキシ基 ( $\text{O}-\text{CH}_3$ ) の代わりに極性基（メルカプトプロピル）を利用（水溶性の前駆体が得られる）、前駆体を金属ナノ粒子の表面に直接結合できるようにチオール基 ( $-\text{SH}$ ) で官能化、シェルの厚さは容易に数十 nm までコーティング時間で制御可能

Coating noble metal nanoparticles with silica

<http://phys.org/news/2015-02-coating-noble-metal-nanoparticles-silica.html>

## Indian power firm to develop 4.2GW renewable energy park

[http://www.pv-tech.org/news/indian\\_power\\_firm\\_to\\_develop\\_4.2gw\\_renewable\\_energy\\_park](http://www.pv-tech.org/news/indian_power_firm_to_develop_4.2gw_renewable_energy_park)

## A nanoscale solution to the big problem of overheating in microelectronic devices

[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2015-02/uosc-ans020515.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-02/uosc-ans020515.php)

## STATEMENT FROM SECRETARY MONIZ ON THE NATIONAL SECURITY STRATEGY

<http://www.energy.gov/articles/statement-secretary-moniz-national-security-strategy>

## 1.5 nm Metrology Extends Moore's Law

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325587&](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325587&)

## 人間活動が熱帯降雨帯を移動させた可能性

産業革命以降のエアロゾル放出が熱帯降雨帯を中米南部に移動させたことを示唆、Harriet Ridley らはベリーズのヨクバルム洞窟で得られた石筍の地球化学的性質を用いて

西暦 1550 ~ 2006 年の降雨強度を再現、ベリーズ南部で 1800 年代後半から始まる長期の乾季の傾向を見つけた、産業革命に引き続く北半球のエアロゾル放出増加と一致、明瞭な乾季の時期が大気中に大量のエアロゾルを放出した北半球の大規模火山噴火直後に起きていることが示す、「この変化は、エアロゾル放出が南半球と相対的に北半球の温暖化速度を減少させ、（熱帯）降雨（帯）を南に移動させているという仮説を支持するものである」（Jud Partin 氏）、ダラム大学、ニューメキシコ大学、スイス連邦工科大学、パーク大学

Aerosol forcing of the position of the intertropical convergence zone since ad 1550

<http://www.nature.com/ngen/journal/vaop/ncurrent/full/ngeo2353.html>

## Solar investment to remain strong in the face of falling oil prices

[http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/report--solar-investment-to-remain-strong-in-the-face-of-falling-oil-prices\\_100018197/#axzz3RmgFBAjn](http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/report--solar-investment-to-remain-strong-in-the-face-of-falling-oil-prices_100018197/#axzz3RmgFBAjn)

## アップル社、太陽光発電所の 25 年間買電契約に 8 億 4800 万ドルを決定

アップル社は First Solar 社の米国カリフォルニア州モンテレー郡にあるカリフォルニアフラッツ発電プロジェクトから 25 年間買電契約（PPA）で電力を購入、アップル社は 8 億 4800 万ドルを電力購入に充当、アップル社にとって 4 件目の PV プロジェクト、カリフォルニアフラッツ発電プロジェクトは 2900 エーカーを予定、完成は 2016 年、アップル社以外に電力会社 Pacific Gas and Electric (PG&E) が電力を購入

First Solar and Apple Strike Industry's Largest Commercial Power Deal

<http://investor.firstsolar.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=895716>

## ソウル大学、世界最小のナノバブルの特性を観察

ナノスケールの気泡は液体の中で長いものでは数カ月にもわたり消えずに存在、グラフェンで作った液体セルを利用して数 nm の非常に小さい気泡の生成・成長・消滅の過程を初めて観察することに成功、超高真空電子顕微鏡内でナノ気泡をリアルタイムで観察、二つのナノバブルが合わさって成長する際に相対的に小さなナノバブルが大きなナノバブルに吸収されるオストワルド熟成現象を初めて観察（オストワルド熟成はこれまで固体や液体の粒子が成長する際に現れる現象と考えられてきた）、自然界の液体中の気体発生と伝達の現象に関する研究や潜水病などの疾病の原因

究明と治療などに役立つものと期待

Growth dynamics and gas transport mechanism of nanobubbles in graphene liquid cells

<http://www.nature.com/ncomms/2015/150202/ncomms7068/abs/ncomms7068.html>

### 二硫化モリブデンを必要な位置に単一層で合成

酸化モリブデンを基板に配列して拡散促進剤を蒸着、単一層の二硫化モリブデン膜を必要な位置に合成する技術を開発、良質な物質を必要な位置に合成することが可能な方法を提示したことに意義、ペンシルベニア大学、基礎科学研究所 (IBS)

Seeded growth of highly crystalline molybdenum disulphide monolayers at controlled locations

<http://www.nature.com/ncomms/2015/150128/ncomms7128/full/ncomms7128.html>

補足：二硫化モリブデンは次世代ナノ素材として注目されている物質。エネルギーバンドギャップがあり半導体特性がすぐれる。太陽電池、フレキシブルディスプレイ、透明電子素子など多様な光電子素子の領域に応用されるものと期待されている。二硫化モリブデンの作成法としてこれまで二つの技術がある。金属を薄膜の形に蒸着したのち硫黄を添加して合成する方法（物質拡散の制限が難点）と金属酸化物である酸化モリブデンと固体の状態である硫黄を同時に気化させて基板に蒸着する方法（良質の膜を形成できるが必要な位置に合成することができない欠点）。

### Obama Seeks \$2B in Private Funds to Push Early Cleantech Across the 'Valley of Death'

<http://www.greentechmedia.com/articles/read/obama-looks-to-raise-2b-in-private-funds-to-push-early-cleantech-across-the>

### The future of electronics -- now in 2-D

[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2015-02/osu-tfo021215.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-02/osu-tfo021215.php)

カーボンナノ粒子が酸化防止剤として機能することを発見  
検討した親水性炭素クラスターは活性酸素種（スーパーオキシドなど）を変換するために酸化窒素のような良いフリーラジカルに影響を与えることなく単一部位酵素を最も自然に速く生じるように機能することができる、外傷性脳損傷・脳卒中・自己免疫疾患および神経障害のような病状を処置するために重要、ライス大学、テキサス大学ヒューストンメディカルスクール

Highly efficient conversion of superoxide to oxygen using

hydrophilic carbon clusters

<http://www.pnas.org/content/early/2015/02/03/1417047112.abstract>

### Statement from Secretary Moniz on Dr. Fatih Birol's Confirmation as Executive Director of the International Energy Agency

<http://www.energy.gov/articles/statement-secretary-moniz-dr-fatih-birols-confirmation-executive-director-international>

### Heterogeneous, Three-Dimensional Texturing of Graphene

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl504612y>

### Review of Nanomaterials in Dentistry: Interactions with the Oral Microenvironment, Clinical Applications, Hazards, and Benefits

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn505015e>

### Direct Writing of Half-Meter Long CNT Based Fiber for Flexible Electronics

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl504150a>

### Effective polysilicon capacity dampens downstream solar demand forecasts

[http://www.pv-tech.org/news/effective\\_polysilicon\\_capacity\\_dampens\\_downstream\\_solar\\_demand\\_forecasts](http://www.pv-tech.org/news/effective_polysilicon_capacity_dampens_downstream_solar_demand_forecasts)

### 高いエネルギー密度と出力を維持できるスーパーキャパシタを開発

CNT・グラフェン立体構造で高いエネルギー密度と出力確保、CNTとグラフェンから成るビルの形をしたスーパーキャパシタ、CNTをグラフェンの間に垂直に配列してイオンが出入りできるよう気孔を設け最大限広い表面がイオンを吸着できるよう3D構造として設計、3D構造はイオンを貯蔵する際にイオンが移動する経路を提供し同時にCNTとグラフェンの広い表面積を利用して電荷を吸着し電荷貯蔵を最大化する役割を果たす、高い密度（1.06g/cm<sup>3</sup>）をもち体積当り最大出力密度 424kW/L で最大エネルギー密度 117.2Wh/L（または最大出力密度 400kW/kg で最大エネルギー密度 110.6Wh/kg）を確認、電気自動車の実用化に役立つ、IBS

Carbon Nanotube-Bridged Graphene 3D Building Blocks

for Ultrafast Compact Supercapacitors.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25643138>

### **Nuclear reactor now delayed until 2025**

<http://www.iol.co.za/business/news/nuclear-reactor-now-delayed-until-2025-1.1817659#.VOLWzjr9mUI>

### **ムーアの法則、22nm 以降は難しいと半導体業界リーダーの考え**

オランダのKPMGが半導体業界のビジネスリーダーを対象に調査、ムーアの法則は存続すると予想しているのは回答者の1/4、半数以上が22nmプロセス以降の存続は難しいと考えている、さらに16%はムーアの法則は既に終えんを迎えていると回答、今後3年間で業界が直面する最も大きな課題として研究開発費の増大、半導体業界のリーダーの2/3は2015年もメーカーの統合や買収が進むと予測

Moore's Law Chips Confidence

[http://www.eetimes.com/author.asp?section\\_id=36&doc\\_id=1325641](http://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1325641)

### **Ghent University and imec demonstrate interaction between light and sound in nanoscale waveguide: Silicon photonics enables extreme light-matter interaction**

[http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story\\_id=50924](http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=50924)

### **Nanopatterned Textile-Based Wearable Triboelectric Nanogenerator**

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn507221f>

### **Integration of lead-free ferroelectric on HfO<sub>2</sub>/Si (100) for high performance non-volatile memory applications**

<http://www.nature.com/srep/2015/150216/srep08494/full/srep08494.html>

### **Nanotubes May Self-Organize into Synthetic Life**

[http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1325675&](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325675&)



## MEMS 関連情報

東北大学原子分子材料科学高等研究機構教授江刺正喜氏ご提供の MEMS 関連情報をお届けします。

### ◆ イベント、講演会のお知らせ ◆

#### 1. 第 8 回「科学と社会」意見交換・交流会

日時：2015 年 3 月 7 日（土）16:00～18:30  
場所：宮城県仙台市青葉区北目町 4-7 HSG ビル 3 階「Five Bridge」（東北大学片平キャンパス真裏のビル）  
【プログラム概要】

第 1 部（16:00～16:20） ゲストによる講演会  
ゲスト：江刺正喜（東北大学 WPI-AIMR 教授）  
第 2 部（16:30～18:30） ゲストを交えた意見交換・交流会

<https://science-community.jp/?p=1192>

#### 2. Smart Systems Integration

日時：2015 年 3 月 11 日（水）～12 日（木）  
場所：Copenhagen, Denmark  
詳細：[www.Smartsystemsintegration.com](http://www.Smartsystemsintegration.com)

#### 3. 第 6 回 国際ナノ・マイクロアプリケーションコンテスト (iCAN'15) 国内予選会（試作の成果発表）

日時：2015 年 4 月 16 日（木）  
場所：せんだいメディアテーク  
<http://www.smt.jp/info/sitemap/>  
主催：MEMS パークコンソーシアム、東北大学マイクロシステム融合研究開発センター (μSIC)  
共催：東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (AIMR)  
【概要】MEMS デバイスを用いたアプリケーションを提案し、試作した成果を競う国際コンテストです。対象は高校生、高専生、専門学校生、大学生、大学院生のチームです。

世界各国・地域で予選を行い、2015 年 6 月に米国で本選を行います。

【詳細】<http://www.rdceim.tohoku.ac.jp/iCAN15/>

世界大会：2015 年 6 月 21～25 日 米国アラスカ州アンカレッジにて開催

問合先：iCAN'15 日本事務局（東北大学マイクロシステム融合研究開発センター）Tel:022-229-4113、E-mail：[ican15.japan@mems.mech.tohoku.ac.jp](mailto:ican15.japan@mems.mech.tohoku.ac.jp)

### ◆ その他のご案内 ◆

#### 1. ポスドク募集

ERATO 百生プロジェクトで微細加工の仕事に携わる日本人のポスドクを募集します。場所は東北大学西澤センターと、ドイツカールスルーエ KFK です。関心をお持ちの方がおられましたら、江刺 ([esashi@mems.mech.tohoku.ac.jp](mailto:esashi@mems.mech.tohoku.ac.jp)) までご連絡ください。

#### 2. Microsystems & Nanoengineering (Nature Publishing Group) への投稿のお誘い

2015 年に始まる新しいジャーナルのご案内です。下のサイトを参照のうえ、ぜひご投稿ください。

<http://www.nature.com/micronano/>

<http://mts-micronano.nature.com/>

## バイオミメティクス研究会より

高分子学会バイオミメティクス研究会より、研究会等イベントのご案内、関連書籍のご案内、注目トピックなどをお届けします。

### ◆ イベント、講演会のご案内 ◆

#### 1. 日本化学会第 95 春季年会

アドバンスト・テクノロジー・プログラム (ATP)

##### T2. 話題の技術～実用化のカギを握る新材料～

##### B. 做うーバイオミメティクスと新材料

日時：2015 年 3 月 26 日 (木)、27 日 (金)

会場：日本大学 理工学部船橋キャンパス/薬学部

趣旨：バイオミメティクスの現代的な意義は、生物の進化適応の背景にある「生き残り戦略」の“パラダイム(規範)”を見だし、「自己組織化」を含むモノづくりプロセスの革新を図ることで、持続可能性に寄与することです。バイオミメティクスは、“ビッグデータ”でもある生物多様性を原資としており、“生物学と工学を情報で結ぶ”異分野連携に基づく総合的な取り組みが不可欠です。さらに、バイオミメティクスの国際標準化が具体化するなか、国際連携、地域連携、産学連携、博物館連携など多様な連携に軸足を置き、新ビジネス創出の求心力となる“場”であるオープンイノベーション・プラットフォームが求められます。“総花的なトピックス”と思われるバイオミメティクスを総合的工学体系として構築するために議論の場を持ちます。

<http://www.csj.jp/nenkai/95haru/5-1.html#atp2B>

#### 2. 第 32 回エアロ・アクアバイオメカニズム学会

##### 定例講演会

日時：2015 年 3 月 23 日 (月) 12:30 ~ 18:20 (予定)

会場：東京電機大学 東京千住キャンパス 百周年記念ホー

ル (東京都足立区千住旭町 5 番)

主催：エアロ・アクアバイオメカニズム学会事務局

<http://www.abmech.org/>

#### 3. バイオミメティクス市民セミナー (第 39 回)

##### 「海洋生物とバイオミメティクス」

日時：2015 年 3 月 7 日 (土) 13:30 ~

会場：北海道大学総合博物館 知の交流コーナー

主催：北海道大学総合博物館

共催：科学研究費新学術領域「生物規範工学」

協賛：高分子学会北海道支部、千歳科学技術大学バイオミメティクス研究センター

講師：椿玲未 ((独) 海洋研究開発機構 ポストドクトラル研究員)

セミナー概要：地球表面の約七割は海によって占められており、そこには実に多様な生物が生息しています。一口に海と言っても、場所によって地形や水深、潮流などの環境は全く異なります。海洋生物はそれぞれの環境に適応していく過程でさまざまな機能を獲得し、多様化を遂げてきました。さらに、食う一食われるの関係に代表される生物同士の相互作用も生物の多様化を促す原動力となりました。本セミナーでは、まず海洋生物と環境との関わりを、次に海洋生物の持つさまざまな優れた機能を紹介し、海の生物ならではの機能に学ぶバイオミメティクスの可能性を議論したいと思います。

<http://www.museum.hokudai.ac.jp/event/article/299/>

---

## ソフトマテリアル研究 in AIST

産業技術総合研究所ソフトマテリアル分科会メンバーの研究を5回にわたって紹介します。

# ソフトマテリアル研究への雑感と動的機能創製の取組例

産業技術総合研究所 ナノシステム研究部門 ソフトメカニクス研究 大園拓哉

ソフトマテリアルは、直訳すると例えば“柔軟な材料”となるが、一般の材料の基礎学理および工学の研究の広い分野においては、どのように位置づけられるであろうか。材料研究の分類の仕方は多様であるが、一つには材料の元素種等での分類（鉄鋼、ケイ素、ポリマー等）で分ける原料供給元を意識したもの、また一方で利用方法よっての分類（構造材料、電子材料等の機能材料）もある。ウィキペディアにおいてソフトマテリアル（ソフトマター）は、“高分子、液晶、コロイド（エマルション 例：乳液、乳剤、ゾルなど）、生体膜、生体分子（蛋白質、DNA など）などの柔らかい物質の総称。これらの物質では、当該物質を構成する単位が複雑な形、構造を持ち、その内部自由度も大きいことが特徴”と紹介されており、これを是とすると、ソフトマテリアルは材料の性質や（広く意味をとれば）機能に着目した表現となる。従って、ソフトマテリアルは、主に原料としては、軽元素からなる炭化水素等が多いものの、コロイド粒子などを含めると、原料種にはよらない分類、すなわち機能材料の一つと分類されることになる。ここで、機能材料は、主に産業的に求められる多様なニーズに対応する機能を有する材料となるが、その研究開発においては、以下の様なアプローチが考えられる。一つには、必要とされる機能を見据え、その実現のために既存の多様な材料についてその利用可能性を検討し、材料（とその使いこなし

技術）を絞り込んでゆくバックキャスト型があり、一方で、材料自身の独特な特徴から新機能や革新的な機能進歩を先導してゆくボトムアップ型もある。実際は、両者の中間のケースが多いだろう（しかし、主に後者は予期できない学術的な要素も多く、特に民間では研究開発投資判断が難しくなり、積極的に行われず、セレンディピティに寄るところが大きいように感じる）。ソフトマテリアルの研究開発の代表的成功事例として、液晶の電気光学効果を用いたディスプレイがあるが、このような革新的な技術進歩の成立には、後者の学術的にも新しいシーズによる先導が必須条件となるように思う。ソフトマテリアルの研究開発分野は、そのようなシーズを提供すべく、他の成熟しつつある硬い材料とは異なり、生物機能にも通じる多様な未開拓な現象（柔軟な動き、相変化、非線形性、自己修復性、自己組織化性等）を、例えニッチでも、その高付加価値化によって市場が見える産業応用へ向けて、取り出せるソースとして一層意識して活用すべきではないか（その研究開発推進において、既に上記現象を使いこなしている生物自然に学ぶバイオミメティクスの考え方や、産業応用への道筋を具体的にイメージすること等も重要になると思われる）。そのようなシーズを目指したアプローチとして、以下では筆者の基礎的な研究、「リンクル（しわ）という表面凹凸構造の構造可変性という特徴から複数の動的機能を取り出

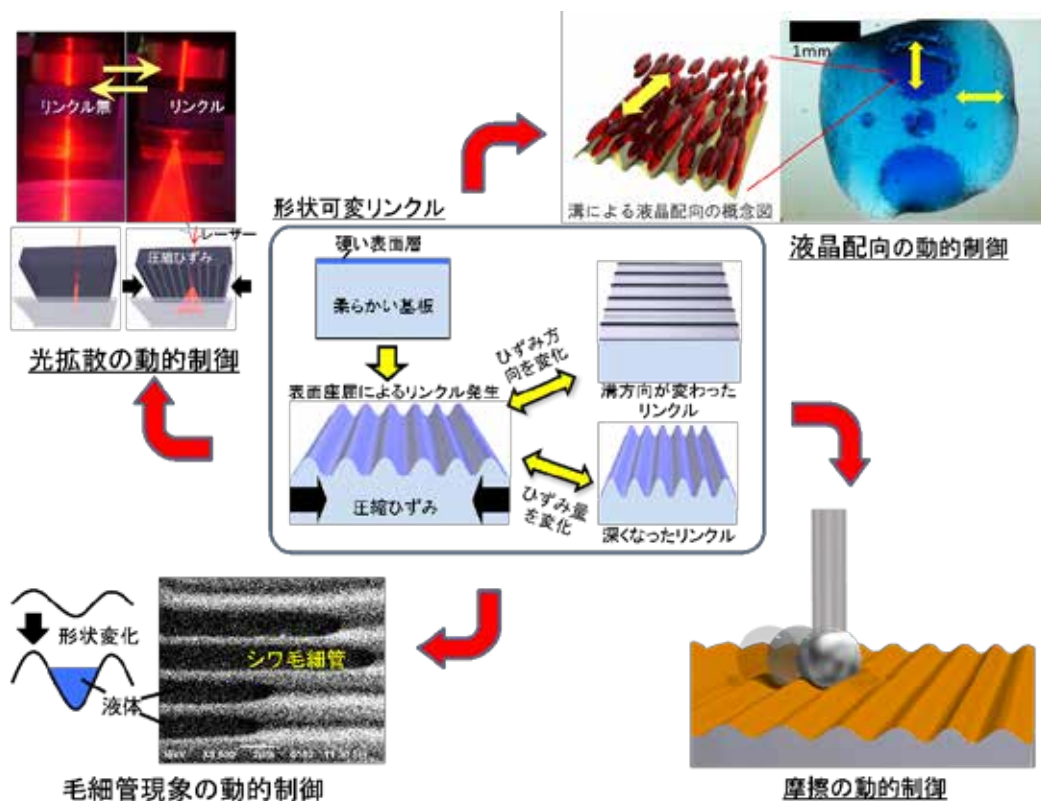


図 リンクル（しわ）構造の可変性から引き出す動的機能の例

す」例を極簡単に紹介する。

リンクル構造とは、柔軟で平坦な基板上に作成された比較的硬い表面薄膜の非破壊的な座屈 (buckling) により発生する表面凹凸構造である [1]。この座屈は弾性力学における非線形変形現象の一つであり、ここでは表面薄膜の面内方向に加えられた圧縮ひずみにより誘発される。その凹凸構造は、サイン波状の滑らかな断面形状を示し、用いる材料の力学特性 (ヤング率等) や表面薄膜の厚みなどに応じた特定の周期を有する。結果としてその表面は凹凸の2次元ストライプパターンを呈する。この周期長はサブ  $\mu\text{m}$  領域でも容易に調整でき、また試料一面にリンクルが自発形成される特徴がある。この構造の理解と応用を目指し、周期以外にも、“凹凸の深さ” やその“凹凸構造の面内異方性” 等の構造の制御に関して研究が進む。それらは、座屈を誘起する面内圧縮ひずみの“大きさ” と“面内異方性” に、それぞれ係わることが分かってきた。筆者等は、この構造

を律する圧縮ひずみが、実験的に容易に可変である点に注目し、凹凸の深さやストライプ方向の異方性の可変性を明らかにしてきた (図) [1,2]。この可変性は、用いている材料が高弾性体であることや表面膜が薄いことに起因しており、このリンクル構造は界面であり、材料そのものではないが、ソフトマターの性質 (構造の自由度が高い) を有していると言える。

この周期的凹凸構造であるリンクルは、多様な現象の物理的境界条件として利用することで、機能が引き出せる。特にこの形状可変性を通じて、その境界条件を変えることができ、以下のように、物理現象の状態制御を可能とし、動的機能を付与できる (図)。①光拡散現象：光の波長より十分大きい周期を有するリンクルでは、その表面にて透過・反射する光は幾何光学的に拡散される [3]。よって、リンクルの深さを調節すると、光拡散の程度が制御でき、光学素子、調光部材、ひずみセンサ等に利用できる。②液体毛

管現象：リンクルの溝をオープンな毛細管とみなすと、溝に液体が浸透する毛細管現象の発生条件は溝断面のアスペクト比に関係するので、リンクルの深さによって毛管現象を制御でき、無電源ポンプ、液体保持調節界面、液体微細パターンニング技術等に応用できる [4]。③液晶配向現象：ネマチック液晶は表面凹凸構造の異方性に応じて配向するので、リンクルの溝方向の異方性を変化させることで、液晶配向を可逆的に変えられ、書き換え可能な表示媒体等へ利用できる [5]。④摩擦現象：摩擦力は表面の形状に依存して変わるため、リンクルの形状変化で摩擦力や摩擦状態を調節でき、触感調節可能なパネル材や産業ロボットハンド等への適用が期待できる [6]。

以上のように、この形状可変なリンクル構造は、多様な現象に対する可変な物理的境界条件として、その状態を変化・調節するために利用でき、多様な応用に利用可能な動的機能を引き出すことのできる独特な系である。今後は、得られた動的機能をより具体的な産業出口に繋げていくと共に、これらの現象を元にして新たな科学的発見や応用も期待しつつ研究を進めたい。

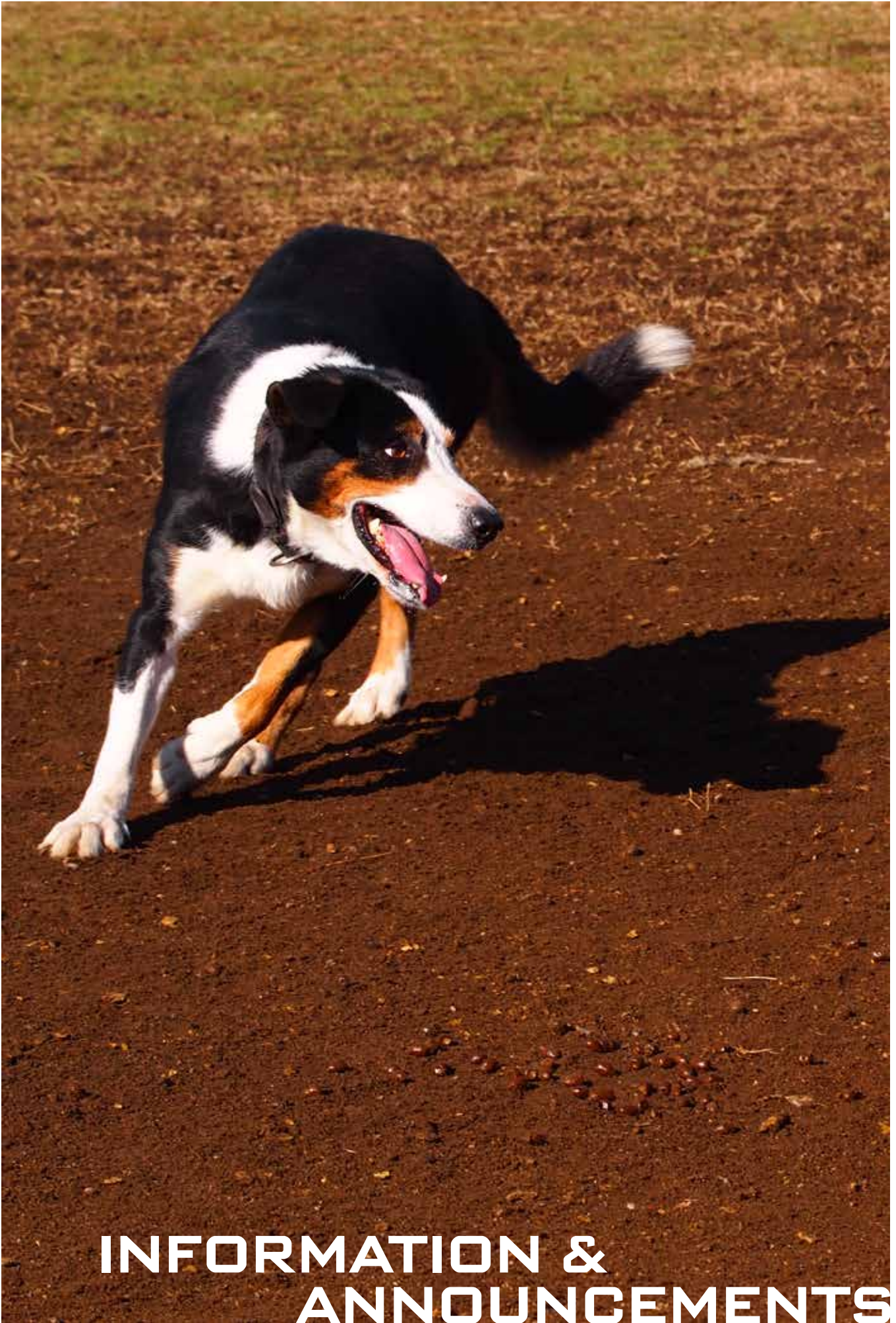
#### 謝辞

本稿研究内容に係る全ての共同研究者に感謝申し上げます。なお、本稿研究内容は、主に産総研交付金、科研費およびNEDO 助成等に基づき行われた。

**【本件問い合わせ先】 ohzono-takuya@aist.go.jp**

#### References :

- [1] T. Ohzono and H. Monobe : J. Colloid Interface Sci. 369 (2012) 1.
- [2] T. Ohzono and M. Shimomura : Phys. Rev. B 69 (2004) 132202.
- [3] T. Ohzono, K. Suzuki, T. Yamaguchi and N. Fukuda : Adv. Opt. Mater. 1 (2013) 374.
- [4] T. Ohzono, H. Monobe, K. Shiokawa, M. Fujiwara and Y. Shimizu : Soft Matter 5 (2009) 4658; 22) T. Ohzono and J. Fukuda : Nat. Commun. 3 (2012) 701; 26) T. Ohzono, T. Yamamoto and J. Fukuda : Nat. Commun. 5 (2014) 3735.
- [5] T. Ohzono, H. Monobe, R. Yamaguchi, Y. Shimizu and H. Yokoyama : Appl. Phys. Lett. 95 (2009) 014101.
- [6] K. Suzuki, Y. Hirai and T. Ohzono : ACS Appl. Mater. Interface 6 (2014) 10121.



**INFORMATION &  
ANNOUNCEMENTS**

# 平成 27 年度大阪大学ナノテク社会人教育プログラム受講生 2 次募集のご案内

募集期間：平成 27 年 3 月 2 日（月）～3 月 17 日（火）

## つくば地区公開サテライト教室の新規開設

場所：産総研つくば西事業所 TIA-nano 連携棟（西 -7E 棟）

大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センターでは平成 27 年度ナノテク社会人教育プログラムの受講生の 2 次募集を開始しております。ナノテク社会人教育プログラム夜間講義は TV 会議システムを通じて全国 10 カ所以上にライブ配信されておりますが、このたび TIA-nano 大学院連携 WG と連携して、その活動の一環として、つくばサテライト教室を産業技術総合研究所つくば西事業所にある TIA-nano 連携棟内に開設する運びとなりました。ここに、つくば教室にて受講を希望される方々を含めて、下記の要領で社会人受講生の 2 次募集（応募締切：3 月 17 日（火））をいたします。

1 年間の本プログラムは、平日夜間講義（週 1 回 3 時間）、スクーリング実習、土曜講座の討論・演習により構成されており、受講生の専門性にとらわれずナノ理工学の幅広い領域をカバーする知識を身につけて、社会性・国際性を視野に入れた未来のナノテク応用のデバイスやシステムのコンセプトデザインができる創造性豊かな人材を育てることを目標としております。これまでの 11 年間に 130 社余りの企業様からお越しの受講生のうち 800 名近くが所定の大学院単位を取得して修了認定を受けられており、この春には第 12 期生を迎えます。社会人教育プログラムのプログラム概要は以下をご覧ください。また、このプログラムを支える大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアムは産学連携の幅広い情報交流活動を行っております。社会人教育プログラムのご紹介は PEN2 月号にも掲載されておりますので、併せてご覧下さい。夜間講義の詳しい内容やコース編成、入学資格・手続き・受講料、また、コンソーシアムの特典・入会手続きなど、募集要項を含む詳しい内容については下記 URL にあるシラバスをご参照ください。

<http://www.sigma.es.osaka-u.ac.jp/pub/nano/>

## 大阪大学ナノテク社会人教育プログラムの概要

グローバル化を踏まえた日本の経済・産業の今後の持続的な発展を期するには、科学技術立国を支える科学技術の先進性の維持と迅速な産業展開、産学官のより緊密な戦略的連携が必須であり、また、その持続的発展を支える人材育成が大学・産業界共通の喫緊の課題となっております。このような要請に応えるべく、大阪大学では、各研究科、研究所、センターに跨る横断的ナノテク人材育成活動として、実社会でナノ分野に現在従事している、または将来従事することを志す企業の研究者、技術者を対象とする大学院レベルの講義と実習を組み合わせた 1 年間 9 単位分の「ナノテク社会人教育プログラム」を平成 16 年度より実施しています。本プログラムは国内唯一のナノ理工学人材育成のた

めのライブ遠隔講義を併用した広域的プログラムで、次の特色を備えています。

- 1) ①ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学（月曜日）、②ナノエレクトロニクス・ナノ材料学（火曜日）、③超分子・ナノバイオ学（水曜日）、④ナノ構造・機能計測解析学（木曜日）、さらに横断型コース⑤エネルギー・環境ナノ理工学、⑥ナノ機能化学の 6 つのコースから 1 コースを選択し、各コース 1 回 3 時間、年間 30 回の夜間講義を受講、
- 2) 大阪大学中之島センターをキー教室として、関東、中部、近畿圏等の 10 を超える大阪大学及び企業連携のサテライト教室を遠隔講義システムにより結んだ質疑応答がその場で行える双方向ライブ中継、



- 3) 理解を助ける講義資料の事前配信と資料ファイリングによる 30 テーマの有用知識の蓄積、
- 4) 他コースの一定数の講義と組み替えた各受講生の知識と要望に沿ったコース設定を可能とするテーラーメード教育、
- 5) 大学キャンパスを訪れ、スクーリングによる 3～5 日間のコース別少人数での最先端基礎実習をセンターナノサイエンスラボラトリーまたは協力研究室にて受講、
- 6) これからのナノ科学技術を応用したシステム・デバイスの国際社会への普及にとって不可欠な、ナノテクノロジーの社会普及・ナノリスク・国際標準化を含む社会受容問題とロードマップに基づき多様な要素科学技術を社会コンセプト志向で結びつける技術デザイン問題に受講生自らが討論と演習に参加する 8 日間の土曜集中講座、
- 7) 科目等履修生高度プログラムとして認定し、所定の単位を取得した履修生に対する大阪大学総長とナノサイエンスデザイン教育研究センター長の連名での修了認定証付与と大学院正規単位の付与、
- 8) 産学連携相互人材育成組織「大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアム」による教育内容の改善への助言と受講生への支援、コンソーシアム主催によるナノ理工学情報交流会・セミナーの開催、大学と複数企業を結ぶ長期展望研究テーマ勉強会開催

以上のような、多彩な内容から構成されています。また、社会人教育プログラムの充実発展と履修生支援のために、(社)大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアムが設立されており、産学連携相互人材育成を目指して、これまでに 42 社の企業関係各位のコンソーシアムへの積極的ご参加と、本年度はプログラム受講生 75 名の派遣を頂戴しております。中小企業枠も設定し、1 名からのご参加の便宜を図っております。今後、より多くの企業各位のコンソーシアムへのご参加と、多数の社会人履修生の積極的な受講が実現され、21 世紀をグローバルな視点で勝ち抜く人材を育てることにより、我が国のものづくり産業を主体とした科学技術・産業の持続的発展に貢献する所存です。

本プログラムにご関心をお持ち下さる各種企業の研究者・技術者、研究企画担当者など、多数の方々に受講いただけますようお願い申し上げます。

#### ◆ プログラムへの申し込みについて ◆

本プログラムへの応募手続き、費用の支払い方法を含めた本プログラムの詳細については、ご遠慮なく下記宛お問い合わせ下さい。

連絡先：大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センター プログラム事務局  
〒 560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3  
E-mail: nano-program@insd.osaka-u.ac.jp  
Tel: 06-6850-63

## 講演会・イベントのご案内

イベント案内への掲載を希望される方は nano-pen-ml@aist.go.jp までご連絡ください。

### 化学生物総合管理学会・社会技術革新学会共催春季討論集会 (2015)

日時：2015年3月6日(金) 12:00～18:10  
場所：お茶の水女子大学 共通講義棟 1号館 304教室  
主催：化学生物総合管理学会、社会技術革新学会  
概要：「化学物質総合管理のあるべき姿と日本の現状」と、「グローバルな展開に求められる人材とマネジメント」の二つのテーマで講演と討論を行います。会員でなくとも参加できます。

<http://cbims.net/symposium-spring-2015.html>

### 福島大学うつくしまふくしま未来支援センター京都シンポジウム「ほんとの空が戻る日までー東日本大震災及び原発事故からの福島の闘いー」

日時：2015年3月8日(日) 12:00～17:20  
場所：立命館大学朱雀キャンパスホール  
主催：福島大学うつくしまふくしま未来支援センター  
概要：あの日から4年が経過しようとしています。長い月日が経過した今でも福島県では約12万4千人の避難者(うち県外避難者約4万7千人)が原発事故の収束と地元帰還の見通しがたたない中、放射線被ばく、雇用喪失、生活再建、食の安全、子育てへの不安が重くのしかかり、借り上げ住宅、仮設住宅といった厳しい環境の下で生活しています。そして、県民193万7千人が謂れなき風評と闘い

ながら日々生活しています。震災・原発事故で傷ついた東北は震災直後、関西から心強いメッセージ、そして支援をいただきました。それに感謝し、我々の経験そして想いを関西へ返す事により、減災意識を高める事ができればと考えます。そして歴史の繋がり強い京都で開催し、皆様に今一度福島のことを考え、福島に寄り添っていただく事を目的に開催するものです。

[http://www.fukushima-u.ac.jp/press/H26/pdf/73\\_03-2.pdf](http://www.fukushima-u.ac.jp/press/H26/pdf/73_03-2.pdf)

### 第1回 Nanotech CUPAL シンポジウム

#### ナノテク分野のキャリアアップ国際シンポジウム

日時：2015年3月9日(月) 10:00～  
場所：つくば国際会議場(茨城県つくば市竹園 2-20-3)  
主催：ナノテクキャリアアップアライアンス(Nanotech CUPAL)  
概要：Nanotech CUPALでは、つくばイノベーションアリーナナノテクノロジー拠点(TIA-nano)と京都大学ナノテクノロジーハブ拠点を中核に、新たな知の創成やイノベーションの創出を担う人材の育成を目指しています。本シンポジウムでは、ナノテク分野のキャリアアップについて各界より話題を提供いただき、参加者とともに議論します。シンポジウム後にはつくば市内の研究施設を見学するバスツアーを実施します。

<http://sympo.adthree.net/nano-cupal/>

## 「東京で学ぶ 京大の知」シリーズ 17 変動する社会と激変する自然災害

### 第 2 回「災害リスク・コミュニケーションの新しいかたち—想定を活かすために—」

日時：2015 年 3 月 12 日（木）18：30～20：00

場所：京都大学 東京オフィス（東京都港区港南 2-15-1 品川インターシティ A 棟 27 階）

主催：京都大学 東京オフィス

概要：近年、巨大地震、火山噴火、豪雨による水害と地盤災害など、多くの自然災害が発生し、その被害は甚大で被害地域に住む人々の今後の暮らしにも多大な影響をもたらしています。また、地域の過疎化、都市部への人口集中など、社会の変動に伴い自然災害による被害形態自体も変貌してきており、外力としての自然災害自体も、例えば温暖化により大きく変動してきていることが指摘されています。このような状況を踏まえ、最近発生した自然災害を解説するとともに、社会の変化に対応した備え、すなわち「防災」について、皆さまと一緒に考えてみたいと思います。

[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/social/events\\_news/office/syogai/syogai/events/2014/150326\\_1725.html](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/social/events_news/office/syogai/syogai/events/2014/150326_1725.html)

### 第 3 回国連防災世界会議&パブリック・フォーラム

会期：2015 年 3 月 14 日（土）～18 日（水）

場所：仙台国際センター（会議棟・展示棟）、仙台市博物館など

概要：国連防災世界会議は、国際的な防災戦略について議論する国連主催の会議です。第 3 回となる今回は、第 2 回会議で策定された「兵庫行動枠組」の後継枠組の策定が行われる予定です。東日本大震災の被災地である仙台市で本件会議を開催することは、被災地の復興を世界に発信するとともに、防災に関する日本の経験と知見を国際社会と共有し、国際貢献を行う重要な機会となります。会議期間中には一般に公開されるシンポジウムや展示など、防災・減災に関する 350 以上の催しが仙台市を中心に行われます。

<http://www.bosai-sendai.jp/>

### 第 4 回福島国際専門家会議「事故から 4 年 - 県民健康調査と福島県民の安全・安心」

日時：2015 年 3 月 15 日（日）9：00～18：00

場所：福島ビューホテル 西館 3 階 安達太良（福島県福島市太田町 13-37）

主催：福島県立医科大学

概要：本シンポジウムは、原子力発電所事故の発生からこれまでの 4 年間に実施された県民健康調査の結果を世界に

発信し、今後の展望について検討するとともに、福島県の原子力事故への対応や他国の防災の取り組み等の経験を共有することを目指しています。

<http://scienceportal.jst.go.jp/events/doc/150315.pdf>

### 米国国立科学財団（NSF）リサーチダイアログ シチズンサイエンス

日時：2015 年 3 月 16 日（月）17：00～19：00（開場 16：30）

場所：アメリカンセンター JAPAN ホール（東京都港区赤坂 1-1-14 NOF 溜池ビル 8 階）

主催：米国大使館

概要：シチズンサイエンスについて専門家を招いて討論し、合わせて海外でのシチズンサイエンスの実例を紹介します。

<http://scienceportal.jst.go.jp/events/doc/150316.pdf>

### 日本畜産学会第 119 回大会 公開講演会「原子力発電所事故に伴う放射性物質による環境汚染と家畜、野生動物の実態」

日時：2015 年 3 月 30 日（月）13：30～17：00

場所：宇都宮大学 大学会館多目的ホール

主催：（公）日本畜産学会

概要：人と関わりのある動物から見えてくる原子力発電所事故とその対応について、専門家より報告をいただき、参加の皆様と討論します。

<http://www.jsas-org.jp/news/2015/150121poster.pdf>

### 春の特別企画展「学ぼう自然災害」連動企画「富士は生きている～歴史に見る富士山の噴火～」

日時：2015 年 4 月 5 日（日）

場所：多摩六都科学館 科学学習室（東京都西東京市芝久保町 5-10-64）

主催：多摩六都科学館

概要：近年、富士山の噴火の可能性に注目が集まっています。長年防災の啓発活動に携わってきた伊藤和明氏をお招きし、富士山の噴火の歴史をたどり、もし今噴火が起きたら私たちの生活にどのような影響が起きるのかについてお話していただきます。応募は 3 月 23 日（月）まで。

<https://www.tamarokuto.or.jp/event/index.html?c=event&info=684&day=2015-04-05>

# Backstage

今号に登場した生き物や風景の撮影の裏側を紹介します。



国の天然記念物であるシマフクロウは北海道東部に約140羽が生息しているだけである。自然豊かな道東にあっても大型の猛禽が暮らす環境は年々悪化しているという。現在、環境省の支援も受けて、巣箱の設置や生息地の保全など地元で保護の取り組みが行われている。



ミミズを捕らえたジョウビタキの雄。ジョウビタキの主な餌は昆虫や蜘蛛などで、空中で器用に羽虫などを捕らえる。また、地上に降りて餌を探すことも多い。



春の訪れとともにハクチョウたちの北帰行が始まる。越冬中は家族単位で行動するオオハクチョウやコハクチョウも渡りの時には大きな群れを作る。春と秋の渡りの季節には北海道内の湖で羽を休める大きな群れを見ることができる。

---

## PEN 配信に関するお知らせ

PEN は、本第 60 号、Vol. 5, No. 12, March 2015 をもちまして、産総研ナノシステム研究部門ナノテクノロジー戦略オフィスからの配信を終了します。5 年間にわたりまして配信活動を支えていただきました購読者の皆様、ご寄稿いただきました皆様、外部編集委員の皆様に、心よりお礼を申し上げます。ありがとうございました。

来年度、4 月以降も引き続き関谷瑞木を編集長に PEN の配信を行います。安順花と阿多誠文は産総研を離れます。また産総研は来年度から組織改革を行い再出発しますので、PEN も小さく括り直して新しい組織から再出発することになります。しばらく時間がかかりますが、購読者の皆様のニーズに応えられるよう充実した紙面に育てていこうと思っています。今後とも是非ご購入いただきますよう、お願い申し上げます。

2015 年 3 月 5 日 **PEN** 関谷瑞木、安順花、阿多誠文

---

# PEN

## 購読のご案内

PEN は原則として月 1 回配信します。PEN への登録・配信は無料です。

PEN の継続的な購読をご希望の方は、

- ・お名前
- ・ご所属
- ・メールアドレス

をご記入の上、nano-pen-ml@aist.go.jp までご連絡ください。

PEN は皆さまとの情報共有を目的としています。お持ちの情報で共有すべきものがあれば、nano-pen-ml@aist.go.jp まで、ぜひお寄せ下さい。

\*ご購読の申し込みあたり、ご提供いただいた個人情報は産総研 個人情報保護方針（プライバシーポリシー）に基づき大切に管理し、PEN の運営と私達のイベントのご案内のみに使用させていただきます。



# PENGIN

リニューアルが完了しました。PEN バックナンバーや連載などがまとめて閲覧できます。

<http://www.pengin.ne.jp/>

# PEN

編集長 関谷瑞木  
編集委員 安順花  
発行責任者 阿多誠文

## 連絡先：

(独) 産業技術総合研究所  
ナノシステム研究部門  
〒305-8565 つくば市東 1-1-1  
産総研つくばセンター中央第 5  
2号館 2602 室  
Email : nano-pen-ml@aist.go.jp  
Tel : 029-860-5108

ポータルサイト：PENGIN  
<http://penguin.ne.jp>  
サイト管理 杉本まき子

## 外部編集委員

伊藤正  
李侗炯  
Charles-Anica Endo  
勝又麗香  
亀井信一  
下村政嗣  
Sirasak Tepakum  
宋清潭  
栃折早敏  
豊蔵信夫  
玉川惟正  
中村衣利  
山根秀信  
横山宏美  
森本元  
Ramjitti Indaraprasirt  
Christoph Schiller



## 編集後記

2010年4月の菜花（Nano花）号から始めたPENも、本日5年の区切りの第60号の発行を迎えた。内閣府の府省連携施策群のプロジェクトの一環として2007年に始めた「AIST TOKYO ナノテク情報」から数えると、8年に及ぶ情報共有活動になる。いろいろなことがあった。2011年3月コミミズク号は、配信を数時間後に控えて3.11東日本大震災に遭遇した。編集オフィスの壁を飾る60枚の表紙が、歳時記のようにその時々のお出来事を思い出させてくれる。

科学技術と社会の双方向コミュニケーションツールとして、PENが果たしていかなければならない役割は依然として大きい。この5年間のご支援に深謝しつつ、再出発するPENの活動を見守っていただければ幸甚である。

**PEN**

2015年3月5日