

# 科学技術 トピックス

以下は科学技術専門家ネットワークにおける専門調査員の投稿（5月号は2004年4月1日より5月7日まで）を中心に「科学技術トピックス」としてまとめたものです。センターにおいて、関連する複数の投稿をまとめ、また必要な情報を付加する等独自に編集するため、原則として投稿者の氏名は掲載いたしません。ただし、投稿をそのまま掲載する場合は、投稿者のご了解を得て、記名により掲載しています。

## ライフサイエンス分野

### ① 各生物種のゲノム解読プロジェクト情報を一元化したオンライン情報の提供が開始される

国際ラットゲノムコンソーシアムより、ラットゲノム情報、およびヒト、マウス、ラットの三者のゲノム比較などがNature誌上に発表（Vol.428, 493-521）されるなど、生物ゲノム解読ラッシュが続いている。

こうした状況を背景に、米国ヒトゲノム研究所は、英国ウェルカムトラストと共に推進している国際シーケンシング・コンソーシアム（ISC）が、大規模シーケンシング情報の研究者間などでの共有を促進するため、オンラインによるフリーアクセスのサービスの提供を開始したと2004年3月24日発表した（www.intlgenome.org）。

ここには、世界中で取り組まれている動物、植物とそれ以外の真核生物に関するゲノムのシーケンシングプロジェクトの最新情報が掲載されている。ウェブにアクセスすると誰でも、それぞれのプロジェクトで対象とされた生物種名、ゲノム解読を実施した研究グループ名（国名）、研究予算を支援した機関名などの情報を得ることができる。現在進行中のプロジェ

クトについては、ゲノム解読が終了すると見込まれる年月が記載されている。また、各プロジェクトのゲノム解読に用いた実験手法についての簡単な説明がある。さらにゲノム配列などの詳細かつ具体的な情報が知りたい場合は、リンクからそれぞれのプロジェクトのホームページにアクセスすることが可能である。

現在171のプロジェクトが掲載され、米国はその内の8割を占めている。この他、フランス、ドイツ、日本などの各ゲノム解読プロジェクトの情報も掲載されている。ヒト、マウス、チンパンジー、イヌなどのゲノム解読プロジェクトは一般にもよく知られているが、コウモリ、アルマジロ、オポッサム、ノブタ、ウマなどのゲノムプロジェクトも実施されていることがウェブ上からわかる。

ヒトゲノム解読プロジェクトの終了後においても、引き続き世界各国（特に米国）ではヒト以外の生物種に対するゲノム解読のプロジェクトが実施され、次々とゲノム解読の結果が報告されている。その多くが米国主導であり、生物ゲノム解読においても米国が力を入れていることがわかる。

（NIH News 2004年3月24日より）

### ② アルツハイマー病の早期診断プローブの開発

現在、アルツハイマー病の診断は、進行性の認知能力障害という臨床症状に依存している。病状の進行度を示す生理的指標は無く、決定的な治療方法は得られていない。

アルツハイマー病患者の死後に脳検体を調べると、ベータ・アミロイドという蛋白質の蓄積した老人斑が観察される。老人斑の形成した部位では神経細胞が脱落しており、これが患者に様々な認知能力の障害を引き起こす主因とされている。ベータ・アミロイド蛋白の沈着は、臨床症状の出現に先行して始まっており、沈着物の量は痴呆の進行度の良い指標になるとされている。しかし、これまで患者の生存中に、患部で沈着している同蛋白質を測定する方法は存在しなかった。

既存の色素分子の中で、老人斑を高感度で染色するものの一部が、試験管内でベータ・アミロイド蛋白の沈着を阻害する作用を示し、治療薬として期待された。しかし、人体に投与した薬物が、脳に到達するためには、血液脳関門という生体の防御機構を透過する必要があり、これらの色素はいずれも透過性を示さなかった。そこ

で、これらの色素分子を修飾した誘導体の開発と、その生理作用の研究が展開された。生体内で沈着したベータ・アミロイド蛋白に到達する誘導体が得られた場合、先ずはアミロイド沈着の早期診断に用い得る。生体内での検出手段を改良すれば、様々な治療の効果を正確に評価する事が出来、治療手段の開発を促進し得る。更に、このような誘導体を、アミロイド沈着の形成を阻害するように改変すれば、治療薬に直結すると期待される。

PET等の画像診断のプロープとして利用できる分子の条件は、①ベータ・アミロイド蛋白に高い親和性で結合し、②容易かつ安定に放射性同位元素標識され、③血液脳関門を透過して脳に到達し、④検査後迅速に体内から排出される事である。最近、日本のバイオベンチャー企業であるビーエフ研究所の開発した候補物質BF168は、アルツハイマー病のモデルマウスを用いた実験で、末梢血管から投与すると脳に達し、アミロイド沈着物に結合していることが示

された。他の物質に比べ、ヒト脳検体上でもアミロイド沈着物に対する結合の特異性が高く、マウスの実験では体内からの排出が迅速であるという利点を持っている。臨床応用に向けて、画像診断を下すに足る正確さでアミロイド沈着の進行度を反映するか否か、等といった点に関して更に検討が進められている。

(参考文献: the Journal of Neuroscience, Vol.24, 2335 - 2541, 2004)

## 情報通信分野

### ① 2003年度のチューリング賞アラン・ケイ氏に授与、コンピュータ利用の拡大に貢献

2003年度のチューリング賞は、アラン・ケイ (Alan Key) 氏が獲得したと報じられた。同氏は、コロラド大学で数学と生物学を専攻したのち、ユタ大学で電気工学の修士を終え、博士課程においてオブジェクト指向の考え方を導入した視覚的なインターフェースを持つパーソナルコンピュータの着想に至っている。

4月21日付けの発表によると、授賞では「Smalltalk」と呼ばれるプログラミング言語の開発を指揮した業績を評価している。開発は、1970年代の初頭に米国 Xerox 社の Palo Alto 研究所において行われた。

この言語は、「オブジェクト指向」というプログラムの設計思想にもとづいて、GUI (Graphical User Interface) の機能を導入したものである。この言語が、現在

のコンピュータの利用環境や日幅広く利用されている C++ や Java などのプログラミング言語、さらにソフトウェアの開発技法に与えた影響は大きい。

また、Smalltalk には、現在のコンピュータアプリケーションでは当たり前となっている視覚的な知的作業の環境 (authoring environment) が備わっていた。

さらに、ケイ氏は、コンピュータ技術の草創期に、「Dynabook<sup>(注1)</sup>」と呼ばれるパーソナルコンピュータのあるべき姿を提唱している。そのコンセプトは、本の大きさをもつコンピュータで人間の知的活動を幅広く支援するものとして描かれており、後のパーソナルコンピュータの発達に大きな影響を与えた。

これらの研究は、コンピュータを利用した演算処理の世界に「利用者を中心とする取り組み (“user-centered” approach to computing)」を初めて導入したのものとして評価されている。彼の名言の一つに、「“The best way to predict the future is to invent it.”

(注1) 「Dynabook」という名称は後に東芝に商標として譲渡され、同社のパソコンの製品名となっている。

(未来予測の最良の方法は、未来を創造することだ)」というのがある。

チューリング賞は、ACM (米国に本部を置く世界最大規模の計算機学会: Association for Computing Machinery) によって毎年計算機学発展に寄与した人物に与えられる。同賞は、計算機の原理を考案したチューリング (Alan M. Turing, 1912 - 1954) を讃えて設立され、1966年以來続けている。同賞受賞者系譜には計算機学上の巨人が名を連ね、同賞は「計算機分野のノーベル賞」と称されている。本誌の2004年4月号特集記事「計算機科学の研究動向と日本の課題—国際級学術賞から—」には、同賞についてのより詳しい記述がある。

## ナノテク・材料分野

### ① ホウ素を注入したダイヤモンドにおける超伝導性の発見

ダイヤモンドは炭素のみからなり、硬度が高い、熱伝導率が高い、高い電場に耐えられる絶縁体、などの特徴がある。また、ダイヤモンドは半導体としての特性も有しており、シリコンの場合と同じように価数の異なる元素を注入することによって半導体特性を制御し、電子デバイスを作製しようとする研究が盛んに行なわれている。特に、4 価のダイヤモンドに 3 価のホウ素を注入して半導体特

性を変化させようとする研究が数多く報告されている。

このほど、ロシア科学アカデミーと米国ロスアラモス国立研究所の研究グループは、高濃度のホウ素を含有するダイヤモンド結晶が超伝導体になることを報告した (E.A.Ekimov et al, Nature, 428, p.542 (2004))。この研究では、10 万気圧、2,500℃程度の高温高圧下で約 3%のホウ素を含有するダイヤモンド結晶を合成し、液体ヘリウム温度 (-269℃) で電気抵抗がゼロになることと、3.5T (テスラ) の臨界磁場 (超伝導性を保つことのできる磁場の大きさ) を確認した。他の多くの研究で行われ

ているホウ素の量に比べてかなり大量の注入量であることや、極めて高温高圧な条件の合成方法であることなどの特殊性はあるが、ダイヤモンドの新たな一面を見出した実験結果として注目されている。今後、他の合成方法による高濃度ホウ素注入ダイヤモンドで追試がなされるものと思われる。

また、報告者らは上記の論文で、ダイヤモンドと同じ結晶構造をもつシリコンやゲルマニウムも特殊な条件下では超伝導性を示す可能性についても言及しており、ダイヤモンド以外の研究にも影響を及ぼすと考えられる。

## エネルギー分野

### ① 固体高分子型燃料電池電解質膜の新たな開発動向

燃料電池の電解質膜は、水素から電気を取り出す化学反応を担い、電極と並び燃料電池の発電効率を決める中核部品である。最近、この電解質膜のうち炭化水素膜の性能改善が進んでいる。

現在、電解質膜の主流は効率に優れたフッ素膜 (米デュポン社の「ナフィオン」等) である。しかし、原料となるフッ素を原石から分離する工程や、膜に加工する工程が複雑で、一般に 1m<sup>2</sup> 当たり 5 万円以上と高価である。例えば 1 Kw モジュール、100cm<sup>2</sup> × 100 セルの燃料電池の場合、電解質膜のコストだけで 3 万円以上になる。燃料電池は、1 組の電池 (セル) を何枚も積み上げた構造になっており、電解質膜が安くなれば、

電池全体も大幅に安くできる。

炭化水素膜はフッ素膜より製造コストが大幅に安い、発電効率や寿命の点でフッ素膜に及ばない。低コストの炭化水素膜が実用化できれば、燃料電池の用途は家庭向け、自動車向け、さらには携帯機器向けと大幅に広がり、莫大な需要が期待できることから、この性能改善に向けた研究開発は、各方面で活発に取り組まれている。

今年 3 月、日立製作所は炭化水素系の電解質膜を用いて、これまでより 4~8 倍長い寿命となる 4,000 時間の連続運転を実現したと発表した。実用化の目安は、自動車向けで 5,000 時間、家庭用で 2 万時間とされており、この炭化水素膜は、実用化にかなり近づいたといえよう (ちなみに現在のフッ素膜の寿命は約 2 万時間)。また、耐熱性の指標である耐熱温度 (ガラス転移温度) も、炭化水素膜は 200℃ 以上と、120~150℃ の

(注 1) ベンゼン骨格主鎖を有した耐熱性、耐酸化性、耐薬品性の優れた高分子樹脂材料。

フッ素膜より高く、燃料電池作動温度を高く維持できるため反応を加速しやすい。さらに、電気を取り出す効率でも、膜の材料を改質することでフッ素膜と同等の水準を達成した。この炭化水素膜は、工業用の芳香族系エンジニアリングプラスチック (注 1) と同系統の高分子を基にしており、膜の中心部に芯がつくられ、膜を破れにくくする工夫が盛り込まれている。石油化学のプロセスで生産可能で、将来、フッ素膜が今より安くなったとしても、それよりさらに 1 ケタ安い価格を実現できるとみられる。

フッ素膜大手のデュポンも、並行して炭化水素膜の開発に乗り出している。日本企業でも、昨年

6月には東洋紡が炭化水素膜の開発を発表し、また、電解質膜の供給元は未公表ながら、2003年10月にはホンダが炭化水素膜を使った自動車用燃料電池を発表

している。

炭化水素膜の性能向上が着実に進み始めたことで、フッ素膜と炭化水素膜が二大勢力として電解質膜の主役を競う時代に入った。炭

化水素膜は、次代の燃料電池のキー技術として日本がリードしている分野であり、今後一層の性能向上、コスト低減に向けた研究開発の取り組みが期待される。

## 製造技術分野

### ①酸化チタン光触媒の被覆ガラスの特許権が確定—応用へ弾み

光触媒はナノテクノロジーの研究成果が実用化に結びついた技術の一つである。現在は、具体的な製造技術の開発に関心が集まっている。また、光触媒を応用した製品のほとんど全てが酸化チタンを用いている。その理由は、酸化チタンのもつ物理的および化学的安定性、無害無毒、原材料が廉価、という利点に因る（「科学技術動向」2002年12月号）。

こうした光触媒の応用に関する国内特許は約1,300件出願されているが、その多数を占めるのは、タイルやガラスの表面に酸化チタンの被膜を形成し、セルフクリーニング（汚れ防止）、空気浄化、水浄化、殺菌等の効果を狙うものである。特にガラス上への被膜形成は、窓ガラス、照明などに用いられると掃除を不要にする（あるいは回数を減らす）ためメンテナンスコストの大幅な削減をもたらし、また自動車用ガラスでは安全性向上につながるなど、近い将来大きな市場が期待される。技術的には、ガラスの透明性を維持しつつ、長期にわたって安定した効果を維持することが鍵となる。

（財）神奈川科学技術アカデミー（KAST）、日本曹達株式会社らは、共同出願していた酸化チタン光触媒を被覆したガラスの国内特許権

が2004年3月1日付けで確定したことを明らかにした（特許第3258023「酸化チタン光触媒構造体」）。この特許は、KASTの光機能変換材料プロジェクト（1995～1999）と日本曹達株式の共同研究による成果である。

酸化チタンには光が当たると汚れを分解する性質があるが、板ガラスに含まれるナトリウムイオンがこの光分解を妨げる問題があった。本特許は、板ガラスと酸化チタン層の間にナトリウムイオンの作用を妨げる層を設ける技術等を規定しており、ガラスへの酸化チタン被膜形成の際に基本的に必要となる技術と見なされている。2001年に設定登録されたが、その後5件の異議申し立てがあり、特許庁による審理が行なわれていた。欧米、中国、韓国など海外9カ国での特許については取得済みである。KASTは今回の特許権維持の確定を受けて、この技術を日本発のオリジナル技術と位置付け、特許権共有者を代表して、世界市場への製品供給を考える企業にライセンス供与していく予定である。

なお、酸化チタンの光触媒作用は、1967年に本多健一、藤嶋昭の両氏により発見された光による水の分解現象に端を発しているが、この両氏の功績に対しては、環境改善に大きな貢献のあった化学技術として本年4月22日に日本国際賞が贈られている。

### ②超臨界二酸化炭素処理による高浸透性木材への改質

木材はその温かな感触、美しい木目、落ち着いた色調で見る人に安らぎを与える天然材料として、建材、家具などに使われている。しかし、腐食、シロアリ被害、水や湿気による寸法縮む、割れるなどの弱点もある。その対策として、薬剤による防腐・防蟻処理や機能性付与のための化学加工処理が行われているが、そのためには薬剤が木材内部まで十分に拡散浸透する必要がある。しかし、木材中の薬剤浸透を阻害する物質が薬剤の浸透経路を塞ぎ、十分な拡散浸透を阻害する一因となっていることが考えられる。

（独）森林総合研究所・木材改質研究領域の松永正弘氏らは、高い浸透性と溶解性を持つ超臨界二酸化炭素を用いた処理により、浸透を阻害する成分を効率的に抽出除去し、薬剤の高い浸透性を有する木材に改質することを試み、著しい改善効果を実証した。

超臨界二酸化炭素（ある温度と圧力の範囲で得られる、気体のような激しい分子運動と液体のような高い密度を併せ持つCO<sub>2</sub>流体）は、欧米では大規模な商用プラント用として既に20年余りの歴史を持ち、コーヒーの脱カフェインプロセス、ビール用のホップエキスの抽出などに用いられている。

日本でも小規模ではあるが、医薬・香料関係などで十数か所のプラントがある。特に最近は石油系溶剤を用いなくて、高い効率で且つ閉じた系でプラントが稼働できる可能性があることから、環境保護に有利な点で注目されている。

木材分野での超臨界二酸化炭素応用では今までに「材部、葉部、樹皮部に含まれる有用成分の抽出」、「CCA<sup>①</sup>処理木材からの重金属類の抽出除去」、「防腐・防蟻剤の木質系複合材料への注入処理」

などがある。

今回の研究目的は、拡散浸透性に優れた超臨界二酸化炭素による前処理を木材に対して行うことで、木材への防腐・防蟻剤の浸透を阻害するような成分を除去し、木材の浸透性を向上させることにより、薬剤処理効果の改善、環境負荷の小さい薬剤注入技術の開発をすることにある。今回、スギ心材を試験片とし、エントレーナ（共溶媒）としてエタノールを5重量%混ぜ、圧力約120気圧、温度

用語説明

① CCA

クロム、銅、砒素化合物からなる木材防腐剤で、近年では環境に配慮した代替薬剤への転換が進んでいる。

40℃で、7時間抽出処理を行ったところ、未処理の場合に比べて約6倍の浸透性が実現した。今後、さらに実用化に向けた条件で検討が進められる予定である。

フロンティア分野

① 宇宙・原子力分野で中国との協力強化を図る EU

4月7日、欧州連合（EU）のビュスカン研究開発担当委員は中国を訪問し、宇宙分野及び熱核融合での欧州-中国の科学技術協力の共同声明に署名した。

EUは中南米諸国やアフリカ諸国とも種々の協力関係構築に努めているが、アジア地域とりわけ中国との連携を急速に強化している。経済発展が著しい中国と協力することは、欧州経済の活性化や食品安全・天然資源管理・環境保全などの諸問題の解決にも役立つと見ている。

ビュスカン委員らは北京で「中国-EU宇宙協力ハイレベルフォ

ーラム」に出席し、中国側の科学技術部（省に相当）、国家航天局、宇宙関係研究機関などの多数の職員や専門家らと将来の宇宙協力政策について討議した。

宇宙開発において今後協力を進める分野として、欧州の測位衛星システム（ガリレオ）、全地球環境・安全監視（GMES）計画、太陽系・深宇宙探査、科学者の交流などがあげられた。中国は2000年10月から既に独自のナビゲーションシステム用の衛星である静止衛星「北斗」を3機打ち上げている。この衛星は、わが国でカーナビなどに用いられている米国空軍のナビスター衛星とは異なり、道路・鉄道・海上などの現場と管制センターの間でローカルなナビゲーション情報の中継を行うための衛星

である。中国はこれと並行して欧州が計画している30機の周回衛星で構成されるガリレオ計画に参加しており、既に2003年9月に北京大学内に訓練・協力センターを開設している。このセンターはガリレオの認知度を高め、中欧間の産業連携を促進することを目的としている。

一方、熱核融合に関しては、米国、ロシア、EU、日本、中国、韓国が共同で建設を計画している国際熱核融合実験炉（ITER）の設置場所を巡り、日本の六ヶ所村とフランスのカダラッシュが候補地として誘致を競っているところである。EUは、ITERの欧州域内への設置を求めて中国に積極的に働きかけており、中国もフランス設置案への支持を表明している。

