

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（6月号は2004年5月8日より6月4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 うつ病の遺伝的解明のための大型プロジェクト

うつ病は、精神活動や運動の抑制と自律神経障害を主症状とし、社会からの引きこもりや自殺の要因となっている。厚生労働省の報告によると、国内のうつを含む気分障害患者数は約44万人、入院・通院患者数は約3万人であり、増加傾向にある。世界の罹病者は、1億2,000万人に達する。病因に関しては、50年近く前に提出されたモノアミン仮説以来、大きな進展は無く、過去30年間、新たな作用原理に基づく治療薬は創出されていない。現行の薬剤（抗うつ病薬）は、脳の神経伝達物質であるセロトニンの伝達効果を賦活するものであるが、効果が出るまで2週間以上要し、罹病者の半数にしか効果が無い。このため、新たな観点から、多数の患者に有効な治療効果をもたらす薬剤を創出する事が期待されている。

本年4月にベルリンで開催されたヒトゲノム会議を契機に、うつ病を遺伝子レベルで解明する、欧州連合の大規模計画NEWMOOD (New molecule in mood disorders) が開始された。欧州連合の第6期フレームワーク

プログラム(2002～2006年)中の、生命科学・ゲノミクス・生命工学予算として730万ユーロが拠出される。10カ国から13の研究機関が参与する予定である。

NEWMOOD計画は、うつ病の発病に関与する物質の遺伝子を同定することにより、モデル動物を開発し、診断薬・治療薬の創出を目指すものである。まず、マウスやラットのゲノムから、うつ病に関与すると予測される遺伝子800を選び、個々にマイクロチップ上の微小区分に固定する。体内では、マイクロチップと反応し得る様々な遺伝子が発現しているが、うつ病に関連した遺伝子は、抑うつ状態と健常状態で発現量が変動している可能性がある。このような遺伝子を、反応強度の変化を指標にマイクロチップ上から選別する。これをマウスに導入し、生体段階でうつ状態の発症に関連する可能性の高い遺伝子を選ぶ。更には、候補遺伝子に相当するヒトの遺伝子が、病態に関連している可能性を解析する。

現在モデル動物としては、人為的なストレスを加え、刺激に対する反応性や運動量を低下させたラットが汎用されているが、真にヒトの抑うつ状態を反映しているか確証は無い。上記のような遺伝子

導入マウスは、現行のモデル動物よりも正確に、ヒトの抑うつ発症機構を再現する可能性があり、候補遺伝子の選別実験と遺伝子導入マウスによる検証実験を繰り返せば、うつ病の原因物質に辿り着くと予測されている。うつ病の発病機構に関与する分子が同定されれば、診断薬や治療薬の創出に繋がる事が期待される。

(参考文献: Nature, Science update, CORDIS News service)

(味の素㈱ 都河 龍一郎氏より)

② 発生におけるアポトーシスの分子メカニズムの解明 —アポトーシスを起こした細胞を認識するマクロファージの受容体は器官発生に必須である—

アポトーシス(細胞死)を起こした細胞は、マクロファージによって速やかに除去される。この現象は自然免疫応答のひとつに位置づけられ、細胞や組織の損傷を導く炎症反応を阻止するために重要である。

アポトーシスを起こした細胞の表層にはホスファチジルセリンという分子が出現し、これを目印にして、マクロファージはアポトーシスを起こした細胞を認識すると考えられている。マクロファージ

は、ホスファチジルセリンを認識するための受容体として、ホスファチジルセリン受容体を持つ。試験管内での実験では、この受容体がホスファチジルセリンを認識して細胞をマクロファージ内に取り込むことが報告されている。しかし、生体内におけるホスファチジルセリン受容体の役割はまだ明らかではなかった。

九州大学生体防御医学研究所の福井教授の研究グループは、ホスファチジルセリン受容体の遺伝子を破壊したマウスを作成し、この受容体が失われた時の生体に対する影響を調べた (Blood, vol.103,

3362 - 3364, 2004)。

その結果、遺伝子破壊マウスでは肝臓の血液細胞の分化と胸腺の発生において阻害が観察され、発生段階の途中で死亡することが分かった。さらに、これらの臓器ではアポトーシスを起こした細胞のマクロファージによる除去が低下していた。

この論文の前に、別のグループにより、ホスファチジルセリン受容体遺伝子破壊マウスにおいて、肺と脳の発生が阻害されることが報告されている (Science, 302 (5650) : 1560 - 1563, 2003)。

これらの結果を合わせると、「ア

ポトーシスを起こした細胞のマクロファージによる除去は、生物が正常に発生や分化するために必須の現象である」と理解することができる。次の課題は、マクロファージによる除去が起こらないとどうして器官発生が阻害されるのかを明らかにすることであろう。また、これまでにホスファチジルセリンのようなアポトーシス細胞の目印となる複数の分子が見つかり、これらの分子と受容体がどのように使い分けられているのかも興味及ぶ点である。

(金沢大学大学院 医学系研究科教授 中西 義信氏より)

情報通信分野

① 対角 40 インチの有機 EL ディスプレイが開発される

テレビ放送のデジタル化により、家庭に送られてくる映像の解像度等の品質が向上する。これに伴いテレビのディスプレイには、映像を高精細なまま表示する性能が求められている。高解像度の映像は同時に、大画面化に対する要求も喚起する事になる。従来のブラウン管方式のテレビでは、奥行きサイズや重量の増大等からこれらの要求に十分に対応する事が出来ず、代わって液晶 (LCD) や

プラズマ (PDP) 方式の薄型テレビが注目されている。液晶方式では、かつて不得意とされた動画表示特性も液晶材料や駆動方法の工夫によって改善され、またガラス基板の大型化により 30 インチ以上の大画面化も実用的な価格になってきた。一方、プラズマ方式では発光効率の改善により、大画面でも実用的な消費電力にて、本来有する高画質の表示が可能となってきた。この様な状況で、潜在能力は期待されながらも大型化で課題があった有機電界発光 (EL ; Electroluminescence) 方式の 40 インチの大型ディスプレイの開発がセイコーエプソン株から発表された。

発表によるとセイコーエプソンは、20 インチの多結晶薄膜トランジスタ基板を 4 枚張り合わせた後に、インクジェット技術によって高分子系の有機 EL 材料を一括で形成している。有機 EL 材料は、低分子系の材料を蒸着法にて形成する発表が多く、これには真空や基板加熱が必要となる場合が多い。インクジェット技術で材料を塗布する方法は、真空状態が不要で、室温で形成出来る事等から

大型化に有利とされていたが、このサイズで初めて実証される事になった。試作品の画素数は 768 × 1280 (注 1)、精細度は 38ppi (注 2)、表示可能色数は 26 万色で、厚みは 2.1mm となっている。材料寿命は、試作品では 1,000 ~ 2,000 時間との事であるが、同社はテレビをターゲットに製品化を目指す 2007 年までには 1 万時間程度まで改善出来ると見込んでいる。

有機 EL ディスプレイは、既に携帯電話向け等の小型サイズで実用化されている。その高コントラスト、広視野角、速い応答速度等優れた視認性に加え、紙のように薄型軽量化が可能である事から、次世代テレビ用ディスプレイの本命技術ともされている。しかしながら、他の方式のディスプレイに比べて新しい技術 (注 3) であり、大画面化や耐久性等では改善すべき点も多い。今回の大型化に関する技術は、この一つに対処したものである。地上波デジタル放送の本格的な普及が予測される 2006 年以降、薄型テレビの市場を巡って、有機 EL 方式は第 3 の有力候補となる可能性が出てきた。

(注 1) WXGA (Wide eXtended video Graphics Array) 規格。縦横比 3 : 5 で、約 100 万画素数。
(注 2) Pixel Per Inch の略で、1 インチ当たりの画素数を示す。
(注 3) ブレークスルーとなった特許の出願は 1987 年 (米イーストマン・コダック社)、最初の製品化は 1997 年 (パイオニア社) となっている。

②生活習慣病発症リスクの個人別予測システムの開発

先進国の例に漏れず、我が国でも疾病の中心は生活習慣病になっている。生活習慣病は、ひとたび発症すると治療は長期に渡り、本人のQOL (Quality of Life) 低下をはじめ、医療費の負担増など、さまざまな点から社会的コストの増大を招くため、効果的な治療法の開発と共に、発症の抑止が重要なポイントとなる。生活習慣病は文字通り個人の生活習慣に強く依存するため、その予防には日常からの取り組みが不可欠である。そのためには、健康診断 (健診) などを通じて個々の生活習慣病の危険因子を正確に把握し、発症する可能性の高い生活習慣病を健診受診者自身が事前に熟知することが重要である。このような状況において九州大学は昨年10月に㈱NTTデータとの共同研究の成果として、個人の健診情報から生活習慣病の発症可能性を予測するシステムを開発した^(注1)。

本システムは Framingham 研究^(注2)による解析法を参考に、九州大学が福岡県久山町で約40年間に渡って行ってきた疫学調査データのうち、最近の12年間、

(注1) 本件の一部は第29回日本脳卒中学会総会で発表されている (佐藤新、谷崎弓裕、清原 裕ほか「リスクプロファイルに基づく脳梗塞発症の予測：久山町研究」平成16年3月)

(注2) Framingham 研究とは、米国ボストン郊外のフラミンガム地区の住民を対象に、1940年代から行われてきた世界的に有名な疫学調査・研究であり、主な研究目的は心血管系疾患の危険因子を探ることである。

約2,600名分を基にしている。久山町の人口構成・職業構成・危険因子の平均値は全国平均とよく近似しており、また受診率 (40歳以上の全住民の80%以上が健康診断を受診)、追跡率 (受診者の99%以上を追跡調査)、剖検率 (死因を特定するために死亡者の約80%を解剖) などが極めて高く、疫学データとして現状で最高の精度を有している。このデータを解析し、導出した疾患リスク算出式と、個々人の年齢・体重・血圧・運動量・心電図・コレステロールや血糖値などの健診データから、今後10年の間に生活習慣病 (現在は、脳梗塞・虚血性心疾患・糖尿病・高血圧) が発症する可能性を予測する。従来からある疫学データを基にした疾患発症の予測システムの多くは、単一の生活習慣病だけを対象にしているのに対し、今回開発したシステムは脳梗塞・虚血性心疾患・高血圧・糖尿病など多岐にわたる生活習慣病の発症確率を精度の高い疫学データを基に個々の受診者ごとに算出し、グラ

フや表にしてわかりやすく示している。医師や保健師はその予測状況に応じて、運動・食事・喫煙などの個人の生活習慣を加味したより実証的な健康アドバイスを行うことができ、すでに九州大学の医師が久山町民向けのアドバイスツールとして試用している。また医療という極めて秘匿性の高い情報を扱うため、システムへのアクセス者に対する指紋認証機能や、個人を特定するデータと健康情報とを分離管理し、万一、片方がクラッキングされても実被害が生じないようなセキュリティ確保の対策も採っている。

本システムは、基本データの精度が高いことと共に、久山町住民の健康状態分布が我が国の代表値に近いこと、リスク予測は一般的な健康診断項目を用いていることなどを特徴としている。このため他地域でも容易に適用することができ、今後、医学的根拠に基づく予防の推進に効果を発揮することが期待される。

環境分野

①蚕やクモは大気中の二酸化炭素を糸に取り込むことが実証される —生物学の常識を覆すカイコやクモの特性に関する新たな知見—

カイコやクモが糸を形成する際

に、大気中の二酸化炭素を糸に取り込むことが、農業生物資源研究所と科学技術振興事業団の共同研究グループによって世界で初めて明らかにされた。これは、戦略的創造研究推進事業の研究テーマ「エネルギーミニマム型高分子形成システム技術の開発」が進めている研究において発見された。

カイコは桑の葉を大量に食べて、体内に蓄えたたんぱく質を使って糸を作り、それを材料として作った繭 (まゆ) の中でサナギになって過ごす。一般的に昆虫などの小動物の炭素同位体の割合は、食べ物と同じ値となるが、同研究所のグループは、カイコの繭糸と食物中の炭素の同位体の割合に

は、0.2%程度の有意差が存在することを突き止めた。そこで、大気中の炭素には1%程度しか含まれていない同位体の割合を大幅に高めた容器に、それぞれ4種類のカイコとジョロウグモを入れて繭を作らせた。その結果、同位体の割合が通常の大気条件で作らせた繭に比べて、できた繭は2~7%多く、食物から取り入れる炭素の量の1,000分の1程度という微量ながら、大気中の二酸化炭素も糸に

取り込んでいることがわかった。また、どのような形で糸の中に二酸化炭素を取り込んでいるのかを調べるため、繭糸を構成するアミノ酸に分解し、核磁気共鳴装置にて測定を行った。その結果、大気中の二酸化炭素が、繭糸を構成しているアミノ酸（アラニン、アスパラギン酸、セリン及びグリシン）に取り込まれていることが明らかとなった。

従来から大気中の二酸化炭素を

利用できるのは、光合成をしている植物、光合成細菌と一部の微生物だけと考えられていただけに、昆虫が大気中の二酸化炭素を糸の中に取り込むということは、生物学、昆虫学の常識を覆す発見である。生物が巧みに生命を維持していくための未知のメカニズムや、新たな特性に関する研究の先鞭となると考えられ、今後の研究が期待される。

ナノテク・材料分野

① スピン注入磁化反転によるスピントロニクス の進展

スピントロニクス（スピンエレクトロニクス）は、従来の電子エレクトロニクスに加えて、電子や核のもつスピンの向き（磁性の方向）を制御することで新デバイスの提案を目指すものである。スピントロニクスに関しては、近年、急速に研究対象が広がっており、金属磁性体のみならず、化合物半導体・シリサイド・同位体等のスピン制御に関する研究も大きな注目を集めている。

現在までに提案されているスピン制御方法は、大別すると、素子の周囲に電流を流すことで発生させた外部磁場によってスピンの向きを変える方法（外部磁化反転法）と、隣り合う半導体層へスピンを注入することでスイッチングする方法（スピン注入磁化反転

法）に分けられる。前者の方法に基づくデバイス実現の例として、MRAM（磁性を用いた不揮発性メモリ）の開発が進められているが、この方式では、微細化するほど大きくなる反磁界（内部での反発）に対抗するためにより大きな電流を必要とするという問題があり、低消費電力の点から改善が必要である。そこで、スピントロニクスにおける基礎研究の多くは、現在、後者のスピン注入磁化反転法に向かっている。このスピン注入磁化反転法における研究開発において、最近、以下のような2件のブレークスルーが報告された。

一つは、(独)科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業チーム型研究(CREST)での研究テーマ「スピン量子ドットメモリ創製のための要素技術開発」の成果であり、金属磁性体からのスピン注入において、これまで開発されたMRAMより1~2桁小さい電流でスピンの反転が可能になった。本チーム

は、RuとCoFeの二層構造の形成でフィルタ機能を持った界面層を創り出し、このフィルタ機能によりスピン反転に必要な少数のスピンのみを選択的に注入させることに成功した。この成果は、今後の金属磁性体を用いたMRAMの実用化においてコア技術になると期待される。

もう一つは、米国ユタ大学から発表された有機半導体へのスピン注入に関する発表である(Nature, vol.427, p.821 (2004))。これまでの有機磁性体の研究の多くは有機分子にFeなどの磁性金属元素を含む錯体に関するものであったが、本研究では有機ELディスプレイでも用いられるAlq3 (tris (8-hydroxy-quinoline aluminium) という有機発光材料にスピン注入が可能であることが示された。この成果は、有機スピントロニクスという新しい研究分野に発展していくと考えられる。

エネルギー分野

①分散電源ネットワークシステム実証試験への取り組み

バイオマス、太陽光、風力等の自然エネルギーによる分散電源システムは、地球環境保全に貢献するシステムとして期待されているが、発電が自然環境に依存すること、経済的な競争力が十分でないことから、普及はこれからという状況にある。この分散電源システム技術実証を狙いに、青森県八戸市では、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託を受けた通称「マイクログリッド」と呼ばれる複合エネルギーネットワークシステム試験が、平成15年から5年間の予定で稼働している。本実証試験は、青森県、八戸市、(株)三菱総合研究所、三菱電機(株)の4者を研究主体とし、八戸市東部にある下水処理場、小中学校、八戸市役所にバイオガスエンジン発電、太陽光、風力発電設備の分散電源を設置、資本関係に拠らない電力の供給を自営線にて実施す

る。具体的には、八戸市東部下水処理場の汚泥をメタン発酵させ、発生するメタンガスを活用してガスエンジン3台により一定品質の電気・熱を作りだし、発電した510kWの電気を近隣の小中学校や市庁舎および上水施設に供給、熱は下水汚泥の発酵促進に利用することで、自然エネルギーを利用した電力と熱の供給を行う。また、下水処理場、小中学校、市庁舎には、それぞれ太陽光発電及び風力発電を設置し、合計710kWの発電能力を有するシステムを構築、さらに、「気候」「電力需要」「発電可能量」「ガス発生量」など多くの変動要素を抱えるシステムの適正制御技術開発を行う。

マイクログリッドシステムは自然エネルギーによる分散電源やガスエンジン等との複合エネルギーを情報技術（IT）にて統括制御するシステムであり、米国で研究がすすみつつあり、次のような特徴が考えられる。

①電力単価の高い自然エネルギー分散電源と電力単価の安いガス

エンジン等分散電源等の組み合わせで電力単価が平準化され、自然エネルギーの経済性が改善される。

- ②ITの双方向性機能を活用して安全・安心・快適な地域づくりが可能となる。
- ③供給範囲が限定された複数の電源構成による電力供給システムであるので、災害に強い。
- ④開発途上国に対する電力・熱エネルギー供給では、開発・ニーズに合わせたシステム提案が可能で、投資効果を向上できる。

八戸市の実証試験はその技術的な側面を対象としているが、もうひとつの目的には環境・エネルギー産業創造特区制度を活用した地域経済活性化もある。地域の実際の需要に、昼夜を問わず分散電源のみで応ずる電力供給方式実証は、世界初の試みであり、将来の自然エネルギー分散電源の普及や自然エネルギーを活用した循環型社会形成に向けた実証成果ならびに地域経済活性化が期待されている。

製造技術分野

①高輝度発光ダイオード開発・製造競争と普及・標準化の動向

発光ダイオード（LED = Light Emitting Diode）は、身近な例では携帯電話の液晶ディスプレイ（LCD）のバックライトに最も使われており、最近では交通信号機のランプにも利用が拡大しつつある。今後は、自動車を初めとする交通機器への利用が進み、白熱灯、

蛍光灯に代わる省エネ型一般照明用の実用化も2008年までには見込まれるなど、大きな期待が寄せられている。

白色LEDは三色RGBのLEDを組み合わせたと、紫外発光LEDによって励起される蛍光体の発光を用いるものがある。両方式とも光の取り出し効率の向上の課題があり、後者の方式ではさらに紫外発光効率向上の課題がある。白色LED室内照明が実用化されると、消費電力および寿命は、

各々白熱電球の20%以下と100倍、蛍光灯の60～70%と10倍になると見込まれている。2010年には白熱灯の6.7%、蛍光灯の10.8%が白色LEDに置き換わると予測され、その省エネ効果は原油換算で約53.2万kl/年、熱量換算の金額にすると約1000億円（「21世紀のあかり計画」事業原簿より）と考えられる。

普及が進む携帯電話のパネル照明向けでは、日亜化学工業(株)がトップを走るが、欧米、台湾、韓国

の追い上げに対し、生産能力倍増に向けた体制を整えてコスト競争力を高める構えである。白色LEDの2010年での日本の生産量は5,000億円と見られている。

赤色LEDでは、本年4月ドイツのオスラム・オプト・セミコンダクター社がAlGaInP系の化合物半導体を用いて、波長618nmで100ルーメン/Wの照明効率という世界最高出力のものを開発した。2005年度には量産化し、自動車のストップランプや信号機に用いる計画である。赤色LEDの

高出力化競争のライバルである米国Lumileds社はより波長の短い(人間の視感度の高い)領域のデバイスを狙っている。窒化物系でIn組成を高めることで青色(紫色)の側から高輝度LEDの長波長化が進み、一方で、赤色側からも短波長・高輝度化が進むことで、LEDの可視領域制覇は近いと見られる。

このように、LEDは世界的にメガコンペティションの様相を呈している。こうした中、わが国では、大学や独立行政法人研究機関をア

ドバイザーとし、企業によるLED照明推進協議会が6月9日に設立された。この協議会は、日本製品のデファクトスタンダード化を図り、製品・技術のデータベース構築、標準化推進活動により規格作りの基盤の構築、LED普及戦略や技術ロードマップの策定、LED関係技術開発プロジェクトの関係省庁への提案などを目的としている。日本の製造技術の優位を背景として、LED照明の世界標準を目指した取り組みが期待される。

フロンティア分野

①地球惑星科学関連学会合同大会が開催される —宇宙生存圏科学を提唱—

地球惑星科学関連学会の合同大会は1990年から始まり、今年で15回目を迎えた。最初は4学会が合同して東京工業大学内で開催したのがきっかけで、その後参加団体が増え、現在では日本海洋学会、日本地震学会、地球電磁気・地球惑星圏学会など20学会を数える。第15回となる2004年合同大会は平成16年5月9日～13日の5日間にわたり、千葉市の幕張メッセ国際会議場で開催され、2,000件以上の発表があった。

今回の大会では、「宇宙生存圏科学」という新しいキーワードが提示された。「宇宙生存圏科学」は、宇宙ステーションなど宇宙空間における有人活動だけでなく、地球

上の生命の維持を考える上で宇宙放射線・宇宙デブリ・電磁プラズマなどが生命に及ぼす影響を研究するものである。

宇宙天気セッションではアラスカにある国際北極圏研究センター所長の赤祖父俊一博士が1時間にわたり招待講演を行い、太陽の黒点の生成プロセスについて、教科書で説明されているような内部からの浮揚で生成するのではなく、ハリケーンのように太陽表面で形成されるとしても、最近の観測結果を矛盾なく説明できるという新しい知見を披露した。

この他のセッションからごく一部の内容を紹介する。①地球内部科学のセッションでは「地球深部ダイナミクス」としてプレート・マントル・核の相互作用に関する研究が多数発表された。②海洋底地球科学のセッションでは深海探査データに基づき、プレートテ

クトニクス、海山生成、海底火山活動、海底地震など注目スポットの地球物理的解析結果が多数発表された。③宇宙惑星観測技術のセッションでは欧州と日本が共同開発する水星探査衛星ベピコロombo(BepiColombo)計画のうち、日本が開発を担当する水星磁気圏探査機(MMO)の観測機器の候補について紹介があった。④惑星科学のセッションでは「月の科学と探査」として、月周回衛星セレーネ(SELENE)の試験実施状況、SELENEの15種類のミッション機器のうち月の極域観測(水の存在の探査)に関係する4種類の機器の紹介があった。

多くの若手研究者が地道なフィールドワークを行って、その成果を発表し、隣接分野とも交流を行っていることは、今後のわが国の科学技術発展の基盤になると期待される。