

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(2月号は2005年1月8日より2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 犯罪捜査に利用できる DNA 型分析技術

ヒトのゲノム DNA 配列には個人個人で僅かな違いがあり、DNA を構成している塩基に置換や欠失および挿入が存在したり、短い塩基配列からなる繰り返し配列の回数に違いが生じていたりすることが知られている。一般的にこれらの違いを多型と言い、そのパターンを DNA 型、DNA 型を明らかにすることを DNA 型分析という。疾病に関連がない DNA 型は個人の特定期間に利用されており、また、そのような DNA 型は親から子へと遺伝することから、親子関係の特定期間にも利用されている。

警察庁は2004年12月17日より、事件現場に犯人が残した血液や体液など(遺留資料)の DNA 型情報をデータベース化する「遺留資料 DNA 型情報検索システム」の運用を開始した。各都道府県の科学捜査研究所で遺留資料の DNA 型を分析し、その結果をデータベースに登録して既に登録済みのデータと照合することにより、余罪の解明や同一の犯人による事件の

関連性に関する情報の入手に利用している。

DNA 型情報のデータベース化に関連した、警察庁の科学警察研究所における研究プロジェクトとしては、「フラグメント分析による DNA 型鑑定システムの構築に関する研究(平成11年度～平成14年度)」および「DNA 型分析による高度プロファイリングシステムの開発(平成15年度～平成18年度)」がある。

ヒトゲノム中には、STR (Short Tandem Repeat) という繰り返し配列が多数存在し、これらの内の高い多型性を示す部位が個人識別に利用されている。STR 部位の DNA 型分析を行う方法として、多色蛍光標識プライマーを用いて PCR 増幅した DNA 試料を、自動シーケンサーを利用して分析する方法が世界的に使用されており、分析手順を簡便化した検出キット(プロファイラーキット)が米国企業から市販されている。しかし、日本の警察の鑑定に応用するためには、このキットに対する DNA 型分析の判定基準(試料中に別の DNA の混入が想定される際のデータの信頼性の基準など)を作成

しなければならず、そのための研究が科学警察研究所で行われていた。また、それとは別に、高精度で迅速な DNA 型分析を可能とするための基礎的な研究も進められている。

現在、警察が行っている DNA 型鑑定を用いると、計算上、日本人に最も多く見られる型の組み合わせであっても、同一の組み合わせを持つのは約1億8,000万人に1人という極めて高い精度での個人識別が可能となっており、同じ DNA 型が出現する可能性は極めて低くなっている。

科学警察研究所では、各都道府県の科学捜査研究所における担当者の DNA 型分析の技術向上および普及のために、昨年および一昨年の2年間で研修を徹底的に行い、全都道府県の科学捜査研究所の担当者が同一の高い精度で DNA 型分析技術を扱うことを可能にした。

DNA 型分析技術自体は従来から存在した技術であるが、応用研究によってこの技術が迅速化および高精度化されたことにより、社会における技術の実現化および普及が可能になった。

参 考

- 吉田日南子、水野なつ子、千住弘明、藤井宏治、笠井賢太郎「AmpFISTR Profiler™ PCR Amplification Kit を用いた混合資料からの DNA 型分析における判定基準」科学警察研究所報告、法科学編、55 卷 1 号（平成 15 年 8 月）p.41 - 52
- 警察庁 科学警察研究所：
www.nrips.go.jp

② ヒトの脳の進化に寄与した遺伝子群が明らかになった

ヒト（ホモ・サピエンス）の最大の特徴はなんといっても脳である。ヒトの脳は他の動物・類人猿の中でも際だって大きく、また複

雑で高度な機能を持つ。古代人の化石の研究などから、現在のヒトの脳は急速に進化してきたことが明らかとなっている。

シカゴ大学ハワードヒューズ医学研究所の Bruce Lahn らのグループは、ヒトの脳の進化に関与する遺伝子群を明らかにし発表した（Cell, Vol.119, pp.1027 - 1040 (2004)）。彼らは、既に膨大なデータが蓄積している様々な種類の動物の遺伝子およびタンパク質配列などを比較し、どのような遺伝子が特に脳の進化に重要であったかを推定することを試みた。具体的には、ラットとマウス（進化の過程で約 2 千万年前に種として別れたと考えられている）のタンパク質の配列を比較して得られたタンパク質の置換率と、ヒトとマカク属サル（約 2 千万年前に種とし

て別れたと考えられている）の比較によるタンパク質の置換率を比較した。特に置換の程度の大きいタンパク質は、脳の急速な進化に関与した可能性が高いと考えられる。総合的な検討結果により、特に約 20 種の遺伝子が脳の進化への寄与が大きいと推定された。これら約 20 種の中には Shh 遺伝子、NCAM 遺伝子、Lis1 遺伝子など、脳の発生に重要であり、しかもヒト脳の病態に大きく関わっていることがすでに知られている遺伝子も含まれていた。

これらの事実は、脳の進化とは、すなわち脳の発生段階の進化であること、また、発生段階の分子機構を明らかにすることこそがヒト脳の高次機能を理解するために必須であることを強く示唆している。

情報通信分野

① HPCC ベンチマークで東北大学情報シナジーセンターが世界最高の評価を受けた

スーパーコンピュータの性能を比較する際には TOP500 リストが有名で、このリストの順位は、リンパック（LINPACK）と呼ばれるベンチマーク評価の結果に基づいている（「科学技術動向」2004 年 8 月号）。昨年秋には IBM 社製のコンピュータが我が国の地球シミュレータを凌駕したことが記憶に新しい。

一方、現在、大規模な科学技術計算の必要性は、蛋白質の反応過程のシミュレーションに代表されるように多様な領域で急速

に高まりつつある。こうした適用領域の拡大にともない、別の新しいベンチマークであるハイパーパフォーマンス・コンピューティング・チャレンジ（HPCC：High Performance Computing Challenge）が注目されている。このような新たなベンチマークが生まれる背景には、大規模な計算機設備の運用に関して総合的な保有コスト（TCO：Total Cost of Ownership）を重要視し始めたという傾向がある（詳細は本誌特集「米国政府の高性能コンピューティングへの取り組み」を参照されたい）。

この HPCC ベンチマークは、フォーリエ変換など 7 種類のプログラムを用いて計算機の性能を評価するものであり、米国 DARPA の

資金により、Robert Grybill 博士を研究代表者とするプロジェクトが開発した。スーパーコンピュータのベンチマークに関する研究の第一人者である米テネシー大学の Jack Dongara 博士らも、このプロジェクトを積極的に支援している。評価結果は HPCC のウェブサイトで公開され、1 月末現在で 48 の評価結果が公開されている。既に Cray、SGI、IBM、HP 等主要なシステムが評価されているが、東北大学が有する NEC 製の SX-7 は、平成 17 年 1 月末現在で世界最高の評価を受けた。同機種は、HPCC で評価されるような高い実効性能の実現を目指して設計されたものである。

大規模高速演算処理に関する競争は、新しい様相を迎えつつある。

環境分野

① 気候変動研究の戦略的計画推進

地球温暖化問題に対して、1988年に気候変動に関する政府間パネル（IPCC：International Panel on Climate Change）が設置され、1992年に気候変動に関する国際連合枠組条約（気候変動枠組条約）が採択されて以来、国際的な取り組みが継続的に活発に行われてきている。気候変動に関連する研究を包括的かつ統合的に発展させるため、わが国では総合科学技術会議が推進する地球温暖化研究イニシアティブにおいて、国レベルの気候変動研究の戦略的推進についての検討が進められてきた。気候変動に関連する研究分野は多種多様であり、個別の研究分野の中で研究者による自律的な調整だけでは、研究領域全体を包括的かつ整

合的に発展させることが難しい。また、限られた研究資源の下でそのすべてを推進することは不可能であり、研究課題の重要性および研究資源の有効性の下で優先度を設定する必要がある。最近、研究者の立場から俯瞰的に見た計画のあり方がまとめられた。これによると、戦略的研究計画の中では以下の5分野が重点研究分野としてあげられている。

① 観測（研究観測・定常観測）

気候変動研究にとって必要なデータを総合的に取得する。また観測機器開発も推進する。

② プロセス研究

データベース作成の組織的な取組強化とこれに携わる研究者や技術者の育成に努める。また、炭素収支やエアロゾル・雲のプロセス解明のための国際協力を推進する。

③ 気候変動の将来予測研究

計算機資源を継続的に確保し、研究機関との適切な連携と集中化を図る。また、地球環境観測・監視と連携し、アジア・西太平洋行きに力点をおいた研究・開発と国際協力を推進する。

④ 影響・リスク評価

モニタリング、気候モデル研究および政策との密接な連携体制を構築し、国際的な温暖化政策に対して有用な科学的情報提供が可能となる研究を推進する。

⑤ 抑制・適応政策研究

国内のみならず世界の環境政策にも貢献できるような、自然科学・社会科学を統合した実政策に対応する定量的政策研究を推進する。

これらは今後、関連する研究者コミュニティの研究計画の基本として活用されることが期待される。

ナノテク・材料分野

① 米国 NNI がナノテクノロジーの戦略的計画をまとめる

2003年12月に成立した米国「21世紀ナノテクノロジー研究開発法」では、国家ナノテクノロジー・プログラムの戦略的計画を12ヶ月以内に策定し、3年毎に改訂していくことが定められており（参照：「科学技術動向」2004年1月号）、本法にしたがって、2004年12月7日、米国の戦略的計画（Strategic Plan）が発表された。調整役であるNNI（National Nanotechnology Initiative）が、各省庁の活動計画等を見直し、取

りまとめたものである。ここでは、ナノテクノロジーを改めて定義し直したうえで、ビジョンとして4つの目標と7つの構成分野を提示し、それらの関係を示している。

まず、本計画の中で、ナノテクノロジーとは、おおよそ1～100nmのスケールにおいて物質を理解および制御することであり、そこで見られる特異な現象は新しい応用を可能にする。ナノテクノロジーに期待される利点の実現するか否かは、幅広い分野の先端的な研究、インフラの整備、教育と訓練、そして、これらの情報を提供された国民にかかっている。

国家ナノテクノロジー・プログラムの4つの目標は、①世界レベ

ルの研究開発を維持すること、②経済成長や雇用創出等の公益に繋がる技術の実用化、③教育資源・熟練者養成・インフラや手段の開発、④責任あるナノテクノロジー開発の支援、である。これら4つの目標は、現在、欧州委員会で議論されている欧州のナノテクノロジー戦略の目標設定構成と類似している（参照：「科学技術動向」2004年7月号）。研究開発活動は、個人的な研究、共同あるいはグループでの活動、研究拠点における活動、の3つに大別されて行なわれる。

一方、プログラムを構成する7つの分野は、①基礎的な現象理解やプロセス開発、②ナノ材料、③

ナノスケールのデバイスとシステム、④装置・計測・標準化に関する研究、⑤ナノ製造技術、⑥ユーザー研究施設・機器の調達（現行施設やネットワークを含む）、⑦社会にもたらす影響に関する研究

活動、である。これらの分野は、上記4つの目標に対して必要不可欠か、あるいは一次的・二次的な関連性をもつのか、という観点から、各々の関係が示され、一方、各省庁のミッションや関心という

観点からも関係が示されている。さらに、本計画では施設整備のロードマップやプログラムの管理体制なども明確化されている。

フロンティア分野

①米国で商業的有人宇宙飛行を促進する法律が成立

米国では、1984年に制定された商業打上げ法により、米国航空宇宙局（NASA）や国防総省（DoD）の人工衛星の打上げも、米国運輸省（DOT）の免許を受けた民間事業者が受託するようになった。しかし、米国独自の有人宇宙飛行手段としては、NASAのスペースシャトルに限定されていた。

最近、IT事業で財を成した複数の大富豪を中心に商業宇宙旅行の実現競争が始まった。2004年10月4日、米国のスケールド・コンポジット社は、カリフォルニア州モハベ砂漠において同社の二段式宇宙船「スペースシップワン（SpaceShipOne）」により高度100kmの宇宙空間への到達及び帰還に成功し、同宇宙船が2週間以内に2回の宇宙高度到達を達成したことで、Xプライズ財団より「アンサリXプライズ」の賞金を獲得した。英国のバージン・ギャラクティック社は、スペースシップワ

ンの有人宇宙飛行技術を用いて、2007年を目標に商業宇宙旅行サービスを開始すると発表し、すでに10,000人以上が搭乗を希望している。また、有人宇宙飛行コンテスト「アメリカズ・スペース・プライズ」では、宇宙船の地球周回軌道への投入及び民間宇宙ステーションへのドッキングを競わせようとしている。

このような商業宇宙旅行の実現競争が始まったことを受けて、2004年3月、商業打上げ法の修正案が議会に提出され、審議の末、最終的に12月23日、法案HR.5382が大統領署名によって法律として成立した。本法では冒頭に、商業的有人飛行の促進が掲げられている。従来の商業打上げ法が情報通信、地球観測、微小重力研究などのミッションに関する衛星打上げの免許交付を規定していたのに対し、今回成立した法律では、法律制定後8年間に限り、新たに民間の有人宇宙飛行に対し「試験的認可（experimental permit）」を与え、これが免許と同様の効力を持つことを追加した。運輸長官は、宇宙旅行事業を

申請した事業者に対して、公衆の健康・安全の確保、国家安全保障及び外交政策などの面で問題がなければ、120日以内に認可を出すものとしている。宇宙旅行者に対しては、宇宙飛行の危険性を十分に理解し、自己責任で参加することを求める。8年後には、安全技術の進歩なども勘案して、打上げから帰還までの旅客及び搭乗員の安全確保や搭載品などに関する厳密な基準の制定が予定されており、その時点で「試験的認可」は廃止される見込みである。

民間の有人宇宙船開発の意欲に劣らず、国レベルでの有人宇宙船開発計画も活発で、スペースシャトル計画終了後の搭乗員輸送を担う米国の「CEV（Crew Exploration Vehicle）」、複数人員を数日間搭乗させる中国の「神舟」、ソユーズ宇宙船の後継機となるロシアの「クリーベル（クリッパー）」などの開発の動きがあり、今後、さまざまな有人宇宙輸送システムが競い合う状況になると予想される。

