

8

2007
No.77

科学技術動向

科学技術動向研究

今後求められる臨床研究者像と
大学院における人材育成の試み

P.1

P.8

ユビキタスネット社会の
コンテキストウェアネス技術研究の
動向と課題

P.2

P.18

トピックス

ライフサイエンス分野

P.3

① 国際的な公衆衛生上の危機に対処する保健規則が発効

情報通信分野

P.4

② 米国の大規模次世代ネットワーク研究の実施プランが公開された

エネルギー分野

P.5

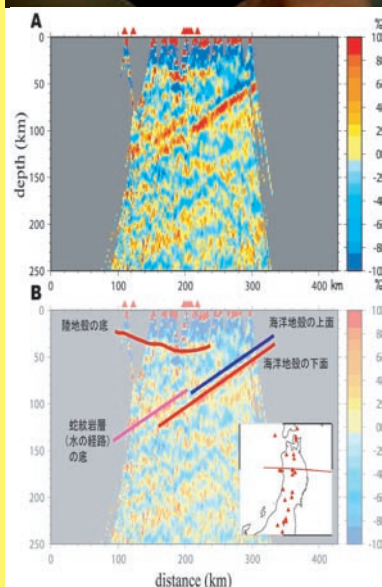
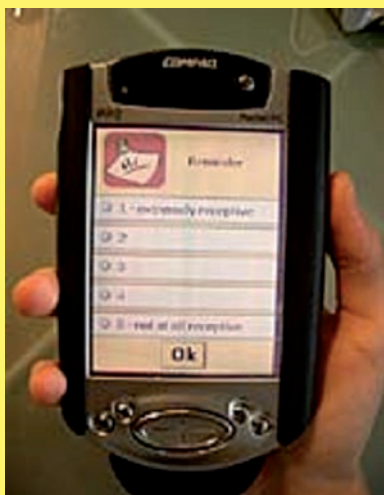
③ 佐賀大の海水淡水化技術が海外で実証実験

フロンティア分野

P.6

④ 大型月面望遠鏡を目指したイオン液体への金属膜被覆技術

⑤ プレートによるマントル深部への水輸送メカニズムを実証



提供: JAXA

今後求められる臨床研究者像と 大学院における人材育成の試み

臨床研究の進展は、国民の健康維持・増進に役立つ多くの新薬や新しい治療法をもたらしてくれると考えられる。しかし、日本の臨床研究の実施体制や、基礎研究での成果を臨床に役立てる仕組みの整備は不十分であると言われている。また、そもそも臨床研究を実施する質の高い人材の確保が十分にされていないという指摘がある。

まず、日本で求められている臨床研究者像を明らかにするために、2006年から2007年に発表された臨床研究の推進に関する施策および提言の記述を分析した。その結果、「基礎研究と臨床の双方に強い研究者」、「他分野連携・融合志向の研究者」、「臨床研究の専門家」、「治験を主導的に実施する研究者」の4タイプの臨床研究者が求められていると考えられた。

臨床研究は治療に介入する研究を中心とするので、臨床研究者は、医師としての基本的知識と技能を有し、かつ研究者としてのトレーニングを積んだ者が望ましい。しかし、医師は、必要な基本的知識および技能等についての6年間の医学教育を経た後、2年間の新医師臨床研修を受けることが義務付けられており、さらに3～5年程度の専門医研修を受けるなど、大学院で研究者としてのキャリアを開始する時期は他分野の研究者に比較すると遅くなる。従って、臨床研究者育成には、医師のキャリアパスを考慮した大学院教育体制の改善が必要であり、医師にとって大学院進学がインセンティブになるような仕組みや、医師のキャリア形成を支援するようなプログラムの設定などが望まれる。

すでにいくつかの大学では、臨床研究人材育成に向けたプログラムが始まっている。「魅力ある大学院教育イニシアティブ」(文部科学省高等教育局大学振興課、(独)日本学術振興会)では、大学院における人材育成プログラムを支援しており、臨床研究人材育成も含まれている。「横断型系統的医学教育キャリアパス形成(京都大学)」は、幅広い医学分野の専門知識と深い専門性を組み合わせた人材育成プログラムであり、基礎研究および臨床の両方に強い研究者の育成が期待される。「医工融合実践教育プログラム(山口大学)」は、先端的医療機材の開発研究に焦点を絞って、医学と工学の融合教育・研究を実施する新しい人材育成プログラムである。「臨床研究活性化のための大学院教育改革(九州大学)」は、医師としてのキャリアパスを考慮した臨床研究の専門家を育成するプログラムであり、今後、医師の大学院進学を促進するためのモデルプログラムになると期待される。「臨床治験推進リーダー養成プログラム(横浜市立大学)」は、治験医師の育成に焦点を絞った実際的なコースをもつ日本で唯一のプログラムであり、今後はこのようなコースを持つ大学院が増えることが期待される。

このような大学院における人材育成プログラムを国家レベルで推進することは、日本が将来的に必要とする高度な専門性をもつ人材を確保するために重要なことである。今後は、これらの人材育成プログラムと連動して、プログラムに参加する個人を対象にした研究資金や生活への経済援助などの若手支援のプログラムを拡大していくことが必要であると考えられる。

ユビキタスネット社会の コンテキストウェアネス技術研究の動向と課題

今後、日常生活の色々な場面で、目立たないように配置されたコンピュータが、様々な情報提供を行ういわゆる「ユビキタスネット社会」あるいは「ユビキタス情報社会」という環境が作られてくるであろう。こうした環境を実現するための技術は多岐にわたるが、特に「意識することなく ICT を利用すること」という機能の実現に対応するのが、「コンテキストウェアネス技術」と呼ばれる技術分野である。

この技術では、家庭や職場、街等の生活空間に配置された多数のセンサから情報を得て、利用者の行動の詳細や時々刻々変化する環境の状態を把握する。そして、利用者にタイミングよく有用な情報を提供するというサービスを行う。このため、利用者の行動を詳細にコンピュータや第三者が記録する必要がある、利用者が「意識することなく」その人の個人情報が処理されるという危険な一面も持つ。

この技術領域における課題は、プライバシーの保護と良いアプリケーションの設計を両立することである。

より良い環境を作るという目的で、人の行動や環境を監視することは、基本的には善意によって為されているという大前提がある。言うまでもなく、この前提だけに立ったシステムは、悪意による不正行為に対して極めて脆弱である。そこで、個人情報漏洩を最小限に食い止める工夫が必要となる。仮に個人情報を取り扱う環境が十分整備されたとしても、良いサービスがはじめてから存在するとは限らない。技術が普及し、実際の運用が行われる中で、初めて新しく生まれてくる場合もある。つまり、そこには鶏と卵のような関係があり、技術の進化と社会制度の成熟が共に進展することが必要である。

そこで、コンテキストの流通基盤に関しては、多くの研究者が合意できる共通仕様を早急に整備する必要がある。その上で、多様なアプリケーションの試行錯誤を行うことで取捨選択が起これ、良いものが残り、サービスの内容が洗練されていくという状況を作ることが必要である。更に、個別要素技術に関する研究開発もさることながら、どのような社会と構築したいのかというビジョンを持ち、それに基づいたシステムの設計思想が必要である。

近年、世界各地でSARSや鳥インフルエンザといった新興・再興感染症が勃発し、テロリズムが多発するなど、国際的な公衆衛生上の危機が懸念されているため、世界保健機構（WHO）では2005年、24年ぶりに国際保健規則（IHR）を大幅に改正し、2007年6月15日から発効させた。主な改正点は、管理対象を黄熱、コレラ及びペストの3疾患から、原因を問わず、国際的な公衆衛生上の脅威となりうるあらゆる事象（PHEIC）へと拡大したことである。緊急事態の迅速対応を目的としてWHOがPHEIC対策の中核になるとともに、加盟国では国内の日常衛生管理やPHEIC発生時の初動対応に所定の能力が求められるようになった。我が国でも、既存の健康危機管理指針等を利用しつつ、PHEIC管理体制の整備を進めている。

トピックス 1 国際的な公衆衛生上の危機に対処する保健規則が発効

近年、世界各地で新興・再興感染症が勃発し、テロリズムが多発するなど、国際的な公衆衛生上の危機が懸念されている。この状況に対処するべく、世界保健機構（WHO）は国際保健規則（IHR: International Health Regulations）を24年ぶりに改正し（2005年、以下IHR2005）、2007年6月15日に発効させた。

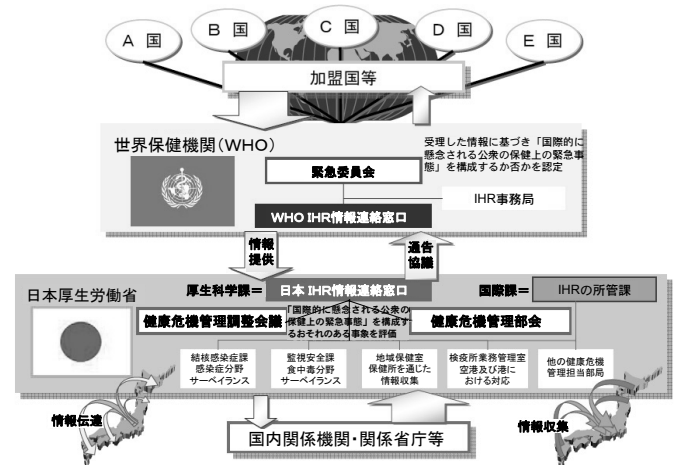
当規則はWHO憲章第21条に基づく国際規則であり、国際的な公衆衛生上の問題となる緊急事態に迅速に対処することを目的としている。1951年に国際衛生規則（ISR）として制定され、1961年に現在名に改正された後、2度の改正によって（1973年及び1981年）、その管理対象を黄熱、コレラ及びペストの3つの感染症に定めた。しかし、昨今の重症急性呼吸器症候群（SARS）や鳥インフルエンザ等といった新興・再興感染症の勃発や、テロリズムへの対策強化の必要性が指摘され、2005年の大幅な改正の運びとなった。

IHR2005での主要な改正点は、その管理対象をこれまでの上記3疾患から、Public Health Emergency of International Concern（原因を問わず、国際的な公衆衛生上の脅威となりうる、あらゆる事象、以下PHEIC）として、疾患を限定せず、国際的な公衆衛生管理において重要なすべての事象に拡大したことである。PHEICの要件としては、(1)公衆衛生上の影響が大きい、(2)異常あるいは予期しないものか、(3)国際的な拡大について有意なリスクがあるか、(4)国際交通や貿易の制限に至る有意なリスクはあるか、の4項目が挙げられている。したがってPHEICには、感染症に限らず化学物質や放射性物質などによる疾病の集団発生も含まれ、またその発生源も自然発生的なものからテロリズムや不慮の事故等などが含まれる。その

中でも特に、国際的な公衆衛生上深刻な影響を及ぼす事象として、新たに天然痘、ポリオウイルス感染に起因する小児マヒ、新型ヒトインフルエンザ、SARSなどの感染症が指定されている。

WHO加盟国でPHEICが発生した場合、下図に示すように、その発生国のIHR情報連絡窓口がWHOに通告し（PHEICとして評価された後24時間以内）、WHOはその通告内容に応じてPHEIC拡大防止のための迅速な手段を講じることになっている。このような情報収集ルートのも明確化により、WHOはPHEIC発生国やその他のWHO加盟国が実施すべき保健措置に関する暫定的及び恒常的勧告を出すことができるようになった。その一方で、WHO加盟各国は国内の日常衛生管理やPHEIC発生時の初動対応に関する所定の能力が求められることになった。IHR2005の発効を受けて我が国も、既存の健康危機管理指針等を利用しつつ、PHEIC管理体制の整備を進めている。なお、我が国においては、厚生労働省大臣官房厚生科学課が上記の連絡窓口を担当している。

改正国際保健規則（IHR2005）に基づく主な情報の流れ概要図



参考³⁾より引用

- 参考**
- 1) 世界保健機構（WHO）International Health Regulations. <http://www.who.int/csr/ihr/en/>.
 - 2) New International Health Regulations come into force. Eurosurveillance weekly release, June 7, 2007. <http://www.eurosurveillance.org/releases/index-02.asp?display=ew>.
 - 3) 第2回厚生科学審議会健康危機管理委員会（平成19年6月5日開催）資料3-1、3-2、3-3 <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/06/s0605-3.html>.

米国 NSF (National Science Foundation) は、2007 年 10 月からの 5 年間で 4 億ドル規模の研究資金を次世代情報ネットワーク、GENI (Global Environment for Network Innovation) の研究に出資する。GENI は、次世代ネットワークとその応用についての大規模研究プロジェクトであり、既存のインターネットとは異なるアーキテクチャを目指す。約 1 年半にわたる実施計画に関する議論を集約し、4 月 25 日付で「プロジェクト実行プラン」が公開された。文書は、「研究計画」「システム要求要件」「機能設計」「実装計画」などからなり、今年 9 月から向こう 5 年間にわたって実施される。我が国では、NICT ((独) 情報通信研究機構) が実施する AKARI プロジェクトが発足し、欧州も FP7 の中で類似のプロジェクトを計画している。今後の研究開発の動向が注目される。

トピックス 2 米国の大規模次世代ネットワーク研究の実施プランが公開された

米国 NSF (National Science Foundation) は、2007 年 10 月からの 5 年間で 4 億ドル規模の研究資金を GENI (Global Environment for Network Innovation) と呼ばれる研究プロジェクトに出資することを計画している。

GENI は、次世代ネットワークとその応用についての大規模研究プロジェクトである。2015 年から 20 年ごろの実現を想定し、既存のインターネットとは異なるネットワークアーキテクチャの実現を目指す。

同プロジェクトは、約 1 年半にわたるプロジェクトの実実施計画に関する議論を集約し、4 月 25 日付で「プロジェクト実行プラン」を公開した。この文書は、今年 9 月に開始され、向こう 5 年間にわたって実施される研究の全体像を表したものである。文書は、「研究計画」「システム要求要件」「機能設計」「実装計画」などからなる。

GENI では、センサー、光エレクトロニクス、システムオンチップ、大規模高速演算、大規模データベース、新アルゴリズム等の研究・開発を通じて情報ネットワークの将来像を既存のインターネットの枠組みに捉われないで研究するとしている。

GENI の物理層は、無線網等を含む多様なネットワーク機器から構成され、アプリケーションではソフトウェアの管理機構のもとでネットワークを利用する実験が相互運用できるようにする。これを可能とするために、実験や研究開発を行うサブプロジェクトに関して、次の 4 つのキーワードが重要である。

サブプロジェクトのコンポーネントは、いかなるネットワーク環境にも対応できるよう「プログラム可能」であること。次に、複数のコンポーネントを実装する「仮想化」ができること。これにより広範囲で連続性のある運用を想定した実験が可能となる。更に、末端の端末やユーザが「シームレス」に実験に参加できること。実運用段階の

実装を実現することで、漸進的な改善が可能となる。最後に、コンポーネントは「モジュラー型」の構造を持ち、新しい技術の追加削除を柔軟に行えること。ダイナミックな運用に耐えるためである。

検討の中心的な役割を演じているのは、NSF における CISE (Computer & Information Science and Engineering) と呼ばれる部局である。ここは、計算機科学、通信工学、情報科学、情報工学の振興を目的としている。CISE のもとで、情報ネットワークと分散システムの学者らがワークショップを重ねて議論を行ってきた。

この計画では、21 世紀の新しい情報基盤のあり方を本質から議論するとしている。現在のインターネットの原型は 30 年以上前の ARPANET にさかのぼるが、ネットワークアーキテクチャの基本的な設計思想はこの時代のものである。

情報ネットワークの将来像は、情報流通における安全性信頼性を確保し、新しいサービスやアプリケーションの出現を培うものでなければならない。現在のインターネットは特に安全性、安定性に問題があり、ユビキタス社会の到来に伴う大規模な利用拡大に対する十分な拡張性を持ち得ないと考えられる。そこで GENI では、インターネットの基本的な通信アーキテクチャである IP (Internet Protocol) すら前提とせず、全く新しいアーキテクチャを目指すとしている。

一方、我が国では NICT ((独) 情報通信研究機構) が実施する AKARI プロジェクトが発足し、欧州も FP7 の中で類似のプロジェクトを計画している。今後の研究開発の動向が注目される。

参 考

GENI ホームページ: <http://www.geni.net/>

(独) 情報通信研究機構 AKARI プロジェクトホームページ:
<http://akari-project.nict.go.jp/>

佐賀大学海洋エネルギー研究センター等の技術協力により、インド国立海洋技術研究所 (NIOT) は、海洋温度差エネルギーを利用した海水淡水化装置の洋上での実証実験に、世界で初めて成功した。今回採用したスプレーフラッシュ蒸発式海水淡水化装置は佐賀大学が考案したもので、海洋温度差発電技術と組み合わせ、カスケードで温度差エネルギーを利用することで、CO₂ を排出しない完全自立型の海水淡水化プラントを実現できる。NIOT では今後1年以内に実用化規模の新プラントを建造する計画である。本技術は、多くの発展途上国で深刻化している水資源問題の解決に貢献する可能性がある。

トピックス 3 佐賀大の海水淡水化技術が海外で実証実験

佐賀大学海洋エネルギー研究センター及び環境ベンチャー企業の(株)ゼネシスの技術協力により、インド国立海洋技術研究所 (NIOT) は、海洋温度差エネルギーを利用した海水淡水化装置の洋上実証実験に、世界で初めて成功した¹⁾。

今回、NIOT が用いたスプレーフラッシュ蒸発式海水淡水化装置は、佐賀大学が考案したもので、温度差エネルギーを利用して海水を淡水化する。まず、表層温海水を装置内の減圧容器に注入し、瞬時に蒸発させる (図表 1)²⁾。次にこの蒸気を低温の深層冷海水で冷却した特殊な高性能プレート式熱交換器に導入し、凝縮させることで、蒸留水と同レベルの高純度の淡水を得ることができる。

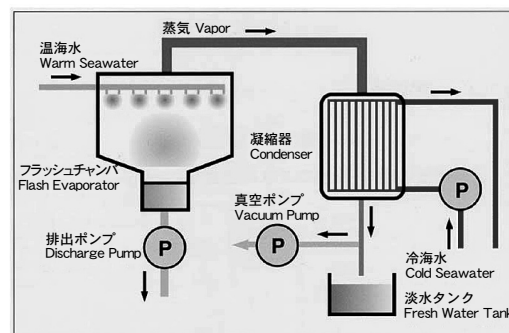
一般の分離膜方式の淡水化装置は、膜透過のためにポンプ駆動電力が必要であるが、本方式では、5℃程度のわずかな温度差エネルギーのみで駆動可能である。佐賀大学では“ランキンサイクル”を改良した“ウエハラサイクル”を利用した海洋温度差発電技術 (OTEC) を考案しているが、これとスプレーフラッシュ蒸発式海水淡水化装置を組み合わせ、カスケードで温度差エネルギーを利用することで、取水や循環に必要な駆動電力の発電と淡水化を同時に行い、CO₂ を排出しない完全自立型の持続可能な海水淡水化プラントを構築可能となる。

今回の実証実験では、淡水化装置、取水装置類一式を船上に設置した海水淡水化プラント船が用いられた (図表 2)。インド南東部チェンナイ沖35kmの洋上にて、深さ約500mから深層冷海水を汲み上げた。淡水製造能力は1000t/日であるが、NIOT では今後1年以内に実用化レベルの10000t/日規模にあたる新プラントを建造する計画である。

海洋温度差エネルギーはクリーンで再生可能なエネルギー源として期待されている。風力や太陽光などの他の自然エネルギーと比較して、年間を通じて安定している点が大きな特長である。世界各地に幅広く分布する未利用エネルギーで、建設可能国は98カ国におよび1兆kWのポテンシャルがあると考えられている²⁾。離島、遠隔地など、

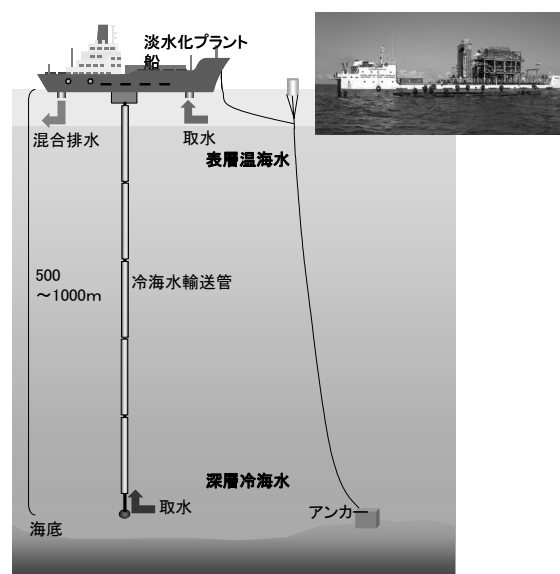
電力インフラの未整備地域でも、本技術を用いて海水を淡水化することが可能となれば、多くの発展途上国で深刻化している水資源の確保に貢献する可能性がある。

図表 1 スプレーフラッシュ蒸発式海水淡水化システムのフロー図



出典：参考文献²⁾

図表 2 海水淡水化プラント船の外観とシステムフロー



出典：佐賀大学提供資料

参 考

- 1) インド政府プレスリリース (2007年4月18日):
<http://pib.nic.in/release/release.asp?relid=26958>
- 2) (株)ゼネシスホームページ:
<http://www.xenesys.com/japanese/index.html>

大口径の赤外線望遠鏡が月面に設置されれば、現在よりも 1/100 ~ 1/1000 暗い天体の観測も可能となる。しかし、このような巨大な構造物をロケットで輸送し、月面に設置することは、技術的に不可能に近い。NASA を含むカナダ・英国・米国の共同研究チームは、液体及び展開構造物を使用した月面望遠鏡の実現を目指している。この望遠鏡は、重力と回転による遠心力で放物面を形成する液体を反射鏡のベースとするもので、軽量化や搭載時の小型化を図ることができ、ロケットでの輸送が容易になる可能性がある。この研究チームは、融点及び蒸気圧が低いイオン液体の表面に真空蒸着によりクロム及び銀のコーティングを施すことに成功した。この研究成果は、新たなイオン液体の応用につながると期待される。

トピックス 4 大型月面望遠鏡を目指したイオン液体への金属膜被覆技術

空気の揺らぎの影響が全くない宇宙空間で高精度の観測を続ける、米国航空宇宙局 (NASA) のハッブル宇宙望遠鏡 (主鏡口径約 2.4m) の成果は目覚ましい。NASA は、銀河の形成や星の誕生等に関する研究を更に進めるため、欧州宇宙機関 (ESA) と協力して、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (James Webb Space Telescope: 主鏡口径約 6.6 m) も計画している。更に大口径の 20 ~ 100m の赤外線望遠鏡が月面に設置されれば、赤外領域の非常に微弱な光を超長時間の露出でとらえることができるようになり、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡よりも 1/100 ~ 1/1000 暗い天体の観測も可能となる。しかし、このような巨大な構造物をロケットで輸送し、月面に設置することは、技術的に不可能に近い。

そのため、NASA を含むカナダ・英国・米国の共同研究チームは、液体及び展開構造物を使用した月面望遠鏡の実現を目指している。この望遠鏡は、重力と回転による遠心力で放物面を形成する液体を反射鏡のベースとするもので、原理が単純であり、軽量化や搭載時の小型化を図ることができ、ロケットでの輸送が容易になる可能性がある。また、液体の特性として表面が滑らかであり、外乱による変形から回復することも可能である。地上では既に、液体金属を使用して天頂儀として稼動しているものもある。

この研究チームは、2007 年 6 月 21 日発行の Nature 誌に掲載された論文で、融点及び蒸気圧が低いイオン液体の表面に真空蒸着によりクロム及び銀のコーティングを施すことに成功したと発表した。

この研究チームによると、イオン液体に銀のコーティングを直接施したところ、コロイドが形成され、良好な反射率が得られなかった。この問題を

解決するため、イオン液体の上にまず基礎となるクロムの膜を形成し、その上に反射率の高い銀の膜を形成した。クロムを先に蒸着することで、銀の膜が良好に形成され、反射率が向上した。イオン液体の一般的特性として蒸気圧が低いが、特に今回使用されたイオン液体は真空中でも蒸発しない。

今回用いられたイオン液体では絶対温度 175 度まで液体の状態が保たれるが、まだ月面での赤外線天文観測に必要とされる絶対温度 130 度の目標を達成していない。しかし、単純イオン液体はおよそ百万 (10^6) の種類、3 成分系イオン液体に至っては百京 (10^{18}) もの種類が存在することから、この研究チームは、融点が更に低いイオン液体を探すことも十分に可能であろうと考えている。

イオン液体は、常温溶融塩とも呼ばれており、陽イオンと陰イオンのみから形成される塩であるにも拘らず、常温で液体の化合物である。我が国でも研究者の関心を集めており、様々な応用が検討されている。今後の研究で、望遠鏡以外にも新たな領域が拓かれることが期待される。

(専門家ネットワーク 片山栄作氏の投稿による)

参 考

- 1) 「Deposition of metal films on an ionic liquid as a basis for a lunar telescope」、Ermanno F. Borra 他、Nature、2007年6月21日
- 2) 「Reflections on ionic liquids」、Robin D. Rogers、Nature、2007年6月21日

東京大学地震研究所の川勝 均教授は、地震波を利用して東北日本の沈み込み帯における、プレートによるマントル深部への水輸送経路を明らかにしたと、Science 誌2007年6月8日号に発表した。これまで、日本列島下のようなプレートの沈み込み帯は、海洋から地球内部への水の入り口と考えられてきたが、沈み込みにより水がどのように地球内部に取り込まれるかは未解明であった。また、地球内部の水の分布や循環を解明することは、地球の進化・ダイナミックスの解明にとどまらず、地震発生や火山生成、大陸形成などの研究を飛躍的に発展させると考えられている。今回の研究では、深さ150kmまでの解明が可能になったが、研究者らは今後、海域を含む観測網の拡充を図り、より深部への水輸送経路と出口の解明を進めることで、地球内部全体の水循環を明らかにしたいとしている。

トピックス 5 プレートによるマントル深部への水輸送メカニズムを実証

地球内部に存在する水は、岩石の粘性低下、マントル対流の誘起、融解温度、元素配分などに大きな影響を及ぼす。この水の分布や循環を解明することは、地球の進化・ダイナミックスの解明にとどまらず地震発生や火山生成、大陸形成などの研究が飛躍的に発展すると考えられている。

これまでの研究でも日本列島下のようなプレートの沈み込み帯は、海洋から地球内部への水の入り口と考えられてきた。しかし、プレートの沈み込みにより、水がどのように地球内部に取り込まれるかは未解明であった。

東京大学地震研究所の川勝 均教授は、地震波の利用により東北日本の沈み込み帯（図表1）において、プレートによるマントル深部への水輸送経路を明らかにしたと、Science 誌2007年6月8日号に発表した。

一般に岩石は、水を吸収すると柔らかくなる。地震波は硬い岩石よりも柔らかい岩石の方が速度が遅くなることから、水の輸送経路は、地震波の低速度領域として現れることが予想される。

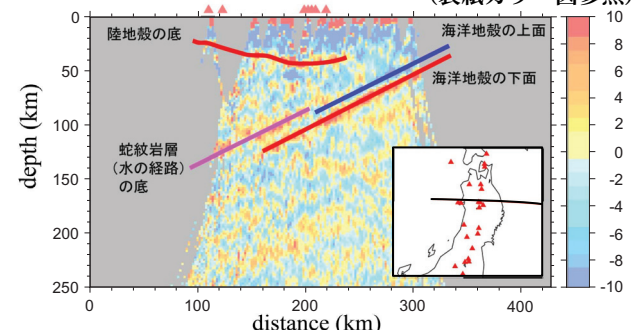
この地震波を解析するために、(独)防災科学技術研究所が日本列島に約700箇所設置している高感度地震観測網の2000年から5年分の波形データを用いた。プレートに沿って層状にあると予想される水輸送経路に対応する地震波の低速度領域の検出に、従来は透過波を使う地震波トモグラフィ^{注1)}が試みられていたが、検出が難しい。今回は、レーシーバー関数解析^{注2)}という地震波速度が急激に変化する場所からの散乱波を使う手法を用い、これまでに得られなかった層状の地震波速度構造のイメージを得ることができた(図表2)。

この地震波速度構造のイメージから、沈み込む海洋プレート最上部の海洋地殻に含まれた水が、深さ50～90kmのマントル内で脱水分離し、上方に放出され、接触するくさび状マントル^{注3)}内に移動し、マントルを構成する主要なかんらん岩が、

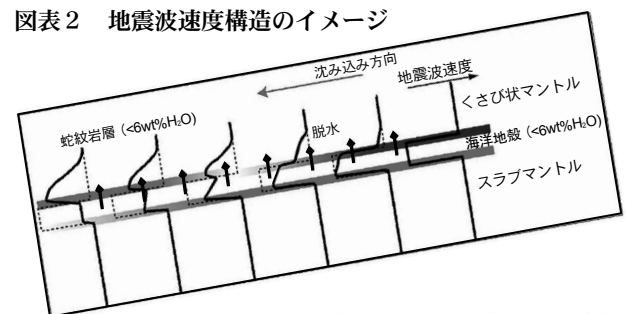
この水を吸収して蛇紋岩などに变成し、沈み込む太平洋プレート上面に沿って引きずり込まれ、深さ150kmのマントル深部へ運ばれていくことが解明された。

今回の研究では、深さ150kmまでの解明が可能になったが、地震波の低速度領域は更に深くまで続いている可能性がある。研究者らは今後、海域を含む観測網の拡充を図り、より深部への水輸送経路と出口の解明を進めることで、地球内部全体の水循環を明らかにしたいとしている。

図表1 東北日本(北部)下の地震波速度変化率プロフィール
(表紙カラー図参照)



図表2 地震波速度構造のイメージ



提供：東京大学地震研究所 川勝 均教授

注1：地震波を使った地球内部イメージング手法。原理的にはCTスキャンと同じ、解像度は、異なった方向から来る波線の密度に強く依存し、地震波トモグラフィは、波線を自由に選択できないために解析限界がある。

注2：散乱波を使う地球内部のイメージングの手法。地震波速度の急激な変化に敏感。地震観測点近傍の地下構造を推定するのに有効

注3：沈み込み境界と陸側マントルが接触する部分

今後求められる臨床研究者像と 大学院における人材育成の試み

伊藤 裕子

ライフサイエンスユニット

1 はじめに

臨床研究^{注1)}は、「医療における疾病の予防方法、診断方法および治療法の改善、疾病原因および病態の理解並びに患者の生活の質の向上を目的として実施される医学系研究であって、人を対象とするもの（個人を特定できる人由来の材料およびデータに関する研究を含む）」と定義されている¹⁾。

一言でいうと、臨床研究は「人を対象とした研究」であり、この中には、新しい医薬品や治療法の開発のために、それらの候補物質などの有効性や安全性を調べる「臨床試験」^{注2)}が含まれる。その内、厚生労働省から医薬品等の製造販売の承認を受けることを目的として実施される臨床試験を「治験」^{注3)}という。

臨床研究が進展し、多くの新薬や新しい治療法が創出されることは、国民の健康維持・増進に直接に大きな利益をもたらすと考えら

れる。今後、高齢化率（65歳以上の人口が総人口に占める割合）が増大して超高齢社会（高齢化率21%以上）に突入する日本において、治験や臨床試験を含む臨床研究の活性化は、非常に重要な課題と言える。

日本は、現時点では、世界の中でも自前で新薬を開発できる数少ない国のひとつであり、2004年の世界の売上高上位100医薬品の内に日本発医薬品は13あり、これは第1位の米国(39)、第2位の英国(14)に次いで第3位である²⁾。しかし、質の高い臨床研究ジャーナルに掲載される日本の論文の割合は、質の高い生命科学の基礎研究論文を収載するNatureやScienceなどのジャーナルに掲載される割合よりも低い³⁾。この状況は、臨床研究の実施体制が充分ではないために研究が進みにくいこと、高い生命科学の基礎研究

力を臨床研究につなげる（橋渡しする）仕組みができていないことを示していると考えられる。また、医薬品の承認審査や治験の制度に関して欧米に比べて十分に整備されていないという問題点も指摘されている。

これらの様々な問題を解決し、臨床研究の活性化を促すための根本的な共通課題は、臨床研究人材の育成であると考えられる。臨床研究の主たる実施機関は大学病院等であり、主な実施者は医師である。本論では、医学部卒業生を対象にして、大学院医学研究科で現在試みられている臨床研究人材の育成プログラムについて、特徴のあるものを選定して、内容を紹介し、今後の臨床研究人材の育成策について検討する。

2 臨床研究の特徴

臨床研究は、人や人由来の材料などを研究対象とするので、安全性や生命倫理などを考慮しなくてはならない研究であり、実施にあたって様々なガイドラインを遵守する必要がある（図表1）。

また、一口に臨床研究といっても、臨床研究には、医薬品等の承認

申請のための「治験」、治験以外の標準的治療法の改善等を目的とした「臨床試験」、新しい医療技術の効率的な開発を目的とした、基礎研究と臨床研究の橋渡し研究である「トランスレーショナルリサーチ(TR)」^{注4)}など、研究目的が異なるものが含まれている⁴⁾（図表2）。

そのため、臨床研究のタイプによっては必要なガイドライン等が異なる。具体的には、治験では、治験実施のための基準が薬事法およびGCP省令（医薬品の臨床試験の実施の基準に関する省令）で細かく規定されている。

従って、臨床研究を活性化する

図表 1 臨床研究に関連する代表的な法律および指針等

法 律 や 指 針 等	施行年月日等	施 行 機 関 等
ヘルシンキ宣言 (ヒトを対象とする医学研究の倫理的原則)	1964 年 6 月	世界医師会
臨床研究に関する倫理指針	2003 年 7 月	厚生労働省
遺伝子治療臨床研究に関する指針	2002 年 3 月	文部科学省、厚生労働省
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	2001 年 3 月	文部科学省、厚生労働省 経済産業省
疫学研究に関する倫理指針	2002 年 6 月	文部科学省、厚生労働省
手術等で摘出されたヒト組織を用いた研究開発 の在り方	1998 年 12 月	厚生科学審議会 (答申)
ヒト ES 細胞の樹立及び使用に関する指針	2001 年	文部科学省 (告示)
個人情報の保護に関する法律	2003 年 5 月	
トランスレーショナルリサーチ実施にあたって の共通倫理審査指針	2004 年 1 月	東京大学医科学研究所附属病院 先端医療研究セ ンター、名古屋大学医学部附属病院 遺伝子・再 生医療センター、京都大学医学部附属病院 探索 医療センター、大阪大学医学部附属病院 未来医 療センター、九州大学病院先端医工学診療部・臨 床研究センター、(財)先端医療振興財団 先端医療 センター・臨床研究情報センター
医薬品の臨床試験の実施の基準に関する省令 (GCP 省令)	1997 年 3 月	厚生労働省 * 関連法規：薬事法

科学技術動向研究センターにて作成

人材を検討する際には、例えば、TR のように研究的な要素が強いもの、治験のように制度で規定されたプロセスに従って実施することを求められるものなど、臨床研究のタイプによって、相応しい人材育成策も異なると考えられる。

図表 2 トランスレーショナルリサーチ (TR)、医師主導臨床試験、治験の比較

	T R	医師主導臨床試験	治 験
目 的	新しい医療技術の 効率的な開発	標準治療法の革新・ 改善	新医療技術の申請、 承認取得
被験者数	少 数	少数～多数	少数～多数
主 導 者	研究者および医師	医 師	企業および医師
研究資金の 出 所	国、企業、 ベンチャーキャピ タル、研究者	企業、国、研究者	企 業
試薬 / 試験 製品の供給元	研究者、企業、国	企 業	企 業

参考文献⁴⁾より

■ 用語説明 ■

注 1 臨床研究：医療における疾病の予防方法、診断方法及び治療方法の改善、疾病原因及び病態の理解並びに患者の生活の質の向上を目的として実施される医学系研究（医学に関する研究とともに、歯学、薬学、看護学、リハビリテーション学、予防医学、健康科学に関する研究が含まれる）であって、人を対象とするもの（個人を特定できる人由来の材料及びデータに関する研究を含む）をいう。

* 「臨床研究に関する倫理指針（2004 年 7 月 30 日制定、厚生労働省）」より

注 2 臨床試験：人を対象とし、薬剤や手術等の介入行為を行い、予め規定された実施計画書に従って行う研究。

注 3 治 験：医薬品等の製造・輸入・販売に関して厚生労働省への承認申請に必要なデータを得るために行われる臨床試験。

注 4 トランスレーショナルリサーチ (TR)：人に適用する妥当性が倫理的かつ科学的視点から公式に認められたときに人に対象として行われる小分子化合物、高分子化合物、遺伝子、細胞、組織などを用いた臨床研究。

3 今後求められる臨床研究者像

2006年から2007年にかけて、臨床研究の推進に関する科学技術政策上の様々な提言および施策が発表された。ここでは代表的な4つの提言等（下記、①～④）を取り上げ、「主に臨床研究の推進に関するもの」、「主に治験の活性化に関するもの」に分けて示し、それぞれの概要と臨床研究人材に関する記述から、今後の日本で求められる臨床研究者像を浮かび上がらせる。

3 - 1

最近の提言および施策

(1) 主に臨床研究の推進に関するもの

①内閣府 総合科学技術会議の第3期科学技術基本計画における分野別推進戦略（2006年3月28日閣議決定）⁵⁾のライフサイエンス分野では、「臨床研究・臨床への橋渡し研究」が第3期科学技術基本計画の期間中（2006年度～2010年度）に重点投資する対象として戦略重点科学技術に選定されている。

この研究開発内容として、以下が示されている。

- 早期に実用化を狙うことができる研究成果、革新的診断・治療法や、諸外国で一般的に使用することができるが我が国では未承認の医薬品等の使用につながる橋渡し研究・臨床研究・治験
- 臨床研究、橋渡し研究の支援体制整備
- 臨床研究推進に資する人材養成・確保（疫学、生物統計に専門性を有する人材を含む）
- 創薬プロセスの効率化など成果の実用化を促進する研究開発

また、ライフサイエンス分野の推進方策として、「臨床研究推進のための体制整備」⁶⁾が謳われ、「研究成果を新しい医薬品・医療機器等の形で国民に還元するためには、支援体制等の整備・増強、臨床研究者・臨床研究支援人材の確保と育成、研究推進や承認審査のための環境整備、国民の参画の4つの取り組みを進めることが重要である」と示されている。

②2006年12月に、独立行政法人科学技術振興機構の研究開発戦略センターは、「臨床研究に関する戦略提言 我が国の臨床研究システムの抜本的改革を目指して」を発表した⁶⁾。さらに2007年3月に、「統合的迅速臨床研究(ICR)の推進—健康・医療イノベーション—」を発表した⁷⁾。

「ライフサイエンスの基礎研究への多大な投資の結果、ライフサイエンスに関する豊富な知識が蓄積されているが、臨床研究を実施するシステムが弱体であり、（医薬品）審査認可機関にも問題があって、基礎研究の成果を迅速に実用化に繋げることが困難な状況にある」としている。そのために、臨床研究システムおよび審査認可システムの抜本的な改革を提言している。

具体的には、臨床研究の推進を国の政策の最重要事項の一つと位置づける「臨床研究基本法の制定」と、基礎研究・臨床研究・先端医療研究開発の機能を同一の場所に設置して、異分野の研究者が日常的に協力体制をつくることを可能とする「臨床研究の拠点整備、臨床研究複合体の創設とネットワークの形成」、さらに、「統合的迅速臨床研究(ICR)推進のための施策：資金の確保、制度改革、人材育成」

を提言した。

(2) 主に治験の活性化に関するもの

③内閣府 総合科学技術会議の基本政策推進専門調査会では、我が国の治験を含む臨床研究は、「円滑な科学技術活動と成果還元に向けた制度・運用上の隘路の解消」が必要な課題のひとつであるとし、2006年6月より審議を行い、2006年7月26日に中間報告を出した⁸⁾。

報告書では、体制整備に向けた改革の方向として、以下が示された。

- 支援体制等の整備・増強
- 臨床研究・臨床研究支援人材の確保と育成
- 研究推進や承認審査のための環境整備（臨床研究推進の制度的枠組みの整備、医薬品等の承認審査の迅速化・効率化、国際共同治験）
- 国民の参画（治験の情報提供活動の規制緩和、臨床研究の被験者に対するインセンティブの付与）

④ 2007年3月30日には文部科学省・厚生労働省から「新たな治験活性化5カ年計画」が発表された⁹⁾。これは、2003年4月に策定された「全国治験活性化3カ年計画」の次の計画にあたるものである。

「新たな治験活性化5カ年計画」において、治験・臨床研究の活性化の課題として、以下の項目が示された：

- 中核病院・拠点医療機関の体制整備
- 治験・臨床研究を実施する人材の育成と確保
- 国民への普及啓発と治験・臨床

研究への参加の促進

- 治験の効率的実施及び企業負担の軽減
- その他の課題（国際共同治験・臨床研究の推進における障害の解消、臨床研究開始時の届出制に関する検討、「臨床研究に関する倫理指針」の見直し等、「医薬品の臨床試験の実施の基準に関する省令（GCP 省令）」の見直し等）

3 - 2

提言された臨床研究
人材育成の内容

前項 3 - 1 で取り上げた 4 提言等の全てで臨床研究人材の育成に関する項目が示されている。これらについて以下に詳しく述べる。

①では、臨床研究支援人材（治験コーディネータ、生物統計学者、臨床疫学者、薬剤師、データ管理者、等）の確保・育成が提言されている。臨床研究の実施の際には、膨大な数のデータが生じ、これらのデータを解釈し、次の研究の方向性を決定するためには、データの管理や統計的な分析を行うなどの臨床研究支援人材が必要不可欠である。さらに、臨床研究者および臨床研究支援人材の数の確保（および雇用促進）、そのための教育の充実、臨床研究に関するキャリアパスや、経済的インセンティブの付与、が提言されている。

さらに、①では、臨床研究の主たる実施者である医師に対する臨床研究人材育成に関する具体的な施策提言は示されなかったが、「臨床研究・橋渡し研究の支援体制整備」の項目の具体的な取り組みとして次のように挙げられている。

- 基礎研究からのシーズを臨床開発へ展開するのみならず、臨床の視点からのシーズを基礎研究へむすびつける取組
- 臨床研究における新しい手法

や研究への取組、・・・（中略）・・・等の世界的動向の情報収集と、それらの手法・研究の活用の検討

- 臨床医と基礎医学研究者、他領域の研究者（特に工学系、薬学系等）との共同体制の増強
- 医薬品候補物質の探索系開発及びその探索実施のための設備・機関またはネットワークの整備、細胞・組織バンク、非臨床試験専門施設等の研究基盤の拡充

これらは研究支援体制に関して述べているが、最後の「研究基盤」を「臨床研究者の育成」に変えると、これらの文章はそのまま、以下のような人材育成策になると考えることができる。

- 基礎研究からのシーズを臨床開発へ展開するだけでなく、臨床の視点からのシーズを基礎研究にむすびつけるという研究を実施する臨床研究者の育成
- 臨床研究における新しい手法や研究に積極的に取り組める臨床研究者の育成
- 臨床医と基礎医学研究者や他分野の研究者と共同研究を積極的に実施できる臨床研究者の育成

②では、臨床研究推進に不可欠な人材として、臨床研究を実施する医師、生物統計家、規制科学（レギュラトリーサイエンス）の知識を有する人材、データマネジャー、治験コーディネータ、ゲノミクスなどの技術に関わる人材、インフォマティクスに関わる人材、医工連携を推進する人材（情報科学、ナノバイオロジー、工学）、知的財産と法務に関わる人材を挙げている。さらに、これらの人材を統括的に教育するための公衆衛生大学院の充実と増設が必要であるとした。

また、臨床研究を実施する医師の養成を学部と大学院で行うこと

が必要であるとし、具体的な方策として次のように述べている。

- 学部教育における臨床研究カリキュラムの充実
- 大学院における臨床研究の教育と研究の実施
- 臨床研究を行う医師のポストドクトラルフェローシップの設置
- オンザジョブトレーニング（OJT）として臨床研究拠点におけるサマースクールなどの教育
- 臨床研究に参加する医師へのインセンティブを与える評価システムなど

③では、①と同様の臨床研究支援人材の育成・確保についても言及しているが、それ以外に臨床研究を担う医師についての育成についての問題点として、次のように言及している。

- 臨床研究人材の不足：大学では基礎的実験医学が重視されがちであり、治験や臨床研究の評価は低く、また時間のかかる研究が多いため昇進につながりにくいことから、敬遠される傾向にあることが原因
- 不足している臨床研究人材を教育・育成する場（大学・病院・研究所など）の脆弱さも問題

臨床研究者の育成に関しては、③は次のように提言している。

- 大学は教育と研究を臨床研究により近い分野にシフトする事を考えるべき
- 臨床研究者が専門職として正當に評価される環境を作り、臨床研究実績を反映したキャリアパスを確立することが必要

④では、治験・臨床研究に従事する医師に対するインセンティブに関して具体的な方策の提言をしている。

- 医師等の臨床業績の評価向上（院内処遇、学会の論文評価、学位の取得）が進むよう中核病

院・拠点医療機関及び関係団体に協力を促す

- 治験・臨床研究の普及のため、厚生労働科学研究費等の交付割合を、基礎研究から治験・臨床研究へシフトする
- 医師等の養成課程での治験・臨床研究に係る教育の機会の確保・増大を図る

- 治験・臨床研究を実施する医師等が研究時間や研究費を確保できるようにする

3 - 3

今後求められる臨床研究者の姿

以上をまとめると、今後、日本

で求められる臨床研究者は、次の4つのタイプであろうと考えられる。

- (A) 基礎研究と臨床の双方に強い研究者
- (B) 他分野連携・融合志向の研究者
- (C) 臨床研究の専門家
- (D) 治験を主導的に実施する研究者

4 大学院における臨床研究人材育成の試み

まず、日本の大学院における臨床研究人材育成の現状の問題点について、4-1で言及する。次いで4-2で国が支援している大学院における人材育成プログラムについて示す。4-3では4-2のプログラムで採択された大学院医学研究科において試みられている人材育成プログラムについて、前章で示した「今後求められる臨床研究者」を育成できると思われるプログラムを選んで、その概要を紹介する。

4 - 1

大学院における臨床研究人材育成の現状の問題点

臨床研究は治療に介入する研究が中心であるので、臨床研究者は、医師としての基本的な知識と技能を有し、かつ研究者としてのトレーニングを積んだ者が望ましく、このような臨床研究者を多数育成する必要があると考えられる。しかし、医師が臨床研究者になるためには実質的に長期間かかっている。

医師は、医師として必要な基本的知識および技能等についての6年間の医学教育（学部）を経た後、基本的な診療能力を幅広く身に付けるために2年間の新医師臨床研修（新医師臨床研修制度は2004年4月に創設）を受けることが義務付けられている。また、専門医（特定の診療科や病気に関

して一定の基準を満たす教育や研修を受けて専門の試験に合格した医師）の資格を取得するために、新医師臨床研修後に3～5年程度の専門医研修を受ける者もいる。

従って、大学院進学を希望する場合、早くても新医師臨床研修後になり、研究者としてのキャリアを開始する時期が他の分野の研究者に比べてかなり遅くなる。現在、大学院の入学者の年齢は30～34歳が最も多いと報告されており¹⁰⁾、実際に専門医研修後に大学院に進学する者が多いと考えられる。

これを受けて、2007年3月に発表された「医学教育の改善・充実に関する調査研究協力者会議（文部科学省）」¹⁰⁾の最終報告書に、大学院教育の改善への取り組みが提言されている。

- 大学院の目的の明確化（研究者養成と臨床医養成）、大学病院での研究目的の診療従事のカリキュラムへの位置づけ
- 新医師臨床研修修了後に大学院への入学準備に十分な時間的余裕を確保するための秋季入学の実施
- 新医師臨床研修を受けることなく早期に進学する大学院のコースの設定

（17大学においては、早期進学特例として、医学部4年次を修了した時点で大学の定める単位を優秀な成績で修得した者を大学院医学研究科に入学させ、

Ph.Dを取得した後、医学部5年次に再入学して医学部を卒業させるなどのMD/Ph.Dコースを設けるなどの取り組みを実施している）

- 新医師臨床研修の基本研修科目および必修科目以外の研修期間に、将来、教育者や研究者を目指す者を対象に、研究マインドを育む研修を盛り込むなどの取り組み
- 大学院と大学病院の連携等による、専門医養成における大学院の取り組みの充実
- 博士号取得が教育者・研究者のスタートライン等として実感される取り組み
- 臨床医、臨床研究者、基礎医学研究者それぞれのキャリアパスの明確化とキャリア形成への支援

医師が大学院進学することに対するメリットやインセンティブが明確でなければ、今後、大学院への進学者は減少していくのではないかと懸念される。

4 - 2

国が支援する大学院における臨床研究人材育成プログラム

文部科学省では、「国公立大学を通じた大学教育改革の支援」として、大学および大学院で実施される特色のある取り組みを選定して支援している（2007年度予

算額:602 億円、2006 年度予算額:562 億円)¹¹⁾。

これには、「国際競争力のある世界最高水準の教育研究拠点形成(グローバル COE、21 世紀 COE プログラム)」、「社会の要請に応える専門職業人養成の推進(専門職大学院等教育推進プログラム、地域医療等社会的ニーズに対応した質の高い医療人養成推進プログラム、がんプロフェッショナル養成プラン)」、「現代的課題に対応できる人材養成と大学の多様な機能の展開(現代的教育ニーズ取り

組み支援プログラム、大学教育の国際化推進プログラム、社会人の学び直しニーズ対応教育推進プログラム、新たな社会的ニーズに対応した学生支援プログラム)」、「課程に応じた教育内容・方法等の高度化・豊富化の充実(特色ある大学教育支援プログラム、大学院教育改革支援プログラム、魅力ある大学院教育イニシアティブ:図表 3)」が含まれる。

これらの内、臨床研究人材育成プログラムとしても機能しているプログラムを下記に示す。

(1)「魅力ある大学院教育イニシアティブ」¹²⁾

「魅力ある大学院教育イニシアティブ」(文部科学省高等教育局大学振興課、(独)日本学術振興会)は、社会のニーズに応えられる若手研究者育成に主眼を置いた意欲的かつ独創的な大学院教育の取り組みを重点的に支援するものである。

このプログラムにおいて、2005 年度(19 件)と2006 年度(11 件)に採択された医療系の課題の内、教育プログラムのテーマが臨床研究に関するものを選び、図表 4 に示した。この内のいくつかは、次節で内容を紹介する。

図表 3 「魅力ある大学院教育イニシアティブ」の概要

「魅力ある大学院教育イニシアティブ」	
(概要)	
・ 若手研究者に新たに求められる資質、自立して研究活動を行うための能力を組織的かつ体系的に修得させるための教育プログラムを重点的に支援し、研究者養成機能の強化を推進	
・ 時代の要請に応じた大学院教育の進展という観点から、教育の課程の組織的展開の強化、新たな研究指導法の開拓を促進	
(対象) 原則として博士課程を置く専攻	
(事業規模)	
・ 国から補助金を支出する額は、内容等を勘案の上、取り組み規模の範囲内で 1 件当たり年間 5 千万円限度を上限とし、原則として 2 年間継続的に交付	
(予算) 2006 年度予算額 42 億円 (2005 年度予算額 30 億円)	
(採択実績)	
・ 2006 年度は申請が 129 大学 268 件、採択が 35 大学 46 件、その内、11 件が医療系	
・ 2005 年度は申請が 147 大学 338 件、採択が 45 大学 97 件、その内、19 件が医療系	

参考文献^{11), 12)}を参照し、科学技術動向研究センターにて作成

図表 4 「魅力ある大学院教育」イニシアティブの採択課題例(臨床研究に関するもの)

採択年度	大 学	専 攻	教育プログラムの名称	教育プログラムの対象
2005	群馬大学	医学系研究科医科学専攻	大学院医学教育の双方向型展開と実践	基礎医学・臨床医学融合
2005	京都大学	医学研究科	横断型系統的医学研究キャリアパス形成	学際的・統合的な医学研究
2005	山口大学	医学系研究科応用医工学系専攻	医工融合実践教育プログラム	医工融合
2005	長崎大学	医歯薬学総合研究科新興感染症病態制御学系専攻	国際的感染症研究者・専門医養成プログラム	感染症研究者・専門医育成
2006	三重大学	医学系研究科生命医科学専攻	地域と時代に応える医学・医療研究者の養成	基礎・臨床融合型
2006	九州大学	医学系学府機能制御医学専攻	臨床研究活性化のための大学院教育改革	臨床研究専門教育システム
2006	熊本大学	医学教育部病態制御学専攻	エイズ制圧をめざした研究者養成プログラム	エイズのトランスレーショナルリサーチ
2006	宮崎大学	医学系研究科生体制御学専攻	臨床研究と展開医療を融合する教育拠点	シーズの発見から臨床応用までの展開医療
2006	横浜国立大学	医学研究科生命分子情報医科学専攻	臨床治験推進リーダー養成プログラム	治験・臨床試験
2006	慶應義塾大学	医学研究科医科学専攻	癌研究奨励修士・博士一貫教育イニシアティブ	癌基礎・臨床一体型研究

科学技術動向研究センターにて作成

(2)「地域医療等社会ニーズに対応した質の高い医療人養成推進プログラム」¹³⁾

「地域医療等社会ニーズに対応した質の高い医療人養成推進プログラム」(文部科学省高等教育局医学教育課)は、地域医療等社会ニーズに対応したテーマ設定を行った国公私立大学から申請された取り組みの中から、質の高い医療人を養成する特色ある優れた取り組みについて財政支援を行うことにより、大学の教育の活性化を促進し、社会から求められる質の高い医療人の養成推進を図ることを目的とする¹³⁾。

このプログラムは毎年、募集テーマが異なり、2006年度のテーマは「分野別偏在に対応した医師の養成」、「臨床能力向上に向けた薬剤師の養成」であり、2007年度のテーマは「臨床研究・研究支援人材の養成」、「女性医師・看護士の臨床現場定着及び復帰支援」である。

2007年度予算は2テーマ合わせて13.1億円である。選定された取り組みは、継続的な財政支援が実施(3年程度)される。

2007年度テーマ「臨床研究・研究支援人材の養成」は、創薬・新規医療技術の開発等に資する臨床研究や臨床研究への橋渡し研究を一層推進するための、質の高い臨床研究者や研究支援人材(臨床試験コーディネータ、生物統計学者・臨床疫学者・データ管理者等)の養成に関する取り組みを対象とした。

2007年7月25日に2007年度テーマの選定大学が発表された。「臨床研究・研究支援人材の養成」においては、申請30件中、採択7件であり、実践的かつ具体的な効果が期待される取り組みが選定されたように思われる。図表5に、選定された取り組みを示した。

図表5 2007年度テーマ「臨床研究・研究支援人材の養成」に採択された大学と取組名

大 学	取 組 名
群馬大学	大学院融合型 OJT による臨床試験人材養成
神戸大学	先進的 CRESP による臨床研究教育の改革 —神戸ローカル医療クラスターにおける クリニカル・リサーチ・エキスパート特修プログラム (CRESP)の開発—
山口大学	大学院コースによる臨床研究支援人材の養成 —「臨床試験支援センター」を中心として—
九州大学	良質な医師主導臨床試験支援人材の育成 —日本人のためのエビデンス構築の基盤整備—
琉球大学	臨床研究専門医と上級 CRC 養成プログラム
東京慈恵医科大学	プライマリケア現場の臨床研究者の育成
北里大学 慶応義塾大学 順天堂大学	臨床研究人材育成教育コンソーシアム —国内・海外連携による教育システムの構築と実施—

http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/19/07/07072516.htm より

4 - 3

「魅力ある大学院教育イニシアティブ」で採択されたプログラムの紹介

図表4から、3-3節で示した今後求められる臨床研究人材である、(A)基礎研究と臨床の双方に強い研究者、(B)他分野連携・融合志向の研究者、(C)臨床研究の専門家、(D)治験を主導的に実施する研究者、の育成に関連する教育プログラムを選び、その特徴などを紹介する。

(A) 基礎研究と臨床の双方に強い研究者育成

○横断型系統的医学教育キャリアパス形成(京都大学)

【背景】

今日の医学研究の急激な進展と国際的な競争、成果還元への強い社会的要請などより、さらに包括的・総合的医学知識と技術の取得、社会との連携を視野にいたした見識と倫理性、新領域開発につながる

自主性と独自性、多様な国際的コミュニケーション能力の修得が必須の要件となっている。

【目標】

従来の伝統的な医学系大学院教育において実施されてきた徹底的な個人教育という面を保持しつつも、新しい時代環境に即したより合理的で広い視点を教育に導入する包括的で全人的な大学院教育システムの構築を計画する。

【プログラムの内容】

- 現在の6専攻(生理系専攻、病理系専攻、内科系専攻、外科系専攻、分子医学系専攻、脳統御医科学系専攻)を1専攻に統合し、統合専攻とする
- 統合専攻では、従来の専門分野に加えて、系統的な教育履修ユニットとしての基礎・臨床・社会医学を横断する12の大学院教育コース(細胞生物学・細胞生理学コース、発生・形態形成学コース、免疫・アレルギー・感染症学コース、腫瘍学コース、遺伝・ゲノム医学コース、神経科学コース、生活習慣病・老化・

代謝医学コース、再生医療・臓器再建医学コース、病理病態医学コース、臨床研究（臨床疫学・探索臨床）コース、健康社会医学コース、医工学連携コース）を新たに設置する

- 学生は既存の専門分野に属すると同時に少なくとも一つの大学院教育コースを履修し、学位取得まで両系統から教育・研究指導を受けながら学位研究を進める

（特徴と今後の期待）

幅広い医学分野の専門知識という横系と、深い専門性という縦系を組み合わせた教育プログラムにより、基礎研究および臨床の両方に強い研究者の育成が期待される。

（B）他分野連携・融合志向の研究者育成

○医工融合実践教育プログラム（山口大学）

【背景】

大学院医学系研究科応用医工学系は、2001年4月に日本で初めて医学部と工学部が融合して設立された独立専攻大学院であり、生体情報のデジタル化を基盤にして医療・福祉の新しい動向に則した理論と先端的医療機材の開発研究に必要な創造的で幅広い視野の人材の育成を目的としている。医工学の学位（博士）を授与する日本で唯一の大学院である。

【目標】

医工学分野において国際的に活躍できる、創造的で幅広い視野を持つ、人間性豊かな研究者の育成。

【プログラムの内容】

- 医工学基礎コース必修科目とし、非医学系学生に医学系の基礎科目の講義（基礎解剖生理学、

基礎生化学、基礎病理学、医用統計学、基礎内科学、基礎外科学など）を、非工学系学生に工学系の基礎科目（バイオメカニクス基礎、バイオセンシング基礎、バイオターゲット基礎、バイオマテリアル基礎、バイオミメティクス基礎、バイオシステム基礎など）の講義を行う

- 博士後期課程には医工学専門コース、展開研究コースがあり、医学・工学融合型の研究展開が可能となるような実験・解析手法の修得を実施している
- 医工学の動機づけとして、医学部出身者には高度医用・分析デバイスの原理と使用方法の実習などのエンジニアリング体験を、工学部出身者には手術現場等の臨床体験などにより医療ニーズを知る演習が含まれている
- 「エンジニアリング的素養を有する医師」、「医療分野に精通した工学系研究者」を養成する

（特徴と今後の期待）

医学・工学の連携は、最早、新しい試みではないが、先端的医療機材の開発研究に焦点を絞って、このような実質的な医学と工学の融合教育および研究を実施することは、大変新しいと考えられ、効果が期待される。

（C）臨床研究の専門家育成

○臨床研究活性化のための大学院教育改革（九州大学）

【背景】

学部教育内容の急増、卒後臨床研修化などにより、学生や研修医は大学院進学に目を向ける余裕をなくしている。このままでは、大学院は人材育成の目的が果たせないばかりか、研究遂行にも支障を来たしかねない。

【目標】

臨床研究専門教育システムの構築を核とする医療系大学院教育改革に着手する。各論的教育以前に、まず臨床研究全般にわたる基礎教育が必須。また、臨床研究を担う医師を多数養成する必要があるが、若手医師にとっては専門医資格の取得も必要なので、医師が社会人のまま大学院を受講できるシステムを作る必要がある。

【プログラムの内容】

- 博士課程に臨床研究専門教育システムを創設し、系統的なコース教育により、適正な臨床研究を実施する能力を修得させる
- 社会人医師に大学院で学ぶ機会を提供するために、授業は夜間もしくは休日に設定する
- 博士課程の臨床研究専門教育システムと基礎研究者養成システムを設置し、両システムは自由にアクセス可能である

（特徴と今後の期待）

このような、医師としてのキャリアパスを考慮した臨床研究の専門家を育成するプログラムは、今後、医師の大学院進学を促進するためのモデルプログラムになると期待される。

（D）治験を主導的に実施する研究者の育成

○臨床治験推進リーダー養成プログラム（横浜国立大学）

【背景】

国際競争力の乏しい日本の臨床研究の弱点を克服し、日本国内における臨床試験、新薬開発・評価を医師主導のもとに行う体制の整備は急務である。

【目標】

国内における臨床試験体制の整備と臨床治療学の水準を引き上

げ、安心で安全な治療体制の充実のために、大学院博士課程における大学院生を対象に広く臨床研究および臨床試験を展開するリーダーを育成する。

【プログラムの内容】

- 複数診療科および研究分野にまたがる基礎知識・教養・視点の涵養など、組織的な個別指導体制の確立
- 先端医科学研究コースと臨床試験エキスパートコースを設置

- 臨床試験エキスパートコースには、臨床試験実習があり、臨床試験や治験を実施する際に必要なプロセスを修得することができる
- 米国において医薬品の許認可を担う機関である FDA と、先端的な共同科学研修プログラムの開発、実施を通じた人材育成に関する連携協定を結んでおり、将来的に FDA で研修可能
- 日本の医師免許で医療行為が可能なアイオワ大学との連携協定など

の国際研究教育システムの導入

(特徴と今後の期待)

本プログラムは、治験・臨床試験を主導的に実施する研究者（医師）を育成することに特化した大学院である。このような、治験医師の育成に焦点を絞った実際的なコースをもつ大学院は日本で唯一であり、今後はこのようなコースを持つ大学院が増えることが期待される。

5 おわりに

科学技術の持続的な発展に関わらず、依然として医療上で求められる課題は減少する様子がない。高齢化、生活様式および生活習慣の変化、グローバルズムにより、従来には少なかった疾病の増加、新しい疾病や感染症の出現、複合的な疾患に罹患する人の増加など、今後の疾病構造はより複雑になり、医療に対する国民のニーズや期待感が高まるばかりである。

将来、日本の国民が、今まで以上に進んだ医療や効果的な治療を国内で受けられ、同時に国内での臨床研究も進めようとするならば、旧来の制度やシステムではなく、現代に合った新しい制度やシステムを医療の現場や医学部などの教育および研究の現場に導入していく必要があると考えられる。

医師が一人前になるまでには医学部を卒業してから10年以上かかっている。基礎研究者が独り立ちできるようになるまでも、一般に学部を卒業して10年程度は必要である。人材育成は、臨床医であれ、基礎研究者であれ、長い期間が必要となる。

現代の複雑な疾病に立ち向かうためには、医師としての広い臨床知識、医療に対する高度な専門性、最先端の研究知識、優れた研

究能力などを有する人材が必要となる。これら全てを一人の人間が有することは理想ではあるが、現実には不可能かもしれない。しかし、専門性の幅や知識レベルの多様な人材を大学で育成していこうとする試みは重要である。本論で示したように、様々な大学が特徴的な臨床研究人材の育成プログラムを実施し始めている。まだ始まったばかりであり成果が目に見えるようになるのは先のことである。しかし、臨床医と基礎研究者の両面を合わせ持つような人材の育成は、長い時間をかけて取り組んでいかなければならない課題である。

また、臨床研究人材に限らず、このような大学院における人材育成プログラムを国家レベルで推進することは、日本が将来的に必要なとする高度な専門性をもつ人材を確保するために極めて重要なことである。今後は、これらの人材育成プログラムと連動して、プログラムに参加する個人を対象にした研究資金や生活への経済援助などの若手支援のプログラムを拡大していくことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 臨床研究に関する倫理指針（平成15年7月30日）（厚生労働省）
- 2) 新薬のはなし（日本製薬工業協会）：<http://www.jpma.or.jp>
- 3) M. Rahman and T. Fukui, "A Decline in the U.S. Share of Research Articles", New England Journal of Medicine 2002; 347:1211-1212 (2002)
- 4) トランスレーショナルリサーチ実施にあたっての共通倫理審査指針、臨床評価 31 巻 2 号, p487-495 (2004)
- 5) 第3期科学技術基本計画における分野別推進戦略 ライフサイエンス分野（2006年3月28日閣議決定）
- 6) 臨床研究に関する戦略提言 我が国の臨床研究システムの抜本的改革を目指して（独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター）（平成18年12月20日）
- 7) 戦略イニシアティブ 統合的迅速臨床研究（ICR）の推進—健康・医療イノベーション—（独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター）（平成19年3月）
- 8) 科学技術の振興及び成果の社会への還元に向けた制度改革につ

- いて（中間報告）（基本政策推進専門調査会（平成 18 年 7 月 26 日）
- 9) 新たな治験活性化 5 ヶ年計画（文部科学省・厚生労働省）（平成 19 年 3 月 30 日）
- 10) 医学教育の改善・充実に関する調査研究協力者会議 最終報告（平成 19 年 3 月 28 日）
- 11) 国公立大学を通じた大学教育改革の支援（文部科学省）：
http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/index.htm
- 12) 「魅力ある大学院教育」イニシアティブ（日本学術振興会）：
<http://www.jsps.go.jp/j-initiative/index.html>
- 13) 地域医療等社会的ニーズに対応した質の高い医療人養成推進プログラム（文部科学省）：
http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/chiiki/07021409.htm
-

執 筆 者



ライフサイエンスユニット

伊藤 裕子

科学技術動向研究センター

<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>



薬学博士。ヒト染色体の構造・機能などの研究に従事。現在の専門は科学技術政策。ライフサイエンス分野の先端科学の動向、競争的研究資金制度、科学の知見が社会に利用されるまでのプロセス等に関心がある。

ユビキタスネット社会の コンテキストウェアネス 技術研究の動向と課題

藤井 章博
情報通信ユニット

1 はじめに

今後、日常生活の色々な場面で、目立たないように配置されたコンピュータが、様々な情報提供を行ういわゆる「ユビキタスネット社会」あるいは「ユビキタス情報社会」という環境が作られてくるであろう。総務省が中心となって進めている u-Japan 戦略では、以下のような表現でこうした環境の実現に向けた取り組みを記述している¹⁾。

- ネットワークが身の回りのどこにでもあり、意識することなく ICT を利用すること
- 様々なモノを繋ぎ、「ヒトとモノ」、「モノとモノ」のコミュニケーションを実現すること

こうした環境を実現するための技術は多岐にわたるが、特に「意識することなく ICT を利用すること」という部分に対応するのが、「コンテキストウェアネス技術」と呼ばれる技術分野である。

この技術では、家庭や職場、街等の生活空間に配置された多数のセンサから情報を得て、利用者の行動の詳細や時々刻々変化する環境の状態を把握する。そして、利用者にタイミングよく有用な情

報を提供するといったサービスを行う。このため、利用者の行動を詳細にコンピュータや第三者が記録する必要がある。更に、利用者についての背景的情報も同様にコンピュータ等に登録する場合もある。このようにして蓄積された情報を付き合わせて、利用者の現在の状態・意図などを推論し、利便性をもたらす様々なコミュニケーションを創出する。コンテキストウェアネス技術は、このようにして利用者の生活に密着し常に生活者の行動を詳細に記録することを前提としているため、利用者が「意識することなく」その人の個人情報処理されるという危険な一面も持つ。

現在既に国内で数社のベンダーが、コンテキストウェアネス技術に基づくサービスの実装を提案し始めている。技術の紹介には、「みまもり」という耳に心地よい形容詞が使われる場合が多い。研究開発の視点からは、必要な行動の把握を表現する語は、英語で「surveillance」である。本来この語彙には、「みまもり」という語の「まもる」部分に相当する意味は含まれていない。技術の可能性を語るとき、このように技術のもつ明るい部分を強調することは研

究開発を行う立場からすれば自然なことかもしれない。また、「意識することなく ICT を利用すること」を実現するためには、「みまもり」によって得られる情報の蓄積・管理・操作が必ず必要になる。こうした技術は、利用者を「監視」するための情報管理につながるかもしれない。更に、このような情報が第三者に悪用されれば、単純な情報漏洩以上の損害を被る可能性もある。この点は、この技術がもたらす可能性のある利便性に対して非常に大きな影の部分として、この技術を考える上で今後ますます検討が必要となる視点であろう。

本稿では、コンテキストウェアネス技術の概要を紹介するとともに、この技術が今後進展し社会的に受容され、新規のアプリケーションを生み出すための鍵となる研究課題について述べる。この分野は、現在盛んに研究開発が行われており、一部実用化の途についている。しかし、この分野の最大の課題は、個人の行動履歴が反映されている「コンテキスト」の安全・安心な流通基盤の構築であると考えられる。この部分の研究開発には、制度設計を含む多様な観点からの検討が必要である。

本稿は、研究活動を網羅的に調査した結果ではない。以下では、まず論考の対象となる技術分野の理解を助けるためコンピュータ上

で行動のコンテキストをどのように取り扱うか説明する。つぎに、典型的なシステムの構築事例を挙げてこの分野の研究動向を紹介す

る。その上で、ユビキタスネット社会実現のための環境作りという観点から、コンテキストの運用基盤の重要性について述べる。

2 コンテキストウェアネス技術の概要

2 - 1

コンテキストの定義とその情報処理

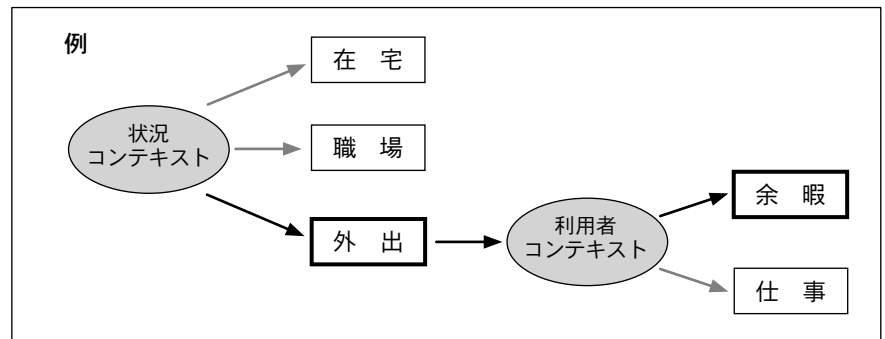
辞書によると、「コンテキスト(context)」とは一般には「文脈」や「背景」を指し、「アウェアネス(Awareness)」とは「～と知ること、自覚・認識すること、意識、配慮」などとされている。一方、「コンテキストウェアネス技術」の研究上の定義は、先駆的な研究者である Dey らの定義が引用される場合が多く、「エンティティ(entity)の状態を規定できる何らかの情報。エンティティとは、人・場所・物体などを指し、利用者やアプリケーションとの間の相互作用に関与するものである。利用者やアプリケーションもエンティティに含まれる。」とされている⁸⁾。

図表1は、コンテキストの分類の一例を示している。コンテキストは、映画を代表とする映像コンテンツなど情報資源に関する「資源コンテキスト」と、利用者のコンテキストに大別される。利用者のコンテキストは、更にその意図の属性や現在の行動の意図などを表現する「利用者コンテキスト」と、その利用者がおかれた状況、天候や場所、時間等に関する「状況コンテキスト」に分かれる。

資源コンテキストは、例えば映画等がホラーか恋愛物かという分類やそのコンテンツの著作権の状況などを表す。利用者コンテキストは、例えばある利用者が現在就業状態にあるかどうか、会議中かそうでないか、など利用者の状況

図表1 コンテキストの分類と例

対 象	内 容	コンテキスト
資 源	情報資源の分類、属性等	資源コンテキスト
利用 者	利用者の属性、意図、目的等	利用者コンテキスト
	利用者の環境、場所、時間等	状況コンテキスト



を表現する。状況コンテキストは、例えば、利用者の位置やそこの天候などを表す。

図表1の例では、状況コンテキストと利用者コンテキストの二つの情報を活用することで、利用者がいま「余暇」で外出し、買物などを行っている状況であると解釈される。一般的には、コンテキストは定義された有限の状態の間を遷移する「状態遷移図」で表現され、これに基づいてソフトウェアが作られる。このソフトウェアが規定する範囲で、コンテキストは逐次変化するデータとして蓄積され、処理される。上の例は、非常に単純化した例であるが、各コンテキストをより細分化して定義すれば、利用者が取りうる多様な状態に対応して、様々なサービスを提供できるだろう。近年、この部分に関する研究開発は盛んに行われており、現在の主なターゲットは、行動のモデル化やコンテキストの抽出方法、状態遷移ソフトウ

エアの開発、その具体的な携帯端末等への実装などである^{2, 4, 10)}。

2 - 2

システムの全体像

図表2は、コンテキストウェアネス技術によって、利用者の行動履歴に基づいた情報サービスを提供するシステム構成の全体像を示す概念図である。階層構造の最下部は、住宅やオフィスなどに多数配置されるセンサや利用者が携帯する携帯端末等の管理を行う「ハードウェアの操作」の階層である。これらのハードウェアなどから得られる物理的な生データをもとに、時々刻々と変化するコンテキストの状態遷移の基になる情報を、上位層である「コンテキスト情報処理」の部分に提供する。

次に上部に位置するのは、情報サービスなどを提供する「表示装置・動作装置」である。表示装置は、携帯端末や環境に設置された

モニターや情報表示装置などが考えられる。最上層に想定されているサービスやアプリケーションの中には、単なる情報の表示を超えて、家電製品などの動作を伴うサービスも想定されている。更に、将来的にはロボットの遠隔操作やコンテキストに呼応した自律的動作の実施などの可能性がある。こうした動作装置に関する機能は、「情報アクチュエーション」と呼ばれ、今後のユビキタスネット社会の行方を描く上で重要な技術動向の一つと考えられている¹⁸⁾。

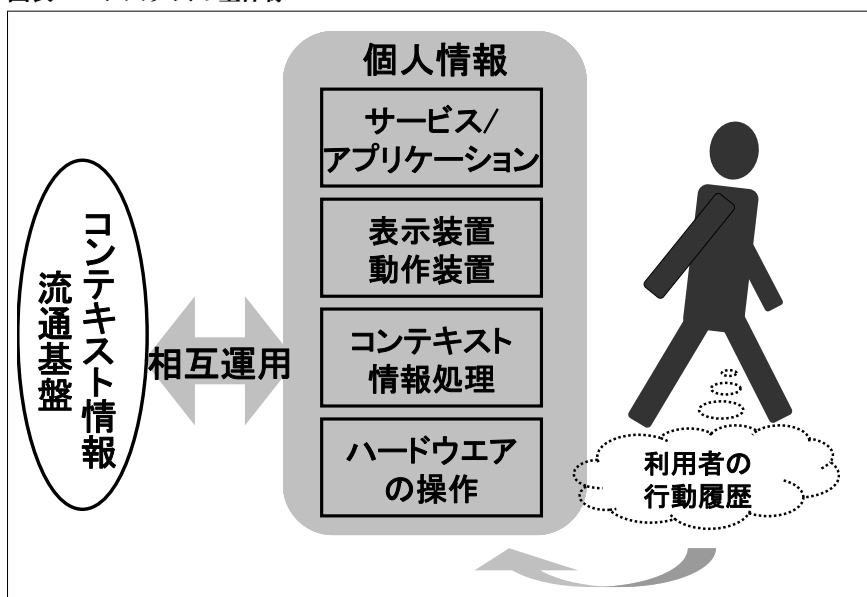
システム全体を通じて、取り扱う情報は、ほとんどすべて「個人情報」に対応する。このため、情報の漏洩や外部からの不正使用に対処する機能の充実が研究開発上の最も重要な課題となる。この点については、次節で述べる。

2 - 3

コンテキスト情報の流通基盤

インターネット上のサービスプロバイダーのような第三者が、利用者のコンテキストを用いて何らかの付加価値のあるサービスを提供する場合が考えられる。その際、図表2に示したように、公衆網やローカルエリアネットワークなどの通信網を通じて、外部の「コンテキスト情報流通基盤」との間でコンテキスト情報の相互運用を行うことになる。コンテキスト情報を活用し、利用者のためになる多様なサービスが提供されるためには、どのような社会基盤が必要になるのだろうか。この分野はまだ研究段階にあり、確固とした青写真は描かれていないが、コンテキスト情報を流通させることが可能な技術基盤のモデルは、概ね図表3「コンテキスト情報流通基盤の概念図」に示すような3階層の機能に分化して成立すると考えられる^{3, 17)}。

図表2 システムの全体像



まず「利用技術」では、ユーザに何らかのアプリケーションを提供する。アプリケーションを構成するためには、図表1に示した資源コンテキスト、利用者コンテキスト、状況コンテキストなどそれぞれ異なるコンテキスト同士を組み合わせて組み合わせる必要がある。この組み合わせを「ビュー」と呼ぶ。こうしてアプリケーション毎に特定の利用者に特化したビューが構成され、特定の機能呼び出すために利用される。

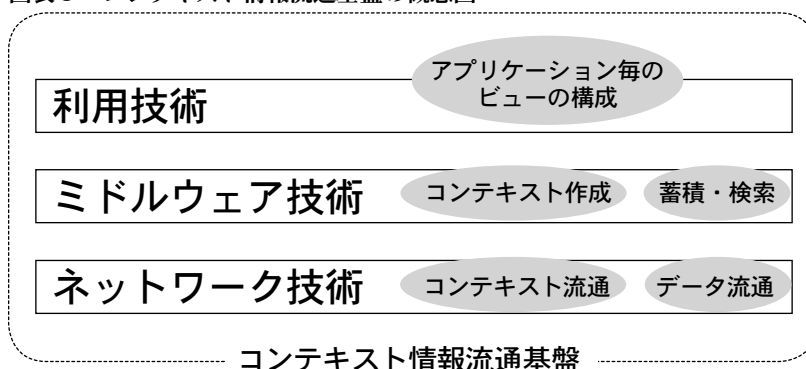
次に、「ミドルウェア技術」を提供する階層では、各種コンテキストを作成する機能とそれらを蓄積し、必要に応じて検索する機能などが提供される。こうした機能階層が社会基盤として成立するためには、コンテキストの構成方法に関しても、国際的に共通の規格が必要となる。現在、この部分に

ついては、まだ国際標準が明確に規定されていない。しかし、今のところ、「Web サービス」や「セマンティック Web」と呼ばれる技術基盤が、コンテキストウェアネス技術を利用したサービス提供に際しても主要な役割を演じると考えられている²⁰⁾。

情報資源の相互運用のための機能を提供する技術としては、上述した「Web サービス」や「セマンティック Web」と呼ばれる技術の体系が存在する。

Web サービスとは、一定の規約にしたがって構築されたソフトウェアアプリケーションをネットワーク上で公開し、連携や相互運用するための技術的枠組みである。アプリケーション機能への参照は、XML(eXtensible Markup Language)と呼ばれる書式に則って記述され、コンピュータが

図表3 コンテキスト情報流通基盤の概念図



スメールや電子メールに加えて、コンピュータ等によって自動的に生成されるものも含まれるであろう。こうしたメッセージは、利用者に応答など何らかの対応を迫るために、利用者の負担は増大する。そこで、このように頻繁に携帯端末に到着するメッセージに関して、利用者がそれを処理することの心理的負担を軽減する目的で、コンテキストウェアネス技術を適用する研究が行われている⁹⁾。

例えば、職場で同僚と職務内容について検討しているときは、週末の遊びについての友人からの電話での問い合わせによって、会話を中断されたくないと思うだろう。しかし、その同じ内容のメッセージが、仕事のキリの良いタイミングで端末に表示されれば、応答することはやぶさかではなかろう。この研究では、業務中の利用者の活動のコンテキストを分析

し、メッセージの表示のタイミングを調節する機能を提供しようとしている。

(2)生活環境の事例

次の事例は、同じく建築学と計算機学を融合した長期的な研究プロジェクトの一部として実施されているものである。多数のセンサを配置した住環境を想定し、その中で利用する携帯型端末を開発している。

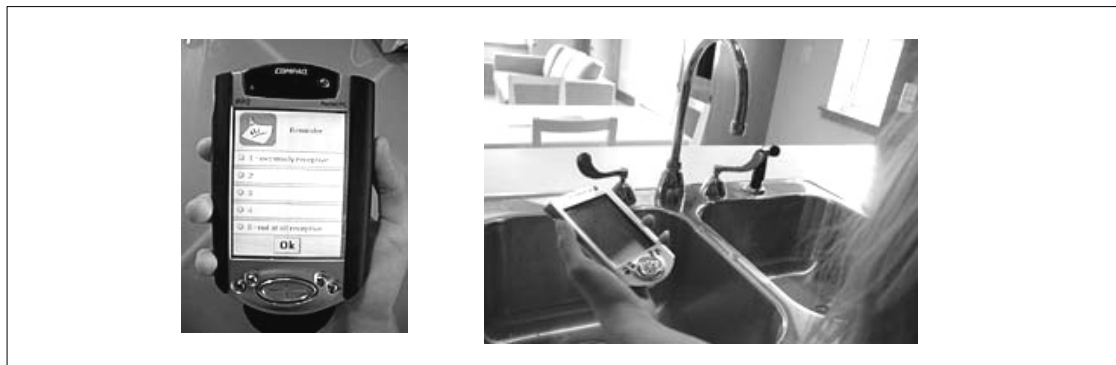
この研究では、テレビなどの家庭電気製品を制御するための端末にコンテキストウェアネス技術を適用させ、利用者のより健康な日常生活を支援するというものである。端末は、テレビのチャンネル、音楽鑑賞用ステレオ装置などの操作画面に、電子メール表示機能などを加えて一つの操作画面で多機能を担うものである。図表4には、端末とキッチンでこれを操作して

いるシーンを示している。

特に米国では、テレビを見る時間の増大が肥満や成人病に繋がるとして、テレビを見る代わりに体を動かすことが推奨されている。一方、日常生活には生活者の自由な行動のもとで一定の娯楽のための時間も必要であろう。この端末は、利用者にとって押し付けがましくない方法で、テレビを見る以外の行動を取るようにながし、自然にカロリー消費を促進するというものである。カロリー消費をもたらす行為としては、音楽を聴いて体を動かすことや、料理・洗濯などの家事を行うことなどが相当する。

この住環境には、図表5に示すように室内に多様なセンサが家具の扉などに設置されており、例えば「戸棚を空けた」というような動作も逐一記録される。このような、動作の記録は単なるデータ

図表4 家電操作端末とそれを操作しているところ(表紙カラー図参照)



出典：MIT Media Lab, Home_n: house of the future

図表5 住居の随所に配置されたセンサの例



出典：MIT Media Lab, Home_n: house of the future

の羅列にしかないため、もう一段階上の処理が必要である。研究では、このようなデータの蓄積から意味のある利用者コンテキストを作成することが、一つのターゲットになっている。このタイプの研究は、この例以外にも国内外で活発に行われている。

MIT のこの研究開発の例では、新しい技術の支援によって、従来の生活パターンが大きく変化する可能性に注目している。研究開発の動機としては、次のような健康管理に関する姿勢の変化を先取りしようとする考え方があり、これが、システムの設計思想に反映さ

れている。

- ① 治療から予防へ：医療目的の変化
- ② 患者から健常人へ：高齢者や患者予備軍等への対応
- ③ 病院から自宅 (Home) へ：対応場所の変化
- ④ 定期健診からリアルタイムへ：健康・疾患に関する情報の取得方法の変化

すなわち、病気になってから治療
 するのではなく、病気にならない
 ように予防に日常生活の場で常に
 心がけるというものである。この
 ような態度は、特に成人病予防に
 対して効果的であると考えられて

いる。MIT のプロジェクトでは、こうした変化への対応を表現するために、「proactive(先取り)」という概念を提唱している。これは、文字通り事態を先取りしようとする考え方であるが、コンテキストウェアネス技術が可能にする新しい生活環境のイメージを的確に表現している標語とも言える。医療に関して、このような変化が求められているということは以前から指摘されてきたが、コンテキストウェアネス技術を代表とする昨今の情報処理技術の進展によって、初めて具体的な技術的支援が可能となるのである。

4 コンテキストウェアネス技術の課題

ユビキタスネット関連技術は多岐にわたるが、これまで述べてきたコンテキストウェアネス技術は、その基幹的な技術である。したがって、この技術領域における課題は、そのまま多くのユビキタスネット関連の研究に当てはまる。以下では、コンテキストウェアネス技術の研究開発における課題のうち、最も重要なプライバシーの保護とアプリケーションの設計という二つの観点について述べる。

4 - 1

個人情報保護

コンテキストウェアネス技術においては、個人の行動に関する情報を詳細に取り扱うため、情報の漏洩に対する対処が磐石であることが求められる。利用者は、自分にとってより良い住環境が実現できるということであれば、進んで個人情報の一部をシステムに提供するかもしれない。なぜなら、より良い環境を作るという目的で、人の行動や環境を監視することは、基本的には善意によって

為されているという大前提がある。言うまでもなく、この前提だけに立ったシステムは、悪意による不正行為に対して極めて脆弱である。そこで、個人情報漏洩を最小限に食い止める工夫が必要となる。

当然、こうした観点からの検討も既にはじめられている。例えば、センサや携帯端末装置は最低限、物理レベルでの信頼性が求められる。家庭内や組織内の情報ネットワークが動作している状況において、外部から無線や電磁環境検知技術などを悪用して、個人情報盗み見られないようにする必要があり、伝達情報の暗号化などの研究が重要である。

更に、システム構成のより上位の機能レベルにおいても対処が必要になる。利用者の行動を監視する装置は、必要以上の情報を収集してしまうかもしれない。そこで、出来るだけ少ない情報で目的を達するようなシステムの設計を目指す必要がある。例えば、センサの機能やハードウェアを「無能」な状態に置き、コンテキスト情報の処理は、許された装置によって

のみ行う。こうすることで、センサ等から情報が盗まれることを防御できる。あるいは、高度な画像認識機能を備えたビデオカメラでは、コンテキストを解析する以前の1次的な映像情報のみを出力するという方策も検討されている。得られた物体や人物の認識能力を、強い管理下にある別のハードウェアのみに許し、個人の特定やその行動内容に掛かわる情報の存在箇所を限定し、リスクを最小限に抑えるのである¹²⁾。

4 - 2

アプリケーションの設計

コンテキストウェアネスの研究プロジェクトでは、アプリケーションやサービスだけを議論しても机上の空論になってしまう可能性がある。したがって、多くの場合は、実際のセンサーネットワークを構築した上でのアプリケーションを検討している。このために、この分野の技術を論じる際に、次のような問題を生じていると考えられる。

まず、アプリケーションの有用

性に関する点である。各種の研究プロジェクトで検討されているアプリケーションには、具体的な需要が疑わしいものもある。特に、センサーネットワークの構成方法が研究の中心的課題であれば、アプリケーションのあり方は付加的な要素に過ぎなくなる。こうした傾向が、技術分野の重要性に対する一般の認識を妨げる側面がある。コンテキストウェアネスに「みまもり」という耳に心地よい形容詞が必要と感じるのは、この分野の技術に関する社会的な受容性の低さに由来する心理かもしれない。すなわち、コンテキストウェアネス技術では、それが想定するサービスやアプリケーションが人々の日常生活に密着するものであればあるほど、一般的に心理的な敷居は高く、社会的受容性が低い。このためアプリケーションの設計には、これを凌駕するシステムの設計思想が必要である。

例えば、MITの事例で「proactive」と表現された概念はこれに相当する。こうした概念あるいは設計思想の創出が、実はネットワーク技術に関する要素技術の開発と併せて、あるいはそれ以上に重要である。未来の生活環境に関して、こ

のように新しいビジョンを描くことは必ずしも容易ではないが、アプリケーションの創造が求められるこの分野の研究開発のマネジメントにとっては、非常に重要なことである。

次に、技術の標準化に関する観点である。将来、有効性の高いサービスは、コンテキストに関する流通基盤が整備され、様々な試行錯誤が繰り返される中から誕生してくると思われる。現在のインターネットを取り巻く状況から類推すれば、その試行錯誤はある段階までの技術仕様が共通であるという状況が成立した上で、何らかの経済的インセンティブを伴って実践される。例えば、サービスを提供するベンチャーが競合する状況である。

2007 年 6 月に閣議決定された長期戦略指針「イノベーション 25」のなかでは、分野別の「戦略的な研究開発の推進」が求められる研究課題が挙げられ、情報通信分野では「世界最高水準の安全・安心な情報通信インフラの構築」がその一つである。また、この政策の立案に資する目的で、科学技術政策研究所が 2006 年度に実施した調査の報告書¹⁷⁾では、「ユビ

キタス成熟社会」を実現するために整備すべき社会基盤として、コピキタスネットに関する4つの「インフラ」の構築が重要であると指摘されている。これらのインフラの詳細記述は、ここでは省略するが、コンテキストアウトウェアネス技術の研究領域としては、これらは、2-3でのべたミドルウェア技術に相当する。

インフラの整備をすすめるためには、共通基盤が確立されることを前提とした研究開発プロジェクトのマネジメントが必要である。各々のプロジェクトが、図表3に述べたネットワーク技術、ミドルウェア技術、アプリケーションのすべての階層を研究対象とするのは無駄である。そこで、下位の二つの階層、「ネットワーク技術」「ミドルウェア技術」に相当する技術に関しては、多くの研究者が合意できる共通仕様を早急に整備する必要がある。その上で、多様なアプリケーションの試行錯誤を行うことで取捨選択が起こり、良いものに残り、サービスの内容が洗練されていくという状況を作ることが必要である。

5 むすび

コンテキストウェアネス技術の推進には、コンテキストという個人情報の秘匿とその活用を同時に達成しなければならず、技術的観点からも、制度設計の観点からも非常に挑戦的な研究課題である。

また、仮に個人情報を取り扱う環境が十分整備されたとしても、良いサービスがはじめて存在するとは限らない。技術が普及し、実際の運用が行われる中で、初めて新しく生まれてくる場合もある。つまり、そこには鶏と卵のよ

うな関係があり、技術の進化と社会制度の成熟が共に進展することが必要である。

したがって、個別要素技術に関する研究開発もさることながら、どのような社会と構築したいのかというビジョンを持ち、それに基づいたシステムの設計思想が必要である。例えば MIT の事例では、「proactive（先取り）」という設計思想のもとで、未来の医療を取り巻く生活環境に対する考え方を示している。これは、そうした設計思想の一例である。この分野の研

究開発には、このような新たなビジョンの構築に向けた議論が必要である。

参考文献

- 1) 情報通信審議会、「ユビキタス ネット社会に向けた研究開発の在 り方について」2005年7月
- 2) 上岡英史「コンテキストアウェア ネスを用いたアプリケーション の研究動向」、情報処理学会誌、 Vol.44, No.3, pp. 265-269, 2003
- 3) 横畑夕貴ほか「ユビキタスサービ ス合成機能を用いたユーザコンテ

- キストアウェア型情報提供アプリケーションシステム」情報処理学会研究報告 2007-DPS-130
- 4) 松岡克典「日常生活の情報科学的解析」電子情報通信学会誌、Vol.88, No.12, 2005
 - 5) 坂村健「グローバルスタンダードと国家戦略」NTT 出版、2005 年 10 月
 - 6) 同「ユビキタス、TRON に会おう」NTT 出版、2004 年 10 月
 - 7) 同「ユビキタス・コンピュータ」角川出版、2002 年 6 月
 - 8) Dey, A and G.D. Abowd, Towards a Better understanding of Context and Context-Awareness, Technical Report 99-22, Georgia Institute of Technology, 1999
 - 9) Joyce Ho, Stephen S. Intille, "Using Context-Aware Computing to Reduce Burden of Interruptions from Mobile Devices", Proc. of CHI 2005, April 2005, Portland USA.
 - 10) S. Meyer, A. Rakotonirainy, "A Survey of Research on Context-Aware Homes", Proceedings of Conf. Research and Practice in Information Technology, Vol. 21, 2003
 - 11) Seng W. Loke, "Contest-Aware Artifacts: Two Development Approaches", IEEE Pervasive Computing, 2006 April-June,
 - 12) M. Kirsch-Pinheiro, et. al, "Context-Aware Filtering for Collaborative Web Systems: Adopting the Awareness Information to the User's Context", Proceedings of ACM Symposium on Applied Computing, SAC' 05, March, 2005
 - 13) D. Raptis, et. al, "Context-based Design of Mobile Applications for Museums: A Survey of Existing Practices", Proceedings of Mobile HCI' 05, Sept., 2005.
 - 14) Martijin Zuidweg, et.al "Using P3P in a web service-based context-aware application platform", Thesis, The University of Twente, Netherlands, Aug. 2003.
 - 15) W3C : <http://www.w3c.org/TR/P3P/>
The Platform for Privacy Preferences 1.0(P3P1.0) Specification, April 2002.
 - 16) マサチューセッツ工科大学 PlaceLab : <http://www.media.mit.edu/>
 - 17) NISTEP REPORT No.101 「2025 年に目指すべき社会の姿ー「科学技術の俯瞰的予測調査」に基づく検討ー」科学技術政策研究所、平成 19 年 3 月
 - 18) NISTEP REPORT No.96 「科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査 - 注目科学技術領域の発展シナリオ調査 -」科学技術政策研究所、平成 17 年 5 月
 - 19) ユビキタスホーム : <http://www2.nict.go.jp/>
(独)情報通信研究機構
 - 20) 藤井章博「サービス記述と知識処理を行うセマンティックウェブ関連技術」、科学技術動向、平成 17 年 4 月号

執 筆 者



情報通信ユニット
藤井 章博

科学技術動向研究センター

<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>



工学博士。分散コンピューティングと通信プロトコルの研究に従事した後、電子商取引システムの構築プロジェクトを実施。現在、情報通信技術のイノベーションが経営や政策に与える影響に興味を持つ。

SCIENCE & TECHNOLOGY TRENDS

8

2007
No.77

Science & Technology Foresight Center

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

このレポートについてのご意見、お問い合わせは、下記のメールアドレス
又は電話番号までお願いいたします。

なお、科学技術動向のバックナンバーは、下記の URL にアクセスいただき
「科学技術動向・月報一覧」でご覧いただけます。

文部科学省科学技術政策研究所
科学技術動向研究センター

【連絡先】 〒100-0005 東京都千代田区丸の内2-5-1
【電話】 03-3581-0605 【FAX】 03-3503-3996
【URL】 <http://www.nistep.go.jp>
【E-mail】 stfc@nistep.go.jp



文部科学省 科学技術政策研究所
科学技術動向研究センター

科学技術動向2007年8月