

## 欧州の情報化社会技術に関する予測調査

2000年3月、欧州連合の加盟国首脳がリスボンに集い、「Lisbon Objective（リスボン戦略）」と呼ばれる戦略的な政策・目標を定めた。リスボン戦略で謳われている「競争力のある知識経済」実現のため、欧州では欧州研究圏（ERA：European Research Area）の構築を推進し、「情報化社会技術（IST：Information Society Technology）」の発展・推進を達成しようとしている。

この情報化社会技術の将来像を定めるため、欧州委員会に所属する共同研究機関である IPTS（Institute Prospective Technology Study：未来技術研究所）が中心となり、予測調査を実施した。これが、FISTERA（Foresight on Information Society Technologies in the European Research Area）である。2002年9月に発足した本調査プロジェクトは、2005年6月で3年間の調査期間をほぼ終え、最終の取りまとめを行う国際会議がスペインのセビリアで開催された。

予測調査の手法としては、EUメンバーが過去各国独自に実施した技術予測調査を汎欧州の観点で見直すところから出発し、特許データの解析による技術的競争力の水準調査、社会の変遷に関するデルファイ調査や要素技術が応用される環境の未来像についてのシナリオ作成などが実施され、広範な議論が行われた。

具体的な調査結果の取りまとめには、「技術軌道」という概念を用いている。情報化社会の進展に資する各種の技術軌道を汎欧州の視点で構築し議論することによって、戦略実現のための知見を蓄積した。その成果として、未来像を俯瞰するための鳥瞰図ともいえる、情報化社会技術の未来像に関する知識ベースを作成した。さらに、情報化社会技術に関するフォーラムを組織し、分析結果の公開を行いつつ、情報化社会技術に係る専門家同士の相互理解を深めることを実施した。調査費用の総額は、約150万ユーロであった。

結論として、欧州は、米国や日本に対して、総じて遅れを取っており、その溝はリスボン戦略が設定された2000年以降、狭まっていないと指摘している。そのため、戦略の達成のために2010年までに研究開発支出の増加を提言している。

FISTERAでは、ある期間にわたって、複数の観点から予測と分析が試みられており、それらの検討の途中経過が広く公開され、次の段階での議論などにフィードバックされるというプロセスをとっている。こうしたプロセスをインターネットとウェブを活用することによって効率的に実施している。これにより、専門家同士の戦略に対する認識が深まり、問題解決を指向するより良いコンセンサスが生まれるものと考えられる。こうした手法は、日本の科学技術政策の立案に向けた調査活動に際しても参考となるといえる。

# 欧州の情報化社会技術 に関する予測調査

藤井 章博  
情報通信ユニット

## 1 はじめに

本稿では、最近終了した欧州における情報化社会技術の未来予測調査の概要を紹介する。FISTERA (Foresight on Information Society Technologies in the European Research Area) と呼ばれる本調査は、欧州委員会がその政策の柱とした「eEurope 2002」および「eEurope 2005」とよばれるアクションプランの一環として実施したものである。

欧州では、後述するリスボン戦略で謳われた「競争力のある知識経済」の実現を、「情報化社会技術 (IST: Information Society Technology)」によって達成しようとしている。欧州委員会に所属する共同研究機関である IPTS (Institute Prospective Technology Study: 未来技術研究所) が中心となり、このような情報化社会技術の将来像に関して実施した予測調査が FISTERA である。

この未来予測では、情報化社

会技術 (IST) は、いわゆる情報通信技術 (ICT: Information Communication Technology) とは明確に区別されている。要素技術としては必然的に情報通信技術の予測が中心となったが、情報化社会技術という考え方を構成するものは、情報通信の各要素技術とその変化だけではない。情報通信技術は、生産活動、情報処理、産業に関連するが、一方、情報化社会技術の議論では、技術の社会的な実現や応用環境について議論する。FISTERA では、各要素の技術動向を踏まえつつ、あるべき情報化社会のあり方を検討することを目的としている。

FISTERA の調査手法としては、EU メンバーが各国独自に実施した幾つかの技術予測調査を見直すところから出発し、特許データの解析による技術的競争力の水準調査、社会の変遷に関するデルファイ調査や応用環境の

未来像についてのシナリオ作成などが実施され、人材育成を含む広範囲な議論が行われた。2002 年の 9 月に発足した本調査プロジェクトは、2005 年 6 月で 3 年間の調査期間をほぼ終え、最終の取りまとめを行う国際会議がスペインのセビリヤで開催されたところである。すでに、調査過程で実施された専門家によるワークショップなどの報告書や、分析結果の総合的なまとめ、および情報通信分野の要素技術に関する技術動向の調査結果等が、随時ウェブサイト (<http://fistera.jrc.es/>) などに公開されている。調査費用の総額は、約 150 万ユーロであった。

本稿では、FISTERA 調査全体を俯瞰する総合レポートの内容を紹介し、欧州の専門家が描く情報化社会技術の未来像について解説する。

## 2 FISTERA 実施の背景と目的

2 - 1

### リスボン戦略

欧州の科学技術政策では、情報通信技術は「情報化社会技術 (Information Society Technology)」

の要素として、融合領域や応用領域のシステム化技術と絡めてより広範囲かつ構造的に取り扱われている。こうした汎欧州の技術政策の拠り所となっているのが、以下に述べるリスボン戦略である。

2000 年 3 月、欧州連合の加盟国

首脳がリスボンに集い、「Lisbon Objective (リスボン戦略)」と呼ばれる戦略的な政策目標を定めた。これは、「2010 年までに、欧州において、より良い職業をより多く創出し社会的連帯を強化した上で、持続可能な経済成長を達成

しうる、世界中で最もダイナミック、かつ、競争力のある知識経済を發展させる」という目標を掲げた宣言文である。この目標を達成するために必要となる施策を実施することによって、欧州連合をより豊かにし、欧州に残存する地域間格差を是正することが、今後10年間の政策目標として定められた。そのなかで、特に、情報通信分野における技術革新、関連する市場の活性化の重要性が指摘され、これにより完全雇用の実現、企業競争力の強化を行うとされている。

2 - 2

## FISTERA の目的

リスボン戦略に謳われた目標を達成するため、情報化社会技術の

現状を把握し戦略を立てるために大規模な技術予測調査が実施された。これがFISTERAである。

本調査は、欧州の情報化社会技術に関する専門家の知見を結集することを目標としている。まず、調査の出発点として、欧州各国でこれまで実施された予測調査プロジェクトの結果が比較検討された。調査プロジェクトは、欧州各地に分散して存在する既存の研究機関のネットワークによって実施され、例えば英国の調査機関であるPRESTは、デルファイ調査やシナリオ作成を担当した。各研究機関がサブプロジェクトを分担しつつ、IPTSの統括のもとで全体的な報告書が作成された。

これまでも欧州各国は各種の技術予測調査を実施してきたが、それらは総じて「汎欧州」とい

う視点を見落としがちであった。FISTERAでは、欧州全体からの観点を重視し、「欧州研究圏(ERA: European Research Area)」の推進に資する知見の収集と専門家のネットワークを構築することを目的としている。

具体的な調査結果の取りまとめは、後述する「技術軌道(Technology Trajectory)」を、汎欧州の視点で構築し議論することによって行われている。成果として、情報化社会技術の未来像に関する知識ベースを、未来の俯瞰図として作成した。調査工程では、情報化社会技術に関するフォーラムを組織し、分析結果の公開を行いつつ、情報化社会技術の専門家の相互理解を深めた。

# 3 FISTERA の全体像

本調査プロジェクトのアウトプットとして、すでに大量の報告書が公開され、例えば、人材問題に関する議論の要約、オンラインデルファイ調査の結果<sup>4)</sup>などがある。本章では、主に総合分析レポートとして全体の総括的位置付けにある文献1「情報化社会の将来像に関する欧州の研究領域における決定要因—FISTERAにおける専門家グループによる分析結果—(Key Factors Driving the Future Information Society in the European Research Area, Synthesis Report on the FISTERA Thematic Network Study, Sep 2002 - Sep 2004)」をとりあげ、調査プロジェクトの成果を紹介する。

3 - 1

## 総合分析レポートの構成

図表1は、FISTERA調査の全貌を紹介する位置付けにある文献

1の構成である。

1章では、予測調査手法および分担して実施された部分的な調査等の関係が示されている。2章では、情報化社会技術の対象となる領域を説明している。これは10

程度の大領域に分類されている。ここで、情報化社会技術は、情報通信技術(ICT)とは区別され、社会的実現を指向するものであることが明確化されている。3章では、技術の進化に必要な人材の間

図表1 総合レポートの内容構成

情報化社会の将来像に関する欧州の研究領域における決定要因 — FISTERAにおける専門家グループによる分析結果 —	
エグゼクティブサマリー 序論	
1章. 調査検討の方法論	分析要因、トップダウンとボトムアップ手法の統合
2章. 社会的要因および挑戦すべき課題	社会的関係の変化、レジャーとリクリエーション、人口の高齢化、医療・健康、文化の多様性と移民、交通と流動性、学習と教育、社会福祉、公共サービス、政府・行政、安全・安心
3章. 人的資源に関する要因	人材不足とミスマッチ、生涯学習、人材の蓄積、頭脳流出、技能のアウトソーシング
4章. 政策を取り巻く環境	欧州の情報技術の現状、欧州連合の目標、欧州各国の予測調査、欧州委員会によるプログラム、欧州連合における活動
5章. 技術の決定要因	技術軌道、欧州の相対的位置、応用分野に関する各国の予測調査、破壊的技術

文献<sup>1)</sup>を参考に作成



題を欧州全体の科学技術政策という観点から扱っている。4章では、情報化社会技術分野における欧州の現在の環境を確認したうえで、本予測調査と欧州委員会の実施する科学技術政策プログラムとの関係を検討している。5章では、情報化社会技術を構成する各種要素技術に着目し、今後の技術の動向を検討し、これらに基づいて情報化社会技術の達成のための要因が検討されている。

## 3 - 2

## 競争力の分析

予測調査手法は、EUメンバーが各国独自に実施した幾つかの技術予測調査を見直すところから出発した。これまでの各国の独自の調査結果は、それぞれの国益を前提としているため、ここでは、欧州全体の繁栄に資するという視点で全体を再検討している。特許データに基づく欧州の強みと弱みの分析、専門家によるデルファイ調査などのアンケート調査の実施、専門家等によるワークショップの開催、ロードマップやシナリオ記述などが実施された。技術予測手法として確立されているこれらの手法をオンラインで実施したことは新たな試みであった。

図表2は、FISTERA全体で利用された各種の分析手法を「技術に関連する要因」「経済的・政治的要因」「社会に関連する要因」「科学技術に根ざす競争力」の観点から分類している。

特に、欧州の対米国、日本との相対的位置付けを検討するにあたっては、特許データを用いた計量分析等を実施している。例えば、文献2には、1976年から2002年までの間に出願された当該分野に関連する特許に対する計量学的分析結果が示されている。データベースは、日・米・欧の3箇所で行願された特許数等である。分析結

図表2 競争力分析（SWOT分析）の手法

	欧州全体の強み（Strength）と弱み（Weakness）の分析	機会（Opportunity）、脅威（Threat）、挑戦（Challenge）の分析
技術に関連する要因	特許に関する書誌学的分析、出版物、二次情報（研究開発費など）、各国の予測調査	技術の軌道と破壊的技術に関する分析、各国の予測調査の分析を含む
経済的・政治的要因	各国の予測調査と文献	オンライン・デルファイ、目標についてのワークショップ、各国の予測調査や論文からの情報
社会に関連する要因	文献調査およびオンライン・デルファイ調査	シナリオ構築の実施、ワークショップ、オンライン・デルファイ
科学技術に根ざす競争力	インタビュー、オンライン・デルファイ、および調査・分析	シナリオ構築の実施、ワークショップ

SWOT：Analysis of Strength, Weakness, Opportunity and Threat

文献<sup>2)</sup>を参考に作成

図表3 欧州に競争力のある要素技術

技術	先導国
三次元スキャナー	米、日本／欧州（伊）
バッテリー技術	米、日本、韓国／欧州（伊、独）
セルラー電話	欧州（フィンランド、独、仏、蘭、スウェーデン）
電子ブックリーダー	米、日本／欧州（蘭）
電子インク	米、日本／欧州（蘭）
ガリレオ（測位衛星）	欧州
移動体プロセッシング技術	欧州（フィンランド、独、仏）、日本、米
MPEG	欧州（伊・独・蘭）
プリンター	日本、韓国／欧州（伊）
無線接続	欧州
基幹網	欧州（仏、独）
音声合成と認識	米、欧州

90程度の要素技術の中から、欧州が先導している技術を抜粋

文献<sup>2)</sup>を参考に作成

果としては、全体として、米国、日本に対する欧州の劣位が確認された。しかし、例えば通信技術に関しては、幹線網技術などに優れた蓄積があることが分かった。また、特許の保持に関しては、欧州の一部大企業に集中しており、今後は中小企業による情報化社会技術の振興が望まれる、という点が明らかになっている。

また、重要と考えられる90項目程度の情報通信分野の要素技術において、強みや弱みが、それぞれ当該分野の専門家によって個別に検討された。技術動向をデータベース化した上で、それらに関して専門からの意見集約を行っている。図表3には、その中で、特に欧州において強みがあると判定さ

れた要素技術の例を抜粋した。

要素技術は、「技術軌道」の基礎となるもので、これら要素技術が形作るクラスターによって、何らかの機能が提供され、その上で応用環境において情報化社会の進展に寄与するという考え方を取っている。技術軌道と要素技術のクラスターに関してはくわしく後述する。

一連の要素技術に関する分析結果から得られた結論としては、欧州は、米国や日本に対して、総じて遅れを取っているというものであった。主要な競争相手との溝は、リスボン戦略が設定された2000年以降も狭まっていなと指摘されている。一方、欧州が伝統的に強い幾つかの分野、例えば通信技

術では、依然として、そのリーダーシップを保っていると結論付けている。

3 - 3

### 人材問題

人材問題に関しては、ワークショップで集中的に検討された<sup>3)</sup>。

90年代の後半、一時的に情報通信分野の専門家の人材不足が生じたが、その後の世界的なITバブル崩壊の影響で、2001年以降は人材不足傾向は緩和しているとされている。しかし、この緩和傾向は、主に市場再編成の影響によるものであるため、今後はバブル崩壊の時とは別の形の情報通信技術人材の不足が顕著になると指摘されている。

人材需要の変化としては、まず第一に、特異な技術的専門能力の需要から、より広範囲な技能の需要へ移行することが予測されている。企業は、技術的な専門能力とともに、情報社会の市場に関する理解力、何が市場で有望であるかというビジネス上の洞察力、顧客への対応能力、などを持つ人材を一層求めるようになる。第二に、事業内容や企業の役割の変化により、新たな技能を獲得する能力のある人材がより求められると予測

されている。労働者の再教育に関しては、生涯学習による支援が重要であり、これにより技能のミスマッチを是正することができる。また、雇用の質を変化させ、女性、移民、少数民族など、現状では充分日の目を見ていない人々に新しいチャンスを開くことが一層重要であるとしている。

EUの特徴は、拡大EUの候補である東欧やトルコなどの周辺諸国との関係、英国を旧宗主国とするインドとの関係が綿密である点にあり、人材やソフトウェア開発のアウトソーシングを考える際の重要な要因になっている。アウトソーシングに関しては、インドや中国との関係が重要とした上で、特に、東欧諸国の台頭にも着目し、ドイツなどがその恩恵を受ける可能性が指摘されている。

3 - 4

### 予測調査の総括

文献1では、最終的に、リスボン戦略の達成のためには、研究開発投資の増大が必要であると提言されている。2001年の統計データによると情報化社会技術の研究開発への欧州連合の投資額はGDPの約2%であり、平均増加率は1997～2002年の間で

4%にすぎなかった。リスボン戦略における目標設定である「2010年にGDPの3%」を実現するためには、2010年までに毎年8%の研究開発支出の増加が必要である。

特に情報化社会技術の分野では、従来技術の延長では予測できない破壊的な技術が登場する可能性がある。FISTERAでは、そのような破壊的な技術が登場する可能性がある分野をいくつか指摘した。破壊的な技術が突然出現するような場合には、迅速でその後も定常的な支援が許されなければならないと提言している。

6月16、17日の2日間、FISTERAの総括を行う会議がスペインのセビリヤで開催された。会議のタイトルは、「変容する欧州のサービスにおける情報化社会技術、2020年にむけて (IST at the Service of a Changing Europe by 2020)」であった。

なお、FISTERAにおける議論では、リスボン戦略を達成する目標年である2010年に限らず、2020年ごろの状況を予測した技術軌道やシナリオなども検討されている。専門家の意見に基づいて、情報化社会技術に関する目標達成の年を2020年に設定することも検討されている。

## 4 情報化社会技術の動向

以下ではFISTERAで検討された情報化社会技術の動向を紹介する<sup>1)</sup>。まず、情報化社会技術の応用領域、次に「技術軌道」の概念を明らかにする。ここでは、10の技術軌道が選ばれた。欧州の専門家の意見を集約した個別の技術軌道の動向を紹介する。検討の結果、「破壊的な技術」として、特に今後の動向に注目すべき分野が明らかになっている。さらに、予測調査の結果である技術動向を

公開しているウェブサイトも簡単に紹介する。

4 - 1

### 「情報化社会技術」の応用領域

情報化社会技術の応用領域は、特に、健康・福祉、教育、交通・運輸、および行政サービスの周辺で拡大すると予測される。総合分析では、これらの応用領域にお

いて、今後進展する情報通信分野の技術がどのような機能を提供し、また、そうした機能が各応用領域にいかなる利便性をもたらすか、という点を領域毎に議論している。

例えば、欧州の人口動態を考えると、高齢者のための医療・福祉、及び、アプリケーションは、政策上の課題としてますます重要になるとしている。多くのEU加盟国では、健康保険と健康管理のシス



テムがコスト高に陥っており、情報技術による効率化が期待されている。こうした問題が、情報化社会技術の解決すべき課題とされている。さらに、これまで日常生活で別々に考えられてきたもの、例えば、仕事と余暇、余暇と学習などの分野が、例えば情報と娯楽の間の境界線上に現れた「インフォテインメント (Infotainment)」という考え方によって融合されるとしている。また、在宅勤務という勤務形態の成功については、経済のグローバル化進展の時代を迎え、やっと大規模な実現に向けて良好な条件が整ってきたとされている。

#### 4 - 2

### 技術軌道の考え方

情報化社会技術の将来像を検討するための分析概念として、FISTERA では、「技術軌道 (TT: Technology Trajectory)」と呼ばれる考え方を用いている。

例えば、「半導体チップ」という技術では、それが1つの技術なのか、あるいはエッチングやリソグラフィ、ロジックなど異なる概念の技術の集合体であるのか、という曖昧さがある。つまり、「技術」という語彙は、その範囲を規定しようとするときに困難さがつきまとう。FISTERA では、技術の定義に関するこのような曖昧さを避けるため、技術の持つ「機能性」に着目している。要素技術のクラスターを考えて、これらによってもたらされる機能性、さらには、そうした機能が提供しうるサービスとその応用環境を議論する。技術軌道は、情報通信分野の

(注1) ここでの考察は、アクセス網の帯域を対象としており、バックボーン幹線網については言及していない。

多様な要素技術を、情報化社会技術という観点で幾つかのグループにまとめたものと言える。

100を超える要素技術が、専門家による討論の俎上に載せられ、情報社会の実現に関してその影響が強いと考えられる10の技術軌道が選ばれた。Bandwidth (広帯域通信)、Communications (通信一般)、Data capturing (データ獲得技術)、Human interfacing (マン・マシンインターフェース)、Info Visual Display (情報表示技術)、Info retrieval (情報検索技術)、Pin pointing (位置情報処理)、Printing (印刷・表示技術)、Processing (演算処理)、Storage (情報蓄積)、がそれである。以下の4 - 3項では、専門家によるこれらの技術軌道の将来像に関する分析結果を説明する。

#### 4 - 3

### 技術動向

10の代表的な「技術軌道」に関して、2004年現在の状況、2010年ごろの状況、2020年ごろの状況を検討している。以下では、文献1から、各技術軌道の概要のみを挙げる。

#### (1)広帯域通信

まず、今後5年間の間に、100Mbpsで4 kmのループ長をもつxDSL、および光ファイバーの敷設が行われる。100Mbps程度の伝送速度で、2020年ごろまでの99%のサービスニーズには対処できるだろう<sup>(注1)</sup>。一方、無線通信・移動体通信を必要とする状況では、2010年代あたりまで広帯域を確保することはコスト高な状況が続く。

広帯域通信に向けた研究活動は、特化した目的向けを対象に引き続き行われる。例えば、ホログラフの投影、科学技術計算におけるグリッドコンピューティング、医療分野、安全環境、等の支援と

広帯域通信の関係においては、一般的な通信インフラやアプリケーションでは対応できなくなることが予想される。

#### (2)通信一般

今後10年間には、ネットワーク環境との手軽な接続、つまり「接続性の個人化」が起こる。2015年ごろに、ワイアレスルータやアド・ホックネットワークの登場により、現在より1,000倍の伝送容量を持ちうる端末間通信に際して、電波の干渉問題が大きくなる。こうした見方は「すでに当たり前こと」ではなく、今後一層の研究開発を行い、方向性に関する展望が必要であるとしている。

#### (3)データ獲得技術

これまで、この分野は継続的に進化したが、現在は大きな転換期にある。衛星監視、ウェブカメラ、携帯型録音再生装置等と同様にセンサーが安価かつ容易に提供されるようになる。3次元のスキャニング技術も今後10年間で安価に提供される可能性がある。こうした傾向を支援する技術は、エレクトロニクス、バイオエレクトロニクス、ナノ技術、MEMS、通信技術、アナログとデジタルを混在させるようなチップの製造技術である。

情報処理環境の安全性への要求は、この分野の発展をより速める可能性がある。今後10年で、ほとんど全ての物品には、センサーが埋め込まれるようになり、通信ゲートウェイを介して自律的な通信が行えるようになる。広範囲にセンサーが利用できることで、データの有効性が増大し、これによって更に情報獲得に関する課題に多くの尽力が割かれるようになる。

#### (4)マン・マシンインターフェース

2010年代の前半に、人間の個人的感情に対してカスタマイズする

ようなマン・マシンインターフェース技術が現れるかもしれない。後半に入ると、「シャドウイング機能（個人の情報交換を日常的に監視すること）」が重要になり、この技術発展が今日の機械的な通信アプリケーションに欠けている部分を補う可能性がある。

通信は形式ではなく、より「理解」に基づくものになるだろう。このため、なんらかの誤解に基づく問題の責任の所在などが技術進化の障壁となる。人工知能、対話型エージェント、その他の技術が「道具」となって、こうした閉塞状態を打開するだろう。幾つかの分野では、非常に面白いアイデアが登場しているが、未だ確固とした基盤の上にはない。

#### (5)情報表示技術

情報表示技術の新展開は、デザイン、薬品、エンターテインメント等の分野で重要性が認識され、新しい市場機会を創出するかもしれない。今後5年間は、固定ディスプレイと移動体のディスプレイがより高解像度になる。2次元ディスプレイは、以後15年間進化するが、コモディティ品となるため、収益の-marginはほとんどなくなる。一方、新しいディスプレイ技術が移動体環境に登場すると、新しいサービスを生み出し、そうした先進技術を左右できる会社には高い収益がもたらされるだろう。3次元ディスプレイは、今後5～8年程度はニッチな市場に留まるが、その後の10年間で新しいサービスを実現するだろう。3次元ディスプレイは、それ自体は破壊的な技術ではないが、通信環境との関連で新しいパラダイム登場すると、そのメカニズムに関連しては破壊的な要素技術となりうる。そうしたメカニズムへの投資が、3次元ディスプレイ自身への投資よりも多くの富を生み出すと考え

られる。

#### (6)情報検索技術

現在、情報の生産量が驚くべき速度で拡大しており、2～3年で倍増するというペースが今後20年は続く。ただし、2倍になるのは情報ではなく「データ」である。データを情報に変換することおよびその情報検索技術は、今後10年の重要な技術的チャレンジとなる。情報検索技術に関する技術的なイノベーションが、あらゆるタイプの情報に関して重要となる。

この分野の技術の進展に対する要求は高いが、その内容を予測することは難しい。2008年ごろに一つの節目があろう。その時点までに、幾つかの基本的な技術の進展がみられ、それによってより具体的な予測が可能となろう。情報検索という根本的な問題の解決により、情報社会の開拓を可能とするような決定的な変化がもたらされる。同時に、問題の解決には、プライバシー、知的財産権、情報の保護など多くの挑戦的課題が伴う。この分野では、利便性が向上することと犯罪の可能性は裏腹の関係にある。

#### (7)位置情報処理

情報タグ、ビーコン、GPSや、ガリレオなどによる衛星測位というサービスは幅広く普及し、2010年代の後半には当然のこととなり議論されなくなる。2008年には、ほとんどの製品は情報タグを持ち、その後の10年間でコンテンツなどソフト製品もタグが付くであろう。2010年ごろまでは、セキュリティとプライバシーの問題が強く懸念されるが、不便さを払拭するような利便性の登場により、その影を潜めるだろう。

情報化社会は、幾つかの技術が互いに協調的な役割を演じつつ、

「タグ付けされた社会」となる。情報化社会技術の観点から、薬学や生物学という学問との境界線には、この「タグ付けされた世界」の実現によって、大きな発展の可能性が生まれる。現時点で、すでに蛋白質やウイルスにタグ付けすることが可能となっている。2010年代の後半には、タグ付けされた蛋白質の追跡はより容易になる。そこで、通信分野等の情報化社会技術との親密な協調により、健康・福祉分野における革新的な変化がもたらされるであろう。

#### (8)印刷・表示技術

あまり認知されていないが、技術的観点からは印刷技術の進化は目覚しく、ビジネスのルールを完全に書き換えるほどである。これは、新しいサービスをもたらし、仕事の仕方や情報交換の仕方を変化させている。

2015年ごろという長期的な視点では、様々な物品に印刷機能が組み込まれるとか、e-inkと呼ばれるような印刷物質そのものが印刷機能を持つような技術から、「破壊的」状況が現れる。2010年ごろから、印刷物が何らかの動的な振る舞いをもつ機能が現れるだろう。例えば、利用者と相互関係をもち、印刷物自身が、自動的に自らを更新するという具合である。2020年までには、「印刷」の意味する標準的な事柄は、微量のインクを紙に付けるということから、「何らかの物体を複製する」ということを意味するようになるだろう。

著作権は、印刷物そのものの一部となり、利用者が印刷物とどのように係るかという問題を根本的に変化させる可能性がある。印刷物のあるページが、利用者の個人的な領域と相互作用をもち、印刷された情報を実際に表示する前に、それを読む権利について交渉するようになるかもしれない。



## (9)演算処理

過去30年間、演算処理は、18ヶ月で2倍というペースで進化し、この進化は、全く新しい産業とサービスを創出してきた。コストの低下は、一国に数台という状況から、家庭に一台以上のPCという市場の拡大をもたらした。現在も、需要の落ち込みにもかかわらず、より大きな演算能力が求められている。固定費を削減し、生産量を増大しサイズを縮小することが必要である。

2020年までに、考えうるありとあらゆる物品が、何らかの演算処理能力を組み込むようになるだろう。そのような組み込みが一般的になった状況で、1つの疑問が持ち上がる。多くの産業は、現在のような寡占的な状況を受け入れることができるであろうかということである。つまり、演算装置を支配している企業が市場を先導しつづけるのか、という問題である。別な言い方をすると、演算処理技術に関しては、全ての人（あるいは国）が平等に製品やサービスを開発することができるようになるのか、あるいは、それは、現在市場を独占して演算処理能力をコントロールできる企業にとってより好ましい方向になるのか、という疑問である。

## (10)情報蓄積技術

情報蓄積技術は、5年毎に新しい記憶媒体の発明、10年ごとに破壊的な技術革新が成され、過去10年間、毎年10%の価格低下のもとで性能を倍にしてきた（現在およそ1ユーロが300GBに相当する）70年代のFD、80年代のディスクレット、90年代のCD-ROM、2000年代のDVDである。ホログラフィックディスクは未知数で、薄膜ポリマーによるメモリの実現は、次の10年の前半に期待されている。

そうした破壊的な技術のサイク

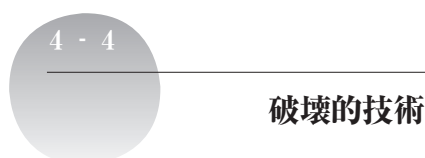
図表4 FISTRAで想定された破壊的技術

破壊的技術	出現年
「製品」から「サービス」への転換	既に起こっている。 2010年ごろ主要なインパクトが現れる。
PCの消滅	2008～2010
ユビキタスシームレスな接続	2008～2010
伝送トラフィックパターンの変化	既に起こっている。 2010年ごろ主要なインパクトが現れる。
伝送帯域の制限の解消	2015
使い捨て製品	2009
自律型システム	2007
「コンテンツ」から「パッケージ」へ	2010
仮想的なインフラ	2015

文献<sup>2)</sup>を参考に作成

ルは、生産からソフトウェア、コンテンツ生産、情報配信、情報管理とその保護に至るまで、産業に深いインパクトを与えてきた。能力と価格の両方に対して、減速要因は今のところない。その能力は、ローカルに仮想的な「インターネット」を実現できるほどに、大量の情報を蓄積することができる。同時に、全ての事柄が記録できる可能性があり、新たなサービスや全く新しい産業の創出の可能性もある。

家電製品などのいわゆるアプライアンスを通して、データ通信インフラの上で、情報をアクセス・ダウンロードし、更新・同期するというように利用形態が変化する。2020年までには、これらに必要な蓄積能力が提供されるようになるだろう。



## 破壊的技術

新しい方式や製品によって、既存の市場が破壊的に変革することがある。このような作用を及ぼす技術をFISTERAでは、「破壊的技術（Technology Disruptions）」と呼んでいる。過去の典型的な例は、PCと汎用コンピュータの関係である。PCの演算処理能力は、当初は、汎用コンピュータのそれ

を凌いでいたわけではないが、市場に対して別の価値を提供することによって「破壊的な技術」としての役割を担ったのである。

将来現れうる破壊的技術の可能性を議論するとき、「なぜそうなる可能性があるのか」という分析が重要である。そうした分析を行うためには技術についての深い理解が必要であり、逆に言えば、技術の動向に関するこうした深い理解こそが、研究開発投資においてより良い展望や積極的に検討すべきパラメータを提供するのである。

図表4は、FISTERAにおける技術軌道に関する議論から導き出された「予測される破壊的技術」である。

破壊的技術の具体的な例を、文献の記述に従って簡単に説明する。まず『「製品」から「サービス」への転換』に関しては、専門家は次のように予測している。今日の日常生活を支える家電製品などのいわゆる「アプライアンス」は、2008年ごろには、ほとんど全てネットワークとの接続機能を持つようになる。ネットワークを通じて広い意味でのソフトウェアがその製品に関する多様な機能を提供するようになる。このことは、現在の市場が「製品に基づいて価値を提供するモデル」であるのに対し



て、今後「サービスに基づいて価値を提供するモデル」に移行していくことを意味している。これが「製品」から「サービス」への転換の意味するところである。

また、『「コンテンツ」から「パッケージ」へ』ということは、大量のデータから特定の個人に価値のある組み合わせや所望の表示形態を採ることによって、意義のある情報を提供しようという試みである。映画や番組などのコンテンツの作成は、現在すでに膨大な量になっており、有り余るほど提供されるコンテンツの単体の価値は相対的に低下する一方である。そこで、どのようにそのコンテンツを効果的に提供するかというパッケージのあり方が重要である。専門家のパネルディスカッションは、こうした観点から、現在 Microsoft 社などが行っている個人情報の蓄積に関する研究に着目している。これは、個人にとって価値のあるパッケージのあり方を模索する研究例であると考えられる。

#### 4 - 5

### 技術動向の階層的表示

FISTERA では、情報通信分野の要素技術のクラスターを作成して、情報化社会技術の今後の動向を予測している。技術を議論する対象が4-2で示した「技術軌道」であり、情報通信分野の各種技術が提供できる「機能性」という観点から、広帯域通信、データ獲得技術、マン・マシンインターフェースなどの技術軌道のクラスターが抽出された。前節で紹介したのは、そのうちの代表的な10個のクラスターである。

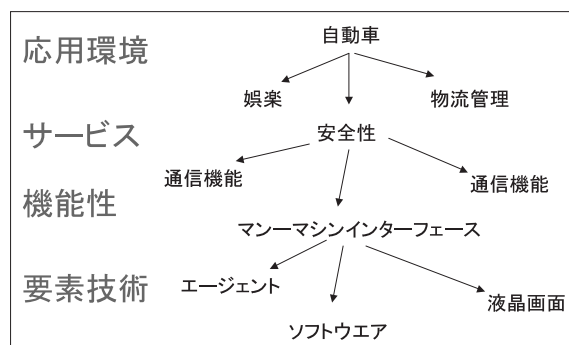
これらのクラスターが、情報化社会技術という観点から、各種の応用領域等とどのように相互作用するのであろうか。また、クラスターを構成する各種

要素技術との関係はどうなるのか。FISTERA では、こうした技術と社会の関係を、応用環境 (Ambient) / サービス (Service) / 機能性 (Functionality) / 要素技術 (Technology) という四階層の構造の上で議論している。最下層の要素技術とは、図表3に挙げたような三次元スキャナーやバッテリー技術など多数の技術である。その上に、それらの要素技術によって提供される「機能性」が考えられ、さらにその上に、こうした機能によって提供される「サービス」の観点がある。最上層に位置するのが、応用環境である。

これらの関係を理解するために、「自動車」という応用環境を取り上げてみよう。図表5は、「自

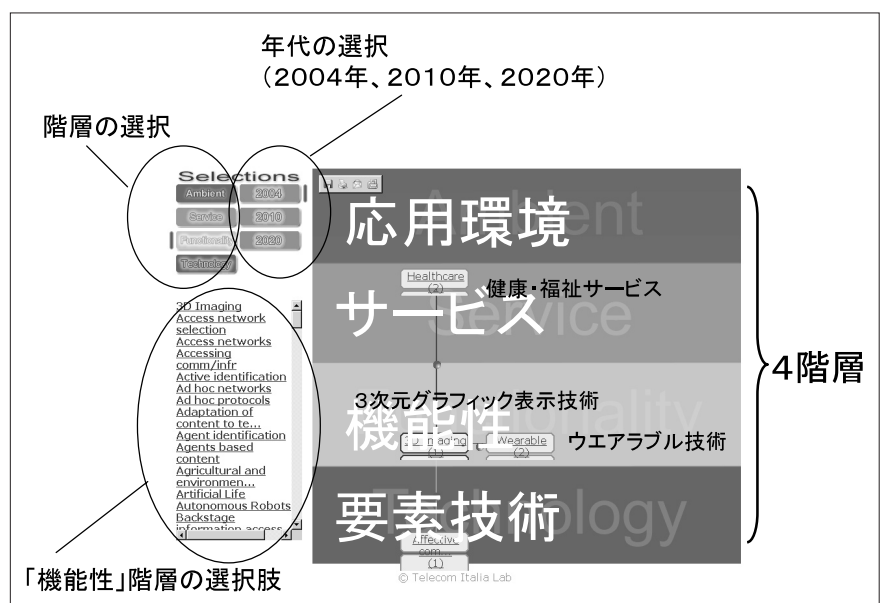
動車」という応用環境が、技術軌道という考え方のうえでどのように位置づけられるか、すなわち、サービス、機能性、要素技術の観点からどのように分解できるかを示している。自動車は、娯楽や物流管理というサービスを提供するとともに「安全性」も1つのサービスとして提供する。これを支える機能としては、通信、音声認識、高度な「マン・マシンインターフェース」などである。さらに、そのような機能性は、エージェント技術、ソフトウェア技術、液晶画面、などによって成立する。これは、上層から下層に向かう考え方の流れであるが、逆に、ある特定の要素技術の技術進化は、将来的にどのような機能を提供するの

図表5 技術軌道の例



文献<sup>1)</sup>を参考に作成

図表6 技術軌道のグラフィック表示



文献<sup>5)</sup>を参考に作成

か、それによって新たにどのようなサービスが生まれるのかという下層から上層に向かう方向で、情報化社会技術を検討することもできる。FISTERA では、各技術軌道クラスターにおける動向が、こうした階層化の観点で、専門家によって議論されている。

図表 6 は、インターネットのウェブサイト (<http://fistera.telecomitalialab.com/>) で参照できる技術

軌道クラスターの画面である。このサイトでは、2004 年、2010 年、2020 年の状況がそれぞれどうなるかという将来像のシナリオ記述を視覚的に参照することができる。図表 6 の例では、年代として「2004 年」、機能性の観点として「三次元グラフィック表示技術 (3D-Imaging)」を選択すると、「ウェアラブル技術 (Wearable)」とともに、サービスとしては「健康・

福祉 (Healthcare)」に寄与するという表示が現れている。すなわち、2004 年時点でもすでに医療診断などの技術進歩が三次元可視化技術によって進展している点や、身体機能の状態をウェアラブル技術によって計測することなどによって健康管理に資する遠隔モニタリング等が可能となっていることを表している。

## 5 むすび

筆者の所感として、FISTERA の特徴として次の 2 点を挙げたい。まず、調査設計全体が、明確な戦略の実現に向けたプロセスの一環である点が興味深い。つまり、「リスボン戦略の 2010 年までの達成」という目的に焦点を当てて全体の調査設計が成されている。このため、調査・分析の結果が、リスボン戦略の実現に関してどう影響するかが明確に示されている。

また、約 3 年間に跨る調査期間を通じて、複数の観点から予測と分析が試みられている。それらの検討の途中経過が広く公開され、次の段階での各ワーキンググループの議論にフィードバックされるというプロセスになっている。こうしたプロセスをインターネットとウェブを活用することによって効率的に実施している。さらに、予測調査の実施過程において、調査に参画する専門家に対して、人口動態などの社会経済上の指標など多様な基礎データの提示も行なっている。このような方法を取り入れることにより、専門家の間の戦略に対する認識が深ま

り、問題解決を指向する、より良いコンセンサスが生まれるものと考えられる。

FISTERA はあくまで欧州の情報化社会技術を対象とする調査であるが、日本の科学技術政策に向けた調査活動に際しても参考となる点が多いと考える。

### 文 献

- 1) Key Factors Driving the Future Information Society in the European Research Area, Synthesis Report on the FISTERA Thematic Network Study (Sep 2002 - Sep 2004)
- 2) Bernhard Dachsl, Matthias Weber, Georg Zahradnik "Europe's strengths and weaknesses in Information Society Technologies, A patent analysis", January 2005
- 3) "Human Resources in IST : Challenges and Opportunities for Europe— Results of a FISTERA Workshop, Seville, 14th - 15th June 2004, July 2004"
- 4) PREST, The University of

Manchester, UK, "The FISTERA DELPHI, Future Challenges, Applications & Priorities for Socially Beneficial Information Society Technologies.

- 5) FISTERA の総合サイト :

<http://fistera.jrc.es/>

- 6) 技術軌道の参照サイト :

<http://fistera.telecomitalialab.com/>

### 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。