

Diversity & Inclusion : Networking the Future

新世代ネットワークビジョン

2008年9月

独立行政法人 情報通信研究機構

新世代ネットワーク研究開発戦略本部/著

Copyright © 2008 NICT

検討・執筆メンバー

村田 正幸	上席研究員、大阪大学大学院 情報科学研究科 教授
平原 正樹	新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループ グループリーダー
大槻 一博	新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループ 専門研究員
川村 龍太郎	新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループ 専門研究員
桐葉 佳明	新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループ 専門研究員
鈴木 敏明	新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループ 専門研究員
宗宮 利夫	新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループ 専門研究員
川西 哲也	新世代ネットワーク研究センター先端 ICT ティームハイスクグループ 研究マネージャー
小嶋 寛明	未来 ICT 研究センターハイオ ICT グループ 主任研究員
寺井 弘高	未来 ICT 研究センターナノ ICT グループ 主任研究員
成瀬 誠	新世代ネットワーク研究センター超高速フォトニックネットワークグループ 主任研究員
西永 望	新世代ワイヤレス研究センター宇宙通信ネットワークグループ 主任研究員
村上 誉	新世代ワイヤレス研究センターエッジモバイルグループ 主任研究員
山田 俊樹	未来 ICT 研究センターナノ ICT グループ 主任研究員
中内 清秀	新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループ 研究員

はじめに

近年の情報通信技術の飛躍的な発展は、産業革命に次ぐ新しい情報革命を実現し、インターネットは今や社会基盤として産業社会や市民生活に欠くことのできないものとなった。我が国においても、2000年にIT基本戦略が決定され、2005年までに世界最先端のIT国家となることを目指すこととされた。さらに、2001年には内閣にIT戦略本部（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）が設置され、e-Japan戦略が決定された。e-Japan戦略の成果として、高速かつ低廉な、世界最先端のブロードバンド環境が実現しつつあるのは周知の事実である。さらに2004年、総務省はe-Japan戦略の後に続く戦略として、2005年以降も世界最先端のIT国家であり続けるという目標を掲げ、ユビキタス社会の実現を目指したu-Japan政策を打ち出し、さまざまな施策が実施されているところである。

しかし、我が国がICT分野において世界をリードする、あるいは、世界と互角の競争力を維持しているとは到底言い難いのが現状である。米国は、競争原理の徹底とその結果としての「選択と集中」によって、ICT分野においても大成功を得た。一方、欧州はEUを主体としたブロック化によって米国に対する対抗基軸を設定し、一定の成功を得つつある。さらに、近年のBRICs諸国を中心としたICT関連産業の発展には目覚ましいものがある。

翻って、我が国のICTに関わる研究開発や産業の国際的競争力は、残念ながら衰退の一途をたどっていると言ってよい。もちろん、例えば、我が国の携帯電話技術は、世界的に見ても類を見ない発展を遂げてきている。しかし、それが世界市場で成功していないところに、我が国の根本的な問題が端的に内包されていると言ってよい。「産学官を結集しオールジャパン体制を構築することによって世界を先導する」といった、旧態依然とした発想を受け入れる余力は我が国にはない。縦割り行政の弊害、研究費のばらまき施策、技術の空洞化、ニッチ市場での生き残り策の追求、グローバル化されないアカデミア、若年層の科学技術離れなど問題は山積しているが、一言でいえば、戦略なき研究開発が今日の事態を招いたと言えるであろう。これは産学官すべてに渡って共通する問題である。

日本に閉じた市場経済を基盤に、生き残り策を主張する向きも一部にある。しかし、ICT産業は他の多くの産業とともにグローバル化の波にさらされており、過去を振り返っても我が国のICT分野における潜在的な研究開発能力は決して二流国家にとどまるものではない。そもそも、我が国の国民は21世紀の世界文明の一層の発展に寄与する責を負っているはずである。その中で、今後数十年にわたるICT基盤となるべき新世代ネットワークに関する研究開発戦略については、慎重かつ大胆な施策をとっていくべきである。そのためには、現在我が国が抱える社会的問題を広く精査し、その中で新世代ネットワークが果たすべき役割を明らかにしておくこと、また、なによりも重要なことは未来社会をどう実現するかというビジョンをわれわれ自身がまず持つべきであるということであろう。新世代ネットワークの研究開発戦略はこれらなくしてありえないものであり、本報告書は、そのための提言の第一歩を記すものである。

目次：

はじめに

1. 新世代ネットワーク研究開発戦略策定の背景	1
2. 新世代ネットワークビジョン	3
2.1. ビジョン	3
2.2. ビジョンをかたちに	5
3. 社会的課題と新世代ネットワークへの要求	6
3.1. エネルギー課題と新世代ネットワークへの要求	6
3.1.1. 顕在化するエネルギー課題	6
3.1.2. エネルギー課題対策動向	7
3.1.3. 提案するエネルギー課題解決アプローチ	11
3.1.4. エネルギー課題解決の社会的インパクト	12
3.1.5. エネルギー課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	13
3.1.6. エネルギー課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	14
3.2. 災害課題と新世代ネットワークへの要求	15
3.2.1. 顕在化する災害課題	15
3.2.2. 災害課題対策動向	16
3.2.3. 提案する災害課題解決アプローチ	16
3.2.4. 災害課題解決の社会的インパクト	17
3.2.5. 災害課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	18
3.2.6. 災害課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	19
3.3. 医療課題と新世代ネットワークへの要求	22
3.3.1. 顕在化する医療課題	22
3.3.2. 医療課題対策動向	23
3.3.3. 提案する医療課題解決アプローチ	24
3.3.4. 医療課題解決の社会的インパクト	25
3.3.5. 医療課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	26
3.3.6. 医療課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	26
3.4. 食料課題と新世代ネットワークへの要求	30
3.4.1. 顕在化する食料課題	30
3.4.2. 食料課題対策動向	33
3.4.3. 提案する食料課題解決アプローチ	34
3.4.4. 食料課題解決の社会的インパクト	34
3.4.5. 食料課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	34
3.4.6. 食料課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	35

3.5.	防犯課題と新世代ネットワークへの要求	37
3.5.1.	顕在化する防犯課題	37
3.5.2.	防犯課題対策動向	40
3.5.3.	提案する防犯課題解決アプローチ	41
3.5.4.	防犯課題解決の社会的インパクト	42
3.5.5.	防犯課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	42
3.5.6.	防犯課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	42
3.6.	事故課題と新世代ネットワークへの要求	45
3.6.1.	顕在化する事故課題	45
3.6.2.	事故課題解決動向	48
3.6.3.	提案する事故課題解決アプローチ	48
3.6.4.	事故課題解決の社会的インパクト	50
3.6.5.	事故課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	50
3.6.6.	事故課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	51
3.7.	国内地域格差課題と新世代ネットワークへの要求	52
3.7.1.	顕在化する格差課題	52
3.7.2.	格差課題対策動向	52
3.7.3.	提案する格差課題解決アプローチ	53
3.7.4.	格差課題解決の社会的インパクト	54
3.7.5.	格差課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	54
3.7.6.	格差課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	55
3.8.	少子・高齢化課題と新世代ネットワークへの要求	58
3.8.1.	顕在化する少子・高齢化課題	58
3.8.2.	少子・高齢化課題対策動向	59
3.8.3.	提案する少子・高齢化課題解決アプローチ	61
3.8.4.	少子・高齢化課題解決の社会的インパクト	61
3.8.5.	少子・高齢化課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	62
3.8.6.	少子・高齢化課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	63
3.9.	国際経済格差と新世代ネットワークへの要求	65
3.9.1.	顕在化する国際経済格差課題	65
3.9.2.	国際経済格差課題対策動向	65
3.9.3.	提案する国際経済格差課題解決アプローチ	65
3.9.4.	国際経済格差課題解決の社会的インパクト	66
3.9.5.	国際経済格差課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	67
3.9.6.	国際経済格差課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	68
3.10.	文化・生活の多様性と新世代ネットワークへの要求	69

3.10.1.	文化・生活の多様性において期待される将来展望	69
3.10.2.	提案する文化・生活の多様性アプローチ	69
3.10.3.	文化・生活の多様性実現の社会的インパクト	70
3.10.4.	文化・生活の多様性実現アプローチにおける日本技術の優位性	71
3.10.5.	文化・生活の多様性実現に向けた新世代ネットワークへの技術要件	72
3.11.	メディア融合と新世代ネットワークへの要求	73
3.11.1.	メディア融合に期待される将来展望	73
3.11.2.	提案するメディア融合実現へのアプローチ	74
3.11.3.	メディア融合の社会的インパクト	75
3.11.4.	メディア融合実現へのアプローチにおける日本技術の優位性	75
3.11.5.	メディア融合実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求	75
3.12.	知識社会と新世代ネットワークへの要求	78
3.12.1.	知識社会課題	78
3.12.2.	知識社会課題対策動向	78
3.12.3.	提案する知識社会課題解決アプローチ	79
3.12.4.	知識社会課題解決の社会的インパクト	81
3.12.5.	知識社会課題解決アプローチにおける日本技術の優位性	81
3.12.6.	知識社会課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件	82
4.	新世代ネットワーク実現のための技術チャレンジ	84
5.	まとめと今後の課題	86

1. 新世代ネットワーク研究開発戦略策定の背景

情報通信研究機構（以下、NICT）は、新世代ネットワークに関する研究開発を戦略的に推進するため、平成 19 年 10 月 1 日に新世代ネットワーク研究開発戦略本部（以下、戦略本部）を発足させた。戦略本部は、(1) 新世代ネットワークに関する中長期的な研究開発戦略を策定すること、(2) 国際的な連携・競争の中で先導的・主導的役割を果たすこと、(3) 長期的・国際的視野を有する ICT 関係の研究開発人材を育成すること、などを目的とするものである。本組織は理事長を本部長とし、既存組織に閉じることなく、複数の研究センターや連携研究部門をまたがった部門横断的なものとしたところに特徴がある。それによって、NICT における研究開発施策の整合性・効率性を包括的に確保するとともに、NICT が進める研究開発に対して戦略的な指針を与えることを可能としている。

そもそも、新世代ネットワークは、NGN (Next-Generation Network)のさらにその先を見据えた、新しい設計思想に基づくネットワークである。すなわち、インターネットの改良やその延長では困難な課題や限界を、既存技術にとらわれずに白紙(clean slate)から新しくデザインしていくことによって抜本的に解決することを目指すものである。欧米でも同様の取り組みが活発化しており、戦略本部の設置は、我が国の当該分野における研究開発を NICT が戦略的に牽引していくことを企図したものである。

戦略本部は、平成 19 年度半ばの発足から半年間で、産学官の連携による推進体制の整備や今後の国際連携のための関係構築を行ってきた。また、戦略本部の設置に続いて、戦略ワーキンググループ（以下、戦略 WG）を設置した。戦略 WG には、企業から第一級の人材を得るとともに、NICT 内からも精鋭の研究者を集め、集中的に今後の ICT 分野における研究開発戦略を検討していくものである。戦略 WG は平成 20 年 1 月から予備活動を開始し、平成 20 年 4 月から集中的な検討を行ってきているが、その中で以下の 5 つのチャレンジ項目を設定し、それを実践してきている。

- (1) **社会問題を解決し、ビジョンの実現へ**：現代社会が抱える問題を解決するとともに、将来的なビジョンに基づいた情報化社会を実現する戦略を策定する。
- (2) **技術の目利きに裏付けされた戦略策定**：研究開発項目や技術項目の網羅的な列挙にとどまらず、研究者・技術者としての目利きによって新世代ネットワークの展開に真に必要な戦略を策定する。
- (3) **既存スキームにとらわれない戦略策定**：硬直化している既存研究資金スキームや既存プロジェクトスキームにとらわれず、新世代ネットワークの推進に必要な戦略を策定する。
- (4) **実践による課題の把握**：既存スキームに基づく産学官連携を実践することによって、NICT も含む我が国の産学官が抱える研究開発の推進に関する諸問題を明らかにする。
- (5) **戦略策定を通じた人材育成**：戦略策定作業自体を人材育成ととらえ、有識者との交流や実践的な戦略策定を通じて、研究開発推進に対する高度なセンスを有する次世代のリーダを育成する。

戦略WGにおいては、平成20年4月から、新世代ネットワークによる将来社会ビジョン、新世代ネットワークによる社会問題解決の方向性や技術要件等をまず集中的に議論してきた。本報告書は、これらの議論をまとめたものであり、今後はこれらをさらに展開することによって、技術戦略、テストベッド戦略、技術移転戦略、研究開発資金戦略、標準化戦略、国際化戦略、人材育成戦略を策定し、我が国における新世代ネットワークの発展に資するものとして、世に発信していく予定である。

以下、第2章にて新世代ネットワークビジョンを示し、第3章にて顕在化する社会的課題の明確化と解決アプローチを議論する。第4章にて目標ネットワーク実現のための技術チャレンジを提言する。第5章にて、本報告書のまとめを行う。

2. 新世代ネットワークビジョン

2.1. ビジョン

新世代ネットワークは、次世代ネットワークのさらに先を見据え、様々な社会問題や課題を情報通信技術の力で解決することにより、豊かな地球文明を持続可能とする。また、個人や社会の潜在能力を開花させることにより、豊で質の高い生活を実現する。さらに、多様性を許容することにより、人類社会を永続的に発展させる情報通信基盤となることを目指す。

この実現のためには、新世代ネットワークのビジョンあるいはコンセプト、目的、価値観を構築して、将来の社会問題に関する課題が認識共有され、さらには、まだ見ぬ未来社会のイメージが高められ、そこに向かって個々の研究者が、あるいは組織が、それぞれの役割と方向性を理解して、結果として持続可能で豊かな人類社会と地球の実現に資する、意義ある活動へと結実させていくことが求められる。

以下に、新世代ネットワークを形成していく上で必要な3つの価値観を示す。

(1) 顕在化する社会問題を解決 (Minimize the Negatives)

エネルギー問題や少子高齢化など深刻な問題が噴出し、人々の安心・安全に対する関心はこれまでになく高まっている。これまで情報通信技術はこのような社会環境の大きな変化を想定し、重要な問題の解決に資する形で発展してきたであろうか？情報通信の単なる物量拡大や、その場での一時的価値観に依存しただけの技術開発、小手先の改善技術に留まっていなかったであろうか？新世代ネットワークは、エネルギー問題、格差問題、少子高齢化、自然災害など、日本社会はもちろん、地球規模で差し迫ってきた社会的な課題を明確に意識して、その解決に対して寄与することを目指す。

(2) 新しい価値の創造 (Maximize the Potential)

人や社会の潜在能力を開花させ生活の質や生産性を向上させる新たな価値を創造することは、人類の明るい未来に欠かすことができないものである。もちろん、経済社会の駆動原理が、より一層情報を中心として構成されていくことは全く疑いがなく、先鋭的な社会情報基盤が要請されることも背景として挙げられる。

さて人の潜在能力は、この社会のなかで最大限に発揮されているであろうか？社会の潜在能力は最大限に生かされているであろうか？豊かな生を生きているであろうか？個人の知識、地域コミュニティのパワー、組織や社会に潜在している暗黙知などの重要性に、本当に気づいているであろうか？planet earth に住む住人としての新たな価値観を形作っていかねばならないか。

新世代ネットワークは、こうした広い意味での世界の潜在能力を開花させていくことを目指す。

(3) 多様性を許容した新しい社会への貢献 (Inclusion)

グローバル化が進展する一方で、その行き過ぎた展開が、地域間の紛争や対立、都市化と過疎化、世代間の対立、技術を持つものと持たないものなどの格差が広がっている。これからの社会は、地球文明の新しい形での発展のために、文化的地理的な多様性や、個人の多様性を許容して共生する社会が望まれる。言い換えれば、人の生活や社会経済の様々な状況や、地域から地球までの様々なスケールで多様性を許容していくことが求められる。

新世代ネットワークは、このような多様性を尊重し新たな協調を促進する社会(inclusion)の構築を担うことを目指す。

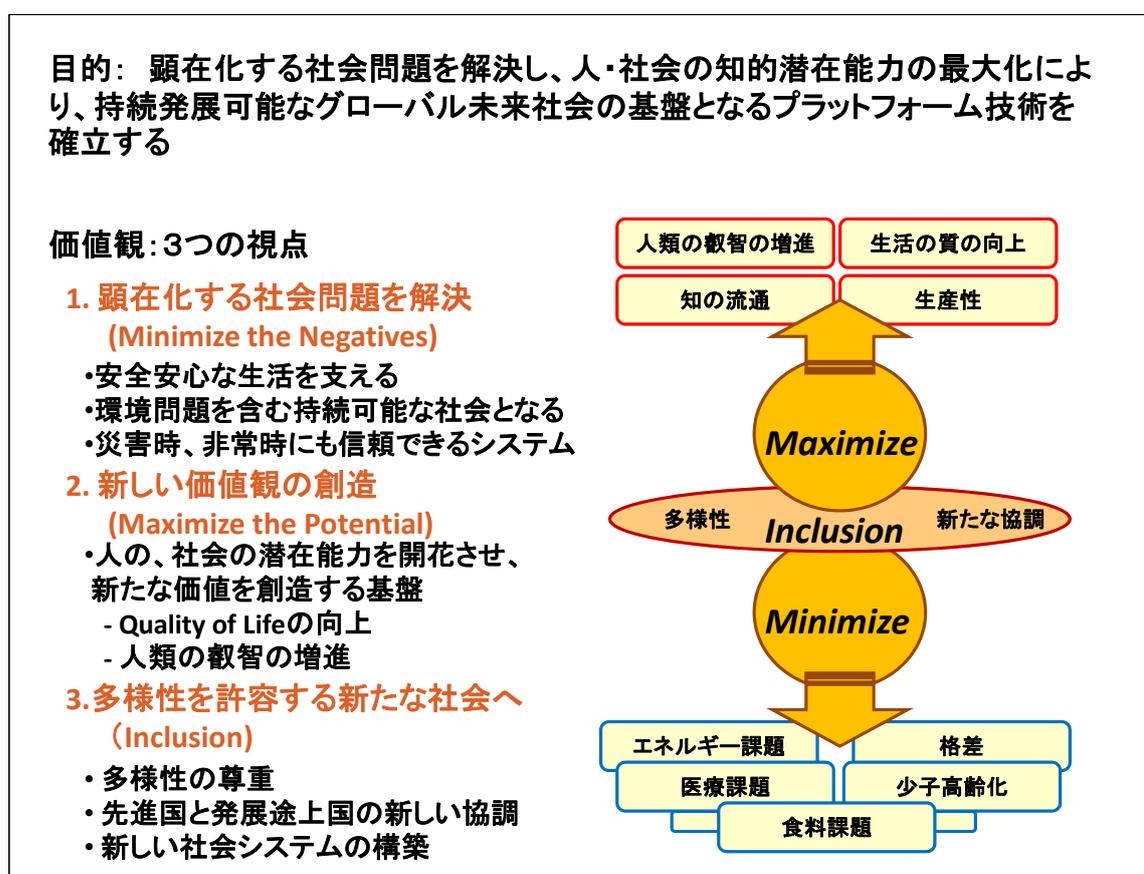


図 2.1 新世代ネットワークビジョン

2.2. ビジョンをかたちに

上記の(1)、(2)、(3)ともに将来を見通した目標であるが、新世代ネットワークは、技術として、現状の情報通信技術にとらわれずに構想していくことをとりわけ重視する。これは、これまでのネットワーク技術が既存技術に対する改良の積み重ねの結果、破綻が現実に危惧されているという実際上の問題のほか、上記からもイメージされるように、これまでにない全く新しい要求条件が、そもそも人や社会の側から要請されてくるという背景がある。そのためには、これまでの伝統的なネットワーク技術ばかりでなく、自然界の原理レベル、デバイスから始まって、サービスレイヤ、さらには社会システムに至るまでの全体性を踏まえて、新しい技術に積極果敢にチャレンジすることが大事にされなければならない。言い換えれば、技術的変革を起こすイノベーションがとりわけ重要になってくる。

加えて、今後も世界の注目はますますアジア圏に集まる一方で、情報通信技術の根底をなす技術は、これまで欧米が覇権を握ってきたのは否定できない事実として存在している。新世代ネットワークにおいては、アジア圏のプレイヤー自身が、この領域をリードしていく担い手として、イノベーターとして注目される存在になっていくことが求められる。日本は新世代ネットワーク構築に向けて、アジアをリードすると共に、日本でしかできないイノベーションを起こす独創的な技術の創出を行わなければならない。

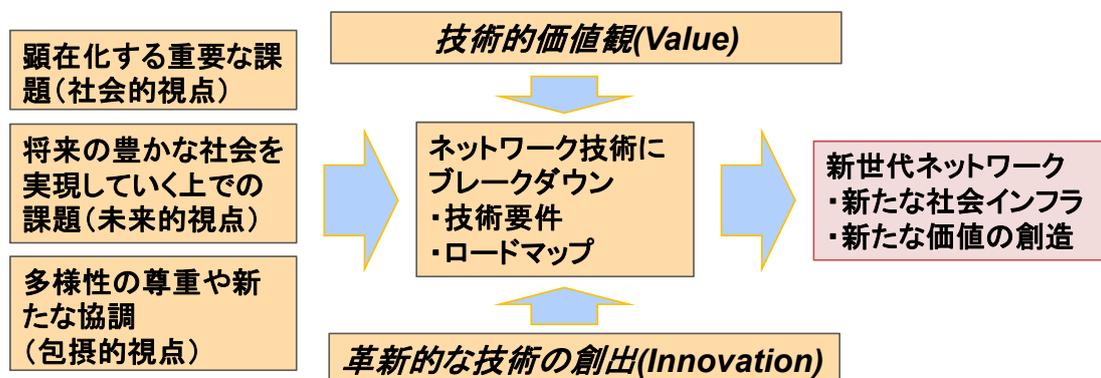


図 2.2 ビジョンから新世代ネットワークの具現化へ

新世代ネットワークを具現化していくプロセスとして、まず顕在化する日本の課題(社会的視点)、将来の知識社会を実現していく上での課題(未来的視点) および多様性の尊重や新たな協調(包摂的視点)より、新世代ネットワークへの要件を抽出する。得られた要件から、ネットワーク技術にブレイクダウンする。ネットワーク技術にブレイクダウンする上で、上述した革新的な技術かどうかと、技術的な価値観を共有しながら技術の選択を行い、新世代ネットワーク像を形づくっていく。

以下次章で、社会的課題の明確化と解決のアプローチ、課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件について述べる。

3. 社会的課題と新世代ネットワークへの要求

3.1. エネルギー課題と新世代ネットワークへの要求

3.1.1. 顕在化するエネルギー課題

新世代ネットワークは新たな情報化社会を切り開く ICT 基盤として大きく期待される一方、このネットワークシステムが地球に与える環境負荷（主に電力使用による炭酸ガス排出）に関してはその実現上最も重要な検討要素である。ICT が使用する電力消費量は日本の総量比較で既に約 5.8%（2006 年度）をも占め、その約半分はネットワークによって発生されている[3-1-1]。一方近年のネットワークトラフィック量の増加傾向から推定すると、新世代ネットワークの時代にはトラフィック量が現在比で $10^3\sim 10^5$ 倍となる可能性が指摘されている。無論このトラフィック増加と同じ割合でネットワークの使用電力量を増加させる事は、いかに ICT が社会に有用である前提を置いても許容されるレベルを超えている。すなわち新世代ネットワークの実現においては、大容量トラフィックを処理するネットワークシステムを低消費電力で実現する技術や、消費電力量を考慮して情報・コンテンツを流通する技術などを新たに開発することによってネットワークシステムの使用電力の高効率化を達成する必要がある。

一方、ネットワークはその積極的利用によって社会活動により排出される炭酸ガス量を低減する手段としても大きく着目されている。例えば人間の移動を最小限に抑えるテレワークなどである。現在世界規模で議論されている炭酸ガス削減目標を達成するには、新世代ネットワークの時代には現在にも増してこのような活動を推進する必要があると考えられ、ネットワークの役割はますます重要となると共にそれらの社会活動を十分支えるだけの要件を満たしている必要がある。

これらの状況を考慮して、新世代ネットワークにおけるエネルギー課題に関しては下記の4つの観点で検討する事が妥当であると考える。

新世代ネットワークにおけるエネルギー課題の4つの観点

1. ネットワークシステムが消費するエネルギー量
2. ネットワークを用いた社会活動のエネルギー削減
3. ネットワークを用いた環境センシング技術
4. CDM (Clean Development Mechanism) におけるネットワーク技術を用いた炭酸ガス排出権取引

現時点の新世代ネットワーク研究開発戦略では、特に技術的要素の強い観点1を中心に検討を進める。

3.1.2. エネルギー課題対策動向

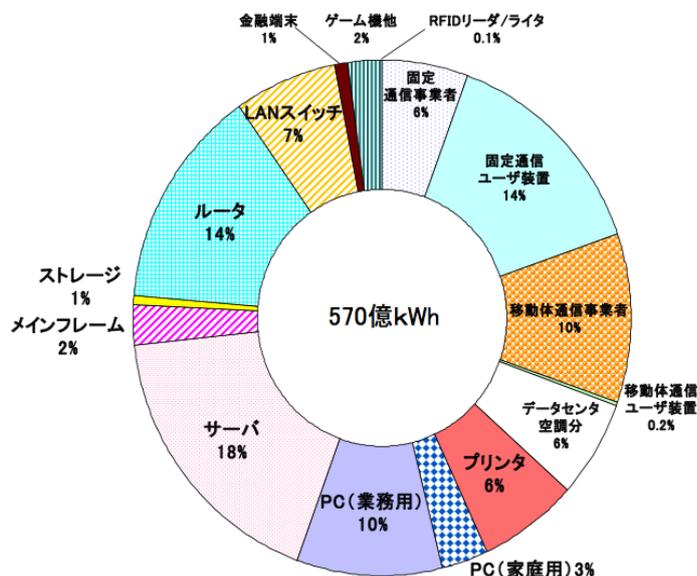
3.1.2.1. ネットワークシステムが消費するエネルギー

調査委員会[3-1-1]の結果によると、現在の ICT が発生する電力消費量は日本の総量比較で既に約 5.8%（2006 年度）をも占める。各項目の内訳については 2012 年予想として図 3.1.1 のように推定されている。この図から、ネットワーク機器が発生している電力量は ICT 全体の凡そ 50%である事が解る。更に、現在のネットワーク機器が使用する電力を調査すると下記の総括となる（本資料では分析詳細は割愛する）。

現在のネットワークが使用する電力量概要

- 1. ネットワークの使用時電力量は ICT 全体の約 50%**
1MB 転送あたりの CO₂ 排出量 = 約 1g（ブロードバンドサービスユーザ 一人当たりの現在の排出量：約 290g/日）。
- 2. 宅内通信機器（電話機、ブロードバンド・ルータ、ONU、DSL モデム、LAN-SW 等）の使用電力量が最も多く、ネットワーク全体の 50~80%程度を占有**
機器を利用していない際の待機時使用電力が非常に大きい。
- 3. アクセス設備の製造・敷設に関わる使用電力量は 20~30%程度**
光アクセスの場合 PON 形態のファイバー共用による低減効果は大きい。SS(シングルスター)構成を採用すると大きく増加する。
- 4. 携帯電話網では、電話機製造及び基地局電力が支配的であり、携帯電話機の使用電力量は僅か**

2012年のICT電力消費量内訳



総務省「地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会」(H19年度)

図 3.1.1 2012年のICT電力消費量予測 [3-1-1]

トラヒックの動向

図 3.1.2 に近年のブロードバンドトラヒックの調査結果を示す[3-1-2]。この結果から、近年日本のトラヒックは凡そ年率 1.4 倍の指数関数的に増加している事が解る（この結果は、利用者一人当たりの利用トラヒック増加と、利用者数の増分双方の効果によるものである。利用者増分を除いた「一人当たりの利用トラヒック増」は年率約 1.2 倍である）。仮にこのトラヒック増加傾向が今後も継続すると仮定すると、新世代ネットワークの時代にはトラヒック量が現在比で $10^3 \sim 10^5$ 倍となると推定されている。従って、新世代ネットワークでは「単位情報転送当たりの電力使用効率を現在比の $10^3 \sim 10^5$ 倍に増加させる」必要があると考えられる。ただし、トラヒック量については下記の要因等に関連して増減双方に変化する可能性があり今後の推移に注意が必要である。

- ・ キラーアプリケーションの出現、衰退
 - 過去、P2P 型ファイル交換 AP によるトラヒック量の急増、そのウイルス発生による一時的急減が発生している。
- ・ 加入者数の推移
 - ブロードバンドユーザ数が今後どのように推移するか。住宅数を上限に頭打ちとなるか？

・ワイヤレスアクセス型ブロードバンドの動向

現在実用化直前の 100Mbps レベルのワイヤレスブロードバンドがもし本格化すれば、FTTH などのホームユースのトラフィックが支配的である現状のトラフィックを一気に増加させる可能性がある。

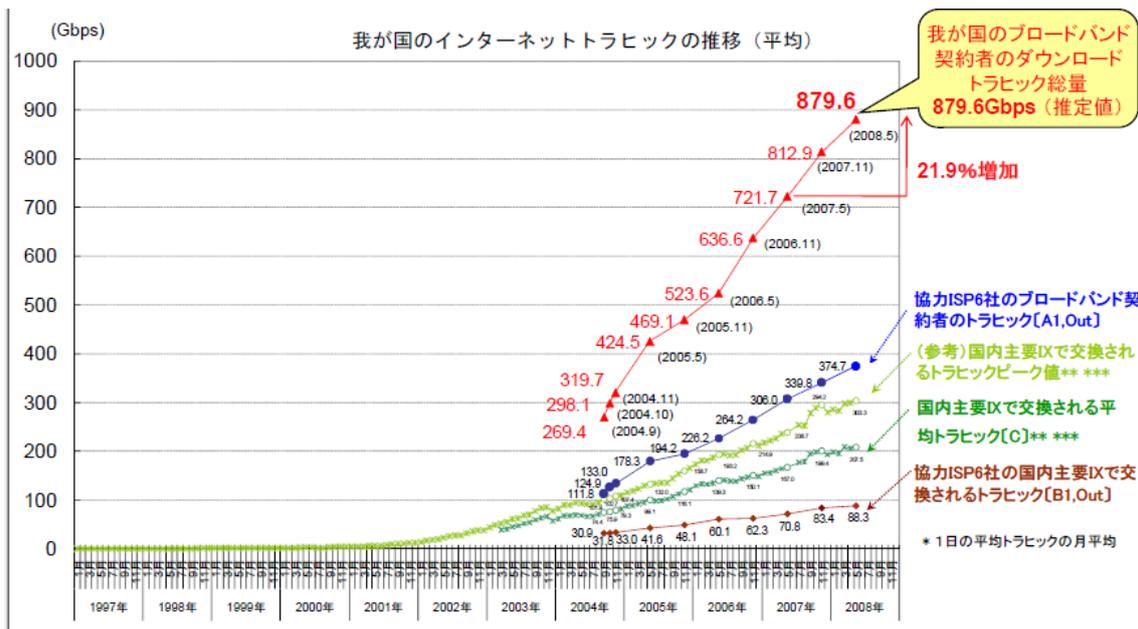


図 3.1.2 インターネットトラフィックの推移 [3-1-2]

(出典：総務省「我が国のインターネットにおけるトラフィック総量の把握」、2008.8.)

現在のネットワークにおけるエネルギー低減への取り組み状況

簡単に総括すれば、電源容量制約に対し技術革新を繰り返して来た携帯電話端末に関しては、既に高度な電力マネジメント技術に基づき大きなエネルギー低減を達成している。これとは対照的に宅内通信機器、ルータ等その他の通信機器に関しては、電力削減よりむしろ低価格化や大容量化が優先された開発がなされて来た。しかし、近年のエネルギー問題に直面しそれらの機器に対しても消費電力の低減化技術の研究開発が行われるようになって来ている。その代表的な例を以下に示す。

(1) ADSL2 規格

欧州を中心として ADSL モデムの非使用時、及び低速通信時にスリープまたはクロック低減により電力消費量を低減する技術の標準化を推進している[3-1-3]。

(2) ブロードバンド・ルータ、LAN-SW の低消費電力化

情報通信ネットワーク産業協会（CIAJ）を中心として、トップランナー制度を利用した家庭向けブロードバンド・ルータ、LAN-SW の低消費電力化が積極的に推進されている[3-1-4]。

(3) キャリア用コア/エッジルーターの低消費電力化

アラクサラネットワークス株式会社などにより、低消費電力型ルータの開発[3-1-5]が行われている。

これらの取り組みはいずれも現在のネットワークアーキテクチャをそのまま踏襲する前提で、概ね各ネットワーク機器単位で内部構成や使用デバイス、方式等を改善する方法によって消費電力量削減が行われている。上記の通り携帯端末を除く他の通信機器に関してはこれまで低消費電力化が重点化されていなかった為、これらの取組みによって大きな電力消費量削減が期待できる。しかし、現在の予想ではその削減量は単位情報転送当たりの効率にして凡そ 10 倍程度（2015 年程度）を上限とする傾向を報告する検討結果[3-1-6]もあり、その効率は上記の新世代ネットワーク時代の目標値には大きく及ばない。従って、現在のネットワークアーキテクチャの範囲内で各通信機器の使用電力削減を行う方法を越えた対応が今後必要となると考えられる。

3.1.2.2. ネットワークを用いた社会活動のエネルギー削減

ICT は社会活動に有効利用する事によって大きなエネルギー削減効果が得られる事が期待され、これまでも多くの取組みが行われて来た。例えば委員会[3-1-1]の検討よれば、サプライチェーンマネジメント（SCM）、ビルや住宅におけるエネルギーコントロール（BEMS, HEMS）、ITS などに ICT を活用することによって得られるエネルギー削減効果が特に大きく期待され、それらを含めたトータルの削減効果は 2012 年予測では ICT に必要なエネルギー量（観点 1）を超えると期待されている。新世代ネットワークの世代においては、この取組みをより積極的に進める施策を推進することによって、大きな削減効果を実現する必要があるだろう。また新世代ネットワークは、このような社会活動の ICT 依存を確かに支えるだけの要件を満足する必要がある。

3.1.2.3. ネットワークを用いた環境センシング

CO₂ 排出や電力使用など、地球環境負荷問題に対応する場合、それら特徴量の正確な計測を行う環境センシング技術は重要課題の一つである。また、計測範囲・粒度も目的別に、地球、国、地域、ビル、家屋、各コンセントなど多種多様であり、それら毎に必要なネットワーク技術、センサー技術は異なる。

新世代ネットワークはこのような環境センシングを実現する上での重要な技術要素の一つとしても位置づけられる。例えばリモートセンシングやレーザを用いた炭酸ガス濃度検出、大気汚染物質検出など環境センシング技術の研究は既に行われており、それらの技術と新世代ネットワークを組み合わせる事によって将来の環境センシング技術を開拓することは重要である。

3.1.2.4. CDMにおけるネットワーク技術を用いた炭酸ガス排出権取引

CDM(Clean Development Mechanism)は国連気候変動枠組条約の第3回締約国会議(COP3)において採択された京都議定書で規定された市場メカニズムを活用する柔軟措置の一つである。他国において温暖化対策のプロジェクトを行い排出削減があった場合、その排出削減量に対してCER(クレジット)が発行され、それをプロジェクト実施国の排出削減目標達成に用いることができる。新世代ネットワークの時代には、ICT技術を国際的に活用する事によって、地球規模での炭酸ガス排出抑制を積極的に推進する必要がある。更に炭酸ガス排出権取引については、今後国間だけではなく、企業間、個人取引などへの拡張の可能性もある。

しかし、現在ではICTを用いた炭酸ガス削減に関しては削減量の算定方法の明確化・標準化が十分でない等の理由から、国際取引が困難な状況にある。これらの状況を踏まえて、日本の総務省、TTCが中心的役割を担いITU-Tにおいて議論が開始されている。その結果、ITU-Tにおいて当課題を議論するFG(Focusing Group)が設立された。

上記の通り、新世代ネットワークとエネルギー問題に関しては4つの観点からの議論が必要であるが、以降は技術的要素の強い「ネットワークの消費エネルギー」の観点について主に述べる。

3.1.3. 提案するエネルギー課題解決アプローチ

新世代ネットワークにおける消費エネルギー削減技術の研究開発は今後の取り組みではあるが、上記の現状分析結果から幾つかの指針は得られる。例えば、ICT全体の電力消費量を大きく削減する有効な手段は、電力使用量が最も大きい宅内通信装置への対策として、スリープ機能を実装する方法であろう。しかし、スリープ機能をONUやブロードバンド・ルータ、LAN-SWなど宅内装置のL1,2プロトコル層に導入した場合、それら装置をスリープから起動させる方法や、起動までの不通時間、電力制御による通信速度変化などの問題が生じ、現在用いられている上位プロトコルの振る舞いに影響を及ぼす可能性がある。つまり、消費電力効率の大きな向上を目標とした場合、現在のネットワークアーキテクチャのまま個々の装置やレイヤ毎に対処を行う方法では限界があり、ネットワーク全体(マルチプレーヤ)で検討する事が効果的であると考えられる。ただし、その検討にあたってはネットワーク発展を考えた通信レイヤ間の独立性確保や既存ネットワークからのマイグレーション方法については十分に考慮が必要である事は自明である。

図 3.1.3 にエネルギー消費に着目したマルチレイヤの技術領域を示す。最下位のレイヤは装置レベル、低位プロトコルレベルのレイヤである。このレイヤでは各装置機能の構成法やデバイス技術の革新による使用電力量低減と、待機時のスリープや低速通信時のクロック低減などによる使用電力量低減が主になる。また、IP ネットワークで問題視されているルータの使用電力を、フォトニックネットワーク技術を用いて低減するなどの、ネットワークアーキテクチャの革新により基幹網における電力消費量の低減効果も大きく期待できる。ネットワークプロトコルは現在のレイヤ 3、4 相当のプロトコル層を想定している。このプロトコルレベルでは、下位層においてスリープや通信装置の電力制御による通信速度変化や一時的な通信断が発生することを考慮した通信方式が必要となる。コンテンツ流通プラットフォームは、エネルギー最適化を目標関数として情報流通を行うミドルウェア層である。例えば現在の CDN(contents delivery platform)は使用エネルギーを考慮した方式は取られていないが、ネットワークやサーバ装置トータルの使用電力最小化を目標関数としたコンテンツの配信方式は十分考えられる。最後は AP アーキテクチャである。トラフィック送受を行うのは AP であり、その方式次第ではトラフィック量削減による使用電力量削減も可能であろう。コンテンツの圧縮や検索エンジン+web を含めた現在～将来にわたる主要なネットワークアプリケーションのアーキテクチャを ICT 全体のエネルギーを考慮して再設計する事などもこの領域に含まれるであろう。



図 3.1.3 エネルギー効率を考慮した新世代ネットワークの検討領域

3.1.4. エネルギー課題解決の社会的インパクト

(1) 炭酸ガス排出量削減効果

新世代ネットワークのエネルギー量低減の最大の効果は無論 ICT が排出する炭酸ガス量

の削減効果である。増大するトラヒックに対応したエネルギー利用効率の向上を実現することによって低炭素化社会の実現に向け大きな意味を持つ。

(2) 低炭素化社会システムの実現

上記に示した通り、ネットワークを社会活動に積極的に利用する事によって、炭酸ガス排出を大きく低減できる可能性がある。この取組みはもちろん新世代ネットワークを用いる時代においても更に加速する事が期待できる。そのためには国レベルでこの取組みを促進する施策が必要であることが多く指摘されている。

(3) 環境センシングによる環境管理

新世代ネットワークを積極的に活用した環境センシングによって、ICT 全体の環境負荷の正確な把握を行い、それによって上記のネットワークのエネルギー使用量低減、およびネットワークを用いたエネルギー削減に関する検証が可能となり、より、安心・安全な社会実現に貢献できる。

3.1.5. エネルギー課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

新世代ネットワークにおける使用エネルギー量削減に向けて、日本が持つ代表的な優位技術を以下に示す。

・フォトニックネットワーク技術

フォトニックネットワークは大容量の基幹網を構成する場合、従来のルータにより構成されるネットワークに比較して大きな電力効率向上が期待されている（5~50倍程度の試算があり[3-1-7]）。これは IP パケットを電気レベルで交換する処理に比較して、光のレベルで信号を交換するのに必要な電力消費量が小さく抑えられるためである。

フォトニックネットワーク技術の分野では日本はデバイスから方式レベルまで世界的に技術をリードしており、低消費電力化を求められる新世代ネットワークの実現に当たっては極めて重要な技術といえる。

・端末の電力マネジメント技術

上記の通り、宅内にある通信機器の削減ポテンシャルは最も大きいことに加え、これまで重点的な対策があまり取られてこなかった領域である。日本では携帯電話機の研究開発を通じて多くのベンダが端末機の電力マネジメント技術を保有しており、これらの技術が宅内通信機やアプライアンスの省電力化に活用でき、結果としてネットワーク全体の使用電力量を大幅に低減できる可能性がある。新世代ネットワークの取組みの中でも本領域に重点的に取り組む必要がある。

・低消費電力機器設計・開発技術

現在のアラクサラネットワークス株式会社におけるルータ開発戦略[3-1-5]に代表されるように、日本のベンダでは同じ機能を有する装置を低消費電力で実現する設計・開発技術に優れており、競争力となりうる。現在のネットワークアーキテクチャにおけるルータの低消費電力化技術を競争力とし、さらにその技術を新世代ネットワークにおける通信装置に活用して行く戦略が望まれる。

3.1.6. エネルギー課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

上記のとおり、新世代 ネットワークでは現在比で千倍から 10 万倍のエネルギー効率の達成が必要であり、現在の NGN で用いられているネットワークアーキテクチャを前提とした各装置の低消費電力化では 10 倍程度が限界であると見られる。したがって、新世代ネットワークでは技術革新によって更に 2~4 桁程度の大きな効率向上が必要となる。そのためには低消費電力指向のネットワークアーキテクチャの研究開発が必須である。

また、現在以上にネットワークを積極的に活用することによって社会活動のエネルギー削減を実現するためには、社会活動の効率化や、ネットワークを活用した社会活動への転換を推進するのに必要なネットワークの信頼性、対災害性、安定性、低遅延など、社会活動を根幹から支えるインフラとしての技術要件が必須である。

参考文献：

- [3-1-1] 総務省「地球温暖化問題への対応に向けた ICT 政策に関する研究会」(H 1 9 年度)
- [3-1-2] 総務省「我が国のインターネットにおけるトラフィック総量の把握」, 2008.8.
- [3-1-3] BT, “Opportunities and techniques for power saving in DSL,” ITU SQ15 Low Power Tutorial Session, 2006.2.
- [3-1-4] 情報通信ネットワーク産業協会
<http://www.ciaj.or.jp/top.html>
- [3-1-5] アラクサラネットワークス株式会社の省エネ技術
<http://www.alaxala.com/jp/solution/eco/index.html>
- [3-1-6] 由比藤, 西, 「ブロードバンドネットワークの電力消費量の試算」, 電子情報通信学会 2008 ソサイエティ大会予稿
- [3-1-7] 総務省「21世紀ネットワーク基盤技術の研究開発戦略」
http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/pdf/050728_8_1.pdf

3.2. 災害課題と新世代ネットワークへの要求

今日、安全・安心に暮らすことは、国民の重要な課題となっている。そのため、安全・安心に暮らす為の取り組みが多数なされている。例えば、IT 戦略本部（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）が 2006 年 1 月 19 日に決定した「IT 新改革戦略」[3-2-1]では、IT 施策の重点項目の一つとして「安全・安心な社会の実現」を挙げており、その中で災害対策を打ち出している。また、2006 年 3 月 28 日に閣議決定された「第 3 期科学技術基本計画」[3-2-2]では、政策目標の一つとして「安全が誇りとなる国 ー世界一安全な国・日本を実現」を挙げており、災害を含めた国土や社会の安全確保を目指している。さらに、2007 年 6 月 1 日に閣議決定した「イノベーション 25」[3-2-3]においても、イノベーションで拓く 2025 年の日本の姿の一つとして「安全・安心な社会」を挙げ、技術革新により、災害に対する被害の低減が想定されている。以上のように、安全・安心な社会実現を目指し多くの施策が展開されており、その一つとして災害対策も進められている。

一方、インターネットをはじめとするネットワークは、日常生活には欠かせないインフラになりつつあり、情報の伝達や獲得には無くてはならない存在となってきた。このように、ネットワークは、情報を送受信する重要な機能を持っており、この機能を活用することにより、災害時の情報伝達を短時間で広範囲に行うことができる。しかし、災害対策としては、未だ多くの課題を有しており、以下では、中心となる災害課題を明らかにするとともに、今後さらに必要な情報通信ネットワーク機能の明確化を行う。

3.2.1. 顕在化する災害課題

これまで我が国では、様々な災害に遭遇している。例えば、地震や台風による災害や火山による災害等がある。平成 20 年版の防災白書[3-2-4]（32 頁の図 1-2-1：自然災害による死者・行方不明者、33 頁の表 1-2-1：昭和 20 年以降の我が国の主な自然災害の状況）による報告では、地震及び台風による死者・行方不明者数が圧倒的多数を占めていることが示されている。

例えば、台風による災害では、昭和 20 年の枕崎台風で 3,756 人が、昭和 22 年のカスリーン台風で 1,930 人が、また昭和 34 年の伊勢湾台風では、5,098 人の死者・行方不明者を出している。また例えば、地震による災害では、昭和 20 年の三河地震で 2,306 人が、昭和 23 年の福井地震で 3,769 人が、また平成 7 年の阪神・淡路大震災では、6,437 人の死者・行方不明者を出している。以上のように、地震や台風による被害が甚大であり、地震や台風を中心とした災害対策が必要である。

一方、地震調査研究推進本部が、2008 年 1 月 10 日に公開した「長期評価による地震発生確率値」[3-2-5]によると、今後 30 年以内の地震の発生確率(算定基準日：2008.1.1)として、南海地震の場合は 50%程度であり、東南海地震の場合は 60%～70%程度であることを公開している。また、中央防災会議資料[3-2-6]によると、M7 クラスの 18 タイプの地震動を想定しており、東京湾北部地震 M7.3、冬の夕方 18 時、風速 15m/s の場合、建物全壊棟

数・火災焼失棟数は約 85 万棟に、そして死者数として約 11,000 人が想定されている。また経済被害は、約 112 兆円（生産性低下といった間接被害は、39 兆円）と試算され、昼の 12 時の発生の場合、帰宅困難者が約 650 万人発生することが試算されている。また、ライフライン関連としては、約 110 万回線の電話不通状況が発生し、14 日間での復旧が目標とされている。

以上のように、災害における被害としては、地震及び台風によるものが深刻であり、それらを中心とした災害対策が必要である。特に、発生確率の高まっている地震に対する対策は重要である。

3.2.2. 災害課題対策動向

災害対策システム、特に地震及び津波関連では、地震活動等総合監視システム（EPOS: Earthquake Phenomena Observation System）及び地震津波監視システム（ETOS: Earthquake and Tsunami Observation System）[3-2-7]が稼働している。EPOS は気象庁本庁にて、また ETOS は札幌、仙台、大阪、福岡の各管区气象台と沖縄气象台にて稼働しており、地震や津波等の観測データをリアルタイムで解析し、災害に関連する各種情報を提供するシステムである。また消防庁では、全国に対して瞬時に警報を出すシステム J-ALERT（全国瞬時警報システム）[3-2-8]の運用を平成 19 年 2 月 9 日より開始している。

気象関連では、東京都綾瀬市の気象庁システム運用室にて稼働する気象資料総合処理システム（COSMETS: Computer System for Meteorological Services）[3-2-9]がある。COSMETS は、アメダス（AMeDAS: Automatic Meteorological Data Acquisition System）からの雨量や気温情報、及び気象観測データ等より、気象状況を予測するシステムである。気象観測としては、ひまわり 6 号[3-2-10]が現在稼働している。一方、ひまわり 7 号は待機運用状況であり、平成 22 年ごろから 5 年程度の本運用を行う計画となっている。

また、平成 20 年版の防災白書[3-2-4]（151 頁の図 2-3-58：防災情報共有プラットフォームの構築）に示されるように、災害情報を集中的に管理するプラットフォームの構築も進められている。本プラットフォームでは、気象情報、交通情報、被災情報、河川・湖沼・海洋情報、及び地図情報の総合的な共有を可能とする。

一方、火山の監視において気象庁では、札幌、仙台、東京、及び福岡にある火山監視・情報センター[3-2-11]により、全国 108 の活火山の監視を常時行っている。

以上概観したように、情報通信ネットワーク関連での対策では、災害対策用のシステム構築が行われてきており、収集したデータのリアルタイム処理・分析により、災害に対する迅速な情報提供を目指しているものが多い。

3.2.3. 提案する災害課題解決アプローチ

これまで、情報通信ネットワーク関連での災害対策として、新たなシステム構築のための研究開発や投資が行われてきている。しかし、大災害の発生頻度は高くはなく、大災害

対策だけのために膨大な投資を行うことは、効率的でない。そのため、効率的な災害対策を行うための研究開発や投資が必要である。

そこで、新世代における情報通信ネットワーク関連での災害対策アプローチとして、情報通信リソースの効率的な利用を可能とするネットワーク実現のアプローチを提案する。具体的には、通常は独立したサービスとして稼働している情報通信リソースにおいて、緊急時には、残存する情報通信リソースを連携して稼働できるネットワークシステムを構築する。

例えば、通常は独立して稼働している観測用のネットワーク、災害用のネットワーク、及び商用のネットワーク等において、災害時には、残存する情報通信リソースを統合して運用することが可能な機構を開発し、災害時に緊急起動し稼働させる。或いは、様々なタイプのネットワーク、例えば有線、無線、衛星、及び飛行船等を活用したネットワークにおける残存リソースを連携することで新たな災害用ネットワークを構成する。

また、災害の種類や規模、及び提供すべき災害時緊急サービスに応じて、残存するネットワークリソースの割り当てや、災害時用の特別機能の起動を動的に行うアプローチを提案する。

さらに、大規模なセンサー連携を活用し、人物や物流等の的確な状況把握と制御や、災害検出或いは予知に基づく、人及び機器やデータの保護といった、災害への対策を行えるシステムの実現を目指す。

3.2.4. 災害課題解決の社会的インパクト

これまでの災害対策では、予測或いは検出した災害に関する情報の提供といった、一方向の対策が中心であった。しかし、今後は、上記説明した災害の種類や規模に応じた、情報通信リソースの制御や災害対策用の特別機能の動的起動により、インタラクティブな災害対策へと発展して行くものと思われる。例えば、被災の前後において動作する機能の動的変更や、ユーザの状況に応じた情報の伝達や避難の誘導等が行われるようになる。以下、主な社会的な効果を示す。

- 災害発生後のコミュニケーション不安解消

大規模災害発生後では、これまで安否確認等の通信が急激に増加し、例えば交換機や基地局の処理輻輳等により十分なコミュニケーションがとれない状況が発生していた。そこで、前記提案するアプローチにより、通常は独立して運用されている情報通信リソースにおいて、残存する情報通信リソースを暫定的に統合して運用する。これにより、災害対策に必要な情報通信リソースの動的確保を行い、且つ重要な災害対策運用に選択的に情報通信リソースを集中することにより、誰もが必要に応じたコミュニケーションの実行を可能とする環境を提供し、災害発生後のコミュニケーション不安解消を実現する。

- 災害発生時における機器やデータの保護による情報通信資産の保全

災害時において重要なデータの損失、或いは重要機器の損傷は大きな損害につながる。そこで、上記提案アプローチの下、センサーネットワークにより検出した緊急事態に対しては、稼働している機器の自動停止や伝送データの保護を自動的に行えるようにし、情報通信資産の動的保全を実現する。

- 災害時の人的安全確保

これまでの災害対策では、災害発生の前予測に基づき、警報の発令などを行うことにより、災害に関する情報を提供し人的安全確保を務めてきた。しかし、災害関連情報の一方的な提供が主になっており、安全を確保すべき対象との双方向的な連携による安全確保まで十分に制御されてきていなかった。そこで、前記提案するアプローチにより、災害の種類や位置・規模に応じた災害用リソースの確保及び機能の起動により、双方向通信により人的安全の確保強化を実現する。具体的には、災害位置・規模とユーザの状況等から避難誘導まで実行する。例えば、避難誘導した先へ災害物資を配送したり、或いは災害物資を配送する先へ避難誘導したりする。これにより、安全・安心な避難先への誘導、及び避難所への災害物資の輸送を確実にし、災害時の人的安全確保を図る。

- 災害発生前の事前対策

災害による被害の最少化に大きく貢献する要因の一つとして、災害の予知が挙げられる。いつ、どこで、どのような規模の災害が発生するかを正確に予知できればできるほど、防災・減災の効果を高めやすい。そこで、前記提案するアプローチにより、必要に応じて災害の前兆を検出するためのリソース投入を動的に制御し、災害予知の精度を向上する。例えば、災害発生確率が高まっている区域への災害用情報通信リソースの移動や稼働率を高めることにより、事象の検出精度を高める。これによって、災害予知の精度を高め、防災・減災の事前対策強化を実現する。

- 災害対策コストの削減

大災害の発生確率は高くはないが、一度大災害が発生した場合、その被害は甚大である。そのため、災害対策に投資が必要である。しかし、発生頻度の少ない大災害に対して、大きな投資を行うことは効率的でない。そこで、前記提案するアプローチにより、様々な用途での情報通信リソースの共有を行い、必要な状況や用途に応じて適切な量の情報通信リソース利用を可能とする機構により、災害対策コストの削減を実現する。

3.2.5. 災害課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

表 3.2.1 は、災害対策に関連する分野での日本における優位技術、及び各技術の活用例を示している。

表 3.2.1 災害対策に関連する分野での日本における優位技術

	分野	優位技術
1	地震検知	P 波検知後の警報を、最速 0.2 秒で出力[3-2-12]可能な世界最速の高い技術を保有しており、直下型の地震に対する事前警報送信に活用できる。
2	映像レーダ	航空機等搭載型での合成開口レーダによる観測[3-2-13]において高い技術を保有しており、リアルタイムでの詳細な被災状況収集に活用できる。
3	センシング	テラヘルツ波による人物等の検出[3-2-13]において高い技術を保有しており、視界不良時の人物や物体発見に活用できる。
4	ロボット	ビジブル型、バーチャル型、アンコンシャス型のネットワークロボットによる高度機能の提供[3-2-13]において高い技術を保有しており、災害時において避難誘導等に活用できる。
5	ホームネット	遠隔からの家庭内機器の制御[3-2-13]において高い技術を保有しており、災害発生時の緊急での機器操作に活用できる。
6	データ収集	多様なデバイスやセンサーからの情報収集[3-2-13]において高い技術を保有しており、災害につながる現象の検出や、発生した災害の詳細な状況収集に活用できる。

3.2.6. 災害課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

本項では、災害課題解決に向けたアプローチを具現化するために必要な、新世代ネットワークへの技術要件について述べる。

● 伝達確実性

これまで、直下型ではない地震に対して、S 波が到達する前に地震発生の警報を伝達することが可能となっている。しかし、昨今において直下型の大地震発生が大きく懸念されており、直下型の地震においても事前の警報伝達や機器の保護が確実にできるようにする必要がある。そこで、新世代ネットワークでは、P 波の検出からユーザまでの伝達や機器制御といったエンド・エンドでの低遅延且つ確実な信号伝達機能が必要である。気象庁による緊急地震速報の精度評価[3-2-14]では、1 観測点のデータを用いた情報提供までの平均時間は 5.5 秒であり、2 観測点データを用いた場合は平均 6.6 秒であることが示されている。一方、表 3.2.1 に示した優位技術では、P 波検出から最速 0.2 秒で警報を出力することが可能である。これらより、大規模な直下型地震においても、検知より一般家庭への警報出力や機器制御までの時間を、低遅延（エンド・エンドで 0.5 秒程度）且つ確実に伝える可能性が十分にあり、実現する必要がある。

● 異種リソース連携性

災害用の特別な情報通信リソースを常に確保することは高コストである。そこで、新世代ネットワークでは、通常時は分離・独立して運用している複数のネットワーク（有線、

無線、衛星、飛行船によるネットワーク等)において、災害といった緊急時には、残存するネットワークリソースの統合管理を行い、災害用の新たなネットワークサービスを提供することでコスト削減を実現する。また、災害の種類や規模及び提供すべき緊急サービスに応じたリソースの動的な再割り当てを行い、状況に応じたネットワークサービス提供するための動的なリソース制御機能が必要である。

- **検出データの信用保証性**

災害につながる現象や発生した災害の検出、及び制御先のユーザを正しく把握するためには、検出したデータの信頼性が保証される必要がある。正しくない、或いは不正なデータを基に災害対策を講じては、被災の悪化を招いてしまう。そこで、新世代ネットワークでは、センサーネットワーク等より上げられるセンサーデータの正当性を保障できる機能が必要である。

- **特別機能の動的な起動性**

災害時には、通常とは異なる運用やサービスの提供が必要となる。例えば、利用できるネットワークリソース量の変化に伴い、ユーザ毎の伝送データの優先度や伝送量を制御する必要がある。また例えば、通常はビデオ会議用のネットワークや計算リソースを音声通話用に活用するといった制御を災害時に実行する。このような機能を災害時にだけ起動するため、新世代ネットワークでは、災害に応じた特別機能の動的起動機能が必要である。

参考文献：

- [3-2-1] IT戦略本部決定,“IT新改革戦略,”平成18年1月19日
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/060119honbun.pdf>
- [3-2-2] 閣議決定,“科学技術基本計画,”平成18年3月28日
<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/honbun.pdf>
- [3-2-3] 閣議決定,“長期戦略指針「イノベーション25」,”平成19年6月1日
<http://www.kantei.go.jp/jp/innovation/saishu/070601/kakugi1.pdf>
- [3-2-4] 内閣府、平成20年版防災白書
<http://www.bousai.go.jp/hakusho/h20/index.htm>
- [3-2-5] 地震調査研究推進本部,“海溝型地震の発生確率値の更新前後の比較,”2008.1.10
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08jan_kakuritsu/p01_hikaku.pdf
- [3-2-6] 中央防災会議 説明資料4,“首都直下地震対策に係る被害想定結果について,”平成17年3月30日, <http://www.bousai.go.jp/chubou/12/setumei-siryu4.pdf>
- [3-2-7] 気象庁、監視システム (EPOS, ETOS)
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/intro/gyomu/index919sys.html>

- [3-2-8] 総務省消防庁、全国瞬時警報システム (J-ALERT)
http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/j_alert/index.html
- [3-2-9] 気象庁、気象資料総合処理システム
http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/jyuyou-t/pdf/071221_1_si3-5.pdf
- [3-2-10] 現在運用中の静止気象衛星
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/satellite/satellite.html>
- [3-2-11] 気象庁、火山の監視
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/intro/gyomu/index92.html>
- [3-2-12] 株式会社システムアンドデータリサーチ
<http://www.sdr.co.jp/>
- [3-2-13] 情報通信審議会答申, “我が国の国際競争力を強化するための ICT 研究開発・標準化戦略,” 別紙 1 (答申), 平成 20 年 6 月 27 日
http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080627_6.html
- [3-2-14] 気象庁, “緊急地震速報の精度評価,”
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/Check_EEW.html

3.3. 医療課題と新世代ネットワークへの要求

近年、医療費の増加が指摘されているが、適切な医療を受け、健康に暮らすことは誰もが望むことである。

現在、様々な方面より国民医療への貢献が行われているが、医療分野での更なる改善が考えられる。例えば、医療技術と情報通信ネットワーク技術の相乗効果により、国民への医療の質をさらに高めることができるのではないか。それを実現するためには、医療貢献に必要な情報通信ネットワーク機能を明らかにし、技術開発して行く必要がある。

そこで本項では、顕在化する医療課題を明らかにするとともに、今後必要な情報通信ネットワーク機能の明確化を行う。

3.3.1. 顕在化する医療課題

● 医療費増加の課題

医療関連で顕在化し、今後さらに状況が悪化する課題として、医療費の課題がある。厚生労働省の資料「医療制度改革について」[3-3-1]では、総医療費の将来推計が報告されている。OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ベースでの総医療費では、2004年度に41兆円であったものが、2025年度には90兆円になり、医療費は今後さらに増加することが予想されている。平成20年度の日本国における一般会計予算が約83兆円であることを考慮すると、医療費への対策が必要なことが伺える。

厚生労働省の資料「医療制度の現状と課題」[3-3-2]には、参考データとして入院医療費と病床数にはかなり強い相関があることが記載されている。そこで例えば、健康な状況を増大する等により、医療費削減へ貢献できるのではないか。

● 生活習慣病増加の課題

平成19年版厚生労働白書[3-3-3] (21頁の図表1-3-1: 主要死因別に見た死亡率(人口10万人当たり)の推移) データによれば、死因の第1位は悪性新生物であり、第2位は心疾患、第3位は脳血管疾患であることが示されている。なお、これら疾病は、近年、生活習慣病(旧成人病)と呼ばれている。また、同白書(30頁の図表2-1-3: 生活習慣病の医療費と死因別死亡割合)によれば、前記生活習慣病(2004年度)における医療費の合計が10.4兆円(国民医療費の約1/3)であり、死亡割合の合計が60.9%となっている。このように、生活習慣病である三大疾病における医療費及び死亡率は高く、これら生活習慣病への対策を行う必要がある。

● 医師数及び分布に関する課題

OECD 日本政府代表部の資料「ヘルスデータの構成及び我が国に関する主なデータ」[3-3-4]によると、2006年における日本の医師数(人口千人対)が、他国に比して少ないことが示されている。例えば、OECD平均が3.0人に対して、日本は2.0人である。

一方、平成 19 年版厚生労働白書[3-3-3] (45 頁の図表 2-2-9 : 二次医療圏別人口 10 万人当たりの医師数) によれば、県庁所在地など都市部での医師数が多い傾向が示されている。

以上概観したように、日本における医師数が他国に比較して少ない、また、医師の分布に偏りがあるといった課題に対して、今後対策が必要である。

● 緊急出動増加の課題

平成 19 年版消防白書[3-3-5](トピックス IV 急増する救急需要! ~救急自動車の適正利用の推進) の資料によると、救急出場件数は、平成 7 年 (328 万件の出場) に対して平成 18 年 (524 万件の出場) では、60%近い増加を示している。また、救急隊 1 隊あたりの年間平均出場件数では、平成 7 年が 748 件の出場に対して、平成 18 年では 1,081 件の出場となっており、40%以上の増加を示している。さらに、救急自動車の現場への平均到着時間では、平成 7 年に 6.0 分であったものが、平成 18 年では 6.6 分と増加の一途を辿っている。

一方、ドリンカーの救命曲線[3-3-6]によると、心肺停止 5 分後からの蘇生率は 25%であり、またカーラーの救命曲線[3-3-7]によると、心臓停止から約 3 分後では 50%が死亡するということが報告されている。

以上概観したように、緊急時の医療では僅かな処置の遅延が大きな被害へとつながるため、緊急時の適切な医療への対策が必要である。

● 医療事故関連の課題

財団法人日本医療機能評価機構の医療事故情報収集事業における第 13 回報告書[3-3-8]の第 26 回ヒヤリ・ハット事例 (調査期間 3 カ月 : 平成 19 年 10 月 1 日 ~ 平成 19 年 12 月 31 日) 報告によると、発生したヒヤリ・ハット事例は、53,250 件に上る。このうち、処方・与薬に関するヒヤリ・ハットは 11,733 件で、全体の 22%を占め、第 1 位となっている。また、第 2 位は、ドレーン・チューブ類の使用・管理であり、7,978 件 (全体の 15%) のヒヤリ・ハットが発生している。なお、ここで挙げた傾向は、異なる期間においても同様な傾向を示している。一方、発生要因の第 1 位は、確認が不十分であったとするものであり、全体の 23.9%を占めている。また第 2 位は、観察が不十分であったというものであり、全体の 12.6%を占めている。

以上概観したように、医療事故へつながる可能性のあったヒヤリ・ハット事例が数多く発生しており、医療事故発生の確率を低減するため、ヒヤリ・ハット発生を低減する対策が必要である。

3.3.2. 医療課題対策動向

総務省及び独立行政法人情報通信研究機構による「医療分野における ICT の利活用に関する検討会」報告書 (2006 年 4 月 18 日) [3-3-9]で示されるように、(1) 医療機関内、(2) 地域医療連携、(3) 日常生活圏、(4) 災害・緊急医療分野における医療データの情報共

有や活用を支援する各種医療情報システム構想が提示されている。

また、IT 戦略本部（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）では、2007年4月5日、「IT 新改革戦略政策パッケージ」[3-3-10]を決定しており、政策目標の一つとして健全で安心できる社会の実現を掲げている。特に、医療分野での国民が実感できる目標として、1) 健康情報の個人管理と個人に応じた医療の実現、2) 個人における健康情報の連続的管理の実現、3) 根拠に基づく医療の提供を挙げている。

一方、今現在では、財団法人医療情報システム開発センター（MEDIS-DC: Medical Information System Development Center）[3-3-11]による、病名をはじめとした各種の標準化への貢献がある。また、産業界においては、2008年6月27日時点で関連会社346社より構成される保険医療福祉情報システム工業会（JAHIS: Japanese Association of Healthcare Information Systems Industry）[3-3-12]にて、保険医療福祉情報システム等の発展に貢献している。

さらに、厚生労働省「遠隔医療の推進方策に関する懇談会」[3-3-13]では、2008年3月21日の第1回会合から、遠隔画像診断や遠隔病理診断等といった遠隔医療に関する議論を展開している。

3.3.3. 提案する医療課題解決アプローチ

医療分野においては、上記概観したように様々な課題が顕在化してきている。一方、それら課題に対して、医療情報の標準化や共有、及び利活用に関して対策が推進されている。また、遠隔診断関連まで技術的な研究及び実験も推進されてきている。

そこで今後は、図3.3.1に示したように、これまでの施策を更に強化する方向で、情報通信ネットワーク的側面から、以下の3つの柱（1. テーラーメイド医療、2. 高度な医療、3. 安心・安全な医療）をベースに医療課題対策への貢献を模索する。

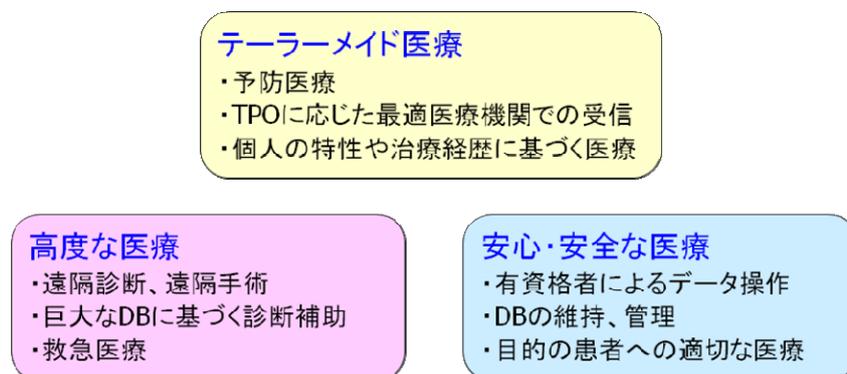


図 3.3.1 医療課題解決アプローチ

- テーラーメイド医療

科学技術の発展により、情報処理能力の向上には目覚ましいものがあり、今後も更なる向上が期待されている。そこで、この処理能力をネットワークを介して活用することにより、画一的な医療提供ではなく、個人用にカスタマイズした医療の提供が今後望める。具体的には、遺伝情報や日頃の本人の健康状態、摂取物といったあらゆる事象を記録（ライフログ）することにより、その情報を基にした医療の提供が望める。また、医師や医療機関のリアルタイムな情報を活用することにより、TPOに応じた医療受信も今後可能である。さらに、記録された個人の特性や治療経歴に基づいた、個人に合わせた医療実現が望める。

- 高度な医療

高度な医療としては、基礎的な遠隔診断や遠隔手術が実現され始めている。現在のところ、情報通信ネットワークの処理能力（帯域や遅延保証等）を含めた複合的な制約から、普及までは至っていない。しかし、今後実現される新世代のネットワークによりネットワーク的課題が解決されれば、普及に向け大きく前進するのではないかと。また、ネットワークを介した情報処理能力の向上により、症状と病気の関係に関する信頼度の高いデータベースが構築されれば、診断の支援が強力になるのではないかと。さらに、これまでは救急患者を病院に搬送し高度な医療を施してきたが、救急車にて高度な医療を施せば緊急医療の向上が望めるのではないかと。

- 安心・安全な医療

個人に合わせた医療を実現することは重要と考えられるが、そのためには多くの個人的な情報を扱う必要がある。そこで、これまで以上に情報を扱うことに対して注意や制御が必要ではないかと。例えば、どんな時に、どんな情報を、誰まで開示するといった制御が必要になるのではないかと。また、個人に関する医療情報は唯一無二であるため、災害時等においても個人の貴重なデータが失われないようにしたり、個人が必要とするとき、いつでもどこからでも適切に利用できるようにしたり等の情報の維持・管理が必要である。さらに、医療事故につながる恐れのあるヒヤリ・ハット事例を考慮すると、センサーネットワーク等により確認や観察不十分といった事例の改善が可能と考えられ、目的の患者への適切な治療をネットワークを介して十分に貢献できるのではないかと。

3.3.4. 医療課題解決の社会的インパクト

これまでの医療は、疾病に対する治療に中心が置かれていた。現在では、発病前の対策としての予防医療や、個人の体質に合わせた医療を実現しようという動きが活発化してきている。今後は、さらに、いつでも、どこでも、個人の健康状態や疾病の状況に適した医療が実現されると予想される。その結果、疾病中心の医療時代から、個人の状況を中心とした医療時代へと変遷する。このような人中心の医療時代では、以下の効果が創生される。

- **テーラーメイド医療**：遺伝的要素や医療経歴を含めた個人特有の情報をベースに、いつでも、どこでも、個人の医療経歴や特性に応じた医療を受けられる環境が実現
- **高度な医療**：遠隔医療や手術の実現により、いつでも、どこでも、多くの人々が高度な医療を受けられる環境が実現
- **安心・安全な医療**：センサー等による自動的な事故抑制や強固なセキュリティによるデータ保護により、いつでも、どこでも、安心・安全な医療を受けられる環境が実現
- **医療費の抑制**：上記の医療環境改善により、生活習慣病による死亡率等が低下し、健康寿命の増加、及び総医療費の抑制が実現

3.3.5. 医療課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

表 3.3.1 は、医療課題対策に関連する分野での日本における優位技術、及び各技術の活用先例を示している。

表 3.3.1 医療課題対策に関連する分野での日本における優位技術

	分 野	優位技術
1	医療機器	脳外科手術用の顕微鏡[3-3-14]、内視鏡[3-3-15] において高い技術を保有しており、医療画像の高度利用に活用できる。
2	臨場感映像	電子ホログラフィ[3-3-15]において高い技術を保有しており、医療画像等の臨場感ある3次元映像表示に活用できる。
3	高精細映像	スーパーハイビジョン映像及び伝送[3-3-16]において高い技術を保有しており、超精密な医療画像の共有に活用できる。
4	光通信	広帯域伝送、光スイッチ[3-3-15] [3-3-17]において高い技術を保有しており、遠隔手術等において高精細医療画像共有に活用できる。
5	アクセス	アクセスネットワーク[3-3-17]において高い技術を保有しており、家庭における遠隔医療に活用できる。
6	量子暗号	量子鍵配送[3-3-17]において高い技術を保有しており、重要な個人医療データの安全な送受信に活用できる。
7	ロボット	産業用ロボットや人とのインタフェース[3-3-15]において高い技術を保有しており、医療補助等に関して活用ができる。
8	データ収集	多様なデバイスやセンサーからの情報収集[3-3-17]において高い技術を保有しており、個人の健康状態の収集や医療器材等の管理に活用できる。

3.3.6. 医療課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

本項では、医療課題解決に向けたアプローチを具現化するために必要な、新世代ネットワークへの技術要件について述べる。

■テラーメイド医療における新世代ネットワーク技術要件

● ランダム接続性

生活習慣情報等を連続的に記録するためには、基本的にはネットワークに常時接続する必要がある。しかし、場合によってはネットワークへ接続することが困難な状況や、リアルタイムでの反応がない場合もあり得る。そこで、新世代ネットワークでは、ネットワークへの接続がランダムであっても日常生活の全てを記録が可能な接続機能が必要である。

● スケーラブル性

急患の場合、或いは病院を訪問する程ではないが、対応を相談したい場合や、どの病院を訪問すべきかの相談をする場が十分に提供されていない。そこで対策としては、遠隔で医療相談できる窓口の開設により、誰もが、いつでも、どこからでも相談できる環境を提供する。そのためには、新世代ネットワークには、救急車/病床/医師等の状況(相当数の小データ)をリアルタイムに伝送し、データベースとして管理可能な環境を提供する小片データ集約/分離等の伝送機能が必要である。

■高度な医療における新世代ネットワーク技術要件

● 低遅延保証性

インタラクティブ性の高いアプリケーション等では、150ミリ秒程度の遅延があると影響を受ける場合もあるという報告[3-3-18]もある。そこで、極めてインタラクティブ性の高い遠隔手術等に利用される新世代ネットワークでは、エンド・エンドでの揺らぎのない超低遅延性の保証が必要である。

● 無瞬断接続性

遠隔手術の最中にデータ不通が発生することは許されない。そこで、遠隔手術にも利用される新世代ネットワークでは、動的に形成したネットワークパス上において、瞬断のないデータ伝送を実現する機能が必要である。

● 秘匿性 (アノニマイゼーション)

症状と負傷や疾病の関係に関するデータベースを構築するため、新世代ネットワークでは、例えば膨大な電子カルテより、個人情報と排除しつつも統計情報を失わないデータ処理を行い、症状別の症例や治療方法のデータベースを構築できるような機能が必要である。

● 移動保証性

移動を継続しながら高度な医療を施せるようにするため、新世代ネットワークでは、移動体に対する無線通信環境においても、患者の状態を十分に把握できる臨場感映像通信を提供し、且つ医療信号を正確に伝達できる機能が必要である。

■安心・安全な医療における新世代ネットワーク技術要件

● ネットワークデータ制御

テーラーメイド医療を実現するためには、データの安全性を保証する必要がある。そこで、新世代ネットワークでは、不正利用に対しては強固なセキュリティで対応でき、且つ正規な利用者に対しては利便性の高いデータ提供を可能とする機能が必要である。また、ネットワーク上に存在する個人データ等を制御（削除など）できる機能が必要である。

● データ恒久性

唯一無二の個人に関する医療情報を保護するため、新世代ネットワークでは、データのバックアップ状態に基づき、自動的に医療データ等を複数個所にて維持管理するよう動作し、データアクセスに対して恒久的な提供ができる機能が必要である。

● 処置整合性

目的の患者へ適切な治療を施すため、新世代ネットワークでは、例えば治療や投薬等が、適切に行われているか否かを間接的に検出判断することが可能な機能が必要である。

参考文献：

- [3-3-1] 厚生労働省, “医療制度改革について,” 平成 17 年 3 月 18 日
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/syakaihosyou/dai7/7siryou1.pdf>
- [3-3-2] 厚生労働省, “医療制度の現状と課題,”
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/0103/h0306-1/h0306-1g.html>
- [3-3-3] 厚生労働省、平成 19 年版厚生労働白書
<http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/07/>
- [3-3-4] OECD 日本政府代表部, “ヘルスデータの構成及び我が国に関する主なデータ,”
<http://www.oecd.emb-japan.go.jp/top/healthdata2007.pdf>
- [3-3-5] 総務省消防庁、平成 19 年版消防白書, “急増する救急需要！～救急自動車の適正利用の推進～,” 平成 19 年 12 月
<http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h19/h19/index.html>
- [3-3-6] 倉敷市, “ドリンカーの救命曲線,”
<http://www.city.kurashiki.okayama.jp/fire119/iza/drinker.html>
- [3-3-7] 総務省消防庁, “カーラーの救命曲線,”
<http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h15/html/15k12000.html>
- [3-3-8] 財団法人日本医療機能評価機構, “医療事故情報収集事業第 1 3 回報告書,”
http://jqhc.or.jp/html/documents/pdf/med-safe/report_13.pdf
- [3-3-9] 「医療分野における ICT の利活用に関する検討会」報告書, 平成 18 年 4 月 18 日
http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060418_1.html

- [3-3-10] IT 戦略本部決定, “IT 新改革戦略政策パッケージ,” 平成 19 年 4 月 5 日
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/070405honbun.html>
- [3-3-11] 財団法人医療情報システム開発センター
<http://www.medis.or.jp/>
- [3-3-12] 保険医療福祉情報システム工業会
<http://www.jahis.jp/>
- [3-3-13] 厚生労働省、遠隔医療の推進方策に関する懇談会
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/03/s0321-7.html>
- [3-3-14] 三鷹光器株式会社
<http://www.mitakakohki.co.jp/>
- [3-3-15] 総合科学技術会議資料, “革新的技術,” 平成 20 年 5 月 19 日
<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2008/siryo24/siryo24-2-3.pdf>
- [3-3-16] NHK 放送技術研究所
<http://www.nhk.or.jp/strl/index.html>
- [3-3-17] 情報通信審議会答申, “我が国の国際競争力を強化するための ICT 研究開発・標準化戦略,” 別紙 1 (答申), 平成 20 年 6 月 27 日
http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080627_6.html
- [3-3-18] ITU-T Recommendation G.114, “One-way transmission time,” May, 2003
<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.114-200305-I/en>

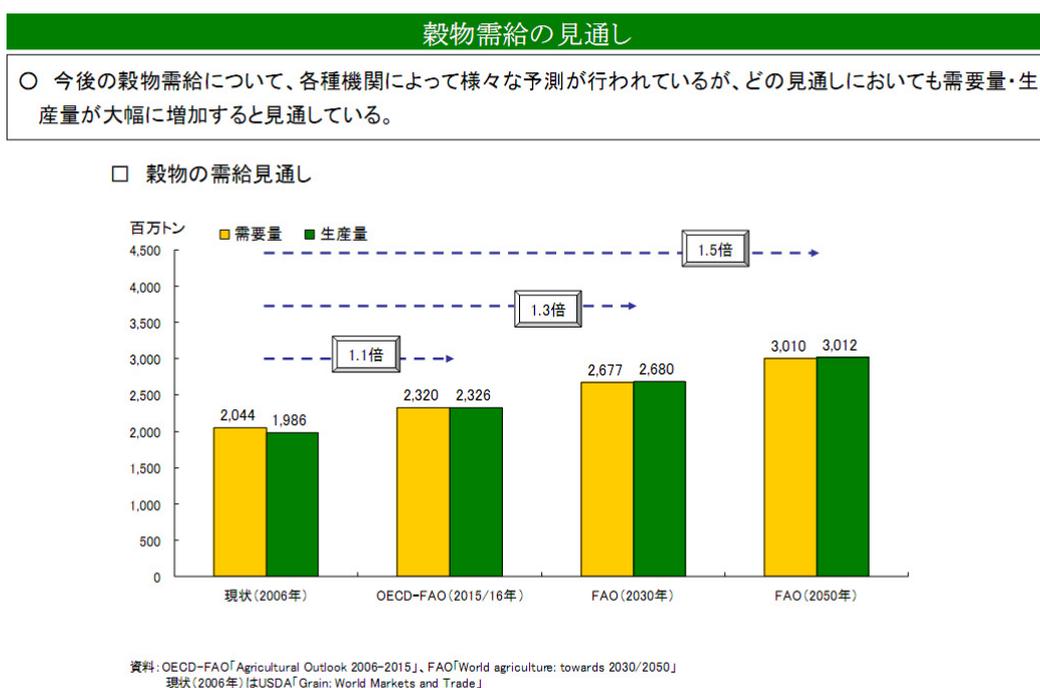
3.4. 食料課題と新世代ネットワークへの要求

3.4.1. 顕在化する食料課題

食料課題は、世界的な食料課題と、国内の食料課題の二つに分けることができる。世界的な食料課題として最も大きなものは、総人口の絶対的な増加による食料不足懸念であり、これは総人口が地球の食料供給人口を超えることにより発生する。また国内の食料課題としては、食料自給率の低下に起因する食料供給不安と、食の安心安全確保が課題となっている。本節ではこれらの課題を分析する。

[世界的食料不足の懸念]

世界の人口は現在の 65 億人から 2050 年にはその 1.4 倍の 91 億人に増加すると予想されている。先進国ではほぼ同じだが、開発途上国での傾向は平均 1.5 倍の増加であり、中でもアフリカ諸国の人口増加は 2.1 倍と予測されている。果たしてこの人口増加に対応するだけの食料供給人口が今の地球にあるだろうか。参考文献 [3-4-1] に OECD(Organization for Economic Co-operation and Development) および FAO(Food and Agriculture Organization)が合同で予測する 2050 年の穀物需給の見通しが示されている。



18

図 3.4.1 穀物需給の見通し[3-4-1]

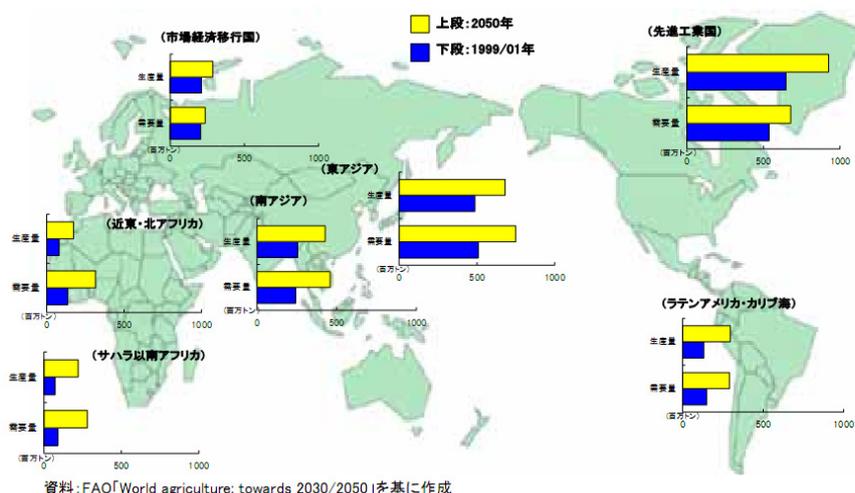
この図は、2050 年における穀物の需要は 2006 年の 1.5 倍となるが、供給もそれと同じく増加し、需給を満たすことを示しており、この結果からは 2050 年においても全世界を平均化した場合、食料不足の懸念に過ぎないといえる。しかし、これは平均化した結果であり、一般的に食料需給は地域的に偏在する。

図 3.4.2 に、穀物需給の地理的不平衡を示す。この図には 1999 年あるいは 2001 年の穀物需給と、2050 年の穀物需給予測が併記されている。2050 年の予想においては、人口が増加する開発途上国においては、穀物需要の増加に対応するだけの国内供給が伸びず、結果として、その地域では食料不足に陥ることを示唆している。これらの不平衡は、アメリカを代表する先進工業国からの穀物輸出によって是正されることが示されている。しかし、アジアやアフリカの開発途上国が先進工業国から穀物を輸入することは考えにくく、これらの開発途上国で食料不足が発生することは容易に想像できる。

地域別の穀物需給の見通し

○ FAOは、人口が増加するアジアやアフリカにおいて、穀物の需要量の増加に国内生産量の増加が追いつかず、その不足分をアメリカをはじめとする先進工業国の輸出によって賅うと見通している。

□ 地域別の穀物需給の見通し



19

図 3.4.2 食料供給の不平衡[3-4-1]

[国内食料自給率の課題]

現在日本の食料自給率は、40%を切っており、これが深刻な問題であるとの指摘がある。しかしながらこの食料自給率は、熱量ベースで計算されており、多くの熱量を含む食品の自給率が低い場合自給率も低くなる。一方購入額ベースの自給率では70%を達成しており、穀物自給率は60%である。図 3.4.3 に品目別自給率[3-4-2]を示す。この図は、さまざまな食品群とその自給率を総供給熱量に占める食品群別熱量とおもに示してある。左側の図は昭和40年の場合であり、右側の図は平成15年の場合を示す。この二つのグラフから、昭和40年と平成15年では供給熱量の食品群別分布が大きく異なることがわかる。すなわち、昭和40年では、供給熱量の43%を自給率100%の米から摂取しており、米だけで熱量ベースの自給率は45%を達成する。一方、平成15年では、米から摂取する熱量は昭和40年の半分であり、畜産物、油脂、小麦から合計で40%のカロリーを摂取している。すなわち、

食の欧米化が、熱量ベースの食料自給率を低下させている。日本国内での小麦の生産は北海道を中心に行われているが、日本で高収量を達成する小麦粉は蛋白含量の多い製パン用の品種ではなく、蛋白含量の少ない薄力粉が中心であり、パンを製造するためには輸入は避けられない。そのため、現在の食料自給率は、国内生産を単純に増加させることにより向上するものではないことがわかる。しかし、国内農業生産を増大させることは、地産地消することにより、Food Mileage を低下させ輸送に伴う炭素排出を抑制する点から重要である。

図9 供給熱量の構成の変化と品目別カロリー自給率

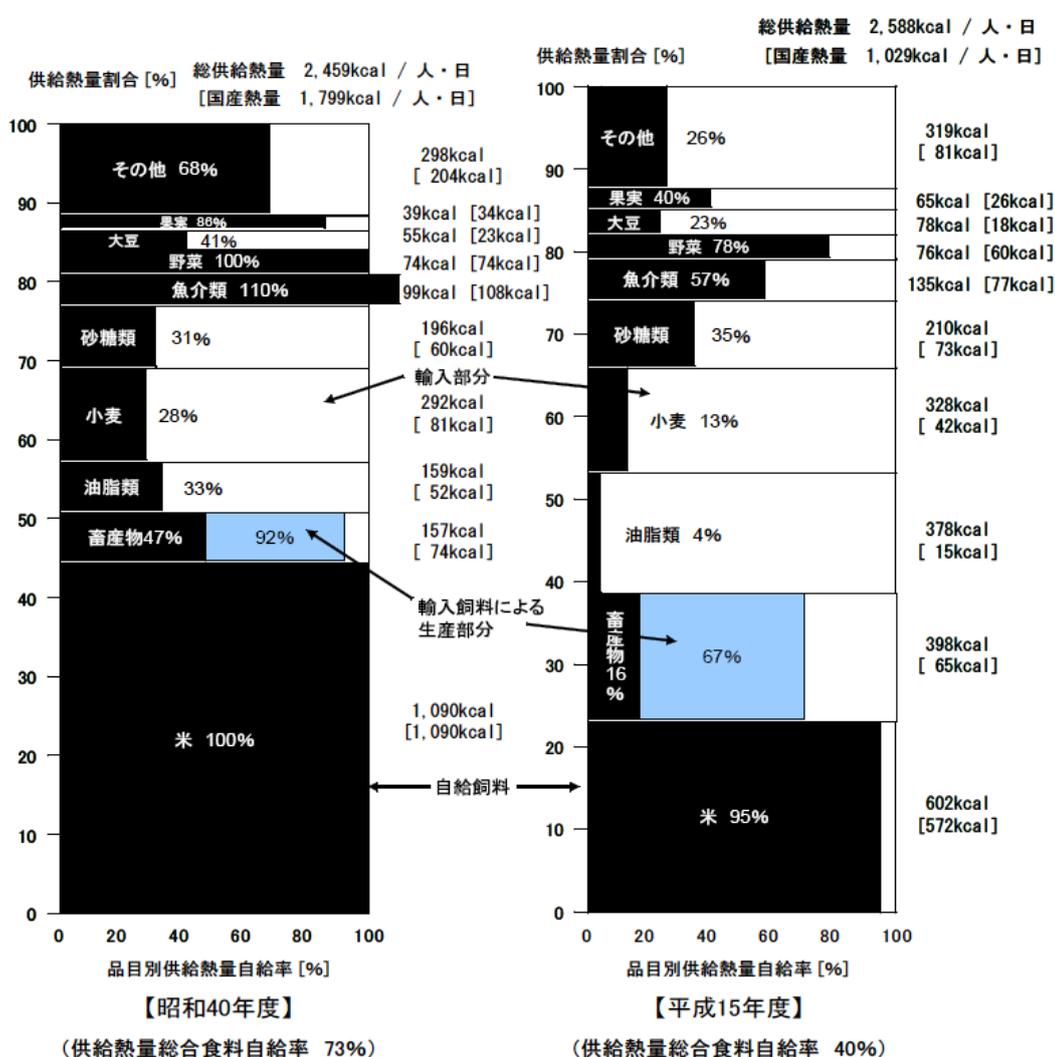


図 3.4.3 品目別カロリー自給率 [3-4-2]

(出典：農林水産省「我が国の食料自給率－平成15年度 食料自給率レポート」)

[食の安全神話の崩壊]

牛海綿状脳症（うし かいめんじょう のうしょう、Bovine Spongiform Encephalopathy, BSE）の発生や、毒入り餃子、肉の産地偽装等、食に対する信頼を損ねる多くの事件がおきており、食の安全確保が急務となっている。また、多くの食品を輸入に頼る現在の日本では、その食品の原料がいつ、どこから、どのような形で入荷され、加工されて食卓に上るのか追跡することは重要であるが、現在では極めて困難となっている。牛肉に関しては、BSE の発生以来、原因の追究と感染の拡大を防ぐことを目的として、すべての牛を番号付けし、この番号により牛は生涯その履歴を管理する牛肉のトレーサビリティシステムが確立し、BSE 対策システムとしては一定の効果を上げてきているものの、産地偽装、銘柄偽装には必ずしも防護策としての効果を上げていない。これは、最終的に店頭に並ぶ際に人間の手により簡単に偽装できることに問題あり、偽装対策を含めて新しいシステムが必要と考えられる。

3.4.2. 食料課題対策動向

[ICT による単位面積あたりの収量向上策]

ICT を利活用することにより、農業への参入を容易化するシステムとして、GPS 携帯電話と GIS を組み合わせたサトウキビ生産管理システム[3-4-3]がある。このシステムでは、サトウキビ生産の効率向上のため IT 化管理システムを構築するものであり、以下の 4 点を目標として構築される。

- 製糖工場の効率的な運用のための操業管理
- ドキュメンテーションの省力化
- 農業経営の安定化
- 初心者への支援の容易化

これらのうちは普段使用している携帯電話が持つ GPS 機能と GIS 機能を組み合わせることにより、より簡単に、より低コストに生産管理を行うことを主眼としている。近年問題になっている農林水産業従事者の現象や耕作放棄に対する解決策として、ICT による食料生産への参入障壁を低減が考えられる。

低軌道観測衛星による農業支援も具体化されている。ここでは北海道の小麦の生産性向上に資するリモートセンシング技術を紹介する[3-4-4]。この方式では、衛星画像を使って、土壌の腐植含量を推定。『腐植土壌区分図』を空から作成し、農地の土づくりや作物適地の選定をおこなうことにより、よい土造りが可能となる。また、収穫期においては、衛星画像から小麦の穂に含まれる水分を推定することにより、的確な収穫時期を予想する。成熟した小麦は雨にあたると穂から発芽（穂発芽）するが、成熟する前に小麦を収穫してしまうと、うどんの原料として適さなくなるだけでなく、水分の多い小麦を乾燥させるため、小麦乾燥工場の燃料代大きくなり、コストがかかるため、最適なタイミングを衛星画像から診断する技術が開発されている。

3.4.3. 提案する食料課題解決アプローチ

食料課題を解決するための方法として、本章では以下の4点を提案する。

- ▶ 広く誰でも使える ICT 技術基盤の開発
- ▶ センサーネットワークテクノロジーを用いた、食糧生産管理手法の確立により、省力化、高品質化、高収量化、安定化
- ▶ 高度なセキュリティ技術とネットワークを組み合わせた改ざんができないトレーサビリティシステム
- ▶ 資源管理とトレーサビリティを組み合わせた、地球規模の食糧 ICT 物流システムの構築

ICT を用いた食料課題解決のためには、まず、ICT が、広く誰でも使えることであり、そのための ICT 技術基盤の開発が必要となる。すなわち、ICT インフラストラクチャの全球的な普及、誰でも簡単に新世代ネットワークにアクセスするための操作が容易な端末、ユーザがネットワークを意識しないで使用できるネットワーク（高信頼、高可用性）がある。その上で、ICT を用いた食料生産管理手法を確立し、食料生産の省力化、高収量化、安定化させることが必要である。また、食の安心安全を確立するためには、偽装を不可能とする高度なセキュリティ基盤と、トレーサビリティの確立が必要である。

3.4.4. 食料課題解決の社会的インパクト

食は衣、住と並び人間生活に不可欠なものであり、食料不足が解消されれば、飢餓がなくなり、世界が平和に近づくことは自明である。新世代ネットワークを用いて食料生産性を向上させることが可能であれば、食料不足の解決につながる。また、農業、漁業、畜産業の収益性が向上することにより、生産者のインセンティブが上がると同時に、雇用も促進される。

ICT により実現する豊かな食生活は、人の心を豊かにする。そのため、食の大切さ、豊かさを学び、食を通じての文化の相互理解は世界平和のために重要である。

さらに、食卓に上るすべての食料の生産履歴を管理することにより、無駄な食料の供給や、危険な食品を排除できるだけでなく、家庭における栄養管理を行うことも可能となり、健康を育む安心できる食が確立する。

3.4.5. 食料課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

日本国内においては、地上デジタル加入者線網ならびに携帯電話網が広く整備されており、これは日本の強みである。また、高度な携帯端末に見られるように、デバイスの低消費電力化、組み込みシステムに強みがあり、これらにセンサーテクノロジーを加えることにより、食料生産管理の ICT 化は国際競争力を持つ。国内においては RFID、または無線タグ技術は広く普及しており、高い信頼性を持ったシステムが運用されている。

3.4.6. 食料課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

[ネットワークを意識しないネットワーク]

食料生産の従事者は必ずしもネットワークの専門家ではない。現在のネットワークのままでは、高度に複雑化したシステムの問題解決をユーザ自身がおこなわなければならない。そのため、ネットワークを意識せずに、自動的につながり、自立的に問題を解決するネットワークが必要である。

[センサーネットワーク融合]

全球的な食料生産管理、資源管理をおこなうためには、(準)リアルタイムに地球上を観測できるセンサーネットワークシステムが必要となる。また、得られたデータを下に灌漑設備の制御等、遠隔にあるシステムへの指令を与えることが必要となる。さらにこれを拡張することにより、農業先進国から農業発展途上国への遠隔農業指導が可能になり、地域的な食料需給の不均衡を是正に有効である。

[すべての食材を追跡可能なタグ技術とネットワーク]

2000年に改定された食生活指針(厚生労働省)では一日30品目を摂取することを推奨している。これらの食品すべての産地、生産履歴当が追跡できることが必要であり、そのためのタグ技術とそれを追跡するネットワーク技術が必要である。また同時にこれらの履歴が改ざん不可能なセキュリティ技術が必要である。食料の平均消費期限を一週間とすれば、一年で一人当たり約1600品目の食品を摂取することになり、この分類のタグが必要となる。人口が80億人とすれば、一年間で10兆を超えるタグの識別が必要となり、これらをトレースできるネットワーク技術が必要である。またこのトレーサビリティと資源管理を組み合わせたICT物流システムを構築することにより、地球規模での食料需給の均衡化が可能になる。

[食と健康]

トレース可能なタグが食用可能であれば、これとBody Area Network(BAN)と組み合わせ、食料管理と健康管理をリンクさせることが可能である。

参考文献：

- [3-4-1] “世界の食料需給の見通し,” 国際食料問題研究会 (第2回) 資料, 平成19年3月14日, 農林水産省
http://www.maff.go.jp/www/council/council_cont/kanbou/syokuryo_mondai/02/d_ata01.pdf
- [3-4-2] “我が国の食料自給率—平成15年度 食料自給率レポート—,” 農林水産省
http://www.kanbou.maff.go.jp/www/jikyu/report15/h15text2_1.pdf

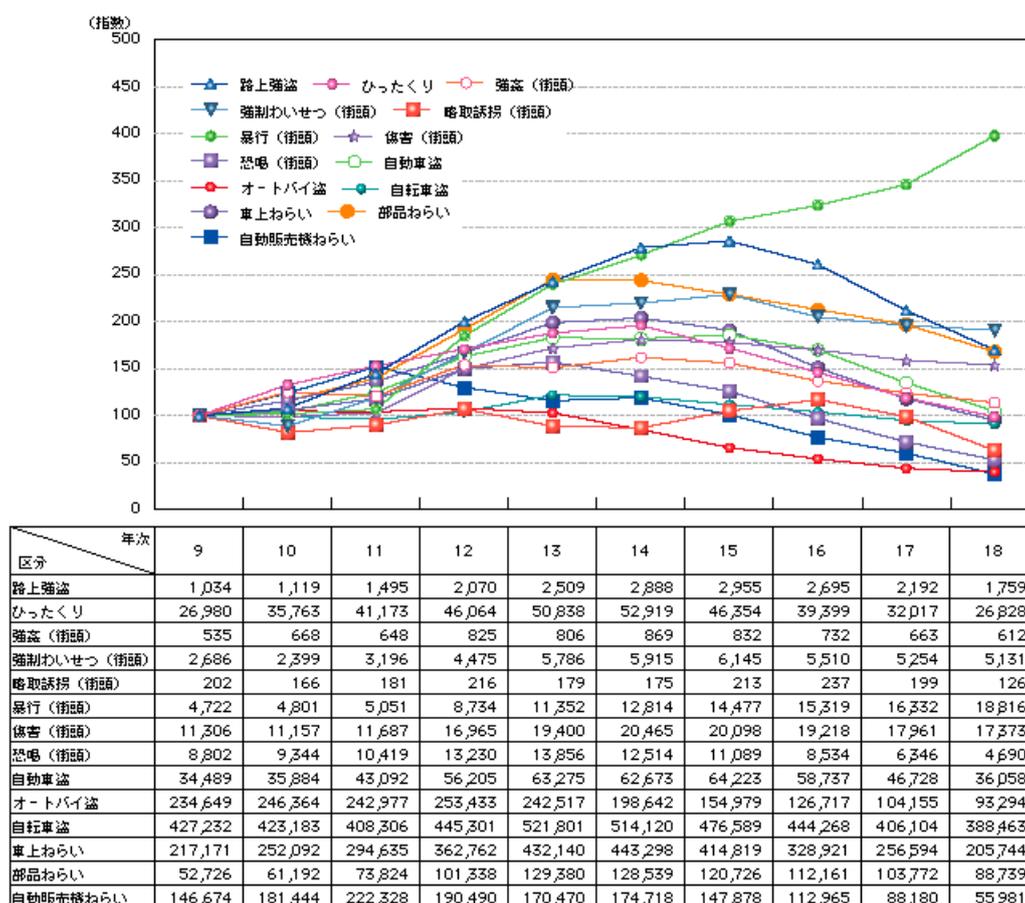
- [3-4-3] 官 森林, 鹿内 健志, 南 孝幸, 名嘉村 盛和, 上野 正実, “GPS 携帯電話と GIS を用いたサトウキビ生産管理システムの開発,” 東京大学空間情報科学研究センター第8回年次シンポジウム - CSIS DAYS 2005 -, 2005年9月27日
<http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/sympo2005/download/csisdays05-RA-pdf/D07-p34-csisdays05-kan.pdf>
- [3-4-4] 大塚健二, 丹羽勝久, 明石憲宗, 李 雲慶, ”高解像度衛星画像の農業分野における利活用,” リモートセンシング学会学会誌, リモートセンシング学会 pp. 278-281, Vol. 21 No.3, 2001年

3.5. 防犯課題と新世代ネットワークへの要求

3.5.1. 顕在化する防犯課題

安全・安心な社会の実現のためには、防犯は非常に大きな課題の一つである。本項では、実空間における犯罪を対象とし、犯罪防止対策と犯罪発生時の対策という二つの観点から防犯課題を論じる。

平成19年警察白書[3-5-1]によれば、平成18年中の主な街頭犯罪の認知件数は94万3,614件、主な侵入犯罪の認知件数は23万8,389件と、それぞれ前年より14万2,883件(13.2%)、4万3,110件(15.3%)減少したものの、街頭犯罪・侵入犯罪の発生数は依然として高い水準にある。具体的には、図3.5.1に示すように、過去10年間で路上強盗は1.7倍、街頭における暴行は4.0倍、侵入強盗は1.9倍にそれぞれ増加している。同様に、住居侵入も2.5倍に増加している。



注1：指数は、平成9年を100とした場合の値である。
 注2：街頭とは、道路上、駐車(輪)場、都市公園、空き地、公共交通機関等(地下鉄内、新幹線内、その他の列車内、駅、その他の鉄道施設、航空機内、空港、船舶内、海老及びバス内)、その他の交通機関(タクシー内及びその他の自動車内)及びその他の街頭(地下街地下通路及び高層道路)とした。

図 3.5.1 街頭犯罪の認知件数の推移[3-5-1]

(出典：警察庁「平成19年警察白書」)

より長期で見ても、図3.5.2に示すように、刑法犯の認知件数は18年には205万850件

と前年より 21 万 8,443 件(9.6%)減少したが、それでも 120 万件前後で推移していた昭和 40 年代の 1.5 倍を超える水準であり、情勢は依然として厳しい。また、刑法犯の検挙率は、昭和期にはおおむね 60%前後の水準であったが、平成に入ってから急激に低下し、13年には 19.8%と戦後最低を記録するに至った。14年以降は連続して上昇し、18年中は 31.2%(前年比 2.6 ポイント増)と 30%台に回復したものの、昭和期のおよそ半分の水準にとどまっている。

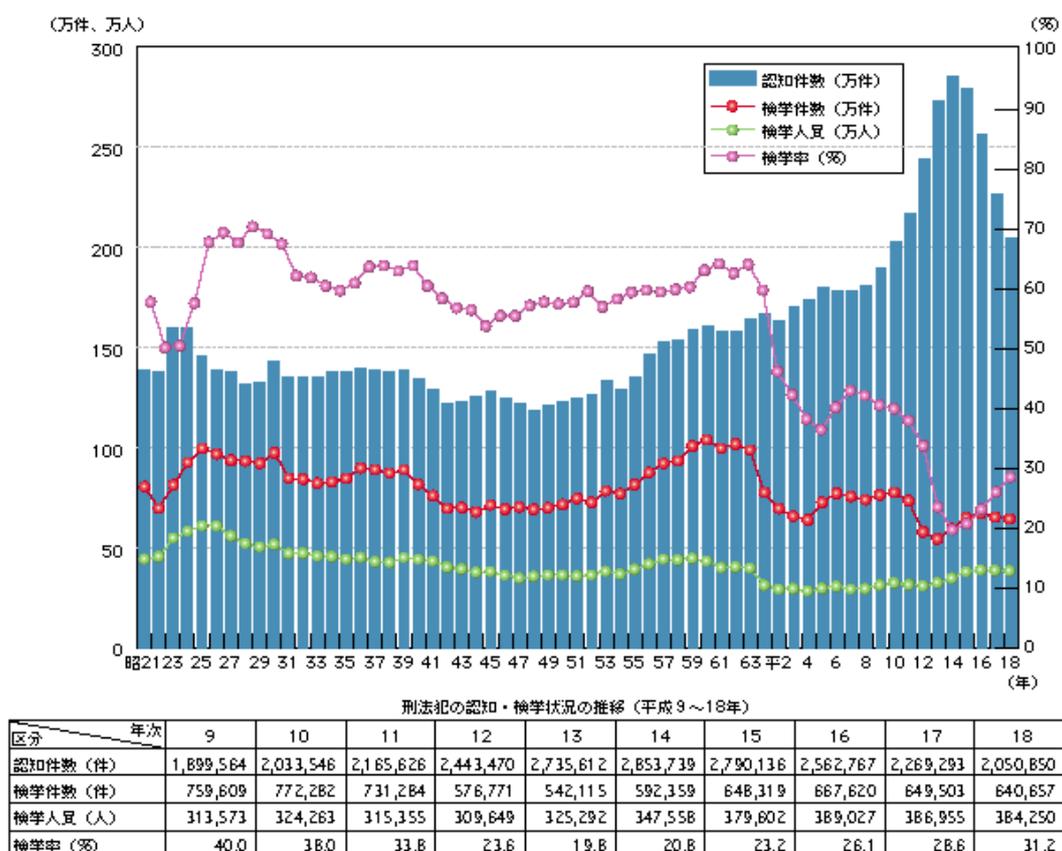


図 3.5.2 刑法犯の認知・検挙状況の推移[3-5-1]

(出典：警察庁「平成 19 年警察白書」)

このような検挙率の低迷は、警察の最たる悩みであり、ここ数年の犯罪情勢を見る限り構造的な問題であると考えざるを得ない。事実、平成 20 年警察白書[3-5-2]では、一線の警官に対するアンケート調査の結果、捜査活動に協力を得ることの困難化、匿名性の高い犯罪の捜査の困難化などが挙げられており、警察の自助努力による検挙率の改善には限界があることが浮き彫りになった。構造的な問題である上、犯罪の高度化・多様化、匿名性の高い犯罪や外国人犯罪の増加など、捜査をより困難化する傾向が今後も継続することを総合的に考えれば、このような犯罪情勢は、将来より深刻な問題として顕在化するであろう。

一方、国民生活の視点から予想される防犯課題はないであろうか。具体的には、家族構成や労働形態の変化、都市化による地域コミュニティの希薄化、国民生活の多様化、インターネットによる情報網の発展、高度成長から成熟社会への変化などの社会構造の変化の影響について考える必要がある。

ここでは、国民生活の典型的な変化として家族構成や労働形態の変化に焦点を当てる。家族構成と労働形態の変化としては、(1)核家族化の進行、(2)単身世帯の増加（独身者、高齢者）、(3)共働きの増加、が挙げられる。平成 17 年国勢調査[3-5-3]によれば、図 3.5.3 に示すように、平成 17 年 10 月 1 日における核家族世帯がおよそ 2,839 万世帯（一般世帯数の 57.9%）であり、平成 12 年に比べ 3.9%増加している。このうち「夫婦のみの世帯」は約 964 万世帯（同 19.6%）となっており、平成 12 年に比べ 9.1%増加している。さらに、一般世帯のうち一人暮らし世帯（単身世帯）は約 1,446 万世帯（同 29.5%）であり、平成 12 年に比べ 12.0%増加している。これは将来的には独居老人のさらなる増加を示唆する。

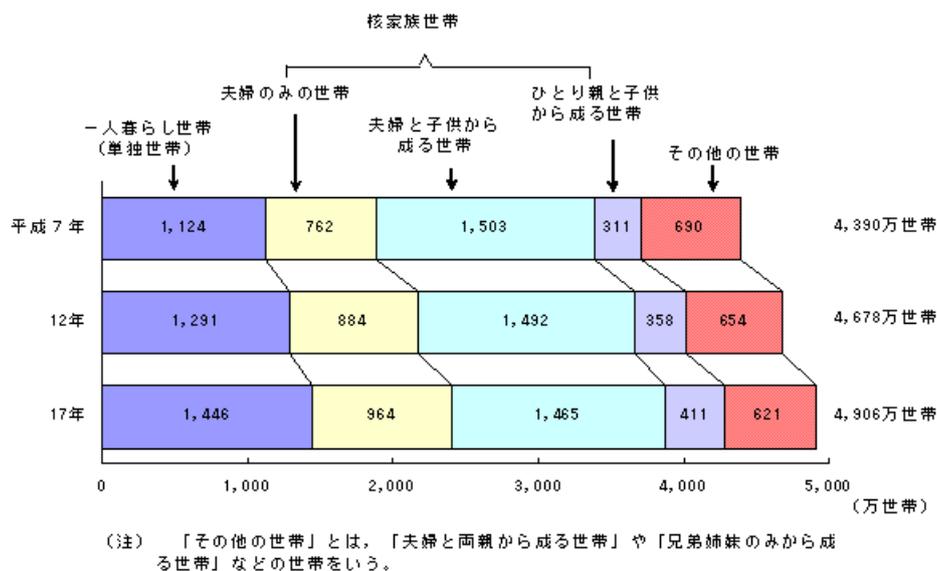


図 3.5.3 一般世帯の家族類型別世帯数の推移（全国）[3-5-3]

(出典：総務省統計局「平成 17 年国勢調査」)

また、平成 18 年男女共同参画白書（概要版）[3-5-4]によれば、平成 17 年における夫婦共働き世帯は 988 万世帯であり、男性雇用者と無職の妻からなる世帯の 863 万世帯を上回っている。結果として、児童が家にいる時間に、家庭の中で子どもを見守る大人の目が行き届きにくくなっている。

このような核家族化、単身世帯や共働き世帯の増加という傾向をふまえれば、高齢者や児童に対する見守りや住居侵入犯罪の防止がより重要な課題となる。住民同士の密な近所付き合いがあれば、近隣住民の目により一定の防犯効果が期待できようが、主に都市圏などの地域コミュニティが希薄な地域ではなお更大きな課題となる。

3.5.2. 防犯課題対策動向

● 警察の動向

犯罪情勢の悪化に伴い捜査すべき事件の数が増加し、またその内容も複雑化・高度化している。これに対し、警察では業務の合理化を徹底するとともに、限られた組織・人員の効率的な運用、なお不足する捜査員の増強を行い、捜査体制の強化を図っている。また、警察では科学技術（DNA型鑑定・記録検索、三次元顔画像識別、指掌紋自動識別、プロファイリングなど）の活用、法務省との情報（出所情報、所在不明者情報など）の共有、110番通報の受理や警察署等への指令を行う警察基盤システムの整備等を行っている[3-5-1]。

● 地方自治体の動向

全国の地方自治体では、警察等の取締りだけに頼るのではなく、自らの手で自主的に街の安全・安心を確保しようとする気運が高まっている。警察が把握している防犯ボランティア団体数は、全国で31,931団体(17年末と比べ12,416団体増)であり、これらの団体の構成員約198万人(17年末と比べ約79万人増)の多くは、町内会、自治会その他の地域住民による団体や子どもの保護者の団体に属している[3-5-1]。具体的な取り組みは地域パトロールや啓蒙活動が中心であるが、一部の自治体やNPOでは、民間企業と協力して電子タグや防犯カメラを組み合わせた児童・高齢者見守りシステムの実験的運用を行っている。

● 市場の動向

2008セキュリティ関連市場の将来展望 [3-5-5]によれば、今後も防犯市場の拡大が予測されるものの、大企業向け需要の一巡から価格競争の激化などが予想される。今後市場拡大が期待される主なセキュリティシーンの市場推移予測（2007年実績→2011年予測）は下記の通りである。

- ホームセキュリティ： 2,259億円 → 4,587億円（2007年比 +103%）
- カーセキュリティ： 684億円 → 714億円（同 +35%）
- オフィスセキュリティ： 175億円 → 243億円（同 +39%）
- パーソナルセキュリティ： 65億円 → 136億円（同 +109%）

全体の40%を占め、民間警備会社を中心となるホームセキュリティ市場が、住宅用火災警報器や家庭用緊急地震速報対応端末、侵入センサーやホームセキュリティサービスの普及により、2011年には2007年比で100%以上成長すると予測されているのが特徴的である。

民間警備会社はRFID等を使った入退室管理や、GPS機能を搭載した携帯情報端末等を使った位置確認・緊急通報などの防犯サービスを提供しているが、このような家屋、事務所、工場などに対するセキュリティサービスを重視する傾向が個別企業の事業報告書[3-5-6]からも読み取れる。

3.5.3. 提案する防犯課題解決アプローチ

- 防犯システムの高信頼化、高精度化による犯罪発生件数抑制

まず、児童や高齢者などの弱者の見守りを目的とする防犯システムの高度化（高信頼化、高精度化）により街頭犯罪や侵入犯罪を抑制するという解決アプローチを考える。ここでは防犯システムとして、屋内・屋外のセンサーネットワークや防犯カメラシステムなどを想定する。このアプローチは、「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方」に関する調査研究会最終報告書[3-5-7]や、我が国の国際競争力を強化するための ICT 研究開発・標準化戦略[3-5-8]に示された研究開発目標や技術動向に沿うものである。新世代ネットワークによる防犯システムの高信頼化、高精度化の例としては、死角がないような高密度（大規模）防犯カメラシステム・センサーネットワークにおける高精度情報自動収集機構や、防犯対象家屋からセキュリティ管理センターへの単一回線を用いた高信頼センサー情報転送などが挙げられる。

- 犯罪検出システムの高精度化による検挙率の向上

前述した警察基盤システムの新世代ネットワークによる高精度化により犯罪検挙率の改善を図る。具体的には、DNA 型鑑定・記録検索、三次元顔画像識別などの警察基盤システム向け要素技術の高精度化や、外部の民間または公的機関の関連システム（消防システムや法務省データベースなど）との有機的連携による高精度化を想定している。例えば、より高精度な顔画像識別を多数の人間に対して瞬時に行うためには、遠隔データベースとの間で顔画像データを瞬時かつセキュアに、また組織の壁を越えてやり取りする必要がある。

- セキュリティとプライバシー保護の両立

個人情報自動収集を行う防犯システムを実運用する場合、セキュリティ強化のために高精度であることが望まれる反面、高精度であればあるほど対象者のプライバシーを侵害しやすいという問題が生じることが非常に多い。そこで、防犯システムにおけるセキュリティとプライバシー保護を新世代ネットワークにより高次元で両立させるというアプローチを考える。例えば、対象者の状態やコンテキスト、周囲の状況などから総合的に判断し、必要なタイミングにおいてのみモニタリング精度を自動的に上げるという運用が考えられる。また、その前提として防犯システムそのもののセキュリティを確保する必要がある。

- コミュニティ利活用による防犯・犯罪検出支援

警察システムの構造的な課題により警察の自助努力による検挙率の改善には限界があると前述したが、ここでは地域やネット上のコミュニティを利活用して防犯・犯罪検出効果を向上させるアプローチを考える。例えば、mixi のような一般 SNS サービス（ネット上のコミュニティ）から捜査対象人物の人間関係を調査したり、SNS サービスと犯罪者プロファイリングシステムを連携させて、警察による容疑者の捜査を支援したりする方法が考

えられる。

また、ソーシャル・キャピタル（信頼、規範、ネットワークといった社会組織）[3-5-9][3-5-10]の醸成、発展が、地域コミュニティの活性化や地域産業の成長につながり、結果として能動的な防犯の効果がより高まると考えられる。そのためには、地域住民間の円滑なコミュニケーションや意思疎通が支援できるような ICT 技術が必要となる。

3.5.4. 防犯課題解決の社会的インパクト

前述した課題解決アプローチは次のような社会的インパクトをもつ。

- 高齢者の見守り
高齢化社会が到来しても、老人が不安なく生活できる環境の実現。
- 児童の見守り
見守りの目が減少しても、不慮の事故や犯罪へ巻き込まれることを未然に防止。
- 地域コミュニティ活性化
ICT 技術による地域一体型防犯活動の支援、および地域コミュニティの育成、活性化。
- プライバシー保護
センサー、防犯カメラ等による個人情報自動収集とプライバシー保護との両立を実現。
- 警察基盤システムの高度化
犯罪者検出の高精度化、各種防犯システムの連携。
- ホームセキュリティ市場の拡大
国際競争力のある産業の創出、育成。

3.5.5. 防犯課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

表 3.5.1 は、防犯課題対策に関連する分野での日本における優位技術を示している。

表 3.5.1 防犯課題対策に関連する分野での日本における優位技術

	分野	優位技術
1	ネットワーク	広帯域な有線／無線ネットワークの敷設／管理技術
2	ネットワーク	無線アクセスの統合管理技術（コグニティブ無線技術等）
3	RFID	大規模 RFID システム管理技術
4	端末	携帯端末の小型軽量化技術、高機能搭載技術
5	ネットワーク	センサー・メッシュネットワークの運用、実用化技術

3.5.6. 防犯課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

- 広域または高密度な大規模センサーネットワークの自己組織化技術
センサーネットワークや RFID リーダ、防犯カメラなどを対象としたアドホック通信技術、メッシュネットワーク技術の研究開発は進んでいるが、大量の防犯用ノードを地域全

体に広域に設置、または特定のエリアに高密度に設置し、ノード間の通信に無線技術を利用する大規模センサーネットワークの実用化は困難である。このような大規模防犯システムにおいて、一部のノードの移動や障害が発生しても、システム管理者の手を煩わせることなくシステム全体の通信性能の劣化を最小限に抑制できるようなネットワーク自己組織化技術が求められる。

- 多様な要件の複数ネットワークを単一基盤で同時収容可能なネットワーク仮想化技術

一言で防犯システムと言っても、警察における科学技術を応用した各種システムや、自治体向けの見守りシステム、ホームセキュリティシステムなど多様であり、要求される信頼性やコスト、セキュリティ強度、プライバシーレベルも非常に多様である。現状、システム毎、目的毎に異なる通信回線を用意して使い分けることが一般的である。しかしながら、このような運用はコストがかかるだけでなく、システムの相互接続時にネットワークレベルの相互接続ポリシーの制約や、ネットワークの物理的な相互接続作業の手間などが大きな問題となる。そこで、異なる要求をもつ複数の防犯システムを、単一ネットワーク基盤上にそれぞれの要求を満たしつつ同時に展開可能なネットワーク仮想化技術が今後必要となる。

- ユーザ単位のセキュアプライベートネットワークをオンデマンドで瞬時に構築できる動的ネットワークリソース共有技術

ホームセキュリティ用ノードや防犯用ノードとセキュリティ管理センター（危険情報の収集・解析）との間の重要通信の品質を保証するために、防犯システムにはアクセス網の高信頼化が要求される。複数の物理回線を用意し、マルチパスルーティングを行う方法がシンプルかつ現実的であるが、家庭や防犯用ノードに対して複数のインタフェース、複数の物理回線を用意することはコスト的にも設備的に困難な場合が多い。そこで、PAN の複数外部回線や、隣家のアクセス回線などをバックアップ的に利用しつつ、これらの複数回線を論理的に一つの仮想回線として利用可能にする回線リソース共有技術が必要である。

また、防犯システムではその性質上プライバシーに深く関わる情報を扱うことが多いため、理想的にはユーザ単位でクローズドな防犯専用セキュアネットワークを構築する必要がある。ユーザの数、サービスの数だけセキュアな仮想ネットワーク（閉域網）を瞬時に構築するための動的ネットワークリソース共有技術が必要である。

この時、ユーザの数だけ仮想ネットワークを構築する必要があり、またユーザや防犯ノードの移動に対しても瞬時に追従できることが要求されるため、企業向け VPN サービスと比較して例えば 100 倍の数、1/100 の設定時間がリソース共有技術には要求される。

- ユーザや状況に応じて設定・変更可能な適応的プライバシー保護技術

ICT 技術による地域コミュニティの活性化を図ることで、住民の防犯意識の高揚、近隣

住民による相互見守りを実現し、間接的に防犯の強化につながる。地域コミュニティ育成のために、新世代ネットワークによるソーシャル・キャピタル支援技術が求められる。具体的には、近隣住民との信頼関係の自動抽出技術やそれを利用したコミュニティ（ユーザ）認証技術、上述したリソース共有技術との連携技術などが挙げられる。

また、防犯システムにおけるセキュリティとプライバシー保護を新世代ネットワークにより高次元で両立させるためには、対象者の状態やコンテキスト、周囲の状況などから総合的に判断し、モニタリング精度を適応的にかつ自在に設定変更可能な適応的プライバシー保護技術が必要である。

参考文献：

- [3-5-1] 警察庁、平成 19 年警察白書、平成 19 年 7 月
<http://www.npa.go.jp/hakusyo/index.html>
- [3-5-2] 警察庁、平成 20 年警察白書、平成 20 年 8 月
<http://www.npa.go.jp/hakusyo/index.html>
- [3-5-3] 総務省統計局、平成 17 年国勢調査
<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/index.htm>
- [3-5-4] 内閣府男女共同参画局、平成 18 年男女共同参画白書（概要版）
<http://www.gender.go.jp/whitepaper/h18/gaiyou/index.html>
- [3-5-5] 株式会社富士経済、「2008 セキュリティ関連市場の将来展望」、2008 年 5 月
<https://www.fuji-keizai.co.jp/market/08047.html>
- [3-5-6] セコム株式会社アニュアルレポート 2007、2007 年 3 月
<http://www.secom.co.jp/corporate/ir/finance/annual/>
- [3-5-7] 総務省、「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方」に関する調査研究会最終報告書、2007 年 3 月
http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/anshinanzen/
- [3-5-8] 情報通信審議会答申、我が国の国際競争力を強化するための ICT 研究開発・標準化戦略、別紙 1、平成 20 年 6 月 27 日
http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080627_6.html
- [3-5-9] 内閣府経済社会総合研究所、コミュニティ機能再生とソーシャル・キャピタルに関する研究調査報告書、平成 17 年 8 月
<http://www.esri.go.jp/jp/archive/hou/hou020/hou015.html>
- [3-5-10] 総務省、ICT 成長力懇談会 最終報告書 “xICT” ビジョン、平成 20 年 7 月
http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080703_6.html

3.6. 事故課題と新世代ネットワークへの要求

3.6.1. 顕在化する事故課題

本節における事故とは、医療事故や災害事故を除いた予期せずに人や物などに損傷や損害を与える出来事を指す。一般的に事故には様々な種類の事故が存在するが、主な事故に対する件数を以下の表にまとめた。

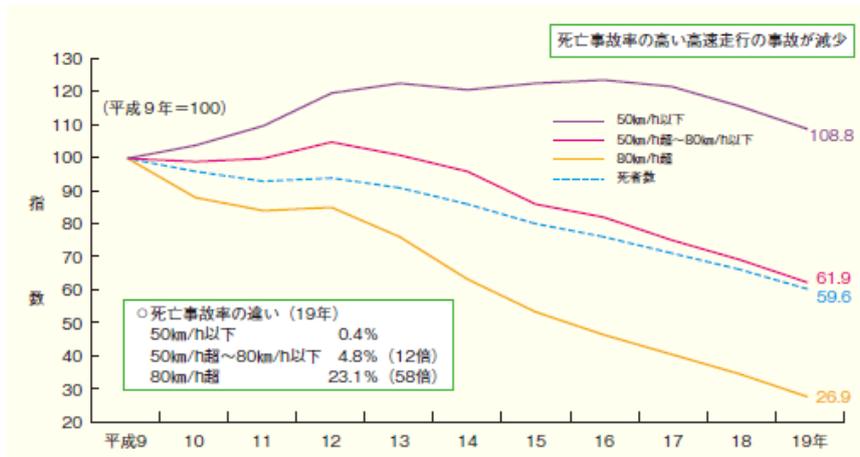
表 3.6.1 主な事故の件数

	件数	傾向
鉄道事故[3-6-1]	857 件(H17)	踏切障害がほとんど(414 件)
ガス事故[3-6-2]	369 件(H19)	全体的に減少傾向。漏洩・着火が主
航空事故[3-6-3]	23 件(H19)	ヘリ、小型機の事故が多い
電気事故[3-6-4]	1 万 1251 件(H19)	ほとんど架空高圧配電路線：9706 件
海難事故[3-6-5]	1264 件(H19)	見張り不十分(369 件)、航行不遵守(115 件)、居眠り(88 件)
水難事故[3-6-6]	1663 件(H17)	19 歳以上 86%
消防関係[3-6-7]	出火件数：5 万 3276 件(H18)	放火件数が多い
交通事故[3-6-8]	83 万件(H19)	死者数は減少傾向

上記の表より火災と交通事故の件数が圧倒的にその割合を占めていることが分かる。内訳を見てみると、消防白書 H18 版では、出火件数は 5 万 3276 件でそのうち死傷者数は 2837 人、損害額は 1142 億円となっている。出火原因を見てみると、放火(6649 件)、こんろ(5990 件)、たばこ(5135 件)、放火の疑い(4619 件)、たき火(2630 件)の順となっている。一方交通安全白書 H19 版では、交通事故発生件数は 833,019 件、負傷者数 103 万人、死者数 5,744 人となっており、死傷者数は昭和 28 年以来始めて 6000 人を割り込んでいる。事故を俯瞰してみると件数ベースでは圧倒的に交通事故が多く、1 日間算で約 2300 件の交通事故が発生していることになる。したがって、交通事故を少なくすることが日本の安心・安全を高めることができ、交通事故低減は大きな課題と言える。

ではどのくらいの件数ならば安心・安全と言えるのか、という問いに対しては、フランスの数学者であるエミール・ボレル(1871-1956)によれば、百万分の一(10^{-6})程度の確率は個人的な尺度で無視できると言っている。これを交通事故死傷者数に当てはめてみると、平成 19 年度では、100 万人に対して約 8100 人となる。これは百万分の一を基準に考えると体感的に多い数字と言うことが分かる。

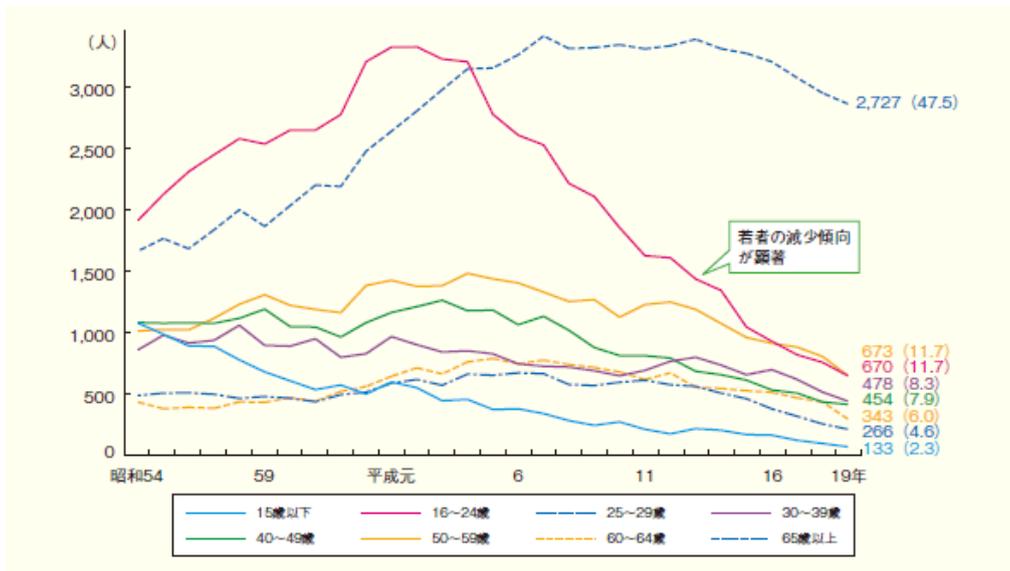
以下、交通事故の詳細について平成 19 年度の統計データを用いて考察する。



注 1 警察庁資料による。
 2 危険認知速度とは、自動車又は原付運転者が、相手方車両、人、駐車車両又は物件等（防護さく、電柱等）を認め、危険を認知した時点の速度をいう。

図 3.6.1 危険認知速度別交通事故件数(一般道路)及び死者数の推移[3-6-8]

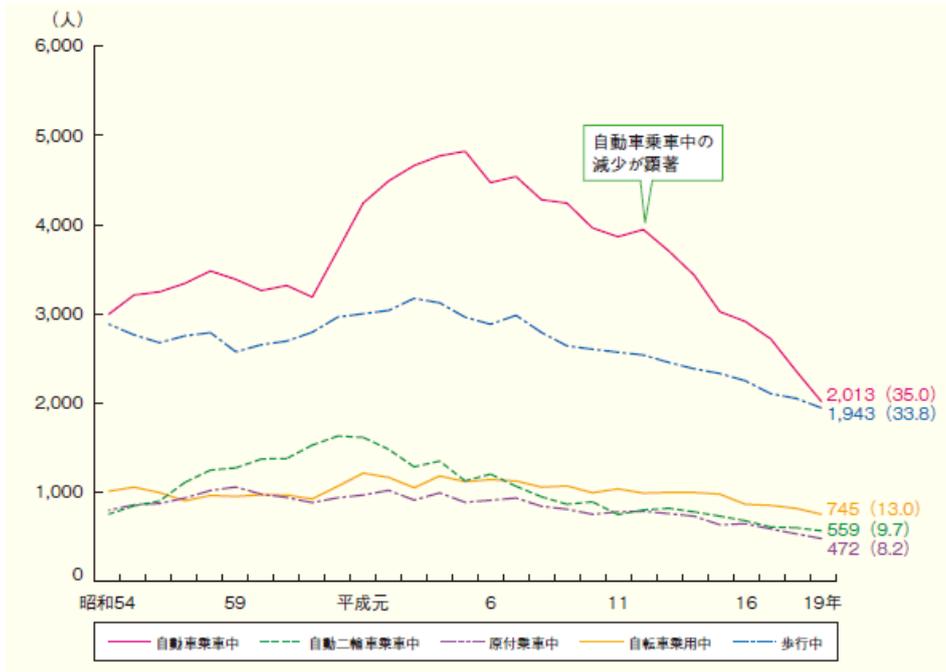
図 3.6.1 は交通事故を起こした速度別の平成 9 年を 100 としたときの死亡事故の傾向を表した図[3-6-8]である。図より高速走行中の自動車事故による死傷者数が大幅に減少していることが分かる。しかしながらこれはシートベルトの装着が義務づけられたことが大きな要因と考えられ、一方速度 50km/h 以下での死亡事故はほぼ横ばいとなっている。



注 1 警察庁資料による。
 2 () 内は、年齢層別死者数の構成率 (%) である。

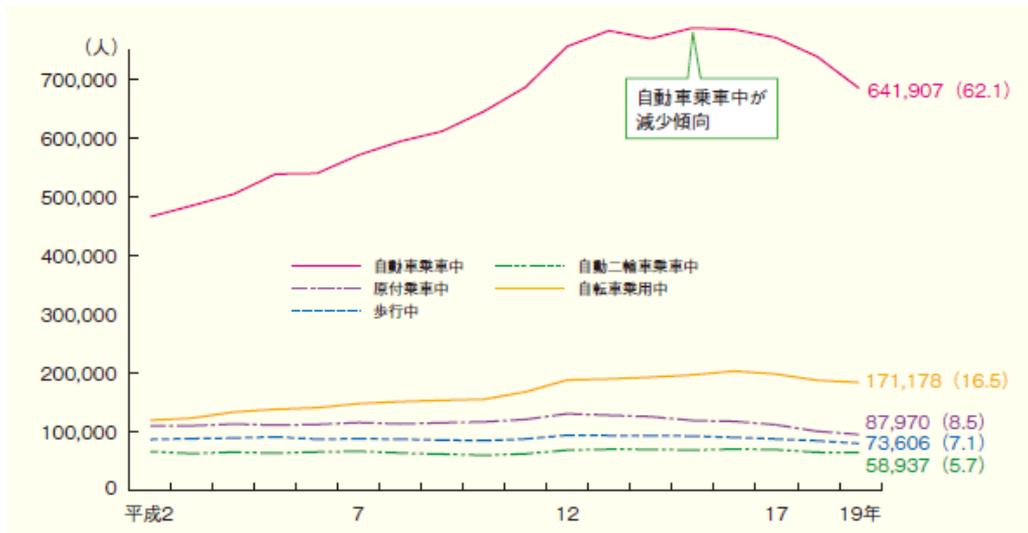
図 3.6.2 年齢層別交通事故死者数の推移[3-6-8]

図 3.6.2 は年齢層別の交通事故死亡者数の推移を表したもの[3-6-8]である。図より 65 歳以上の死者数が減っていないことが分かる。



注 1 警察庁資料による。ただし、「その他」は省略している。
 2 () 内は、状態別死者数の構成率 (%) である。

図 3.6.3 状態別交通事故死者数の推移[3-6-8]



注 1 警察庁資料による。ただし、「その他」は省略している。
 2 () 内は、状態別負傷者数の構成率 (%) である。

図 3.6.4 状態別交通事故負傷者数の推移[3-6-8]

図 3.6.3 及び図 3.6.4 は状態別交通事故死者数および負傷者の推移を表したもの[3-6-8]である。自動車乗車中の死亡者数と負傷者数は減少傾向にあるものの、依然としてそれ以外の歩行中などの事故における死亡者数と負傷者数は横ばいとなっている。

以上のことから課題として、

- 中・低速走行中の事故の防止
 - 対人や対自転車等の事故防止
 - 65歳以上の運転者の事故防止
- が挙げられる。

3.6.2. 事故課題解決動向

交通事故防止に関しては、ITS(Intelligent Transport System)において、道路と車の協調（路車協調）による安全運転支援システム（AHS: Advanced Cruise-Assist Highway Systems）を開発している最中である。AHS は様々な事故要因のうち、その直接の引き金となる運転者の発見の遅れ、判断の誤り、操作の誤りなど事故直前の行動事象に対し、① 情報提供、② 警報、③ 操作支援といったサービスを行うことで、効果的に事故の発生を防ぐものとして期待されている[3-6-9]。

3.6.3. 提案する事故課題解決アプローチ

現状の情報提供機能から 3 段階に分け、道路と自動車とそれをつなぐネットワークが連携し、交通事故防止のみならず新たな価値を創造することを目指す

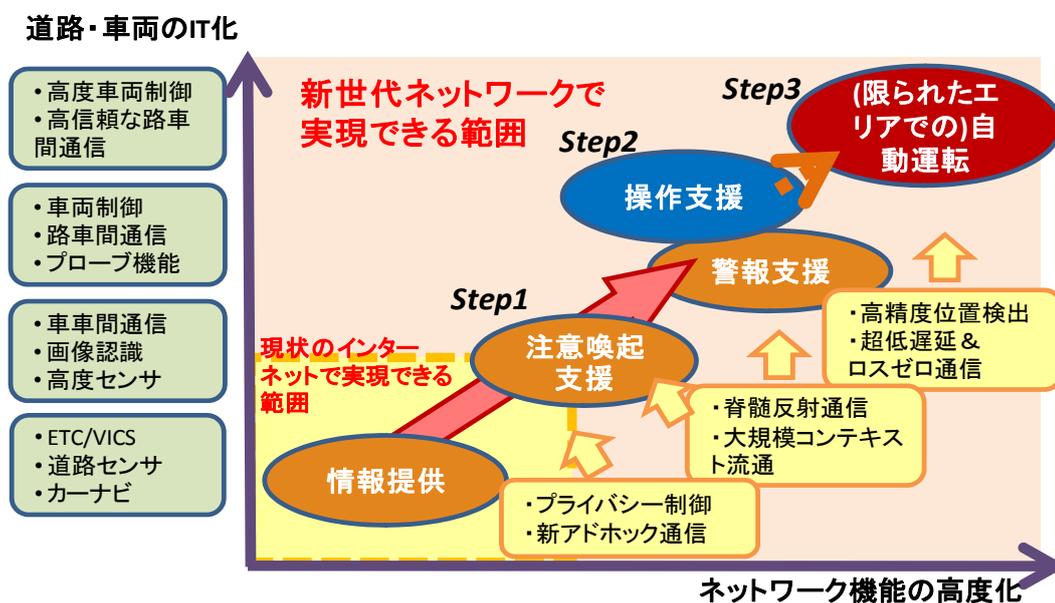


図 3.6.5 3つのステップによる次世代 ITS サービスの実現

現在 ITS サービスでは、道路渋滞状況などの情報提供を行っている。また自動車メーカー各社はインターネットなどを用いて渋滞情報の共有や事故時や車両故障時のオペレータサービスを提供中である。次世代の ITS では、さらに機能を高度化させ、レベルを 3 段階に分けている。以下にその概要を示す。

表 3.6.2 AHS(安全運転支援システム)における 3 段階の支援レベル

	現状	支援レベル i [Step1]	支援レベル c [Step2]	支援レベル a [Step3]
情報収集	人	人/システム	人/システム	システム
運転操作	人	人	人/システム	システム
責任	人	人	人	システム

- Step1 : 支援レベル i

支援レベル i とは、ドライバーの情報収集の一部をシステムが支援するレベルであり、情報提供、注意喚起支援、警報支援のサービスを提供する。

- Step2 : 支援レベル c

支援レベル c とは、ドライバーの情報収集の一部に加えて運転操作の一部もシステムが支援するレベルである。

- Step3 : 支援レベル a

さらに支援レベル a では、情報収集と運転操作および責任の全てをシステムが負うレベルであり、限られたエリアでの自動運転を目標としている[3-6-9]。

支援レベル i では、車と車が出会う交差点や合流地点における注意喚起支援を行う。そのためには通常の IP を用いた通信方式をベースとして ITS の分野では研究開発されているが、IP 処理速度をミリ秒オーダーで行うためには専用のハードウェアが必要になるなど課題がある。新世代ネットワークにおいては、刻々と変化する車の位置や人の動き、低速度なセンサーでも情報が伝わる、人間で言うところの脊髄反射的な通信が必要とされる。さらに自動車のプローブ機能が発達してくると、大量の自動車コンテキスト情報がネットワークへ流入するため、それらコンテキストを流通させる基盤が必要となる。

支援レベル c では、支援レベル i に加え自動車の制御もシステムがサポートする。この機能が高度化すると、現状 65 歳以上の運転者の運転支援が実現でき、非常時における事故回避が期待できる。

支援レベル a では、限られたエリア例えば高速道路などでの自動運転を目標としている。そのためセンサーや GPS などの複数の情報を用いた数十センチメートルレベルの位置検出精度や、道路と自動車が協調し自動運転を可能とするための超低遅延かつ高信頼な通信方式が必要である。特に将来的には遠隔通信も可能とする通信システム基盤が必要と予想される。

- 現状とその問題点

ある程度インフラが整備されている都心部ではインフラ整備上の問題は少ないと言えるが、地方ではインフラそのものが未整備で次世代 ITS サービスを受けにくい状況にある。新世代ネットワークにおいては、道路側のインフラが未整備な場所でも情報が得られるた

めの通信方式、例えばアドホック通信などが必要であるとする。現状のアドホック通信は IP ベースで考えられているが、比較的高速で移動する自動車を対象にするとルーティング計算がうまく行えないなどの問題がある。また自動車をセンサーのプロブとして使用する場合は、情報を提供する側のポリシーに応じたプライバシー制御が必要となる。ネットワーク側が一方的に情報を収集するのではなく、情報提供側が自ら設定した情報のみ提供できる仕組みが必要となる。

3.6.4. 事故課題解決の社会的インパクト

このような ICT を用いた事故防止および情報流通システムを構築することにより、以下のような社会的インパクトがある[3-6-9]。

- 顕在化する日本の課題への対処(負の遺産の精算)

交通事故・環境負荷・渋滞の削減などの負の遺産を精算することにより、人びとが実感できる変化が期待できる。特に渋滞の発生をある程度制御できれば、CO₂ の削減に寄与できる。

- 高齢者のモビリティ確保

高齢者、身障者が安全に移動できる社会の実現が可能である。特にこれから高齢者社会に向けては移動手段としてますます自動車が活用されるため、高齢者のモビリティ確保および安全性の向上が望まれる。

- 豊かな生活・地域社会

高速道路や公共交通の有効利用により、社会の活力を向上、豊かさを実感できるようになる。新たな通信手段の開発により、地方においても都会と変わることがない ITS サービスを享受することが可能となる。また災害時には車を活用したアドホック通信網を構築し、緊急通信を行えるようにできる。

- ビジネス環境の改善

情報のシームレス化や物流効率化により、ビジネス環境を改善する。自動運転が実現されれば、例えば高速道路を活用した自動配送が行え、安全かつ低コストの運送が実現できる。また道路に埋め込まれたセンサーと物流システムを組み合わせることで、より正確な配送管理が実現できる。

3.6.5. 事故課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

ETC などに用いられている DSRC(Dedicated Short Range Communication)^{*注)}は、既に実用化されており、信頼性には定評がある。また、世界有数の自動車メーカーと道路網があり、またカーナビなど車載器なども充実しており、新たな ITS サービスを創造しやすい環境にある。さらに 3G や WiMAX などの無線技術の保有、センサー類の技術および無線/有線インフラが整備されており、世界中見回してもこのような国は見あたらない。

注) 通信できる距離は数メートル～数百メートルと短い、利用可能範囲をあえて狭くする

ことで、特定のスポット内での高速な通信（4Mbps 程度）を実現する。DSRC による ETC システムは、日本や欧州、米国の各地域で互換性は保たれていない。

3.6.6. 事故課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

以下に次世代 ITS を実現するための新世代ネットワークへの技術要件を示す。

- 移動透過性： 移動前後での通信の確保。特にインフラが整備しにくい地方における通信を確保するための技術が望まれる。
- 脊髄反射通信： 超即時性を有する情報を余分な処理を加えず優先的に転送できるしくみが必要である。
- 高精度な位置検出： センサーとネットワークが連携し、高速移動体の位置を高精度に算出できる必要がある。
- 人や車の位置情報等をコンテキストとして流通させるしくみと必要に応じたプライバシー制御： 自動車に搭載された様々なセンサー情報をコンテキストとして流通させる基盤と、自動車メーカーで閉じて使いたい情報や個人のプライバシーに関わる情報を場合によって制御するしくみが必要である。

参考文献：

- [3-6-1] 航空・鉄道事故調査委員会、鉄道事故調査インフォメーション
<http://araic.assistmicro.co.jp/araic/railway/toukei.asp>
- [3-6-2] 原子力安全・保安院
http://www.nisa.meti.go.jp/9_citygas/jiko.html
- [3-6-3] 航空・鉄道事故調査委員会、航空事故調査インフォメーション
<http://araic.assistmicro.co.jp/araic/aircraft/index.html>
- [3-6-4] 経済産業省原子力安全・保安院
http://www.nisa.meti.go.jp/8_electric/denkihoan/index.html
- [3-6-5] 海難審判庁、過去数年分のバックナンバーを含めた海難レポート
<http://www.mlit.go.jp/maia/07toukei/genkyou/genkyotop.htm>
- [3-6-6] 日本赤十字社北海道支部
http://mail.jrch.jp/n_toukei/ws/H17/01_nenreisoubetu.htm
- [3-6-7] 総務省消防庁、消防白書
<http://www.fdma.go.jp/concern/publication/index.html>
- [3-6-8] 交通安全白書
<http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/index-t.html>
- [3-6-9] 特定非営利活動法人 ITS Japan
<http://www.its-jp.org/>

3.7. 国内地域格差課題と新世代ネットワークへの要求

3.7.1. 顕在化する格差課題

明治以降、重化学工業への産業構造の転換や、鉄道網の整備により、都市の人口は爆発的に増大した。特に、国のほとんどの機能が集中する東京への一極集中は留まるところを知らず、平成17年の国勢調査で、首都圏の人口は日本の全人口の33%にあたる4240万人に達している[3-7-1]。世界で2番目に人口の多いメキシコシティー圏ですら2300万人であり、東京が世界でも類を見ない大都市圏であることがわかる。大企業の多くは本社を東京におき、テレビ、新聞などの情報も、ほとんどが東京から発信されている。また、大学生の数に目を向けても首都圏にその43%が集中しており、若者の地方離れが進んでいる。このような、人、物、金、情報の東京一極集中は今後も続くことが予想される。

一方、地方都市の商店街を歩くと、多くの店がシャッターを閉めている光景を目にする。郊外型の大型店舗に顧客を奪われたということに原因の一端もあるが、東京に人を吸い取られたために、消費自体が低迷していることと無縁ではないだろう。特に、若者が減り、年老いた人たちが残る構造が問題で、新しいものが生まれず、地域の活力減退を招いている。その結果、ビジネスチャンスが少なくなり、人もお金も集まらず、住民サービスが低下し、若者の減少にさらに拍車がかかるという悪循環に陥っている。いかに地方に新たな雇用を創出し、活性化するかは、日本経済の再生にとって重要課題である。

東京一極集中の弊害は、地方における問題ばかりではない。東京に人口が集中した結果、東京およびその周辺の地価は高騰し、遠距離通勤や通勤ラッシュ、交通渋滞が慢性化している。また、1990年代半ば以降、高齢者世帯数の増加に伴い、生活保護を受ける世帯数が急増している。都会では近所づきあいが希薄で気楽な反面、老人の孤独死などが新たな社会問題として浮上している。高度経済成長期に建てられた高島平団地や多摩ニュータウンなどでは、入居者の高齢化により、空き家が増えるなどスラム化が進んでいるという。

このように、東京一極集中に端を発して、地方の過疎化、住民サービスの地域格差拡大など、様々な社会問題が顕在化してきており、その問題解決が重要な課題となっている。

3.7.2. 格差課題対策動向

地方財政を支える国庫支出金等の補助金は使い道に制約が多いため、画一的な行政サービスや予算消化主義に陥りやすく、地方の活性化を妨げる要因になってきた。地方分権を推進するための様々な行政改革が試みられてきたが、最近では小泉内閣の「三位一体の改革」が有名である。「国庫補助負担金の廃止・縮減」、「地方交付金の見直し」、「税財源の移譲」の3つを同時に行った結果、トータルで6.8兆円という大幅な地方予算削減となった。財政再建という観点では目的をはたしたわけだが、国の権限はほとんど地方に移譲されておらず、地域活性化という観点で十分な効果をあげているとは言い難い。単なる中央政府による地方いじめという批判も多い。構造改革特区や道州制特区の導入も試みられているが、権限の移譲や規制の緩和が限定的であるため、これらも尻すぼみに終わった感がある。

3.7.3. 提案する格差課題解決アプローチ

現在、ブロードバンド未整備地区を2010年までにゼロにすることを目標に、情報通信基盤整備が進められている[3-7-2]。これが完了すると、日本全国どこに住んでいてもインターネットにアクセスできるようになり、情報の地域格差はなくなる。この情報通信基盤を積極的に活用することは、地域格差課題を解決するための切り札になると考えられる。

地域産業には地域内の人、物、金の資源を活用し、産出物やサービスを域外に移出する製造業、農業、漁業、観光業などの産業、地域住民の生活の質の向上に寄与するサービスを提供する商業、サービス業、病院、地域金融機関、地域交通機関、教育機関、電気・ガスなどの産業がある。地域の住民、企業、行政は一体となって地域が持続発展するための様々なシステムを運営し、必要な情報を人や組織にフィードバックする必要がある[3-7-3]。人、物、金といった地域の資源に関する情報を、ICTにより可視化、定量化、リアルタイム化し、これらの資源を無駄なく有効に活用することにより、地域産業を活性化し、雇用の創出や生活の質の向上につなげることが期待される。地域産業というと製造業、農業、漁業、観光業などに目がいきがちであるが、人口減少、少子・高齢社会においては生活の質の向上に関連する商業、サービス業、病院、地域金融機関、地域交通機関、教育機関、電気・ガスも非常に重要である。Uターンを検討する際の重要度に関するアンケート等に目を向けると、医療、介護、安全、安心、快適などの生活の質の向上に関するものが多くを占める[3-7-4]。ネットワーク機能のさらなる高度化が進めば、遠隔医療・教育の導入も視野に入ってくる。どこに住んでいても、すべての人に高度な医療・教育を受ける機会が提供され、住民サービスの地域格差は正に貢献するだろう。これにより、Uターン等による地域社会人口の増加や地域での就業の機会の増加が見込まれ、地域活性化につながることを期待される。

ICTを利用したテレワークのような新しい雇用形態が広く社会に浸透することも重要で、雇用の地域間格差の是正、新しい働き方・ライフスタイルの創出につながることを期待される[3-7-5]。地域活性化はもとより、都市部の通勤ラッシュ緩和、移動の減少によるCO₂削減効果も期待される。

ネットワークのセキュリティがさらに強化されれば、金融・行政の電子化も進むだろう。近年、郵政民営化に伴う郵便局業務の合理化や農協・漁協の撤退・統合などにより、過疎地域を含む町村部における金融機関窓口の数は減少傾向にある[3-7-6, 3-7-7]。その結果、該当地域の居住者にとって窓口へのアクセス確保が死活問題になりつつある。この問題に関する解決のアプローチとしては、1) 自宅あるいは現在地において窓口にアクセスする手段を確保すること、2) 口座内の通貨をネット空間内はもちろん現実空間で貨幣や銀行券のように使用できる仕組みを確保することが重要である。前者の機能はインターネットバンキングに対応し、後者は電子マネーなどの電子的な決済手段に対応する[3-7-8]。これらのサービスは現在、日進月歩で発展を続けているが、現状のベクトルは都市部居住者およびインターネットや情報端末を使いこなすスキルをもった人々の方を向いている[3-7-9]。

従って、問題の解決のためには、過疎地域を含む町村部の隅々にまで行き渡るネットワークインフラおよびサービスの整備によって金融機関へのアクセスのための空間的・時間的自由度を確保すること、老若男女・情報サービスを扱うスキルの有無によらず、インターネットバンキングや電子決済サービスを容易に利用できる仕組みを整備すること、町中の小規模小売店舗や自営業者、屋台に至るまで貨幣や銀行券感覚で使用できる電子決済サービスの仕組みを構築することが必要となる。

3.7.4. 格差課題解決の社会的インパクト

日本経済の再生には、日本全体が元気と活力を取り戻すことが不可欠である。そのための課題解決アプローチとして ICT を活用することを提案したが、ICT はあくまでもツールであることを肝に銘じておく必要がある。地域活性化のためには、何よりも地域の自立と自律が不可欠である。ICT により住民 1 人 1 人が情報を共有し、地域行政、地域発展に積極的にかかわることができれば、地域活性化に向けて大きな前進となるだろう。そして、地域独自の産業、観光などの資源を有効に活用し、地域の独自性を打ち出すことは、地域のみならず、日本全体の活力にもつながる。新世代ネットワークの時代には、遠隔医療・教育の導入、金融・行政の電子化も進み、住民サービス格差も解消されるだろう。新世代ネットワークは「どこに住んでいても豊かに暮らせる日本」を実現するために不可欠な社会インフラとして、重要な役割をはたすことになるだろう。

3.7.5. 格差課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

- 高いブロードバンド普及率

地域格差課題の解決に ICT を活用するためには、ブロードバンドネットワークが社会インフラとして日本全国に整備されることがまず前提となる。日本におけるブロードバンド回線契約数（注：世帯数ではない）は 2007 年末時点で 2830 万件に達している [3-7-10]。これを単純に世帯数で割ると約 57% という数値になるが、さらに普及を積極的に推進することで、社会インフラとしての役割をはたすことが可能になるだろう。

- 高度なセンシング技術

過疎地に住むお年寄りでも使えるような、誰にでも簡単に操作できるヒューマンインタフェースは、ICT の活用を促進するための重要な技術課題である。日本は優れたセンシング技術を有しており、これを高度なヒューマンインタフェースの実現に活用したい。センシング技術は、遠隔医療・教育等の実現においても鍵となる技術であり、日本の優位性を活かすことが期待される分野である。

- 3次元映像、高精細映像技術

遠隔医療・教育の普及には、臨場感の高いディスプレイ技術が求められる。日本の優れた 3次元映像技術、スーパーハイビジョン等の高精細映像技術は、臨場感豊かな

遠隔コミュニケーションシステムの構築に貢献するだろう。

- 光スイッチ技術、低消費電力デバイス技術
ネットワークの広帯域性は、遠隔医療・教育、テレワークの普及等、格差課題解決においても重要な要件となるだろう。消費電力を度外視すれば、ハードウェア量を増やすことで広帯域化は可能であるが、地球環境保護という観点で、これまで以上の広帯域性を、より省電力で実現することが求められる。日本は光スイッチや低消費電力デバイスで世界をリードする技術を有しており、これらの技術開発を積極的にサポートすることで、広帯域性と省電力性を兼ね備えたネットワークの実現が期待される。
- 量子暗号通信技術
金融・行政の電子化を推進するためには、ネットワークのセキュリティ強化が重要課題である。現状の暗号システム（RSA 暗号）の安全性は、量子コンピュータの実現により根底から覆されるため、物理的に絶対安全性が保証される量子暗号通信が世界的に注目されている。日本はこの技術分野で、世界最長の通信距離を達成するなどの成果をあげており[3-7-11]、今後もこの分野で世界をリードしていくことが期待される。
- 3G、WiMAX 等のワイヤレス通信技術
テレワークのような新しい雇用形態が広く社会に浸透するためには、自宅以外の出先からでも高速にネットワークにアクセスできるユビキタス性が求められる。日本は 3G や WiMAX といった優れたワイヤレス通信技術を持っており、どこからでも高速にネットワークにアクセスできる環境整備に、これらを活用できるだろう。

3.7.6. 格差課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

- ライフラインとして機能するロバスト性と低コスト性
2007 年末時点での日本のブロードバンド普及率は、前述のように契約数を単純に世帯数で割った数値で 57%であり、社会インフラの普及率としてまだ十分とは言えない。特に、わが国に 307 ある離島でのブロードバンド普及率は 2006 年 3 月時点で 35.2%（世帯カバー率ではなく、ブロードバンドを敷設している島の数を 307 で除した数値）と低く、ブロードバンド化を促進するために、本土との距離、島の面積などに応じて費用対効果が調査研究されている。離島に限らず、ネットワークの末端にある地域では、何らかのトラブルにより地域につながる基幹回線がダメージを受けると、地域全体がネットワークから隔絶される危険性がある。すべての地域でライフラインとして機能するロバスト性は、新世代ネットワークに求められる重要な要件であるが、その一方でコストという視点も、普及率の向上という観点で無視できない。衛星通信、FWA（Fixed Wireless Access）等のバックアップ回線を確保し、有事の際に自動的に切り替わるロバストなシステムを、いかに低コストに構築するかが重要となるだろう。

- 遠隔サービスをサポートするディペンダビリティと高度センシング技術・ディスプレイ技術

住民サービス格差是正に ICT を活用するためには、隅々にまでネットワークインフラを整備すると同時に、ネットワーク機能のさらなる高度化が要求される。大量の情報を輻輳なくやりとりする広帯域性、低遅延性、無瞬断性といったディペンダビリティが求められる。また、遠隔地における接触対象の有する知覚情報、例えば対象の硬さ、表面の粗さ、重量感、温かさ、匂いなどの高度に複雑な情報を、臨場感を損なうことなく収集し伝達する新たな技術の開発が必要となる。これを実現するには、感覚情報センシング技術、およびそのネットワークインタフェース、コーディング、高度ディスプレイ技術の構築が必須である。ここに挙げた項目は、遠隔医療のみならず、臨場感を伴った遠隔教育などの広範な遠隔サービス普及にとっても重要な要件となる。

- 安全かつ利便性をもつ認証技術、取引リアルタイム監視、個人にカスタマイズされるヒューマンインタフェース

金融・行政の電子化を推進するためには、安全性の確保が不可欠の要件となる。インターネットバンキングはすでに普及しつつあるが、安全性を疑問視する声もあり、利用を見送っている人も多い[3-7-12]。新世代ネットワークでは、安全かつ利便性のよい認証技術および秘匿通信技術、全ての取引をリアルタイムで監視するネットワーク技術が必要になってくる。また、過疎地域に住むお年寄りでも簡単に操作できるように、個人の情報処理能力に応じてカスタマイズされるようなヒューマンインタフェースも重要になる。このような、金融ネットワークに、誰もが、安全に、利便性良く利用できる仕組みを構築することが重要課題である。

- 高度地域資源情報化技術

人、物、金といった地域内資源に関する情報を、地域住民がより高度に利活用するためのネットワークの構築も必要である。地域内資源に関する情報を広範に共有したり、その情報がどんな背景でもとめられているのかを効率よく判断し提供したり、鮮度の高い情報を検出したりすることが可能なネットワーク技術が必要である。これにより地域産業を活性化し、雇用の創出や生活の質の向上につなげることが期待される。

- テレワーク普及を促進する広帯域性とユビキタス性

個人情報保護の観点から、ハードディスクを内蔵したコンピュータの持ち出しを禁止する企業が増えており、テレワークの普及を阻む要因となっている。そのため、端末だけを外に持ち出し、ネットワークを介してサーバにアクセスするシンクライアントシステムの導入が推奨されている。これが広く普及し、サーバへのアクセスが頻繁に行われるようになると、アクセス遅延が増大し、ユーザのストレス、作業効率の低下につながる。これまで以上にネットワークの広帯域化が求められるだろう。自宅以外の出先から高速にネットワークにアクセスできるユビキタス性も、テレワークの普

及にとって不可欠である。また、テレワークはこれまで間接業務（非製造）従事者を対象に導入が進められてきたが、感覚情報をセンシングし、ネットワークを介してそれを低遅延で伝達する技術が実現されれば、直接業務（製造）従事者にもテレワークの導入が可能となり、その普及率はさらに高まると期待される。

参考文献：

- [3-7-1] 平成 17 年度 国勢調査
<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/index.html>
- [3-7-2] 総務省, “u-Japan 推進計画 2006”
http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060908_3.html
- [3-7-3] 株式会社 NTT データ経営研究所, “新たな視点が求められる地域づくり ～生活者視点の地域情報化～,” 平成 19 年 3 月
<http://www.keieiken.co.jp/pub/articles/2007/jyutakukinyu/>
- [3-7-4] 財団法人山口経済研究所, “高齢社会における地域情報化 ～周防大島地域をモデルケースに～,” 熊野昌剛 著, 平成 16 年 6 月
<http://www-cres.senda.hiroshima-u.ac.jp/publications/reports/pdfreport/vol17/ken17-06.pdf>
- [3-7-5] 財団法人日本テレワーク協会, “テレワーク白書 2007”
- [3-7-6] 財団法人ゆうちょ財団, “インターネット研究会論文「これからの地域金融機関の店舗展開」,” 畔上秀人（関東学園大学）著, 平成 19 年 11 月 9 日
http://www.yu-cho-f.jp/library/library_list.php?
- [3-7-7] 日本郵政公社, “郵政民営化委員会説明資料「郵便局ネットワークの現状」,” 平成 18 年 5 月 17 日
<http://www.yuseimineika.go.jp/iinkai/dai4/sirou1.pdf>
- [3-7-8] 平成 18 年度版 情報通信白書
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/h18/pdf/index.html>
- [3-7-9] 郵政総合研究所, “第 9 回金融機関利用に関する意識調査,” 平成 17 年度
http://www.yu-cho-f.jp/research/old/research/kinyu/kikan_01.html
- [3-7-10] 平成 20 年度版 情報通信白書
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/h20/index.html>
- [3-7-11] H. Takesue *et al*, Nature Photonics Vol. 1 (2007) 343
- [3-7-12] 日本銀行, “日銀レビュー：インターネット・バンキングの安全性を巡る現状と課題”, 中山靖司（決済機構局）著, 平成 19 年 12 月 27 日
<http://www.boj.or.jp/type/ronbun/rev/rev07j14.htm>

3.8. 少子・高齢化課題と新世代ネットワークへの要求

3.8.1. 顕在化する少子・高齢化課題

【少子高齢社会】

日本の少子高齢化は急速に進んでおり、既に5人に一人が高齢者（65歳以上）であり、10人に一人が後期高齢者（75歳以上）である。国立社会保障・人口問題研究所が公表している「日本の将来推計人口」によると、日本の総人口は今後減少を続け2055年には8,993万人と推計され、総人口が減少するなかで高齢者が増加することから、高齢化率は上昇し続け2055年には40.5%、すなわち国民の2.5人に一人が65歳以上の高齢者となり、また、後期高齢者の割合は同年に26.5%、すなわち4人に一人が75歳以上の高齢者になると予想されている。また、出生数は減少を続け2055年には46万人になると推計されており、年少人口（0～14歳）は同年752万人と現在の半分以下になると予測されている。15～64歳の生産年齢人口と65歳以上の高齢人口の比率は2055年には1.3となる。仮に、15～69歳を生産年齢人口、70歳以上を高齢人口としてもこの比率は1.7になるに過ぎない。平成17年ではこの比率は3.3であり、現役世代の負担は将来において極めて高まる。また、平均寿命は今後も延びると予測され2055年には男性83.67歳、女性90.34歳と見込まれている。

【諸課題】

以上のような少子高齢化によって生じている諸課題を、後に展開される技術との関連性も踏まえて、ここでは次の3つのカテゴリ、すなわち、①個人、②環境、③社会、に分けて議論することとする。これらの3個のカテゴリは実際には密接に連動しており、全体性を把握することが重要だが、議論の見通しを容易とするためこれらを導入する。

【個】

最初に、高齢化の視点からの諸課題を議論する。

まず、個人を起点に生じる課題として健康の問題があげられる。加齢によって、高齢者自身の運動能力などの劣化は避けがたく、加えて、脳に関わる疾患などにより感覚・認知能力にも障害を持つ人口も増大する。例えば、平均寿命の延伸の一方で、アルツハイマー病患者は2050年までに1億人を突破する（85人に一人に相当）などの深刻な予測も示されている[3-8-1]。また、こういった高齢者個人の健康上の課題は、特に後期高齢者における介護の必要性につながり、介護に関わる家族の負担の増大なども一層顕在化している。このような個人の健康問題や介護問題を予防することも重要と指摘されており、若年からの健康づくり、介護予防の増進も課題である。

また、高齢に伴う身体能力や環境認識能力の低下は、様々な交通事故を導きやすく災害時などでは特に深刻な負荷となり、社会的弱者へ追い込まれやすい。実際、高齢者の交通事故件数は高齢者の運転機会の増加を背景として年々増え続けており、交通事故者数全体に占める高齢者の割合も増加している。また、火災による全死者数の半分以上は65歳以上の高齢者である。また、振り込め詐欺・恐喝事件の被害者の大半は高齢者であり、また、消費トラブルも年々増加している。

【環境】

次に高齢者の周辺の環境としては、前記のように介護の問題が深刻であり、高齢者自身の自立した生活の困難は周囲の家族などに対して肉体的にも精神的にも過酷な負荷を迫る。また、一人暮らしの高齢者が増加傾向にあり、「心配ごとがある」とする高齢者が極めて多い。身体能力の劣化などに対応した住みやすい住環境や生活環境、心配や孤独感のない生活環境、さらには家族が安心して暮らせる環境の実現が重要になる。

【社会】

一方、上記のような高齢者の健康で元気な生活の維持とともに、高齢者の就業、社会参加も重要である。若年人口の減少に対応して、高齢者の労働参加による労働力供給という社会的に重要な意義があるほか、生涯にわたる職業従事を含めた多様な生き方の実現が求められる。また、生涯学習や地域などのコミュニティへの参加を通じた充実した人生の実現はもちろん、高齢者の孤立、孤立死、さらには老々介護の果ての自殺などを予防する、地域社会のソーシャル・キャピタルの実現にもつながる。

【少子化】

次に少子化について議論する。高齢化に伴う労働力人口の減少のため、若者、女性、高齢者の就業参加の促進は一層重要になるとされており、その一方で、現在は、育児や介護と仕事の両立の困難が指摘されている。こうした状況を踏まえ、2007年2月に少子化社会対策会議の下に「子どもと家族を応援する日本」重点戦略検討会議が設置され、その後、「ワーク・ライフ・バランス推進官民トップ会議」において「仕事と生活の調和（ワーク・ライフ・バランス）憲章」および「仕事と生活の調和推進のための行動指針」が決定された。また、厚生労働省の社会保障審議会「人口構造の変化に関する特別部会」では国民の結婚や出産・子育てに対する希望と現実の乖離を分析している。それによれば、結婚については、経済的基盤、雇用・キャリアの見通しや安定性、出産では子育てと就業継続の分担度合い、仕事と成果との調和の確保の度合い、第2子以降では夫婦間の家事・育児の分担度合い、育児不安の度合いなどが挙げられている。

3.8.2. 少子・高齢化課題対策動向

【法律】

高齢化、少子化とも政府は法令化と予算化を行っており、詳細は文献[3-8-2]、文献[3-8-3]などに詳しい。例えば高齢化対策については1995年に高齢社会対策基本法が施行され、内閣府に高齢社会対策会議が設置されている。こうした施策の実効的効果については本節では特段取り上げず、特に情報通信技術が関与している事象の動向を概観する。

【個】

まず高齢者個人の周囲の対策動向としては、いわゆる「見守りサービス」があげられる。また、携帯電話サービス会社からは高齢者の徘徊などを検出、防止することができる位置ベースの情報が一部で提供されている。また、高齢者の健康状態をモニタリングするため

のヘルスケア技術や自立的生活を一部支援するための福祉工学などは発展しつつある。身体機能を支援するためのロボット技術なども起こりつつある。さらに、脳からの情報を直接に用いてアクチュエータを制御したり、盲目の人に対して実効的に視覚機能を付与するような、いわゆるブレイン・マシン・インタフェースの基礎研究は世界的に活発化しつつある。ただし、生体適合性などに代表される安全性の問題など、解決すべき課題は多大に存在している。

一方、高齢者からみた各種の装置機器や施設、サービス等の使用感などについては従前より課題が指摘されており、いわゆるユニバーサルデザインの問題として様々な取り組みがなされている。また、特にネットワーク端末である有線電話や携帯電話では、極力単純化されたデザインのインタフェースを有する装置がかなりの出荷台数に至っており、ユニバーサルデザインの効果や需要の高さを示唆している。

【環境】

家族や環境のサポートという観点からは、上記の見守りサービスのほか、いくつかのサービスがセキュリティ会社から提供されている。ただし、例えば高齢者の異常をいかなる局面においても自動検出、自動通知するような高度な機能などには至っていない。また、一般の交通システムや社会インフラにおいて、高齢者の身体的負荷を軽減するための環境（段差のないバスやエスカレーター等）は普及しつつあるが、突発的または不確実な事象の検出や通知機能は全く不十分である。

【社会】

また、高齢者の社会参加、労働力参加という観点からの ICT の利活用については、この観点からの際だった技術は未だ存在していないと言える。高齢化社会対策としても、少子化対策としても、テレワークの普及の重要性が指摘されている。ブロードバンド環境の普及は相当程度進んでいるものの、勤労のあり方の根底からの変革や高齢者の活発な就業参加、東京一極集中の解消など、社会の相当な変革に至るような糸口すら、ほとんど見えていないのが現状と思われる。

【欧米の動向】

ところで、世界における少子高齢化関連の情報通信技術の研究開発動向としては、たとえば、欧州の第7次枠組み計画 (FP7) では、「ICT Challenge 7」として「Independent Living and Inclusion」が取り上げられている。欧州においても高齢化は極めて重要な問題として認識されており、高齢者の自立した生活 (Independent Living) と社会的包摂 (Inclusion) が重要視されている。また、欧州の情報通信技術のビジネスチャンスとしても明確に認識されている。米国では、たとえば全米科学協会 (NSF) は「Quality-of-Life Technology Center」を立ち上げ、高齢者や障害を有する人々の生活の質を維持する研究開発に多方面から取り組んでいる[3-8-4]。

3.8.3. 提案する少子・高齢化課題解決アプローチ

前節までに議論された課題とカテゴリを踏まえて、下記の3個のアプローチに整理できる。すなわち

- (1) 個に注目した課題解決アプローチ
- (2) 環境に注目した課題解決アプローチ
- (3) 社会に注目した課題解決アプローチ

である。

(1) は、個人の感覚運動系の能力低下を補ったり、介護や勤労、社会参加を支援するための個人の能力を支援するアプローチである。(2) は、個人の周囲の環境を高機能化することで、個人の安全や安心を確保したり、個人の能力の補完、家族や地域の安心、安全を獲得する、というアプローチである。(3) は、少子高齢化に伴う労働人口不足の解消、あるいは長寿化した人間の生涯を通じた学習による充実した人生の獲得、ワーク・ライフ・バランスの実現のための仕事と家庭の両立、地域社会への参加、など社会との関わりが基軸となるアプローチである。これらの(1)～(3)を統合したアプローチによって社会的包摂を支援することが可能と期待される。

3.8.4. 少子・高齢化課題解決の社会的インパクト

【個】

まず、「個」という観点からの技術開発により、高齢者の安全で快適な暮らしが実現される。個人にとっては、加齢により各種の身体機能が劣化するのは逃れられない。視覚、聴覚などの感覚系のほか、摂取や排泄なども含む運動系、屋内屋外のモビリティ、そのほか記憶、情報処理能力、環境認識能力なども劣化する。これらの感覚運動系の劣化を補い自立した暮らしを支援することは、個人の充実した人生の実現につながるほか、少子高齢化で深刻化する労働人口不足を手当するための高齢者の就労参加という重要な社会的貢献にもつながる。

【環境】

これらの「個」を支援する技術は、個の周辺環境との密接なネットワークのなかで機能する。屋内環境を高度にネットワーク化し、環境の側が高齢者を含むその状況を認識し、必要に応じて一定程度の支援を提供することで、高齢者の身体能力や認識能力を実質的に補ったり、あるいは高齢者自身に発生した異常の検出とその通報などを行なうことで高齢者周囲の家族などの安心が確保される。そのほか、家族にとっては介護などの負担軽減が期待され、労働力の効率的な獲得というメリットにもつながる。また、一人暮らしの高齢者が増大しており、心配の除去、傾聴などによる孤独感の除去、認知症の防止、引いては生涯学習環境などによる充実した日常など家族を有さない一人暮らしの高齢者にも不安のない暮らしの提供が期待される。また、高齢者を様々な犯罪から守ることも大事であり、ネットワーク技術の高度化による貢献が期待される。

屋外環境においても、高齢者周囲の環境情報と連動することで移動時の安全な誘導や危険の通報などの安全・安心が期待されるほか、様々な社会システムにおける操作の支援などを状況に応じて提供するような環境の実現が期待される。あらゆる場面で、個人の周囲のネットワークと環境に埋め込まれたネットワークが連携してバリアフリーがその場に応じて構築される、実質的なユニバーサルデザインが広く構築されることが期待される。

【社会】

こうした個人と環境のネットワークは、高齢者の社会参加、労働参加などの形として社会的な効果へと広がる。高齢者が若年層の子育てに積極的に関与したり地域コミュニティなどに参加することで、高齢者間のコミュニケーションの活性化、さらには高齢者と若年層のコミュニケーションの活性化が図られる。個々人の参加の範囲も、居住地近隣レベルから自治体、市町村、都道府県、さらには世界的なスケールへとネットワークは広がりが可能であり、健康や趣味、様々な学習など人生の多様な側面を広く深く味わう環境が提供される。これらは、若年層から高齢層がコミュニティへと包摂された、ソーシャル・キャピタルの新しい形の実現につながることも期待されるほか、文化を超えた世界スケールでの持続可能な社会の実現にもつながる可能性が期待できる。

3.8.5. 少子・高齢化課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

まず、個人レベルでは携帯端末技術、情報家電、ゲーム機器などに代表される多様な端末技術における日本の特徴があげられよう。これらの製品を実現するための組み込みシステム、集積化技術などは優位性のひとつと考えられる。個人の周囲に配置されるこうした多様な端末技術自体について、高齢者の感覚運動系の劣化を補助するような機能が獲得されていく必要があり、さらにはこれらの多種多様な端末がネットワーク化され、個人の安全や生活機能を支援していくことが期待される。また、各種のシステムや端末デバイスを支えるさらに要素的なデバイスや基盤的材料において、日本には先進的な技術の蓄積がある。個人や環境に広く分散する今後の多様な端末では材料技術からのアプローチにもチャンスが期待できる。

また、ロボット技術に関してヒューマンノイド型ロボットのほか最近では人力を支援するロボットや癒しロボットなど多様な技術が生まれているのも特徴的である。少子高齢化という差し迫った要求に対応した新しい形のロボット技術の創成が期待される。

さらに、環境系に埋め込まれた端末という観点からは、各種のセンサー技術、組み込みシステム技術などが重要であり、こうした要素デバイスにおいては優位性が期待できる。ネットワーク機能や環境認識やコンテキスト分析に代表されるソフトウェア技術において、新しい技術が獲得されることが期待される。

また、ブロードバンドインフラの整備は基本的に重要であり、日本においては家庭への光ファイバー敷設などが一定程度確保されているのは優位性のひとつと考えられる。

3.8.6. 少子・高齢化課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

【個と環境】

高齢者の感覚運動系の支援などによる自立した生活や高齢者自身の労働参加、さらには周辺の家族や地域の安心安全にも資するような、個人の周囲や家庭を含む環境に埋め込まれた、一層高度な端末技術が必要になる。これに対応して、まず物理レベルでは、人の生体情報を侵襲的または非侵襲的に把握し、さらに場合によっては制御するような状況が想定される。こうした状況では、生物の原理やナノテクノロジーに代表される微小世界におけるエンジニアリングも重要であり、全く新しい新原理に基づくネットワーク技術も期待されるところとなる。

また、高齢者自身の感覚運動系や認知能力を支援するためには、より一層高度な環境認識能力や文脈認識能力を端末技術をはじめとした環境側で備える必要があり、そのための情報処理能力や情報記録容量を、微小体積において、微小な電力で実現することが必要になる。そのためには高度な組み込みシステムや分散処理システム、低消費電力な端末技術などが必要になる。要素デバイスにおける各種の限界を踏まえた全体システムの設計と実装、すなわちネットワーク的な思想によるシステム設計が一層重要になる。高齢者を中心とした個人の周囲のネットワーク、周辺環境とのネットワーク技術、さらには個人側または環境側を適応的に制御するようなネットワーク技術が重要になる。高齢者自身はもちろん、その周囲の家族への異常の通知やその他のサービスへの連動など、家族やコミュニティの安心、安全を支援する環境ネットワーク技術としての展開も期待される。

【高度な認識】

さらに、個と環境に埋め込まれたネットワークの上に構築される機能についても、様々な新しいチャレンジが生じると思われる。抽象的には、不確実で予測が困難な、多様に変化する状況を認識し、その状況に応じて安全に機能を提供するシステムの実現が必要である。加えて、個々の高齢者や個々の家庭、個々のコミュニティのそれぞれで個別の事情や希望に対応して、技術に期待される支援の範囲が異なってくると考えられる。このように、一層高度で多様な要求に対応可能なネットワーク技術の実現が要請される。

また、環境とのネットワーキングの有効活用では、転倒防止や危険通知などによって、安全・安心な移動が屋外環境においても実現可能となり、事故を未然に防止する効果が期待される。また、環境の側が高齢者側の感覚運動能力を察知して、個々の能力に応じたその人のためのユニバーサルデザインを提供するといった機能などが期待できる。これらの技術では人の安全が確保されることは共通して重要であるので、高信頼、高可用性、低遅延、セキュリティなど基本的な特性はネットワークとして当然獲得されていなければならない。

【社会】

上記のような、個と環境を中心としたネットワークに加えて、社会システムとしての機能を実現していくことも重要になる。すなわち、高齢者自身の就労によって少子化による

現役世代の労働負荷を軽減したり、現役世代における子育てと仕事の両立などのワーク・ライフ・バランスの実現などの効果を誘引することが期待される。そのためには、家庭や仕事環境での不安を解消するだけのネットワーク機能が必要であり、また、生涯学習や地域コミュニティへの参加などを通じた豊かな暮らしと人生の実現に資するネットワーク技術が求められる。

参考文献：

- [3-8-1] Ron Brookmeyer, Elizabeth Johnson, Kathryn Ziegler-Graham, and H. Michael Arrighi, "Forecasting the Global Burden of Alzheimer's Disease," *Alzheimer's and Dementia* 3.3 (2007): 186-191.
- [3-8-2] 内閣府、高齢社会白書
<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index-w.html>
- [3-8-3] 内閣府、少子化社会白書
<http://www8.cao.go.jp/shoushi/whitepaper/index-w.html>
- [3-8-4] Quality of Life Technology Center, <http://www.qolt.org/>

3.9. 国際経済格差と新世代ネットワークへの要求

3.9.1. 顕在化する国際経済格差課題

交通や通信技術の発達により、物理的な人間の移動をはじめ、経済活動や情報の流通など、あらゆるものがグローバルに動くようになっている。特に、近年のインターネットの普及により、世界中のあらゆる場所でリアルタイムに情報取得や情報発信が可能となってきた。これにより情報通信のあり方が、マスコミなどの伝達手段を持ったものからの一方向の情報発信モデルから、誰もが情報を発信することが可能で、かつその発信された情報に対してフィードバックが容易に行える双方向型モデルへと移行が進んでいる。

インターネットをはじめとした様々な通信ネットワークは、技術開発力やコスト負担能力などの制約により、まず経済的に豊かである先進国にて急速に発展した。新たに接続したい国や機関が、ネットワークの「幹線」部分に更に接続しネットワークを拡大構築するため、幹線部分を保有する先進国が情報のハブとなり、富の源泉となり得る情報がこれらの国に集中するという現象が起き、一方の発展途上国ではネットワーク普及の立ち遅れによって情報格差が発生している。

3.9.2. 国際経済格差課題対策動向

電話網やインターネットは、発展途上国においては現在も普及段階にある。一例としてアフリカ諸国で多く報告されている事例を挙げると、普及のためにケーブルを敷設する必要がある固定電話は、その導入コストが妨げとなりなかなか普及が進んでいなかったのに対し、近年、固定電話に比較して少ないインフラコストで面的にカバー可能な携帯電話の普及が急速に進み、電話としてはこちらが主流となっている国が多い。また、端末の価格は現地の経済状況に比較すると高価であるため、地域内の複数の人数で一台の端末をシェアして使用するような状況となっている。

このように、発展途上国においてもネットワークの重要性は認知されており、それぞれの地域の事情に合うように敷設・利用が始まっている段階であると言えるが、先進国が保有するような情報への接続性にはいまだ大きな隔りがある。

3.9.3. 提案する国際経済格差課題解決アプローチ

このような経済状態の差異に起因する情報格差を解消するためには、新世代ネットワークが誰でもつながる、誰でも使えるネットワークとサービスを実現する必要がある。世界中あまねく利用可能な環境を構築可能なアーキテクチャであるために、以下の3つの要件を満たす必要がある。

第1に、地域ごとに異なる要求に対応可能なように、多様なネットワークやデバイスを収容可能であることである。スループットが高い通信環境を提供可能なネットワーク装置は次々に開発されるだろうが、このような先進機器はコストが高く、このような機器の導入が必須となるようなアーキテクチャでは広くあまねく普及することはかなわないだろう。

新たに特性の良いファイバーやケーブルの敷設を前提としたアーキテクチャも同様である。地域ごとの経済状況や既設のインフラの状況などに応じ、新しい機器のみならず、様々な機器やケーブルが利用できるようなアーキテクチャである必要がある。

第2に、管理が容易であることである。ユーザ数や通信トラフィックが増大した時や障害発生時など、ネットワークの維持作業は重要である。しかしながら現状では、ネットワークの増設や設定、障害発生時の原因究明・切り分けなど、複雑な専門知識を要する。これらの保守・管理のための人的コストや金銭的成本を軽減するような、維持が容易なネットワーク構成や、管理・設定の自動化機能やリモート管理機能などの実現が求められる。

第3に、現在の電話やテレビのように単機能ながら簡単なデバイスの実現が求められる。現在のPCや多機能な携帯電話といったユーザ端末は、使いこなすにはそれなりの情報リテラシーが求められ、これが情報格差を生む一因となっている。広くあまねく使われるためには扱いやすいユーザ端末を実現することが必要である。特に、新世代ネットワークがあらゆる情報を届けるインフラとなるためには、現在身の回りにある用途別に存在する様々なデバイスがそのままつながるようなネットワークの実現と、そのようなデバイスの出現が鍵となるだろう。

3.9.4. 国際経済格差課題解決の社会的インパクト

前項のようなアプローチをとりいれた新世代ネットワークを実現することで、国際経済格差に起因する先進国と発展途上国間の情報格差を軽減することが可能となり、以下のような社会的、及び経済的効果が期待できる。

【世界に広がるネットワークの実現】

地域の状況や要求に応じ、適切な機器や物理メディア（ファイバーやメタル線など）を利用したネットワーク構築が可能となり、また維持・管理が容易となることにより、世界にあまねく広がるネットワークが実現可能となる。これにより、あらゆる人がネットワークにつながり得る環境を実現することに加えて、公衆電話網のように世界各国に張り巡らされているレガシーネットワークを巻き取ることも可能となる。

【誰でも使えるネットワークの実現】

簡単に使えるデバイスやサービスの発展により、誰でも使えるネットワークが実現する。わかりやすく、使いやすいユーザデバイスが提供され、それが新世代ネットワークに接続されることにより、複雑な知識やノウハウを必要とせずに、直観的にネットワーク上から参照したい情報を受信したり、ネットワーク上で提供されている利用したいサービスを容易に享受したりすることができるだろう。誰もがネットワークを能動的に使える状態にすることにより、教育や介護の実現手段やコミュニティの在り方、社会参画の仕方なども変化して行くだろう。

【情報格差の解消】

誰もが情報の発信主体となり得ることから、これまでネットワーク上で見られなかったような発展途上国からの情報の発信が可能となり、先進国への情報の集中が緩和される。これまで主に経済的に豊かな側、势力的に優位な側から発信された情報が流通していたが、異なる視点からの情報発信が可能となることにより、情報の多様性が増すとともに、複数の情報源を元にした事象の考証が可能となるとともに、相互理解が進むことが期待される。

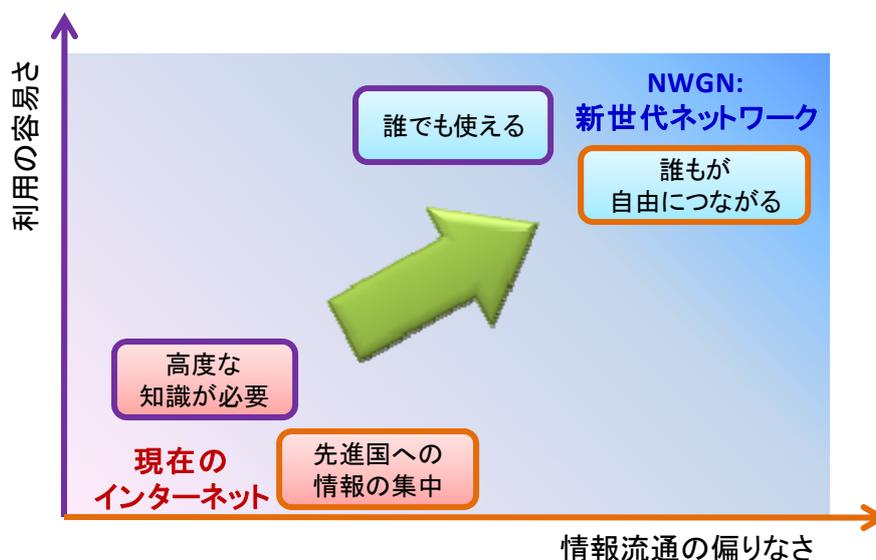


図 3.9.1 新世代ネットワークの進化の方向性

3.9.5. 国際経済格差課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

このような格差の是正に貢献可能な新世代ネットワークを実現するにあたり、日本は複数の技術的優位点を持っている。

【ネットワーク管理・制御技術】

ネットワークの管理自動化やリモート管理技術においては、産業からホームアプライアンスまで様々なレベルの商用化技術を有している。インターネット上のルータや、携帯電話網内のネットワークノードの製造・販売など、世界に比肩する技術を有している。

【携帯端末技術】

端末電話の小型化や高機能化において、複数の優れた会社が存在する。特に、新機能をネットワーク側と連携した形で実現していくという点では、世界でも群を抜く実力を有する。日本では、技術の標準化を待たずに独自仕様を策定して先行的にサービスを展開して行く傾向が強いため、世界市場におけるシェアや価格競争力では近年厳しい状況に立たされてはいるが、サービスと端末の高機能化においては優位技術を保有している。

【省電力技術】

日本は環境技術に早くから取り組んでおり、省電力化に関しても先進の技術を有している。世界中で使われることを見込むネットワークであるので、個々の機器の省電力化は欠かせないものである。同時に、無線技術を利用したモバイル端末やセンサー端末なども新世代ネットワークにつながることを考慮すると、省電力化によりこれらの端末が長時間利用可能とすることも必要である。

【生産・品質管理技術】

日本の製品は一般にオーバークオリティといわれるほどの品質を維持してきており、国際的な信頼を勝ち取ってきている。この品質管理能力を生かすことで、高信頼・高品質な製品を提供することで交換・修理等の発生低下を狙い、維持・管理コストを低減した新世代ネットワークの実現に寄与できる。

3.9.6. 国際経済格差課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

国際経済格差により発生する情報格差を軽減するため、新世代ネットワークには以下のような技術が求められる。

まず、多様なネットワーク規模に対応するスケーラブルアーキテクチャ設計がなされている必要がある。様々な特性を持つネットワーク機器を受け入れ、各国の事情に適したネットワーク構築を可能とし、それらを柔軟に接続していくことが可能なネットワークを実現しなくてはならない。また、ネットワークの維持・管理コストを低減するために、Zeroconfのような機器の自動設定及び自律分散ネットワーク構成技術が必要である。

また、必ずしも電源事情などが安定した場所で使われるとは限らないため、不安定・不確実環境下でも動作するネットワーク機器及び構成である必要がある。例えば、電圧が不安定であったり、或いは電源供給の瞬断が発生したりしても正常動作するネットワーク機器の実現や、一部の機器が一時的に動作不能になった時でもリカバリ可能な再送、リルート、及び冗長性を確保した情報転送ができるネットワークの実現が必要である。

3.10. 文化・生活の多様性と新世代ネットワークへの要求

3.10.1. 文化・生活の多様性において期待される将来展望

世界中の人々がネットワークを介して接続されることにより、様々な背景を持つ人たちが情報を発信し、意見を交換し、交流することが可能となってきた。インターネットの登場によりこのような動きはすでに発生してきているが、使用される言語や基本的な立ち位置（思想や考え方）の違いから、必ずしもプラスの方向に機能しているとは言えない。

そこで新世代ネットワークでは、この交流の障害となっている事象を排除、もしくは軽減する仕組みを導入することにより、文化的、社会的、人種的、民族的、宗教的差異を超えた相互理解や交流を支援するフレームワークを形成し、その上で様々なサービスの提供を行っていききたい。また、同一のフレームワークを活用し、身体能力の差異や障害などから生じる受容能力の多様性を許容し、社会参加や社会貢献活動の支援をしていきたい。

3.10.2. 提案する文化・生活の多様性アプローチ

異なる文化背景を持つものが交流する際に最も大きな妨げとなっているのは言語の違いであろう。現在、様々な言語間において自動翻訳を行うソフトウェアの開発が進められているが、口語などの砕けた文章の誤訳や、意味は正しくても、元の口語が持っていたニュアンスの欠落など、実用に向けては一層の精度の改善が求められる。また、音声認識や音声合成技術の開発も進められており、これらの機能を組み合わせることにより、動画再生時や双方向通信時などにリアルタイムに翻訳が行われたり、自分が理解できない言語の文章を理解できるように翻訳のテロップが自動生成されたりする機能を実現する。

ネットワークを介して送受信されるのは主にデジタルデータであるが、その入出力には光（ディスプレイ）や音（スピーカ）が、手の動作（キーボードやマウス、ボタンやタッチパネル）などが使われることが多い。しかし、障害や老化などによりこれらの動作が難しいという人もいるだろう。新世代ネットワークにおいては、この入出力部を多様化し、例えば手話やジェスチャー、眼球の動きなどあるルールに基づいた動きを認識・生成できる機能をネットワーク上に持たせ、前記のフレームワークに組み込むことで障害を持った人の生活を補助できる機能を提供していきたい。

グローバル化が進む現代においては、異なる言語を話す人と接することはごくありふれたものとなっている。そのため、外出先でも異文化間交流をサポートするような機能が提供されるべきである。現在の携帯電話のように小型で高速な通信が行える無線機器を介して、どこにいてもネットワーク上に存在する前述のようなサービスが利用可能である、地球規模でのユビキタスなネットワークアクセスの実現が望ましい。このような携帯型機器は、処理能力や記憶容量を拡大しようとする消費電力や大きさに影響するため、いわゆるクラウドコンピューティングのような、ネットワーク側に処理能力や記憶をゆだねる仕組みを取り入れたフレームワークを考案する必要がある。

3.10.3. 文化・生活の多様性実現の社会的インパクト

提案したアプローチにより、文化や生活、そこで生活する人たちの多様性を尊重し共生できる世界の実現に寄与することが可能となることで、以下のような社会的、及び経済的効果が期待できる。

【文化的壁の超越】

これまで、異なる文化的背景を持つ人たちが交流するときに障害となっていた言語の違いによる負荷を、言語変換技術と音声認識・合成技術を組み合わせることにより、リアルタイム自動通訳を実現することにより解消する。これにより、例えば旅行や出張などで外国に行った時にも、言語変換を通じてスムーズに交流を行うことが可能となる。

【視覚/聴覚障害者のサポート】

音声認識、手話認識・合成など、それぞれが最も受け入れやすい形の情報に変換する機能により、視覚/聴覚障害者の社会参加を補助することが可能となる。障害を持つ人の社会参加への物理的な障害を取り除くとともに、このようなサポートを人間ではなくネットワーク（機械）が提供することで、気兼ねや遠慮といったサポートを利用することに対する心理的な抵抗を取り除き、常にサポートが受けられるという安心感を提供し、より容易な社会参加を促すことが可能となる。

【地理的/文化的知識のサポート】

その社会の者にとっては当然のことである地域や文化に固有な知識の収集を行い、初めてその地域を訪れる者に対してそれらのさまざまな情報（地図、集合知、暗黙知等）を提供するサービスが実現できる。一例として、旅行時など、社会習慣やチップ、治安上危険な場所や、或いは次の目的地までの公共交通機関を使った移動方法などを情報として提供できる。別の例としては、異なる信仰を持つ人と話をする時に、その信仰における常識やタブーなど、会話において前提となる情報や避けるべき話題などについてあらかじめ知ること、相互を尊重し無用な衝突を避けるような利用も考えられる。

【地球規模でのユビキタスネットワーク】

そのために、あらゆる所からネットワークに接続が可能で、必要なサービスや情報をいつでもどこでも必要なクオリティ、必要なセキュリティで提供することが可能となる。これにより、前述した自動翻訳、音声認識、集合知データベースなど、必要な時にネットワークのサービスを参照し、利用することが可能となる。但し、100%どこでもアクセス可能なネットワークというのは現実問題として実現は難しいが、コグニティブ無線技術やユビキタスネットワーク技術などを駆使し、その可能性を追求していくことになるだろう。

このようなサービスは、例えば「言語 A で話す」→（言語 A の音声情報）→「言語 A の

音声認識技術」→（言語 A の文字情報）→「言語 A から言語 B への翻訳」→（言語 B の文字情報）→「言語 B の点字情報に変換」→（言語 B の点字文字情報）→「言語 B の点字の読み取り」というように、複数段のサービスが串ざしで適応されることによりコミュニケーションが成立する。この串ざしのパターンは、コミュニケーションを行う者の組み合わせにより異なるし、コミュニケーションの方向（例えば前例での B→A 方向）によっても異なる。そのため、ネットワーク上のどこに必要なサービスが提供されているか発見し、組み合わせるためのフレームワークの提供が必要となる。

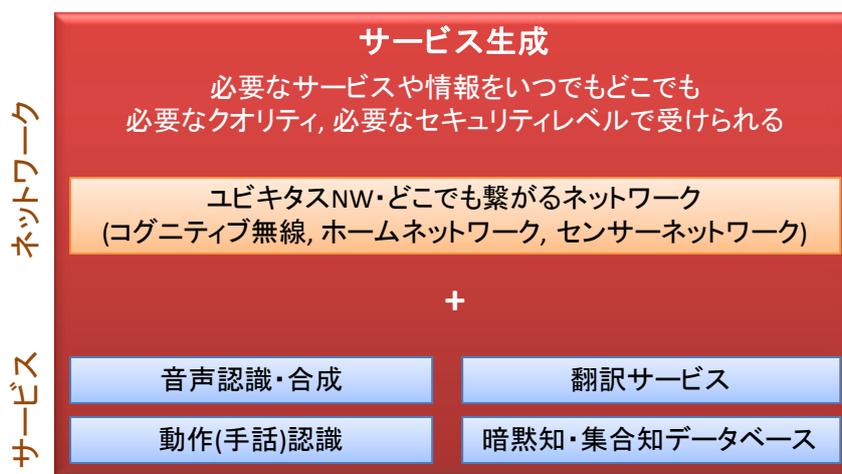


図 3.10.1 文化の壁を越えた交流を支えるサービス生成技術

3. 10. 4. 文化・生活の多様性実現アプローチにおける日本技術の優位性

このような格差の是正に貢献可能な新世代ネットワークを実現するにあたり、日本は複数の技術的優位点を持っている。

【自然言語処理技術】

言語の翻訳技術に関して、多くの研究が進められている。言語コーパスや言語グリッドの構築に関する研究なども行われている。また、コンピュータ用のソフトウェアとしてある程度実用化されている。また、音声認識技術についても研究が進められており、未だ個人差や方言の認識などに難はあるが、コンピュータソフトやカーナビゲーションの操作、或いは電話の自動応答システムなどですでに商用利用されている。

【情報メディア処理技術】

手話などの動作を認識し、その動作パターンから文字に変換したり、手書きの文字をイメージや筆順などに基づいて認識したりする技術など、研究が進められている。特に後者の文字認識については、筆順を使ったものは PDA などのデバイスの入力手段として、イメ

ージとしては郵便物の仕分け装置や、PC 向けの OCR ソフトウェアなどとして、文字種やフォントに制限はあるが実用化がなされている。

【省電力、高信頼、小型のデバイス開発技術】

無線技術を利用したモバイル端末にとって、省電力化により端末の長時間利用ができることは必須の技術である。日本は多くの会社が、小型で小電力な携帯電話や電子辞書などの小型デバイスを製造販売しており、その技術力は世界の先端をいくものである。

【ユビキタスネットワーク（センサー、RFID 等）の応用・活用技術】

日本ではユビキタスコンピューティング、ユビキタスネットワーク技術に関する研究が早くから行われており、国家戦略 u-japan として推進してきた経緯もあり、その技術の蓄積は大きい。

3.10.5. 文化・生活の多様性実現に向けた新世代ネットワークへの技術要件

文化や生活の多様性を受け入れ可能とするため、新世代ネットワークには以下のような技術が求められる。

まず、分散型情報メディア処理技術と自律サービス生成技術が必要である。個別の機能はシンプルでかつ高速で動作するが、それらを自在に組み合わせて利用できるようなフレームワークが提供されなくてはならない。合わせて、認識や翻訳に必要な情報データベース自体の分散技術も持ち合わせている必要があり、データ配置の最適化と省電力アクセス技術を新世代ネットワークが持ち合わせる必要がある。

また、ユビキタスネットワークアクセス環境を実現するために、コグニティブ無線技術とセンサーネットワーク技術、メッシュ/アドホックネットワーク技術を融合した、利用可能な周波数を自動で探索し、自ら近隣とリンクを構築していくための技術が、エッジ部分のアクセスネットワークに求められる。さらに、高い接続性の実現と相反する課題ではあるが、デバイスの省電力化も必須である。

3.11. メディア融合と新世代ネットワークへの要求

3.11.1. メディア融合に期待される将来展望

そもそもメディアとは、映像・音声・文章などの情報を伝達するために用いられる媒体である。不特定多数の受け手を対象に情報を発信するようなものを特にマスメディアとも呼んでいる。報道の役割を強く持つ新聞・テレビ・ラジオに加えて、雑誌・Webなどもメディアに含まれる。近年、高速な通信環境の一般家庭への普及と、放送コンテンツのデジタル化・受信機の低廉化に伴い、メディア融合の代表である通信・放送融合のサービスが叫ばれて久しい。既に放送されている携帯端末向け放送であるワンセグ放送におけるデータ放送やインターネットを用いた動画配信などは良く知られている例である。ここでは特に通信と放送について議論する。

法制度上の定義でいえば、電気通信とは「有線、無線その他の電磁的方式により、符号、音響、映像を送り、伝え、又は受けることをいう（電気通信事業法第二条第一号）[3-11-1]」のであり、放送とは「公衆によって直接受信されることを目的とする無線通信の送信をいう（放送法第二条第一号）[3-11-2]」となっている。この意味では、放送は通信の一部であるといえるものの、これまで両者を区分した法体系がなされている[3-11-3] [3-11-4]。その後、通信・放送の融合・連携に対応するため、2006年8月から通信・放送の総合的な法体系が検討され始めている[3-11-5]。現状では、通信放送法制を「情報通信法（仮称）」として一本化した案が示され、意見募集の結果が公表されたところである。今後、それらの意見を踏まえつつ2010年の法案提出を目指している。また、著作権法[3-11-6]上でも両者の権利許諾の手続きには差があり、通信・放送融合を推し進めていくためにはこれらの差を解消していく必要があったが、2006年12月の改正により放送の同時再送信に限り放送と同等の扱いとなるなど両者の差は解消されつつある。以上のように、法制度上のメディア融合対応が将来にむけ着々となされるものと期待される。

次に、サービスの面から考える。通信技術の側面からの融合サービスとして、光ケーブルによる有線放送において、WDM(Wavelength Division Multiplexing)を用いた多重化により放送と通信をまとめて伝送するサービスがある。また、アクトビラ[3-11-7]やYouTube[3-11-8]などインターネットを用いたマルチメディアサービスは広く知られている。さらには、IP マルチキャスト技術により同じ内容のコンテンツを多数同時に送信でき、地上デジタル放送のIP再送信も可能となり、すでにサービスも開始されている[3-11-9]。

一方、放送技術の側面からの融合サービスとしては、放送のデジタル化と双方向機能により、クイズの解答やアンケートの回答ができるサービスがある。他にも、送信されるコンテンツは同一であるがユーザ提示側での選択により、天気予報や株価情報など個別に表示内容を変更して、ユーザ要求に適應することが可能となるサービスも行われている。

しかしながら、現状では多様な伝送媒体の組み合わせあるいは置き換えをしているだけの単なる連携サービスであり、両者の長所である個別適応性と即時同報性を兼ね備えた厳密な意味で通信と放送が「融合」したサービスは皆無といってよい。

それは、通信と放送のお互いが他者の利点を自己の技術として補完しきれていないのが一つの原因であると思われる。すなわち将来において、通信において放送の利点であるあまねく広い即時情報伝達が確保され、放送において通信の利点である個別要求への適応が実現されてはじめて、真の意味で「融合」したサービスが現れるものと期待される。

さらに、メディアによって発信されるコンテンツに目を向けると、放送局や通信事業者のみならず、PCの高性能化やデジタル機器の普及により個人が簡単に制作できる環境が整ってきている。加えて、現在の通信環境のブロードバンド化や携帯電話の普及により、ブログやSNSなどに代表されるように、個人が自ら簡単に情報を発信できるようになっている。今後ますます、いわゆる公共性の高い放送コンテンツなどと合わせて個人やコミュニティから発信される多様な情報が増大すると考えられ、それら多くの情報が、いかに信頼がおけるのか、著作権やプライバシーを侵害していないのか、意味のある情報なのか、といったコンテンツの質を担保する技術の開発と、個人やコミュニティによる容易な情報配信を支えるプラットフォームの創出が重要となってくる。

また、真にメディアの融合が実現される時代においては、よりコンテンツの質に重きが置かれるようになり、既存のビジネスモデルが変化し新たなビジネスモデルが出現することが予想され、柔軟なメディア融合サービスの創出をしていくことが求められる。

3.11.2. 提案するメディア融合実現へのアプローチ

ここでも、引き続きメディアの代表として通信と放送の分野を考える。

まず、通信の分野を考えると、放送の特徴である、あまねく広く安定した伝送を行える必要がある。そのために、ネットワークは何があっても止まらない頑健性を持ち、安定した映像提供のために常に帯域が確保でき、場所を問わず通信可能で、同一のコンテンツを多数同時に送信できる技術が必要となる。また、放送では送信することのできないような大容量コンテンツあるいは付加的な情報などの送信が可能である必要がある。

次に、放送の分野を考えると、通信の特徴である、ユーザの要求に応じて適応的にコンテンツの選択・変更が可能となる必要がある。そのために、放送の中でより多様なコンテンツを提供して受信機側での選択の幅を広げることはもちろんのこと、別の伝送媒体で伝送されたコンテンツを組み合わせてユーザの要求に応じて変換・提示するような技術も必要となる。また、現状の放送では表現できないような、高精細・高臨場感な映像表現技術も当然必要である。

さらに、サービスに関しては、通信と放送の個別なサービスでは得られないような新たな付加価値を与えることが重要となってくる。そのために、好きな時好きな場所で見たいコンテンツを視聴できるとか、今まででは見ることはできなかった映像であるとか、体験できないような感動が得られるなど、現状では考えられないようなインパクトのあるサービスの開発が必要である。また、ユーザにとって分かりやすく負担とならないシステムとすることは忘れてはならない重要なポイントである。

3.11.3. メディア融合の社会的インパクト

コンテンツの伝送手段（無線通信、有線通信、放送など）を意識させないネットワークの実現により、ユーザは、いつでもどこでもどんな状況でもコンテンツを発信・視聴できるシームレスな環境でサービスを享受することが可能となる。このような TPO を意識しない送受信環境が実現されることで、ちょっとした待ち時間や空き時間など、現在では十分に活用できていない短い可処分時間をより有効に使用することが可能となる。

コンテンツの内容の高度化により、全く新しい体感を与えるサービスが実現される。ユーザの年齢や受容能力に応じてコンテンツが適宜変換提示されることにより、例えば、高齢者の方には自動で音声をゆっくり再生したり、視覚障害者の方のために自動でニュースを読み上げたりする誰でもが楽しめるユーザ適応サービスが可能となる。また、今まで視聴していた次元とは全く異なるような高精細・高臨場感な体感を与えることができるサービスの提供も可能となる。このようなサービスの提供により、居ながらにしてすべての人がより多くの情報をよりリアルな体感で取得可能となり、視覚、聴覚に加え五感をフルに使ったコンテンツ伝送の可能性も広がる。

さらに最終的には、両者の技術を統合していくことで、場の雰囲気や参加感を与えるパブリック送受信環境を提供することを可能とする。このような環境が実現されることで、ユーザの視聴している環境まで含めた形で、臨場感・参加感のある劇場・スタジアム型のパブリックビューサービスの提供、また、家族の中心となるメディアとして新たに位置づけられることにより家族団欒の復活、学校教育での利用により学校間の交流授業や体験授業などの応用、さらには地域コミュニティ内での運動会やサッカーチームの試合などの映像共有の利用などが可能となる。

以上のような、メディア融合時代を支えるネットワーク基盤を新世代ネットワークが提供する。

3.11.4. メディア融合実現へのアプローチにおける日本技術の優位性

通信分野においては、ブロードバンド環境の広い普及は、広くあまねくコンテンツを送る基盤としては十分優位となる点である。

放送分野においては、超高精細・超臨場感放送に向けた技術研究開発を世界に先駆け行っており[3-11-10]、その実現に向けては最も近い位置にあるといえる。

また、地上デジタル放送・ワンセグ放送が既に実用化されており、その運用実績を積んでいるのは優位な点である。さらに、対応携帯端末の急速な普及の一助を担っている携帯端末技術も日本の優位な点といえる。

3.11.5. メディア融合実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求

ここでは、メディア融合実現に向けた、新世代ネットワークすなわち通信への技術要求ということで、特に通信・放送融合に焦点をあて、放送とユーザの立場から議論する。

まず、放送の立場からは、放送コンテンツの伝送手段として、「素材伝送から1次分配、2次分配まであまねく広くかつ高品質高信頼かつ安定安価な伝送が実現されること」「放送では伝送できない大容量コンテンツ（高精細・高臨場感映像）が伝送できること」が必須要件である。また、単なる伝送手段にとどまらず付加的なコンテンツの伝送手段として、「放送だけでは提供できないより豊かなサービス（有益な関連情報や関連映像など）が提供できること」「様々なセンサーによるセンシング情報などから社会動向や視聴者ニーズを得てサービスに反映できること」なども新たなメディア融合サービス実現には必要となる。

次に、ユーザの立場からは、享受できるサービスとして、「好きな時好きな場所で好きなコンテンツを視聴できる（TPOシフト視聴）こと」「ユーザの状況に応じて適切にコンテンツが提示されること」「今まで見たことのない体感ができること」「個人やコミュニティの範囲で容易にコンテンツの配信共有ができること」などは非常にインパクトのあるサービスといえる。

以上の内容を踏まえ、新世代ネットワークへの技術要求を以下に示す。

- コンテンツの伝送手段（無線通信、有線通信、放送など）をユーザに意識させないネットワーク技術
- 様々なセンシング情報を利用して、ユーザの意図や感情に適応し、また視聴環境を把握するセンサーネットワーク技術
- 複数伝送路から得られるコンテンツをマージして提示する技術また複数コンテンツの違和感のない同期制御技術
- 容易に情報配信可能なメディア融合プラットフォーム

参考文献：

[3-11-1] 電気通信事業法

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S59/S59HO086.html>

[3-11-2] 放送法

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S25/S25HO132.html>

[3-11-3] 総務省「通信衛星を利用した通信・放送の中間領域的な新たなサービスに係る通信と放送の区分に関するガイドライン」（1997年12月策定、2001年12月改訂）

http://www.soumu.go.jp/s-news/2001/011226_1.html

[3-11-4] 電気通信役務利用放送法

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H13/H13HO085.html>

[3-11-5] 通信・放送の総合的な法体系に関する研究会最終報告書（平成19年12月6日）

http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/tsushin_houseikaku/pdf/071206_3.pdf

- [3-11-6] 著作権法
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S45/S45HO048.html>
- [3-11-7] アクトビラ
<http://actvila.jp>
- [3-11-8] YouTube
<http://jp.youtube.com>
- [3-11-9] ひかり TV
<http://www.hikariv.net/>
- [3-11-10] NHK 放送技術研究所
<http://www.nhk.or.jp/str/>

3.12. 知識社会と新世代ネットワークへの要求

3.12.1. 知識社会課題

【産業のシフト】

戦後の高度経済成長は効率的で画一的な大量生産を核とした製造を基軸に展開し、20世紀後半においては、情報通信技術の急速な発展を受けて、産業の中心が製造からサービスなどを中心とした第3次産業へとシフトした。工業主導から知識主導の情報社会への転換とも呼ばれている。もちろん、製造の重要性が消えるものではないが、そこで中心となる概念は、画一大量生産から少量多品種へと転換している。

こうした潮流は、経済諸活動において「生産よりも構想と設計」、「追従ではなく新規創造」、「単純作業ではなく知的創造」といった様式で、知識を中心とした領域へと重要性がシフト、すなわち、いわゆる知識社会化がますます強まっていることにほかならない。さらに、クラウドソーシング[3-12-1]やコレクティブインテリジェンス[3-12-2]などに見られるように、創造性や叡智の獲得の様式として、ネットワーク技術が不可欠なたちで関与している新しい現象が次々に見られる状況にある。

このような知識社会化に関連して、日本においては直接に間接に様々な課題が顕在化している。

【労働生産性】

例えば労働生産性の問題がある。日本の労働生産性は極めて低く、知識社会への対応以前の問題として、様々なビジネスプロセスを一層効率化していくことが差し迫った要請として存在している。もちろん、ビジネスの効率化において、膨大な投資を必要としないかたちでオンデマンドにて情報技術資源を調達するということは、あとにも指摘されるように知識社会化における情報通信技術の極めて重要な要件と深く関連している。

【労働力】

また、少子高齢化に伴う労働人口の拡充が必須であり、性別や年齢、地域などに分け隔てなく、創造的活動へと人々が関わっていくことが重要になる。

【価値創出の新しい形態】

また、マイクロソフト（Microsoft Corporation）に代表されるソフトウェアのパッケージ販売とグーグル（Google, Inc.）に代表される無料の情報蓄積・分析・提供サービスのせめぎあいに見られるように、伝統的な価値や収益のあり方が、知識社会の進展に伴って根底から変貌しつつある。オープンソースソフトウェアなどオープン化の潮流も強力である。こうした現在の潮流は、さらなる知識社会化に向けた途中フェーズのひとつであるともいえ、さらに将来の展開を見据えた先鋭的な取り組みの必要が高まっていると言えよう。

3.12.2. 知識社会課題対策動向

知識社会化に関連した技術潮流は、情報通信技術の多様な側面において様々に観測される。

【ツール】

ブロードバンド環境の普及整備や Web2.0 などと呼ばれるインターネットの技術の流れにも見られるように、個人にとっての情報収集や情報発信の機会費用は極端に押し下げられている。グーグルに代表される検索サービスなどは、単なるキーワード検索には全く留まらず、例えば個人の興味や履歴などを踏まえた高度なサービス提供機能などへと変貌を続けており、これらが、個人の知的活動のあり方や知的活動の範囲を、これまでとは異なった様相にしていることは疑いがないだろう。

【環境、オフィス】

また、グループウェアや ERP(Enterprise Resource Planning)など、企業や組織の運営やビジネスプロセスの効率化を反映したサービスはこれまでも広く使われてきたが、最近ではこうしたサービスを支える資源が、ハードウェアとしてもソフトウェアとしてもサービスとしても、実質的に企業や組織の外部へと移されたり、実質的にオンデマンドで調達できつつあるのは近年の大きな潮流のひとつであろう。すなわち知識社会化の帰結として、個人や組織がそれらのコアコンピタンス、コア事業、あるいは創造的活動を展開することに注力して、周辺的ないしは付帯的プロセスは外部化あるいはオンデマンドで調達するといった傾向である。仮想化の進行と言い換えることもできよう。

また、知識社会においては、セキュリティやプライバシーといった術語で代表されるように、情報管理の重要性が様々な局面で一層高まってくる。これを受けて、ネットワーク技術を活用したディスクレス端末なども一部の企業等では使用が始まっている。また、情報が個人や企業、組織の生命線として一層重要になるため、その保全、たとえばバックアップなどには一層高度な要件が課せられるようになる。

【インフラストラクチャ】

上記のような高度で複雑なサービスを支えるためには、ハードウェアとして極めて強力に信頼できる計算機環境やネットワーク環境が必須であり、その上に構築されるソフトウェア技術、サービス開発もますます重要になっている。まず、ハードウェアに関してはデータセンターあるいはデータベースがますます大規模化しており、ビジネスや社会システムのまさに生命線ともなっている。ソフトウェア技術は、サービスサイエンスやサービスプラットフォームなどの術語に代表されるように、より複雑で機能的な、あるいは社会的規模の問題を、ある種の計算として、あるいは一種の形式として取り扱い可能な方向へと強く動機づけられている。

3.12.3. 提案する知識社会課題解決アプローチ

知識社会に対応するアプローチとして、(1) 個人、(2) 組織や環境、(3) 社会、(4) インフラストラクチャ、の4つの切り口を考える。ただし、これらの個々の切り口を独立して切り出すことは実際には困難であるので、上記の4個は便宜上の分類であることに注意されたい。

【個】

まず、個人レベルから見た知識社会の切り口として個人の創造性という視点に着目してみよう。個人の創造性の極限的形体としては、脳や身体など、個人の身体性そのものを直接にネットワーク技術や情報技術で支援するアプローチが考えられる。このような極限的な形式に及ばない範囲においても、個人の履歴や行動などの個人の属性と、個人の創造的活動の活性化には多様な技術的支援が考えられる。具体的には、個人の周囲の多種多様な端末環境での創造性支援やネットワーク上の大量情報を含む情報爆発環境での個人の創造性支援などについて様々なアプローチを検討できる。

【組織・環境】

次に、組織や環境レベルでも、知識社会においては、その組織の創造的活動を活性化することが肝要になる。個々の組織のコアコンピタンスへの焦点化と言い換えることもできよう。そのためには、当該組織における個人の創造性支援はもちろん、個人と個人のネットワーク、個人と組織のネットワークなどによって、組織としての創造性につなげることが重要になる。ここにおいて、文字などの形式として明示的にデジタル化された情報ばかりでなく、組織に潜在する暗黙知などに関しても、これを技術的に効果的に取り込んでいくことも考えられる。さらに、組織の活動範囲のグローバル化や少子高齢化などによる労働力の変化を受けて、言語や世代などの境界を越えた共創環境の創成などの視点も重要になってくる。

【社会】

さらに社会のレベルの創造性支援という切り口からは、既に、クラウドソーシングやコレクティブインテリジェンス、オープンイノベーションなどの術語に見られるように、組織を越えた知恵の獲得に関する取り組みが行われつつある。こうした社会的あるいは地球規模での創造性に関しては今後も様々な技術的課題が考えられる。前記のような、地域や言語、文化を超えた知識社会の基盤となる技術はもちろん、知的財産のあり方、経済的な原理のあり方、あるいは貨幣や金融のあり方についても、現在とは根本的に異なった有り様も想像ができる。

【インフラ】

上記のような知識社会化の前提として、極めて強固で高度な基盤的情報通信システム技術が要請される。これらのインフラストラクチャの大規模化、頑健性、ユーザ要求に対する即応性、管理や運用自体における高度な技術の獲得、などは一層重要になる。また、こうしたインフラストラクチャの充実は、個人や組織がそれらの創造的活動に注力するためにも極めて重要である。現に、オンデマンドでハードウェアやソフトウェア、さらにはサービスを調達していくという考え方は急速に広まっている。いわゆる仮想化が様々なレベルで進行していくのは確実であり、この視点からの技術開発が重要になる。

一方で、個人や家庭における末端の端末など、個人や家庭の周辺にも大量のデータが存在する環境となっている。これらのデジタルデータの利活用に関して知識社会の視点から

様々に取り組むことが考えられる。

3.12.4. 知識社会課題解決の社会的インパクト

【個】

まず、個人の創造性を高めることは、知識社会で最も重要なビジネスプロセスに寄与する能力の向上ともいえ、価値創出の源泉に担うことになるとも期待できる。また、労働人口の変化やワーク・ライフ・バランスの実現の観点からも、個人の創造性を支援する技術の実現が、労働生産性や労働力を高めると同時に充実した生活にも資すると期待できる。

【組織】

組織にとっても、知識社会で持続的発展を遂げるためには、個人と個人、個人と組織、個人と環境、組織と組織、といったネットワーク的観点からの相乗効果によって、それぞれの組織として創造性を獲得することが競争優位につながっていくと期待できる。

もちろん、生産や物流、財務や総務など様々なビジネスプロセスを効率化することは知識社会以前に要請される基本的課題であるが、これに加えて、社会のなかの個人の認識や情動の傾向、個人と個人の関係のネットワークを踏まえた各個人や集団の動き、さらには様々な環境の微妙な変化なども取り込んだより一層高度な展開が期待される。

【社会】

一方、社会の立場からは、地域、世代、言語、文化を超えた交流による新しい価値の創造などがある。クラウドソーシングは、既に今日においても拡がりを見せているが、しかし多様な個人や社会を包摂するようなレベルにはもちろん全く達していない。そのためには、情報通信環境が空間に対しても人に対してもこれまで未到達だった領域に実質的に拡がっていく必要がある。

3.12.5. 知識社会課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

【端末技術】

まず個人の周辺に注目すると、携帯電話、情報家電、ゲーム機器などの端末が広く普及し、これらの情報機器に関連した領域での日本の優位性を指摘できる。人々の生活に既に溶け込んでいる領域も多々あり、これを創造性や生産性の向上に結びつけることが期待される。

【摺り合わせ】

生産性の低さが日本の課題として指摘される一方で、いわゆる組織間や組織内のきめ細かい調整を必要とするような、摺り合わせ型の産業における競争優位性は指摘されている。あうんの呼吸に代表されるような相互調整能力や組織の暗黙知が、日本の強みとして潜在している可能性がある。一方で、近年の情報通信技術が影響力を持つためには、摺り合わせを核とした技術のブラックボックス化だけでなく、インターフェースなどのオープン化や標準化が大変重要になる。新世代のネットワークにおいて、摺り合わせ領域とオープン化

領域の境界を見いだすことは大変重要になる可能性がある。

【ブロードバンド環境】

また、ブロードバンド環境が広く普及していることは知識社会のインフラストラクチャの一部が既に手当されていると読み替えることもでき、ここは優位性のひとつではある。

3.12.6. 知識社会課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要件

【個】

まず、個人に注目して技術を議論してみよう。創造性を発露させているのは、結局は個人の脳における作用の結果であると極端な解釈をすれば、脳レベルからのネットワーク技術支援という究極的な技術の存在が導かれる。少子高齢化でも議論されているように、例えば高齢者にとっては加齢に伴う感覚運動系や認識系の劣化は避けがたく、創造的活動にそもそも参加するための技術支援は有効と期待できる。個人に備わっている能力に応じて必要な機能を手当するネットワーク技術が検討し得る。

上記では各個人を環境から切り出しているが、実際には各個人はそれぞれが生きている文化、そこにおける様々な作法、さらには身体性などと不可分の関係にある。すなわち広い意味での環境との相互作用によって様々な発想や想像力が誘起されており、また、全く同一環境におかれた個人であっても、それまでの履歴や個々の感受性によってそこで引き起こされる発想には違いが生まれる。このような環境の効果や個人の経験の蓄積や学習効果等も踏まえるような形で、例えばライフログなどのデータベースとの連動するような形で個人の創造性支援などの機能が獲得されることも期待される。もちろん、セキュリティやプライバシーの確保を十分に手当しておくことも必須である。

【個と環境】

個人の創造性を支援するネットワーク技術として、個人の周辺の端末技術の高度化、これらの端末間のネットワーク化、さらにオフィスや公共空間に埋め込まれた情報ネットワークとの連携などが期待される。

さらに、個人や組織、さらに組織間の暗黙の了解を通じて、あるいは非言語的コミュニケーションによって、結果として調整機能が達成され全体としてのシステム機能に至るような摺り合わせ能力を、一層磨き上げるようなネットワーク技術、あるいはこれらの隠れた財産をより活用するようなネットワーク技術などの発展も期待される。

【社会】

社会的、地球的規模での共創環境に向けては、文化や言語、世代などの限界を超えた環境構築が期待される。こうした新しい創造性のあり方は、知的財産や金融などに関しても従来とは根本的に異なった原理を誘起していくとも思われ地球規模での構想力も肝要になってくると思われる。それに対応した新しい技術を構想してその基盤を獲得することが重要になる。

【インフラ】

上記のような知識社会においては、ますます量的拡大を続ける情報処理要求に対応可能とするばかりでなく、質的に新しい一層高度な要求機能を支えるインフラストラクチャが必要になる。それに必要な安全性、セキュリティ性、頑健性などは基本的に重要であり、知識社会の根底を成すことになる。また、データセンターに集中化されているデータ資源ばかりでなく、個人や家庭の周辺の多様な端末にも大量のデータ資源が偏在する環境になる。こうした状況や環境に対応した新世代ネットワークが、知識社会の基盤を形成することが期待される。

参考文献：

- [3-12-1] Jeff Howe, *Crowdsourcing: The Coming Big Bang of Business and How It Will Change Your World*, Crown Pub, 2008
- [3-12-2] Pierre Levy, Robert Bononno, *Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace*, Basic Books, 1999

4. 新世代ネットワーク実現のための技術チャレンジ

社会問題を解決し、知識未来社会を具現化していくうえで、あらゆる形態のコミュニケーション基盤となる新世代ネットワーク技術は必要不可欠なものであり、欧米に伍してかつ日本のオリジナリティをもって国際社会へ大きな貢献を行うべく、持続発展可能な未来社会構築にむけた All-Japan 体制での研究開発を推進していきたい。このために、次ステップにおいては、①社会問題分析・未来社会像検討から抽出された要素技術の研究開発・実用化のマイルストーンを示す技術ロードマップを策定し、②日本の研究開発力の強み・弱みや想定される国際的競争環境における技術・ビジネス競争環境を分析のうえ、研究戦略・投資戦略・標準化戦略・人材育成戦略・テストベッド構築活用戦略の立案を進めていく予定である。

技術ロードマップ策定に先立ち、本報告書発行（2008年9月）時点においては、2章で記載した新世代ネットワークビジョンを具現化するための技術ロードマップ策定指針として、3章にて明確化した新世代ネットワークへの要求機能を鳥瞰したうえで、下記に示す5つの技術チャレンジを導出した（図4.1）。

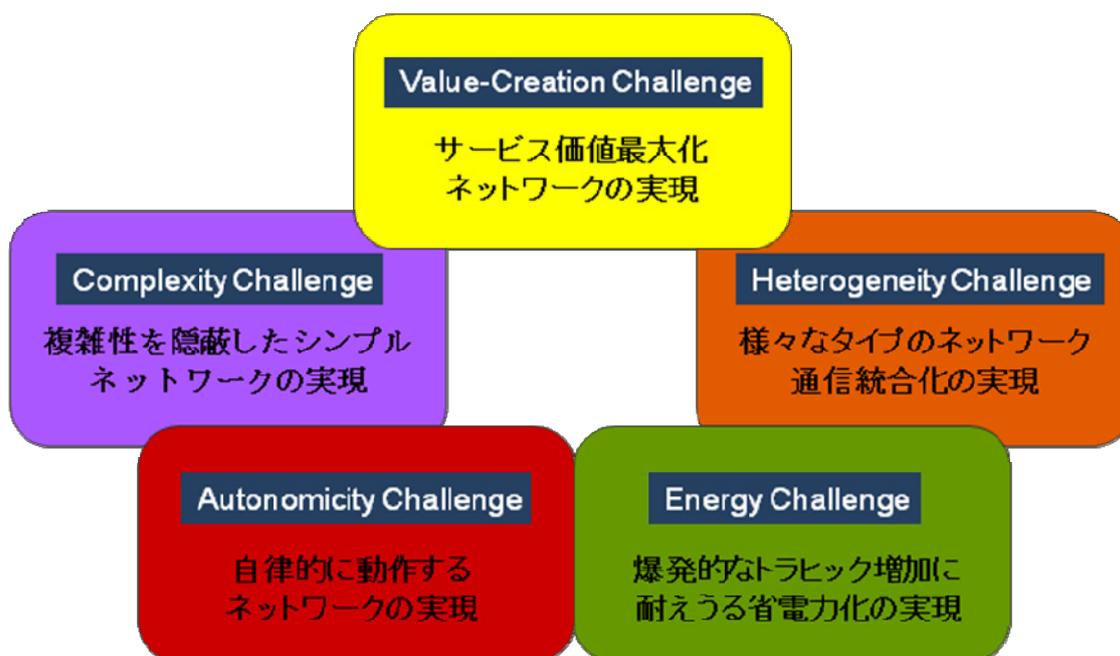


図 4.1 新世代ネットワーク実現のための技術チャレンジ

3章で示した要求機能群より導出した共通要件は、性能・規模・信頼性の飽くなき向上と、多様化するアプリケーション・サービスの相互連携や持続的発展の実現である。また、産業社会から知識社会へ変遷して行くうえでは、人やサービス・情報をつなげる既存のネッ

トワークインフラが、社会間を広義に“つなげる”新世代ネットワークインフラへ発展すること、フラット化する国際社会の規模・複雑度で動作可能な制御メカニズムを創出することが重要であろう。更には、これらの新技術は当然のことながら、新技術創出とは一般的にトレードオフの関係にある低消費電力化・低コスト化・利用容易性向上を同時に実現することが社会問題解決の視点からも必須かつ最重要であると考えている。

上述の要件を技術チャレンジとして表現したのが、図 4.1 である。Value-Creation Challenge では新ビジネスモデル創出に向けたアプリケーション・サービス機能のライフサイクル全般を支援する収益最大化等を、Heterogeneity Challenge では多様化するメディア・サービス毎に異なるシステム特性を隠蔽しながらもネットワーク資源の利用効率最大化等を、Energy Challenge では End-to-End およびサービスまでを含めたネットワーク全体システムとしてのエネルギー最適化等を、Autonomicity Challenge ではシステム構成要素の自律協調動作による運用コスト最小化等を、Complexity Challenge では複雑化する超大規模システムにおける様々な不確実性を許容可能なシステム構成・状態可視化等を、実現する革新的な新技術群の確立に臨むべきと考えている。

新世代ネットワークを構成する要素技術の研究開発においては、5つの技術チャレンジに果敢に挑み、Clean-Slate アプローチであるが故のイノベーションを創出することで、日本の技術力を世界にアピールし、来たる未来知識社会の構築に大きな貢献をしていきたい。

5. まとめと今後の課題

本報告書では、今後数十年にわたる ICT 基盤となるべき新世代ネットワーク実現に向けた研究開発戦略策定の第一歩として、(1) 未来社会を支える新世代ネットワークのビジョン、(2) 顕在化する社会問題の解決や未来社会の実現に向けた新世代ネットワークの機能要件、(3) これらを実現する新世代ネットワークの技術チャレンジを取り纏めた。

特に、数十年先の社会を支える新世代ネットワークビジョンでは、(i) 社会問題を ICT 技術の力で解決する：**Minimize the Negatives**、(ii) 未来社会にむけた新しい価値観を創造する：**Maximize the Potential** を具現化し、(iii) 個人・組織・社会における様々な多様性を許容し新しい共生的知識社会：**Inclusion** を実現することを掲げている。

新世代ネットワークビジョンの実現に向け、既存技術にとらわれることなくイノベーションを創出するために掲げた5つの技術チャレンジの具体化を、研究開発ロードマップやテストベッド展開・標準化・実用化戦略として早急に策定し、日本の情報通信産業の活性化や国際社会の飛躍的発展への貢献に資する提言を発信していく所存である。

