

**Diversity & Inclusion : Networking the Future**

**新世代ネットワークにおける  
ビジョンと技術要件**

2009 年 2 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 © 2009 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
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 主任研究員
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
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タスマイルグループ 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
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
小嶋 寛明	未来 ICT 研究センターハイ ICT グループ 主任研究員



## 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。

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。すなわち、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、現在人類が抱える諸問題を解決するという視点だけでなく、我々が目指すべき理想のICT社会をどう実現していくかという視点が重要である。その上で、これまでの戦略なき研究開発手法を排して、包括的な研究開発戦略をまず設定し、その実現のために慎重かつ大胆な方策をとっていくべきである。本報告書は、そ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求 .....	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求 .....	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 .....	26
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求 .....	27
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求 .....	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求	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求	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求	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求	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求	68
3.10.	教育と新世代ネットワークへの要求	69



3.10.1.	顕在化する教育課題 .....	69
3.10.2.	教育課題対策動向 .....	70
3.10.3.	提案する教育課題解決アプローチ .....	71
3.10.4.	教育課題解決の社会的インパクト .....	71
3.10.5.	教育課題解決アプローチにおける日本技術の優位性 .....	72
3.10.6.	教育課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要求 .....	72
3.11.	サイバーセキュリティと新世代ネットワークへの要求 .....	75
3.11.1.	サイバーセキュリティ課題 .....	75
3.11.2.	サイバーセキュリティ課題対策動向 .....	76
3.11.3.	提案するサイバーセキュリティ課題解決アプローチ .....	77
3.11.4.	サイバーセキュリティ課題解決の社会的インパクト .....	79
3.11.5.	サイバーセキュリティ課題解決アプローチにおける日本技術の優位性 .....	79
3.11.6.	サイバーセキュリティ課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要求 .....	80
4.	社会的将来展望と新世代ネットワークへの要求 .....	83
4.1.	文化・生活の多様性と新世代ネットワークへの要求 .....	83
4.1.1.	文化・生活の多様性において期待される将来展望 .....	83
4.1.2.	提案する文化・生活の多様性アプローチ .....	83
4.1.3.	文化・生活の多様性実現の社会的インパクト .....	84
4.1.4.	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 .....	85
4.1.5.	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求 .....	86
4.2.	メディア融合と新世代ネットワークへの要求 .....	87
4.2.1.	メディア融合に期待される将来展望 .....	87
4.2.2.	提案するメディア融合実現へのアプローチ .....	88
4.2.3.	メディア融合の社会的インパクト .....	89
4.2.4.	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 .....	90
4.2.5.	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 .....	90
4.3.	知識社会と新世代ネットワークへの要求 .....	92
4.3.1.	知識社会における将来展望 .....	92
4.3.2.	提案する知識社会実現へのアプローチ .....	92
4.3.3.	知識社会実現の社会的インパクト .....	95
4.3.4.	知識社会実現アプローチにおける日本技術の優位性 .....	95
4.3.5.	知識社会実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求 .....	96
4.4.	生産性向上と新世代ネットワークへの要求 .....	98
4.4.1.	生産性に期待される将来展望 .....	98
4.4.2.	提案する生産性向上実現へのアプローチ .....	100

4.4.3.	生産性向上の社会的インパクト .....	103
4.4.4.	生産性向上実現へのアプローチにおける日本技術の優位性 .....	104
4.4.5.	生産性向上実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求 .....	104
4.5.	新たな価値流通インフラ創造と新世代ネットワークへの要求 .....	105
4.5.1.	価値流通インフラに期待される将来展望 .....	105
4.5.2.	提案する新たな価値流通インフラ実現へのアプローチ .....	107
4.5.3.	新たな価値流通インフラの社会的インパクト .....	109
4.5.4.	新たな価値流通インフラ実現へのアプローチにおける日本技術の優位性 ..	111
4.5.5.	新たな価値流通インフラ実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求 ..	112
4.6.	電子政府・e デモクラシーと新世代ネットワークへの要求 .....	114
4.6.1.	電子政府・e デモクラシーにおいて期待される将来展望 .....	114
4.6.2.	提案する電子政府・e デモクラシー実現へのアプローチ .....	114
4.6.3.	電子政府・e デモクラシーの社会的インパクト .....	115
4.6.4.	電子政府・e デモクラシーへのアプローチにおける日本技術の優位性 .....	116
4.6.5.	電子政府・e デモクラシー実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求	116
4.7.	新世代エンターテイメントと新世代ネットワークへの要求 .....	118
4.7.1.	新世代エンターテイメントに期待される将来展望 .....	118
4.7.2.	提案する新世代エンターテイメント実現へのアプローチ .....	119
4.7.3.	新世代エンターテイメントの社会的インパクト .....	120
4.7.4.	新世代エンターテイメント実現アプローチにおける日本技術の優位性 .....	121
4.7.5.	新世代エンターテイメント実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求	122
4.8.	フロンティアと新世代ネットワークへの要求 .....	123
4.8.1.	フロンティアに期待される将来展望 .....	123
4.8.2.	提案するフロンティア実現へのアプローチ .....	124
4.8.3.	フロンティアの社会的インパクト .....	125
4.8.4.	フロンティア実現へのアプローチにおける日本技術の優位性 .....	126
4.8.5.	フロンティア実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求 .....	126
5.	新世代ネットワーク実現のための技術チャレンジ .....	128
6.	まとめと今後の課題 .....	130





## 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将来展望、及び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、また第4章において未来社会への展望と新世代ネットワークへの要求を議論する。第5章では、目標ネットワーク実現のための技術チャレンジを提言し、第6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の解決 (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) 多様性を許容する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。

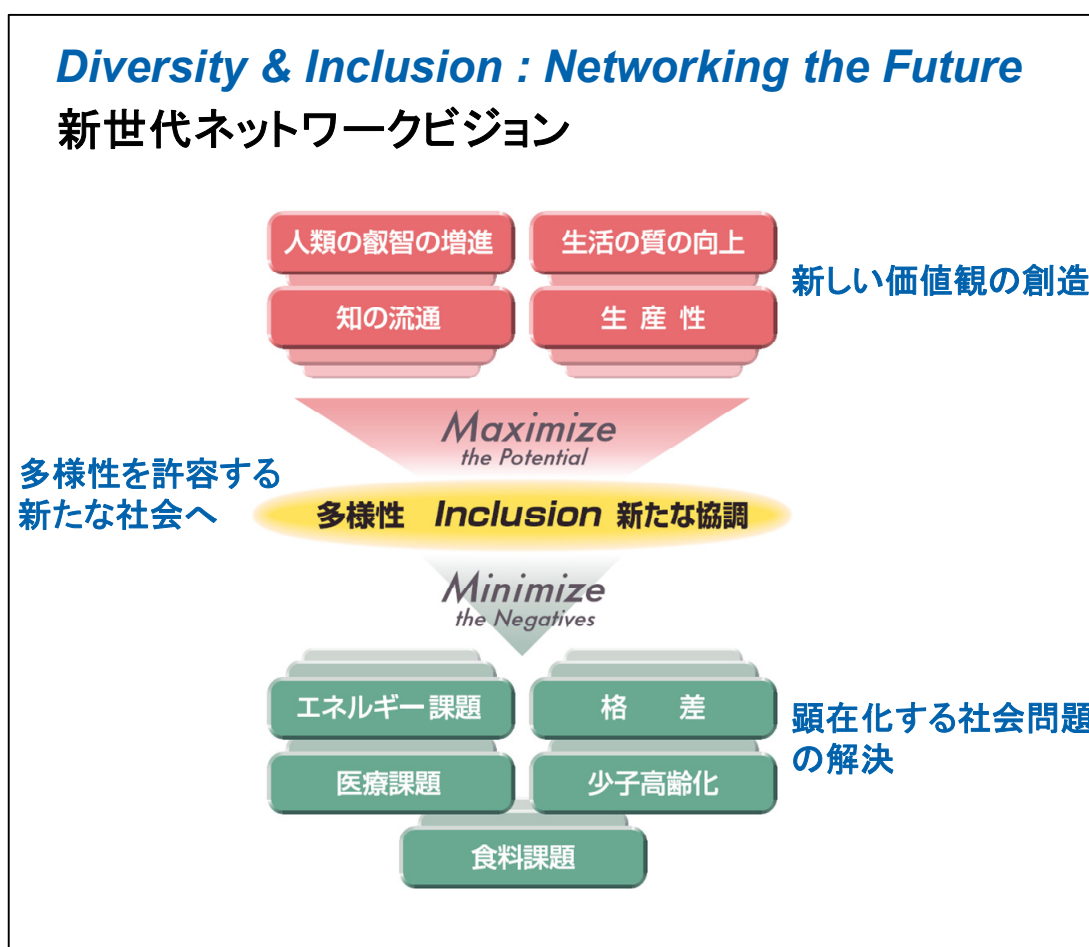


図 2.1 新世代ネットワークビジョン



## 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。

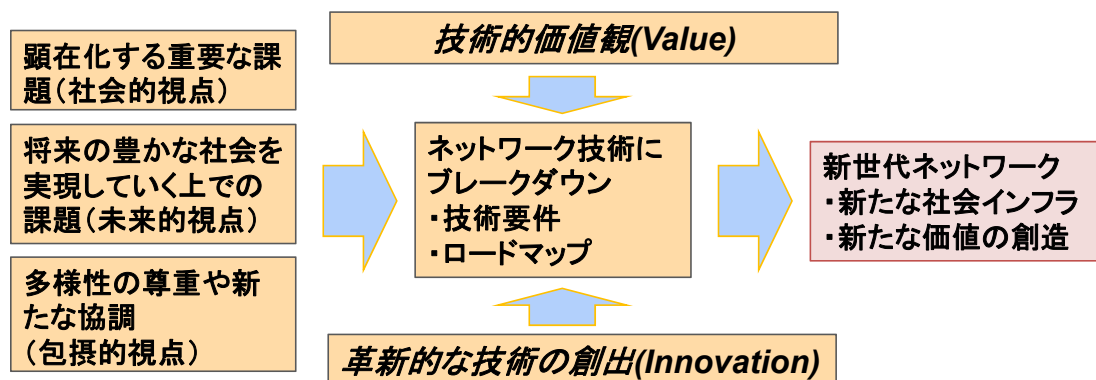


図 2.2 ビジョンから新世代ネットワークの具現化へ

新世代ネットワークを具現化していくプロセスとして、まず頭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。

### 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

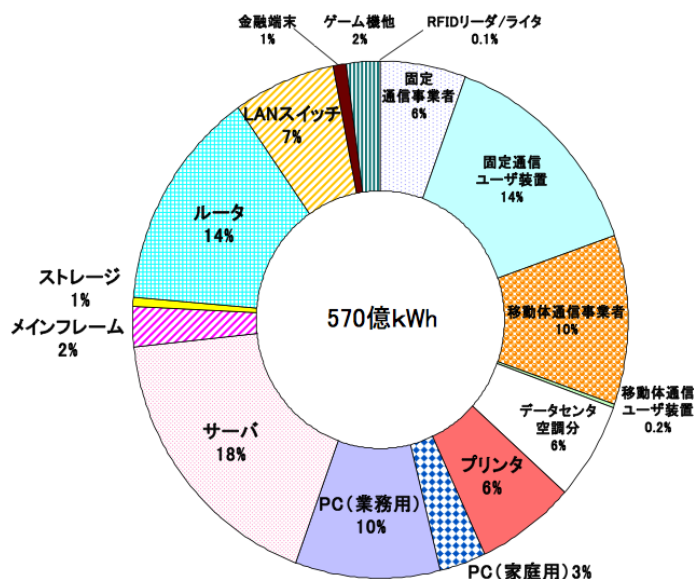
#### 3.1.2.1. ネットワークシステムが消費するエネルギー

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 CO<sub>2</sub> 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。

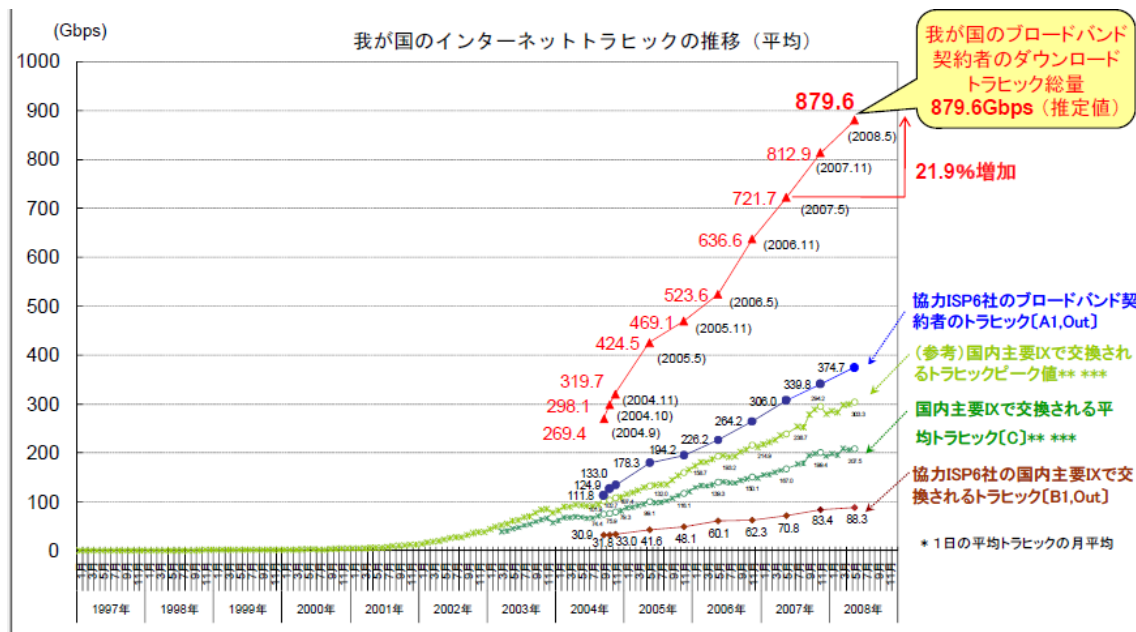


図 3.1.2 インターネットトラフィックの推移 [3-1-2]

(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

CO<sub>2</sub> 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求

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, “2 1 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](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 時の発生の場合は、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求

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求について述べる。

#### ● 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・ツー・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・ツー・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](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-siryo4.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](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](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](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](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と。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、技術開発を行う必要がある。

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可能性のある課題として、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のが伺える。

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と。

##### ● 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・ヘルスケア、2. グローバルな高度医療、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。

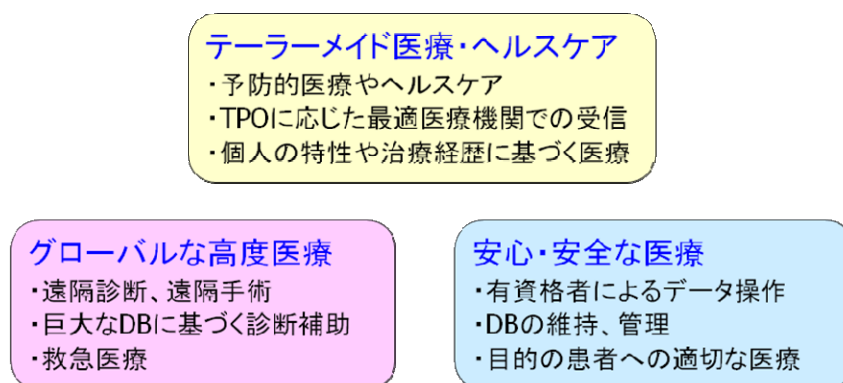


図 3.3.1 医療課題解決アプローチ

- テーラーメイド医療・ヘルスケア

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やヘルスケア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やヘルスケアの提供が望める。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やヘルスケア実現が望める。

- グローバルな高度医療

グローバルな高度医療としては、国内のみならず国際的なネットワーク接続においても、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、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。その結果、ネットワークを介して対処可能な医療範囲の拡大と、該当分野での専門医不足の解消に貢献できるのではないかと。また、感染性の疾病に関して国際的な状況をリアルタイムに共有することにより、感染の拡大を防止することが可能になると考えられる。さらに、高度な医療という観点で、ネットワークを介した情報処理能力の向上により、症状と疾病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。また、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、疾病に対する画一的な治療が中心となっていた。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、疾病中心の画一的医療時代から、個人の状況を中心とした医療時代へと変遷する。このような個人の特性に応じた医療時代では、以下の効果が創生される。

- **テラーメイド医療とヘルスケア**：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やヘルスケアを受けられる環境が実現
- **グローバルな高度医療**：国際間での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求

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求について述べる。

#### ■テーラーメイド医療・ヘルスケア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13回報告書,”  
[http://jcqhc.or.jp/html/documents/pdf/med-safe/report\\_13.pdf](http://jcqhc.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](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/siryoy2008/siryoy24/siryoy24-2-3.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](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>

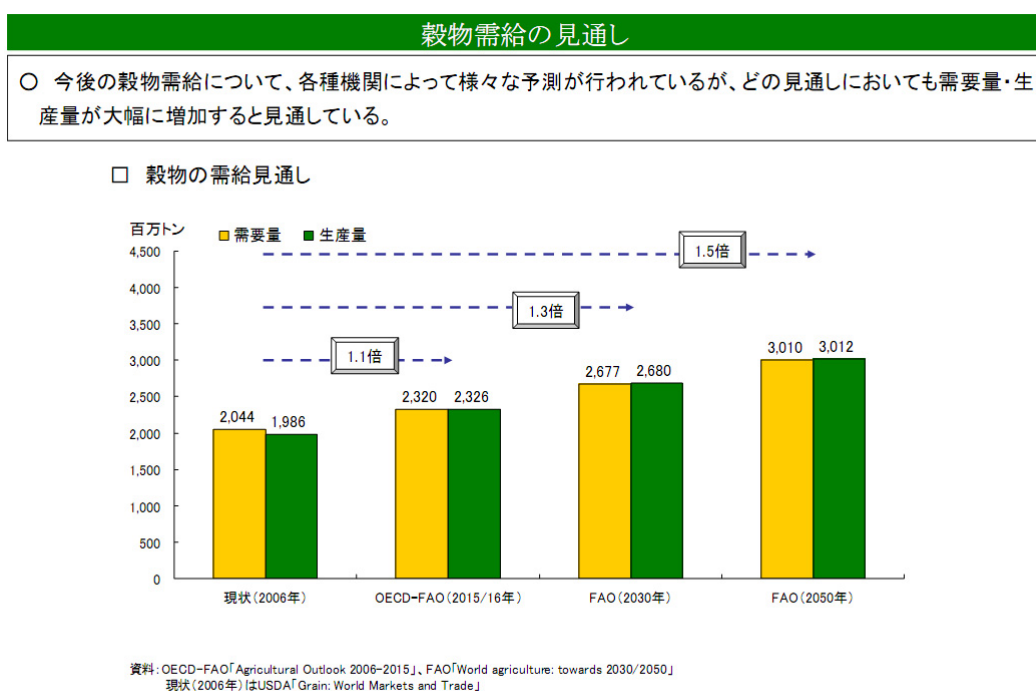
### 3.4. 食料課題と新世代ネットワークへの要求

#### 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]

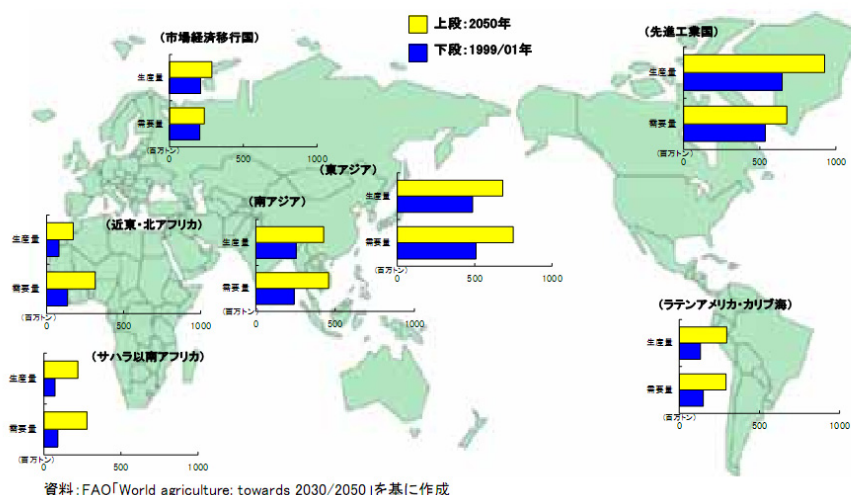
この図は、2050 年における穀物の需要は 2006 年の 1.5 倍となるが、供給もそれと同じく増加し、需給を満たすことを示しており、この結果からは 2050 年においても全世界を平均化した場合、食料不足の懸念に過ぎないといえる。しかし、これは平均化した結果であり、一般的に食料需給は地域的に偏在する。

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

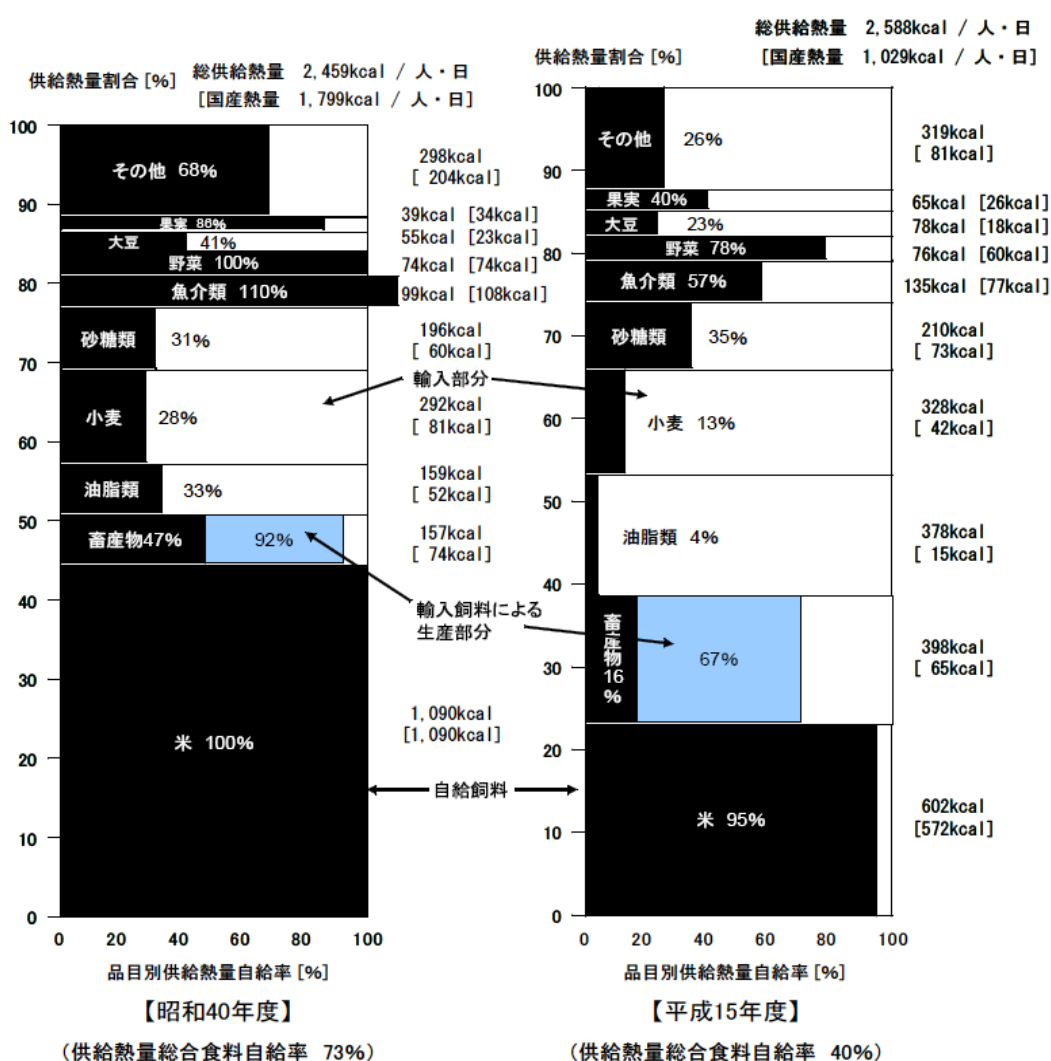


図 3.4.3 品目別カロリー自給率 [3-4-2]

(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求

#### [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] 農林水産省, “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,  
[http://www.maff.go.jp/www/council/council\\_cont/kanbou/syokuryo\\_mondai/02/data01.pdf](http://www.maff.go.jp/www/council/council_cont/kanbou/syokuryo_mondai/02/data01.pdf)
- [3-4-2] 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—,”

[http://www.kanbou.maff.go.jp/www/jikyu/report15/h15text2\\_1.pdf](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

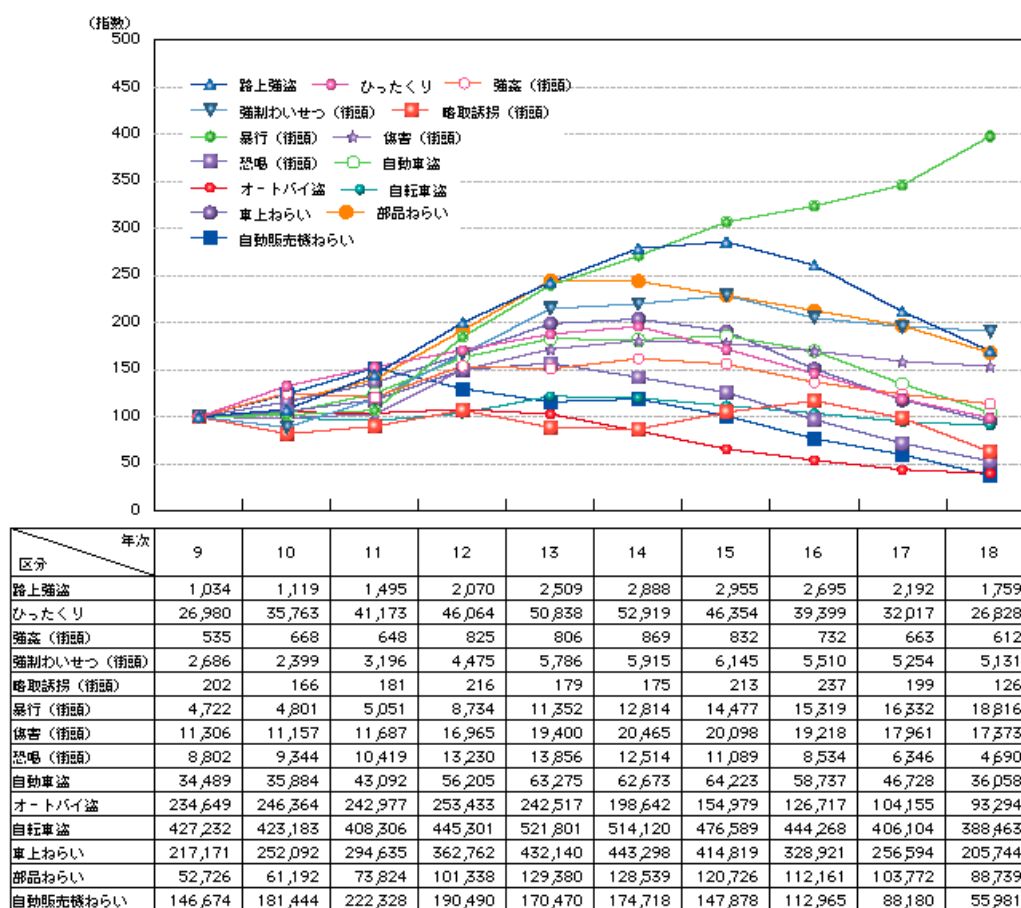


### 3.5. 防犯課題と新世代ネットワークへの要求

#### 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。

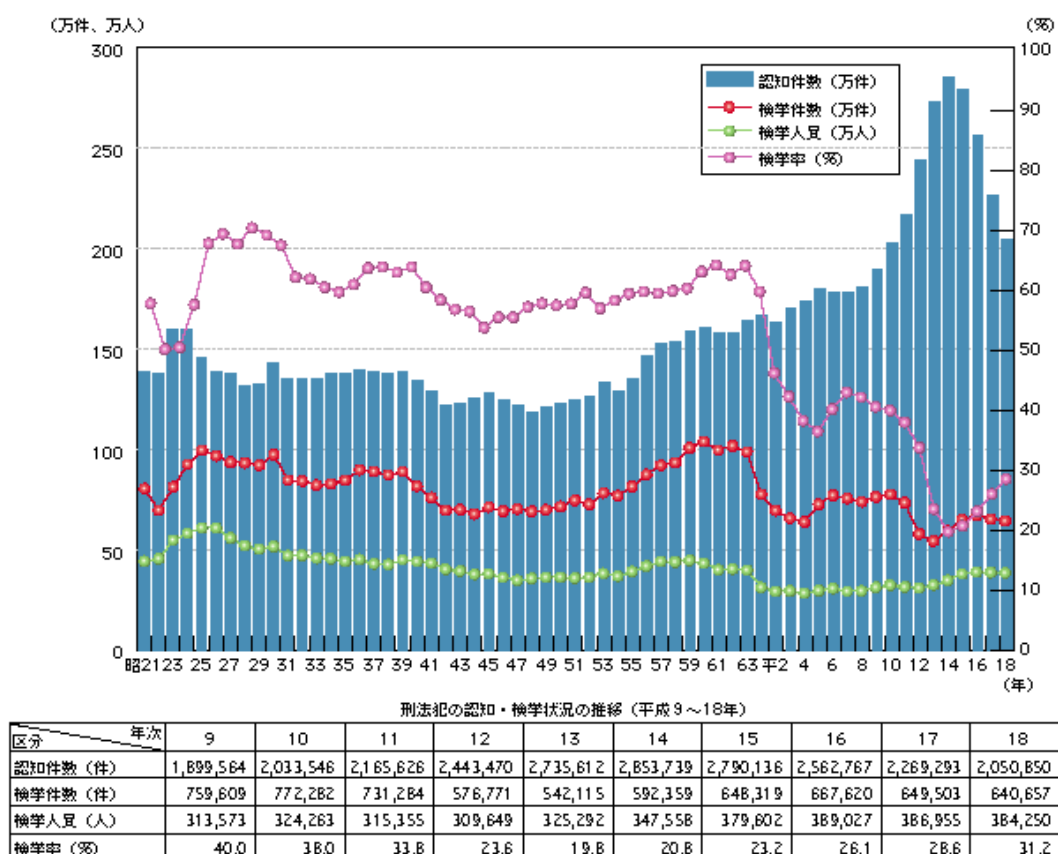


図 3.5.2 刑法犯の認知・検挙状況の推移[3-5-1]

(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。

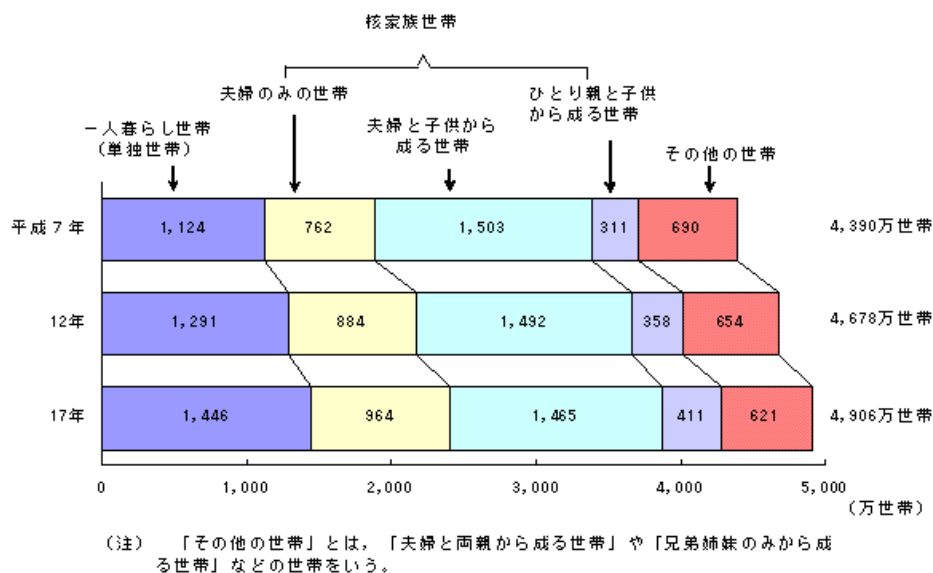


図 3.5.3 一般世帯の家族類型別世帯数の推移（全国）[3-5-3]

（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求

- 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/](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](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, “xICT” ビジョン, ICT 成長力懇談会 最終報告書, 平成 20 年 7 月  
[http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080703\\_6.html](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。

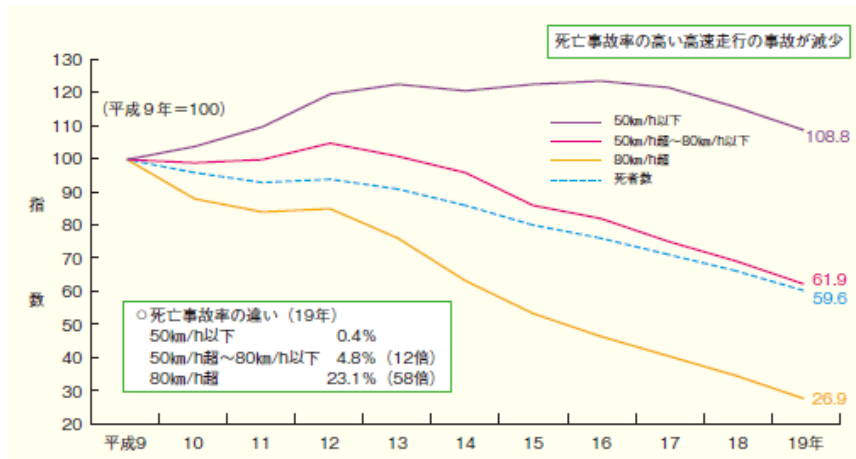
表 3.6.1 主な事故の件数

	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。

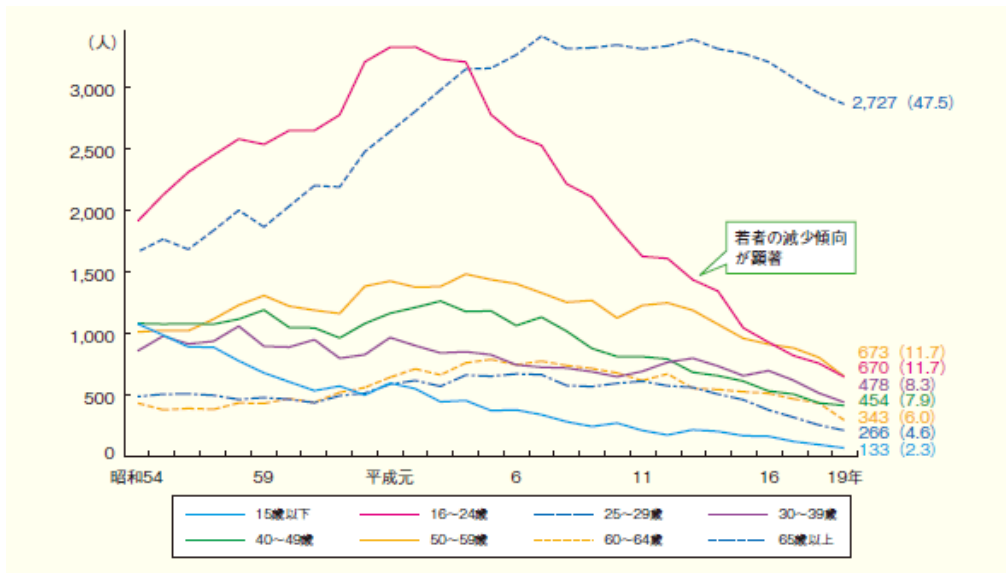
以下、交通事故の詳細について平成 19 年度の統計データを用いて考察する。



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]

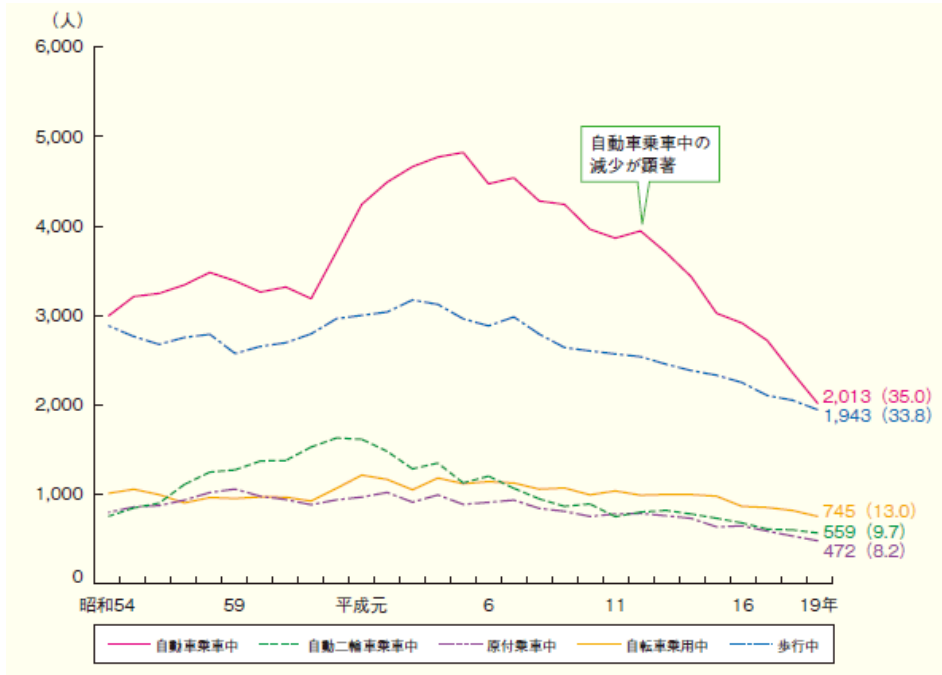
図 3.6.1 は交通事故を起こした速度別の平成 9 年を 100 としたときの死亡事故の傾向を表した図[3-6-8]である。図より高速走行中の自動車事故による死傷者数が大幅に減少していることが分かる。しかしながらこれはシートベルトの装着が義務づけられたことが大きな要因と考えられ、一方速度 50km/h 以下での死亡事故はほぼ横ばいとなっている。



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。

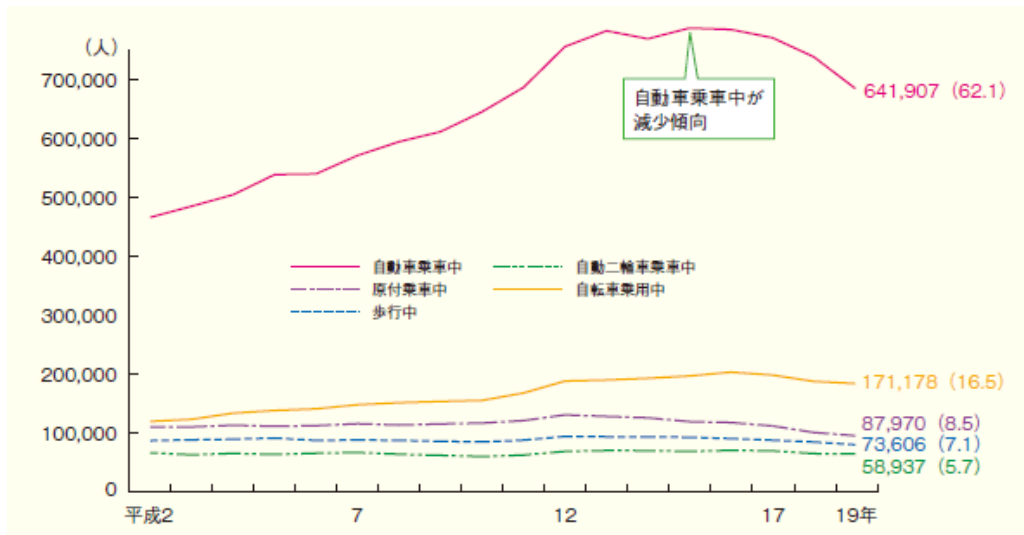
図 3.6.2 年齢層別交通事故死者数の推移[3-6-8]

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

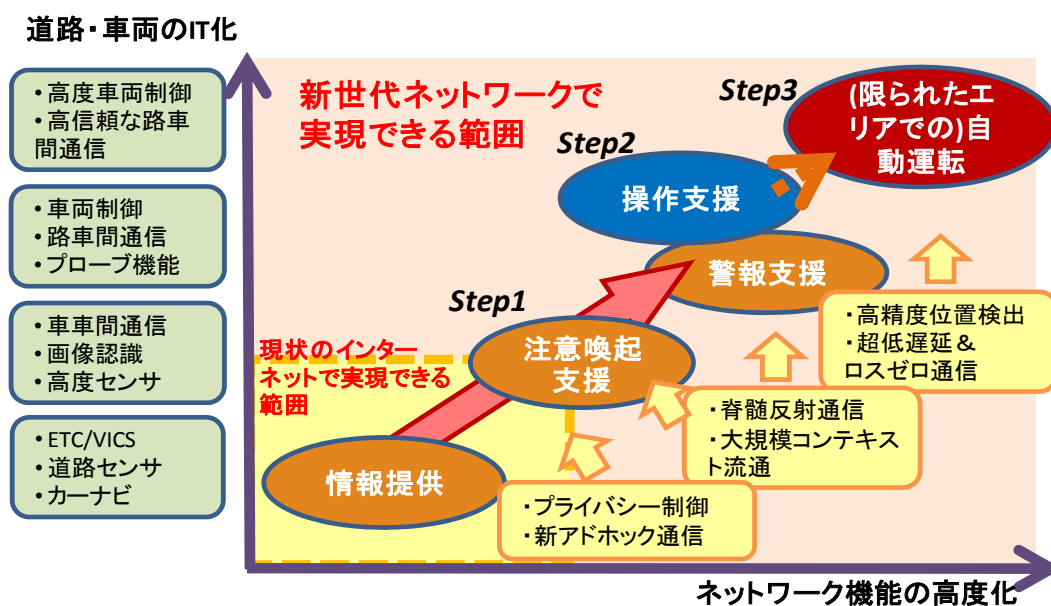


図 3.6.5 3つのステップによる次世代 ITS サービスの実現

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ー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、CO<sub>2</sub> 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)<sup>\*注</sup>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求

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求を示す。

- 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](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](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](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、年老いた人々だけ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ており、例えば、小泉内閣で実施された「三位一体の改革（「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）」は、地方の自立や地方分権、さらには国・地方を通じた財政の健全化にも寄与するもので、地方税財政改革の第一歩として評価できるものであった。しかしながら、この間、結果として行われた地方交付税の削減は、地方財政計画上地方公共団体に相当に厳しい歳出の抑制を要請することに伴うものであったことに加え、国から地方への権限の移譲は不十分と指摘され、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。この間の景気



回復に伴う地方税収の増加が都市部を中心とするものであったことから、財政力が弱い団体を中心に、地域医療等住民サービスに不可欠な経費の削減を検討せざるを得ない状況が生じており、景気後退に伴いさらに危機的な状況に陥るのではないかと危惧されている。

### 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是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CO<sub>2</sub>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利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求

➤ 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、偶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] 総務省, 平成 17 年国勢調査, <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](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?](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] 総務省, 情報通信白書平成 18 年版  
<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](http://www.yu-cho-f.jp/research/old/research/kinyu/kikan_01.html)
- [3-7-10] 総務省, 情報通信白書平成 20 年版  
<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したりするような、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求

#### 【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。

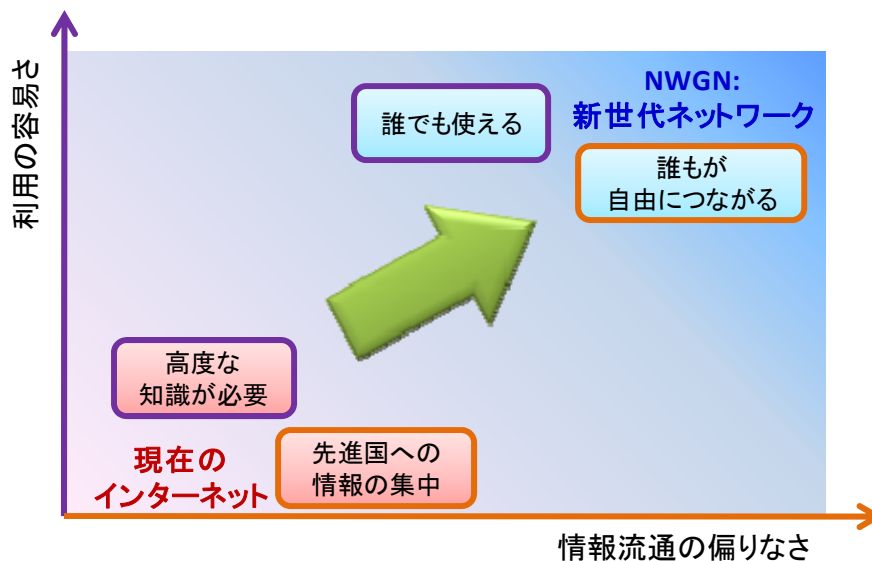


図 3.9.1 新世代ネットワークの進化の方向性

### 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国内でのみ先行的にサービスを展開して行く傾向が強いために、世界市場においての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求

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. 教育と新世代ネットワークへの要求

#### 3.10.1. 顕在化する教育課題

教育の課題は、非常に多岐に渡り様々な分野で議論や検討が重ねられている。教育再生会議の最終報告[3-10-1]では、教育再生の課題として、教育内容の改革、教育の質の向上、教育システムの改革、社会総がかりでの国民的参画などを提言しており、21世紀における我が国の教育再生の重要性を示している。また、児童生徒の問題行動等生徒指導上の諸問題に関する調査[3-10-2]では、1) 暴力行為の発生件数は約5万3千件と、小・中・高等学校のすべての学校種で過去最高の件数に上ること、2) いじめの認知件数は約10万1千件と、前年度(約12万5千件)より約2万4千件減少しているが、依然として相当数に上ること、3) 高等学校における、不登校者数は約5万3千人(前年度約5万8千人)、中途退学者数は約7万3千人(前年度約7万7千人)と、近年、減少傾向にあるが、なお相当数に上ること、4) 自殺した児童生徒が置かれていた状況として、「いじめの問題」があったケースが5人(前年度6人)計上されていること、などが主な特徴として挙げられており、暴力行為やいじめが依然として大きな問題であることが示されている。さらに、青少年が利用する学校非公式サイトに関する調査について[3-10-3]では、学校非公式サイト(いわゆる「学校裏サイト」)が全国に約38,000件存在し、そのうちのほとんど(87.6%)がスレッド型の学校非公式サイトであって、誹謗・中傷な書き込みが抽出調査したサイトの半数に含まれており、学校における情報モラル教育の推進や有害情報に関する子供に向けた啓発活動の推進が必要であることが示されている。

このような学校非公式サイトの問題は、子どもの携帯電話普及率の増加や一般家庭でのPCやブロードバンド回線の普及も大いに関係しているものと考えられる。一方で、平成19年度の学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果[3-10-4]では、教育用コンピュータの整備は1台あたり7.0人(平成23年3月までの目標は1台あたり3.6人)、校内LANの整備は62.5%(平成23年3月までの目標は概ね100%)であり、昨年度並みの伸び率で推移していること、超高速インターネット(30Mbps以上)の接続率は51.8%(平成23年3月までの目標は概ね100%)で、前年度(35.0%)と比べ16.8%の大幅増となっていること、都道府県別に見ると、例えば普通教室における校内LAN整備率は、最大で91.4%、最低で35.4%と、昨年度(最大で89.9%、最低で28.3%)よりも差が若干減少したものの、依然格差が見られることなどが示されている。さらに、教員のICT活用の指導力に関するアンケート調査において、授業中にICTを活用して指導する能力があると答えた平均が約6割(55.2%)、児童生徒のICT活用を指導する能力があると答えた平均が約6割(57.8%)と他の指導力の項目に比べて若干低い割合となっており、学校種(小学校、中学校及び高等学校)別に見ると、18項目中10項目において高等学校が3校種中で最も高い結果となった一方で、13項目において中学校が3校種中で最も低い結果となっている。また、さらに都道府県別に見ると、例えば授業中にICTを活用して指導する能力があると答えた平均が最大の都道府県で80.6%、最低の都道府県で45.9%と、地域間で大きな格差が見られる

ことが示されている。

総務省統計局[3-10-5]のデータによると、平成20年4月1日現在のこどもの数（15歳未満人口）は、前年に比べ13万人少ない1725万人で、総人口に占める割合は13.5%、昭和57年から27年連続の減少となり、過去最低となっている。このような少子化進行に伴う学齢人口の減少により教育ビジネスの市場規模は減少傾向にある。一方、高齢者（65歳以上）人口（平成20年9月15日現在推計）は2819万人で、総人口に占める割合は22.1%、前年（2743万人、21.5%）と比べると、76万人、0.6ポイント増と、人口、割合とも増加を続けており、過去最高となっている。高齢者のリタイア後の学習活動は増大の傾向にあり、社会人のリカレント教育への関心などもあり、教育ビジネス全体に大きな変化が起きていると考えられる。

メディア教育開発センターの報告書[3-10-6]によると、高等教育機関におけるICT活用教育実施にあたっての課題は、システムやコンテンツの作成、維持するための人員が不足していること（58.7%）、教員のICT活用教育に関するスキルが不十分であること（51.9%）、e-ラーニング講義（授業を含む）のシステム開発に関するノウハウが不十分であること（43.9%）、などとなっている。また、別の報告書[3-10-7]においても、諸外国の高等教育機関におけるオンライン教育の普及の阻害要因（課題）として、教授陣の労力と時間、サポート職員の不足、インセンティブ不足、大学の特色に合わせた支援、優秀なコンテンツを共同で開発し共有する体制の整備などが挙げられており、人材不足およびコンテンツの質の向上と共有・再利用の促進が課題である。

### 3.10.2. 教育課題対策動向

教育再生懇談会の第一次報告[3-10-8]では、1.子供を有害情報から守る、2.若い保護者の子育てを支える、3.「留学生30万人計画」に国家戦略として取り組む、4.英語教育を抜本的に見直す、5.実践的な環境教育を展開する、6.学校の耐震化を早急に進める、という取り組むべき具体的な項目を挙げている。

また、内閣官房IT安心会議[3-10-9]においては、携帯電話における更なるフィルタリングの導入促進やインターネット上における違法・有害情報に関する集中対策として、具体的な項目を複数挙げている。法令改正に向けた検討として、出会い系サイトに関する規制の見直し等（警察庁）、迷惑メールに関する法令の見直し等（総務省及び経済産業省）の2項目。インターネット上の違法・有害情報対策を構成する4方策の強化として、プロバイダ等による自主規制の支援等、情報モラル教育の充実、相談窓口等の充実、フィルタリング導入の促進が挙げられている。

さらに、利用者を育てる取組として、総務省インターネット上の違法・有害情報への対応に関する検討会[3-10-10]においては、家庭・地域・学校における情報モラル教育、ペアレンタル・コントロールの促進、コンテンツ事業者等による利用者啓発活動促進、利用者を育てる取組の協調的な推進のための枠組みづくり、違法・有害情報対策の基礎となる調

査の実施などが促進すべき項目として挙げられている。

### 3.10.3. 提案する教育課題解決アプローチ

上記概観したように、教育分野において様々な課題が顕在してきているが、ここでは新世代ネットワークが寄与できる解決のアプローチとして、以下の3つに整理する。

- (1) ネットワークが人を支援して課題解決をするアプローチ
- (2) ネットワークと人が相互に作用して課題解決をするアプローチ
- (3) ネットワークが主導して課題解決をするアプローチ

(1)は個人の学習活動（英語や生涯）および学校や家庭での教育活動を、学習者の個性に応じた教材の提供や、教育者の集合知・暗黙知の共有など、より積極的に ICT の活用をすることで支援しようとするアプローチである。(2)は ICT 技術の活用により学習活動と現実社会との繋がりをもっと強く打ち出すことで、本来の「学び」を提供しようとするアプローチである。(3)はネットワーク自らがコンテンツの流通を適応的に制御し、ネットワーク主導的に問題を解決しようというアプローチである。

これらのアプローチを統合することで、いつでも・どこでも・誰とでも学習可能なフルタイム学習環境ならびに ICT 分野による明るい未来社会の牽引を実現することが可能となる。

### 3.10.4. 教育課題解決の社会的インパクト

まずは、「未成年学習・義務教育」の視点から眺めると、学ぶことが単に個人の頭の中で閉じるのではなく、現実社会と相互に連携していることを理解する本来の「学び」支援を実現することである。すべての学習活動に関連した「世の中の出来事」を ICT によるリンク情報などの様々な形で提供を行い、知的協調学習支援の枠組みである CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) なども利用することで、学習が何らかの実践を伴い、ともに行動するコミュニケーション学習環境を提供する。それにより、単なる詰め込み型の学習から、「世の中の出来事」と関連した学習活動の実現が可能となる。例えば、著名人による専門分野に応じたネット版課外授業であるとか、ネットワーク上で仮想的に様々な仕事体験ができるサービスなどは非常に効果があると思われる。

また、教育の質の向上を目指し、学習する側の様々な個性に応じた多様性のある教材を ICT によりカスタマイズして提供することである。現状では、どの学習者に対しても同一な教材を用いているが、学習者の学習プロファイルともいべき進捗レベルや理解度などに応じたコンテンツを提供するマルチメディア教科書や、エンターテインメント機器を用いて興味を引き学習を進めるような取組は、個々の状況に合わせたコンテンツの提供が可能となり、学習者の理解力の向上が期待され、教育の質の向上にも資することとなる。

次に、「生涯学習・リカレント教育」の視点から眺めると、ICT 技術をフルに活用した高度な e-learning を実現することである。近年、企業内教育や英語学習、生涯学習などの様々

な場面で e-learning が用いられ始めているが、十分に ICT を活用している状態ではない。デジタル教材の利点であるマルチメディア性やカスタマイズ性を取り入れたコンテンツの作成や PC の前だけでなく携帯端末などを利用したフルタイムの学習環境を備えることで、より学習効果のある「学び」を提供することが可能となる。

さらに、両者に共通の視点として、教育現場においては、各教育者が個別に持っている経験やノウハウを ICT 技術により集合知や暗黙知として共有することである。現状では、教育者が個人個人で陰に陽に蓄積しているのみであるが、ICT 技術によりデジタル化しさらにそれを集約・共有することで、多くの教育活動においてより有益な情報として利用され、各現場での問題がより多く解決されることになる。

また、コンテンツの流通をネットワーク自ら適応的に制御するネットワーク環境を実現することである。セキュリティやプライバシーを担保した上でネットワークが自らコンテンツの内容を把握できれば、その内容に応じてコンテンツの流通を適応的に制御することで、大人向けネットワークでは有害コンテンツの発信に注意喚起し、子供向けネットワークでは有害コンテンツをシャットアウトするなど、より効果的なネットワーク制御、情報フィルタリングが可能となる。

最終的に新世代ネットワークが、全ての人が当たり前で使用できるネットワークインフラとなることで、子供たちの義務教育や高等学校教育はもちろんのこと、大人向けの英語学習や生涯学習の場においても、ICT を十分に活用した学習効果が期待され、いつでもどこでも誰とでも教育を受けられる環境の実現によって、全ての人がより自分に合った効果的な学習を行うことができ、現実社会との関連性も理解する真の意味での「学び」を享受することが可能となる。

### **3.10.5. 教育課題解決アプローチにおける日本技術の優位性**

いつでもどこでもだれとでも教育を受けられる環境の実現には、日本における高いブロードバンド普及率は非常に優位になる点である。

また、個々の状況に合わせたコンテンツの提供には、高い情報メディア処理技術や高度なセンシング技術は十分に優位となる。

さらに、ネットワーク端末開発におけるユーザインタフェース関連技術やエンターテインメント分野における超高精細・超高臨場感技術や CG・バーチャルリアリティ技術についても教育応用が十分に可能な技術である。

### **3.10.6. 教育課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要求**

本項では、教育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求について述べる。

まず、「世の中の出来事」と関連したコミュニケーション学習の実現においては、実際に現実社会とのコミュニケーションが大事であり、「世の中」の著名人から直接授業を受ける

ようなサービスでは、リアルタイムのコミュニケーション技術が必要であり、バーチャルな仕事体験ができるサービスを実現するには、リアルな CG 合成技術なども必要となる。

次に、マルチメディア教科書ならびにデジタル教材の実現のためには、様々な関連情報にリンクするために、教材となるコンテンツのデジタル化を行い、学習者の学習プロファイルを取得する技術、そのプロファイルに応じて教材コンテンツをカスタマイズし、効果的に提供する技術などが必要となる。

さらに、ネットワーク自らによるコンテンツの流通の制御を実現するためには、使用する用途に応じてネットワークの構成を変化させる技術や、ネットワークが流通するコンテンツの中身をセキュリティやプライバシーを確保しながら把握する技術も必要である。

そして、いつでもどこでも誰とでも学習可能なフルタイム学習環境が実現され、ICT 分野により明るい未来社会の牽引をしていくためには、新世代ネットワークが全ての人が当たり前に使える社会システムの基盤となり、コンテンツの信頼性が担保され、個人の学習プロファイルの共有が安全に行われ、フルタイムでの教育提供の仕組みが整うことが必要である。

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。

- 現実社会との結びつきを実感するリアルタイムコミュニケーション技術
- コンテンツの信頼性を担保し、個人の学習プロファイルの獲得・利用・共有可能なネットワーク技術
- 使用する人に応じてネットワークの質を変化させ、情報流通を制御するネットワーク仮想化技術
- 教育者が持っているノウハウ情報をデジタル化し集合知や暗黙知として獲得し情報共有する技術

#### 参考文献：

[3-10-1] 教育再生会議, “社会総がかりで教育再生を（最終報告）～教育再生の実効性の担保のために～,” 平成 20 年 1 月 31 日

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouiku/houkoku/honbun0131.pdf>

[3-10-2] 文部科学省, 平成 19 年度「児童生徒の問題行動等生徒指導上の諸問題に関する調査」について, 平成 20 年 11 月 20 日

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/20/11/08111707.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/11/08111707.htm)

[3-10-3] 文部科学省, “青少年が利用する学校非公式サイトに関する調査について(概要),” ネット安全安心全国推進会議（第 3 回）配布資料[資料 1], 平成 20 年 4 月 15 日

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/sports/007/siryu/08082714/001.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sports/007/siryu/08082714/001.htm)

[3-10-4] 文部科学省, 平成 19 年度 学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果【速報値】, 平成 20 年 8 月 6 日

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/20/08/08080601/001.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/08/08080601/001.pdf)

- [3-10-5] 総務省, 統計局 統計トピックス (人口推計)  
<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/topics/>
- [3-10-6] メディア教育開発センター, eラーニング等の ICT を活用した教育に関する調査報告書 (2007 年度)  
<http://www.nime.ac.jp/reports/001/>
- [3-10-7] メディア教育開発センター, 諸外国における ICT 活用教育に関する調査研究報告書 (2006 年度)  
<http://www.nime.ac.jp/reports/003/>
- [3-10-8] 教育再生懇談会, “これまでの審議のまとめ—第一次報告—,” 平成 20 年 5 月 26 日  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouiku\\_kondan/matome.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouiku_kondan/matome.pdf)
- [3-10-9] 内閣官房, インターネット上の違法・有害情報対策  
<http://www.it-anshin.go.jp/>
- [3-10-10] 総務省, インターネット上の違法・有害情報への対応に関する検討会  
[http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/internet\\_illegal/index.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/internet_illegal/index.html)

### 3.11. サイバーセキュリティと新世代ネットワークへの要求

#### 3.11.1. サイバーセキュリティ課題

サイバー犯罪は、不正アクセス禁止法違反、コンピュータ・電磁的記録対象犯罪、ネットワーク利用犯罪の3つを総称して呼ばれている。平成20年版警察白書（警察庁）[3-11-1]によると、サイバー犯罪の検挙件数は増加の一途をたどり、平成19年中は5,473件と、前年より1,048件（23.7%）増加し過去最高となった。特に不正アクセス禁止法違反事件検挙件数の推移に関しては、平成20年版警察白書[3-11-1]や平成20年版情報通信白書（総務省）[3-11-2]によると、平成18年に703件であったのに対して、平成19年では2倍以上の1,442件になっている。

情報セキュリティ白書2008年版（独立行政法人情報処理推進機構）[3-11-3]によると、セキュリティに関する10大脅威が示されている。例えば、第1位：高まる「誘導型」攻撃の脅威、第2位：ウェブサイトを狙った攻撃の広まり、第3位：恒常化する情報漏えい、第4位：巧妙化する標的型攻撃、第5位：信用できなくなった正規サイト、等が示されており、不正の高度化が進み、“見えない化”が進展していると報告している。

また、2007年情報漏えいインシデント報告書（NPO 日本ネットワークセキュリティ協会）[3-11-4]によれば、漏えい人数は2006年と比較して大幅に増加し、約3,053万人（前年比+約800万人）となり、これに伴い想定損害賠償総額も大幅に増加して2兆円の大台を突破した（注：これは大規模な個人情報漏えいインシデント2件によって、約2,307万人の個人情報が漏えいしたことが大きく影響している）。ファイル共有ソフトなどに関連する「Web・Net」を経由した漏えいは全体の15.4%と、前年の22.0%と比べて減少したものの、紙媒体経由に次ぐ大きな漏えい経路となっている。

一方、ルーティングシステムやサーバといった基盤となるネットワーク自体の脆弱性を狙ったサイバー攻撃も大きな問題となっている。例えば、故意に不正なBGP（Border Gateway Protocol）経路情報を広告することによって特定のプレフィックスをもつ宛先のトラフィックを不正に誘導する「BGP経路ハイジャック」や、DNSサーバのキャッシュ機能を悪用し、名前解決要求に対して偽のIPアドレスを応答するよう偽の情報を保持させる「DNSキャッシュポイズニング」、ウェブサーバに対してアプリケーションが想定しない悪意ある小さなスクリプトを挿入することによりデータベースシステムを不正に操作する「SQLインジェクション」などのサイバー攻撃が近年話題となっている。これらのサイバー攻撃はすべて個人情報漏えいにつながるクリティカルなものであるにもかかわらず、2008年第4四半期（10月～12月）における脆弱性関連情報に関する届出状況（IPA及びJPCERT/CC（Japan Computer Emergency Response Team Coordination Center））[3-11-5]ではDNSキャッシュポイズニング脆弱性の累計届出件数が283件（9月）から792件（12月）に急増したことが明らかになり、またWebサイトのセキュリティ診断：傾向分析レポート2008（NRIセキュア）[3-11-6]では41%のWebサイトが不正アクセス可能であり、そのうち22%でSQLインジェクション攻撃に対する脆弱性があることが統計的に示さ

れた。X-Force 2008 Trend & Risk Report (IBM Internet Security Services)[3-11-7]においても、2008年のサイバー攻撃の大きな傾向としてSQLインジェクションと悪意のあるURLホスティングが挙げられている。

個人の意識に目を向けると、平成20年版情報通信白書[3-11-2]によれば、平成19年末におけるインターネットを利用するユーザにおいて、60.2%の人が「どこまでセキュリティ対策を行えばよいか不明」と感じていることが示されている。また、企業における情報通信ネットワーク利用においては、平成18年末より8.1%減少してはいるが、平成19年末においても61.6%が「セキュリティ対策の確立が困難」との見解を示している。このように、多くのユーザがセキュリティサービスの利用やセキュリティ関連ソフトウェアの導入によりセキュリティ対策を行っている一方で、セキュリティ対策の十分性に疑問をもっている。また、多くの企業が十分なセキュリティ対策を実施することが困難であると考えており、現在行われているセキュリティ対策では不十分であると考えられる。

上記のセキュリティ動向を総合的に考慮し、本節では次の4つの項目を顕在化するサイバーセキュリティ課題と設定する。

- 課題1：サイバー攻撃によるネットワーク基盤の停止は、経済的、社会的に甚大な損害
- 課題2：ウイルス感染や個人情報漏えい等、ユーザ被害も拡大
- 課題3：セキュリティ設定の煩雑さ、適切な設定の困難化の急速な拡大
- 課題4：新しい型のサイバー攻撃に対しては瞬時に特定、防衛することが困難

### 3.11.2. サイバーセキュリティ課題対策動向

サイバー攻撃に対する対策として、ネットワークを利用する企業や家庭のユーザ及びサーバ管理者によるウイルスチェック、ファイアウォール、スパイウェア対策、フィッシング対策等のソフトウェア導入対策が挙げられる。また、インターネット・サービス・プロバイダー等が提供するセキュリティ関連サービスを利用する対策も活用されている。

一方、2002年7月には、非営利任意団体として「インシデント情報共有・分析センター (Telecom-ISAC Japan)」が発足し、2005年2月には、財団法人日本データ通信協会テレコム・アイザック推進会議[3-11-8]が設立され、通信業界におけるセキュリティ情報の共有・分析や対策技術の普及に注力している。より具体的には、1. 経路情報共有-WG、2. トレースバック-WG、3. ACCESS-WG、4. CCC(Cyber Clean Center)業務推進-WG、5. SoNAR-WG、6. T-CEPTOAR 3-WG (電気通信分野の情報共有・分析機能(CEPTOAR: Capability for Engineering of Protection, Technical Operation, Analysis and Response))の6つのWGにて活動を展開している。

また、セキュリティ関連の技術として、ウイルスチェック、ファイアウォール、スパイウェア対策技術のほか、暗号化技術、ユーザ認証技術、デバイス認証技術、侵入検知システム (IDS: Intrusion Detection System) 技術、DDoS (Distributed Denial of Service) 攻撃対策技術、トレースバック技術、コンピュータの信頼性技術[3-11-9]、ネットワークフ



オレンジック技術等、様々なセキュリティ技術が多くの機関によって鋭意研究されている [3-11-2]。

### 3.11.3. 提案するサイバーセキュリティ課題解決アプローチ

新世代ネットワークを前提とした上で、サイバーセキュリティ課題に対する解決策を明示することは一般的には困難である。その理由は、「IT システムのセキュリティに絶対はない」という事実のもと、サイバーセキュリティ対策は既存のネットワーク上で明らかになっている脆弱性をいかに修復するか、もしくはその脆弱性を狙った攻撃をいかに防ぐかという事後対策的な要素が非常に強いからである。しかしながら、このようなアプローチは大局的に、脆弱性を防ぐ仕組みにより新たに脆弱性が発生するといった負の連鎖に陥る危険性があり、事実、日々生み出される新しい型のマルウェアへの対策が、セキュリティサービス提供者及びユーザに大きな物理的、心理的負担となっている。

また、新世代ネットワークの研究開発が始まったばかりである現段階において、その実用化が見込まれる 10 年後の具体的なサイバー攻撃手法を予測することは不可能である。従って、解決アプローチとしてはプリミティブとなるべきセキュリティ対策機能を明らかにすることが重要である。

そこで本節では、図 3.11.1 に示すように、(1) エンティティ間協調、(2) 脆弱性の内包を前提としたディペンダブルネットワーク設計、及び (3) セキュリティ設定の自動化という 3 つのアプローチを検討する。

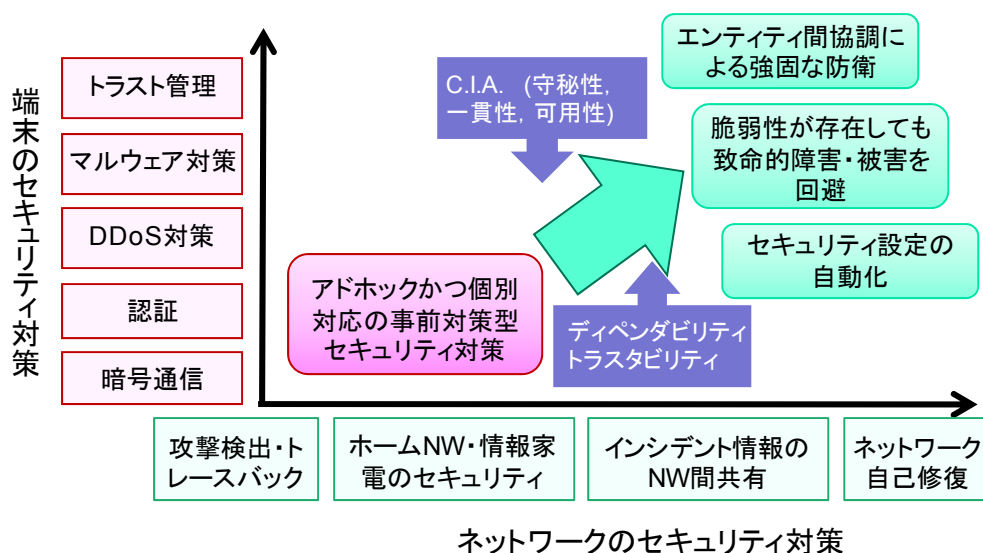


図 3.11.1 新世代ネットワークにおけるサイバーセキュリティ課題解決アプローチ

- エンティティ（ネットワーク機器、端末、サーバ）間の連携・協調による強固な防衛及び攻撃元の迅速な隔離による被害拡大防止

サイバー攻撃発生時に被害を最小化するためには、攻撃対象の強固な防衛と同時に攻撃元の隔離を迅速に行うことが必要である。これまでは Telecom-ISAC Japan や JP-CERT/CC など特定のインシデント対応組織によって、ネットワーク（ISP）の垣根にとらわれずインシデント情報の収集やセキュリティ対策活動のコーディネーションが行われてきた。また、特定のネットワークに閉じた形で攻撃元の特定や漏えいデータの追跡といった対策が施されたきた。しかし、インターネット上では DoS 攻撃に対するトレースバックや漏えいデータの追跡を広域で、つまりネットワークをまたがって行う必要があり、中央集権的な組織による対策や一つのネットワークに閉じた追跡では限界がある。

そこで新世代ネットワークでは、ネットワーク機器、エンド端末、サーバまで含めてネットワーク全体で協調的なサイバー攻撃対策をリアルタイムで実行するというアプローチをとる。これにより被害を最小化したり、事後において責任の所在を明確化するために攻撃の詳細を検証したりすることが可能になる。

- 脆弱性を内包しても致命的な障害や被害を回避できるディペンダブルなネットワーク設計

高度なソフトウェア処理を行う IT システムにおいては、100 パーセントセキュアな状態を維持し、脆弱性を完全に排除することは不可能に近い。例えば、X-Force 2008 Trend & Risk Report (IBM Internet Security Services)[3-11-7] によれば、2006 年に明らかになった脆弱性の 46%、2007 年に明らかになった脆弱性の 44%が、2008 年末の時点でもパッチが提供されていないと報告されている。また 2008 年には、7,406 件という記録的な数の新しい脆弱性が生成されたとも報告されている。さらに、新しいタイプのマルウェアやサイバー攻撃手法が日々開発されている。このように、従来のアドホックで個別対応のセキュリティ対策では限界があると考えられる。そこで新世代ネットワークでは、ネットワーク基盤を含む IT システムが、脆弱性を内包することを前提とし、脆弱性に対するサイバー攻撃を受けてもシステム全体がダウンしたり、多数のユーザが危険にさらされたりするような致命的な障害や被害を回避することが可能であるネットワーク設計及びネットワーク修復を行うというアプローチをとる。これにより、障害発生時においても最低限の機能性、信頼性を提供できるディペンダブルかつトラスタブルなネットワーク基盤を構築することが可能となる。

- 加害者・被害者の行動履歴や被害状況から適切なセキュリティ設定を学習し、エンティティのセキュリティ設定を自動化

ネットワークが電気やガス、水道のような社会インフラになるためには、ユーザが苦慮することなく安心・安全に利用できる環境を構築する必要がある。そのためには、オンラ

インとなっているシステムやサーバ、端末に対して個人ユーザやシステム管理者の管理負荷を軽減しつつ、セキュリティ対策が十分であるという安心感を与える必要がある。ネットワーク機器や情報システムにおけるセキュリティ対策において、新しい攻撃方法やマルウェアが次々と現れる現状を考えれば、静的設定では常にシステムをセキュアな状態に保つことは不可能である。最新のセキュリティ情報を把握して手動で設定変更したりセキュリティパッチを適用したり、もしくはセキュリティ定義ファイルをサーバからダウンロードしたりすることで対応することは可能であるが、システムの大規模化、複雑化や端末のハードウェア、ソフトウェアの多様化、ネットワーク環境の多様化、トラフィックボリュームの増加などの傾向を考慮すれば、いずれこのような対策にも限界が生じる可能性が十分にある。

そこで新世代ネットワークでは、サービス要件を自動判別し、矛盾なくセキュリティ設定とセキュリティ対策方針を自動的に変更できる仕組みを導入するというアプローチをとる。過去の被害状況や加害者・被害者の行動履歴などのデータベースを構築し、そこからセキュリティ対策として有効なルールを抽出する。抽出したルールに基づいたエンティティのセキュリティ設定自動化により個人ユーザやシステム管理者の管理負荷を軽減することができる。

#### 3.11.4. サイバーセキュリティ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では、ぜい弱性を前提としたディペンダブルなネットワーク構築の流れであり、次のような社会的インパクトをもつ。

➤ **安全なネットワーク**

サイバー攻撃に対する迅速な防衛により、信頼性、信用性の高い ICT 基盤を実現

➤ **安心なネットワークサービス**

サイバー攻撃や誤動作、操作ミスの瞬時的検出及び遮断により被害を最小化

➤ **プライバシーの保護**

個人情報漏えいの危険性を最小限に抑制しつつ、万一漏えいした場合も迅速に漏えい情報の所在を特定し消去することによりプライバシーを最大限に保護

➤ **利便性とセキュリティの両立**

利便性を損なうことなく、必要に応じたセキュリティを確保

#### 3.11.5. サイバーセキュリティ課題解決アプローチにおける日本技術の優位性

表 3.11.1 は、サイバーセキュリティ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 3.11.1 サイバーセキュリティ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	暗号	ネットワークデータ等の暗号技術
2	認証	指紋認証や静脈認証といったバイオメトリクス認証技術
3	家電	情報家電高機能化技術
4	ノード	ハードウェアによる高機能ノード技術
5	ネットワーク	ブロードバンドネットワーク構築技術
6	ネットワーク	大規模 IP ネットワーク運用管理技術

### 3.11.6. サイバーセキュリティ課題解決に向けた新世代ネットワークへの技術要求

- サイバー攻撃を瞬時に検出・遮断する協調的防衛技術

これまでのような一つの ISP に閉じたセキュリティ対策や中央集権的なコーディネーションでは、ISP の垣根を越えた積極的なサイバー攻撃防衛には限界がある。そこで、強固なセキュリティ対策を実現するためのエンティティ（ネットワーク機器、端末、サーバ）間の協調的防衛技術の開発が必要である。具体的には、インシデント発生時に ISP 間で連携し、インシデント情報を瞬時に共有することにより次のような技術の開発が可能となると考えられる。すなわち、複数の ISP で協調的に攻撃を検出・遮断する技術、最新のマルウェアを検出した端末やサーバが（ウイルス定義ファイル提供サーバ等を通じて）他の端末やサーバとマルウェア情報を共有する技術、ネットワーク機器間でのセキュアな経路情報交換やエンド端末・サーバ間でのセキュアなメッセージ交換のための相互認証技術などである。

- 攻撃元に対し、瞬時に攻撃検出、警告発令、隔離する攻撃遮断技術

複数のネットワークを経由してサイバー攻撃が実行されている場合や DDoS のように多数の攻撃元が広域に分散している場合、攻撃元を特定することは容易ではない。また、攻撃元を特定できたとしても、現状では攻撃元の送信データをアクセスルータにおいて強制的にフィルタリングするという原始的な対策しかなく、攻撃元とのインタラクションの方法がない。そこで、分散する攻撃元をトレースバックにより瞬時に特定し、まず警告を与えることで故意の、または意図しない攻撃の停止を要求し、それでも攻撃が停止しない場合に攻撃元をネットワークから隔離するという一連のプリミティブとなる攻撃遮断技術が必要である。上述したエンティティ間の協調・連携により、他のネットワーク内に存在する攻撃元を正確に特定することも可能になると考えられる。

- サイバー攻撃発生時でも最低限の機能性と信用性を維持できるネットワーク自己修復技術

BGP 経路ハイジャックや DNS キャッシュポイズニング、SQL インジェクションなどの基幹ネットワークや基幹サーバを対象としたサイバー攻撃は、サービスの停止や個人情報の大量漏えいなどの致命的な障害や被害を与えるため、現在のネットワークは最低限の機能性と信用性を維持できているとは言い難い。そこで、サイバー攻撃による障害をエンティティ間の連携・協調により瞬時に検出し、偽経路情報の広告や悪意のあるプログラムが仕込まれたサーバに対するアクセスを協調的に遮断する不正エンティティアクセス遮断技術がまず必要である。一方、被害を受けたエンティティについても障害自己検出技術及び障害自己修復技術の開発が必要である。

- 漏えい情報を瞬時に検索、位置特定、消去できるネットワーク組み込み型情報検索・処理技術

個人情報や機密情報が漏えいしないようなシステム設計、ソフトウェア設計がまずは重要であるが、万一漏えいしてしまった場合に被害を最小限に抑制できる事後対策も重要である。そこで、情報漏えいの瞬時検出技術、漏えい情報の複製がネット上のどこに存在するかを検索、位置特定できる情報追跡技術、位置特定されたすべての複製漏えい情報をネットワーク上から（一瞬で）消去する遠隔データ処理技術、オフラインのネットワーク機器からも当該漏えい情報を消去できる時限機能付きデータ管理技術などの開発が求められる。漏えいした情報の流通経路をネットワークの境界をまたいで追跡するためには、上述したエンティティ間の協調・連携が必要である。

- データベース技術を駆使したセキュリティ設定自動学習技術

これまでユーザはウイルス対策ソフトやファイアウォールから明示的なアラートを受けない限り、ネットワーク内で実際にどのようなインシデントが発生しているかを把握することは困難であった。つまり、目に見えない脅威であるため、ユーザは自己防衛のためのセキュリティ対策方法の習得、セキュリティ意識の保持・向上を行うことが困難であった。そこで、ネットワーク側のエンティティ（ゲートウェイ、アクセスルータ、ファイアウォールなど）が加害者・被害者の行動履歴や被害状況が収集された統合管理データベースからセキュリティ対策ルールを抽出、適切なセキュリティ設定を学習することにより、セキュリティ設定を自動化するセキュリティ設定自動学習技術及び自動設定技術の開発が求められる。

**参考文献：**

- [3-11-1] 警察庁, 平成 20 年版警察白書  
<http://www.npa.go.jp/hakusyo/h20/index.html>
- [3-11-2] 総務省, 平成 20 年版情報通信白書  
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/h20/index.html>
- [3-11-3] 独立行政法人情報処理推進機構 (IPA), “10 大脅威 ますます進む「見えない化」,”  
情報セキュリティ白書, 2008 年 5 月 27 日  
<http://www.ipa.go.jp/security/vuln/documents/10threats2008.pdf>
- [3-11-4] 日本ネットワークセキュリティ協会 (JNSA), “2006 年度情報セキュリティイン  
シデントに関する調査報告書,” 2008 年 6 月 16 日
- [3-11-5] IPA, JPCERT/CC, “脆弱性関連情報に関する届出状況 [2008 年第 4 四半期(10 月～  
12 月)],” 2008 年 7 月 28 日  
[http://www.nri-secure.co.jp/news/2008/0728\\_report.html](http://www.nri-secure.co.jp/news/2008/0728_report.html)
- [3-11-6] NRI セキュア, “Web サイトのセキュリティ診断：傾向分析レポート 2008,” 2009  
年 1 月 26 日  
<http://www.ipa.go.jp/security/vuln/report/documents/vuln2008q4.pdf>
- [3-11-7] IBM Internet Security Services (ISS), “X-Force 2008 Trend & Risk Report,”  
2009 年 1 月  
<http://www-935.ibm.com/services/us/iss/xforce/trendreports/xforce-2008-annual-report.pdf>
- [3-11-8] 財団法人日本データ通信協会テレコム・アイザック推進会議  
<https://www.telecom-isac.jp/index.html>
- [3-11-9] Trusted Computing Group  
<https://www.trustedcomputinggroup.org/home>

## 4. 社会的将来展望と新世代ネットワークへの要求

### 4.1. 文化・生活の多様性と新世代ネットワークへの要求

#### 4.1.1. 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。

#### 4.1.2. 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と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。

### 4.1.3. 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。

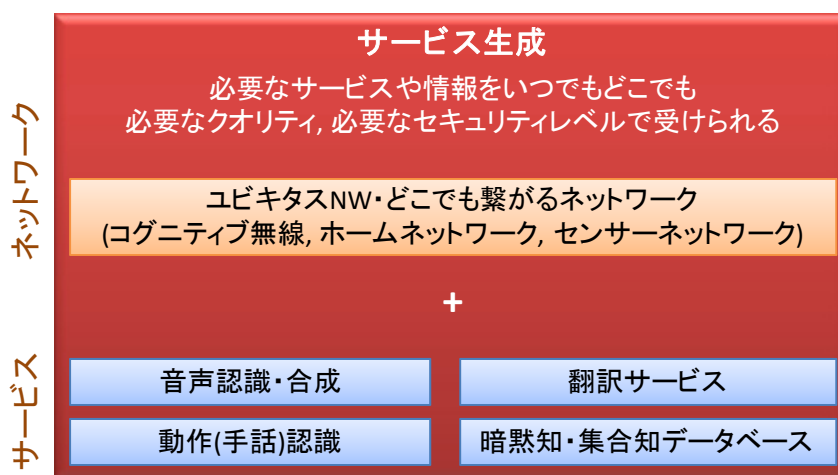


図 4.1.1 文化の壁を越えた交流を支えるサービス生成技術

#### 4.1.4. 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。

#### 4.1.5. 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求

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。

## 4.2. メディア融合と新世代ネットワークへの要求

### 4.2.1. 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。そこでまず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[4-2-1]や YouTube[4-2-2]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[4-2-3]。

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應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り、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應が實現されてはじめて、真の意味で「融合」したサービスが現れるものと思われる。すなわち将来においては、各メディアの特徴が十分に生かされ、組み合わせられたことによる相乗効果により、各メディアだけでは体感できないような新たなサービスの創造が行われるものと期待される。

次に、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。また、Web サービスにおいてはマッシュアップ技術により複数の発信元から提供されるコンテンツが様々に組み合わせたり全く新しいコンテンツとして提供されるようにもなっている。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し、新たなコミュニケーションを与えるサービスの創造が行われると期待される。そして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。

加えて、いわゆる紙メディアである新聞や雑誌において、そのコンテンツである記事やグラビアを通信媒体においても発信する動きが強まっており、より即時性のあるニュース記事の配信やデジタル化による個人に合わせた情報の配信、複数雑誌をまとめた広告メディアとしての情報発信など、新たな試みによるメディア融合が進んでいる。すなわち、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。

さらに、法制度上の定義を考えると、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）[4-2-4]」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）[4-2-5]」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[4-2-6][4-2-7]。現在、通信・放送の融合・連携に対応するため、2008年2月から情報通信審議会において通信・放送の総合的な法体系の在り方が審議されており、現状のサービスごとの「縦割り型」の法体系について見直しを行い、伝送設備規律、伝送サービス規律、コンテンツ規律等について検討がされており、全体として合理性のある法体系に改めることとしている[4-2-8]。2009年12月頃に同審議会でも答申が取りまとめられ、2010年の法案提出を目指している。また、著作権法[4-2-9]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。

#### 4.2.2. 提案するメディア融合実現へのアプローチ

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

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ることで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。

そして、サービスに関して考えると、個別のメディアの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自由に情報を発信したり、見たいコンテンツを視聴したりできるとか、今まででは見ることが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。

#### 4.2.3. メディア融合の社会的インパクト

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。

一方、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新たなコミュニケーションを与えるサービスを享受することが可能となる。今まではわざわざ発信されなかったような情報が発信され、それらの中から思いもかけない様々な情報が視聴されるようになり、現在では十分に活用できていない細かな情報をより有効に使用した新たなコミュニケーションサービスが誕生する。このような新たなコミュニケーションサービスを実現するには、学校教育や地域社会などでの利用を可能にするコミュニティ対応や、コンテンツの二次利用が速やかに可能となるシステムの開発も重要となる。

最終的には、両者の技術を統合して、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。このような環境が整備されることで、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が実現される。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ユーザ同士のコミュニケーションによりさらなる参加感が高揚されるような

様々なサービスが可能となる。

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。

#### 4.2.4. 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伝送す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[4-2-10]、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、運用実績を重ねており、運用管理において技術的優位にある。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。

#### 4.2.5. 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求について、特に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
- ユーザが容易に情報配信可能な通信プラットフォーム
- 様々なセンシング技術を利用して、ユーザの意図や感情に適応し、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違和感のない同期制御技術

**参考文献：**

[4-2-1] アクトビラ

<http://actvila.jp>

[4-2-2] YouTube

<http://jp.youtube.com>

[4-2-3] ひかり TV

<http://www.hikaritv.net/>

[4-2-4] 電気通信事業法

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

[4-2-5] 放送法

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

[4-2-6] 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](http://www.soumu.go.jp/s-news/2001/011226_1.html)

[4-2-7] 電気通信役務利用放送法

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

[4-2-8] 情報通信審議会，通信・放送の総合的な法体系に関する検討アジェンダ  
（平成20年12月）

[http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/joho\\_tsusin/houtai/pdf/081226\\_1.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/houtai/pdf/081226_1.pdf)

[4-2-9] 著作権法

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S45/S45HO048.html>

[4-2-10] NHK 放送技術研究所

<http://www.nhk.or.jp/str/>

### 4.3. 知識社会と新世代ネットワークへの要求

#### 4.3.1. 知識社会における将来展望

##### 【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全くないが、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[4-3-1]やコレクティブインテリジェンス[4-3-2]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が、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。

#### 4.3.2. 提案する知識社会実現へのアプローチ

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で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。

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、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。

#### 4.3.3. 知識社会実現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りえる。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、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。

#### 4.3.4. 知識社会実現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。

### 4.3.5. 知識社会実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求

#### 【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：

- [4-3-1] Jeff Howe, “Crowdsourcing: The Coming Big Bang of Business and How It Will Change Your World,” Crown Pub, 2008.
- [4-3-2] Pierre Levy, Robert Bononno, “Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace,” Basic Books, 1999.

## 4.4. 生産性向上と新世代ネットワークへの要求

### 4.4.1. 生産性に期待される将来展望

#### ● 背景

##### 【日本の生産性の現状】

現在の日本の生産性は、米国を 100 とすれば欧州圏は 87 で日本は 71 であり(2005 年時点)、特にサービス産業の生産性伸び率(1.52%)が製造業(4.10%)に比較して伸びていない(1995-2005)ことが指摘されている[4-4-1]。ここでいうサービス産業とは、電気・ガス・水道、熱供給、商業、金融・保険、運輸、通信、その他サービス業を含んでいる。製造業においては、今まで日本の得意とする分野であり、これまでの日本の産業の牽引役であった。しかしながら新興国の安価な労働力と製品のコモディティ化により、これからの製造業は更なる厳しい環境に立たされる時代に突入すると予想される。これからの時代は脱製造業を目指し、サービス業の生産性を高める必要がある。

日本は製造業を基盤として経済発展をこれまで遂げており、サービス分野における取り組みがこれまで無かったと言って良い。特にオイルショックや貿易摩擦、バブル崩壊後も製造業は高い競争力を持って日本の産業を支えている。日本のサービス業に関しては質の高さには定評があるものの、国際的には大きく後れを取っている。これは日本はサービスに対する認識が伝統的に低く、サービスは無料という感覚や、学生の就職希望ランキングにおいても製造業に比較し相対的に低いという現象が見られる。

日本においては、世界でも希に見る光ファイバー高普及国であり、一方携帯電話は通信速度やサービス種類においても世界に誇れるものを持つ。しかしながら日本の企業の ICT 利用を見ると、いくつかの障壁が見られる[4-4-1]。以下にその一例を示す。

- 企業システムにおいては、ソフトウェアを部門毎にカスタマイズやオーダーメイドで利用する企業が全体の 70%を越えている。
- 自社の中核に位置付けられる事業に関わるものほど、ソフトウェア開発をオーダーメイドで発注し、それ以外ではパッケージソフトで調達している。
- 特に運輸、卸小売などのサービス産業では、製造業に比べオーダーメイドソフトウェアの割合が高くなっている。
- 企業間の取引においても受発注のシステムの共通基盤化が未成熟である。
- 中小企業では、人的や物的リソースの不足、電話や FAX で事が済むなどや、取引先の企業のシステムに合わせる or 投資自体を見合わせるといった障壁がある。

上記例は一例に過ぎないが、企業システムにおいても改善の余地は未だに多い。日本の優れた ICT インフラを 100%活用したサービス産業を支える ICT システムの構築が望まれる。それには、自ら所有するシステムやソフトウェアから利用(共有)するシステム、共有可能なソフトウェアが望まれる。具体的には企業システム(サービス)の共通基盤化、水平分業化(アウトソーシングを含む)の一層の推進が望まれる。

### 【少子高齢化社会】

グローバル的に見れば世界人口は増加の一途を辿り、2009年1月時点で約67億5千万人と推測されており[4-4-2]、2006年から約2億5千万人増加した。しかしながら、日本においては3.8節で述べたとおり、日本の少子高齢化は急速に進んでおり、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。この少子高齢化の傾向は欧州でも顕著であり、欧州の平均寿命は現在80歳以上で、2020年までにEU人口の25%が65歳以上となるとの報告もある[4-4-3]。

少子高齢化社会においては様々な問題が発生するが、特に少子化問題に関しては労働人口の減少に伴う生産性の低下が懸念されている。1960年代以降、日本の生産年齢人口は減少の一途を辿っており、それに伴い成長率も鈍化してきている(下表参照[4-4-1])。

表 4.4.1 総人口及び生産年齢人口と成長率の関係

	総人口	生産年齢人口	成長率
1960年代	1.1	1.8	10.5
1970年代	1.2	1.0	5.2
1980年代	0.6	0.9	3.8
1990年代	0.3	0.0	1.7
2000年代	0.0	-0.5	1.9
2010年代	-0.3	-1.0	?
2020年代	-0.6	-0.8	?

増減率

少子高齢化社会においても成長率を維持するには、今以上に生産性を高める必要がある。

### 【米国の状況】

米国は1990年代にサービス業が大きく成長し、大きな雇用を獲得する産業となった。内閣府の調査に拠れば、1990年代から2000年代に、日本では第三次産業が481万人増加したのに対し、米国では1,609万人も増加した。製造業の停滞による雇用悪化の対応として、米国をお手本とし、サービス業を中心とした第三次産業へのシフトが急務と言える。

米国のサービス産業の生産性向上の理由は、各機関で様々に研究されているが、概要をまとめると、

- ICTを生産する側よりもICTを活用する側にあるサービス産業の生産性が向上している。
- ICTへの投資が多い「ICT活用国」の生産性が高い傾向を示している。
- ICTユーザであるサービス分野の企業が、ICTを有効活用することでICTの潜在力を引き出すことに成功したと考えられる。

また米国のサービス生産性を向上させた要因にグローバル化が貢献している。米国企業は自ら積極的な海外展開を進めグローバル化の流れを主導すると同時に、アウトソーシングを積極的に推し進めることで収益力や生産性を高めてきた。ここで注意すべきは米国企業のアウトソーシング全体に占める海外依存の割合はごくわずかなものに過ぎず、大半は米国内にある他の企業へのものであり、海外は国内アウトソーシングの20分の1程度に過ぎないとされている[4-4-4][4-4-5]。

#### ● 期待される将来像

日本の優れたICTインフラを100%活用したサービス産業を支えるICT基盤を構築し、サービス分野にイノベーションを起こすことで、製造業とサービス業の2つの基軸で将来の日本を支える新しい産業分野を創出し、人口減少に転じる以前を上回る経済成長率を達成する。

- ▶ 高い生産性を産み出す新サービス産業の創出とそれを支えるネットワークシステムが構築される。
- ▶ ネットワーク機能やミドルウェア、アプリケーションがコンポーネントとなり、サービスに応じてカスタマイズ可能とし、オンデマンドで組み合わせることができる。
- ▶ お年寄りから子ども、大企業から中小企業、官公庁から村役場など、ユーザーニーズに合わせたサービスの提供と、それを支える基盤が構築される。
- ▶ 特に企業システムにおいては、機能のコンポーネント化、システムやサービスのアウトソーシング化により、コスト削減とサービス活性化による雇用の促進が期待される。
- ▶ 将来的にはセンサーから収集された情報や、暗黙知などの知識情報が融合した、サービスとして活用できるプラットフォームが構築される。

### 4.4.2. 提案する生産性向上実現へのアプローチ

#### ● サービスの定義と特徴

サービスとは、「無形の機能・性能のみを利用者へ提供すること」と定義する。サービスの特徴は、一般的には「同時性」と「即時性」と言われる。同時性とは、需要と供給が空間的にも時間的にも同時に行わなければならないことを指し、したがって製造業のような「在庫」という概念が無い。つまり需要の変動への対応を供給者側で行わなければならない。また「無形性」に関しては、製造業で重要な指標である「品質」が、目に見えにくい。品質を規定する要素が多数存在し、人や時間によってニーズが変化することも特徴である[4-4-6]。

総務省では産業に関して大中小細と4レベルで分類されていて、大分類が19、中が97、小が420、細が1269と分類されており、現在でも改版が継続的に行われている[4-4-7]。



- サービス事業の特性

サービス事業においては、レンタルビデオサービスのように、メディアの所有権を譲渡せずその機能や性能のみを提供することを言う「所有と使用の分離」、様々なユーザーニーズを満たすための「多様化への対応」、多様化したサービス提供に必要な不可欠なコスト削減を図るための「サービスの共通化」がサービス事業の特徴である[4-4-6]。

- 製造業のサービス化

日本との競争に敗れたと思われたアメリカの製造業がサービス化に成功したことにより復活したという指摘がある。製造業のサービス化の簡単な例として、販売した製品のアフターケアサービスがある。GEは医療の遠隔診断システムを自身が生産している航空機エンジンに応用したサービスを提供している。製造業としてのスキルや強みを生かしてサービス分野に進出するケースが代表的である。

アメリカは企業が持つ各機能のコンポーネント化を進め、その企業が得意とする分野に注力し、それを自社以外にもサービスとして提供し、それ以外は逆にアウトソーシングまたはBTOとして外注するスタイルが一般化したためである。

- スマイルカーブ

製造業の上流から下流に向けての工程(研究開発、部品生産、組み立て、販売、サービス)を横軸に、収益性を縦軸に取ったとき、パソコンの生産の場合は下図のようになる。

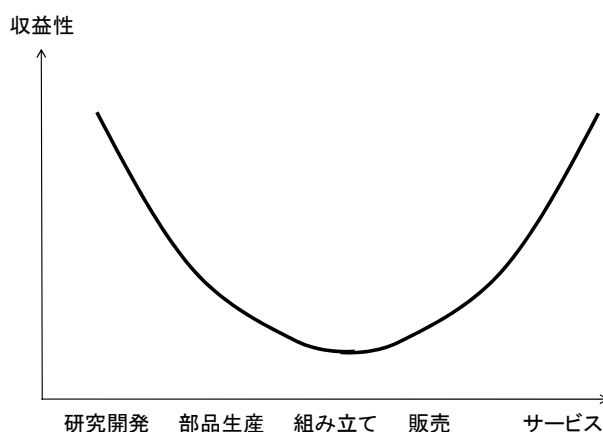


図 4.4.1 パソコン生産における工程と収益性の関係

グラフの形が笑ったような形になるので、スマイルカーブと呼ばれている。研究開発(パソコンの場合はデザインなど)やサービスの収益性が高く、組み立ては低いことを意味している。

このようなコンポーネント化によるサービス化は一般的な生業に見られるが、例えば自動車や鉄鋼はスマイルカーブとは言えない。特に自動車は各部品が全体として性能を発揮

するような部品間のつなぎ合わせのノウハウやスキルが必要とされる産業であるため、コンポーネント化が難しい。このような高度なノウハウやスキルが必要となる部品の組み立てを「すり合わせ」という。

#### ● サービスイノベーションの必要性

サービス事業の特性を考慮したサービスイノベーションを推進することにより、サービスの生産性を向上する。日本では 1956 年の経済白書で始めて「イノベーション」を「技術革新」と訳したとされるが、本来の経済学者が提言した意味とは異なり、当時としては仕方のないことであるがここでも製造業偏重が見られる。

一般的に「イノベーション」は各機関において定義されているが、ここでは簡単のため以下のように定義する。

- ▶ イノベーションとは、従来無かった革新的な製品やサービスそのものや、その製品・サービスを生産する革新的な方法で、市場価値を高めること。

サービスイノベーションとは、上記の定義に合わせ以下のことと定義する[4-4-8]。

- ① これまで市場にない新たなサービス商品そのものの開発（プロダクトイノベーション）
- ② サービス商品を生み出すこれまでにない新しい方法や、サービスの実施・デリバリー現場での具体的な実践方法の開発（プロセスイノベーション）
- ③ 上記イノベーションを単に考え生み出すだけでなく、実際に市場価値に転換

#### ● サービスイノベーション実現へのアプローチ

##### 【基本アプローチ】

先に示したサービス事業の 2 つの条件を満たすアプローチであり、(1)バリューチェーンの追加・削除による組み替え、(2)多様化とサービスの共通化の両立、がある。前者は従来のバリューチェーンに新しい価値を加えることで、例として製造業におけるリースレンタル事業への展開が挙げられる。単純な川下展開を取るアプローチである。

後者は利用者のニーズに応える多様化と、事業の効率化を図るための部品の共通化を両立することである。この例としてはコンビニやファミレスの多店舗化に代表されるチェーンオペレーションである。多店舗化を進めることでサービスの共通化を図り、規模を拡大しながらユーザーニーズに合わせた商品・サービスを提供する。

##### 【サービスイノベーション基盤】

上述した基本アプローチにおける単なる川下展開や多店舗化では既に限界が見えている。そのため新たなサービス価値を創り出す仕組みが必要となってくる。その仕組みをここでは簡単にサービスイノベーション基盤と言うことにする。基本アプローチの限界を打破するために、サービスイノベーション基盤では、極限までに機能が部品化され、サービスに応じて機能が組み替えられ使用される。イメージを下図に示す。

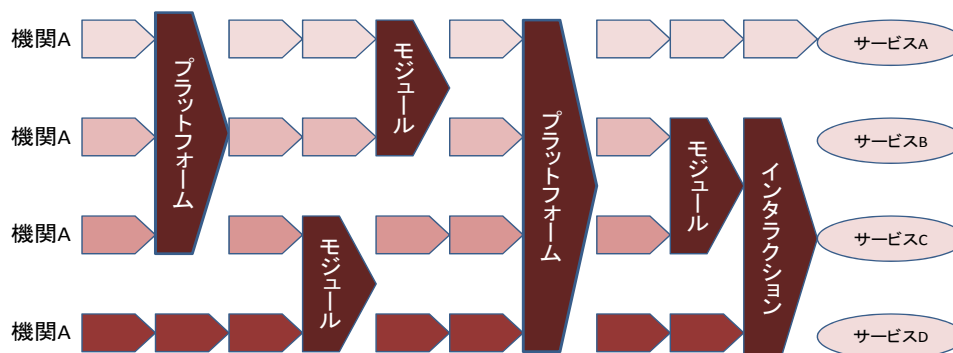


図 4.4.2 サービスイノベーション基盤のイメージ[4-4-6]

サービスイノベーション基盤において、多様化とサービスの共通化を両立するには、サービスのモジュール化を推進する。サービスのモジュール化とは、何度も繰り返して使用するサービスやサービスプロセスなどを機能として部品化し、サービスの多様性を犠牲とすることなく、共通化する方策である。

#### 【人の知識や状況を取り入れたサービスイノベーション基盤】

上述したサービスイノベーション基盤を更に発展させ、技能・ノウハウ・暗黙知といった人の知識情報に加え、ビジネス知識や心理学などの人間系知識、そして工学系知識をリファレンスデータベース化し、それらをサービスの見える化に用い、ユーザに最適なサービスを提供することを目指す。

一般的にはサービスをユーザに提供するまでには、以下のステップがある。

- ユーザ状況の測定「現状の見える化」
- 問題発見「問題の見える化」
- サービス設計「サービスコンセプトの見える化」
- 提案・デリバリー「ユーザ価値・リスクの見える化」

この各ステップにおけるサービスに見える化において、人の知識を用いてブラッシュアップすることは、サービスに差別化につながることになる。

#### 4.4.3. 生産性向上の社会的インパクト

サービスの生産性向上を行うことは、日本がこれまでの工業化社会から脱皮する第一歩であり、目指すべきところは将来の知識社会を支える大きな基盤となることである。サービス分野にイノベーションを起こし、日本がこれまでに強い製造業とサービス業の2つの基軸で将来の日本を支える新しい産業分野を創出する。

以下にサービスイノベーション基盤を用いたサービス例を示す。

- あなただけのネットワークを提供  
ネットワーク機能を多様化・オープン化し、個人のライフスタイルに合わせたネット

ワークサービスをオンデマンドで提供する。例えば、ISP に拠らない個人専用のメールアドレス、ストレージ、計算機資源を提供できるようになる。

- サービス可視化機能のネットワークへのビルトインによるサービスイノベーションの実現

「パケット転送」から「サービス転送」にネットワーク機能を転換し、サービス状況、サービス提供の問題発見、サービス設計、サービス提供検証が行えるサービス可視化機能、およびそれらを支えるリファレンスデータベースをネットワークにビルトインする。ネットワークを流れるセンサー情報などと合わせ、サービス提供者にそれらを公開・提供し、イノベーションを起こしやすいネットワーク基盤を構築する。

#### 4.4.4. 生産性向上実現へのアプローチにおける日本技術の優位性

- ブロードバンド環境
- RFID などの電子タグ技術
- 宅配便やコンビニ、ビデオレンタルなどのきめ細かいサービス提供システム
- i-mode や着うた/着メロなどのユーザ主導のネットワークサービス

#### 4.4.5. 生産性向上実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求

- サービス状態やサービス提供過程での問題を見えるようにするサービス可視化技術
- ビジネス系知識や人間系知識、工学系知識などをストックできるリファレンスデータベース構築技術
- サービスの多様化を実現するサービス機能のモジュール化技術
- サービスを設計できるツールの提供

#### 参考文献：

- [4-4-1] 総務省, “「ICT による生産性向上戦略」,” 情報通信審議会答申, Jun. 2008.
- [4-4-2] アメリカ合衆国統計局
- [4-4-3] ICT Event 2008, Lyon France, Dec. 2008.
- [4-4-4] National Academy of Public Administration
- [4-4-5] 経済産業省, 通商白書
- [4-4-6] 高田他, “日本企業のサービスイノベーション,” 野村総研 知的資産創造/2002 年 12 月号
- [4-4-7] 富士通総研, サービスイノベーションワークショップ, 2006 年 7 月
- [4-4-8] 富士通総研, サービスイノベーションワークショップ, 2006 年 7 月
- [4-4-9] サービスイノベーション研究会(経済産業省委託調査事業), サービスイノベーション研究会報告書, 2006 年

#### 4.5. 新たな価値流通インフラ創造と新世代ネットワークへの要求

経済社会を支える流通、金融システムにおける ICT 技術の重要性は論を待たない。スーパーマーケット、コンビニエンスストアをはじめとする小売業においては POS システムが広く利用されている[4-5-1]。また、金融業においてはオンラインシステムの開発に長い歴史があり、日常生活において銀行 ATM はなくてはならない存在になっている[4-5-2]。最近では、ネットショッピング、電子マネーなど ICT 技術の進展による新たなモノ、価値の流れが生まれつつある。金本位制崩壊以降は中央銀行の信用を頂点として、現金、手形、切手、切符などの紙に印刷されたものを価値の根源として、モノ、価値の流れが確立していたが、電子マネーの普及、株券、航空券などの価値を証紙類の電子化の進展により、旧来の考え方が崩れつつあり、新たな価値流通のあり方が問われているといえる。ここでは、実際に物の移動を伴う価値の流れ（物流）と、デジタル化された著作物・知的財産など価値のある情報のネットワーク上での流れ、電子マネーなどの貨幣価値の流れ（金流）などをすべて価値流通としてとらえ、新世代ネットワークによる未来型価値流通インフラ創造の可能性と、新機能実現のためのネットワークへの要求仕様について論じる。

##### 4.5.1. 価値流通インフラに期待される将来展望

貨幣価値、商品価値を持つモノ、著作物などの価値ある情報などを「価値」とし、これらの流れの全体を「流通」とする。貨幣価値、デジタル化された著作物はネットワーク上で流通させることが可能である。商品価値を持つモノは将来的には量子テレポーテーションや高度な五感通信などで電子的伝送が等価的に実現される可能性はあるが、現状では、物流システムによりモノを移動させることが必要である。また、電子的にネットワーク上を伝送可能な価値であってもネットワークのセキュリティ、決済手段としての信用度の問題やこれまでの商慣習により紙に印刷されたモノを移動させるという方法がとられている場合が少なくない。従来流通、金融システムの持つ安定性を高めるとともに利便性を向上させる価値流通インフラの実現による経済活動の活性化が期待される。これにより、従来型流通、金融システムの持つ問題点を軽減するのみならず、新たな企業間(B to B)、企業個人間(B to C)、個人間(C to C)のつながり、ビジネスのあり方の創造につながると考えられる。新たな価値流通インフラに期待される将来展望として、安定した流通・金融インフラによる経済活動の活性化、グローバルとローカルのシームレスなつながりの実現、ICT 技術による著作物・知的財産の安全かつ効率的な流通、フレキシブルなバリューチェーン構築による価値の創出などが挙げられる。以下に価値流通インフラを支える重要アイテムの現状と将来展望を列挙する。

##### 【金融情報システム】

金融システムにおいては以前よりネットワーク、コンピュータの利用が進められている(図 4.5.1 参照)。銀行では、現在、第3次オンラインシステムが稼働しており、勘定系シ

システムと情報系システムの統合がなされている[4-5-2,4-5-3]。また、決済システムの根幹は日銀ネット（日本銀行金融ネットワークシステム）が担っており、即時グロス決済システム(RTGS: Real Time Gross Settlement)化がなされている。即時に決済が完了するために、リスクが少なく、システムの安定性が高いという特徴があるが、流動性資金を多く用意する必要があり、資産の有効活用という点で問題がある。一方、銀行間の振込などの決済では全銀システム（全国銀行データ通信システム）が利用されるがこちらは時点ネット決済システム(DTNS: Determined Time Net Settlement)であり、決められた時間にネットイング（帳尻あわせ）をして差分を決済するという方式である。必要とされる流動性資金は少なくてすむが、ネットイング参加者がデフォルト（債務不履行）した場合のリスクが大きいという問題がある。欧米、シンガポール、香港では、RTGS、DTNS ハイブリッド化が進み、高度な待ち行列処理も実装されつつあり、価値の有効利用とリスクの最小化が図られている[4-5-4]。これは、金融情報システムの発展が単なる処理能力向上だけでなく、価値の有効利用、ひいては経済構造の革新につながりうることを示す好例である。しかし、現状の決済システムの根幹は中央銀行当座預金か現金のいずれか（これをファイナリティがあるという）であり、中央銀行への信用の基に成り立っているといえる。つまり、ネットワーク技術自身は互いの帳尻を計算し、取引の状況を伝達する役割だけを持っていて、肝心のファイナリティを有した決済手段とはなっていない場合がほとんどである。一方で現金は中央銀行を介さずしてファイナリティのある決済が可能である。新世代ネットワークにおいて、上記の電子マネー技術と現金と同等のファイナリティを有して、柔軟性と信頼性の高さを兼ね備えた決済インフラの実現が望まれる。

1965	70	75	80	85	90	2000	
第1次オンライン		第2次オンライン		第3次オンライン		ポスト3次オン	
○省力化 ○事務効率化	○合理化 ○顧客サービス強化	○金融自由化対応 ○管理情報等の強化 ○対顧客ネット充実	○新商品開発等 ○デリバリーチャネルの充実 ○統合的リスク管理	○単科目処理 ・元振のオンライン化 ・自動振替のセンター集中	○主要科目連動処理・ 総合口座の出現 ○銀行間オンラインCD の提携	○勘定系再構築 ○情報系・資金証券系・ 国際系・対外接続系の 整備と有機的結合	○柔軟性と即応性 ○ハブ・アンド・スポーク型アーキテクチャ ○オープン系システム ○デリバリーチャネルと複数システムの連携処理
△CD △地銀ネット △全銀ネット		△ATM △SICS, TOCS, ACS, SCS		△BANCS △MICS △コールセンター △POS		△統合ATM △電子マネー △デビットカード △サイバーバンク	
行内ネットワーク		銀行間ネットワーク		産業間ネットワーク PC ネットワーク		インターネット	
ネットワーク接続先の拡大 →							

図 4.5.1 銀行オンラインシステムの発展 出展：[4-5-2]

#### 【電子マネー】

我々は、価値の流通および蓄積のための媒体として貨幣を利用している。貨幣は強制通力を持ち、転々流通性が中央銀行の信用力のもとに保証され、貨幣のやりとりはファイ

ナリティのある決済手段となっている。一方、近年になり、電子マネーが通貨の機能の一部を置き換える手段として広まりを見せ始めている。その理由としては、使用時にポイントなどの特典が付くことやスムーズな決済が可能であること、小銭を用意する必要がないことなどが挙げられている。電子マネーの効力は、現状では発行者と使用者の間の契約によってのみ規定されており、現状では貨幣に対しては信用力が劣ること、通用範囲が限られていることが否めないが、モノではなく、電子媒体としてのコトとしての特徴を生かした様々な機能やビジネスモデルの発展と相まって、今後ますます貨幣の領域を代替してゆくと考えられる[4-5-5]。

#### 【流通と決済】

従来の店頭での小売りにおいては現金、もしくはクレジットカードなどでの支払との交換で商品・サービスが提供されるという形での取引が一般的であったが、ネットショッピングの普及により、銀行振込、クレジットカードに加えて代金引換（代引き）やコンビニエンスストアなどでの収納代行（コンビニ収納）による支払が一般化してきている。金融庁の決済に関するワーキング・グループにおいて、電子マネー、ポイント制とともに代引き、コンビニ収納のあり方について活発な議論が行われている。決済システムの安定化を目的として、為替取引は銀行（預金取扱金融機関）以外が行うことは原則禁止されているが、代引き、コンビニ収納は運送業者、小売業者により広く実施されているのが現状である。特にコンビニ収納が為替業務に相当するのではとの考え方があり、規制緩和と決済システムの安全性の観点から議論がなされている[4-5-6]。

B to Bの取引では、古くから価値の流れにかかる時間の問題を解決するために様々な制度が整備されてきた。代表的なものが信用状（LC）取引である。離れた地点間を船便で輸送する場合に広く用いられる手法で、洋上を商品が移動中も、その価値を新たな経済活動に活用するというものである。船荷証券をベースに取引が行われ、積荷持つ価値を銀行が現金などの流動性の高い価値に変換する。LC取引においては船荷自体のチェックはなされず、LC取引には輸入業者、輸出業者がそれぞれの側の銀行から信用を得ている必要がある。これは商品の価値と流動性の高い価値の交換が銀行、業者間の与信・受信の関係により成り立っているためである。LC取引においては、信用獲得が必要で新規参入障壁が高い、取引が成り立たないリスクなどが問題点としてあげられるが、ネットワーク技術により積荷などの価値の情報と、貨幣的な価値が適切かつ安全に交換できるようになれば、新たなビジネスモデルの構築、中小企業の新規参入が促進され、さらには、B to Bと B to C、C to Cの区別無く全員参加型の価値流通インフラへと発展が期待される。

#### 4.5.2. 提案する新たな価値流通インフラ実現へのアプローチ

上述の通り、現状の電子マネーでは本当の意味での実現には至っていないが、電子マネーで十分な信用力を担保できるようなシステムを構築し、結果としてそれが転々流通性を

持つようになれば、貨幣の機能の多くの部分を代替するという可能性が指摘されている。どこでも誰もが電子マネーを信用して容易に使用できることを保証する優れたインタフェース、端末、通信手段および運用制度が重要であることはいままでもない。また、価値を安全かつ円滑に流通させるための高度に電子化された物流および決済インフラが不可欠であり、これを実現するためには以下のようなアプローチが考えられる。

- 1) **ネットワーク技術による価値の確実な転送・交換**：現状のネットワークを利用した決済システムではネットワーク上を流れるデータは送金、振替などの指図をメッセージとして送るだけで、ファイナリティは有していない。これに対して、伝送途中でデータ複製がないこと、相手が受け取ったことが確認できることなどをネットワーク技術で保証することで、現金送受と同等のやりとりを電子的に実現する。貨幣価値を確実に転送・交換する技術を大容量データ伝送への適用が実現すると、価値の高い知的財産権で保護された著作物、ソフトウェアなどのネットワーク上での安全な取引が可能となると考えられる。
- 2) **紙幣に匹敵する物理的、複合的信用度の達成**：従来の暗号技術などでセキュリティを高めるのみならず、紙幣が持つような多面的な信用度を目指す。複合的な信用度向上のために、複数の伝送メディアを組み合わせ、ノード通過時に標準電波信号をスタンプして、通過したノードの信用度などの情報を記録するなどの手法が考えられる。
- 3) **物流と決済の電子化および有機的リンクの確立**：物流システム、決済システムのさらなる電子化を進めるとともに、有機的にリンクさせることで、貨幣価値と商品価値の円滑な交換を実現する。具体的には上述の LC 取引のような物流と金流がリンクする価値交換において、交換に要する時間の違い、価値の性質の違いを超えて、リスクの小さくかつ価値の有効利用を可能とするシステムを実現する。
- 4) **データの価値の重みに応じた優先度の設定、ネットワーク上にある価値の測定**：電子マネーデータ、もしくは価値ある情報を価値の重みに応じて優先度を設定し、費用対効果の最適化を図る。さらに、ネットワーク上にある価値を測定し、価値流通システムの安定化を目指す。データ伝送遅延の低減も一刻を争う商取引においては重要な要素である。最近、日欧間の低遅延伝送を目的とした日露間光海底ケーブルが開設され、従来のインド洋ルート（300 ミリ秒）、北米ルート（260 ミリ秒）と比べ、伝送遅延 3 割減の 200 ミリ秒が達成されている[4-5-7]。
- 5) **情報の共有と保護の高度な両立**：効率的なバリューチェーン構築にはモノ、金の円滑な流れのほかに、バリューチェーン参加者間の情報共有が重要である。一方で、多数の競合相手がひしめき合うマーケットの中で、オープンなバリューチェーン実現のためには、各参加者の戦略情報の保護が不可欠である。この相反する要求に応える。



現在、決済のファイナリティは各国の中央銀行に信用に依っているが、グローバル化が進んだ現代経済においては国際的な取引の重要性が高まっていることはいまでもなく、CLS(Continuous Linked Settlement)銀行など国際決済システムの革新が進められている[4-5-4]。グローバルとローカルのシームレスなつながりの実現には国内における取引と同様のコストで海外とやり取りできる国際的な価値流通インフラ実現が不可欠である。海外との取引においては英語での情報提供も重要な要素の一つである。日本国内では国際化には会話力が重要と考えられているのに対して、海外からは日本国内での英語による文書情報の提供が求められている[4-5-8]。取引に必要な情報を自動的に翻訳するシステムなどが、我が国の国際競争力強化に資するものと考えられる。

#### 4.5.3. 新たな価値流通インフラの社会的インパクト

価値流通システムは古代より社会のあり方そのものを特徴付けるインフラであり、効率性、安定性、信頼性が安心・安全を確保する上での重要なポイントである。また、新たな価値流通システムは新たなビジネスのあり方、人と人、人と社会のつながりを創出するものである。以下に価値インフラに求められる基本機能である「利便性の最大化とリスクの最小化」と新たなビジネスモデルにつながる「全員参加、草の根流通」の二つに大別して新たな価値流通インフラが社会に与えるインパクトについて論じたい。

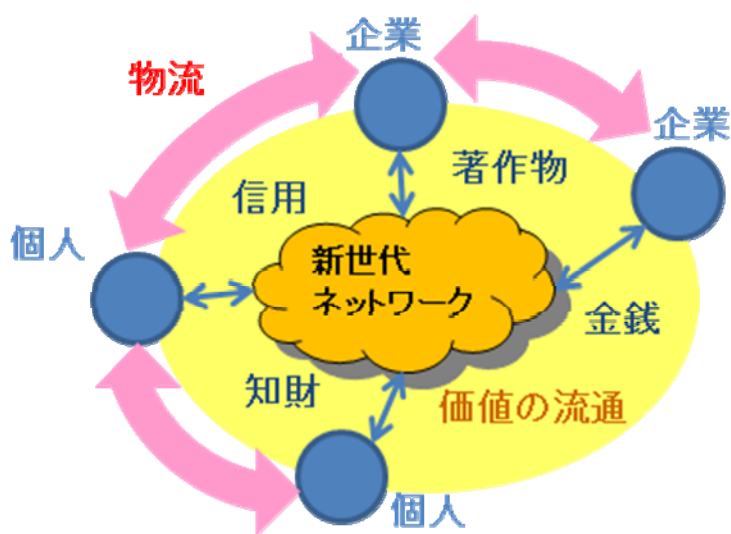


図 4.5.2 新世代ネットワークによる価値流通インフラ

#### [利便性の最大化とリスクの最小化]

個人、企業間の取引においては何らかのリスクが生じるのは避けられないが、これを最小化するためにこれまで様々なシステムが構築されてきた。一方で、利便性向上による円滑な取引の実現も極めて重要である。利便性の最大化とリスクの最小化は一般にトレードオフの関係にあると考えられるが、新世代ネットワーク技術によりこれらの両立が可能と

なれば、社会に大きなインパクトを与えるものと思われる。例えば、情報化された貨幣として電子マネーを見ると、電子マネー内に個人情報を持しておくことにより、紛失時に他人に使用されるリスクを最小限にすることができ、より安全な貨幣としての性質を持たせることが可能となる。さらに、ネットワーク自体が転送するデータの価値に応じた対応をすることによって費用対効果の高い安全性を確保することが可能となり、また、物流による価値の流れと貨幣価値の流れを結びつけることで、確実な取引、品質・価値の保証が期待される。一方、電子化された貨幣価値はネットワークを介して転送可能という点で従来の貨幣に比べ利便性が高いといえる。インターネットショッピングなどで一部実現されているが、あらゆる階層で、日常的、かつグローバルに電子マネーを介した決済が行われるようになると、価値のやりとりを行う相手先のバリエーションは増大し、流通はさらに活発になると考えられる。また、従来の貨幣にない新機能によるさらなる利便性の向上が期待できる。商品の購入履歴や医療・教育・行政・その他のサービス利用履歴を参照することによって個々人の事情に応じたオーダーメイドのサービスを提供することも可能となる。さらに、使用者の属性、例えば年齢や住所、性別などに依存したフィルター機能をマネーの側で容易に持たせることが可能となり、タバコや酒類などの購買物品の制限や、還付金や税金の收受、属性に応じたサービスの提供などを円滑に行うことが期待できる。利便性向上に必要な情報のみを利用者の利益を損なうことなく提供し、守りたい情報は確実に保護することが簡単に行えるようになると、オープンで効率的なバリューチェーン構築にもつながる。通貨政策のあり方にも影響を与えそうな要素として、電子マネーにポイント付加し利子がつくインフレに対して強い性質をもつ通貨とするという可能性がある。さらに、物流システムのさらなる電子化による革新とあわせ、新機能の実現と流通コストの低減の両立が期待できる。また、著作物などの貨幣以外の価値を持つデータの確実な転送・交換が可能となることにより、現在、知的財産保護の観点から躊躇されていたネットワーク上での様々なコンテンツのやりとりが飛躍的に広がることが期待される。

価値流通そのものに関する事柄ではないが、ネットワークが流通するデータの価値を認識できれば、その情報を基に適切に課金することが可能となり、公平性の高い受益者負担のスキームが構築されネットワークの持続的発展につながるものと期待できる。

### **[全員参加型草の根流通]**

現在の流通・金融システムは規模や目的により細分化されており、何らかの与信・受信が伴うものがほとんどで、参加には取引相手から信用を得ることが必要である。気軽に参加できるように思えるネットオークションにおいても過去の取引の履歴が参照され、信用の必要性という点では従来システムと同じ状況であるといえる。これに対し、物流システムと決済システムの有機的結合により、より正確に参加者の持つ価値を監視・評価、さらにはその有効活用することで、過去の実績にとらわれず、B to B と B to C、C to C の区別無く新規参入が容易な価値流通システムの実現が期待される。これにより、階層化・細

分化されていた従来型システムから、自律的なスケールフリー性を持つ流通・金融システムへと発展しうると考えられ、中小企業、個人が参加しやすいシステムとなり、各企業、個人の生み出す付加価値を効率よく生み出し、それを必要とするところに届けることが可能となる。これは、社会の生産性、創造性の向上につながる。また、新たな価値流通の仕組みが確立することで、各個人・企業間の知的な価値の交換が様々な形で広がり、知識社会を支える重要なインフラとなることが期待される。

一方、地域、個別事情にあった価値流通の実現も重要である。新たな価値流通の仕組みにより、地域通貨の発行が容易となり、地域における通貨の流動性の向上や、グローバルな経済情勢変化からある程度緩衝されたローカルな金流の構築に一役買う可能性があり、結果として地域経済の活性化と安定化に寄与すると考えられる。電子マネーは物理的なハードルを下げる役割も担うことができる。決済時にかかる暗証番号入力や釣銭の計算をはじめとした煩雑な手間を最小化でき、通貨をモノとして管理する手間が省けることによって、小銭や紙幣の準備や持ち運びから解放される。これらの特徴は、使用者のもつ個々の事情、年齢格差、地域格差、障害の有無などを強く意識することのない決済の手段を提供できる可能性を示している。

#### 4.5.4. 新たな価値流通インフラ実現へのアプローチにおける日本技術の優位性

日本が優位であると考えられる電子マネー関連技術として、RFID 技術、およびニアフィールド技術があげられる。日本において RFID 技術およびニアフィールド技術は電子マネー、乗車カード、社員証、セキュリティーロック認証用などに広く普及している。また、香港など海外においても日本の技術が採用され、高い信頼性を持ったシステムが運用されている。我が国には金融情報システムの有力ベンダが多数存在し、メインフレームコンピュータシステム中心の黎明期から現在に至るまでシステム構築に関して実績がある。モノの流れを制御する技術としてはカンバン方式に代表される製造業における物流・在庫管理、また、高度な搬送システムを含む FA 技術のレベルの高さも重要な要素である。また、商品価値の監視・評価にはセンシング技術、アクセス系ネットワーク技術が有用であると考えられるが、これらの分野においても我が国は高い競争力を有しているといえる。もちろん、POS、銀行 ATM を含む端末技術においても優位性がある。

流通に関わる技術は国際標準化が極めて重要である。電子マネーに関して海外での標準化活動が活発化しており[4-5-5,4-5-9]、日本発の技術をベースとして国際的な競争と協調を積極的に進める必要があると。また、金融情報システムにおいても様々な国際標準化が ISO (国際標準化機構)にて行われており、例えば金融機関同士のメッセージ通信を担う SWIFT の XML 化に関連するメッセージフォーマット規格(ISO20022)の管理は専門委員会 TC68 が担当している[4-5-10]。

#### 4.5.5. 新たな価値流通インフラ実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求

##### [紙幣以上の信用を得る電子マネー、決済技術]

価値流通システムを既存の決済・流通システム以上の信頼性のあるものとするためには、電子マネー自体とそれを運用するためのシステムのセキュリティ、ディペンダビリティを高い次元で確保しなければならない。確実な価値の交換を実現するために、ネットワーク内で電子データ化された価値の複製や横取りを防ぐ技術や、相手の受け取りを確認する技術が必要である。伝送途中のデータの所有権が不安定になる場合や取引のタイミングが重要である場合には伝送遅延の低減が重要となる。遅延低減が困難な場合には、データがネットワークのどこにあるかわかる、もしくは、トラブルがあったときに価値をもとの所有者に戻すなどの仕組みが必要である。

##### [経路、出目がわかる電子マネー]

電子化された通貨という特徴を生かし、電子マネーの利用履歴や出目を保持し、それらを個々の事情に応じた様々なサービスに利用したり、不正なマネーフローを防止したりするために用いることが可能となる。その実現には、履歴情報や個人情報を持するための基礎技術としての優れた RFID 技術が必須であり、見せても良い情報と秘匿すべき情報を判別する管理技術、広範囲に分布する無数のタグをトレースするためのネットワーク技術も重要である。さらに、有線・無線の伝送メディア組み合わせによる伝送経路の検証や、基準となる無線信号を利用し通過したノードの信用度などの情報を記録するなどの手法も必要である。

##### [遅い速度で移動する価値と交換可能な電子マネー]

遅い速度で移動するモノと電子マネーを結びつけるためには、移動途中のモノの価値を正確に監視・評価することが重要である。これを実現するためには、地球上どこでも利用可能で低コストかつ精度の高いセンシング技術、ネットワーク技術が必要である。

##### [データの価値を認識するネットワーク]

ネットワーク上を流通するデータを量ではなく、価値で判別し、様々な処理をする技術が必要である。これにより、費用対効果の高い価値の転送や適切な課金が可能となる。

##### [低コストで知的財産を保護する技術]

ネットワーク上での著作物などの価値のあるデータ流通の普及には、電子化された貨幣価値と同様に複製を防止し、対価となる価値との交換でデータ転送する技術を低コストで実現することが必要である。また、遠隔地にある知的財産を管理する技術も重要である。

**参考文献：**

- [4-5-1] 日経コミュニケーションズ, 2008.10.1 Page 68-72
- [4-5-2] 金融情報システムセンター, 平成 21 年版 金融情報システム白書
- [4-5-3] 総務省, ネットワークアーキテクチャに関する調査研究会, 資料 6-2  
[http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/nw\\_arch/pdf/070522\\_2\\_6-2.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/nw_arch/pdf/070522_2_6-2.pdf)
- [4-5-4] 決済システムのすべて 第 2 版 中島真志、宿輪純一 東洋経済新報社
- [4-5-5] 日経 BP, “金融 IT イノベーション,” 2008 Vol.3 Page 51-54
- [4-5-6] 金融庁金融審議会金融分科会第二部会決済に関するワーキング・グループ, 資料決済 WG12-1  
[http://www.fsa.go.jp/singi/singi\\_kinyu/dai2/siryou/20081210/01.pdf](http://www.fsa.go.jp/singi/singi_kinyu/dai2/siryou/20081210/01.pdf)
- [4-5-7] 日経コミュニケーションズ, 2008.8.1 Page 27
- [4-5-8] 東京金融センター戦略, 三菱総合研究所編著, 日本経済新聞出版社
- [4-5-9] 日経コミュニケーションズ, 2008.10.15 Page 46-47
- [4-5-10] 日経 BP, “金融 IT イノベーション,” 2007 Vol.2 Page 36-41

## 4.6. 電子政府・e デモクラシーと新世代ネットワークへの要求

### 4.6.1. 電子政府・e デモクラシーにおいて期待される将来展望

本節では、行政機関における各種手続きの電子化などの行政サービスの電子化に加えて、政治や行政における情報ネットワークの関連範囲を若干広めに設定し、「e デモクラシー」[4-6-1]と呼ばれる範囲を一部含める。このような電子政府や e デモクラシーが潜在的に関与する領域は実際には非常に広く、また高度な専門性が必要であるため、本節では、後続する節において技術論に接続することを念頭に、期待される将来展望を下記の4項に整理してみる。

- (1) 国民の誰もが豊かな電子行政サービスを享受
- (2) 自治や政治・行政へのネットワークを介した新しい関与形態の実現
- (3) 個人、自治体、NPO、地域社会、行政機関などのネットワーキングによる創発的価値実現
- (4) 国民や国家の情報の保全

以下、これらの各事項に簡単に言及する。まず、(1)については、地方自治体や中央官庁などの公的機関における事務手続きや国民の申請手続きが膨大であり、その電子化による効率化が相当以前より議論されてきている[4-6-1]。公的機関への各種申請手続きなどのオンライン化は、完全ではないものの一部では採用が進みつつある。ただし、利用者（個人や企業や団体等）の視点にたった、利便性の高い電子行政サービスが広く実現されているとは一般には体感されていない状況と思われ、現在、「次世代行政サービス」などが検討されており[4-6-2, 4-6-3]、これらのサービスの一層の高度化が期待される。

このようないわゆる行政サービスの電子化に留まらず、(2) 国民がネットワークを介して地域社会や自治体、官庁などに対してより密接に関わるような、自治や政治・行政への新しい参加形態・関与形態の基軸や、さらには、(3) 個人、NPO・企業などの各種団体や法人、そして行政の各機関がネットワークにより相互に関連し合い、個人や地域、社会に対して、新しい価値をもたらすような価値創発の基軸が考えられる。これらは、ネットワーク技術が関与した形での新しいデモクラシー、すなわちいわゆる「e デモクラシー」[4-6-1]に関わる論点と思われる。また、ネットワークや情報に関する、個人や社会の依存性がますます高まることを受けて、広い意味での情報の信頼性や保全が、電子的な行政やデモクラシーにおいてもますます重要になるのは確実であり、これを上記(4)として表象している。

### 4.6.2. 提案する電子政府・e デモクラシー実現へのアプローチ

前節で整理された4つの将来展望に対応して、次の3個のアプローチあるいは視点を考えることができよう。

(1) まず、行政サービスを、より効率的で利便性高くネットワークを介して提供可能とするための基盤技術開発が、一つの方向として上げられる。ここには、自治体や各種行政

手続きなどにおける個々の要求を、如何に柔軟で効率的に收容し、また、ユーザの利便性を獲得していくが問われることになる。

(2) 第 2 に、個人や NPO、企業、公的機関の間のネットワークを介した連携において、ネットワークに関与するシステムや端末が多様になるとともに、センサーやモバイル端末など含めた端末数が膨大で複雑となる状況が出現する。すなわち、多様で複雑なネットワークを如何に安定的に実現していくかが一つの論点になると考えられる。

(3) 第 3 に、個別の行政手続きや電子投票などの政治参加においてはもちろんのこと、各種自治への参加やネットワークを介した価値創発などのあらゆる場面で、情報の信頼性やセキュリティがますます重要になる。また、行政機関などが有する様々な情報について、情報公開に代表される透明性をネットワークに関しても広く実現して、地域の価値創発などにつなげることが重要になるが、他方で、デモクラシーの公正な確保や、厳重に管理されるべき情報の保全なども重要になる。このような情報の信頼性と公正性の実現が非常に重要な論点となると考えられる。

#### 4.6.3. 電子政府・e デモクラシーの社会的インパクト

4-6-1 節で整理された 4 つの将来展望に沿って、社会へのインパクトとして以下のような内容が考えられよう。

(1) 国民の誰もが豊かな電子行政サービスを享受：

これは現在も進められつつある行政サービスの電子化の進展の延長線にあるインパクトであり、公正・快適・安全な電子行政サービスが実現されれば、行政コストの縮減、国民の生活における利便性など、従前より基本的に達成すべき内容が獲得されるほか、下記(3)でも議論される、知識社会への貢献にもつながると期待される。

(2) 自治や政治・行政へのネットワークを介した新しい関与形態の実現：

情報通信技術の広い普及は、合意形成プロセスの在り方にも新しい基軸をもたらすものであり、例えば、町内会、学校、市町村や都道府県などの地方自治体などにおける自治への新しい参加・関与形態を提供する。また、様々な NPO を通じた社会貢献への関心が高まっているが、情報通信ネットワークを介した参加形態も多様な在り方が考えられる。

これらは、少子高齢化や世界経済、国内経済の激しい構造変化など、不可避の社会経済状況に対応でもあるが、これらが、世界規模での平和なデモクラシーにつながれば、人類の持続可能性にも貢献することが期待されよう。

(3) 個人、自治体、NPO、地域社会、行政機関などのネットワーキングによる創発的価値実現：

知識社会の章においても議論されているように、個人や社会の創造性を高めることがま

ますます重要になってくる。また、格差問題の節で議論されているように、個々の地域の特徴を踏まえつつ関連のプレイヤーを組織化して新しい価値を創造していくことも非常に重要となってくる。また、文化・生活の多様性の節で議論されているように、身体的・文化的に異なる背景を有する個人が、有機的にバリアなく連動することも期待される。

このように新しい価値を、個人と社会がネットワークされながら創造していく際には、公的機関も当然そのひとつのプレイヤーとなる。そこにおいて行政に期待されるのは、上記（１）のような単なる行政手続きサービスの提供に留まるのではなく、新しい価値が創造される基盤提供にも拡大されることになる。

#### （４）国民や国家の情報の保全：

上記（１）～（３）のいずれにおいても、情報の信頼性やセキュリティは根本的に重要である。また、電子投票などは一例だが、国家がその情報管理を完全に厳格・厳重にすべき行政プロセスが存在しており、また、国民の生命に関わる重要情報の保全も、政府・行政には基本的に要請されることになる。これらを十分に手当することは、上記（１）～（３）のインパクトを導くには必須である。

#### 4.6.4. 電子政府・e デモクラシーへのアプローチにおける日本技術の優位性

情報ネットワークへの接続環境において日本技術の優位性がある。すなわち、ブロードバンドの通信インフラ、携帯情報端末の広い普及、などである。また、センシング技術などを含むユビキタスネットワーク技術や認証技術なども関連の技術であると考えられる。

#### 4.6.5. 電子政府・e デモクラシー実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求

まず、4-6-2 項で議論された 3 個の論点をもとに、新世代ネットワークへの技術要求を簡単に議論する。

まず、第 1 の論点であった効率的で利便性高い公共サービス提供の視点から、いわゆる仮想化技術が要求される。既に、次世代電子行政サービスにおいて議論されているように、情報システムのハードウェアはもちろん、ソフトウェアについても外部化、共用化を図り、各機関における導入コストやメンテナンス作業コストを劇的に低減させる技術が期待される。これらは広い意味で仮想化技術の高度化と言い換えることができ、ネットワーク仮想化もそのなかに含まれる。また、自治体や行政の事情を適切かつ効率的に反映させると同時に、ユーザ視点からの利便性を高めるような、ネットワークサービスの開発環境技術も重要になる。利便性の観点からは、インタフェース技術やいわゆるアンビエント・ユビキタス関連技術も重要である。

次に、第 2 の論点であった、電子政府や e デモクラシーに関わる端末やネットワークの多様化、複雑化への対応の視点から、異種ネットワーク間の安定的なネットワーク実現技術やモバイル環境などにおける行政サービスの安定的実現技術が要請される。また、地域



や環境における「鮮度の高い」情報、すなわちリアルタイム性の高い情報環境も、地域における物流などが関与する場合にはとりわけ重要になり、センサーネットワーク技術の高度化も要請されるだろう。

最後に第 3 の論点であった情報の信頼性の獲得の視点から、セキュリティや信頼性（トラスト）、認証などに関する様々な要件が要請される。また、重要情報の保全の立場からは、耐故障性や障害に対する耐性について非常に高度な技術が要請される。

**参考文献：**

- [4-6-1] 岩崎正洋, e デモクラシー, 日本経済評論社
- [4-6-2] 次世代電子政府研究会報告書, 株式会社 NTT データ, システム科学研究所次世代電子政府研究会
- [4-6-3] 次世代電子行政サービス (e ワンストップサービス) の実現に向けたグランドデザイン, 内閣官房 IT 担当室電子政府推進管理室, 次世代電子行政サービス基盤等検討プロジェクトチーム

## 4.7. 新世代エンターテインメントと新世代ネットワークへの要求

### 4.7.1. 新世代エンターテインメントに期待される将来展望

新世代ネットワークは、エンターテインメント分野においてもそのコンテンツを届けるインフラとして、そして課金や著作権管理をするプラットフォームとしても期待できる。インターネットがデジタル化されたあらゆるデータを届けるインフラとして活用されるようになったように、新世代ネットワークは新世代エンターテインメントを届けるインフラとしての役目が期待できる。

「エンターテインメント」という言葉が指し示す領域は非常に広い。映画や音楽、ゲームなどのコンテンツを楽しむものに加え、掲示板やブログなど情報発信とコミュニケーションを通じたものもエンターテインメントに含まれるであろう。これらを楽しむ方法は多岐にわたり、コンテンツ系の場合は劇場やコンサートホールなどで実演を楽しむほかに、それを記録した本や CD、DVD などの記録メディアを使った楽しみ方、さらにはテレビやラジオ等の放送媒体を用いて楽しむことができる。さらに、インターネットの普及により、データが高速に安価でダウンロードできるようになったことから、ネットワーク経由でデジタル化されたコンテンツをダウンロードしたり、ストリーミング配信を受けて楽しんだりすることもできるようになっている。また、コミュニケーションにより形作られるエンターテインメントはまさにインターネットがもたらした新しいエンターテインメントであるといえる。

新世代エンターテインメント、すなわち将来のエンターテインメントは新鮮な驚きを求め新たな発想と、新しい技術(ブレイクスルー)を両輪として作り出されるだろう。以下では、いくつかの例をあげたい。

まず、センサーや GPS などのデバイスの進化や、それらから得た情報が汎用的に使える環境が整うことによって位置情報や動き情報の取得が可能となる。これらの情報が精度の高い地図情報と組み合わせられることで、実空間情報と連動した、ユーザのいる場所そのものをエンターテインメントの舞台とするようなサービスが提供可能となるだろう。人間の動作を認識したり、五感を刺激したりするような臨場感を提供する体感デバイスの利用により、新しいエンターテインメントシステムが登場するのではないか。

また、動画投稿・共有サイトの発展形と言えるような、個人が容易かつ安全に利用できる情報配信のためのプラットフォームが用意されるだろう。動画や音楽など自分が作ったコンテンツを気軽に配信でき、かつそのアクセス管理やコピー制御、また必要に応じた課金処理などの機能がユーザのニーズに応じて容易に設定できるような機能が期待される。

コミュニケーション系エンターテインメントの領域では、SNS、仮想空間、ブログ、掲示板などの多様なコミュニケーション形態が益々発展し、その発展技術が社会及び情報流通の基盤となり、影響力を持つであろう。

#### 4.7.2. 提案する新世代エンターテイメント実現へのアプローチ

次世代エンターテイメントを実現するには、新たな発想と新しい技術の両方が必要となる。新たな発想については才気溢れる若い世代が常に育ってくることを期待するとして、ここでは求められる技術の方向性について論じたい。

デジタルデータやそれを運ぶネットワークと現実世界の境界が取り払われてゆくことにより拓かれる融合領域が、新世代エンターテイメントが開花する有力な候補であるといえよう。例えば、拡張現実(Augmented Reality)という技術の研究が最近盛んになってきている。SF映画やアニメーションで見るような、透過型のディスプレイ上に情報を表示することにより、人間の行動をサポートするための技術を研究するものである。車のフロントガラスが透過型ディスプレイになるならば、見落としがちなる歩行者や二輪車の上に警告情報を表示することで注意を促したり、走行中の上に道路上に重なるように矢印を表示したりするナビゲーションを実現することも可能になる。また、眼鏡型の透過ディスプレイを通して、目の前にある商品の産地情報を見たり、風景の中から自分が探しているジャンルのお店を指示して表示したりといったようなことができるようになる。同じ技術を使って、街を舞台にした体感型ゲームや対戦ゲームなども実現可能になるだろうし、特定のユーザのみが参照できるロコミ情報ネットワークのようなコミュニケーションの仕組みも出来るだろう。つまり、新世代エンターテイメントが扱う範囲は、「楽しい」だけではなく「便利」といった領域も含む広義なものになってゆくだろう。同じ技術をもとにして、情報をどのように扱うか、どのように提示するかによって様々な用途に使われるようになる。このような観点から、いくつかのキーとなる技術を挙げていきたい。

まず第1に、入出力をつかさどるデバイスの進化が重要である。RFIDやGPS、加速度センサーなどを用いた、ヒトやモノと(数値化された)位置情報や動きを検出するソリューションは高精度化を続けており、新世代ネットワークの実用時には、各アプリケーションが必要とする精度の位置情報を取れるようになってきている必要がある。(もちろん、アプリケーションごとに必要となる精度を明示する必要がある。)また、キーボードやマウス、コントローラといった明示的に入力を受け付けるものだけではなく、これらの位置検出デバイスにより検出した動作を「入力」ととらえて処理することを可能とするセンシング技術とユーザインタフェースの開発が必要である。出力に関しては、例示した眼鏡型や窓と一体化した透過型ディスプレイに加え、蛍光灯やスピーカなど(アンビエントネットワークで取り上げられるような)環境になじんだデバイスの利用も取り入れるべきである。これらの入出力デバイスを自由に利用できるようにするために、情報入出力のための汎用的なインタフェースの開発も合わせて提供されなくてはならない。

第2に、実空間の精緻なデータベース化である。実空間とネットワークの情報を結びつけるためには、そのマッピングの基となる地図情報が正確でありかつそれが最新の情報である必要がある。GISやカーナビや地図サイトなどで見られるデジタル地図など、すでにそれなりの精度の地図は容易に利用できるようになってきているが、さらに建物内や地下など

の 3 次元レベルでの地図情報が必要となるだろう。特に、この情報を自動車等の自動操縦を行うような用途に使用する場合、一定の精度を保障できなくては実用に供することはできないだろう。精緻な情報が構築できれば、災害発生時の被災状況のシミュレーションや、実世界を背景にした映画やゲームの作成が容易になるだろう。逆に、同様のデータ書式を持つまったくの仮想の空間データを作成することで、ゲームやコミュニティ型サービスなどで使える仮想世界を提供することができるようになるだろう。

第 3 に、これらの位置情報は膨大かつ、インタラクティブな情報の収受の発生が想定されるため、新世代ネットワーク自体があらゆる要求帯域や多様なトラフィック特性に対応可能でありかつディペンダブルなネットワーク信頼性が提供できる必要がある。その上で、容易かつ安全に情報配信を行う事が可能な情報配信プラットフォームが備わっていないとはならない。入出力デバイス - 空間情報 - 配信プラットフォームのそれぞれが有機的に結びつき、誰もがこのプラットフォームに自由に利用できるように敷居を低くすることによって、アイデアを持った個人が情報を発信し、新しいエンターテインメントを作ってゆく助けになるだろう。

#### 4.7.3. 新世代エンターテインメントの社会的インパクト

既に前項でも記述したが、新世代エンターテインメントは実世界とデータの融合領域より起こるものであり、その範囲は現在のエンターテインメントよりも広い。入出力デバイス - 空間情報 - 配信が一体化した新世代エンターテインメントのためのアプリケーションプラットフォームが新世代ネットワーク上に構築され、その上に映画や音楽といった(現在の意味での)エンターテインメント、ディスプレイやコントローラから解放されて自由になったゲーム、実空間とのインタラクションや実空間のように体感が可能となる仮想空間の構築、その上にブログや SNS、動画共有サイトが融合・発展したメディアや情報ソサエティといったものにより新世代エンターテインメントは構築される。

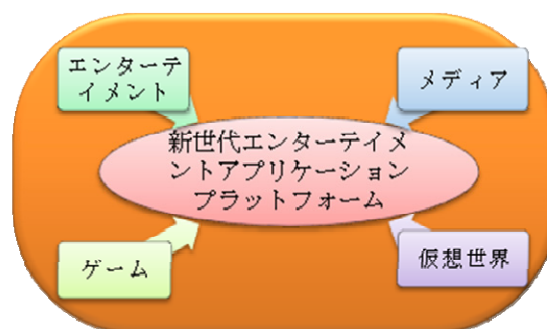


図 4.7.1 新世代エンターテインメントの位置づけ

このような新世代エンターテインメント及びそのためのアプリケーションプラットフォームが構築されると、社会には以下の 4 つの影響があると予想される。

まず第 1 に、仮想空間の実現によるコミュニケーションの多様化が挙げられる。仮想空間にユーザが集まるようになると、その仮想空間自体が新たな価値を持ち始める。つまり、構築された仮想空間自体が「商業地」としての価値を持ち、またコミュニケーションを行う「遊び場」として機能すれば、人が集まることにより広告の場ともなりえるだろう。こうした新しい場所としての可能性に加え、3D の仮想空間上に情報が理解しやすい形で視覚化されることにより、コミュニケーション形態の多様化や変革も期待できる。

第 2 に、拡張現実が実用化された世界の実現が挙げられる。見えている実空間情報の上に文字や矢印などの情報を表示するような補助情報の投影サービスにより人や車のナビゲーションするようなユーザの行動サポートが可能となり、またユーザの嗜好や属性に応じて空間上に商品や店舗のコンテキスト情報をオーバレイ表示したり、その商品やお店の広告や口コミ情報を表示するような情報サービスの使い方も可能になるだろう。

第 3 に、既存の枠にとらわれないゲームが実現可能となるだろう。現在では、家庭用ビデオゲームは、PC やテレビに接続する据え置き型から、バッテリーで動くポータブル型や携帯電話上のアプリケーションとして動くものへと主要マーケットがシフトしてきている。また、キーボードからコントローラに、コントローラからタッチパネルやセンサ型などというように直感に訴える操作が可能なデバイスへと進化が進んでいる。また、ネットワークを経由して友人と対戦や協調して遊んだり、同じくらいのレベルのユーザと対戦したりといったマッチメイクやコミュニティ機能なども広まってきている。新世代エンターテインメントプラットフォーム化では、よりさまざまなデバイスを扱えるようにして自由度が高まるとともに、ユーザ認証やコミュニティ機能などは汎用的な機能を流用することが可能となり、開発コストを必要な部分に集中することができるようになるだろう。

第 4 に、エンターテインメントの進化によりリッチコンテンツが作りやすくなることにより、教育分野においてもコンテンツの質が進化することが期待される。学校教育において、仮想体験やインタラクティブ性が高いコンテンツが作成しやすくなり、理解しやすく興味を持って学習を行うことができるようになるだろう。また、好きな時に自分のペースで学習でき、何度でも自由に楽しむことが学べるようになり、ネットワーク経由で先生や仲間からのサポートを受けることもできるようになり、生涯学習の受講の敷居を下げることができるだろう。

#### 4.7.4. 新世代エンターテインメント実現アプローチにおける日本技術の優位性

日本はもともと、エンターテインメント分野におけるハードウェア技術について相対的に強みを持っている。特にゲーム機分野においては複数の主要プラットフォームを送り出し、さらに質的变化を自ら作り出すことによりその強さを強固にするとともに、ハードウェアのシェアを源泉にしたマーケットの生態系(ハードウェアが売れる - ソフトウェアが売れる - ユーザの選択肢が広がる)を作り出すことに成功してきている。また、体感型アーケードゲームに代表されるような新しいデバイスを活用したユーザインタフェースの開

発・実用化技術にも長けており、これらの技術とノウハウは大きな強みである。

映像、音楽などのメディア分野におけるコンシューマ製品開発においても、世界的にその進化を牽引する役目を担っていると言えよう。CD や DVD、BD の規格策定に大きな役割を果たし、これらのデバイスの小型化・ポータブル商品化技術などで優位性を持つ。

また、新たなコミュニケーションスタイルの基盤となるアプリケーションの開発技術及びその事業化実績も世界の先端と肩を並べる。また、カーナビゲーションシステムに見られる高度な測位、地図情報処理技術など、空間情報を扱う技術についても強みがあると言える。

#### 4.7.5. 新世代エンターテインメント実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求

以上から、新世代ネットワークに求められる技術を挙げる。

- 情報化社会の基盤となり得るディペンダビリティの実現
- PAN や BAN を介した、複数デバイス情報を活用できるプラットフォームの開発
- 自由にアクセスが可能な実空間情報と、それに付随するコンテキスト情報を提供する基盤
- 容易かつ安全に個人が情報配信を行う事が可能な情報配信プラットフォームの構築
- 権利者と利用者がともにメリットを得られる知的所有権の動的処理
- 使いやすいユーザインタフェースの開発

はじめの 2 点はネットワークそのものに求められる要件と言えよう。どこでも使える、確実に使えるネットワークの実現が求められる。次の 3 点は新世代エンターテインメントアプリケーションプラットフォームに求められる要件である。必要な情報が自由かつ安全に流通することが保証され、かつその流通過程で生じる損益について合理的に処理できるような仕組みを有することが求められる。最後の点は、老若男女誰でも使えるようにするために必要な要件である。

## 4.8. フロンティアと新世代ネットワークへの要求

フロンティア領域としてここでは、宇宙および海洋探査とバイオ・ゲノムサイエンス領域について考察する。

### 4.8.1. フロンティアに期待される将来展望

生命や人類の起源を探る宇宙探査、地球環境や海洋環境の把握は、人類の歴史の中で徐々にその最前線を前方に進めてきた。コンテンツの伝送という通信の基本的な役割から見た場合、これら二つの領域に共通する性質は、いずれも光ファイバー等の有線通信インフラストラクチャではその最前線に到達できず、非常に長距離な無線区間が必要になる点である。

太陽系探査においては、多くの探査機が月、火星、金星に到達し、遠隔操作によりそれぞれの大気の様子、地表面の状態等を静止画によって地球に伝達する観測システムが実用化している。これらの通信は超大型のアンテナを持つ地球局と探査機との直接通信か、探査機側惑星を周回する中継衛星を用いた通信であり、伝送速度は数 **kbps** 程度にとどまる。宇宙探査における目指すべきターゲットとしては、太陽系のすべての惑星に探査機が着陸し、地表面や大気等の観測対象の超高精細動画の取得があり、これら詳細データにより生命の起源の解明や宇宙の神秘に近づくことが可能となる。

海洋環境の把握に関しては、各種潜水艇による海底調査が進められているところであり、観測精度の向上、取得可能なデータ量の増大により、全球的海洋環境の解明が期待されている。特に日本は膨大な排他的経済水域を持っており、海洋資源の調査はエネルギー政策においても希少金属戦略においてもきわめて重要であり、将来の国力を左右する重要な案件である。地球規模での炭酸ガス排出状況の把握や水圏探査等の地球環境調査は、持続可能な社会の実現のために必須である。リアルタイムな全地球環境把握が可能となれば、自然環境データのみならず、全地球上のもの流れの把握が可能となり、物流、地球環境汚染源、魚群等あらゆるものの動きが把握でき、低炭素社会の実現に向けたエネルギーを含む物流コストの低下が可能となる。

生物の成り立ちを **DNA** レベルから解明するゲノムサイエンスも、人類にとってのフロンティア領域の1つである。1991年から国際的な協力のもと推進されたヒトゲノムの解読は、2003年4月に完全解読完了という形で幕を閉じ、ポストシーケンスと呼ばれる新たな時代に突入した[4-8-3]。アメリカでは1人当たり1000ドルの費用でゲノム配列を決定できる新たな **DNA** シーケンス技術を開発するプロジェクトがすでに始まっている[4-8-4,5]。15～20年後には、すべての人が自分のゲノム情報を保有するという時代がやってくるかもしれない。1000ドルゲノムの時代には、個人の遺伝素因に基づき最適な医療を提供することが可能となるだろう。また、膨大な個人ゲノム情報を蓄積、解析することで、癌患者への適切な抗ガン剤の投与はもちろん、糖尿病、高血圧症、心筋梗塞といった、現状では遺伝素因の特定が難しい多因子病についても、予防・予知の精度が高まることが期待される。

あらゆる生物のゲノム情報を収集、処理、データベース化し、人類・地球に有用な遺伝子を見出すメタゲノム解析も、今後のゲノムサイエンスの重要なトレンドである。光エネルギーから化学エネルギーを生産する細菌、水から水素を生産する菌などが自然界に存在することは知られているが、それらから有用な遺伝子を取り出し、自然界よりも効率のよい能力を持つ新たな細菌、微生物を作り出すシンセティックバイオロジーがより注目を集めるだろう。このような試みが地球規模で進められ、情報が共有されることで、新薬開発や地球環境問題の解決に貢献することが期待される。

さらにこれら最先端の観測データ、解析結果が広く利用できるプラットフォーム技術が開発され、誰でも容易にアクセスでき、これら最先端科学の成果に触れることが可能となれば、これまでより多くの成果が期待できる。またさらに、このようなプラットフォーム技術の確立により、次世代の科学者の育成が可能となる。

#### 4.8.2. 提案するフロンティア実現へのアプローチ

生命の起源の解明や宇宙の神秘に近づくための高精彩高分解能データ伝送を実現するためには、現在の数 kbps では困難であり、その少なくとも千倍、数 Mbps 程度の通信路を確保する必要がある。そのために必要な開発要素として、観測衛星搭載のミリ波や光通信装置の開発、中継衛星での再生蓄積を可能とする効率の良い伝送方式および搭載通信機の開発等がある。これらは海洋探査においても重要であり、この場合、限られた移動衛星用周波数帯域を高効率に使うためのアンテナ、通信方式を含む伝送方式の実現が必要となる。

現在の地球環境把握は、通信システムの制約から取得データの伝送がリアルタイムに行えない。その解像度と広域性への要求から、多くのシステムは低軌道(高度数百 km)からのリモートセンシングを用いる。低軌道からのリモートセンシングは、時速数十 km の対地速度を持つため、観測データを地球にダウンロードする際、あるひとつの地球局との通信時間(可視時間ともいう)が数分程度しかなく、リアルタイム性を欠き、一度にダウンロードできるデータの量に限りがある。現在実用化されている低軌道衛星からの下り回線の速度は 1Gbps 未満であり、データの分解能とカバーエリアの点で十分ではない。静止軌道に置かれたデータ中継衛星による中継システムでは可視時間の問題は大幅に改善し、リアルタイム性を改善する一方、静止軌道まで送信データを送出する必要があり、大きな電力が必要となる。そこで、多くの地球局とデータ中継衛星を組み合わせ、大容量データ伝送とリアルタイム性を高めたネットワークセントリックな観測システムを構築することにより、瞬時の地球環境把握が可能となり、リアルタイムな地球汚染モニタリングによる汚染排出源の把握が可能となる。静止衛星系ではなく、低軌道周回系衛星システムにより大きなデータレートを確保することにより、海洋環境や経済排他水域の海洋資源が完全化を目指す。

バイオサイエンス分野に関しては、個人のゲノム配列を安価に解読できるようになることで、究極のテーラーメイド医療の実現が期待されるが、ゲノム情報はある意味「究極の個人情報」でもある。安全に扱うための社会制度の整備、倫理的問題が課題である。例え



ば、生活習慣病の疾患リスクなど知っても支障の少ない（むしろ知っているべき）情報がある一方、発病する確率は低い、発病した場合には社会生活に重大な支障をきたす遺伝子疾患を持っているなど知らないほうがよいと考えられる情報もある。ゲノム情報から予期される疾患情報をどこまで患者に開示するのかという問題も含めて、医師にはより高い倫理性が求められる。また、個人のゲノム情報が保険会社や雇用主、法律関係者、さらには近所の人やセールスマンに悪用されることを懸念する声も出始めている。アメリカでは、このような個人ゲノム情報が利用可能になる場合に生じる利益とリスクを見きわめる目的で、ゲノム情報と形質のデータを有志でウェブ上に公開する「個人ゲノム計画」が立ち上がっている[4-8-6]。実際にゲノム情報をどのように安全に管理するかという技術的な課題もある。個人レベルで管理する場合、知らなくてもよい疾患情報を知ってしまう可能性や、第三者に盗み出され、悪用される危険性がある。従って、何らかの公共機関がデータベースとして一括管理し、医師はネットワークを介して患者のゲノム情報を入手することになるだろう。また、このように一括管理することで、研究者は膨大なゲノム情報を簡単に入手（もちろん個人情報までは入手できない）、解析できるようになり、疾患遺伝子の究明が大きく進展することが期待される。具体的な運用など議論の余地は多いが、ICTが1000ドルゲノム時代の医療、バイオ・ゲノム研究を支える重要な基盤技術となることは間違いない。メタゲノム解析により、人類・地球にとって有用な遺伝子情報を見出すためには、膨大に生成されるゲノム情報をどのように取り扱うかが重要である。膨大なデータから本質的かつ有用なデータを見つけ出す生物情報科学（バイオインフォマティクス）の重要性がますます大きくなっている[4-8-7]。このような研究領域では、熾烈な開発競争と同時に、世界各地で収集される多種多様な生物情報を人類共通の財産として共有することも重要であり、ICTはバイオインフォマティクスを支える重要な基盤技術となると考えられる。

#### 4.8.3. フロンティアの社会的インパクト

新世代ネットワークにより、宇宙、海底、生体細胞等、極限環境からの爆発的情報を社会の隅々まで浸透できるプラットフォームの実現が可能となり、人類のフロンティアは大きく前進することが期待される。宇宙に存在する惑星、衛星等の探査や、地球規模で災害状況を瞬時に把握し、被害を最小化することも可能となるだろう。また、もし海底に存在する資源を完全に把握し、活用することができれば、広大な経済排他水域を持つ日本が資源輸出国となることも夢ではない。バイオ分野に目を向けると、匿名化されたDNA情報をネットワークで共有することで、シンセティックバイオロジー研究が大きく進展し、変異型ウイルスへの対策も短期間で可能となるだろう。また、個人の遺伝素因に基づく、究極のテーラーメイド医療の実現や、あらゆる生物のゲノム解析による人類・地球に有用な遺伝子の探索、それに基づく新しい細菌、微生物の創出などが期待される。このような、新しい科学技術分野における情報が、ネットワークを通じて広く共有されることで、世間での科学技術への関心が高まり、次の時代を担う科学者を育てるといふ人材育成でのインパクト

トも期待できる。

#### 4.8.4. フロンティア実現へのアプローチにおける日本技術の優位性

日本の技術の優位性としては、FTTH に代表される高速ネットワークの普及が上げられる。それ以外の要素技術としては、スマートアンテナ技術、衛星搭載大型アンテナ技術、無人潜水、無人航空機技術等が上げられる。

#### 4.8.5. フロンティア実現に向けた新世代ネットワークへの技術要求

フロンティア分野を前進させるために必要な新世代ネットワークへの技術要件は以下である。

- ・ **条件の異なる無線ネットワーク間のハンドオーバー技術**

宇宙探査、惑星探査は複数の中継ノードを経て、地上にデータが送られるが、これらのデータのハンドオーバーの条件が異なり、End-to-End で接続できないことがある。条件に応じて物理層、データリンク層等を適応的に変更して中継する技術の確立が必要である。

- ・ **時限付データ(ネットワークからのデータの削除あるいは、無効化)**

究極的個人情報である DNA 情報がネットワークに永久に存在することは、セキュリティが完全でない限り危険であり、取り扱いの不注意により漏洩した場合でもネットワークからのデータの削除あるいは、無効化することにより漏洩の拡大を防ぐことができる技術確立が必要である。

- ・ **研究者と閲覧者を同一のネットワークで収容する仮想化技術**

最先端科学データの効率的な流通のための仮想化技術の確立が必要である。

- ・ **高度個人認証技術**

生体認証とネットワーク認証を一体化させた、高度な個人認証技術の確立が必要である。

#### 参考文献：

- [4-8-1] 第3期科学技術基本計画におけるフロンティア（海洋）分野の分野別推進戦略  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu5/008/siryo/06052609/001.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu5/008/siryo/06052609/001.htm)
- [4-8-2] Breidenthal, J.C. Edwards, C.D. Greenberg, E. Kazz, G.J. Noreen, G.K., “End-to-End Information System Concept for the Mars Telecommunications Orbiter,” Aerospace Conference, 2006 IEEE.
- [4-8-3] 榎佳之著「ゲノムサイエンス～ゲノム解読から生命システムの解明へ」, 講談社ブルーバックス刊
- [4-8-4] 日経サイエンス 2006年4月号, G. M. チャーチ「あなたのゲノム 解読します」
- [4-8-5] NHGRI Seeks Next Generation of Sequencing Technologies, NIH News Release,

October 2004.

<http://www.genome.gov/12513210>

[4-8-6] Personal Genome Project (個人ゲノム計画) @ハーバード大学

<http://www.personalgenomes.org/>

[4-8-7] バイオインフォマティクス推進事業, 科学技術振興機構

<http://www-bird.jst.go.jp/info.html>

## 5. 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、また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（2009年2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章及び4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5.1）。

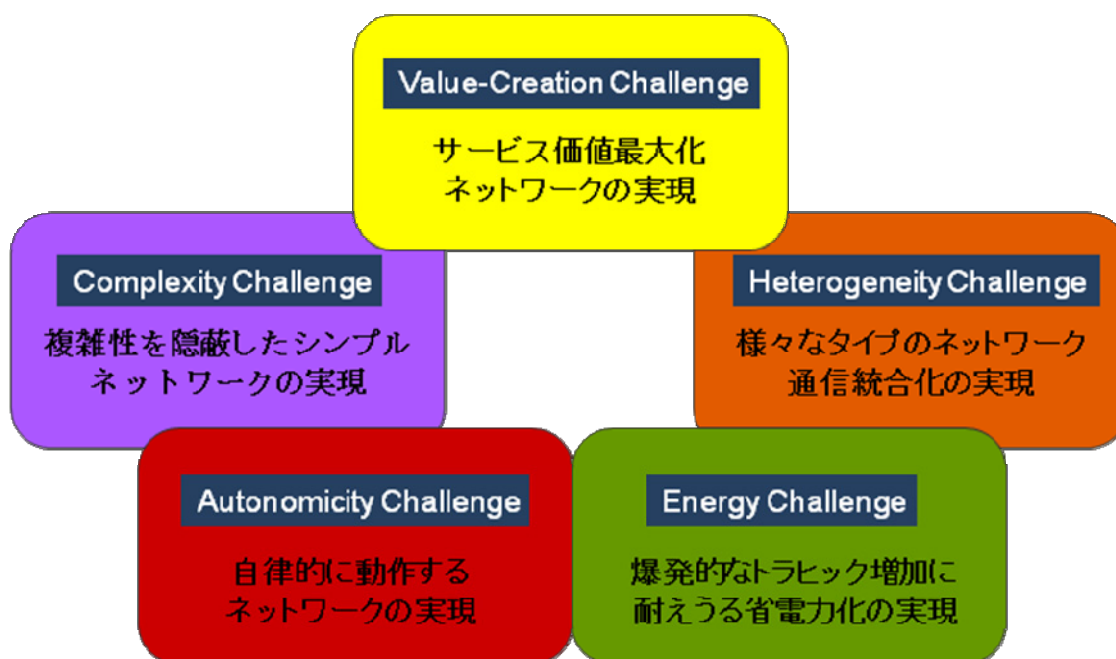


図 5.1 新世代ネットワーク実現のための技術チャレンジ

3章及び4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 5.1 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。

## 6. 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。



