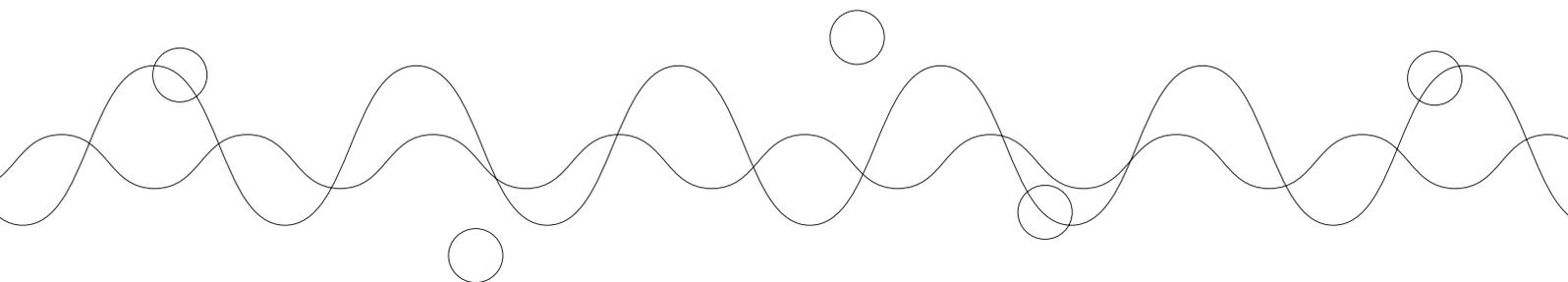


# 科学技術未来戦略ワークショップ報告

# ディペンダブルネットワーク



## Executive Summary

独立行政法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）は、科学技術の研究分野を俯瞰的に展望し、今後重要となる研究領域、課題を系統的に抽出し、社会ニーズの充足と社会ビジョンの実現に向けた研究開発のファンディング戦略を立案・提言している。

この活動の一環として、2005年9月に開催された「電子情報通信系俯瞰ワークショップⅡ」において、「ディペンダビリティ」が今後の電子情報通信分野のあるべき方向性を示すキーワードとして取り上げられ、これをテーマにし、「ディペンダブルVLSI」や「情報システムのディペンダビリティ評価」といった一連のワークショップを開催している。本「ディペンダブルネットワーク」に関するワークショップはその一環である。

本ワークショップでは、識者グループによる事前の検討の結果、ディペンダブルネットワークのための個別の研究課題の提言よりも、インターネット時代において、日本のネットワーク技術が出遅れている分野に着目し、次世代で先頭にならなければならないかについて議論すべきだとの結論を得た。そのため、本ワークショップでは、ネットワーク研究の特殊性、推進すべき研究課題、そのための大学での研究体制という三つの論点について議論をすすめた。その結果得られた主要な結論は以下のとおりである。

### 1. ネットワーク研究の特殊性

- 著作権の扱い、プライバシー保護などの規制、制約がある
- 研究成果に説得性をもたせるための大規模な実証実験環境が必要である
- 性能ではなく機能、仕様が研究対象であり、論文化しにくい
- 相互接続性、標準化、外部性といった特性により新しい技術の採用はハードルが高い

### 2. 推進すべき研究課題

- 統合的ネットワークシミュレータ
- ネットワーク上を流れる情報のトレーサビリティ
- プライバシー・セキュリティ確保
- 大規模実験環境
- 省エネルギー、グリーンネットワーク
- サステナブルネットワーク

3. 研究推進上問題となっており、解決しなければならない大学での研究体制のありかた

- 大学での実証的研究環境の確保とテーマ選定から研究、開発、成果のフィードバックまでのプロセスの明確化
- ネットワークオペレーションに対する学術的な分析と解決策の呈示
- 単なる論文重視の評価ではない、実践的ネットワーク研究を評価できるような大学での研究評価のありかた

CRDS では本ワークショップでの議論をふまえて、今後戦略プロポーザルの検討を行う予定である。

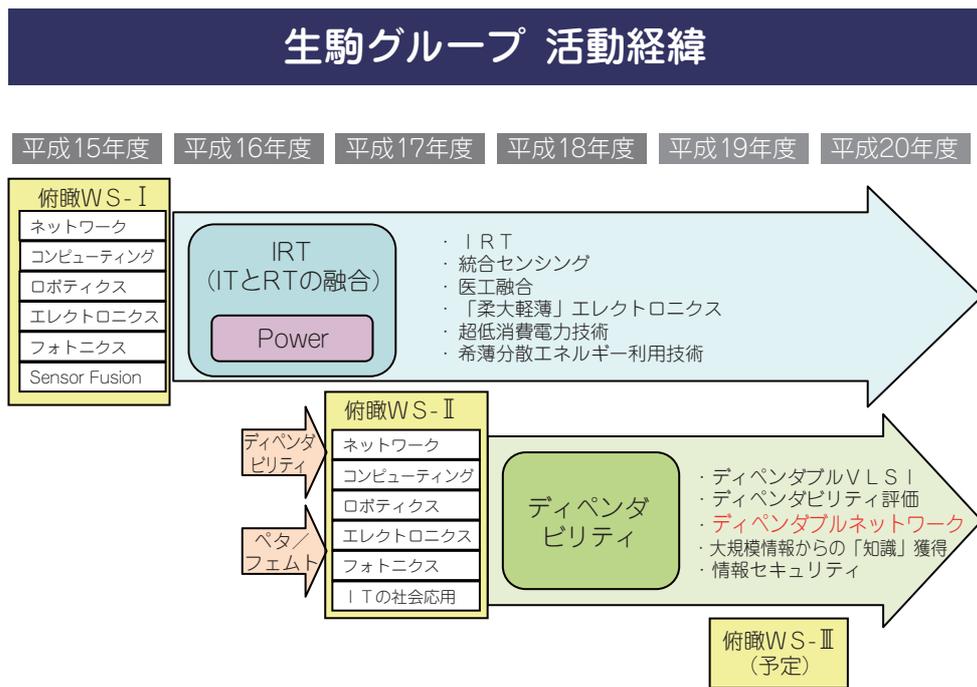
# 目 次

1. ワークショップの位置づけ	1
2. ワークショップ開催までの検討と論点	3
2.1 ワークショップ開催までの検討経緯	3
2.2 ワークショップの論点	5
3. ワークショップでの検討結果	7
3.1 ネットワーク研究の特殊性	7
3.2 推進すべき研究課題	7
3.3 大学の研究力を活かす研究推進体制と人材育成	8
4. まとめ	11
付録1 各分科会の検討結果まとめ	13
付録2 ワークワークショッププログラム	44
付録3 参加者一覧	45

# 1. ワークショップの位置づけ

独立行政法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）は、科学技術の研究分野を俯瞰的に展望し、今後重要となる研究領域、課題を系統的に抽出し、社会ニーズの充足と社会ビジョンの実現に向けた研究開発のファンディング戦略を立案・提言している。

この活動の一環として、2005年9月に開催された「電子情報通信系俯瞰ワークショップII」において、「ディペンダビリティ」が今後の電子情報通信分野のあるべき方向性を示すキーワードとして取り上げられ、これをテーマにし、「ディペンダブルVLSI」や「情報システムのディペンダビリティ評価」といった一連のワークショップを開催している。本「ディペンダブルネットワーク」に関するワークショップはその一環である。



「ディペンダブルネットワーク」というテーマに関して、「2. ワークショップ開催までの検討と論点」に示すようなCRDSによる調査、有識者による検討会、CRDS内部での検討を経て、その結果得られた論点に関して結論を得るべくワークショップを開催した。

1 ワークショップの位置づけ  
2 ワークショップ開催までの検討と論点  
3 ワークショップでの検討結果  
4 まとめ

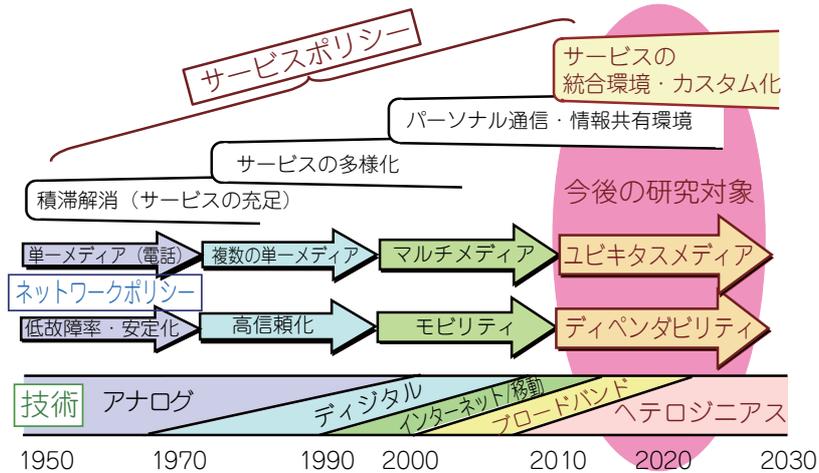
付録

## 2. ワークショップ開催までの検討と論点

### 2.1 ワークショップ開催までの検討経緯

ワークショップで議論すべき論点を絞り込み、検証すべき仮説を抽出するために、ワークショップ開催のための検討会を2006年11月から2007年5月にかけて6回行った。CRDS 特任フェローの三木哲也電気通信大学教授、市川晴久 NTT 先端技術総合研究所所長、阪田史郎千葉大学教授、NTT ソフトウェア齋藤孝文氏の4氏に参加いただき、ワークショップで議論すべき内容について検討した。次図のように、「ディペンダビリティ」は、情報通信技術、ネットワークの発展において、単一メディアによるサービスとその信頼性が問題となっていた時代から大きく発展し、現在の複雑なネットワークサービスとシステムにおいて重要な課題となることが示された。

### 情報通信の技術・ネットワーク・サービスの変遷



このような状況の下で、セキュアネットワーク、トラステッドネットワーク、ユビキタスネットワーク、ディペンダブルネットワークなどに関する研究は、日本国内では独立行政法人情報通信研究機構の研究会で次世代ネットワーク、新世代ネットワークに関する研究としての提言がすでに行われており [1]、米国や欧州での新世代ネットワークへの取り組み [2]，[3] でも、同様の課題が目標設定されていることが示された。これらの提言、取り組みでは、共通して次のような課題、キーワードが示されている。

- New Architecture
- Ubiquitous, Pervasive, Mobility, Wireless, Sensor Networks
- Security, Robustness, Dependability

Usability, Operationability

Critical Infrastructures

Clean Slate Approach

検討会では、これらと同じような全般的な研究提言として推進すべき研究課題を切り出す意義は薄いのではないかと、むしろ、インターネット時代における日本のネットワーク技術での出遅れに着目し、次世代で先頭にたてるようにはどうするかを検討するべきではないかという議論がなされた。その結果、日本におけるネットワーク研究の問題点として、大手通信事業者の存在によるネットワーク研究の特殊性や大学での研究体制に問題点があるのではないかと指摘がなされ、それらに関してワークショップで深く検討し、研究体制とともにディペンダブルネットワーク等に関し、特徴ある戦略提言をするのがよいのではないかと結論にいたった。

この検討会での結果を受け、CRDS 内でワークショップで議論すべき論点を次のように整理した。まず、インターネット時代において出遅れた原因として考えられるネットワーク研究の特殊性について検討すべきである。次に、ネットワーク研究のような実証的研究分野における大学での研究体制について検討する意義がある。さらに、ネットワーク研究に関する推進すべき研究課題の抽出を行うのか、ディペンダブルネットワークに関する研究課題の抽出に注力するのはさらに検討すべきである。

これらの論点に関して、ワークショップでの議論を有効かつ、効率的に進めるために、3つの分科会を構成し、事前に会合をもち、「ネットワーク研究の特殊性」、「推進すべき研究課題」、「大学での研究体制」の三つに関してそれぞれの分科会で提言をまとめてもらい、ワークショップの冒頭で報告するという構成にした。

分科会 A は、山名早人早稲田大学教授にリーダーをお願いし、アプリケーション分野、ISP の研究者、技術者を中心に議論をしていただいた。分科会 B は浅見徹東京大学教授にリーダーをお願いし、ネットワークインフラの研究者、技術者を中心に議論をしていただいた。分科会 C は並木淳治東海大学教授にリーダーをお願いし、ネットワーク機器の研究者、技術者を中心に議論をしていただいた。

[1] (独)情報通信研究機構 次世代ネットワークアーキテクチャ検討会  
[http://www2.nict.go.jp/p/p461/report/0611\\_NGN-kentoukai.pdf](http://www2.nict.go.jp/p/p461/report/0611_NGN-kentoukai.pdf)

[2] CORDIS ICT Programme Pervasive and Trusted Network and Service Infrastructures,

[http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/challenge1\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/challenge1_en.html)

[3] GENI (Global Environment for Network Innovations)

<http://www.nsf.gov/cise/cns/geni/>

## 2.2 ワークショップの論点

「2.1 ワークショップ開催までの検討経緯」に示された議論を経て次の三つの論点が設定された。

### (1) ネットワーク研究の特殊性

ネットワーク研究は特殊であった、あるいは特殊であるという仮説に関して、他のIT関連の研究開発と比べた場合のネットワーク研究の特殊性について議論し、例、根拠を示す

### (2) 推進すべき研究課題

現在、次世代ネットワーク、NGN、FINDのclean slateアプローチなど、初めから作り直しという機運のある中で、日本がリーダーシップを取り直せるチャンスがあるはずで、その研究分野が何で、どのように研究開発を進めればいいかをできるかぎり具体的に示す。

### (3) 大学の研究力を活かす研究推進体制、人材育成

大学でのネットワーク研究は理論的なものが多く、実証的な研究が少なかったため実証的なインターネット研究に乗り遅れた面があり、人材育成でも遅れている部分がある。今後これを改善し、企業等にとって有用な人材を育成し、産業競争力を伸ばす方策と、どの分野でどのような研究体制で臨めばよいかを示す。

## 3. ワークショップでの検討結果

### 3.1 ネットワーク研究の特殊性

検索エンジンの技術開発や、新しいネットワークアプリケーション開発等におけるコンテンツの扱いと著作権にかかわる問題があり、欧米でのフェアユースという考え方や、図書館によるデジタルアーカイブに関する法律の違いなど、日本における規制・制約が研究推進の遅れの原因の一つになっており、これを改善しなければならない。また大学やISPにおける利用者動向の分析を伴う研究におけるプライバシー保護の問題点などにおいても研究を推進するような法整備が重要である。

また、ネットワークアプリケーションの分野では、大規模な実証的実験環境が必要であること、さらに、プロトコル仕様の提案など、仕様の策定と機能の実現がネットワーク研究の実践的な部分であり、従来型の大学での研究、論文化の困難さがネットワーク研究の特殊性である。また、現実に使われているインターネットを考えた場合、インフラストラクチャに使われている技術を新たに提案し実証することが困難であることも特殊になっている要因の一つである。

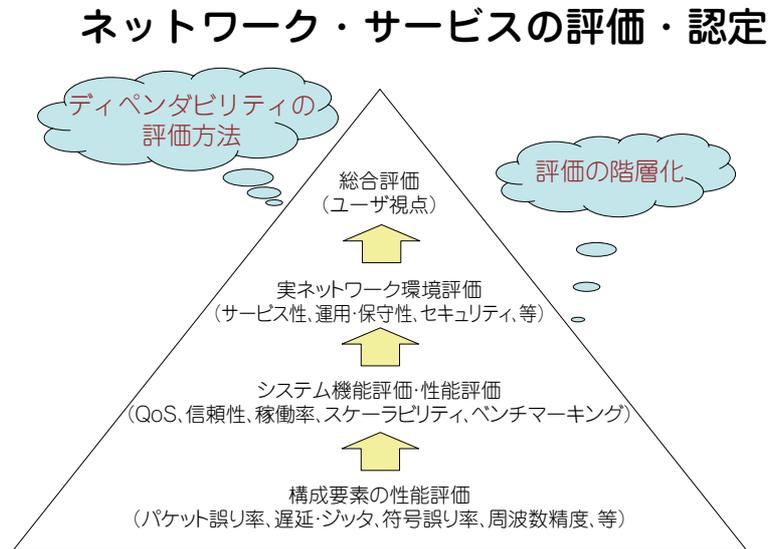
### 3.2 推進すべき研究課題

ネットワーク研究の特殊性にも述べたように、大規模実証実験が必要であるが困難であることを克服するために、ネットワークの上位層から下位層までを統合したクロスレイヤのシミュレータ開発は実現すべき課題である。

また、重要な社会基盤としてネットワークおよびネットワーク上を流通する情報に社会が依存している現状では、情報のトレーサビリティ、信頼性といったものを確保するような技術開発や、匿名性の扱いなどが緊急に推進すべき研究課題である。さらに、ASP (Application Service Provider) に情報処理、保存を依存するような新たな技術、サービスが提供されるようになっている現在、それに対応したセキュリティ・プライバシー確保のための技術も必要である。

また、頑強なネットワーク、安心・安全なネットワークも重要であるが、省エネルギーに考慮したネットワーク機器、運用方式、アーキテクチャというのもこれから重要となる技術課題である。

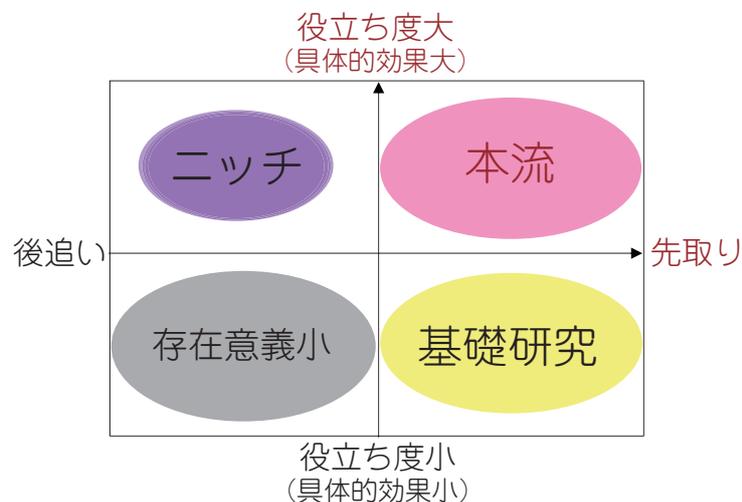
さらに、これらとともに、単なる誤り率の測定や評価にとどまらない、次図に示したような各種技術の評価、ディペンダビリティ評価の研究も重要な研究分野である。



### 3.3 大学の研究力を活かす研究推進体制と人材育成

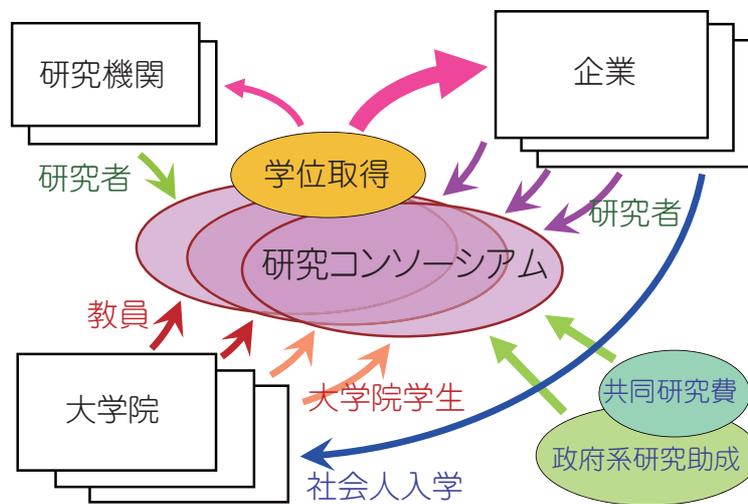
現状の大学での研究評価と研究体制に関して、個人業績評価における論文至上主義からの脱却が必要である。論文至上主義のため、既存技術の小さな改良による、成果のインパクトの小さい、論文の書きやすい後ろ向きの研究をする傾向があるのが、新たなアーキテクチャの提案や、実践的実証的な社会的影響の大きい研究への取り組みが少ない要因の一つであり、この状態を改善しなければならない。

#### 大学における研究の質的分類



大学での研究力を活用する体制、人材育成に関しては、次図に示したような産学連携によるドクター・人材育成体制、研究コンソーシアム、大学を介した企業からの研究者（社会人ドクターコース学生）の交流などが必要である。また、大学における研究評価および個人業績評価として、テーマ、プロジェクト提案、成果報告に対する実質的・効果的な評価が必要である。さらに、いくつかの大学で行われている教育ファカルティデベロップメントに対し、研究ファカルティデベロップメントのような研修が JST のような機関によって提供されることも有効である。

### 企業・研究機関とのコンソーシアム型教育研究



1 ワークショップの位置づけ

2 ワークショップ開催までの検討と論点開

3 ワークショップでの検討結果

4 まとめ

付録

## 4. まとめ

本ワークショップには、大学、公的研究所、企業、インターネットサービスプロバイダなどから、ネットワークサービス、アプリケーション関連の研究者、技術者6名、ネットワーク基盤技術の研究者、技術者6名、ネットワーク機器の研究者、技術者5名など、合計で32名の幅広い関連分野からの参加があり、次のような結論を得た。

### 1. ネットワーク研究の特殊性

- 著作権の扱い、プライバシー保護などの規制、制約がある
- 研究成果に説得性をもたせるための大規模な実証実験環境が必要である
- 性能ではなく機能、仕様が研究対象であり、論文化しにくい
- 相互接続性、標準化、外部性といった特性により新しい技術の採用はハードルが高い

### 2. 推進すべき研究課題

- 統合的ネットワークシミュレータ
- ネットワーク上を流れる情報のトレーサビリティ
- プライバシー・セキュリティ確保
- 大規模実験環境
- 省エネルギー、グリーンネットワーク
- サステナブルネットワーク

### 3. 研究推進上問題となっており、解決しなければならない大学での研究体制のありかた

- 大学での実証的研究環境の確保とテーマ選定から研究、開発、成果のフィードバックまでのプロセスの明確化
- ネットワークオペレーションに対する学術的な分析と解決策の呈示
- 単なる論文重視の評価ではない、実践的ネットワーク研究を評価できるような大学での研究評価のありかた

## 付録 1 各分科会での検討結果とまとめ

ワークショップ 1 日目は、各分科会からの報告の後、個別の論点に関して全体討議し、その後、推進すべき研究課題など、より詳しく議論しとりまとめるべき個別事項を各分科会に割り当て各分科会に分かれて議論し、2 日目にその結果を報告していただいた。以下では、各分科会での事前検討の結果、およびワークショップでの議論の結果について論点ごとに報告する。

### 1 分科会 A での検討結果

#### 1.1 論点 1 (ネットワーク研究の特殊性)

##### 1.1.1 検討の方針

アプリケーションサービスを対象としたネットワーク研究においては、箱庭的な、小規模なデータや実験環境を用いた検証では不十分な場合が多く、大規模なデータを用いるとともに実サービスに近い環境での検証が必要とされている。このような観点から本分科会では、規制・制約の問題、実証実験環境の 2 つの問題を取り上げた。なお、ネットワーク分野の研究は、他の IT 分野に比較し、標準化や異なるベンダー間での相互接続性がクリティカルになりやすいといった特殊性が一般的にある。しかし、アプリケーションサービスを対象とした場合、Web サービスによる相互接続等の粗結合が可能であるため、ここでは相互接続性を列挙していない。

##### 1.1.2 規制・制約の問題

インターネットにおけるアプリケーションサービスは急激な多様化に敏感でなければならない。端的な例としてマッシュアップサービスがあげられる。マッシュアップサービスは、Web ページ、ブログ、ニュース、天気予報、地図、郵便番号などの様々なサービスを組み合わせ新しい価値を創出するものである。したがって、柔軟なサービス発想が可能な実システムレベルの運用環境や運用データを確保することが重要である。

しかし、サービスを運用しようとした場合、そこには様々な障害が存在する。主たる障害は、表 1 に示すように著作権法や個人情報保護法の観点から、我が国では実験や運用が制限されている点にある。こうした問題に対し、表 2 に示すように米国をはじめ諸外国では著作権を改正する動きがある。我が国においても検索エンジンを対象とした次のような改正の動きがあるが、諸外国に対して遅れをとっているのが現状である。

「文化審議会著作権分科会法制問題小委員会中間まとめ」として平成19年10月16日～11月15日までの間パブリックコメントが募集された。中間まとめでは、現在の検索エンジンを対象に、収集・格納、インデックスやスニペット作成、検索結果送信の各工程において、著作物の複製、著作物の利用、著作物の自動公衆送信の問題があるとし、著作者の権利との調和と安定的な制度運用に配慮しながら権利制限を講ずることが適当としている。

以上のことから、著作権については、フェアユースと同程度のコンテンツ利用環境整備が必要不可欠である。個人情報保護法、プライバシーの問題については、「個人情報利用同意を合理的コストで得難い環境下では、何らかのデータ利用の緩和措置」が必要と考えられる。特にオプトイン(事前承諾)方式からオプトアウト(事後承諾)方式利用の拡大が望まれる。

特に我が国では、著作権法、個人情報保護法、プライバシー問題等により、アイデアがあってもこうした法的問題を避けるためネットワーク上でサービスが出てこないことが問題となっている。すなわち、サービス・アプリケーション分野においては規制により国内開発・運用のチャンスがない。このため海外で研究開発が進み、我が国で規制が緩和されたときにはすでに遅く、日本独自技術が未開発の状況となり、海外で開発されたものが輸入され使われるという悪循環が懸念される。

表 1 研究上の障害となる事例

障害となる事例	対応する法律
公開された Web コンテンツであっても網羅的な複製や解析、マイグレーションができない。	著作権法
システムのアクセスログ解析ができない。	個人情報保護法
インターネットやFAXを介する文献複写ができない。	著作権法(公衆送信権)

表 2 主要国における Web データの著作権の扱い

国名	対応
米国	米国著作権法(第107条フェアユース規定)： 著作物の複製行為等がフェアであると考えられる(解説、ニュース、学術、調査研究を含む)場合に著作権者の許諾なく利用可能。 DCMA(デジタル・ミレニアム著作権法)： 第512条免責条項(著作物の侵害行為に対するサービスプロバイダの責任の制限)により、一定の条件下でサービスプロバイダの責任を制限。
韓国・中国	産業促進を重視し権利を制限する方向
欧州	スウェーデンやフィンランドでは納本法に基づき Web データをバルク収集。

### 1.1.3 実証実験環境の問題

実験的・実証的なネットワーク研究には、リアリティや規模が求められる。分散処理、オーバレイネットワーク、センサネットワーク等では、数十～数万以上のノード数やインターネットエミュレーション、またウェブ研究ではそれなりの規模のデータセットが求められる。

表3に示すように近年、大規模実証実験環境は増えつつあるが、実証実験が可能な環境は稀少である。また、インターネットがコモディティ化すると共にインターネット自体が社会的インフラとなっており、大学といえどもこうしたインフラを使った実験的な研究が困難となっている。

実証実験環境の中でも、特にセンサー系の実験環境は稀少である。表3に事例を挙げているが、種々の実験を目的に応じて行う必要があることから実験環境の整備自身が難しいといった問題がある。さらに、センサー系の実験環境の要件として、①人・モノの動きのモニタリングができる、②公共端末、広告端末などが利用できる、③無線LANなどが利用できる、④携帯の機能が利用できる（GPS、Bluetooth）、⑤ログの収集ができる等がある。一方では、先に挙げた個人情報・プライバシーの扱いの問題があり、制度面での改革が欠かせない。また、センサー特有の問題として、センサーの埋め込み時の問題（物理的な埋め込みは困難）やシミュレーションとの整合性確認等の問題がある。

以上述べたように、実験環境やデータの整備には多大な費用と労力を要するため、公的なプロジェクトとして整備・提供できれば、本分野の底上げを図れると考えられる。また、こうした環境整備によって、大学における研究はもとより、「資金はないが技術的に明確な目的を持つ非アカデミア」での研究も活性化できると考えられる。大学においては研究だけでなく演習等でも利用することにより、リアリティや規模のある取り組みを多くの学生に経験させられる利点もある。

表3 大規模実験環境の事例

分類			
基盤ソフトウェア	Hadoop (Apache Lucene プロジェクト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Google 社が過去に公表した Google File System、MapReduce のクローンソフトウェアであり、Hadoop MapReduce として提供。</li> <li>・ 2000ノードまで対応しており、900ノード上の9TBのデータソートに2.5時間の実績</li> </ul>	<a href="http://lucene.apache.org/hadoop/">http://lucene.apache.org/hadoop/</a>

	ModelNet (UCSD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現実のインターネット環境のエミュレートを目的とした大規模ネットワークエミュレータ</li> <li>・仮想的な複数ノードのエミュレートを1台の実ノードで実行するためのソフトウェア</li> </ul>	<a href="http://modelnet.ucsd.edu/">http://modelnet.ucsd.edu/</a>
データ	Web 1 T 5-gram GSK 2007-	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Google が提供する 5-gram のコーパス</li> <li>・言語処理研究等の様々な用途で利用できる</li> </ul>	<a href="http://www ldc.upenn.edu/Catalog/CatalogEntry.jsp?catalogId=LDC2006T13">http://www ldc.upenn.edu/Catalog/CatalogEntry.jsp?catalogId=LDC2006T13</a>
	C Web 日本語 N グラム第 1 版	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Google が提供する 7-gram までの日本語コーパス</li> <li>・言語処理研究等の様々な用途で利用できる</li> </ul>	<a href="http://www.gsk.or.jp/catalog/GSK2007-C/catalog.html">http://www.gsk.or.jp/catalog/GSK2007-C/catalog.html</a>
	NTCIR テストコレクション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・NII が提供する NTCIR で用いたテストコレクション</li> <li>・日本語・英語検索、中国語検索、言語横断検索、特許検索・分類、質問応答、用語抽出、要約、Web のデータセットを配布</li> </ul>	<a href="http://research.nii.ac.jp/ntcir/data/data-ja.html">http://research.nii.ac.jp/ntcir/data/data-ja.html</a>
設備	PlanetLab	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インターネット上の~800台のPC+管理ソフトウェアを提供。2007年11現在410組織から827台のマシンが提供されている。</li> <li>・参加組織が2台以上のPCを供出しテストベッドが構築される。</li> <li>・Linux 仮想マシン (Linux-VServer) が払い出される。</li> <li>・アカデミアは参加費無料。企業は最低25,000ドル/年。</li> </ul>	<a href="http://www.planet-lab.org/">http://www.planet-lab.org/</a>
	EmuLab (U.of Utah)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数百台のPCクラスター+管理ソフトウェアを提供。</li> <li>・インターネット、無線ネットワーク、センサネットワークなどのエミュレータを提供。</li> <li>・トポロジ情報を入力することでトラフィックシェイパやVLAN等が設定される。</li> </ul>	<a href="http://www.emulab.net/">http://www.emulab.net/</a>
	StarBED (NICT, 北陸先端大)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・680台のPCクラスター+管理ソフトウェア (SpringOS) を提供。</li> <li>・ディスクイメージを複数台に一括して書き込む仕掛けを持つ。</li> <li>・ノード群に対して制御シナリオを与え実験。例えば大規模負荷をかける実験も可能。</li> </ul>	<a href="http://www.starbed.org/">http://www.starbed.org/</a>
	TSUBAME (東工大)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・655台のOpteron 10,480コアからなるPCクラスター。</li> <li>・利用は東工大内部もしくは東工大と何らかの共同研究等の契約を締結している者。</li> </ul>	<a href="http://www.gsic.titech.ac.jp/">http://www.gsic.titech.ac.jp/</a>
センサー系設備	ORBIT (Rutgers U.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・400ノードの802.11無線グリッドシステムからなる実験環境</li> </ul>	<a href="http://www.orbit-lab.org/">http://www.orbit-lab.org/</a>

## 1.2 論点2（推進すべき研究課題）

### 1.2.1 概要

アプリケーションサービスを対象としたディペンダブルネットワーク研究として、以下では、①チャレンジングなテーマ、②プライバシー・セキュリティ確保、③大規模実験環境の3つの切り口から具体的な技術課題を示す。

### 1.2.2 チャレンジングなテーマ

(1) 上位層から下位層まで（クロスレイヤ）を統合したシミュレータ

トランザクション、トラフィック、ネットワークトポロジ、処理性能を入力し、数100万ノードでのシミュレータを実現する。OPNETでも固定的な機能は利用できるが、新しい機能をインプリメントすることは困難である。ネットワークを対象とした研究では、より早く新しい機能に対応することが必須であり、新たな機能追加が容易にできることがポイントとなる。また、解析的なモデルを入れることによる高速化（並列化）も欠かせない。さらに、シミュレータと実機上で同じアプリケーションが動作することも重要である。

(2) 情報のトレーサビリティ

「安心の見える化技術」の例として情報のトレーサビリティを取り上げる。例えば Web 上で情報を発信した場合、当該情報を削除してもインターネット上のどこかに複製が存在したり、読み手の PC 上に残っていたりと、一旦情報を発信したら当該情報についてトレースする手段は存在しないに等しい。ここで開発する技術は、①当該情報を誰が発信した情報であるのか、②今当該情報はどこにあるのか、といったトレーサビリティを保つための技術である。なお、常に情報の所在が分かる必要はなく、必要な時に調べる手段が存在することが重要である。

具体的には、①ログを（プロバイダ等で）リアルタイムに取得・保存する技術や、②間接的な推定する方法としてネットワークトモグラフィ、③ログをリアルタイムで解析するストリームマイニング等が考えられる。また、情報のトレーサビリティが可能となった場合、当該技術を spam/ウィルスフィルタリングに利用することも可能と考えられる。

(3) 各種コンテスト

チャレンジングなテーマとして、一般的には各種規制や法制度上の問題で実行することが困難な、クラッキングコンテスト、spam 対策コンテスト、DOS 攻撃コンテスト等を実施することにより、新しいアイデアや知見を得るという手法も考えられる。

また、コンテストとは異なるが昨今の振り込め詐欺等の犯罪を未然に防止するために、電話等の相手が本当に意図した人であるかどうかを確認するための技術として VoIP 上での声紋フィルタなどもチャレンジングなテーマである。

### 1.2.3 プライバシー・セキュリティ確保

ASP に情報が集中したときの情報のディペンダビリティの観点から、「プライバシー・セキュリティ確保のための技術についてまとめる。ASP に情報が集中した際、ASP 側での情報ディペンダビリティを高く保つことが必須である。

ディペンダビリティを向上させるための要素技術として、①超大規模データのコピー・バックアップ時のビットエラーの対処・コピー時間の短縮、②重複データの効率的な保存（重複判断の技術）、③P2P ファイルシステム（バックアップの観点から消えない技術、プライバシー・セキュリティの観点から消せる技術、ノード単位のデータだけでは再現できない断片化技術）などが挙げられる。また、未来においてもアクセスできるためには、データを残すだけでは不十分でありアクセス手段を併せて残すことを考えなければならない。

次にデバイスに目を向けると、長期間耐えるデバイスが必要不可欠となる。紙は一千年の単位で保存できるが密度が低い。密度が低いが寿命が長いといった密度と寿命の観点からの検討も重要である。

運営面においても、Google が Gmail をはじめとするサービスで個人情報の保存を始めている現在、どのように進めるかについて議論が必要である。特に、情報が集中した場合、当該サービスサイトから出力される結果（情報）が信頼できるのかどうかも、検証可能となっていることが不可欠である。また、処理の過程においては、プライバシーを隠しながら処理をするプライバシープリザベーションの技術も重要である。

最後にプライバシー・セキュリティ確保の観点からは、Wikipedia 八分とでも言うべき問題（あるサイトから Wikipedia へ書き込めない）に対応するための技術が重要である。すなわち、正しくブロックする技術が必要不可欠である。例えばプロバイダ経由でアクセスしている場合、アドレスでブロックされてしまうと他のユーザに迷惑がかかる等問題が大きい。アドレス情報以外の情報を使って正しくブロックする技術が重要である。

## 1.2.4 大規模実験環境

現存の実験環境は「金物の基盤はあるがアプリケーションを対象とできる基盤がない」「実環境レベルの負荷をかけることのできる環境がない」と言うことができる。特にアプリケーション系では、プライバシーや個人情報関連の実験ができる基盤は皆無である。また、負荷については、サーバの大規模・長時間負荷試験や大規模な実際のコンテンツを利用できるレベルの実験環境が望まれる。コンテンツについては、実証実験用のリアルなデータを用意するとともに最大の問題があり、例えば「フリー新聞社」を設立して実証実験用のためのデータをみんなで作成する等の発想が必要である。

大規模実験環境の中でもセンサー系は特殊であり、対象とする実験に応じて様々な実験環境が必要である。以下では、実験環境の例を挙げる。

- ① 農家でのセンサネットワーク実験環境  
例えば、日照、雨量、気温変化などと生育状況の関連性を探れる。
- ② 災害時ネットワークのための実験環境  
災害発生後にセンサーをばらまいて通信を確保し、人を発見するための実験環境であり、エコなセンサーをばらまき回収できないことを想定する。また、こうした実験環境を巨大倉庫内で実現し、人物発見コンテストなどの実施も考えられる。具体的には、MAV (Micro Air Vehicles) を多数飛ばした際のディペンダブルな通信確保手法（数個が機能しなくなった場合を想定）の研究等が考えられる。
- ③ センサーとディペンダビリティを組み合わせた研究  
例えば危険箇所（土砂崩れ）にセンサーをばらまき災害予測が可能。非常時だけに意味があるセンサーではなく、日常にも何らかの形で役立つことがポイントである。

なお、センサー系での実験緩急として一番ユーザに近いのは監視カメラであり、個人情報やプライバシーの問題を保った上で、こうしたユーザに一番近いセンサーから得られる情報を対象とした研究も重要である。また、センサー系では、行動、状況等をリアルタイムにネットワークが認識する必要があり、①個人等の認識・認証技術、②環境センサ・データ収集技術、③情報蓄積・流通・管理技術、④ネットワークレイヤ間ギャップ解消技術（マルチレイヤ対応ディペンダブル）、⑤複数のネットワークサービスの動的連携技術、⑥ネットワーク状態・サービス状態の最適化技術等が重要であると考えられる。

### 1.3 論点3（大学の研究力を活かす研究推進体制、人材育成）

従来の研究推進体制・人材育成の問題として、表1に示すように、①実証的な研究テーマの不足、②オペレーションに対する学術的な分析と解決策の欠如、③流行テーマへの偏り、④基本スキルやリテラシー不足を挙げられる。

こうした問題に対して、今後は、①大学での実証的な研究環境を確保するとともに、②テーマ選定の工夫・テーマ選定から研究実施、さらには成果のフィードバックまでを共同で実施するためのプロセスの明確化が重要である。例えば、企業が現状の問題・課題をリストアップし、各々のテーマを大学側が選ぶ。そこに企業が資金提供を行い、得られた成果の技術移転をきちんと実施するといった方策が考えられる。

また、体制としては、共同研究実施機会の増大、相互に人材交流ができる体制（例えば、企業側でのインターン受け入れ、大学側での研究員受け入れ、共同研究成果で博士がとれるなど）、学生のネットワーク管理・運用への参画（例えば、キャンパスネットワーク全体の運用にも学生を参画させる。企業のインターンで現場実習をするなど）、企業側で期待される知識・スキルに重点を置いたカリキュラムを複数大学へ広める等が重要である。

特に企業側で期待される知識・スキルに重点を置いたカリキュラムでは、大学でバラバラに習得する基礎知識をネットワークというキーワードで縦に貫くような講義が必要であると考えられる。別分野の事例になるが、SoC（組み込み設計）の分野では、半導体関連企業11社出資のもと設立されたSTARC（株式会社半導体理工学研究センター）が中心となり、主要大学に「SoC設計技術」と呼ばれる講座を寄附講座として設置している。SoC設計技術の講義設置により、本来であれば入社1年目に研修等で各社バラバラに教育していた内容を大学側で教えることに成功している点は注目に値する。

表1 現状分析

項 目	説 明
① 実証的な研究テーマの不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>・企業側が認識している課題や実際のネットワーク運用の課題を把握できていないことに起因。</li> <li>・例えばOSPFとかSTPとか、LAGとかが実際にどう動作しているかという実感がなく、企業から見て魅力的な研究成果が少ない。</li> </ul>
② オペレーションに対する学術的な分析と解決策の欠如	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在のところ生産工学的なアプローチが研究されていない。大学での研究は管理システム/手法どまりである。</li> <li>・本分野は一般的に大学が興味を持たない分野であり、かつ、企業側も情報を出したがる点に問題。</li> </ul>

③ 流行テーマへの偏り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流行のものは、問題の整理ができていないことが多いため、成果が中途半端になりがち。</li> <li>・就職に有利不利を理由にテーマが選ばれる（学生が、研究室が）事例もあるのではないか。</li> </ul>
④ 基本スキルやリテラシー不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンピュータネットワーク研究者として基本スキルやリテラシーが不足している。</li> </ul>

## 2 分科会 B での検討結果

### 2.1 論点 1（ネットワーク研究の特殊性）

#### 2.1.1 大学研究との乖離

伝送技術とは異なり、ネットワーク研究は、性能ではなく機能（スペックからブレークダウン）の追求が主である。まず、目的とするサービスがあり、その要求条件をきちんと整理することが最も重要な課題である。それから、仕様の策定、階層化、個別仕様へとブレークダウンしていく。開発の中心は仕様の実現作業となる。このため、システム的な開発体制が必要となる。個々の研究シーズがあり、それから何ができるか考えるようなボトムアップなアプローチではないため、論文化しにくく、大学研究と大きな乖離がある。

#### 2.1.2 新技術移行の困難さと研究開発のあり方

いかなる新技術も、対象となる通信サービス全体から見れば、システムを構成する一要素技術にすぎない。端末系の技術であれば、軽さとか速さとかで利用者の直感に訴えられれば、そこからニーズにマッチする形で受け入れられ普及する可能性が高いが、インフラ系の技術の場合、最終的なサービス品質への効果が必ずしも明確でない。少なくとも、最終消費者の直感に訴えることは難しいと言える。また、膨大な規模の情報システムが種々連携して稼動しているため、システムの全容把握が極めて難しく、今まで動いているシステムであれば、触らないのが運用の鉄則である。下手に触って障害につながれば、運用者の評価が下がるだけ、うまくいっても評価はされにくいという負のインセンティブがあることを忘れてはならない。このように、新技術のユーザであるシステム運用部門は、運用の連続性を重んじるため、よほどの革新的サービスを指向するときでもないかぎり、新しい機器・技術に対しては常にネガティブである。これは、企業網における IPv6 化を考えればすぐ分かる。たとえセキュリティ面やアドレス空間の規模と柔軟性が理解できたとしても、取りあえず 10.0.0.0/8 というプライベートアドレス空間があれば、約 1700 万台の端末を収容できるため、一企業内の情報サービスの観点からは IPv4 と IPv6 の差異は感じられない。また、IPv6 化するにはすべての既存情報システムのプログラムを解析して、そのソケットインタフェース部分を書き換える必要がある。このため、修正の不備等に起因するシス

テムダウンというリスクを抱えてまで新技術に移行しようとする運用者はいない。

一方、1980年代までの電話交換システムに代表される開発では、ベンダー、研究開発部門、運用部門が一体となって情報交換しながら進めるオーダーメイド型であった。このため、運用部門とベンダーや開発部門間の情報交換を通じて、ニーズが後者に、技術知識が前者に十二分に行き渡っていた。この意味で、実は昔のシステム開発はクライン型であったといえる。逆に、近年は、サービス競争から開発スピードが重視され、ベンダーから既製品を購入し、組み合わせてシステム構築することが多くなってきた。つまり、インフラ系の技術開発に関しては、クライン型からリニア型への移行が徹底したと言える。しかも、技術・機器情報を運用部門が入手する情報ルートは限定されていて、ベンダー営業等の偏った情報に限られている。ベンダー情報に頼りきってシステム開発しなければならない反面、ベンダーも運用現場の状況には疎く、既製品が当該サービスの要求仕様に十分合致しているか必ずしも十分理解しているわけではない。これが、スケーラビリティの把握に起因したと見られる通信障害が昨今頻発している一因である。しかも、既製品ベースであるため、ひとたび要求仕様上のバグ、ベンダーの理解不足による納入機器の性能不足が露呈しても、すぐには対応できず、抜本解決までは、アクロバットの運用を強いられる場合がある。抜本的解決には次のバージョンの新製品まで1年待つといった、長期間に及ぶものもある。

1990年代以降のいわゆる ICT の技術革新では、ベンチャー企業が新しい技術やサービス導入のけん引役であった。インフラ系の技術に関しても、Ethernet 技術に代表されるように、例外ではない。ただし、IP がインフラになる Everything over IP の時代に安定なサービスを提供するには、CAPEX (Capital Expenditure、設備支出) 以上に OPEX (Operation Expenditure、運用支出) が重要視されるはずである。つまり、運用コストが安く、かつ障害の抜本的解決までの時間が最小のベンダーが通信事業者のビジネス相手となる。この意味では、ベンダーにも総合的技術開発能力が問われ、NGN 関連の技術開発では、ベンチャーより大企業が欧米では有利になりつつある。このような状況を鑑みると、個々の技術開発テーマだけでなく、技術開発プラットフォームそのものを見直す必要がある。

## 2.2 論点2 (推進すべき研究課題)

### 2.2.1 ディペンダビリティのビジネスモデル

まず企業の観点で考えた場合、ディペンダビリティのビジネスモデルとは

何かを明確にすべきである。従来もキャリアグレードという信頼性に対する指標があった。これは主として基幹網の信頼性を言っていたが、インターネット以後の社会情勢を考えると、むしろユーザに近いサービス提供でこそディペンダブルを位置づける必要がある。たとえば、つながりやすさ、使いやすさといった指標、端末を選ばない、欲しいサービスを欲しいだけもらうといった使い勝手の指標が重要である。また、ネットワークだけでなく、コンピューティング、プロセッサ、ストレージを含めて考え、エンドユーザはそこに何を預けてどう使うのかといった方面からの検討も重要になる。アプリケーションがディペンダブルとの観点である。使い勝手やトラブルがあったときを考えると、すべて自分で解決しなければならないPCより、シンクライアントに軍配が上がる。

### 2.2.2 死なないネットワーク

従来から言われているキャリアグレードのネットワークに関しても、DNAをもち死なないネットワーク、環境に応じて形態を変えられるようなネットワークを、オートノミックのキーワードの下で検討すべきであろう。国情を考えると、関東大震災が来ても落ちないネットワークは、文字通りのライフラインである。大地震時にサービス上（被害最小）問題のないネットワークでは、避難、救急系でのリアルタイム性の保証をどうするか、情報被害（ファイルの紛失）のどう回避するかが課題である。また、有効であるためには、災害時だけでなく、普段も使えるものでなければ、コスト高であるとともに、緊急時にそもそも人間が使えない。これは中越地震時の柏崎原発の事故で証明されている。また、災害時の通話規制中にいかなる情報を通すか、実災害を想定したシミュレーションも重要である。たとえば、中越地震時の接続率アンケートでは、固定電話は83%が、携帯電話も63.9%がまったく使えないと回答したのに対し、「すぐつながった」と「つながりにくかったが使えた」を合わせると、携帯メールは75.2%、通話規制中の優先電話である公衆電話は53.9%の接続率であった。災害時の通信サービスの維持の観点からは、圧倒的に携帯メールが重要であることが、今回の地震により立証されたわけである。ただし、メールがいつまでも支配的サービスとは限らない。以上を鑑み、5年後、10年後といったメール後の社会を考え、いかなる通信サービスを最低限確保すべきか考えていかなければならない。

上記のような安定なサービスを実現するためには、アプリケーションから下位のレイヤに渡って、ある種のインテリジェンスが必要になるだろう。色々なレイヤにインテリジェンスが必要になるのが今後のネットワーク技術の方向性である。

### 2.2.3 匿名性とトレーサビリティ

ディペンダブルの観点で、安全・安心を損なう要因に耐えられるハードウェア、方式技術を考えた場合、セキュリティ面で、状況に応じて匿名性とトレーサビリティの両方をユーザが選べるネットワークは必要である。特に、匿名性に関しては、数十年後に予測される資源争奪競争時代は1930年代と似た政治情勢になるかもしれない、そのような場合における少数意見の発信の場としてのネットワークの位置づけは重い。既成マスメディアはそのような環境で機能しないこと、80年代後半の東欧民主化過程でのインターネットの果たした役割（独裁者もメールやニュース配信による草の根情報交換を完全には圧殺できなかった）は歴史が証明するところである。巨大なマスメディアに成長したネットワークが、来るべき恐慌時代に耐えられる機能を持てるか否かは、自由民主主義体制維持のためには必須の要件である。インターネットのロングテールは商品のマーケティング等の観点から論ずることが多いが、次代のネットワークは政治的意味でもロングテールを担保する必要があり、匿名性とトレーサビリティの制御をバランスさせる技術は極めて重要である。

トレーサビリティの観点では、コンテキストウェアのような使い勝手を指向すれば、機器の状態把握は必須の条件であるし、一般ユーザとISPに代表される企業の区別をキャリアが信頼性を論ずる場合は行わなければならない。上記の安全・安心を損なう要因に耐えられるハードウェア、方式技術に関しては、グランドチャレンジを大学に出し、通信障害時に何時間で復旧するといった挑戦的ターゲットを示して、PDCAで研究を管理することも考えられる。

### 2.2.4 サステナブルネットワーク

また、サステナブル（持続する）もキーワードとなる。エコロジー時代を踏まえると、電力の効率的使用をネットワークで制御できるようでなければならない。停電でも使えるネットワークサービスを実現するには、省エネルギーは不可欠の技術目標である。地震災害時の自家発電設備やバッテリー対策を考えると、省エネルギーは通信サービスのサステナビリティを上げるための要素技術の一つでもあることを忘れてはいけない。よい省エネルギー技術があれば、携帯基地局を、地震災害後の停電期間1週間、小型電池でもちこたえられるかもしれない。

省エネルギーに関しては、LCA（ライフサイクルアセスメント）の観点から、素材、製造、輸送、使用、廃棄の通信機器ライフサイクルにわたって、通信機器の使用する資源やエネルギーと、通信機器が排出する環境負荷を定

量的に推定・評価し、通信機器の環境影響を評価することが重要となる。省エネ・マスキー法のような数値目標も必要になる。基本的に運輸と異なり、ネットワークの場合は、輸送対象の情報には重さがない。このため、その移動に必要なエネルギーは無限小にできるかもしれない。光関連デバイスの開発事由も、これまでは速度指向であったが、省エネルギー、たとえば2030年台の通信事業におけるエネルギー消費量を2010年比1/1000といった国家目標を実現するためのひとつの技術要素として位置付ける時代に来ているといえよう。この意味で、ナノパワー機器の開発は重要である。

### 2.2.5 ディペンダビリティ評価技術

また、各種技術の評価の研究も合わせて行う必要がある。ディペンダビリティ評価の研究、現行システムの信頼性の評価、信頼性を損なう要因の抽出とその統計的性質の検討といったことが考えられる。企業の協力を前提に、大学の研究課題を例示すると、安全・安心を損なう要因の抽出、安全・安心を損なう要因に耐えられるハードウェア技術の検討、安全・安心を損なう要因に耐えられる方式技術の検討、安全・安心を損なう要因のセンサーシステム（ネットの問題検出）などが考えられる。

### 2.2.6 社会問題への対策

インフラ系ネットワーク技術から検討のほかに、現在日本社会が抱えている種々の問題とネットワークの関わりについて、高齢化、過疎化、食料自給率、少子化という推進すべき研究課題がある。

まず、高齢化問題であるが、高齢者が仕事を続けられる環境や、ロボットを使って得た介護情報をデータベース化するということも重要であるが、前提となるスキルなしでネットワークを使えるようにするにはどうするかを常に考えておかねばならない。日進月歩のネットワーク利用技術の進歩がある限り、誰もがいつかはデジタルデバインドされるはずである。この意味で、ヒューマンインターフェースや操作性が鍵であり、アプリケーションを絞って使い勝手を向上させるような試みがもっとあってもよい。

次の過疎化の問題に対しては、色々検討されてきたが、田舎の老人は、足がない、スーパーがないといった物流デバインドに晒されているのが実態である。また、いのちの電話のようなものはあるがビジネスモデルがない。学校のネットワーク化も含めてネットワーク化でできることは徹底的にやってみて、過疎化の問題点把握に努めなければならない。この意味で、田舎と都会の間の双方向情報パスの拡充は必要である。たとえば、田舎を市場に検討

することが多い小型の自動運転車へのニーズは、田舎だけでなく都会でも大きいはずである。

次の食料自給率についてであるが、まず、自給率の定義をきちんとやり、命をつなぐレベルとしたらどの程度の自給率が本当に必要か国民の間で共有すべきである。戦後の食糧難は輸送手段の問題もあったことは忘れてはならない。食料がなくなったら人は田舎に住むはずである。後継者問題の解決は、台風でりんごが全滅するといった不安定要因があり、収入保証がない限り難しい。このため、個人経営から企業経営への流れは避けられない。その際、農業規模の拡大にネットワークがいかに関与するのかは、検討すべき重要な研究対象である。大規模化に関しては、良質の農地のかなりが宅地化されており、いざ必要なときに必要な農地が入手できるかといった農地の確保の問題もある。一方、農業生産性の向上に関しては、センサネットワークで農地を制御したり、トレーサビリティや何が売れているかを迅速に把握したりできるような農業事業者向けマーケティングが発達すれば、希望は見えてくる。

最後の少子化であるが、少子化時代とは言え、就職先があるとは限らないし、また、ヨーロッパのように、外国人が仕事を奪う場合もある。特に、最近増加している年収200万円クラスでは生活できているとはいえない。グローバル時代は、どこでもできるような産業は、人件費の安いほうに流れてしまう。

来たる知識循環型社会を考えると、(1)個々人の能力や知識を最大限に引き出すこと、(2)個人や組織同士を連携させることが容易であること、(3)これらの能力をユーザ発信型の(いわゆる)サービスとして利用可能とすること、(4)これにより能力や知識の活用により社会の活力を極大化させること、(5)個人嗜好や TPO 等に応じて個々人の提供するサービスを組み合わせで多様な選択を可能にすることができなければならない。このような背景から、公的資格・活動履歴+私的(企業内)活動履歴をベースとした個人の能力把握を共有できる基盤を確立して、社会レベルの人事データベースを作り、失われた世代による産業創造や、実質労働人口の増加(女性、定年延長)を図ることを目指すべきである。労働力の差別化を図らない限り、産業流出は止まらないだろう。この、いわば、Post Google 的方向性は、LinkedIn のように、「Re-connect, Power your career, Get answers」を標榜する萌芽的サービスからも予想される。一方で、産業を大きくするがむしゅらさも必要である。組織間のハードルを下げ、組織間で連携する仕組み、ネットワーク思想が重要となる。ロボットの活用もこのような総合戦略の中で位置付けられるもの

と考える。

## 2.3 論点3（大学の研究力を活かす研究推進体制、人材育成）

### 2.3.1 大学間連携とコンソーシアム

ネットワークはシステム技術であり、これまでの実践技術や問題が分からないと次を考えられない。したがって、1人か2人しか専門家のいない1大学で対処できるようなテーマではない。この意味で、学部・修士・博士といったリニアな教育では良い研究者を育てることはできない。米国では、産学間の人事交流が盛んで、サバティカルを企業のCTOで過ごす等、シーズの展開だけでなくニーズ把握にも有利な慣行がある。ただし、日本でこのようなシステムを単純に導入しても、これまでそうであったように、必ずしもうまくいく保証はない。日本的制約条件で、技術交流をいかに図るかが鍵といえる。今は、企業が社員を大学に出す目的は、資格取得とMOT(Management of Technology)くらいである。

上記の制約下で考えると、図1に示すような、大学間連携が必要である。

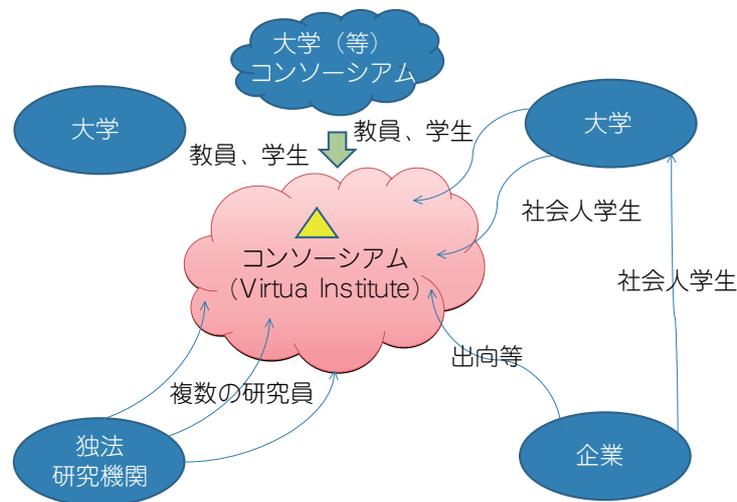


図1. 大学連携コンソーシアムの位置付け

たとえば、大学連携のコンソーシアムを作り、関連研究者を集め、そこに企業から研究者を送り込んで、技術移転とニーズの把握ができるような研究開発体制が望ましい。商用化の目処をつける責任ある研究を実施し、基礎研究段階、実用研究段階、商用開発段階で守備一貫した研究を実施することが重要である。このため、研究開発を成功させるためには、研究テーマ名に関しても、キーワードが同じプロジェクトが段階別に3度出るはずである。現在の国家プロジェクトに多い、単発キーワード型の研究プロジェクトでは、

死の谷を越えることはできない。残り 8 割の努力部分が欠けているため、商用化に結びつく可能性は低いからである。また、競争原理を働かせ、1 年間 1 億円くらいの大学連携コンソーシアムによるプロジェクトを作って競わせ、プロジェクトの統廃を、1 年単位でフレキシブルに行うことも、研究開発活性化のために必要である。

従来も国プロ受注後、結果として大学連携コンソーシアムのようなものを立ち上げることはあったが、ここでいう大学連携コンソーシアムとは、ファンドをもらう前に情報交流のため設けるコンソーシアムであり、研究実用化の目標が明確に見えたときにファンドを取りに行くような運営形態のものである。今はファンディング折衝過程で不必要なテーマを入れ込まれる羽目になっていて、この意味では健全でない。折衝も、今の 1 対 1 から 1 対 N（コンソーシアム）への枠組みが欲しい。アドホックネットワーク・プロジェクトのように日頃の活動があると公募が通りやすいのも事実である。各プロジェクトは、理想的には数千万円規模で、良い博士課程学生確保の観点から財政的にも魅力があり、博士課程の学生の生活費をまかなえるようでないといけない。また、IPR 等の処理をきちんとするための事務局が完備していることも重要である。このようなバーチャルインスティテュートに JST から資金援助する仕組みがあってもよいのではないだろうか。今は教育テーマにはあるが、研究テーマにはない。

大学連携コンソーシアムでは、産学連携と、産から教員を計画的に派遣することが必須である。理にかなうプロジェクトなら企業は資金支援を惜しまない。そのためには、産から各大学の教員にテーマを与えて育成していく必要もあり、長期的視野が必要である。最初は品質評価など企業としては注力しきれないテーマを切り出して大学に研究させるようなことも考えられる。大規模化により必然的に社会との切り口が見えてくるため、その結果、現在の大学でやっていない要素技術に問題意識が生まれる。このような研究体制を立ち上げるには、先ず、成功事例を作って産の関心を呼ぶことが必要である。

開発戦力の主力は、博士課程学生であり、その確保が鍵である。そのためには、長期インターンシップによる学生の育成だけでなく、先にも書いたようにプロジェクト参加で学生に生活費が支払えるような枠があれば、博士課程の魅力も上がる。また、プロジェクトが問題意識を持った社会人ドクターを雇い入れ、正しいニーズがプロジェクトに伝わるような仕組みも必要となる。

国立大学の独法化以後、大学からは社会人 Dr への期待は高まっているが、以下の理由により活発ではない。一つには、企業として社会人 Dr.を大学に出したときの価値が見えていないことである。また、社員間の平等の観点から説得できていない企業も多い。このため、社会人 Dr は自費で取得しなければならないのが実情である。この点が、国内留学制度とは対照的である。また、社員を出す企業でも、出す先の大学は欧米、特に米国に偏っている。これでは、ニーズを国外に教えているだけである。

一方、社内教育の余裕がなく社外に教育を委ねたい企業ニーズはある。特に、中クラスの企業は、技術・サービス動向把握が難しいため、情報取得の意味でも社会人 Dr を派遣するニーズがある。また、個人レベルでは、取得は金の問題ではないことも多い。さらに、企業競争力の強化の観点から、社会人 Dr は、企業が派遣先大学の優秀な学生を把握できること、研究の進め方に関して相互理解を深めることにもつながることから有益であり、組織的に資金援助している組織も出始めている。海外留学と同じように、社内の選抜制度により社員の納得性を高めた社会人 Dr 制度を導入した企業も出現している。このような状況を鑑みると、工作上重要なら会社も支援するため、旧来の論文 Dr を研究コンソーシアムのテーマを実施できれば、大学、企業、本人それぞれに利があり、また、授業料負担も Research Assistant への報酬の形で出せると考えられる。

この種のプロジェクトのマッチメーカーには、学会もあり得る。学会の当該研究会の2種、3種で議論し、他の研究会にも広げていくのが良いだろう。学会には、企業要求を調整し、契約後は情報をクローズするような役割を期待したい。企業はコンソーシアムのメンバーになるかならないかの時に関係者の経費をどう負担するが常に問題となるが、学会が絡むとコンソーシアム成立以前でも出張できるという利点がある。

産学連携を論ずる際は、独法研究機関の位置づけも明確にする必要がある。独法研究機関は、研究分野の近い人が集中的にいて、メンタリティ、インセンティブも高いが、研究成果を外にどうやって見せていくか、いわゆる死の谷の克服が大きな課題である。特に、近年の研究は、基礎よりかなり応用指向であるだけに、この問題は大きい。基礎研究の大学、実用化研究の独法研究機関、商用開発の企業という研究開発体制に結果的になってはいるが、この間に架かる技術移転の橋ははなはだ心もとない。

また、独法で短期間のプロジェクトを掲げた場合、外部から研究者が集ま

るかは、単に短期的な研究の成否だけでなく技術移転まで考えた長期的成功への鍵でもある。このため、企業から独法への研究受託に関しては、納入先から人をもらって研究し、納入時異動するようなことも考えないといけないだろう。研究所と開発部間でシステム開発や作り直しを通じた現場との人事交流があった昔のNTTのような体制でない限り、真の意味での技術移転は起こらない。基礎研究の大学、実用化研究の独法研究機関、商用開発の企業の3者間で、シーズが大学から、ニーズが企業から流れるような情報交流には、人事交流が不可欠である。

学から産への人事異動の主力は学生である。産の観点では、物が動くまでやらせることが、修士課程の学生の人材育成には重要である。論文を書いただけでは技術者としては使えない。博士課程の学生の場合、企業によっては学位取得を就職の前提にしない場合もあるが、就職に関しては、D2の春までの実績が将来の進み方を決める。また、ドクター3年間の入社が遅れは、企業としてはかなり意識する。入社年齢28歳を考えると入社後2年で主任になれるかが素養として問われる。この意味で、個人としての研究能力はもちろん、プロジェクト運営経験がないと、入社後が苦しい。また、入社企業で同じ分野に就職できないと個人的にも苦しく、シーズの移転の意味でも望ましくない。バイオ等には多いと思うが、情報ネットワーク系に関しては、需給のバランスから言って、ポスドク浪人は少ない。このため、上記のように運用すれば入社後無理なテーマ変更を強いられる可能性は低いと考えられる。良い人材を情報ネットワーク系に呼び込むためには、この辺の実態把握と学生への広報が重要である。

以上から、博士課程学生の場合、就職先企業が関係している大学連携のコンソーシアム・プロジェクトに参画し、プロジェクト運営を経験するとともに、企業に理解のある博士論文テーマでまとめることが望ましい。修士に関しても、このようなプロジェクトへの参加を通して、物を最後まで作り上げる実践体験を積ませる必要がある。

### 2.3.2 テストベッド

ネットワークのようなシステム研究においては、シミュレーション等では把握できない部分が多々あり、テストベッドの位置づけは大きい。ここで、一般にテストベッドには2種類のものがある。ひとつは、プロトタイプ・ネットワークテストベッドであり、大学や研究機関がプロトタイプを持ち寄って技術の検証を行うことが目標のテストベッドである。もうひとつは、準商用ネットワークテストベッドであり、上記プロトタイプが商品に発展したが、

一般の通信サービスに適用するには時期早々という段階で通信機器の運用上の問題解決を目指すものである。この二つのテストベッドは、したがって、ばらばらにやっていたのでは意味がない。また、開発に加わるベンダーの立場から言えば、テストベッド自体に、ある規模の市場があることも重要である。プロトタイプから準商用ネットワークテストベッドのパスで調達の可能性があれば、ある程度の市場がメーカーに見え、プロトタイプ開発へのインセンティブが上がる。テストベッド自体が一種のリスクヘッジとしても機能するわけである。

プロトタイプ・ネットワークテストベッドに関しては、論文だけでなく、新規技術の国民への周知徹底を図るため、既存システムとの互換性、運用上の問題も含め、検証結果をテストベッドHP等で公開することを調達仕様に明記することが重要である。ここでの主役はプロトタイプであり、原則、既製品は互換性検証のため少数購入するという立場でないといけない。

準商用ネットワークテストベッドに関しては、一番重要なミッションは、新規の通信機器の運用で既存の通信機器にどのような運用上の影響が生ずるのかを明確にすることである。このため、新規通信機器の運用上の問題、稼働率、障害事由、復旧時間をプロトタイプ以上に詳細にテストベッドHP等で公開することを調達仕様に明記するべきであろう。上記運用パラメータに関しては、既製品も含め、情報公開を徹底し、新規参入メーカーが既成のメーカーと比して不利にならないようにすることも重要な施策といえる。この結果、オペレータの運用部門や企業の情報システム部門が機器調達を行う際、十分な運用情報を入手できる情報源にテストベッド・プロジェクトがなりえる。テストベッドでの通信機器の運用情報を企業の情報システム部門が十分認知し、機器の欠点を理解した上で運用できない限り、安心安全なネットワークサービスにはなりえない。この意味で、プロジェクトへ企業の運用部門から参画させ、新技術への知識とシンパシーを醸成する仕組みも考えるべきである。

テストベッド・プロジェクトは、産学独法連携の良い場としても機能する。研究開発リスクヘッジでもあるテストベッド・プロジェクトに人材を集め、基礎研究の大学、実用化研究の独法、商用開発の企業の3者間で、シーズが大学から、ニーズが企業から流れるようにするのである。人材供給源は、大学、独法、企業（メーカーとオペレータ）である。このような場合、米国の真似をして、転籍等を期待しがちであるが、日本の社会慣習を考えると良い出向者を確保できることを優先すべきである。そのためには、企業利益に合致

したテーマで行うことが必要条件である。また、準商用ネットワークテストベッドでは、プロジェクトへ企業、特にオペレータの運用部門から参画させることが必要となる。大学、独法、企業（大学経由）がこのようなプロジェクトに研究者を送り込めば、問題意識を持った大人と学生との間のコミュニケーションの場になる。プロトタイプ・ネットワークテストベッドのプロジェクトリーダーは大学か独法研究機関、準商用ネットワークテストベッドのプロジェクトリーダーは独法研究機関かオペレータ（企業）であろう。

### 3 分科会 C での検討結果

#### 3.1 論点 1（ネットワーク研究の特殊性）

##### 3.1.1 他分野とのネットワーク分野の研究、市場の違い

我々のグループでは、掲題の検討にあたり、その評価尺度として、

- ①相互接続性
- ②Key Player
- ③強者総取り
- ④成熟度

の 4 点で評価し、更に比較する他の市場として

- ①車；世界的企業が日本にあり、しかも市場は成熟&急成長の二面性を持つ。
- ②ソフトウェア；ネットワークと双対を成す市場
- ③デバイス；世界市場で相変わらず日本企業が強みを発揮している市場
- ④ロボット；今後の成長市場で日本の技術優位性もある。

の 4 市場で比較する。表中の○、X、△は上記各評価尺度に対して、特殊性の観点で

- = “意味を持つ”
- X = “特に意味を持たない”
- △ = “どちらとも言えない”

を各々あらわす。

### NW研究の特殊性（分野とテーマ）

分野	NW	車 ガソリン車 <small>(新エネルギー車を除く)</small>	S/W Comp	Device	Robotics
相互 接続性	○	×	△	×	×
Key Play	△ NTT受注	△ Big3, TOYOTA	△ google IBM, MS, オラクル	○ Intel	×
強者 総取り	○ △	×	△	△ SysL DRAM	×
成熟度	△ ∴NWはFull-Mark=特殊!	○	○ △	○ 永遠にX?	×

ネットワーク研究の特殊性に関するその他の意見として次のようなものがあがった。

- ・ 特殊性があるようには思われない。「標準化」を考えなければならない点は異なる
- ・ 通信技術と情報技術を分けて考えると、通信技術は、「定量的な性能向上を目指す研究開発が主流である」、情報技術は、「定性的な価値向上を目指す研究開発が求められている」
- ・ 最上流（一般的にいうと下流）からシステム全体を考えられるというのが特徴

#### 3.1.2 相互接続性

“相互接続性”とは、いかにもネットワーク領域の言葉であるので、他の領域との整合性を考慮すると、“融通性”、“Flexibility”、“適応性”などの言葉で理解しよう。すなわち、あるサービスを楽しむとする時、そのサービスへのアクセスが定型化ささされていて、特に訓練を要さない場合や、SUICAやPASMOが同じ様に電子改札で利用できる場合などが該当すると考えよう。

表の結果についてのコメントとしては、ネットワークはこの項目が何よりも重要な項目であり、○がついている。ソフトウェアについては、△がついているが、汎用パッケージ商品等については、やはり相互接続性は商品価値を大いに高めることになるが、この市場の基本価値は遥かに広い物があることから△がついている。車をはじめとしてその他市場では、当然“標準化”

と言う観点での汎用性が要求される。車などの量産・世界市場製品は特にそうであるが、利用者から見た場合には、これは見えないので×がついている。

### 3.1.3 Key Player の存在

ある市場の Key Player の存在が意味を成すとすれば、それは一時の IBM や現在で言えばマイクロソフトや Intel の様に圧倒的市場統治力を持つサプライヤの存在である。その意味で、ソフトウェアでの Google、マイクロソフト、オラクル等が上げられ、○がついている。同じくデバイスでは、Intel 等が想起されやはり○がついている。一方ロボットの様に将来市場においてはもちろん、顕著な Key Player の存在はなく、×がついている。車についての評価は分かれるところであり、米国の Big 3 や欧州のダイムラ、VW、フィアット、BMW…等単にマスの勝負ではなく群雄割拠が脈々と続いているので、ここでは△が付いた。

一方、NW 領域における Key Player とは、かつての電々 4 社 (N、F、H、O) 等の存在と言うより、それら特定メーカの存在を含めた市場全体にわたる資金、リソース、規制優遇的地位等を一手に独占してきたキャリアの存在を言うのであろう。特に、日本におけるキャリアの存在は良くも悪くも圧倒的な産業構造に与えた影響は計り知れない。即ち、日本と言う米国に次ぐ大きな市場を閉鎖的に温存して生きていくのか、競争があるものの、よりおきな世界市場の中で生きて行くのかの大きな経営的選択の余地があったことは事実である。高度成長時代において国内市場重視戦略が好循環を生んだことは確かで、その余力をかって、海外への進出もある程度できた。しかし通信が電話から INTERNET と大きく舵を切った時から、市場の OPEN 化、Global 化が急速に進展し、その調達、生産、コスト、販売など全ての分野でのプロセスで高コスト性と世界市場との不適合性が一気に表面化した。そのよい例が移動通信市場の10年間の浮沈の歴史である。

携帯市場はこの10年で何桁もの爆発的膨張を果たした。その中で、日本の市場もメーカも量的にも技術的にも存在感があった。一時のモバイルの国際学会での主役は間違いなく日本のキャリアであり、メーカであった。しかし、中国やその他 ASIA、中南米が本格的に市場化する中、正に強いはずの日本が本格的攻勢に出られると多くの日本人が思った中で、その期待は見事に裏切られた。当時の経営的判断の難しさはさて置き、理由はハッキリしている。キャリアとそれを取り巻くメーカが作り上げてきた閉鎖的国内市場からの国際化のシナリオに他ならない。

通信キャリアはメーカーを抱え込み、垂直統合的な開発体制を取り、多くの技術が国内に閉じた摺り合わせの技術に志向し、メーカーも圧倒的な資金力を持つ日本の通信キャリア相手に、新技術の導入に関してコストをそれほど意識する必要がなかった。その付けは現在どうなったか？

「iモード」は99年のサービス開始以来、正に日本の携帯市場の構造を一変させ、アプリケーションで世界市場を狙える初めてのチャンスとばかり、欧州や北米にと海外市場の開拓を進めて、大きな投資も行われてきた。しかし、成功にはつながっていないだけでなく、年内にiモードのサービスを終了すると発表した海外有力通信キャリア（オーストラリア最大手のテルストラ）さえ現れてきた

携帯の社会では Browser が前面に立っており、必ずしも PC の様な OS が氣勢を制すると言うわけではないものの、国内のメーカー独自の携帯電話用 OS を尻目に、現在では Symbian OS、Linux、Windows Mobile の3種類にほとんど統一されてしまった。日本国内では FeliCa が標準となっている IC カード標準も世界市場では異なるタイプの IC カードの使用が広がっている。

典型的な技術蓄積型産業である通信産業において、特許ビジネスはもちろん先行する企業の大きな収益源になるはずだ。W-CDMA の標準化に対して間違いなく日本メーカーの果たした役割は大きい。しかし、そのおこぼれにすら日本の携帯電話メーカーが得られていないのはなぜか？ ここにも、キャリア主導のライセンスプールの問題がある。

メーカーとキャリアの双方のかつての相補関係が作り上げてきた“経営資源の再配分の通信キャリアへの一極集中こそが圧倒的に技術優位を持っていた日本のメーカーはその優位性を生かせず自らを日本国内市場に閉じ込め、市場縮小の中で弱体化を余儀なくされているのだ。悪いことに、メーカーも一蓮托生を覚悟しているのである。

それは何故か。日本メーカーでは1台の携帯電話に支払われる販売奨励金が4万～5万円あることを前提としながら、製品開発を行っている。日本の携帯電話の実際の販売原価は、すでに消費者の支払い意欲（Willingness to Pay: WTP）を超えているにも関わらず、加入者は販売奨励金のおかげでそれは陽には見えない仕組みに成っている。その付けはどこへ行っているのか？ 世界一高い利用料金がその仕組みを支えているのだ。国内メーカーは正

にゆで蛙の様に、この泡沫の世界に甘んじ、来るべき裁きの時に目を向けようとはしないのであろう。この問題については、総務省の「モバイルビジネス研究会」がようやく動き出した。販売奨励金にまつわる利用者の不公平感の解消の問題に触れたものの、垂直統合の販売モデルの打開に繋がる中心的な検討項目であるはずのSIMロックについての解決策は得られないままである。いつまで続くこのキャリアとメーカーの一蓮托生姿態はいつまで続くのか？その中で、国際的競争力は確実に、しかも急速に落ちて行くのであろう。日本のFTAなどの交渉の時にいつも悪の根源とされてきた米をはじめとする農産物と全く同じ道を間違いなく歩み始めているのである。将来のネットワーク市場を考えると、各々のその時々メーカーの経営判断の難しさを議論するつもりは毛頭無いが、ネットワーク領域に於けるKey Playerの役割を振り返ると、携帯だけではなくかつての交換機市場に同じ構造が見えるし、進行中のNGNに於いてもその様な雰囲気何かしら感ずるのである。

### 3.1.4 強者総取り

電話などのネットワーク型サービスにおいて、加入者数が増えれば増えるほど、1利用者の便益が増加する現象を、経済用語でネットワーク外部性と呼んでいる。利用者が増えることによって、ますます利用者が増えるという、正のフィードバックが発生することから新規加入者にとっての便益は既存加入者の数に依存するために、加入者数の少ない通信業者へ加入するより、加入者数がある閾値を超えている大きな通信事業者へ加入する方が高い便益が享受できることになり、一気に大きな加入者を抱えた通信事業者が勝利を収めると言う現象が発生する。

上記理由により、一般的には先行優位が極めて強く働く市場である。その意味で、ネットワーク市場はどの市場よりもこの項目の傾向が強く、文句無く○が付いた。

しかしながら、実際には、一つのキャリアが独占するという状況は極端には起きにくい。それはいわゆる買い手のスイッチングコストと呼ばれるコストを、売り手が皆く利用して上記外部性に対抗するからである。

それは例えば、売り手が買い手に関する特殊なノウハウを身につけたり、売り手が買い手に対しカスタマイズされた販売後のサービスを提供したりして、買い手に対しその利便性を手放すことのコスト意識を明確にさせる状況を作り出すことであり、顧客の“囲い込み”といわれることもある。

車市場は、一時はマスこそ生き残りの要件と考えられ、多くの国際的なM&Aが起こったが、今にして思えばあまり成功例はなく、国内でもマツダ、

すずき、欧州では多くの高級車ブランドメーカーが立派に生き残っている。その意味で、車市場は×か△が適当とした。一方、ソフトやデバイスでは、例えばマイクロソフトのオフィスやシステム LSI の Intel などが比較的強く、市場統治力もあるとの判断から△としたが、一部では○との意見もある。

### 3.1.5 成熟度

商品が行き渡り、消費が飽和しつつある市場。内閣府の消費動向調査によると、エアコンや携帯電話などは普及率（所有している世帯数の割合）が既に8割を超えており、典型的な成長市場である。ただし、Internet 上のサービスなどの新展開を考えると成熟度100%では無いとの直接関係者の強い意見が有り、△が付いた。ソフトウエアについても、同じ様な理由で△が付いた。デバイスについては、各々のデバイス毎に事情が異なる。例えば、光通信用レーザーダイオード等については、○が付くかもしれないが、デバイスは絶えず最先端の物理解明とリンクしており、新たな価値創造が期待できる領域であることから、永遠に×との意見もある。ロボットについては、2つに分けて考える必要がある。工業用組み立てロボットなどはすでに相当な歴史と実績が有り、その意味では成熟市場との見方もできる。しかしながら人間型ロボットについては、市場はこれからと言うことで×が付いた。

乗用車の世帯当たりの普及率については、公共交通インフラへのアクセスの充実度や駐車場確保のコストなどの点で電話やエアコンと異なり、東京などの都市部と農村部、地方都市部では状況が大きく異なる。従い単純な世帯普及率では論ずることはできない。しかし、昨今の若者の車離れは車市場の成熟性を象徴していると言える。買い替えサイクルも延び、台数ベースでの市場成長性は極めて低い。と言うことで○が付いたが、

これは先進国での話で、国際的に見れば中国、インド、中南米、ロシアなどでは低価格の車市場はこれからとの見方も正しいが、全く別の市場との見方もうなづける。即ち新興国市場向け廉価車市場と言うセグメントでは×が付く可能性があることに注意しておく必要がある。

成熟市場の特長はマス・マーケティングが通用せず「高質化」と「多様化」にどう対応するかである。前者は「質」の追求であり、量的には飽和な生活のあらゆる面で「高質」が求められている、が、それへのアプローチは難しい。そもそも「質」を決定する要素は何か、その「質」を評価するのは誰か、商品カテゴリーやサービス内容によって、その基準を明らかにし、顧客に期待される高質を実現する努力が不可欠である。

次に、多様化であるが、マス・マーケティングで勝利を勝ちとることが難しい環境で市場をどうセグメント（S）するか、そしてどの市場をターゲッ

ト (T) とするか、更にその市場の中で、どんなポジションをとるか (P) を研究することである。が、現場 (市場) 密着型で顧客の願望や要望を把握する仕組み (技術) と仮説となるセグメント軸の設定が重要になり、ネットワーク市場では、安心安全は然ることながら、アプリケーションの円滑な提供が大きな機能要素である。

### 3.1.6 まとめ

以上のように、ネットワーク領域に何か他の領域 (市場) と比べ特殊性があるかについて、ある程度網羅的に検討したが、4つの評価尺度について、唯一フルマークが付いたのは、ネットワーク領域だけであることから、それなりの特殊性を踏まえた対応が必要との結論を得た。

## 3.2 論点2 (推進すべき研究課題)

### 3.2.1 New NGN に見る将来ネットワークのキーワード

ネットワーク研究の取り組むべき方向性については、先にそれ自身の発展方向を際立たせるためにいささか色めがね的表現で示してきた。そこで、ここでは冷静かつ網羅的にこれを俯瞰するために、直近の総務省の招来ネットワークに関する調査委員会資料等から、New NGN に求められる技術的キーワードを抽出してみることにした。

- 仮想化
- Overlay Network  
(Routing, Session, Dependable, Sustainable, Secure, Ubiquitous)
- P2P
- Intelligent Routing ; 高次レイア Routing、意味ルーチング
- Sensor NW
- Dependable NW ; 永続性、安全性、予測製、Security、修復製、追従性
- Programmable、Self-\* (自己\*\*)、
- Downloadable
- NW 階層化とその高度橋渡し機能
- 更なる BB 化 ; 光、無線
- ロボット

これらを見るに、多くの専門家、あるいは関係者は、将来のネットワークについて

- 通信インフラから社会インフラへ
- サービスの統合化
- オープン性
- 利用者志向
- 更なるユビキタス志向

等が見え、総合的に考えても我々の提示した将来モデルに近い物が感じ取れることがわかった。ただし、これ等についてはすでに先行する多くの諮問がされており、軸足の置き方に関心がないとすれば、同じような提言におちいると言う危惧を感ずる。そこで、我々は、視点を更に高みに上げ、この領域に潜んだ大きな問題を見つけることとした。

### 3.2.2 別の視点での将来ネットワークのキーワード

さて、省エネが叫ばれてから久しい。京都議定書が米国、中国など多くの国でたなさらしに成っている。しかし、省エネは“お化けの様な地球温暖化”の話を離れても、重要な問題である。基本的にはコンピュータの発熱は処理量に比例して増加し、デバイスやボード、シェルフの廃熱、冷却の余力はもはや無い。その意味でも、早急な省エネ化が必要なのである。又、今後多に期待される電子タグやセンサ網など電池駆動のシステムの駆動時間の長期化には不可欠な技術である。さらに言えば、省エネこそ、日本に残された競争優位領域なのである。そしてそれを持続的な物とする為には、これが世界的に見て「希少」で「移転不能」な経営資源やケーパビリティにまで押し上げる必要がある。

### 省エネ、Sustainable NWの抜本的研究課題

省エネ・サステナブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Power-Aware Network Architecture Load-Aware Power Controlled Network (LAPCoNet) ; 負荷順応-NW</li> <li>●微弱電力駆動・目覚まし信号 (Signaling) chip</li> </ul> <p style="text-align: center;">制御・プロトコルに余地 異業種間連携 (Device/System/Appli)</p>
------------	---

そこで、今回提案したのはネットワーク機器を、その動作状況に合わせて、必要な部分だけを残して、その他は電源 OFF にする機能のプラットフォーム化である。本技術は、もちろん携帯端末を中心に個々には導入済みの技術ではあるが、これをミドルウェア化、あるいは OS 化して広くあらゆるネットワーク装置に導入可能なプラットフォームへまで汎用化する技術を提案するものである。

#### (提案 1) Load-Aware Power Controlled Network (LAPCoNet)

上記プラットフォームと対を成す重要な機能として、待機電力を極力抑えて、動作開始要求があった時には、その要請を的確にシステムに伝え、その機能を立ち上げさせる為の目覚ましチップを開発することを提案する。

#### (提案 2) 微弱電力駆動・目覚まし信号 (Signaling) chip

日本産業のグローバル化の先駆けになってきたのは紛れも無い製造業だった。世界中に拠点を築き上げ、市場ごとにその市場に最適となる商品を生み出すのもメーカーのお家芸だった。それは日本のメーカーが国内市場にとらわれず、大規模かつ緻密なマーケティング戦略をもっていたからこそできたものだ。

日本の通信産業を激変のグローバル市場の中で生き返らせるためには、ローカル企業の典型たるキャリアではなく、かつて羽ばたいたグローバル化の DNA が潜んでいるメーカーであるべきで、その為の仕掛けをスタートさせる必要がある。

### 3.3 論点 3 (大学の研究力を活かす研究推進体制、人材育成)

#### 3.3.1 はじめに

省エネこそ、日本に残された競争優位領域なのである。そしてそれを持続的な物とする為には、これが世界的に見て「希少」で「移転不能」な経営資源やケーパビリティにまで押し上げる必要があると記してきた。更に、日本の通信産業を激変のグローバル市場の中で生き返らせる為には、ローカル企業の典型たるキャリアではなく、かつて羽ばたいたグローバル化の DNA が潜んでいるメーカーであるべきで、そのためのしかけをスタートさせる必要があるとも記した。「希少」で「移転不能」なケーパビリティこそ大学の研究能力、人材育成能力強化と、産学連携の抜本的強化策に他ならない。以下、そのために大学がどう変わらなくてはいけないかについての議論を次の表にまとめた。

### 3.3.2 大学のおかれている現状

#### (1) なぜ大学での情報系は不人気なのか

- 夢が無い
  - \*元氣な会社が無い；会社は長い不況で研究領域を縮小待遇が悪い。
  - Dr.が評価されない ⇔ 会社 役に立たない。
  - \*小、中、高校の理科教育に問題
  - \*大研究室が競争的資金獲得などで有利。
  - しかし、学生の育成環境を考えると良いのか？
  - \*教授陣の余裕が無い；資金獲得ノルマ
  - \*複雑系などのパラダイムシフト的研究環境？
- COE、GCOE などの拠点大学育成で、どの様な成果が出たのか？
- Dr.や M の学生への学費支援；支援された学生のフォロー？
- 特徴のある単科大学等の地盤沈下への配慮は？
- 小中高校の理科教育の疲弊をどうする？

#### (2) 企業需要の高さにもかかわらず、なぜ情報系は学生に不人気

- 夢がなくなってきた（機械系はロボットがある）
- 元氣の良い会社がない（機械系はトヨタがある）。また、国内でのベンダー間競争に疲弊している様子が学生にも伝わっている。
- 高校の「情報」がリテラシー教育になっていて、「情報」分野の本来の面白さを伝えられていない。
- 情報系企業の技術者は儲からないと思われているから
- 格好よくないと思われているから

#### (3) 企業での研究の衰退はなぜ

- 長引く不況で多くの製品開発をやめてしまったこと
- それにとまなう研究分野の限定と短期的な研究にシフトしたため
- ネットワーク分野ではインターネットの基礎研究を継続的に扱ってこなかった。
- テレコムの研究のやり方を適用してしまった

### 3.3.3 「ディペンダブルネットワーク」に関して重要で大学で推進が望まれるものは何か

- サービス指向ネットワーク
- コンテキスト流通プラットフォーム
- グリーンネットワーク；電力消費を考慮、超低消費電力の無線通信方式な

ど

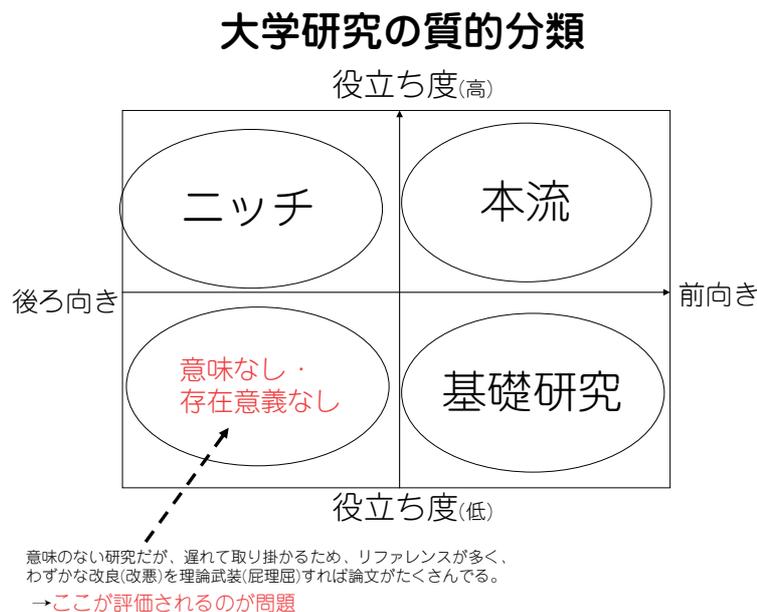
●学際的連携の実現 ; 特に下記の領域

\*複雑系的システム観の涵養

\*理論（理学）と実践（実学）が共存できる場の実現

### 3.3.4 大学での研究、研究評価の現状

企業の研究意欲の減退を受けて、先端研究に関しては今後益々大学への期待が高まるが、果して大学はその期待に応えられるのか？との問題意識が上がっている。中国、インド、米国に比べて、博士などの先鋭研究者の量的劣勢はいかんともし難い。対抗手段としては、研究の質をいかに上げるのかが大きな課題に成る。裏返せば、研究者の評価を日ごろの様に行っているかを検証する必要性が在りそうだ。そのような視点で、大学に於ける研究の分類を行ったのが、次の図である。図では大学の研究テーマをどの様に誰が評価するかはさて置き、取りあえず“役立ち度”と縦軸にとり、“前向き度”を横軸に取って4つの象限を作ってみた。



それらを整理すると

①第一象限（役立ち度大&前向き度大）を“本命研究”

②第二象限（役立ち度大&前向き度小）は“ニッチ研究”

③第四象限（役立ち度小&前向き度大）は“基礎研究”

とそれぞれ、何らかの意味を持つ研究に位置付けられる。ところが

④第三象限（役立ち度小&前向き度小）の位置にも確かに研究テーマが存在する。

もちろんそれらが、割合的に小さな物なら、その様な存在も確率的解釈が

ら許されよう。しかし、かなりの数の大学関係者から、この領域の研究テーマが意図的に提案、遂行されているとの報告を頂いている。この領域の研究テーマの一つの特徴は“意味のない研究だが、遅れて取り掛かるため、リファレンスが多く、わずかな改良（改悪）を理論武装（屁理屈）すれば論文がたくさんでる“という特徴を持っている点に注目する必要がある。一方、大学における人事評価、Pj 評価など多くの評価場面で、学术论文の提出数が尺度に成っている点は、共通的认识の様だ。すると、本来大学の研究としては、①～③を狙うべきとの認識はもちながら、評価に直結する論文数を稼ぐために、やってはいけない④の領域の研究テーマを敢えて設定するというのである。すなわち、大学における評価尺度の貧困さが研究の質を落とし、その方向が評価され益々悪い方向へ向かわせると言う悪の循環があるというのである。ならば、大学研究を本来あるべき①の領域へ向かわせる為には、何が必要なのか？という議論を行い、多少ストレートフォワード的結論で気が引ける所であるが、次の表の様に、

- \* 失敗を許す Pj；失敗の中にも意味を見出す Pj の積極的に導入し評価する。
  - \* 精緻な提案書を要求するプレミアム Pj 制度を導入し、その精緻さを評価尺度に合否を判断する（Pass で評価）；これにより、成功に結びつく Pj 提案の訓練ができると期待したい。
  - \* 特に個人評価としては、論文一辺倒の評価から脱却し、学会などの関与により、論文に成り難い分野、テーマについては重さ評価をするとか、別の尺度で評価する仕組みを入れていく。
- などが、主な意見として上がった。

### 大学における評価手法（右上領域を目指して）

テーマ・ポ	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 失敗を許す Pj；失敗の中にも意味を見出す。 意味のある多岐の評価軸の明示。 失敗事例を必ず申告（免責）！</li> <li>* プレミアム Pj；精緻な提案書を要求。（Pass で評価）</li> <li>* （学内）プロマネの位置づけ明確化。</li> <li>* 評価の透明化！公表フィードバック。</li> <li>* 提案者の見識に足切り基準も。 プロセスに着目；NSF のプロセスも見直し！</li> </ul>
個人	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 論文一辺倒の評価からの脱却（現状；質より数） （分野ごとに適切な評価項目を設定；学会が関与）</li> <li>* 外部資金調達額は個人業績の一部？</li> <li>* 反論；東大先端研はしっかりやっている！！！！ 大学の独自性、出版（社会還元）</li> </ul>

## 付録2 ワークショッププログラム

日時：2007年10月26日（金）、27日（土）

場所：独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

10月26日（金）

09:00-09:15	主催者キーノート	生駒俊明（CRDS）
09:15-09:30	開催趣旨	三木哲也（電気通信大学）
09:30-09:40	主催者連絡事項説明	丹羽邦彦（CRDS）
09:40-10:10	分科会 A 事前検討報告および討論	山名早人（早稲田大学）
10:10-10:40	分科会 B 事前検討報告および討論	浅見 徹（東京大学）
10:40-10:55	休憩	
10:55-11:25	分科会 C 事前検討報告および討論	並木淳治（東海大学）
11:25-12:00	全体討議	
12:00-13:00	昼食	
13:00-17:00	全体討議	
17:00-18:00	各分科会での討議	
18:00-18:45	夕食	
18:45-21:00	各分科会での討議	

10月27日（土）

09:00-09:30	分科会 A 報告	山名早人（早稲田大学）
09:30-10:00	分科会 B 報告	浅見 徹（東京大学）
10:00-10:30	分科会 C 報告	並木淳治（東海大学）
10:30-11:20	全体討議	
11:20-11:50	総括	三木哲也（電気通信大学）
11:50-12:00	閉会	

## 付録3 参加者一覧

三木 哲也	電気通信大学	教授	CRDS 特任フェロー (コーディネータ)
山名 早人	早稲田大学	教授	(分科会 A リーダ)
浅見 徹	東京大学	教授	(分科会 B リーダ)
並木 淳治	東海大学	教授	(分科会 C リーダ)
浅羽登志也	株式会社インターネットイニシアティブ	取締役副社長	
新 善文	アラクスラネットワークス株式会社	マーケティング本部	
市川 晴久	電気通信大学	教授	
河野 浩之	南山大学数理情報学部	教授	
阪田 史郎	千葉大学	教授	
佐藤 進也	NTT 未来ネット研究所	主任研究員	
鹿田 實	日本電気株式会社	エグゼクティブエキスパート	
首藤 一幸	ウタゴエ株式会社	取締役最高技術責任者	
白山 晋	東京大学	准教授	
関口 智嗣	産業技術総合研究所	グリッド研究センター	センター長
中嶋 信生	電気通信大学	教授	
中田 秀基	産業技術総合研究所	グリッド研究センター	基盤ソフトチーム
原井 洋明	情報通信研究機構	新世代ネットワーク研究センター	プロジェクトリーダー
間瀬 憲一	新潟大学	教授	
峰野 博史	静岡大学情報学部	助教	
森川 博之	東京大学	教授	
吉岡 信和	国立情報学研究所	特任准教授	
今井 秀樹	中央大学大学院理工学系研究科	教授	産業技術総合研究所情報セキュリティ研究センター長・CRDS 特任フェロー
大竹 暁	文部科学省	研究振興局	基礎基盤研究課 課長
木村 裕明	文部科学省	研究振興局	情報課 計算科学技術推進官
野々村幸一	文部科学省	研究振興局	情報課 係長
松尾 浩司	文部科学省	研究振興局	情報課 行政調査員
生駒 俊明	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	センター長
丹羽 邦彦	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	シニアフェロー
南谷 崇	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	シニアフェロー

1 ワークショップの位置づけ

2 ワークショップ開催までの検討と論点開催

3 ワークショップでの検討結果

4 まとめ

付録

波多腰玄一	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	シニアフェロー
勝山光太郎	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	シニアフェロー
石原 聰	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	シニアフェロー
伊東 義曜	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	主任調査員
石正 茂	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	フェロー
楠本 博之	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	フェロー
嶋田 一義	科学技術振興機構	研究開発戦略センター	アソシエイトフェ ロー

# 科学技術未来戦略ワークショップ報告書

ディペンダブルネットワーク

CRDS-FY2007-WR-14

独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

平成20年3月

生駒グループ

---

〒102-0084 東京都千代田区二番町3番地

電話 03-5214-7484

ファクス 03-5214-7385

<http://crds.jst.go.jp/>

平成20年3月

©2008 JST/CRDS

許可なく複写・複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

---