

次期テストベッドネットワーク検討状況 (案)

次世代高度ネットワーク推進会議幹事会/代表幹事
今後の研究開発テストベッドネットワークに関する検討会/座長
青山 友紀

「今後の研究開発テストベッドネットワークに関する検討会」 の開催について

目的

昨今のネットワーク研究、ICT分野の研究開発動向、将来展望等を踏まえた上で、テストベッドネットワークに求められる要件等について改めて意見交換を行い、今後の研究開発テストベッドネットワークの構築方策について検討を行うことを目的とする。

主な検討項目

- (1) JGN2及び国内外のテストベッドネットワークの現状
- (2) 今後のネットワーク関連、ICT関連の研究開発の動向
- (3) 研究開発テストベッドネットワークに求められる要件
- (4) 研究開発テストベッドネットワークを活用した研究開発の活動
- (5) 研究開発テストベッドネットワークの構築方策 etc.

会合スケジュール

第1回会合 平成18年11月30日(木) 10:00 - 12:00	第2回会合 平成19年2月9日(金) 10:00 - 12:00	第3回会合 平成19年3月19日(月)10:00 - 12:00
---------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

「今後の研究開発テストベッドネットワークに関する検討会」 構成員名簿

(50音順・敬称略)

相原 玲二	広島大学 情報メディア教育研究センター 教授
青山 友紀	慶應義塾大学 デジタルメディア・コンテンツ統合研究機構 教授 (座長)
秋葉 重幸	株式会社KDDI研究所 代表取締役所長
安達 文幸	東北大学大学院 工学研究科電気・通信工学 教授
今井 和雄	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 総合研究所 所長/常務理事
岩浪 剛太	株式会社インフォシティ 代表取締役
江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
尾家 祐二	九州工業大学 情報工学部 電子情報工学科 教授
岡本 芳郎	株式会社トヨタIT開発センター株式会社 取締役/研究開発部長
加藤 正文	株式会社富士通研究所 ネットワークシステム研究所 主管研究員
上瀬 千春	株式会社フジテレビジョン デジタル技術推進室 役員待遇/室長
川端 文雄	株式会社アクセス 開発グループ技術戦略企画本部研究開発部 シニアスペシャリスト
喜連川 優	東京大学 生産技術研究所 教授
桐葉 佳明	日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所 研究部長
児玉 俊介	総務省 情報通信政策局技術政策課長
児玉 寛幸	シスコシステムズ株式会社 東日本システムエンジニアリング本部第一システムエンジニアリング部 部長
清水 周次	九州大学 光学医療診療部 助教授
下條 真司	大阪大学 サイバーメディアセンター 教授
高瀬 晶彦	株式会社日立製作所 ネットワークソリューション事業部 主管
近 義起	株式会社ウィルコム 執行役員副社長
萩本 和男	日本電信電話株式会社 未来ねっと研究所 所長
藤田 欣裕	NHK放送技術研究所 (システム) 部長
松原 敦	株式会社日経BP 日経コミュニケーション 副編集長
三村 到	アラクサラネットワークス株式会社 技術開発部 統括部長
宮本 和彦	松下電器産業株式会社 パナソニックシステムソリューションズ社 先行技術センター グループマネージャー

**「今後の研究開発テストベッドネットワークに関する検討会」
報告書概要**

わが国のネットワークの普及状況とICTの進展

トラフィックの急増

- 2006年11月のトラフィック総量は636.6Gbpsと推計され、2年前の約2倍に。

ブロードバンド化の進展

- インターネットの利用者数は年々拡大し、2005年度末のブロードバンド回線の契約数は、約2,330万件(対前年度比19.1%増)となっている。

ワイヤレス化の進展

- 携帯電話によるインターネット利用の増加や、公衆無線LANサービスの浸透など、利用形態が多様化。



新たなアプリケーション・サービスの創出と、それを支える新たな基盤・新たな技術の開発

ユビキタスネットワークの進展

情報通信技術の利用が企業等だけでなく、一般利用者の生活領域に浸透

ネットワークを介在する 新たな脅威の出現

情報通信ネットワークが生活インフラとして浸透することによる、新たな脅威が出現

アプリケーションとコンテンツ のリッチ化

情報端末の多様化・高機能化、情報流通インフラの進展等により提供サービスが多様化

社会におけるICTの発展

ネットワークの大容量化 ・高機能化

ICTの発展とブロードバンド化の進展等により、大容量化・高機能化が加速

通信・放送融合の流れ

トリプルプレイサービスの浸透や知財等の各種ルール策定が進むなど、流れが加速

ワイヤレスネットワークの進展

ワイヤレスネットワークを牽引する携帯電話のサービス多様化・機能進化により進展

欧米の新世代ネットワークに関する取り組み(1) GENI(米国)

GENI (Global Environment for Network Innovation) とは？



米国科学財団(NSF)のファンドによる研究開発用テストベッドネットワークプロジェクト

- 今の「Internet」の問題点
- TCP/IPプロトコルの問題
 - セキュリティ・QoS・安定性の欠如
 - 新たな技術を検証・導入できない

Internetの再発明が必要

- ネットワークアーキテクチャ・サービス・アプリケーションの研究を促進するための共有・グローバルファシリティ
- 複数のネットワーク実験を同時/独立に遂行可能

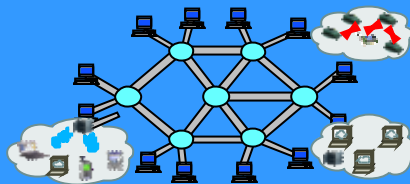
ファンディングモデル

FIND (Future Internet Network Design)

研究開発
ファンド

- Phase 1:
アーキテクチャ技術要素の研究開発
- Phase 2:
フルスケールアーキテクチャに収斂
- Phase 3:
インフラ上での大規模実証実験

ファシリティ
ファンド



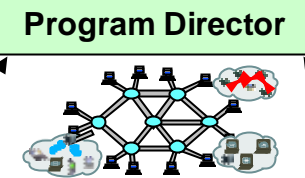
GENI Infrastructure

GENIプロジェクト運営体制



NSF

- Funding組織 (GENI, FIND等へのfunding)



Chair

Project Director

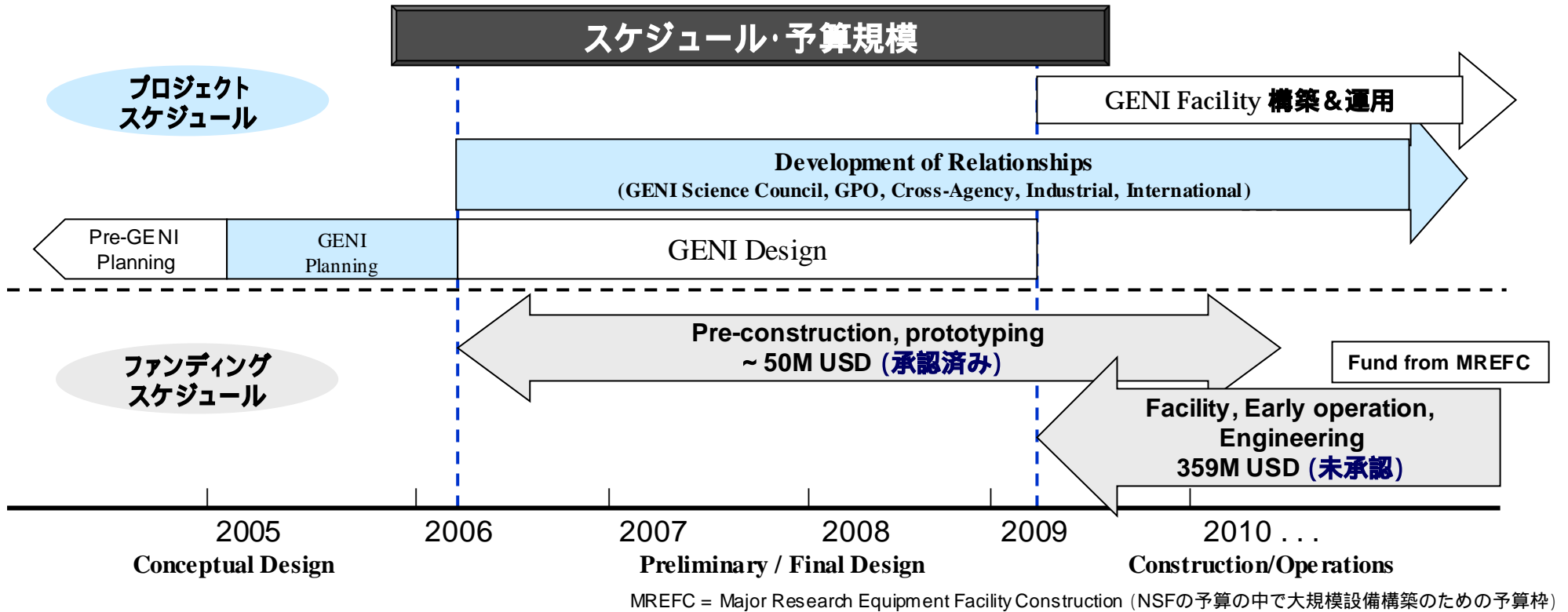
GENI Science Council (GSC)

GENI Project Office (GPO)

- GENIに対する研究教育
- コミュニティの声を代表
- 研究プランの策定等

- GENIプロジェクトの運営事務局

欧米の新世代ネットワークに関する取り組み(2) GENI(米国)



GENI ファシリティ

- ・NW資源を仮想化し、個々のユーザに独立したNW環境を提供。
- ・共通インフラ上にユーザ毎の独立したNW環境を構築(オーバーレイ)。

オープンインターフェースを通して、ユーザ独自のコードをNWノードにダウンロードし、実行可能。

ICTの発展と今後のネットワーク技術の方向性

我が国におけるICTの発展



欧米における次世代ネットワークに関する研究プロジェクト

GENI  (米国)

米国における将来のインターネット再構築 / 新たなネットワークアーキテクチャの構築を担う基礎研究推進プロジェクト。テストベッド+ファンディング。

FP7  (EU)

EUにおける研究開発ファンドプログラム。将来インターネットのための技術・システムアーキテクチャの研究を実施。

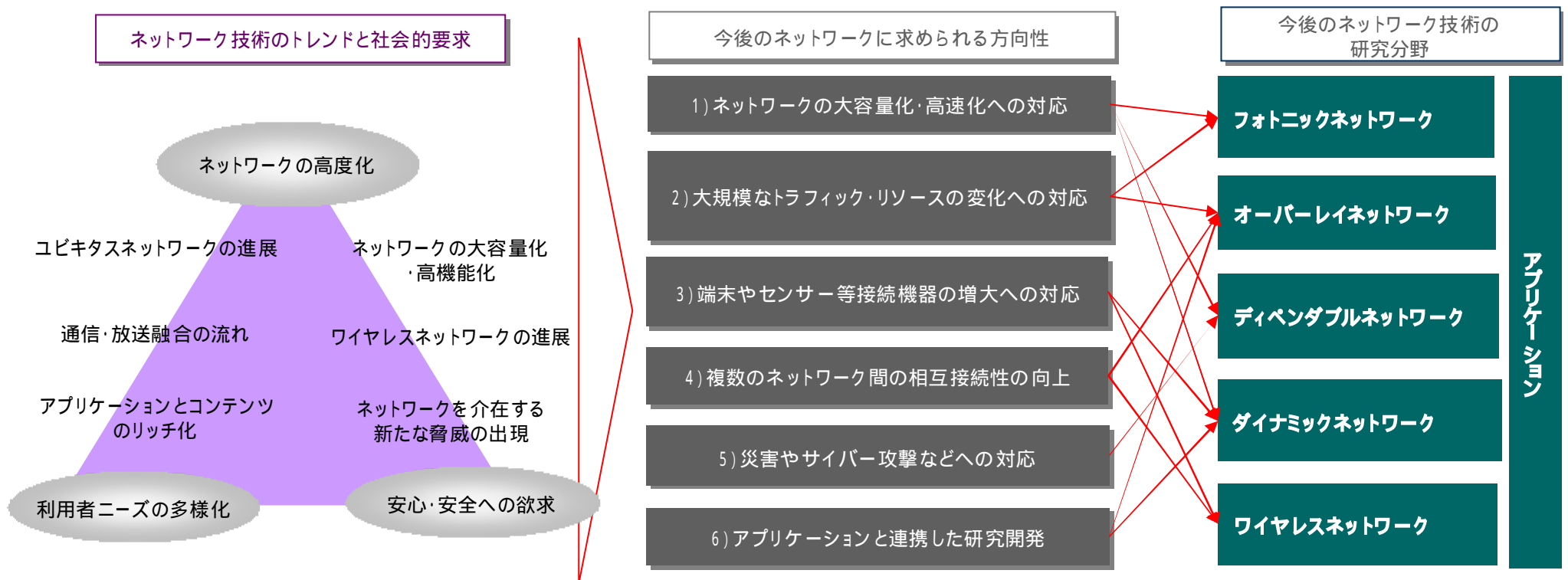
ネットワークを根本的に見直すような研究ニーズが増大

今後のネットワーク技術の方向性

1. ネットワークの大容量化・高速化への対応
 - 急増するトラフィックに対応し、大容量・高速処理を実現する技術
2. 大規模なトラフィック・リソースの変化への対応
 - ネットワーク全体の性能を維持しつつトラフィックの増減等に柔軟な対応を可能にする技術
3. 端末やセンサー等接続機器の増大への対応
 - ネットワークへの接続機器の多様化と接続数の増大への対応を可能とする技術
4. 複数のネットワーク間の相互接続性の向上
 - 柔軟かつ最大限効率的なネットワーク同士の接続をし、高度研究基盤を実現する技術
5. 災害やサイバー攻撃などへの対応
 - ネットワークの障害発生時に被害を最小限化する、または被害を発生させない技術
6. アプリケーションと連携した研究開発
 - アプリケーションからの要求によるネットワーク構成や設定の変更に、安全に対応を可能とする技術

今後のネットワーク技術の研究分野

今後のテストベッドネットワークを考える上では、社会動向、ネットワークの潮流、ICTに係わる政策動向を見据えた上で、今後のネットワーク技術の方向性を分析することが重要である。ここでは、ネットワーク技術の方向性を整理した上で、その方向性を実現するため、今後のネットワーク技術の研究分野を分類し、研究テーマを整理する。



今後のネットワーク技術の方向性に基づき、今後のネットワーク技術の研究分野をフォトニックネットワーク、オーバーレイネットワーク、ディペンダブルネットワーク、ダイナミックネットワーク、モバイルネットワーク、アプリケーションの6分野に分類して研究テーマを整理する。

各分野の研究動向と研究テーマ(1)

(1) フォトニックネットワーク

大容量データ配信やグリッド等大規模なトラフィックに柔軟に対応可能なALL光ネットワーク基盤を確立するための研究開発を実施するとともに、光の属性を活かし、様式、特性、サービスの異なる多様な利用形態を総合的に扱うことのできるネットワークを実現するための研究開発を実施。

[今後の研究テーマ(例)]

超大容量光インタフェース技術、波長多重技術等の要素技術の研究開発・実証実験

光ルーター、光RAM等の光ノード技術の研究開発・実証実験

GMPLS等の光制御技術の研究開発・実証実験

(2) オーバーレイネットワーク

共通のネットワーク基盤の上に、多種多様なアプリケーションやサービスにおけるセキュリティ、通信品質等の要求に応じて仮想的ネットワークを構築するオーバーレイネットワーク技術に関する研究開発の実施。

[今後の研究テーマ(例)]

オーバーレイネットワークを含むネットワーク全体のアーキテクチャの検討

異なるオーバーレイネットワーク間での連携の実現

高位レイヤーにおけるルーティング制御、セッション管理、QOS制御等の研究開発

(3) ディペンダブルネットワーク

サイバー攻撃や災害による非意図的事故等を想定して、被害の未然防止を大きな目的として、被害影響の最小化と自動復旧を目指して、ネットワーク全体を構築するとともに、ネットワークの再構成や資源の再割り当てを可能とする技術を確立。

[今後の研究テーマ]

障害情報の検知・分析と自動回復技術

障害発生時の被害最小化技術

高信頼耐障害性ネットワークアーキテクチャ技術

各分野の研究動向と研究テーマ(2)

(4) ダイナミックネットワーク

オーバーレイネットワーク、ディペンダブルネットワークの各技術と連携しながら、トラフィックの発生や障害、リソースの削除・追加・変更、他のネットワークとの接続、ポリシーの変化等に伴い、ネットワークをフレキシブルに動的に構成可能とする技術を確立。

【今後の研究テーマ】

障害情報や変更情報の収集・検知・分析技術と動的なネットワークの構成技術
フレキシブルに構成可能なネットワークの構成技術および運用技術

(5) ワイヤレスネットワーク

モバイルネットワーク、衛星ネットワーク及び固定ネットワークがシームレスに接続した環境において、ユーザが自分の置かれている状況を意識せずに、一つの高機能端末(高機能アプライアンス)で手軽に安心して、ITSを含む多様なアプリケーションにおいて必要なコンテンツを最適な状態で享受し続けることができるようなユビキタスマビリティ環境実現のための研究開発。

【今後の研究テーマ】

シームレスな QoS、周波数の超高効率有効利用技術などの技術への先導的取組 無線と有線の融合技術

(6) アプリケーション (リッチコンテンツ)

コンテンツが流通し、柔軟にコミュニティが形成され、利用者のニーズに合わせて役立つコミュニティや知識を選択することなどにより、各種コンテンツを創造・流通・利活用できる環境を実現。

あたかもその場にいるような臨場感を実現する超高臨場感映像・音響システムや、任意視点空間像再生型立体映像システムを、教育や医療分野に活用し、小・中・高・大における遠隔学習や高精細度学習コンテンツの流通を中心とした高度な学習の支援、高精細度コンテンツや高臨場感会議システムによる高度医療の実現を確立。

【研究テーマ】

エンド・ツー・エンドにおける帯域確保技術 利用者の嗜好に合致したコンテンツ発見技術
高精細映像伝送技術、超臨場感コミュニケーション技術

各分野の研究動向と研究テーマ(3)

(7) アプリケーション (e-Science)

高エネルギー科学、天文学等の科学技術研究分野において、ネットワークで相互に接続されたリソースを高度に活用することによって新たな発見を可能とする研究のための分散資源共有環境を実現。

狭域・都市域センサーシステムからグローバルな地上系・衛星系統合観測ネットワークまでを統合することで実環境を認識するネットワークを実現し、災害察知、災害復旧支援などにより災害から国民の生命・財産を保護。

【研究テーマ】

スケーラブルネットワーク技術、モバイルネットワーク技術と連携した大規模かつ複雑なセンサーネットワークを含むネットワークによる情報収集技術、ネットワーク制御管理技術

高エネルギー物理学、天文学、地学、地震対策等防災分野など、分野毎に必要な分散資源共有技術の研究開発

次期テストベッドネットワークの目指すべき姿

次期テストベッドネットワークでは、従来のJGNやJGN2と同様に将来のICT社会の姿を展望し、目指すべきICT社会の将来像の実現を加速するという役割を踏襲しつつ、ネットワーク分野、ICT分野の先端的な研究開発のための実証実験の環境を提供し、我が国の当該分野の発展に大きく貢献することを目的とする。こうした先端的な研究開発の推進を通じて、我が国のICT分野の国際競争力の向上、ICT産業の振興、ICT人材の育成を図るとともに、地域の情報化が促進されることを目指す。

2. 国際競争力の向上

海外の研究開発テストベッドとの相互接続等により、国際的なネットワーク環境を構築し、国際共同研究等を推進。

4. ICT人材の育成

ネットワーク分野の研究開発、ネットワークの運用等を通じて、次世代を担うICT人材の育成に貢献する。

1. 先端的な研究開発の促進

先端的な研究開発を促進するテストベッドネットワーク環境を提供し、ネットワーク等の研究、アプリケーションやサービスの開発のための実証実験、相互接続検証等を行う環境を提供。

3. ICT産業の振興

我が国のICT産業界のイノベーションの進展につながる研究開発、商品化につながるような実証実験を支えるプラットフォームとしての役割を果たす。

5. 地域の情報化

自治体の情報ハイウェイ等との連携、地域における各種プロジェクトを通じて、地域の情報化、地域の活性化に貢献する。

1. 先端的な研究開発の促進

昨今世界的にも、ネットワーク・アーキテクチャの研究などネットワークを根本的に見直す動きも出てきており、テストベッドネットワークは先端的なネットワーク研究を支えるツールとしての重要性が増大している。次期テストベッドネットワークでは、光ネットワーク機器技術、量子暗号通信技術等をはじめとする10年～15年後のALL光ネットワークを見据えた中長期的な視点に立った基礎的・先端的な研究開発、イノベーションの進展につながるような研究開発を行う環境を提供するとともに、先端的なネットワーク研究の実環境における運用を目指したネットワーク運用技術に関する研究・実証実験を行う環境を提供する。また、市場導入を目指した機器等の開発につながる実証実験、あるいはサービス、システム等、各種アプリケーションに関する実証実験等を行うための環境の提供を行い、包括的に我が国のネットワーク分野の技術開発の発展に貢献することを目指す。

【先端的な研究開発プロジェクト例】

ここでは、第四章で整理した今後のネットワーク分野の研究開発課題に基づき、今後、特に、次期テストベッドネットワークにおいて実施していくことが想定される研究プロジェクト事例を抽出する。

1. フォトニックネットワーク
 - 高機能フォトニックネットワーク技術
(超大容量光インタフェース技術、波長多重技術、光スイッチング技術等)
 - 光NW制御技術(GMPLSの高度化・相互接続等)
2. オーバーレイネットワーク
 - 世界規模広域分散実証実験基盤技術

次期テストベッドネットワーク構築に向けた課題(2)

3. ディペンダブルネットワーク
 - 安心安全ネットワーク構成技術
(障害情報の検知分析自動回復技術、障害発生時の被害最小化技術等)
 - 大規模ネットワークシミュレーション技術
 - セキュリティインシデント分析検出技術

4. ダイナミックネットワーク
 - ダイナミックネットワーク構成技術
(動的ネットワーク構成技術、アプリケーション / ユーザによるネットワーク制御技術等)
 - センサーネットワーク技術

5. ワイヤレスネットワーク
 - モビリティネットワーク構成技術(無線 / 光融合技術等)
 - モバイルサービス開発技術
 - 超高速衛星ネットワーク構成技術 等

6. アプリケーション
 - 超高精細映像音声伝送技術・超臨場感コミュニケーション技術
 - 環境情報 / 宇宙 / 災害情報の計測等
 - 遠隔医療、遠隔教育等

次期テストベッドネットワーク構築に向けた課題(3)

【ネットワーク運用に関する研究開発・実証実験】

次期テストベッドネットワークでは、先端的なアーキテクチャ等を実環境において運用することを目指した、ネットワーク運用に関する研究開発・実証実験を実施する環境を提供する。

【研究開発支援】

次期テストベッドネットワークの構築と合わせて、ネットワーク分野の研究開発・実証実験プロジェクトに対する支援等についても検討を行うこととする。具体的には、“テストベッド”+“研究開発プロジェクト支援”という形で研究開発を支援することを想定し、特に研究開発プロジェクト支援の検討にあたっては、競争的環境におけるプロジェクトの選定、新しい人材の発掘等を十分考慮することとする。

【次期テストベッドの推進体制】

次期テストベッドネットワークの効果的な運用・管理及び本ネットワークを活用した研究開発の推進等を図るために、JGN、JGN2と同様、ネットワーク分野、ICT分野等の各分野における有識者等の産・学・官による有識者会合を設置し、その推進に当たる。

【研究コミュニティとの連携】

次期テストベッドネットワークは、大学、民間企業、研究機関等、幅広く研究者に対して、その環境を提供するものであり、その活動の推進にあたっては、学会、各種フォーラム等の研究コミュニティと連携を図りつつ、進めていくものとする。

2. 国際競争力の向上

次期テストベッドネットワークでは、各国のテストベッドと相互接続することにより、北米・欧州・アジアとの国際共同研究を積極的に推進するとともに、地球規模の大規模なネットワーク環境を提供する。また、諸外国のネットワークに関するプロジェクトと連携することにより、次期テストベッドネットワークの国際的なプレゼンスの向上が図られるとともに、ネットワーク関係者の国際的なコミュニティ醸成にも多いに役立ち、我が国のネットワーク研究の戦略強化につながる人が多いに期待できる。こうした活動を通じて、我が国が強い分野の海外展開、あるいはオープンソースの国際展開等が促進され、さらには、ITU、IETF、IEEE等の国際標準化組織における積極的な活動も可能となる等、我が国のネットワーク関連技術の国際競争力の向上にもつながる。

- 我が国が強い分野の海外展開
 - フォトリック関係の機器開発等
 - IPv6、VoIP等の普及・国際標準化等
- 海外の新世代ネットワークアーキテクチャの研究プロジェクトとの連携
 - 【欧米の研究プロジェクト例】
 - 米国NSFのプロジェクト(GENI(テストベッド)、FIND(研究開発プロジェクト))
 - 欧州EUのプロジェクト(FP7(研究開発プロジェクト))

次期テストベッドネットワーク構築に向けた課題(5)

3. ICT産業の振興

次期テストベッドネットワークでは、大学、公的研究機関における基礎的な研究開発に限らず、民間企業のシステムの開発や機器・サービスの商品化等につながるような実証実験の実施も積極的に推進していく。民間企業が利用するにあたり、ネットワークの利用形態、知的財産権の扱い等についての課題があることから、今後、技術的な課題のみならず、こうした制度的な課題についても、検討を行うこととする。

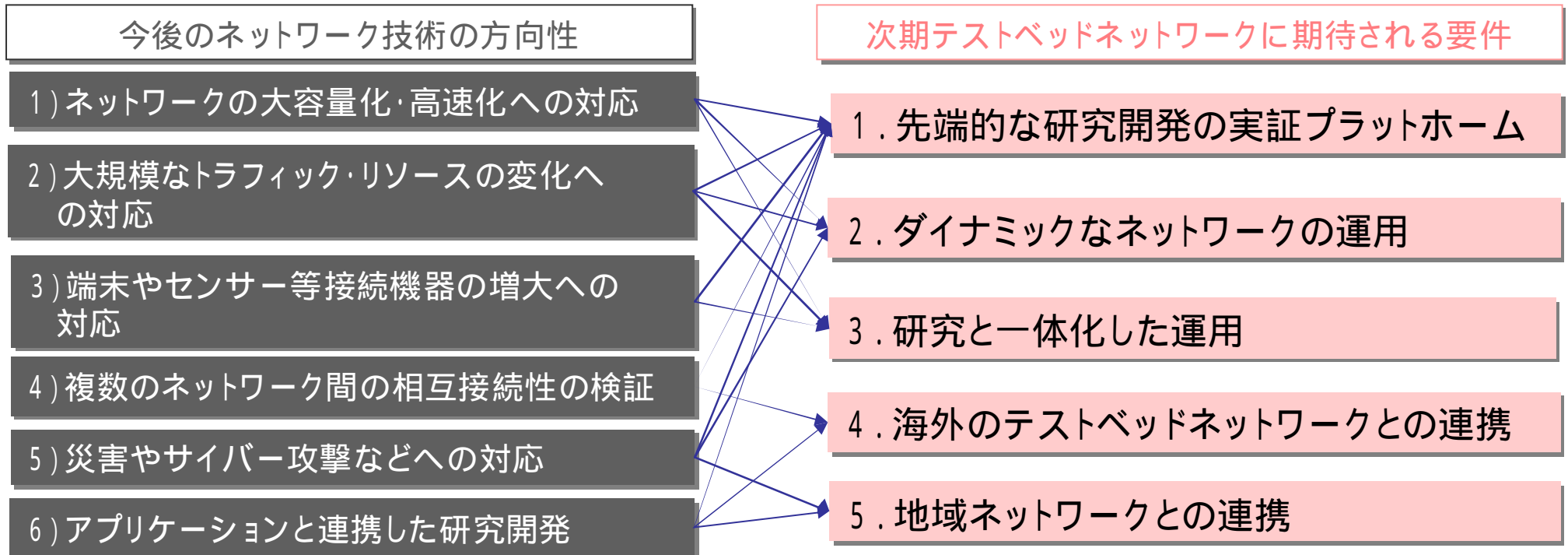
4. ICT人材の育成

次期テストベッドネットワークでは、各種研究活動やネットワークの運用を通じて、我が国の本分野をリードしていくような研究者の人材育成につながることを期待される。特に、海外との国際共同研究等を通じて、国際的にも通用する我が国を代表するような人材の育成が期待される。また、こうした環境と合わせて、新しい人材発掘が可能となるような競争的な研究開発支援の方策等についても検討を行うこととする。

5. 地域の情報化

次期テストベッドネットワークでは、地域ネットワークとの連携、アクセス系のネットワークの柔軟な構築により、足回り回線も含めた回線の整備等、地域の研究者等が利用しやすい環境を提供し、地域の活性化・情報化が発展することが期待される。また、こうした研究活動を通じて、地域の産業育成、人材育成が一層進むことが期待される。

次期テストベッドネットワークに期待される要件



今後のネットワーク技術の方向性と研究分野の整理を勘案すると、次期テストベッドネットワークに求められる要件としては、「先端的な研究開発の実証プラットフォーム」、「ダイナミックなネットワークの運用」、「研究と一体化した運用」、「海外のテストベッドネットワークとの連携」、「地域ネットワークとの連携」が挙げられる。

次期テストベッドネットワーク構築に向けて(1)

次期テストベッドネットワークは、我が国唯一の先端的な研究開発の実証実験を行う全国規模のオープンなネットワークとして、単一レイヤだけではなく複数のレイヤ間の制御、利用者のニーズに応じた足回り回線の提供等、ダイナミックなネットワーク構成を目指す。また、欧米亜との連携と競争を促進するため、海外のテストベッドネットワークとの相互接続を行うとともに、地域の研究者の利用環境、最新のICTの全国的な普及も念頭におき、地域ネットワークとの相互接続も積極的に行う。

(1) 先端的な研究開発の実証プラットフォーム(“テストベッド+研究開発支援”スキームの整備)

テストベッドネットワークの第一の使命は、先端的な研究開発の実証実験フィールドを提供することであり、そのため、次期テストベッドネットワークは、多種多様な研究開発を支える実証プラットフォームとして、第四章で総括した今後のネットワーク技術の研究を支援し得る最先端のネットワーク機能を有することを目指すとともに、利用手続きや知的財産権の取り扱い等の運用ルール等利用環境の改善等について十分に検討を行うこととする。また、テストベッドネットワークの構築と合わせて、先端的な研究開発を支援するためのファンド的なプロジェクト支援のスキームの導入について検討を行う。

(2) ダイナミックなネットワーク(柔軟なネットワークの構成等)

次期テストベッドネットワークでは、利用者の多様化するニーズに対してネットワークの各レイヤのみならず複数のレイヤ間の制御を行ったり、迅速かつ最適な帯域確保や経路選択を可能とするダイナミックな経路制御の実現を目指す。また、網構成に関しては、固定的・継続的な基幹網と、ワイヤレスネットワークとの連携を含め、研究テーマおよび研究者等のニーズに応じた場所、帯域、期間を柔軟に設定できるようなアクセス網の構成、さらには運用の体制確立を目指す。

次期テストベッドネットワーク構築に向けて(2)

(3) 研究と一体化した運用(ネットワークに関する運用と研究の連携)

L2/L3サービスを安定的に提供するための定常的なネットワーク運用と、フォトニックネットワークに代表されるL1や複数レイヤ間での網構成に関する研究開発を実施するための研究的なネットワーク運用を一体的に行う。これにより、将来予想される大規模かつ多面的な利用者のニーズに対するネットワーク運用のノウハウの蓄積を図ることが可能となるほか、将来のネットワークアーキテクチャの研究開発への活用も多いに期待できる。

(4) 海外のテストベッドネットワークとの連携

我が国唯一の研究開発を目的とした次期テストベッドネットワークとして、海外のテストベッドとの相互接続を行い、欧米亜との国際共同研究を推進するとともに、地球規模のテストベッド構築の一翼を担う。これにより、欧米諸国の新世代ネットワークに関するプロジェクトとの連携をはじめ、海外との国際共同研究が進展するほか、国際標準化活動、オープンソースの国際展開等、我が国の国際競争力の向上、また国際的な人材の育成にもつながることが期待される。

(5) 地域ネットワークとの連携

次期テストベッドネットワークでは、効率的な全国規模のネットワーク構築の観点、地域における足回り回線の確保、さらに最新ネットワーク技術の一層の普及と成果の展開、利用者の利便性向上の観点から、各地域で展開される地域ネットワークとの相互接続を積極的に行う。これにより、一層地域の情報化に貢献することが期待される。

次期テストベッドネットワーク構築に向けた考え方(図)

