

---

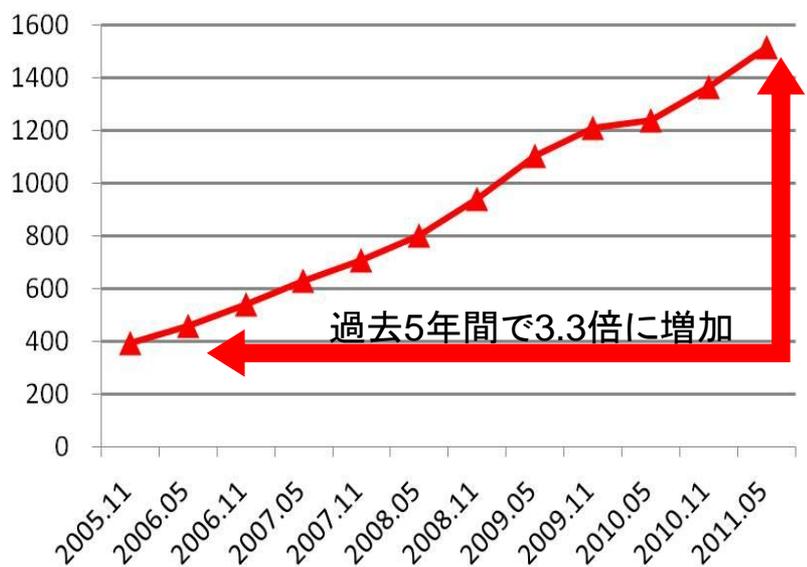
# NICT が新しく挑む研究戦略 ネットワーク基盤技術

理事・ネットワーク研究本部長  
富永 昌彦

# 増大し続けるネットワークの通信量と電力消費

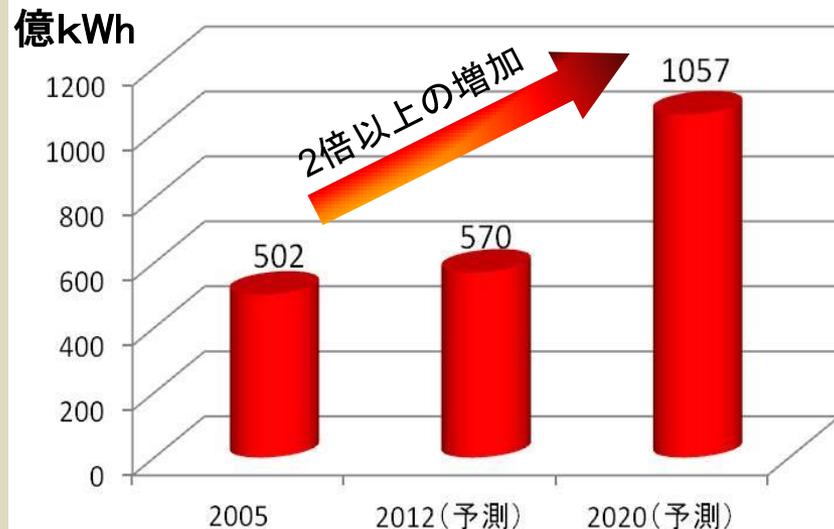
## 我が国のインターネット通信量の推移

総ダウンロード  
ギガビット毎秒



総務省我が国のインターネットトラフィックの集計・試算(平成23年9月30日)

## 技術革新がない場合の 通信分野における年間消費電力予測

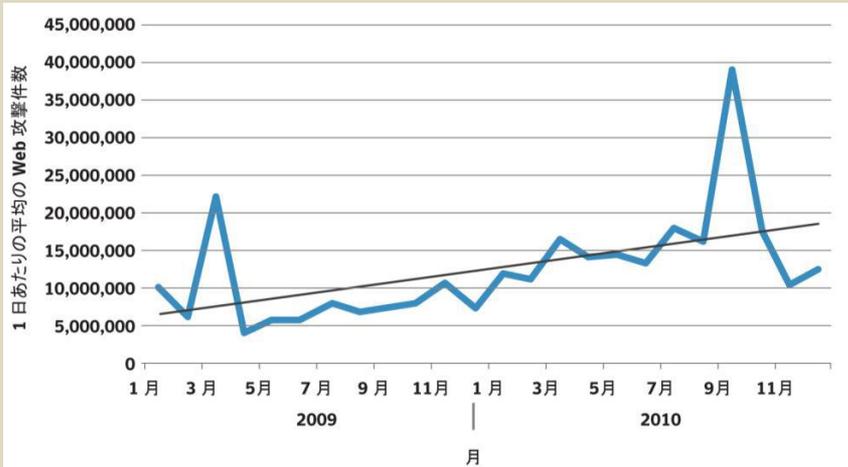


「2020年におけるICTによるCO2削減効果」  
グローバル時代におけるICT政策に関するタスクフォース  
地球的課題検討部会 環境問題対応ワーキンググループ より抜粋

超高速・大容量で効率的なネットワークの構築が不可欠

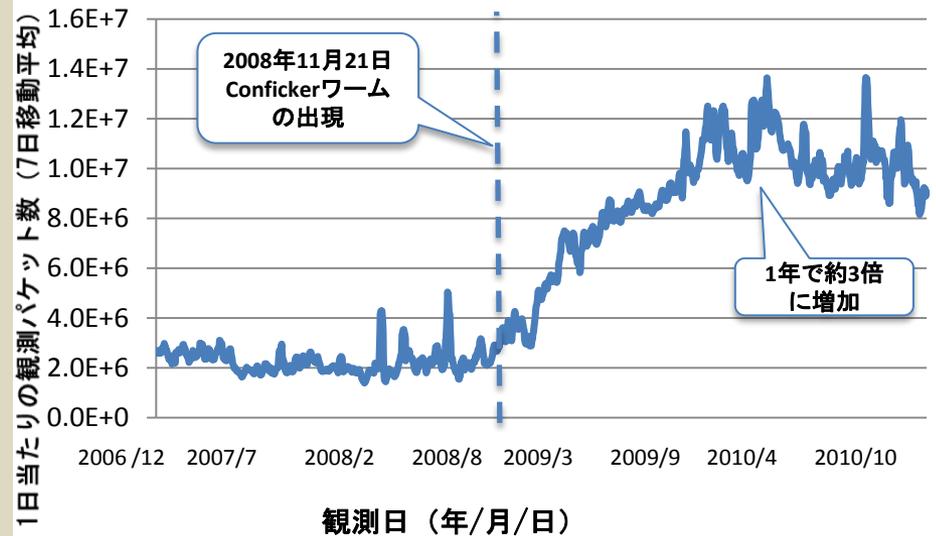
# 増大するネットワークへの脅威

## 1日あたりのWeb攻撃の月別平均件数 資料作成:シマンテックコーポレーション



「シマンテックインターネットセキュリティ脅威レポート 2010年の傾向」  
第16号、2011年4月発行 より抜粋

## サイバー攻撃インシデント分析センター (nicter)におけるインシデント観測例



高いセキュリティ機能を有するネットワークの構築が不可欠

# 災害時に頼れる通信の必要性

## 災害時における通信の課題

通信インフラが被災

アクセス集中による大規模輻輳



停電等による通信機能不全

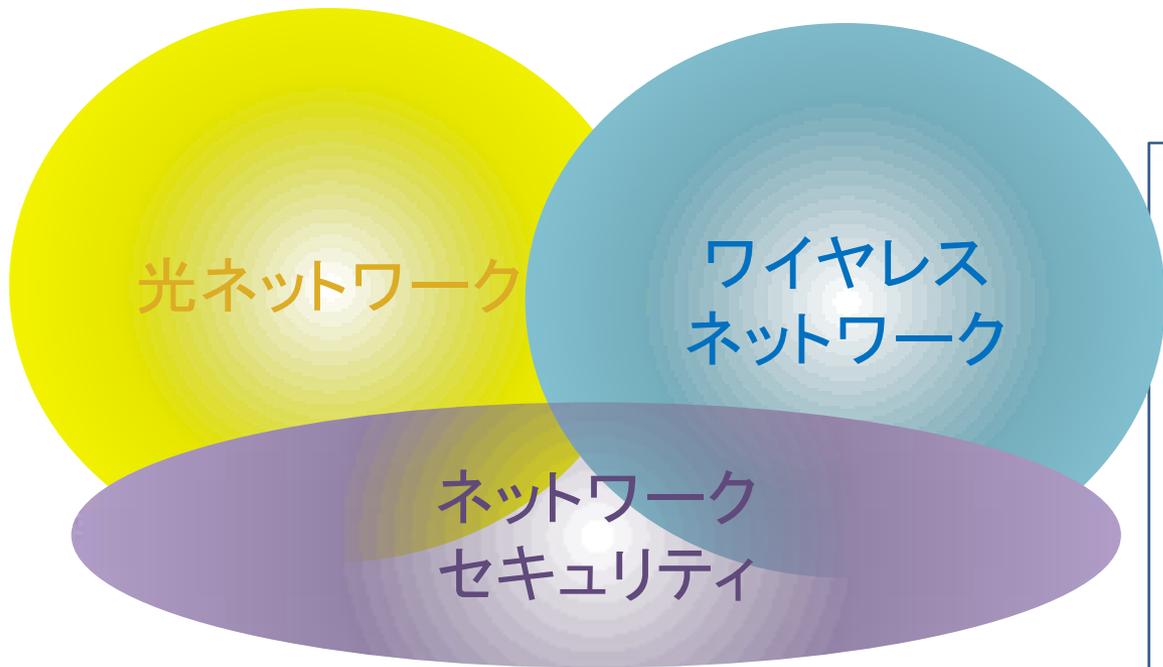
立ち入り困難な地域での通信手段確保

高い耐災害性を有するネットワークの構築が不可欠

# ネットワーク基盤技術

現在のネットワークに顕在化し始めている諸問題を解決し、社会が抱える諸課題の解決に寄与するとともに、高度な知的活動を支える情報通信基盤として、今後数十年に亘り社会を支えていくネットワークを実現することを目指

3つの領域において先端的な研究開発を推進



# 光ネットワーク領域の研究ビジョン

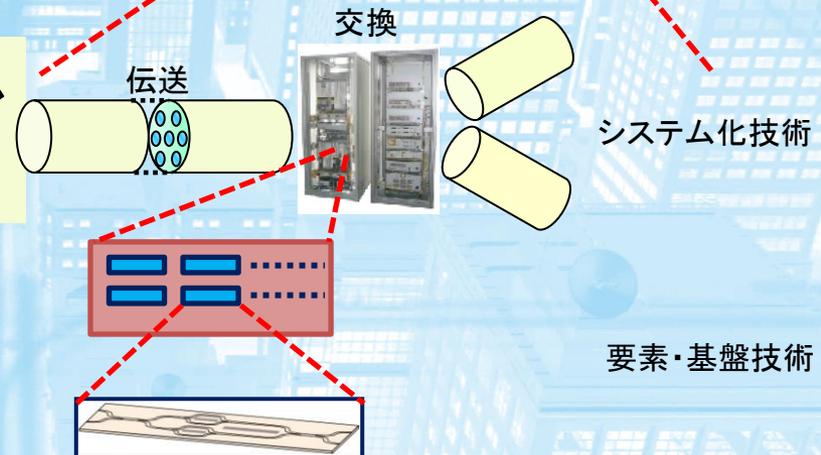
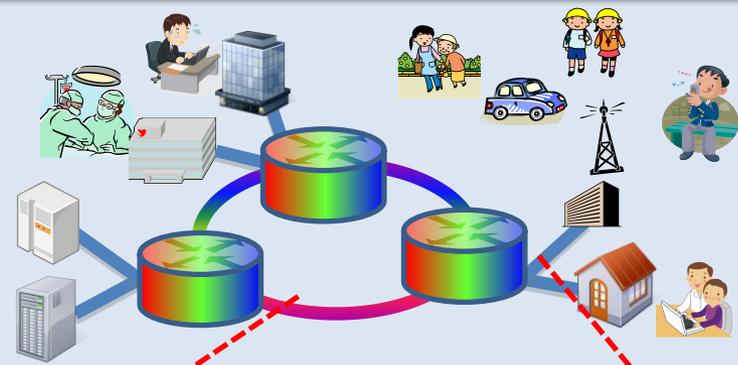
持続発展可能な情報通信社会を支えるため、様々なニーズに対応し、通信量の飛躍的増大にともなう消費電力の増大を抑えるとともに、高い信頼性を確保できる光ネットワークの研究開発

インテグレーション

**ネットワークアーキテクチャ**  
2020年以降の未来社会を支える  
新世代ネットワークの実証へ

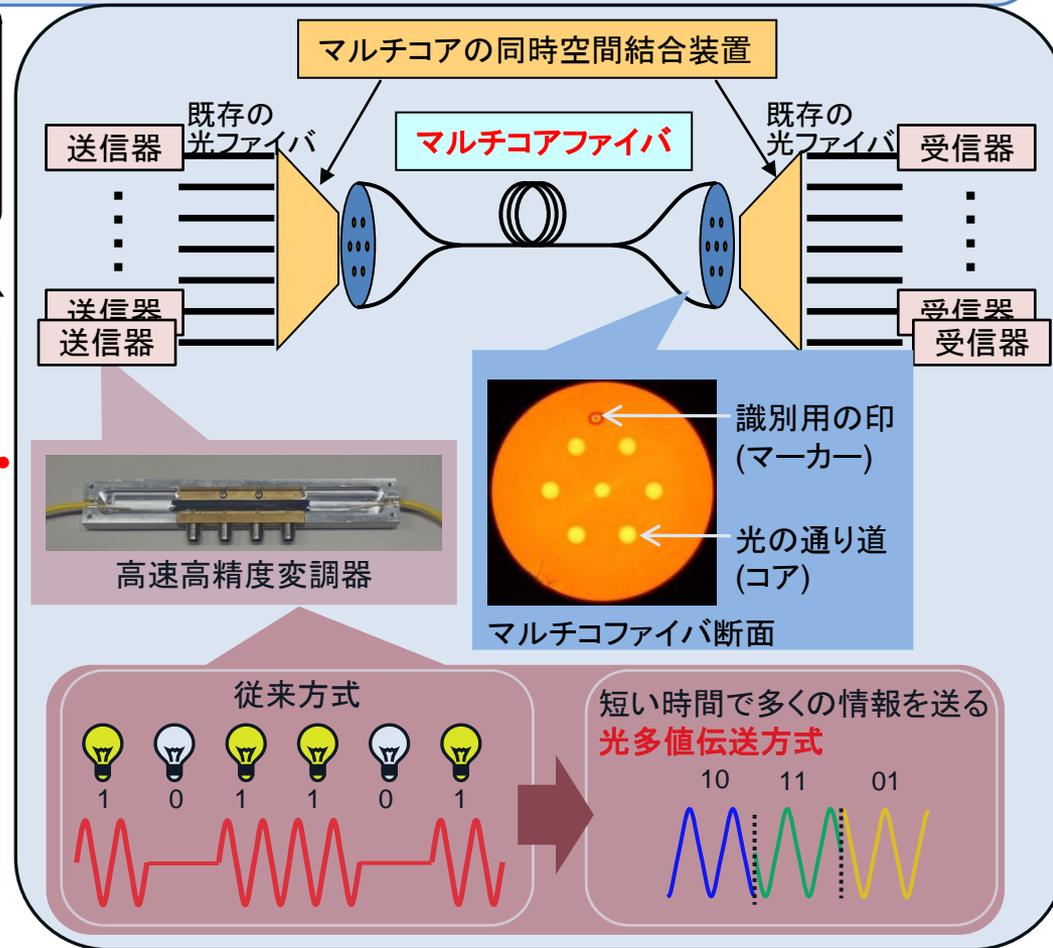
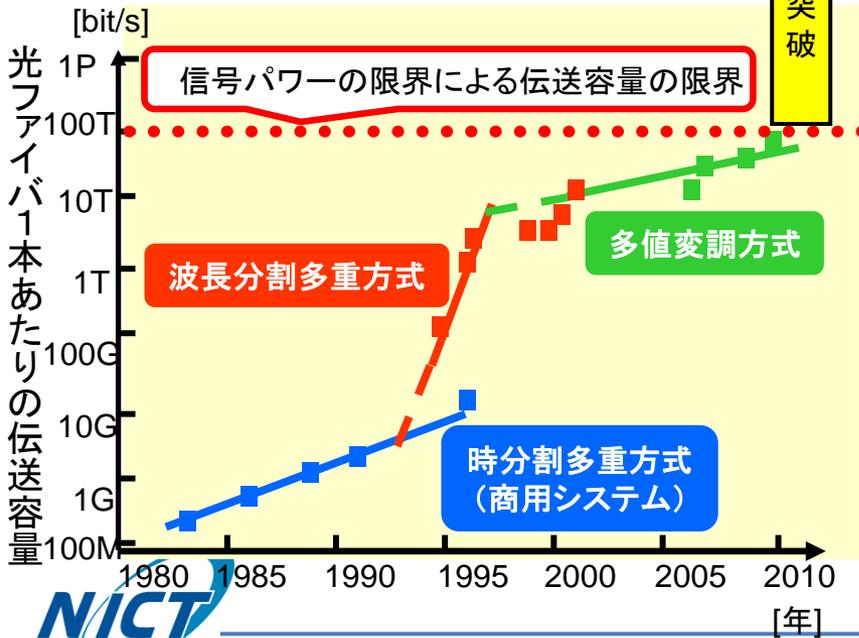
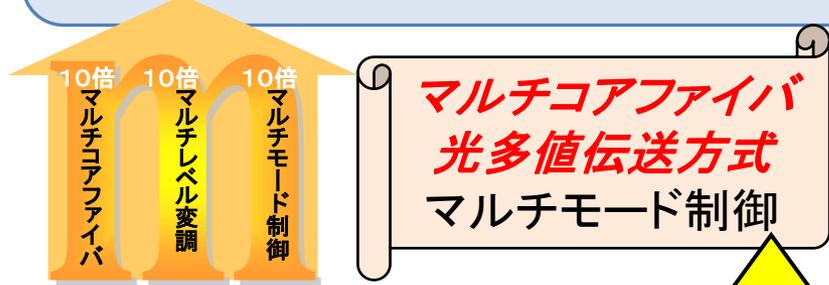
**フォトニックネットワークシステム**  
従来の限界を打ち破るネットワーク  
ハードウェアシステム

**光通信基盤**  
ネットワークを支える  
ハイエンドICTハードウェア



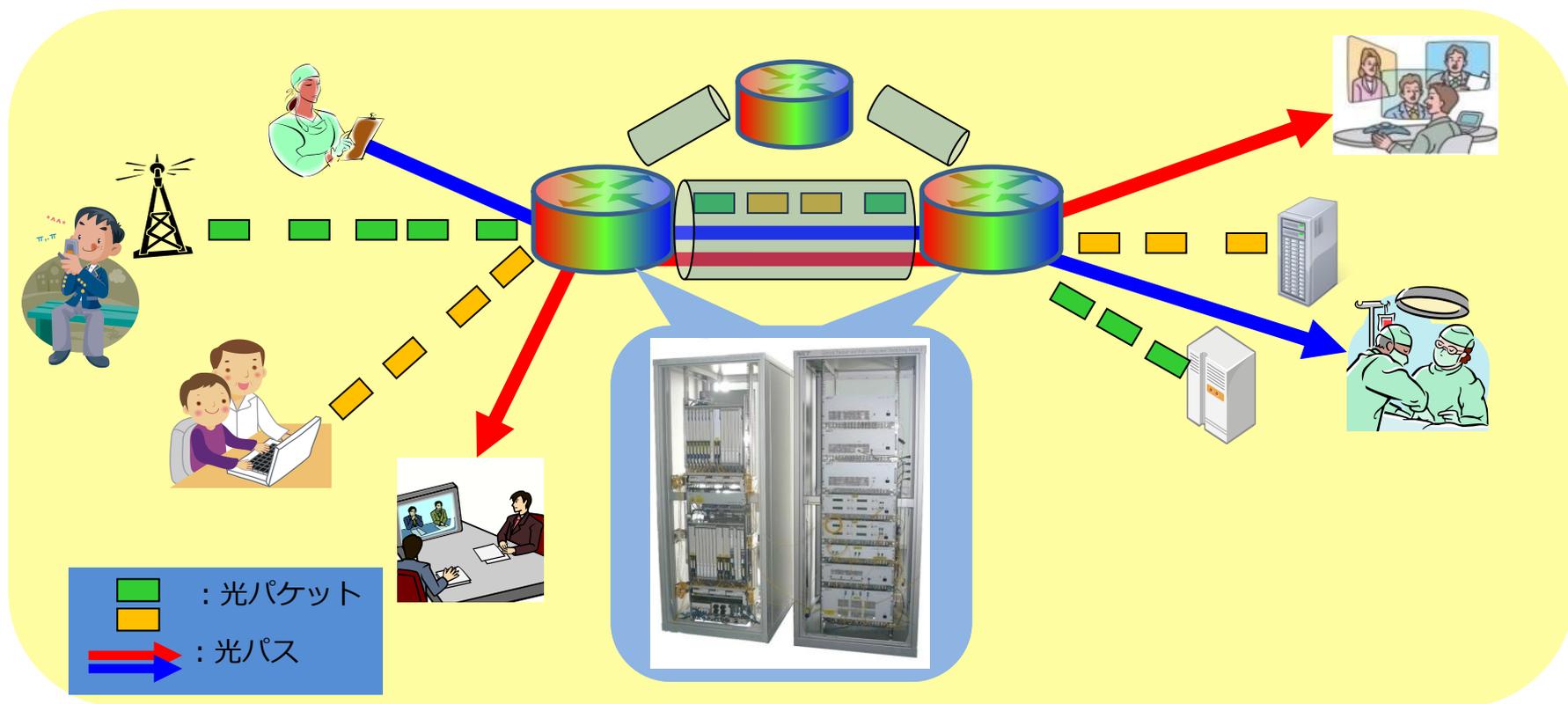
# 光ファイバの伝送容量を飛躍的に拡大させる革新的光技術の研究開発

既存の光ファイバ通信における伝送容量の物理的限界を突破するための、複数の通り道を設けたマルチコアファイバの伝送システムや、光の波形を高速かつ高精度に制御して通信を行う光多値伝送方式などの要素技術の確立



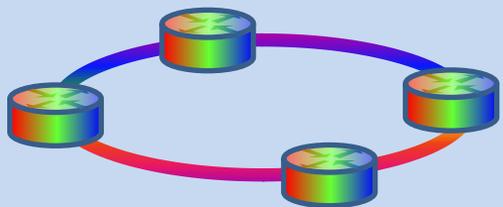
# 光パケット・光パス統合ネットワークの研究開発

情報伝送量の増大にともなう消費電力の増大を抑制し、回線の共用による安価なサービス提供に適した「光パケット交換」と、高速・高品質なサービス提供に適した「光パス交換」を同一ネットワーク上で共存させる統合ネットワークの研究開発

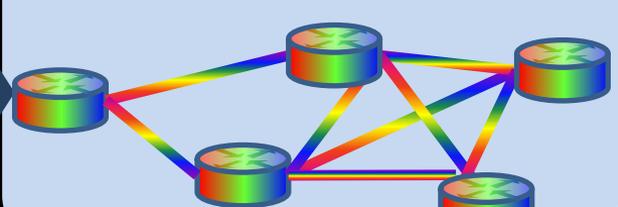


# 光パケット・光パス統合ネットワークの実用化に向けての展開

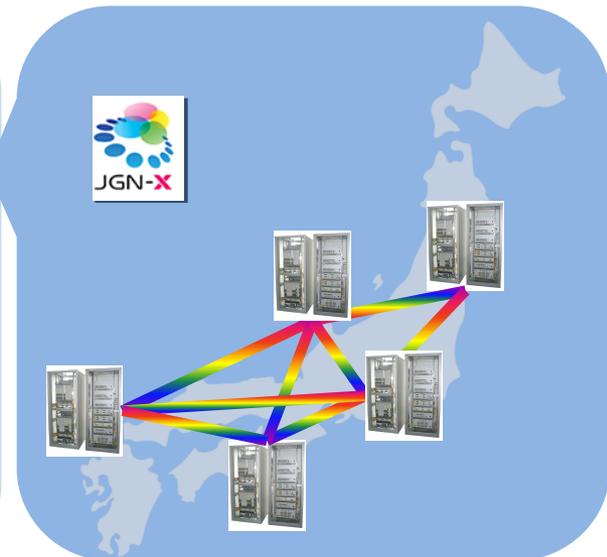
リングネットワーク



メッシュネットワーク



光バッファ  
自動アドレス割当等新制御技術  
経路計算・経路設定自動化  
.....



NICTが  
実験室にて  
プロトタイプ  
開発

NICTと民間企業が連携して  
テストベッドでの運用を  
通して機能アップ

民間企業等による  
実用化に向けた開発

実用の  
ネットワーク  
で利用

基礎研究

応用研究

開発

商用

2010

2015

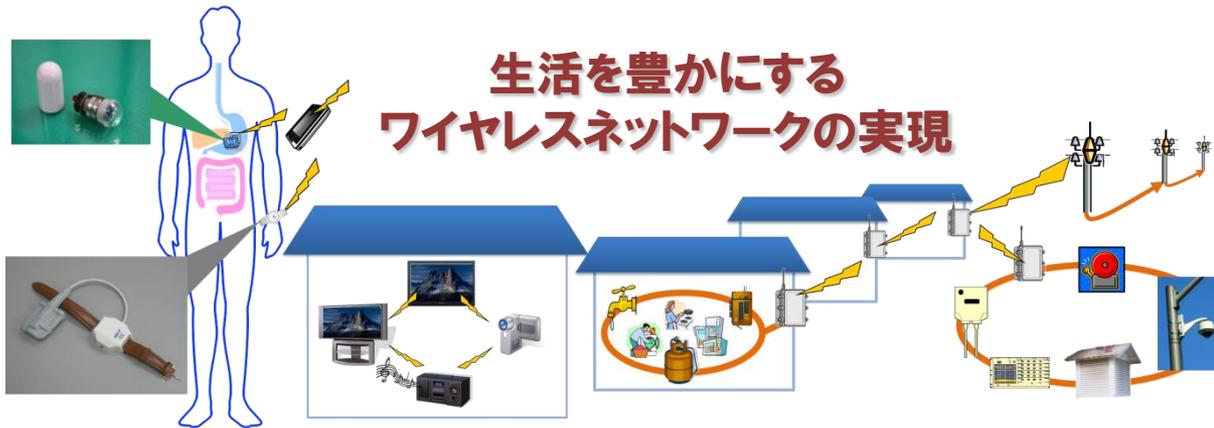
2020

年

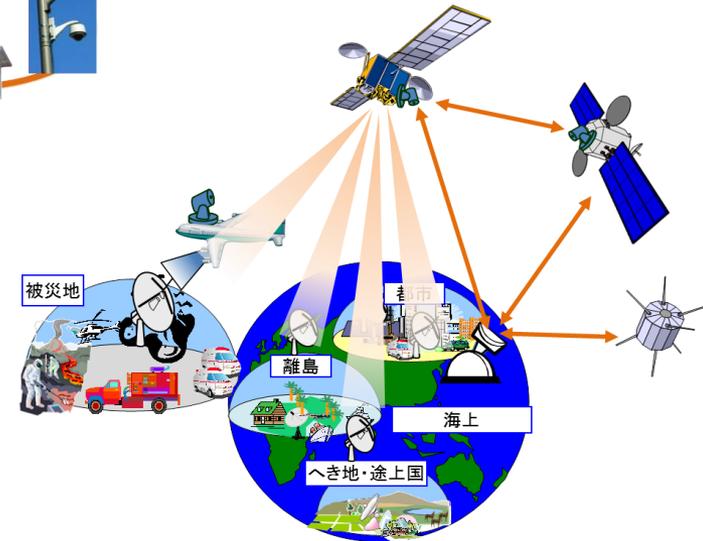
# ワイヤレスネットワーク領域の研究ビジョン

移動環境、災害等の非常時、有線によるアクセスが困難な領域などで、周波数資源やエネルギー資源を有効利用しつつ、人やモノが柔軟且つ確実に繋がるワイヤレスネットワークの研究開発

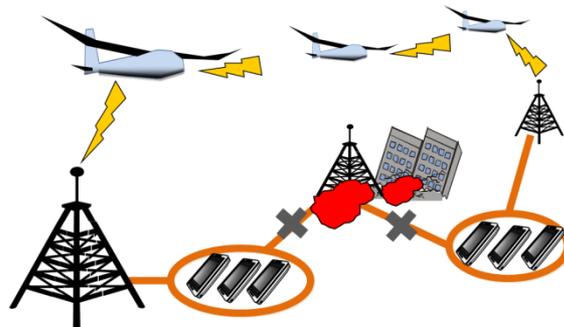
## 生活を豊かにする ワイヤレスネットワークの実現



## 地上から宇宙空間まで広がる ネットワーク環境の実現



## 非常時にも適用できる ワイヤレスネットワークの実現



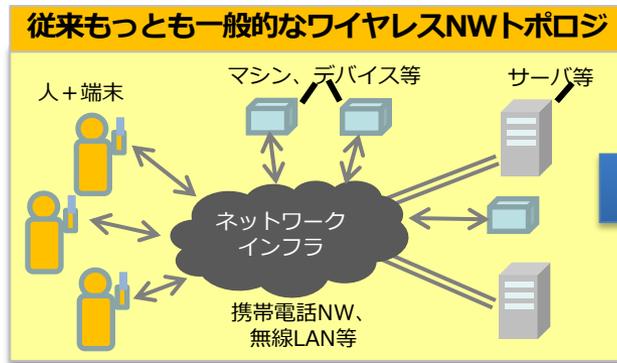
# 生活を豊かにするワイヤレスネットワークの実現

- 生活を守る公共的な通信システムにも利用可能となるよう、アナログTV放送終了後のVHFやUHFを用いて基地局1基で広域の通信エリア(数10km)を実現し、最大100Mbps程度の伝送を可能とするシステムの基礎技術を確立
- ミリ波・サブミリ波・テラヘルツ帯を用いて屋内で10Gbps以上の速度で3Dハイビジョンテレビ映像などを伝送可能とするワイヤレスパーソナルエリアネットワーク(WPAN)技術を確立

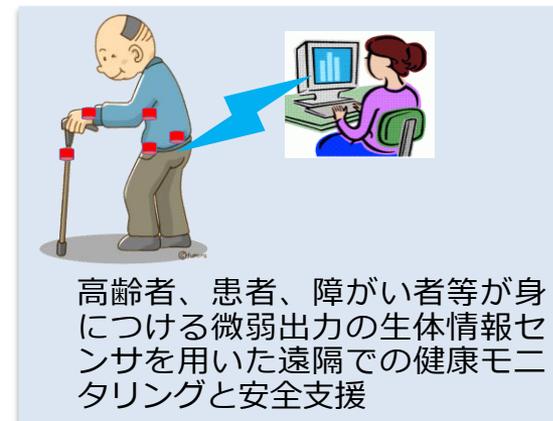
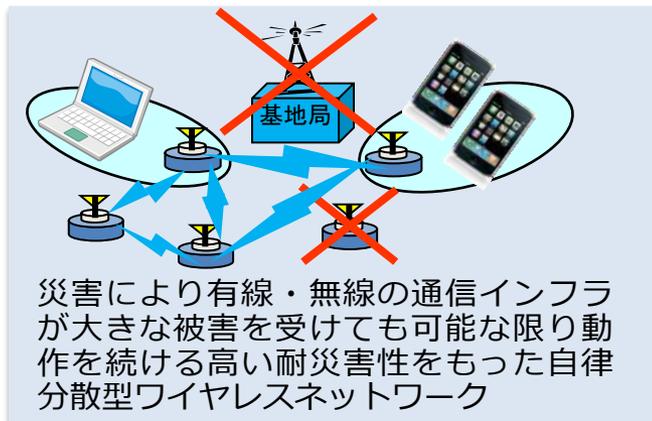
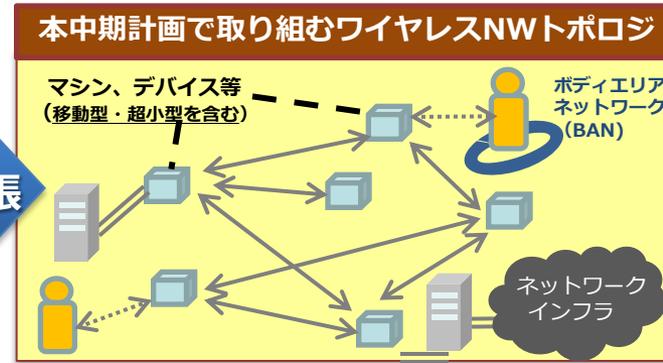


# 非常時にも適用できるワイヤレスネットワークの実現

- 数10mの領域から数100kmの広域まで適用可能で、地上や上空を移動する多数のモノが周囲環境等の状況に対して柔軟に相互につながり、ネットワークを構成する技術を確認
- 人体内外に配置された小型センサのテレメトリ技術など、超小型のモノを含むマシンやデバイス間の近距離における高信頼な通信技術を確認

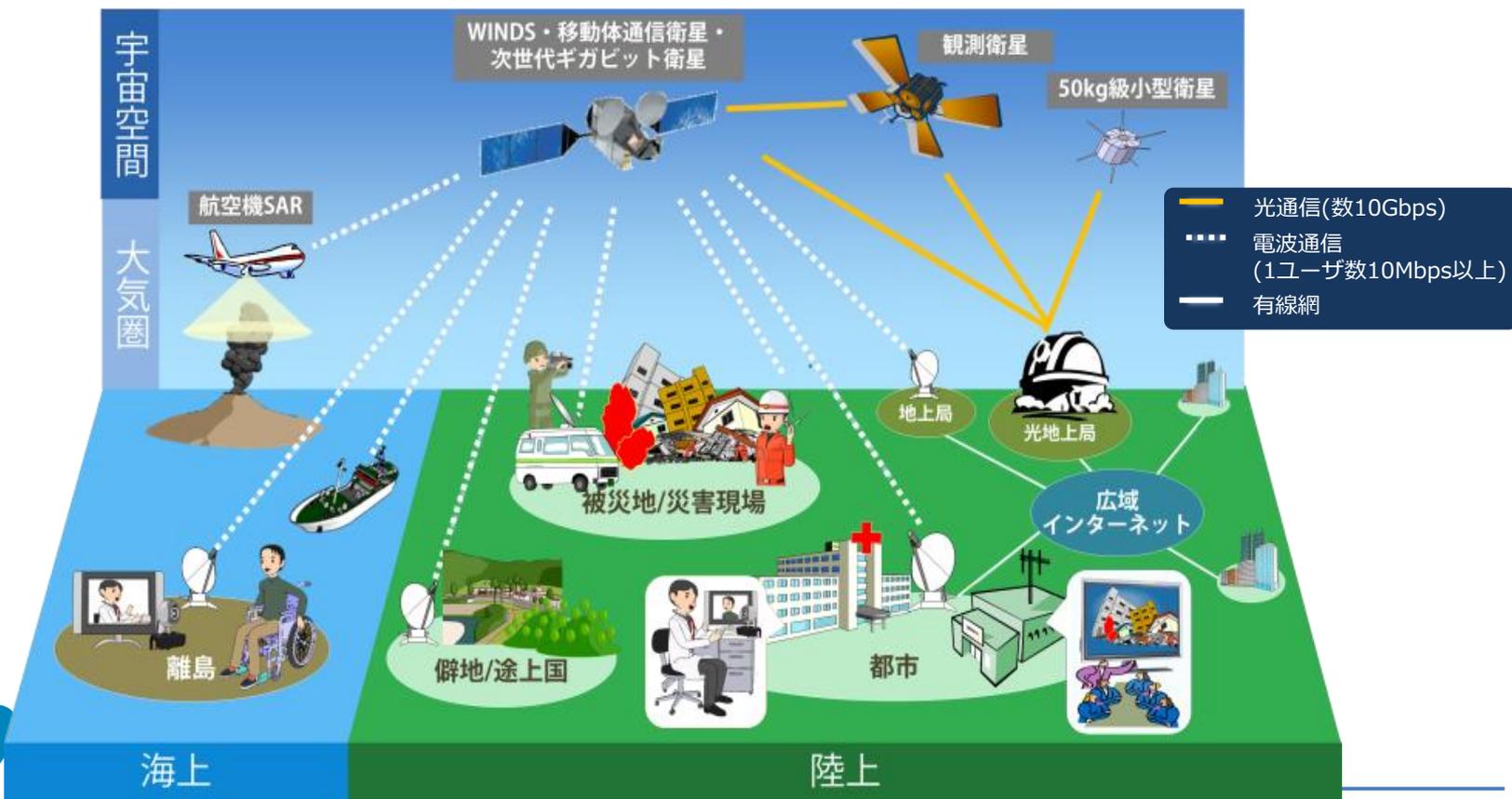


拡張



# 地上から宇宙空間まで広がるネットワーク環境の実現

- 災害時など緊急時にも展開可能で、地上から宇宙空間までをカバーするブロードバンドモバイル衛星通信システムを構築
- 大容量化する観測衛星のデータ伝送を支える数10Gbpsクラスの光衛星通信技術を確立させ、空間量子鍵配布技術や電波と光を用いた超高速データ中継・超高速フィーダリング技術を構築



# ネットワークセキュリティ領域の研究ビジョン

誰もが安心・安全に情報通信を行うことができるように、サイバー攻撃に対抗するための理論と実践を融合させたネットワークセキュリティの研究開発を実施

## サイバーセキュリティ技術

サイバー攻撃をリアルタイムに観測・分析し  
先行防御を可能とする予防基盤技術を確立

## セキュリティアーキテクチャ技術

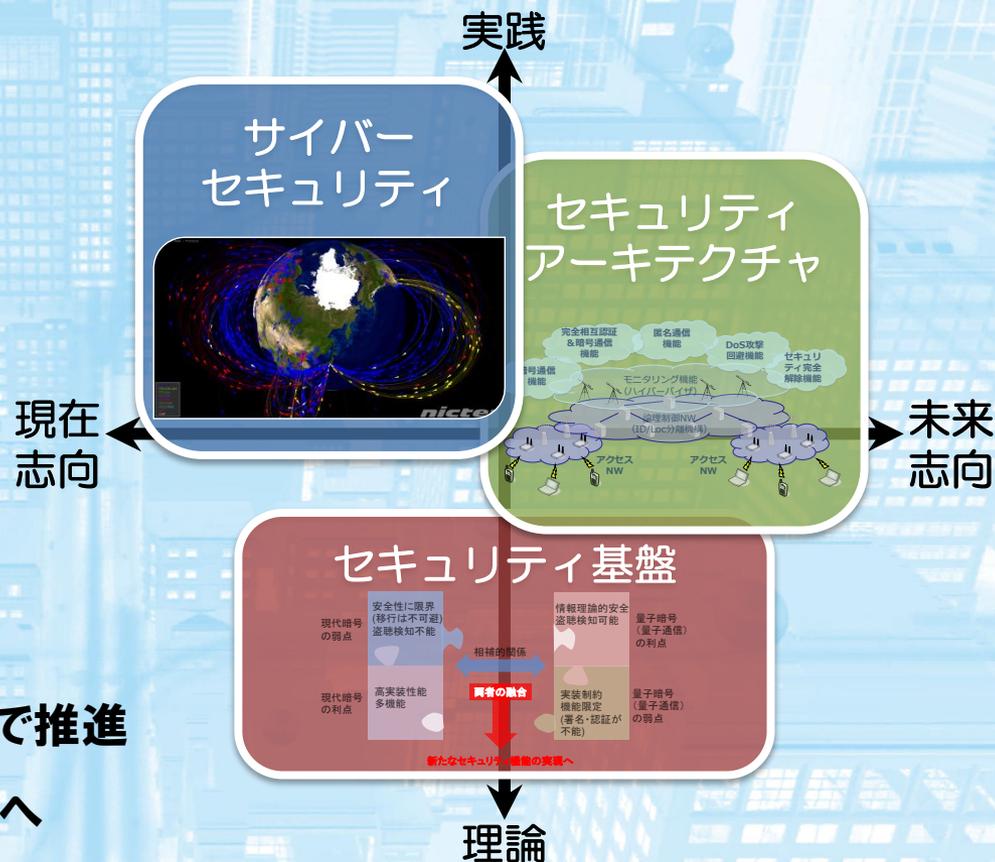
利用者が意識せずとも最適なセキュリティを自動構成する、攻撃に強いネットワークを構築

## セキュリティ基盤技術

量子セキュリティ技術等、多様なセキュリティ要求に応えるために必要な基盤技術を確立

● **現在志向**と**未来志向**の研究を両輪で推進

● 現状の攻撃側優位から**防御側優位**へ



# 世界最先端のサイバーセキュリティ技術の確立

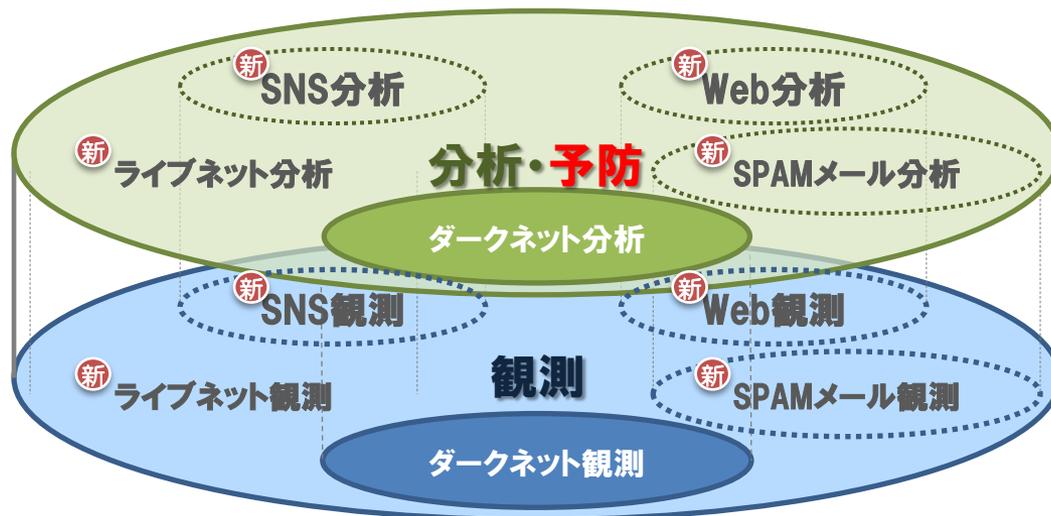
時々刻々進化を続けるサイバー攻撃を世界規模のマクロな視点で観測・分析し、迅速かつ効果的な対策を実現する、実践的なサイバーセキュリティの研究開発

【第2期中期目標期間の成果】  
インシデント分析センターnicter



- 世界最大規模のサイバー攻撃観測網を構築
- 新種のサイバー攻撃の観測・分析技術を確立
- サイバー攻撃への先行的な対策技術を確立

➡ 即効性のある成果展開を実施

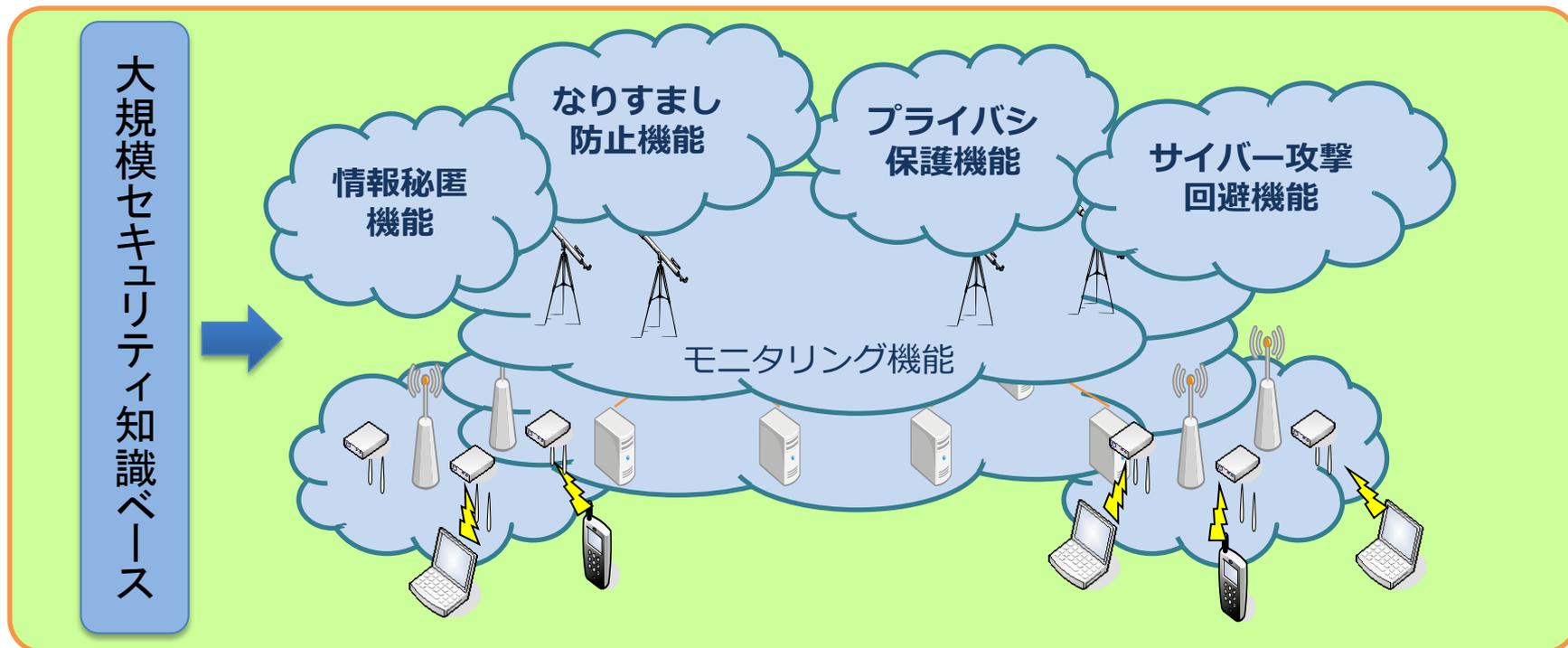


# 新世代ネットワークのセキュリティアーキテクチャの実現

攻撃そのものを実行困難とするためのネットワークを実現するための  
ネットワークアーキテクチャの実現

～インターネットの画一的・固定的セキュリティからの脱却～

- ①大規模セキュリティ知識ベースを構築し、ユーザニーズに応じて必要なセキュリティ機能をリアルタイムに分析
- ②必要なセキュリティ機能をネットワークが仮想化技術を用いることで柔軟に実現



# セキュリティ基盤技術の研究開発

## ネットワークセキュリティを支える基盤技術の開発 電子政府における暗号技術の安全性の確保

### 長期利用暗号技術

電子政府などにおける長期利用、情報の長期保管を可能とする暗号技術の開発

素因数分解  
離散対数  
楕円曲線



格子理論  
ブレイド群  
符号理論  
多変数多項式  
持ち駒方式

### 実用セキュリティ技術

多様な利用環境に合わせた安全性を提供する実用的な暗号技術開発



RFIDタグ・ICカード



スマートグリッド  
メータ等

### 量子セキュリティ技術

現代暗号と量子ICTを融合した新たな秘匿通信システムの実現

現代暗号

量子通信



秘匿通信の実現

### 安全性評価技術の高度化

電子政府推奨暗号などの安全性維持及び評価

# 新世代ネットワークビジョン

Diversity & Inclusion - Networking the Future



- 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に
- 個人や社会の潜在能力を開花させることにより豊かで質の高い生活を実現
- 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に

## 新しい価値観の創造 (Maximize the Potential)



人類の叡智の増進

生活の質の向上

知の流通

生産性

Maximize  
the Potential

多様性を許容する新たな社会へ  
(Inclusion)

多様性 Inclusion 新たな協調

Minimize  
the Negatives

エネルギー課題

格差

医療課題

少子高齢化

食料課題



## 顕在化する社会問題の解決 (Minimize the Negatives)



## 持続発展可能型ネットワーク

- ・情報を超低エネルギーで流通可能な「グリーンネットワーク」
- ・限られた周波数を多数の利用者、多様なアプライアンスで共用する「周波数利用高効率型ワイヤレスネットワーク」

## あらゆるシーンにおいて生活者を支援するネットワーク

- ・生活環境に存在する膨大な量のセンサー・アクチュエータを接続、統合管理するNW
- ・適応的かつリアルタイムにセンサーデータを処理することが可能な地球規模環境感知NW

## 地球にやさしいNW

## 生活環境を支えるNW

## 価値を創造するNW

## ネットワークの制約を意識せずに使える快適なネットワーク

- ・要求条件に合わせて異なるNWを同時運用可能な多様性を収容するNW
- ・ヘテロなNWにおいても首尾一貫としたサービスが可能なユニファイドNW
- ・ユーザのリテラシーに応じたサービス提供が可能な“OMOTENASHI”ネットワーク

## 制約を意識しないNW

## トラスタブルNW

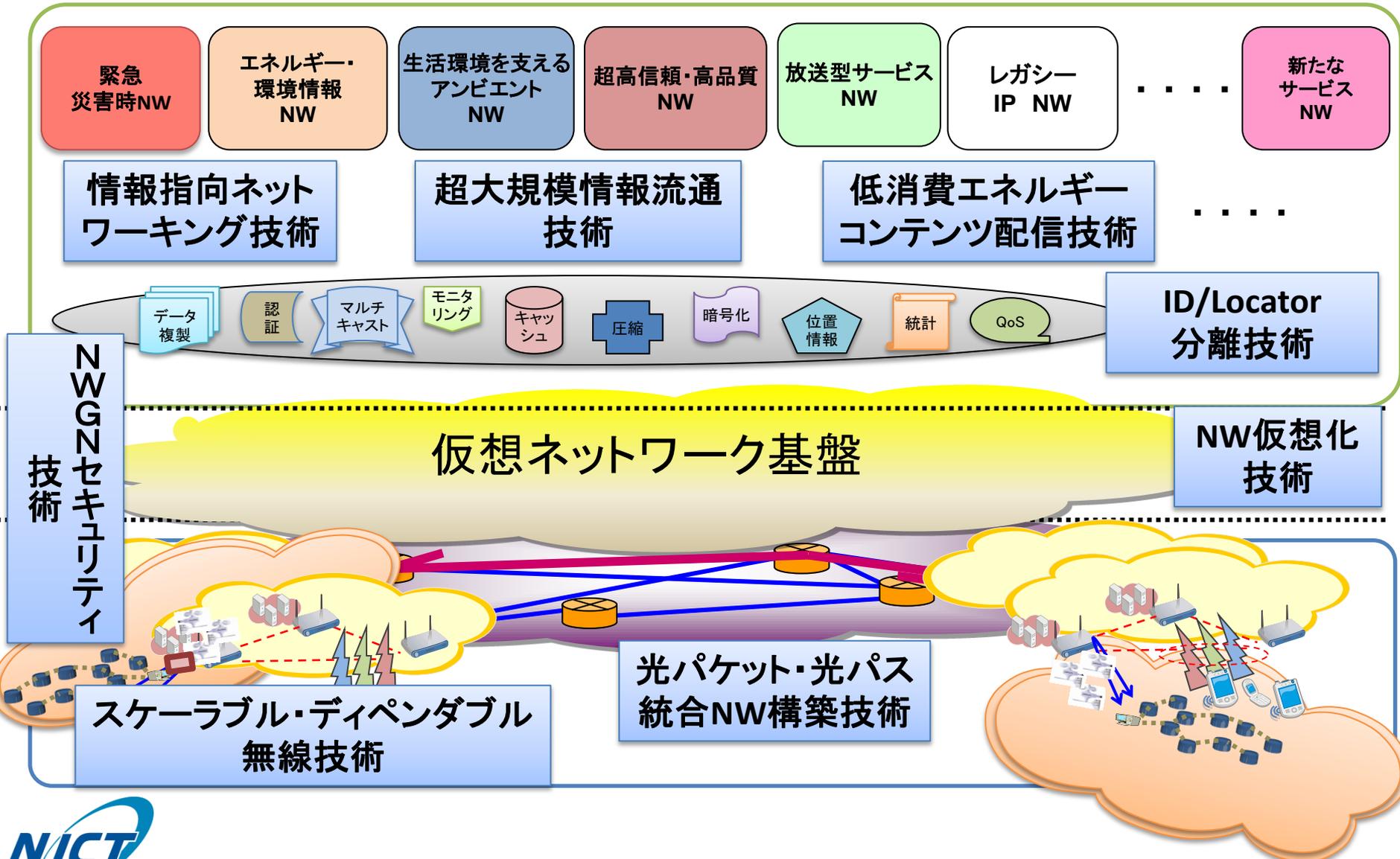
## 高信頼性ネットワーク

- ・さまざまな脅威や障害を前提としつつも、持続可能で安定したNW
- ・プライバシー保護などの安全性と利便性の高さを両立したNW利用環境

## サービス創造およびメディア創造を誘発し、新たな価値を創出するネットワーク

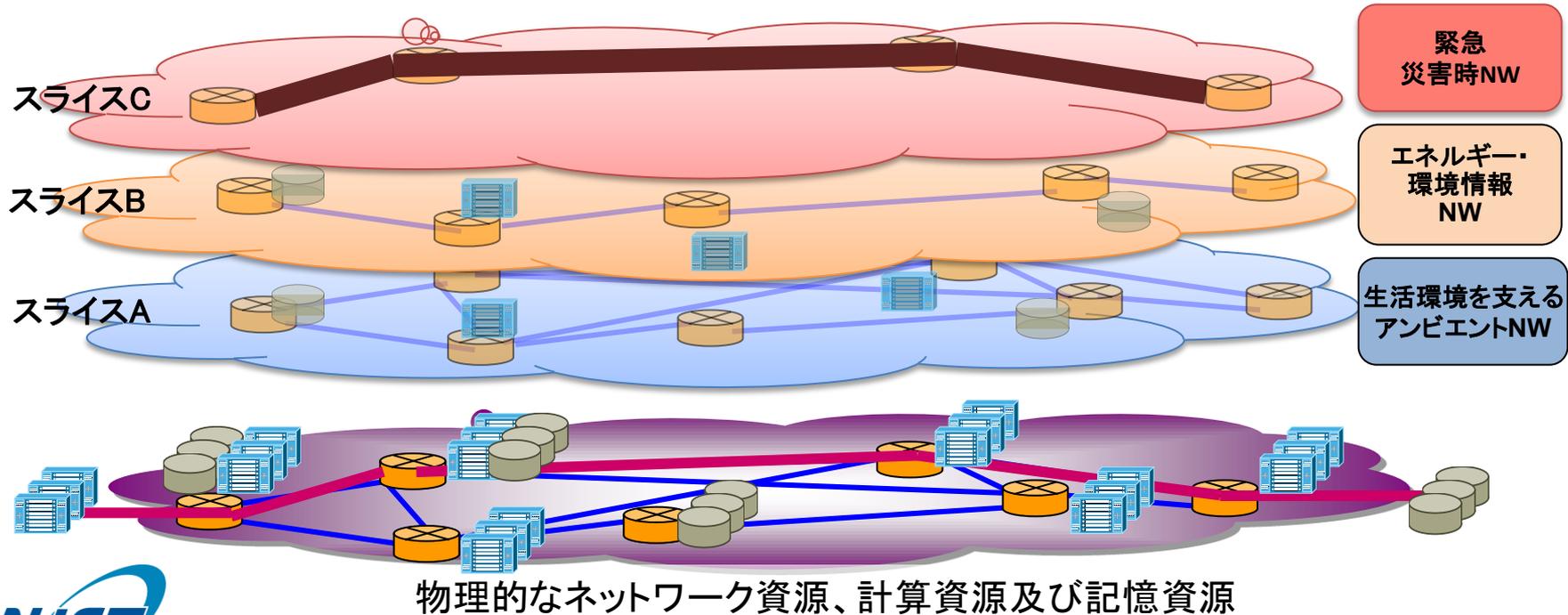
- ・情報社会から知識社会への変革による価値を創造するNW
- ・アイデアを形にする新産業の創出、およびそれを支えるNW

# 新世代ネットワークの研究開発



# ネットワーク仮想化技術

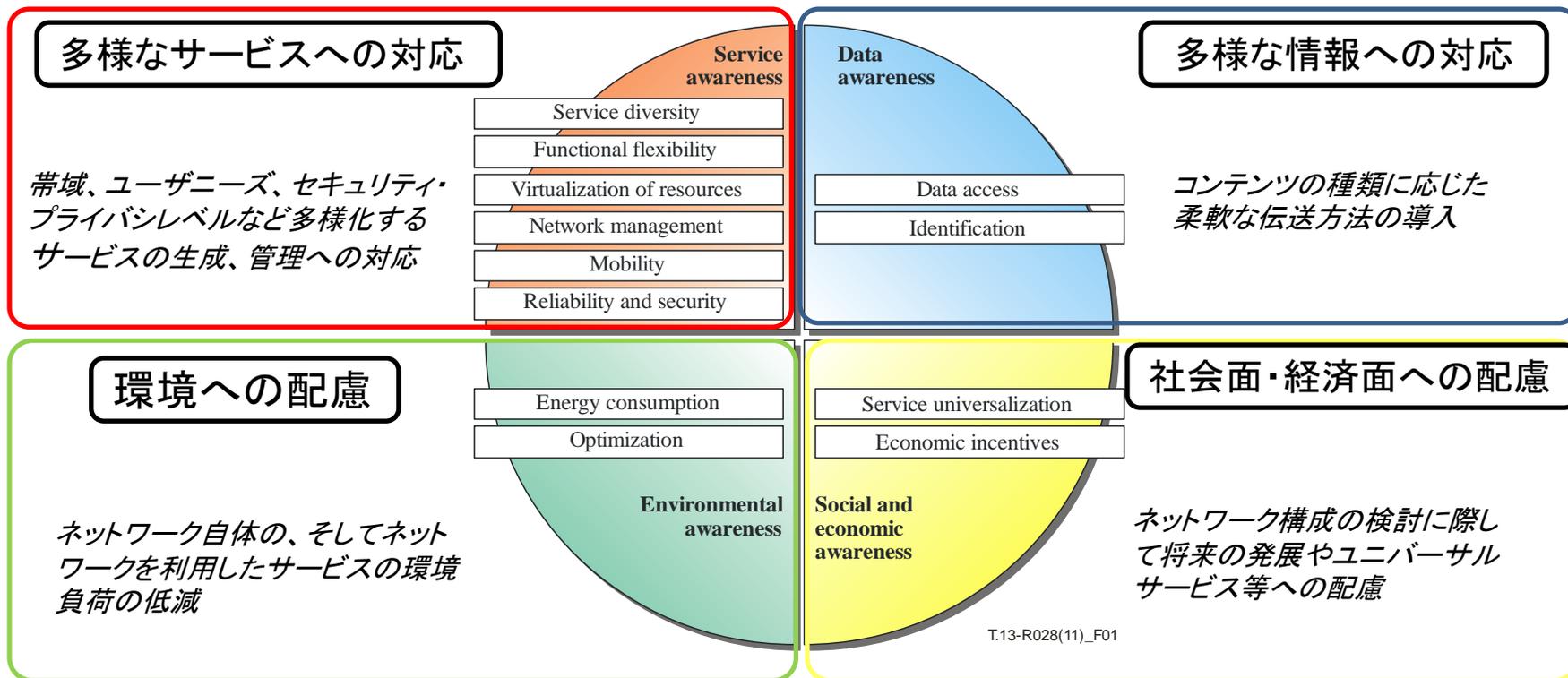
- 物理的なネットワーク上に存在するネットワーク資源、計算資源、記憶資源等の様々な資源を統合管理し、実現しようとするネットワークサービスに応じて、通信方式、速度、品質、機能等を柔軟に設定して独立な仮想ネットワーク(スライス)を複数構築する技術
- 仮想化技術自身を発展させてより高度な仮想ネットワーク基盤とし、新たな要求に応じて新しい仮想ネットワークを構築することが可能となり、今後数十年間社会を支える持続進化可能なネットワークを構築



ネットワークの物理的な資源から構築される複数の仮想ネットワーク

# ITUにおける新世代ネットワークの標準化

- 本年5月、ITU-T(SG13)において新世代ネットワーク関連で初の標準となる 勧告番号Y. 3001の「Future Networks : Objectives and Design Goals」が勧告化
- 将来網(Future Networks)の4つの目的(Objectives)と12の設計目標(Design Goals)を規定するものであり、将来網に関する今後の展開の基礎となるもの



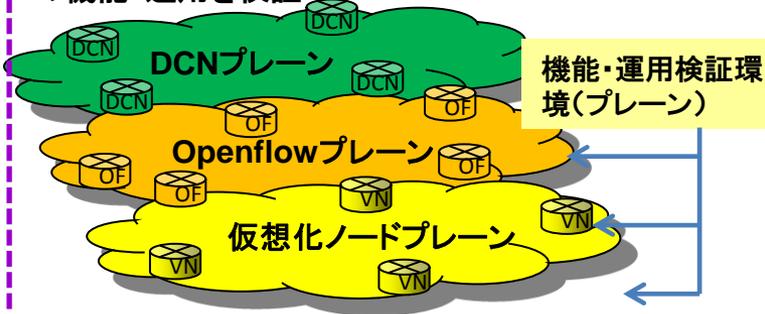
Y. 3001の4つの目的と12の設計目標

# テストベッドを活用した新世代ネットワークの実証

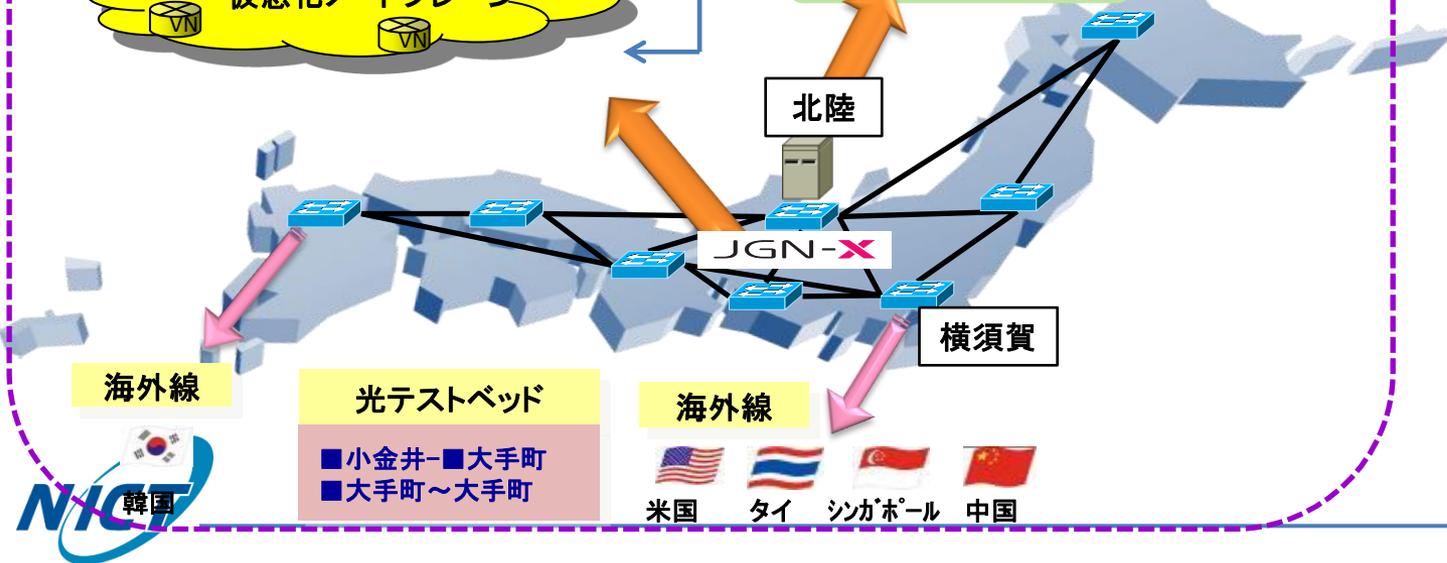
大規模な試験ネットワークJGN-Xと大規模エミュレーション環境StarBED<sup>3</sup>による総合的なテストベッド環境を活用して、新世代ネットワークの実現に不可欠な技術を実装・実証

## 新世代通信網テストベッド JGN-X

テストベッドネットワーク上で、新世代ネットワーク技術の機能・運用を検証



## 大規模エミュレーション基盤 StarBED<sup>3</sup>



# まとめとして

---

- NICTでは、高度な知的活動を支える情報通信基盤として、今後数十年に亘り社会を支えていくネットワークを実現することを目標に、光ネットワーク、ワイヤレスネットワーク及びネットワークセキュリティの各分野において最先端の研究開発を推進していきます。
- また、それらを融合して「新世代ネットワーク」の研究開発を推進するとともに、研究開発成果をテストベッドJGN-X上で実証することにより社会展開を促進していきます。
- その際、成果がグローバルなネットワークにおいて適用されるよう、研究開発の早い段階から諸外国との連携を推進します。また、国際標準化を積極的に推進します。
- NICTでは、このようなICT分野の研究開発を産学官の連携により推進することにより、世界をリードする知的立国としての我が国の発展に寄与していきたいと考えています。