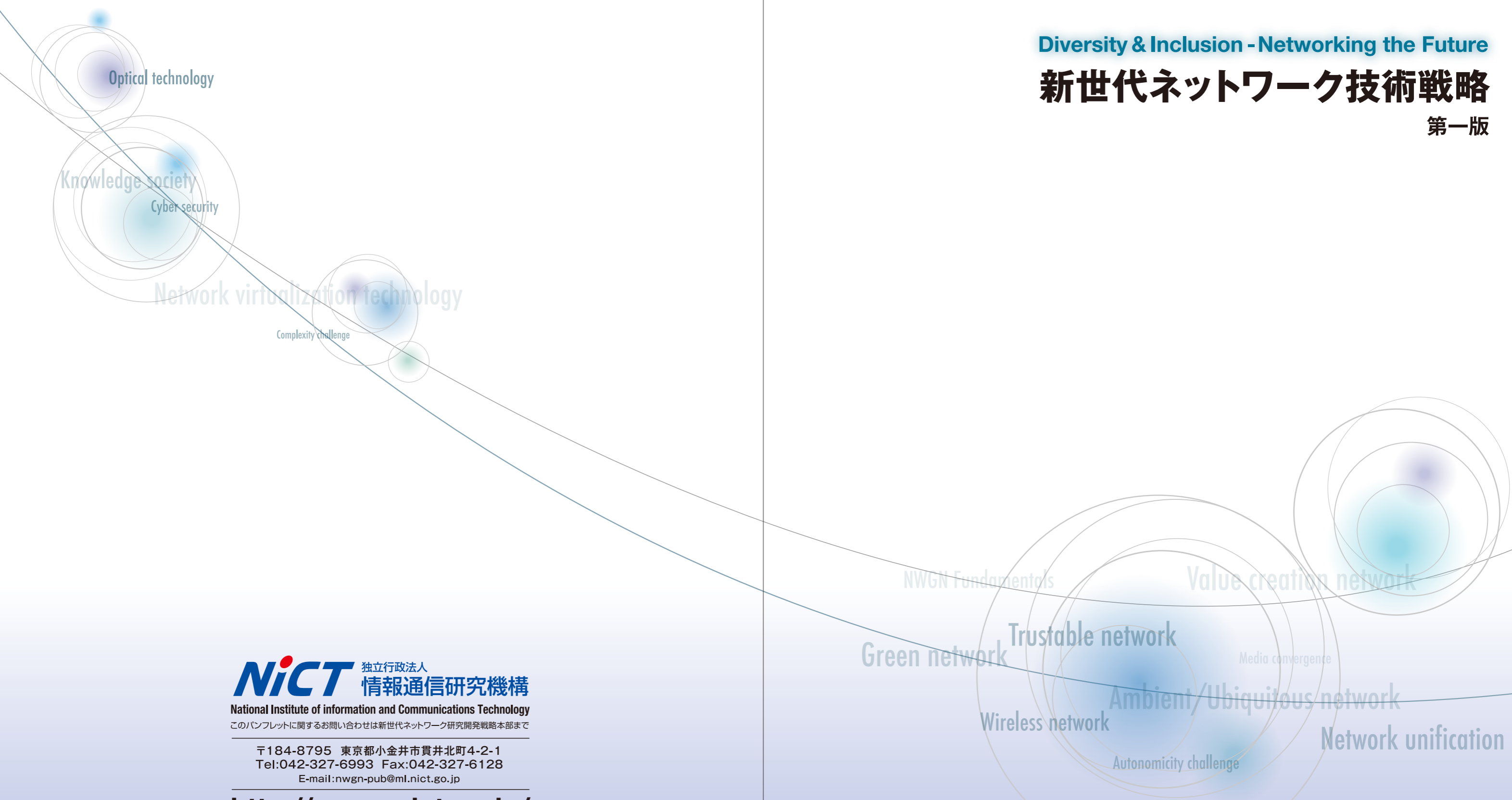


Diversity & Inclusion - Networking the Future

新世代ネットワーク技術戦略

第一版



NICT 独立行政法人
情報通信研究機構

National Institute of information and Communications Technology

このパンフレットに関するお問い合わせは新世代ネットワーク研究開発戦略本部まで

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1
Tel:042-327-6993 Fax:042-327-6128
E-mail:nwgn-pub@ml.nict.go.jp

<http://nwgn.nict.go.jp/>

このパンフレットは再生紙を使用しています。

独立行政法人 情報通信研究機構

近年の情報通信技術の進展は、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ています。しかし、ネットワークが、今後必要となる安心・安全な社会の構築や新規産業創出等の基盤となるためには、一層の飛躍的な発展が期待されています。

情報通信研究機構（NICT）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」について研究開発を推進しています。新世代ネットワークはNGN（次世代ネットワーク）のさらにその先を見据えたものであり、インターネットの改良だけでは解決が困難な技術的課題や限界を、既存の技術にとらわれずに白紙から新しく設計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す。

新世代ネットワークは、現代社会が抱える諸問題を解決することは当然として、さらに21世紀の世界文明の一層の発展に寄与するものでなくてはなりません。そのため、これまでに未来社会をどう実現するか、また未来社会において新世代ネットワークが果たすべき役割は何かを記載した新世代ネットワークビジョンを報告しております。ビジョンにて描いたネットワークを実現するためには、大胆かつ確かな研究開発戦略が必要です。本報告書は、新世代ネットワーク実現に向けた技術戦略を提言するものです。

検討・執筆メンバー

新世代ネットワーク研究開発戦略本部、大阪大学

村田 正幸

情報通信セキュリティ研究センター インシデント対策グループ

衛藤 将史

新世代ネットワーク研究開発戦略本部（日本放送協会より出向）

大槻 一博

新世代ネットワーク研究センター 先端ICTデバイスグループ

川西 哲也

新世代ネットワーク研究開発戦略本部（日本電信電話株式会社より出向）

川村 龍太郎

新世代ネットワーク研究開発戦略本部（日本電気株式会社より出向）

桐葉 佳明

未来ICT研究センター バイオICTグループ

小嶋 寛明

新世代ネットワーク研究開発戦略本部（株式会社日立製作所より出向）

鈴木 敏明

新世代ネットワーク研究開発戦略本部（株式会社富士通研究所より出向）

宗宮 利夫

未来ICT研究センター ナノICTグループ

寺井 弘高

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

中内 清秀

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

成瀬 誠

総合企画部 新世代ネットワーク研究開発戦略推進室

西永 望

新世代ワイヤレス研究センター ユビキタスマバイルグループ

村上 誉

未来ICT研究センター ナノICTグループ

山田 俊樹

新世代ネットワークビジョンからターゲットへ

新世代ネットワーク研究開発戦略本部では、新世代ネットワークビジョン（平成20年9月初版3月改版）において、20項目からなる社会課題および未来社会において新しい価値を創造するための新世代ネットワークに要求される技術要件を分析・提案しました。

今回この検討をさらに進め、これまでのインターネットや次世代ネットワークの延長では実現できない機能要件を抽出し、総計100以上の技術要件を精査・クラスタリングを行い、代表的な技術カテゴリへと集約しました。この集約作業においては、ビジョンで示したネットワークと地球上の“もの”と人とのつながり、地球と持続可能な社会との関係、人とネットワーク社会との信頼、支援関係等を注意深くレビューしました。この検討から将来のネットワークが具備すべき特性をまとめたものが、下図に示す五つのネットワークターゲットであり、これから10～15年をかけて実現する新世代ネットワークの具体像です。

五つのネットワークターゲットが示す技術開発項目は、社会課題解決や未来社会展望に資する複数の技術要件と関連づけされており、各ターゲットの実現に向けては、技術領域に跨る統合的な研究開発も重要と考えます。さらに、五つのネットワークターゲットに共通した、持続発展可能なネットワーク基盤のためのネットワーク科学分野の研究や、先端デバイス開発等をネットワークファンダメンタルズとして基礎研究強化の視点から推進が必要と考えます。

今後、新世代ネットワーク推進フォーラム等において議論を行い、ネットワークターゲットおよびネットワークファンダメンタルズにおける研究開発課題・ロードマップの精査・改版を進めるとともに、新世代ネットワークの研究開発成果の競争力を最大化するための推進・実行戦略を策定していきます。



社会的要求条件から導出したネットワークターゲット

価値を創造するネットワーク

目標ネットワーク

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ネットワーク
アイデアを形にする新産業の創出、およびそれを支えるネットワーク

技術目標

サービス創造ネットワーク技術

新たな価値を創出する基盤構築のための、知識情報の
配信・流通技術、およびサービス状況や意味解析技術、
それらを支える知識データベース構築技術

メディア創造ネットワーク技術

誰もが膨大な情報を発信でき、一方、状況に応じて創生した
有益な情報を安心して入手できるネットワーク環境技術

R&D推進主要方策

サービス系研究の促進とその応用技術開発の推進

- 社会経済学、人間行動学等の融合研究を促進
- 卓越ソフトウェア人材の育成とアイデア発掘
- サービスイノベーション基盤におけるノウハウ蓄積
- サービスベンチャー起業支援の強化

効果

アイデアを形にする新産業の創出

- 2020年の世界市場規模は160兆円規模
- 知識配信事業者、知識活用サービス事業者
- 誰もがサービスを創れることによる
新たなバリューチェーンの構築、サービス生産性の向上
- サービス摺合せ技術を日本から世界へ発信

重点技術 1 サービス創造ネットワーク

① ネットワークサービスのモジュール化／プラットフォーム化技術

ネットワークサービスの共通モジュール技術、モジュール保護技術、汎用プラットフォーム技術

② 大規模知識配信・流通実現技術

知識収集技術、知識配信技術、知識データ分析技術、および知識データマイニング技術

③ 大規模分散サービス知識データベース構築技術、ネットワークビルトイン型サービスプロセス可視化技術

知識を格納する超大規模データベース構築技術、
ネットワーク自体がサービスを行えるための可視化機能のサポートと、そのツール群の提供

重点技術 2 メディア創造ネットワーク

① マイクロメディア流通環境技術

個人一人一人からの情報発信が容易に行われるための、いつでもどこでもだれでも簡単に
情報発信可能な有線無線統合伝送技術および対応端末技術、および情報流通環境の整備

② 情報信頼性判定技術

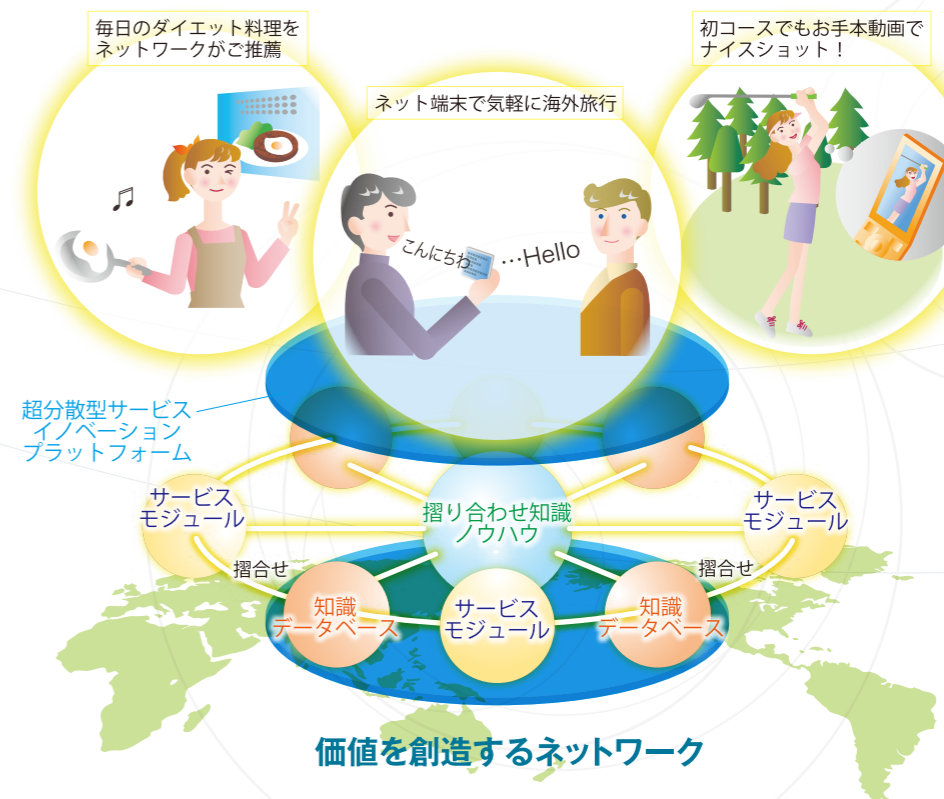
多くの情報の中から正確で有意義な情報を選択するための、情報解析技術ならびにデータベース構築技術

③ ユーザ適応ニューメディア生成技術

既存メディアでは提供不可能な新たな価値を持つ情報を提供するための、
ユーザ状況の把握とそのニーズに合わせた情報の生成技術

ターゲットの背景

単にコネクションを提供するだけのサービス提供から脱却し、新たなサービスイノベーションをネットワークに起こすことを目指します。ユーザ視点に立ったサービスを提供するための新たなバリューチェーンの創出、ユーザニーズ多様化とサービス機能の共通化の両立が課題です。さらに将来的には、ネットワーク中を流れるサービス情報を収集し蓄積すると共に、ビジネスや人間系の知識を融合させ、これまでにない新たなサービスを生成する基盤ネットワークの実現が必要と考えます。



トラスタブルネットワーク

目標ネットワーク

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ネットワーク

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ネットワーク利用環境

技術目標

トラスタブルネットワーク社会基盤技術

ネットワーク、端末、ユーザ、および管理者を含めたトータルな運用信頼性を提供する技術

人と社会が信用できるネットワーク技術

強固なプライバシー保護や人と社会の信頼性が、簡易な設定で得られるネットワーク技術

R&D推進主要方策

ネットワーク運用技術・セキュリティ対策技術の高度化と新産業創出

これまでのネットワークで蓄積したネットワーク運用技術の高度化と応用

アセスメント検討グループとの連携によるセキュリティ対策の啓蒙活動強化

ネットワーク運用技術・セキュリティ対策技術に関わるベンチャー支援による新産業創出

分野横断的な対応による産学官連携の実施

効果

ICTインフラの安心安全を実現

ICT への心理的不安要因を解決

非常時・災害時にも機能する社会基盤獲得

プライバシー情報・機密情報漏洩を極少化

ターゲットの背景

情報通信ネットワークは個人や組織のあらゆる社会的活動において必要不可欠なものであり、継続的なネットワーク機能の維持のためには、ネットワーク自体の安定性(スタビリティ) および信頼性(トラスタビリティ) が重要です。そこで、高度な耐障害性および障害からの速やかな復旧、人為的なミスやサイバー攻撃の発生時にも安定的な運用を実現するサービス保証、安全性と信用が確保されたネットワーク利用環境、全社会規模のネットワークのトラスト新基盤の実現が必要と考えます。

重点技術 1 トラスタブルネットワーク社会基盤

①トラスタブルな端末・インフラサービスアプリケーション

ネットワークにつながる端末からインフラサービスにいたる各階層におけるトラスタビリティ技術

②トラスタブルなアプリケーション開発・検証環境

サービスアプリケーションの開発段階から脆弱性を検知し除去するための要素技術

③トラスタブルネットワーク管理・運用技術

高度な自律性を持つトラヒック中継装置の開発と、管理者の運用作業を最低限に抑制するための支援機構

④サバイバルネットワーク

自然災害等の非常時におけるネットワーク利用者自身のサバイバビリティを確保するための通信技術

重点技術 2 人と社会が信用できるネットワーク

①ネットワークエンティティ認証基盤技術

P2P(ピア・ツー・ピア)型通信を意識した認証基盤技術、オペレーティングシステム(下位レイヤ)に組み込まれた認証技術および、それらの簡易な認証設定技術

②通信主体の認証基盤技術

通信相手のアイデンティティを明確に管理するとともに、その信頼性を客観的に評価するための技術

③高度情報管理技術

個人のプライバシー情報や組織の機密情報を情報の一次作成者がその意思をもって一元的に管理するための技術



生活環境を支えるネットワーク

ターゲットの背景

新世代ネットワーク時代に予見される人類の社会生活に密接に関係する社会的問題として、環境問題、食料問題、高齢化問題などが挙げられます。そのような環境において、人が人らしく生活できる社会、高いQoL(Quality of Life)の実現のためには、あらゆる生活シーンにおいてICTによる生活者支援が必要です。特に環境問題、食料問題においては流通の国際化や国際協調が進んでいるため、地球規模の広い範囲において、人、物、生活環境が生成するセンサー情報を感知、追跡し、必要に応じて収集・処理、あるいはアクチュエータを駆動することが可能となれば、国境をまたいだ食材の流通管理や環境モニタリング、ネットワークを用いた交通事故防止、高齢者に対する遠隔からのヘルスケアアドバイス、ネットワークロボットによる生活者支援等が実現可能となります。そこで上記の社会的課題の解決にむけた新世代ネットワーク技術の開発が必要と考えます。

目標ネットワーク

あらゆるシーンにおいて生活者を支援する
センサー・アクチュエータネットワーク

生活環境に存在する膨大な量のセンサー・アクチュエータを地球規模であまねく接続、統合管理する大規模センサー・アクチュエータインフラと、その上で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ミドルウェアから構成される地球規模環境感知ネットワーク

技術目標

グローバルセンサー・アクチュエータクラウド

生活環境に存在する膨大なセンサー・アクチュエータ群のクラウド化による統合管理・制御技術

10兆個/年の物流追跡、1000万ユーザのライブ生体モニタリングといったセンシングサービスにおいて流通する膨大な量のセンサーデータに対するリアルタイム処理と実世界とのインタラクション技術

R&D推進主要方策

電子デバイス技術の強みを活かした
センサー・アクチュエータノード開発とオープンテストベッド化

ワイヤレスセンサーとアクチュエータのノード技術に焦点を当てた研究開発の促進

センサーテストベッドの早期構築、世界展開によるノード技術検証とサービス開発の加速

アクチュエータAPI(Application Programming Interface)のデファクト確立とサービス開発コミュニティ育成

効果

あらゆる生活シーンでのICT支援を実現

食料資源流通管理や交通事故防止による安心安全の実現

環境モニタリングによる環境保全の実現

遠隔ヘルスケアや生活支援ロボットによるQoLの高い高齢化社会の実現

組み込みデバイスまで含めた大規模クラウドインフラ実現

重点技術 1 量的爆発を支えるネットワーク

①センサー・アクチュエータノード技術(省エネ、実装)

超省電力、超高精度、超軽量等、極限的な状況に置かれるセンサー・アクチュエータノードのハードウェア設計技術

②センサー・アクチュエータクラウド構成・制御技術

体内マイクロマシンレベルから地球、宇宙といった広大な空間に散在する超分散ノードに至る多様なノードによるセンサー・クラウド構成技術

③クラウド自己組織化技術

接続可能なネットワークや隣接センサー・アクチュエータを自律的に検出し接続するクラウド自己組織化技術

重点技術 2 見守ってくれるネットワーク

①環境適応センシング技術

収集した1次センサーデータの分析結果から、環境やユーザ個人のプロフィールやコンテキストを自動学習し、それに基づくセンサー・アクチュエータ自動設定技術

②インネットワークプロセッシング技術

データオリエンテッドネットワーク技術を活用した、リアルタイムで柔軟性の高い可逆集約型インネットワークプロセッシング技術

③ワイヤレスネットワーク仮想化技術

目的や用途、個人のコンテキストに応じて動的に構築可能なオンデマンドセキュア仮想ネットワーク技術



ユーザーが制約を 意識しないネットワーク

目標ネットワーク

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ネットワークを
同時運用可能な多様性を収容するネットワーク

ヘテロなネットワークにおいても
首尾一貫としたサービスが可能なユニファイドネットワーク

ユーザー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

技術目標

多種多様な要求に対応できるネットワーク技術

サービス単位等に合わせた
異なる仕様のネットワークを複数運用可能な技術

ユニファイドネットワークにおける
エンド・ツー・エンドでの最適伝送を可能とする技術

複雑な設定を必要とせず、
ストレス無くネットワークサービスを利用可能な技術

R&D推進主要方策

テストベッドを活用し、R&D推進を加速

競争力のある光/無線技術をベースに開発強化

ユニファイド・ネットワーク・テストベッド早期構築

フェデレーションテストベッドおよび擦り合わせ技術強化

テストベッドを活用した運用管理者の育成強化

効果

個人にカスタマイズされたネットワークを提供

ネットワーク運用管理の極限的簡易化

自動ネットワークによるユーザーストレスの解消

マイグレーション容易化による進化ネットワークの実現

社会問題解決、未来社会実現の基盤インフラ提供

重点技術 1 多様性を収容するネットワーク

① 仮想ネットワーク実現のためのノードおよびネットワークリソース仮想化技術

マルチレイヤーでの仮想ネットワークを提供するため、
複数レイヤーにおけるプロセッシング機能等を含めたノードおよびネットワークリソースの仮想化技術

② 物理ネットワーク上での仮想ネットワーク構築技術

ヘテロな物理ネットワークリソース上へ仮想ネットワークリソースをマッピングし、
複数の仮想ネットワークを構築するためのネットワーク構築・運用・管理技術

③ 適切なリソースを利用した新規/一時的機能の動的起動(アダプティブ・カスタムネットワーク)技術

ネットワーク構成やトラフィックの動的変化等への対応、
および新規機能の動的追加等へ対応可能とするための適切なリソースを活用した動的機能の起動技術

重点技術 2 ネットワークユニフィケーション

① パス/パケット統合ネットワークにおけるデータ伝送技術

パス/パケット伝送を統合するネットワークアーキテクチャ、
およびフローの特性に応じたルートや伝送方式でのデータ伝送を実現する技術

② 無線/有線統合ネットワークにおけるデータ伝送技術

粗密な無線ネットワークや光有線ネットワーク伝送を統合するネットワークアーキテクチャ、
およびフローの特性に応じたルートや伝送方式でのデータ伝送を実現する技術

③ 光/電気/無線&パス/パケットのマルチ統合ネットワーク構築・運用技術

無線/有線、光/電気、パス/パケット伝送を統合したユニファイドネットワークでのデータ伝送、および運用・管理技術

重点技術 3 “OMOTENASHI” ネットワーク

① 自動ネットワークコンフィギュレーション技術

無線/有線、光/電気、パス/パケットを統合したユニファイドネットワークを
負荷なくユーザーが利用可能とするためのネットワーク容易利用技術

② ネットワーク状況可視化と自律型ネットワーク技術

ネットワーク状況や様々なネットワーク問題を可視化し、またユーザーの意図に応じた問題解決対応をしつつ
ネットワークを最適に保つ自律型ネットワーク技術

③ ユーザーデータ制御ネットワーク技術

ネットワーク利用者のデータを発見且つ管理するアーキテクチャ、
およびユーザー希望に従ったネットワーク上のユーザーデータ制御を可能とする技術



ユーザーが制約を意識しないネットワーク

地球に優しいネットワーク

目標ネットワーク

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、多様なアプリケーションで共有する「周波数利用高効率型ワイヤレスネットワーク」

技術目標

グリーンネットワーク(超低エネルギー情報流通)技術

現在比で1/1000のエネルギーで単位情報量を転送可能なネットワーク(エネルギー効率1000倍。現在技術ではエネルギー効率10倍程度が限界)

周波数資源高度利用技術

動的周波数共有技術および小セル化からなる周波数利用技術と、未利用周波数帯のサブミリ〜テラヘルツ波帯の開拓によって実現する周波数利用高効率化による、無線通信容量(許容トラフィック)の100倍化

R&D推進主要方策

ネットワークアーキテクチャや無線通信方式の革新による目標達成

低消費電力化を目標とした新たなネットワークアーキテクチャの研究開発促進

産業を促進する国際標準化

周波数共有技術検証の推進

周波数利用効率向上技術の開発推進と、それと連動しエンド・ツー・エンドの品質保証が可能なFMC(Fixed Mobile Convergence)技術開発の加速

効果

地球環境負荷低減と通信量増大の両立

エネルギー低減技術の強みを生かした情報通信市場の牽引

更なる通信トラフィック増加、利用者増加、多様なアプリケーションの許容

省エネルギーネットワーク技術を用いた国際貢献

あらゆる情報家電/アプリケーションのポータブル(ケーブルレス)化による、ユーザビリティの向上と新しいユースケース/ビジネスモデルの開発

重点技術 1 グリーンネットワーク(超低エネルギー情報流通)

①低消費電力指向ネットワークアーキテクチャ構成技術

情報転送の低消費電力化を目標関数とした新たなネットワークアーキテクチャの創出と、その検証技術

②ICT総体での低消費電力情報流通技術

ネットワーク内における流通コンテンツの配置・転送メカニズムの最適化技術

③低消費電力フォトニックネットワーク、光アクセス、ワイヤレスアクセス(省電力デバイスを含む)

通信装置の低消費電力化技術

④ホームネットワークの低消費電力化技術

現在電力消費の多くを占めている宅内通信機器、通信方式の低消費電力化技術

⑤低消費電力ネットワーク用通信プロトコル

スリープ機能など低消費電力化に伴うアプリケーションの一時的なネットワークからの離脱や、通信帯域の低下に対応する通信プロトコル

⑥ネットワーク、アプリケーションにおける電力使用量算定方式、リアルタイム計測とその情報流通技術

通信装置における電力量の算定方式と、フィードバックを行う為のリアルタイム計測および情報流通技術

重点技術 2 周波数資源高度利用

①新周波数資源利用技術

ミリ波、サブミリ波〜テラヘルツ波の未利用周波数帯の利用技術

②コグニティブ無線技術

周波数利用状況のセンシングとその情報の共有技術、および複数システム間における同一周波数共有技術

③ヘテロジニアスネットワークによるシステム間連携技術

利用システムの切り替えも考慮に入れたモビリティプロトコル、および異システム間ハンドオーバー技術



新世代ネットワーク ファンダメンタルズ

五つのターゲットを支える基盤

新世代ネットワーク時代における情報環境を特徴づける最も顕著なものとして、ネットワークの超大規模化・複雑化などが挙げられます。しかし、その規模などの量的課題や複雑さなどの質的な課題に対処するための個々の情報通信技術に対しては、これまでの伝統的な解決手法の有効性が失われつつあり、新しい方法論が必要とされています。また、知識社会化への対応や先鋭化する先端領域の物理、デバイスとの調和も必須と考えます。言い替えると、古典的な方法論を脱し、新世代ネットワークにおける多様な新たな状況と要求に対応し、新価値創造に向かうための新しい基盤（ネットワークファンダメンタルズ）の実現が必要と考えます。

目標ネットワーク

量的にも質的にも、超巨大なシステムの持続的運用が可能なネットワーク基盤

超大規模化、複雑化、多様化などに代表される新世代ネットワークの属性や状況に対応し、また、新世代においてネットワークに期待される多様な価値基準・機能性能指標に対応した、基盤ネットワーク

技術目標

複雑化、学際化するネットワーク研究の基盤技術

超大規模複雑システムを支える学理的基礎と基盤技術

端末・人・社会の複雑な振舞を考慮したネットワーク基盤技術

知識社会に対応した価値創発の基盤技術

先端物理、材料、デバイス領域とネットワーク領域の価値連鎖構築

R&D推進主要方策

ファンダメンタル領域の戦略的推進

ネットワーク基盤アーキテクト育成

異分野連携研究推進スキーム

ファンダメンタル領域の戦略性強化

効果

イノベーションの種をつなぐ

新世代ネットワークを支える基盤技術からの多様な拡がり

知識社会、価値創発への貢献

物理・デバイス領域の日本の強みをネットワーク領域へ展開

重点技術 1 ネットワークアーキテクチャファンダメンタル

① ネットワークアーキテクチャ新基盤

ネットワークサイエンスの深化・拡がり、伝統的古典論から脱却した新世代ネットワークアーキテクチャ基盤技術

② ネットワーク性能・価値評価新基盤

新世代ネットワークに期待される多様な性能指標、価値基準に対応した基盤技術

重点技術 2 知識社会ネットワークファンダメンタル

① 知識社会ネットワーク連携基盤

人や社会の価値創発を実現するための基盤技術

② 人間理解ネットワーク連携基盤

人の行動や情動、感覚運動系、脳情報も射程にした基盤技術

重点技術 3 ネットワーク物理アーキテクチャファンダメンタル

① 物理レイヤと機能レイヤの擦り合わせ技術

材料、デバイス領域と機能システム領域の擦り合わせにより、日本型イノベーションを展開

② 新ICT原理のネットワーク展開技術

先端物理、光、材料、バイオロジーの知見をネットワークの付加価値へ展開

