



National Institute of Information and Communications Technology

ビッグデータの利活用を促進する新世代ネットワーク ～情報伝達の土管から、情報流通基盤としてのネットワーク～

(独)情報通信研究機構 ネットワーク研究本部
ネットワークシステム総合研究室

西永 望



NWGN
New-Generation Network

- Big Dataとインターネット
 - ビッグデータを扱うためのネットワークへの要求条件
- 新世代ネットワーク研究開発の現状
- 研究開発成果の利活用を促進するテストベッド

BIG DATAとインターネット

1. サイバー空間: E-コマースのデータ等
2. 現実空間: センサーデータ等

後者の伸びが著しい

→ Internet of Things

あるいは

Cyber Physical System

- シスコの予測
 - 2020年に少なく見積もっても500億

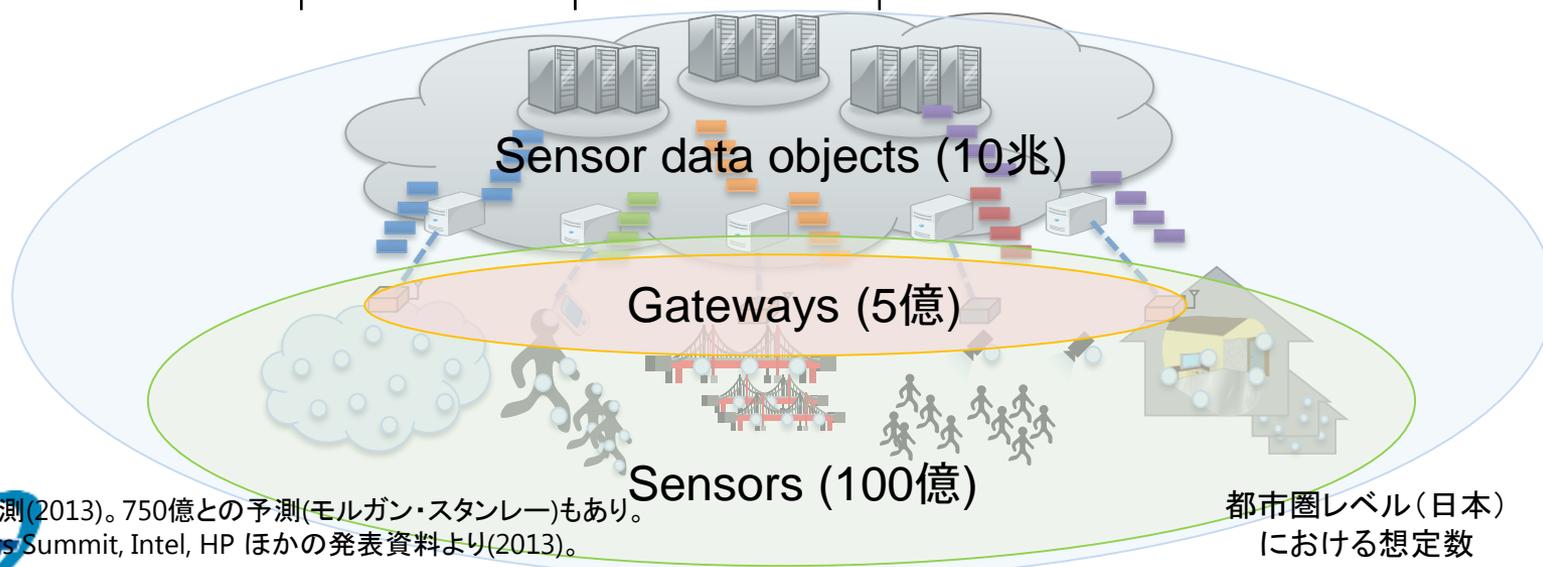
500億(50G個)が1秒間に1バイトのセンサデータを出すだけで50Gbyte
- WWRFの予測(2007年)
 - 2017年に7兆個のデバイスが70億人に
- 兆単位のセンサ
 - TSensors (Trillion Sensors) Summit

大量のデバイスが使えるネットワーク

2020年頃に想定されるセンサー数・センサーデータ数

2020年頃には、全世界でネットワーク接続する500億のデバイス※1、1兆のセンサー※2が利用されるようになると言われている。単純な人口比で計算すると、日本においては都市圏レベルで、5億個のデバイス、100億個のセンサーが利用されることになる。1センサーあたり5秒に1つセンサーデータが発生すると、10兆/hを超える。

	Gateways	Sensors	Sensor data (per hour)
全世界レベル	500億	1兆	1000兆
都市圏レベル (日本)	5億	100億	10兆



※1 Cisco予測(2013)。750億との予測(モルガン・スタンレー)もあり。

※2 TSensors Summit, Intel, HP ほかの発表資料より(2013)。

- 大量のデータからの検索
 - データが集まっているところで処理
 - 集中型データセンター
 - データが大きすぎて集められない
- 分散処理→分散データベース
- 高い反応速度が必要な処理は?
 - データの発生源近くで処理(HFトレード)

分散化した情報処理基盤と一体化したNW

- 現実世界からセンスされる情報
→仮想空間で処理
- 生活空間に密着する情報
→生活空間に近いところで必要
気象情報、交通渋滞情報等
地域性のあるユースケース多数
→なんでも集めるのはEcoじゃない

大量のデバイスが使えるNW

分散化した情報処理基盤と一体化したNW

情報の地産地消が可能なNW

- Keep It Simple and Stupid
 - データを送るための“土管”
- 自律分散システム
 - 人手を介さずに障害対策(もともとの成り立ち)
 - 経路を自動的に発見→接続性の保証
- デバイスのIDはIPアドレス
 - 情報のやり取りは、IPアドレスを基本として実施
 - 情報をやり取りしたい相手のIPアドレスが必須
 - IPアドレスと現実の住所は異なる

大量のデバイスの接続が可能なNW

IPv6は必須。デバイスの接続はできてもデバイスの発見は困難。別な仕組みが必要。

分散化した情報処理基盤と一体化したNW

インターネットはただの土管。

情報の地産地消が可能なNW

通信相手がどこにいるのかわからない。クラウドに投げたらどうなることか。。

新しいネットワークが必要

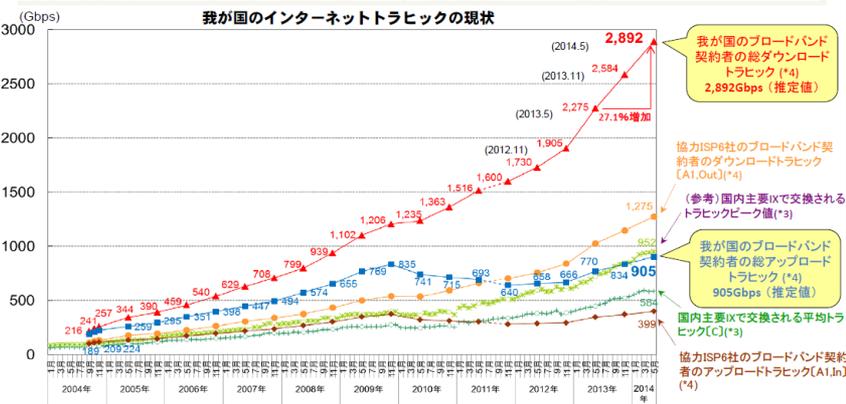
新世代NW研究開発の背景

我が国のインターネット通信量の推移

2. 我が国のインターネットトラフィックの現状

- 我が国のブロードバンドサービス契約者⁽¹⁾の総ダウンロードトラフィックは推定で約2.9T(テラ⁽²⁾)bps。前年同月比27.1%増となった。
- また、総アップロードトラフィックは推定で約905Gbps(前年同月比17.5%増)。

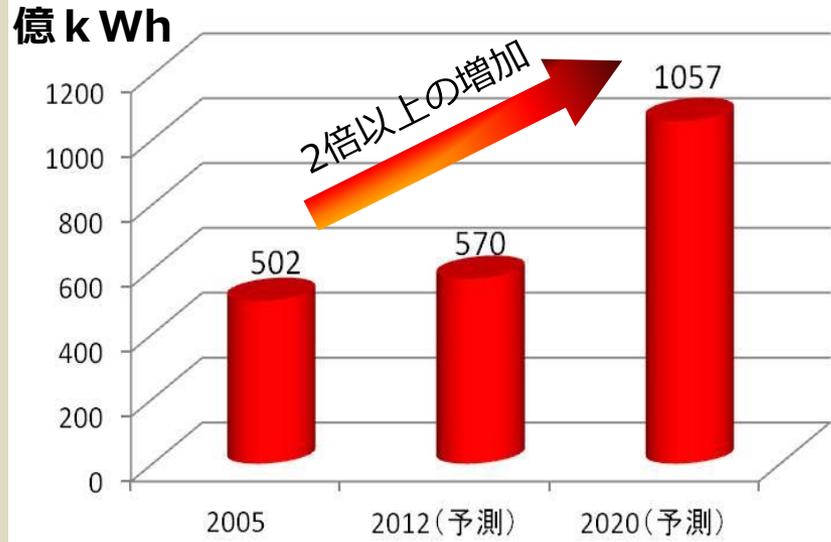
総ダウンロード
ギガビット毎秒



(1) FTTH, DSL, CATV, FWA
 (2) 1T=1000G
 (3) 2007年6月分はデータに欠落があったため除外。2010年12月以前は、主要IX3団体分のトラフィック。
 (4) 2011年5月以前は、一部の協力ISPとブロードバンドサービス契約者との間のトラフィックに携帯電話網との間の移動通信トラフィックの一部が含まれていたが、当該トラフィックを区別することが可能となったため、2011年11月より当該トラフィックを除く形でトラフィックの集計・試算を行うこととした。

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26年10月)

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



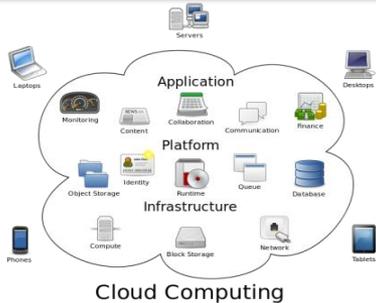
「2020年におけるICTによるCO2削減効果」
 グローバル時代におけるICT政策に関するタスクフォース
 地球的課題検討部会 環境問題対応ワーキンググループ より抜粋

超高速・大容量で効率的なネットワークの構築が不可欠

インターネットの破綻

- 1960年代にその基本的なアーキテクチャ、原理原則が設計されたインターネットは、現代社会からの要求に応えられなくなりつつある

クラウドコンピューティングの台頭 所有から利用へ

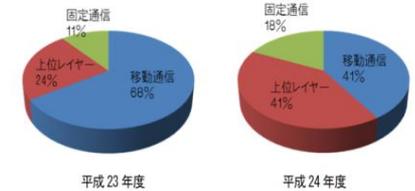


- 情報サービスを実現する為の設備保有をアウトソースして、情報サービスを実現する“クラウド”が台頭。クラウドを実現するために**コンピュータの仮想化**が加速。
- ICTサービスの提供が“**Agile**”に。その結果、迅速なネットワークサービスの顧客提供が必須。
- ネットワークの仮想化が必須**

モバイルネットワークの急成長 固定から移動へ



【参考】重大な事故の内訳



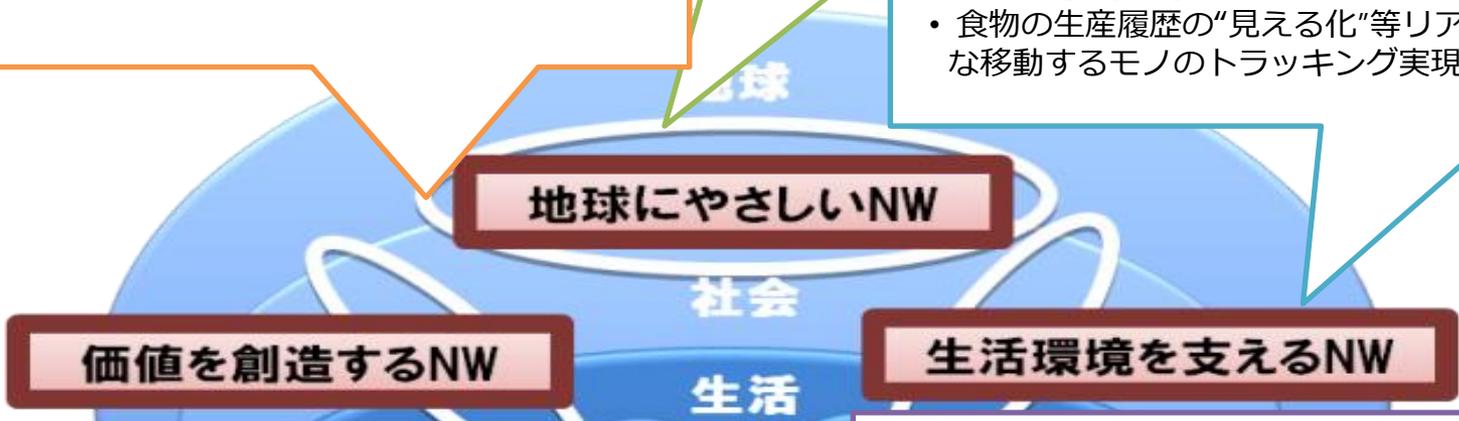
- インターネットは、**固定された端末の住所 (IPアドレス)**を基本に情報を交換 (**ロケーションベース**)。
- センサー等の超多数のデバイスが移動しながら通信を開始。増え続けるスマートフォンが網障害を引き起こす。
- 移動がデフォルトな通信環境が現実化**

NWGNのデザインゴール

- 年率1.4倍(日本)で増加するトラフィックの収容
- 「グリーンネットワーク」(消費電力の抑制)の実現

- 新規サービスやアプリケーションの柔軟かつ迅速な導入
- 情報サービスやアプリケーションによるネットワーク機能の制御

- 超大量な“ネットワーク化されたモノ”の出現
- 食物の生産履歴の“見える化”等リアルタイムな移動するモノのトラッキング実現



地球にやさしいNW

価値を創造するNW

生活環境を支えるNW

- ユーザの状況、サービスに合わせ適切なセキュリティレベルの提供
- ネットワークを流れる情報のネットワーク内監視と巨視的なセキュリティ対策

- 突発的な災害等による著しい通信状況の変化や、ユーザ、サービスからの要求に柔軟に構成を変えられるネットワーク機能の実現
- パス・パケット、有線・無線など様々な物理ネットワークを統合し、仮想化する機能の実現

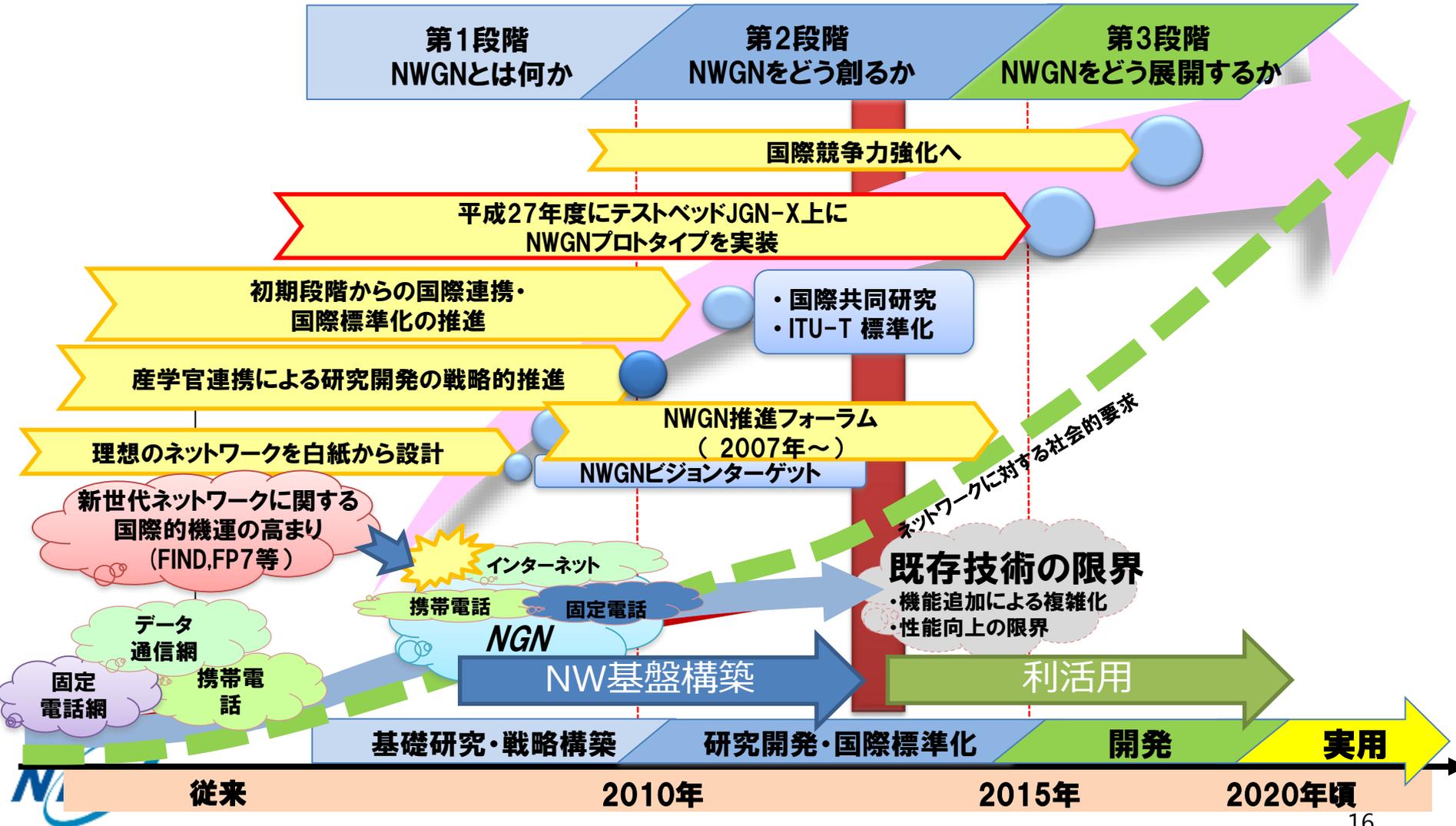
トラスタブルNW

制約を意識しないNW



新世代ネットワーク実現へのロードマップ

信頼性やエネルギー消費等の現在のネットワークが抱える様々な課題を解決する将来の社会基盤として、新しいアーキテクチャに基づくインターネットの次の「新世代ネットワーク」の2020年頃の実現を目指す研究開発を推進



新世代ネットワーク研究開発の 現状

新世代ネットワークの全体俯瞰



NII/CM

将来にわたって更に多様化するサービス、情報アクセス手段を統合的に收容できる、持続進化が可能な新しいネットワーク

アプリケーション層

緊急
災害対応

スマート
グリッド

教育

コンテンツ
配信

医療

電子
商取引

移動体
サービス

公共

環境
センシング

超臨場感
通信

...

新たな
アプリケーション

低遅延/非常時即時立上げ・中断/高信頼/省エネ/高品質/セキュリティ/低コスト等、アプリケーションからの要件

情報指向ネットワーク技術

認証

ビッグデータ

超大規模情報流通技術

グリーンネット
ワーキング

名前(ID)空間

ID/Loc分離技術

M2M

クラウド

IoT

低消費電力指向コンテンツ配信技術

プラットフォーム層

仮想化基盤層

仮想化基盤

ネットワーク仮想化技術

光パケット・光パス統合技術

光アクセス技術

有無線統合ネットワーク技術

衛星通信

放送

第4/5世代移動通信

無線LAN

近距離無線通信

中長距離無線
データ通信

広域メッシュ
ネットワーク

M2Mネットワーク
車車間/路車間/歩
車間通信

無線センサー/
ユーティリティネットワーク

家庭内
ネットワーク

物理ネットワーク層

無線アクセス技術

高度周波数共用技術

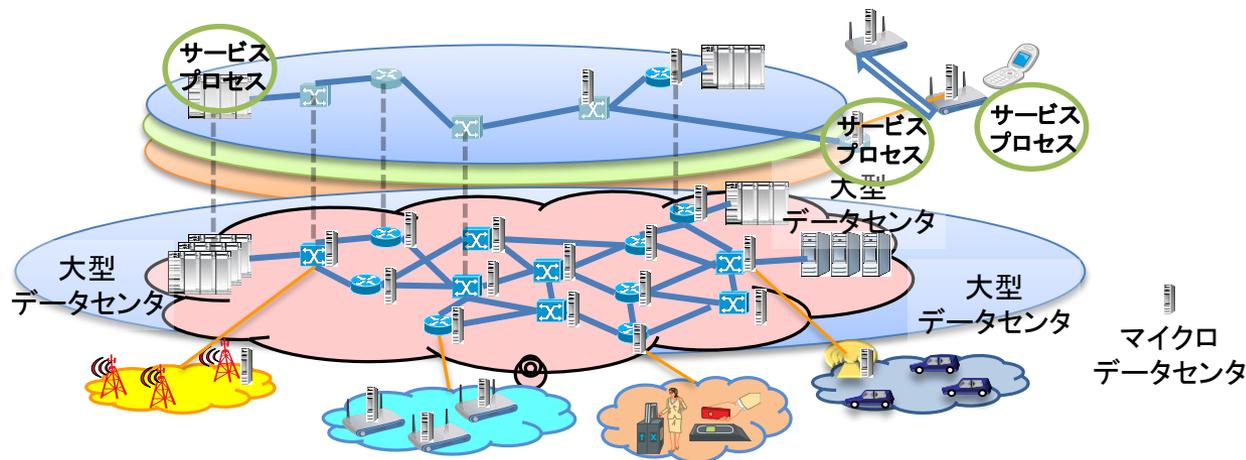
ホワイトスペース利用通信

新世代セキュリティ技術

• “超分散クラウド” + “SDN”

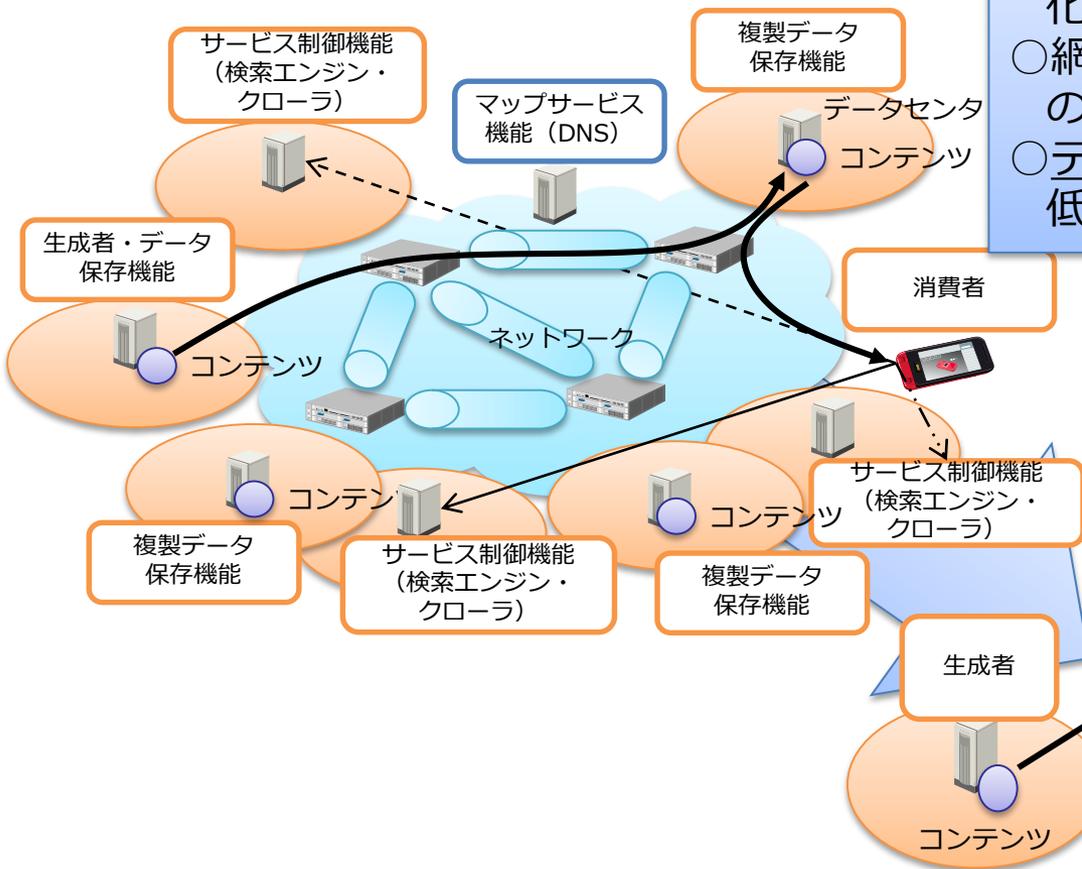
- データセンターの中から網の中へ染み出すクラウドコンピューティングリソース
 - エッジルータ近傍、アクセスルータの中にあるマイクロデータセンター (計算、記憶リソース)

- サービスのための**プロセス**はデータセンターの中だけでなく、網の中に溶け込み
 - 端末とサービスの反応時間を最小化し、通信の局所化。データセンター内、エッジ、アクセス、宅内のリソースも使いながら分散協調してサービスを実行



Big Dataの利活用という観点から

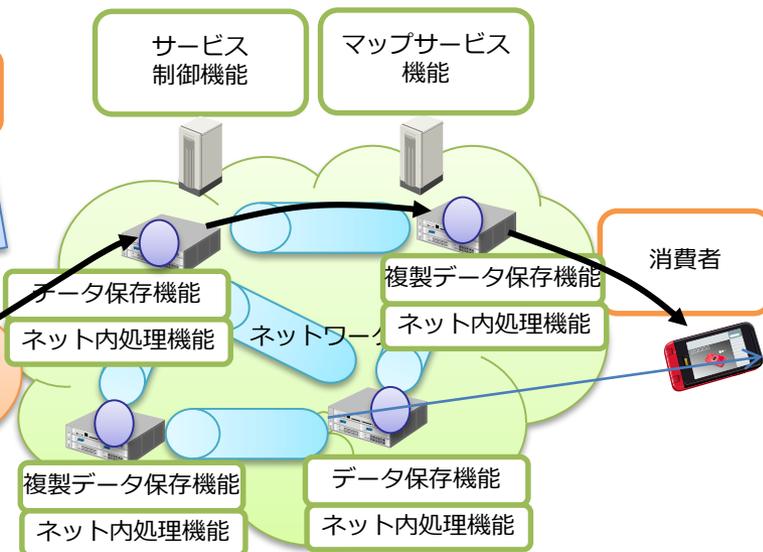
インターネット



ポイント

- 従来のダムパイプだけでなく、網の高度化により、端末側の負担を軽減
- 網内での処理によりサービスレスポンスの改善
- データの地産地消によるビットマイルの低減

新世代ネットワーク



時間変動する情報流通ネットワーク アーキテクチャ設計書Ver 1.1 (平成25年9月1日)より

<http://www.nict.go.jp/nrh/4otfsk000002b9hf-att/whitepaper-ver1.1-20130901.pdf>

- ネットワークにつながるデバイスの爆発的な普及
- デバイスがつながったネットワークの増加
- オープンデータ化の進展により、データソースも多様化
- それぞれのセンサーネットワークを“都合の良いように”どう連携させるか？
 - P2PベースのセンサーネットワークPF PIAX

PIAXが実現するネットワークサービス基盤



NWGN

PIAXは、「属性情報(attribute)」を持つ「オブジェクト(object)」がネットワークへ大量に、かつ自律的に接続・切断する状況のもと、対象となるオブジェクト集合を「属性情報の条件」によって指定し、データ配信やデータ集約を行うことを可能とする。センサーに限らず、さまざまな実世界情報に適用可能。

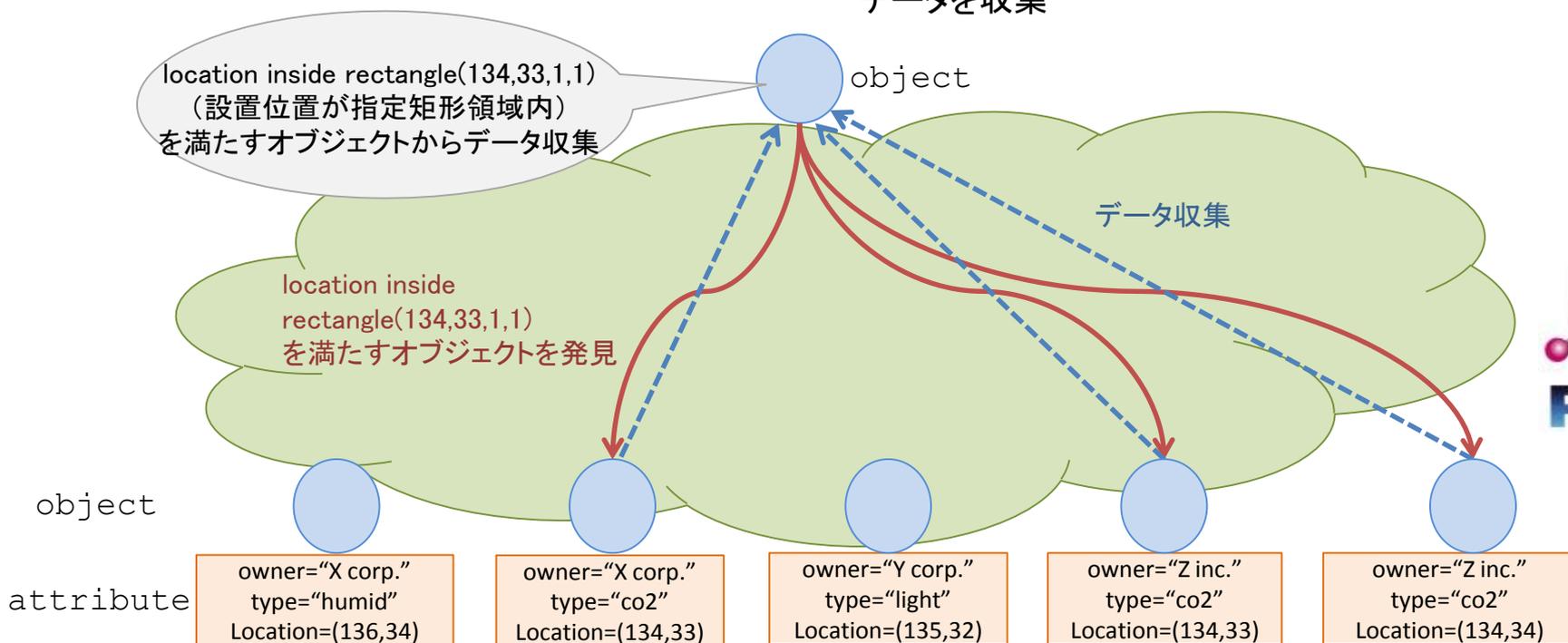
センサーオブジェクトの属性情報の例:

識別子、観測タイプ(温度、湿度、CO2等)、観測周期、観測領域、設置位置、観測内容に応じた属性(温度 > 40°Cのとき「猛暑」等)

センサーオブジェクトからのデータ収集の例:

観測タイプが'CO2'であるセンサーオブジェクトからデータを収集。

ある矩形領域に設置されたセンサーオブジェクトからデータを収集

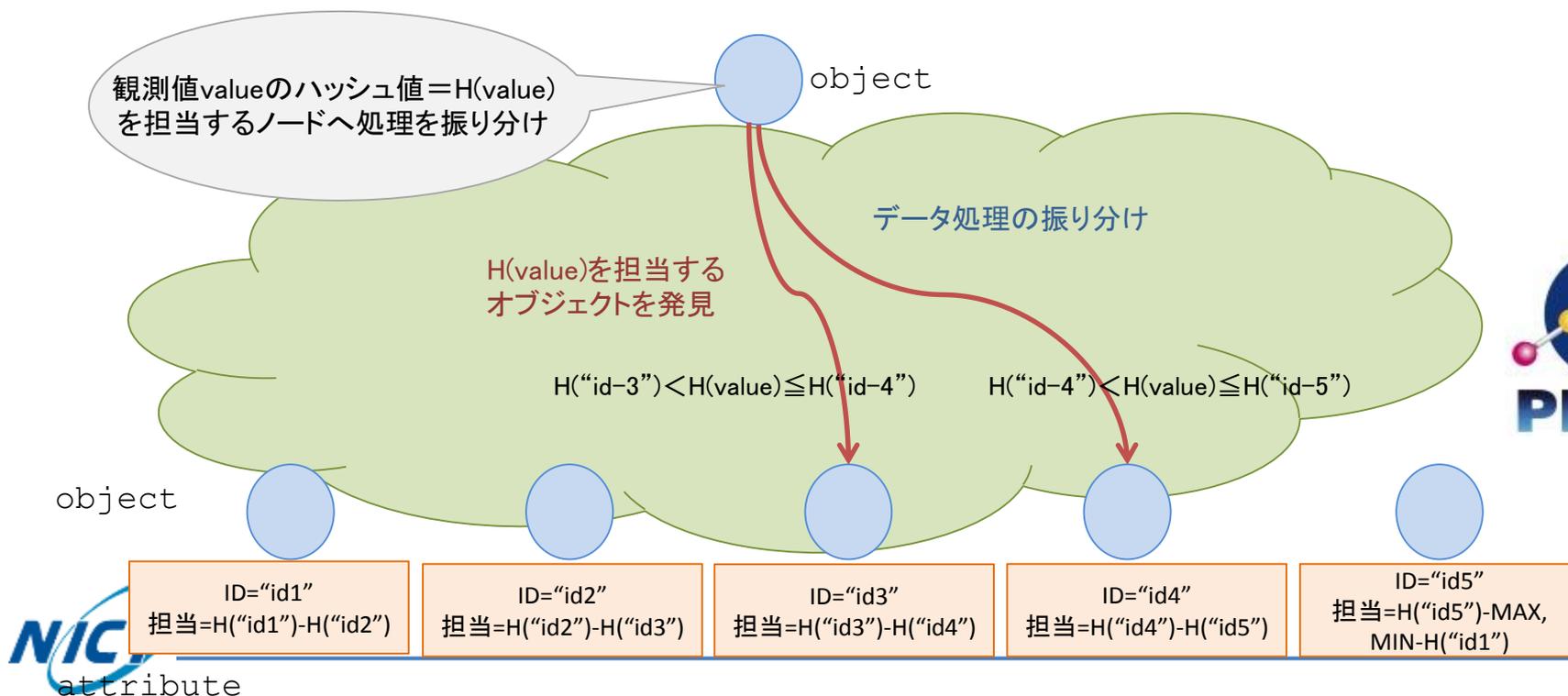


PIAXによるセンサーデータの分散処理の例

PIAXにおいて、各処理モジュールをオブジェクトとして扱った上で、処理を担当するセンサーデータの領域を属性として持たせ、発生されたセンサーデータを「担当する属性を持つ」オブジェクトへ配信することで、処理を振り分け、分散させる。

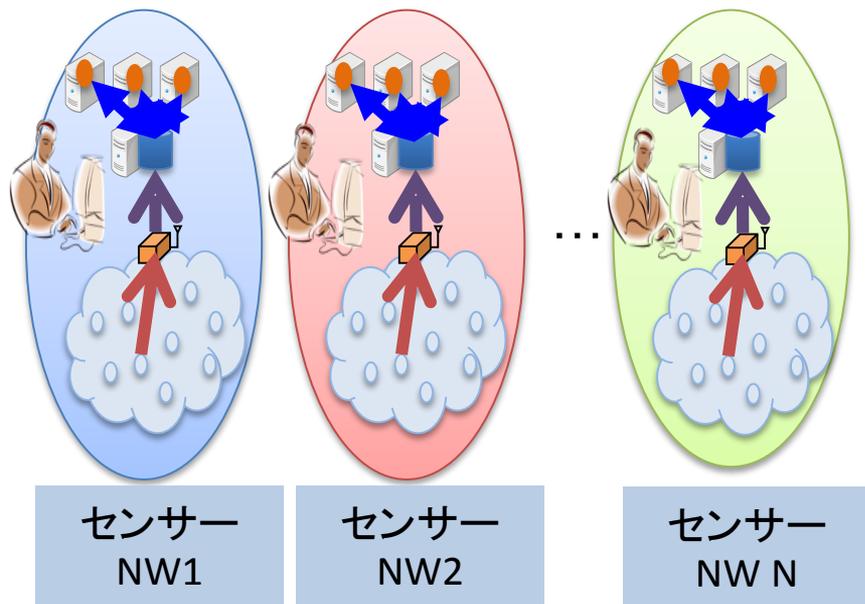
センサーデータ処理モジュールの属性情報の例： 担当領域（小金井市，領域(X,Y,W,H)など），観測タイプ（温度、湿度、CO2等），モジュールIDのハッシュ値，観測値の範囲（ $35^{\circ}\text{C} < \text{温度} < 40^{\circ}\text{C}$ 等）

センサーデータ処理の振り分けの例： 観測値の観測位置，観測タイプに応じて振り分けモジュールIDのハッシュ値（～隣接モジュールIDのハッシュ値）が観測値のハッシュ値に対応する場合に振り分け



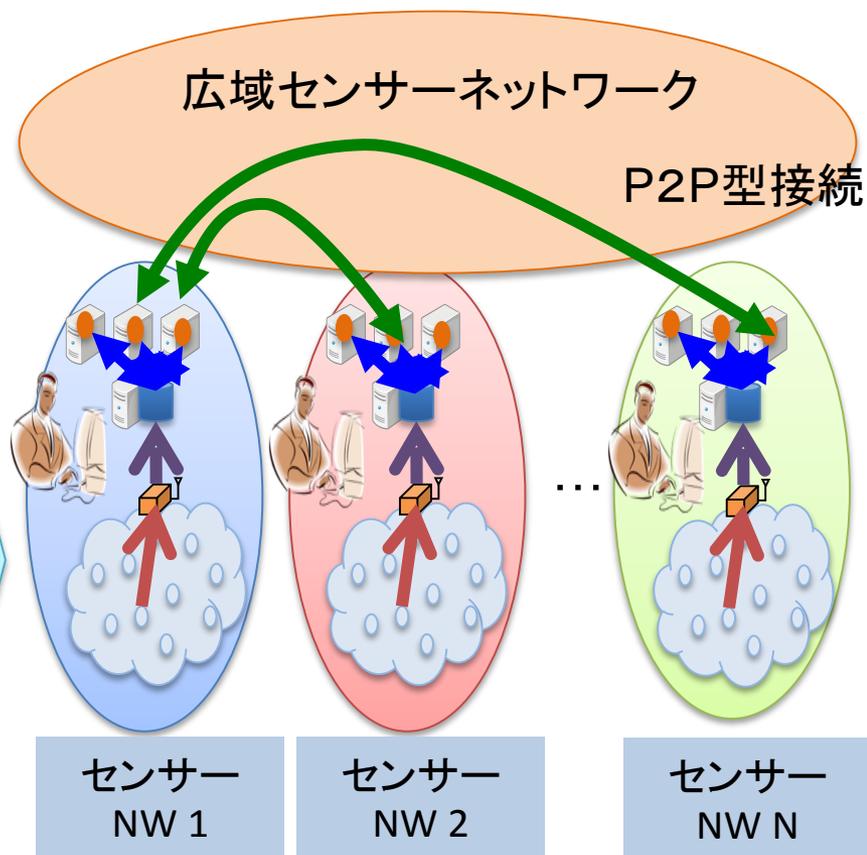
PIAXによるセンサーネットワーク統合モデル

異なるセンサーネットワーク



センサーネットワークに閉じた
センサーの検索・利用

設定
変更
のみ



異なるセンサーネットワークに
接続されたセンサーの検索・利

新世代ネットワークプロトタイプ構築 さらにサービス開発のための利活用へ

- 新世代ネットワークのプロトタイプとして2種類の実証基盤を構築

• **ボトムアップ型**: 新しいNW技術の研究開発のための極めて自由度の高いプログラム性を有するネットワーク仮想化テストベッド

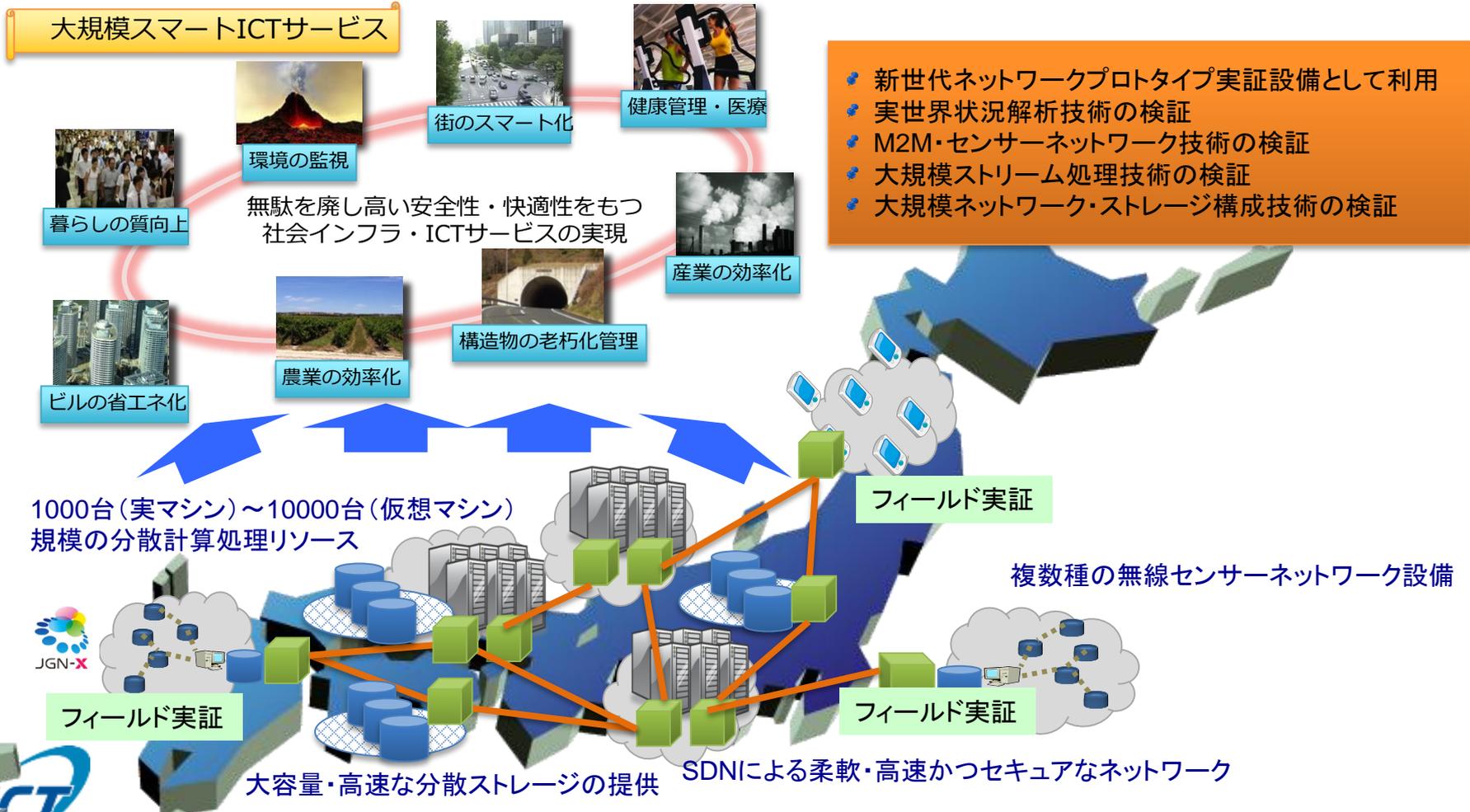
• **サービスからのトップダウン型**: 新しいサービスの研究開発のためのセンサー+広域SDN+分散クラウドインフラを提供する、大規模スマートICTサービス基盤テストベッド設備 (JOSE)

大規模スマートICTサービス基盤テストベッド(JOSE)の概要



NWGN

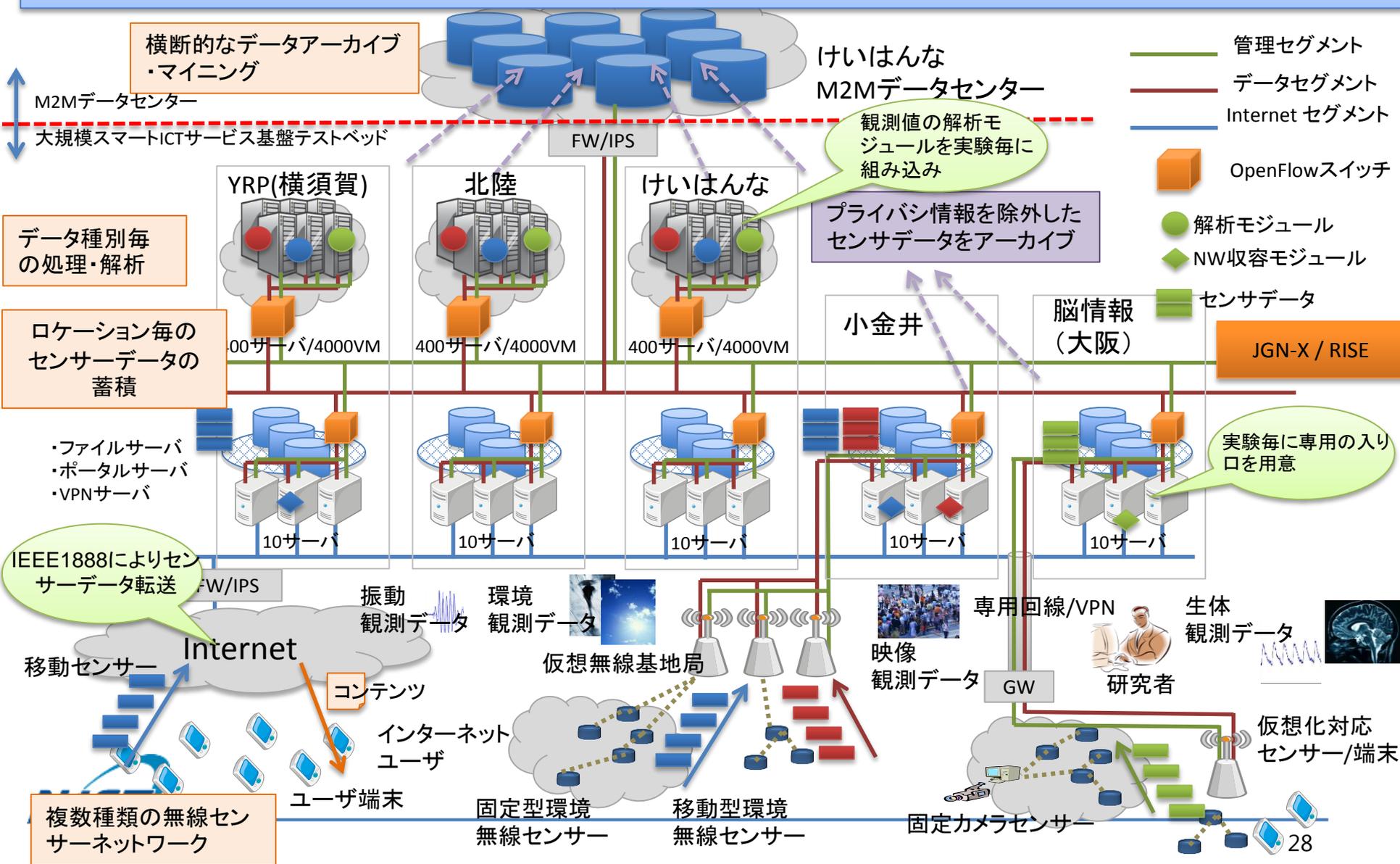
目的: 広域に配備された大量のセンサーから得られる観測データを、高速ネットワークで結ばれた分散拠点上の分散計算機を用いてリアルタイムに処理・解析するサービスを実装し、フィールド実証することが可能なテストベッドを整備。大規模スマートICTサービス基盤技術としての確立を目指す。





JOSEの全体構成

広域に分散配置されたVMとそれを接続するオープンフローベースのSDNを接続し、サービス資源の配置、サービスの連携をOTTから制御できる仕組みを提供



- Big Dataとインターネット
 - IoTがビッグデータの主流になりつつある
- 新世代ネットワークの研究開発の現状
 - アーキテクチャ
- 新世代ネットワークの今後
 - プロトタイプ開発