

新世代通信網テストベッド「JGN-X」の取組紹介

2015年2月

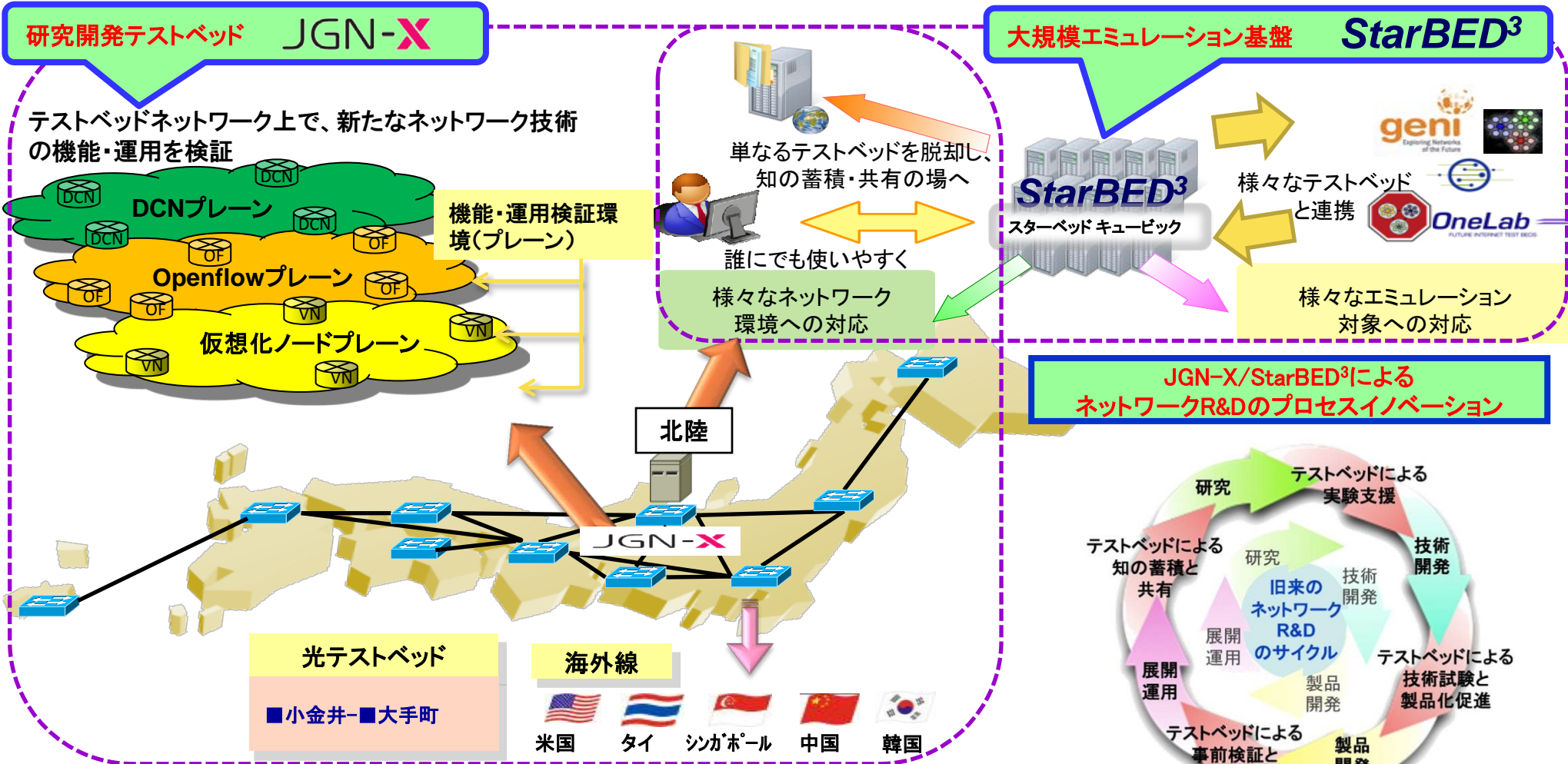
独立行政法人情報通信研究機構
テストベッド研究開発推進センター

住友 貴広



NICTが運用する大規模テストベッド

新たなネットワークの実現に不可欠な要素技術を統合した大規模な研究ネットワーク（JGN-X）、大規模エミュレーション環境（StarBED³）を構築し、**エミュレーションから開発・実証まで行える総合的なテストベッド環境**を利用して、新世代ネットワーク技術のスパイラル的進展を目指す。広く産学官にも開放し、タイムリーなアプリ開発等、利活用も促進。海外の研究機関とのネットワーク接続等も整備し、国際共同研究・連携や国際展開を推進。



JGN-Xにおける技術フェーズ



主体	研究者による研究開発	研究者+技術者による開発	技術者による開発+NOCとの連携	NOCによる運用
JGNとの関係	ユーザプロジェクト	ユーザプロジェクト	連携プロジェクト	サービスプロジェクト
目指すところ	Proof of Concept、Feasibility Study	サービス化に向けた検討	サービスの開始および拡張	研究ユーザーの拡大
展開の程度	一時的な展開	中・長期的な展開	運用能力に応じた展開	ユーザニーズに応じた展開

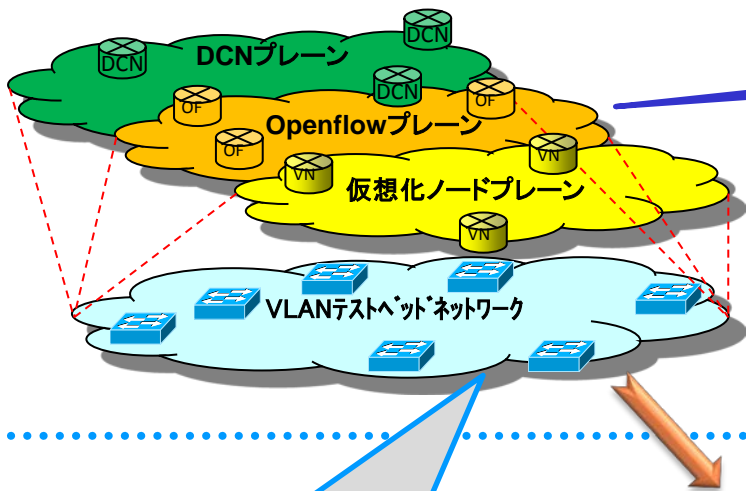
JGN-Xのネットワークの特徴・構成 (100G回線を提供開始)



新世代NW技術の確立とその展開にフォーカスし、日本を縦断する広域NWに以下の環境を実現することで、新世代NWのプロトタイプ構築を目指す。

- ・新世代NWにつながる先端技術を実装し、一般利用により実証可能な複数プレーンを同時に構築
- ・仮想化NW上での利活用を促進する仮想化環境を段階的に構築
- ・海外NWとの接続や他のテストベッド(ワイヤレステストベッド、StarBED³)とも連携

新世代ネットワーク機能・運用検証環境 〈新世代ネットワーク機能プレーン〉



ネットワークリソースの基本環境 〈L2(VLAN)・L3(IP)ネットワーク〉

光テストベッド(光パス研究)
ワイヤレステストベッド

- ### JGN-X接続拠点
- NICT鹿島
 - 横須賀
 - NICT神戸
 - NICTけいはんな
 - つくば
 - 九州大学
 - 九州工業大学
 - 東北大学
 - 東京大学
 - 大阪大学

光テストベッド

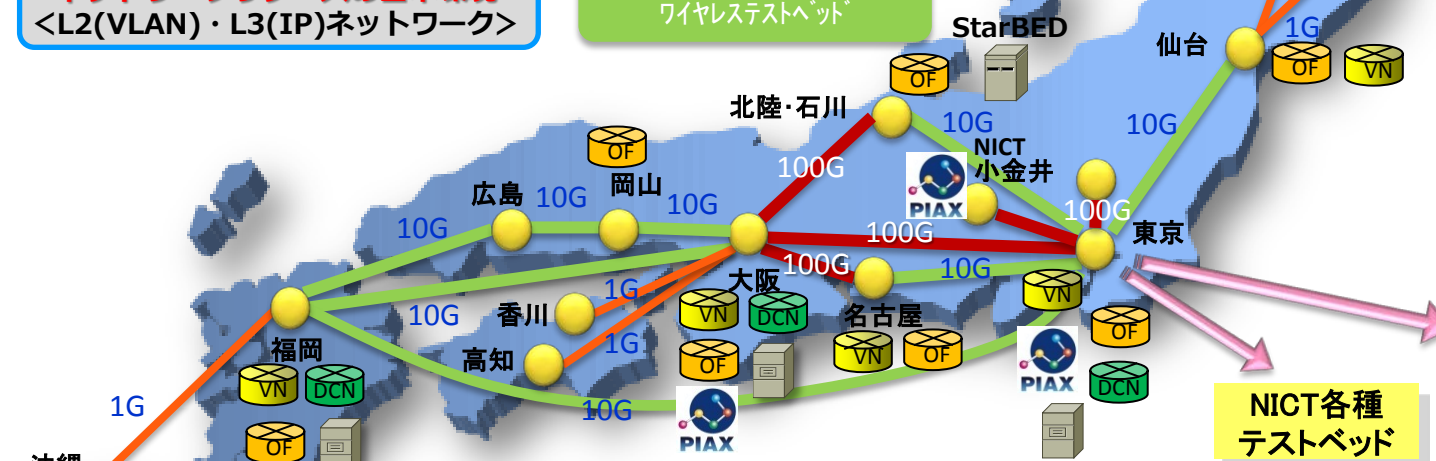
■ 小金井-大手町

海外線の帯域

日本～米国: 10G
日本～韓国: 10G
日本～香港(中国): 10G
香港～シンガポール: 2.4G
シンガポール～タイ: 1G



NICT各種テストベッド



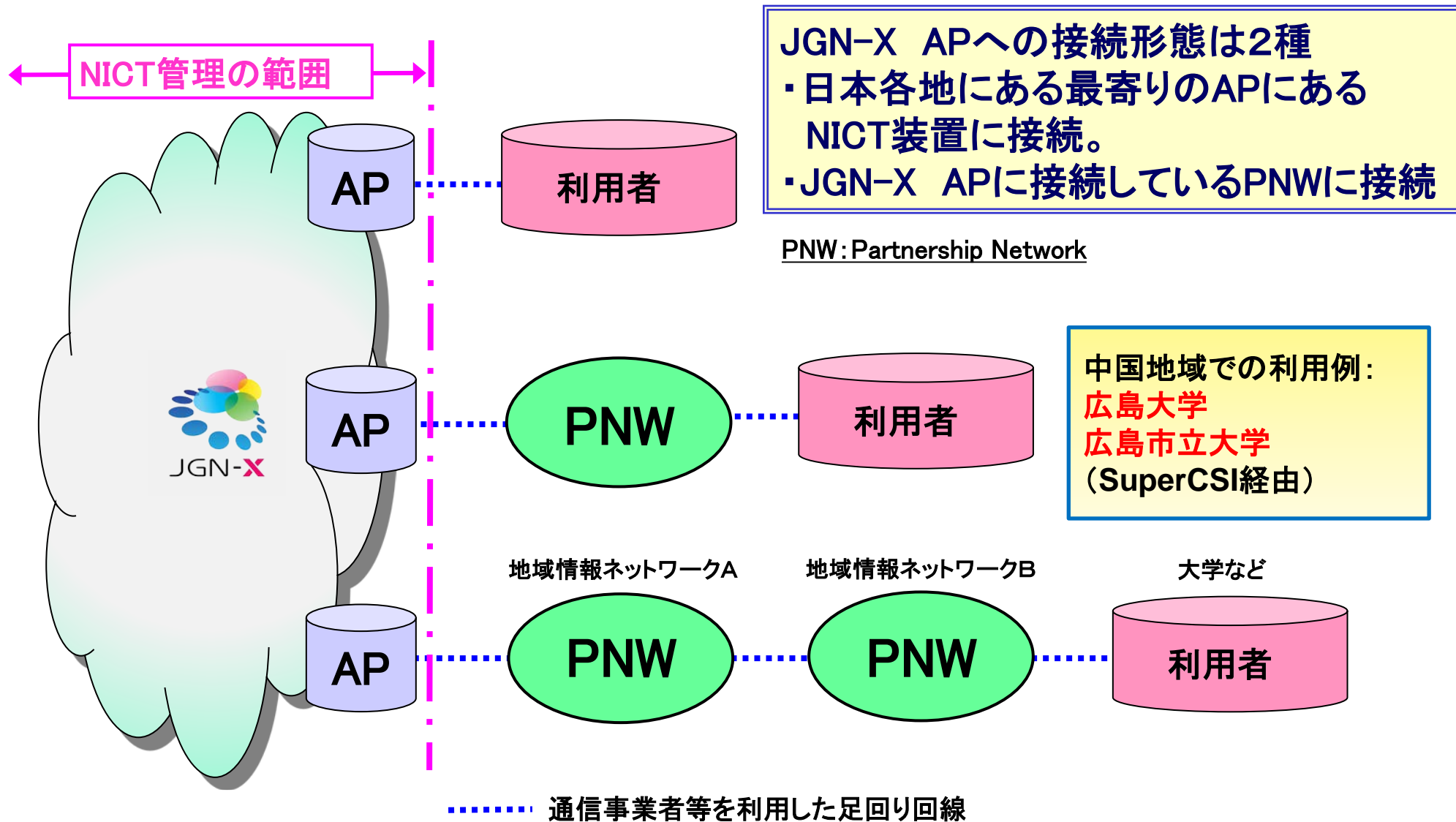
凡例

- 100G (Red line)
- 10G (Green line)
- 1G (Orange line)
- Openflow (OF icon)
- 仮想化ノード (VN icon)
- DCN (DCN icon)
- 仮想化ストレージ/VM (Storage/VM icon)



PIAX利用仮想コンピュータ

JGN-X APと利用者の接続形態について



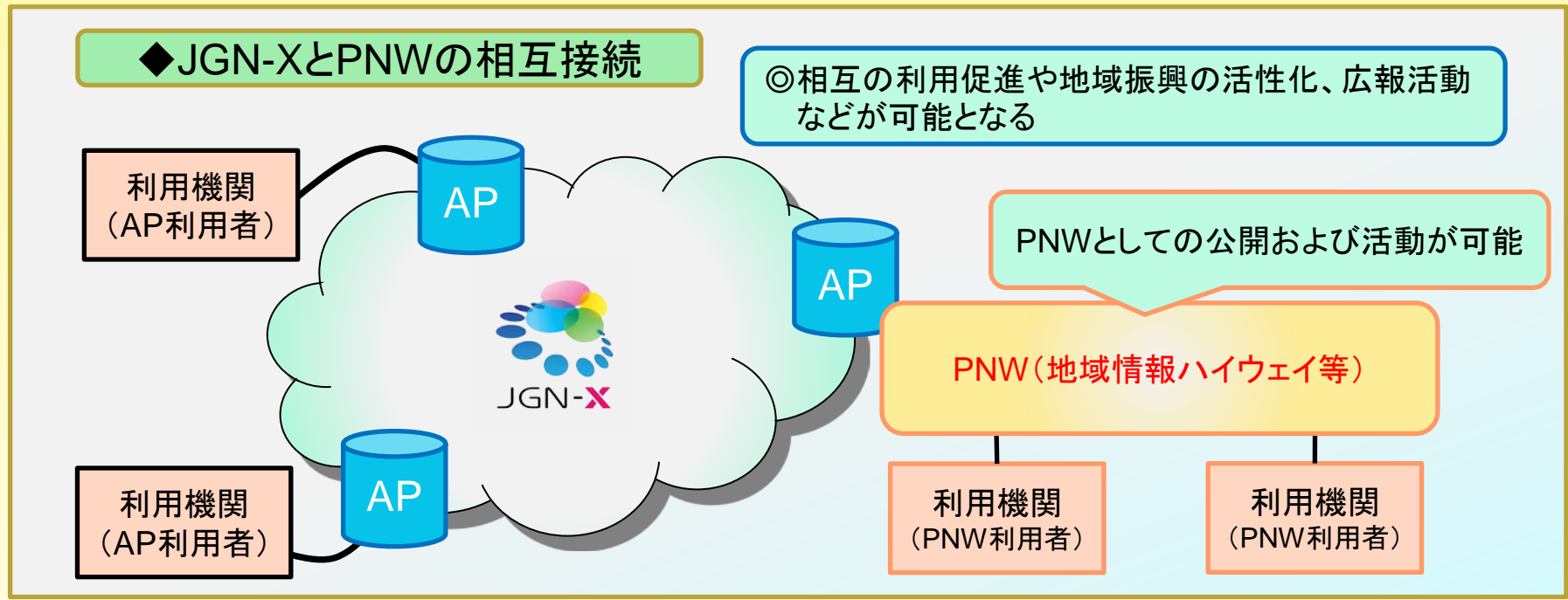
JGN-X PNW (Partnership NetWork)

○JGN-X国内ユーザの利便性向上及び地域活性化に貢献するため、全国26か所のアクセスポイント (AP) に加え、JGN-Xに接続している機関や地域情報ネットワークとも提携し、PNWとして相互接続も行っています。

◎PNW (Partnership NetWork = パートナシップネットワーク)

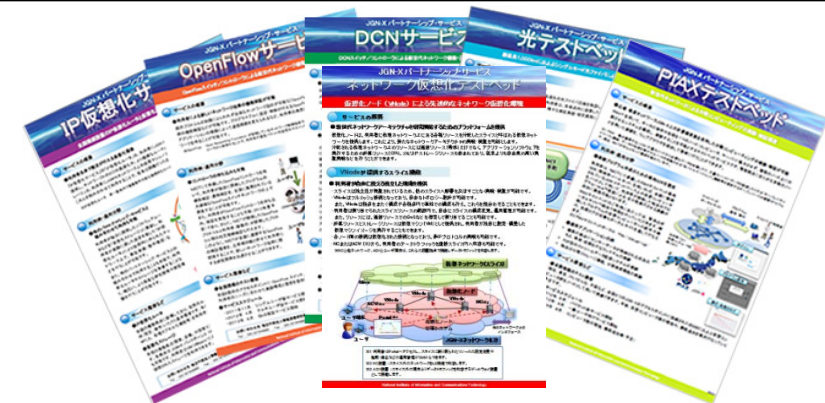
地域情報ネットワーク等がJGN-Xと相互接続することにより、一般利用者に対して、そのネットワーク経由でのJGN-Xとの接続環境を提供しているものを指します。

現在の主なPNW : SuperCSIネットワーク (広島県) 岡山情報ハイウェイ (岡山県)
鳥取情報ハイウェイ (鳥取県)



パートナーシップサービス (JGN-X利用者向けサービス)

従来のL2/L3サービス上での実験・検証に加えて、新しいネットワーク技術の機能・運用検証が行えるサービス環境(パートナーシップサービス)を順次提供

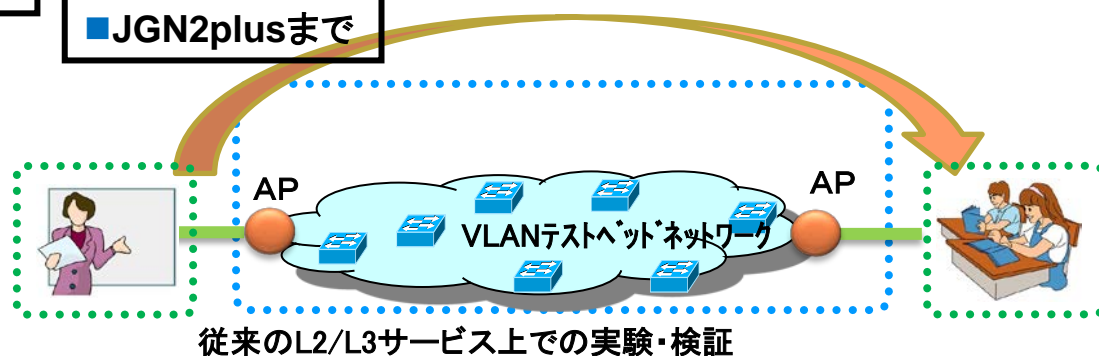


サービス名称	サービス利用可能時期
光テストベッド	2011年4月
IP仮想化サービス	2011年7月
DCNサービス	2011年11月
OpenFlowサービス	2011年11月(シングルユーザ版) 2012年4月(マルチユーザ版)
PIAXサービス	2013年4月
仮想化(Vnode)サービス	2014年4月

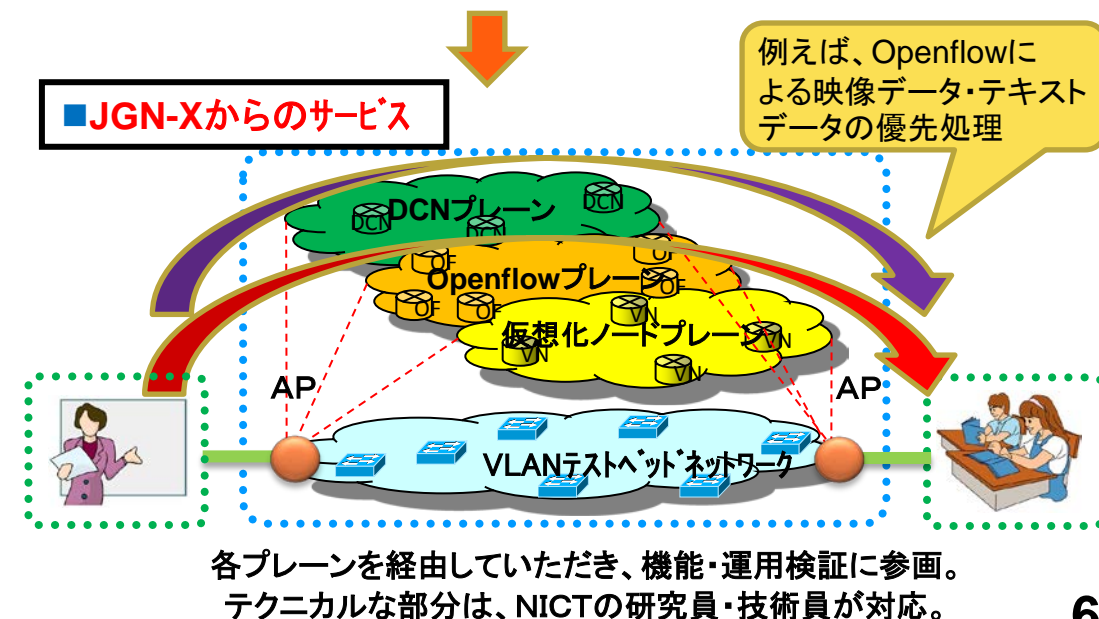
パートナーシップ・サービス利用イメージ
(研究開発協力(受動型)の例)

L2/L3上での遠隔授業などでの利用シーン

■JGN2plusまで



■JGN-Xからのサービス



JGN-Xにおける研究プロジェクト活動状況～

JGN-X活動状況

プロジェクト数 120件
参加研究者数 963人

参加研究機関内訳

- ・大学・高専 119機関
- ・企業等 71機関
- ・政府系研究機関・自治体 49機関
- ・海外研究機関 12機関
- ・その他（協議会など） 3機関

中国地域：
機関数 13 AP利用 24
広島大、倉敷芸科大、鳥取大等

北陸・信越地域：
機関数 6 AP利用 16
北陸先端大 富山大等

北海道地域：
機関数 2 AP利用 11
札幌医大、北海道テレビ等

東北地域：
機関数 13 AP利用 47
東北大、岩手県立大、山形大等

関東地域：
機関数 127機関 AP利用 199
NTT、KDDI、国立天文台、東京大、筑波大等

海外：12機関
NECTEC AIT等



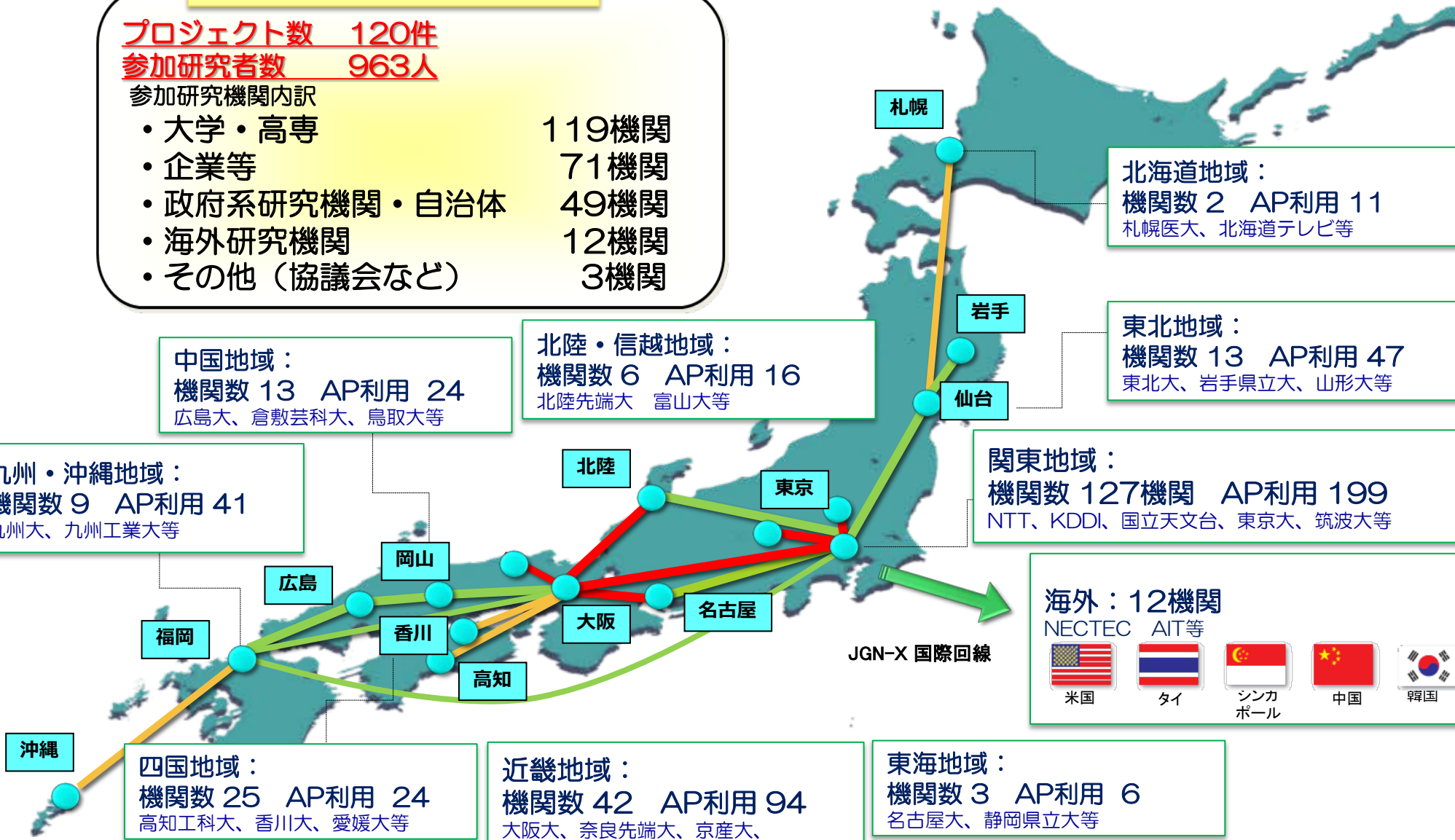
JGN-X 国際回線

九州・沖縄地域：
機関数 9 AP利用 41
九州大、九州工業大等

四国地域：
機関数 25 AP利用 24
高知工科大、香川大、愛媛大等

近畿地域：
機関数 42 AP利用 94
大阪大、奈良先端大、京産大、朝日放送等

東海地域：
機関数 3 AP利用 6
名古屋大、静岡県立大等



中国地域でのJGN-X利用一覧

研究テーマ	共同利用機関
新世代ネットワークを活用した移動透過通信技術の高度利用に関する研究	広島大学 広島市立大学
IPv6 HD映像伝送を利用した新世代ネットワークの評価	岡山IPv6コンソーシアム 岡山県高度情報化推進協議会
CATV環境におけるMapReduceによるパケット傾向の解析	玉島テレビ放送株式会社
緊急避難時を想定した超高速マイグレーション	東京大学 倉敷芸術科学大学
新世代ネットワークにおける検索ネットワークKCN(Keyword Centric Network)の開発	鳥取大学 九州大学
仮想化技術による非同期・同期e-Learningシステムの開発と運用	香川大学 高知工科大学 広島大学 徳島大学

中国地域でのJGN-X利用一覧

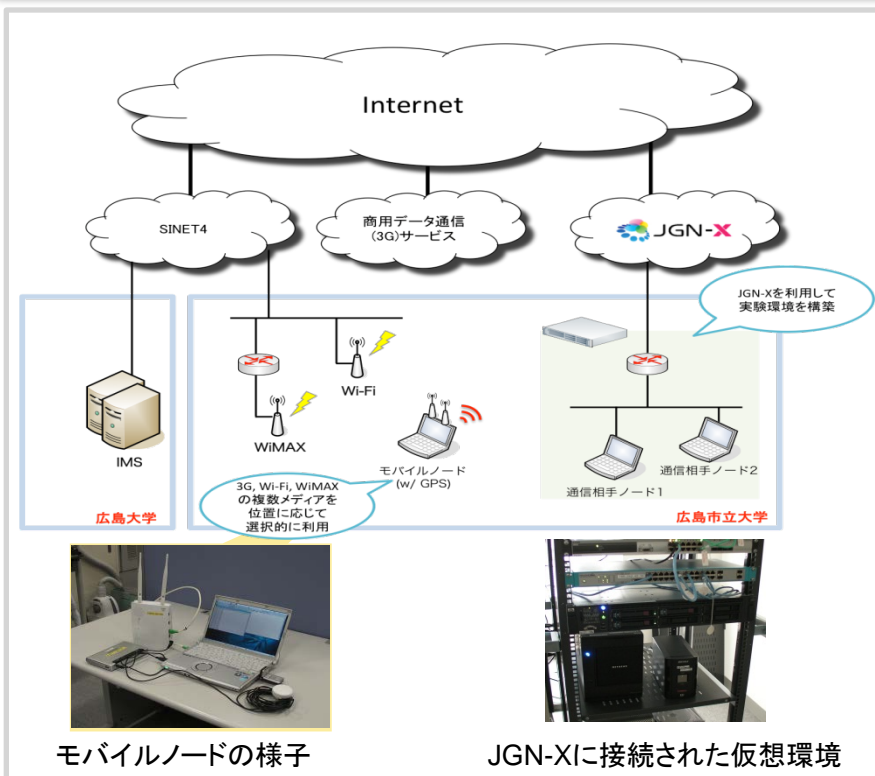
研究テーマ	共同利用機関
分散システムの耐災害性・耐障害性の検証・評価・反映を行うプラットフォームとビジネスモデルの開発	大阪大学 広島大学 奈良先端科学技術大学院大学 高知工科大学 金沢大学
新世代ネットワークを利用した広域分散ストレージに関する研究	大阪大学 広島大学 奈良先端科学技術大学院大学 高知工科大学 九州大学 九州工業大学 金沢大学 独立行政法人情報通信研究機構 北陸先端科学技術大学院大学

中国地域でのJGN-X利用事例

新世代ネットワークを活用した移動透過通信技術の高度利用に関する研究

アプリケーションに対してIP層での移動を隠蔽することができるIP移動透過アーキテクチャを広帯域・広域分散環境で高度利用するための研究開発を目的。仮想化技術（マイグレーション）やマルチホームへの適用を通じて、新世代ネットワーク上での効果や影響について検証する。

<広島大学、広島市立大学>



モバイルノードの様子



JGN-Xに接続された仮想環境

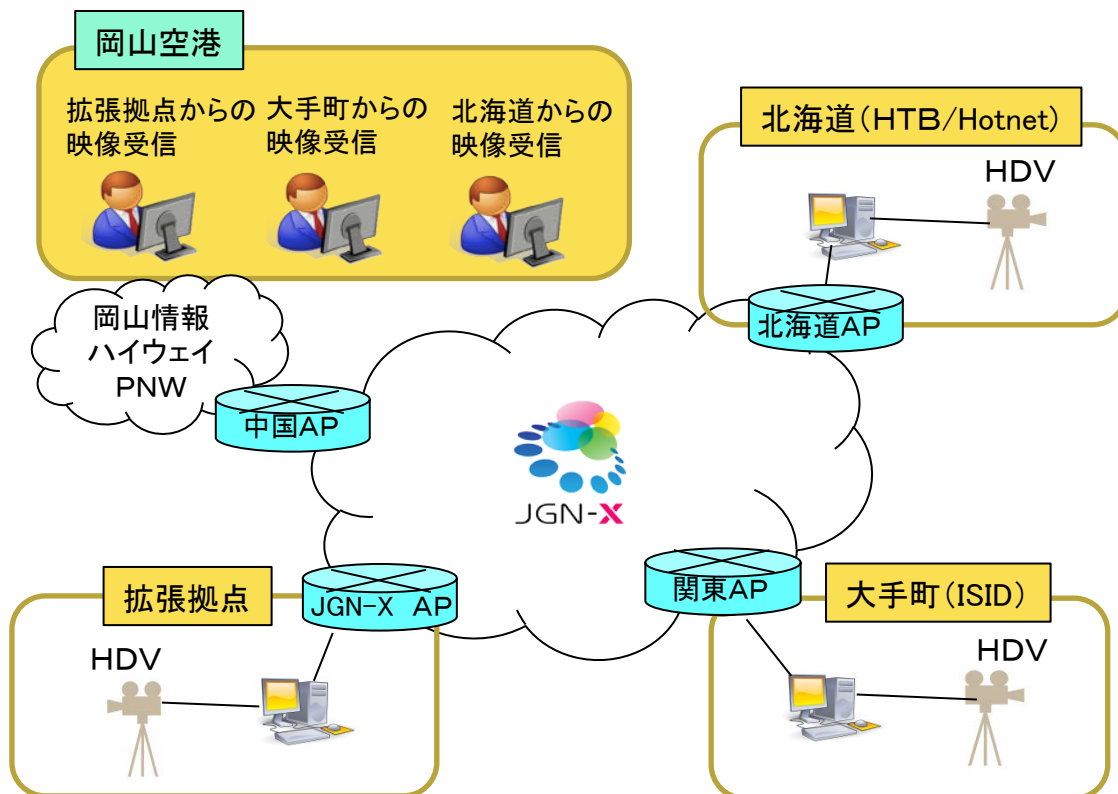
JGN-Xを利用したマルチホーム環境下での実証実験

IPv6 HD映像伝送を利用した新世代ネットワークの評価

岡山情報ハイウェイのIPv6ネットワークとJGN-X新世代L2上を接続し、札幌、東京からの映像伝送を実施。

映像は、県民が常時視聴できる環境とし、既存のL2ネットワークと比較を目的とした品質確認を長期伝送によって把握する。

<岡山IPv6コンソーシアム、岡山県高度情報化推進協議会>



中国地域でのJGN-X利用事例

CATV環境におけるMapReduceによるパケット傾向の解析

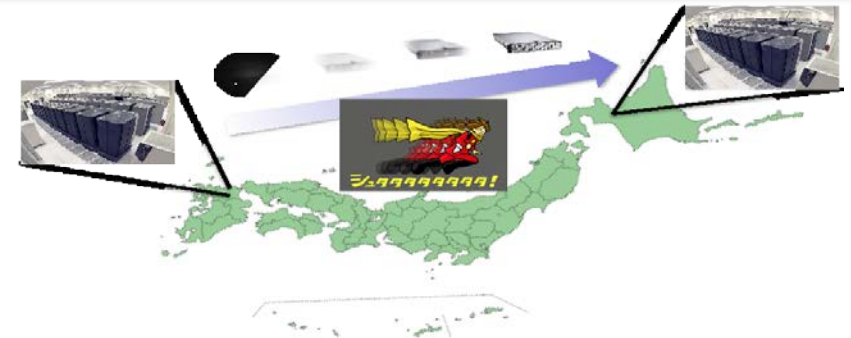
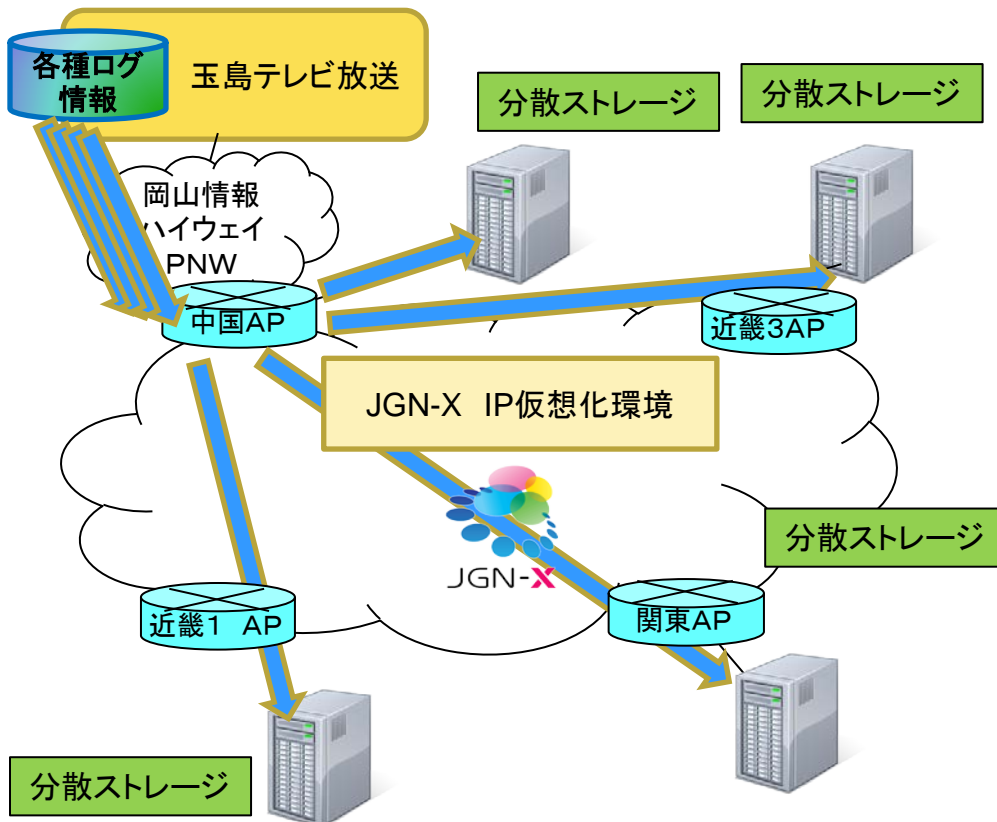
Hadoopを利用したビッグデータ処理システムを構築。このシステムにパケットの特徴（サイズ、通信プロトコル、ポート）などの情報を集約し、これを集計することによるユーザーの利用傾向を導き出す。また、従量制課金のような大量で、なおかつ消えては困る情報を拠点分散して冗長に配置することにより、貴重な情報の耐障害性についての検証を行う。

＜玉島テレビ放送株式会社＞

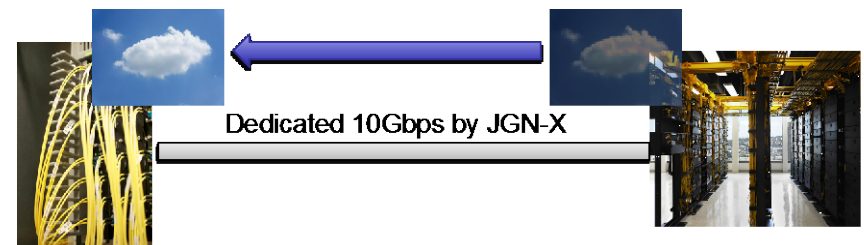
緊急避難時を想定した超高速マイグレーション

自然災害等にて緊急避難が必要となる状況が発生した場合、情報通信技術はライフラインとして避難や救援に利用されることから、高いレベルのBCP（事業継続計画）が求められている。本研究ではこの要求に応えるため、仮想化技術を活用し、災害発生時においても、ICTサービスを継続提供するフレームワークを設計し、JGN-Xの超高速ネットワークおよび仮想技術インフラを利用して実証実験を行う。

＜東京大学、倉敷芸術科学大学＞



IXにクラウド環境避難場所を設置
緊急避難が必要なクラウド環境を
まるごとマイグレーションさせる



DIX-IE (東京)

新世代ネットワークにおける検索ネットワーク KCN(Keyword Centric Network)の開発

コンテンツを5W1Hの概念に基づきキーワードの集合によって識別指定可能とし、ユーザが真に必要としているコンテンツを提供するネットワークにおいてSDNのフレームワークを活用して、ロケータで示されるノードからコンテンツをエンドホストまで最適な経路で配送する手法の研究開発を行う。
 <鳥取大学、九州大学>

ID/ロケータ分離

ID: キーワード
 ロケータ: URLまたはFQDN

直接的な情報伝達

SDNによる移動体通信における
 三角経路の排除

5W1Hの概念により曖昧性を排除したコンテンツのキーワード (ID) 定義

<What> <Operator> [<Value>] [<When>] [<Where>]

What: コンテンツ種別を示す単語

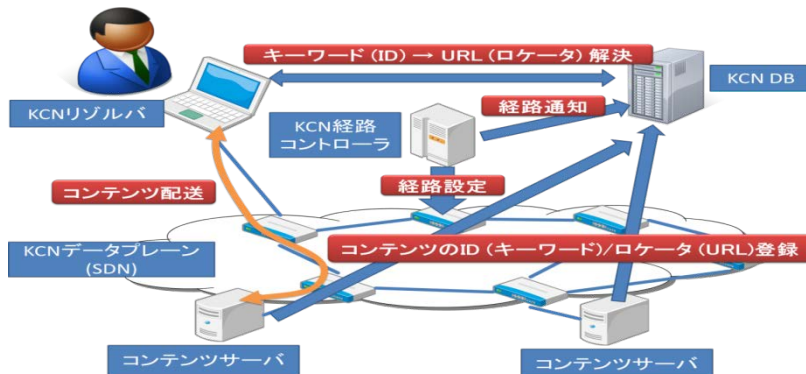
Operator: lt, le, eq, ge, gt, max, min

Value: 値 (maxやminの場合を除く)

When: コンテンツ生成時刻 (省略時は"現在")

Where: コンテンツの論理的な位置 (省略時は"ユーザの論理的な位置")

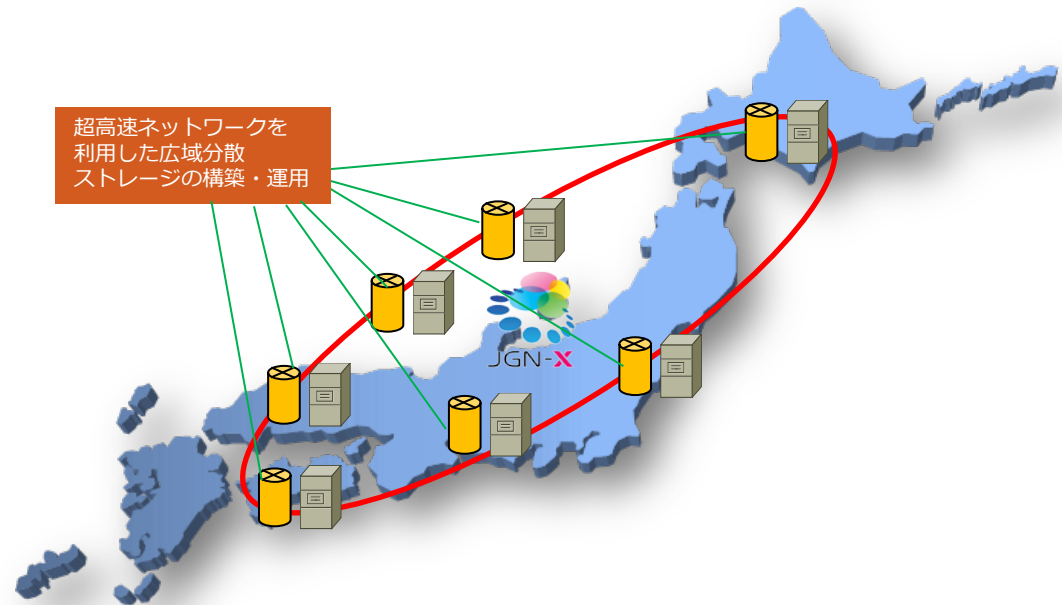
KCNの基本アーキテクチャの設計



新世代ネットワークを利用した広域分散ストレージに関する研究

広域に分散する複数拠点を広帯域ネットワークで接続した大容量ストレージを構築することを目的と、分散環境での冗長化により障害や災害に強い大規模データ空間を実現するとともに、複数拠点が連携することに実用化を想定した利活用モデルを確立。基盤構築にあたっては、学内・大学間ネットワークや計算機資源の運用・管理にSDN技術を応用する。

奈良先端科学技術大学院大学はJGN-Xで広島大学と接続し、金沢大学、国立情報学研究所、広島大学) がSINET4で接続し、JGN-Xに加えSINET4を利用し、複数拠点による広域分散環境を構築を目指す。
 <大阪大学、金沢大学、国立情報学研究所、高知工科大学、奈良先端科学技術大学院大学、広島大学、北海道大学、NICT>



中国地域でのJGN-X利用事例

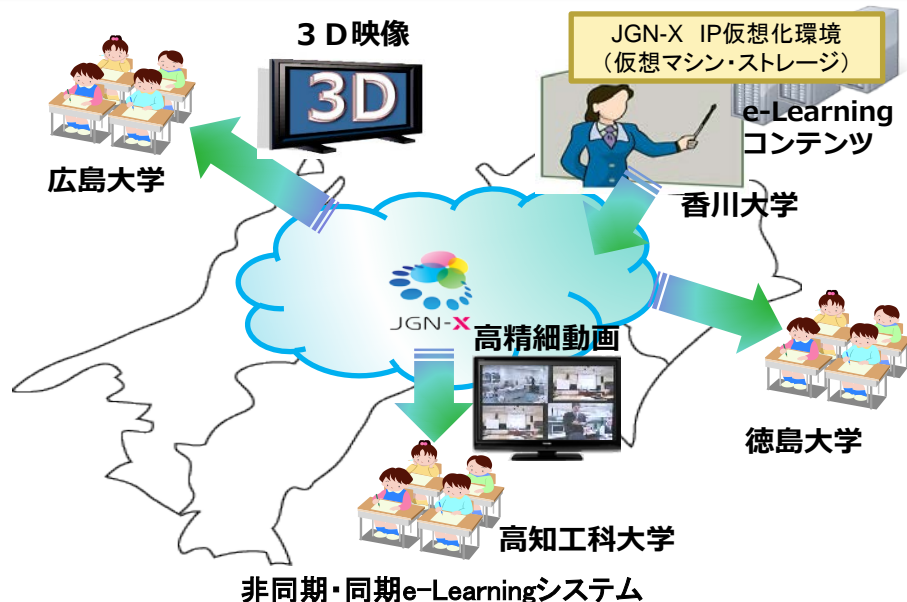
仮想化技術による非同期・同期e-Learningシステムの開発と運用

各大学で作成されたe-Learningコンテンツを共有・配信（非同期型e-Learning）、高精細な教育情報をライブ配信（同期型e-Learning）できる大学連携によるネットワーク型の教育環境を実現する。さらに、実現された教育環境をインフラとして教育分野以外の高精細データ配信による適用範囲と効果を検証する。

(1) 仮想化技術を活用してe-Learningコンテンツを管理・配信するためのLMS（Learning Management System）を構築。一般のネットワークでは利用が困難な高精細動画など次世代e-Learningコンテンツを作成して、実現したLMSでの教育運用実験の実施。

(2) 高臨場感が期待できる高精細3Dのe-Learning映像のライブ配信システムを構築し、連携大学にライブ配信を行い、その臨場性などを評価する。

<香川大学、高知工科大学、広島大学、徳島大学>

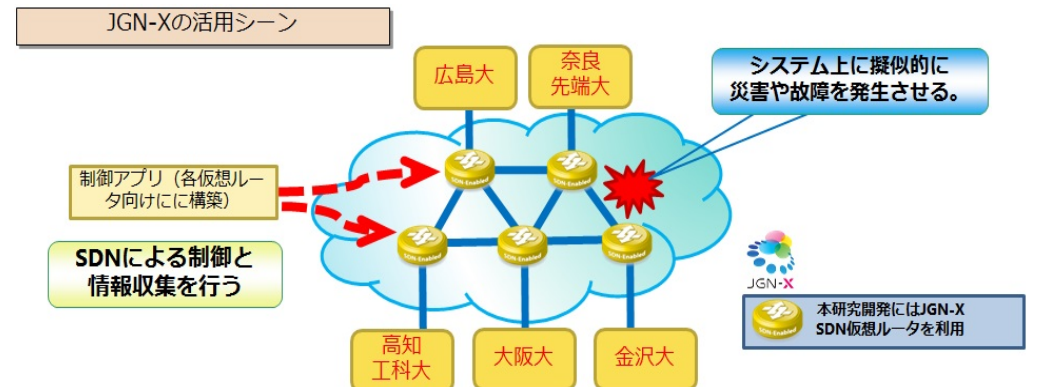


分散システムの耐災害性・耐障害性の検証・評価・反映を行うプラットフォームとビジネスモデルの開発

本研究開発では、**災害や複雑な障害に強い分散システムを構築**・評価するために、**分散システム上に擬似的に災害や故障を発生**させ、その状況を検証・評価可能なプラットフォームを構築する。具体的には、事前に用意したシナリオに沿って同時に多様な故障を発生させ、その**状態を観測するアプリケーションを開発**することによって実現する。これにより、**現実には起こり得る障害を模倣する状況での検証を可能**にし、分散システムの耐災害性・耐障害性を確保する手法の確立を目指す。さらに既存の広域分散システムの検証と改良を行うことでプラットフォームの評価を行うと共に、これを広く実世界に展開するための手法を開発する。

(本研究は**先進的通信アプリケーション開発推進型研究開発 タイプII (フェーズI)**に採択)

大阪大学、広島大学、奈良先端科学技術大学院大学、高知工科大学、金沢大学



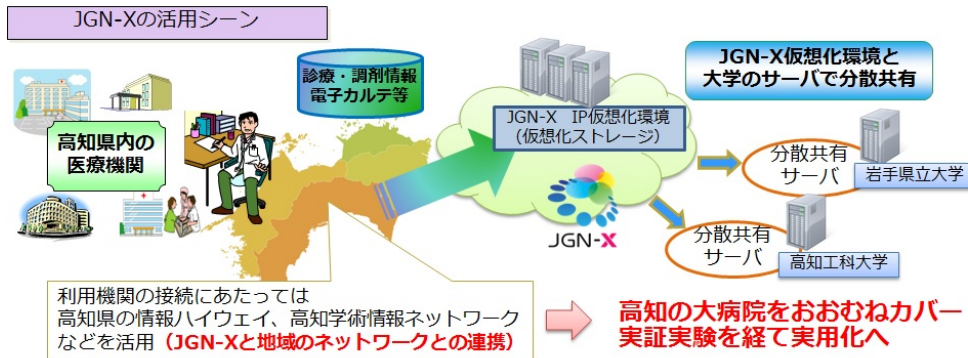
平常な通信と災害・障害シナリオから発生する通信不全とを一元的に制御できるようにする。故障の対象は分散システム内の通信サブシステムとするが、将来的には計算エンティティも対象とする

JGN-Xの主な利用事例（医療・防災、セキュリティ）

南海トラフ大規模災害に備えた仮想化技術による地域間連携医療情報ネットワーク（医療・防災関連事例）

研究機関：高知工科大学、岩手県立大学、高知医療センター

概要：南海トラフ等の広域大規模災害に備えて、緊急時に特に必要な処方・調剤の服用履歴（おくすり情報BANK）等の医療情報を安全に広域に分散・共有し、災害が発生時に様々な通信経路を再構成してアクセスできる仮想化サーバ上の医療情報の利用を可能にする。

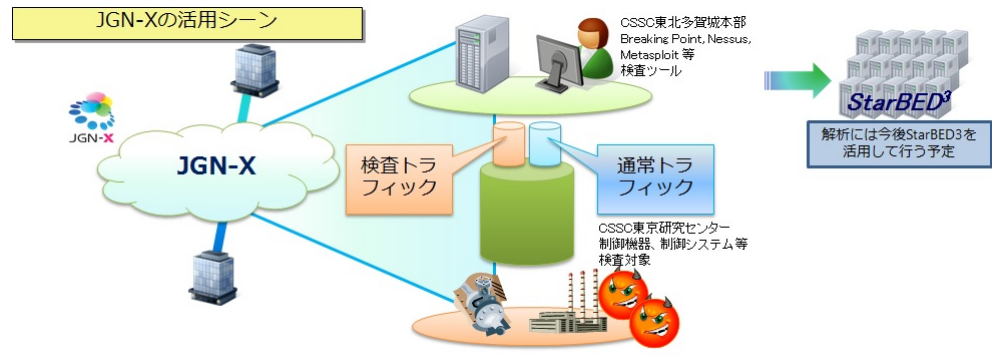


拠点病院や津波で浸水する可能性がある13病院のうち12病院が研究に参加した実用を想定した研究。
実証実験は自治体＝高知県（高知県診療情報保全基盤整備事業）と連携しており、社会還元につながる実用化へ向けた研究となっている。

仮想ネットワークを介した制御システムに対する遠隔フォレンジック技術の研究（セキュリティ関連事例）

研究機関：技術研究組合 制御システムセキュリティセンター

概要：プラント、交通等の重要インフラシステムにおけるサイバーインシデント発生時に、制御システム・機器に対して遠隔からフォレンジック作業を行うための技術の検証・開発を行うためにJGN-Xに仮想ネットワークを構築、JGN上でフォレンジックを実施。仮想化により、検査トラヒックと通常トラヒックを分離（フォレンジック＝セキュリティインシデントが発生した際に、ディスクやメモリを調査し、実際には何が起こり、原因は何だったかを突き止める作業）



本プロジェクトにおける成果
 ○仮想化技術がフォレンジックシステムに対して、有効であることを示した。→産業界に対して本研究が貢献

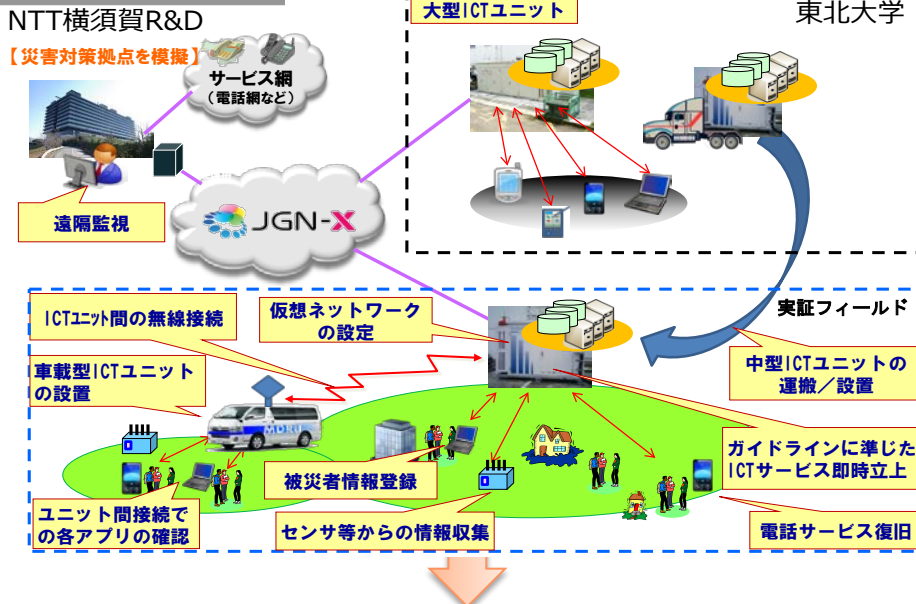
JGN-Xの主な利用事例（災害対策、映像伝送）

レジリエントNWにおけるリソースユニット評価実験 （災害対策関連事例）

研究機関：NTT、東北大学、NTTコム、富士通、他

概要：災害発生時に、迅速な代替通信サービス提供を実現するために可搬型の情報通信基盤ユニットを被災地に配置して臨時のネットワークを構築するレジリエントネットワークの検討。ユニットの遠隔監視・制御実験等をJGN-Xを介して遠隔地のサーバとを接続することにより実施し、このような情報通信基盤を用いたレジリエントネットワーク技術の検証・評価を行う。

JGN-Xの活用シーン



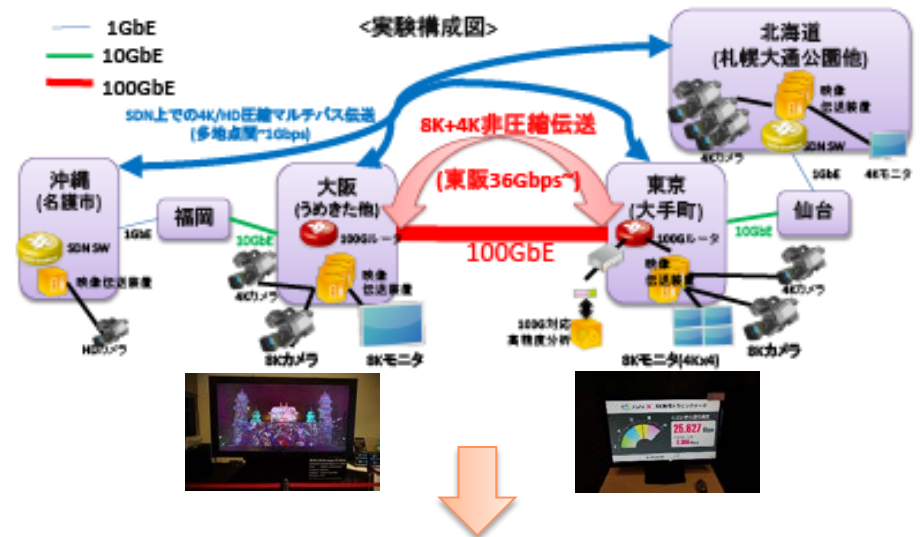
本研究開発の成果の本格的な社会実装が進むと、例えば、発生が予想されている東南海地震や首都直下地震などにおいて通信障害が起きたときに東日本大震災の際のような被災地での情報不足による混乱の発生をかなり緩和できるものと期待される。

リアルタイム指向ネットワークコンピューティング技術を用いた ストリーミングクラウド機能の検証（映像伝送関連事例）

研究機関：神奈川工科大学、アストロデザイン、シャープ、NTT、NICT、他

概要：ネットワークの広帯域化に伴い、ハイビジョンの4倍の画素数である**4K映像や16倍の8K映像など高画質な映像を扱うアプリケーションの普及**が見込まれている。現在、クラウドでデータリソースを意識することなく情報を共有できる環境が浸透しているが、同様な簡便さで**大容量の映像素材データを常時安定して情報配信**し、かつ即時性を保証できる**ストリーミングクラウド環境の技術開発**を進める。

JGN-Xの活用シーン



産学官のシナジー連携により8K/4K映像の非圧縮IP伝送を、NICT主催の実証実験において世界で初めて成功。

100Gbps回線の伝送状況を高精度に測定・分析できる仕組みを実証。放送映画業界等のハイエンドコンテンツ制作の分野において、ネットワークを利用して4Kや8K映像の制作が可能な技術の研究開発を目指す

JGN-Xの主な利用事例（100G利用）

超高速ネットワークの利用基盤技術確立・100Gbpsインターネットにおける超高速TCP通信の研究開発（100G利用研究）

研究機関：東京大学

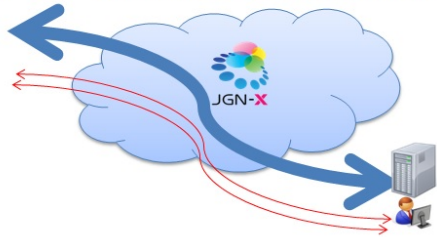
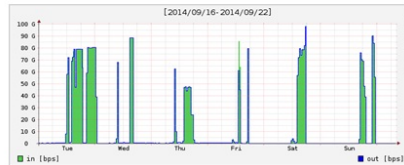
概要：100Gbps インターネットに関する基本技術を確立し、100GbpsTCP 通信技術をファイル転送を伴うアプリケーション、例えば Web ブラウザ、Web サーバやスパコン利用基盤として利用可能とする。

（平成26年度 戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）採択）

テストベッドの活用シーン

ネットワーク仮想化技術を用いて、ネットワークリソースを、本実験を対象とした特殊ユーザ用スライスと、一般ユーザ用スライスとに分離。この仕組みを活用することで一般のデータ通信に影響を与えることなく100Gbps近いデータ通信を実現。

実験時のTCP通信の帯域データ



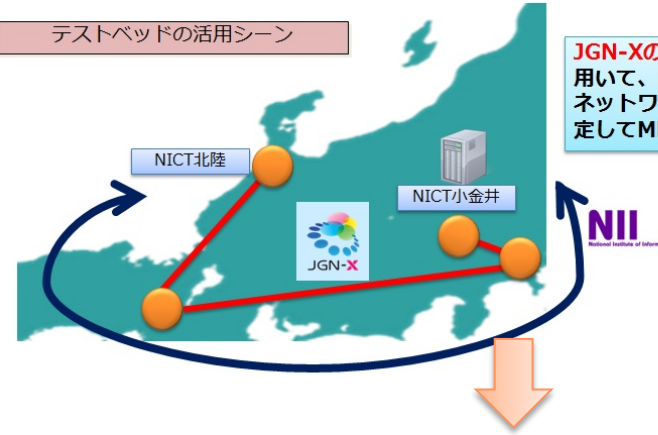
JGN2の成果として伝送速度世界記録を10度に渡り更新したプロジェクトが100G回線での通信の研究を行っています。
100Gbps インターネットに関する基本技術を研究。

超高速ネットワークでの大容量転送の実現恒速ファイル転送プログラムMMCFTPを用いた100Gbps回線上での伝送（100G利用研究）

研究機関：国立情報学研究所

概要：従来のファイル転送方式では、トラフィックが複数リンク間で偏在し、リンク全体では帯域に余裕があるのに輻輳を引き起こす結果として、リンク全体の帯域を使った高速転送が困難。本研究ではリンク間でトラフィックを均等に分散できるファイル転送プロトコル、MMCFTP (Massively Multi-Channel FTP)を開発している。MMCFTPでは、非常に多くのTCPコネクションを用いて、ファイル転送を行うことでリンク間で効果的にトラフィック分散できる。

テストベッドの活用シーン



JGN-Xの100Gbps基盤ネットワークを用いて、北陸からNICT小金井本部までのネットワークを構築、利用可能帯域を測定してMMCFTPでの伝送実験を実施。

100G時代に対応した新たなファイル転送方法確立により、研究機関連携のためのサイエンスビッグデータの転送効率化と帯域の有効利用の実現につながる。

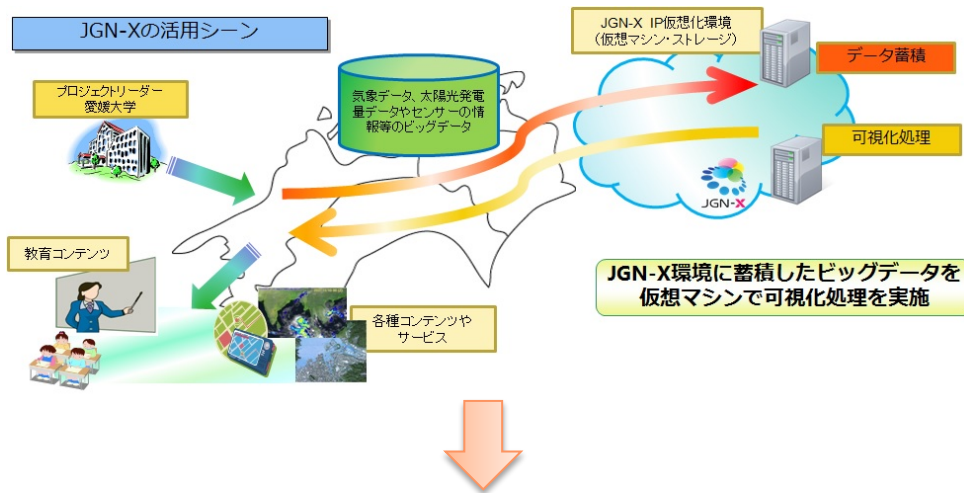
JGN-Xの主な利用事例（環境・ビッグデータ、医療）

スマート環境センシング基盤の構築と地域デザインへの応用に関する研究開発（環境・ビッグデータ関連事例）

研究機関：愛媛大学、愛媛CATV、アイムービック、ハレックス

概要：小中学校内に設置されている百葉箱内で収集した気象データ、太陽光発電量データ等（ビッグデータ）を、伝送しJGN-X内のサーバで蓄積する。収集したビッグデータは、JGN-Xの仮想マシン内で可視化処理をして環境教育に使えるコンテンツにして配信する。

（平成25年度 戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）採択）



松山地域の小中学校との連携、収集したビッグデータをコンテンツ化して地域に還元。また松山地域内・地域間の連携も本研究を通じてはかられている。

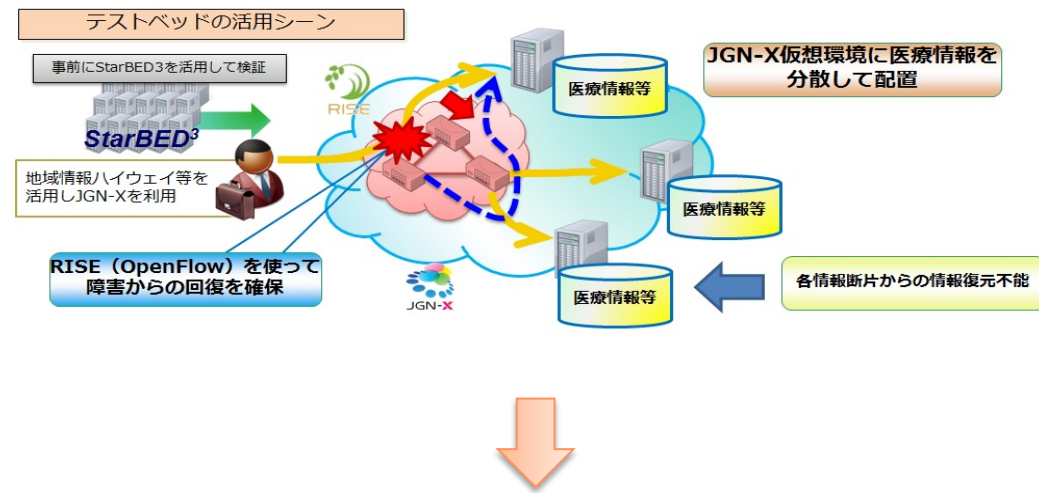
医療情報の秘密分散バックアップ技術の研究開発（医療関連事例）

研究機関：愛媛大学、大阪大学、京都大学

概要：JGN-X（仮想マシン・ストレージ）上において、高速ネットワーク秘密分散技術を応用した電子カルテの秘密分散バックアップを試み、平時と災害時を通じた運用可能性について検討する。

（StarBEDで事前検証を行ってJGN-Xに展開）

各情報断片からの情報復元を不能にすることで、個人情報情報の漏洩から守る秘密分散・秘密計算技術を使用した分散バックアップシステムを開発する。RISE技術を活用し、災害によるネットワーク障害からの速やかな回復手順を確保する仕組みを開発する。



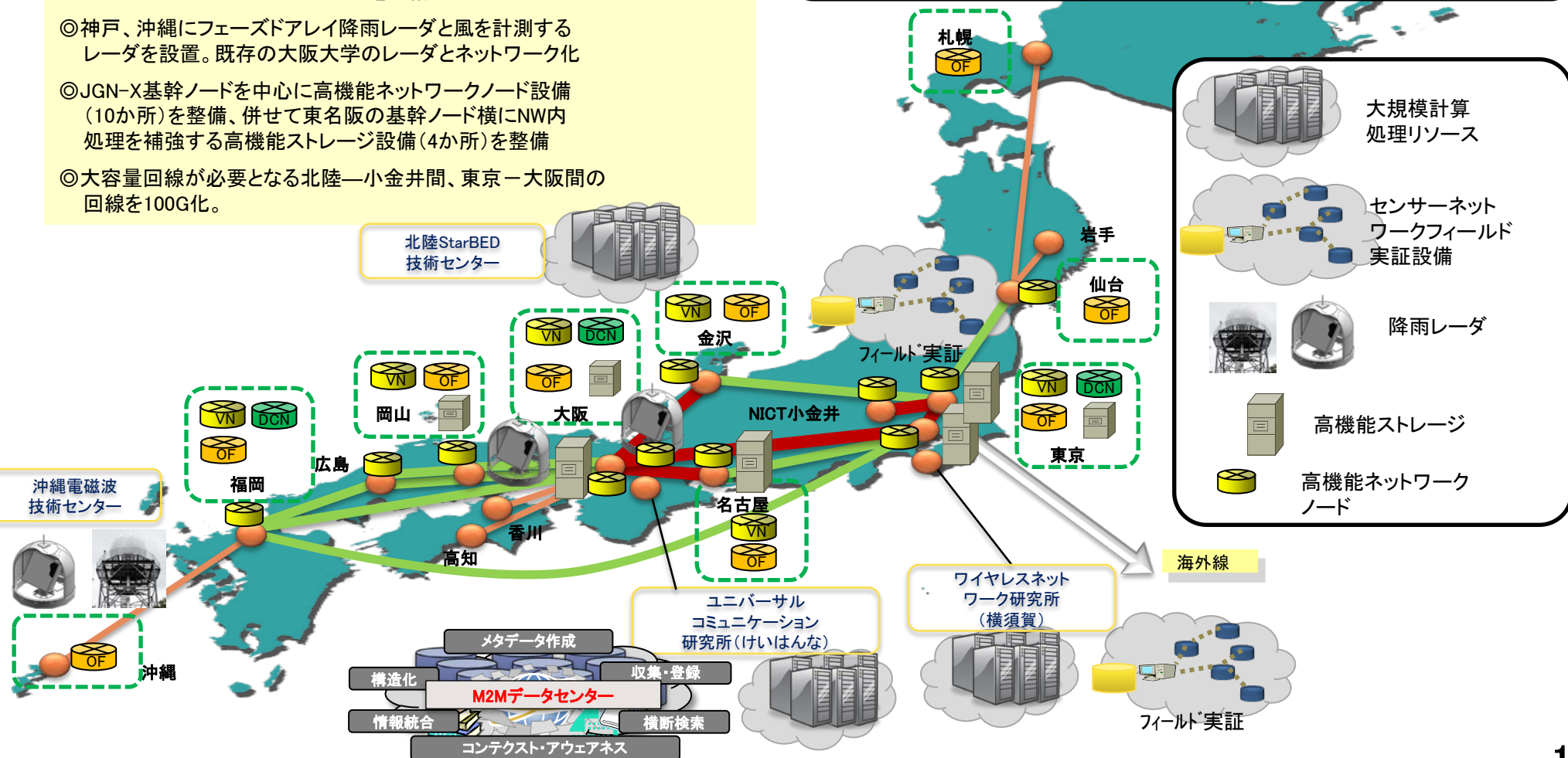
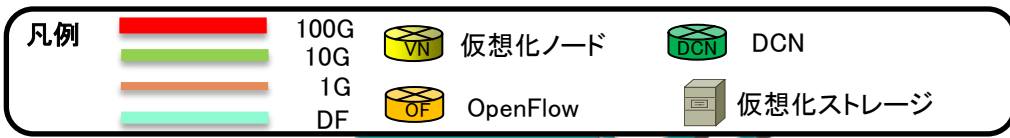
電子カルテの秘密分散技術の研究にJGN-Xの仮想環境とRISEの技術が貢献。

将来の医療分野（電子カルテ運用技術）への還元も期待。

テストベッド環境 ~モバイルワイヤレステストベッドとの連携~

・NICTモバイルワイヤレステストベッドと連携し、センサー情報等を活用したソーシャルビッグデータ解析に貢献。

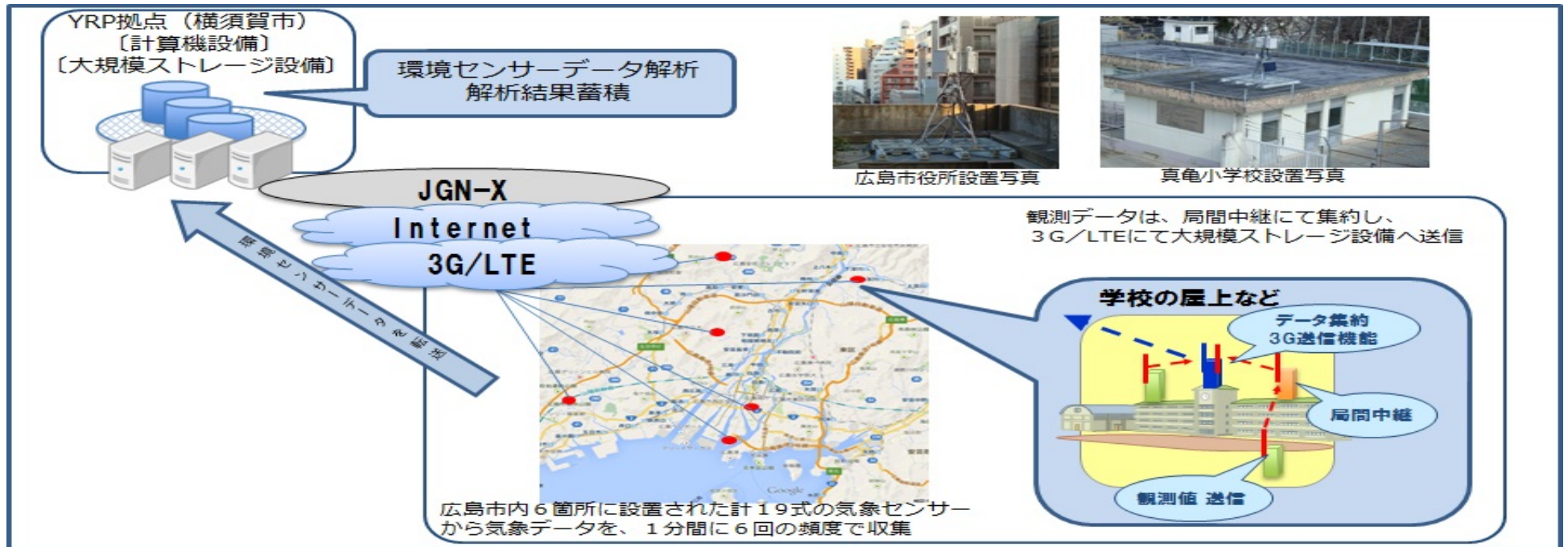
- ◎北陸StarBEDセンター、けいはんな、横須賀に400サーバ、4000VM規模の大規模計算処理リソースを設置
- ◎けいはんなにM2Mデータセンターを整備
- ◎神戸、沖縄にフェーズドアレイ降雨レーダと風を計測するレーダを設置。既存の大阪大学のレーダとネットワーク化
- ◎JGN-X基幹ノードを中心に高機能ネットワークノード設備(10か所)を整備、併せて東名阪の基幹ノード横にNW内処理を補強する高機能ストレージ設備(4か所)を整備
- ◎大容量回線が必要となる北陸—小金井間、東京—大阪間の回線を100G化。





■実施概要

- ① 広島市内 6 箇所に環境センサーを設置し、各所の環境のデータをリアルタイムに収集
- ② 収集データは、局間中継にて、無線環境センサーゲートウェイ装置に集約され、3G/LTE網を介して大規模ストレージ設備に転送・蓄積
- ③ 計算機設備では、機械学習によりセンサーデータ相互の関係や時間的な変化の特性を捉え、地域の局所的なヒートアイランド現象を解析
- ④ 環境の急激な変化や予兆をリアルタイムに検出するとともに、過去の変化パターンからヒートアイランド現象を予測



JOSE(Japan-wide Orchestrated Smart/Sensor Enviromnet)(大規模スマートICTサービス基盤テストベッド) : 広域に配備された複数種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。

**引き続き、ご支援・ご協力をどうぞ
よろしくお願いいたします。**



JGN-X

**連絡先：独立行政法人情報通信研究機構
テストベッド構築企画室**

03-3272-3060 jgncenter@jgn-x.jp