

JGN-X仮想化技術と耐災害情報通信技術への取り組み



井上真杉

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

耐災害ICT研究センター

2014年9月26日

東日本大震災発生時の通信ネットワーク被害とその影響

東日本大震災 → 巨大地震、大津波、原発事故

- 携帯電話網基地局 合計29,000局が停止
- 通信トラフィック 通常の50～60倍
→ キャリア各社: 最大80～90%の通話制限
- 有線網の寸断、津波被害地では通信インフラ全滅
- 避難者数 約34万人 (2012.5.10現在)

住民の生活に重大な支障

- ◆ 政府・自治体関係者、自衛隊、医療機関、被災地のインフラ設備関係各社等の通信回線がブラックアウト、被害状況把握に致命的な遅れ
- ◆ 被災住民の安否確認情報や、生活物資情報等の伝達に大きな支障が発生
- ◆ 被災地での医師不足・病院被災により避難者の健康状態悪化(特に高齢者、健康ハイリスク住民など)

情報通信ネットワークは安全で安心できる生活の重要なインフラ



災害時に頼りになる情報通信インフラの実現が急務

東日本大震災から学ぶ(情報通信技術)

- 情報通信は社会インフラとして定着
 - ・ 何時でも、どこでも、だれとでもが当たり前
- 情報通信インフラ特有の問題
 - ・ 技術革新・国際競争の激しい中で、これまで、効率的なインフラ整備
 - ・ 災害時に利用が急増
 - ・ 影響は被害地域以外広域に及び、かつ高速で拡散
- 社会インフラとして非常時対応が不十分
 - ・ 災害現場やその周辺でのロバスト性 → ローカルな対策技術
 - ・ 災害現場以外の広域での柔軟性 → 広域の対策技術
- 耐災害性強化の研究
 - ・ ローカルな対策技術 → 地域連携による実証・地域経済活性化
 - ・ 広域の対策技術 → 標準化・テストベッドによる実証



いざという時に頼りになるICTへ

東日本大震災から学ぶ(情報通信技術)

- 情報通信は社会インフラとして定着
 - ・ 何時でも、どこでも、だれとでもが当たり前

● 情報通信インフラ特有の問題

- ・ 技術革新・国際競争の激しい中で、これまで、効率的なインフラ整備
- ・ 災害時に利用が急増
- ・ 影

● ネットワークは切れる、止まる、可能性がある

● 社会 ● 「ネットワーク」と「情報システム」の耐災害性が大事

- ・ 災害現場やその周辺でのロバスト性 → ローカルな対策技術
- ・ 災害現場以外の広域での柔軟性 → 広域の対策技術

● 耐災害性強化の研究

- ・ ローカルな対策技術 → 地域連携による実証・地域経済活性化
- ・ 広域の対策技術 → 標準化・テストベッドによる実証

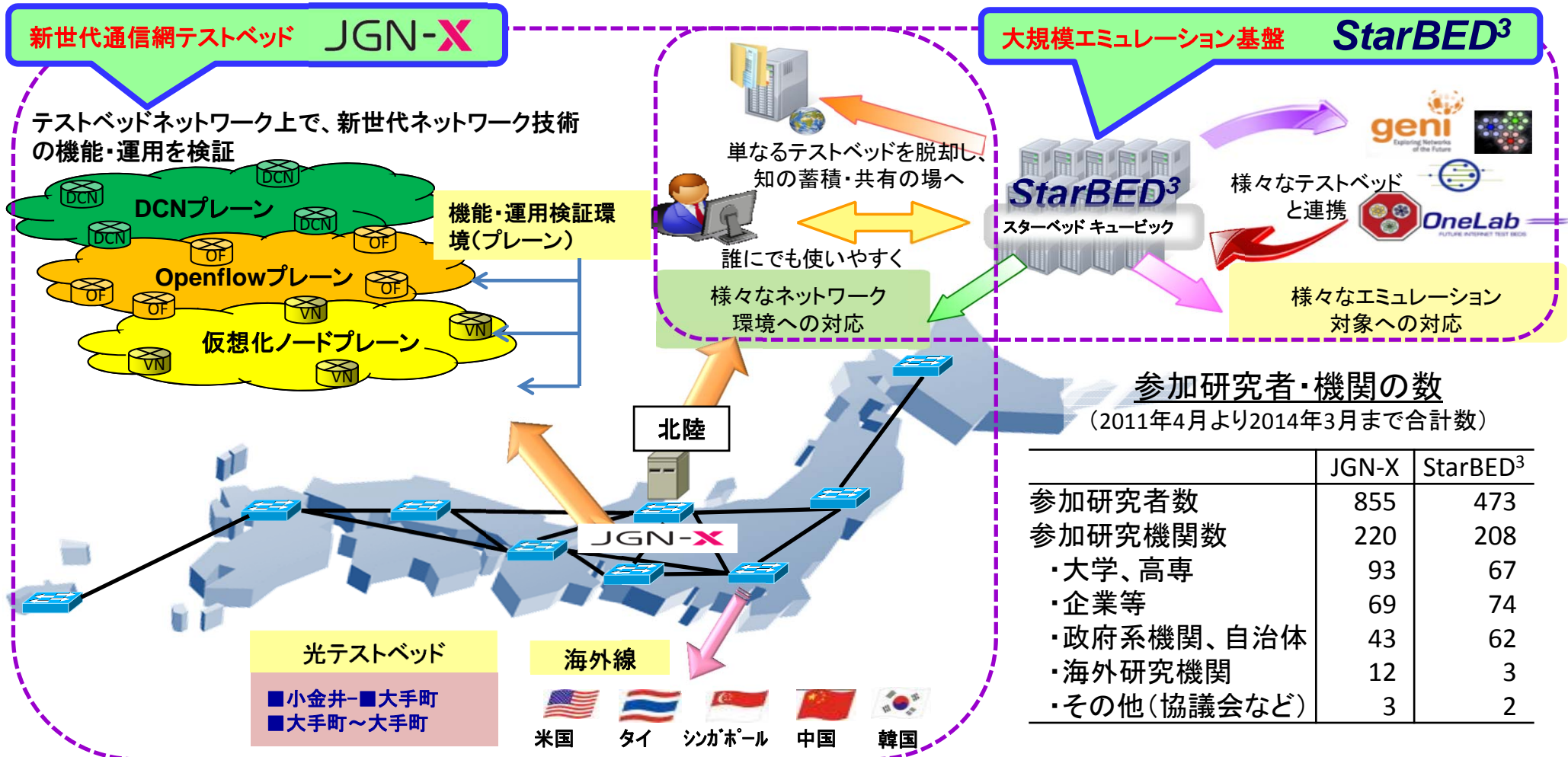


いざという時に頼りになるICTへ

NICTが運用する大規模テストベッド



新世代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試験ネットワーク(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。

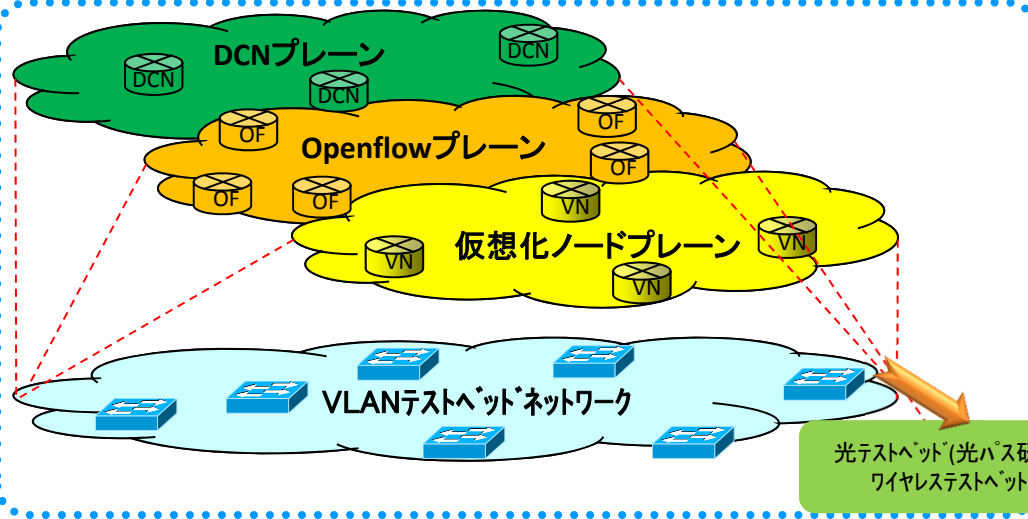


JGN-Xのネットワークの特徴・構成 (10月より100G回線を提供開始)



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

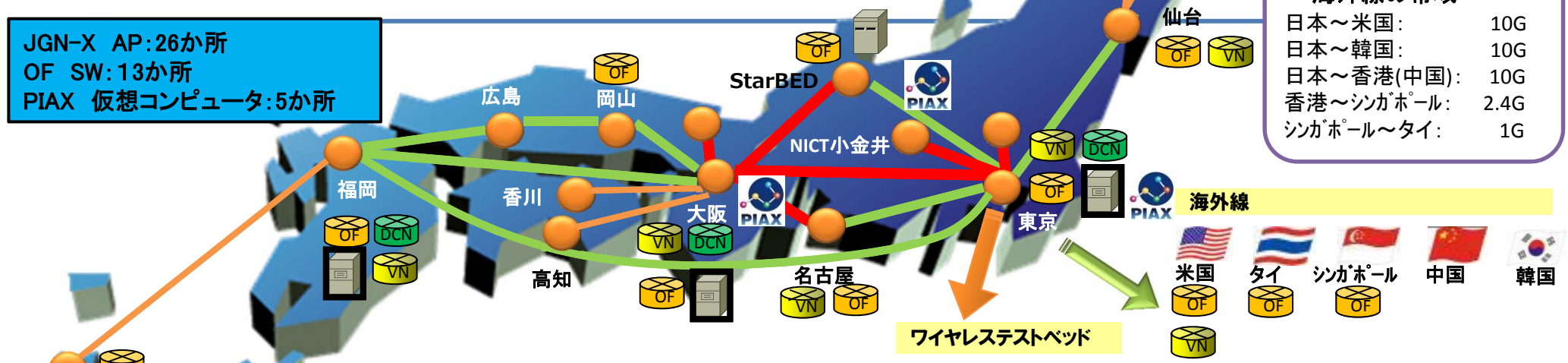
- ・新世代NWにつながる先端技術を実装し一般利用により、実証可能な複数プレーンを同時に構築
- ・仮想化NW上での利活用を促進する仮想化環境を段階的に構築
- ・海外NWとの接続や他のテストベッド(ワイヤレステストベッド、StarBED³)とも連携し新世代NWのプロトタイプ構築を目指す。



JGN-X接続拠点

- DCN NICT鹿島
- 横須賀
- いしかわCL
- NICT神戸
- NICT北陸
- 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

JGN-X AP: 26か所
OF SW: 13か所
PIAX 仮想コンピュータ: 5か所



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

凡例	100G	仮想化ノード	DCN	StarBED
	10G	Openflow	仮想化ストレージ/VM	PIAX利用仮想コンピュータ
	1G			
	DF			

JGN-X利用者向けサービス（パートナーシップサービス）



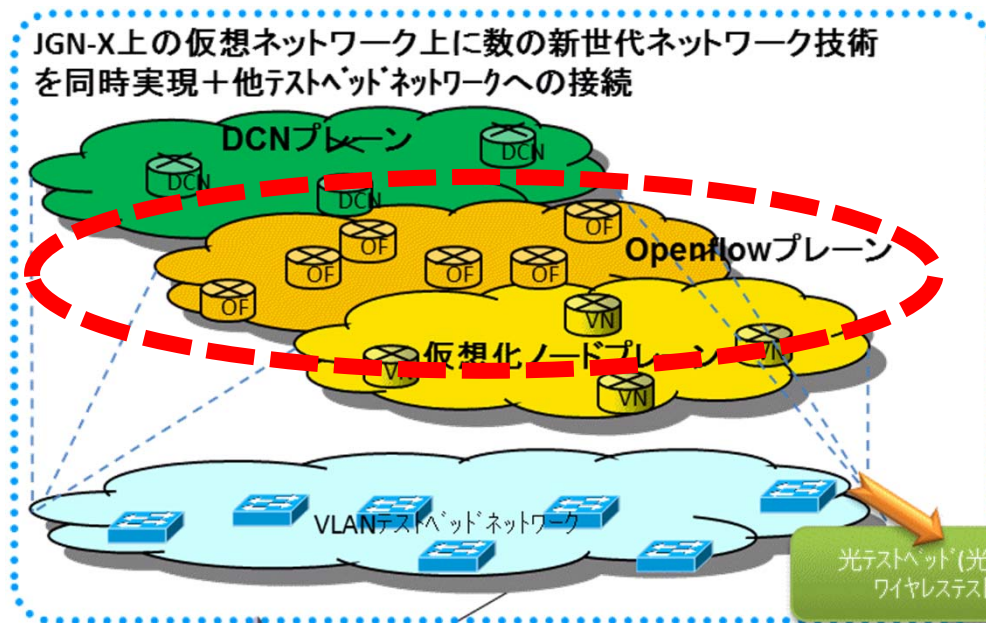
従来のL2/L3サービス上での実験・検証に加えて、新しいネットワーク技術の機能・運用検証が行えるサービス環境(パートナーシップサービス)を提供致します。



本日の資料に同封しています

サービス名称	サービス開始時期
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テストベッド	2013年4月 (一般ユーザ向けサービス)

- JGN-X上の大規模SDN/OpenFlowテストベッド
- マルチテナント化(同時に複数ユーザが利用可能に)

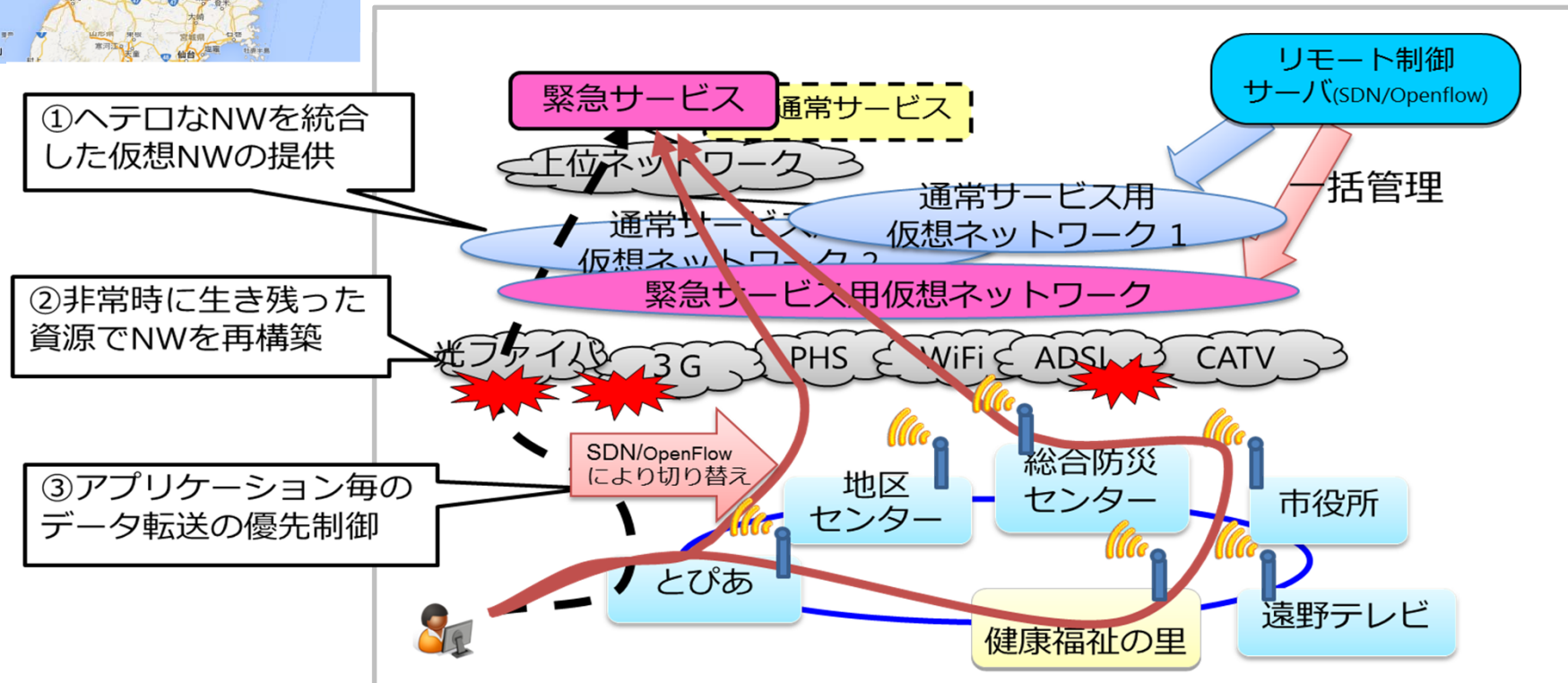


- ユーザはOpenFlowコントローラ(ソフトウェア)を持ち込み実証実験を実施
 - OpenFlowスイッチ直結のVM環境を用意
 - 広域OpenFlowネットワークを使用した実証実験が可能
 - 将来的には、StarBEDのクラスタを用いたSDN実証実験も可能にする計画



OpenFlowを応用した「非常時にも役立つNW」

- 遠野市、日本電気、NICTの共同プロジェクト
- 複数のアクセス網から利用可能なものを選択して利用
- 平時／非常時のNW制御とコンテンツ制御



➡ 遠野モデル（災害時後方支援都市での耐災害ICTインフラモデル）への発展

一般市民向け地域情報提供サイト

～14年2月実施の実証実験のデモ画面～



平常時

初動時

避難生活時

復旧期

医療情報の秘密分散バックアップ技術の研究開発



総務省SCOPE研究

研究実施機関

概要 (目標)

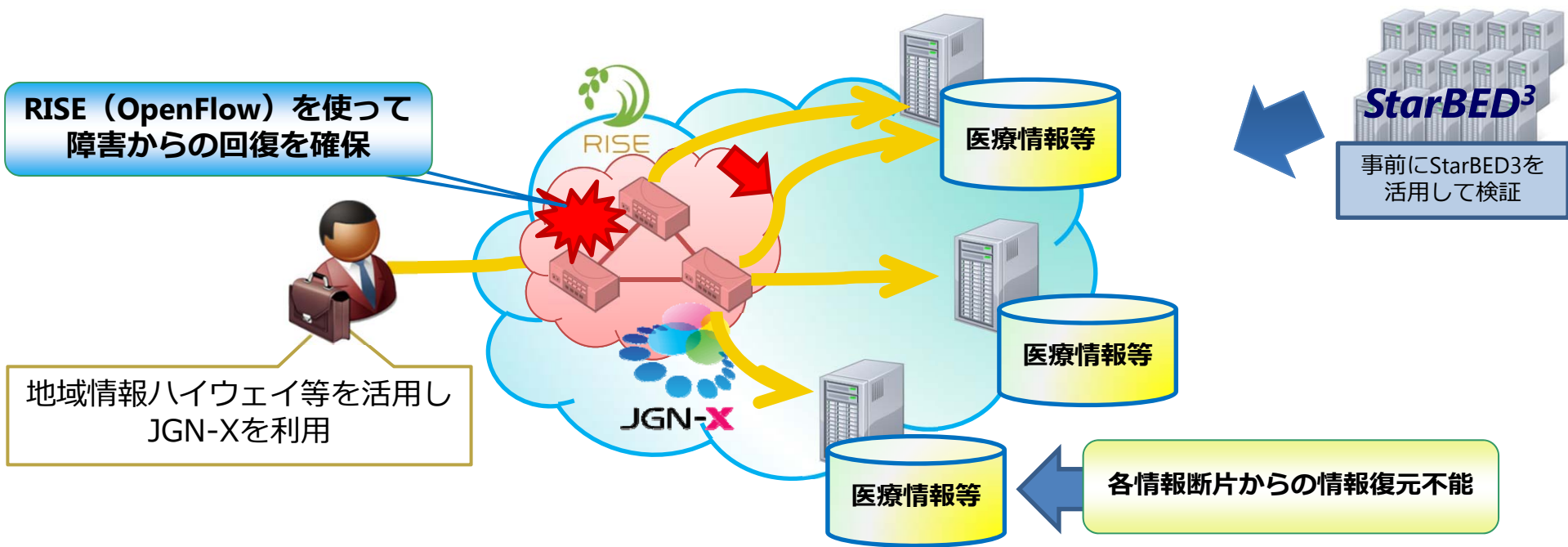
研究機関名：愛媛大学、大阪大学、京都大学

研究の概要：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、**平時と災害時を通した運用**可能性について検討する。

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。複数の医療機関が相互に計算機資源を提供して、秘密分散技術を用いて分散多重保存することで、個人情報の安全性を担保し、かつ単一障害点を有しない相互医療情報バックアップ環境を実現する。また、秘密計算処理を用いて、個人情報を保護した上で緊急時のサーベイや集計処理ができることを確認する。医療機関に接続された複数のネットワークと**Open Flow技術**を利用し、**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。

JGN-Xの活用シーン

- StarBEDで事前検証
- JGN-Xの仮想マシン・ストレージに医療情報を分散して配置
- JGN-XのOpenFlowサービスを利用



四国地区大学連携によるJGN-X仮想化環境を利用した 情報資産災害対策ネットワークの研究



研究実施機関

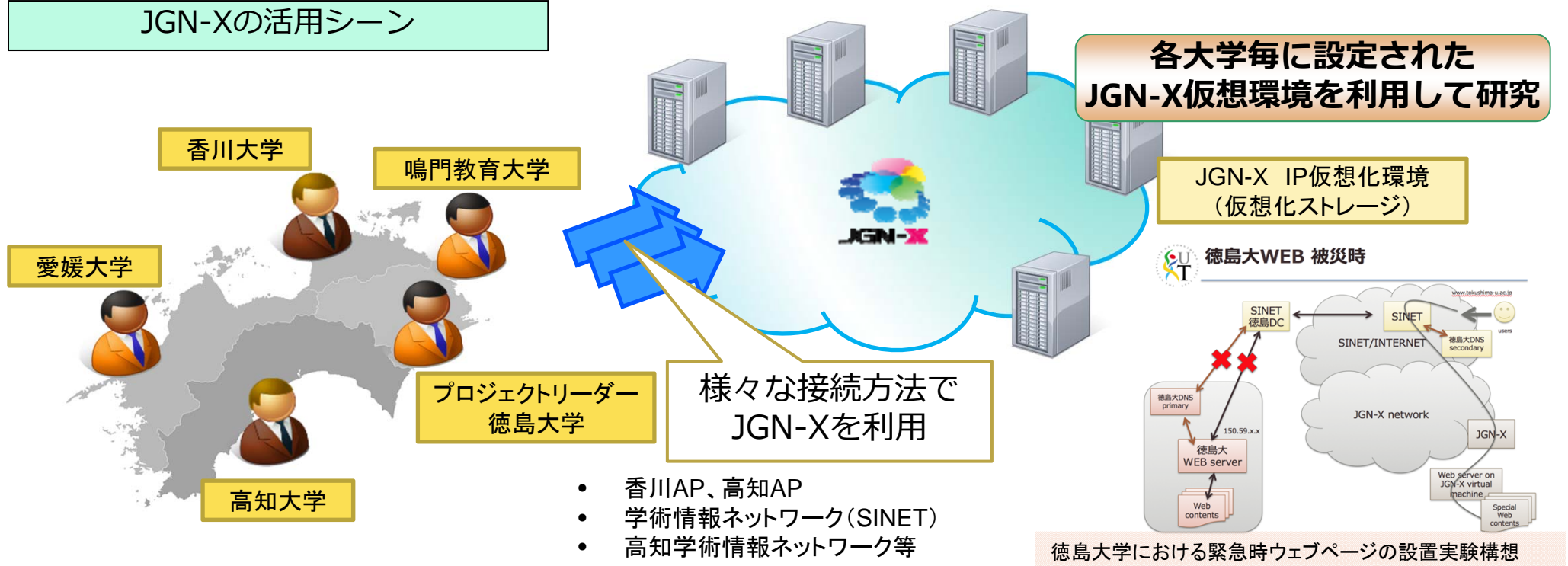
概要/成果（目標）

研究機関名：徳島大学、愛媛大学、香川大学、高知大学、鳴門教育大学

研究の概要：四国地区国立5大学連携による情報資産BCPを実現するための基礎的要件の洗い出しを、**JGN-X (VM・ストレージ) を用いた各種実証実験**を通じて検討を行う。情報資産のバックアップに必要な技術的要件や情報セキュリティポリシー、SLAなどを議論する。被災時の各種情報システムの代替手段の構築やそれらへのアクセス方法、コストなどの検討を行う。学術ネットワークや地域情報HW利用など、大学が利用可能な技術・資源についても実験・調査し、将来的な大学連携による共同バックアップ機構の実現性等について検討する

成果・目標：各大学から様々な形態でJGN-Xへの接続、**仮想サーバを利用した情報資産・ウェブサーバのバックアップ機構について実験**を実施。各校における情報資産の外部持ち出しに関する情報セキュリティポリシーの検討等を行う

JGN-Xの活用シーン



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



北村様ご紹介された研究

研究実施機関

研究機関名：高知工科大学、岩手県立大学、高知医療センター（予定）

実施期間（予定含む）

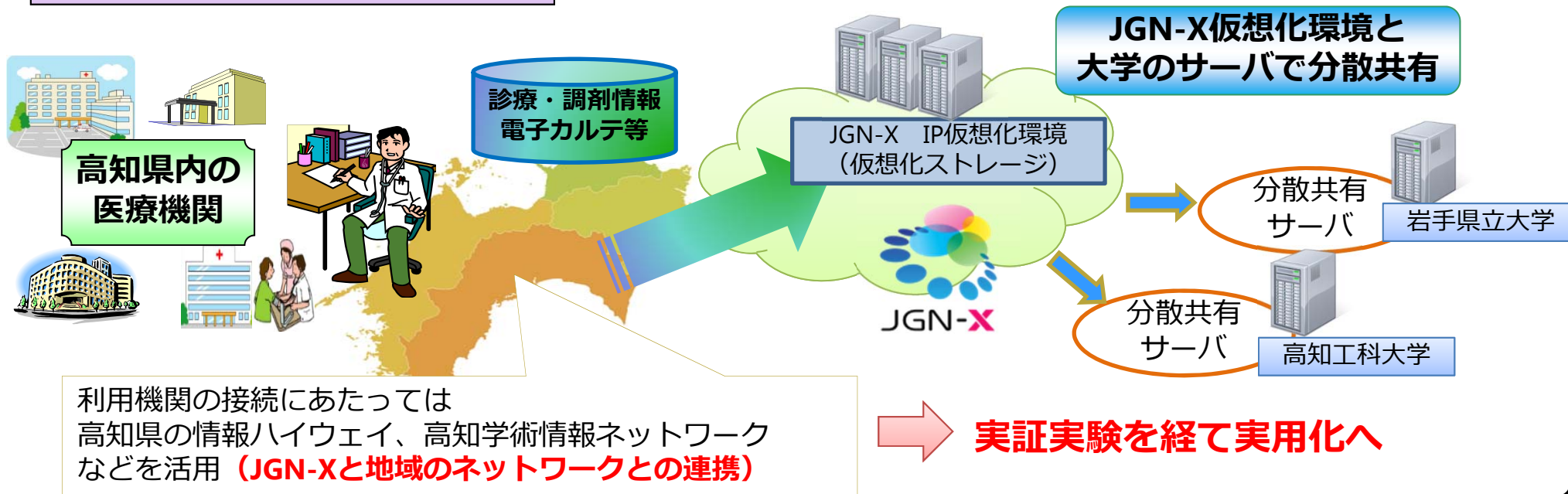
- 2012年度：IP仮想化環境の構築および評価
- 2013年度：情報分散共有の実証と評価
- 2014～2015年度：実証実験による評価

概要/成果（目標）

研究の概要：南海トラフで想定されている巨大地震などの広域大規模災害に備えて、平常時には医療機関からの電子カルテ、処方・調剤や患者本人からの服用履歴（おくすり情報BANK）などの医療情報を安全に広域に分散・共有し、大規模災害などが発生した非常時には衛星や無線、モバイル網も含めて動的に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。

成果・目標：おくすり情報などの必要な医療情報を被災地など制約のある環境でも確実に利用できるようにするため、**仮想化技術などを活用した地域間医療情報ネットワークシステムの研究開発**を行う。

JGN-Xの活用シーン



「災害状況再現・対応能力訓練システム」のJGN-X利用に向けた取り組み



白木先生がご紹介された研究

香川大学 危機管理研究センターでは災害状況再現・対応能力訓練システムを運用しており、多くの方々がこのシステムを体験してる。この訓練を通じて、想定を超える状況に対応できる人材の育成を目指している。今まで香川大学でのみの体験を、遠隔からも体験できないかという考えより、JGN-Xを活用して香川大学と高知工科大学との間で映像伝送を行い、高知側で映像の再現して、高知での訓練システム実施による評価実験を今後行う予定。JGN-Xでの伝送技術にはMIDFIELD活用予定。

高知工科大学



画面イメージ：
体験者が目にする3画面のシステム



体験者が画面を見て
訓練を受けているイメージ

香川大学危機管理研究センター

香川大学 学内網→
医学部 (JGN-X AP) へ



- ・評価者(システムオペレータ)は、香川大学からの体験者の訓練の映像を見ながら、評価やシステムの操作をおこなう。
- ・ナビゲータも同様に香川大学においてリアルタイムで体験者の訓練映像を見ながら、ナビゲートしていく。

高知学術情報NW経由で
高知工科大学へ

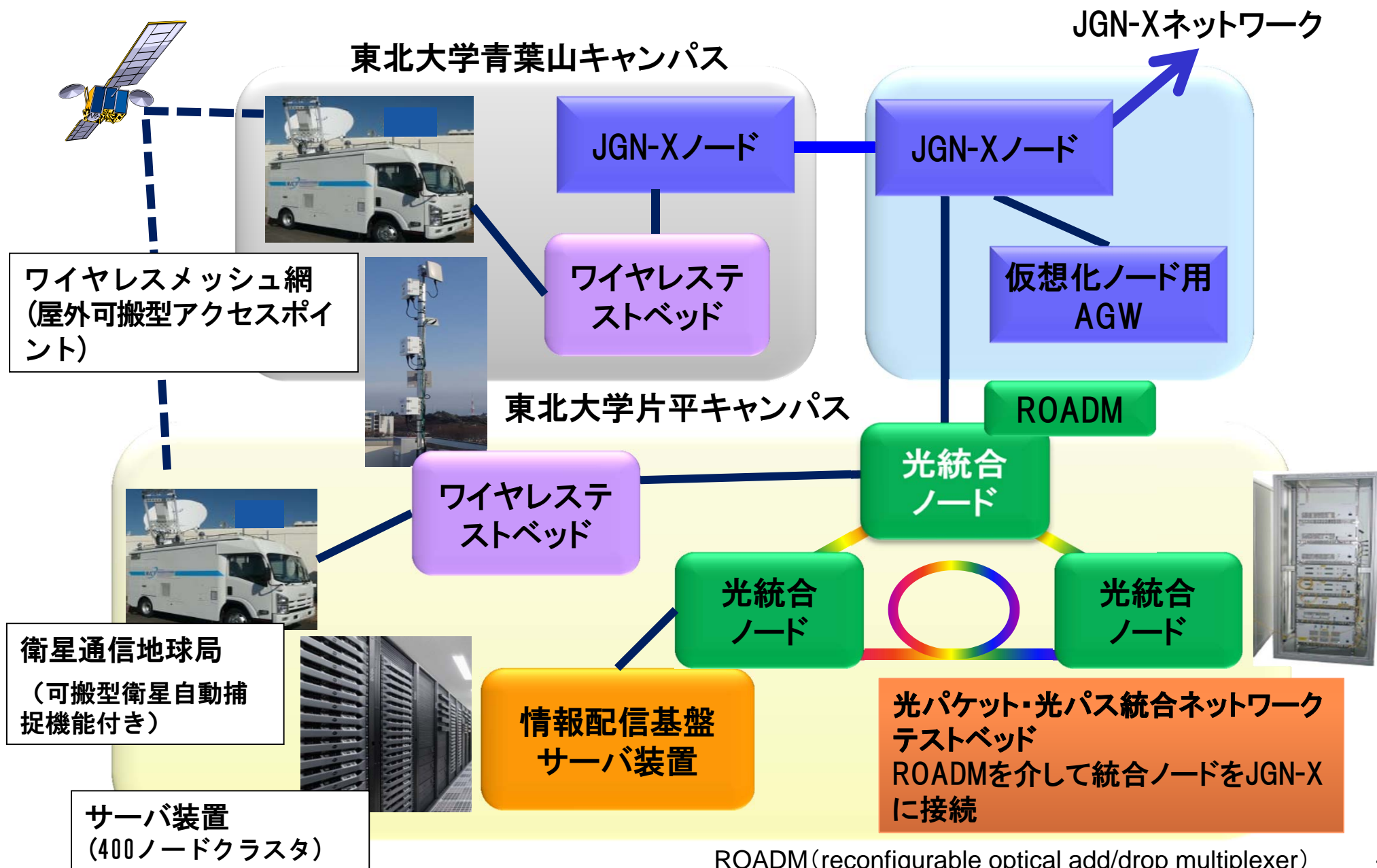
NICT 耐災害ICT研究センター

東北大学片平キャンパス内

- 東日本大震災の教訓を生かし、「情報通信ネットワークの耐災害性強化の研究開発」を立上げ
- 役割
 - ◆ 産学官連携の研究開発拠点を形成
 - ◆ 研究推進のためのテストベッドの構築
 - ◆ 被災地域の地域経済活動の再生
- H24.1 東北大学との間で協力協定を締結
- H24.4 NICT耐災害ICT研究センター設立(仙台市)
- H25.3 耐災害ICT研究シンポジウム及びデモンストレーション(仙台市)
- H26.3 耐災害ICT研究センター開所式→本格稼働

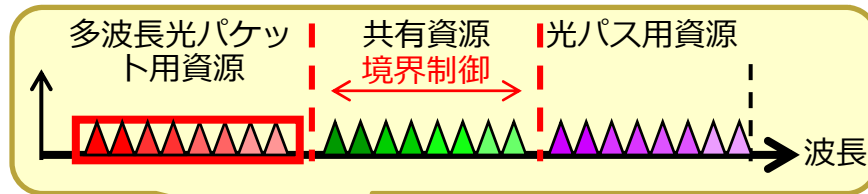


耐災害ICT研究テストベッド



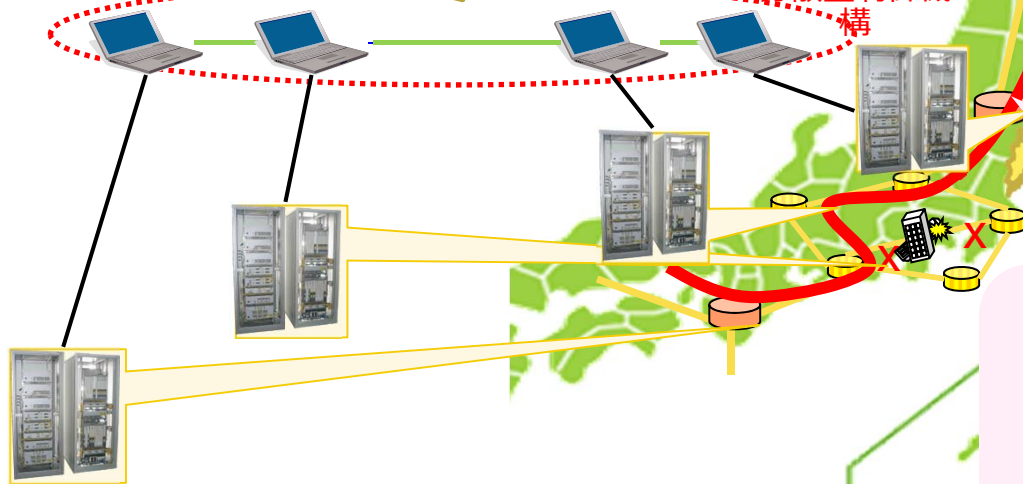
耐災害性強化の研究：光ネットワーク分野

物理リソースの動的制御による 国内全域への輻輳波及防止

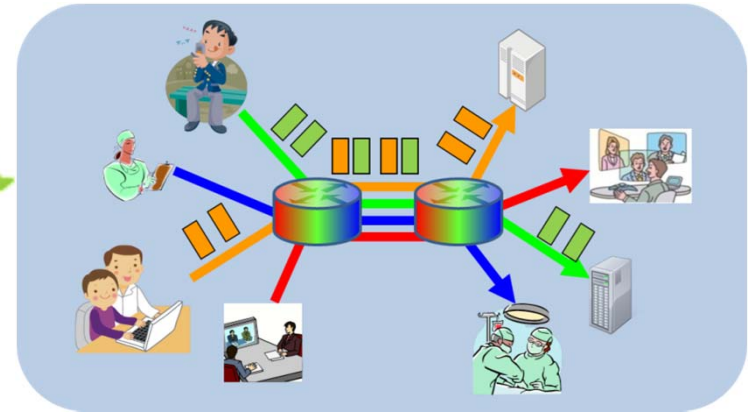


光パス制御プレーン

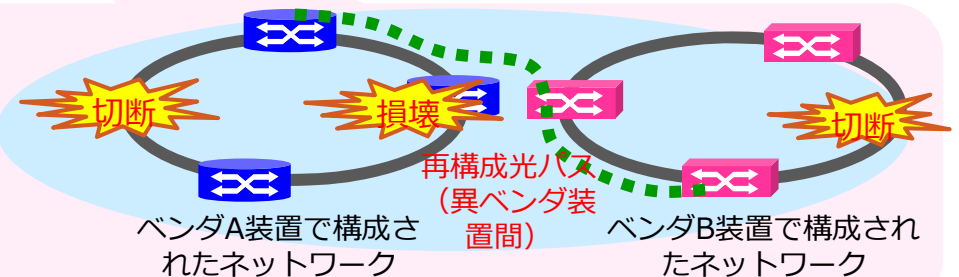
分散型制御機構



光パケット・光パス統合
ノードの緊急時機能実現



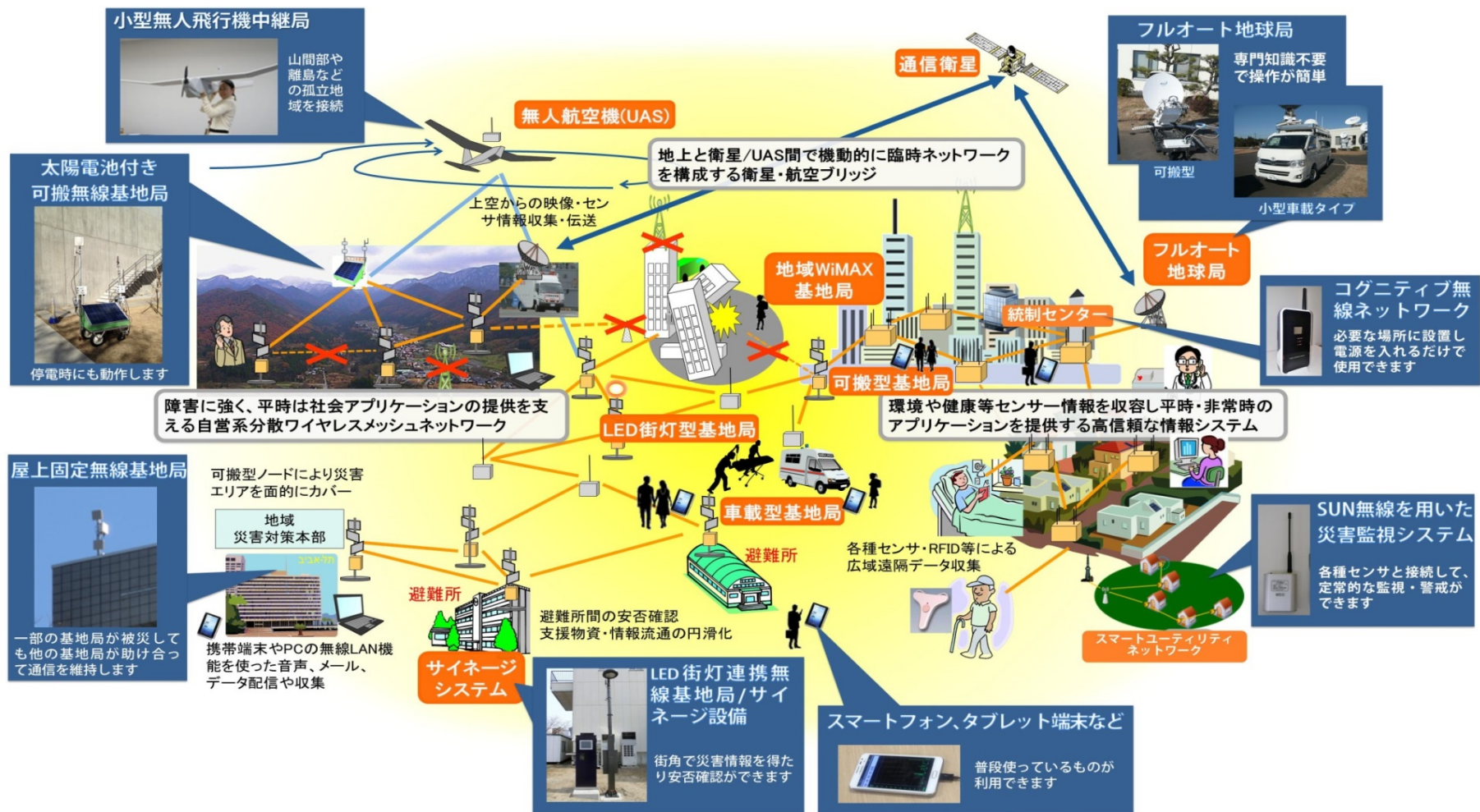
光ネットワーク応急復旧 広帯域光エントランスを被災地へ



暫定光ネットワーク再構築
技術による地域網確保

耐災害性強化の研究：ワイヤレスネットワーク分野

- 災害に強い無線メッシュネットワークを大学構内に設置し、機能を実証
- 衛星や小型無人航空機を付加した実証実験に成功
- 自治体や機器ベンダー等に対して成果展開



耐災害性強化の研究：情報分析分野

ユーザ



被災者を含む
地域住民等

地方自治体、
NPO、ボラン
ティア団体等

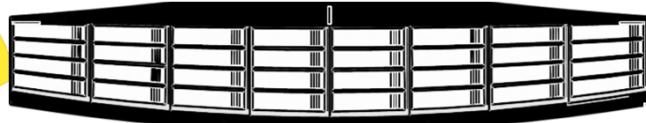
H26年度に一般
公開、自治体様
の利用を期待

「宮城県のどこで毛布が
不足していますか」

「宮城県で何が不足
していますか」

質問：「どこで竜巻」?

SNSの書き込み情報



耐災害情報分析システム

1. 被害の全体像表示



2. ロングテイル事象も見逃さない

アレルギー児対策：
食物アレルギー対応食

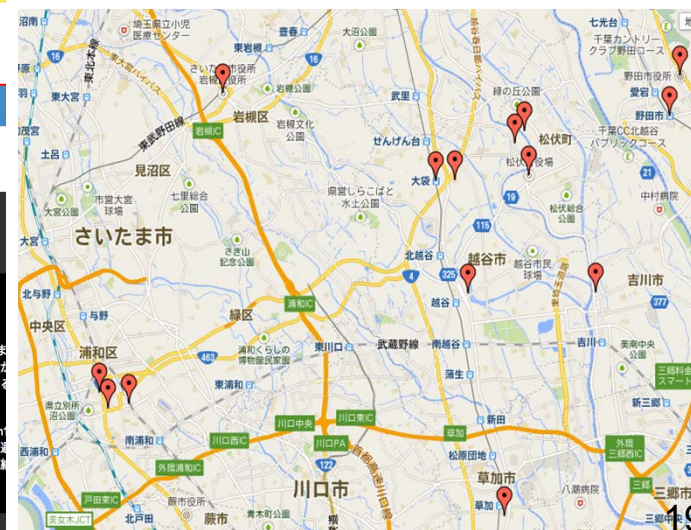
透折 レントゲン技師 足湯ボランティア
歯医者 女将 ご婦人 アレルギー児対応食
開業医 歯科医 小児科 ナース 看護師 警備員
整形外科医 警官 警察
急患 (情報抽出)

チューブ 人工透析用チューブ
フィルター マスク
ガスカートリッジ
おむつ

@lovehigashi RT @yohyoh1129: @mammyhashimoto 拡散お願いします！ RT @yohyoh1129: 誰か教えて！宮城県多賀城市でアレルギー児対応食が不足しています。避難所の何処かには行っているようですが、どこに行けばあるのか、どこに連絡すればいいのかわからないので教えて下さい！ 2011/03/18 14:16:37

@yohyoh1129 @mammyhashimoto 拡散お願いします！ RT @yohyoh1129: 誰か教えて！宮城県多賀城市でアレルギー児対応食が不足しています。避難所の何処かには行っているようですが、どこに行けばあるのか、どこに連絡すればいいのかわからないので教えて下さい！ 2011/03/18 13:00:33

3. 竜巻の検出；メディアのニュースより早く(2013.9.2)



耐災害ICT研究協議会～成果実用化のための体制～

耐災害ICT研究協議会（28機関、H24.5発足）

地域防災モデルシステム検討WG

標準化・広報検討WG

「災害に強い情報通信ネットワーク導入ガイドライン」発行

H26.6

本ガイドラインの目的と位置付け	01
想定外だった通信の被災 ～東日本大震災で起こったこと～	02
我が国における災害 ～我が国で警戒すべき災害とは？～	03
地域毎の災害リスク ～自分の地域ではどのような災害を警戒すべきか？～	04
災害発生時の自治体業務 ～多くの業務で通信が重要～	05
災害発生時の通信 ～その時、通信は使えるのか？～	07
課題と対策 ～災害に強い情報通信ネットワーク技術による補強～	08
災害に強い情報通信ネットワーク技術 システム例	09
システムの全体イメージ	10
被災地でネットワークを繋ぐ仕組み	11
地域住民に災害関連情報を提供する仕組み	16
関係者間で情報を共有する仕組み	18
具体的な導入シナリオ	20

非常時の情報通信の課題

非常時にインフラが停止し...

- 住民への同報手段：防災無線、コミュニティFM
- 行政-住民間の情報通信手段：基本無し(アマチュア無線)

ニーズ

- 最低限、地域内で災害情報共有、安否確認、通話したい

課題

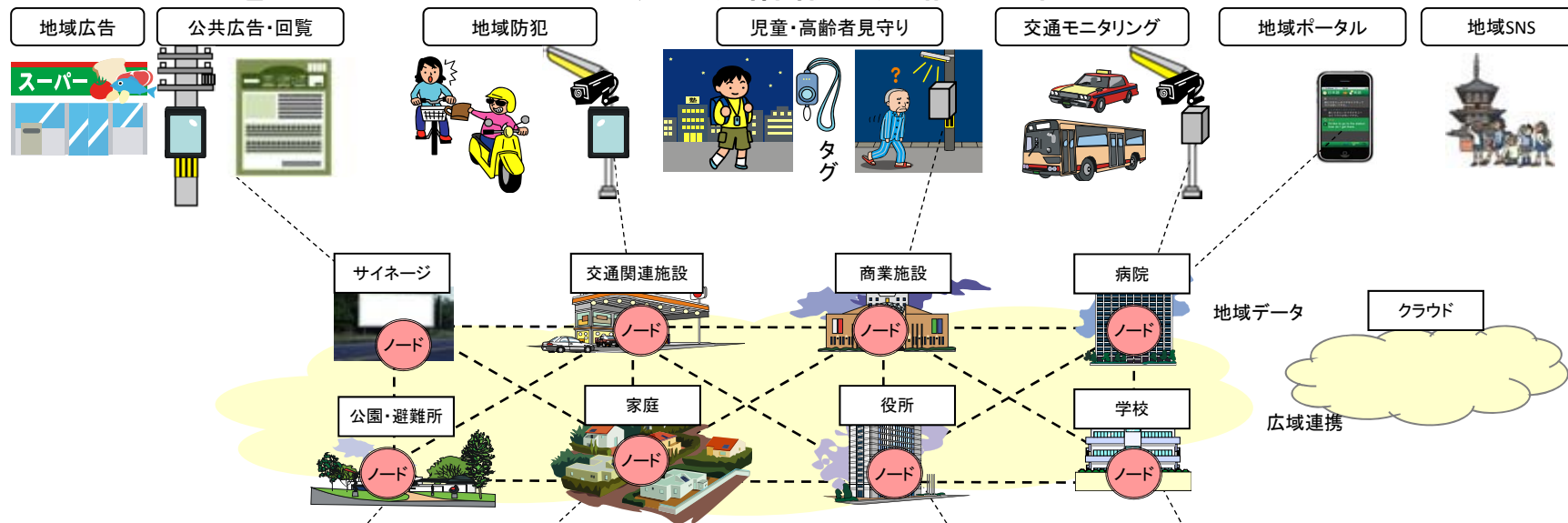
- 非常時専用システムはコスト面で難しい
- 普段使っていないといざという時使えない、動かない

非常時のICT環境改善には、非常時のみならず、平時にもサービスを提供できるネットワークシステムが必要

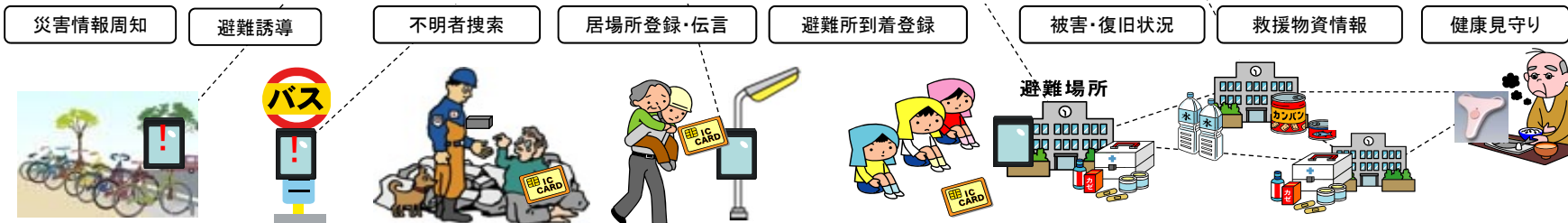
NerveNet(ナーヴネット)のコンセプト

サーバ機能を有しメッシュ接続された基地局ノード群
街の神経網として機能するICTプラットフォーム

日常: センサを活用した安全・安心、地域情報の発信・共有アプリ



非常時: 障害に強い通信網と情報システムによる非常時アプリ



100ノード程度単位(数キロ四方、数千~万ユーザ)が管理しやすい
ノード間接続手段は問わない(無線LAN、地域Wimax、光、CATV等)



NerveNetで何ができるか

商業主、行政がインターネットを介さず直接ユーザに情報配信できる

広告

重要情報(災害、気象、防犯など)

交通

地域内の情報の共有と交換ができる

行政広報、PTA、学童、地域回覧板

地域SNS

インターネットと切れてもアプリケーションが提供できる

避難誘導(地図もNerveNetが提供)

安否登録、家族間安否確認

避難所間の情報共有

通話

普段はインターネットアクセス環境を提供できる

スマートフォンからWiFiでアクセス

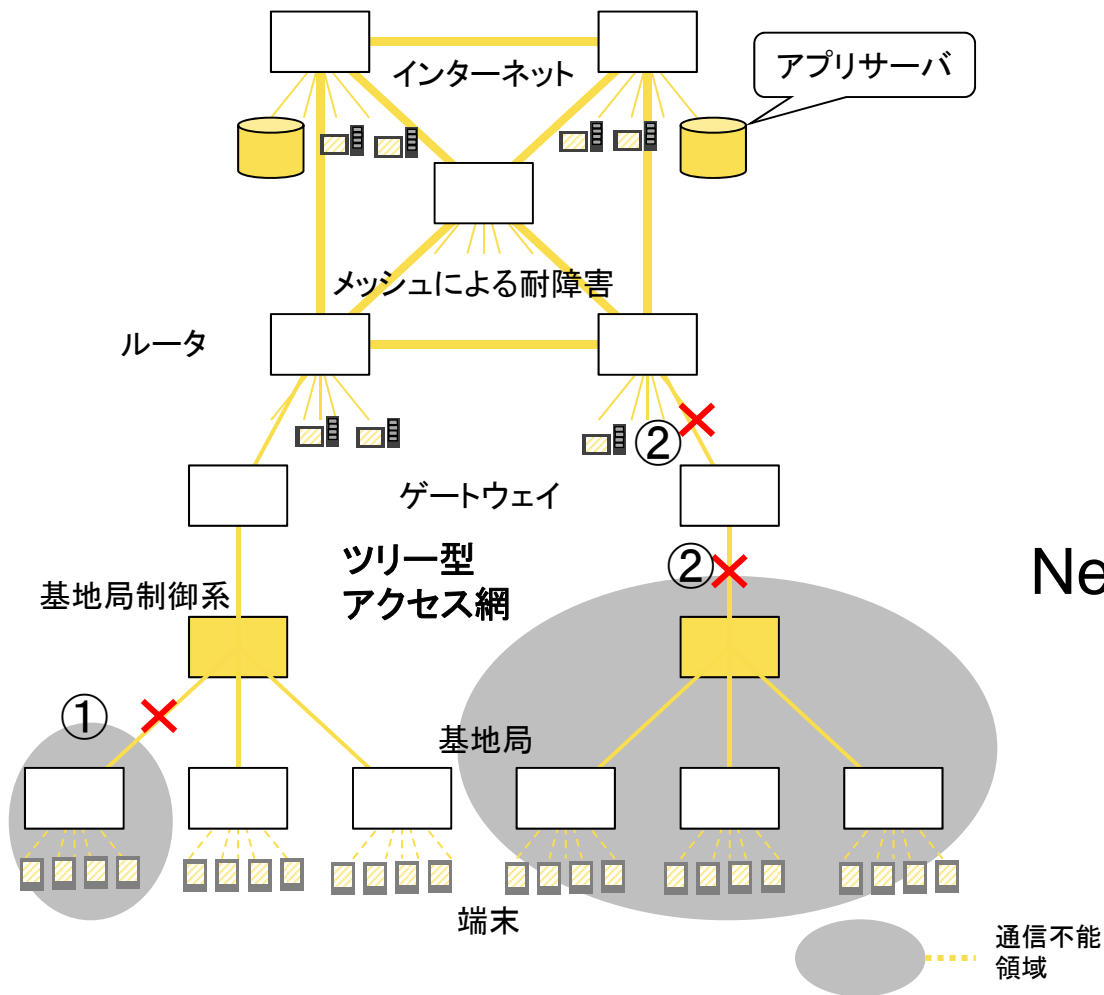
アーキテクチャ転換：通信と情報のメッシュ化

今のネットワーク

通信：ツリー型(アクセス系)
情報：サーバ/クライアント型

- ①制御が途絶えて通信不能
- ②アプリサーバと接続できずアプリ利用不能

通信と情報のメッシュ化

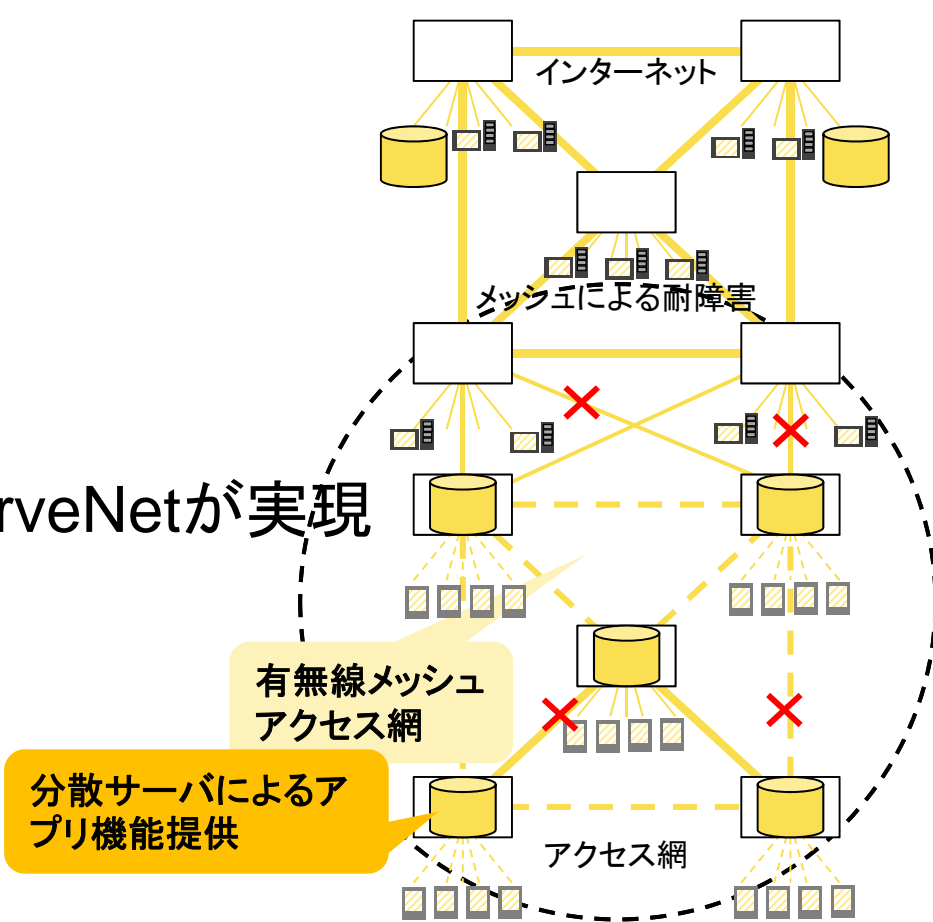


これからのネットワーク

通信：メッシュ型
情報：メッシュ型

- ・切断に強くアクセス網内で通信可能
- ・一部障害時でもアプリ実行可能

NerveNetが実現



基地局構成

標準構成

基地局本体装置1台

無線装置2~4台

1台はユーザ端末収容用、残りは基地局間接続用



メッシュ接続用に各種無線／有線伝送システムを利用可能

- 無線装置 (2.4GHz/5GHz無線LAN)
- FWA (18GHz, 25GHz, 60GHz)
- WiMAX、衛星
- 電気イーサ、光イーサ



基地局本体装置

L2 VLAN PoE Switchユニット

CPUボード (Atom processor, ファンレス)

SDカードスロット (個別設定情報)

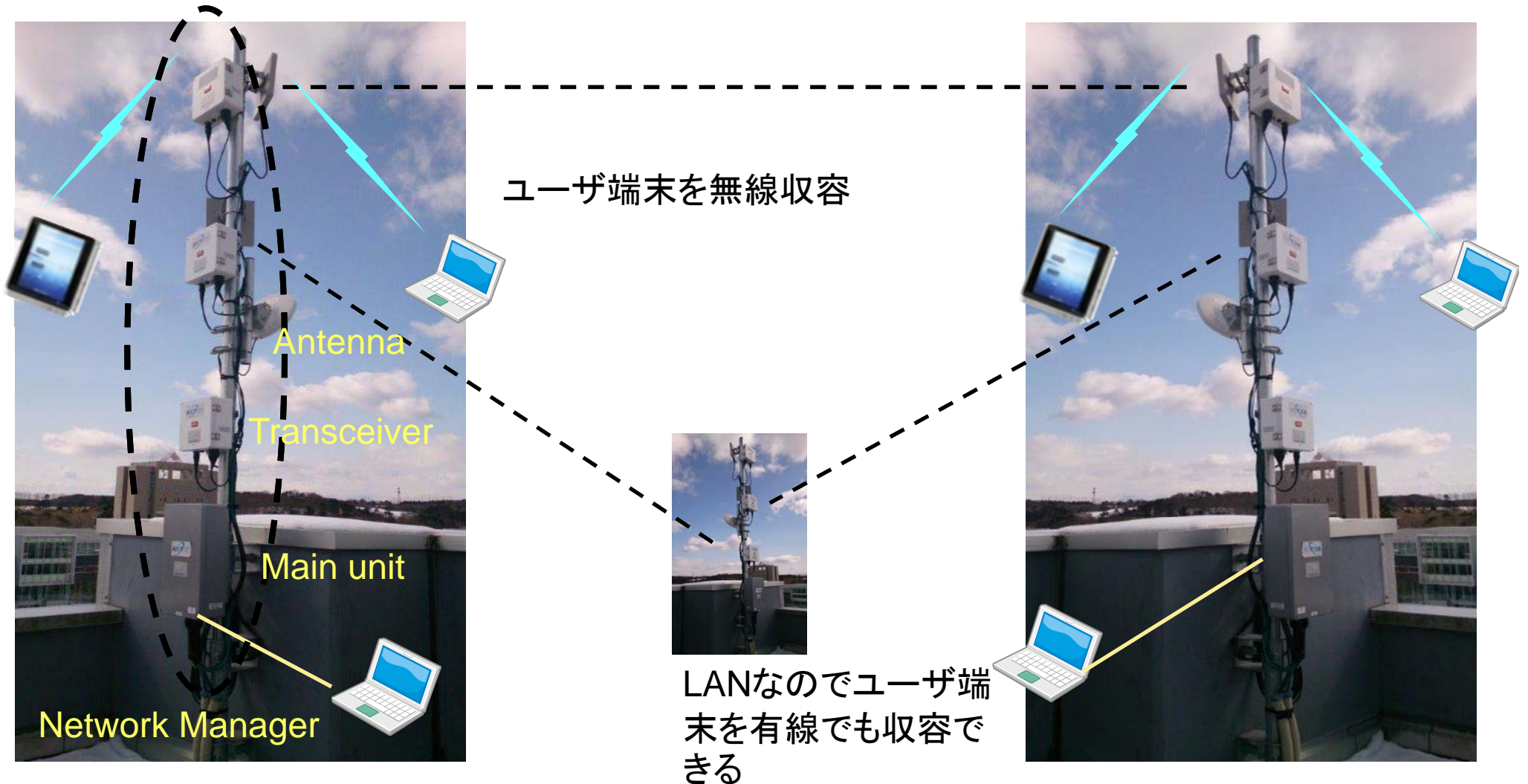
CFカードスロット (共通 root File System)

PoE port (8 port)

消費電力50W弱 (無線装置4台含む)

ネットワークの構成イメージ

基地局一式



「切れにくい通信」と「切れても大丈夫な情報共有」

“通信・ネットワーク機能”

- メッシュ型ネットワークを構成
- レイヤー2の高速パケット伝送

効果

- 通信切断、装置故障、停電への耐性
- エリアを拡張しやすい

“情報処理機能”

- 基地局間分散データベース
ユーザ情報、地図、避難経路、センサデータ,,,
- サービス機能
Webサーバ, 端末発見, 通話制御, 移動制御,,,



- インターネット無しでデータ交換や通話ができる

東北大学キャンパス内の大規模テストベッド

● 屋上メッシュ基地局 (APあり)

● 屋上メッシュ基地局 (中継のみ)

● JGN-X 接続基地局

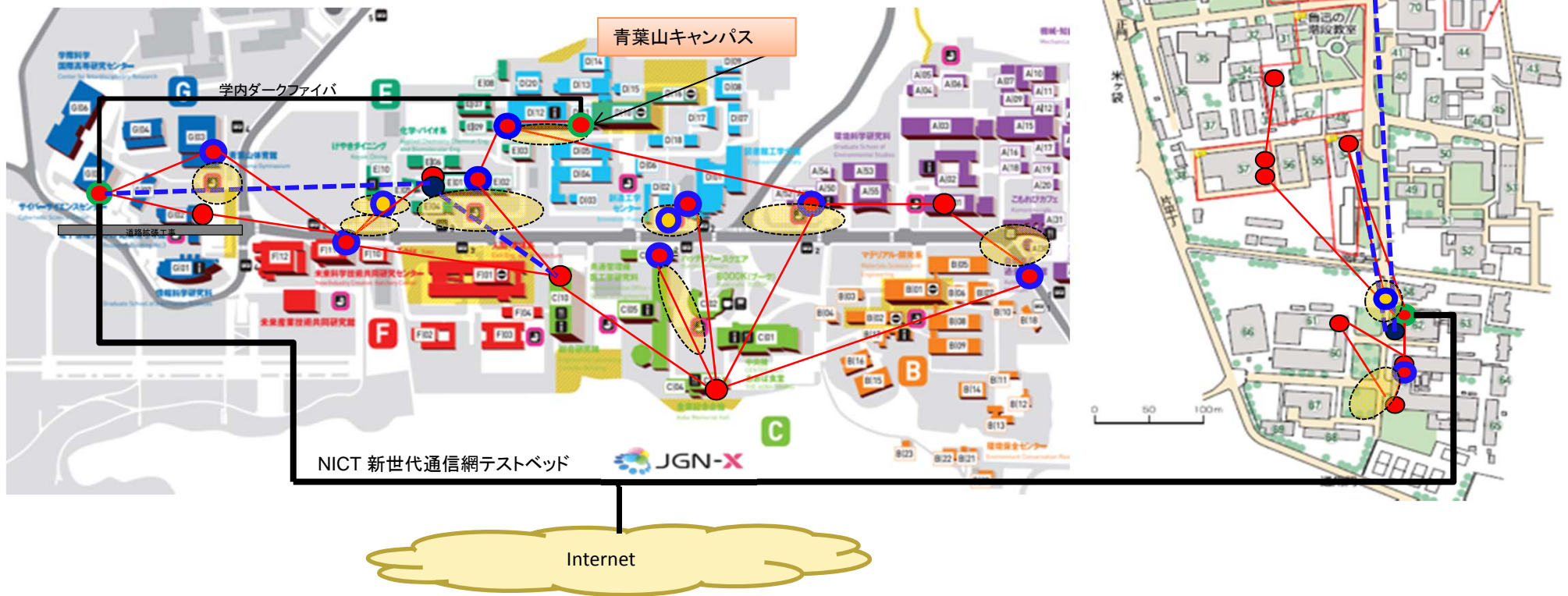
● 地域WiMAX基地局

● 地上メッシュ基地局 (LED街灯型)

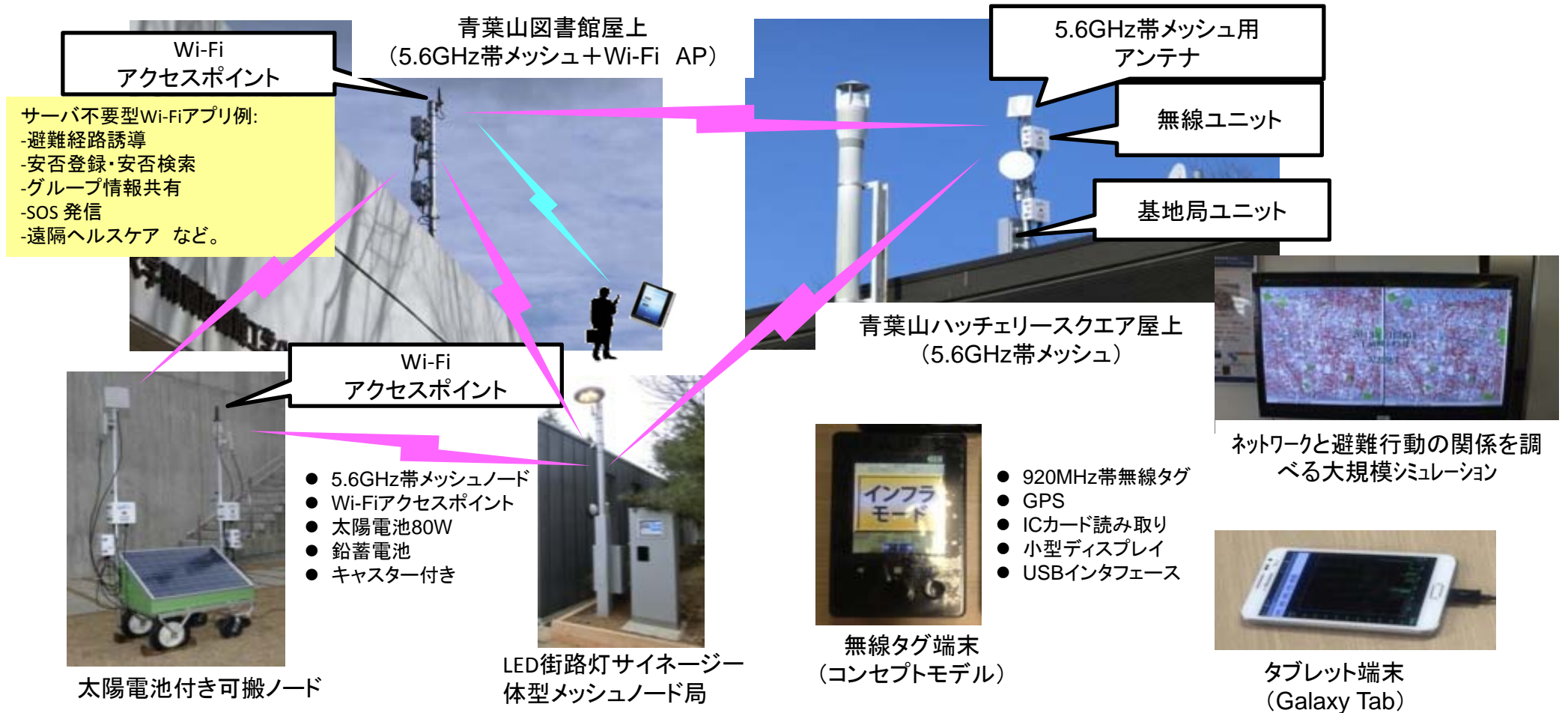
— WiFi W56 無線リンク

○ 地上WiFi サービスエリア

- - - 地域WiMAXリンク



テストベッド構成要素



テストベッドの特徴と動態デモ構成

2013.3実施

【部分的に損壊しても】

障害経路から他の経路へ高速に切り替えて通信を維持
通信制御サーバが不要で各ノードのみで動作

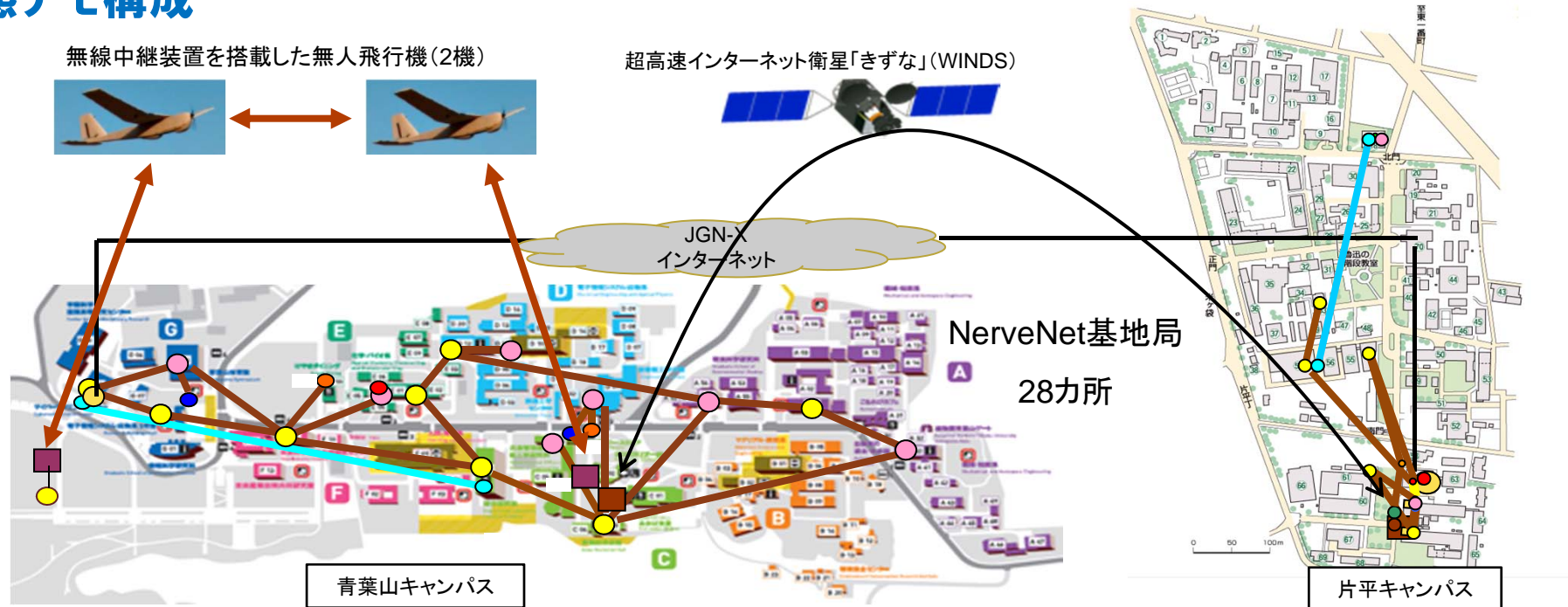
【基幹網との接続が切れても】

ローカルの通信は維持、各ノードが情報処理機能も備えるのでアプリケーションも提供
ノード同士の接続手段は問わず、有線/無線LAN、WiMAX、衛星、無人航空機など多様なメディアを活用

【平時、その他】

自治体、企業、住民による地域内の通信や情報配信/共有を効率良く提供
公共/教育/医療施設、避難所、駅等を中心に整備し重要拠点の通信を確保
サイネージ、自転車共有スタンド、EV充電スタンドなど新社会基盤との一体整備

動態デモ構成



臨時通信システムとしての実証実験

2011.10実施



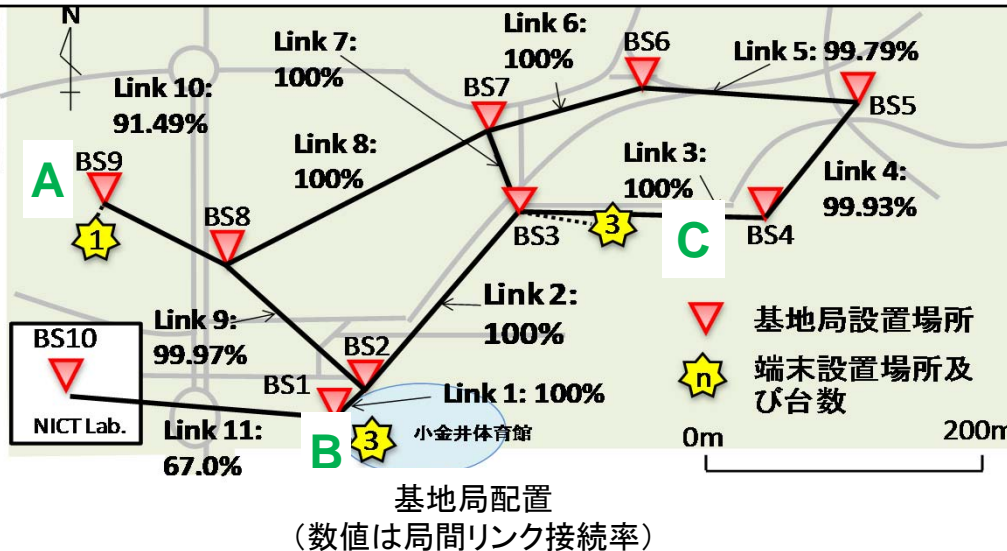
2011年10月29日(土) 9:00-12:00
 東京都 4市(武蔵野市、小金井市、小平市、西東京市)合同防災訓練@小金井公園
 報道資料 http://wirelesswire.jp/News_in_Japan/201110291856.html

現在の避難者数	氏名
1 現在の避難者数 33人	小泉 綾女
2 現在の避難者数 27人	塩田 優
	奥貫 翔
	恩田 怜奈
	柳原 健
	浦野 そら
	小越 俊一
3 現在の避難者数 24人	氏名
	森脇 莉沙
	横田 直人
	永野 晃司
	中原 光臣
	井上 啓介
	大畑 弘也
	新谷 美紀
4 現在の避難者数 26人	

発信者: 大和田泰伯
 発信場所: 避難所2
 広報内容: 災害対策本部からの物資配給情報です。本日の物資配給時刻をお知らせします。A避難所の配給時刻は午前9時、B避難所の配給時刻は午前9時30分を予定しております。

Buttons: 広報発信, 広報履歴一覧, 安否確認(検索)

NICT 独立行政法人 情報通信研究機構
 National Institute of Information and Communications Technology



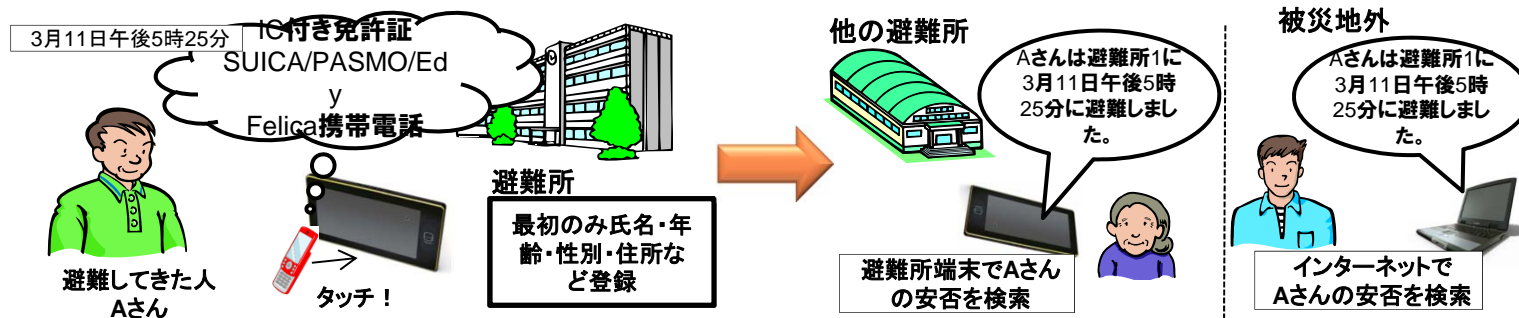
臨時通信システムとしての実証結果

想定シナリオ

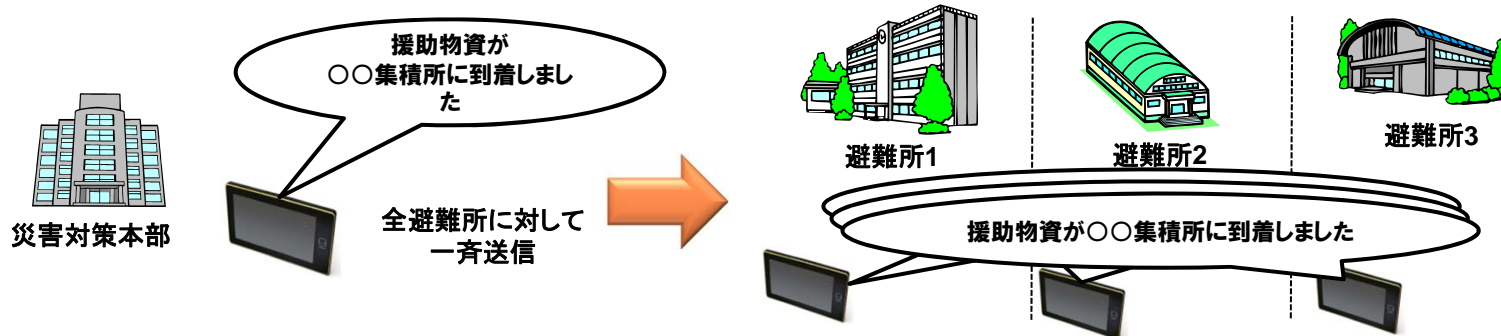
災害直後： 基幹網の断線により、携帯及び有線通信が不能

数時間後： NerveNetにより回線が復旧

①安否登録・確認アプリケーション



②広報メッセージ発信、グループ放送型アプリケーション



結果

ネットワーク設計・資材搬入後、4人・4時間程度で9局を600m×300mのエリアに展開、運用
 事前知識の無い市民がICカード(Felica/Mifare)を用いた安否確認・メッセージ配信を体験

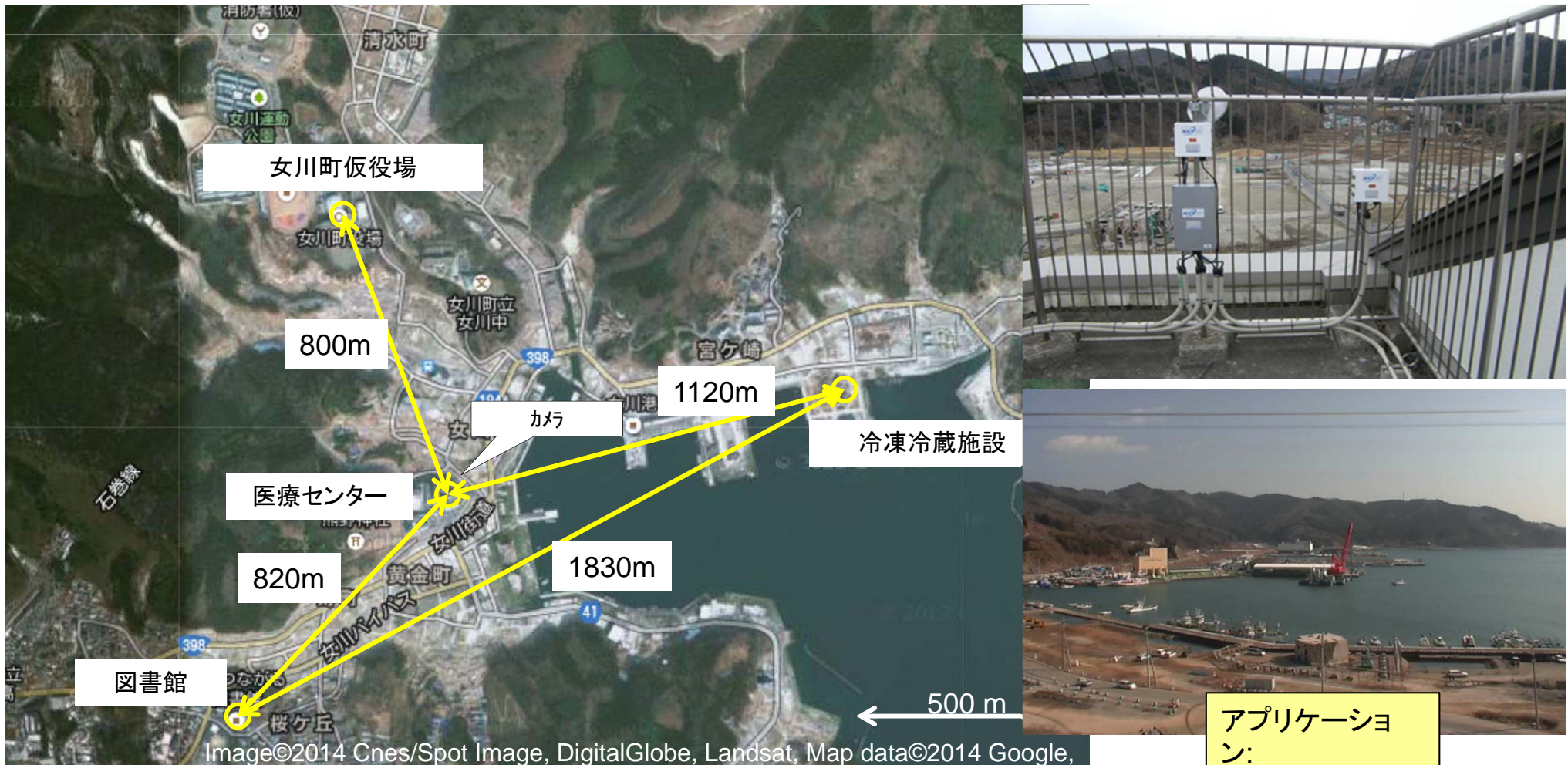
特定サーバ無し(端末・基地局のみ)でアプリケーションを実現

4ホップでもTCPスループットで平均5Mbpsを達成

宮城県女川町での実証

2014年1月～

女川町役場仮設庁舎、地域医療センター、つながる図書館、冷凍冷蔵施設(4拠点)の間を無線ネットワークで結び、高台にある地域医療センター(海拔16m)のカメラで女川湾や国道、復興工事現場の映像を取得して、女川町役場仮設庁舎等で常時確認できるモニタリングシステムを構築。



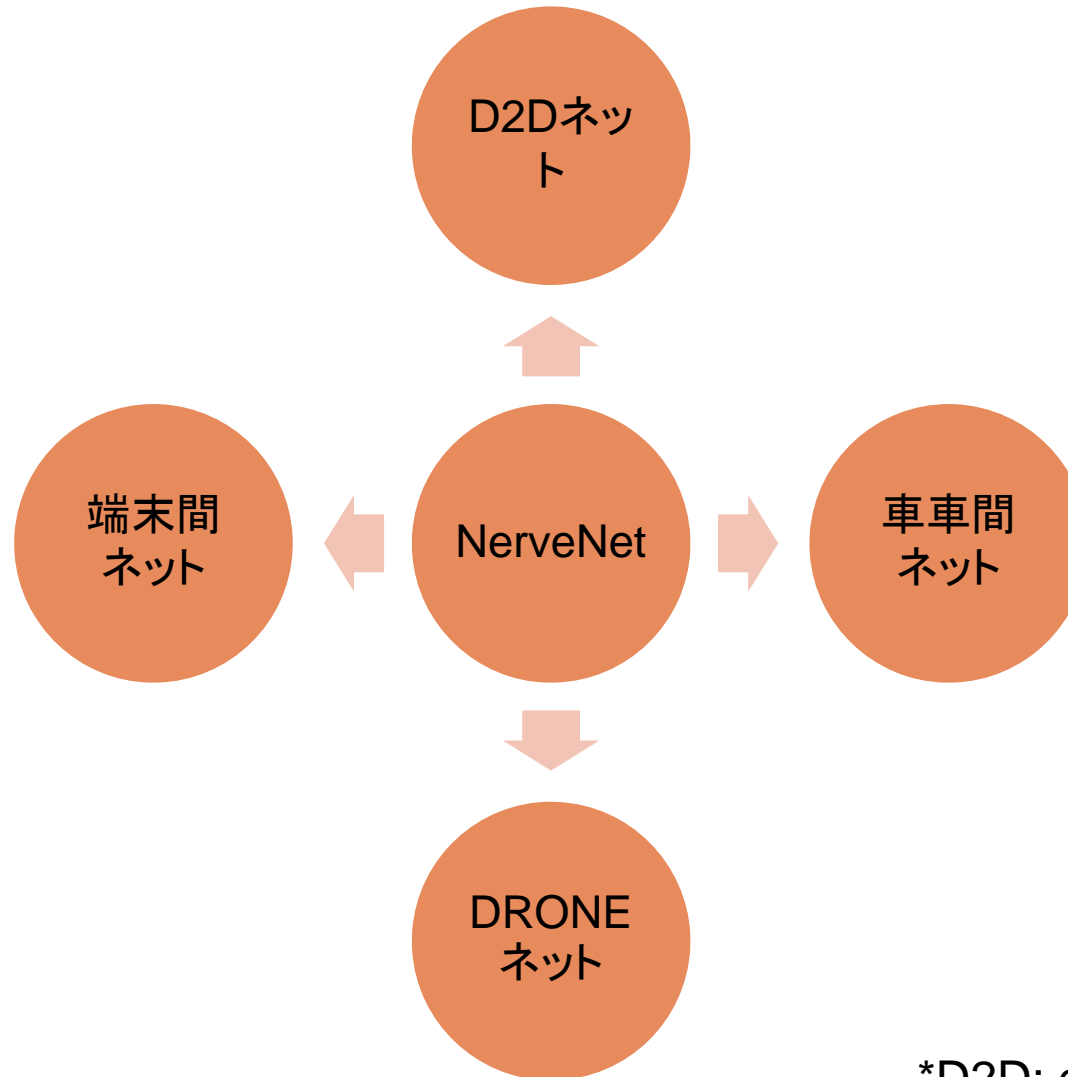
アプリケーション:
 - 地域内通信
 - 海面観測

宮城県女川町での実証



- 2014年4月2日8:45AMに発生したチリ北方沖大地震(Mw 8.2)による津波到達の恐れ
- 早朝5時頃の津波到達予想に対して役場職員の徹夜による監視(NICTシステムを活用)
- 町から感謝する旨の連絡あり。町に対する影響はなかった(気象庁発表の津波高は15-20cm)

NerveNetの発展



*D2D: device-to-device

端末間ネットワークへの発展

無線タグ端末とは？

- いわば通信機能を備えたICカード(新開発)
- パッシブ無線タグ(NFC)とアクティブ無線タグ(920MHz帯)の両方を実装

どんな使い方ができる？

- 既存の通信インフラが無くても、安全安心や地域に関わる情報の送受信が可能
- スマホよりも気軽に使える端末で子供やお年寄りもコミュニケーションに参加可能

緊急通知

- ① 複数の無線タグ端末間で簡単にグループ登録



- ② アクシデント発生で緊急発報 ③ スマートフォンで位置確認



情報配信

- ① スマートフォンから無線タグ端末に配信情報を登録



- ② 情報を配信(複数端末から同時に取得可能)

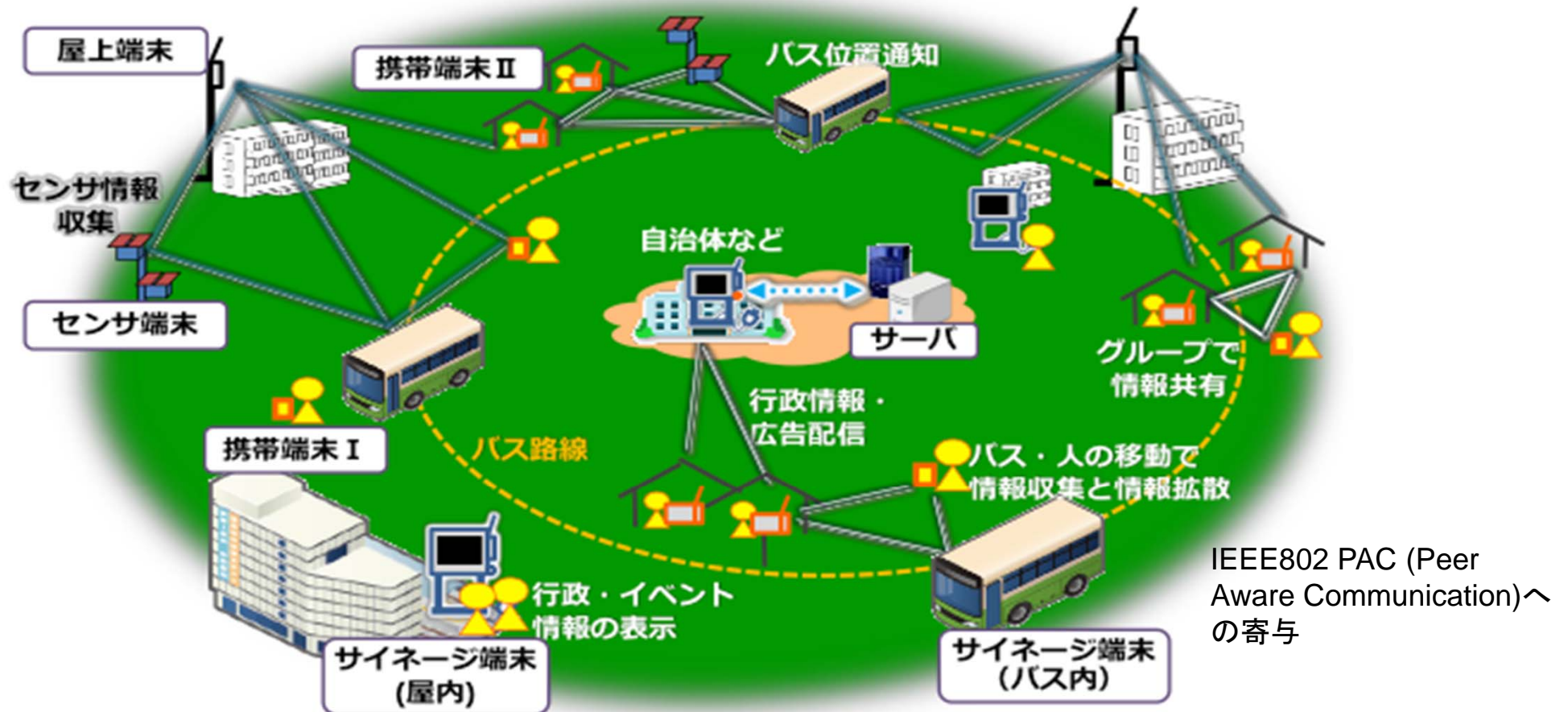


- ③ スマートフォンで詳細情報を確認



D2Dネットワークへの発展

- NerveNetの情報系機能を応用 ワイヤレスネットワーク研究所ディペンダブルワイヤレス研究室
- 東京都港区、京都府精華町のコミュニティバスで実証中



NICT報道発表「端末のみでネットワークを構成する端末間通信ネットワークシステムを開発
～バスなどが人だけでなく情報も運ぶ～」2014年5月28日

D2Dネットワークへの発展

ワイヤレスネットワーク研究所ディペンダブルワイヤレス研究室



(1) お台場レインボーバス



(2) 屋内設置型サイ
ネージ端末の例



(3) サイネージ端末画面の例



(4) バス内設置型サイ
ネージ端末の例



アンテナ



通信装置

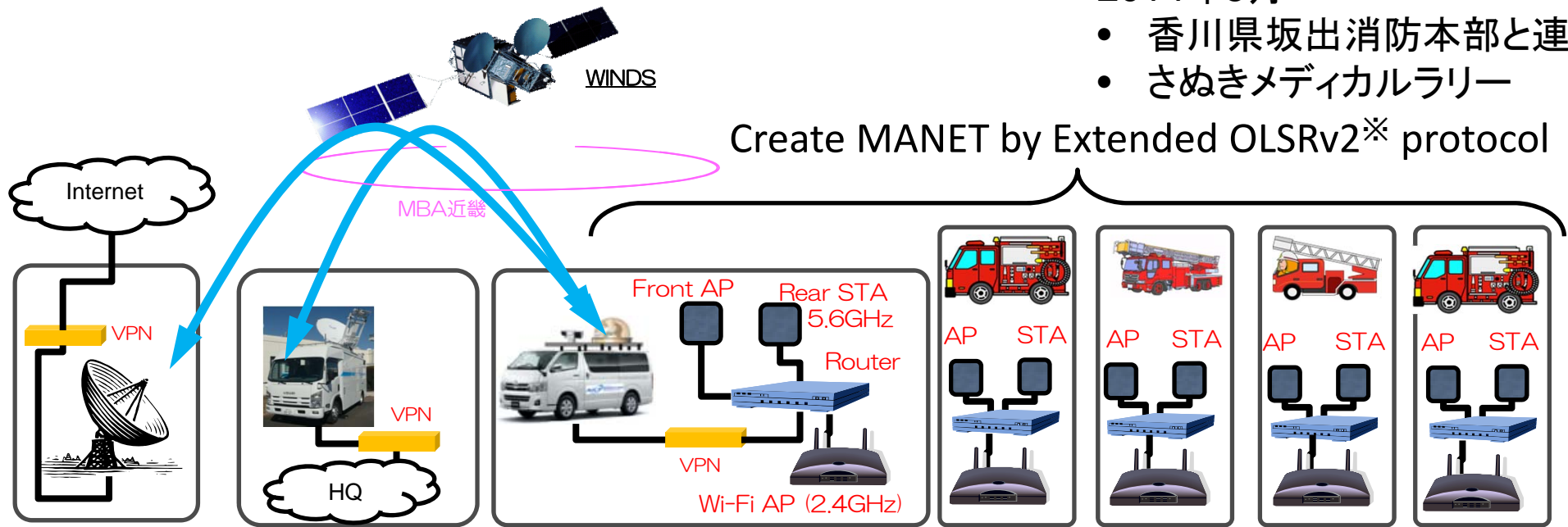


太陽電池システム

車両間ネットワークへの発展

2014年5月

- 香川県坂出消防本部と連携
- さぬきメディカルラリー



※Version 2 of Optimized Link State Routing Protocol
RFC7181~7188, RFC5444, RFC6130

DRONEネットワークへの発展

- 固定翼機
- 回転翼機

