



NICTにおける耐災害ICT技術の開発と実証

国立研究開発法人情報通信研究機構
オープンイノベーション推進本部
ソーシャルイノベーションユニット
耐災害ICT研究センター
応用領域研究室

大和田泰伯

何が起きたか 2011/3/11



(Kyodo News) http://www.boston.com/bigpicture/2011/03/massive_earthquake_hits_japan.html

大地震(M9.0) + 津波 + 原発事故

被害エリア:

- ICTインフラの破壊
- 携帯基地局の機能停止: 29,000 (かなりの部分は停電による)

被害エリア以外:

- 携帯電話の輻輳: 通常の50~60倍
- 事業者による通話制限 80~90%(最大)

⇒ いざという時に頼りになるICTを！

情報通信ネットワークの耐災害性強化のための研究開発 (平成23-24年度 総務省)

- 災害に強い情報通信ネットワークの実現
- 被災地域の地域経済活動の再生

研究開発、試験・検証・評価

被災地域の大学等との共同研究によるイノベーション創出、産学官連携の強化、標準化推進・成果展開 等

2012.1.19 東北大・NICTが、
連携・協力協定を締結

世界トップレベルの研究拠点の形成



耐災害ICT研究センターの設立

◆ 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」(総務省)立上げ

◆ 役割

- 被災地域において産学官連携拠点を形成
- 研究推進のためのテストベッドの構築

- H24.1 東北大学との間に、連携協定締結
- H24.4 情報通信研究機構耐災害ICT研究センター設立
- H24.5 耐災害ICT研究協議会設立
- H26.3 研究センター開所式及び本格稼働
- H27.3 国連防災世界会議開催



▲ 耐災害ICT研究センター



▲ ワイヤレスメッシュ基地局(左)
車載型衛星通信地球局(右)

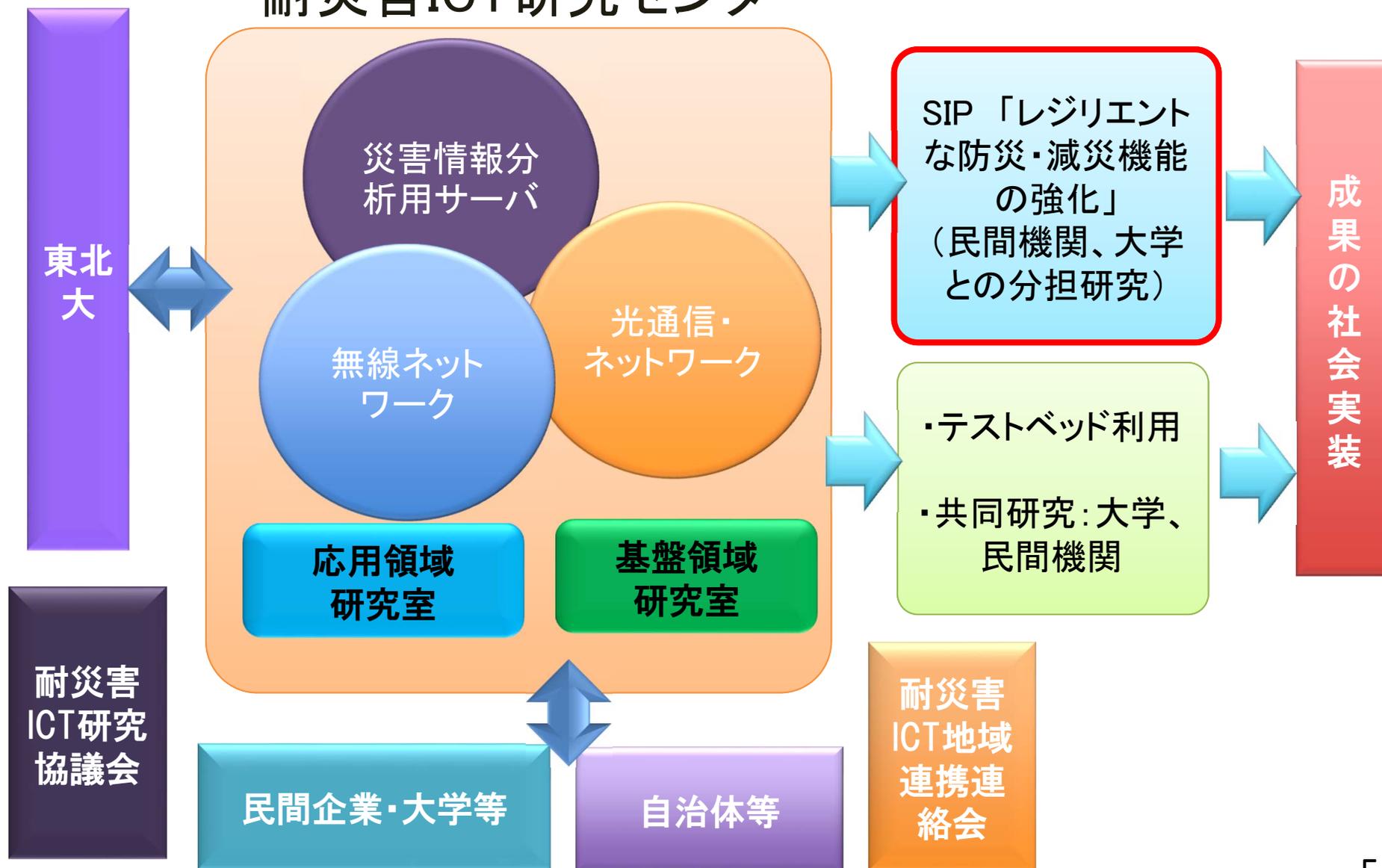


▲ 情報配信クラスタサーバ(左)
光統合ノード(右)

研究実施体制および研究プロジェクト



耐災害ICT研究センター



<特徴> SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)の概要

- 社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題を総合科学技術・イノベーション会議が選定。
- 府省・分野横断的な取組み。
- 基礎研究から実用化・事業化までを見据えて、一気通貫で研究開発を推進。規制、制度、特区、政府調達なども活用。国際標準化も意識。
- 企業が成果を戦略的に活用しやすい知財システム。

<実施体制>

- 課題毎に、公募によりPD(プログラムディレクター)を選定：産学からトップクラスのリーダーを選出。
- PDは、関係府省の縦割りを打破し、府省を横断する視点からプログラムを推進
- ガバニングボード(構成員：総合科学技術・イノベーション会議有識者議員)が評価・助言を行う。

<26年度開始課題>

革新的燃焼 技術	革新的構造 材料	次世代海洋資源 調査技術	インフラ維持管理 更新マネジメント技 術	次世代農林水 産業創造技術
次世代パワーエ レクトロニクス	エネルギーキャリ ア(水素社会)	自動走行(自動 運転)システム	レジリエントな防 災・減災機能 の強化	革新的設計 生産技術

SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化」 課題6「災害情報の配信技術の研究開発」概要

くばる

つなぐ

これまで抜けていた点を埋める警報配信

既存通信回線に頼らない情報伝達

(1) 新たなメディア (V-Lowマルチメディア放送) による情報配信 (NTTデータ)

(2) 障がい者、外国人にも判読可能な情報配信 (NTTドコモ)

(3) 被災地域の災害対策本部と現場間の通信確保 (NTT未来ねっと研)

(5) 災害情報の配信技術の高度化と国際展開 (NTT未来ねっと研)



自治体

ICTユニット (MDRU)



応急ネットワーク



NWの面展開・動的構成技術

(4) テストベッドの構築
・実証実験の再現・分析
・ショーケース機能 (NICT)

(5-2) 情報利活用基盤 (会津大)

(5-3) アクセスNWの面展開 (東北大)

耐災害ICT研究センターの研究組織・研究内容

基盤領域研究室

応用領域研究室

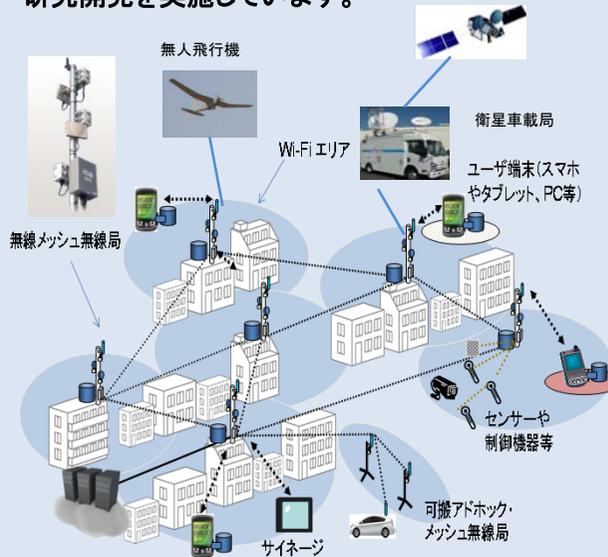
① 災害に強い光ネットワーク技術の研究開発

光パケット・光パス統合により災害時の輻輳を緩和する弾力的光ネットワークの構築や、柔軟にかつ迅速に光ネットワークを応急復旧させる技術の研究開発を実施しています。



② 災害に強いワイヤレスネットワークの実現

広範囲に分散配置された無線端末が自律的に協調動作させることで災害に強いメッシュ状の無線ネットワーク(無線メッシュネットワーク)の実現や、通信衛星や自動車、航空機等の移動体上の無線システムを活用した断絶が起きない柔軟なワイヤレスネットワークを実現する技術の研究開発を実施しています。



災害時に既存のネットワークが切れても自律型で利用可能なメッシュ型ネットワーク(飛行体通信も活用)

③ インターネットを用いたリアルタイム社会知解析システムの構築

災害時に発生する大量の災害関連情報を収集し、これまでNICTが培ってきた情報分析技術を用いて、より適切な状況把握・判断を行うための情報を提供できる情報配信技術の研究開発を実施しています。

情報提供者

ツイッター利用者



Twitter

試験公開中
<http://disaana.jp>



WINDS大型車載局



送信周波数	27.5-28.6GHz
受信周波数	17.7-18.8GHz
偏波	直線 (V/H)
アンテナ径	2.4m
HPA	175W
アンテナ駆動範囲	EI: 15-65deg Az: ±180deg
追尾精度	< ±0.15deg
伝送速度 (WINDS再生中継モード)	Uplink: 1.5, 6, 24, 51, 155Mbps Downlink: 155Mbps
ユーザインタフェース	Ethernet (1000base-T)
発電機	7kVA
燃料	軽油 (タンク: 100L) 地球局運用だけで24時間可能
消費電力 (外部電源使用時)	3.2kVA (AC100V)
大きさ	L572cm × W219cm × H327cm
車両重量	5980kg

WINDS小型車載局

送信周波数	27.5-28.6GHz
受信周波数	17.7-18.8GHz
偏波	直線 (V/H)
アンテナ径	65cm
HPA	20W
アンテナ駆動範囲	EI: 25-95deg Az: 360deg
追尾精度	< ± 0.2 deg
伝送速度 (WINDS再生中継モード)	Uplink: 1.5、6、24Mbps Downlink: 155Mbps
ユーザインタフェース	Ethernet (1000base-T)
発電機	2.8kVA
燃料	ガソリン(タンク: 60L) 地球局運用だけで約1時間/L
消費電力(外部電源使用時)	2.0kVA (AC100V)
大きさ	L494cm × W192cm × H295cm
車両重量	2790kg
備考	ハイビジョンカメラを装備 走行時にも衛星通信が可能

WINDSフルオート可搬局



送信周波数	27.5-28.6GHz
受信周波数	17.7-18.8GHz
偏波	直線(V/H)
アンテナ径	1m
HPA	75W
アンテナ駆動範囲	EI: 15-75deg Az: ±95deg
伝送速度 (WINDS再生中継 モード)	Uplink: 1.5、6、24、51、Mbps Downlink: 155Mbps
ユーザインタフェース	Ethernet (1000base-T)
消費電力	1.5kVA (AC100V)
大きさ(輸送時)	アンテナケース: L155cm × W75cm × H45cm (110kg) IDUケース: L77cm × W54cm × H34cm (40kg) ケーブルケース: L53cm × W22cm × H53cm (15kg)
制約条件	アンテナ-IDU間距離: 20m以下 自動追尾機能なし



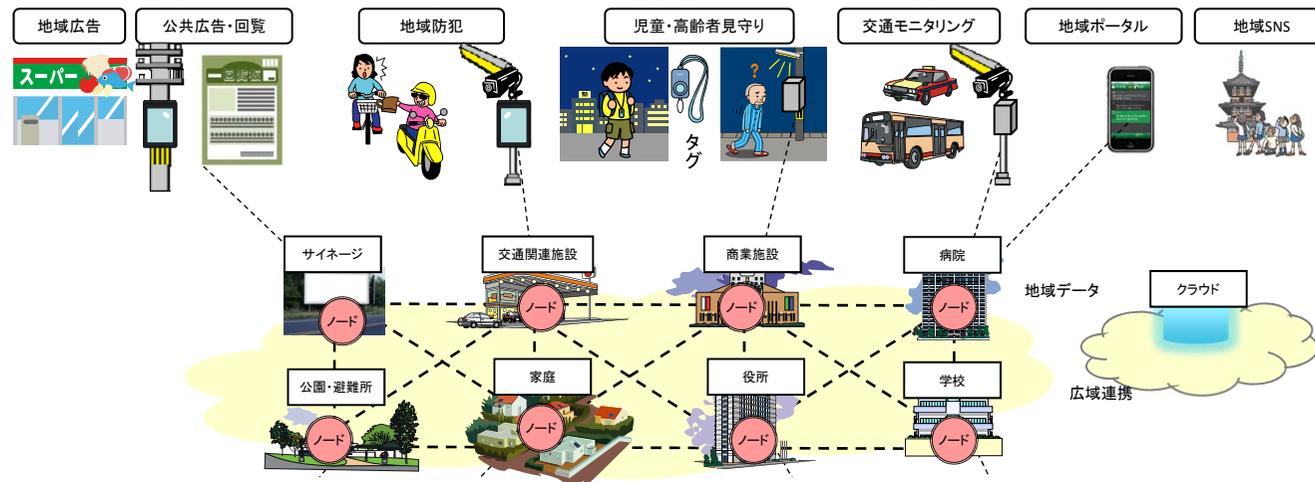
街を支える地域情報通信プラットフォームNerveNet

NerveNet～災害に強く、地域内の通信と情報流通を担うメッシュ型自営ネットワーク～

- 障害に強く、地域内の重要情報の配信、センシング、通話、情報共有を低コストに提供できる**地域向けネットワーク**技術(通称NerveNet)を開発しました。インターネットに接続できなくてもアプリケーションサービスを提供できます。
- 本ネットワークシステム(基地局や制御ソフトウェア等)は**商用化**されています。

センサを活用した安全・安心、地域情報の発信・共有アプリ

日常



障害に強い通信網と情報システムによる非常時アプリ

非常時



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)



基地局ノード外観

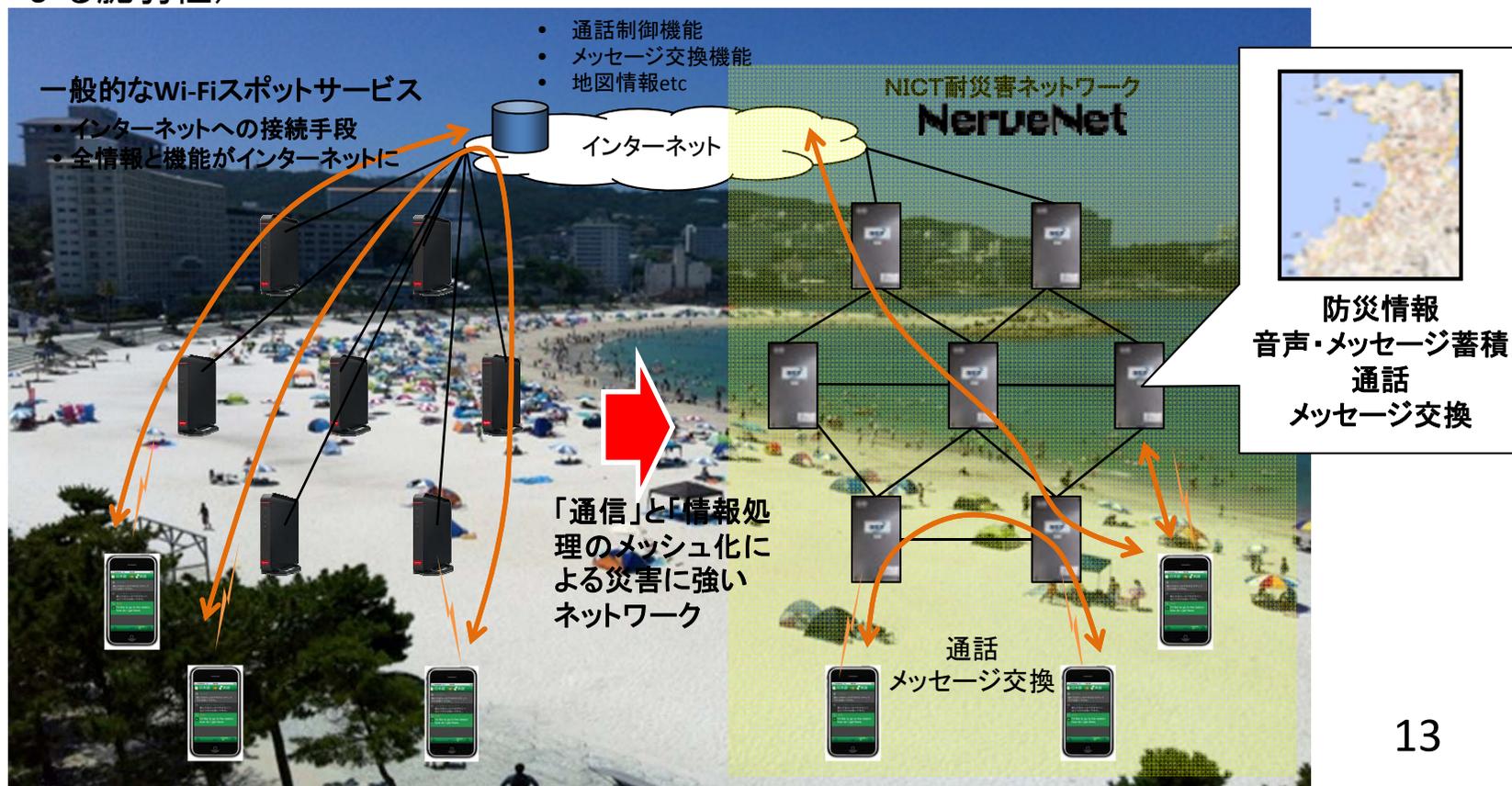
従来のネットワークとの対比：「通信」と「情報」の強化

従来のアクセスネットワーク

- 携帯網、電話網、無線LANホットスポットは、枝分かれ状ネットワークのため、障害が発生すると通信不能に陥りやすい（「通信」の脆弱性）
- インターネット上のデータやサーバにアクセスする必要がある（「情報アクセス」の一局集中による脆弱性）

NerveNet

- **メッシュ**状で代替経路に高速に切り替えるので切断や障害に強い（「通信」の強化）
- **全装置がデータベース、サーバ機能を持ち**横連携し、インターネット無しでも通話やアプリを利用できる（「情報」の強化）



「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

LANスイッチの制御で実現



ともに汎用性が高く低コストなハードウェア



ミニPCで実現

“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,,,

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

NerveNet基地局装置
(情報ステーション)



- インターネット無しでデータ交換や通話ができる

8ポートのギガビットイーサネットスイッチ

+

ミニPC

14

NerveNetはネットワークよりもプラットフォーム

アプリ



NerveNet

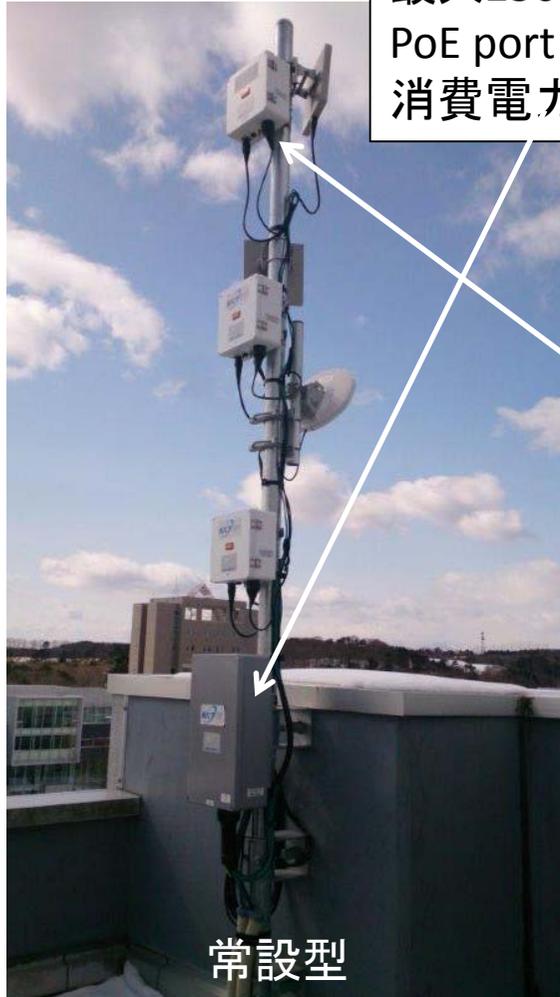


デバイス・センサー



NerveNet基地局ハードウェア

平河ヒューテック社製NPS-108PW
 L2 VLAN PoE Switchユニット
 CPUボード (Atom processor, ファンレス)
 最大256GBストレージ (CFカード)
 PoE port (8 port), USB, Serial I/F
 消費電力40W弱 (無線LAN4機含む)



常設型

平河ヒューテック社製 NPS-108AC
 L2 VLAN PoE Switchユニット
 CPUボード (Atom processor, ファンレス)
 最大2TBストレージ (SSD)
 PoE+ port (5 port), USB, Serial I/F
 消費電力25W弱 (無線LAN4機含む)
 DC12V動作



可搬型

無線機 (基地局間接続用)
 日本無線製 JRL-720E3
 IEEE802.11a/b/g
 PoE給電方式
 18dBi高利得アンテナ (5.6GHz)

ライセンス契約も締結、即販売可能

端末間通信時の基地局におけるパケットの流れ

- ・端末の接続基地局ではIPルーティング、中継基地局ではVLANスイッチング
- ・リンク切断検出時にはVLAN Mapping Tableを動的に変更
- ・端末間の通信に必要なシグナリング機能を分散環境で提供

[Routing Table]

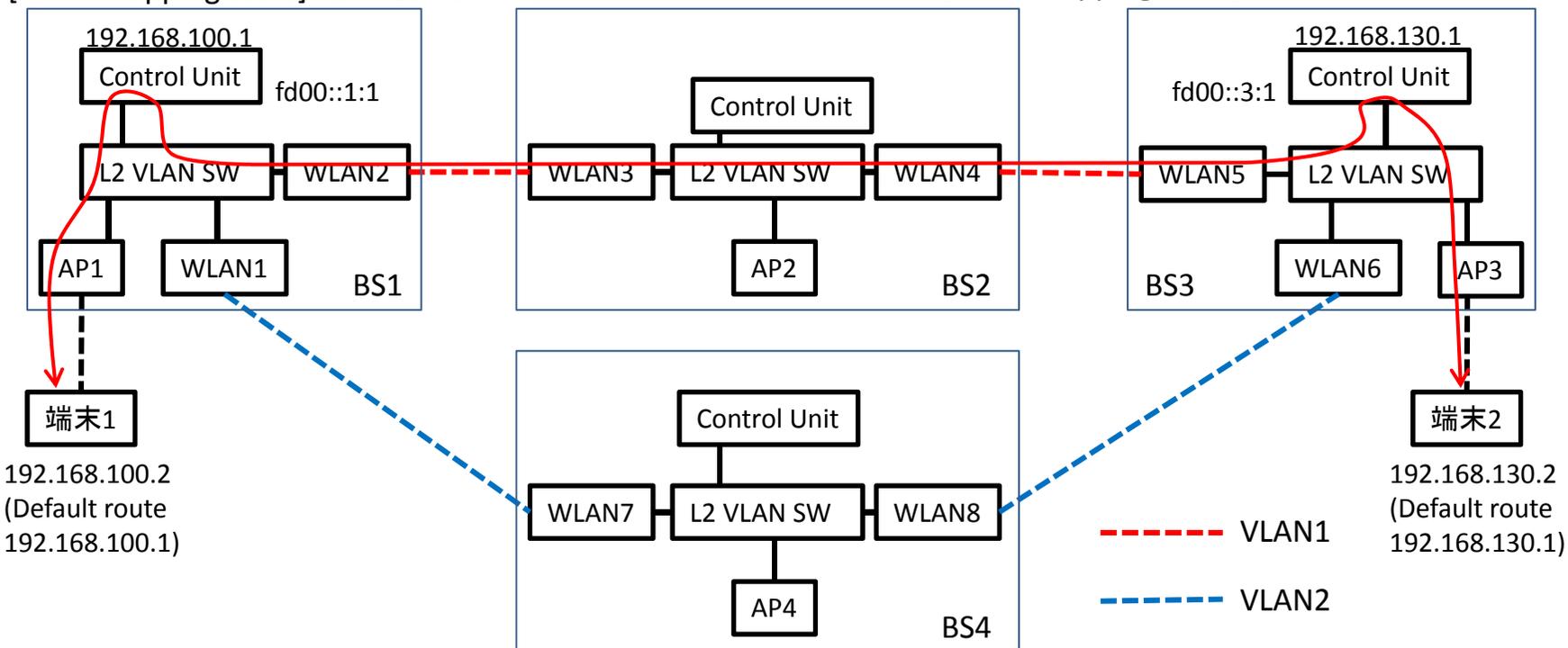
192.168.130.0/24 → 192.168.130.1

[VLAN Mapping table] 192.168.130.1 → VLAN1

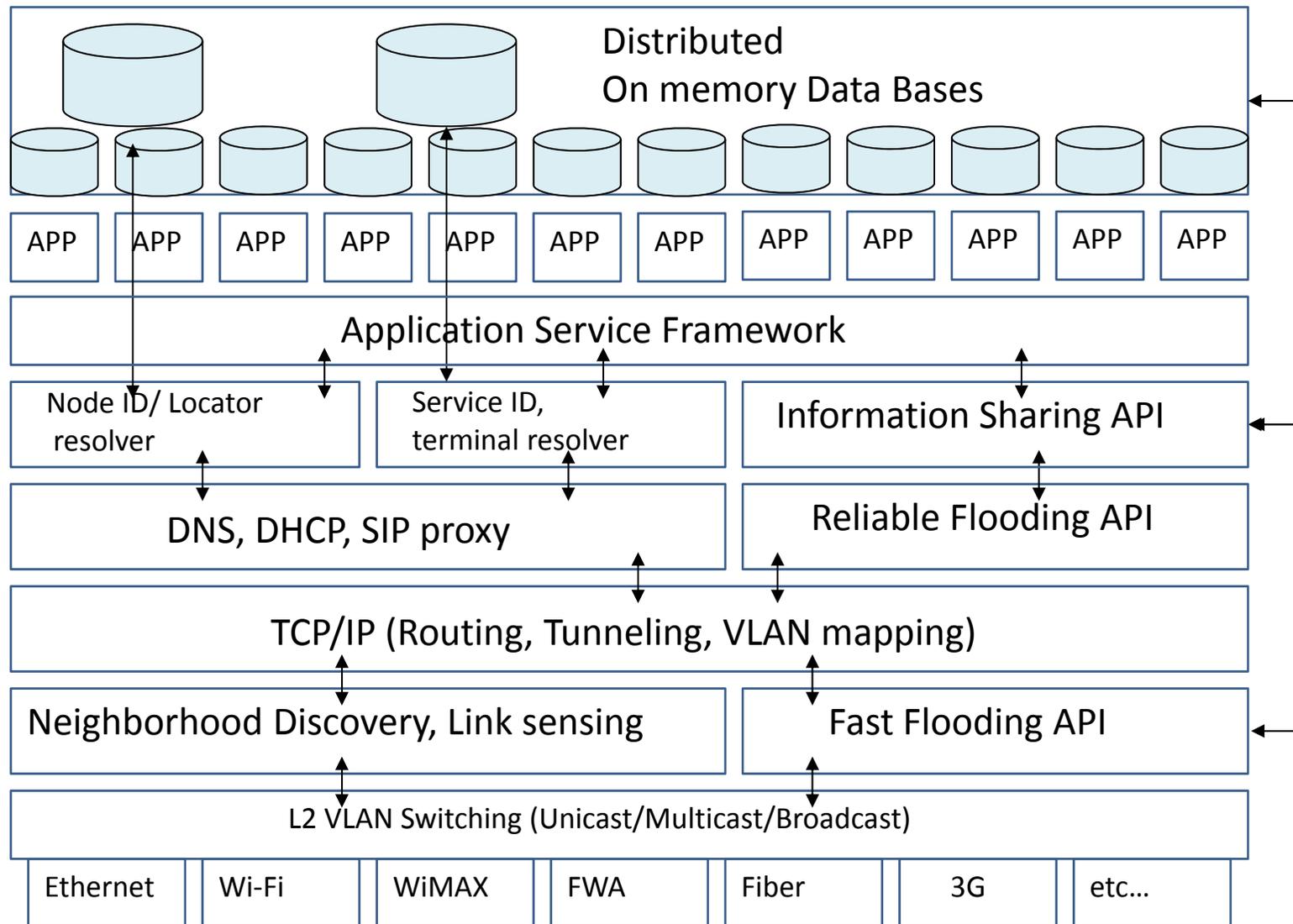
[Routing Table]

192.168.100.0/24 → 192.168.100.1

[VLAN Mapping table] fd192.168.100.1 → VLAN1



NerveNet基地局アーキテクチャ(レイヤ構成)



応用領域研究室(ワイヤレス)で取り組んでいる実証実験、運用事例

- **東北大学キャンパス内テストベッド**
- **宮城県女川町での実証実験**
- **和歌山県白浜町での実証実験**
- **フェムトセルを用いた実証実験(高知県四万十町)**
- **熊本大震災における通信支援(熊本県高森町)**
- **カンボジア農村地域におけるICTを活用した実証実験**



東北大学キャンパス内に大規模テストベッドを構築

NerveNet

2011年3月の東日本大震災を契機に、情報通信の耐災害性強化に関する総務省補正予算により2012年中に開発と構築を行い、28局程度の大規模検証環境を2013年3月に完成。技術検証に利用している。

● 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

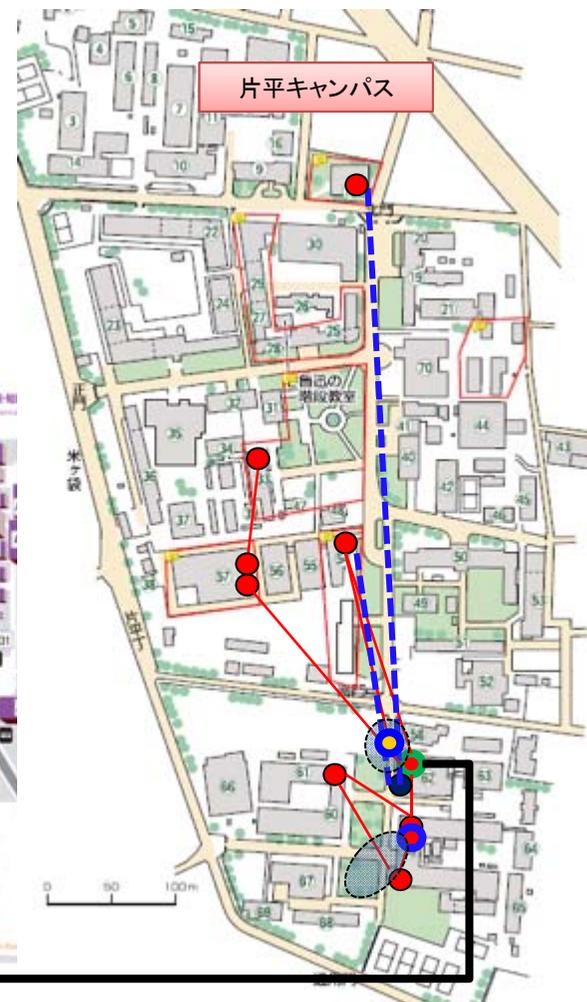
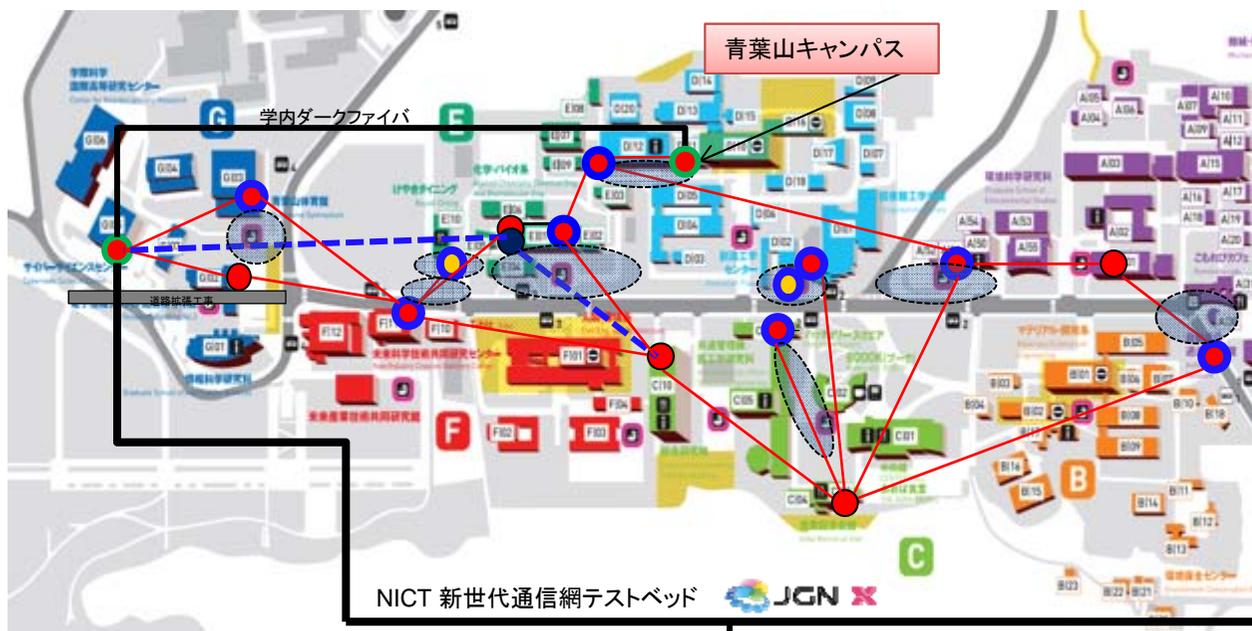
● 地域WiMAX基地局

● 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



宮城県女川町で防災イントラの実証を開始

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)の間を免許不要5.6GHz帯Wi-Fiで結び防災用地域イントラネットを構築、高台の地域医療センター(海拔16m)のカメラで撮影する女川湾や国道、復興工事現場の映像を仮設庁舎で常時確認できるシステムを構築。



女川町仮役場で受信する医療センターから女川湾方向の映像

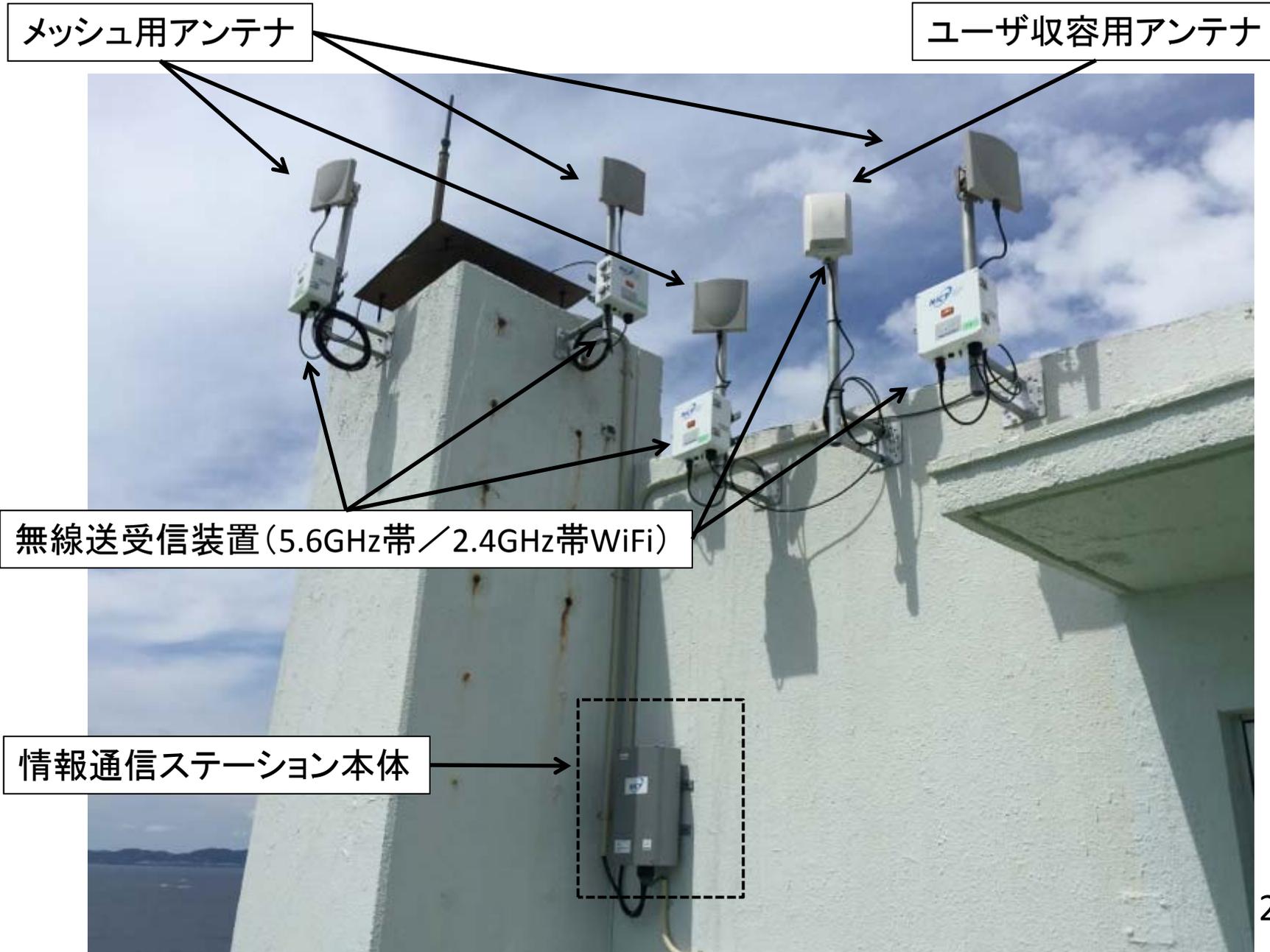
アプリケーション:
 - 地域内通信
 - 海面観測

和歌山県白浜町の実証ネットワーク構成

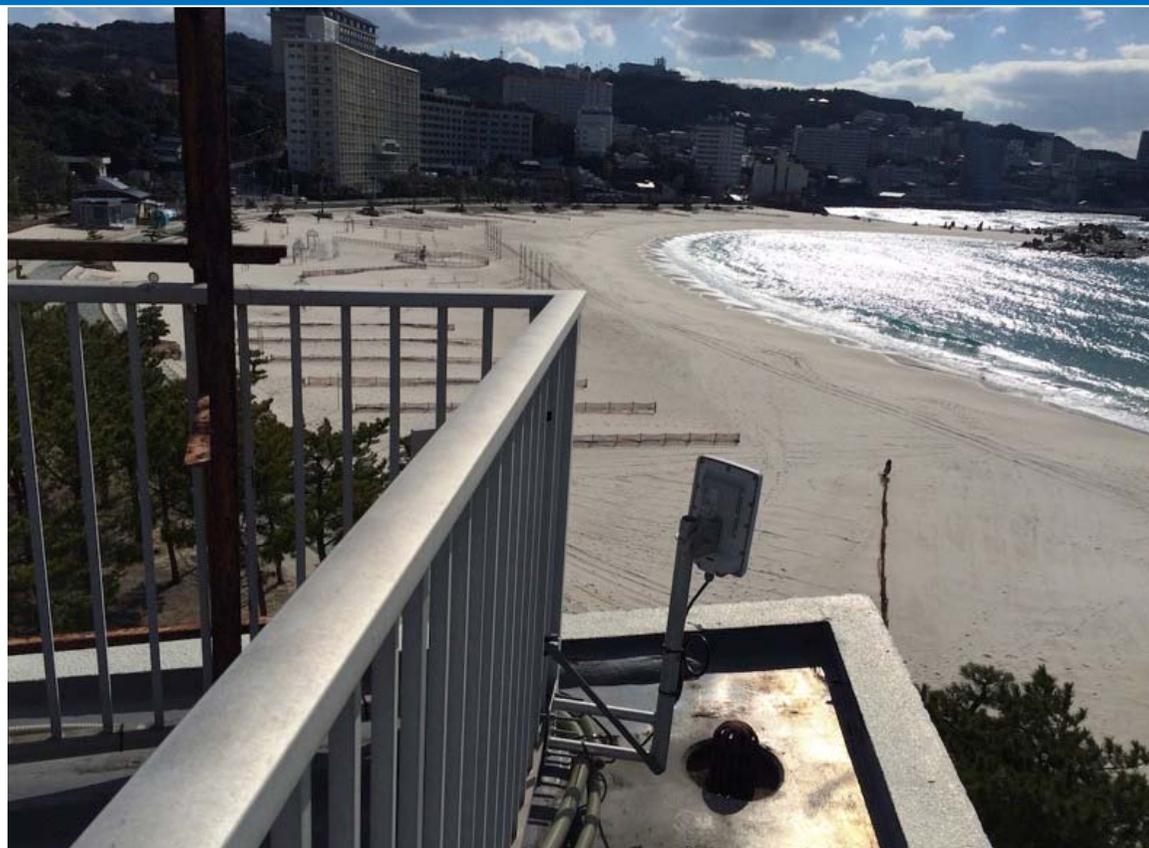
- ・白浜町内に8局、田辺市内に1局を設置して全て無線で接続して構成
- ・2カ所からインターネットに接続して耐災害性を向上
- ・観光スポットと役場でWi-Fi エリアを提供(現在も運用中)



設置例：「南方熊楠記念館」屋上



「民宿しらら」さん 屋上



はまゆう病院

役場

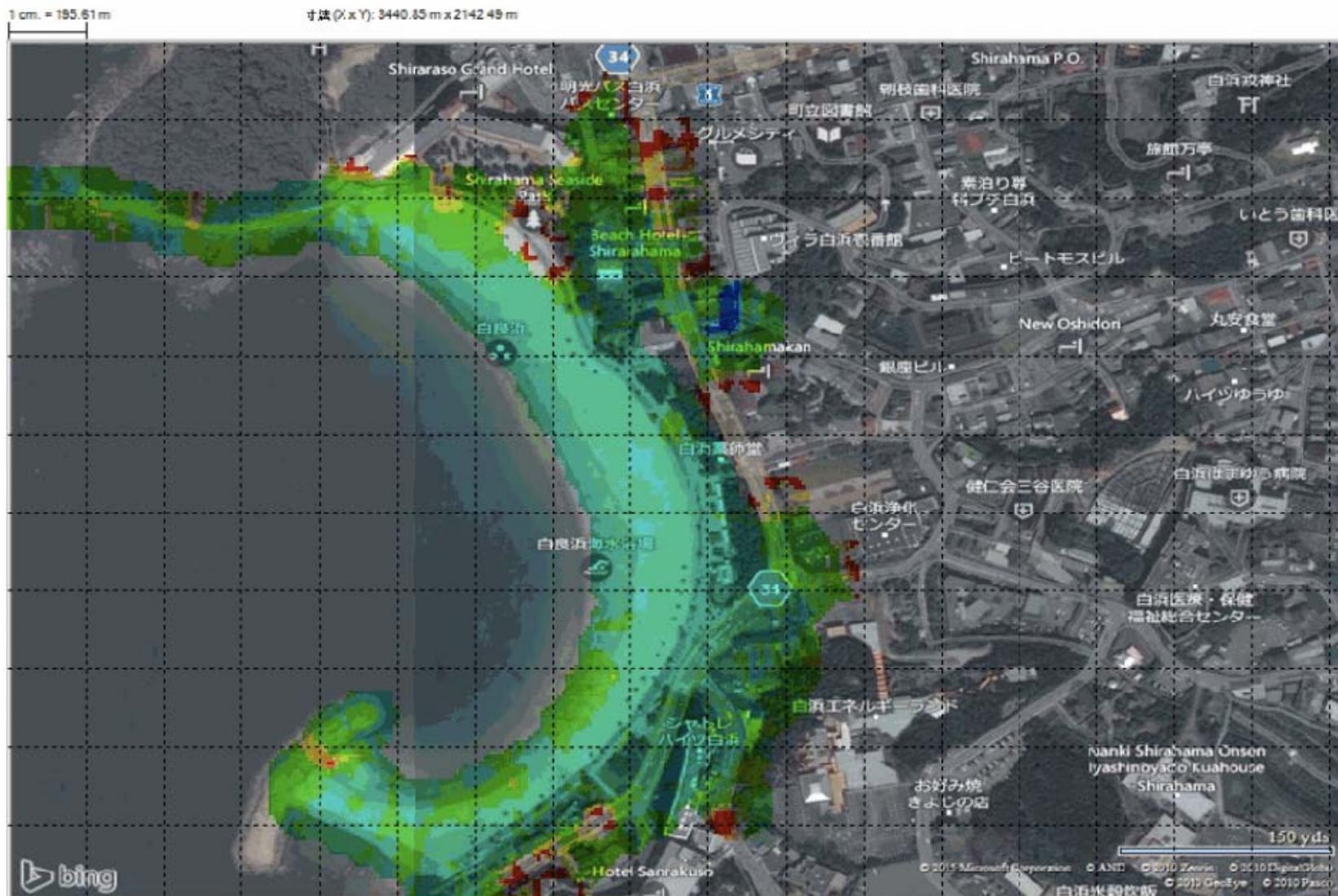
千畳敷
(見通し無し) シーモア

南方熊楠記念館
(見通し無し)

むさし

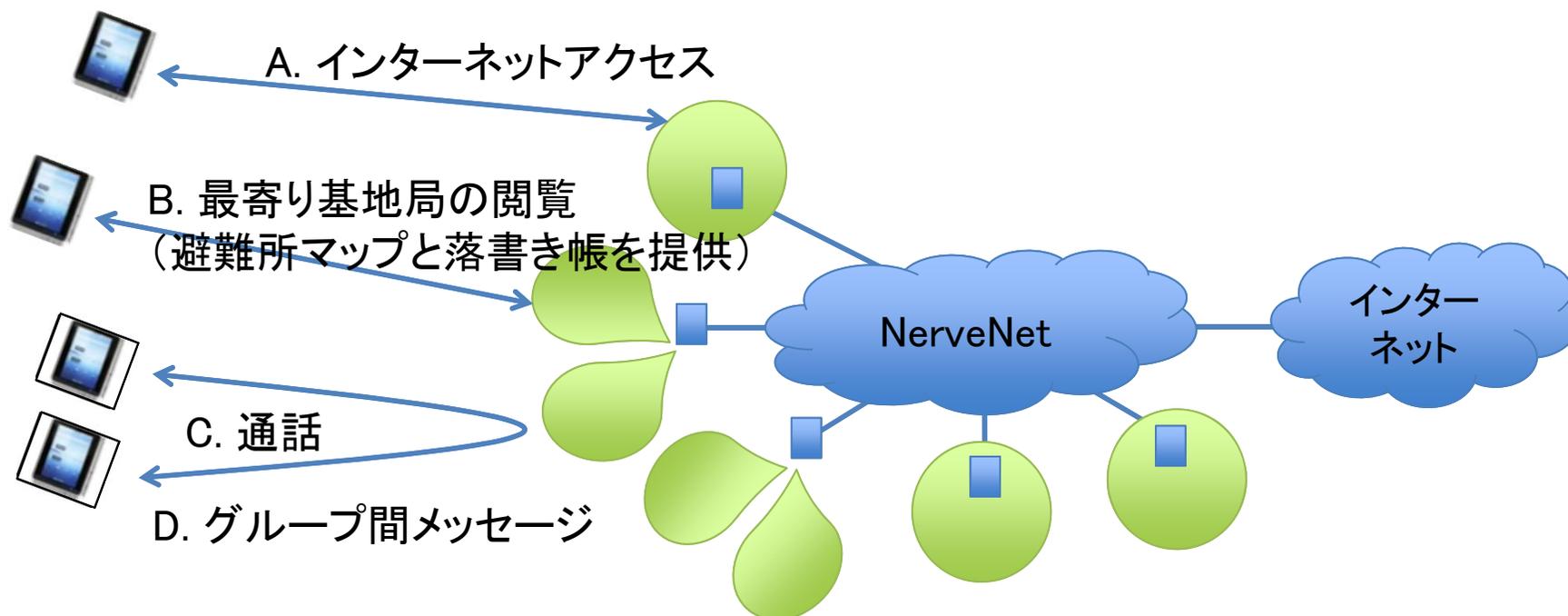


Wi-Fiエリア： 白良浜周辺 (AirMagnetにて計測)



P社製無線装置(多ユーザ対応)4台でエリアを形成(無線エリア形成はNerveNet技術とは無関係です)

和歌山県白浜町で利用できるアプリケーション

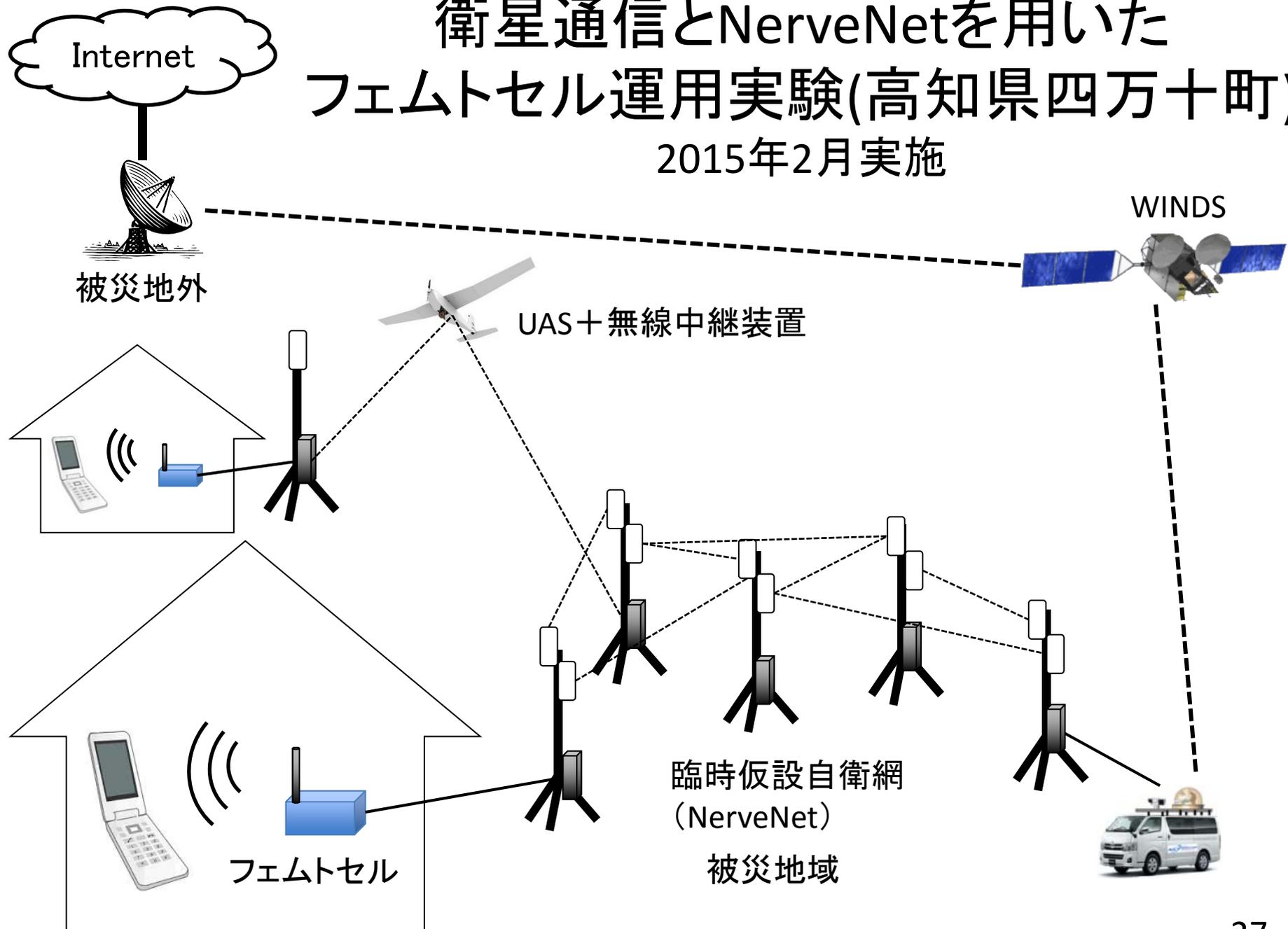


B、C、Dは、インターネット接続不要の、非常時にも動作するアプリケーション。平時から利用されるアプリケーションとして提供。

C、Dは専用アプリをダウンロード・インストールして利用する。インターネット不要の通話とメッセージ交換ができる。

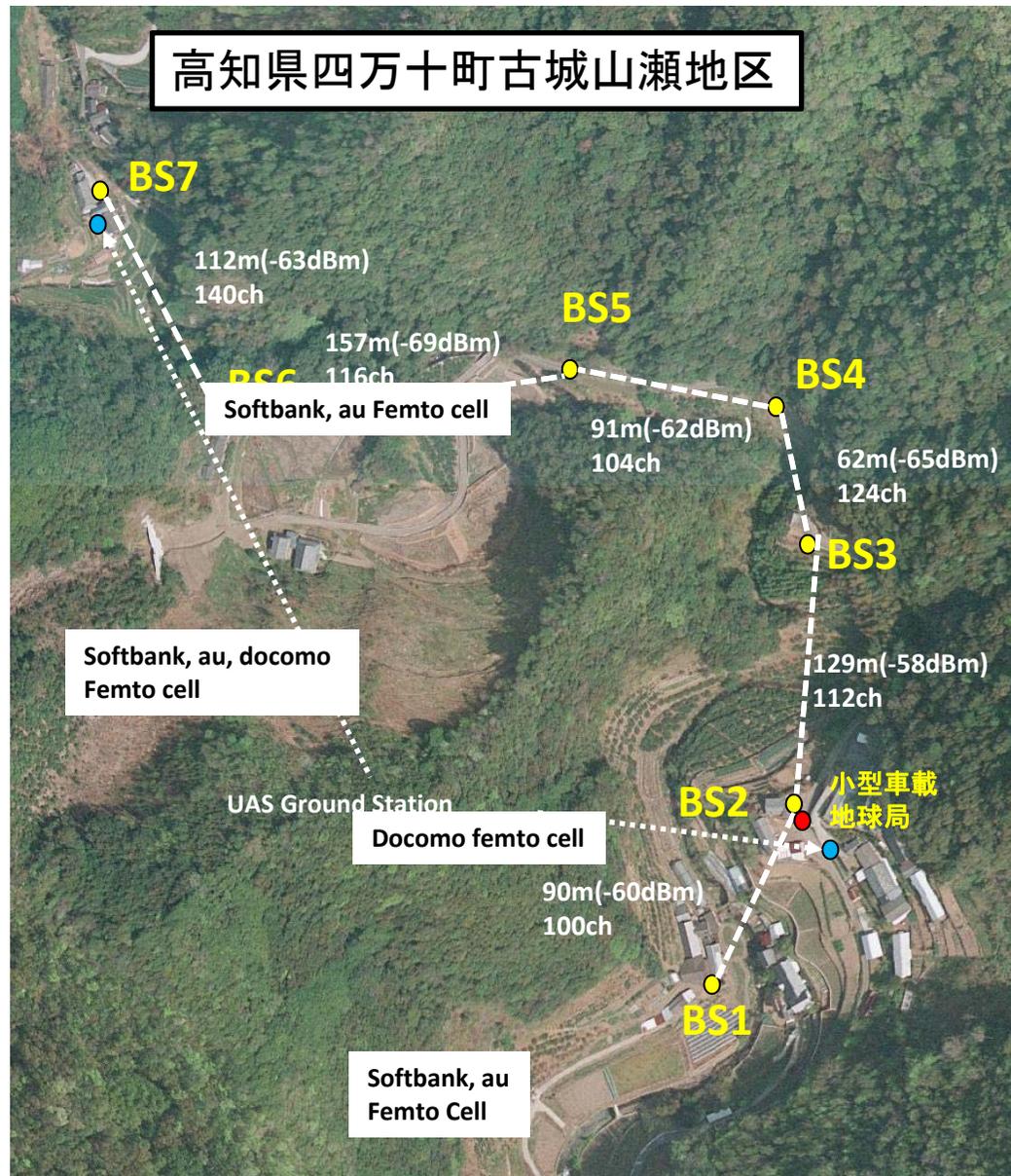
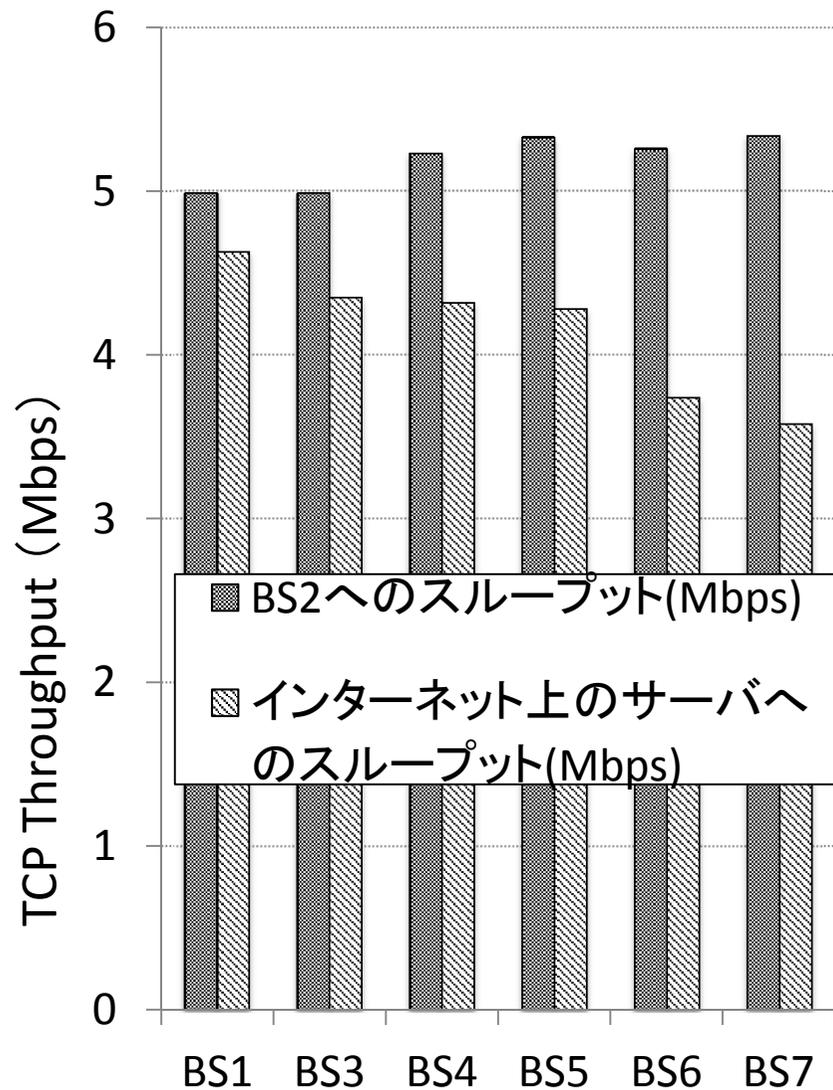
衛星通信とNerveNetを用いた フェムトセル運用実験(高知県四万十町)

2015年2月実施



実験協力: 総務省四国総合通信局、高知県四万十町、docomo、KDDI、Softbank





携帯電話による発信・着信・音声通話が行えること、音声品質も基準値以上を達成していることを確認。

携帯から固定電話へ通話した時の 音声品質評価スコア(PESQ P.862.1)

- Multi DSLA Speech Analyzerを使用
 - 以下のテスト用通話音声(約8秒)を5回計測
 - 女性音声 Femto携帯電話 → 固定電話
 - 女性音声 固定電話 → Femto携帯電話
 - 男性音声 Femto携帯電話 → 固定電話
 - 男性音声 固定電話 → Femto携帯電話
 - PESQ P.862.1 スコアの平均値を計測



		BS1(Femto着)	BS1(固 定着)	BS6(Femto着)	BS6(固定 着)	BS7(Femto着)	BS7(固定 着)
A社3G	音声通話	3.744	2.585	4.031	2.285	3.86	3.89
B社3G	音声通話	3.256	2.609	3.415	2.599	3.058	2.672
B社LTE	音声通話	3.929	3.854	3.953	3.897	3.954	3.985
	Skype	2.913	3.613	3.59	3.108	3.804	3.306
C社	音声通話3G	4.116	3.448	4.048	3.355	3.907	3.463
	Skype(LTE)	3.367	2.949	3.252	3.116	3.4	3.062



NerveNet基地局



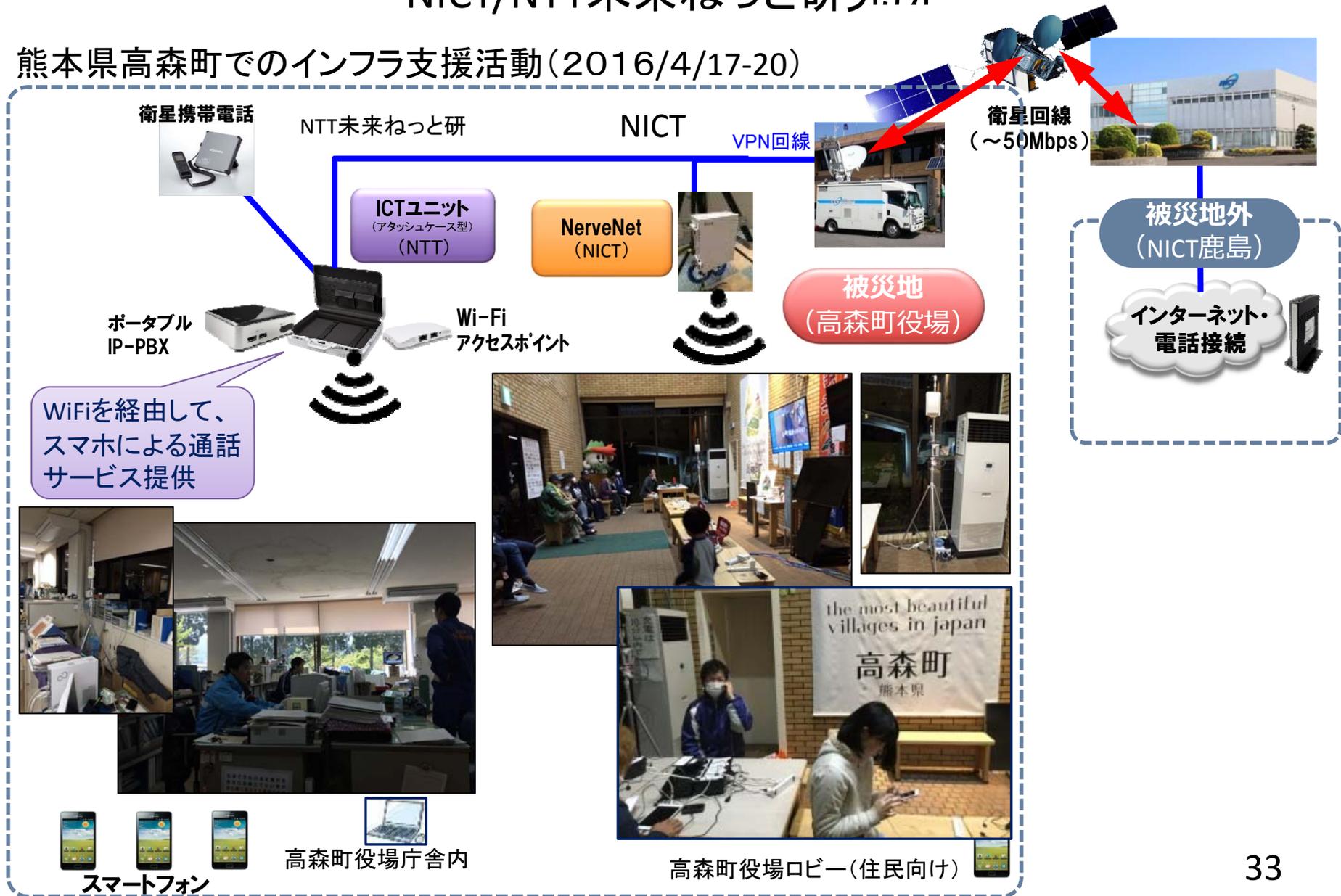
フェムトセル



熊本地震における通信支援対応

NICT/NTT未来ねっと研究所

熊本県高森町でのインフラ支援活動(2016/4/17-20)



熊本県高森町におけるネットワーク環境提供 (2016.4.19-4.20 NICT, NTT未来ねっと研)



WINDS車載局(高森町庁舎前)



高森町庁舎内でのWiFi提供



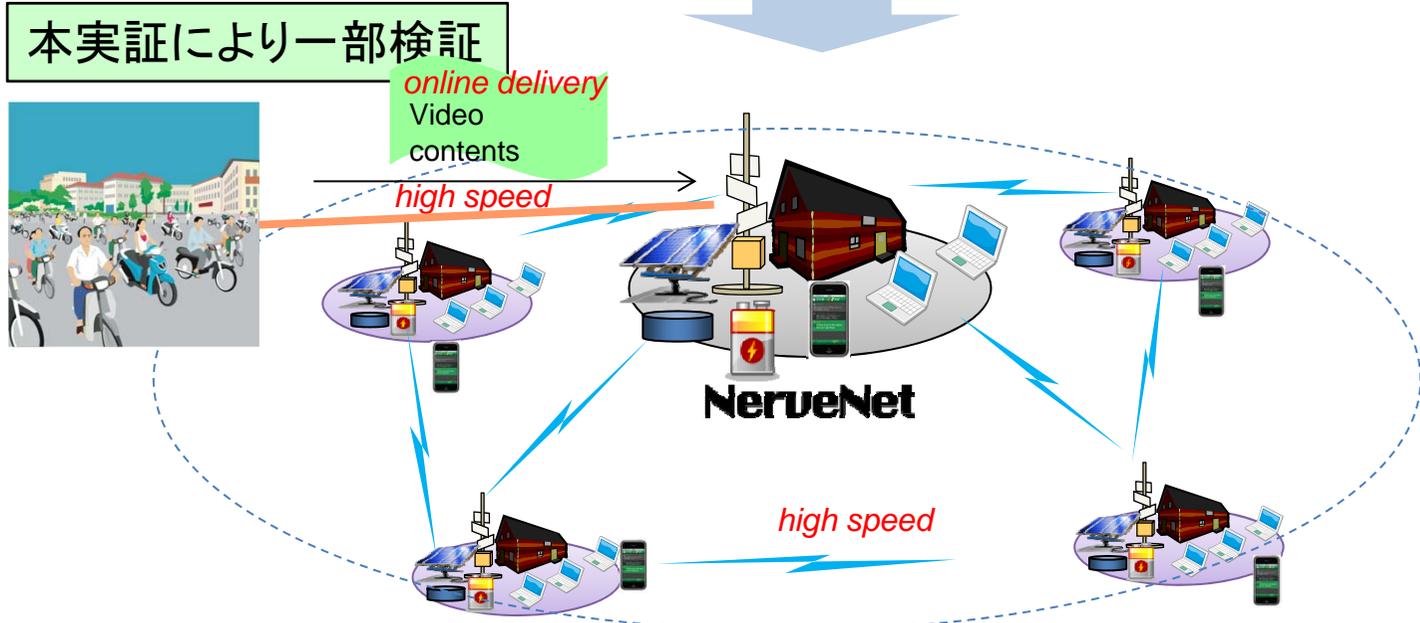
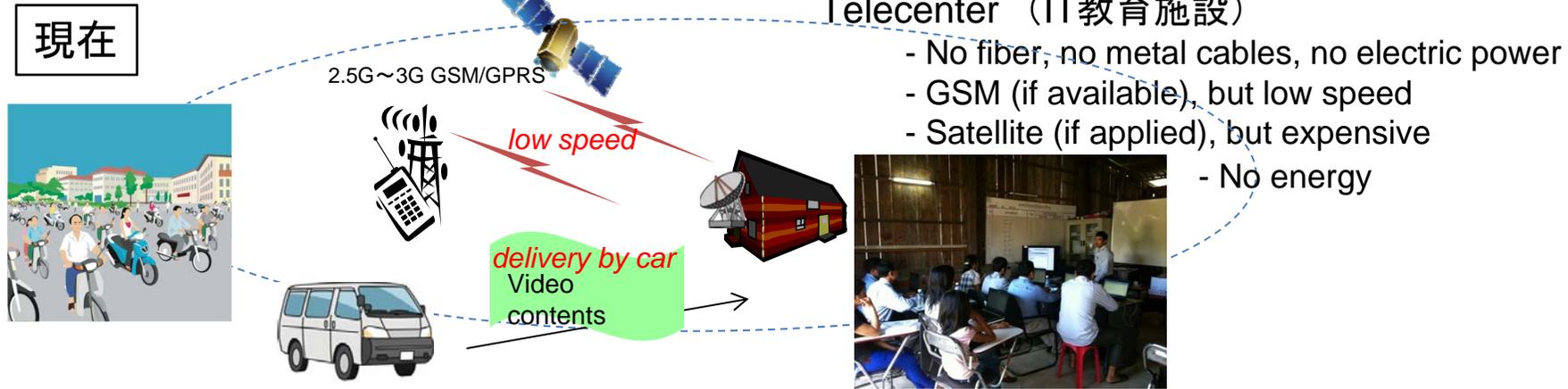
高森町庁舎ロビーにおけるWiFi提供
(携帯の充電に訪れる人が利用)



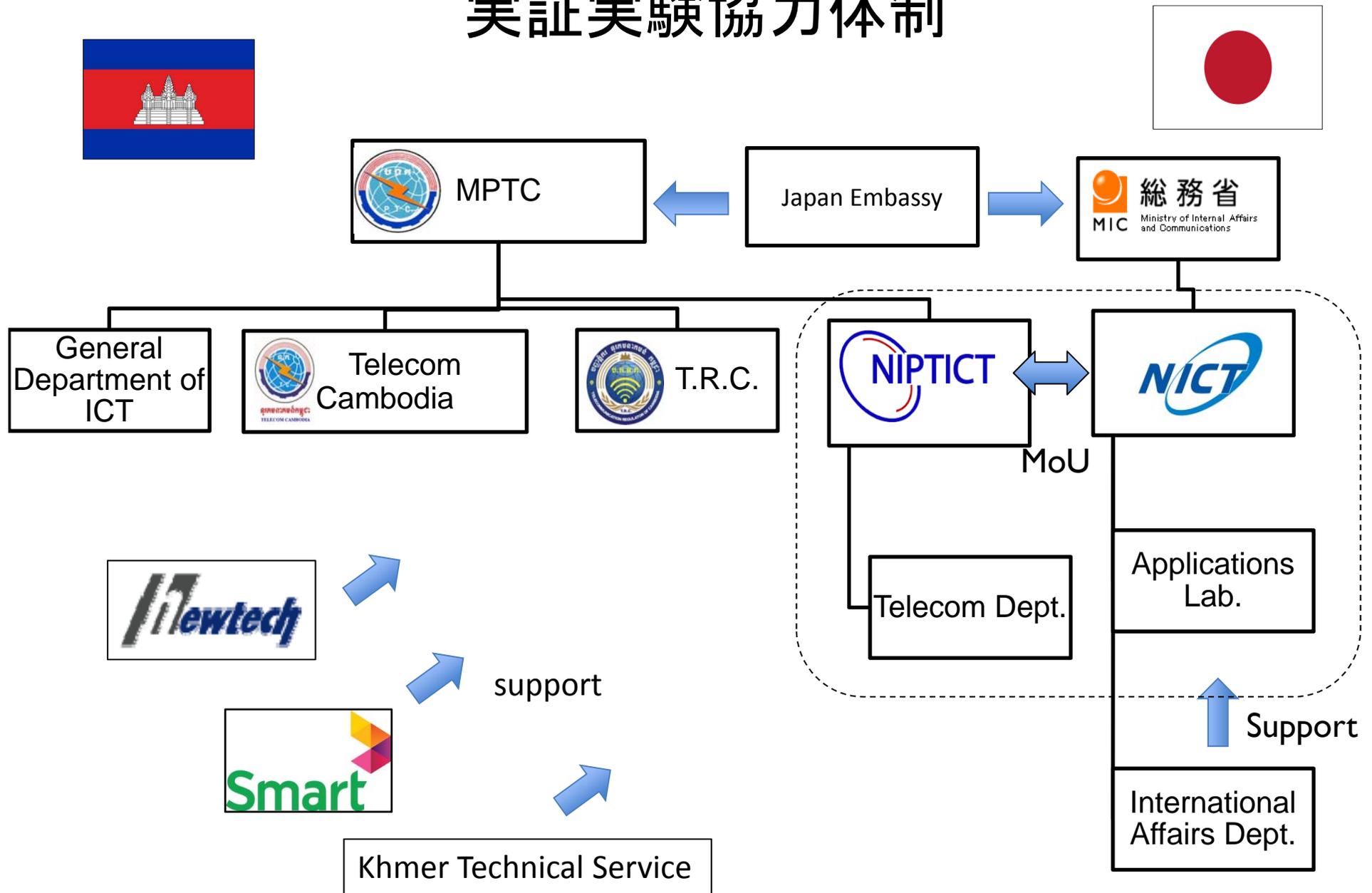
ICTユニットと衛星携帯による電話接続
(NTT未来ねっと研, 南阿蘇役場)

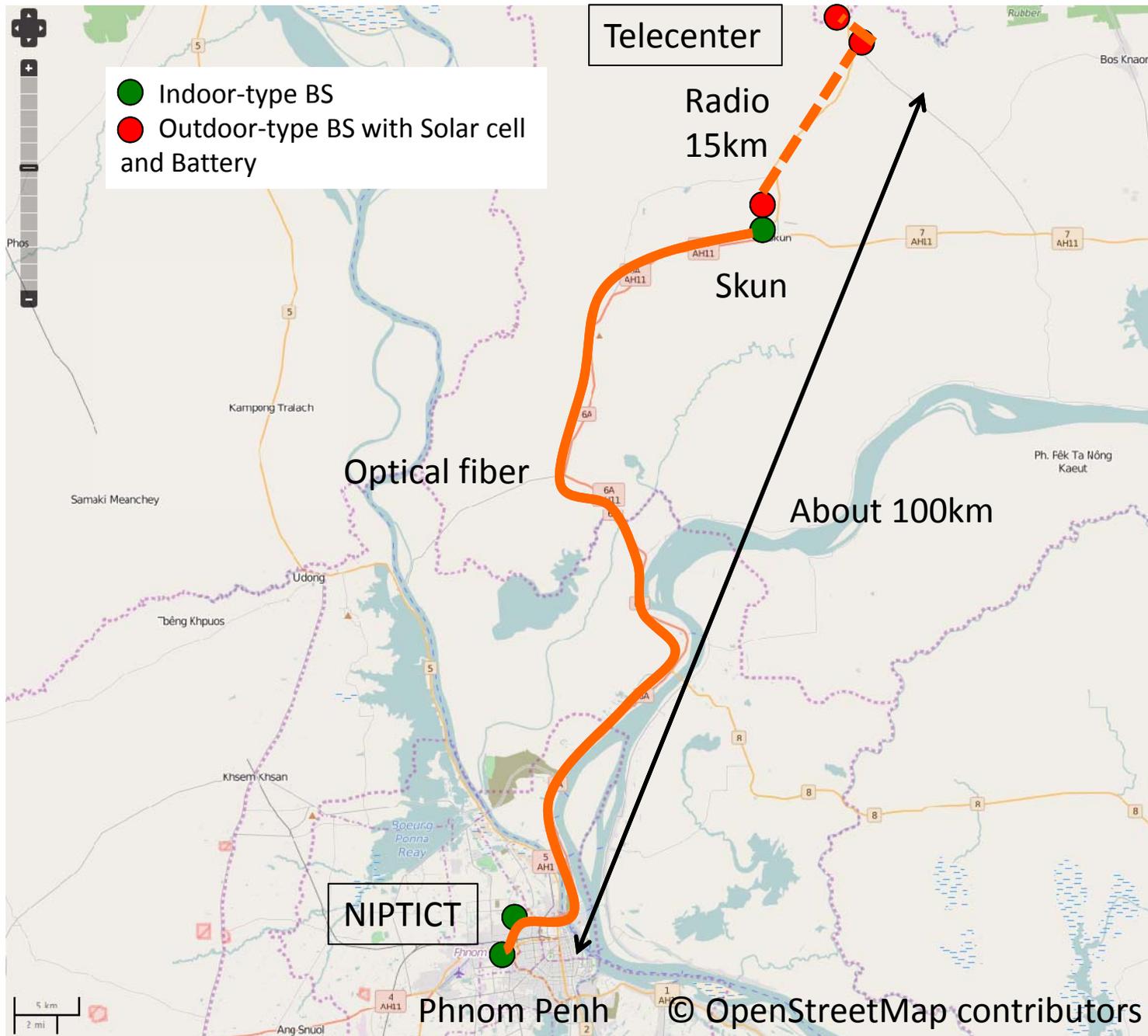
NerveNetのアジアでの実証事例(カンボジア)

- ・ルーラル地域に対するブロードバンドの通信回線の提供(デジタルデバイド解消)
- ・IT教育、農業教育のための教育コンテンツ配信(貧困撲滅)



実証実験協力体制

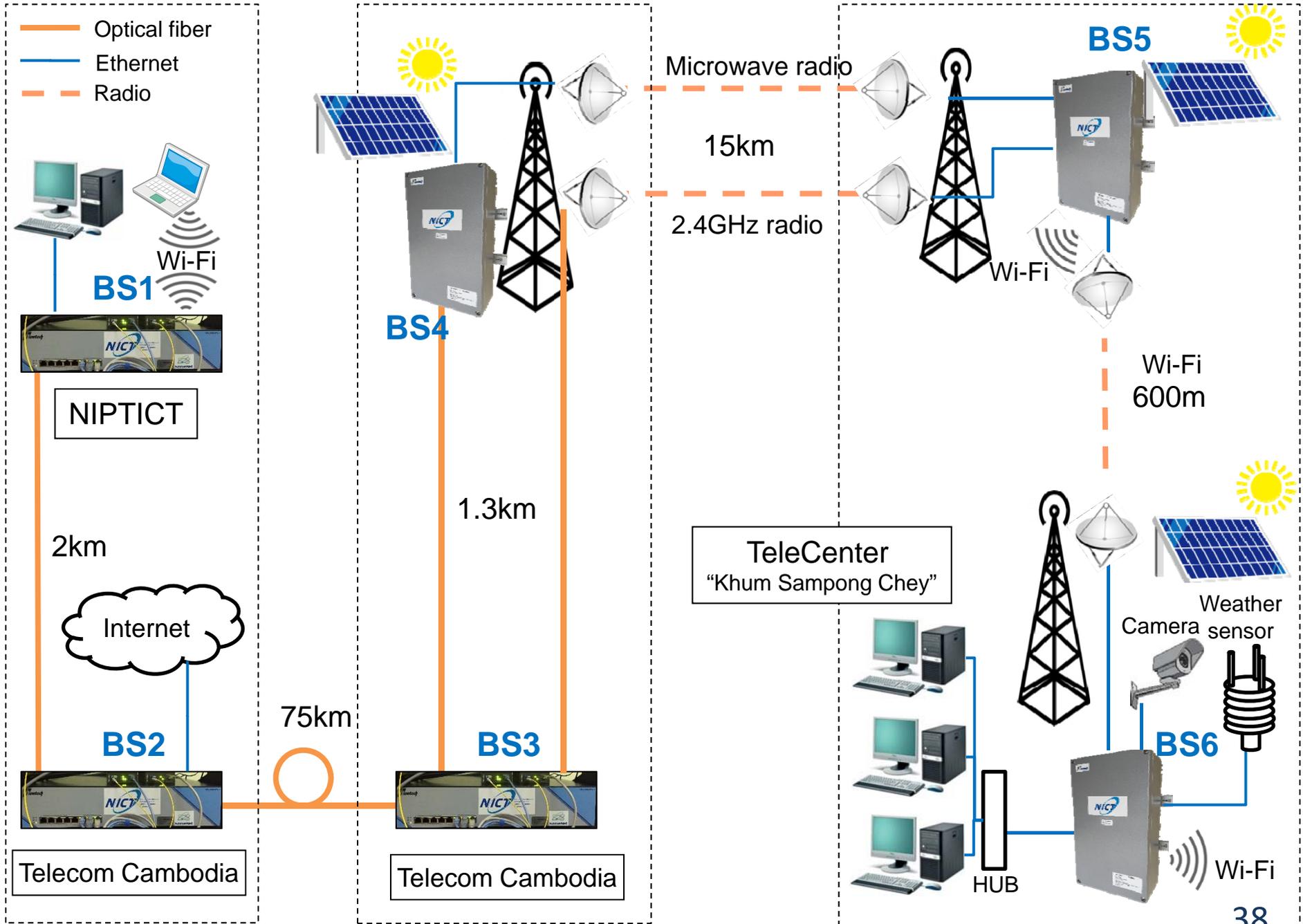




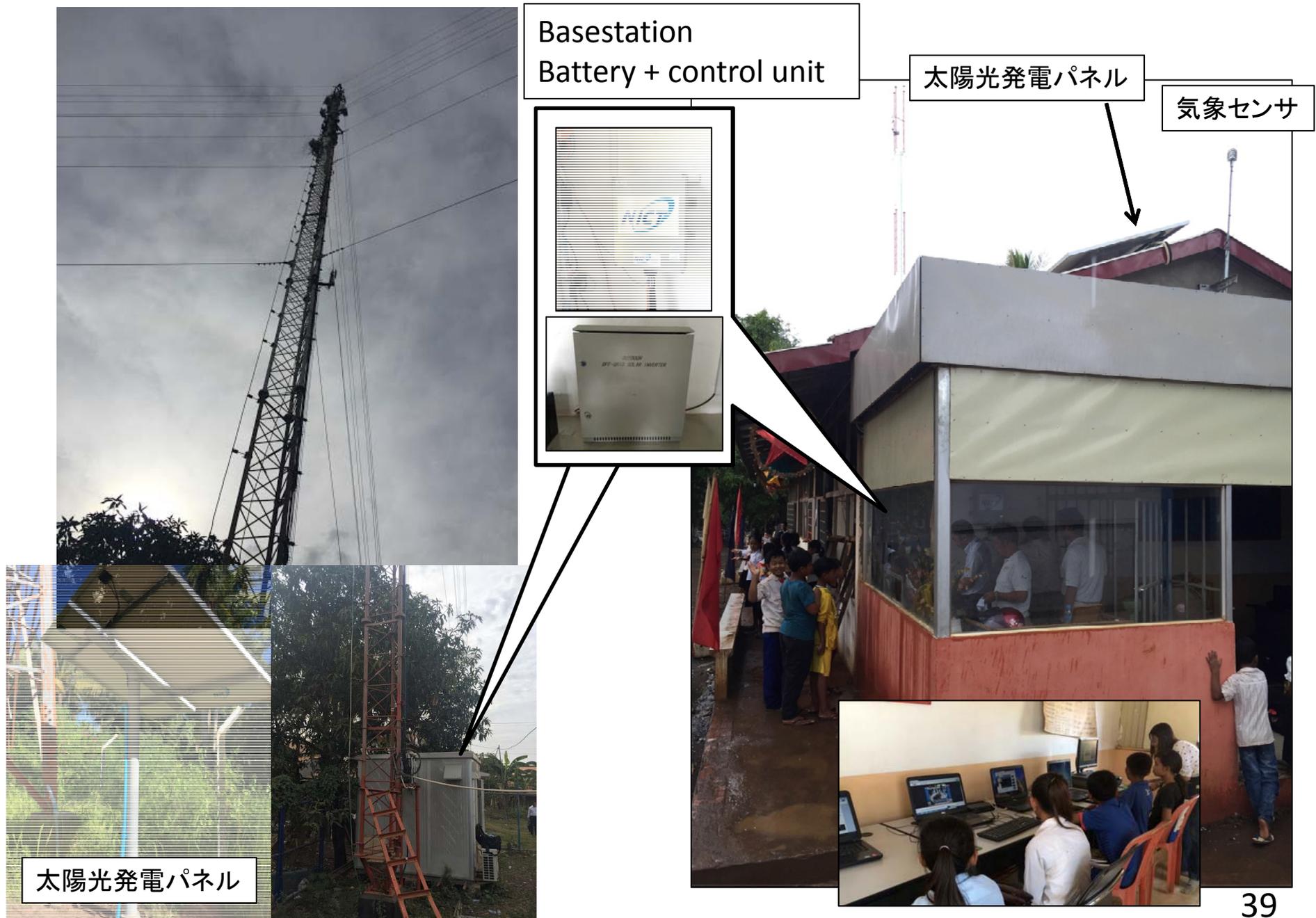
Phnom Penh

Skun

Cheung Prey



テレセンター及びタワーにおける装置設置状況



まとめ

耐災害ICT研究センターの研究紹介

- 光通信基盤のロバスト性向上技術の研究
- 災害情報分析技術の研究
- 超高速インターネット衛星(WINDS)の活用技術
- 耐災害無線メッシュネットワーク「NerveNet」
- SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の研究

実証実験や社会展開事例の紹介

- NerveNetを活用した社会実証事例
- 衛星通信とNerveNetの非常時通信実験
- 熊本大震災での通信支援活動
- アジア・国際展開事例(カンボジア)

技術の社会展開、社会実装へ向けた今後の課題

- 必ずしも技術だけで解決できない問題にどう取り組むか
- 国研として、災害時通信の新しい技術開発にどう取り組むか
 - 災害時ICT技術は乱立状態。標準化や情報フォーマットの統一化、指針が必要
- 様々な情報システムを連携できるプラットフォームが鍵
- 新しい耐災害平時利用システムとしての技術開発、既存平時利用システムの耐災害性強化