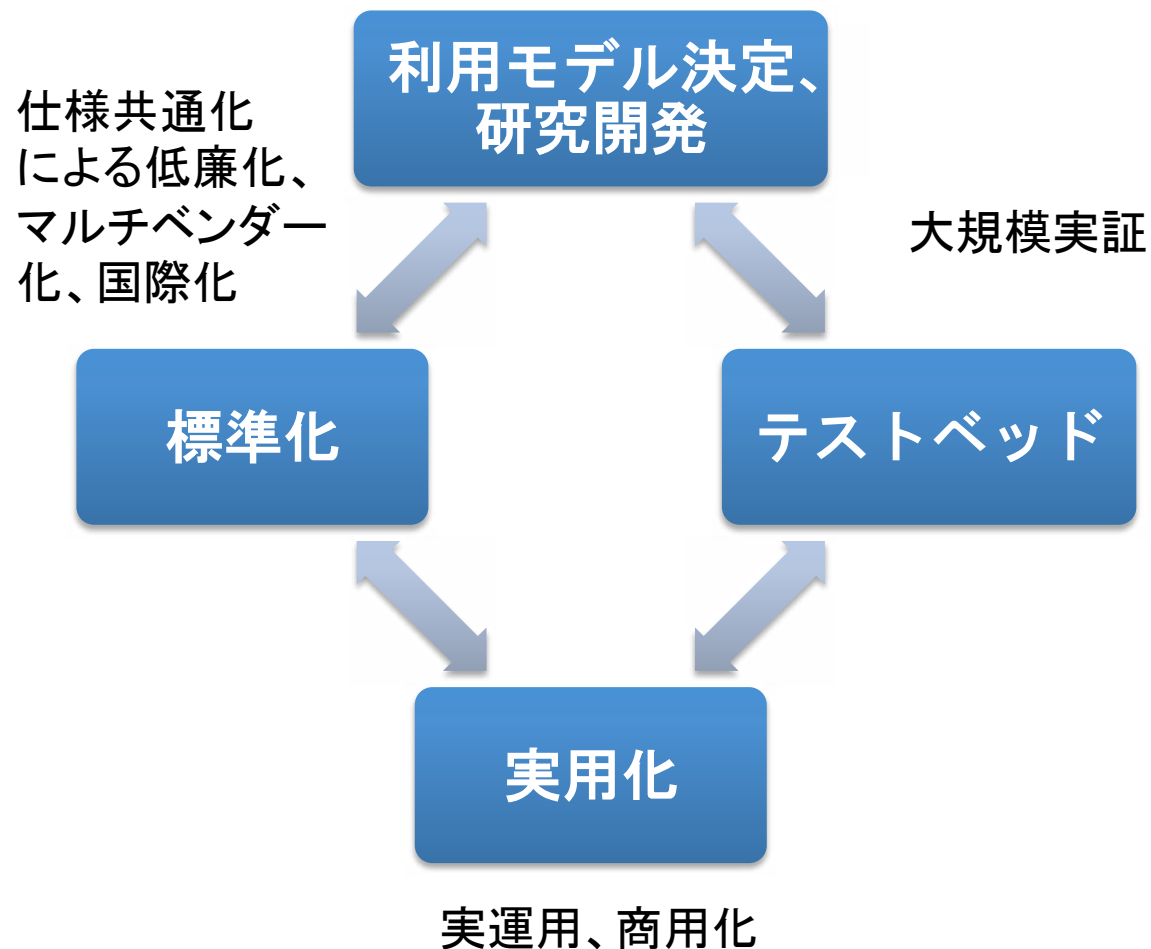


コグニティブ無線技術による災害に強い 次世代ワイヤレスネットワークへの貢献

独立行政法人 情報通信研究機構
スマートワイヤレス研究室
原田 博司

情報通信分野における標準化政策検討委員会
2012年1月30日

- 災害に強いネットワークの構築への貢献に関して研究開発/標準化/テストベッド/実用化を有機的に連動させて行ったので報告する
 - ▶ 利用モデル: 災害等でも利用可能な無線のみによるインターネットアクセスシステム
 - ▶ 研究開発: コグニティブ無線技術を利用した情報通信ネットワーク
 - ▶ 標準化: 米国電気電子学会 IEEE1900.4
 - ▶ テストベッド: 藤沢市内における無線機500台による大規模ネットワーク実験
 - ▶ 実用化: 東日本大震災における復旧支援、一般向け販売(技術移転)



- 震災により多くの携帯電話基地局が被災し、使用不可になった
- 携帯電話キャリアの復旧に対する時間の差が大きかった
 - ▶ 復旧に時間のかかるキャリアの端末を持っているユーザはいつまでたっても電話をかけることができない
- どの携帯電話キャリアがつかえるのか情報が十分伝わっていない

災害時において、どの携帯電話キャリアが復旧しても、どの携帯電話会社の端末を使っても通信ができる無線通信ネットワークシステムを構築する必要がある



東日本大震災時
遠野市より大槌町への道

被災時のネットワークの状況

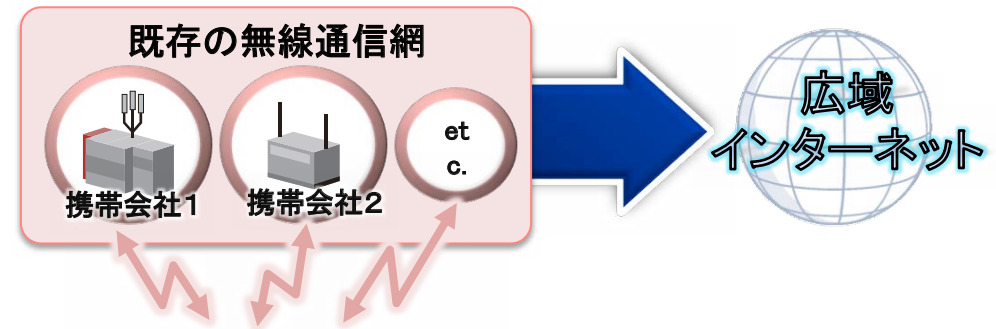
- 被災時、全く電波が入らない！！電波があるかどうかもわからない！！
- 有線のネットワークの復旧はかなり時間がかかる！！
- 皆さんがアクセスするためできるだけブロードバンド(広帯域)回線が必要！！



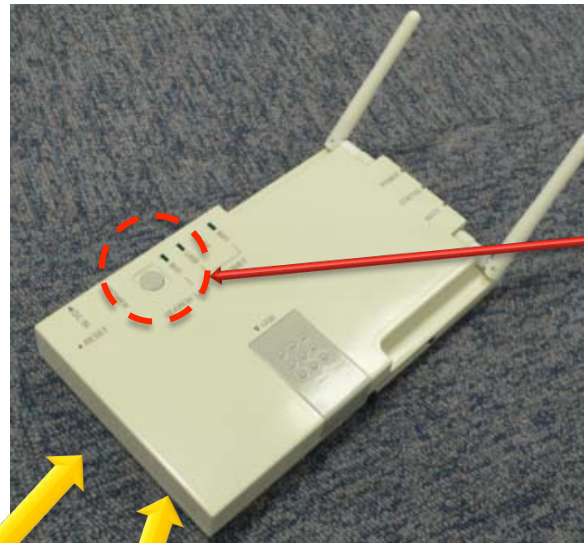
必要となる通信システム

- 利用可能な通信システムを無線機自身が探し出し、自動的にインターネットに接続できる無線機
- 空いている周波数を無線機自身が探しだして通信を初めて自動的にインターネット接続できる無線機
- 携帯電話の機種にかかわらず、接続可能な無線機(A社でもB社でもつながる)

- どの携帯電話会社の端末もつながるように可搬可能な、設定の容易な無線基地局を作る
- この無線基地局自身が自分で利用可能な電波を探しだして自動的に通信し、無線だけでインターネットに接続する
- この無線基地局は一般利用者に対して、どのような端末(携帯、ゲーム機、パソコン)でもできるだけつなぐことができるようにする
- (問題点)たくさんこのような無線機をばらまくと、各無線機がどのような電波を使っているのか把握できない、特に余震等で故障した場合も把握できない
⇒なんらかの無線機の管理機能も必要



- ユーザーとの間は無線LAN (WiFi) で通信
- Skype等による音声通信からデータ通信が可能
- つながる端末も無線LAN (WiFi) 接続ができればよい。携帯電話(スマートフォン)、PC、ゲーム機等接続可能



- このボタンをおすことにより、既存の無線通信網を自動で認識、どの回線が生き残っているかを調べる (**コグニティブ無線技術**)
- 生き残った回線に接続し、自動的にインターネットに無線のみで接続

- 電源なしでも数時間動作可能なバッテリーを搭載
- 電源さえあればどこでもインターネット接続環境を構築することができる (有線接続いらず)

無線LAN

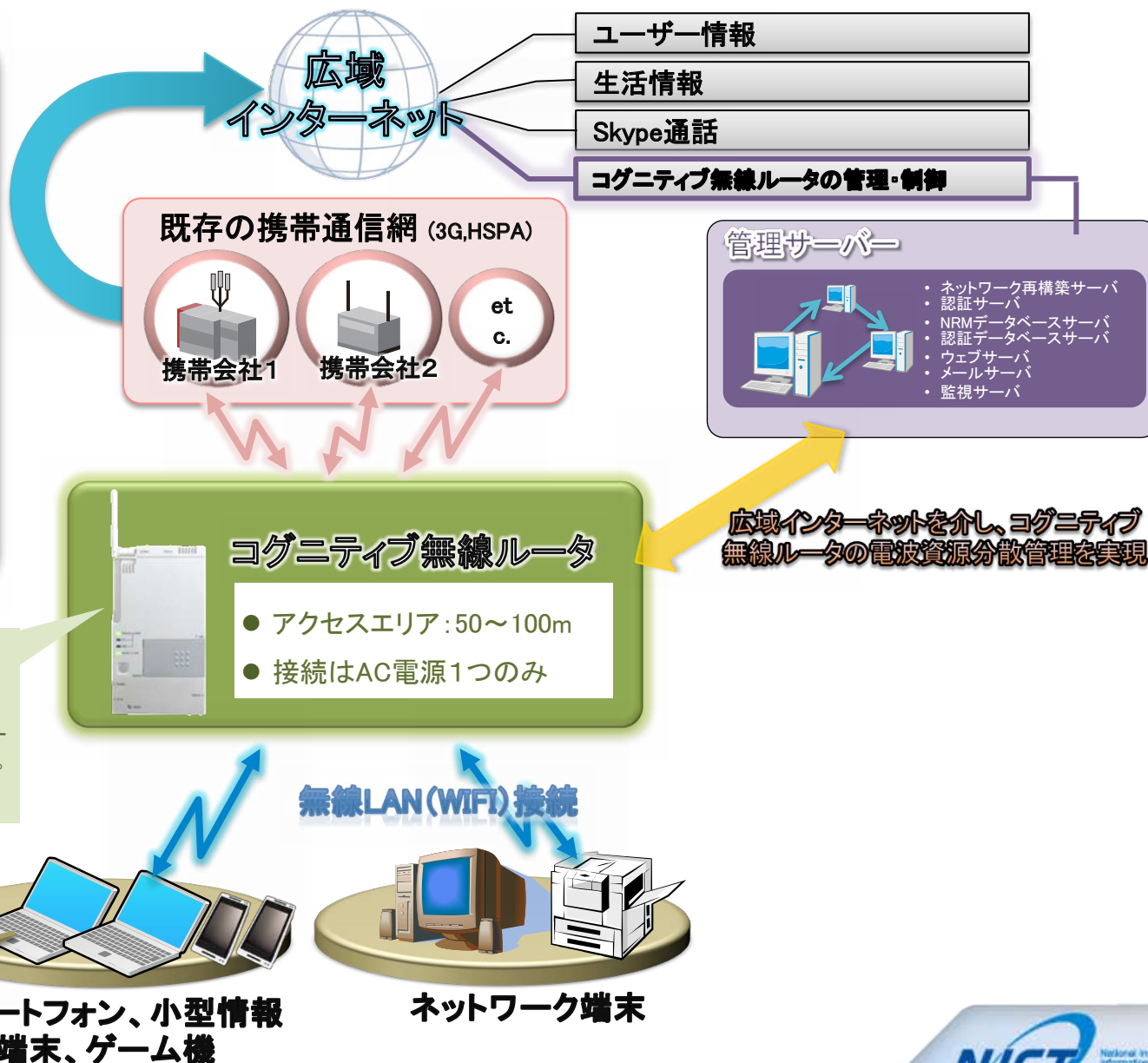


各コグニティブ無線ルータを管理するサーバ(管理者)を用意して、そのサーバ(管理者)に各コグニティブ無線ルータの情報をレポートさせる。管理者はそのレポートから各コグニティブ無線ルータが使用すべき通信システムを決定

各ルータの利用している周波数、ルータの混雑度を一元管理、安定な伝送品質容量を実現

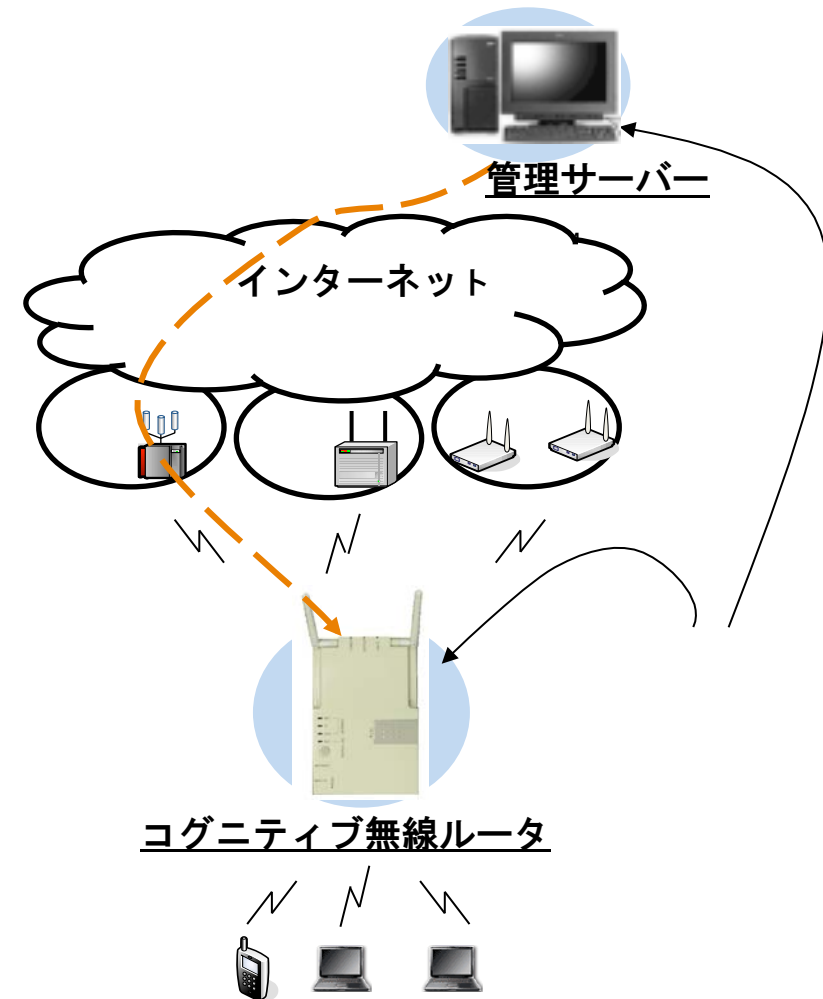
コグニティブ無線ルータ

設置場所において最適な方式を選択し、ユーザを接続することで、電波の有効利用を実現。



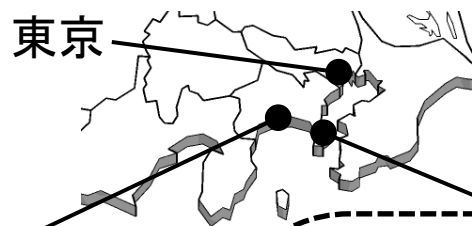
コグニティブ無線ルータの周波数センシング情報、通信トラフィック情報はネットワーク側のサーバに伝送。その情報をもとにコグニティブ無線ルータで利用する無線通信システムを遠隔操作で変更可能。(方式は米国で標準化済、IEEE1900.4)

NICTは副議長、テクニカルエディタとして会議をリード、寄与文書数は100件を超える。



テストベッドによる評価

藤沢市市内全域に約500個のコグニティブ無線ルータを配備、ユーザは無線LAN接続端末さえ持てば、自由にインターネットにアクセス可能



コグニティブ無線ルータからの情報はすべて管理するとともに、無線ルータが使用する無線通信システムを自由にコントロール

藤沢市

横須賀市



大学、博物館、学校、レストラン、病院、スポーツ施設、ショッピングモール、等



NICTが考案した電波資源分散管理方式により、コグニティブ無線ルータの無線システム選択を制御

500 個のコグニティブ無線ルータ

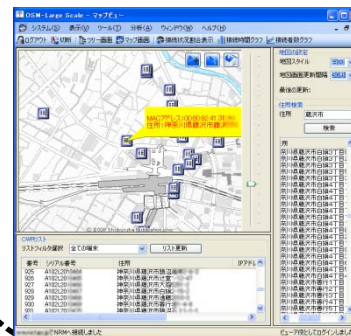


一般から募集する実験参加者が、自らのモバイル端末を使用してインターネットに接続。



管理システム

独立行政法人情報通信研究機構
横須賀研究所



ネットワーク再構築サーバ
 認証サーバ
 NRMデータベースサーバ
 認証データベースサーバ
 ウェブサーバ
 メールサーバ
 監視サーバ



コグニティブルータ設置例



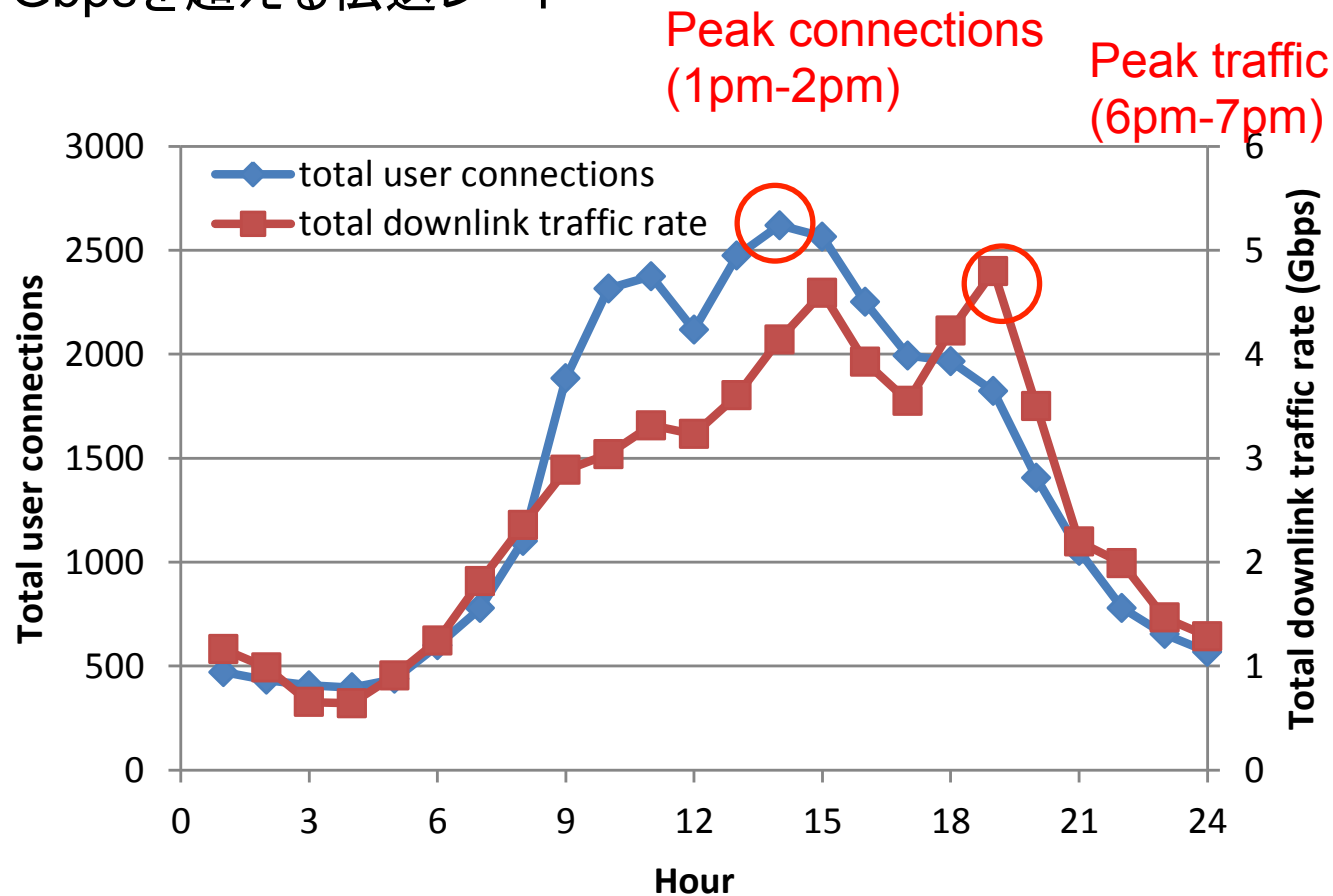
番号	シリアル番号	住所	IPアドレス
925	A102L20100001	神奈川県藤沢市鶴沼	
926	A102L20100002	神奈川県藤沢市辻堂	
927	A102L20100003	神奈川県藤沢市大庭	
928	A102L20100004	神奈川県藤沢市白旗	
929	A102L20100005	神奈川県藤沢市遠藤	
930	A102L20100006	神奈川県藤沢市善行	
931	A102L20100007	神奈川県藤沢市市川	

サーバで見える情報

近接するルータ間で特定の無線通信システムのリソースを取り合っている場合、各ルータが接続できる通信システムを確認し、ネットワーク側から各ルータに指示し、通信すべきネットワークを指示し、安定動作をさせる。

一日あたりのユーザー接続数、平均総トラフィック量の例 時間平均

- 1800人以上の利用者を収容(2011年4月時点)
- 最大で一日あたり最大2500接続
- トータルGbpsを超える伝送レート



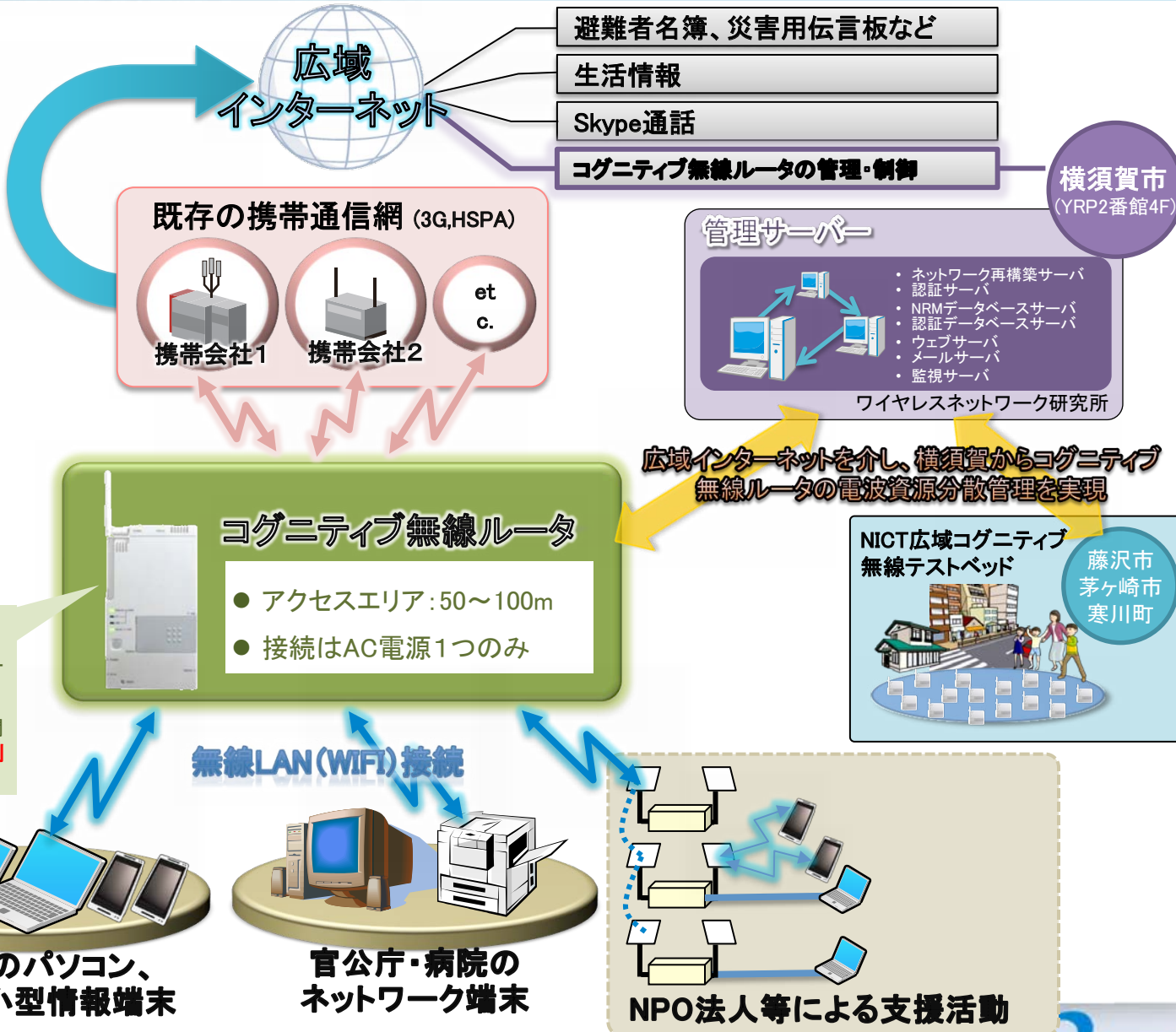
4月におけるユーザーの接続数及びダウンリンクのトラフィックの伝送量

東日本大震災での取り組み

ヘテロジニアス型コグニティブ無線基地局 (コグニティブ無線ルータ): 震災地への展開

展開先の決定方法

- 岩手県、福島県、宮城県、NPO法人からの情報に基づき、自治体の選定
- 当該自治体災害対策本部で避難所情報入手
- 選定候補の避難場所にて代表者と交渉し、設置
- * 避難場所でのニーズ、他機関の支援との重複に配慮



コグニティブ無線ルータ

設置場所において最適な方式を選択し、ユーザを接続することで、電波の有効利用を実現。

昨夏より、500台のルータを藤沢市内に展開し、実証実験を実施中。**横須賀からの遠隔制御、実利用に問題がないことを確認済み。**

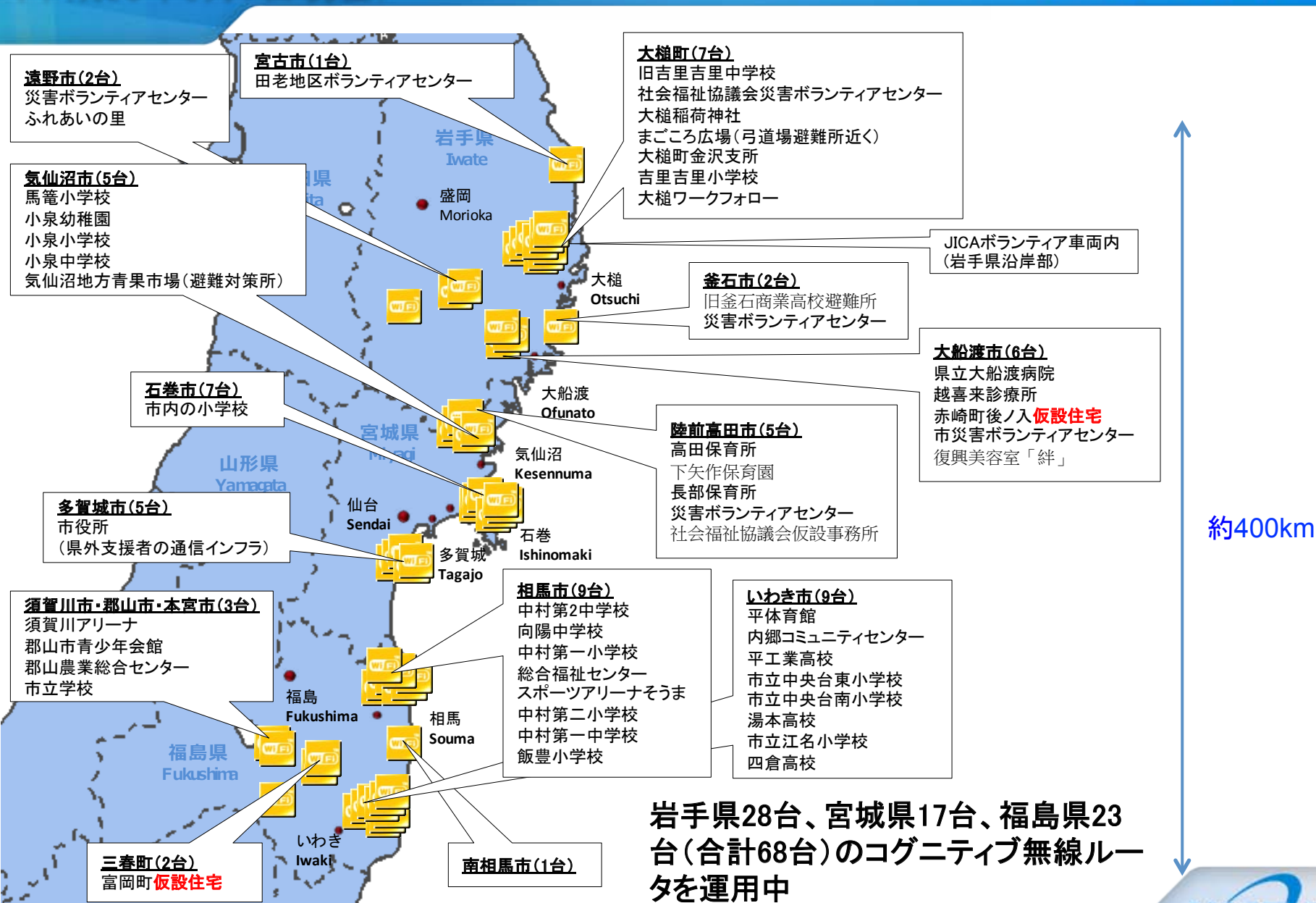
震災対応の経過(初動時)(1/2)

3 月	3/11(金)	震災発生.
	3/15(火)	● 無線ルータの供出を決定し、藤沢市で実用化実験中の機材回収に着手.
	3/16(水)	● 10台のコグニティブ無線ルータを回収.
	3/29(火)	● 追加の50台のコグニティブ無線ルータ回収
4 月	4/1(金)	<ul style="list-style-type: none"> ● 遠野市やNPO法人(BHNテレコム支援協議会)より支援要請. ● 岩手県立大 吉本教授に現地でのNICT職員への支援を要請.
	4/2(土)~4/3(日)	● ルータ(20台)について調整及び動作確認.
	4/4(月)	<ul style="list-style-type: none"> ● ルータ(13台)などを携行し、NICT職員研の2名が岩手県遠野市に移動. ● 翌日以降の機材展開について遠野市その他の関係者と調整. ルータの仮設置および動作試験実施.
	4/5(火)	● 大槌町安渡小 にルータ設置. 避難者への情報提供等に使用.
	4/5(火)~4/7(木)	● 大槌町、宮古市等の災害対策本部と避難所を巡回し、情報収集.
	4/7(木)	<ul style="list-style-type: none"> ● 岩手県庁およびその関係者と今後の活動について打ち合わせ. ● 大船渡病院にルータを設置し、通信回線提供.
4/8(金)	<ul style="list-style-type: none"> ● 前日夜の余震に伴い被災地支援拠点である遠野市健康福祉の里のインターネットが停止. コグニティブ無線ルータ2台にて、市役所と災害対策本部のインターネット機能を維持. ● 藤沢市から追加でコグニティブ無線ルータの回収を完了. 合計76台のルータを確保. ● さらなる設置作業に備えて支援業者を選定、調整. 	

震災対応の経過(初動時)(2/2)

4 月	4/11(月)	岩手県より支援要請。大船渡市リアスホール事務室と釜石市旧釜石第一中にルータを各1台設置。
	4/12(火)	陸前高田市長部小・広田小、大槌町寺野弓道場、山田町山田北小にルータを各1台設置。
	4/13(水)	報道発表。ルータ(20台)追加発送決定。陸前高田市下矢作小学校にルータ設置。
	4/14(木)	大船渡市綾里地区コミュニティ施設と越喜来診療所にルータを各1台設置。
	4/15(金)	遠野市健康福祉の里にルータを1台設置。
	4/16(土)	遠野市ふれあいの里(北大医療団拠点)と災害ボランティアセンターにルータを各1台設置。
	4/17(日)	遠野市日赤救援本部(福祉の里内)と大槌町社会福祉協議会ボランティアセンターにルータを各1台設置。
	4/19(火)	福島県より支援要請
5- 6 月	4/25(月)-26(火)	福島県相馬市、須賀川市、郡山市にルータを計11台設置
	5/3(火)-4(水)	福島県いわき市にルータを計10台設置
	6/8(水)-9(木)	宮城県多賀城市、気仙沼にルータを計13台設置

コグニティブ無線ルータ設置状況(岩手県、宮城県、福島県) (平成23年9月7日現在)



岩手県28台、宮城県17台、福島県23台(合計68台)のコグニティブ無線ルータを運用中

被災地展開の様子



インターネット接続に用いたコグニティブ無線ルータ



ワイヤレスクラウドサーバで見える情報

表示項目
・接続オペレータ名
・トラヒック (赤：非常に混雑、黄色：ノーマル、灰色：使用頻度が低い)



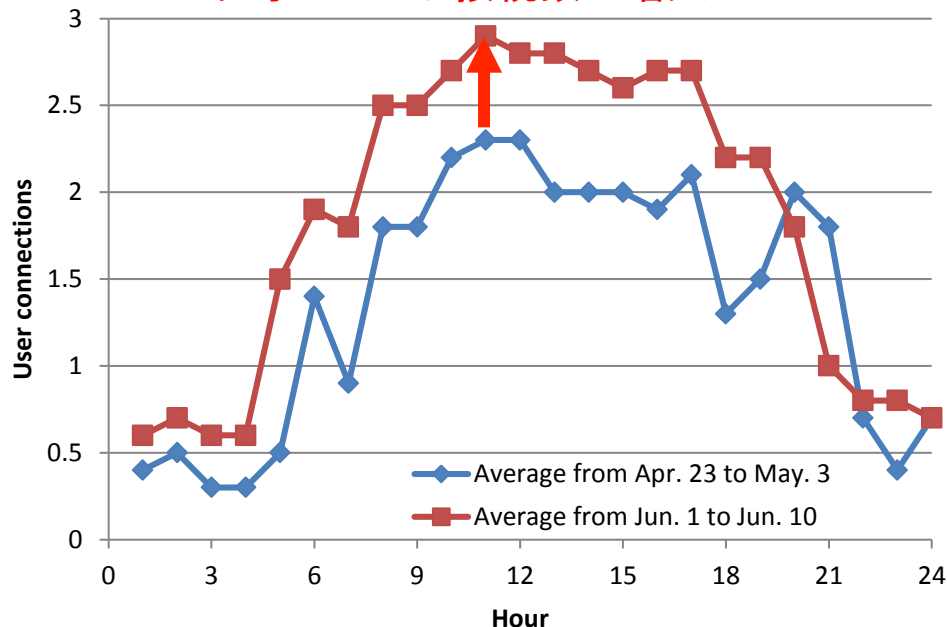
赤色表示の場合は、他のオペレータの状況もコグニティブルータからレポートさせ必要に応じてネットワーク側からルータに変更要請/もしくは強制変更



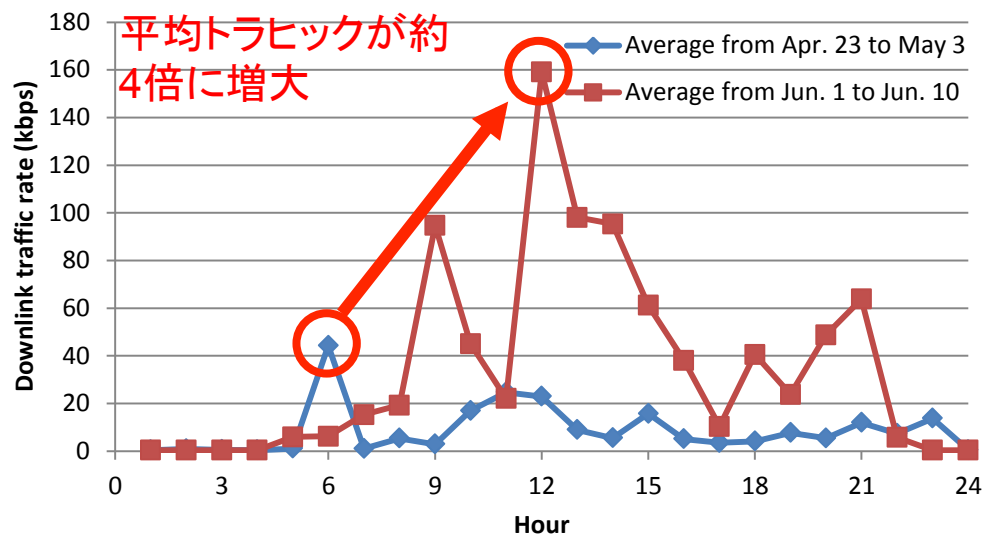
端末を操作して様々な情報を求める被災者の方々

平均ユーザー接続数、平均トラフィック量の例 時間平均

平均のユーザ接続数は増大



平均トラフィックが約
4倍に増大

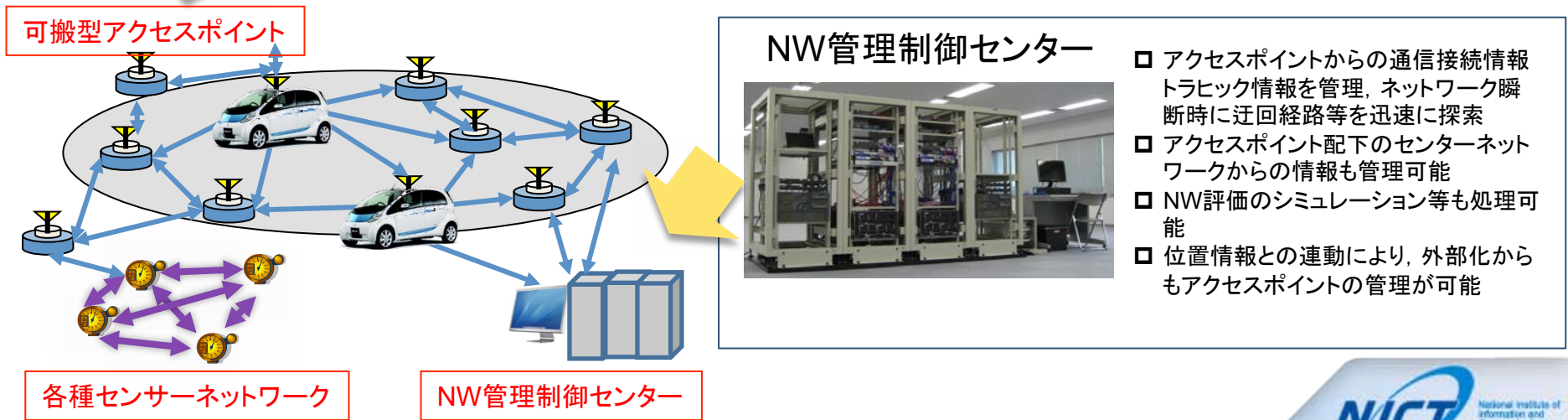
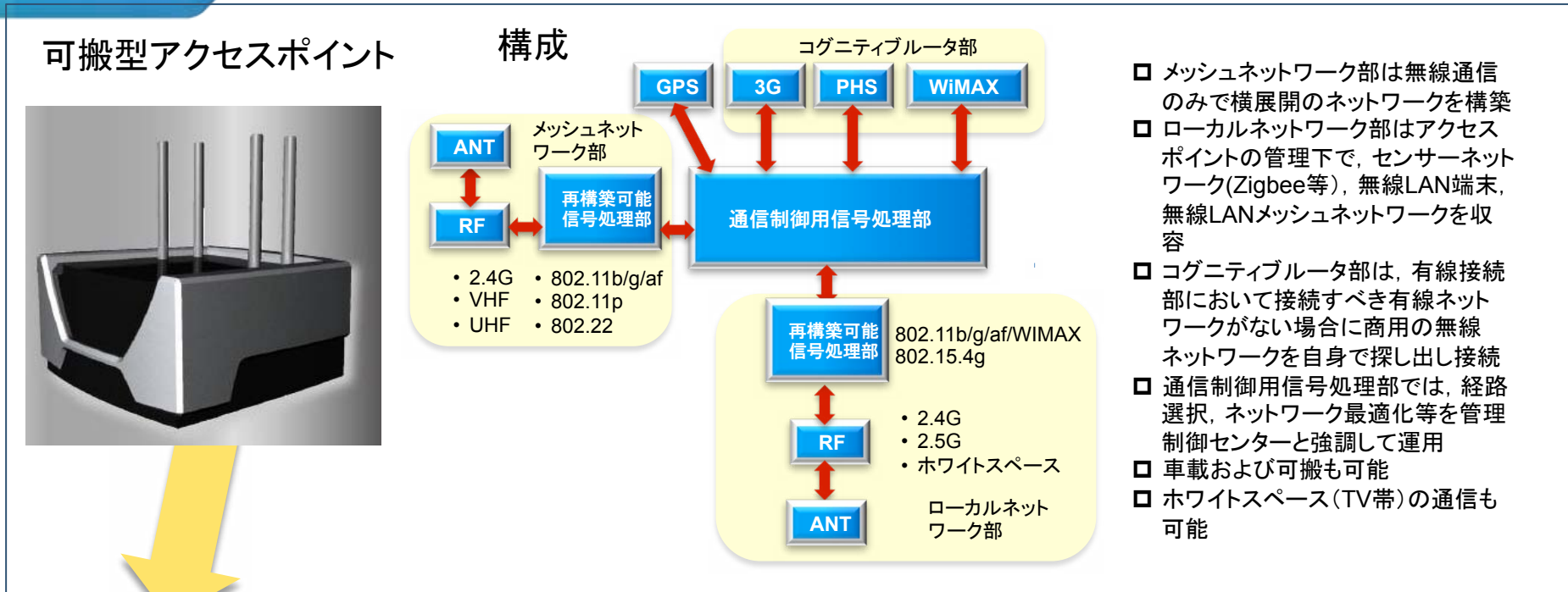


- 60名の被災者のかたを収容している避難所(体育館)の例
- 以下の期間において、平均のユーザ接続数と平均トラフィック量を測定
 - ▶ Apr. 23 to May 3, 2011
 - ▶ Jun. 1 to Jun. 10, 2011
- ユーザ接続数、平均トラフィック共に増大
 - ▶ インターネットアクセスに対する要求が時間が経つに連れ増大
 - ▶ 震災後時間がたつにつれ必要性は増大
- 統計量を解析することにより生活パターンがわかり、そのパターンに応じた決めの細かい復旧支援ができる可能性

- 引き続き被災地において68台が稼働中
- コグニティブ無線ルータ自身は、一般メーカーに技術移転済

今後の展開 コグニティブルーターの拡張





- 災害に強いネットワークの構築への貢献に関して研究開発/標準化/テストベッド/実用化を有機的に連動させて行ったので報告した
 - ▶ 利用モデル: 災害等でも利用可能な無線のみによるインターネットアクセスシステム
 - ▶ 研究開発: コグニティブ無線技術(コグニティブ無線ルータ)を利用した情報通信ネットワーク
 - ▶ 標準化: 米国電気電子学会 IEEE1900.4
 - ▶ テストベッド: 藤沢市内における無線機500台による大規模ネットワーク実験
 - ▶ 実用化: 東日本大震災における復旧支援、一般向け販売(技術移転)
- 今後の展開: メッシュ通信機能をもたせ、無線機同士でもネットワークを作るとともに様々な通信プロトコルに対応⇒通常利用、有事共に利用可能な有無線統合ネットワークへ
 - ▶ 新たな標準化すべき技術課題をまとめ積極的に標準化を行なっていく