東北大学電気通信研究機構シンポジウム

東北大学電気通信研究機構シンポジウム

ー耐災害ICTによる東北復興に向けてー

2013年7月23日

東北大学片平さくらホール

ROEC 東北大学 電気通信研究機構
Research Organization of Electrical Communication Tohoku University

東北大学
電気通信研究機構シンポジウム
－ 耐災害ICTによる東北復興に向けて －

東日本大震災では、情報通信ネットワークの寸断で、通信サービスに大きな制約が生じる等、多大な課題を残しました。東北大学では、この課題解決のため、「情報通信再構築プロジェクト」を立ちあげ、電気通信研究所が中心となり、複数の部局にまたがる電気・情報系の研究者や組織間の連携を可能とする、東北大学電気通信研究機構を2011年10月1日に創設いたしました。災害に強い情報通信ネットワークの構築を目指した産学官連携研究開発プロジェクトのこれまでの成果につきまして、関連地方自治体、民間企業、公的研究機関、大学等の皆様にご紹介致します。

日時 2013年7月23日（火）13:00-17:10 定員150名（参加費無料）
場所 東北大学 片平キャンパス 片平さくらホール 2 階 会議室

プ ロ グ ラ ム

13:00	開会挨拶	東北大学 理事 原 信義
13:10	基調講演 災害と情報	グーグル株式会社 シニアエンジニアリングマネージャ 賀沢 秀人
13:40	宮城県における復旧・復興の取り組み	宮城県 震災復興・企画部情報政策課長 鈴木 宏昭
14:00	NTT東日本 における復旧・復興への取り組み	東日本電信電話株式会社 宮城支店長 五十嵐 克彦
14:20	耐災害ICT研究開発の取り組みについて	独立行政法人情報通信研究機構 耐災害ICT研究センター長 根元 義章
14:40	休 憩	
14:55	電気通信研究機構の活動状況について	東北大学電気通信研究機構長 中沢 正隆
15:15	災害に強い重層的通信ネットワークの研究開発	東北大学大学院工学研究科 教授 安達 文幸
15:35	スマホ de リレー －圏外でも通信可能なデュアルモードアドホックネットワーク技術－	東北大学大学院情報科学研究科 教授 加藤 寧
15:55	休 憩	
16:05	屋外拡声システムによる確実な災害情報伝達を目指して	東北大学電気通信研究所 教授 鈴木陽一
16:25	防災・減災に資する次世代スーパーコンピュータの開発をめざして	東北大学サイバーサイエンスセンター長 小林広明
16:45	耐災害ICTを目指す自然言語処理	東北大学大学院情報科学研究科 教授 乾健太郎
17:05	閉会挨拶	東北大学電気通信研究機構長 中沢 正隆

基調講演　災害と情報

グーグル株式会社　シニアエンジニアリングマネージャ

賀沢 秀人

概要

東日本大震災からの大きな学びとして情報伝達手段の確保があげられる。２０１１年の震災においては、津波により通信インフラが大きなダメージを受けたため、被災状況を把握することすらままならず、救援活動に大きな支障が生じた。そのため災害時においても通信手段を確保するためにさまざまな取組みが始まっている。

しかしながら、通信手段が確保されたとしても情報伝達が有効におこなわれるとは限らない。実際、東日本大震災において被害がほとんどなかった首都圏において、錯綜する大量の情報の中に必要な情報が埋もれてしまい、情報はあるのに必要とする人に届かないという現象が見られた。

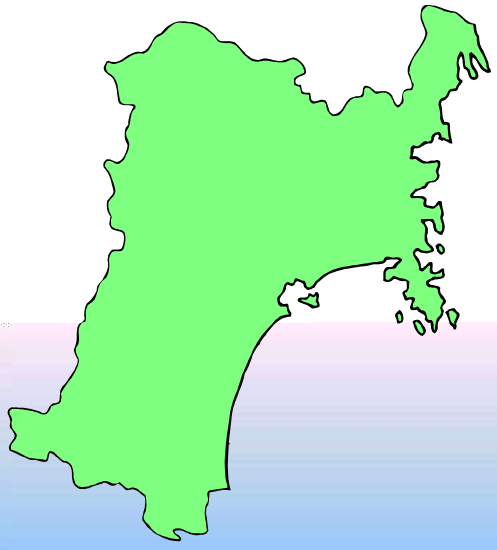
本講演では、災害発生直後から回復期の間に必要とされる情報を迅速に届けるために克服するべき課題について、Google の災害対策活動を通じて得た知見を紹介する。

宮城県における復旧・復興の取り組み

宮城県 震災復興・企画部情報政策課長

鈴木 宏昭

宮城県における復旧・復興の取り組み



平成25年7月23日
宮城県震災復興・企画部
情報政策課

1　東日本大震災の概要

1　地震の概況等

(1)地震名　　平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震
(2)発生日時　平成23年3月11日(金)14時46分
(3)発生場所　三陸沖(北緯38.1度，東経142.5度)　※牡鹿半島の東約130km
(4)震源の深さ　24km
(5)規模　　マグニチュード9.0
(6)最大震度　震度7(栗原市)
(7)地盤沈下　海抜0m以下の面積56km²(震災後増加割合3.4倍)
　　大潮の満潮位以下の面積129km²(震災後増加割合1.9倍)
　　過去最高潮位以下の面積216km²(震災後増加割合1.4倍)
(8)津波　　津波の高さ:
　　7.2m(仙台港)(平成23年4月5日気象庁発表)
　　8.6m以上(石巻市鮎川)(平成23年6月3日気象庁発表)
　※参考:津波最大遡上高(宮城県土木部津波の痕跡調査結果)
　　南三陸町志津川　20.2m　女川町　34.7m
　　南三陸町歌津　26.1m

2　被害の状況等　〔平成25年6月30日現在，(3)被害額の概要は平成25年6月10日現在〕

(1)人的被害(継続調査中)

死者(関連死を含む。)	10,446人	行方不明者	1,307人
重　傷	504人	軽　傷	3,612人

(2)住家・非住家被害(継続調査中)

全　壊	82,889棟	半　壊	155,107棟
一部損壊	222,748棟		
床下浸水	7,796棟	非住家被害	28,736棟

(3)被害額の概要(継続調査中)　9兆1,458億円

２－１　復興の歩み

【平成23年】
3月 11日　東日本大震災発生
「宮城県災害対策本部」設置
全市町村に災害救助法を適用
4月 11日　「宮城県震災復興基本方針（素案）」公表
14日　塩竈市魚市場で震災後初の水揚げ
22日　「宮城県震災復興本部」設置
28日　県内初の仮設住宅入居開始（塩竈市）
29日　東北新幹線が全線復旧
5月　2日　「東日本大震災に対処するための特別の財政援助及び助成に関する法律」成立
国第1次補正予算成立（4兆153億円）
→仮設住宅、がれき処理、復旧事業等
「宮城県震災復興会議」開催
6月 20日　「東日本大震災復興基本法」成立
25日　「東日本大震災復興構想会議」が「復興への提言」を決定
7月 25日　国第2次補正予算成立（1兆9,988億円）
→原発損害賠償、二重債務問題対策等
仙台空港で国内定期便が再開、国際臨時便も就航
29日　国「東日本大震災からの復興の基本方針」決定
→復興期間、事業規模、復興財源等
8月　1日　自衛隊による復興支援活動終了
9月　5日　「宮城県サポートセンター支援事務所」開設
12日　「東京電力福島第一原子力発電所事故対策みやぎ県民会議」設立
25日　仙台空港ビル完全復旧及び国際定期便運航再開
10月 18日　「宮城県震災復興計画」策定
11月 14日　「宮城県産業復興相談センター」開設
21日　国第3次補正予算成立（11兆7,335億円）
→復興交付金、除染、産業復興等
11月30日　「東日本大震災からの復興のための施策を実施するために必要な財源の確保に関する特別措置法」成立
12月　1日　宮城県震災復興本部に「被災者生活支援実施本部」を設置
「みやぎ心のケアセンター」開設
7日　「東日本大震災特別区域法」成立
9日　「復興庁設置法」成立
26日　応急仮設住宅完成（406団地22,095戸）
27日　「宮城産業復興機構」設立
30日　県内の全避難所が閉鎖

【平成24年】
1月　31日　「東京電力福島第一原子力発電所事故被害対策基本方針」策定
2月　9日　県内34市町村と共同申請した「民間投資促進特区（ものづくり産業版）」の認定
10日　国「復興庁」設置
仙台市に宮城復興局、石巻市及び気仙沼市に支所を設置
17日　沿岸14市町が「復興整備協議会」設立合同会議を開催
3月　2日　復興交付金第1回交付可能額通知
5日　「株式会社東日本大震災事業者再生支援機構」業務開始（設立2月22日）
11日　県内各地で追悼式典などの開催（東日本大震災発生から1年）
19日　「東京電力福島第一原子力発電所事故被害対策実施計画」策定
24日　亘理名取ブロック（亘理処理区）焼却施設火入式
26日　「宮城の将来ビジョン・震災復興実施計画」策定
30日　「東日本大震災－宮城県の6か月間の災害対応とその検証－」発行

２－２　復興の歩み

【平成24年】
4月　1日　「みやぎ心のケアセンター地域センター」開所（石巻市，気仙沼市）
10日　県が申請した「宮城県保健・医療・福祉復興推進計画」の認定
24日　「宮城県災害廃棄物処理対策協議会市町村長会」設置
5月 15日　「みやぎスマートシティ連絡会議」設置
25日　復興交付金第2回交付可能額通知
6月　8日　「みやぎ復興住宅整備推進会議」設置
12日　県内17市町村と共同申請した「民間投資促進特区(IT産業版)」の認定
14日　「市町村震災関係職員確保連絡会議」設置
7月 18日　「宮城県災害公営住宅整備指針（ガイドライン）」策定
20日　「被災市街地復興土地区画整理事業」事業認可（石巻市新蛇田地区）
8月　5日　「防災集団移転促進事業」起工（岩沼市玉浦西地区）
7日　「国と地方の協議会」設置
24日　復興交付金第3回交付可能額通知
9月　7日　「仙台臨海鉄道」全線復旧
10日　「震災復興に伴う盛土材連絡調整会議」設置
28日　県内11市町と共同申請した「民間投資促進特区（農業版）」の認定
10月 18日　「宮城県被災者復興支援会議」設置
22日　宮城県震災復興本部に「まちづくり・住宅整備推進本部」を設置
26日　「県と沿岸15市町震災復興計画所管部課長会議」設置
11月 21日　被災宅地買い取り着手（東松島市）
30日　復興交付金第4回交付可能額通知

【平成25年】
1月 23日　大島架橋事業着工式（気仙沼市）
29日　気仙沼ブロック（気仙沼処理区）小泉地区焼却施設稼働式（県受託処理による焼却炉計26基全て完成）

【平成25年】
30日　国の紛争審査会が農林漁業に係る風評被害損害賠償範囲を拡大
2月　1日　県地域防災計画の見直し（宮城県防災会議にて承認）
3月　7日　復興交付金の運用の柔軟化決定，住まいの復興工程表発表（第7回復興推進会議）
8日　復興交付金第5回交付可能額通知
10日　沿岸7市町が指定している被災市街地復興推進地域での建物の建築制限が一部解除
11日　東日本大震災発生から2年
22日　「東日本大震災（続編）－宮城県の発災6か月後から半年間の災害対応とその検証－」発行
25日　「復興まちづくり事業カルテ」発表
4月　1日　県内初の災害公営住宅入居開始（仙台市，石巻市，山元町）
仙台・宮城デスティネーションキャンペーン開幕（平成25年4月1日～6月30日開催）
「みやぎ鎮魂の日を定める条例」施行
2日　仮設住宅の入居期間の1年延長について国から通知（入居期間：建設・入居から原則4年間）
23日　県が申請した「石巻市桃浦地区水産業復興特区」の認定
26日　宮城県災害廃棄物処理実行計画（最終版）公表
5月 15日　平成25年度当初予算成立（復興経費4兆3,840億円）
24日　「三陸復興国立公園」が開園
29日　「震災復興祈念公園（石巻市南浜地区）整備」発表
6月 11日　「慶長遣欧使節出帆400年記念事業委員会」事業計画決定
12日　『6.12総合防災訓練』において「公共情報コモンズ」の運用を開始
17日　「大規模災害復興法」及び「改正災害対策基本法」成立
19日　「民活空港運営法」成立
25日　復興交付金第6回交付可能額通知

３－１　震災復興計画の策定（宮城県）

○宮城県震災復興計画

県は，平成23年10月に今後10年間における復興の道筋を示す「宮城県震災復興計画」を策定した。
復興を達成するまでの期間をおおむね10年間とし，平成32年度を復興の目標に定め，その計画期間を「復旧期」，「再生期」，「発展期」の3期に区分する。特に，復旧期の段階から，再生期・発展期に実を結ぶための復興の「種」をまき，ふるさと宮城の復興に結びつける。

復旧期 H23～H25 3年間 → 再生期 H26～H29 4年間 → 発展期 H30～H32 3年間 → 宮城県の復興

■復興の基本理念

基本理念１
　災害に強く安心して暮らせるまちづくり
基本理念２
　県民一人ひとりが復興の主体・総力を結集した復興
基本理念３
　「復旧」にとどまらない抜本的な「再構築」
基本理念４
　現代社会の課題を解決する先進的な地域づくり
基本理念５
　壊滅的な被害からの復興モデルの構築

■復興のポイント

1　災害に強いまちづくり宮城モデルの構築
2　水産県みやぎの復興
3　先進的な農林業の構築
4　ものづくり産業の早期復興による「富県宮城の実現」
5　多様な魅力を持つみやぎの観光の再生
6　地域を包括する保健・医療・福祉の再構築
7　再生可能なエネルギーを活用したエコタウンの形成
8　災害に強い県土・国土づくりの推進
9　未来を担う人材の育成
10　復興を支える財源・制度・連携体制の構築

また，県は「宮城県震災復興計画」の部門別計画として，以下の計画を策定している。

平成23年10月　みやぎの農業・農村復興計画
平成23年10月　宮城県水産業復興プラン
平成23年12月　宮城県復興住宅計画
平成24年　7月　みやぎ国際ビジネス・観光拠点化プラン
平成25年　6月　みやぎ産業再生アクションプラン
平成23年10月　みやぎ森林・林業の震災復興プラン
平成23年10月　宮城県社会資本再生・復興計画
平成24年　2月　宮城県地域医療復興計画
平成25年　3月　宮城県総合交通プラン

３－２　震災復興計画の策定（市町）

○市町の震災復興計画

これまで県内の21市町が震災復興計画を策定した。
沿岸部の市町では，災害に強いまちづくりを目指して，住宅地の高台移転や多重防御等による大津波対策などを計画している。

自治体名		策定時期	計画期間	「減災」に関わる事業
沿岸15市町	仙　台　市	H23/11	H23～27	多重防御，集団移転
	石　巻　市	H23/12	H23～32	多重防御，集団移転
	塩　竈　市	H23/12	H23～32	防潮堤の整備，幹線道路に堤防機能を付与，避難路の整備など
	気仙沼市	H23/10	H23～32	集団移転，避難ビルを併設した高層階への居住
	名　取　市	H23/10	H23～29	集団移転，多重防御，避難場所の確保など
	多賀城市	H23/12	H23～32	多重防御
	岩　沼　市	H23/ 8	H23～29	多重防御，集団移転，避難場所の確保など
	東松島市	H23/12	H23～32	多重防御，集団移転，避難場所の確保など
	亘　理　町	H23/12	H23～32	多重防御，集団移転
	山　元　町	H23/12	H23～30	多重防御，集団移転
	松　島　町	H23/12	H23～27	防潮堤のかさ上げ，避難路の強化など
	七ヶ浜町	H23/11	H23～32	多重防御，集団移転
	利　府　町	H23/12	H23～28	避難場所の確保など
	女　川　町	H23/ 9	H23～30	集団移転，避難場所・避難ビルなどの整備
	南三陸町	H23/12	H23～32	集団移転，避難路や避難施設の整備
内陸6市町	白　石　市	H23/ 9	H23～29	
	角　田　市	H23/ 8	H23～27	
	登　米　市	H23/12	H23～27	
	栗　原　市	H23/12	H23～33	
	大　崎　市	H23/10	H23～29	
	涌　谷　町	H24/ 3	H23～32	

３－３　復興に向けた主な取組状況（主なインフラの復旧状況）

○電気，ガス，水道等の主なライフラインについては，家屋等流出地域を除き，復旧済み。

項目	（解除済み箇所数）／（規制箇所数）	復旧率
道路施設（県管理分の通行規制） 全面通行止箇所数：137箇所（H23/3/11）	98.5%（50%～100%） 規制中：2箇所 H25度　2箇所　解除見込み	約99% 全面通行止解除済箇所数：135箇所（H25/6/27現在）

項目	（運行再開延長）／（震災前鉄道延長）	復旧率
鉄　道（県内在来線） JR，空港アクセス鉄道等県内の鉄道延長：約457.1km（震災前）	81.3%（50%～100%） 運転見合わせ区間：5区間	約81% 運行見合わせ区間：約85.4km（H25/6/30現在）

仙台南部道路引継式（平成25年6月21日）

宮城県道路公社が管理する仙台南部道路は，平成25年7月1日をもって東日本高速道路株式会社へ移管されることとなり，移管に先立ち，関係機関代表者による引継式を開催

仙台都市圏高速環状ネットワークの一元管理は，道路利用者のさらなる利便性の向上と東北全体の観光や産業振興に資するものであり，東日本大震災からの早期復興へ大きく貢献するものと期待

引継式

＜JR各路線（運休区間）の運行再開に向けた動き＞

常磐線（浜吉田駅～相馬駅，原ノ町駅～広野駅）
- 浜吉田駅～駒ヶ嶺駅間の移設工事に伴う用地取得が順調に進むことを前提として平成26年春に鉄道工事に着手し，平成29年春の再開予定

仙石線（高城町駅～陸前小野駅）
- 陸前大塚駅～陸前小野駅間を内陸側に移設する。平成25年4月に鉄道工事に着手し，平成27年中の再開予定

石巻線（浦宿駅～女川駅）
- 平成25年2月1日に女川町とJR東日本が，復旧に関する覚書を締結。女川駅を約150m内陸へ移設予定

気仙沼線（柳津駅～気仙沼駅）
- 仮復旧として平成24年8月20日からバス高速輸送システム（BRT）による運行を開始
- 運休区間55.3キロのうち約40kmを専用道とする計画で，順次工事が進められている。（平成25年6月末現在の専用道延長11.6km）

大船渡線（気仙沼駅～盛駅）
- 仮復旧として平成25年3月2日からBRTによる運行を開始（平成25年6月末現在の専用道延長3.2km）

BRTのハイブリッド車両（JR気仙沼線）

３－４　復興に向けた主な取組状況（主なインフラの復旧状況）

項目	（現在値）／（震災前値）	回復状況
コンテナ貨物取扱量 H22/2～H22/4のコンテナ貨物取扱量（仙台塩釜港（仙台港区））：52,334TEU	94.5%（50%～100%）	約95% H25/2～H25/4のコンテナ貨物取扱量：49,444TEU※ ※TEU：20ﾌｨｰﾄｺﾝﾃﾅ1個分相当を示す単位

項目	（現在値）／（震災前値）	回復状況
仙台空港利用者数 H22/3～H22/5 仙台空港利用者数 国際線　63，104人 国内線　645，166人	国際線 60.2%（50%～100%） 国内線 104.7%（50%～100%）	国際線 約 60% 国内線 約105% H25/3～H25/5 仙台空港利用者数 国際線　38，003人 国内線　675，619人

運航状況（平成25年6月30日現在）
- 内航フィーダー航路
  仙台ー京浜間　８航路　週11便
- 外貿コンテナ航路
  中国／韓国航路（大連便）週１便
  中国／韓国航路（上海便）週２便（韓国航路が中国まで延伸したことにより１便増）
  北米西岸航路　週１便

韓国航路の中国延伸第1船歓迎セレモニー（平成25年6月18日）

- 平成23年7月に国内定期便再開
- 平成23年9月に国際定期便一部再開
- 平成23年9月25日に仙台空港ﾀｰﾐﾅﾙﾋﾞﾙが復旧
- 平成24年7月30日に全路線再開

運航状況（平成25年6月26日現在）
- 国際線（震災前往復数/週）

ソウル	7（7）	大連/北京	運休中（2）
グアム	2（4）	上海/北京	2（2）
台北	2（2）	長春	運休中（2）
ホノルル	3（0）		

- 国内線（震災前往復数/日）

札幌	18（13）	成田	2（2）
小松	2（1）	中部	7（5）
伊丹	18（13）	関西	2（0）
広島	2（1）	福岡	8（4）
沖縄	1（1）		※1日60往復運航（40）

ハワイアン航空による「仙台ー新千歳（経由）ーホノルル線」が、平成25年6月26日から新規就航（平成25年6月26日　仙台空港就航記念出発式典）

３－５　復興に向けた主な取組状況（環境・生活・衛生・廃棄物関連）

○被災者の生活再建を進め，安心して暮らすことのできる良好な生活環境を確保するとともに，環境保全など現代社会を取り巻く諸課題に対応した社会の形成を目指す。

＜応急仮設住宅＞

入居状況（H25/6/30現在）

	入居戸数(戸)	入居者数(人)	備　考
プレハブ仮設住宅	20,265	47,118	
民間賃貸借上住宅	18,611	47,429	
その他の仮設扱い住宅	1,114	2,607	国家公務員宿舎，公営住宅等
計	39,990	97,154	

※プレハブ仮設住宅の整備数：406団地，22,095戸

入居状況の推移

プレハブ仮設住宅（名取市）

＜県外避難者＞

・8，376人（H25/6/11現在）
「全国避難者情報システム」のデータを調整

県外避難者交流会の開催
（平成25年3月　大阪府内）

各地域ごとの避難者数

北海道	507人
東北	2,350人
関東	2,589人
北陸・甲信越	503人
東海	630人
近畿	825人
中国・四国	327人
九州・沖縄	645人
合計	8,376人

＜県民相談＞

東日本大震災　心の相談 ホットライン・みやぎ

・震災に関連する悩み全般や，配偶者等からの暴力等に関する相談に応じるため，平成23年9月1日，通話料無料の相談電話を県庁内に開設
・平成25年度は，県内3か所（宮城県庁・石巻市・気仙沼市）において相談を実施

通話料無料　0120－933－887
相談時間　月～金曜日　午前９時～午後４時４５分
※　固定電話，携帯電話ともに宮城県内からの発信のみ通話可能

項目	（進捗状況）／（整備計画）	進捗率
災害公営住宅（事業着手戸数） 宮城県復興住宅計画における整備予定戸数(県全体)：15,000戸	51.2% 0.54%　50%　100% 50%　100%	着手 約51% ※設計業務等に着手したもの 完成 約0.5% （H25/6/30現在）

災害公営住宅整備（事業着手）状況　（平成25年6月30日現在）

市町名	地区数	計画戸数	着手戸数	進捗率	完成戸数	進捗率
仙台市	31地区	3,000	2,643	88.1%	12	0.4%
石巻市	19地区	4,000	1,123	28.1%	20	0.5%
塩竈市	2地区	380	71	18.7%	0	0.0%
気仙沼市	4地区	2,000	840	42.0%	0	0.0%
名取市	―	1,000	0	0.0%	0	0.0%
多賀城市	3地区	532	482	90.6%	0	0.0%
岩沼市	1地区	223	223	100.0%	0	0.0%
東松島市	6地区	1,010	547	54.2%	0	0.0%
亘理町	4地区	516	400	77.5%	0	0.0%
山元町	4地区	600	424	70.7%	50	8.3%
松島町	2地区	40	40	100.0%	0	0.0%
七ヶ浜町	5地区	217	217	100.0%	0	0.0%
利府町	1地区	25	25	100.0%	0	0.0%
女川町	1地区	945	200	21.2%	0	0.0%
南三陸町	3地区	930	134	14.4%	0	0.0%
登米市	4地区	60	60	100.0%	0	0.0%
涌谷町	3地区	48	48	100.0%	0	0.0%
栗原市	3地区	15	15	100.0%	0	0.0%
大崎市	3地区	170	150	88.2%	0	0.0%
大郷町	1地区	4	4	100.0%	0	0.0%
美里町	3地区	40	40	100.0%	0	0.0%
21市町	103地区	15,755	7,686	―	82	―

※「宮城県復興住宅計画」を平成23年12月21日に策定し，平成23～27年度で約15,000戸を整備予定

４－１　復旧・復興の取組事例（情報通信関連）

県の取組事例

- ★ 災害情報配信システムの再構築
- ★ みやぎ医療福祉情報ネットワーク
- ★ 被災地域記録デジタル化推進事業

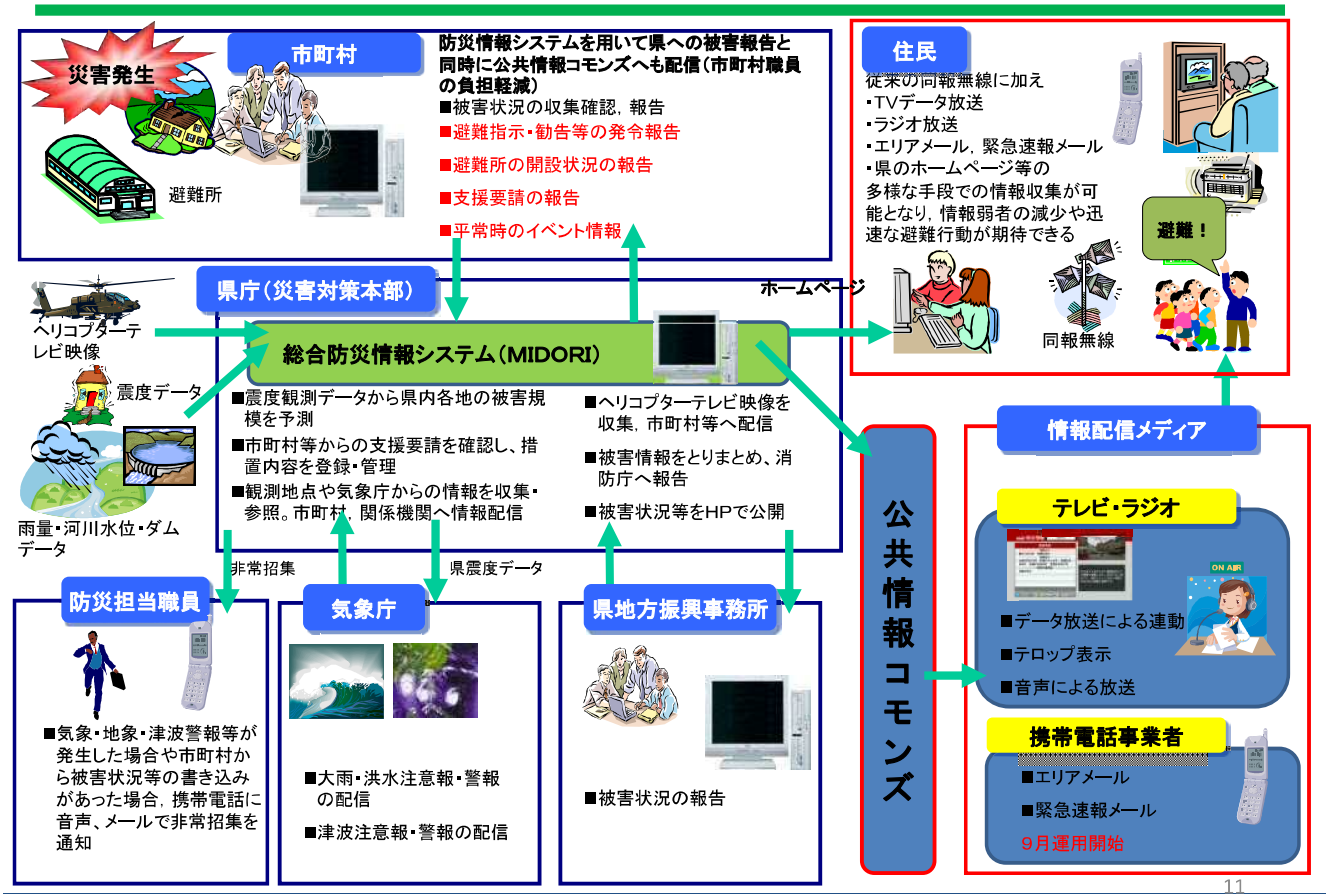
石巻市の取組事例

- ★ 災害に強い情報連携システム

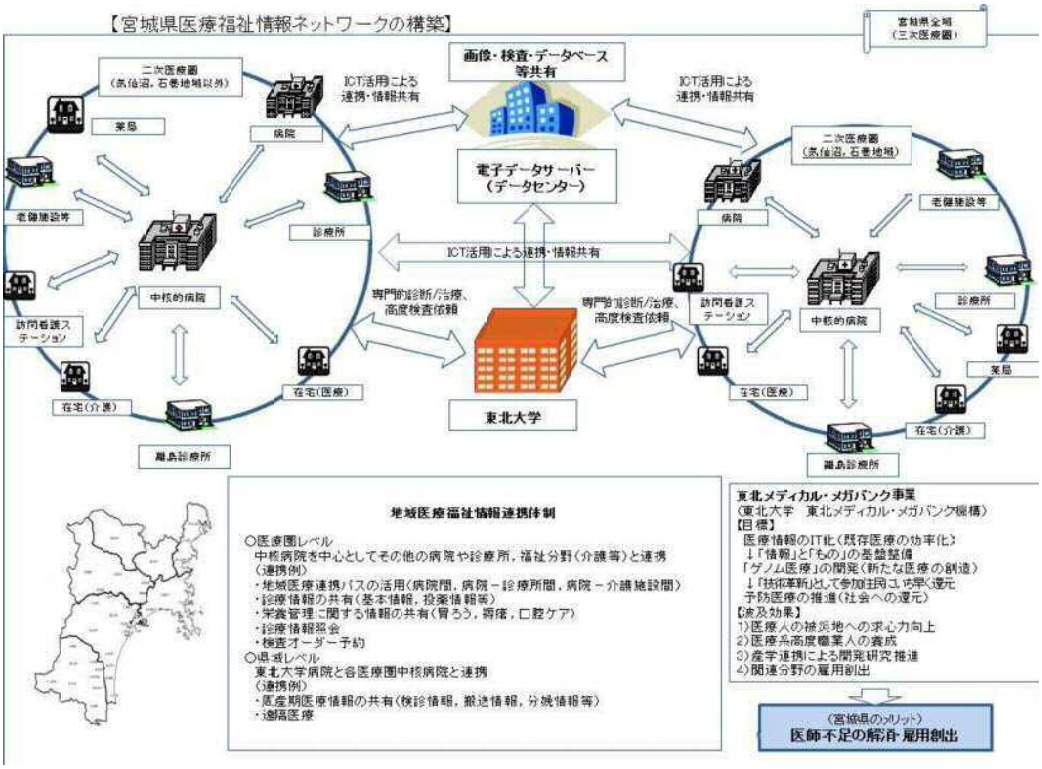
色麻町の取組事例

- ★ 災害情報配信システム

4－2　県の取組事例①　災害情報配信システムの再構築



4－3　県の取組事例②　みやぎ医療福祉情報ネットワーク構築事業



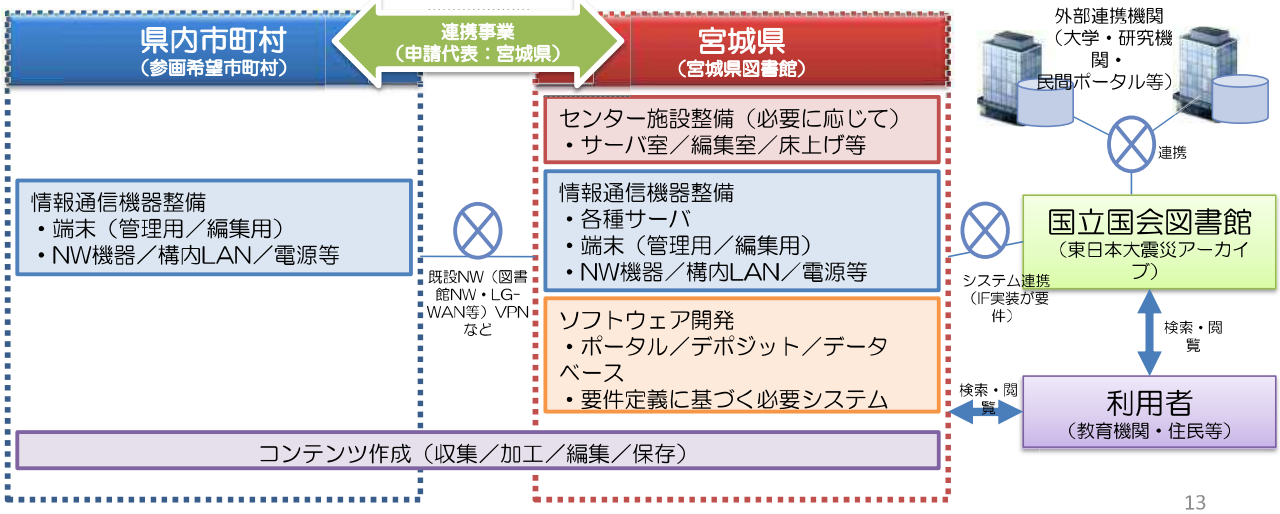
４－４　県の取組事例③　被災地域記録デジタル化推進事業

（１）連携主体

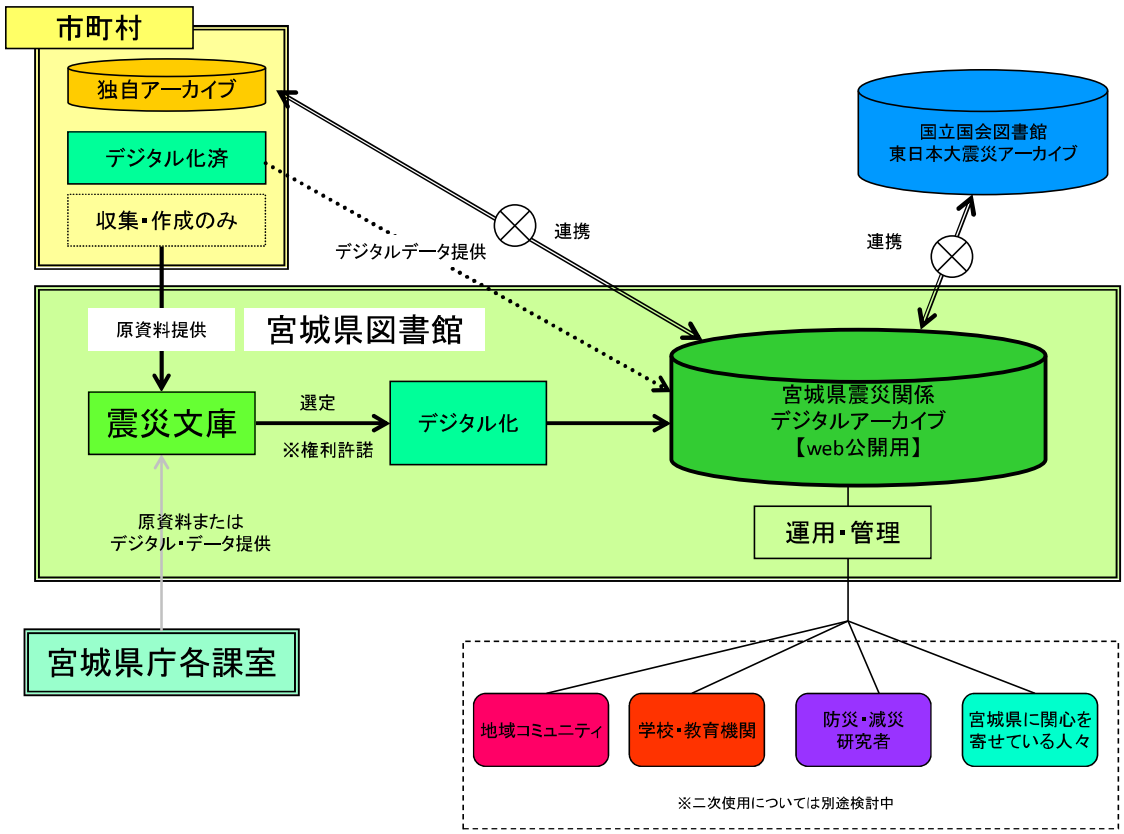
◆ 宮城県（県図書館）と県内市町村が連携して事業を実施することを想定

（２）事業イメージ

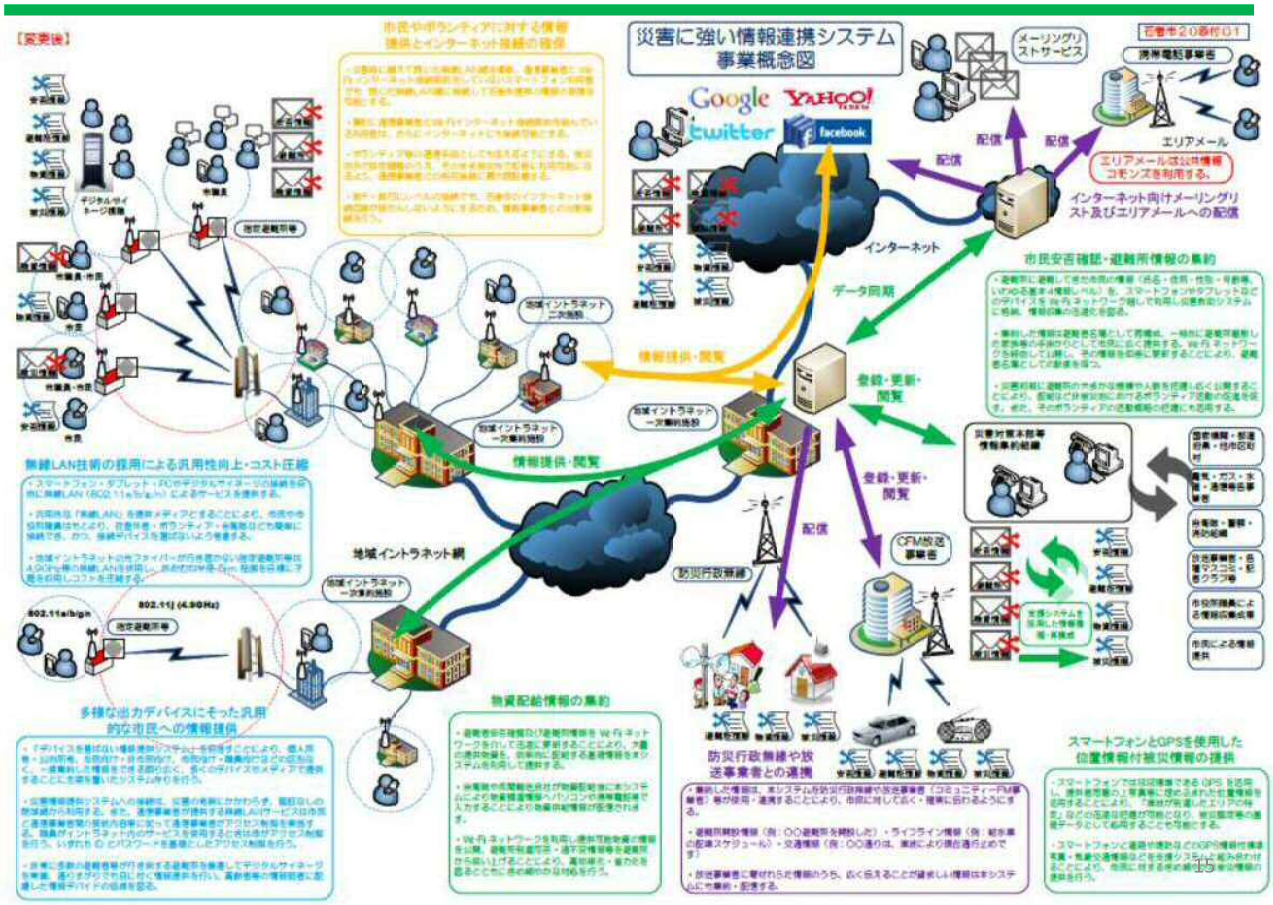
◆ センター施設整備：サーバ室・編集室等
◆ 情報通信機器整備：サーバ、端末、構内LAN等
◆ ソフトウェア開発：デジタルアーカイブシステム（ポータル・デポジット・データベース等）の構築
◆ コンテンツ作成：震災の記録・記憶のデジタル化、データベース化、利用目的に応じたデータ加工・編集



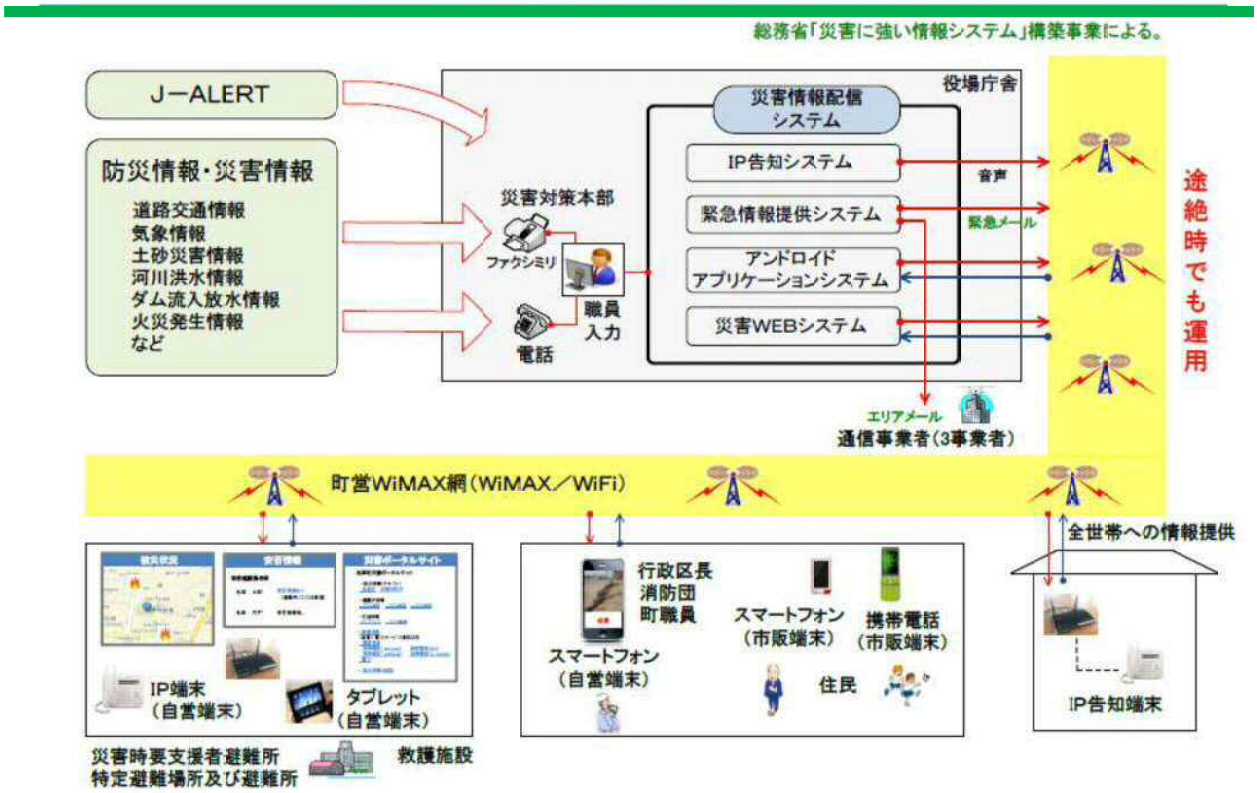
４－５　県の取組事例③　被災地域記録デジタル化推進事業拡充イメージ



４－６　石巻市の取組事例　災害に強い情報連携システム



４－７　色麻町の取組事例　災害情報配信システム



５－１　今後に向けて　～次期宮城県IT推進プランの策定～

みやぎIT推進プラン2013
＋
みやぎIT推進プラン2013
（復興に向けた取組編）

目　標
○県民のだれもが，いつでも，どこでも必要な情報を入手・活用し，創造・　発信ができる安全・安心な地域社会の創造
○ＩＴ化による県内産業構造の変革，ＩＴ関連産業の集積等による活力豊かな地域経済の実現

事　業　実　績
ＩＴ推進プラン（合計）　75事業
復興に向けた取組編（合計）　31事業

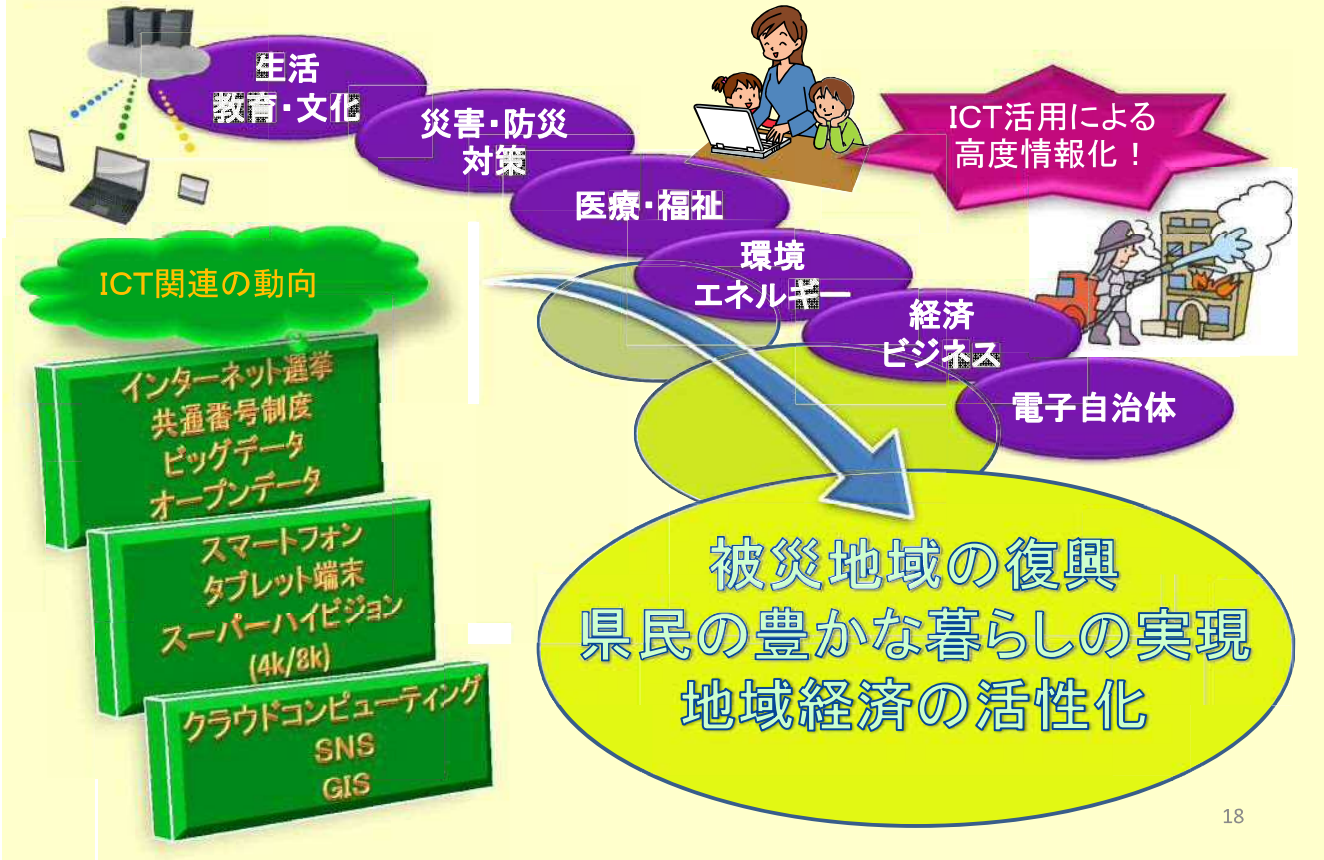
人材育成の強化　１　情報教育環境の整備　２　ＩＴ学習環境の充実と県民の情報リテラシーの向上
３　ＩＴ人材の育成・確保支援
ＩＴ推進プラン　15事業　復興に向けた取組編　5事業

安全・安心な生活環境の実現	県民生活の利便性の向上	地域経済の活性化と富の創出	電子自治体化の推進
１　防災対策の推進 ２　防犯・交通安全対策の推進　など	１　誰もが，いつでも，どこでもITを活用できる環境整備 ２　保健・医療・福祉に関する情報化の促進　など	１　情報サービス産業の振興 ２　ITを活用した産業の活性化	１　行政情報提供・発信の充実と情報交流の推進 ２　行政手続オンライン化の推進 ３　市町村の電子自治体化の促進　など
ＩＴ推進プラン　15事業 復興に向けた取組編　6事業	ＩＴ推進プラン　11事業 復興に向けた取組編　6事業	ＩＴ推進プラン　10事業 復興に向けた取組編　6事業	ＩＴ推進プラン　24事業 復興に向けた取組編　8事業

（仮称）みやぎICT推進プラン（2014～2016）（H25年度策定予定）

宮城の復興

５－２　今後に向けて　～ICTの利活用による豊かな暮らしの実現～



ご清聴ありがとうございました。

NTT東日本における復旧・復興への取り組み

東日本電信電話株式会社 宮城支店長

五十嵐 克彦

NTT東日本

つなげよう、
明日へ。

NTT東日本における
復旧・復興への取り組み

2013年 7月 23日

五 十 嵐 克 彦

東日本電信電話株式会社

宮城支店長

東北復興推進室長

被災規模の比較

NTT東日本

項 目		東日本大震災	阪神・淡路大震災
発災時期		平成23年3月	平成7年1月
ピーク時トラヒック		約9倍 （携帯電話加入者数約1億1,954万契約）	約50倍 （携帯電話加入者数約433万契約）
サービス中断の回線数		約150万	5倍 約28.5万
サービス回復に要した期間		約50日 （原発エリア、避難エリア除く）	約2週間
設備被害	中継伝送路	約90ルート（原発エリア除く）	ー
	通信建物	全壊16ビル、浸水12ビル	ー
	電柱	約 28,000本（沿岸部）	8倍 約 3,600本
	架空ケーブル	約 2,700km（沿岸部）	8倍 約 330km
その他被害状況	被災エリア	南北500km 被災自治体数 約220市町村	南北50km
	人的被害	死者：約15,900人 行方不明：約2,700人 （2013年3月11日現在）	死者：約6,400人 行方不明：3人
	インフラ	電気：約870万戸 ガス：208万戸（東北3県） 水道：180万戸	電気：約260万戸 ガス：約84.5万戸 水道：約127万戸

阪神淡路大震災における通信サービス影響（1995/1/17）

NTT東日本

＜サービス断＞

・被災地では約30万加入の回線が不通

　－原因は地震の振動によるバッテリと非常用発電機の故障

　－家屋の倒壊や火災等による引込線やケーブルの断混線

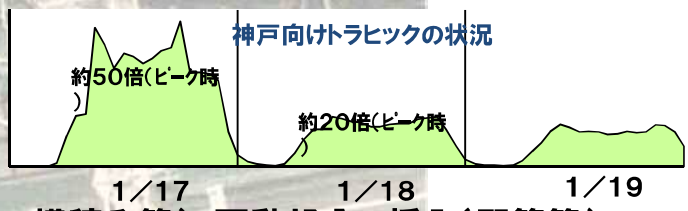
・家屋倒壊等で電話復旧の見通しの立たないものを除き1月末に復旧

＜輻輳＞

・被災地外から被災地への電話が長期にわたり輻湊

・短時間ピークでは通常の50倍。（1／17）

・輻輳状態の解消は1／22以降



＜対策＞

・建物の耐震強化、設備の固定（バッテリーの横積み等）、可動部分の挿入（配管等）

・公衆電話の無料化（金庫充満による使用不可の回避）

・ポータブル衛星システムの実用化

・171（災害用伝言ダイヤルサービスの開発）

今回震災による通信設備の被災箇所

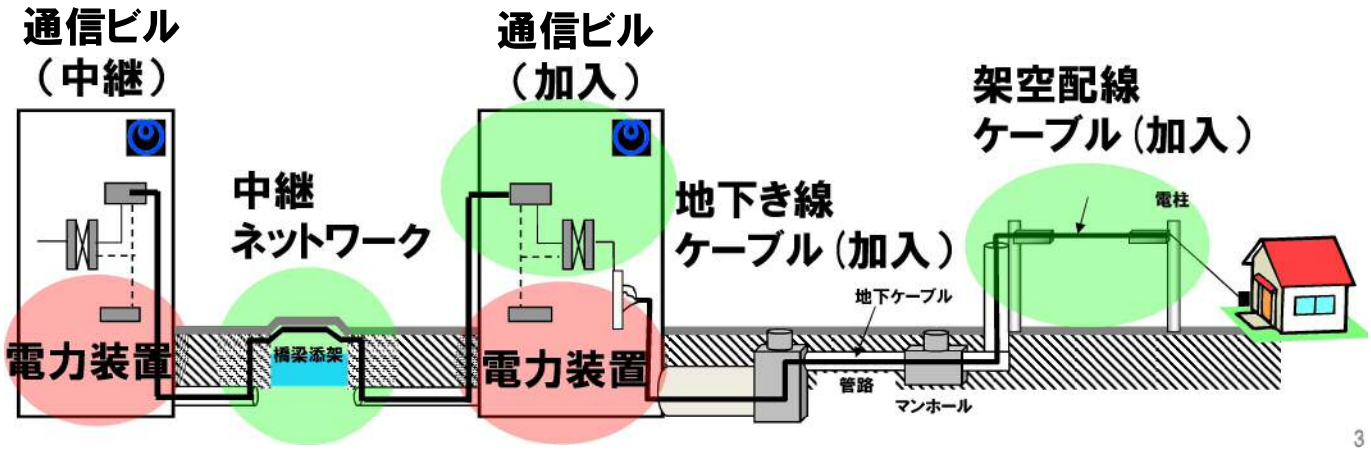
NTT東日本

地震による破損　⇒ほとんど発生していない

1．<u>津波によるビル全壊・浸水、ケーブル断　⇒被災ビルの約2割</u>

2．<u>広域、長時間の停電、更に、「油断」　⇒被災ビルの約8割</u>

3．原発事故の立入り禁止エリア（3ビル）

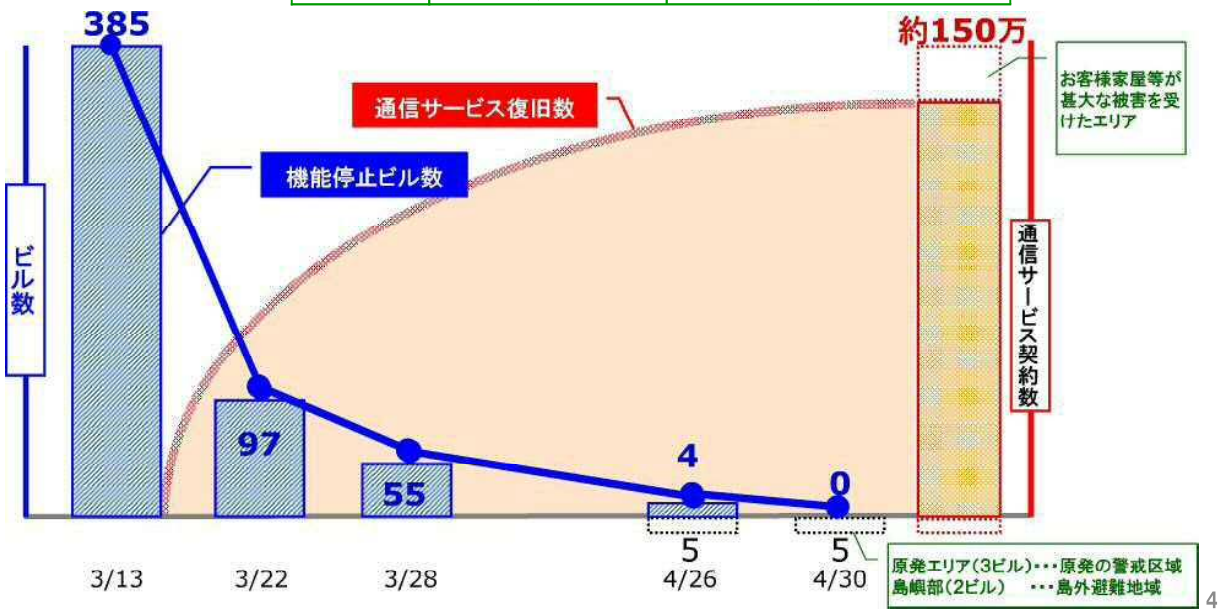


被災状況とサービス中断

NTT東日本

■最大で385の通信ビルが機能停止（サービス中断：約150万契約）
（参考） 携帯基地局(ドコモの場合） 最大6,700ヶ所がストップ
■3／22までに約7割を復旧、4月末にはサービス回復（原発エリア、島嶼部除く）

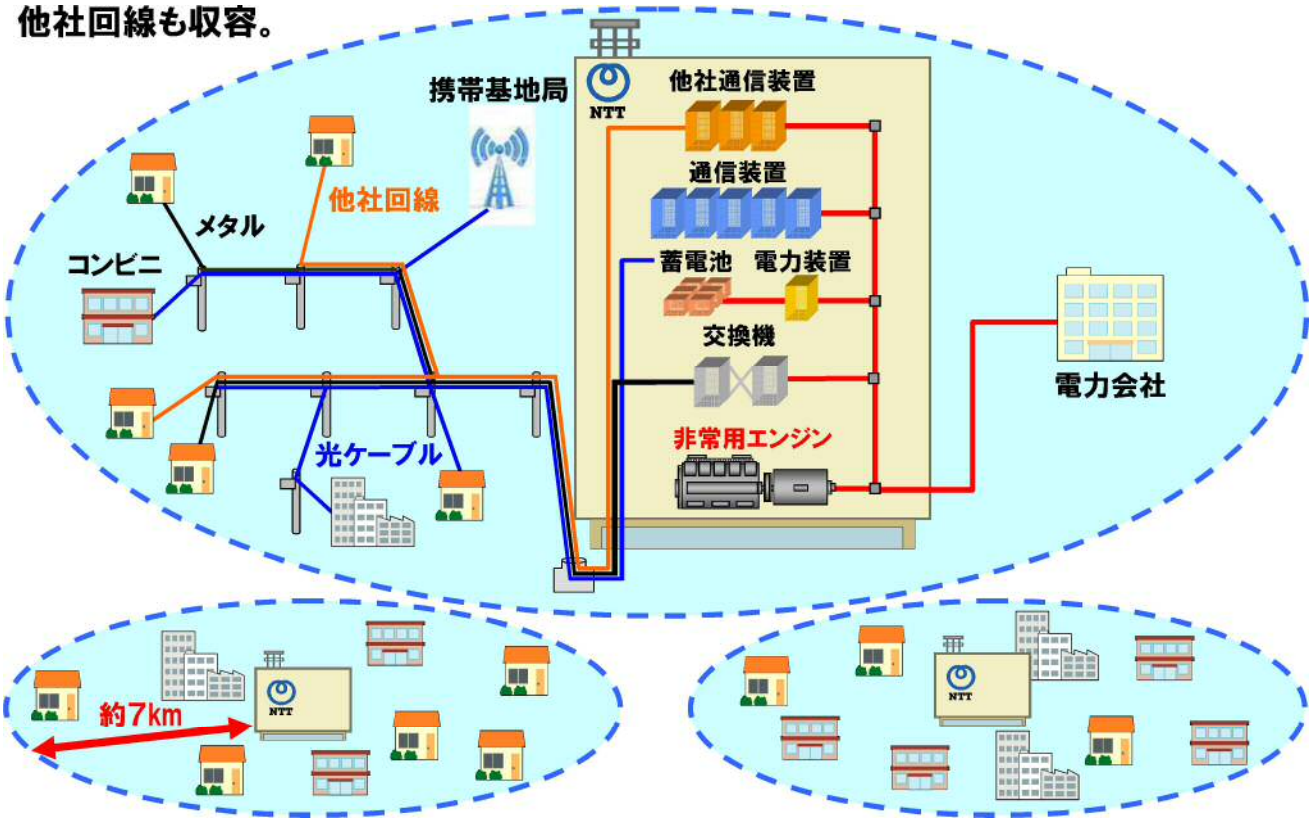
	総ビル数	総回線（PSTN＋フレッツ光）
被災3県	約560	約230万
東日本全体	約3，100	約2，600万



電話局の構成図

NTT東日本

電話局は約7km四方にひとつ位置し、NTT東日本ユーザのみならず、携帯基地局や他社回線も収容。



東日本大震災を踏まえた取り組み

NTT東日本

■現在、被災した通信ネットワークの信頼性レベルを向上させるため、被災地で通信設備の本格復旧に取り組んでいる

■サービスをつなぎ続ける使命を果たすため、更にサービスの信頼性を更に向上させる取り組みを行う

H23.3.11	東日本大震災発生
～H23.5	サービス応急復旧（中継伝送路、通信ビル、アクセス設備の応急復旧）

1. 本格復旧（被災地域）

■サービスの信頼性を震災前のレベルに戻すための取り組み

1. 倒壊した通信ビルの高台への移設
2. 流出した橋梁区間の中継伝送路の河川下越し
3. 原発区域の中継伝送迂回路、収容ビルの親局変更

2. 信頼性向上の取り組み

■サービスの信頼性を更に向上させるための取り組み

1. 災害に強い設備作り
   - 通信ビルの停電対策、水防対策の強化
   - 中継伝送路の災害耐力の向上
2. 早急な通信サービスの復旧
   - 災害対策機器の拡充
   - 東日本大震災で活きた取り組みの災害対策プログラムへの反映
3. 災害直後の通信確保
   - 情報ステーション化の促進と伝言サービスの高機能化

倒壊した通信ビルの高台への移設

NTT東日本

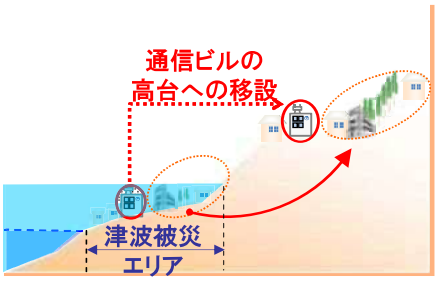
■津波により甚大な被害を受けた通信ビルに対する応急復旧として、建物内の仮修繕やBOXを設置

■損壊が著しいビル、高潮時に冠水し通信設備の維持・保守に支障が生じているビル、既存局舎の流出等により暫定的にBOXを設置しているビルについて、高台への移設し信頼性の向上を図る（19ビル対象）

震災直後

応急復旧

本格復旧



流出した橋梁区間の中継伝送路の河川下越し

NTT東日本

■津波により流出した中継ケーブルに対する応急復旧として、仮架空等により2ルート化を確保

■橋梁が流された区間の本格復旧では、河川の下越しに管路を新設し、中継ケーブルを敷設することで、信頼性向上を図る（９区間対象）

震災直後

応急復旧

本格復旧

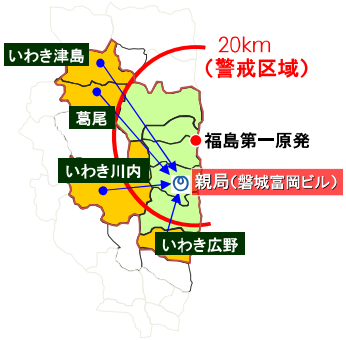
原発区域における中継伝送迂回路、収容ビルの親局変更

NTT東日本

■原発警戒区域外のエリアに対する応急復旧として、約10km地点にある磐城富岡ビルで故障装置の取替え、回復措置

■警戒区域外の4ビルの親局機能の移転、中継伝送路の内陸迂回により、信頼性向上を図る

被災直後



応急復旧

［H23年4月16日］
警戒区域外の通信を復旧させるため、
磐城富岡ビルで故障装置の取替え

本格復旧

通信ビルの停電対策、水防対策の強化

NTT東日本

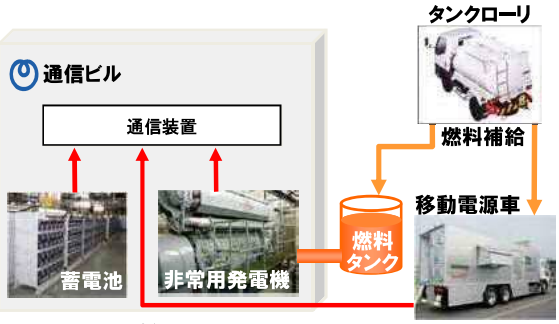
■従来より、サービスを提供し続けるため、停電発生に備えた予備電源や建物の耐災性の強化を実施してきたが、東日本大震災では想定を超えた広域長時間停電や大津波により通信サービスを提供できなくなった

■今後は、従来の取り組みに加え首都直下型地震を想定し、停電対策や水防の強化を行う

従来の取り組み

≪停電対策≫

- 全通信ビルに大容量蓄電池や非常用発電機を配備
- さらに停電の長期化に備え、移動電源車を配備



≪通信ビル対策≫

- 激震（震度７）に対して倒壊、崩壊を避ける構造
- 自治体等で想定した津波水位や過去の浸水、氾濫を考慮した水防対策
- 耐火建築、火災を感知、消火する設備を設置

今後の取り組み

≪広域長時間停電に備えた対策強化≫

- 通信ビルの燃料タンク拡充、備蓄燃料庫の確保
- 非常用発電機故障対策
  （予備発電機設置、近隣ビルからの電源供給）
- 移動電源車、タンクローリによるオペレーション強化

≪水防対策の強化≫

- 自治体のハザードマップに合わせた水防対策の強化

水防板

水防扉

中継伝送路の災害耐力の向上

NTT東日本

■中継伝送路の2ルート化や地中化を促進してきたが、広範囲に及ぶ津波により2ルート同時断線が発生し、通信ビルの孤立により通信サービスの提供ができなくなった

■そこで、複数同時切断に備えた第3ルートの確保や、被災リスク低減のため活断層、津波地域を迂回したルート構築を行い、信頼性を高める

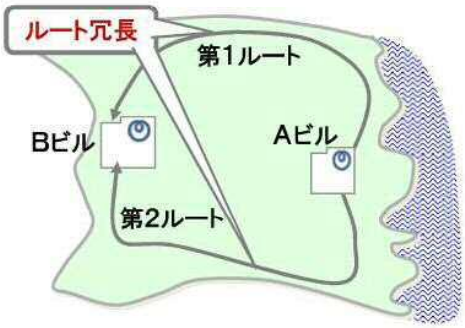
従来の取り組み

≪ルート冗長による信頼性向上≫

- リング状に伝送路を構築し、第1/第2の2ルートを確保

≪伝送路地中化による耐災性向上≫

- 阪神・淡路大震災の教訓を活かした重要ルートの地中化



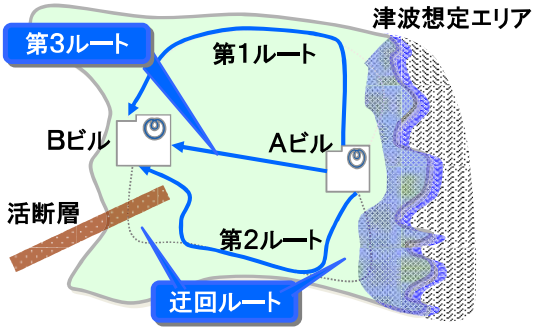
今後の取り組み

≪第3ルートによる更なる信頼性向上≫

- 重要ルートに対し、第3ルートを設置
  （両ルート切断において通信ビルの孤立を防止）

≪迂回ルートの構築によるリスク回避≫

- 活断層や津波警戒地域などのリスク要因の迂回



災害対策機器の充実

NTT東日本

■通信が孤立したエリアに対して、早期にサービスを復旧させるために、各種の災害対策機器を配備している

■インターネットやスマートフォンの普及をうけて、無線災害対策機器の高度化・拡充や、固定電話とIP装置を搭載した可搬型収容装置を導入し、万が一の早期復旧に備える

応急復旧に用いた災害対策機器

震災時使用台数（ピーク時）

≪孤立エリアの復旧≫

全県域で保有する衛星装置等の災害対策機器を本震災でも活用

- ポータブル衛星装置　39台
- 衛星携帯電話　218台

≪被災した通信ビルの復旧≫

電話復旧用、インターネット復旧用のBOXをそれぞれ設置

≪停電中の給電≫

- 移動電源車　101台
- レンタル発電機　100台

今後の取り組み

≪孤立エリアの復旧≫

- 新型ポータブル衛星の導入
  - 迅速かつ安定的なサービス提供
    - 装置の小型化
    - 衛星自動捕捉/追尾
    - 遠隔開通機能

全県域に配備

- 可搬型Wi-Fi装置の導入
  - Wi-Fi対応端末へインターネット提供
  - 柔軟なアクセスポイントの構築
    - 光ケーブル等配線不要
    - 車両搭載可能

全県域に配備

≪被災した通信ビルの復旧≫

- 可搬型マルチ収容装置の導入
  - 固定電話・インターネット同時救済
  - 被災状況に応じた柔軟な増設可能

集約拠点に配備

東日本大震災で活きた取り組みの災害対策プログラムへの反映

NTT東日本

■万が一の災害に備え、従来より災害を想定した災害対策マニュアルを用意

■想定を超えた広域災害への対応と実施した効果的な取り組みを、今後の災害発生時にも確実に実施できるよう、災害対策プランに組み入れ、訓練により定着化を図る

活きた取り組み

≪広域支援体制のあり方≫

- 震度6弱以上の首都直下地震発生時の自動参集
  → 自動参集するSAの選定（災害対策機器、広域支援者、兵站）
- 受付業務を非被災エリアにおいて業務継続
- 県域間のパートナー連携による相互支援

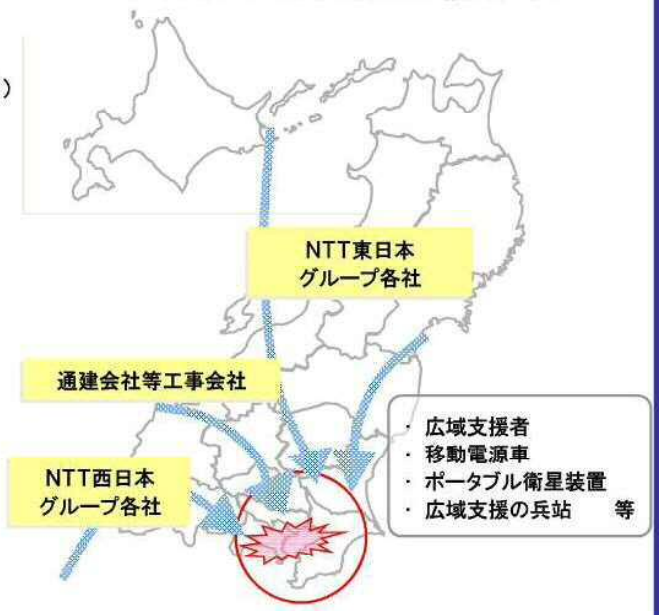
≪被災時の代替拠点のあり方≫

- 本部被災時の代替拠点の整備
- 本部要員が災対本部へ駆け付け困難時のサテライト拠点の整備と参集のルール化
- 復旧時の前進拠点、復旧拠点の選定と整備

≪業務継続に向けた取り組み≫

- 社員安否確認システム
- 全従業員の3日分の食糧・水の備蓄
- 被災状況を把握するための情報システムの高度化

首都直下型地震における広域支援体制



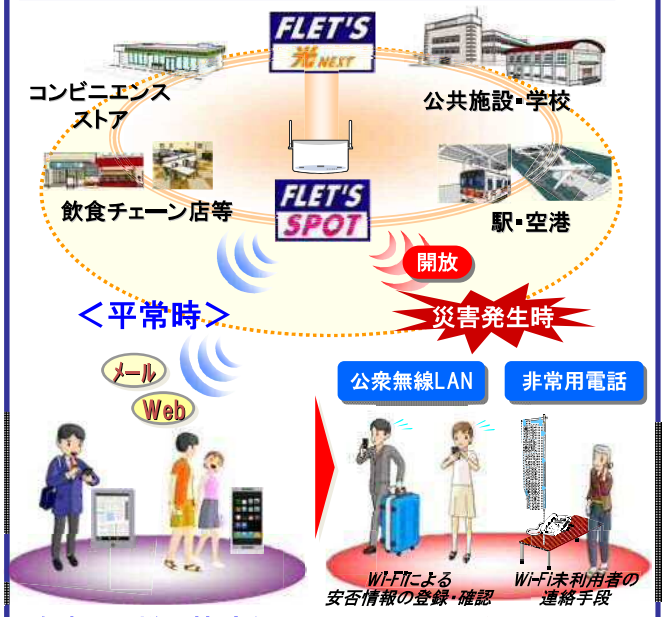
情報ステーション化の促進と伝言サービスの高機能化

NTT東日本

■ 避難施設や帰宅困難者に安否確認等の連絡手段を速やかに提供するため、非常用の電話およびネット環境を事前に準備しておく「情報ステーション化」の推進と、災害用伝言サービスの利便性向上に取り組んでいく

■「情報ステーション化」の推進には自治体等の団体と連携が必要なことから、順次協力をお願いしている

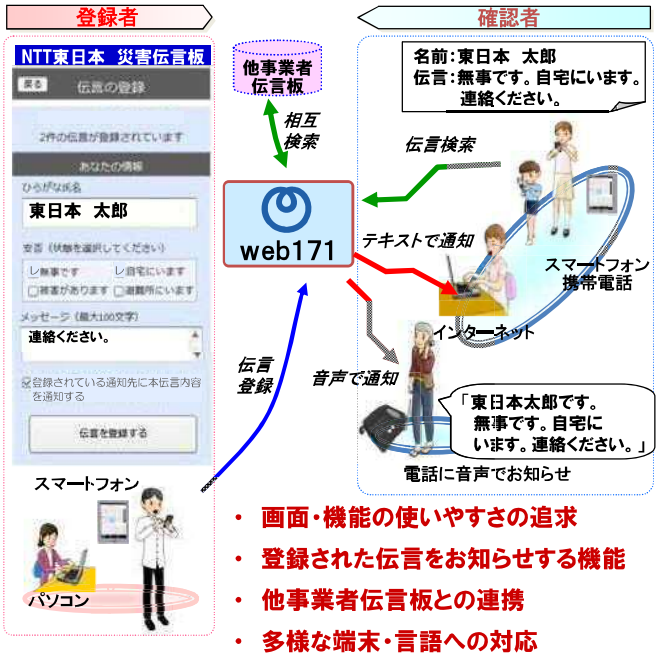
大規模災害に備えた情報ステーション化の推進



自宅と同様に快適なブロードバンド環境

非常時は無料開放し『情報ステーション』に

災害用ブロードバンド伝言板(Web171)の高度化



- 画面・機能の使いやすさの追求
- 登録された伝言をお知らせする機能
- 他事業者伝言板との連携
- 多様な端末・言語への対応

耐災害ICT研究開発の取り組みについて

独立行政法人情報通信研究機構 耐災害ICT研究センター長

根元 義章

耐災害ICT研究の取り組み

独立行政法人 情報通信研究機構
耐災害ICT研究センター長　根元義章

宮城県沖地震

1978年6月12日　　17:45
M7.4　　震度5（仙台市）
電気・水道・固定電話は8日目にほぼ復旧
ガスの復旧（99%)は27日後

東日本大震災

2012年3月11日（金）　14:46
M9.0　　震度6強（仙台市）
地震それに伴う大津波、原発事故（三重苦）
インフラの復旧ままならず
ガス、水道、電気、日常生活用品、ガソリン、
交通手段（バス、電車、新幹線、）
社会の生活基盤、社会システムに多大な影響を与え、人間の生き方まで大きな問いを与えた

東日本大震災発生時の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）**

東日本大震災から学ぶ（情報通信分野）

情報通信システムは社会基盤として定着

**情報通信基盤の整備が格段な進展を遂げ、
また利用技術が格段に向上し、多くの社会活動で
利用されてきたことの実証。**

**情報通信の課題　いつでも、どこでも、なにとでも　が実現
（科学技術の貢献大）
今後とも科学技術は進展すべき**

ただ、社会基盤として非常時対応が不十分

ネットワーク化が進み、一部地域の機能低下が全体に影響を認識。

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(情報通信分野)

大震災での社会インフラの崩壊　なぜ？

これまでの研究の目標、技術的目標は？

高性能化(効率向上、省エネ、省スペース、。。。)
経済性の担保
平常時の運用を想定

安全係数？

大震災時は対象外！

大震災時で感じたこと

非常時に活用できる資源は限られている
資源の有効活用は必須
情報通信分野での資源(周波数、電力、設備、、、)
マンパワー、　個人情報

競争と協調

大震災時は従来のルール(壁)を越えなければ対応不可

制度面
運用面

東日本大震災から学ぶ(情報通信分野)

復興に向けての考慮すべき事項

被害の多様性

大震災による被害は、**場所、時間、気候、歴史的背景、等**により異なる。

復旧に当たって十分な対応、考慮が必要

震災被害の**実態調査の活用**

複雑

東日本大震災から学ぶ(情報通信分野)

復興に向けての考慮すべき事項

被害の多様性

情報基盤の開発、整備、運用の担い手は？

今回の大震災の教訓を考慮し、大震災に対応できるシステムの開発、大震災時における円滑な運用の在り方を同時に検討

覚悟が必要

大震災に強いネットワークの構築は？

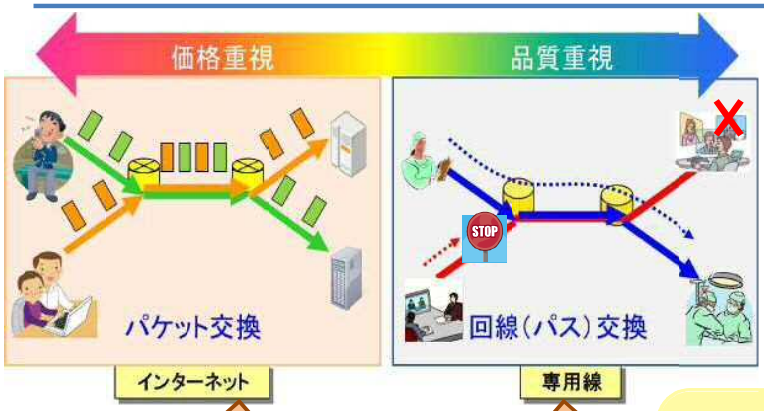
産学官連携のall-Japan体制

「耐災害性強化のための情報通信技術」研究の全体概要

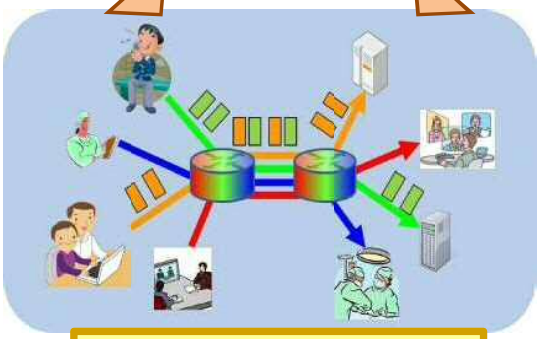
NICTは総務省直轄研究委託機関(大学・企業)と連携し、東北大学に整備する研究拠点を活用して、災害に強い情報通信ネットワークの実現を推進すると共に、被災地域の地域経済活動の再生に貢献

研究テーマ間の相互関係

ロバスト光統合ネットワーク実証テストベッド設備内容



光統合ノード装置



ロバスト光統合ネットワーク

1. 光統合ノード装置
通常時にはユーザの利用シーンに合わせて、高速かつ安価なサービス（パケット）と、遅延やデータ損失のない高品質なサービス（パス）を、共通の光ネットワーク基盤上で適時提供。
非常時にはパケット/パスを適時組み換え可能な基盤実証装置

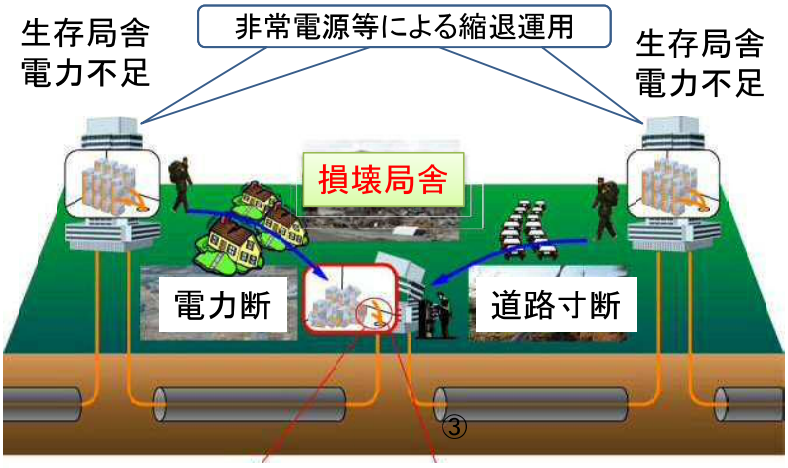
2. 相互接続用波長選択光スイッチ（ROADM）
総務省直轄案件との連携のため必須の設備。

3. 測定評価機材

研究課題4）無中継・無給電光バースト伝送

成果）可搬型無給電バーストモードＥＤＦＡの試作

- 本来、局舎内や中継器に内蔵されるべきＥＤＦＡユニットを堅牢な筐体に実装し、可搬型として試作した。バッテリー駆動を採用して無給電動作をすると共に、バーストモード動作可能な利得ブロックを採用し、非定常的なトラヒックについても伝送品質を維持する仕様とした。



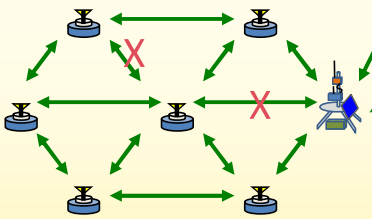
残存する地下の埋設光ファイバを足がかりに
光ネットワークを応急復旧（ノードカットスルー）

分散補償ファイバ同梱

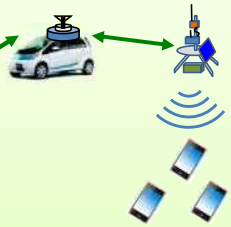
キャリーバッグ（イメージ）

ワイヤレス分野における主な研究開発項目

無人航空機搭載型小型
軽量耐衝撃中継ノード
→孤立地域への臨時回線提供



各ノードに周辺ノードの動作状況を格納する分散DB機能付メッシュノード
→機能停止ノードを迅速に検出し、経路再構築

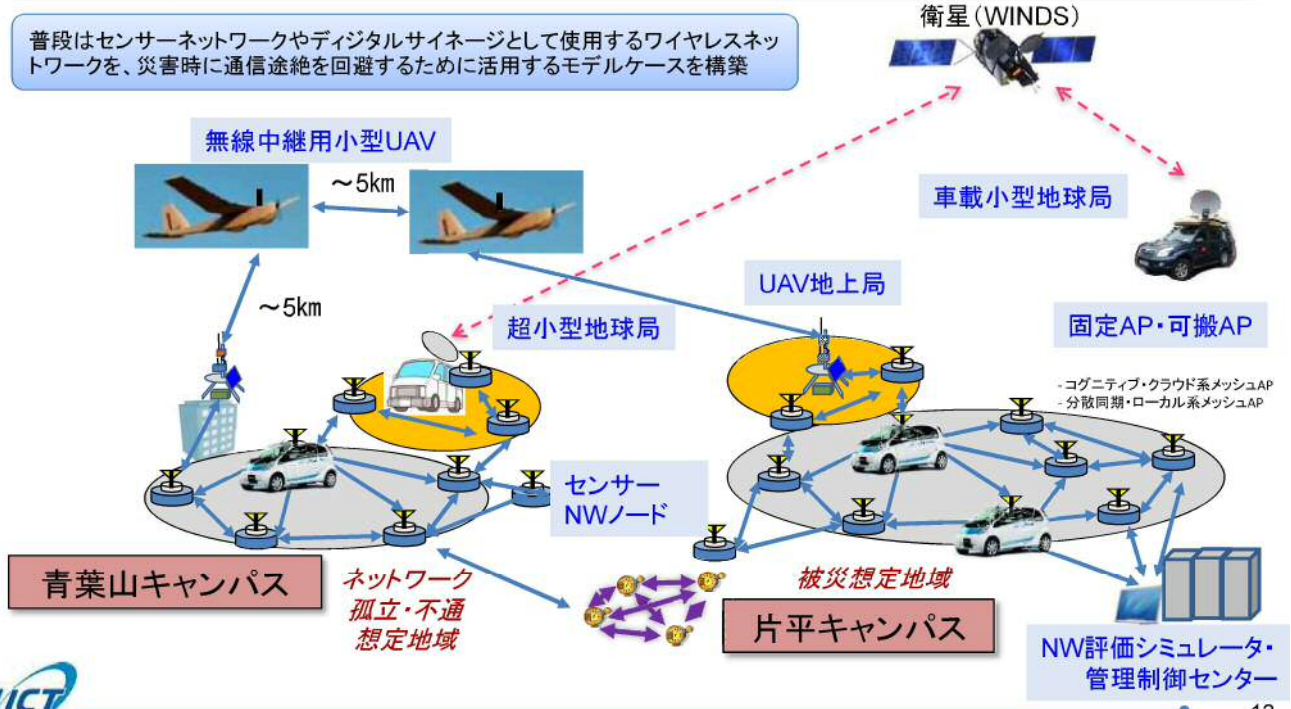


機動的にノードを展開できる車両搭載ノード
→カバレッジの拡張や携帯基地局への臨時エントランス回線を提供

フルオート型可搬/移動地球局 及び メッシュネットワークとの相互接続
→誰でも運用可能で、機動的にブロードバンドネットワークを再構築（広域網接続）

東北大学に構築するテストベッド概要

東北大学キャンパス内にワイヤレスメッシュ・衛星系テストベッドを整備し，東北大学や通信事業者，メーカ等と連携し，被災後の迅速なネットワーク再構成を可能とする技術開発を実施



災害対応のための情報分析技術

災害時に何が起きたか？

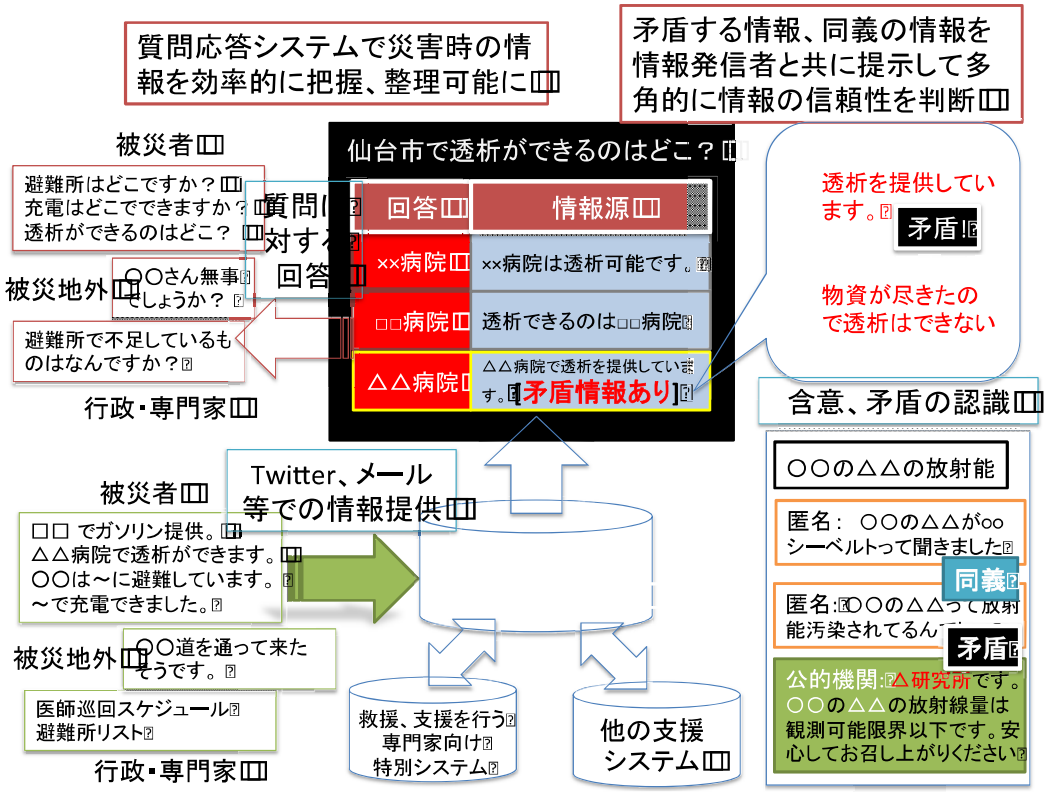
- **大量の情報がネット上に氾濫したが活用できたのはその一部のみ**
- **デマ、風説などの不正確な情報による被害、混乱**
- **救援団体の報告書などの膨大な資料が活用されず死蔵**

情報分析技術によって可能なこと

- 大量の情報を収集し、分析・分類を高速に実施
  - ◻ 被災直後から復興に至るすべてのフェーズで適切な情報を収集・分析・分類・提示を行う
  - ◻ 適切に分析された情報によって、人命救助、被災地支援、復興支援の人・ものを動かす

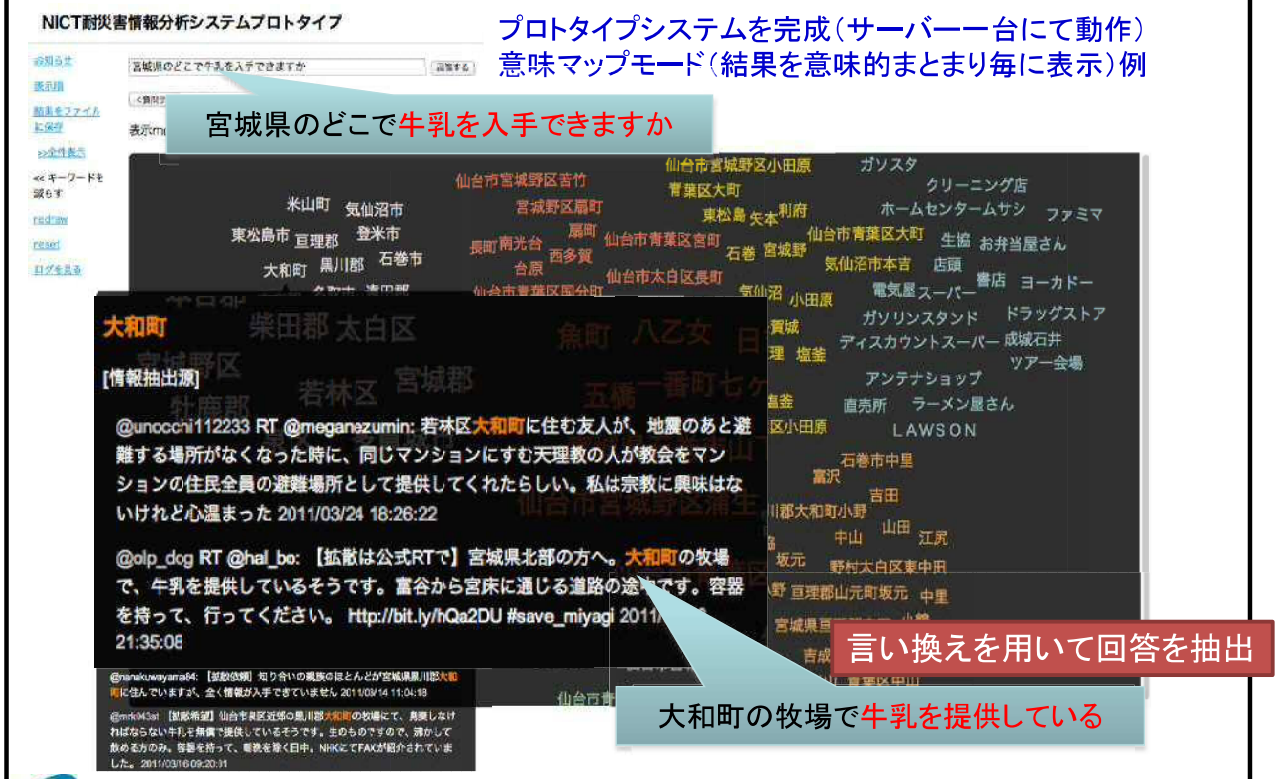
耐災害性の高いネットワークを介してネット上の情報を収集し、分析、把握すること、および一般国民に正確な情報を伝えることが必須

耐災害情報分析システム



情報配信基盤研究室の研究計画

3.耐災害質問応答システムのプロトタイプ開発



プロトタイプシステムを完成（サーバー一台にて動作）
意味マップモード（結果を意味的まとまり毎に表示）例

宮城県のどこで牛乳を入手できますか

言い換えを用いて回答を抽出

大和町の牧場で牛乳を提供している

実用化へのポイント

CeRes

❖ 平常時利用と災害時対応の切替

- ❖ 制御技術確立には研究要素大。中・長期的には自動切替機能実現
- ❖ 事業者系ネットワークと自営系メッシュ網の相互接続の実現

❖ 停電時の電源確保方策

- ❖ 太陽電池、蓄電池、簡易発電機器の活用
- ❖ 車両の発電・蓄電機能の活用

❖ 開発技術の実用化導入プロセス

- ❖ 継続的な実用化研究開発が必要
- ❖ 平時の利活用を前提とした導入シナリオと事業者、機器メーカとの連携
- ❖ 地方自治体との連携による展開
- ❖ これまでの被災地支援で連携してきた自治体を中心に、新たな街作りプロジェクトとの連携の可能性検討

まとめ

CeRes

東日本大震災の経験

情報通信ネットワークは安全・安心を支える重要な社会インフラを立証
しかし、現在の情報通信ネットワークは、災害時に脆さを露呈

↓

解決の基本　**限られた資源の適切な利用**

↓

経験に裏打ちされた耐災害ICT研究開発を、産学官連携で実施することが社会的な課題

東北テストベッドを構築し、耐災害ICT研究を強力に推進
通信事業者、メーカ等との連携で、継続的に、真に役に立つ耐災害性の高い情報通信技術の開発と実用化に取り組むことが重要

研究成果の社会還元

- ✧ **復興に伴う新しい災害に強い街作りに、インフラとして成果を反映**
  - ✧ 地方自治体との連携
- ✧ **遠からず来るとされる次の大規模災害への備え**
  - ✧ 首都圏、東海・東南海・南海はいつ来るかわからない
- ✧ **災害に苦しめられてきた世界各地の被害の最小化への貢献**
  - ✧ ITU Disaster relief focus groupへの貢献が期待されている

電気通信研究機構の活動状況について

東北大学電気通信研究機構長

中沢 正隆

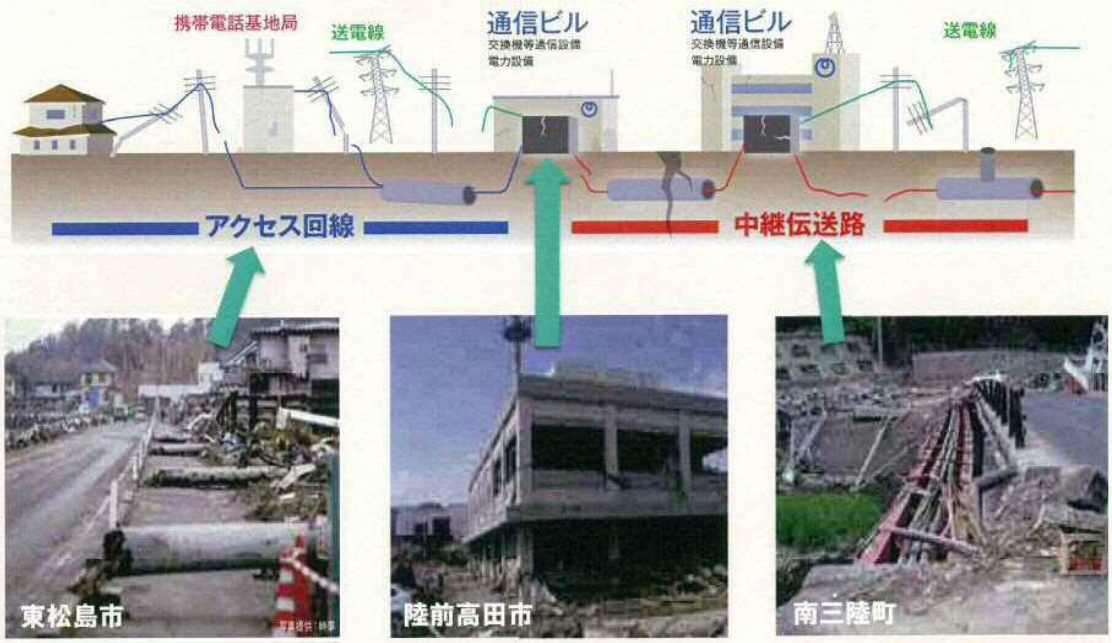
電気通信研究機構の活動状況について

2013年7月23日
東北大学
電気通信研究機構
中沢　正隆

本日の内容

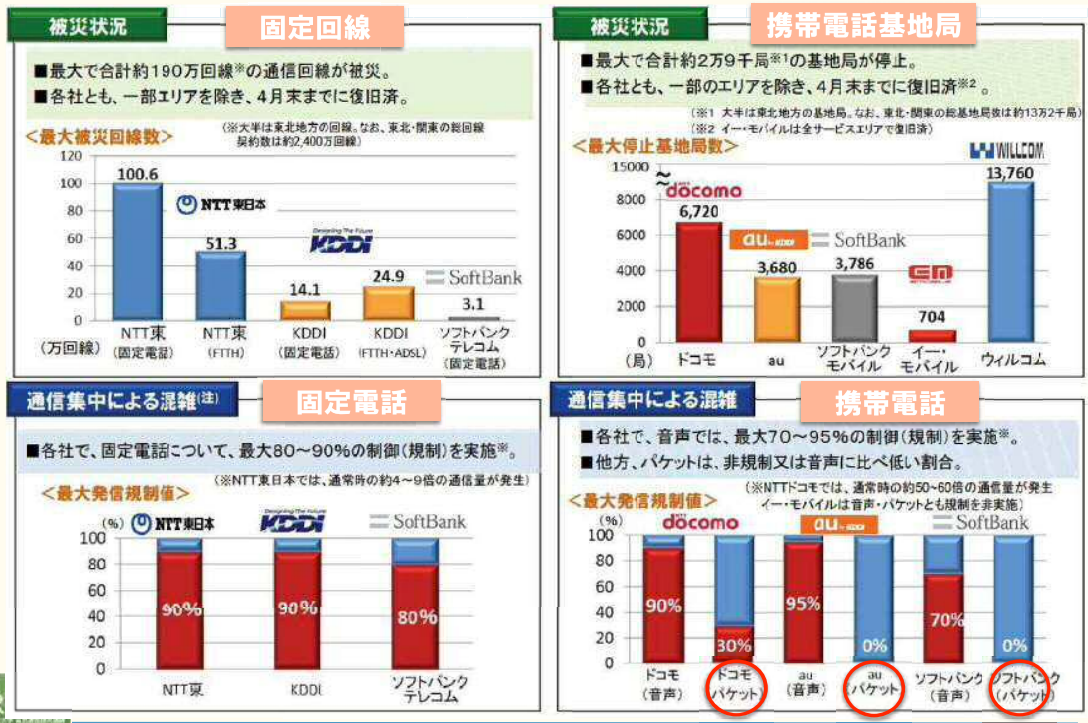
- 東日本大震災で浮き彫りとなった情報通信ネットワークの脆弱さ
- 電気通信研究機構の創設
- 電気通信研究機構が推進する研究プロジェクト
- 独立行政法人情報通信研究機構（NICT）との包括協定

東日本大震災における通信設備の被害



NTT東日本「東日本大震災における 復旧活動の軌跡」http://www.ntt-east.co.jp/info/detail/111128_01.html

東日本大震災における通信の被災と混雑状況



総務省資料 http://www.soumu.go.jp/main_content/000141086.pdf

東日本大震災における情報通信の課題

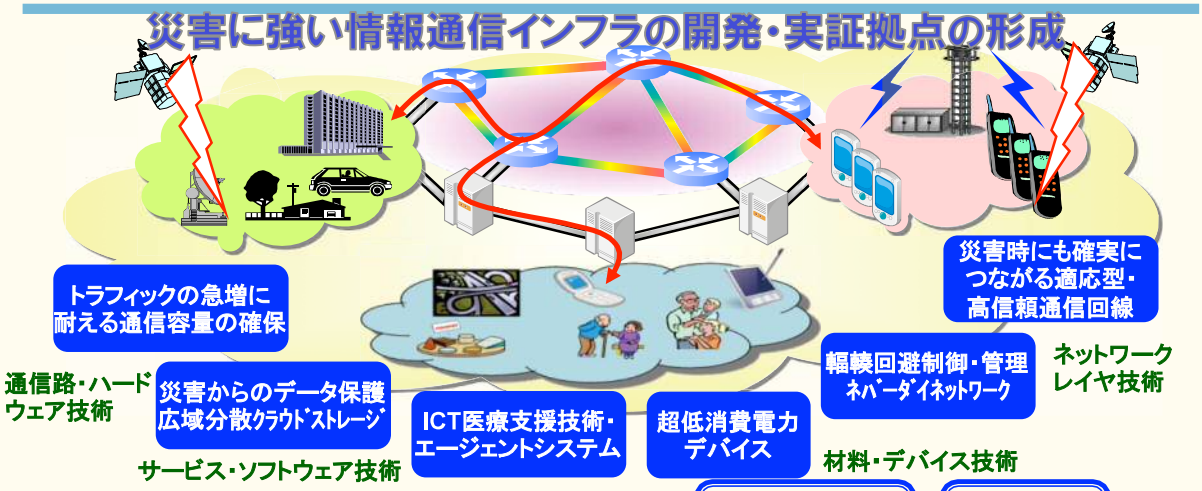
通信回線の途絶	情報収集不能	発信情報の不足
基幹ネットワークの断絶や混雑	地震と津波の正確な情報が届けられなかった	防災無線による情報が聞き取れなかった
携帯端末回線の途絶や混雑	安否消息や被災地情報を的確に伝えられなかった	避難中の人々への情報提示が不足
インターネット接続の途絶	機器の水没、損壊による情報喪失	支援物資の需要情報の不足
長期停電と電池短寿命による機器の機能喪失		

■ 東北大への期待（仙台市震災復興ビジョン）

- 安全・安心な情報通信技術の構築
- 情報通信分野をはじめとする都市防災力を高める研究機関と関連産業の集積

情報通信再構築プロジェクト

災害に強い情報通信インフラの開発・実証拠点の形成



東北地域の自治体および大学連携

ICTによる被災地の創造的復興

- ICTを利用した災害に強い安全安心な未来型都市の構築
- ICT技術の研究開発を通じた地域産業の振興

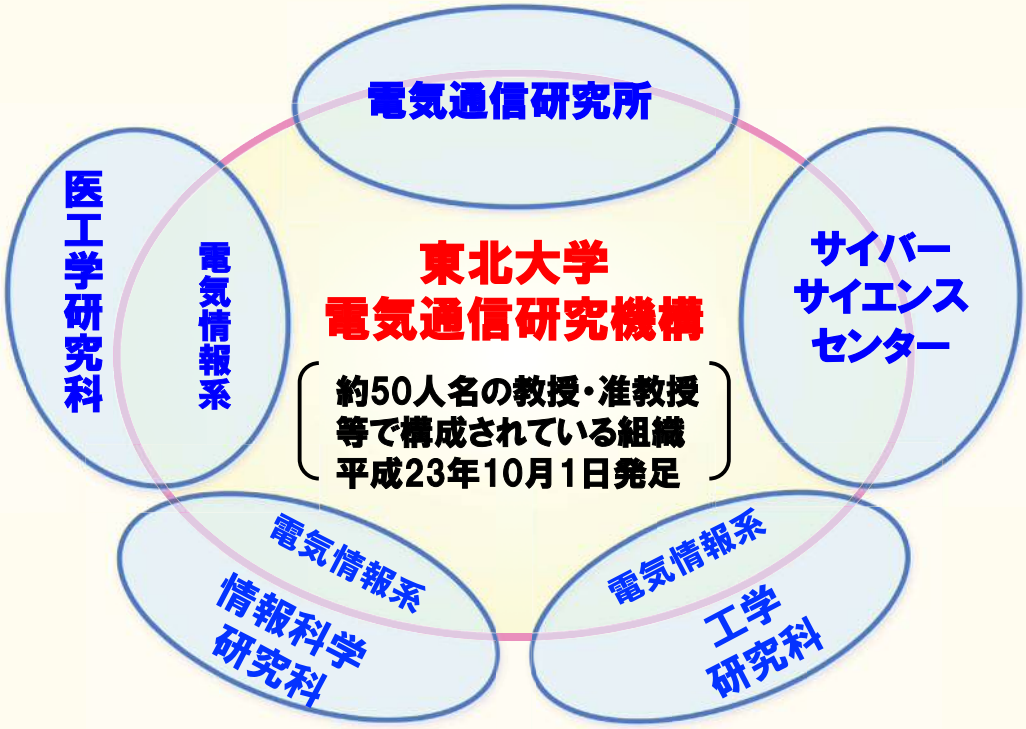
All Japan体制 産学官連携

Globalな協力体制

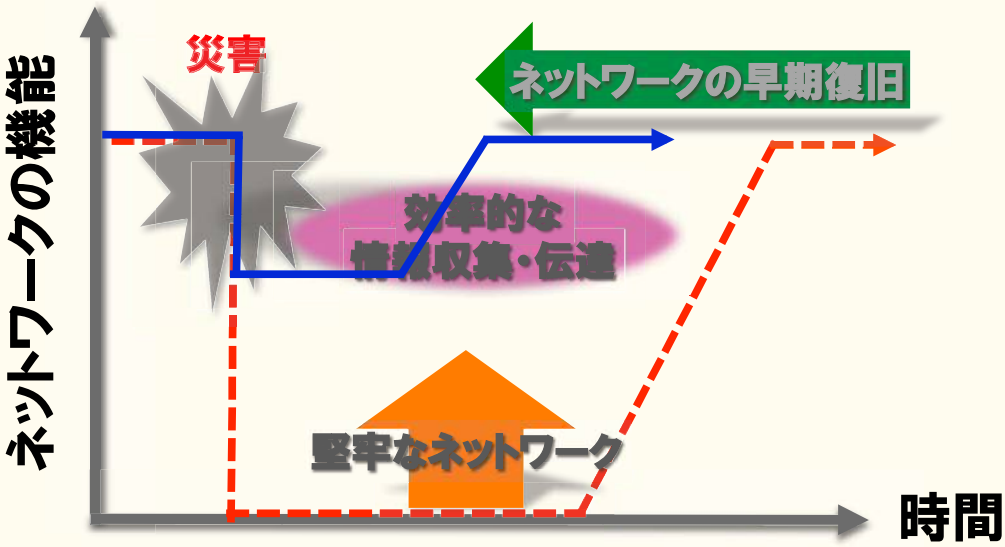
ICT分野の産学連携拠点・世界的拠点

- 情報通信・エレクトロニクス分野における新産業創出・興隆
- 世界をリードする革新的ICT技術の研究開発

電気通信研究機構



災害に強い情報通信ネットワーク



研究プロジェクト（総務省委託研究）

	研究開発課題	研究機関（下線は代表研究機関）	
1	大規模災害時における移動通信ネットワーク動的制御技術の研究開発	NTTドコモ、東北大学、NEC、富士通、日立東日本ソリューションズ	H23 補正
2	大規模通信混雑時における通信処理機能のネットワーク化に関する 研究開発	NTTドコモ、東北大学、NEC、富士通、NECソフトウェア東北、東京大学	H24 本予算・補正
3	大規模災害においても通信を確保する耐災害ネットワーク管理制御技術の研究開発	KDDI研究所、東北大学、KDDI、NEC、NTT	H23 補正
4	災害に強いネットワークを実現するための技術の研究開発	東北大学、KDDI研究所、KDDI、沖電気工業	H23 補正
5	災害時に有効な衛星通信ネットワークの研究開発	東北大学、スカパーJSAT、サイバー創研、アイ・エス・ビー、富山高等専門学校	H24 本予算・補正
6	大規模災害時における通信ネットワークに適用可能なリソースユニット構築・再構成技術の研究開発	NTT、東北大学、NTTコミュニケーションズ、富士通	H23 補正
7	被災地への緊急運搬及び複数接続運用が可能な移動式ICT ユニットに関する研究開発	NTT、東北大学、NTTコミュニケーションズ、富士通	H24 本予算・補正
8	無人航空機を活用した無線中継システム地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発	NICT、電子航法研、東北大学、KDDI、NEC	H24 補正
9	災害情報を迅速に伝達するための放送・通信連携基盤技術の研究開発	NHK、東北大学、NTT-IT、NHKエンジニアリングサービス	H23 補正
10	多様な通信・放送手段を連携させた多層的な災害情報伝達システムの研究開発	NTTデータ、東北大学、日東紡音響エンジニアリング、マスプロ電工、NTTドコモ	H23 補正
11	災害時避難所等における局所的同報配信技術の研究開発	NEC、東北大学	H24 本予算・補正

堅牢なネットワーク　ネットワークの早期復旧　効率的な情報収集・伝達

大規模災害時における移動通信ネットワーク動的制御技術

○東日本大震災時の通信混雑の経験を踏まえ、災害後に起こる爆発的な通信要求に対応するべく、拠点内の通信処理資源を最大限に活用するための「動的通信制御技術」を研究開発

○疎通率を5%から25%（5倍）にすることを目標とする。
「20の発呼に1呼」から「4の発呼に1呼」へ

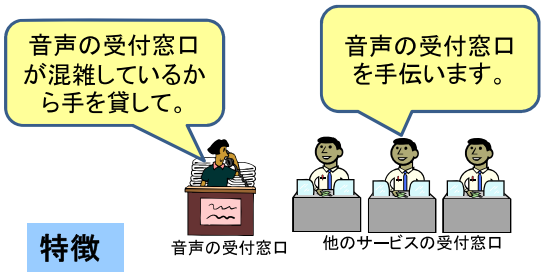
○拠点内の各サービスに割り当てた資源を融通する。

他のサービス向け接続の資源を音声通話の接続に融通する。

動的通信制御技術による柔軟な割当

災害に役立つ情報通信サービスの実証

災害の経験を有している大学やICT企業の知見を生かした取り組みを計画



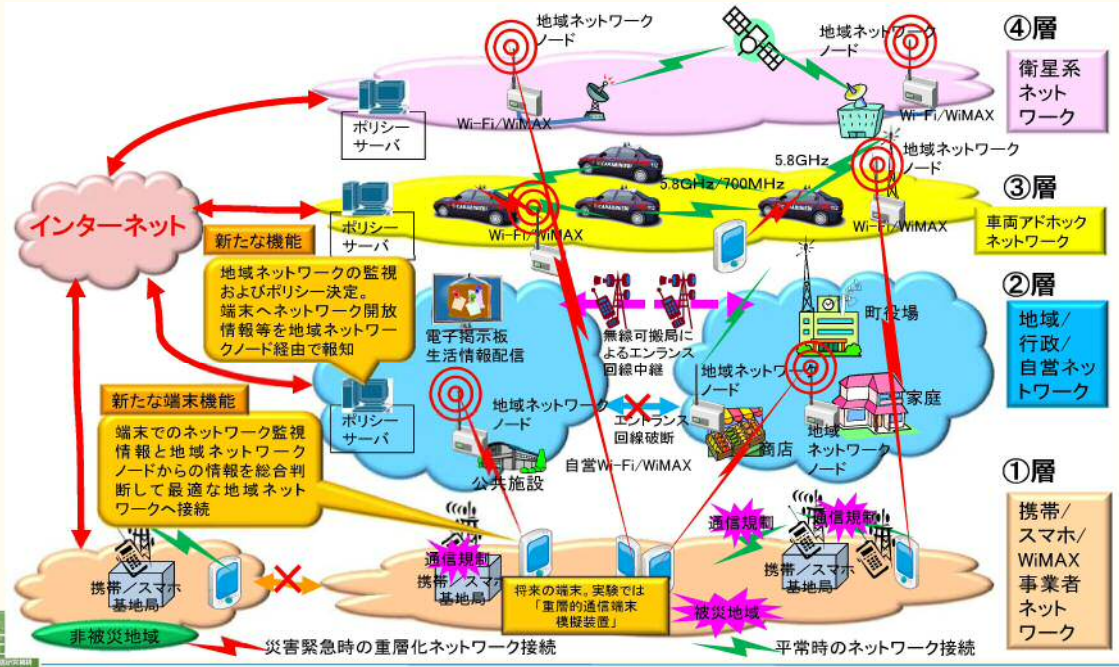
特徴

- 3GPP準拠のIMS*サービス、及び、EPC**によるパケットサービスを対象
- 最新の仮想化技術、フローベースネットワーク制御技術を適用
- 災害時に発生する混雑を模擬する技術評価環境を構築、実態に即した評価

*IMS: IP Multimedia Subsystem　**EPC: Evolved Packet Core

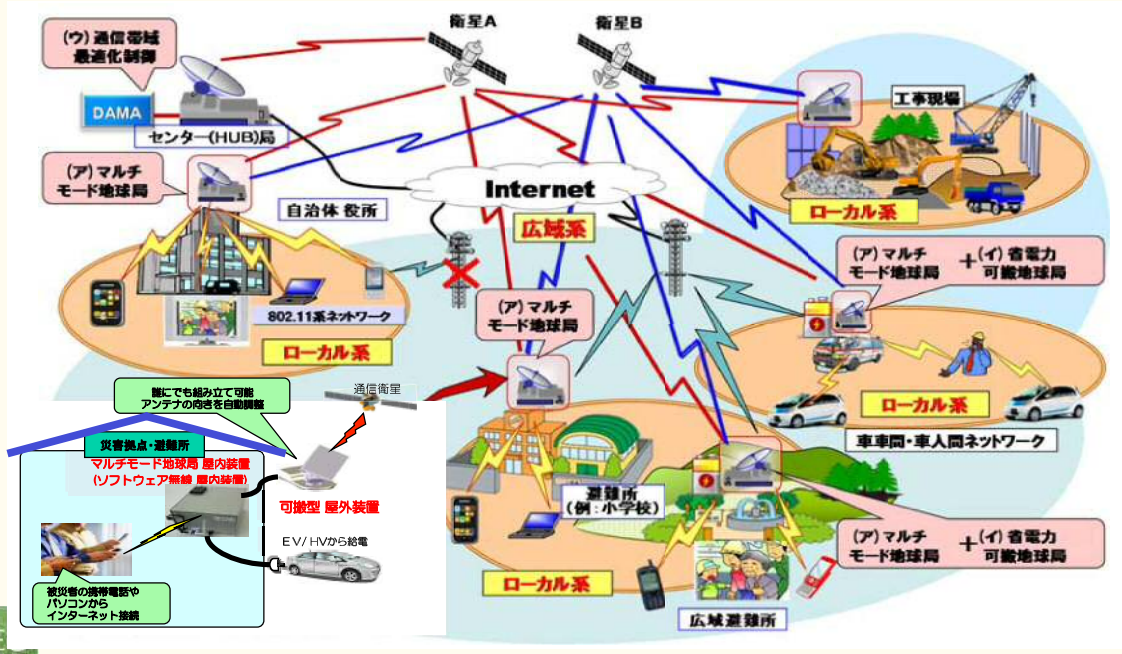
災害に強いネットワークを実現するための技術

災害後に生き残ったネットワーク資源を直ちに再構成する技術を確立し、災害に強く壊れない「重層的通信ネットワーク」を実現。



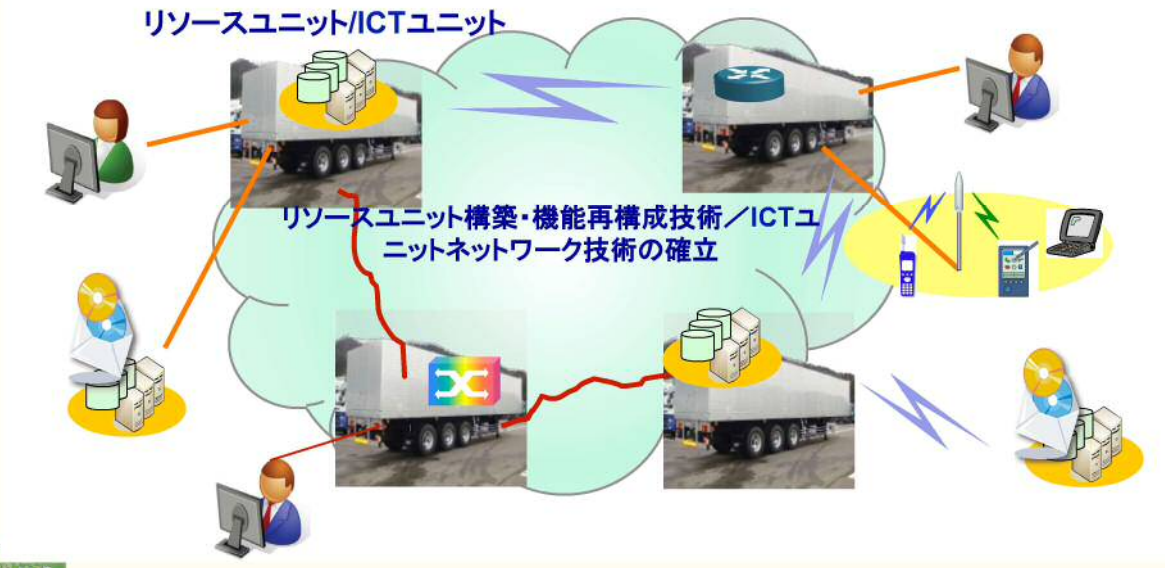
災害時に有効な衛星通信ネットワーク

被災地のニーズに応じた衛星回線の確保のため、マルチモード地球局技術、省電力可搬地球局技術、通信帯域最適化制御技術を確立。



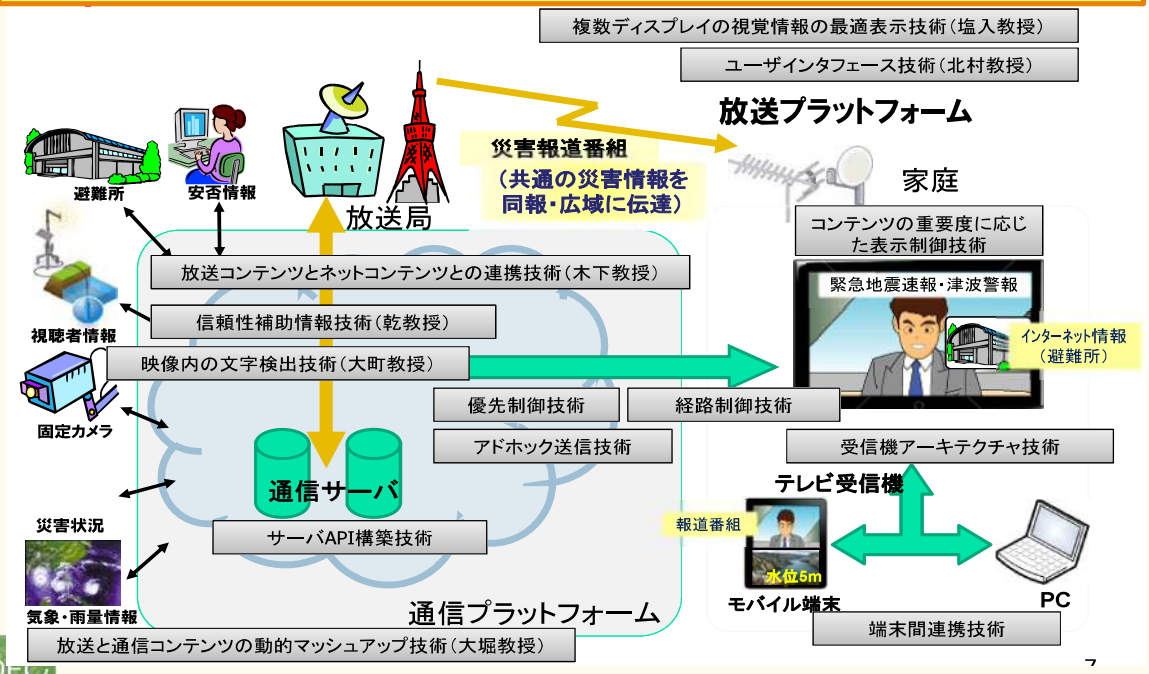
大規模災害時における通信ネットワークに適用可能なリソースユニット構築・再構成技術

本研究開発では、短時間に被災地へ投入し、ICTサービスの即時立上げを可能とする可搬型の情報通信基盤（リソースユニット）の研究開発を行う．被災地において、数千規模のユーザ収容が可能なICTサービス（電話サービスなど）をリソースユニット設置から1時間以内に提供することを目指している．



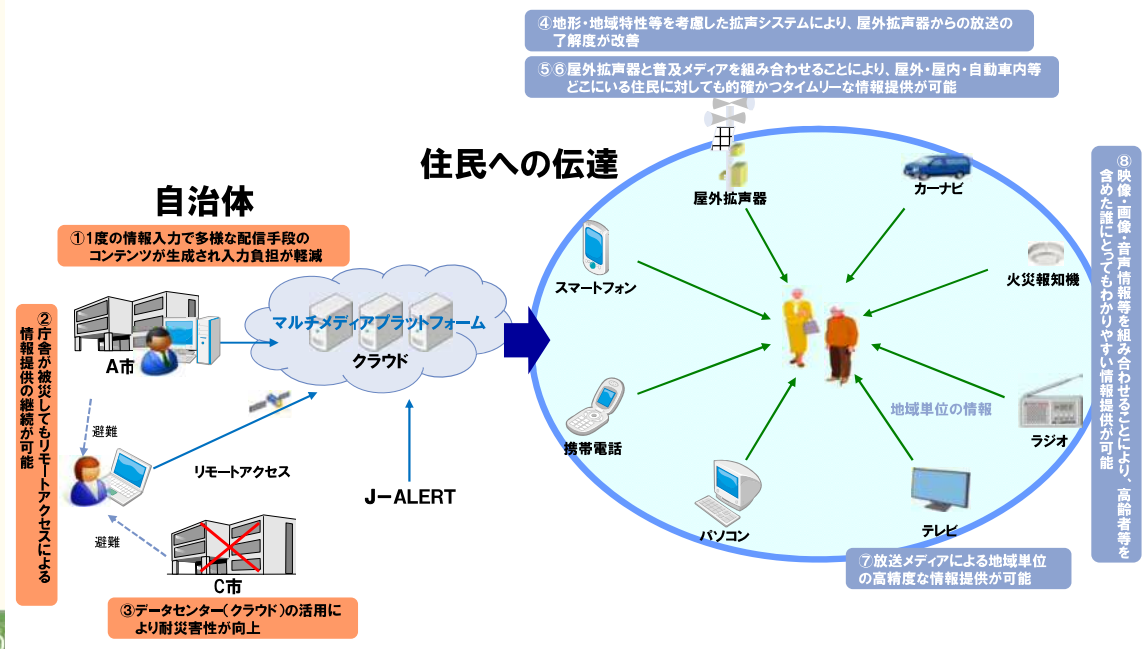
災害情報を迅速に伝達するための放送・通信連携基盤技術

同報性・広域性に優れた放送と、個別の情報交換が可能な通信の両方のメリットを利用した放送・通信連携技術基盤の研究開発を行う。



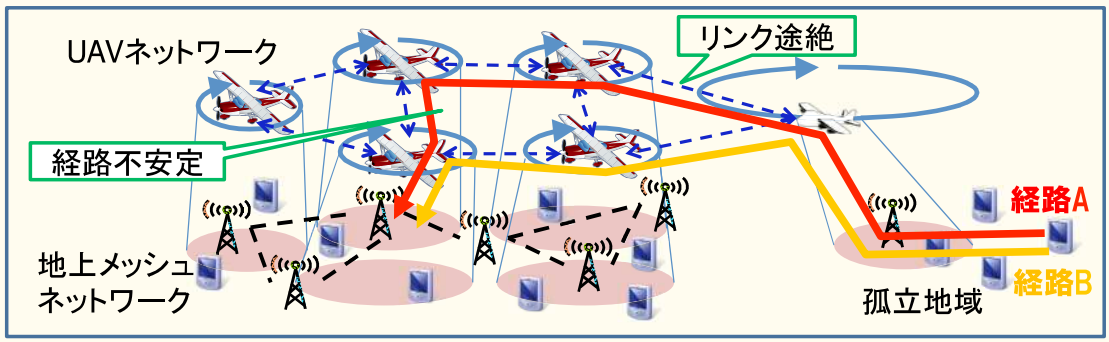
多様な通信・放送手段を連携させた多層的な災害情報伝達システム

地域住民等に迅速かつ確実に防災情報を伝達するため、多用な通信・放送手段を連携させた多層的な災害情報伝達システムの技術開発・実証を行う。



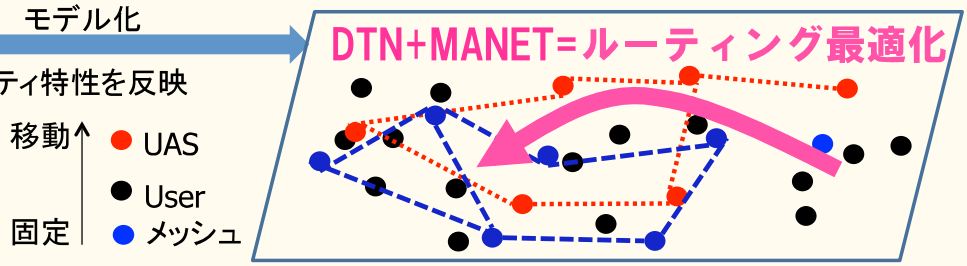
無人航空機を活用した無線中継システム地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発

目標：耐遅延中継に適したルーティングアルゴリズムの基礎設計
課題：品質の全く異なる複数UASネットワーク及び地上系ネットワークを統合して、かつ急激に遅延が変化する環境にも適用可能な耐遅延中継技術の確立



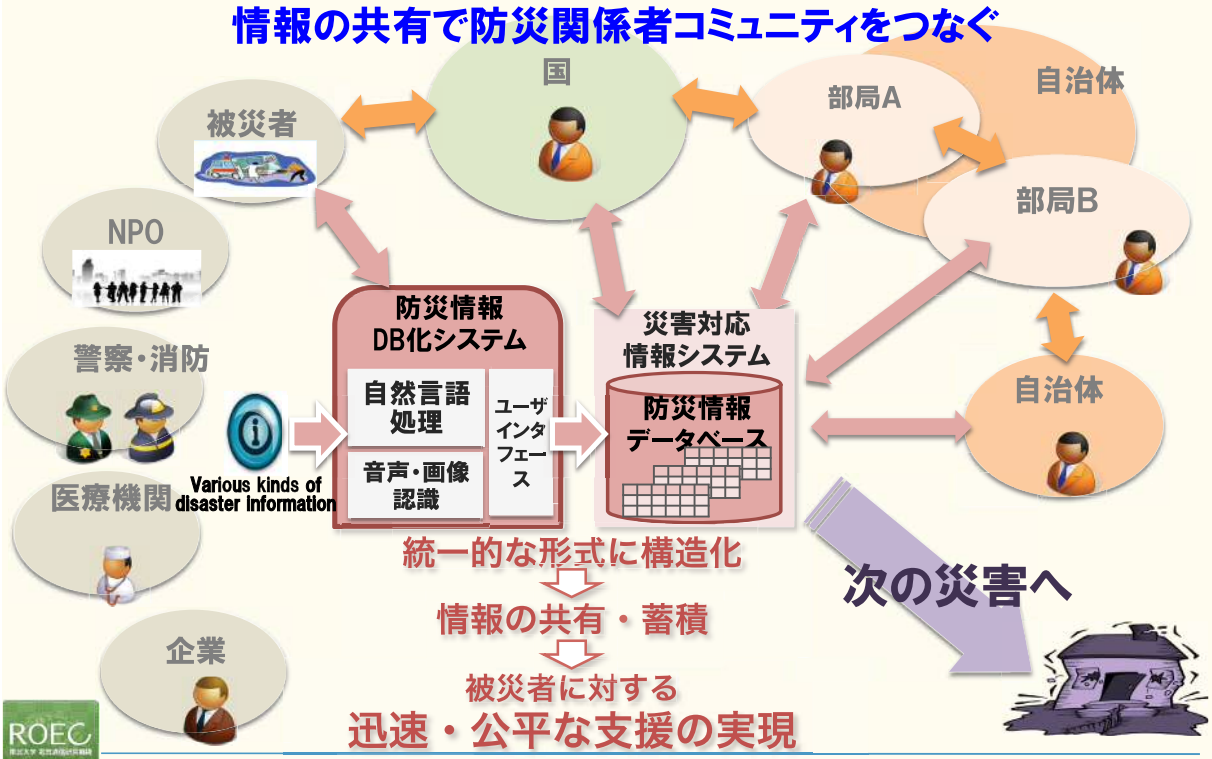
モデル化

モビリティ特性を反映



災害対応支援を目的とした防災情報のデータベース化

JST RISTEX
受託研究



東北大学と独立行政法人情報通信研究機構との包括連携協定

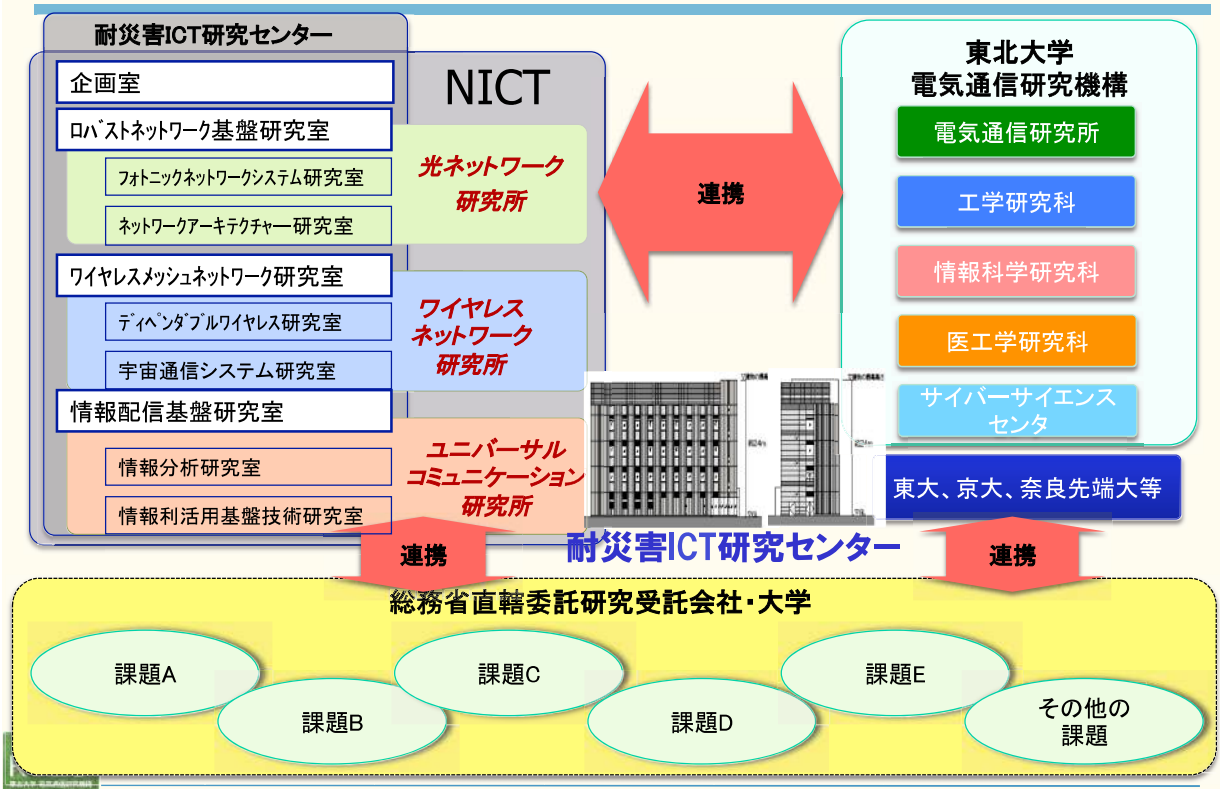
■ 概要

情報通信研究機構(NICT)と東北大学は、東北大学の学内に**研究拠点を整備**することで、**産学官の共同研究**を推進し、**災害に強い情報通信の実現と被災地の経済活動の再生**を目指すため、平成24年1月19日に包括連携協定を締結。

■ 研究内容

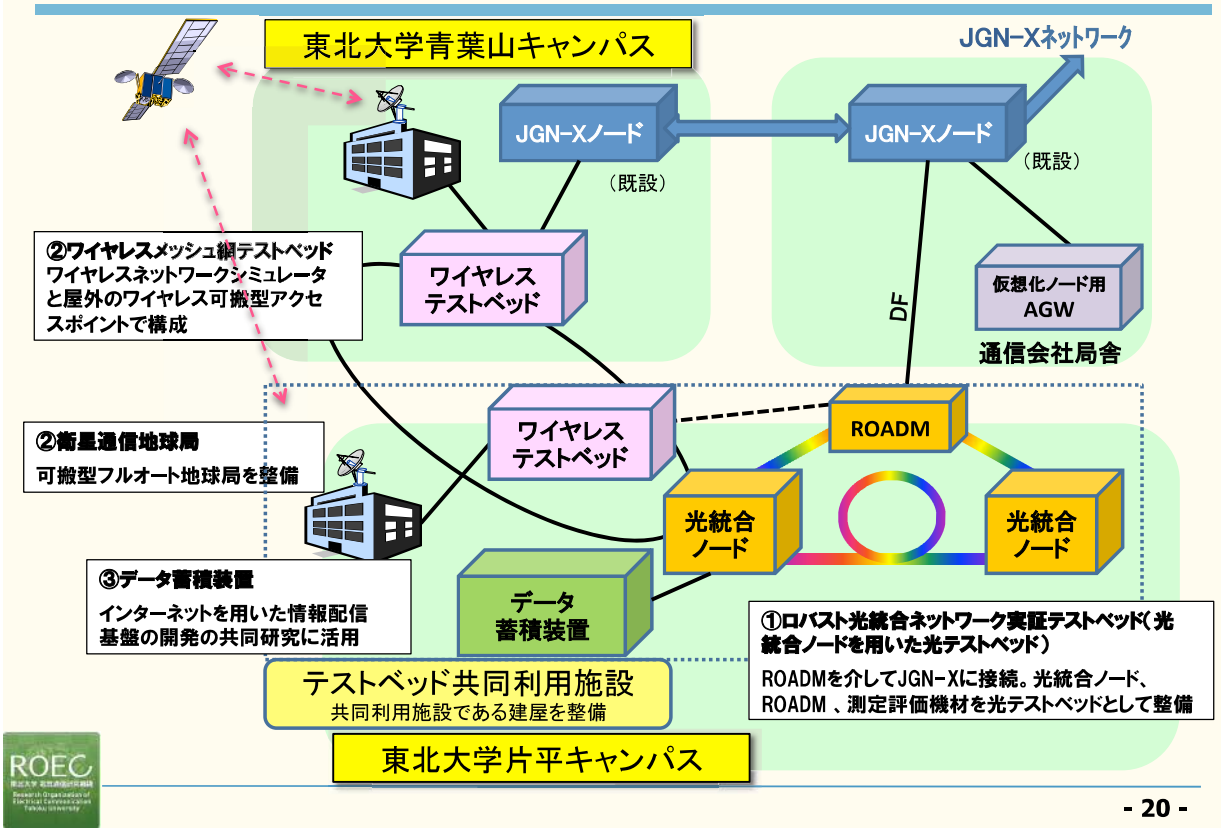
災害が発生しても“**壊れないネットワーク**”、“**つながるネットワーク**”を目指して、災害に強い情報通信技術の研究を推進。

NICT耐災害ICT研究センター



NICT耐災害研究センタ作成の資料に加筆

世界初の耐災害ICTテストベッド



東北大学復興新生研究機構シンポジウム

耐災害ICT研究シンポジウム

開催日時

2013年3月25日（招待者）、26日（一般参加者）

10:00～17:00

シンポジウム会場

ウェスティンホテル仙台

仙台市青葉区一番町1-9-1

TEL　022-722-1234（代表）

デモンストレーション会場

東北大学青葉山キャンパス

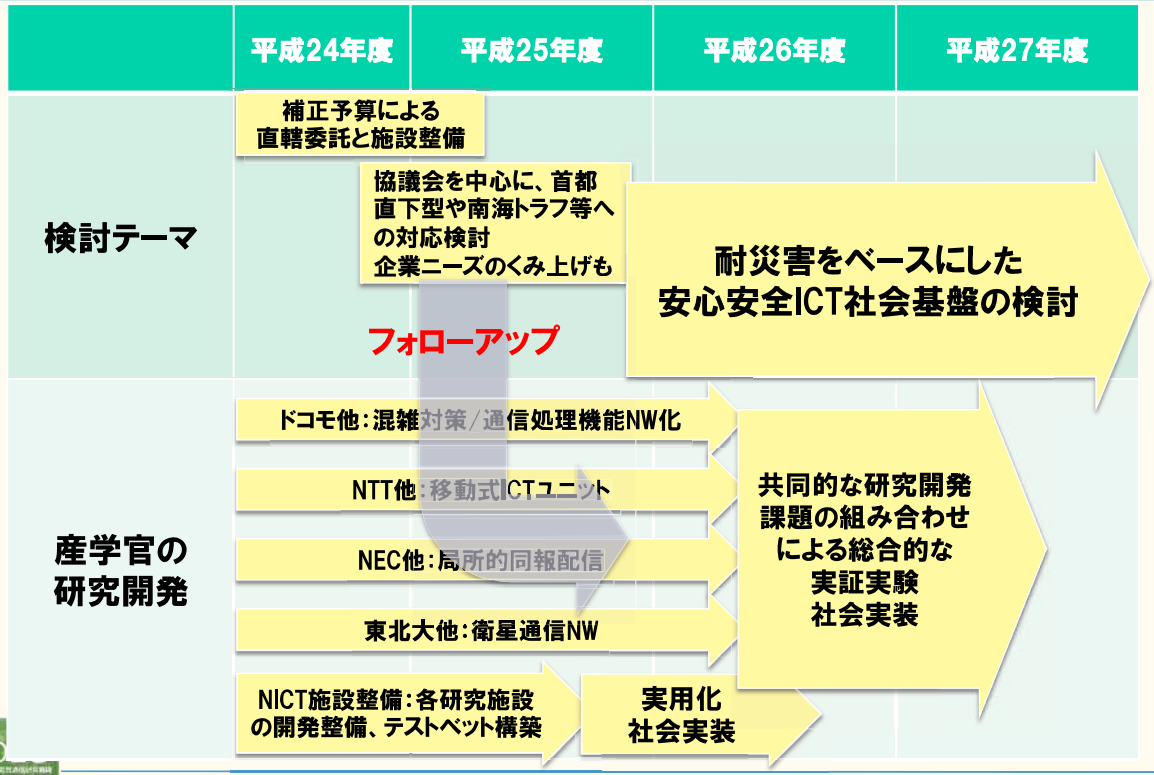
東北大学片平キャンパス

参加費無料　（参加申込要）

主催　耐災害ICT研究協議会、独立行政法人 情報通信研究機構、国立大学法人 東北大学

後援　内閣府（予定）、総務省（予定）、宮城県（予定）、仙台市（予定）

今後の展望


平成24年度
平成25年度
平成26年度
平成27年度
検討テーマ
補正予算による
直轄委託と施設整備
協議会を中心に、首都
直下型や南海トラフ等へ
の対応検討
企業ニーズのくみ上げも
フォローアップ
耐災害をベースにした
安心安全ICT社会基盤の検討
産学官の
研究開発
ドコモ他：混雑対策／通信処理機能NW化
NTT他：移動式ICTユニット
NEC他：局所的同報配信
東北大他：衛星通信NW
NICT施設整備：各研究施設
の開発整備、テストベット構築
実用化
社会実装
共同的な研究開発
課題の組み合わせ
による総合的な
実証実験
社会実装

災害に強い重層的通信ネットワークの研究開発

東北大学大学院工学研究科 教授

安達 文幸

電気通信研究機構シンポジウム，東北大学さくらホール，2013年7月23日

災害に強い重層的通信ネットワークの研究開発

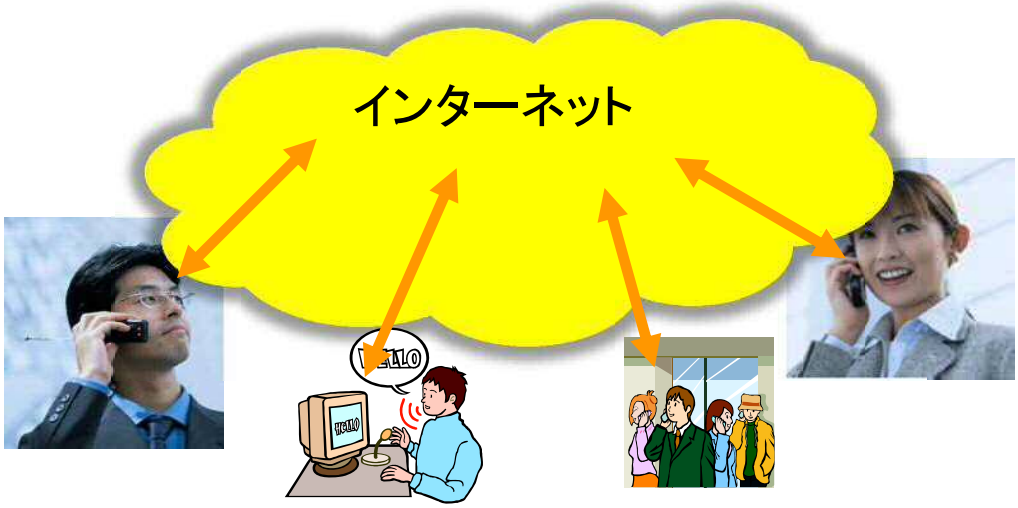
- はじめに
- 3.11大震災時に通信ネットワークに何が起きたか？
- 災害に強い通信ネットワークの構築に向けて
- 重層的通信ネットワークの研究開発
- むすび

はじめに

- 2011年3月11日に発生した地震・津波は貞観津波（869年7月9日）以来の巨大規模
  - 甚大な被害を受けた東北地域太平洋岸
- 3.11大震災は情報通信ネットワークの在り方に大きな影響を与えた.

携帯電話は今や重要な社会基盤

- 人々は通信ネットワークでつながっている
- いつでもネットワークとつながった社会
- ネットワークがいつでも使えるということをもとにした社会



3.11大震災時に通信ネットワークに何が起きたか？

- 未曽有の広域災害
- 期待されていた携帯電話がつながらない
- 携帯電話不通の大きな原因

- 広域災害に対する現代の
  通信ネットワークの脆弱性がはっきりとした
  - 人間に例えれば，通信ネットワークは「神経ネットワーク」
  - ややもすれば，通信ネットワークの研究開発はもう十分という声が聞こえる.
  - しかし，社会の進化につれて，「神経ネットワーク」である通信ネットワークは常に進化をし続けなければならない
- 2度とこのようなことにならないよう，災害に強い，信頼される無線通信ネットワークを構築しなければならない
- 災害時，全て（避難，復旧）は通信から始まることを忘れてはならない
  - 救助活動，緊急支援活動，緊急物資輸送
  - ボランティア活動など

災害に強い通信ネットワークの構築に向けて

- 大事な視点
- 時間経過と通信内容の変化
- 通信ネットワークの重層化のアプローチ
- 迂回通信路の概念
- 重層的通信ネットワークの設計思想

通信ネットワークの重層化のアプローチ

- 携帯電話ネットワークの容量増加へのアプローチ
  - 携帯電話ネットワークは，ネットワーク処理能力不足で生じる不通を減らすために，自身の高容量化に向けた技術開発を継続して行うだろう
  - しかし，広域災害時のような膨大なトラフィックを扱えるように1つのネットワークだけの大容量化だけで対応するのは，商用ネットワークの経済性の面から現実的ではないだろう
- この問題を解決する可能性があるのがネットワークの重層化
  - スマートフォンの登場（Wi-Fi機能）
  - 地域ネットワークの充実：独立した複数の通信ネットワークの共存と災害時の協調運用
- 利用形態
  - 平常時：地域ネットにより街角電子掲示板や電子回覧板，携帯端末への配信など地域住民への地域行政サービスに利用
  - 非常時：携帯電話ネットワークの輻輳時に自動的に地域ネットワークに接続し，非常通信の手段を確保

重層的通信ネットワークの研究開発

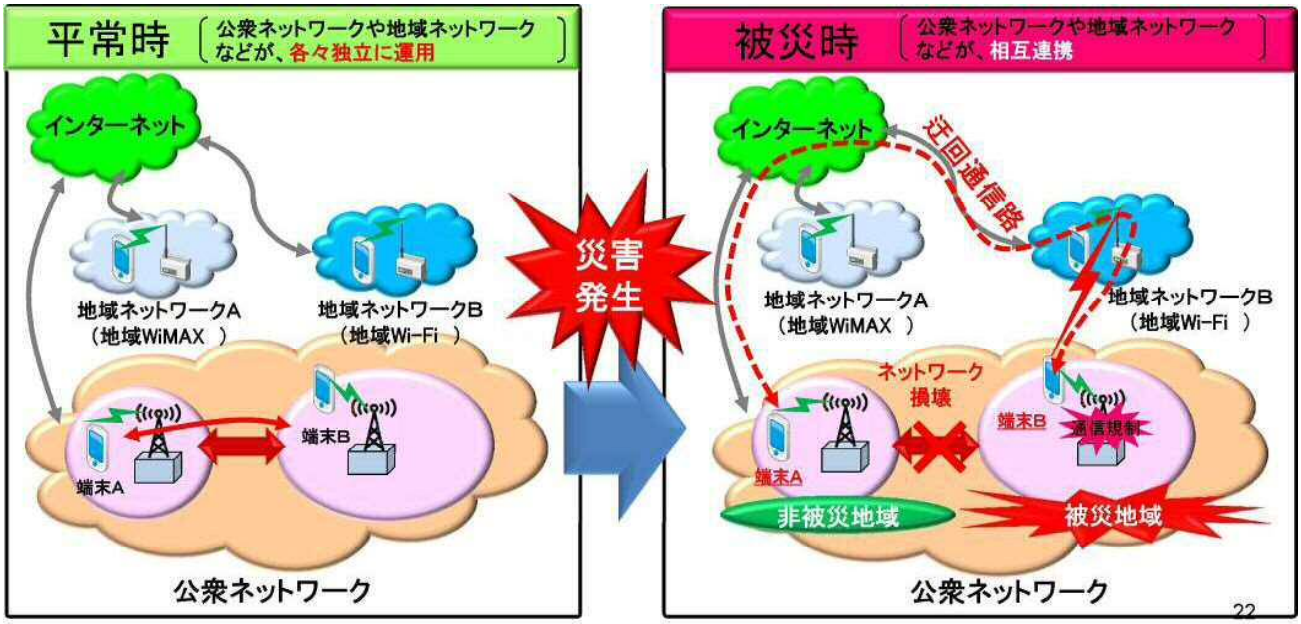
- 研究概要
- 研究成果（概要）
- 研究成果（課題毎）
- デモンストレーション

1．研究概要　1／5

《　東日本大震災を踏まえた課題　》

- 地震による倒壊や津波による流失等で公衆ネットワークに障害が発生
- 公衆ネットワークの復旧に時間がかかった

➡ 迂回通信路構築という応急処置による迅速な通信機能の復旧が必要



1．研究概要　2／5

《　研究開発の目標／特長　》

□成果目標

■ 近年急速に普及し、多くの人が利用しているスマートフォン（Wi-Fi機能付）を利用して、平常時は勿論、災害時にも通信を確保できる「重層的通信ネットワーク」を実現するための総合技術の開発

□「重層的通信ネットワーク」の特長

■「重層」を構成する地域ネットワーク：地域WiMAX、地域Wi-Fi、車両アドホック通信および衛星通信

■「重層的通信ネットワーク」は地域ネットワークやインターネット経由となるため、セキュリティの確保が重要

■ 災害緊急時のように通信環境が刻々とダイナミックに変化するような状況下でもセキュアな通信を確保

■ 災害救助活動支援機能、避難所や遠隔地への被災者への災害情報、安否情報などの効果的な提供方策実現のため一斉同報通信、送信先を特定・認証して情報を強制送信するプラットフォーム技術を確立

⇒　被災者は、災害状況下でも、必要不可欠な情報を確実に入手可能

1．研究概要　3／5

《　設計思想　》

□ネットワーク運用

- 平常時：　公衆ネットワークおよび各地域ネットワークの独立運用
- 災害時：　複数の地域ネットワークを重層化した「重層的通信ネットワーク」を運用
- セキュリティの確保：「重層的通信ネットワーク」は地域ネットワークやインターネット経由となるため、セキュリティの確保が重要

□ネットワーク接続制御

- 地域ネットワークのトラフィック等の監視、固有のポリシーに従った監視・ポリシー情報等の報知
- ネットワーク情報と端末の周囲通信環境を監視して得られる通信環境情報を用いた総合判断に基づく最適地域ネットワークへの接続制御

□通信サービス

- 災害時に有効な「セキュアな一斉同報通信・グループ通信」の開発と実験検証
- 災害時に、個々人や端末を特定・認証し、必要な情報を強制的に伝達する「送付先特定災害情報強制送信プラットフォーム」の開発と実験検証

1．研究概要　4／5

《　研究開発項目　》

□共同研究開発項目（東北大学、KDDI研究所、KDDI、OKI）

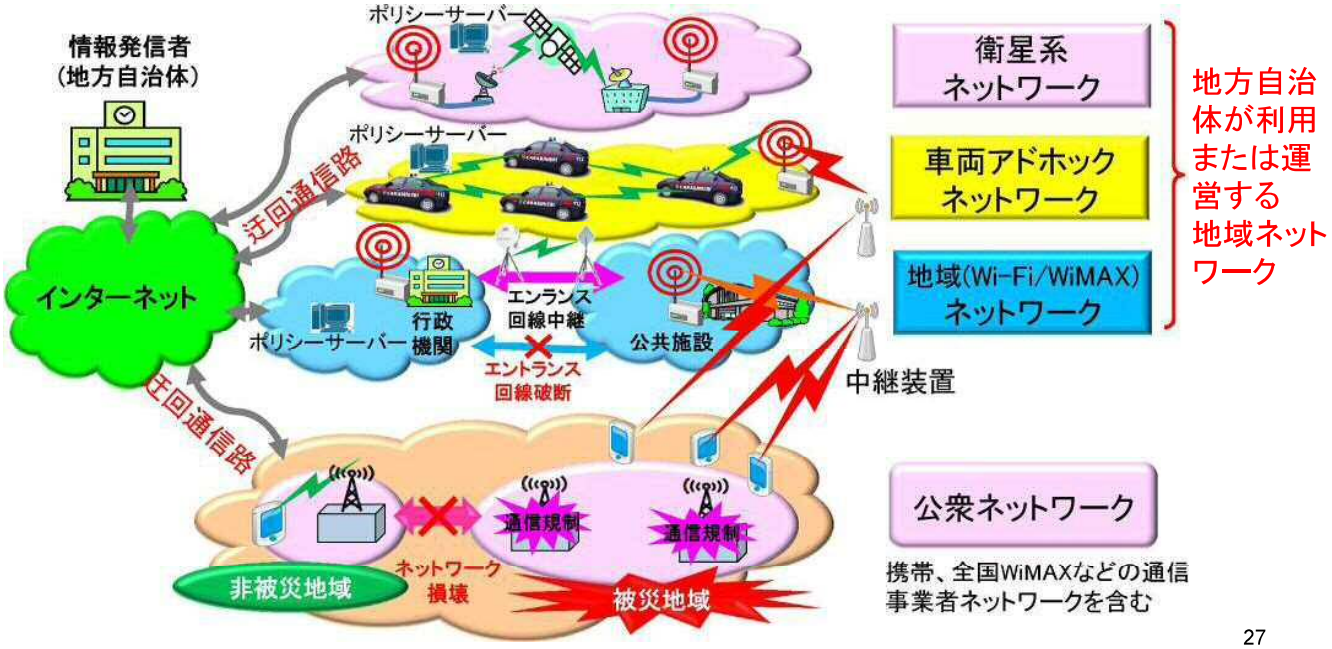
- ア）地域ネットワークノード高信頼化技術の研究開発（東北大学、KDDI研究所、KDDI、OKI）
- イ）ネットワークの最適ルーティング技術の研究開発（東北大学）
- ウ）ネットワークの負荷軽減や安全確保に資する高能率通信方式の研究開発（東北大学）
- エ）重層的通信ネットワーク全体の災害時有効性の検証（東北大学）

□開発項目の分類

- 「基盤技術」の研究開発
  - 目的：重層的通信ネットワークの重要な構成要素である地域ネットワークの高信頼化、ルーティングと高能率通信方式の高度化
  - 開発した基盤技術の有効性をシミュレーターや実験などで確認
- 「ネットワーク構成技術」の研究開発
  - 目的：重層的通信ネットワークの重要な技術である接続制御、ネットワークエントランス回線復旧や車両アドホックネットワークに関する技術構築
  - 重層的通信ネットワークの基本動作を実証実験で確認
- 「通信サービス」の研究開発
  - 目的：平常時および災害時に有効な通信サービスの開発
  - 重層的通信ネットワークを用いることで災害時でもセキュアな通信サービスや伝達先特定災害情報強制送信サービスが提供可能なことを実証実験用重層的通信ネットワークにより確認

2. 研究成果（概要）　1／2

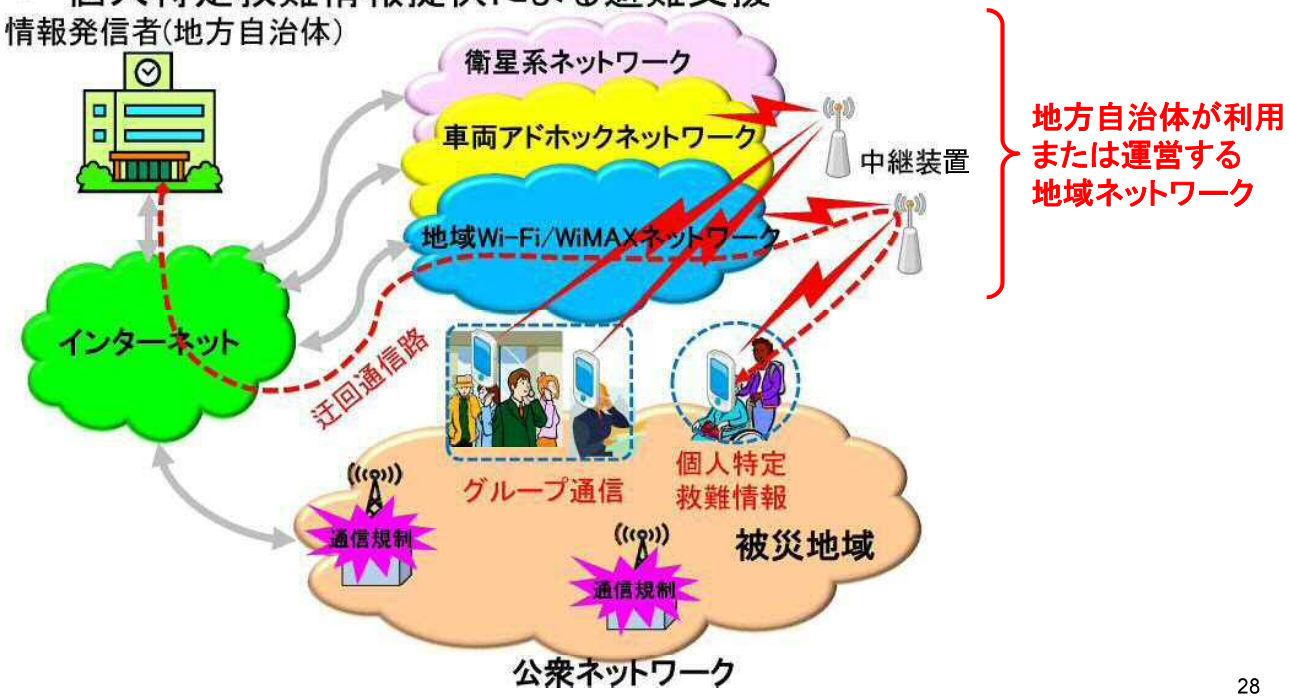
- 重層的通信ネットワーク実現のための総合技術を開発
  - 複数の地域ネットワークを利用（地域Wi-Fi/WiMAXネットワークに加え、機動性の高い車両アドホックネットワークや衛星系ネットワークなど）し、スマートフォンは中継装置を介して地域ネットワークのひとつと接続し迂回通信路を構築



2. 研究成果（概要）　2／2

《　災害時利用シナリオ　》

- グループ通信による迅速な災害救助・救援活動
- 個人特定救難情報提供による避難支援



3. 研究成果（課題毎）

課題アー1） 地域ネットワークノード接続制御技術（KDDI研究所）

【研究開発概要】

ネットワークの品質を統合的に判断し、地域ネットワークを含む複数のネットワークを適切に選ぶことで、迂回経路を確保する技術の開発

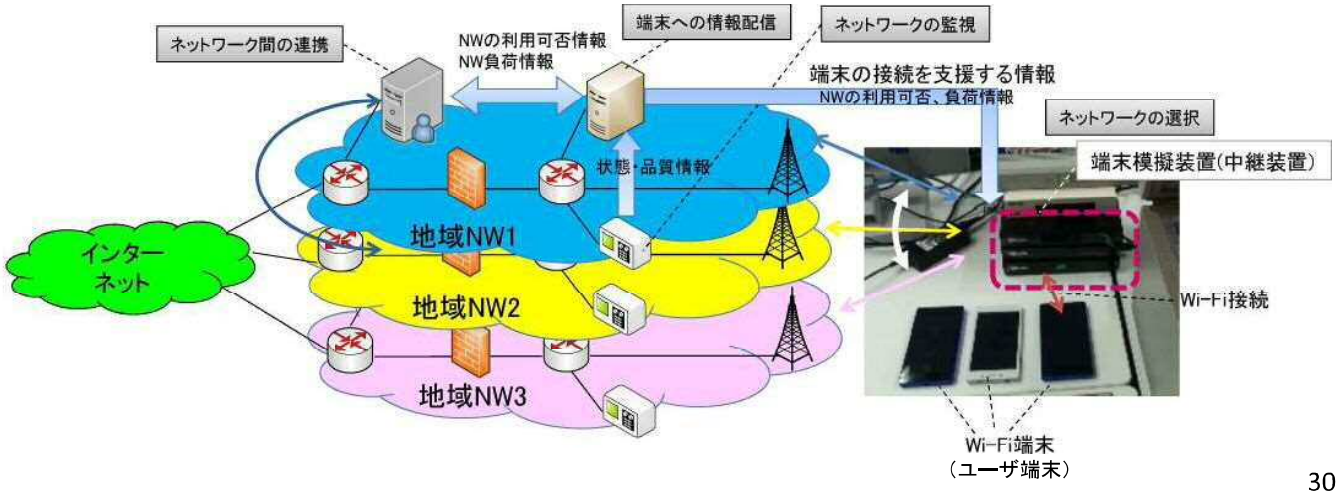
【技術的特徴】

- ネットワークの状態・品質を監視し、それら情報とネットワークの利用可否情報を端末に通知する機能
- 統合的な品質監視により、適切なネットワークを選択する重層的通信ネットワーク端末

【研究開発成果】

「重層的通信ネットワーク」において、生き残った地域ネットワークを見つけ、利用困難なネットワークを迂回した通信を可能とした。

- 接続を支援する情報(利用可能なネットワークの存在と負荷情報)を端末に通知し、快適に繋がるネットワークを端末が選択。
- 災害時の「ネットワークの開放」に関する情報を端末に通知することにより、ユーザが意識せずとも端末がネットワークを見つけ利用を可能に。
- 過負荷状態のネットワークから低負荷なネットワークに迂回。



3. 研究成果（課題毎）

課題アー2） 近傍地域ネットワークノードの電波を用いた エントランス回線復旧技術（KDDI）

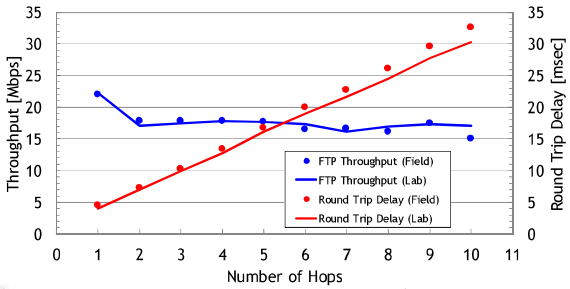
研究開発成果

■ 課題アー2 － 1）無線リレーネットワーク技術

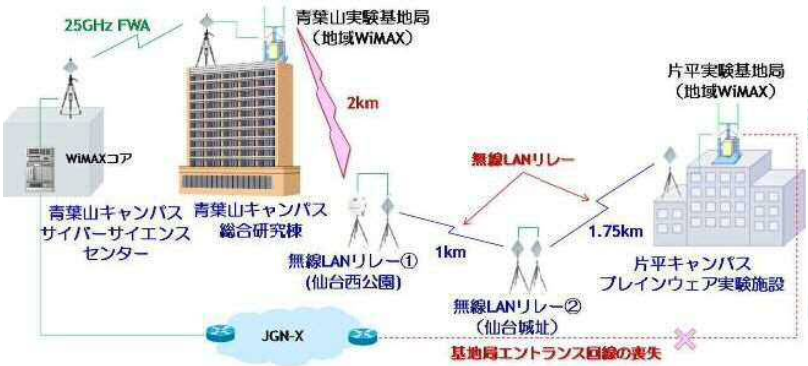
✓ 試作した無線リレー中継装置を用いて、最大区間距離1.75kmの無線LAN対向伝送試験、および最大10ホップまでの無線LANリレーネットワークの性能検証を完了し、WiMAX基地局エントランス回線として十分な性能を達成可能であることを実証した。

■ 課題アー 2 － 2）エントランス回線接続技術

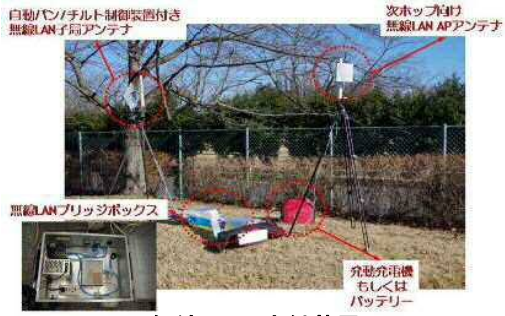
✓ 東北大学青葉山ー片平キャンパス間で、無線LANリレーを用いた地域WiMAXエントランス回線復旧の機能実証を完了した。



無線LANリレーの遅延・スループット特性



東北大学青葉山・片平キャンパスでの地域WiMAX基地局
エントランス回線復旧の実証実験



無線リレー中継装置

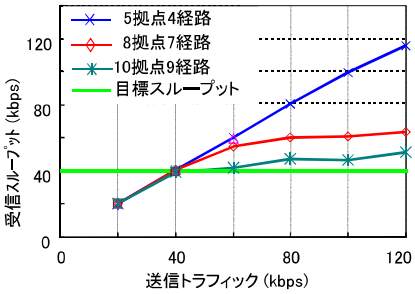
3. 研究成果（課題毎）

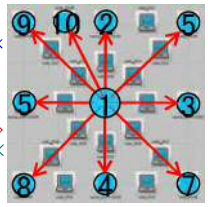
課題アー3） 車両を地域ネットワークノードとする災害時ネットワーク（OKI）

【研究開発概要】
ネットワークインフラが損壊時に、2km四方内に存在する避難所、病院、自治体等の間の通信手段を30分以内に確保できるようにすることを目的とした、可搬型地域ネットワークノードの開発・実証

【技術的特徴】
ー実用化／導入検討が進んでいる車両無線装置を利用して災害時の自律的ネットワークを構築する
ー複数種の無線システムにアダプティブに対応する車両無線ゲートウェイの実現

【研究課題の成果】
- **課題アー3-1 車両ネットワークプロトコルの研究開発**
  ネットワーク構築方式の検討完了、机上にて2～10箇所の拠点間の通信路確保の検証完了。
- **課題アー3-2 車両ゲートウェイ無線装置の研究開発**
  車両無線3方式に対応した可搬型路側機と車載器の開発完了。
  屋外環境にて2km四方の通信路確保の検証完了。
- **課題アー3-3 他の地域ネットワークとの接続の研究開発**
  NICTワイヤレスメッシュ（5.6GHz WiFi）との接続評価完了。
  車両8台にてネットワークを10分以内で構築可能なことを検証完了。





《評価NWトポロジー（10拠点の一例）》

《車両ネットワーク構築の検証例（スループット特性）》

《可搬型路側機車両》

《車両無線装置の構成》

3. 研究成果（課題毎）

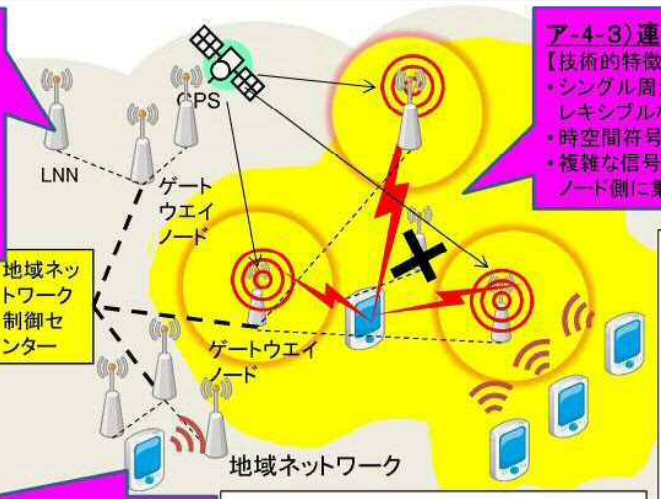
課題アー4） 災害に強い地域ネットワークノードの高信頼化のための基盤技術（東北大学）

目標：高機能で安全な地域ネットワークノード技術、複数の周波数帯に適用可能なアンテナ技術、および通信障害に陥った地域ネットワークノードの通信エリアをカバーする連携ダイバーシチ技術を確立する
課題アー4-1：ノード内での高効率なデータ処理・保護技術
課題アー4-2：広帯域アンテナ技術
課題アー4-3：連携ダイバーシチ技術

ア-4-1）ノード内での高効率なデータ処理・保護技術
【技術的特徴】
- 画像データ等をリアルタイムで圧縮・加工・蓄積を可能とする高機能性
- センシティブな情報の送受信時および保存時に不可欠なリアルタイムな情報保護

【効果】・【アピールポイント】
災害により広域ネットワークへの接続が一時的に滞った場合にも地域ネットワークノード単独で緊急情報を収集し，それらを瞬時に処理（圧縮・加工・保存）する高機能性といわゆる火事場泥棒を防ぐ堅牢性を両立可能

ア-4-3）連携ダイバーシチ技術
【技術的特徴】
- シングル周波数ネットワーク（SFN）のフレキシブルな形成
- 時空間符号化送受信ダイバーシチ
- 複雑な信号処理を地域ネットワークノード側に集中



【効果】
災害により一部ネットワークノードが動作しなくなった場合にも他のネットワークノードが連携してエリアをカバー．平常時にもエリア全体にわたって高品質な通信状態を確保可能
【アピールポイント】
災害時のように時々刻々変化する通信環境に適応したSFNの形成による高品質通信の提供が可能

ア-4-2）広帯域アンテナ技術
【技術的特徴】
- 無線機筐体やプリント基板をアンテナとして利用
- 電子的なスイッチを用いた多帯域・指向性可変アンテナ

【効果】無線機の全体の小形化が可能．アンテナの感度が向上
【アピールポイント】見掛け上のアンテナサイズをかなり小形化できる．スイッチを用いて多帯域化と指向性可変を実現

3. 研究成果（課題毎）　9／29

課題ア－４－１）ノード内での高効率なデータ処理・保護技術（東北大学）

【技術的特徴】
・画像データ等をリアルタイムで圧縮・加工・蓄積を可能とする高機能性
・センシティブな情報の送受信時および保存時に不可欠なリアルタイムな情報保護

【研究成果】
- ◻ 画像データ等をリアルタイムで圧縮・加工・蓄積するデータ処理技術を開発
  - ■ GPGPUを用いた高速・高効率な画像圧縮
  - ■ ステガノグラフィ技術による画像とテキスト情報の瞬時融合処理
- ◻ センシティブな情報を保護する暗号処理LSIの開発
  - ■ 軽量ストリーム暗号Kcipher-2のASIC実装
  - ■ 火事場泥棒等の物理攻撃への耐性
- ◻ 高機能ネットワークノードの試作
  - ■ 上記データ処理技術を実装
  - ■ ネットワーク接続状況および電力供給状況に応じた縮退動作

3. 研究成果（課題毎）　11／29

課題ア－４－２）広帯域アンテナ技術（東北大学）

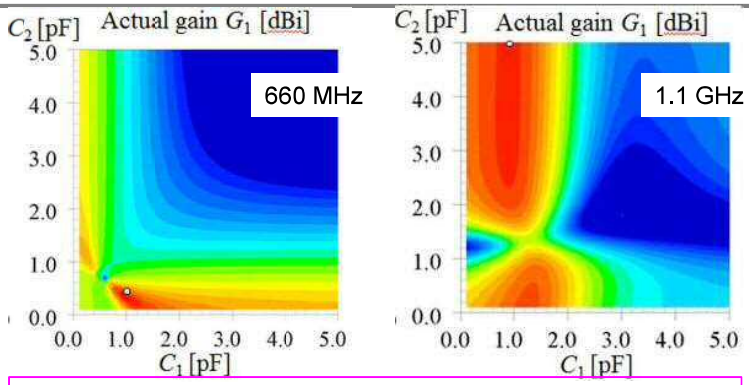
【研究開発概要】 多帯域，指向性可変の小形アンテナの開発

【技術的特徴】

・無線機筐体やプリント基板をアンテナとして利用　・電子的なスイッチを用いた多帯域・指向性可変アンテナ

【研究成果】
- バラクタダイオード付き線状モノポールから構成されるアンテナ構造を提案.
- 電磁界の数値シミュレーションと実験により、アンテナの動作周波数、指向性の制御法を明らかにした.
- 試作したアンテナは10cm程度の小形で、軽量、薄型の平面構造. 多帯域において動作することを示した.
- 当初の目標を達成した.

試作したアンテナの写真. 中央のものポールは給電素子で. 両サイドのものポールはキャパシタが装荷されている.



装荷キャパシタンスを変化させることにより，多周波数帯域における指向性の制御が可能.

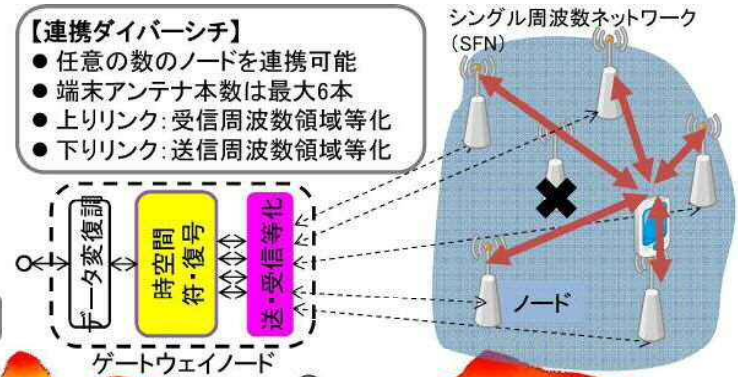
3. 研究成果（課題毎）

課題アー4ー3） 連携ダイバーシチ技術（東北大学）

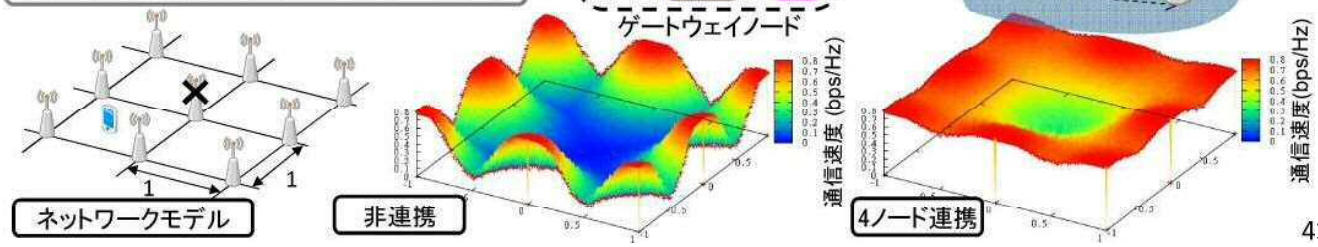
【研究開発概要】 非連携時の2倍以上のスループットを達成可能な連携ダイバーシチ技術の開発
【技術的特徴】
- シングル周波数ネットワーク(SFN)＋時空間符号化送受信ダイバーシチの導入による通信エリアのフレキシブルな形成
- 任意の数のネットワークノードが連携可能
- 複雑な信号処理のネットワーク側への集中によると端末信号処理の簡易化

効果
- ■ 災害によりネットワークノードが動作しなくなった場合にも生き残った他のネットワークノードが連携して動作不能に陥ったネットワークノードのエリアをカバー
- ■ 平常時にも連携ダイバーシチを用いることで広いエリア全体にわたって高品質な通信状態を確保可能

【連携ダイバーシチ】
- 任意の数のノードを連携可能
- 端末アンテナ本数は最大6本
- 上りリンク：受信周波数領域等化
- 下りリンク：送信周波数領域等化



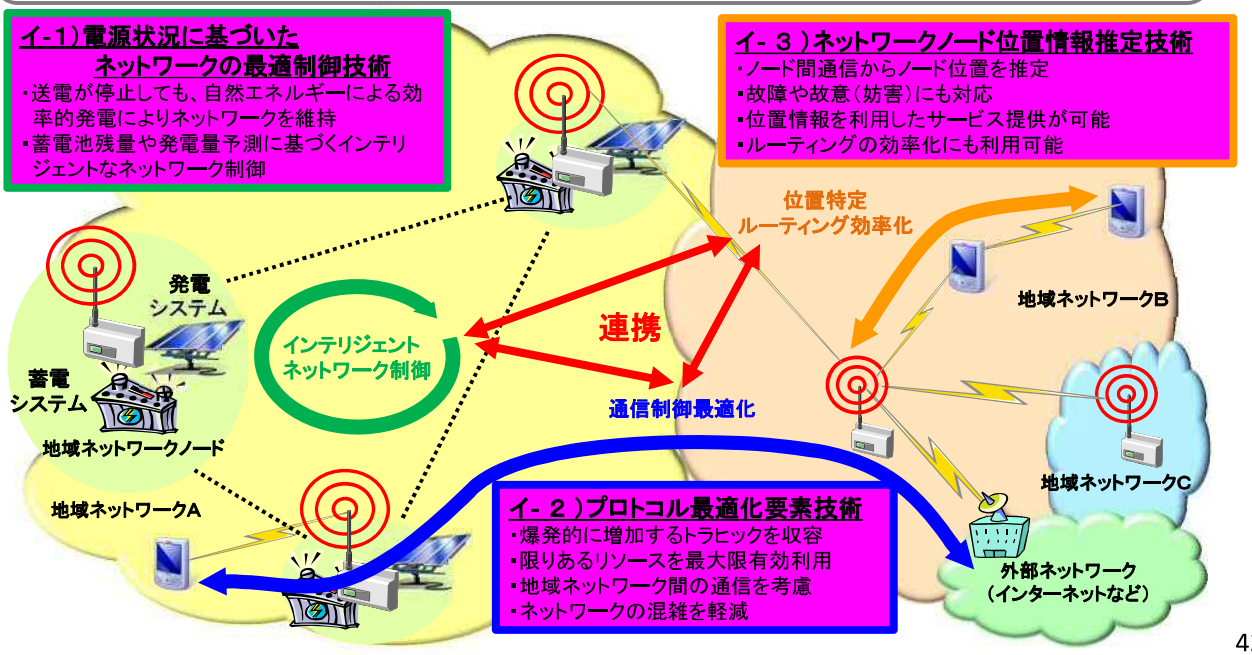
通信速度の空間分布（計算機シミュレーション）



3. 研究成果（課題毎）

課題イ） ネットワークの最適ルーティング技術（東北大学）

目標：被災時に送電停止や物理的被害によって動作可能な地域ネットワークノードが限られる場合でも、使用可能なネットワークノードやネットワークリソースの詳細情報に基づいた最適ルーティングによってネットワークを構築・維持する
課題イ-1：電源状況に基づいたネットワークの最適制御技術
課題イ-2：プロトコル最適化要素技術
課題イ-3：ネットワークノード位置情報推定技術

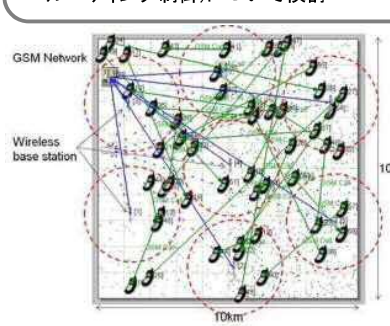


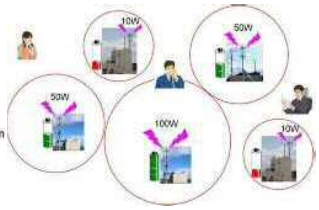
3. 研究成果（課題毎）

課題イー1） 電源状況に基づいたネットワークの最適制御技術（東北大学）

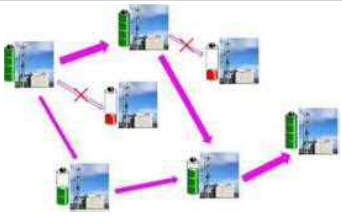
【研究開発概要】
災害時、停電などによって十分な電源が確保できない状況下において、必要最小限の通信だけは確保するためのネットワーク制御の方法および技術の開発
【技術的特徴】
- 太陽光などの自然エネルギーによる効率的発電と、それを蓄電し、災害時などに効果的に利用するための知的電源システムを構築
- 知的電源を用いた様々なネットワーク制御の方法(送信電力制御、ルーティング制御)について検討

研究成果
- ネットワークを介して遠隔から電源の詳細状況を制御可能な知的電源システムを構築
- 限られた設置スペースにおいても効率良く発電可能な太陽追尾ソーラーパネル開発
- 電源状況に基づいて無線基地局の送信電力を制御する方法について検討し、非常時の最小限の通信確保に効果的であることをシミュレーションにより検証
- 電源状況に基づいたルーティング制御の方法について検討



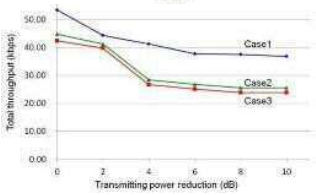


電源状況に基づく送信電力制御

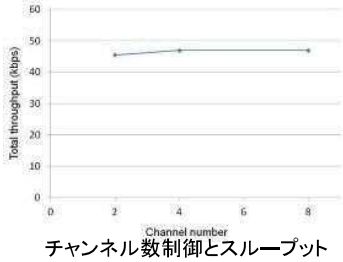


電源状況に基づくルーティング制御

太陽追尾ソーラーパネル



送信電力制御のシナリオとスループット



チャンネル数制御とスループット

構築した知的電源システム

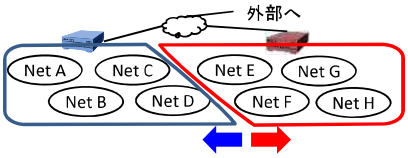
遠隔制御用PCの画面

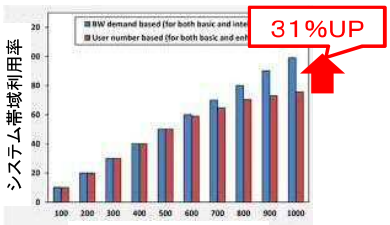
3. 研究成果（課題毎）

課題イー2） プロトコル最適化要素技術（東北大学）

①負荷分散技術

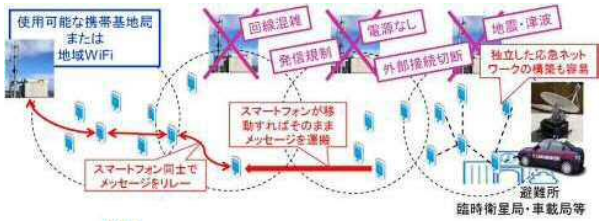
- トラヒックを最適分散するアルゴリズムを開発
- ネットワークリソースの実効利用率を最大で31%向上

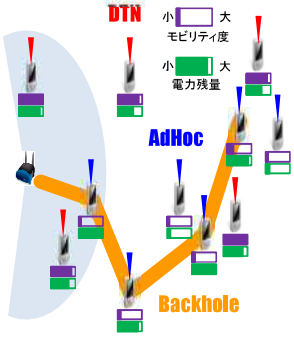




②端末間連携制御技術

- ネットワーク形成プロトコルの選択機能を搭載したプロトタイプを作製
- フィールド実験により2.5kmのメッセージ転送に成功





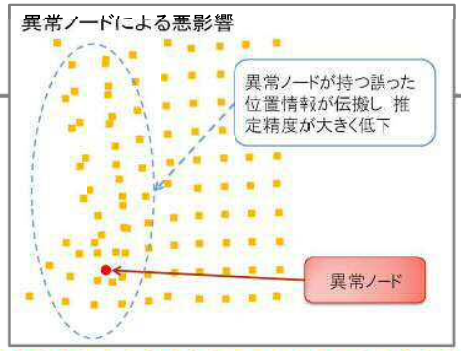
- 読売新聞、河北新報、オンライン記事など計21件の報道

3. 研究成果（課題毎）

課題イー3） ネットワークノード位置情報推定技術（東北大学）

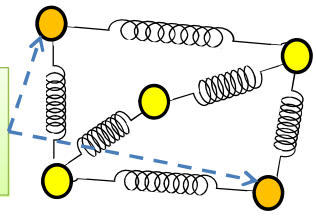
【研究開発概要】 アドホックネットワークにおいて、緊急災害時等に端末の位置に依存したサービスを実現するために、アクセスポイントの位置を特定する方法を開発する。
【技術的特徴】
- ノード間通信だけから端末の自己位置を推定
- 故障や故意（妨害）ノードに対応する

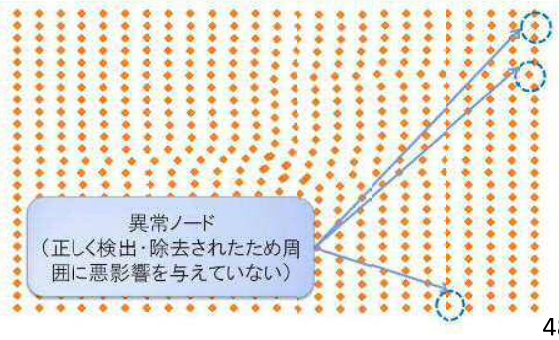
研究成果
- 異常ノードが存在するアドホックメッシュネットワークにおいて、階層型 Vivaldi（ばねモデル）を応用することで、異常ノードを検出・除去し位置推定を行うことが可能な基礎的手法を開発した。
- シミュレーション実験によって、異常ノード検出・除去の効果を確認した。



Vivaldi（ばねモデル）

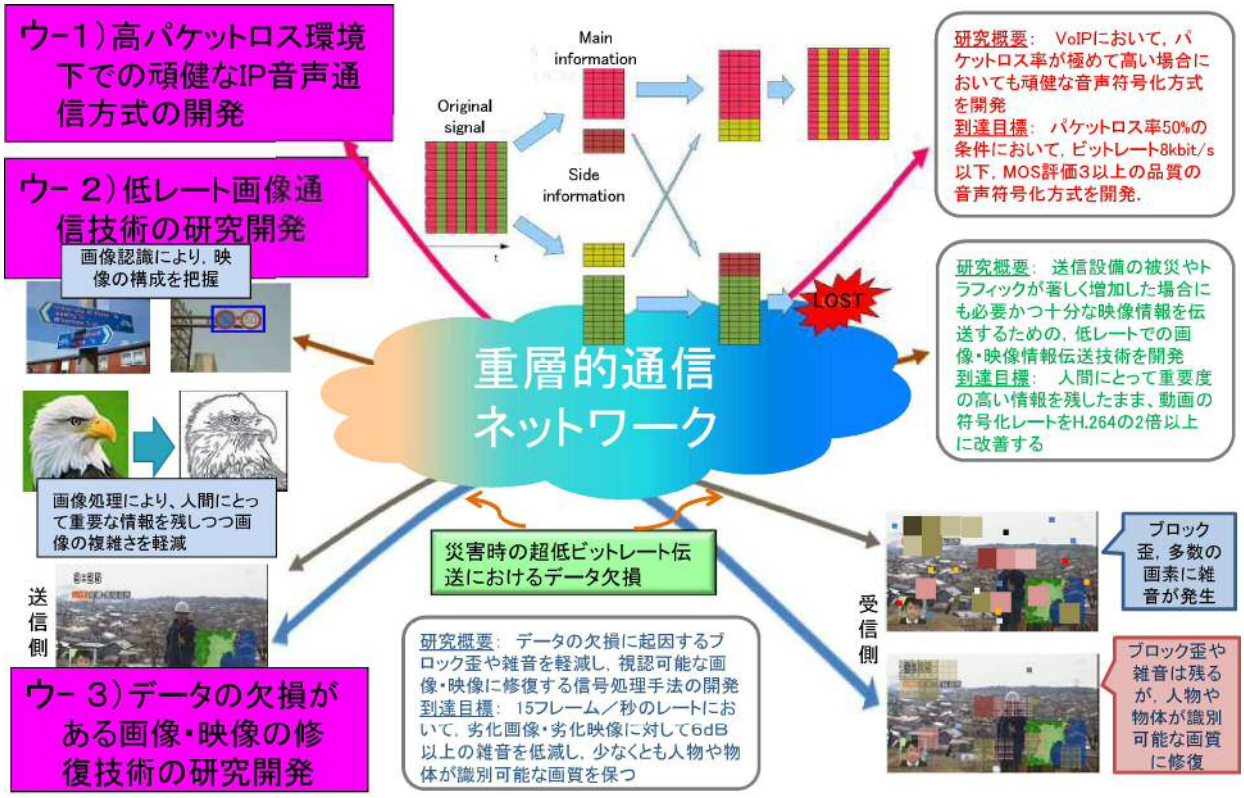
アンカーノード：
自分の位置を知っているノード。ただし、誤設定 などによる異常動作を考慮する。





3. 研究成果（課題毎）

課題ウ） ネットワークの負荷軽減や安全確保に資する高能率通信方式（東北大学）

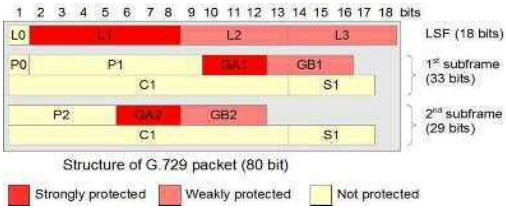


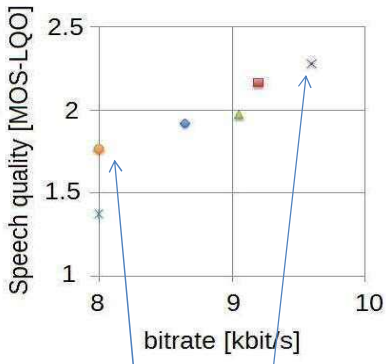
3. 研究成果（課題毎）

課題ウー1） 高パケットロス環境下での頑健なIP音声通信技術（東北大学）

【研究開発概要】 パケット欠落率50%において有効な音声符号化方法を開発
【技術的特徴】
- G.729 CS-ACELPコーデックをベースに、重要な情報を冗長化＋それ以外の情報を隣接パケットから推定

研究成果
- パケットロス隠蔽に有効な部分情報の評価
→GAINおよびLSPパラメータを冗長に転送
- 伝送情報の冗長性と音質のトレードオフ評価
→50%ランダム欠落時（右図）1.5kbit/sの付加情報でMOS値を1向上させることが可能
付加する冗長情報の最適化
→ビットフリップを用いる方法、識別モデルを用いる方法によって、細かいビットレート制御が可能に
通話アプリの開発
→実際に通話して評価することが可能になった





G.729部分情報の保護方式
32/80ビットを冗長化
(L1-3,GA1-2,GB-2)
うち13ビットを優先的に保護
(L1,GA1,GA2)
残りのビットの保存量を変えることによってビットレート制御が可能

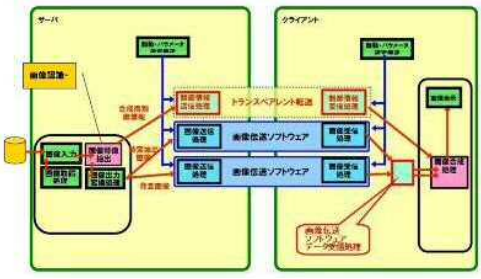
原音　50%欠落　冗長情報による改善

3. 研究成果（課題毎）

課題ウー2） 低レート画像通信技術（東北大学）

【研究開発概要】
画像認識・画像処理技術を用い、送信設備の被災やトラフィックが著しく増加した場合にも必要かつ十分な映像情報を伝送するための、低レートでの画像・映像情報伝送技術を研究開発する
【技術的特徴】
・人間にとって重要度の高い情報を残したまま動画の符号化レートをH.264の2倍以上に改善する

【研究成果】
・画像中で人間にとって重要である文字領域を検出し、文字領域と他の領域の圧縮率を変えて伝送する手法を開発
・上記手法を実現する画像伝送装置（送信側・受信側）を開発
・画像抽象化の技術を用いて画像の情報量を削減する手法を開発

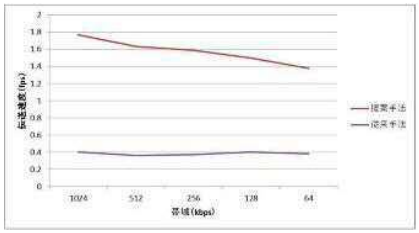


【概要】
・文字領域を検出
・文字領域と非文字領域を個別に伝送し、受信側で統合

送信側処理

送信側処理

【実験】 伝送帯域を変化させながら、画像そのまま伝送した場合（従来手法）と提案手法を用いた場合で伝送速度を比較



従来手法

提案手法

3. 研究成果（課題毎）

課題ウ－3） データの欠損がある画像・映像の修復技術（東北大学）

【研究開発概要】 災害時の通信ネットワークの不安定化によりデータ欠損が発生した画像・映像の修復技術の開発

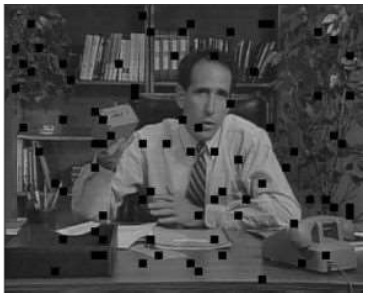
【技術的特徴】

- データ欠損のある画像・映像からインペインティングと動きベクトルの補間法により画像・映像を修復
- 画像・映像の符号化法に依存しない時間・空間領域での画像・映像の直接的な修復

(a) 送信される原映像

研究成果

- データ欠損のある画像（静止画）の修復アリゴリズムの開発と実装
- データ欠損のある画像の修復アリゴリズムの映像（動画）への直接的応用
- データ欠損のある映像の時間・空間特徴を考慮した動きベクトルの補間アルゴリズムの開発と実装



(b) 5%のブロックデータの欠損が発生した映像

(c) イメージインペインティングにより修復された映像

3. 研究成果（課題毎）

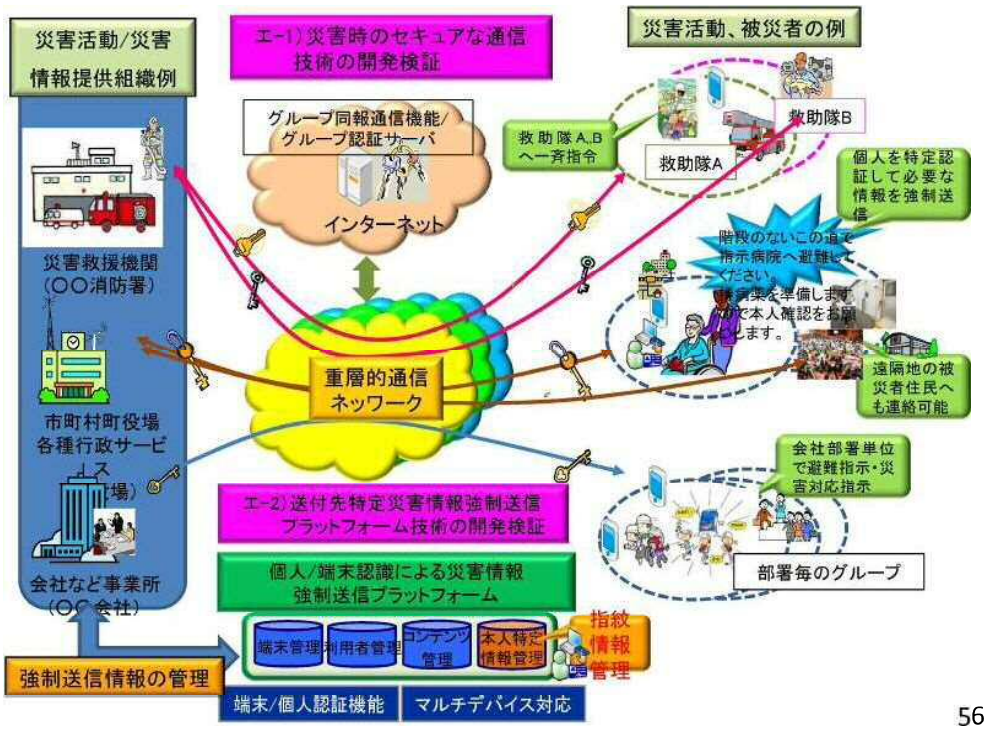
課題エ） 重層的通信ネットワーク全体の災害時有効性の検証（東北大学）

【技術的特徴】
① 重層的通信ネットワークにおいてセキュアな一斉同報通信、グループ通信を実現
② 送信先を特定・認証して必要な情報を強制的に送信するPush型

【効果】
① 一斉同報通信機能とグループ通信機能を実現し、災害救難活動に極めて有効
② 送付先を特定認証するので家族安否情報などプライバシー確保が必要な通信などにも有効

【アピールポイント】
① 平常時にも通信事業者ネットワーク（3Gなど）は勿論、すべての通信機能が可能。
② 常に多くの人が携帯している通信端末で実現可能なので災害時に極めて有効。
③ 平常には行政サービス/商用サービスとして運用するので災害時にも安定的なシステム運用が可能

「セキュアなグループ通信」と「送付先特定災害情報強制送信プラットフォーム」の概念図



3. 研究成果（課題毎）

課題エ）重層的通信ネットワーク全体の災害時有効性の検証

【開発概要】
災害時に有効なセキュアなリアルタイム音声グループ通信/緊急会議通信装置、および必要な情報を必要な通信機器と個々人を特定して強制的（push型）に通知するプラットフォームを開発し、「重層化通信ネットワーク」のシステム実証および災害時の有効性を具体的に示した。

①研究成果

（エ-1）災害時のセキュアな通信アプリケーション技術の開発(図1)

- 「重層的通信ネットワーク」のシステム実証のため、一般利用者が用いる市販のスマートフォンを用いて、災害時に有効なリアルタイム音声グループ通信と一斉同報通信を実現し、かつセキュアな通信を確保するため高度な暗号付与を可能とする高機能サーバーを開発した。

（エ-2）送付先特定災害情報強制送信プラットフォーム技術の確立(図2，3)

- 災害時に、身障者や持病を持つ人など、個人を特定して、その人に必要な災害情報、救難情報を、その人が情報を取りに行く（pull型）のではなく、その人へ強制的（push型）に伝達することを可能とするプラットフォームとアプリケーションを開発実証した。

②今後の課題

- 実用化に当たって、インターネットを用いた情報サービスを提供している事業者と連携し、具体的なサービスを提供する自治体、会社および各種団体が各最終ユーザへどのようなサービスの提供を実現したいのかについてより詳細な検討。

	開発したシステム	防災行政無線システム（MCAシステム等専用システム 含む）	携帯電話
双方向通信	◎ 双方向通信が可能 視聴確認・ログ管理も可能	○ 双方向通信は可能	○ 双方向通信が可能
セキュリティ	◎ 3フェーズセキュリティ機能	× セキュリティ機能なし	○ 通常のセキュリティ
グループ通信 一斉同報通信	◎ 一斉同報と連携が可能	× 不可能	△ グループ通信は不可 一斉メール送信は可能
コスト パフォーマンス（端末利用側）	◎ 廃価（市販のスマートフォン利用）	× かなり高価（専用無線装置）	○ 廃価

図1　グループ通信・一斉同報通信機能と他システムとの比較y：一般携帯電話にはない災害時に有効なサービス

	facebook	
強制配信	◎ 緊急時に災害関連の情報を強制配信	× 選択したユーザーからの情報のみを受け取る
トレーサビリティー	◎ 強制情報配信者がユーザーの閲覧情報を確認	× トレーサビレーティ機能なし
Push機能	◎ 強制Push通知が可能	○ 選択した情報のPush通知は可能
属性による緊急情報の伝達先特定（送信先特定）	◎ ユーザーの属性を選択し情報の伝達先を特定	× 属性管理による伝達先特定機能なし（地理検索は可能）

図2　送付先特定災害情報強制送信と既存サービスとの比較

	今回の指紋認証	従来の指紋認証
データサイズ	◎ 200バイト程度	○ 1.5～2Kバイト程度
生体情報漏洩に対するリスク	◎ スクランブルされた状態で保存。万一漏洩した場合も、結局が非常に困難。	○ 指紋は暗号化されたデータを使用する
認証精度、認証時間	○ 従来と同等	○ 良好
サーバーによる認証、管理	◎ サーバーにデータを保存、認証。他人の端末を使用しても本人認証可能。	× 個人の端末所に生体データを保存、認証。故障、紛失、バッテリー切れなどの際は、本人認証不可能。

図3　ハイブリッド方式による本人認証技術と従来技術の比較

4. デモンストレーション

「耐災害ICT研究シンポジウム＆デモンストレーション」においてシナリオに沿ったデモと動態・パネル展示を実施

期間：2013年3月25日～26日
場所：東北大学　青葉山キャンパス

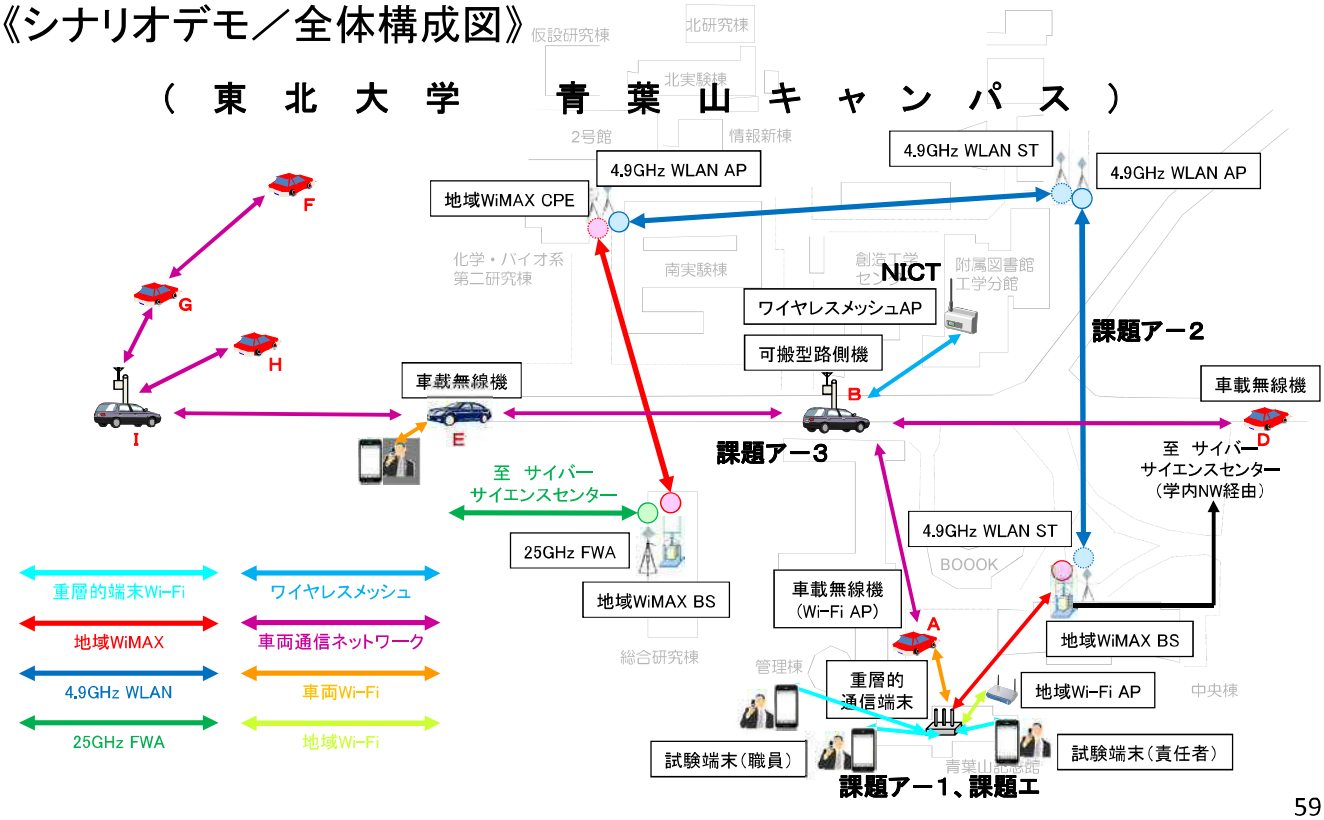
{シナリオデモ}
「ネットワーク構成技術」と「災害時に有効な通信サービス」のデモ
（デモの流れ）
平時の利用シーン　⇒　公衆ネットワークの被災　⇒　ネットワーク切替　⇒
災害時緊急会議（セキュアな通信）　⇒　車両ネットワーク構築　⇒
ネットワーク切替　⇒　PUSH型情報伝送（伝達先特定災害情報強制送信）

{動態・パネル展示}
全研究課題が、東北大学　青葉記念会館で動態・パネル展示

4. デモンストレーション　2／5

《シナリオデモ／全体構成図》

（東北大学　青葉山キャンパス）

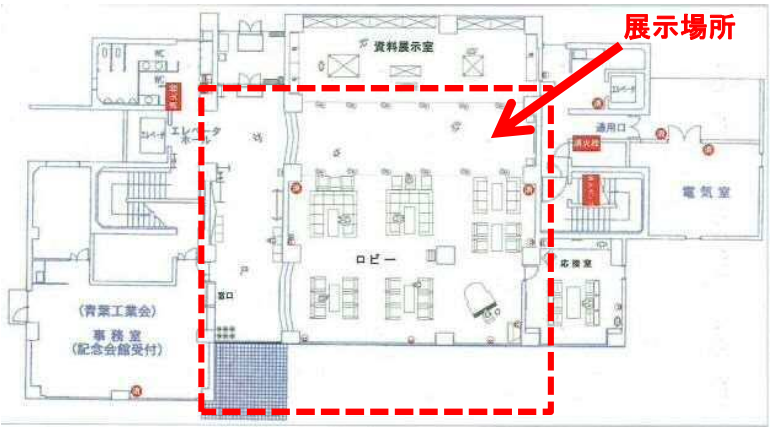


4. デモンストレーション　5／5

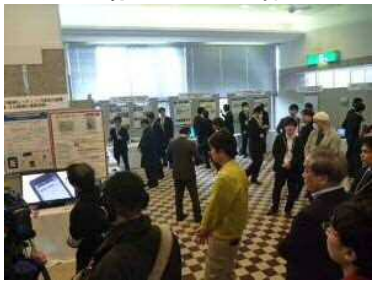
《動態・パネル展示》

（東北大学青葉山キャンパス　青葉記念会館）

（青葉記念会館1F　フロアレイアウト）



（会場の様子）



むすび

- 携帯電話は今や重要な社会基盤になっている．にもかかわらず・・・・3.11大震災では，携帯電話が役立つと思っていた人たちに失望を与えた
  - 信頼回復を目指したい
- 3.11大震災の教訓を踏まえ，壊れない・必ずつながる安全・安心な通信ネットワークを構築したい
  - 平常時にも使える通信ネットワークの開発が重要
- 重層的通信ネットワーク
  - 平常時は通常のブロードバンドサービスに加え各種行政サービス，地域情報発信に利用し，地域振興に活用（情報通信技術で災害に強い町づくりへの貢献）
  - 災害時に携帯電話が輻輳して利用できない場合も重層的ネットワークで地域住民の通信手段確保

スマホ de リレー

–圏外でも通信可能なデュアルモードアドホックネットワーク技術-

東北大学大学院情報科学研究科 教授

加藤 寧

スマホ de リレー

ー圏外でも通信可能なデュアルモードアドホックネットワーク技術ー

Introduction - Kato-Nishiyama laboratory

- Professors

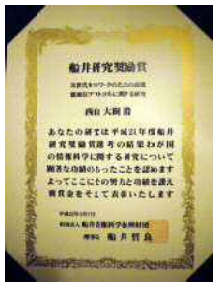
Prof. Kato

Assoc. Prof. Nishi

Assis. Prof. Zubair

Assis. Prof. Mostafa

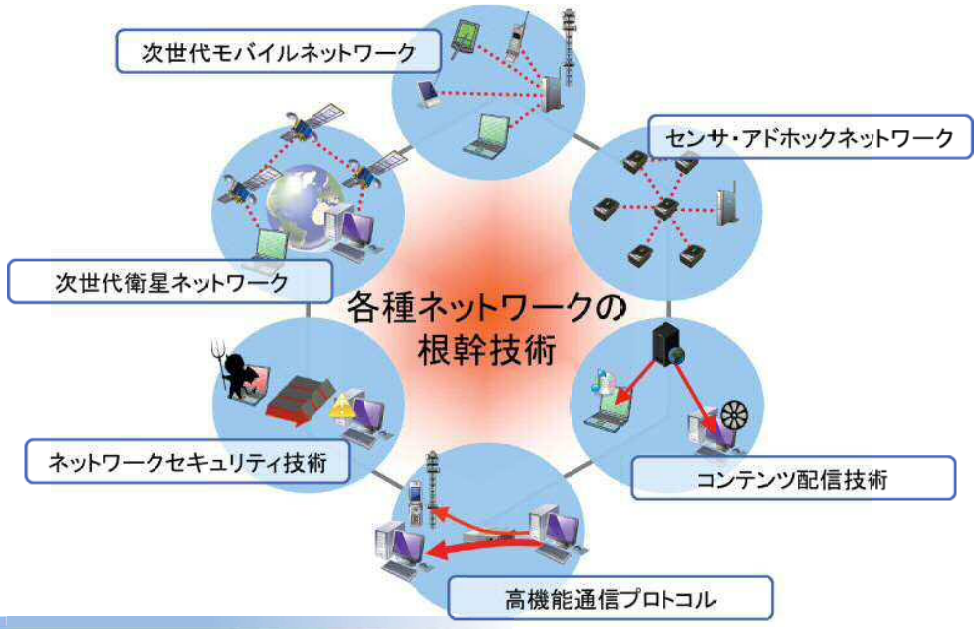
- Lab Members: 30
  - Postdoctor fellow: 2
  - Doctor course: 6
  - Master course: 11
  - Undergraduate: 4
  - Others: 7
- Countries
  - Japan, China, Egypt, Vietnam, Cameroon, Bangladesh, Thailand, Bahrain, Finland, Brazil



http://www.it.ecei.tohoku.ac.jp/

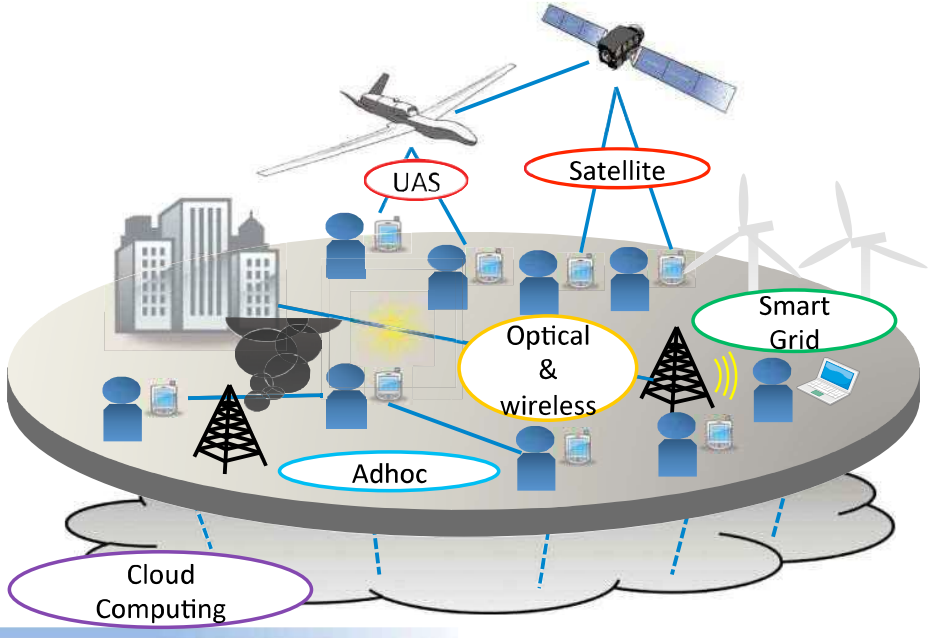
研究室の研究領域

- 多様な情報通信技術についての研究

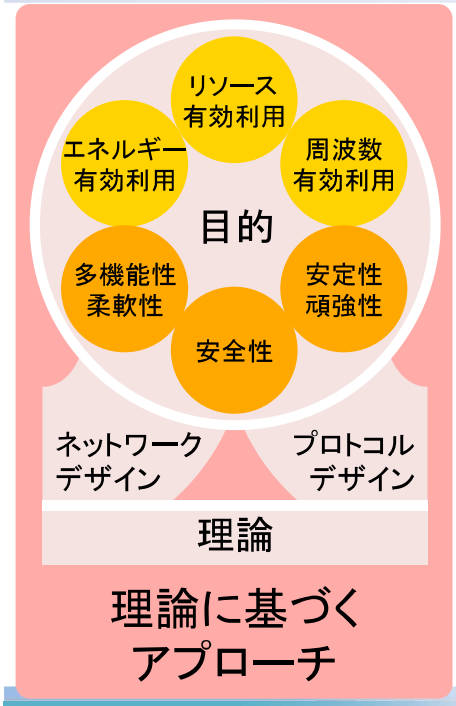


研究室の研究領域

- 多様な情報通信技術についての研究



研究方針と体制



研究室内体制
RG: Research Group

[RG1] 衛星ネットワーク

衛星センサシステム，階層型衛星，無人航空機

[RG2] モバイル・アドホック・センサネットワーク

MANET, DTN, D2D, M2M

[RG3] 光と無線の融合ネットワーク

FiWi，PON，WiFi, WiMAX, LTE-A, 無線メッシュ

[RG4] ネットワークアーキテクチャ・サービス

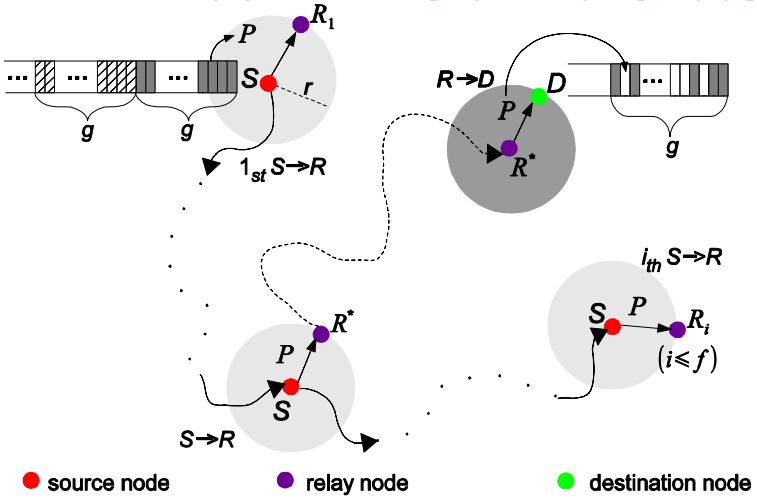
クラウド，分散ストレージ，SDN，オーバーレイ，P2P，CDN

[RG5] ネットワークとエネルギー

省電力，再生可能エネルギー，スマートグリッド

Flexible Delay Control

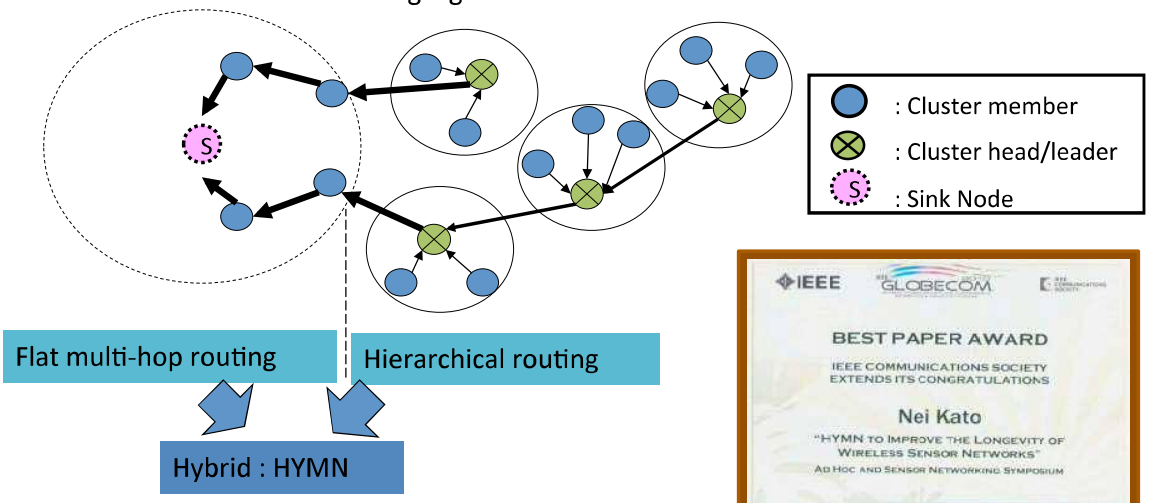
- 2HR-(f, g) routing
  - Redundancy≤ f
  - g = packets per group ("group size")



J. Liu, X. Jiang, H. Nishiyama and N. Kato, "Generalized Two-hop Relay for Flexible Delay Control in MANETs," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol20, no.6, pp.1950-1963, Dec. 2012

Example of Hybrid Multi-hop Routing

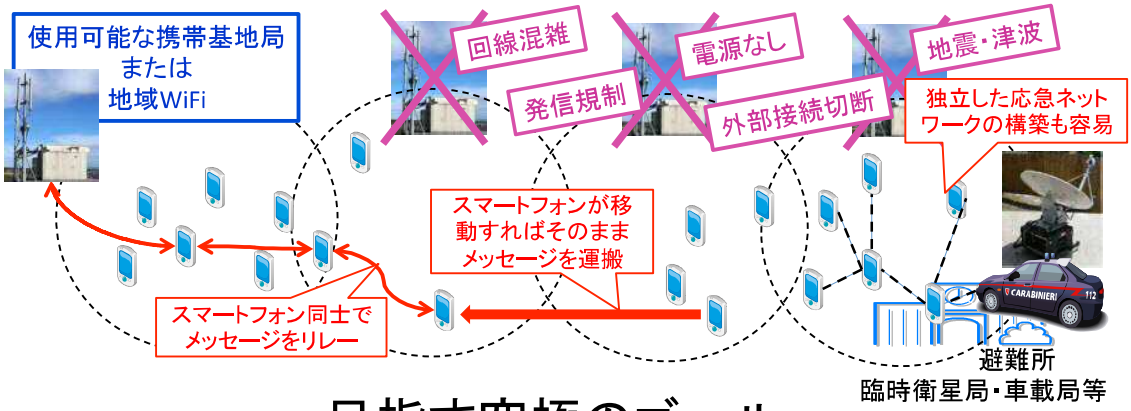
In short hybrid multi-hop routing is called HYMN*.
HYMN combines 2 routing algorithms : flat & hierarchical.



* Ahmed E.A.A. Abdulla, Hiroki Nishiyama, Jie Yang, Nirwan Ansari, and Nei Kato, "HYMN: A Novel Hybrid Multi-hop Routing Algorithm to Improve the Longevity of WSNs," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol.11, no. 7, pp. 2531-2541, Jul. 2012.

次世代の無線端末間通信技術

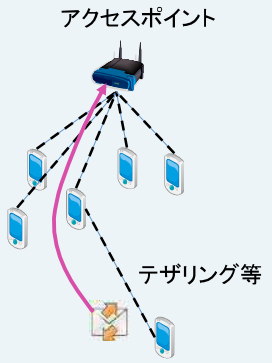
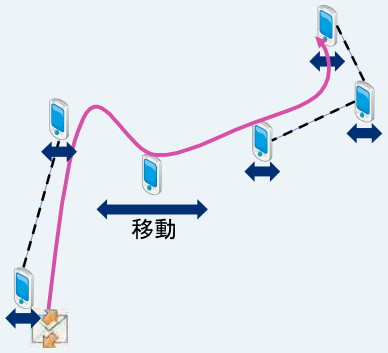
- 当面の目的
  携帯電話が圏外でもメッセージ送信を可能にする



目指す究極のゴール

「いつでも、どこでも、誰とでも、
簡単自由につくれるネットワーク」

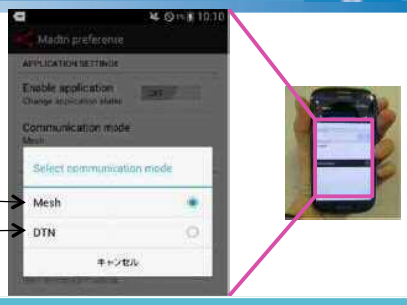
既に普及しているWiFiと何が違うのか？

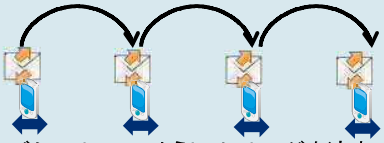
	現在主流のWiFiの使われ方	今回のWiFiの使い方
アクセスポイントは？	必要	不要(*1)
接続先は？	固定（同じ場所にとどまっている前提）	柔軟に変更可能
データのリレーは？	2ホップまで（たとえばテザリング）	マルチホップ可能
ネットワークの例		

(*1)全てのスマートフォンがアクセスポイント機能を持つと考えることも可能

技術的なキーアイディアは何か？

- 異なる2つのネットワーク形成技術の高度融合
  - モバイルアドホックネットワーク（MANET）
  - 遅延許容ネットワーク（DTN）



	MANET	DTN
メッセージ転送方法のイメージ図	経路をつくって、そこにメッセージを流す	 バケツリレーのようにメッセージを渡す
利点	メッセージがすぐに到達する	端末の接続（位置）関係が激しく変化する環境でも利用できる
欠点	端末の接続（位置）関係がほぼ一定の環境でないと利用できない	メッセージ到達までに時間がかかる

相補関係

何が凄いのか？

- 変化する状況に合わせて
  適切なネットワーク形成モードを
  自動的に判断して自動的に切り替え

世界初

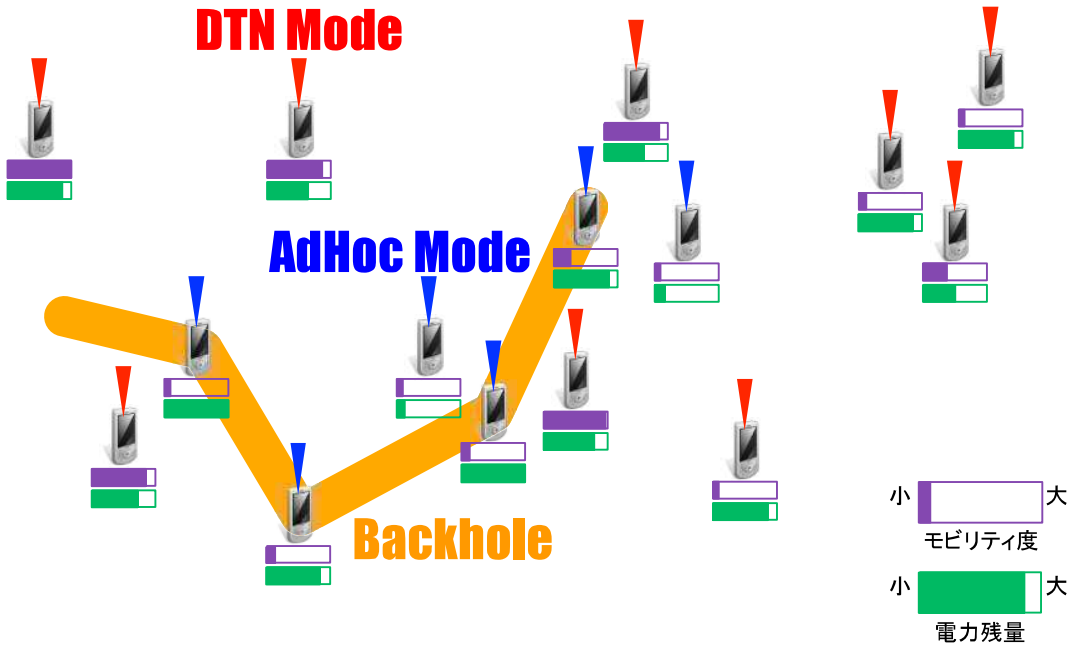
特許出願済

国際標準化
提案中

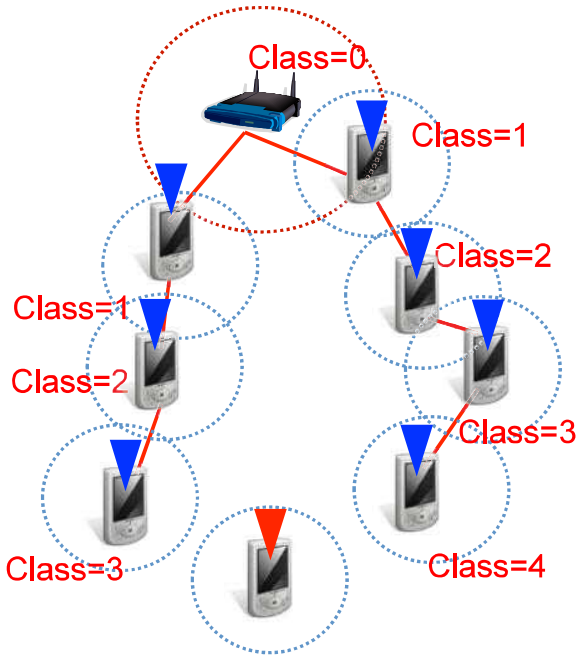
ユーザによる特別な操作は必要なし

- 判断の基準は？
  - 加速度センサ情報（スマートフォンの移動を検知）
    スマートフォンの移動が激しくなるとDTNモードに切り替え
  - 周囲の状況
    周辺に他のスマートフォンが存在しなければDTNモードに切り替え
  - 電池残量
    電池残量が少なくなるとDTNモードに切り替え(*2)

（例）ネットワーク形成モード選択

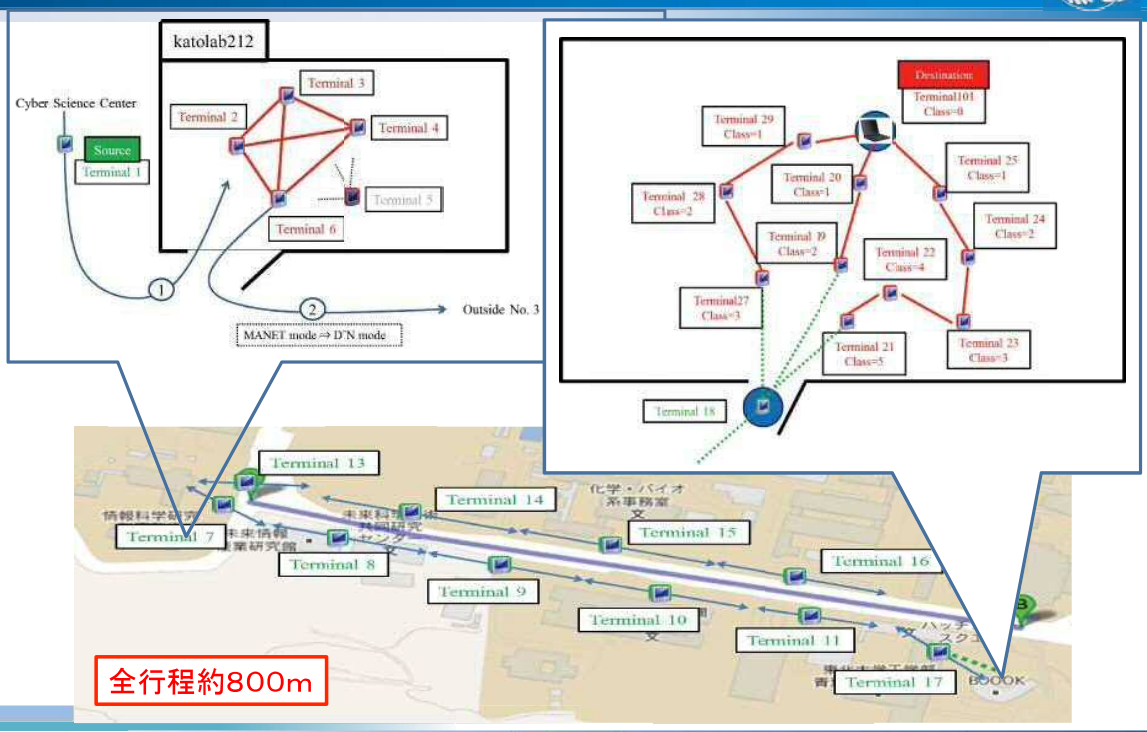


（例）宛先エリア合流時の通信効率化



２月８日および１８日の実験成果

2月8日の実験全体像



2月8日の実験成功の意義

- 2つのモードを高度融合することでスマートフォンのWiFiだけでメッセージを離れた場所までリレーすることが現実に可能であることを実証

スマートフォン27台という大規模実験は世界的に見ても初めて

- 技術的に確認できたこと
  - A) 加速度センサ情報に基づいたモードの自動切り替え
  - B) 3つ全ての組合せにおけるスマートフォン間の通信
    - 1) MANETモードとMANETモード
    - 2) MANETモードとDTNモード
    - 3) DTNモードとDTNモード
  - C) DTNモードのスマートフォンがMANETエリアに合流する際にメッセージの宛先に近いスマートフォンをリレー先として選択する機能

2月18日の実験全体像

2月18日の実験成功の意義

- WiFi のアクセスポイントやスマートフォンが溢れている市街地において、プロトタイプによるメッセージリレーが可能であることを確認

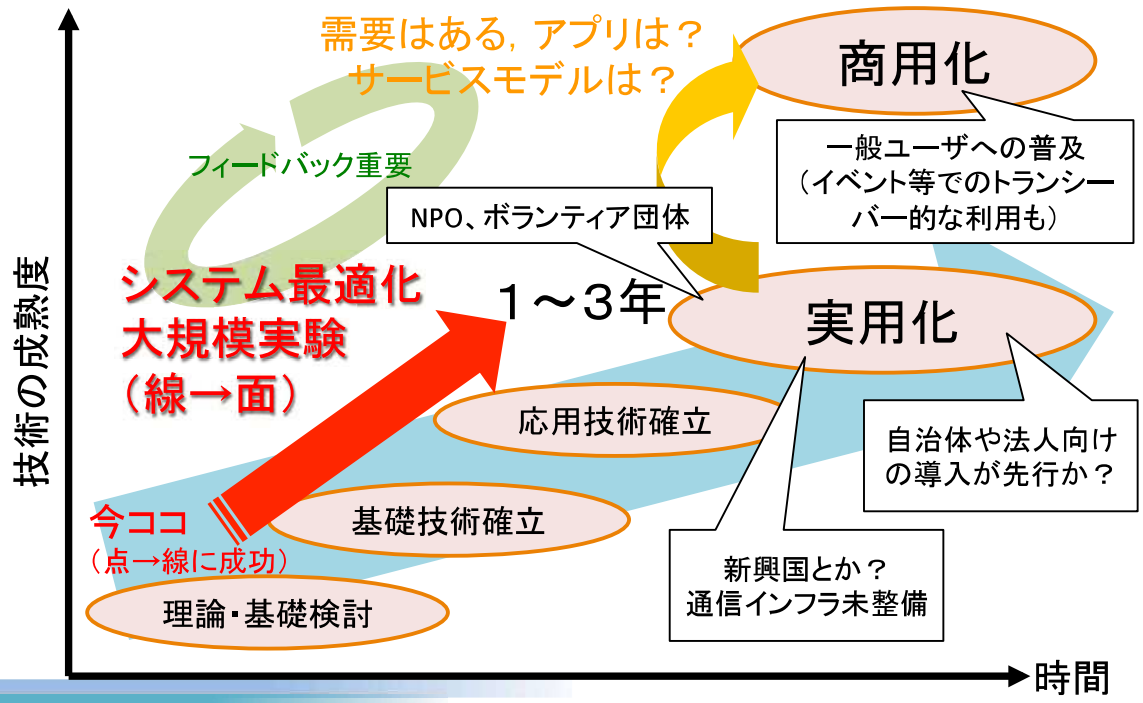
【注】電波の発信源（アクセスポイントやスマートフォン）が密集している地域では、WiFi によるマルチホップ通信は非常に困難であることが一般に知られているため、リレーができない可能性が懸念されていました。

- どのような場所でリレーに成功したのか？
  - A) 大通り・交差点・オフィス街
    1. 定禅寺通り（片側3車線、中央にケヤキ並木の遊歩道）
    2. 東二番町（片側4車線、中央分離帯あり）
  - B) 商店街アーケード（平日約4万人・休日約5万人の往来(*1)）
    1. クリスロード商店街（全長285m）
    2. ハピナ名掛丁商店街（全長200m）
  - C) 公園
    1. 勾当台公園（宮城県庁と仙台市役所に隣接、仙台市地域避難場所）
    2. 西公園（仙台市広域避難場所）

一般の反応（Twitterより）

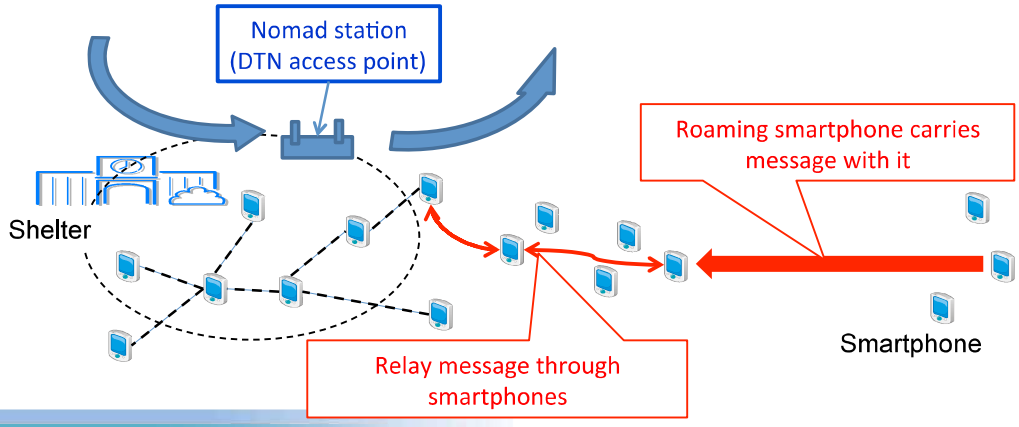
期待	・素晴らしい実験だな。ただ課題もまだありそうだ。今後に注目！ ・すごく応用の効く実証実験、いろいろ広がりそう ・一日も早く実現して欲しいです！ ・これって災害発生時に使えるシステムになるんじゃないかな？ ・災害ホットラインとしてはこういう技術も必要。
慎重	・電池くいそう ・これって肝心のandroid 端末の電源がネックになりそうな・・・ ・なんか激しくセキュリティ上の問題が出るような。 ・盗聴されたりしないのかな。
技術	・類似技術 MANET とかDTN とか懐かしい単語が… ・MANET にもいろいろある。どのプロトコルを使ったのか気になるな。 ・おぉ！これは無線LAN とP2P 技術の有効活用って事かな？ ・まるでUUCP のe-mail のよう。

まずは実用化に向けて

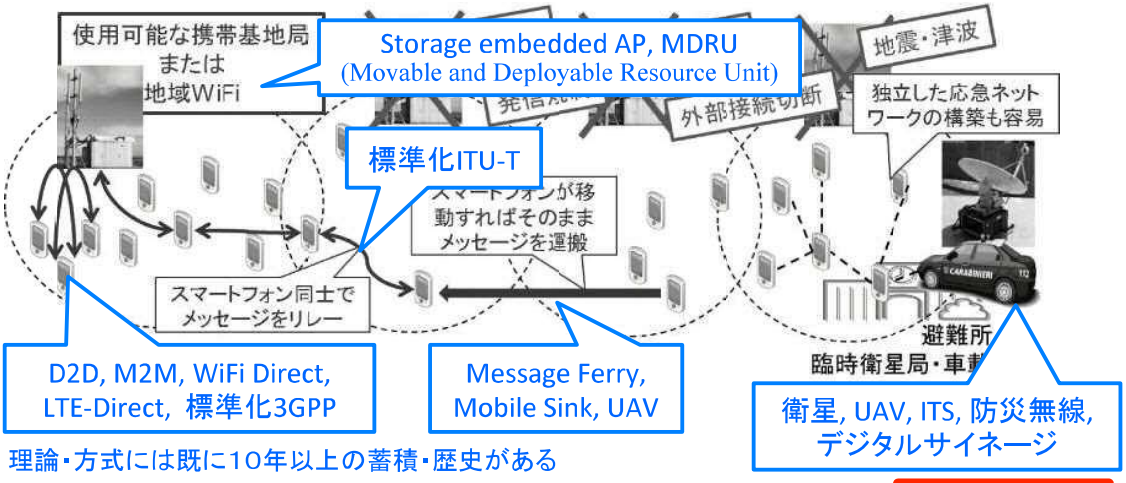


Contribution to ITU-T standardization

- ITU-T FG –DR&NRR
  - Focus Group on Disaster Relief Systems, Network Resilience and Recovery
- Input (May 21, 2013 @Thailand)
  - DR&NRR-I-105, “Message Transmission without Cellular Coverage”
  - DR&NRR-O-44, “Report of the fifth FG-DR&NRR meeting”
    - Use case
    - Network framework for DR&NRR



新たなイノベーションに成り得るか？



理論・方式には既に10年以上の蓄積・歴史がある

目指す究極のゴール
「いつでも、どこでも、誰とでも、簡単自由につくれるネットワーク」

つながるから
つくる
時代へ

屋外拡声システムによる
確実な災害情報伝達を目指して

東北大学電気通信研究所 教授

鈴木 陽一

屋外拡声システムによる確実な災害情報伝達を目指して

東北大学
電気通信研究所
大学院情報科学研究科
電気通信研究機構
鈴木陽一

防災行政無線と東日本大震災

- 防災行政無線（防災無線）とは
  - 国及び地方公共団体が災害情報の収集・伝達手段のために設置
  - 地域住民には屋外拡声装置（→）を主軸に情報を早く正確に伝達
- 東日本大震災における活用
  - 大津波警報を聞いた： 52%
  - 避難の呼掛を聞いた： 45%
  - 防災無線の音の聴取状況：
    - はっきり聞き取れた： 56%
    - よく聞き取れなかった： 20%
    - 覚えていない, 他： 24%

東日本大震災があらわにした課題

- 防災無線経由で情報を得た人は約半数
  - 20%は内容が聞き取れていない

↓

- いくつかの課題が顕在化
  - 停電で機能しなかった
  - 鉄塔の損壊（倒壊等）で拡声音が小さくなり内容が理解できなかった
  - 複数の拡声音が混合し内容が理解できなかった
  - それらの結果，津波等に適時・的確に対応できなかった人が少なくない

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

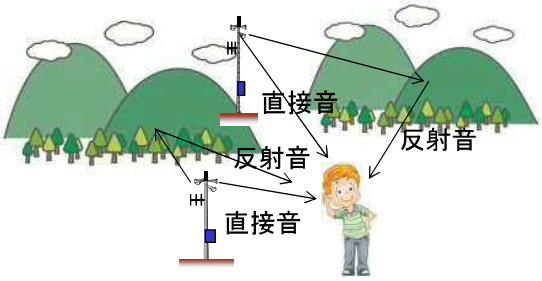
屋外における音声了解度阻害の最大要因＝「ロングパスエコー問題」

- 屋外では複数のスピーカタワーから，遅れが数100ミリ秒から数秒に及ぶ音（ロングパスエコー）が到来し，時間差の大きく異なる音声が重なる

↓

- このロングパスエコーは，複数の防災無線タワーからの混合音の聴取を阻害する最大要因
  - しかし，世界的に，その具体像はほとんど知られていない

- エコーとは？
  - 同じ音声が2つ以上に分離して聴こえ，聴きにくくなること
  - 音源が複数あったり，音が反射したりすると発生



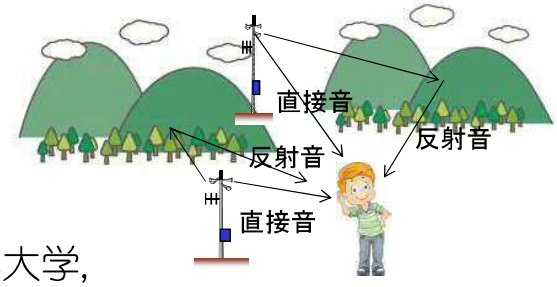
同じ音が，大きな遅れを持って四方から到来　→ききづらい！

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

ロングパスエコーの実態解明

- 屋外におけるロングパスエコーの音声聴取阻害特性を明確化するには，その物理特性の把握が不可欠

- 電気通信研究所の共同プロジェクト(U)により自前の研究を開始
  - 2011年7月
  - 東北大学，神戸大学，熊本大学，日東紡音響エンジニアリング等からなる産学連携チーム



同じ音が，大きな遅れを持って四方から到来 →ききづらい!

Suzuki Laboratory

東松島市における現地計測(2011. 11. 2)

- 目的：屋外遠距離音響伝達関数の測定

∵伝達関数は全ての基本!

  - 信号源として，弾着音，時間引延しパルス(チャープ信号)，バンドノイズを使用し比較検討

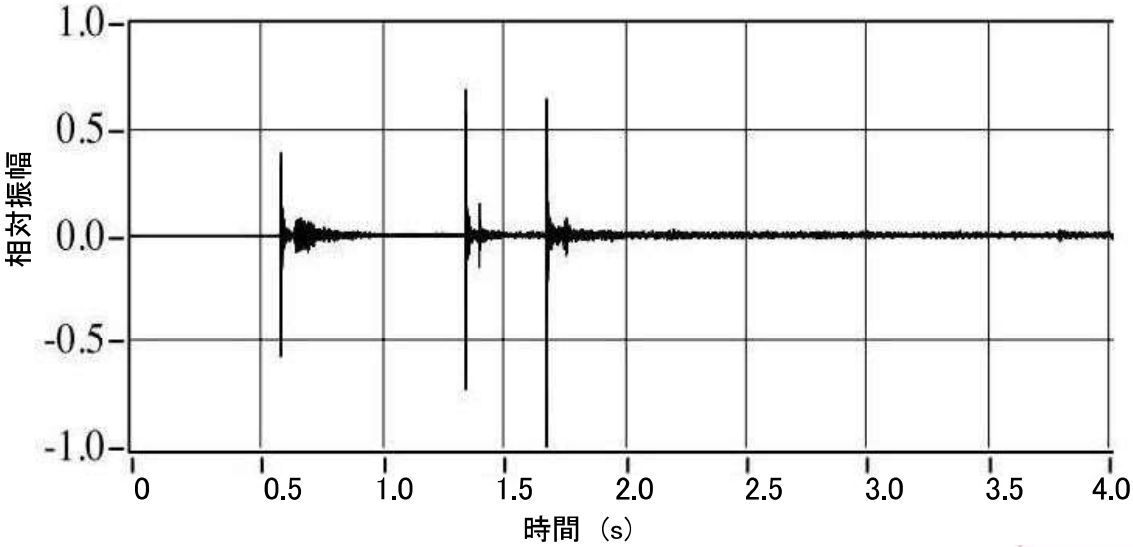
Suzuki Laboratory

東松島市で実測した防災無線の3子局

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

複数子局からの音出力混合状況の検討

- 3つの子局から同時に音が放射されたときのインパルス応答（ピーク値で基準化）



実測したインパルス応答と畳み込んだ音節

- ある測定点で計測されたインパルス応答
- 音節1
  - ドライソース
  - インパルス応答を畳み込んだもの
- 音節2
  - ドライソース
  - インパルス応答を畳み込んだもの

- さらに研究が必要!
  - そこに, 総務省2011年度第3次補正予算のお話が

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

平成23年度3次補正予算

多様な通信・放送手段を連携させた多層的な災害情報伝達システムの研究開発

NTT データ, NTT ドコモ, マスプロ電工,
東北大学, 日東紡音響エンジニアリング

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

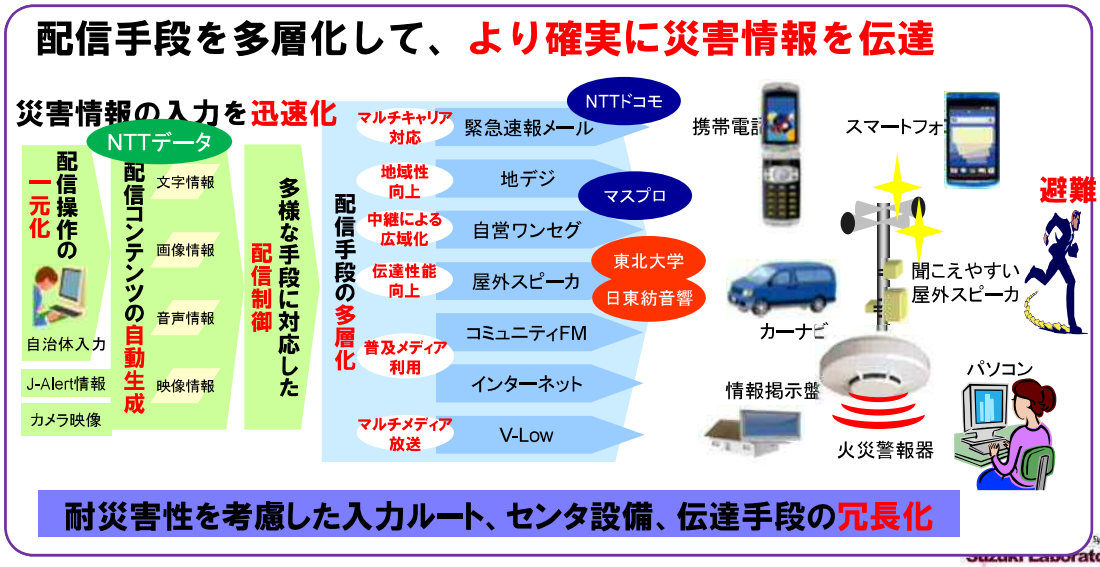
激甚災害においては多様な手段を組み合わせた多層的な災害情報伝達が重要

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

目 標

自治体から住民に対し迅速・確実な災害情報伝達を実現

- 自治体の入力から、住民の受信までの一貫した仕組みを視野に入れた研究開発



Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

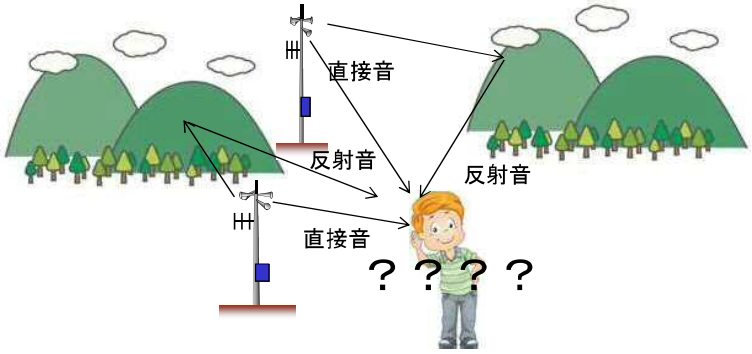
災害情報を確実に伝達するための音響チームの役割

屋外拡声システムの高度化

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

音響工学的に取り組むべき課題

1. 長距離音伝搬インパルス応答の測定法と推定法
2. ロングパスエコーの音声聴取の影響・推定法
3. 指向性合成信号処理とシステム間の連携技術
4. 使用語彙指針と，音声に頼れない場合の技術開発
5. 伝達関数推定と性能評価指針に基づくサービスエリア設計技術



Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

ロングパスエコーの音声聴取への影響

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

ロングパスエコーの音声聴取への影響（実験1）

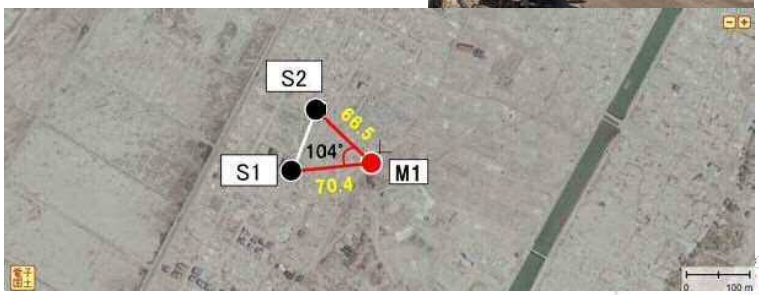
- どの程度聴きにくいのか?
  - 試験文を提示し、正しく回答された割合で客観的に評価
  - 試験文例:「茶の湯が日本人の美意識を決定づけた」
- 現場実験:東松島市肘曲

- 拡声装置から200m, 500m地点で了解度試験を実施
- 拡声装置数:2
- エコーは先行音と同じ大きさ
- 東松島で実測したインパルス応答を考慮

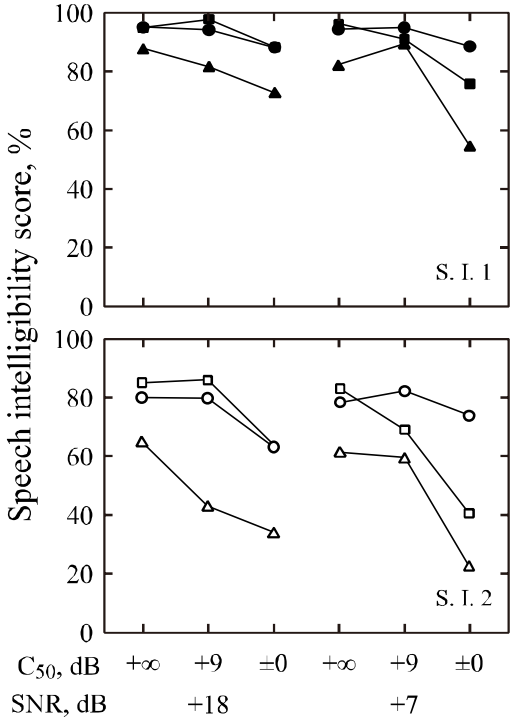
Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

音の到来方向と妨害音の影響（実験2）

- 実験現場：仙台市若林区荒浜地区
- 実験条件
  - 残響音：実験1の聴取点の残響音を付加（C50で+9dBと0dB）
  - 後続音の遅れ時間：0, 150ms
  - スピーカ： TOA TH-50D30（既設）
- 被験者
  - 11名の大学生



音の到来方向と妨害音の実験結果例（実験2）



- 先行音と後続音の到来方向が異なった場合は，先行音のみの場合とほぼ同様の了解度が得られる
- 先行音，開き角の有無に関係なく，SN比の影響はそれほどない
- 残響音が多いほど文章了解度が低下

without following sound
with following sound from the same direction
with following sound from the different direction

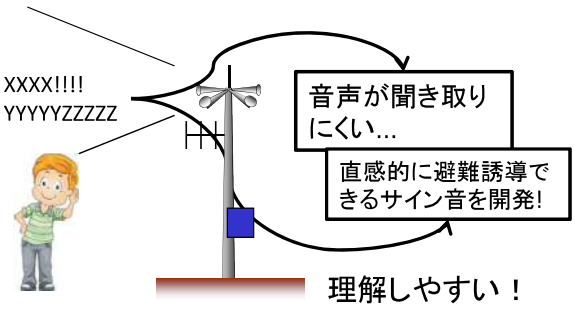
Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

重大な事象の発生を伝えるサイン音の開発

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

サイン音の必要性

- 音声の了解度を確保できない場所の発生は不可避
  - 音声了解度が得られないエリアでも，大津波のような重大な事象を警報を伝えることが必要
  - 音声の理解に頼らずに警報を認識できる音が必要
  - そのため「サイン音」を開発



Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

屋外おけるサイン音の設計

- サイレンは極めて多義
- 最終的候補を定めるため，従来のサイン音に関する研究も参考に，予備的な候補音を8種作成
  - 考慮した要因
    - 繰り返し時間感覚
    - 周波数スイープの有無
    - 和音の種別，など
- 具体例
  - 繰り返しのある音：
  - スイープが主体の音：
  - 分散和音的な音：

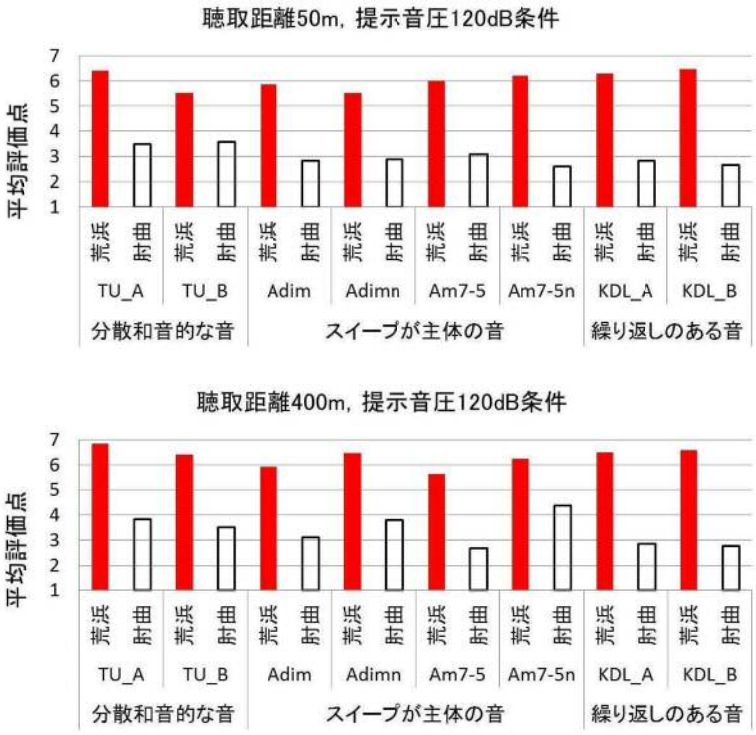
Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

屋外におけるサイン音の比較評価実験

- 屋外フィールドにて候補音の認識特性を評価
  - 聴取点：音源から50～400 m
  - エコーパターン
    - エコーなし
    - 実測（東松島市肘曲）のエコーあり
  - 実験参加者
    - 若年者10名，年配者5名

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

屋外比較評価実験の結果（近距離と遠距離条件）



- エコーがある場合の評価が低い
- 聴取距離が音の認識に影響を与える
- 広帯域に成分を待つ音(Adim(n), Am7-5(n)) ほど，聴取距離に関係ない評価が高い

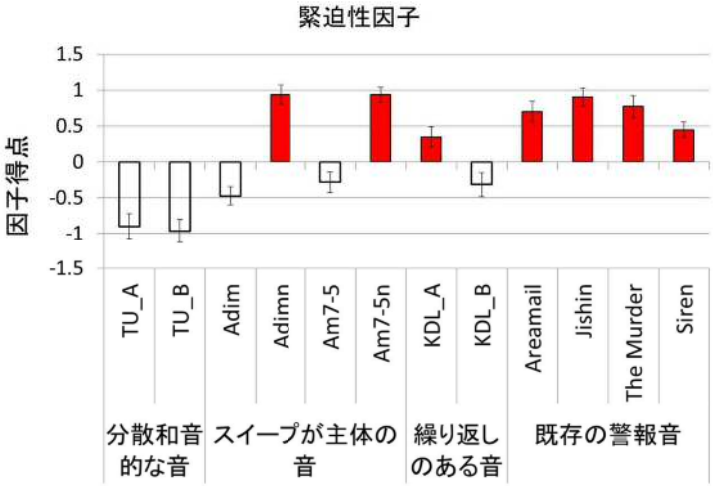
Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

サイン音の印象評価室内実験

- 実験条件
  - 音源
    - 制作した8つの候補音
    - NTTドコモ提供のエリアメールの緊急地震速報（Areamail）
    - NHK緊急地震速歩のチャイム音（Jishin）
    - 映画「サイコ」（1960年）の殺人シーンの背景音（The murder）
    - サイレン音（Siren）
  - 提示条件（スピーカにて60dBで提示）
    - 原音
    - 反射条件：150msの遅れ時間を付けて重畳して出力
    - 距離減衰条件：距離減衰を模擬した音（400m）
- 被験者
  - 20名の大学生及び大学院生

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

因子分析の結果（緊迫性因子）

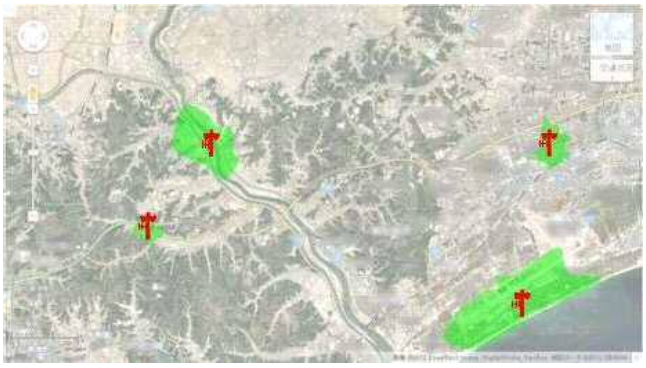


- スイープ主体の音に，数倍の倍音成分を加えた音ほど緊迫性を強調させる
- 繰り返しのある音ほど，緊迫性の向上に貢献できる

最終候補音を選定

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

伝達関数推定と性能評価指針に基づくサービスエリア設計



Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

防災無線スピーカの配置

- 現段階では，伝達される音の強さ（音圧レベル）の極めて簡易な予測（単純な距離減衰）のみに基づいて設置されている．
- 音声の伝達特性の影響を及ぼすと考えられる，地形の影響が考慮されていない．

確実に情報を伝達できるエリアの把握・予測にもとづき，機器を適切に設置することが必須

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

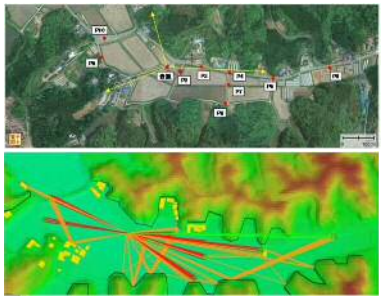
音声伝達特性のシミュレーション技術

- 音声の品質を予測するためのシミュレーションとは？
  - これまで「騒音伝搬シミュレータ」は多く存在する
    →音の大きさ（エネルギー）のみ問題とする
  - 音声品質の予測には，反射音の時間遅れ情報等を含む時系列応答特性（インパルス応答，エコータイムパターン）が必須
    → 音楽ホールの音響シミュレータと類似した，波形情報（位相情報）も含むシミュレータが必要
- 地形や建物の影響を含めた音響伝達関数のシミュレーション技術を開発

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

屋外拡声システムの音声品質予測イメージ

音声伝達シミュレーション技術



＋

音声品質の予測
（音声伝達特性と環境騒音から，音声了解度を予測する技術）

- 良好な音声了解度が得られるエリアが予測可能に！
- 更に，音声了解度が低くともサイン音は認識可能なエリアの予測も

災害情報を音声で明瞭に提供できるエリア

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

音声伝達特性からの音声品質の予測

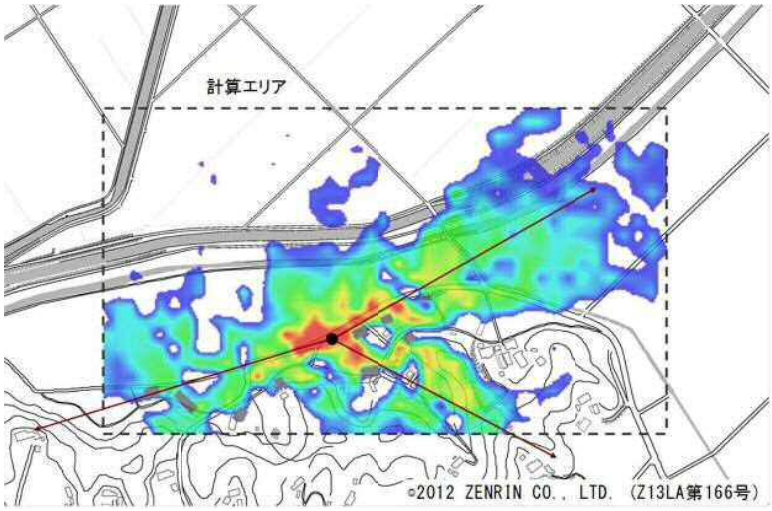
- STI（Speech Transmission Index）による音声了解度予測に加え，より簡便な評価量の利用を模索
  - Ū50：反射音（エコー）を等価的雑音とみなして影響を評価
- 以上の予測技術と我々の音声了解度実験結果を総合して音声品質を予測
  - STIが0.6以上，あるいはŪ50が6dB以上
    → 単語了解度80%以上

<u>音声で情報をサービスできるエリアが明確に</u>

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

音声による伝達サービスエリア（算出例）

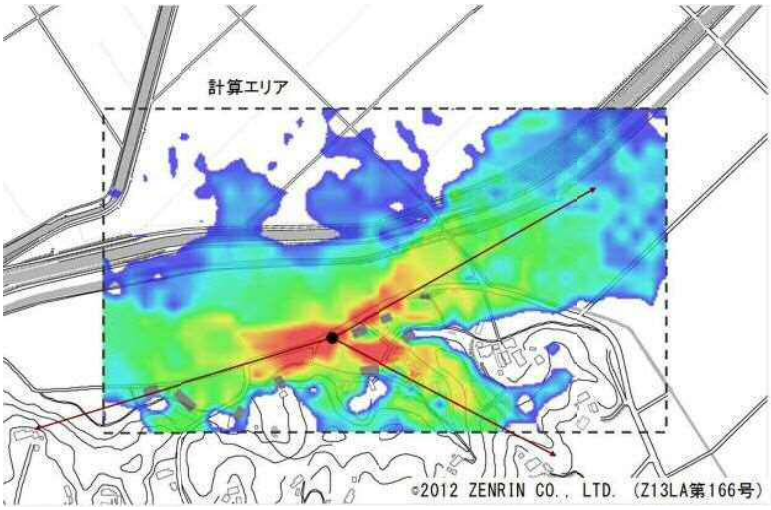
- Ū50≧6dBの領域 ⇒ 高い音声了解度が得られる



Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

サイン音の伝達サービスエリア（算出例）

- SN比≧6dB, A特性音圧レベル≧60dBの領域
  ⇒ サイン音が良好に認識できる



Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

まとめ

- 震災後, 屋外拡声システムの問題が露呈
  - そこで震災後H23年7月から自前の予算で研究を開始
- 総務省の平成23年度3次補正予算によるプロジェクトによりさらなる研究を推進
- 今後, 更に研究を進め, 我々の持つ力を
  - 防災行政無線に代表される屋外拡声装置を経由した災害情報伝達システム高度化のために そして,
  - 既存の防災無線の有効な活用のために

  早期に役立てたい

- どこでもだれにでも, 津波のように差し迫った災害の的確な到来警報の伝達を可能に！

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

謝辞

- 2011年の研究
  - 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究(U)による
- 2011年3月～現在の研究
  - 平成23年度第3次補正予算による情報通信技術の研究開発⑩「多様な通信・放送手段を連携させた多層的な災害情報伝達システムの研究開発」による
- 音響グループの研究チーム構成
  - 東北大学: 鈴木陽一, 齋藤文孝, 岩谷幸雄(H23), 森本政之(H24), 坂本修一, 崔正烈
  - 神戸大学: 森本政之(H23), 佐藤逸人
  - 熊本大学: 宇佐川毅, 苣木禎史
  - 東北学院大学: 岩谷幸雄(H24)
  - 日東紡音響エンジニアリング: 高島和博, 青木雅彦
  - 他の協力者: 佐藤洋(産総研), トムラシステム(H23), TOA(H24)

Acoustic Information Systems
Suzuki Laboratory

防災・減災に資する
次世代スーパーコンピュータの
開発を目指して

東北大学サイバーサイエンスセンター長

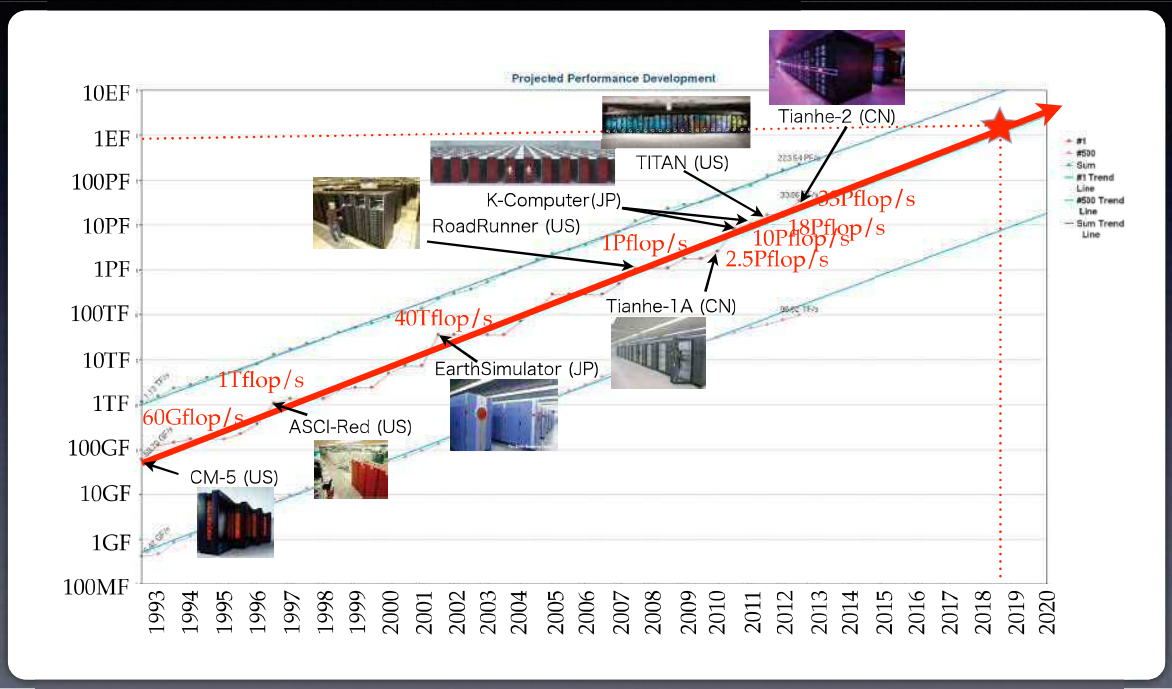
小林 広明

防災・減災に資する次世代スーパーコンピュータの開発をめざして
～身近で使い易いスパコンを求めて～

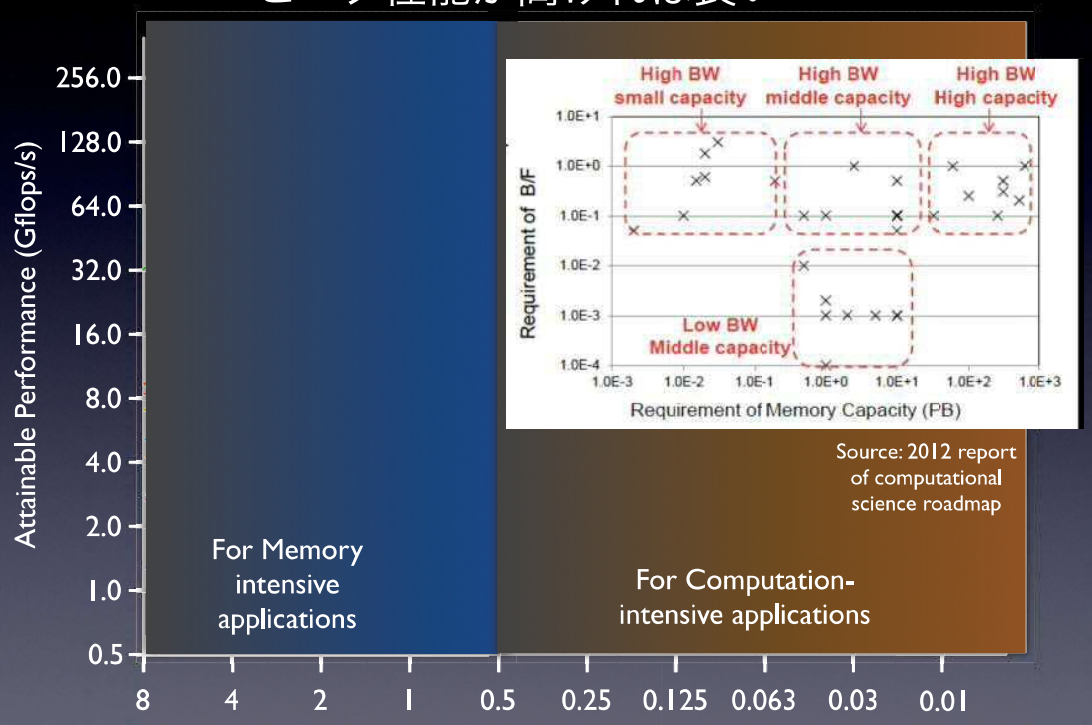
小林広明
東北大学サイバーサイエンスセンター
koba@isc.tohoku.ac.jp

2013年7月23日
東北大学電気通信研究機構シンポジウム

TOP500をめぐる日米中のスパコン競争



スパコン関する過信と落とし穴！？
～ピーク性能が高ければ良い～



Source: 2012 report of computational science roadmap

防災・減災シミュレーションが求める性能要件

- **地震・津波・気象・気候等のアプリケーションに必要なスパコンの性能・機能**

  地震・津波計算や気象・気候に関わるアプリケーションは，連続体流体力学の計算が中心であり，いずれも演算量に対して相対的に物理変数が多く，スパコンとして特有な性能が求められる．

  1) 演算性能に対するメモリバンド幅比が1B/F 以上の**高いメモリバンド幅と大容量のノードメモリ**

  2) リアルタイム解析においては，ファイルシステムや外部とのデータのやりとりの高速化

1. 速度変数のアップデート

$$\dot{u}_p^{n+1/2} = \dot{u}_p^{n-1/2} + \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \sigma_{xp}^n}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yq}^n}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{zq}^n}{\partial z} + f_p^n\right)\Delta t$$

東京大学　古村孝志教授の地震コードの解析による

Load=84Bytes, FLOPs=32 →**メモリアクセス密度Bytes/FLOP=2.6**

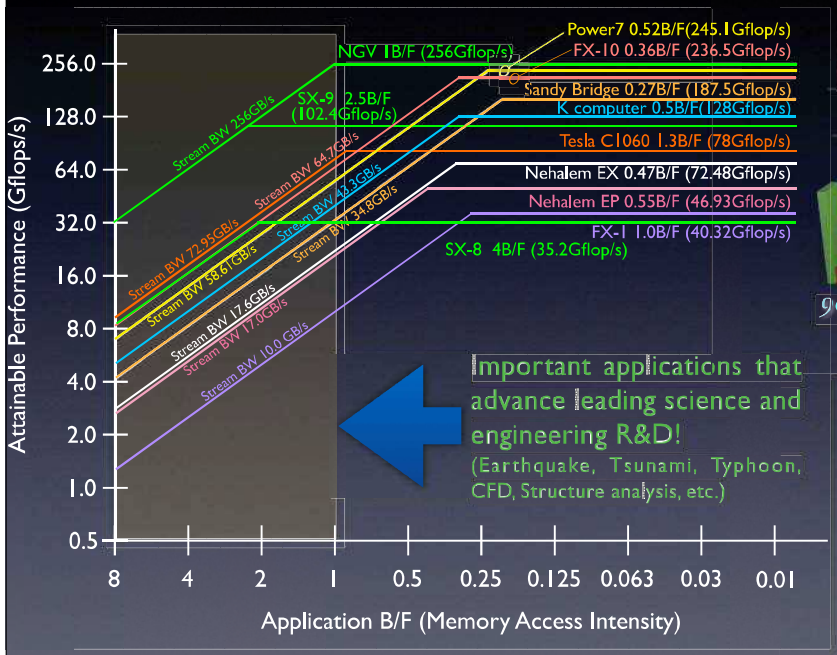
2. 応力変数のアップデート（非弾性体）

$$r_{xsl}^{n+1/2} = r_{xsl}^{n-1/2} - \frac{1}{\tau_\sigma}\left[r_{xsl}^{n-1/2} + \left((\lambda+2\mu)\left(\frac{\tau_{el}^p}{\tau_{sl}} - 1\right) - 2\mu\left(\frac{\tau_{el}^s}{\tau_{sl}} - 1\right)\right)\left(\frac{\partial \dot{u}_x}{\partial x} + \frac{\partial \dot{u}_y}{\partial y} + \frac{\partial \dot{u}_z}{\partial z}\right) - 2\mu\left(\frac{\tau_{xz}^s}{\tau_\sigma} - 1\right)\left(\frac{\partial \dot{u}_y}{\partial y} + \frac{\partial \dot{u}_z}{\partial z}\right)\right]\Delta t$$

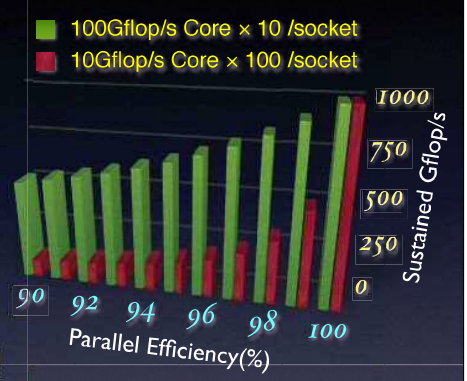
$$\sigma_{xx}^{n+1} = \sigma_{xx}^n + \left[\left((\lambda+2\mu)\left[1 - \sum_{l=1}^{L}\left(1 - \frac{\tau_{el}^p}{\tau_{sl}}\right)\right] - 2\mu\left[1 - \sum_{l=1}^{L}\left(1 - \frac{\tau_{el}^s}{\tau_{sl}}\right)\right]\right)\left(\frac{\partial \dot{u}_x}{\partial x} + \frac{\partial \dot{u}_y}{\partial y} + \frac{\partial \dot{u}_z}{\partial z}\right) + 2\mu\left[1 - \sum_{l=1}^{L}\left(1 - \frac{\tau_{el}^s}{\tau_{sl}}\right)\right]\left(\frac{\partial \dot{u}_y}{\partial y} + \frac{\partial \dot{u}_z}{\partial z}\right) + \sum_{l=1}^{L} r_{xsl}^{n+1/2}\right]\Delta t$$

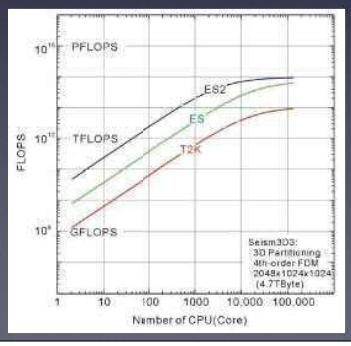
Load=176Bytes, FLOPs=169　　→**メモリアクセス密度Bytes/FLOP=1.0**

スパコン関する過信と落とし穴！？
～数があれば解決する～



Important applications that advance leading science and engineering R&D!
(Earthquake, Tsunami, Typhoon, CFD, Structure analysis, etc.)

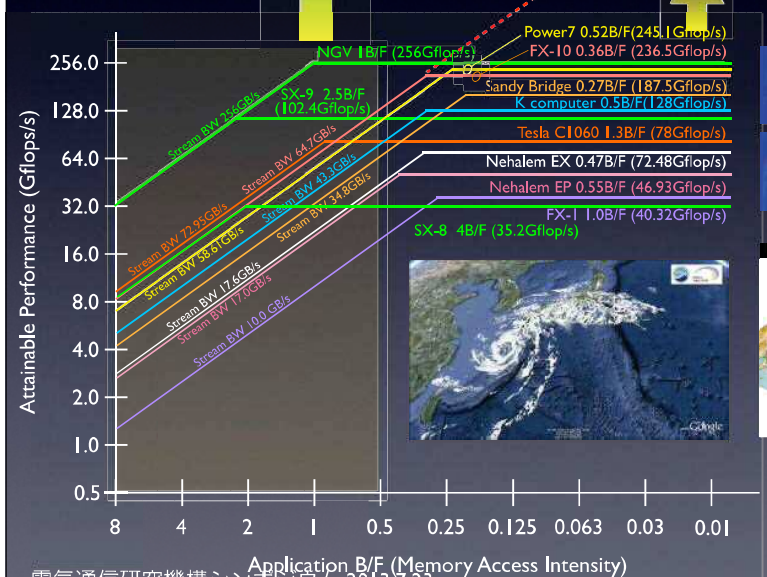


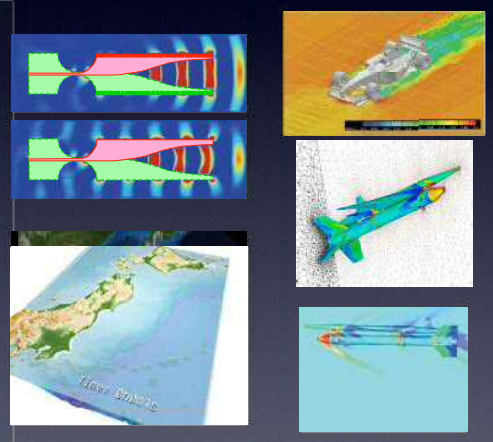


そろそろアプリ不在のスパコンピーク競争に終止符をうちませんか？！
～脳梗塞スパコンからの脱却を目指して～

Covering wide-area applications needs balanced improvement both in flop/s and BW!

Limiting Applications when only flop/s improved!





Important applications that advance leading science and engineering R&D need memory BW as well as Flop/s!

東北大HPCI FSチームが目指すところ

★ 2020年頃に解決が求められる社会的・科学的課題の明確化とその解決のためのアプリケーションの検討・開発ロードマップの策定

- 自然災害，とりわけ地震津波による災害軽減を目指すため，沿岸データを使用したリアルタイム津波予測・地震シナリオを含む津波ハザード予測・地震津波に伴う複合被害予測・集中豪雨等を含めた都市災害と避難の予測といった課題に取り組む。
- 我が国の産業界の国際競争力の維持・強化のために必要な先端ものづくりを実現するための課題に取り組む

✓ 自然災害に対する防災・減災，および先進ものづくり分野での社会的・科学的課題の明確化

✓ ターゲットアプリケーションの実行に適したHPCI システムの機能・性能要件の明確化

✓ システム評価用ベンチマーク開発

★ 幅広い応用分野で高い実効性能を実現するHPCIシステムの実現を目指し， ピーク演算性能とバランスのとれた高メモリバンド幅を有するHPCIシステムの検討・開発ロードマップの策定

- 特に，高メモリバンド幅を必要とする，地震・津波，集中豪雨など都市災害の被害予測と避難予測に不可欠なアプリケーションがHPCIシステムに必要とする性能・機能を明らかにし，その実現のためのアーキテクチャおよびデバイス技術の検討を通じて，2018年頃にシステムを実現するための開発ロードマップの策定を行う。

✓ ターゲットアプリケーションの性能要件（例えば，1B/F以上のメモリバンド幅・演算スループット比）を低消費電力で実現するためのアーキテクチャの調査研究

✓ 大容量・低消費電力・階層型メモリサブシステムアーキテクチャ検討

✓ アーキテクチャ，およびデバイスレベルでの低消費電力技術や耐故障技術と，OS,アプリケーションが協調してその効果の最大化を可能とするシステムソフトウェア技術の検討

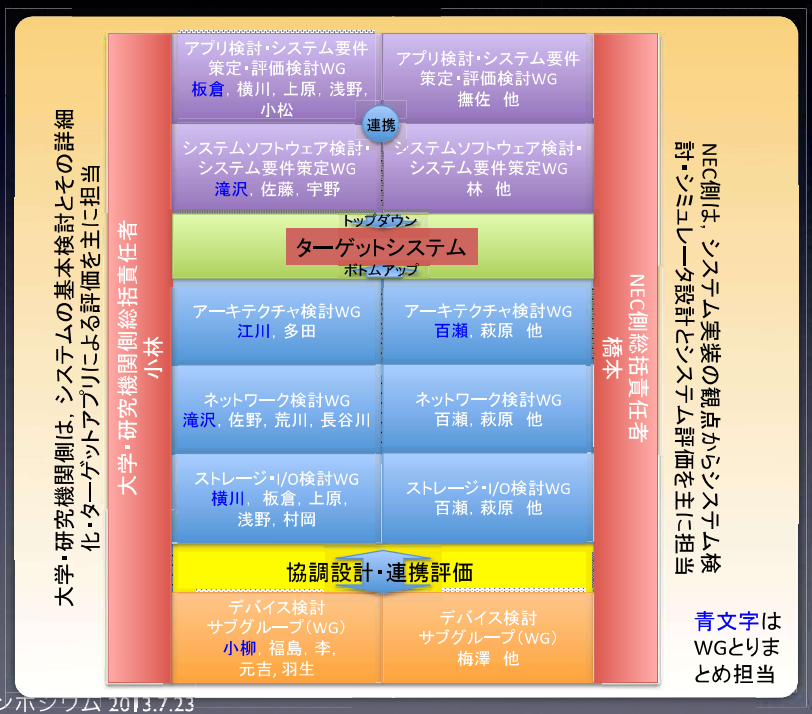
✓ オフラインシミュレーションの高速化に加え，様々な時間制約の中でリアルタイムシミュレーションを実現する上で必要な将来のHPCIシステムが備えるべき機能・性能の明確化

✓ ターゲットアプリケーションによるシステムの評価と2018年頃の実現を目指す開発ロードマップの策定

研究開発体制

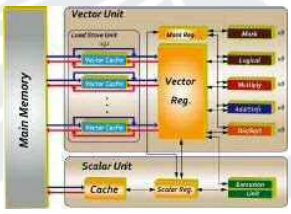
アプリ・システム・デバイス三位一体でスパコンを再設計!

システム検討サブグループ・デバイス検討サブグループ

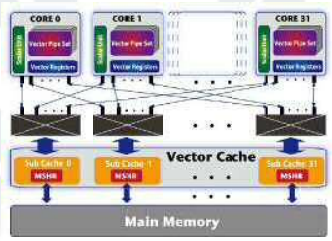


システム実現のための要素技術その1：東北大学が取り組む先進アーキテクチャ技術

ベクトルキャッシュ

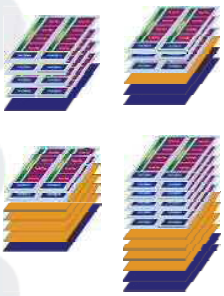


チップマルチコア
ベクトルアーキテクチャ（CMVP）

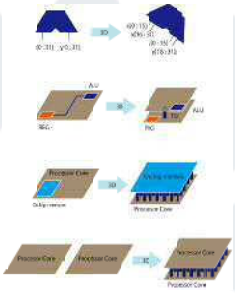


低消費電力指向
ウェイ適応型キャッシュ

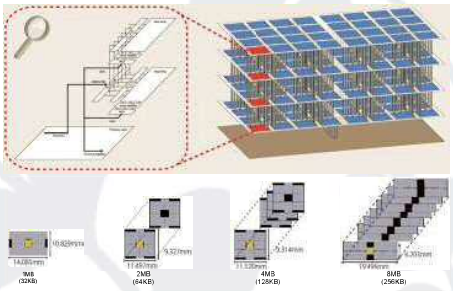
3次元積層型CMVP



多粒度3次元積層技術



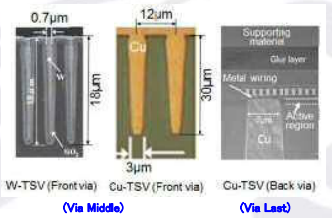
3次元積層型キャッシュメモリ



(SC09, SC10, ICCD2010, 3DIC2009, 2010, 2011, IPSJ Trans.2011, HiPEAC Trans.2011, COOLCHIPS2012)

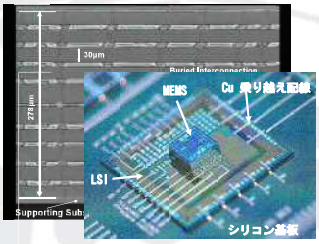
システム実現のための要素技術その2：東北大学が取り組む先進デバイス技術

東北大学が開発した微細TSV技術



M. Koyanagi et al., SSDM 2001　M. Koyanagi et al., IEEE 3DIC 2009

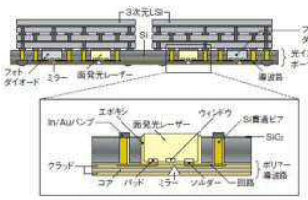
10層積層 3D メモリのSEM断面観察写真



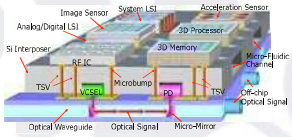
K-W Lee, M. Koyanagi et al., 3D-IC, Sept. 28, 2009

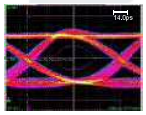
セルフアセンブリーを用いた三次元LSIの製作工程

面発光レーザー(VCSEL)埋め込み光インターポーザへの光電子集積システム・オン・チップの試作設計



3D ヘテロ集積マルチチップ・モジュールの試作設計



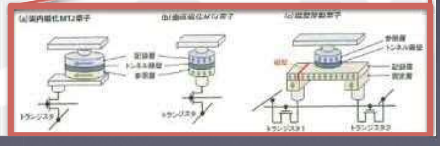


Eye pattern of output signal

10-Gbps data transmission was confirmed

スピントロニクス不揮発メモリR&D

	SRAM	DRAM	PRAM	ReRAM	FeRAM	MRAM	SPRAM	DWM-MRAM
不揮発性	×	×	○	○	○	◎	◎	◎
高速動作	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎
低電力動作	○	◎	△	△	◎	◎	◎	◎



アプリケーション検討サブグループ

リーダー　金田　義行　　取りまとめ　渡邉　國彦

地震検討グループ
- 堀　高峰　（Jamstec）
- 兵藤　守　（Jamstec）
- 堀　宗朗　（東京大）
- 古村　孝志（東京大）
- 市村　強　（東京大）
- 豊国　源知（東北大）

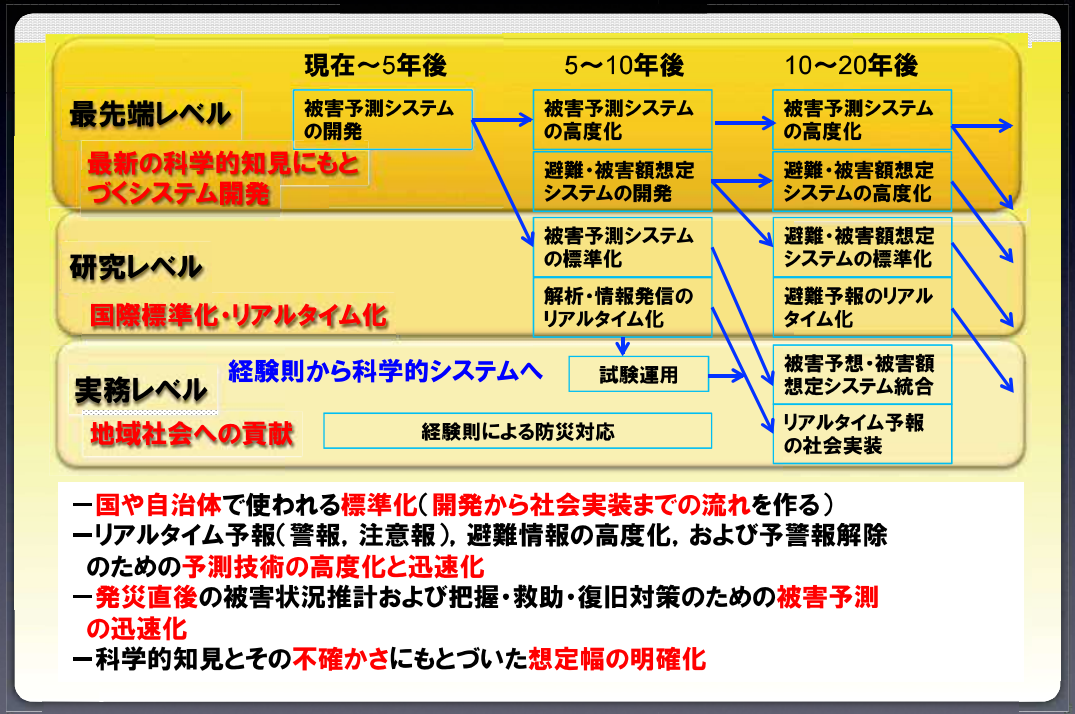
津波検討グループ
- 今村　文彦（東北大）
- 越村　俊一（東北大）
- 寺田賢二郎（東北大）
- 有川　太郎（Pari）
- 阪口　秀　（Jamstec）
- 西浦　泰介（Jamstec）

流体検討グループ
- 山本　悟　（東北大）
- 中橋　和博（JAXA）
- 佐々木大輔（金沢工大）
- 高橋　俊　(東京農工大)
- 松岡　浩　（東北大）

気象検討グループ
- 高橋　桂子　（Jamstec）
- 石川　洋一　（Jamstec）
- 木田　新一郎（Jamstec）

社会的課題(1/2):
自然災害に対する科学的な予測

科学的知見による予報・被害想定のシステム化



- 国や自治体で使われる標準化(開発から社会実装までの流れを作る)
- リアルタイム予報(警報，注意報)，避難情報の高度化，および予警報解除のための予測技術の高度化と迅速化
- 発災直後の被害状況推計および把握・救助・復旧対策のための被害予測の迅速化
- 科学的知見とその不確かさにもとづいた想定幅の明確化

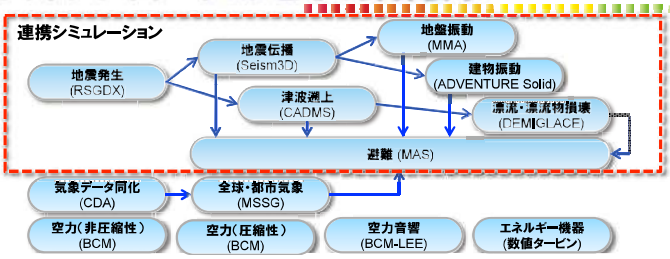
アプリケーションが求めるシステムの実現を目指して

高メモリバンド幅を要するアプリケーションのためのアーキテクチャ検討

メモリ性能 ■より高いB/Fのメモリバンド幅 ■配列の間接参照の高速化	**実効2B/F以上の高メモリバンド幅** ■ 新デバイス技術によるメモリカスタム設計 ＋オンチップベクトルロードストア支援機構
演算性能 ■短ベクトル長にも対応	**ベクトル処理制御機構の高度化**
ノード性能 ■ノード性能が高く、並列数が少なくて良いシステム	**高いコア性能**
ネットワーク性能 ■近接通信を重視しつつも、大域通信も低レイテンシ	**Hi-Radixスイッチによる小直径・低遅延トポロジ**
ストレージI/O性能 ■データ同化に耐えうる高容量・大規模ストレージ	**階層型ストレージシステム**
システムソフトウェア ■ソフトウェアスタック全体の標準との互換性 ■多様かつ多数のジョブの高効率実効	**Linuxをベースにシステムの性能を引き出すシステムソフトウェア開発**

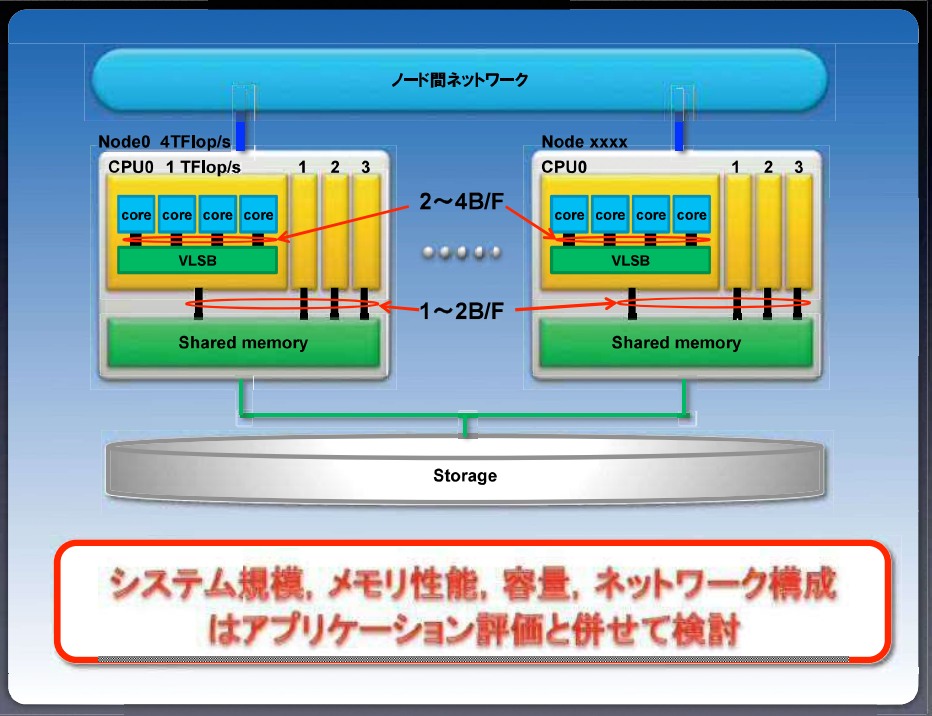
アプリ　システム　デバイス

ターゲットアプリケーションとその計算要求



計算のタイプ	アプリケーション	目的	B/F	必要浮動小数点演算数 (×10^{18})	総メモリサイズ	要求実行時間 (H)
超高解像度単独計算	RSGDX	1千万要素(数百km四方、0.1kmメッシュ)で、地震100回程度の発生を計算	4.50	230	1.5 PB	10
	Seism3D	日本列島を含む領域(広さ1200km×1000Km, 深さ200Km)をグリッドサイズ0.0625Km×0.0625Km×0.03125Kmで振動計算	2.14	160	9.6 PB	2
	MSSG	日本列島を含む領域(広さ4000km×4000km, 高さ40km)の大気海洋シミュレーションで, グリッドサイズ100m×100m×800mで3日間の気象事象の予測	4.00	720	175 TB	6
	BCM	風洞実験レベルのシミュレーションを実現するための680億格子の計算	5.47	1	13.6 TB	0.5
高解像度アンサンブル計算	総合防災の連携シミュレーション		2～5	100	4 PB	2~3
	数値タービン	グリッドサイズ91x91x91, ブロック数2813のモデルについて, タービン1回転分を1セットとする計算を, 20セット同時計算	2.33	140	163.5 TB	20

システム構成案

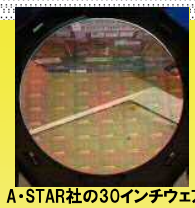


システム規模，メモリ性能，容量，ネットワーク構成はアプリケーション評価と併せて検討

デバイス技術動向

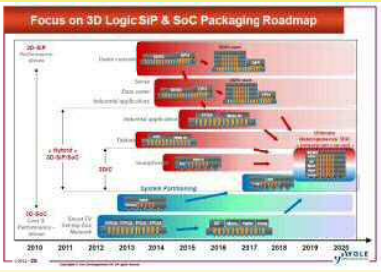
- **半導体加工技術のトレンド**
  - **2018年に向けた製品開発**
    - **2016年の詳細設計，検証が必須**
    - **2016年は14nmの加工技術が主流に**
      - **Global Foundry 2014年，TSMCは2015年を目標に14nmプロセスのサービスを提供予定 (@IEDM2012)**

10－16nmのプロセスを想定



A･STAR社の30インチウェア
25x40のインタポーザ@3DAsiP

- **2.5D, 3D実装のトレンド**
  - **3次元積層技術**
    - **積層型DRAM(HMC)は2013 -2014年に市場へ**
    - **メモリ･ロジック積層は2018年頃に展開されることが予想**
  - **2.5次元積層技術**
    - **2011年にVirtex7が出荷**
    - **2013年には2.5D実装のモジュールが発表予定**
      - **GPU with mem on Si Interposer**
    - **2014年には主要CADベンダーがEDAツールを提供開始予定**
    - **2018年には50mm×50mmのSiインタポーザが実現**
  - **我が国においても，文科省,経産省の支援のもと，2.5D/3D技術の実用化研究が急ピッチで進んでいる**

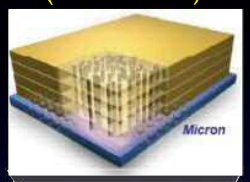


L. Cadix, "3DIC & 2.5D Interposer market trends and technological evolutions", 3DASIP (2012)

性能と電力要件を満たすには微細化とLSI積層を考慮したシステム設計が鍵

2.5D & 3Dはすぐそこに！

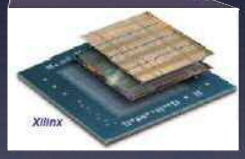
Hybrid Memory Cube (Micron/IBM)*1



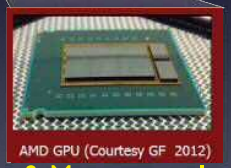
EDA Tools for 2.5/3D Synopsys/Cadence*1

3DIC Memory on Logic?*2

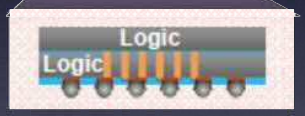
2011 2013 2014 2015 2020



Xilinx Vertex 7*1



Logic & Memory on Interposer
SONY(PS4), AMD, NVIDIA



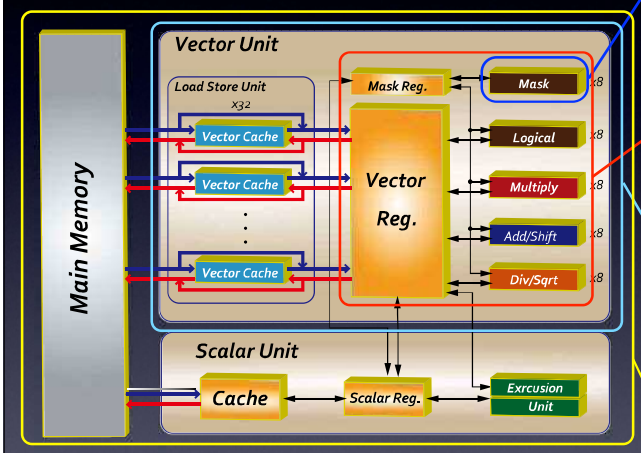
3DIC
Logic on Logic?

Major semiconductor foundries are planning to provide 2.5/3D manufacturing service

- "TSMC 2.5/3D" program with xilinx, AMD, Nvidia, Qualcomm, TI, Marvell, and Altera
- GF announced to provide interposers ramping in 2013/2014 *3

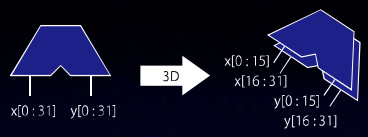
*1,L.Cadix, 3DIC & 2.5D Interposer market trends and technological evolutions@3DASiP2012, *2 AMD, DIE STACKING AND THE SYSTEM@ HotChips2012, *3 P. Garrow, "2.5 / 3D IC 2012 Status Review" @ 3DASIP 2012

3D技術を用いた次世代ベクトルプロセッサアーキテクチャ設計 (Stacking Granularity)

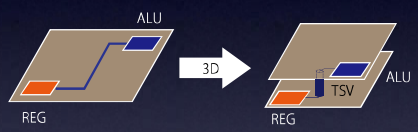


Egawa et al. 3DIC10,12

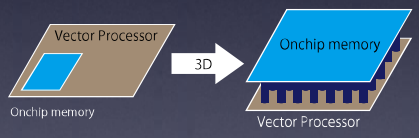
- ALU bit splitting



- ALU on Register



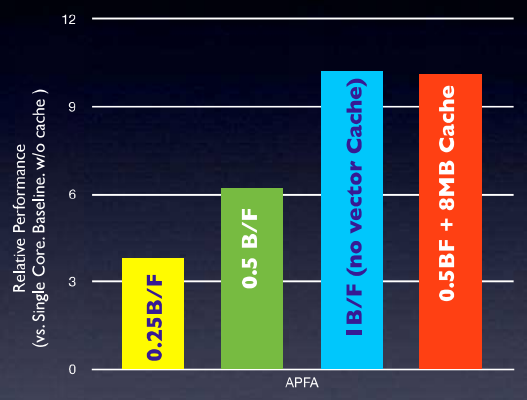
- Cache on Core



- Core on Core

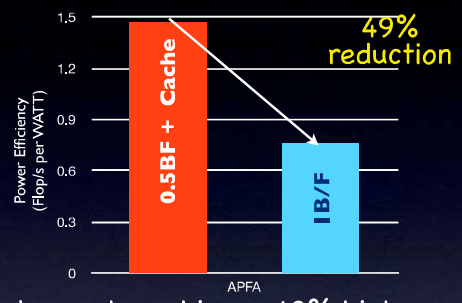
3次元積層型メモリの効果

FDTD Code on 16 cores

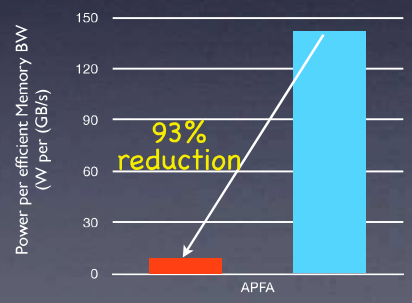


1B/F without Cache and 0.25B/F + cache realize almost same performance

Vector Cache realizes high power/energy efficiency



Vector cache achieves 49% higher power efficiency



Egawa et al. 3DIC10

耐災害ICTを目指す自然言語処理

東北大学情報科学研究科 教授

乾 健太郎

耐災害ICTを目指す自然言語処理

乾 健太郎
東北大学

東日本大震災における災害対応の課題

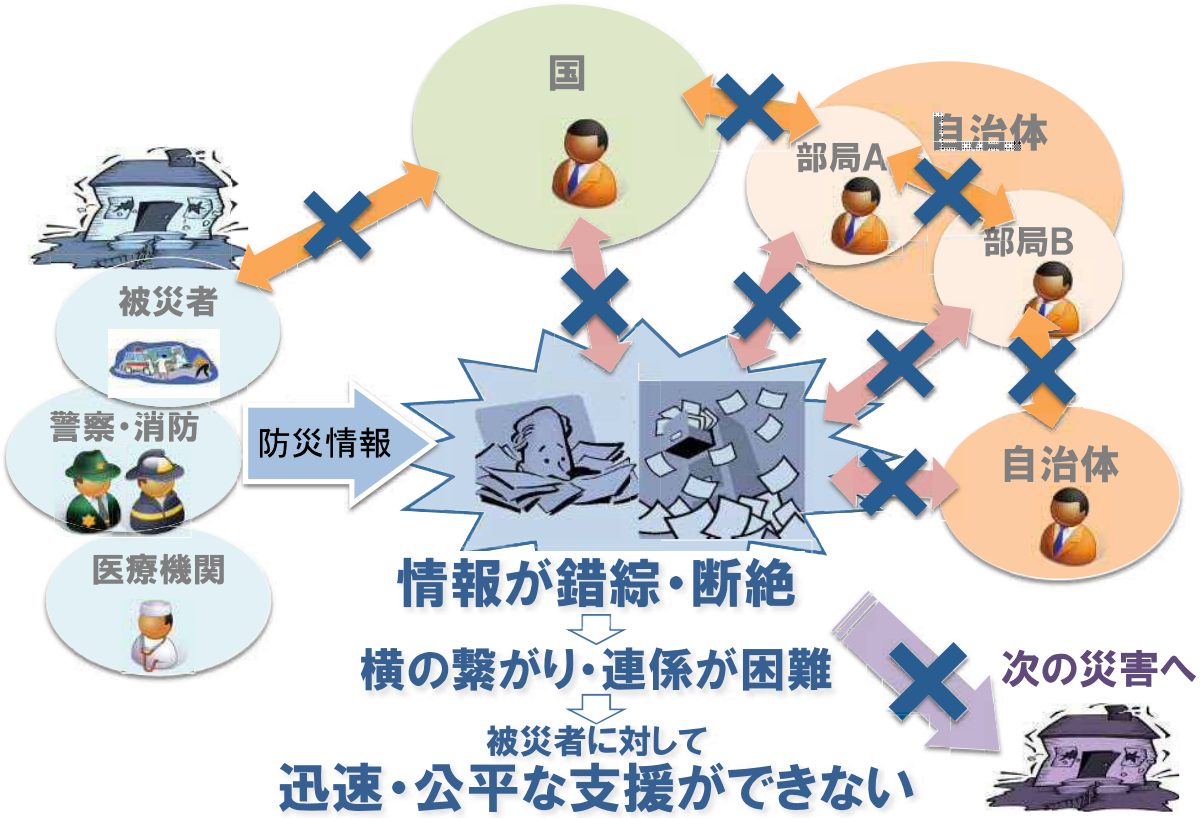
第5回 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキング・グループ資料より
（平成24年7月17日内閣府防災担当）

- 民間の情報の有効活用も含め、積極的に情報を収集・共有する体制
- 人命救助を最優先する人員・物資の資源配分の見直し
- 自治体を越えた広域の連携
- 帰宅困難の混乱防止のための広報、海外への広報
- 避難所生活における被災者ニーズの変化への対応

防災情報のDB化の支援

耐災害ICTを目指す自然言語処理　　乾健太郎（東北大学）

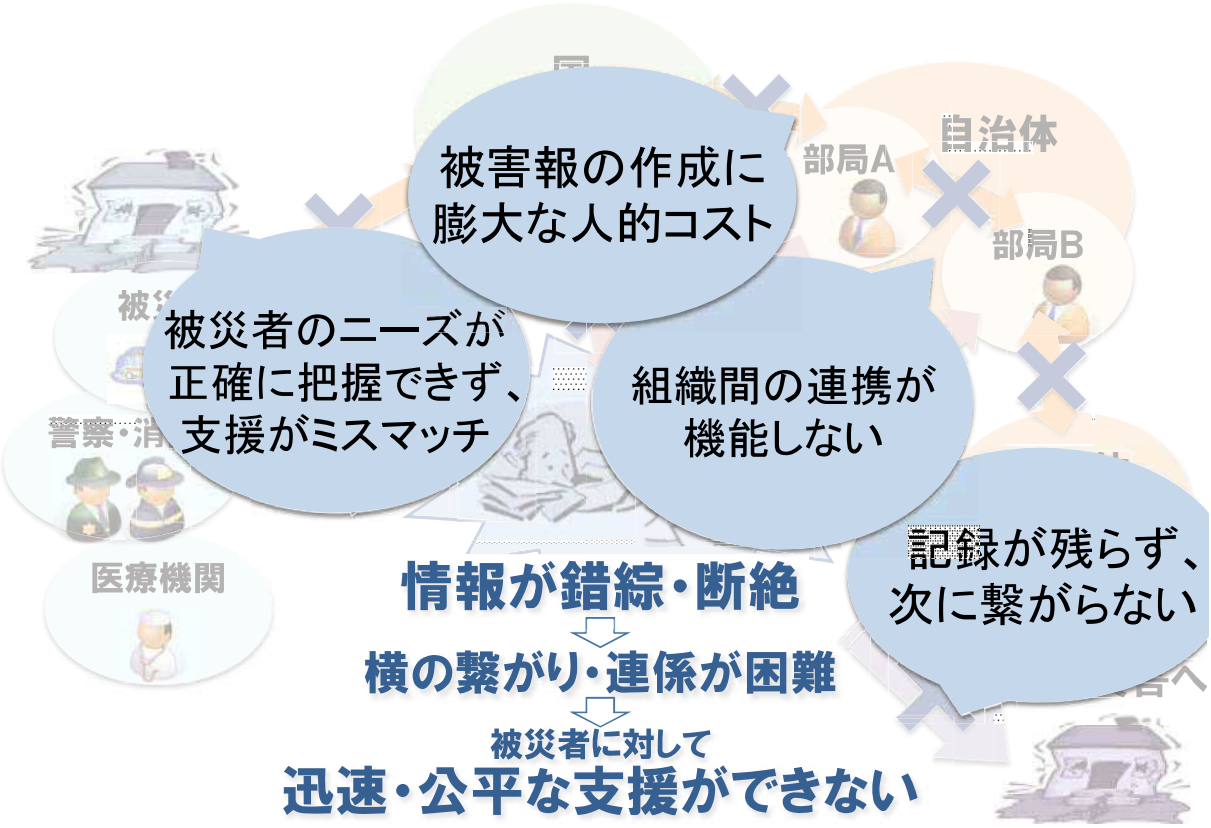
東日本大震災で判明した災害対応の課題



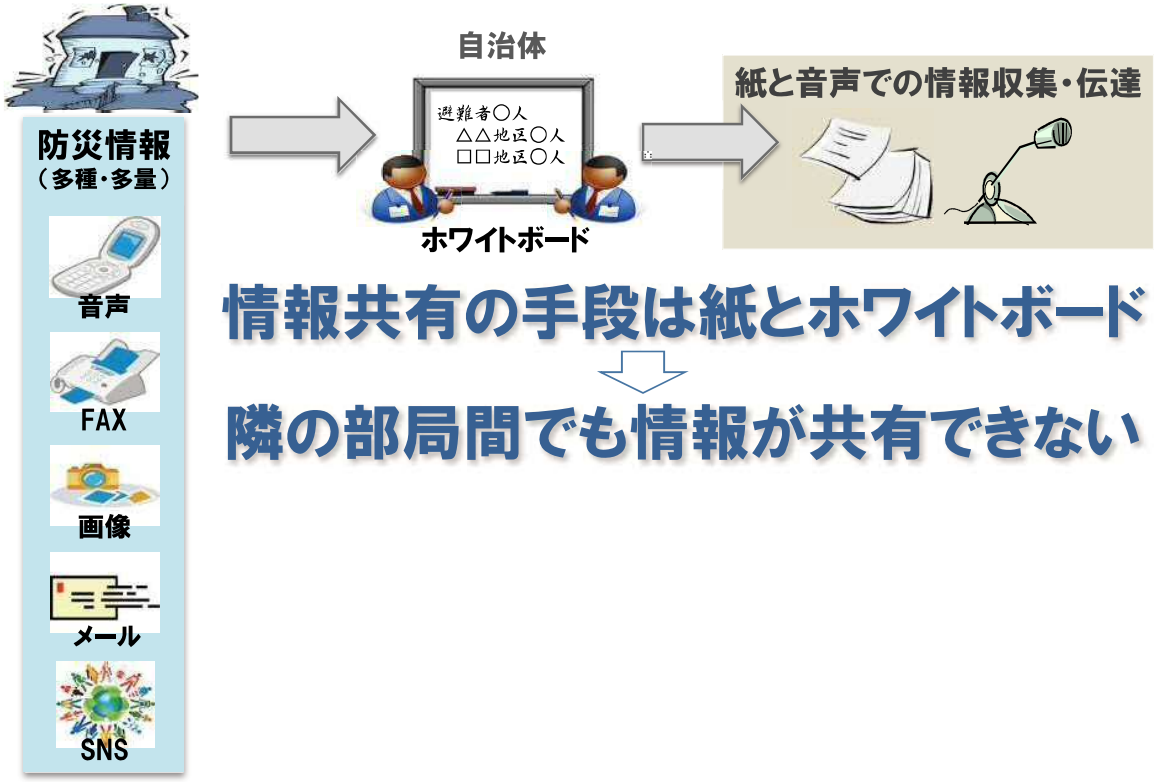
防災情報の例

業務区分	テキスト
本部_消火活動	17時現在、15時に発生した洞沢の火災は鎮火しました。
本部_物資調達	ベビーおむつの在庫が支所にはありません。中上薬局から粉ミルクも確保する必要があります。
本部_交通規制対応	大谷の国道４５線は津波によって陥没しており、通行不能です。
避難所開設・閉鎖	小泉中の避難所を副分団長が確認しました。昨日より開設とのこと、電気もガスも水も使えないので支援願います。小泉地区、管理番号は小泉ー2です。トイレ使用可能は30です
避難所施設復旧	津谷中学校は、停電していますが、教室を解放して避難者を受け入れています。
物資（避難所）	寺谷からおにぎりが１００個の到着したので、仙翁寺にいる約２００人の消防団へ届けました。
仮設トイレ（避難所）	小泉中学校です。仮設トイレの設置をお願いします。至急、10個ほど設置できないでしょうか？
とりまとめ様式・避難者	避難者の報告です。小泉中学校が約４００人、はまなすの丘が約３００人になります。

東日本大震災で判明した災害対応の課題



東日本大震災における災害対応



情報共有の手段は紙とホワイトボード

⇩

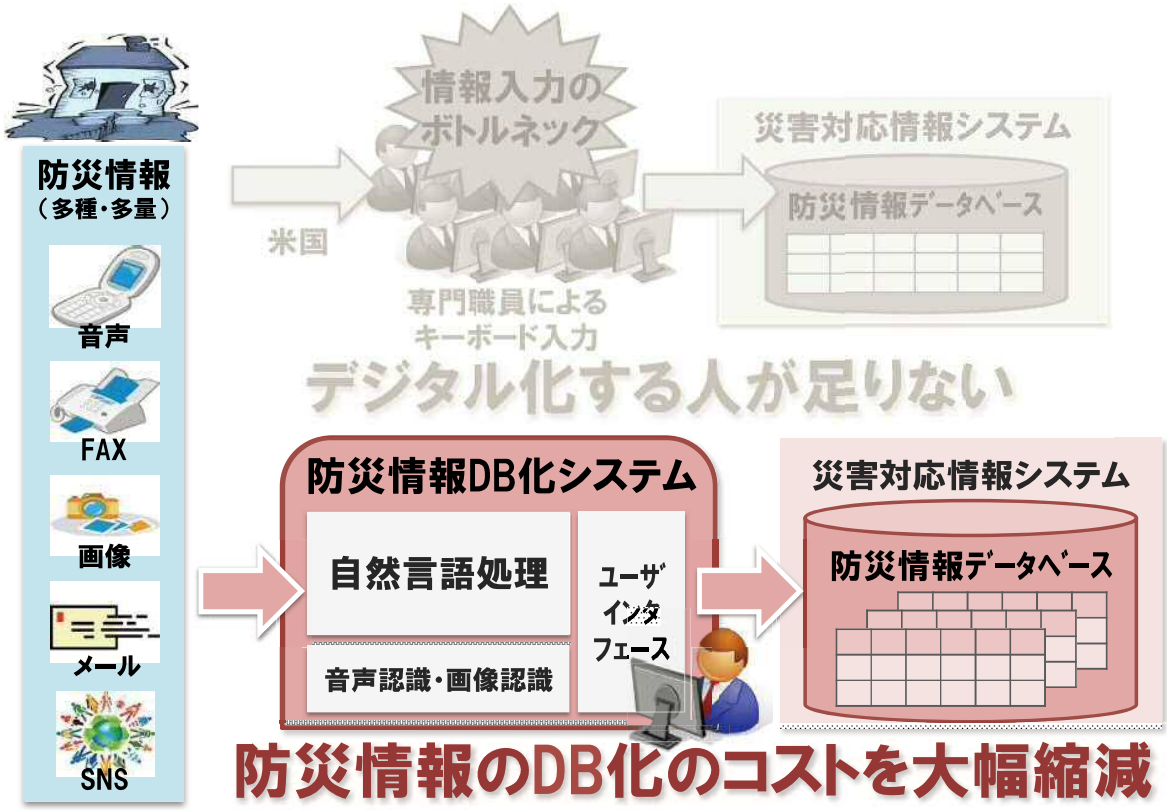
隣の部局間でも情報が共有できない

既存の災害対応情報システム

DBに入力する人が足りない

東日本大震災でも機能しなかった

防災情報のデータベース化を技術で支援



防災情報のDB化のコストを大幅縮減

防災情報のDB化の支援

音声認識
（画像認識）

自然言語で語られる生の防災情報は計算機処理不可

構造化されていない

構造が統一された表（DB）に情報をふるい分ける

構造化されていない防災情報

国道４号線のＡ交差点付近、陥没してますが、応急工事が終わって通れます。

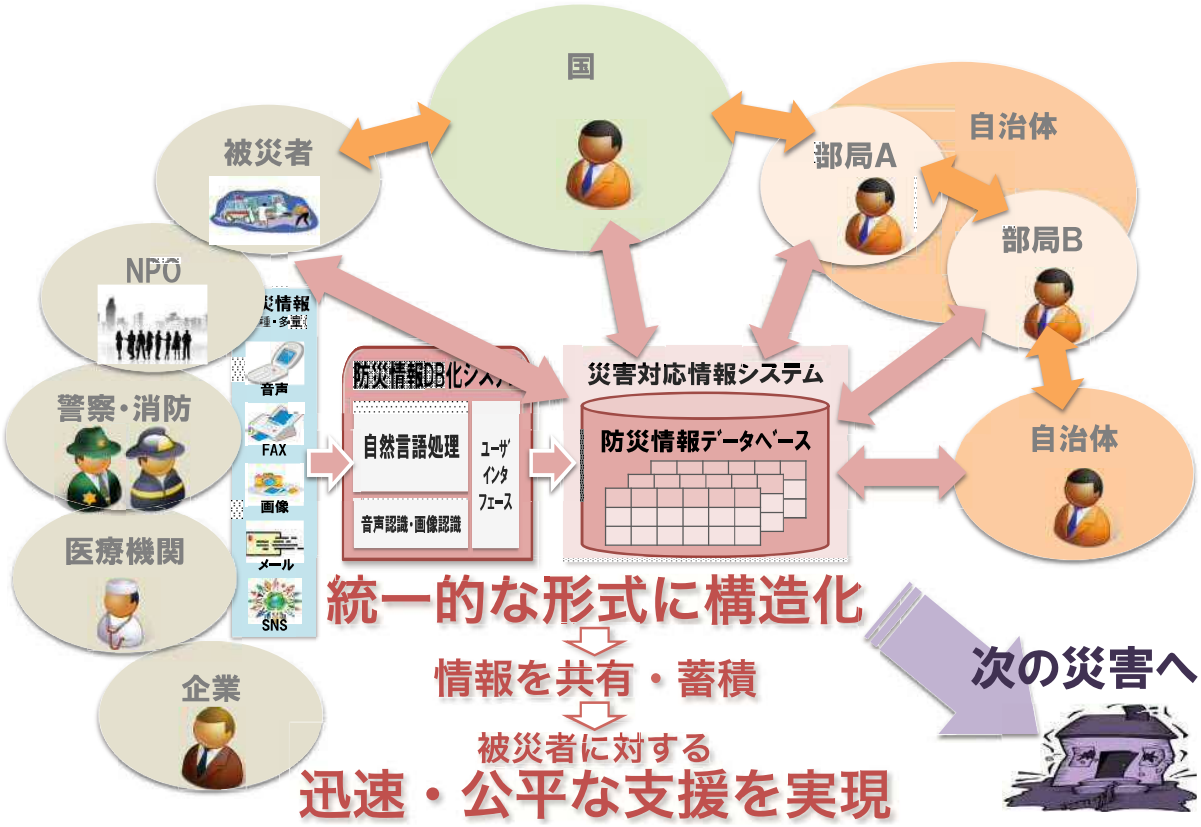
自然言語処理

防災情報データベース

［生活基盤部］土木施設調査・応急・復旧スキーマ

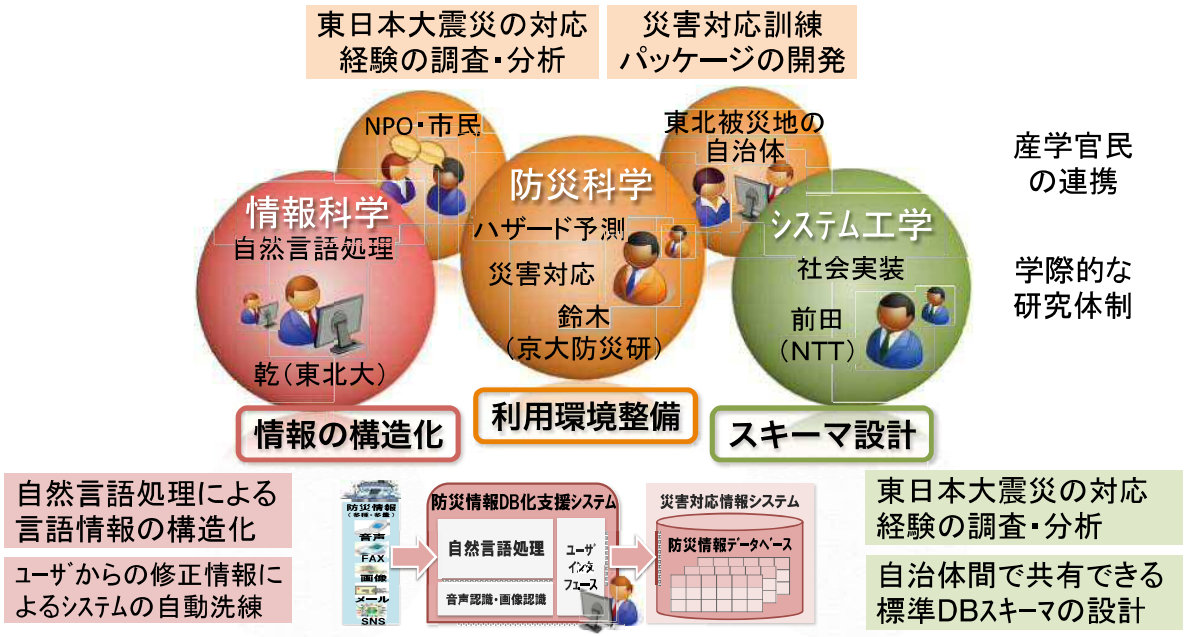
ID	報告日時	施設種別	名称	町村名	区間	被害内容					使用可否	応急復旧終了時期	復旧完了日
						落下	亀裂	崩壊	陥没	詳細情報			
83	5/11 13:46	道路	国道4号線	B町	A交差点 NO:EO	なし	なし	なし	あり		可	5/11	

情報の共有で防災関係者コミュニティをつなぐ

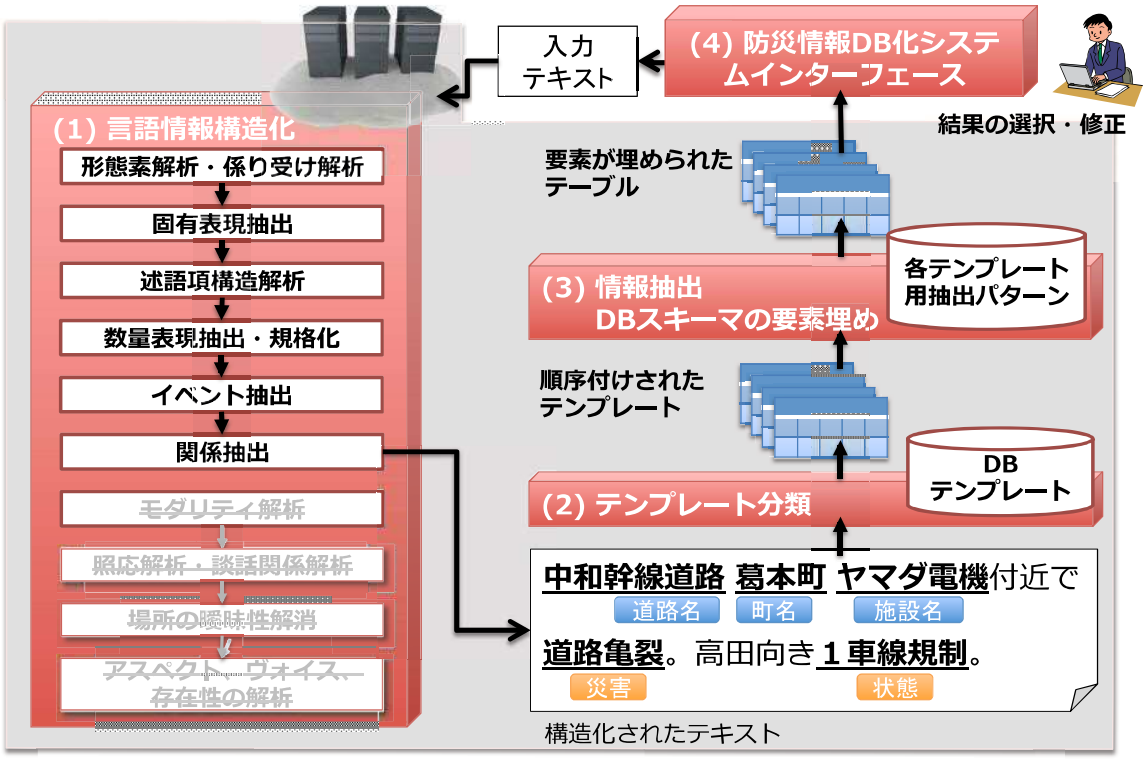


災害対応支援を目的とする防災情報のDB化の支援と利活用システムの構築

JST/RISTEX「コミュニティがつなぐ安心・安全な都市・地域の創造研究開発領域」
研究開発プロジェクト・カテゴリーⅡ採択案件



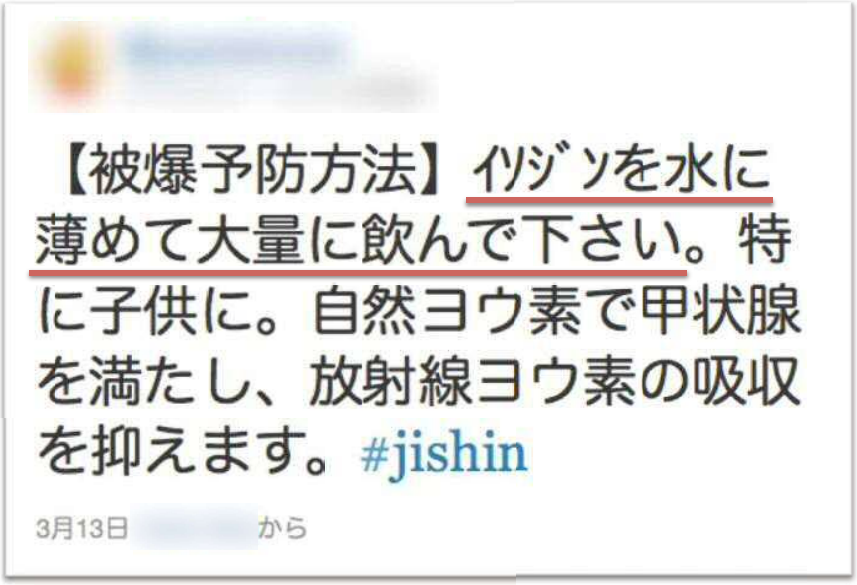
防災情報DB化システムver.0.1



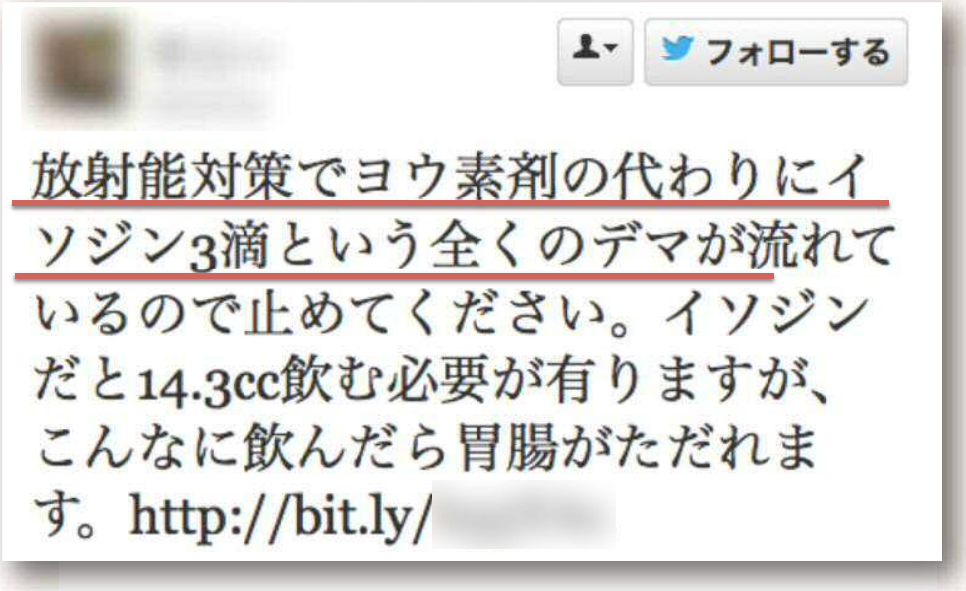
ネット情報の
信憑性判断の支援

耐災害ICTを目指す自然言語処理　　乾健太郎（東北大学）

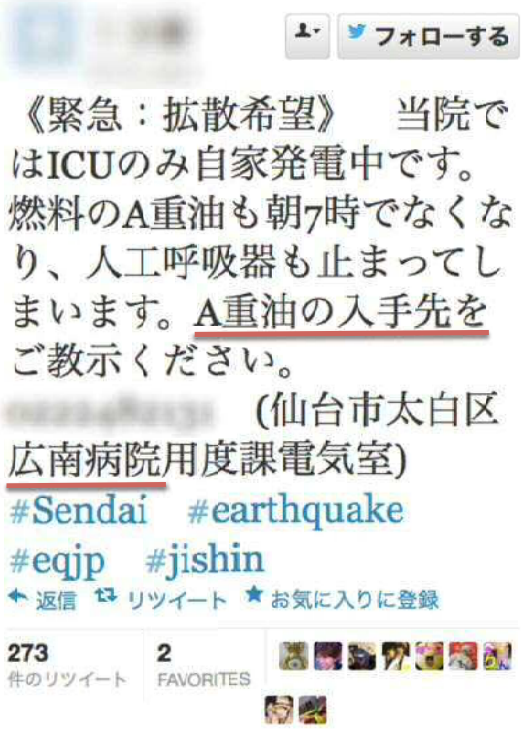
震災直後に流れたデマ



デマを否定する情報も



支援要請の過剰拡散も



支援要請の過剰拡散も

情報の真偽・有効期限

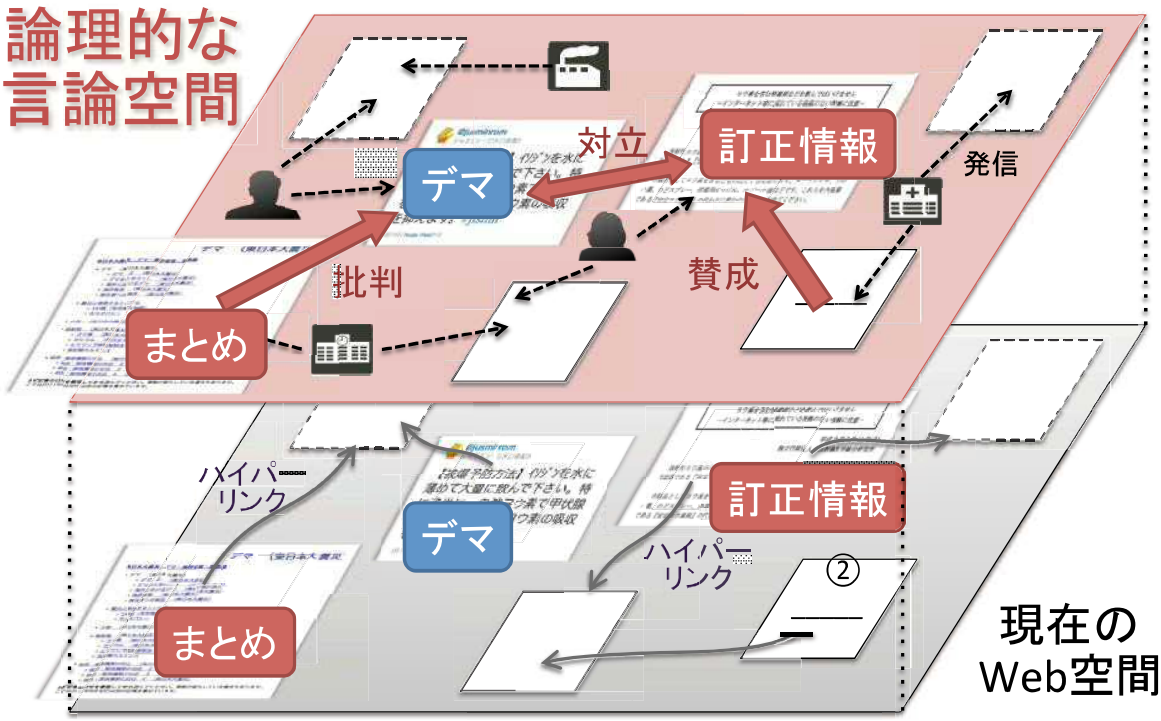
デマ、善意による拡散

- コスモ石油の火災で有害な雨が降る。
- 放射能を解毒するためにイソジンを飲め。
- 放射能放出以降、関東全域で若者に鼻血症状。チェルノブイリと同じ症状。
- 高速バス再開

期限切れ

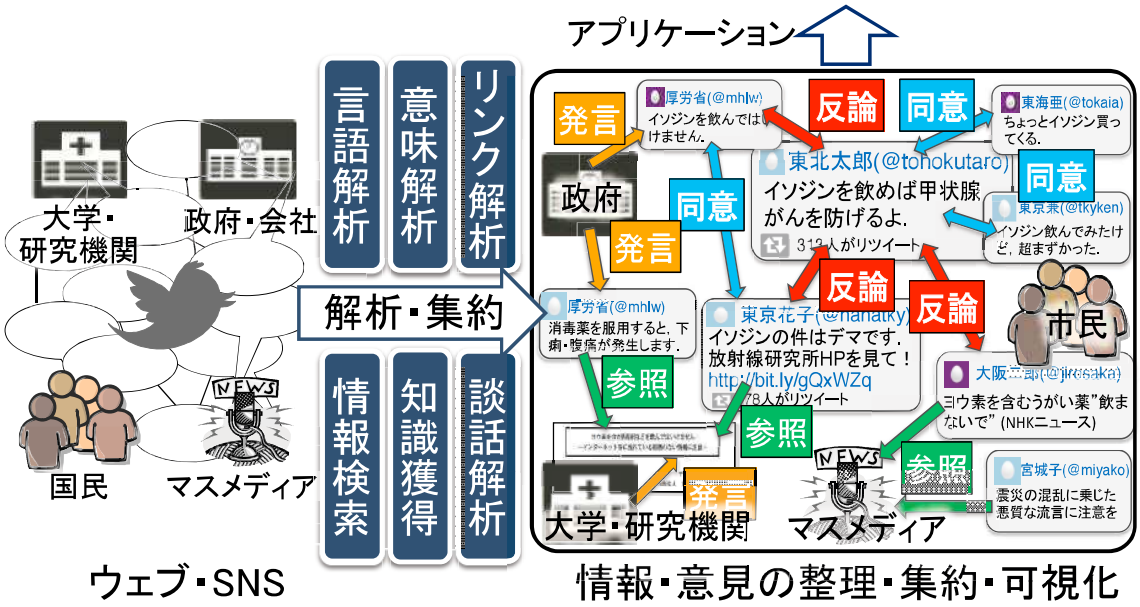
- ○○でガソリンを販売 → 既にない
- 学用品の支援求む → 供給過剰
- ○○温泉が営業停止 → 既に営業再開

情報の信頼性をどう担保するか



言語意味解析による情報の編集

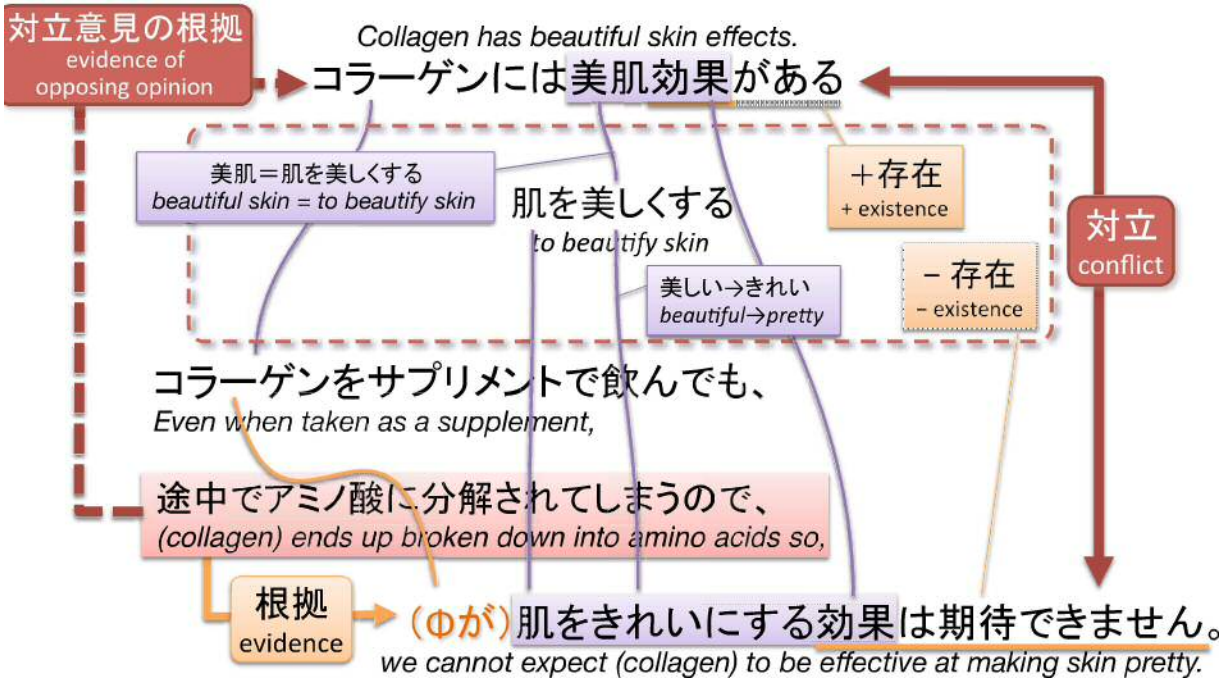
信憑性分析　根拠検索　健康・危機管理
デマ検出　行動決定支援　情報リテラシー



言論マップ

同意・対立・根拠の認識

事実性（モダリティ）解析 ＋ 構造的アライメント ＋ 関係パターン認識



賛否によるネット情報の自動分析は世界初

言語処理学会 最優秀発表賞（2010）
言語処理学会 若手奨励賞（2010）
CICLing Best Paper Award（2011）
日経新聞技術トレンド調査 総合3位（2011）
情報処理学会 山下記念研究賞（2012）

2011年（平成23年）5月30日（月曜日）

目的鮮明な産学連携 評価

2011年度 技術トレンド調査

日本経済新聞社は、主な技術開

「技術トレンド調査」（2011

X線

1位の装置は、教授の成術振興機

技術トレンド調査総合順位1～10位

順位	研究開発者（発表日）	成果の概要	評価点
1	東京大学、コニカミノルタエムジーなど（2月	軟骨映すX線装置開発、	11.14
2	日立製作所な（2010年12月		
	NEC、東北大学、奈良先端科学技術大学院大学、横浜国立大学（1月31日）	ネットの情報、賛否を分析・表示、信頼性判断に有用	
3	東大、水産総合研究	天然ウナギの卵発見、世	

誤情報の自動収集

よく反論されている命題をマイニング

市原市のコスモ石油千葉製油所LPGタンクの爆発により、千葉県、近隣圏に在住の方に有害物質が雨などと一緒に飛散するという虚偽のチェーンメールが送られています。

【リツイートで拡散希望】 コスモ石油の爆発で有害物質の雨が降る件はデマ。広げてしまった方はツイート削除の上、訂正を

コスモ石油の爆発による有害物質流出のおそれの件、コスモ石油から正式にアナウンス出てます。ツイッターで出回ってるような事はないそうです。HPは繋がりにくいのでスクリーンショットです。

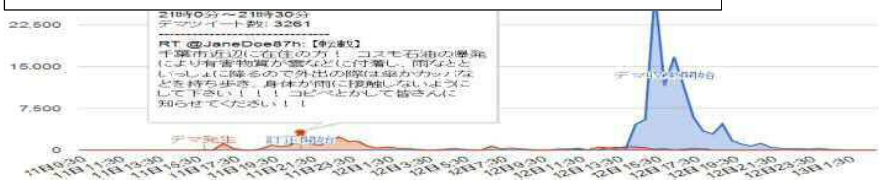
誤情報の自動収集

よく反論されている命題をマイニング

トピック	スコア	命題
田尻智さん	18.7	海外で、ポケモンの生みの親の田尻智さんが亡くなった
コスモ石油千葉製油所	11.8	@市原市のコスモ石油千葉製油所LPGタンクの爆発により、千葉県、近隣圏に在住の方に有害物質が雨などと一緒に飛散する
女性暴行	10.4	@「阪神大震災の際には女性暴行が増えた」
有毒物質	8.6	コンビナート火災に関し『有毒物質が発生し、雨に混じって降ってくるので肌をさらさないように』
尾田栄一郎先生	5.3	尾田栄一郎先生が15億円を寄付
円資産	5.2	池田経済産業副大臣は、「日本企業が円資産を買い戻している
空中投下	3.0	『物資の空中投下が日本で認められていない』
サーバルーム	1.9	サーバルーム、ラックで腹部を怪我した
イソジン	1.6	被爆予防にイソジンを飲むと良い
茨城県知事	1.2	茨城県知事災害派遣要請出してない
食塩	1.0	「食塩にはヨウ素が含まれており被曝の防止に効果がある」

誤情報の拡散と訂正の拡散を時系列分析

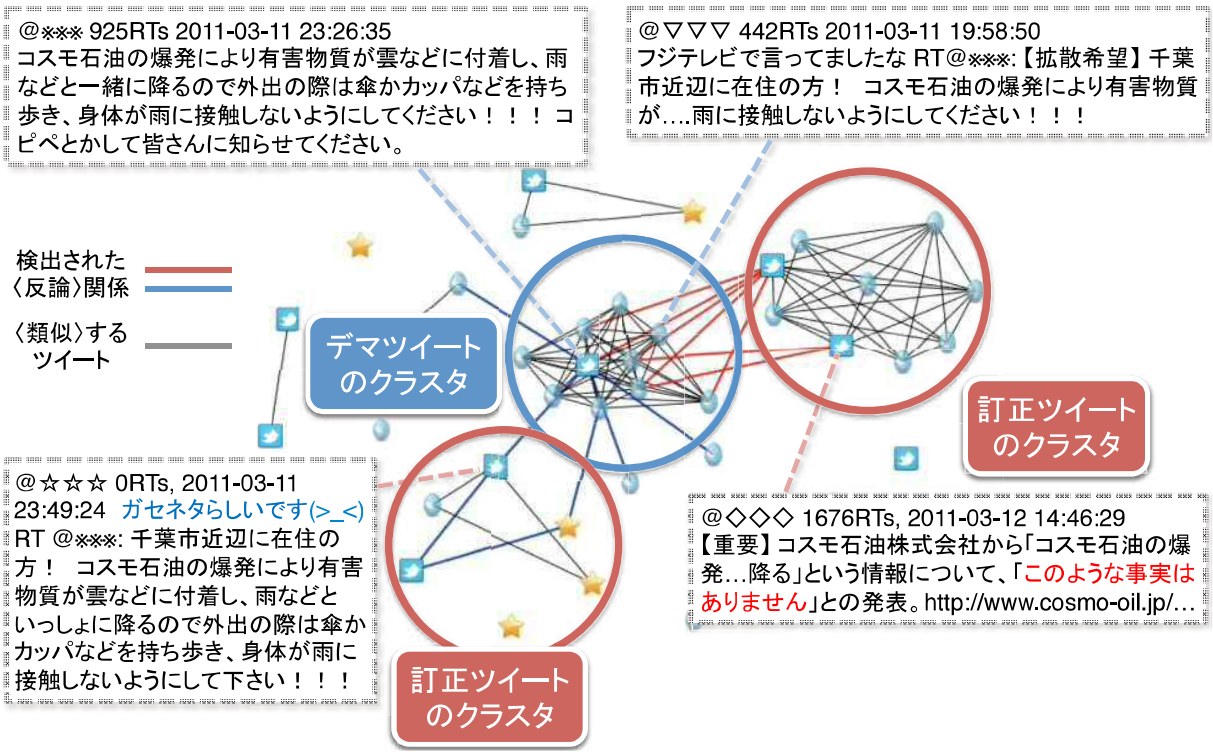
コスモ石油: 5時間で訂正，24時間で収束



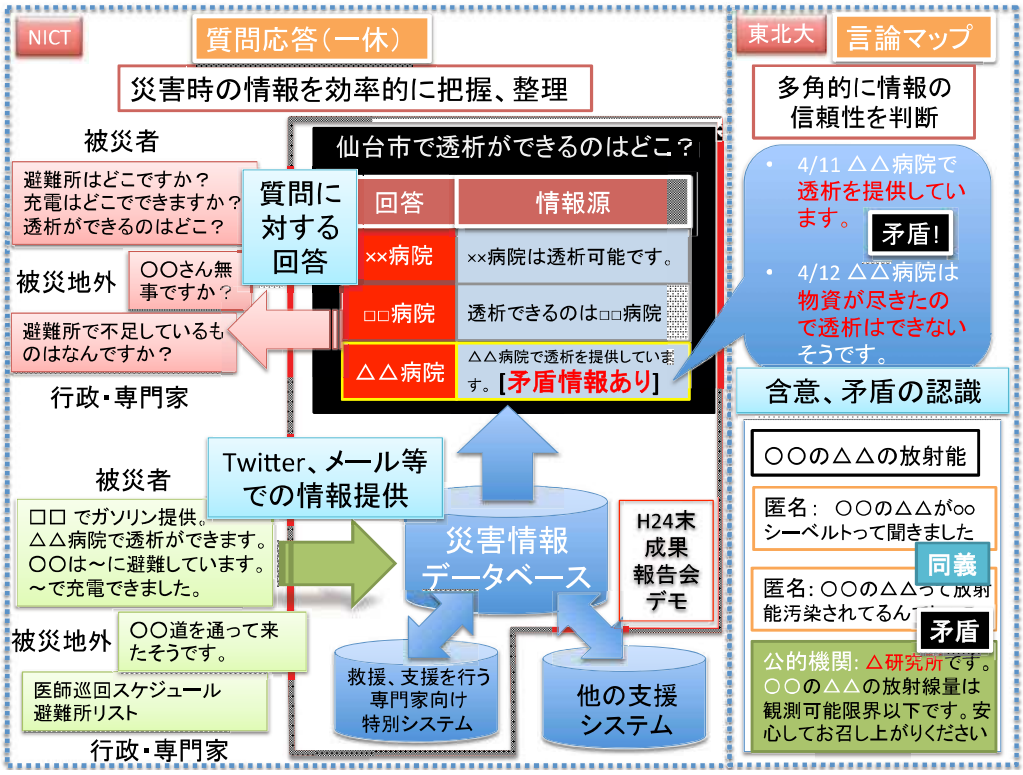
双葉病院: 30分で訂正，11.5時間で収束

三条中学校: 30分で訂正，収束せず

返信・引用による論述関係認識



耐災害情報分析システム（2014年度公開予定）

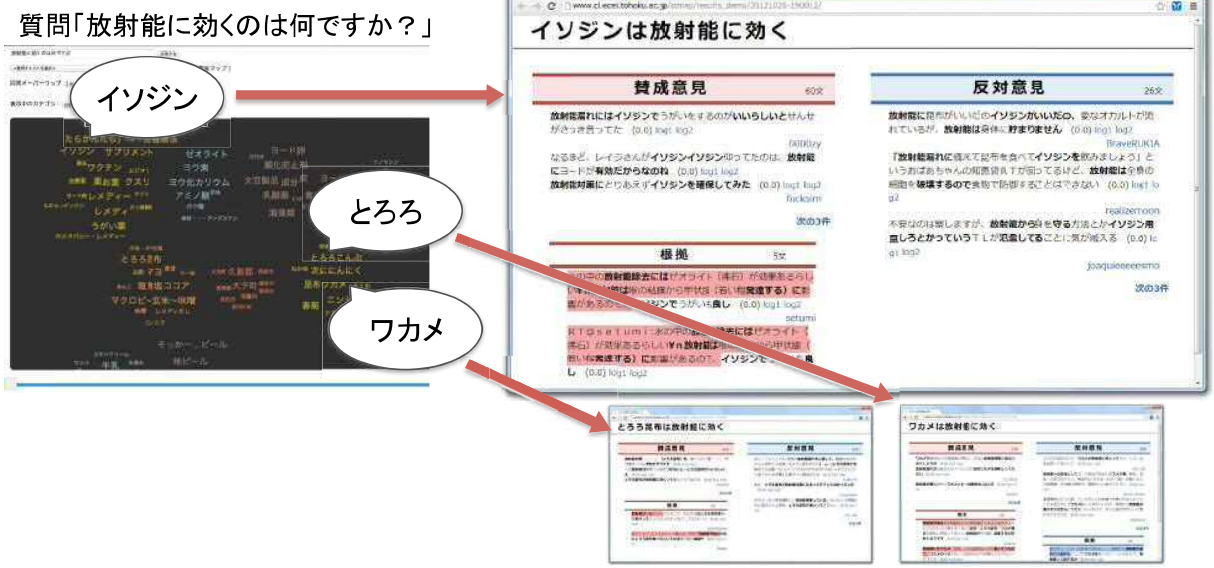
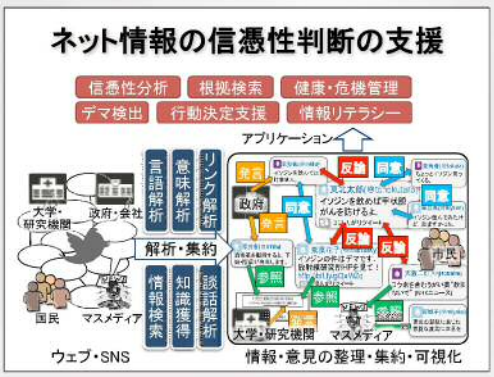
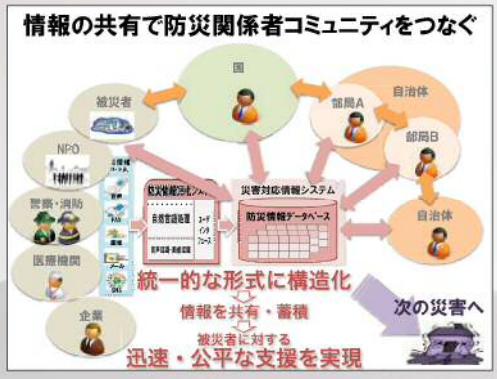
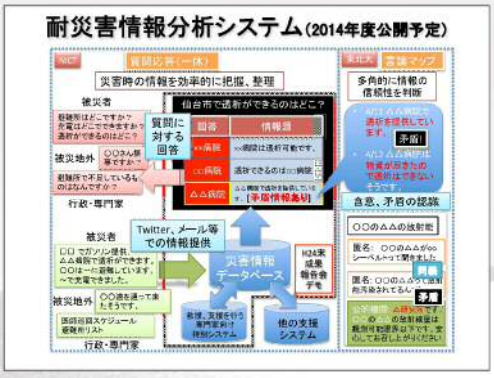


情報の「裏を取る」支援

NICT QAシステムに聞く

質問「放射能に効くのは何ですか？」

東北大言論マップで裏を取る



耐災害ICTを目指す自然言語処理