



平成23年10月6日  
CEATEC JAPAN 2011特別シンポジウム

# 災害に強い情報通信ネットワークの 構築に向けて

東北大学 電気通信研究所  
中沢 正隆

# 震災時の東北大学の概要



**機 構** 学部(10)、研究科(15)、教育部・研究部、専門職大学院(3)、  
附置研究所(5)、病院、附属図書館、学内共同研究施設 等

**学 生 数** 18,572名 (日本人学生17,073名、留学生1,499名)

**教 職 員 数** 11,590名 (非常勤等含む)

# 被災状況 施設・設備関係

## ■ ライフラインの停止

危険建物を除き 4月26日に復旧

※電気 4月4日、水道 4月13日、ガス 4月26日

## ■ 建物応急危険度判定：

危険判定 28棟

要注意判定 48棟

安全判定（要部分改修を含む） 512棟

※危険建物として使用できない建物は約4万m<sup>2</sup>

## ■ 施設等復旧概算費：

本学試算 約448億円（3月24日現在）

## ■ 物品等概算被害額：

約352億円（6,118件）（5月13日現在）





# 被災場所

## 地震による損壊

### 仙台市

- 片平キャンパス(本部、研究所)  
要注意 7棟
- 川内キャンパス(教養、文系)  
危険判定 2棟 要注意 3棟
- 星陵キャンパス(医歯系)  
要注意 7棟
- 雨宮キャンパス(農)  
危険判定 3棟 要注意 3棟
- 青葉山キャンパス(理工系)  
危険判定 8棟 要注意 24棟



### 女川町

- 農学研究科複合生態フィールドセンター
- 理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター  
惑星圏女川観測所

## 津波による損壊・流失



### 七ヶ浜町

- ヨット艇庫

## 津波による損壊



### 名取市(仙台空港近隣)

- ボート艇庫・合宿所

## 津波による流失



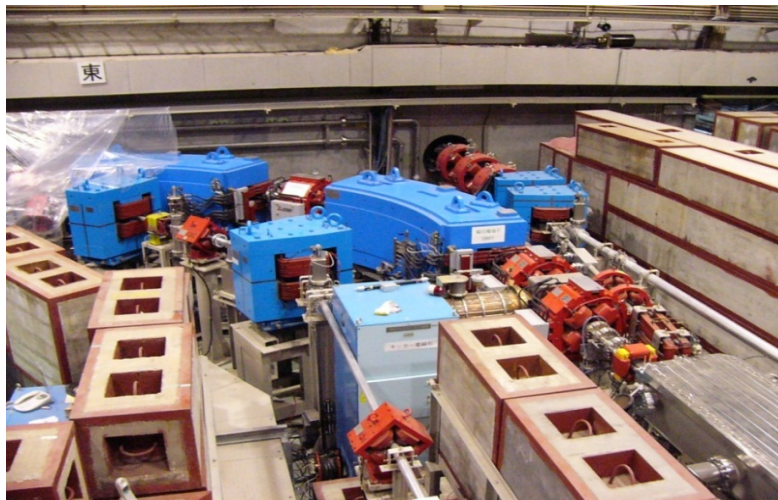
発生日時 : 平成23年3月11日(金) 14時46分頃  
 震源・規模 : 三陸沖、深さ約24Km Mw9.0  
 最大震度 7

# 青葉山キャンパス

工学研究科 人間・環境系実験研究棟



電子光物理学研究センター  
粒子加速装置



工学研究科  
附属マイクロ・ナノマシニング研究教育センター

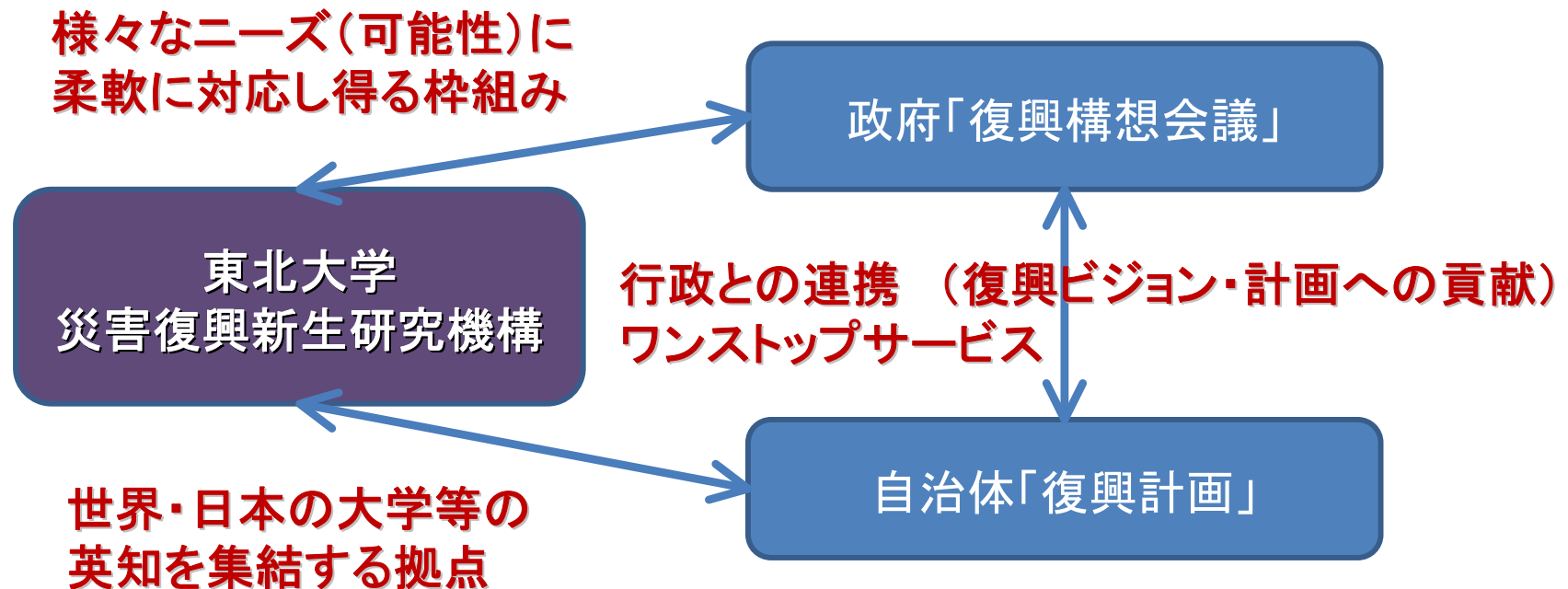




# 東北大学災害復興・地域再生重点研究事業構想

## 東北大学災害復興新生研究機構の創設

東日本大震災の被災地域における中核大学として、被災からの復興・地域再生を先導する研究・教育・社会貢献等に戦略的かつ組織的に取り組み、その成果を発信・実践する。



# 設置目的と理念

## ■ 理念1 復興・地域再生への貢献

これまで経験したことのない大震災からの復興・地域再生に被災地の知の拠点として貢献

◆復興・地域再生に寄与するプロジェクトの推進

◆本学が持つポテンシャルの結集による復興・地域再生支援

## ■ 理念2 災害復興に関する総合研究開発拠点形成

東北・日本のみならず、災害復興を目的とした総合研究開発のための世界的COEを形成

# 災害復興新生研究機構

★ 東北大学  
復興アクション100

復興・地域再生支援研究

総合研究開発拠点形成

災害科学国際研究推進プロジェクト  
〔新設:災害科学国際研究所(仮称)〕

地域医療再構築プロジェクト

環境エネルギープロジェクト

情報通信再構築プロジェクト

東北マリンサイエンスプロジェクト

地域産業復興支援プロジェクト

復興産学連携推進プロジェクト

地域に根ざした社会・くらしの再生

世界をリードする先端科学技術

プロジェクトは、自律的(自立的)運営を基本とするが、プロジェクトリーダー会議等を通じて復興推進のための連携を強く図る



# 東日本大震災における問題点

## 通信回線の途絶

基幹ネットワークの断裂や輻輳

携帯端末回線の輻輳・途絶

インターネット接続の途絶

長期停電と電池短寿命のための機器の機能喪失

## 情報収集不能

地震と津波の正確な情報を届けられなかった

安否消息や被災地情報を的確に伝えられなかった

機器の水没、損壊による情報喪失

## 発信情報の不足

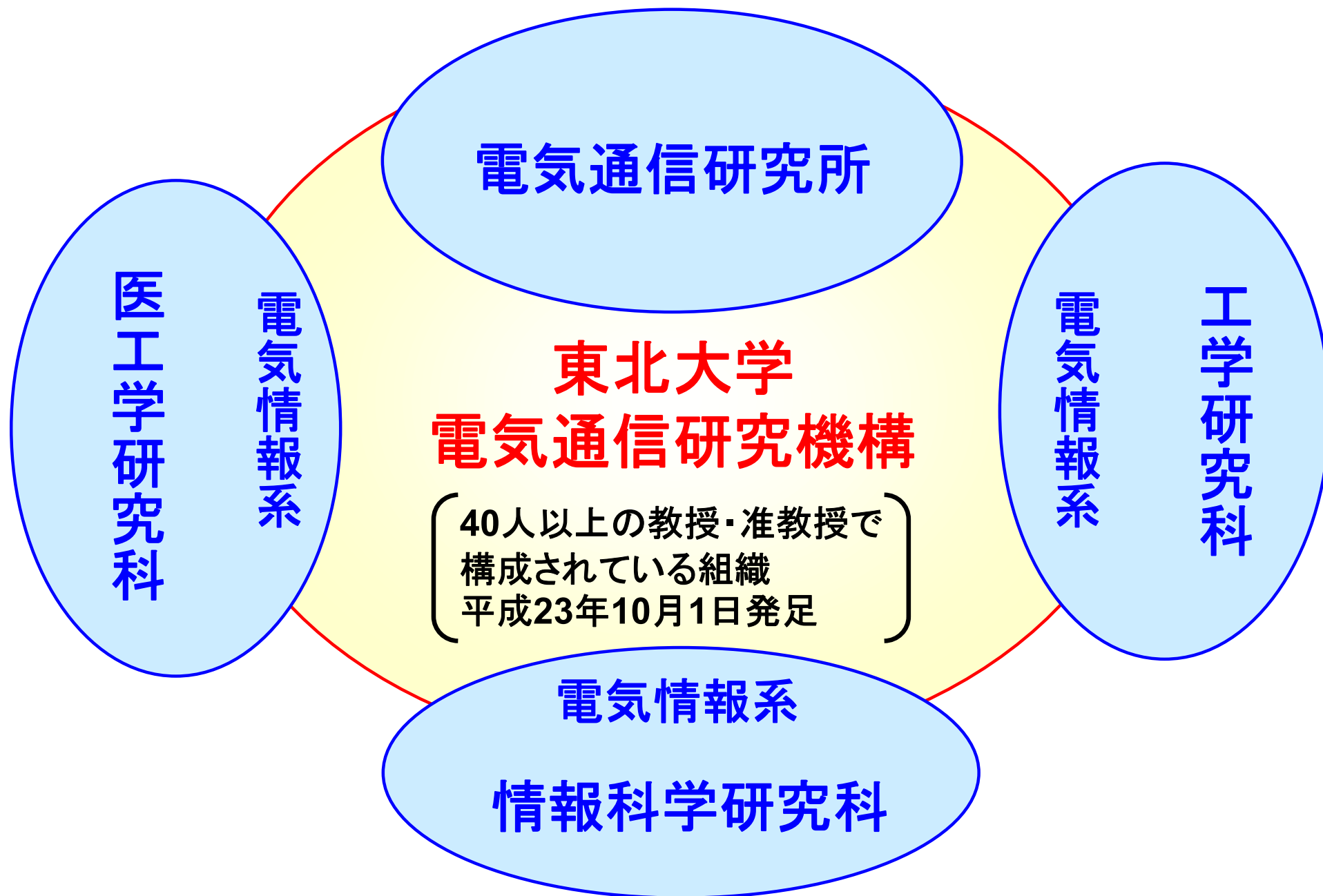
防災無線による情報が聞き取れなかった

避難中の人々への情報提示が不足

支援物資の需給情報の不足

- ◆ 東北大学への期待（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

# 東北大学 電気通信研究機構の構想



# 東北大学 電気通信研究機構

All Japan体制  
産学官連携

独法研究所  
NICT, AIST, JAXA  
防災技研, 土木研

キャリア  
NTT  
KDDI  
NHK

企業  
富士通, NEC,  
日立, 三菱, 東芝,  
パナソニック,  
ソニー, シャープ,  
古河, 住友,  
フジクラ

他大学および  
附置研究所  
地震研, 防災研

中核機関  
東北大学  
電気通信研究所

工学研究科  
情報科学研究科  
医工学研究科

電気・  
情報系

Globalな  
協力体制

Europe  
DTU, ORC  
HHI, Chalmers

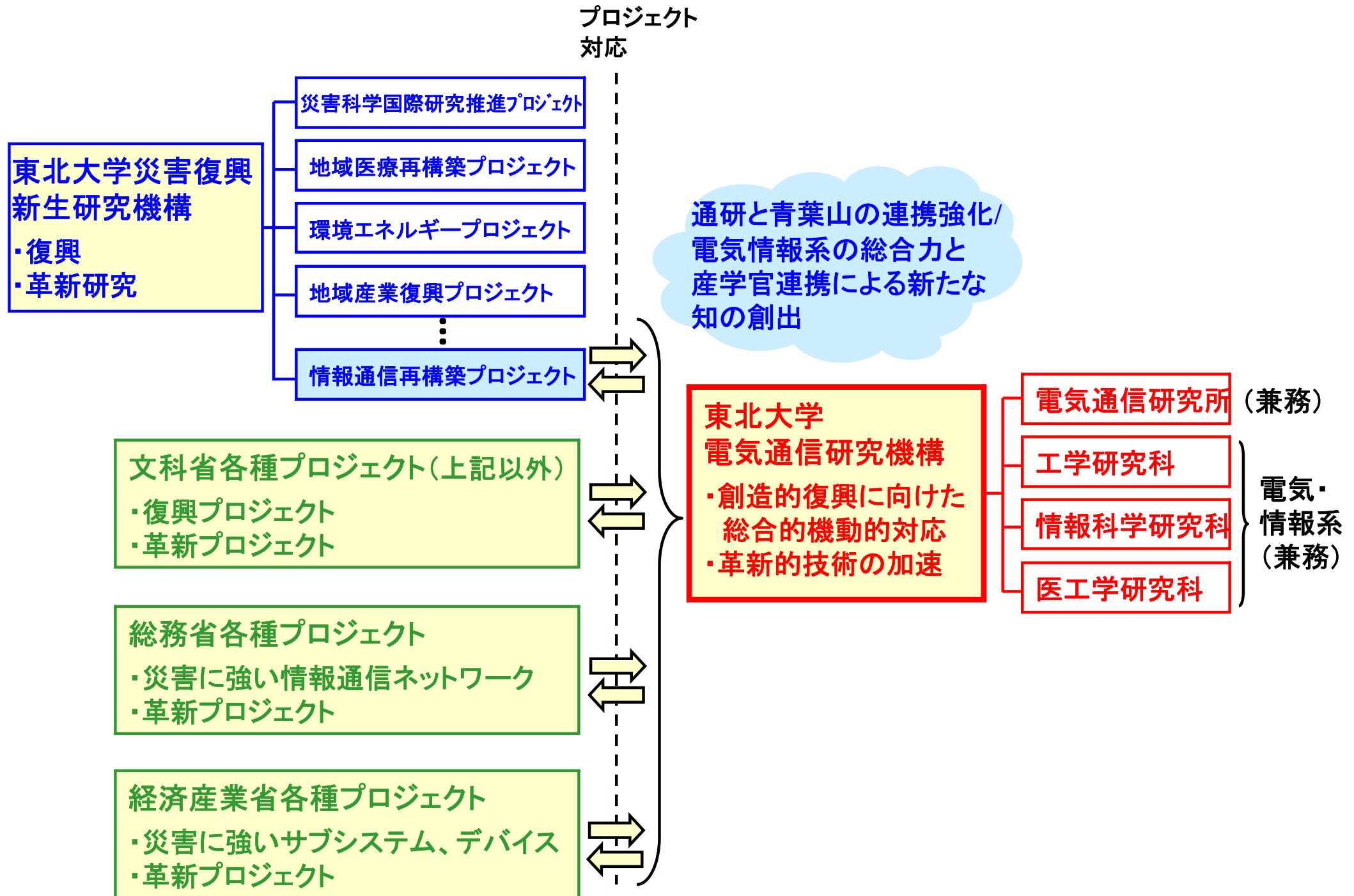
USA  
MIT  
Purdue  
Rochester  
Cornell

Asia  
National  
Chiautung  
Univ.,  
KAIST

宮城県/仙台市震災復興本部  
東北地域の自治体および大学連携

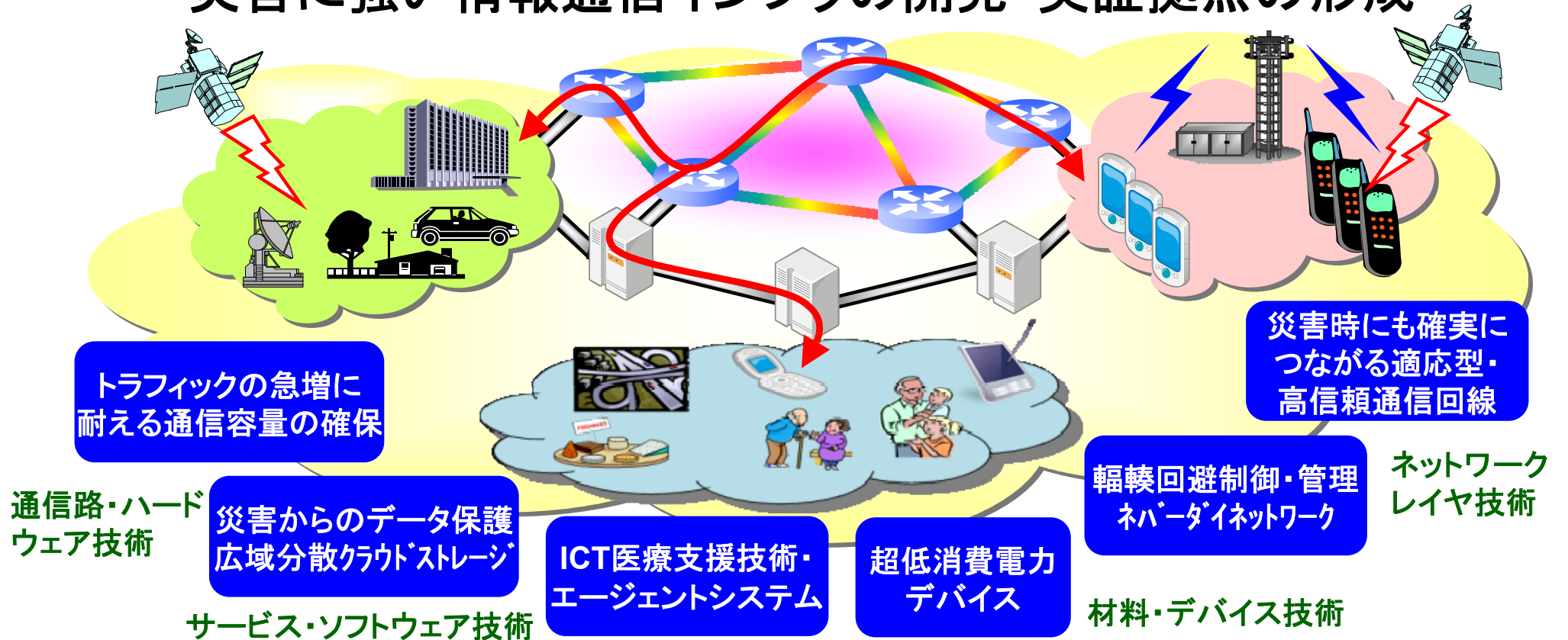


# 新機構によるプロジェクト対応



# 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

# 電気通信研究機構が持つ技術シーズ例 [1]

---

## [通信路・ハードウェア技術]

- ◆ディペンダブル・低消費電力無線ネットワーク
- ◆衛星を活用したロケーション・メッセージ通信ネットワーク
- ◆超低速広域無線通信方式
- ◆災害時のトラフィック激増に耐える高速光ネットワーク
- ◆高利得アンテナによる無線通信路の確保
- ◆データ喪失のない情報ストレージ
- ◆劣悪環境下でも災害情報を収集する端末機
- ◆広域緊急拡声情報通信システムの高度化
- ◆テラヘルツ帯超高速無線ICTの実現とその携帯電話への乗換技術



# 電気通信研究機構が持つ技術シーズ例 [2]

---

## [サービスレイヤ技術]

- ◆被災者への情報サービスの高度化技術
- ◆人や社会との繋がりを取り戻し前向きな気持ちを持続させる情報環境
- ◆遠隔医療による被災地救援: 訪問診療総合支援ICTシステム
- ◆発展型エージェントシステムとその応用
- ◆マルチエージェント型マイクログリッド
- ◆災害により破損・劣化した画像・映像データの修復と保存

## [ネットワークレイヤ技術]

- ◆途絶えないネバーダイネットワークコンピューティング
- ◆ネットワークの災害時最適化
- ◆通信要求の爆発的増大に耐える通信プロトコル

# 災害に強い情報通信ネットワークの開発

大震災における広域通信途絶の経験を踏まえ、通信インフラが被災した状態でも最低限の通信量を保証し、被災者の安心・安全を確保できる無線・光統合ネットワークを開発する。

## [研究開発の概要]

### -災害に強いネバー・ダイ・ネットワークコンピューティング:

災害時の動作環境の急激な悪化にも状況依存型アクセス制御やルート検索によってしぶとく稼働する

### -災害に強いディペンダブル・低消費電力無線ネットワーク:

大量発呼に対応可能かつ、電力消費を最小にした災害時大収容者数モードを持つ携帯電話

### -衛星を活用したロケーション・メッセージ通信ネットワーク:

高精度GPS位置情報とショートメッセージの通信の衛星版ポケベル

### -災害時のトラフィック激増に耐える高速光ネットワーク:

トラフィックが集中しても、利用可能な帯域内で変調多値度を拡大し全てのデータを収容。LSI技術による回線切替の伝送路品質補償

### -データ喪失のないクラウドストレージ:

多数の小規模ストレージを各基地局端末に配置

### -耐災害及び被災時ライフラインとしての超低速広域無線通信方式

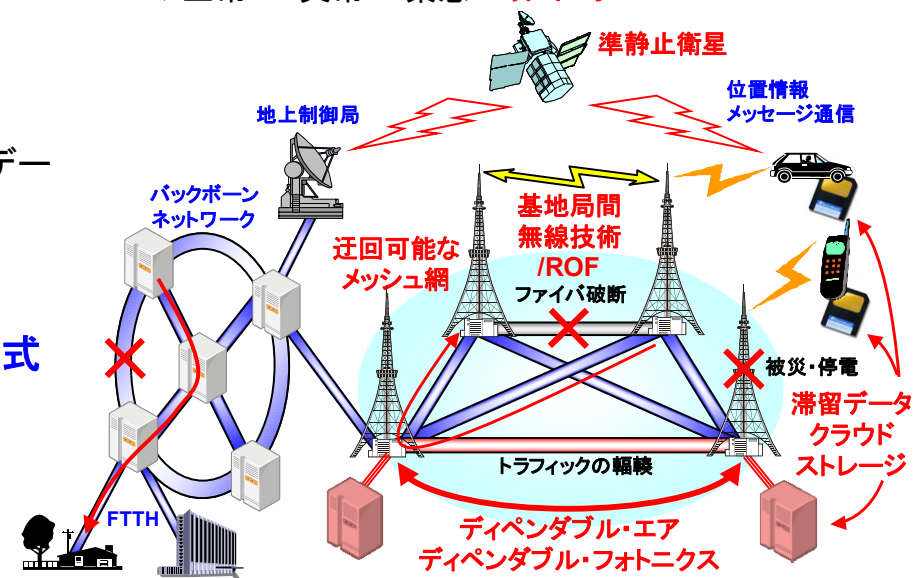
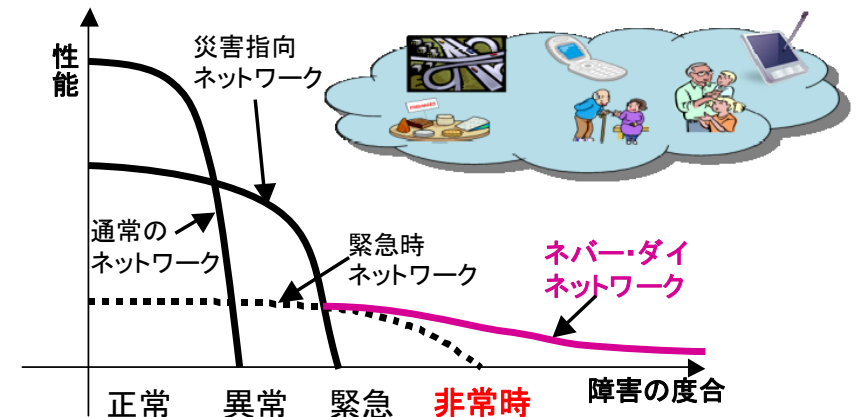
姓名・場所等被災者ライフライン情報を災害時にも伝送可能

## [これまでの研究実績]

-電気通信研究所IT21センターを通過した超高速無線LANと大容量ストレージの実用化研究

-世界最高速の超多値光伝送技術の開発

-宮城県栗原市におけるグリーンICTネットワークの地域実証実験に成功



ICT: Information Communication Technology  
ROF: Radio on Fiber, FTTH: Fiber to the Home

# 災害に強い情報通信ネットワークの開発 ディペンダブル・低消費電力無線ネットワーク

## 背景と目的

- 震災時に明らかになった携帯電話の技術課題
  - (1) 輻輳とその回避のための利用制限による通信断
  - (2) 停電・バッテリー寿命による端末・基地局の通信断あるいは基地局間光ネットワーク障害に対応可能な、必ずつながる地上系無線ネットワークを実現する。

## 研究開発の概要

- 災害時に発生する大量発呼に対応可能なマルチプルアクセス方式
- 停電時にも長時間通信を可能とする低消費電力端末・基地局技術
- 通信不能な基地局・通信網を回避できる広域無線通信ネットワークおよび異種無線通信方式シームレス切替技術

### 技術のポイント

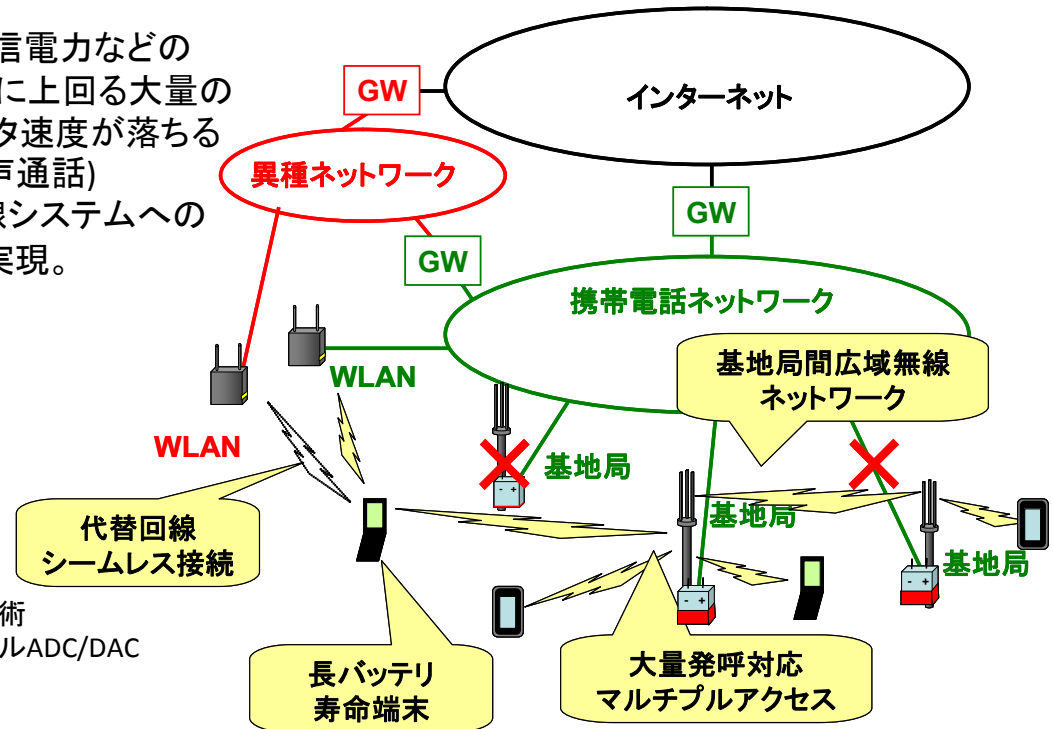
- ・適応型符号分割多元接続技術により、基地障害のため送信電力などの携帯電話制御が十分に行えない状態でも、通常時をはるかに上回る大量の回線収容数を可能とする災害時モードを実現。ただし、データ速度が落ちるため、音声品質は劣化。(従来:高速データ伝送,高品質音声通話)
- ・リレー方式の基地局ネットワーク,無線LANなどの異種無線システムへのシームレス切り替えにより必ずつながる無線ネットワークを実現。(従来:近くの基地局が障害を起こすと通信不能)

## これまでの研究実績と技術の特長

- ディペンダブル・エア:ヘテロジニアスで高信頼・スケーラブルなネットワーク
  - ・オールシリコンCMOS低消費電力・広帯域RFIC技術(700MHz帯~60GHz帯)
  - ・ワイヤレス回線のディペンダビリティ計測を行い、伝搬歪・デバイス歪の補償を行うブロードバンド周波数領域等化技術
  - ・ビット幅・サンプリング周波数の最適制御可能なスケーラブルADC/DAC

## 期待される効果

- 災害時における発呼の急激増加へ対応可能な高信頼・移動通信システムの実現
- 停電時にも通信可能な端末・基地局の実現
- 回線切断時にも代替システムへシームレスに切り替え可能とする異種移動通信システムの実現





# 災害に強い情報通信ネットワークの開発 災害時のトラフィック激増に耐える高速光ネットワーク

## 背景と目的

今回の震災で光回線の途絶の要因となった光ファイバケーブルの物理的破断およびそれに伴うトラフィックの輻輳を回避するために、急増するトラフィックを漏れなく収容し、激甚災害時でも最低限の回線接続を確保するディペンダブル光ネットワークを構築する。

## 技術の概要

・光回線の迂回制御および動的帯域制御技術：  
ファイバケーブルの破断やトラフィックの集中箇所ならびに帯域の占有状況を検出し、迂回経路および空き周波数を迅速に確保するルーティング技術

・回線切替時の伝送路品質補償技術：  
デジタルコヒーレント技術により、未知の回線に迂回しても分散・遅延歪みをLSIで瞬時に補償

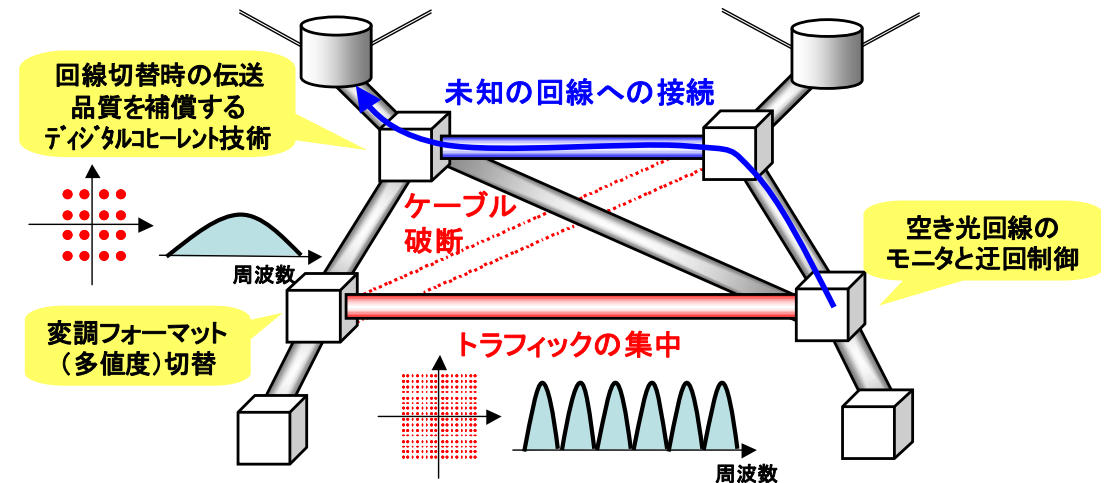
・トラフィックに応じた適応変調技術：  
トラフィックの増加に応じて光信号の変調多値度を拡大させ、利用可能な帯域の中で全てのトラフィックを必要最小限の誤り率で収容する適応変調技術

## これまでの研究実績と技術の特長

光通信の高速化・超多値化に関する研究で世界をリードしており、これまでの技術的蓄積を活かして柔軟性・堅牢性に優れた光ネットワークの構築に貢献する。

## 期待される効果

- ・災害時に回線が破断しても接続が必ず確保・維持されるディペンダブルな光ネットワークの構築
- ・トラフィックの急激な変化にも迅速に対応可能なフレキシブルな光ネットワークの実現



# 遠隔医療による被災地救援：訪問診療総合支援ICTシステム

## 背景(被災地のニーズ)：

- 被災地において、患者情報等医療データを共有したい
- 被災地の避難所、仮設住宅等において容易に遠隔医療サービスを受けたい
- PTSDなどの被災者の不安障害治療のため、早期に専門医によるFace to Faceの診療カウンセリングを行いたい

## 目的：

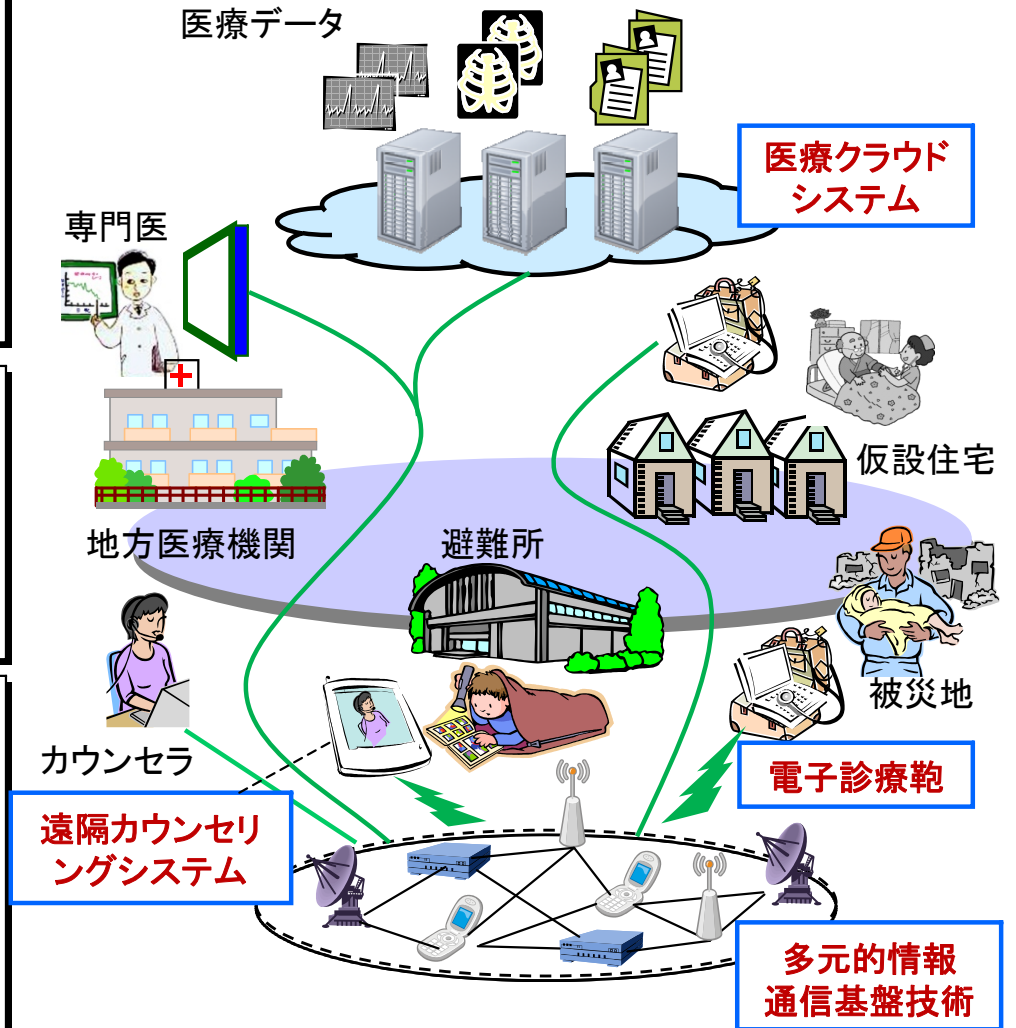
被災地での情報通信インフラが不安定な状況において、医療情報の共有、避難所・仮設住宅での遠隔医療サービス、専門医によるFace to Faceのカウンセリング等を可能とする「訪問診療総合支援ICTシステム」を開発する。

## 研究開発の概要：

1. 被災地遠隔医療を支援する**医療クラウドシステム**の構築
2. **電子診療靴**を利用した遠隔医療・介護サービスの展開
3. 被災による不安障害のための**遠隔カウンセリングシステム**の開発
4. システムを支える防災的にロバストな**多元的情報通信基盤技術**の開発

## とりまく状況と実績：

- 医師法の緩和：被災地における遠隔診療の承認
- 電子診療靴の開発
- 遠隔医療システムの実証実験(仙台周辺と沖縄県宮古島)
- モバイルネットワークの管理に関する国際標準化



## 期待される効果：

- 災害地での医療データの共有によって、地方医療機関の間の連携が促進される
- 避難所、仮設住宅等の被災者に対し、専門医の高度な医療を提供できる
- 専門家による被災者の精神的なケアが行える

# 災害により破損・劣化した画像・映像データの修復と保存

## • 背景

地震や津波などの災害によって家屋などの建物が失われると同時に、貴重な写真やフィルム映像、ビデオ映像などが破損・劣化し、個人的な思い出や社会的に貴重な文化遺産が失われようとしている。破損・劣化した画像・映像データを計算機により修復し、保存することは、被災者個人の喪失感・孤独感を減少するとともに、被災地域の貴重な文化遺産の保存することにもなる。

## • 研究開発の概要

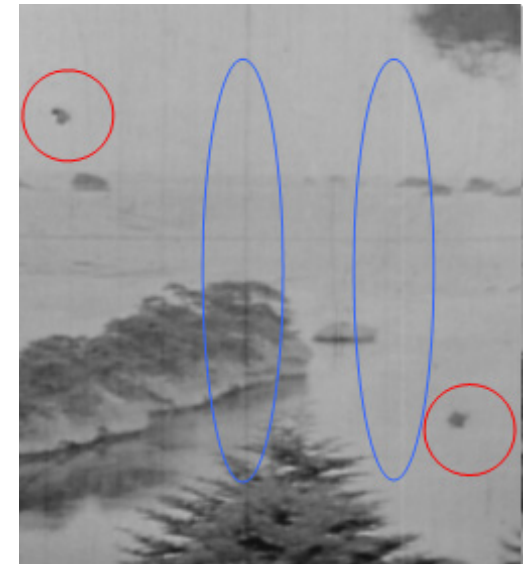
- 破損・劣化した写真のデジタル修復システムの開発
- 破損・劣化した映像のデジタル修復システムの開発
- CDやDVD等の破損・欠損したデジタルデータからの音響・画像・映像の復元

## • これまでの研究状況

- 経年劣化あるいは機械的に傷ついた写真とフィルム映像の修復システムを開発している。
- 画像・映像の雑音除去アルゴリズムや劣化除去アルゴリズムを多数開発している。

## • 期待される効果

- これまで人手により行われている写真・映像の自動修復が可能となる。
- 欠損したデジタルデータを可能な限り復元して、画像・映像資料を保存できる。



破損・劣化したフィルム映像からの修復  
(赤は欠損部分、青は機械的損傷を示す)



# 広域緊急拡声情報通信システムの高度化

## 背景と目的

被災地の状況： 行政無線など広域拡声情報通信システムでは、通常、隣接スピーカからの音が時間的に重ならないよう十分な時間をおいて出力を行う。しかし今回の津波警報では、一刻を争うため全スピーカ同時に拡声を行った。その結果、スピーカの音が混じりあい内容が聞き取れないとの問題が顕在化した。

研究目的： 高度なデジタル信号処理に基づくスピーカアレイ技術を用い、多数・広域の拡声情報通信において高い音声了解度を実現する音声・音響通信システムを開発する。

## 研究開発の概要

- スピーカ群に入力される音信号をデジタルフィルタ処理し、地形に合わせスピーカアレイ処理により指向性を制御
- 更に複数のスピーカタワーからの音が干渉しあわないよう遅延時間を設定することにより、高い了解度を実現
- 非常時に用いる語彙の難易度を的確に反映した信号処理(例：話速変換)により、実環境における高い了解度実現

## これまでの研究状況

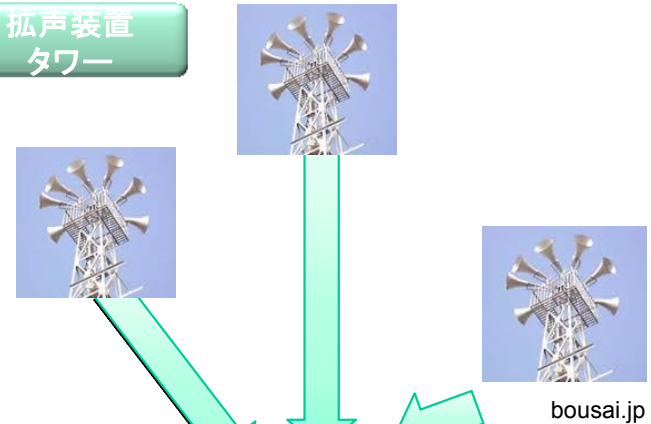
- スピーカアレイ技術： 世界最高次数のスピーカアレイ技術により、波動性を考慮した高精度再生が可能に(東北大)
- 大規模空間の拡声技術： 鉄道駅やスタジアムなどの大空間拡声の現状調査と、それに基づく拡声技術開発(神戸大)

## 期待される効果

緊急情報を市街地・田畑・海岸等広域において的確に伝達可能となり、緊急時の避難が有効に行える

## 広域拡声情報通信の最適化

拡声装置  
タワー



様々な距離で届く音が重なり聴取が困難

↓  
適切な指向性合成と距離差に合わせた同期処理により、高い了解度を実現



# 被災者への情報サービスの高度化技術

## 背景

- 被災直後からあちこちでさまざまな「情報のミスマッチ」が生じて来た。
- 長期に及ぶ復興の過程で状況はダイナミックに変化
- 災害が起きてから構築するのではなく、平常時でも便利に使用可能な情報環境が望まれる

## 目的

簡単な操作または必ずしも利用者からの明確な入力がなくとも利用することができる情報環境の構築

## 研究開発の概要

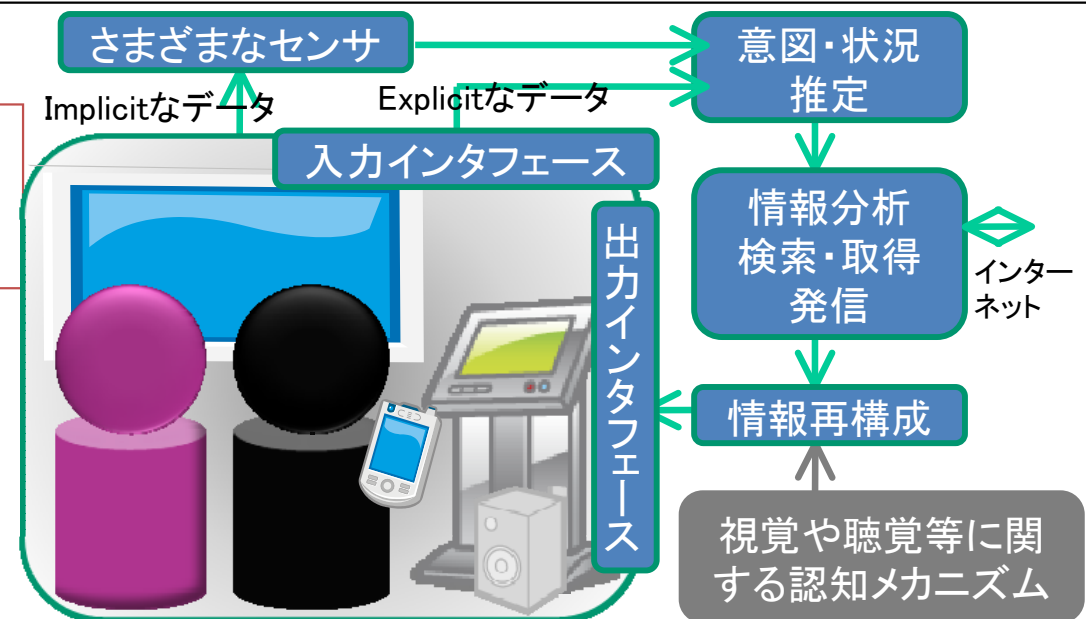
- さまざまなセンサ情報から人の意図や状況を推定する手法の確立
  - 直感的な入力インターフェースを介して得られるexplicitなデータ
  - 情報端末内蔵センサや環境センサ等から得られるimplicitなデータ
- 推定された状況に基づいて必要な情報を探索・取得する手法の確立
- 視覚や聴覚等に関する認知メカニズムの知見と人の状況に基づいて情報を再構成して的確に提示する出力インターフェースの確立
- 推定された状況に基づいて必要な情報を発信する手法の確立
- 情報技術を利用したインタラクションによって人の心を豊かにするエンタテインメントコンピューティング技術の確立

## これまでの研究実績

- さまざまな情報提示の手法の提案
- コミュニケーション場における状況推定
- 視覚や聴覚等に関する認知メカニズムの解明

## 期待される効果

- 「情報のミスマッチ」の解消
- 平常時でも緊急時でも利用可能な情報環境
- 老若男女を問わず誰でも使える情報環境
- アンコンシャスでさりげない次世代情報環境



# まとめ

---

- ◆ 革新技術の開拓による創造的復興
- ◆ 震災復興への情報通信未来技術の開拓
  - ◆ 東北の地での産学連携による被災地産業復興支援
  - ◆ 被災地連携型の情報通信開発体制
  - ◆ 被災地と東北大学をテストベッドとしたモデルケースの構築と実証試験検証
- ◆ 国際的な連携のもと、東北を情報通信に関連する革新的なIT技術の発信地に
- ◆ 安全・安心なコミュニケーションの実現