

## 防災における ネットワーク技術

立命館大学 情報理工学部  
仲谷 善雄

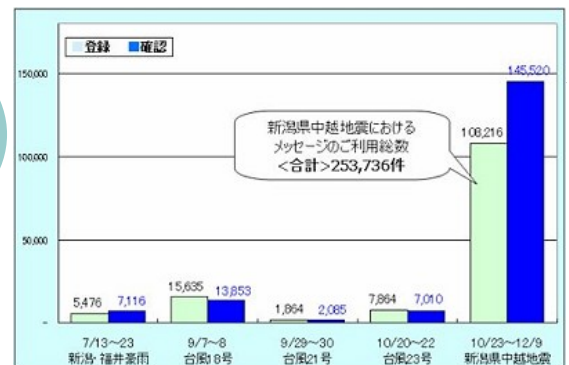
## 災害時のネットワークの課題

- 電話の輻輳
  - 新潟県中越地震
    - 地震発生時に、最大4500回線が使用不能(交換機停電)
    - 周辺の関東でも通話総量規制のため、かかりにくくなった
    - 被災地でも迂回路で伝送路を確保できる計画だったが、広範囲の複数個所で土砂崩れと道路崩壊が発生し断線
    - 携帯電話基地局の被害は、停電 バッテリー切れ
  - 阪神淡路大震災では、通常の50倍の通話が集中し、6日間もの不通状態

- 2004年4月より、携帯電話の音声通話とパケット通信を分離して運用

携帯メールは通じやすくなった  
NTTドコモ:iモード災害用伝言板サービス  
EZwebの災害用伝言板サービス

- 災害時伝言ダイヤル「171」の利用促進
- バックアップとして衛星通信の導入の検討



これまでのiモード災害用伝言板サービスの利用実績  
中越地震でも災害用伝言板サービスにつながりにくくなる、というような状況はなかった

- 被災自治体の孤立
    - 公共通信の途絶(自治体無線が停電)
    - もっとも被害の大きなところからの情報は来ない
    - 一般回線は輻輳で使用できず
- ↓
- LGWAN-ASP(総合行政ネットワーク)を用いた自治体間、自治体-関係組織・放送局との接続
  - 公共と一般を明確に区別した回線運用の必要性
  - 土砂災害情報相互通報システムの整備
  - ヘリテレの活用(空からの情報収集)

- インターネットの限界
    - 新潟県中越地震:県外との3本のルート中、2本は断線
    - 電話回線やケーブルTVを利用している場合には不通の可能性
    - 被災者にとって、インターネットをしている余裕なし
    - 携帯メールも、被災直後は輻輳でつながりにくい
    - 被災地発の情報でも、信頼性が必ずしも確保されない
    - 更新されないBlogの古い情報で救援物資が届く場合
    - 東京の本部設備が損壊すれば不通になる
- ↓
- キャリアの壁を越えた迂回路設定の必要性
  - 複数のメディアの併用による信頼性確保の努力
  - 複数のHPやblogによる内容チェック

- 防災情報システムの課題

- 04年台風16号の被害を受けた倉敷市では、地域イントラネットを用いた防災情報システム(かわせみネット)が機能しなかった
  - 高潮による浸水で、計19箇所で端末用コンセントが水没
  - 本庁や消防に災害状況を提供するカメラのうち、2箇所が停電で機能せず
  - 災害時の職員による運用マニュアルがなかった



- システムは運用が第一
- 地域や他所の災害事例を参考にしてシナリオを想定すべき

- 住民への情報提供手段の限界

- 防災行政無線による屋外広報は、豪雨では聞こえない
- 戸別受信機は高価で、各戸に整備するにはコスト高
- 広報車は、道路が冠水すると使えない
- 音声による情報提供では、聴覚障害者や一部外国人には伝わらない
- TV、ラジオは広域情報の提供用
- インターネットの使い方を知らない人もいる
- 携帯メールによる通知のためにはアドレス登録が必要

## 震災後の神戸市消防の通信整備

- 国、他機関との災害情報伝達の迅速化  
衛星通信画像伝送システム
  - 市役所3号館屋上に地球局を設置
  - 中央消防署配置の指揮救援車に可搬式地球局を積載
- 400MHz 無線機の整備



衛星通信地球局



可搬式地球局

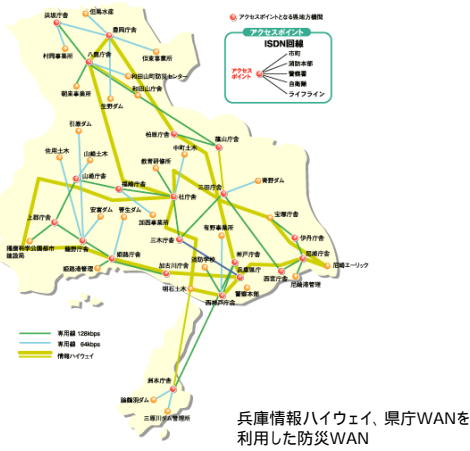
## 震災後の神戸市消防の通信整備 (2)

- 無線周波数切替方式による全国共通波基地局の整備
- ヘリコプター画像伝送システム(ヘリテレ)の整備
- 防災情報システム非常発電装置の空冷化
- 危機管理室、消防局及び消防署の幹部に対して災害情報のメール配信
- 携帯電話による映像情報の収集体制
- 神戸市総合防災通信ネットワークシステム
- 医療情報ネットワーク(デジタルMCA 無線)の基地局を消防本部(管制室)に設置

## 兵庫県フェニックス防災システム

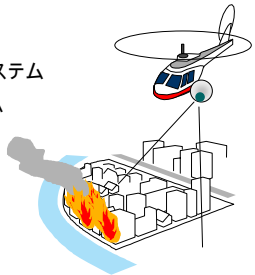
- 県の関係機関、市町、消防本部、警察本部、警察署、自衛隊、海上保安本部、ライフライン事業者に端末を設置して運営する災害対応総合情報ネットワークシステム
- 災害情報・気象観測情報の収集・提供、被害予測、実被害報告、災害状況総括機能など、災害対策本部の意思決定をトータルに支援
- 広域N/Wには兵庫県情報ハイウェイ(NTT)を利用
- 県庁内はATM-LANとFDDIを組み合わせた県庁LAN
- 04年の豊岡豪雨では、周辺11市町からの被害入力がなく、情報システム運営の難しさを露呈





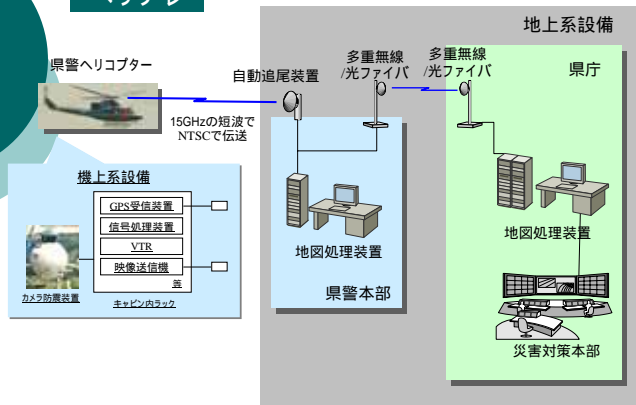
兵庫情報ハイウェイ、県庁WANを利用した防災WAN

- 8つのサブシステム
  - 震度情報ネットワークシステム
  - 観測情報集配信システム
  - 被害予測システム
  - 危機管理システム
  - 地図情報システム
  - 災害情報システム
  - 映像情報システム
  - 防災コミュニケーションシステム



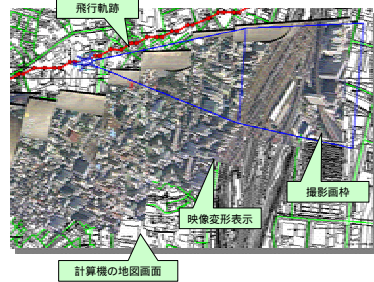
● 重要なサーバ(観測情報集配信システム、被害予測システム)については、県庁から北東に約60キロ離れた場所(兵庫県柏原総合庁舎内)にバックアップセンターを設置

ヘリテレ ヘリコプター位置映像表示システム



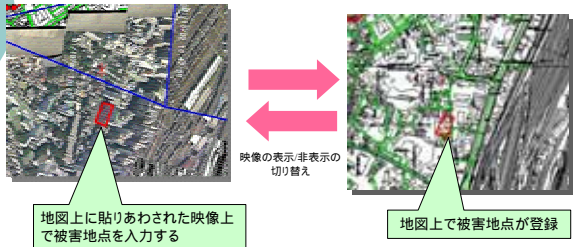
地図上への映像の合成表示

- ヘリコプターの位置の計測に合わせて、静止画を作成
- 静止画作成地点の機体位置・姿勢・カメラ設定情報から撮影画枠を計算
- 撮影画枠に合わせて、静止画を変形して、連続的に貼り合わせを実行



映像から被害地点の判読

地図上に貼り合わせた静止画面上で被害地域を判読入力することで、地図上に被害地点を登録する。



種別(倒壊/火災)を指定し、被害地域を線で囲む  
地域名、時刻、概略棟数などを自動表示

兵庫県災害対策センター

フェニックスシステムをフル活用できる。



## 兵庫県フェニックス防災情報

- フェニックス防災システムに集約された各種防災情報を、**地域住民への公開情報**として、できるだけ早期にかつ積極的に提供しようとするもの(2004年4月)
  - 観測情報
  - ハザードマップ
  - 全国の災害情報
  - 県エリアの災害関連情報
  - 市町エリアの災害関連情報
  - 防災関連リンク
- 兵庫県企画管理部防災局防災通信室



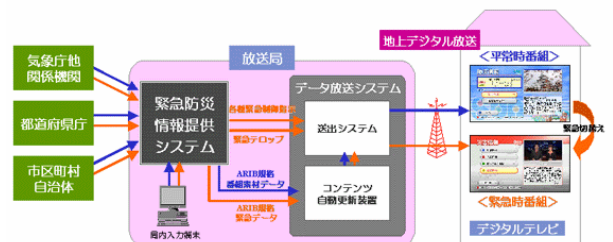
## ひょうご防災ネット

- 携帯電話インターネットサービスによる災害関連情報提供サービス。
  - 神戸市 : 風水害時の避難指示、避難勧告情報
  - 兵庫県 : 地震情報(県全域で震度4以上)、津波警報・注意報、気象警報など
- 2004年6月より、政令指定都市では初めて本サービスを稼働。
- 予め登録した市職員が災害現場にて携帯電話から即時入力する最新情報を提供。
- 1時間に7万件のアクセスにまで対応可能。
- <http://bosai.net/kobe/>



## 緊急防災情報提供システムの試み

- サンテレビ、松下電器が開発
- 05年に神戸で開催された国連防災会議で展示
- 地上波デジタル放送を利用
- 放送中の通常時データ放送番組から緊急時データ放送番組へ強制的に緊急時専用のデータ放送サービスへと画面を切替える「緊急プッシュ型データ放送サービス」が可能
- KDDIが開発した、緊急警報放送を携帯電話画面に自動的に表示する技術も利用

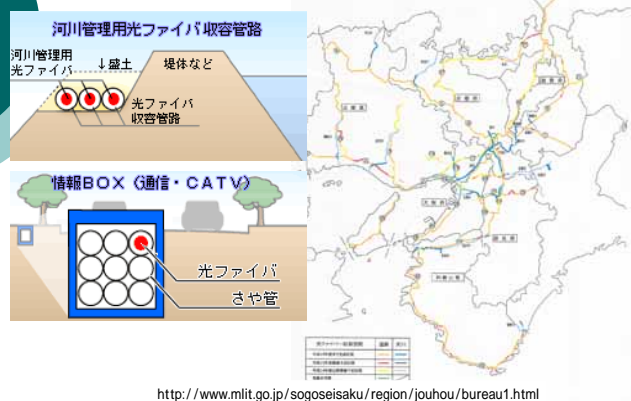




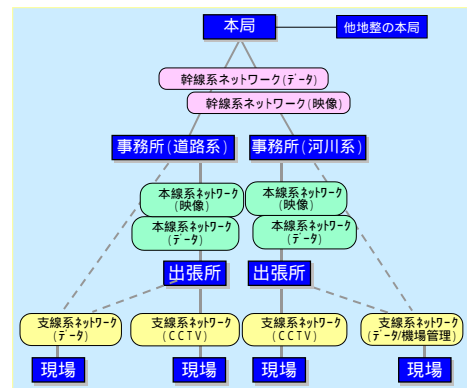
## 光ファイバー網

- 政府:平成13年3月「e-Japan重点計画」を策定
  - 世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成
  - 国土交通省:公共施設管理用光ファイバー収容空間等の整備を推進
    - 平成14年度から、国の管理する河川・道路管理用光ファイバーのうち、当面利用予定のないものについて、電気通信事業者等に開放

## 近畿の光ファイバの整備状況



## 通信インフラ (地方整備局)



## H17年度の開放区間@石川、富山など



国管理の光ファイバー網の一部を、年間契約でクロージャ単位に民間に貸し出している。

## 近畿情報ネット構想

- 国土交通省・近畿地方整備局が管理する道路や河川に沿って敷設している専用光ファイバー網のループ
- 国側で5つの大きなループ(2.4Gbps)を構成し、迂回路を保障
- 府県の持つ情報ハイウェイとも接続
- H15-H17:国側整備  
H18, H19:府県整備  
H20- :市町村整備



## 情報コンセント

国交省の事務所や出張所、本局等を接続する災害対策用情報ネットワーク設備。

専用端末を接続することで、音声や映像の取得、電話、電子メール等の機能が利用できる。



- 支線系や防災LANとは別のネットワーク。
- 情報コンセントにおいてIP系のファーストイーサ(100BASE)が採用された。
- 情報コンセント設備の国電通仕化は未定。
- 可搬端末については使いにくさも指摘されている 無線LAN

## 無線LANシステム

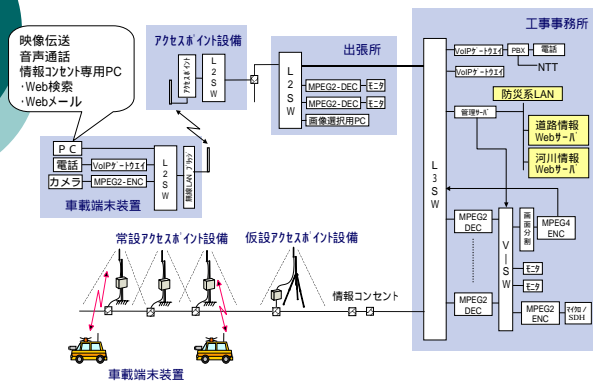
### ■概要

災害対策、応急対策、状況把握等のため、無線LANアクセスポイントを設置(常設、仮設)し、現場と事務所との間で映像(車載カメラ)、音声、データを送受するシステム

### ■機能

- 2.4GHz帯のSS無線(Spread Spectrum:周波数拡散)  
伝送距離:見通し350m、伝送速度:最大56Mbps、免許不要、国際標準(IEEE802.11系)
- MPEG2 over IPを採用し、高画質な映像監視
- 現場 事務所、現場 事務所の双方で通信

## 無線LANシステムの構成



## インターネット利用



## IAA (I am alive)

- インターネット技術研究プロジェクトWIDE (Lifetime WG)と通信総合研究所が開発した「被災者登録検索システム」。
- 阪神淡路大震災をきっかけに構築。
- ユーザーがインターネットの被災者登録検索画面から自分や他人の生存情報を入力すると、データベースに登録され、他者がインターネットから検索できる。
- 複数の組織に設置されているIAAシステムが、自動でデータを交換し、全ての組織が同じデータを蓄積。
- パソコン、携帯端末、一般電話のプッシュボタンや手書きFAXによる情報の登録も可能。

## 彩の国 災害時用伝言板

- 埼玉県: <http://www.pref.saitama.lg.jp/saigai/>
- 県内に相当規模の災害が発生したときに、家族や知人との連絡、身近な生活情報の共有の場として利用
- 埼玉県と5市町(熊谷市、川口市、秩父市、所沢市、鳩山町)が協力して、サーバを管理
- ネットワーク等にかかる負荷の分散と障害に対応するため、県に核サーバ)と5市町にミラーサーバを置き、全県的なネットワークを構成

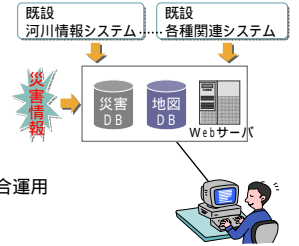


- 現在は、新潟県中越地震、スマトラ島沖地震に対応。



## 災害情報管理Webシステム

- 河川災害に関する多くの情報を迅速かつ正確に収集・処理・共有・提供するシステム
  - 災害発生時の連絡・報告
  - 被害情報管理
  - 被害集計 など



- 自治体CALSシステムとの統合運用

- 土石流危険渓流、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所などのインデックスでエリアを選択、該当箇所の地図を表示

- リアルタイム時間雨量、実効雨量、有効雨量強度などの表示



- 災害事例の写真や動画の参照

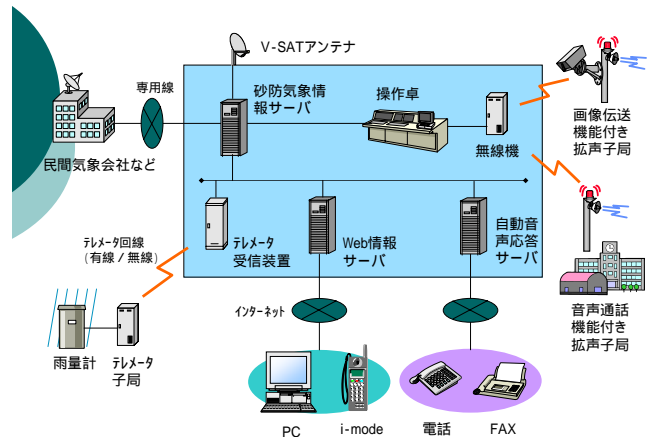
- 新たな災害情報の入力
- 地域に関係する災害情報・事例の検索
- 土石災害警戒区域、特別警戒区域のエリア表示

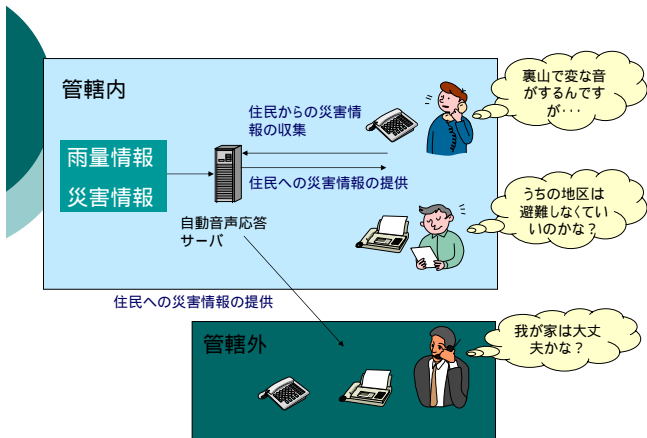
## 土石災害情報相互通報システム

- 土石災害から人命を守るために、平常時から災害時を通して、土石災害関連情報を住民と行政機関が相互通報する情報基盤を整備する
  - 2000～04年までに整備の計画 延長
  - 国と都道府県が半分ずつ費用負担し、市町村に配備
  - 都道府県ごとにシステムの機能が異なる
    - 自治体ホームページに土石災害情報、気象・雨量情報を公開
    - インターネットによる住民(防災リーダー)との情報交換
    - 防災行政無線、電話(有線/携帯電話)、FAXを利用
    - 庁内LANを利用した各部署との情報共有
    - 土石災害危険区域(ハザードマップ)、溪流カルテ、斜面カルテ



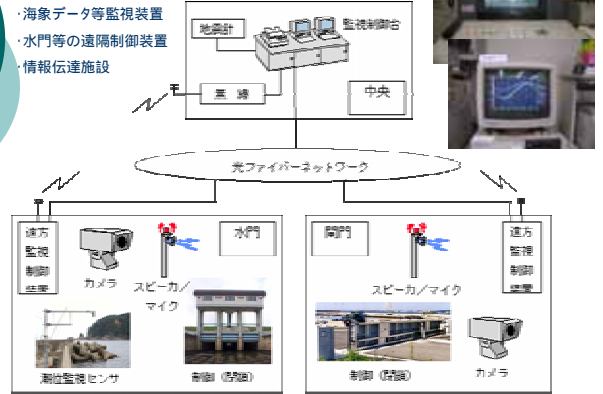
Webベース土石災害情報相互通報システムの画面表示例



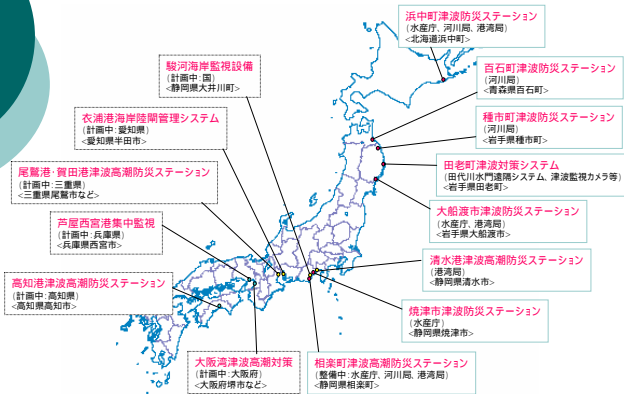


## 津波・高潮防災ステーション

- ・海象データ等監視装置
- ・水門等の遠隔制御装置
- 情報伝達施設

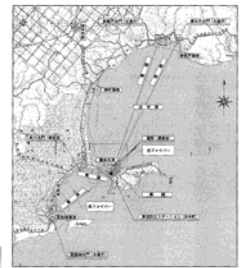


## 津波高潮防災ステーションなどの整備状況



## 平成15年十勝沖地震における浜中町 津波高潮防災ステーションの稼働実績

4:50	地震発生	} 7分
4:56	津波警報発令	
4:57	浜中町の水門班職員が登庁	} 8分
4:58	水門・陸閘の閉鎖開始	
5:06	水門・陸閘の閉鎖完了	} 12分
5:18	津波の第1波到来	



## 津波防災ステーションに関する課題

- 水門・陸閘閉鎖方法の選択
  - 遠制主体か、現場での手作業閉鎖優先か
  - 遠制方法：自動閉鎖 / 手動制御 (個別、一斉、群制御)
  - 遠隔制御の通信方式 (IP、SDH、ほか)
  - 遠制対象 (電動化) とする水門・陸閘の選定と、それ以外の水門・陸閘の運用方法の検討
- 水門・陸閘をすべて閉鎖できるか？
  - 液状化などにより水門・陸閘が閉鎖できない場合の対応
  - 水防団など現場職員への閉鎖指示の連絡方法の確保
  - 現場職員を支援できるモバイル情報環境があるか？

## 津波防災ステーションに関する課題 (2)

- 津波が水門・陸閘を超えたときの対応をどうするか？
  - 排水機場の施設は水に浸かると稼働しないため、内水排水ができない。
  - 引き波を逃がす方法がないと、2次災害が発生する。
  - 住民への連絡手段はあるか？
- 職員の安全対策は？
  - 現場で手動にて水門・陸閘を閉鎖した職員は安全に避難できるか？



## 災害時ネットワークの今後の課題

- 被災地からの情報収集手段の整備
  - 無線によるアドホック・センサ・ネットワーク
- 住民への情報提供手段
  - プッシュ型の戸別情報伝達メディアの必要性
- 災害時の安否確認通話への対策
  - 伝言ダイヤルは時差があり不安が残る
  - 通話の輻輳を回避するための手段の必要性
- 災害に強い情報ネットワークの確保
  - 行政や企業のサービス継続のために不可欠

## 立命館大学での取り組み

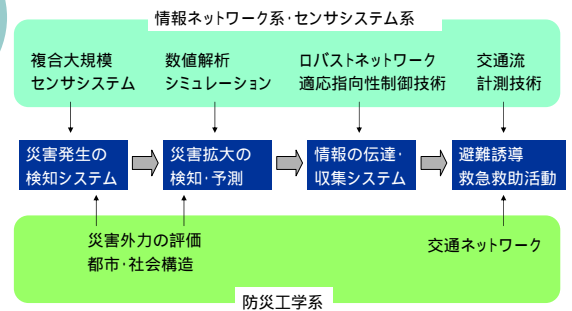
- COE
  - 文化遺産を核とした歴史都市の防災研究拠点 (H15)
- 防災システム研究センター

## 防災システム研究センター (RDMS)

Research Center for Disaster Mitigation Systems

- 文部科学省ハイテクリサーチセンター整備事業
- 共同研究、受託研究などの産官学連携研究
  - 研究コンソーシアム「[防災システム研究会](#)」の運営
- 理工学部と情報理工学部を中心に、災害に強い交通・情報ネットワークシステムなどの「防災」の研究 + 情報技術による「減災」の研究を融合
- 05年より新棟にて活動開始

## 研究の概要・研究グループ間の連携



## 研究テーマ例



- 災害監視の検知センサシステム
  - 小型、安価、高性能の分散配置型のセンサ
- 災害発生後における情報共有と避難誘導
  - 人間の避難行動シミュレーション
  - 災害時のセキュアな情報ネットワーク
- 災害拡大過程におけるシミュレーション
  - 実世界とシミュレーション結果を重畳表示する複合現実感技術による災害可視化
- 被災度の査定と復旧計画