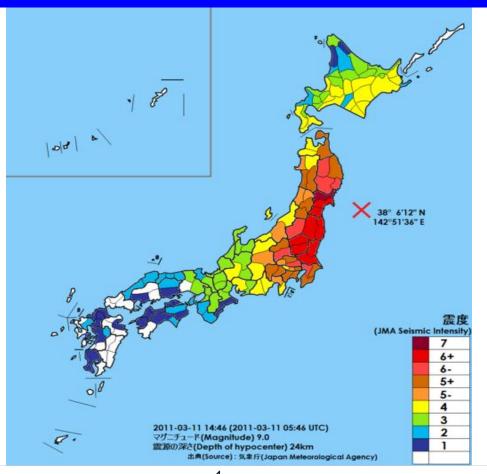
#### サイエンティフィック・システム研究会

# 災害時に有効な情報通信技術と問題点

岩手県立大学ソフトウェア情報学部 教授 柴田義孝

2011年10月21日

# 東日本大震災の震度



# 東日本大震災の規模

2011.9.11 現在

	東日本大震災	阪神·淡路大震災
マグニチュード	M9.0	M7.3
死者	15,782	6,434
行方不明者	4,086	3
漁船	22,000隻以上	40隻
漁港	300以上	17
農地	23,600ha	213.6ha
被害額	16-25兆円	9.9兆円
震災前の県民経済計算	<b>20,7</b> 兆円 (岩手、宮城、福島)	20,2兆円

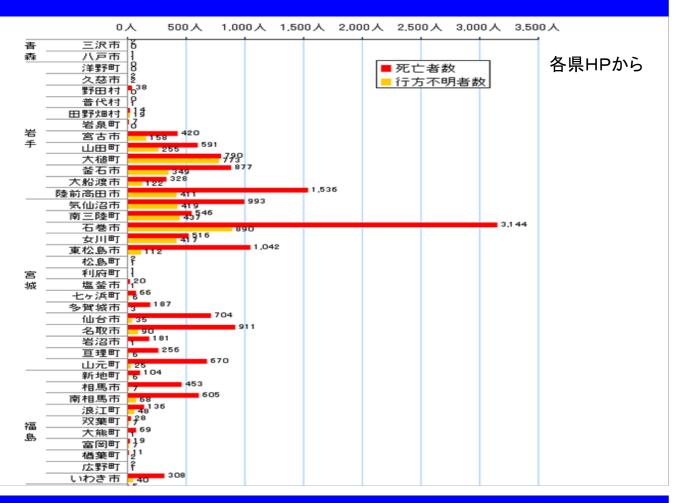
# 明治以降の大地震による犠牲者一覧

気象庁 過去の地震・津波被害

http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/higai/higai-1995.html

年	地震名(震災名)	被害規模
1923	関東地震(関東大震災)	死者・行方不明者105,385人
2011	東北太平洋沖地震(東日本大震災)	死者 15,628 人、行方不明者 4,086人
1896	明治三陸地震	死者・行方不明者21,959人
1891	濃尾地震	死者・行方不明者7,273人
1995	兵庫県南部地震(阪神淡路大 震災)	死者・行方不明者6,437人
1948	福井地震	死者・行方不明者3,769人
1933	昭和三陸地震	死者・行方不明者3,064人
1927	北丹後地震	死者2,925人
1945	三河地震	死者・行方不明者2,306人

# 東日本の地域別被害状況



# 岩手県市町村の被害状況

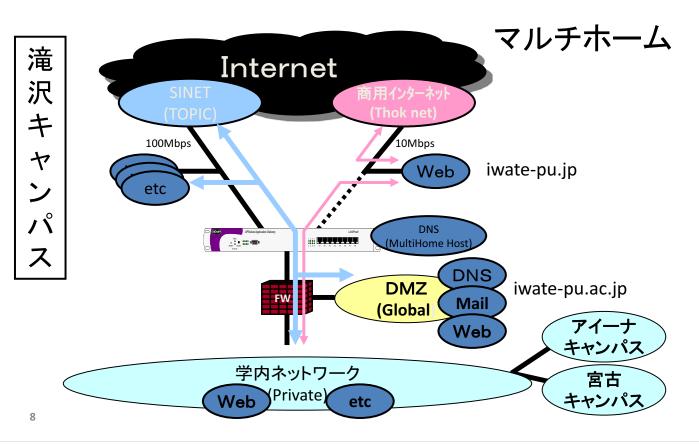


# 岩手県立大学 通信障害状況

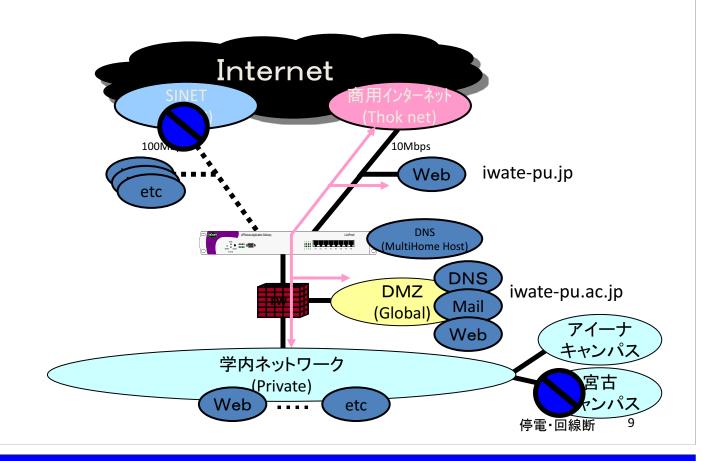
キャンパス	学内通信	インターネット通 信	上位回線	SV室停電	フロア 停電
宮古	断	断	断	有	有
アイーナ	EVI	EΟI	維持	· F3	H
   滝沢本校 維持 		維持	維持	なし	20分で 復旧
		Ţ		<b>^</b>	<b>^</b>
NWバック	フアップ⇒	マルチホーム		発電機	発電機
				+	
				CVCF	J

7

# ネットワーク構成(通常時)

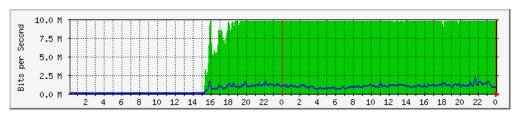


# ネットワーク構成(3.11 不通時)

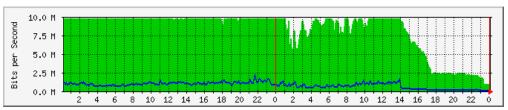


# 商用回線トラフィック(3/11-13)

#### 3/11-3/12



#### 3/13



# 電源設備:発電機

• 最大電源容量 :2400KW

• 商用電源 : 900KW

• ディーゼル発電機3台:1500KW

• 起動時間:40秒

• 稼働可能時間:6日

(条件:発電機2台稼働、1000KW給電)

・ 常用+非常用 の設備

• 常用: 所要電力が一定値を超えたら起動

• 非常用:商用電力が停電した場合

• サーバ室:サーバ 約120台、スイッチ 約40台

実測:34KVA

11

# 柴田研究室、NPO GFJ 災害情報インフラ仮復旧の対応

協力: KDDI, コアテック(IPStar)、静岡県立大学

- 3/18宮古市振興局内ネットワークとPC
- 3/18岩泉町役場内InternetとPC
- 3/23田老総合事務所内InternetとPC
- 3/23グリーンピア田老内LAN、InternetとPC
- 3/30宮古市市役所内InternetとPC
- 3/30田老漁協内InternetとPC
- 4/10大槌町災害対策本部内LAN,InternetとPC

# ICTインフラ復旧地域



岩泉町役場内InternetとPC

ゲリーンピア田老内LAN、InternetとPC

田老漁協内InternetとPC

田老総合事務所内InternetとPC

宮古市振興局内ネットワークとPC

宮古市市役所内InternetとPC

大槌町災害対策本部内LAN,InternetとP



# 東日本大震災時の情報通信手段の状況

- Oラジオ(電池で作動)
- ×固定電話(ケーブルは流された)
- △携帯電話(docomo, au, softbank)
- ×いわて情報ハイウェイ
- × 庁内LAN(各自治体)
- △防災行政無線
- 〇無線LAN
- ○Internet衛星通信(Internet)

# 東日本大震災時のInternet利用

- 震災前の東北地域の普及率は74.7%
- ・ 震災直後は20%まで低下(回線が利用出来なかったため)
- 震災直後、通信回線は仮復旧に早くて1~2週間はかかった
- 避難所はもともとInternet回線が無いため仮設回線を引かねばならなかった。
- 自治体の庁内LANが流されたため、Internet回線を仮設し、 県庁や振興局間で業務を始めた。
- また住民は自治体Webサーバが利用できず情報が伝わらなかったが、Internetを通して外部との情報共有を始めた。
- 医療機関は避難所で診療所<->中核病院、大学病院の 通信路が途絶えたが、Internetを仮設復旧させて利用した。
- 災害ボランティアはInternetを利用して復旧活動を行った。
- 仮設住宅はもともと情報インフラの無いところに建設されたため、総務省が衛星やFWAなどにより仮設復旧させて利用した。

# 大震災から仮復旧に役だったNW

- 衛星IP通信システム(IPstar)は多くの被災地の Internet環境を迅速に復旧させた
- 携帯Tel., エリアは徐々に回復
- 3G+無線ルータは簡易的に避難所で利用された
- 無線LANは機動的にエリアカバー
- 衛星電話(各自治体2台程度)はフル活動だった
- コグニティブ無線(NiCT)は役に立った
- Twitter,ブログなどのSNSはrealtimeな情報伝達と 共有に役にたった

# 情報インフラ復旧の次は

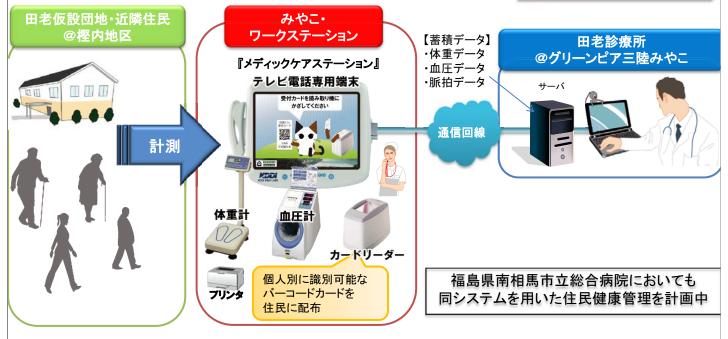
- 仮設住宅における住民の生活の確保
- ・ 生活情報(の提供システム
- 住民の医療情報システム(特にお医者様の負担軽減のため)
- ・ 住民の健康管理(フィジカル+メンタルシステム
- 高齢者のみ守り支援システム
- 住民への雇用情報提供システム
- ・ 児童、生徒への教育システム
- ・・・・・・・・等など

#### ICTによる 田老町仮設団地・近隣住民への健康管理支援

- ●田老町樫内地区の施設「みやこ・ワークステーション」に、KDDI研究所が開発した 遠隔健康管理支援端末 『メディックケアステーション』 を設置。
- ●この端末を田老診療所と通信回線で繋ぎ、情報連携を行う。

⇒毎日の体重・血圧・脈拍計測/個人毎のバイタルデータ蓄積が可能。 ⇒田老診療所から遠隔での健康管理支援、サポートが可能。

蓄積したバイタルデータは、 「生活習慣病の予防」 「診察時の参考データ」 として活用



本件は岩手県立大学、有限会社ホロニックシステムズ、株式会社KDDI研究所と共同で推進中です。

# 必要とされる 災害時に有効な情報通信システム

# コグニティブ無線をベースとした自律型情報通信ネットワーク (Never Die Network)



# コグニティブ無線とは

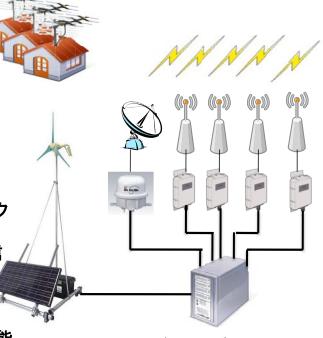
- 「コグニティブ無線」とは、端末や基地局などが周囲の電波状況をチェックし、その状況に応じて、利用者に気づかせないまま、周波数や方式を変えて通信するという技術
- 電波の周波数解放により、一般利用者でも異なる複数の無線 が同時に使えるようになった
- また包括認定による高速無線LAN (IEEE802.11j)や無線アクセス(18,31GHz帯)も出現した
- これにより、一般利用者が異種の無線を組み合わせ、これら を通信環境(通信距離、地形、アンテナ、メディア等)に合わせ、 電波強度、スループット、パケットロス率、遅延時間を計測しな がら、最適値を決定し、周波数や無線方式を動的に切り替え て通信することが可能となる

#### 自律型複合無線ネットワークシステム (基地局、中継局)

- ・太陽光、風力発電、バッテリーの組み合わせによる自律供給電源
- ・異種無線LAN、衛星通信、アマチュア無線の 組み合わせによるコグニティブ無線の実現

•通信環境に応じて動的に通信方式、周波数を 切り替えて最適な通信経路を確保

- 一中継基地局<->中継基地局
- ー中継基地局<->移動中継車、気球ネットワーク
- •集落住民に対しては、従来の無線LANにて通信
- ・遠隔より電源ON,OFF、および状態監視
- •常時設置および災害時に可搬にて仮設置も可能



コグニティブ無線ルータ

# 自立給電基地局の電力制御

- 太陽光+風力発電+バッテリーの組合せによる無線基地局の開発
- 無線AP、ネットワーク制御カメラへの24時間給電
- 残量バッテリーエネルギーを常に最小化するめのCharge Controller

の遠隔制御

 $B(k) = min\{ max [B(k-1) + Esource (k-1) - L(k), Boutage ], Bmax \}$ 

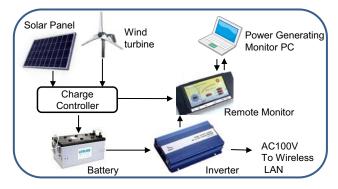
B(k):残量バッテリーエネルーギ量

Boutage :最大許容消費エネルビー量

Bmax:トータルバッテリー容量

Esource (k): 太陽光および風力発電によるそうエネルギー量

L(k): [k-1,K]間における電力消費量





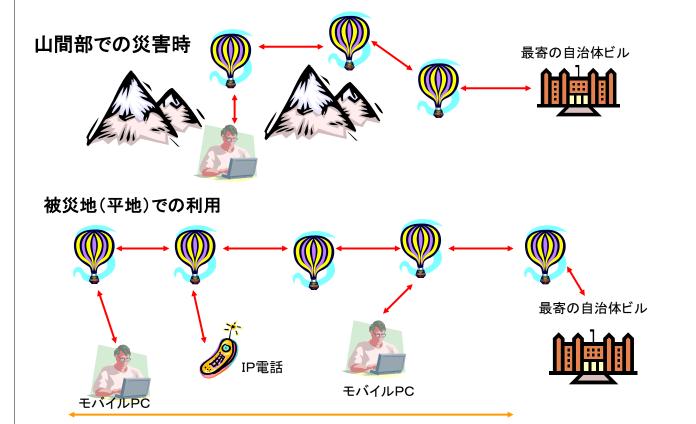
# プロトタイプの構成

機器	仕様
無線LAN AP	アイコム製 SE-3000EA IEEE 802.11a/b/g対応無線LAN AP 消費電力 8.5~8.8W
無線LAN アンテナ	アイコム製 AH-150S 八木型指向性アンテナ 利得12dBi, 8エレメント
風力発電機	ゼファー製 Z-501 定格出力: 400W (12.5m/s時)
太陽光発電機	薄膜太陽電池 SM-100 出力: 120W (60W × 2)
バッテリ	Concord社製 GPL-27 定格容量: 27Ah, 定格電圧: 12V
IP PTZカメラ	パナソニック製 BB-HCE481 640 x 480 12fps / 320 x 240 30fps 消費電力 8.8W / 10.7W (PTZユニット稼働時)

最大発電電力量:520W 消費電力量:17.6W



# 気球ワイヤレスネットワークの利用形態



## 気球搭載全方位映像監視システム



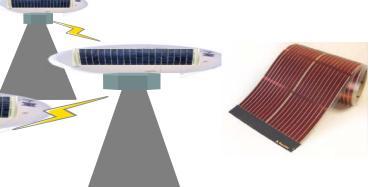
#### 改良型気球ワイヤレスアドホックネットワーク

高気密性材料による楕円型気球

フィルム型太陽光発電

軽量無線LANカメラ

軽量高解像度全方位







- ・楕円型気球により風の影響を軽減
- ・フィルム型太陽光発電により自律的供給電源
- •6角形アンテナと高速無線の組み合わせ 802.11jにより水平方向にマルチホップ
- ・802.11b,gにより垂直方向にホットスポット
- ・小型軽量全方位映像カメラによる上空から の映像監視(地上からパン・チルト・ズーム 操作可能)

# 災害時に求められる情報

#### 災害発生時において求められる情報は時々刻々変化する

対象	要求項目\時期	$t_1$	$t_2$	tx	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_{6}$
被災者	防災情報	Δ	0					
	避難情報	_	Ιŏ		0			
	安否情報				õ	0	$\circ$	Δ
	被災状況				õ			
	交通情報				0000	$ \hspace{.05cm} \hspace{.05cm} $		
	文通						$\approx$	
	対域物具供相がが サービス情報					0000000	00000	
						$\simeq$		
	ライフライン状況					$\sim$	0	
	行政情報						<u> </u>	
支援者・親族						0	Ò	
	被災状況				0	O	$\triangle$	
	救援物資供給状況						$\bigcirc$	
	店	系列分類	i					
記号	大汉 大汉	期		期間帯				
t1	通常時	通常期						
$t^2$	災害予測時	予兆期	<b>発災数週間前~発災時</b>					
tx tx	災害発生時	発災期 '贮######	発災時 25 (4) 中 0 日					
t3 t4	災害発生直後 災害沈静化	避難救援期 沈静化期	<u>発災時~2日</u> 3日~2週間					
t5	炎害沈静化 災害復旧	復旧期	3日〜2週间  3週間以降〜数ヶ月		Ħ			
<i>t6</i>	復興	復興期	OKENIENSKIP KY 7 7 7					

災告完生削後においてに必要な情報を必要などでに使供できる環境を提供する

# 大規模災害情報共有システム

- LaDIPS (Large Disaster Information Portal Site)
  - 災害情報を電子地図上に集約して表示する
    - 自治体の垣根を超えた情報共有が可能になる
  - 地理的背景と災害情報を同時に俯瞰可能
  - シームレスな時系列表示制御が可能

# 登録された災害情報の表示例2

• 原発避難区域

• 津波浸水区域





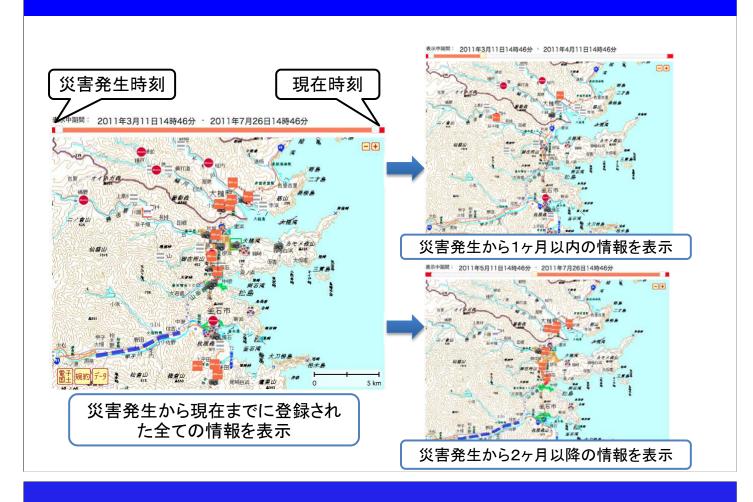
# 被災地情報共有システム

#### 平成23年 東日本大震災

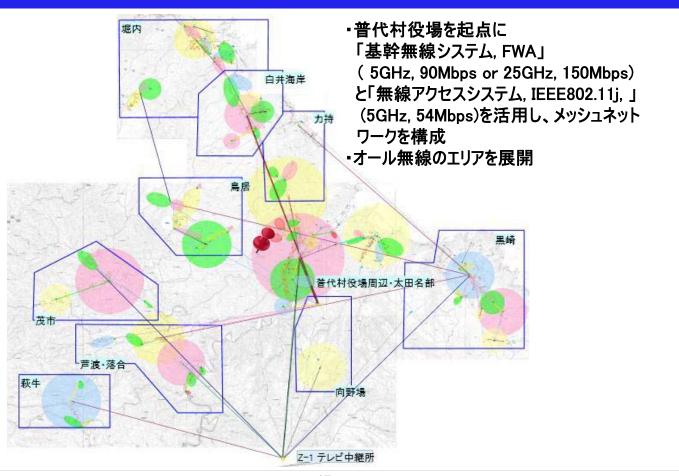




# 時系列表示機能



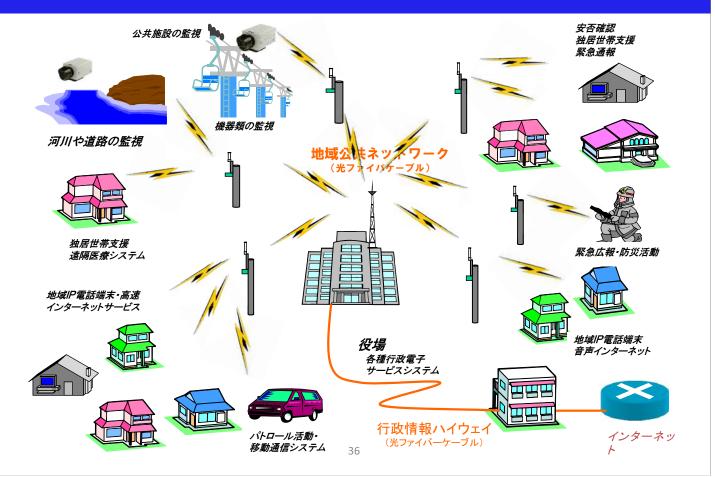
# 普代村 ALL Wireless Network Infrastructure



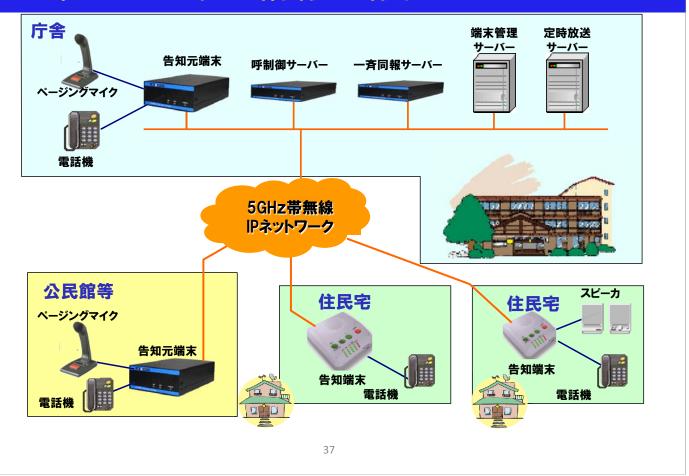
# 普代村 住民宅無線アクセス



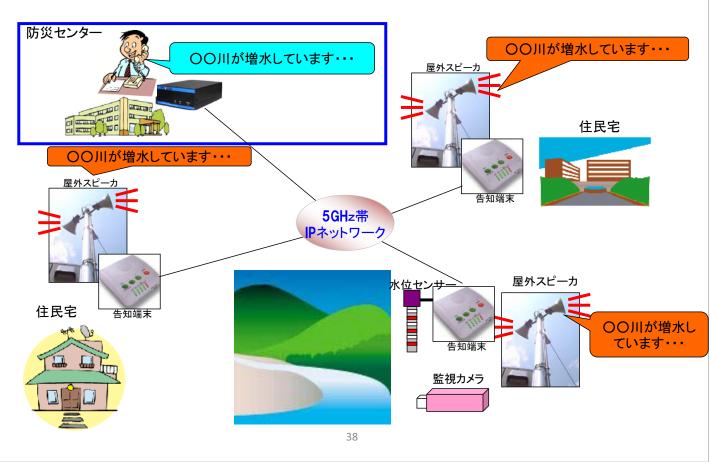
## 普代村 無線ネットワークシステムアプリケーション



# 普代村 緊急情報同報告知システム



# 普代村 緊急音声同報告知システム



# 災害時に有効な通信システム

- 自律型電源供給システム
- IP衛星通信ネットワーク
- 3G+Wi-Fi無線ネットワーク
- 気球ワイヤレスネットワーク
- コグニティブ無線ネットワーク
- 大規模災害情報共有ネットワーク
- 全方位映像通信システム
- Twitter, ブログ、SNS
- 災害クラウドシステム

# 大震災からの教訓

- 車はガソリンで走る。情報通信機器は電源で動く
- No news is bad news
- 昨日の学生は、今日の戦友
- 金の切れ目が、縁の切れ目。金の切れ目からが真 の友
- Never give up, never die network!
- 備えあっても、憂いあり。備えなければ不幸あり!
- 災害は忘れる間もなくやってくる!

# 謝辞

- 岩手JSTサテライトの皆さん
- KDDI仙台の皆さん
- NPO法人GFJの大橋さん
- コアテック(IPstar)の大場さん
- ドライバーの拙家一彦さん
- 岩手県庁地域振興室の平野課長他の皆さん
- ・ 岩手県立大学ヘルプデスク(アイシーエス)の皆さん
- 宮古市役所の吉水さん、山崎さん
- ・ 自衛隊の皆さん
- 県大学生支援本部のスタッフの皆さん