

—故古賀先生追悼セミナー—

## 災害時の情報通信手段としての 気球ワイヤレスアドホックネットワーク

岩手県立大学ソフトウェア情報学部  
柴田 義孝

平成19年3月26日

### 背景

- ・災害時に利用できる情報インフラの重要性
- ・情報通信ネットワークの故障や寸断状態
  - 災害状況の確認に時間がかかる
  - 人名救助・安否確認出来ず
  - 情報の錯綜
- ・災害直後の迅速な復旧、情報収集への対応が必要
- ・緊急ITネットワーク構築の必要性
  - 災害場所に緊急用ホットスポットを提供
  - インターネット・地域イントラネットへ接続
  - IP電話を収容
  - 専門家でなくともネットワークの構築可能
  - 重機、車両の入れない場所でも構築可能

### 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

表1: 求められる情報の時系列変化

対象	要求項目・時期	t1	t2	t3	t4	t5	t6
被災者	防災情報	△					
	避難情報		○				
	安否情報			○			
	被災状況				○		
	交通情報					○	
	救援物資供給状況						○
支援者・機関等	被災状況				○		
	救援物資供給状況					○	
	行政情報						△
	被災者支援情報						

時系列分類

記号	状況	発生期	期間
t1	発生時	発生期	発生期
t2	発生直後	発生期	発生期
t3	発生後	発生期	発生期
t4	発生後	発生期	発生期
t5	発生後	発生期	発生期
t6	発生後	発生期	発生期

災害発生前後においてに必要な情報を必要ときに提供できる環境を提供する

[2] 渡部和雄、大石貴弘他: "被災者・行政支援情報システムの研究開発", 日本災害情報学会第2回研究発表大会予稿集, pp.163-172 (2000.11)

### 背景

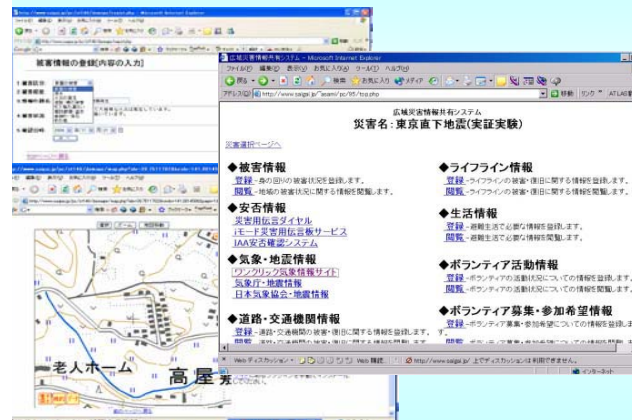
#### 災害時の通信手段としての無線LAN

- ・災害に強い、断線が無い、故障が少ない
- ・輻輳が回避できる、車に積めば移動も可能
- ・双方向通信(IP電話・映像)が可能
- ・通信範囲が数Km以内(複数の中継器によりカバー可能)
- ・電波の直進性により見通しが無いと通信できない

そこで、  
バルーンに無線LANを搭載し、空中でマルチポップにより  
災害時の通信手段として有効なネットワークの可能性



### 災害情報共有システム





双方向映像通信実験 (避難所<->災害現地本部)



岩手山登山安全確認情報ネットワーク実験

岩手山登山安全確認情報ネットワーク(一本木中学校)

左上：山頂にて

左下：馬返し登山口にて

右下：7合目付近 (中継地点)

### 背景

災害時の通信手段としての無線LAN

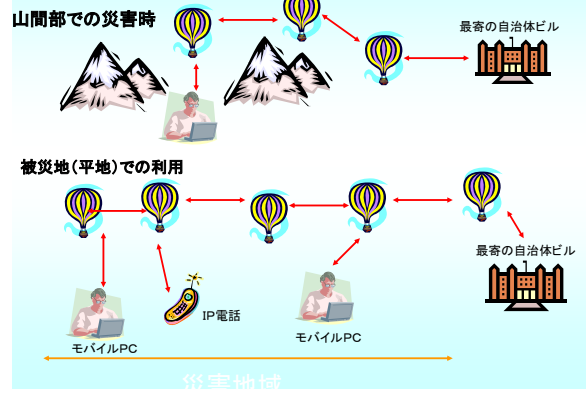
- ・ 災害に強い、断線が無い、故障が少ない
- ・ 輻輳が回避できる、車に積めば移動も可能
- ・ 双方向通信(IP電話・映像)が可能
- ・ 通信範囲が数Km以内(複数の中継器によりカバー可能)
- ・ 電波の直進性により見通しが無いと通信できない

そこで、  
 バルーンに無線LANを搭載し、空中でマルチポップにより  
 災害時の通信手段として有効なネットワークの可能性

## 研究目的

- ・ 気球と無線アクセスとの組み合わせ、空中にてアドホックネットワークを構成できるシステムの開発
- ・ 被災地や避難所への情報通信路を確保
- ・ 故障や寸断した情報通信路の緊急インフラの実現
- ・ **既存の技術で、簡単かつ経済的に実現**
- ・ 災害時に有効な情報サービスの提供
  - 安否情報共有システム
  - 携帯IP電話サービス
  - 被災地映像伝送システム

## 気球ワイヤレスネットワークの利用形態



## ネットワークノード機能と性能

### 1) 水平方向

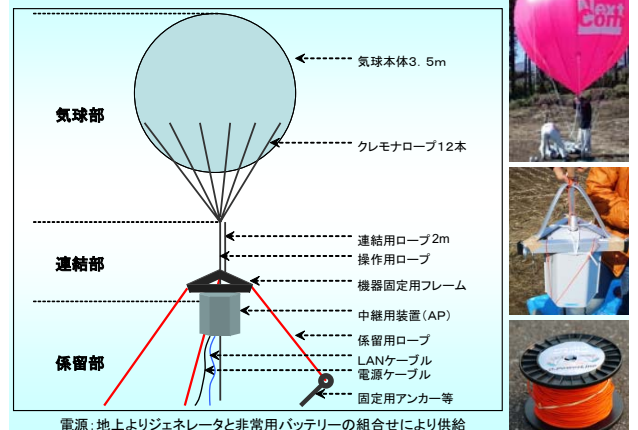
- 規格: IEEE802.11a/j
- 信号電力: 250mW
- 伝送速度: 54Mbps
- アンテナ: 6面パッチアンテナ
- 通信距離: 水平Max600m
- Adhoc機能: 電波強度によるオートコンフィギュレーション



### 2) 垂直方向

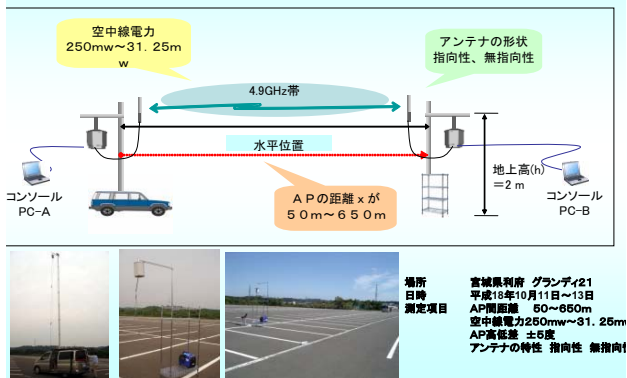
- 規格: IEEE802.11b/g
- 通信速度, 54Mbps
- アンテナ: コリニア
- 通信距離: 垂直Max100m

## 気球ワイヤレスネットワークノード

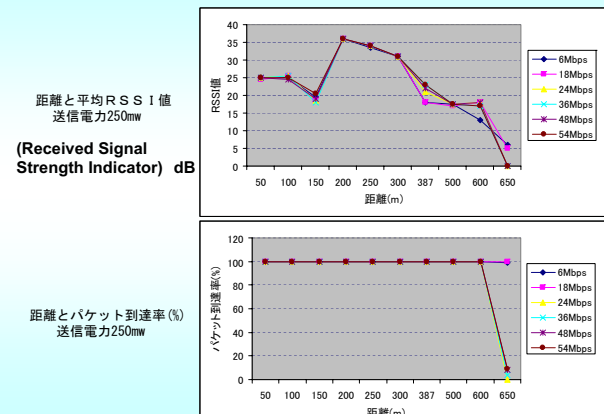


## 1 伝送・伝搬特性確認試験

### 1-1 4. 9GHz帯無線アクセスシステム

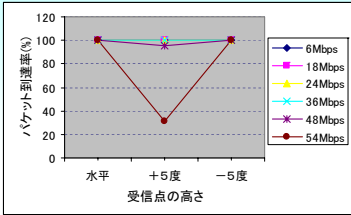


## (ア) 通信機器の水平面における伝搬特性

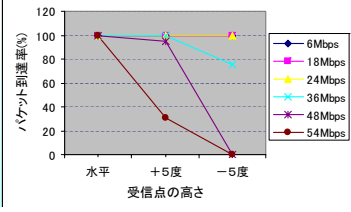


### (イ) 通信機器の高低差における伝搬特性

受信点の高さと  
パケット到達率  
距離=50m 送信電力  
250mw  
高低差: 5 m

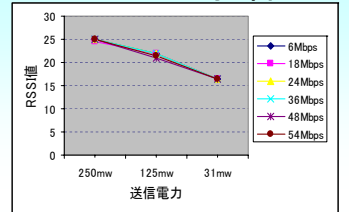


受信点の高さと  
パケット到達率  
距離=100m 送信電力  
250mw  
高低差: 10 m

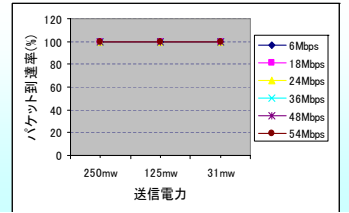


### (ウ) 送信電力低減による影響

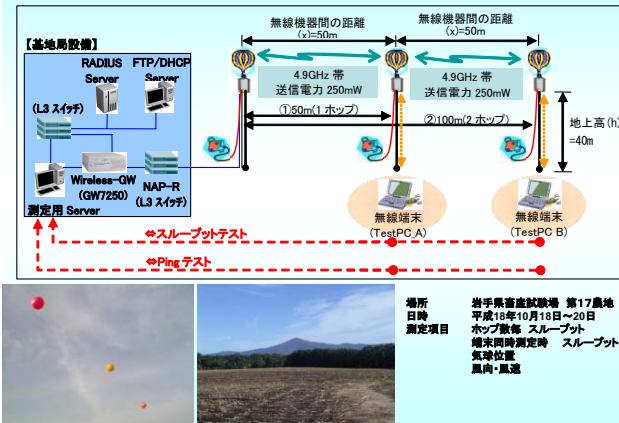
送信電力と平均RSSI値  
距離=50m



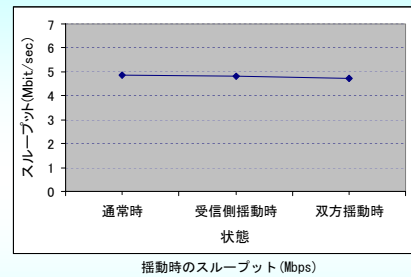
送信電力とパケット到達率  
距離=50m



### 2 システム伝送・伝搬特性変動評価実験

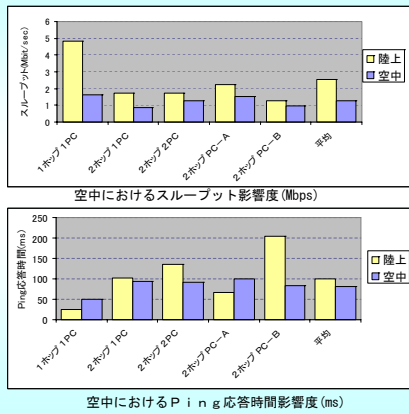


### (ウ) 中継装置の揺動による影響

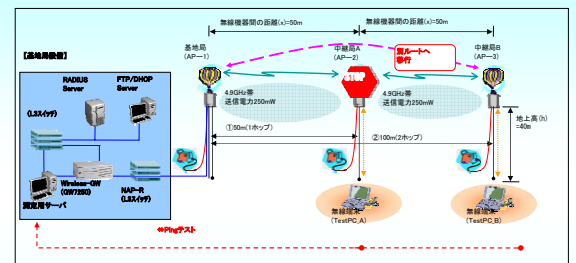


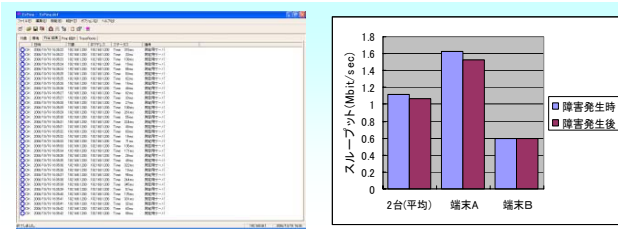
・中継装置 (AP) を激しく揺さぶったり、回転させたりしたがスループットには変化は殆ど影響が無い。  
→ 風による振動や回転運動に対しても影響を受けにくい

### 陸上・空中の影響度比較



### 3-4 ネットワーク運用管理試験

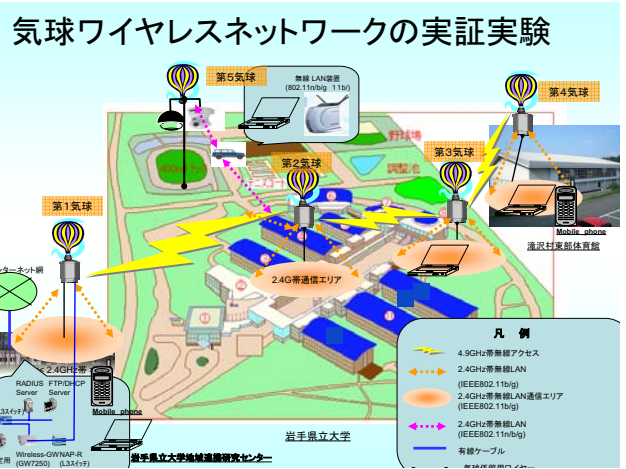




障害復旧時のPING結果

障害復旧前後のスループット

- ・自動復旧時間は500ms以下で殆ど通信に影響がない。(中継局APの電源を抜いた時でもPingが正常に通っている)
- ・障害発生前後でスループット、Ping応答時間に変化ない
- ・複数の通信ルートを確認する事で、中継局の障害に対して即座に復旧が可能で、冗長性の高いシステムが構築できる



## 気球ワイヤレスネットワークでの実験項目

### 1) WIDIS (Wide area Disaster Information Sharing System)の実験

災害情報、安否情報、避難情報、ボランティア情報等、災害時に必要な情報をイントラネットを利用して避難住民、ボランティア、自治体関係者が登録、閲覧などに加え、一般住民もインターネットを利用して災害時の情報を参照できるシステム。避難所<->自治体<->インターネット間を想定した災害時の情報の登録、閲覧する実験を行う。

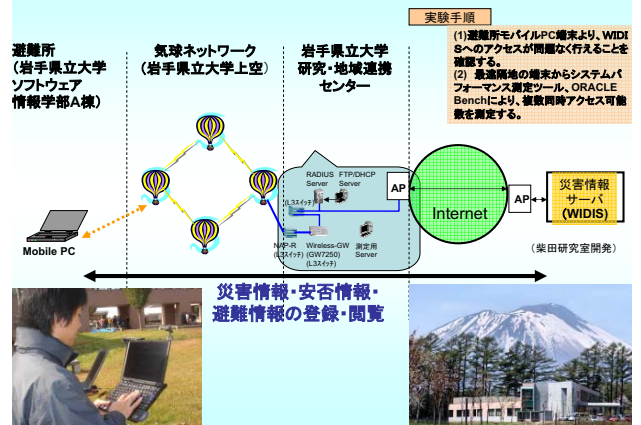
### 2) 無線IP携帯電話による双方向音声通信の実験

災害時の携帯電話網の故障や輻輳状態を想定し、避難所<->インターネット間で、住民が無線IP携帯電話を用いて、音声のやり取りをする実験を行う。

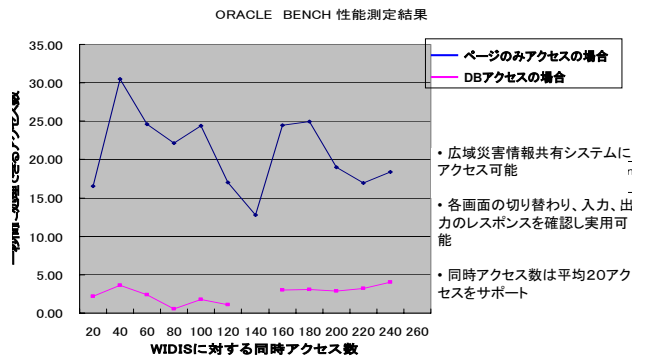
### 3) 全方位カメラによる被災地映像情報転送システムの実験

バルーンに全方位カメラとネットワーク制御カメラをバルーンに搭載し、上空より被災地の360°映像およびその任意の選択されたエリアの部分拡大映像を無線LANにて転送する実験を行う。

## 広域災害情報共有システム: WIDIS

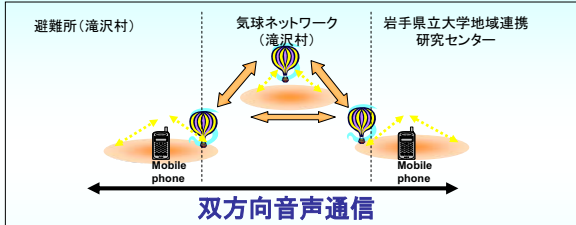


## 気球ネットワークによるWIDISの性能評価結果



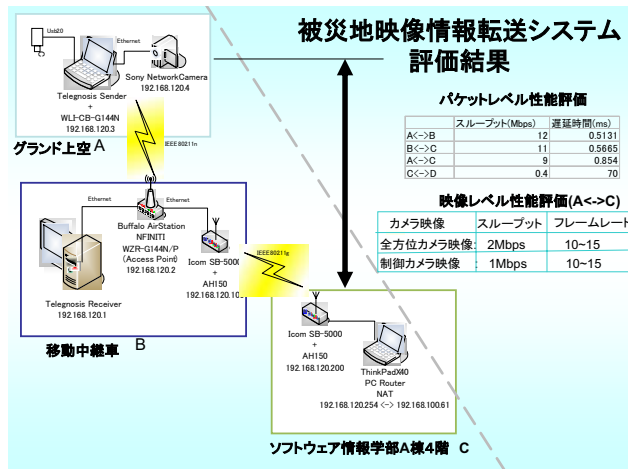
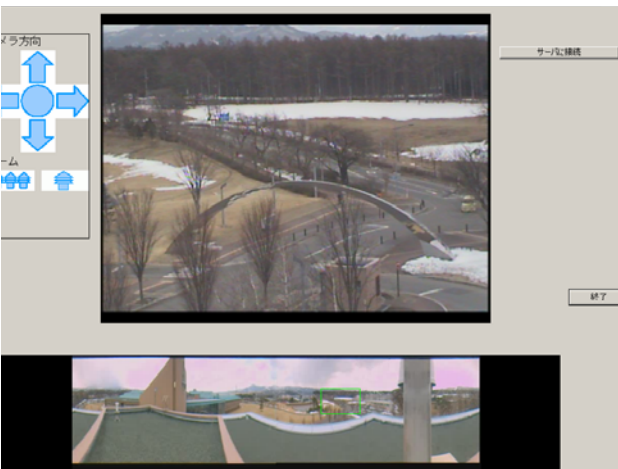
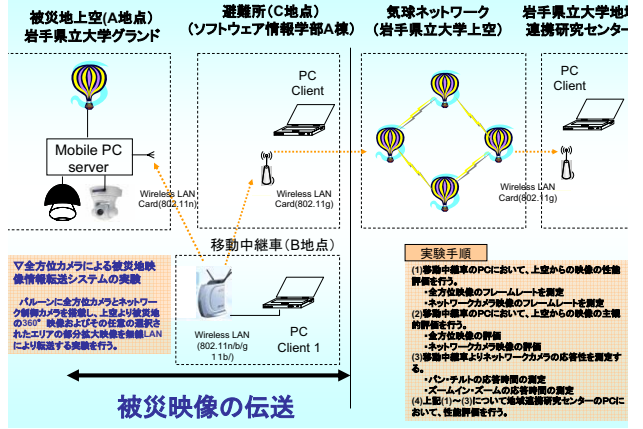
- ・広域災害情報共有システムにアクセス可能
- ・各画面の切り替わり、入力、出力のレスポンスを確認し実用可能
- ・同時アクセス数は平均20アクセスをサポート

## 無線IP携帯電話による双方向音声通信システム



- 音声品質、雑音、音量について良好  
—End間遅延 約240msec
- 有線IP電話や加入電話機と比較しても遜色無い
- 複数端末による同時通話の評価が必要

## 被災地映像情報転送システム



## 実験結果

- 1) 気球ネットワークによるWIDISは、一応実用に耐え得る
  - ー同時アクセス数は、平均20アクセスをサポート
- 2) 気球ネットワークによる無線IP電話は、有線におけるIP電話とほぼ同等に品質で利用可能
  - ー同時アクセス数の評価が必要
- 3) 被災地映像情報転送システムにいては、ローカルにおいて、十分に実用的な品質(解像度、フレームレート)を提供可能
  - ー気球ネットワーク上では、十分は帯域(約5Mbps以上)を確保する必要がある
  - ー風の影響によるカメラ映像の安定性への対応が必要である。

## 今後の課題

- ・システムの軽量化、安定性、大規模化、経済性
- ・通信距離、ホップ数増加に伴うネットワーク性能低下の改善
- ・電源確保の問題
- ・災害情報ネットワークとしての周波数帯確保への働きかけ