

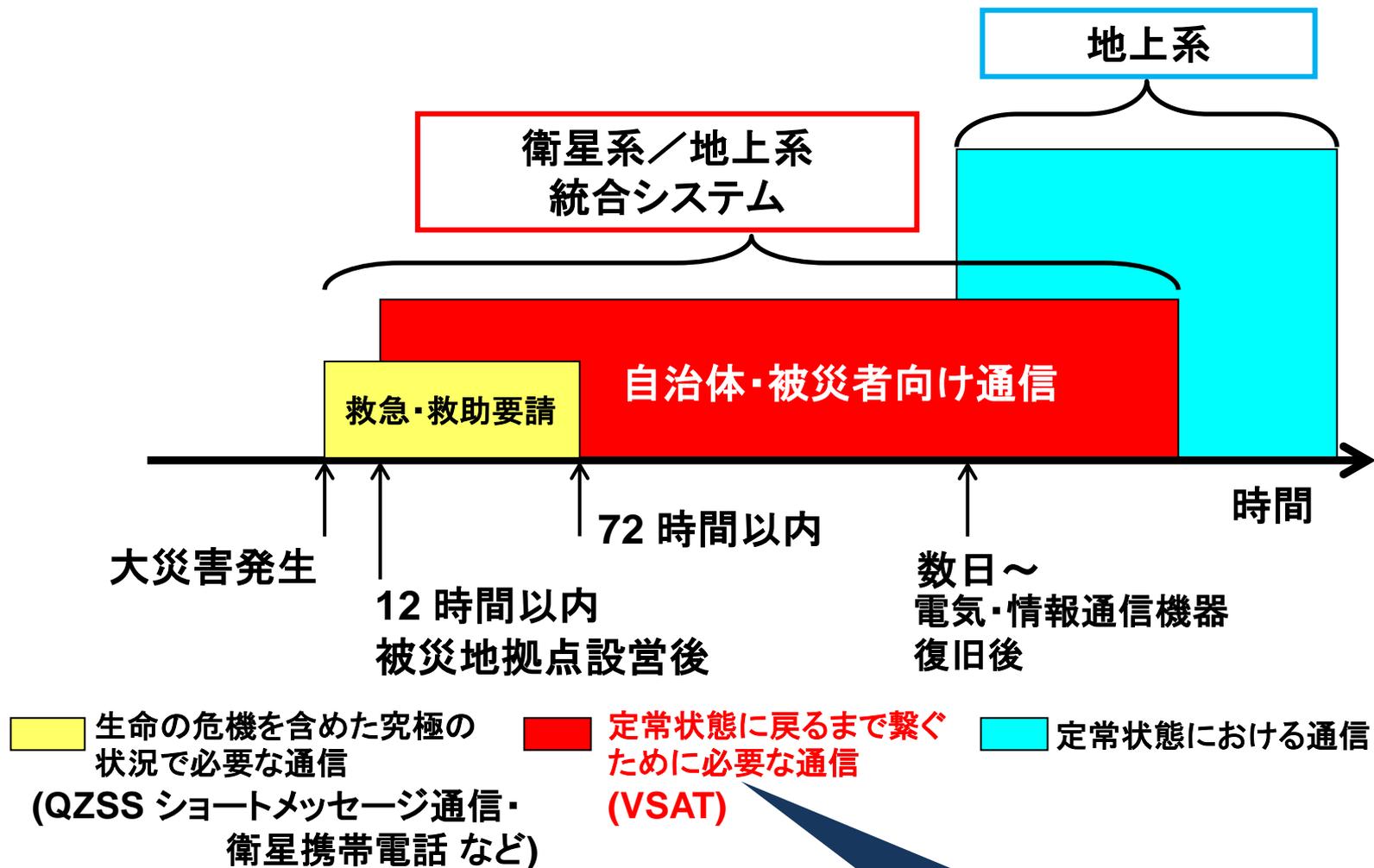
総務省 平成 24 年度及び平成 24 年度補正  
情報通信技術の研究開発

# 災害時に有効な 衛星通信ネットワークの研究開発

2014 年 10 月 7 日

代表研究機関： 東北大学  
共同研究機関： 株式会社アイ・エス・ビー  
株式会社サイバー創研  
富山高等専門学校  
スカパー JSAT 株式会社  
協力機関： 宮城県山元町  
独立行政法人情報通信研究機構

# 大災害発生後の情報通信確保のシナリオ



**本研究開発**

VSAT: very small aperture terminal

# 研究目的: 目指すべき災害情報伝達システム像

— 東日本大震災の被災経験 —  
大災害時: 地上系の通信手段は甚大な被害

衛星系の通信は幅広く活用され必要不可欠

## 問題多発

- (1) 被災地の通信ニーズに応じた衛星システム用の小型地球局 (VSAT) 機器の確保が困難
- (2) 大規模・長時間な停電では VSAT 機器も作動停止
- (3) 衛星回線のトラフィックが急増し, 輻輳状態

## 研究目的

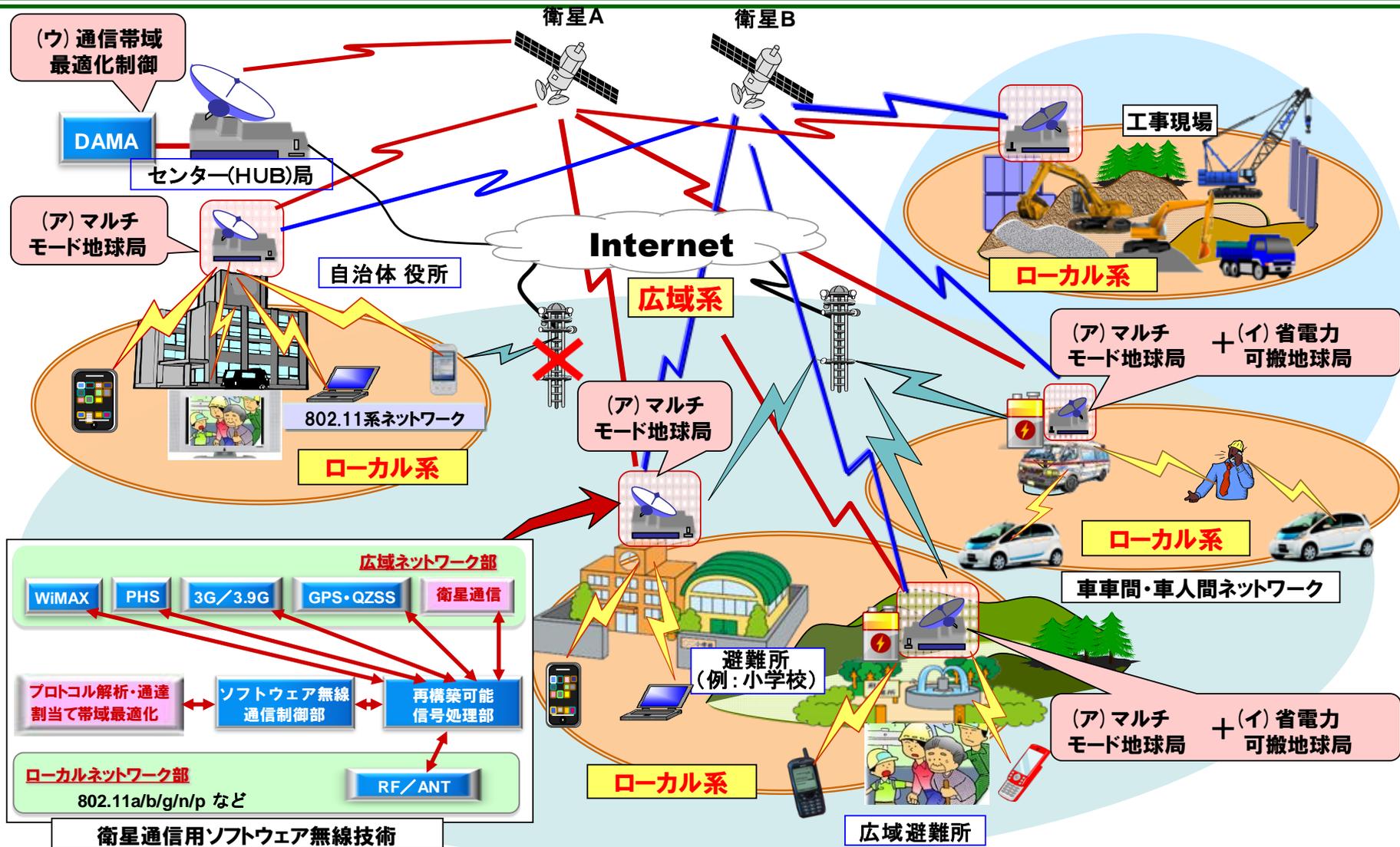
被災地においてニーズに応じた衛星回線の円滑な確保

## 提案

地上系・衛星系融合マルチモード小型地球局

- (1) 複数の衛星／地上システムに対応可能とするための技術: マルチモード地球局技術
- (2) 地球局の消費電力を低減させるための技術: 省電力可搬地球局技術
- (3) 衛星回線の収容効率を向上させるための技術: 通信帯域最適化制御技術

# 本研究開発の全体像



- 課題ア) マルチモード地球局技術
- 課題イ) 省電力可搬地球局技術
- 課題ウ) 通信帯域最適化制御技術

# 本研究の実施体制及び実施研究課題

## 災害時に有効な衛星通信ネットワークの研究開発

研究開発運営委員会（アドバイザー）

◆ 構成員：JAXA、宮城県、岩手県、NICT、LASCOM

代表研究責任者： 末松 憲治（東北大学電気通信研究所）

（ア-1-1）マルチモード衛星通信用ソフトウェア無線技術

担当：東北大学

研究責任者： 末松 憲治

（ア-1-2）衛星系/地上系統合ソフトウェア無線技術

担当：(株)アイ・エス・ビー

研究責任者： 江口 茂

（ア-2） デジタル・フロントエンド技術

担当： 東北大学

研究責任者： 末松 憲治

（ア-3） 複数衛星通信方式同時処理技術

担当：(株)サイバー創研

研究責任者： 黒田 幸明

（ア-2） デジタル・フロントエンド技術

担当：東北大学

研究責任者： 末松 憲治

（ア-5-1） 実フィールドを用いた試作システム評価

担当：全研究機関

研究責任者： 末松 憲治

（ア-5-2） 衛星通信ソフトウェア無線端末制御技術

担当：(株)サイバー創研

研究責任者： 黒田 幸明

（ア-5-3） 実フィールドにおけるユーザ視点での評価用  
アプリケーションの開発評価

担当：富山高専

研究責任者： 小熊 博

（イ） 省電力可搬地球局技術

担当：(株)サイバー創研

研究責任者： 黒田 幸明

（ウ） 通信帯域最適化制御技術

担当：スカパーJSAT(株)

研究責任者： 笹沼 満

協力機関

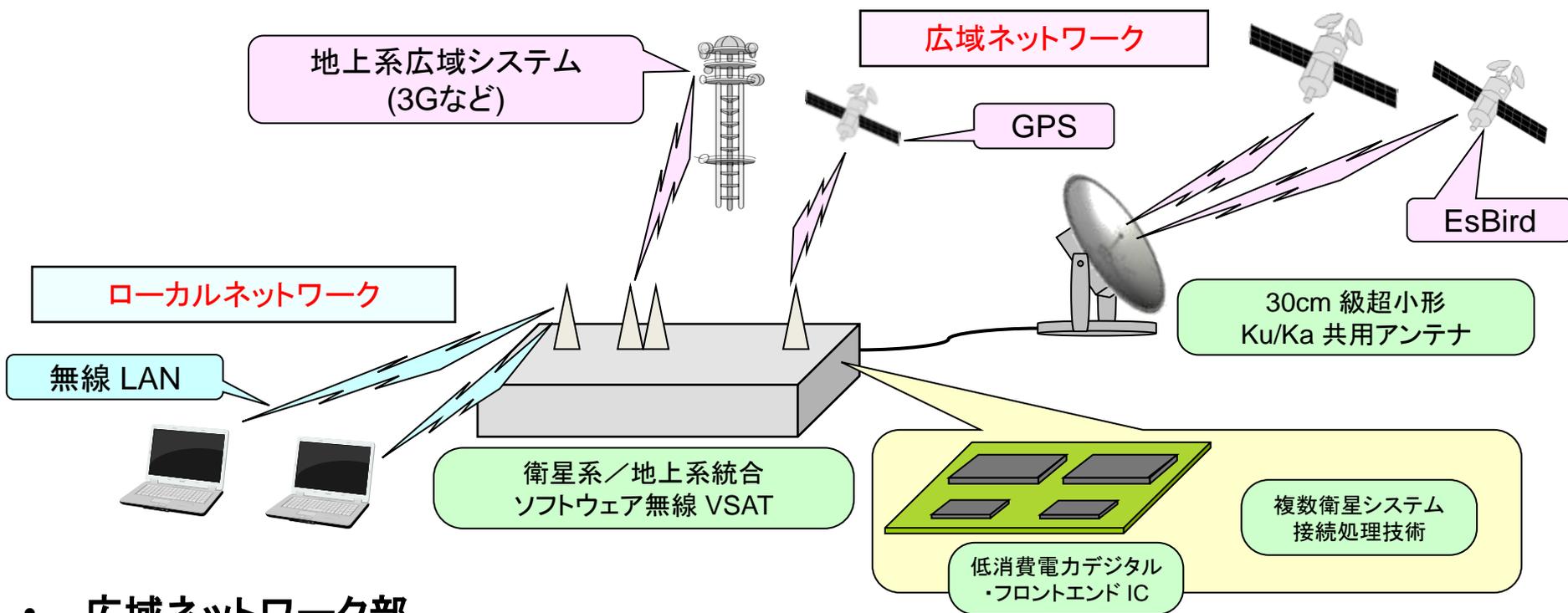
山元町(宮城県巨理郡)

NICT

ワイヤレスネットワーク研究所スマートワイヤレス研究室

耐災害ICT研究センター[宮城県]

## 衛星系／地上系統合ソフトウェア無線 VSAT プロトタイプ開発



- 広域ネットワーク部

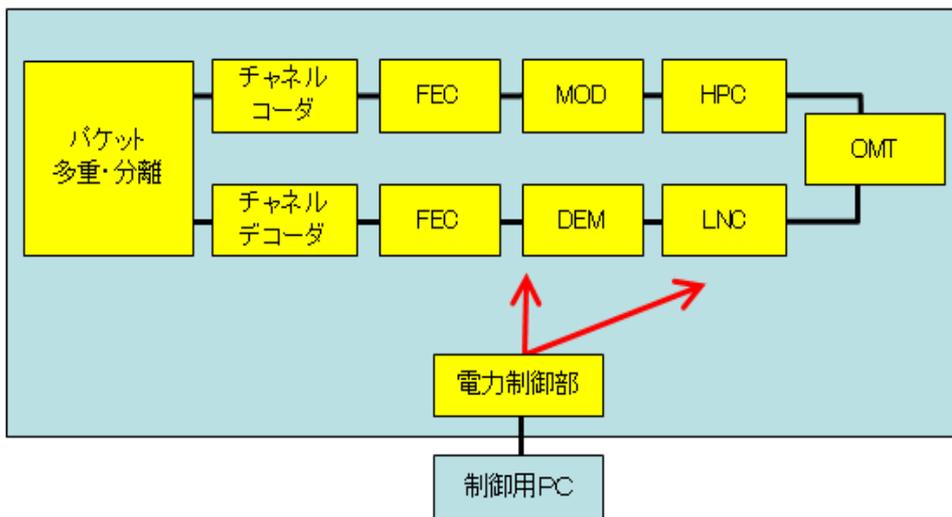
- ソフトウェア無線技術を用いることで EsBird, LASCOM など、複数の衛星システムに対応可能
- 地上系広域システム(3G)などに接続可能

EsBird: スカパー JSAT 防災プラットフォームサービス  
LASCOM: 自治体衛星通信機構

- ローカルネットワーク部

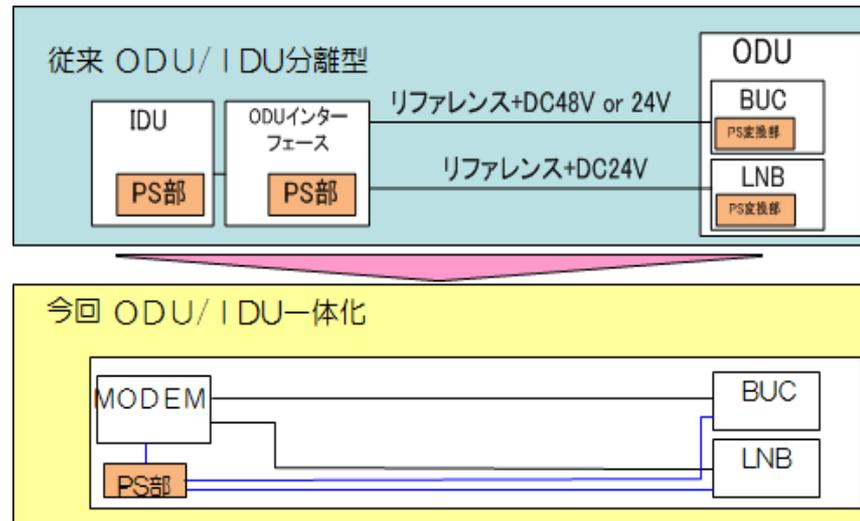
- スマートフォンやノートパソコンなどが無線 LAN 経由でインターネットへ接続可能

## 課題イ-1: 地球局の省電力化



送信すべき信号がない場合に消費される無効電力の低減を伝送される信号の品質に影響を与えることなく実現するために伝送信号に対応して送信部に供給する電力のオン/オフを制御する技術を開発

## 課題イ-2: ODU/IDU一体化

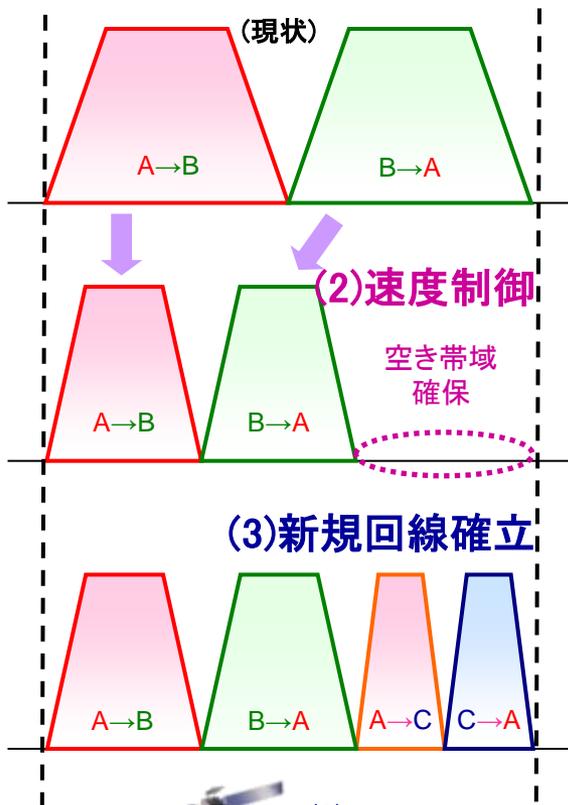


送受信用基準信号発信部の共通化や発熱対策および干渉対策など一体化のための構造・実装技術ならびに効率化技術を確立し、従来の分離型構成に比較し小型化・軽量化を実現

**目標**  
従来の地球局設備に比べ消費電力を 40% 低減

- MOD : 変調器
- DEM : 復調器
- HPC : 大電力増幅周波数変換器
- LNC : 低雑音周波数変換器
- FEC : 誤り訂正
- BUC : ブロック送信周波数変換
- LNB : 低雑音ブロック受信周波数変換
- OMT : 偏波分離器
- PS部 : 電源

(1) A局⇔B局間で通信中



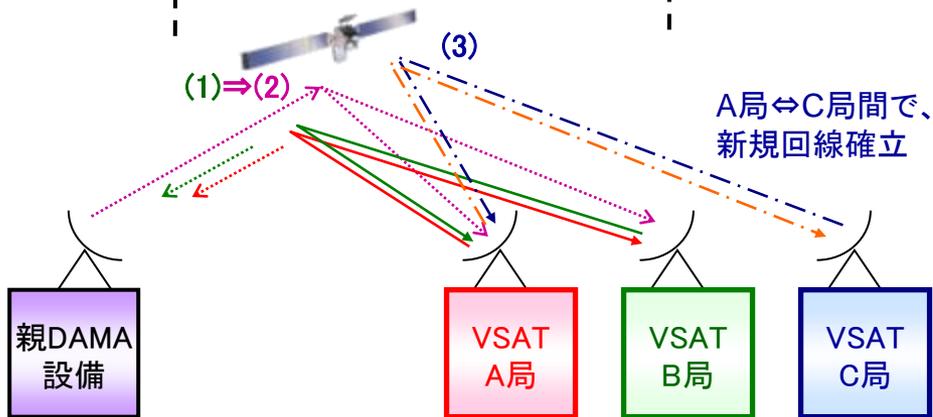
## 通信帯域最適化による輻輳緩和

### ■ 現状

A局 ⇔ B局間の通信で上位プロトコルの特性により  
**意図せず広帯域を占有**し全体の回線が輻輳  
 (例: TCP ウィンドウサイズの増加)

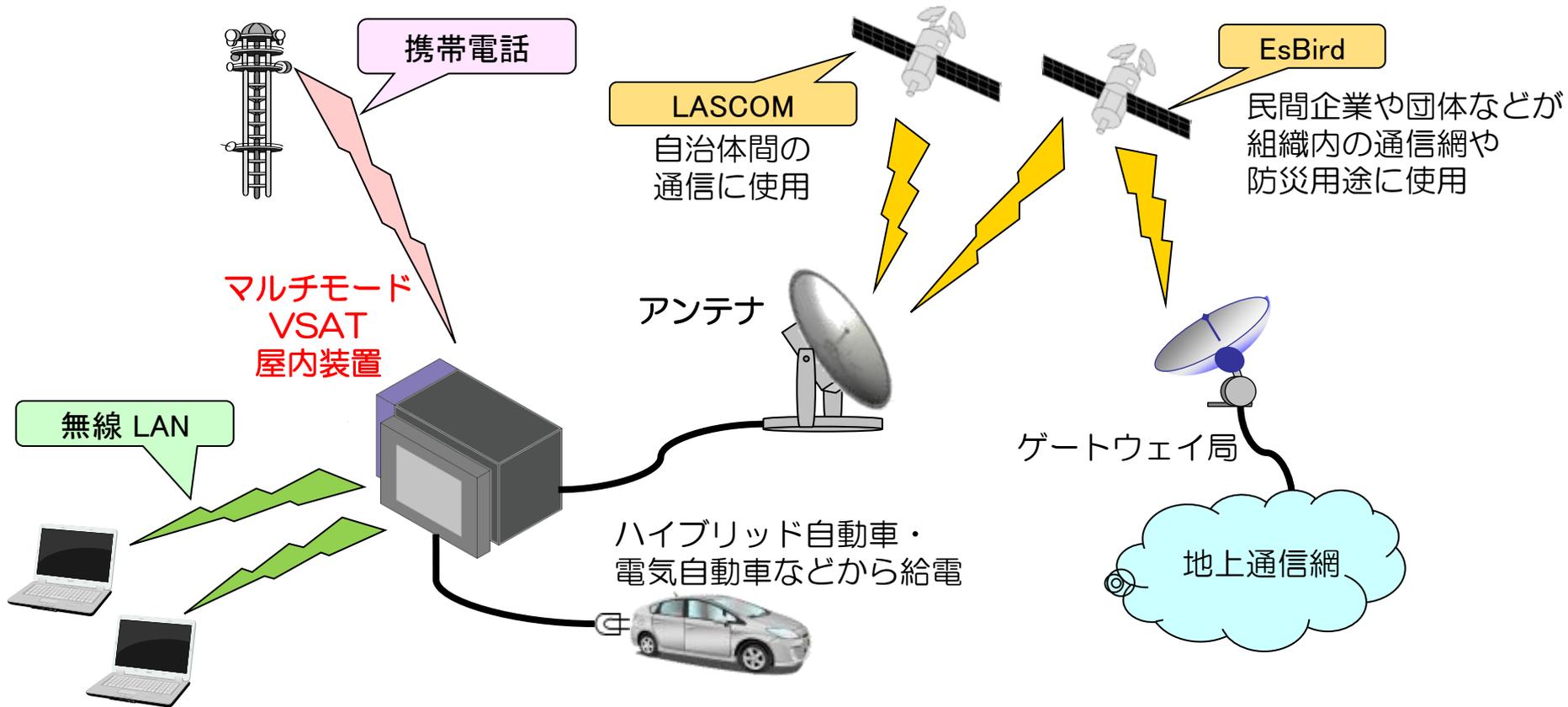


- (1) A局⇔B局間で行われている通信の上位プロトコルをVSAT側で認識し  
 管制局(親 DAMA 装置)へ通達
- (2) A局⇔B局間の回線に対して、  
 管制局で上位プロトコル  
 に応じた最大速度制御の実施により  
 回線の輻輳を抑制
- (3) 回線が輻輳することなくスムーズ  
 にA局⇔C局間で新規回線を確立



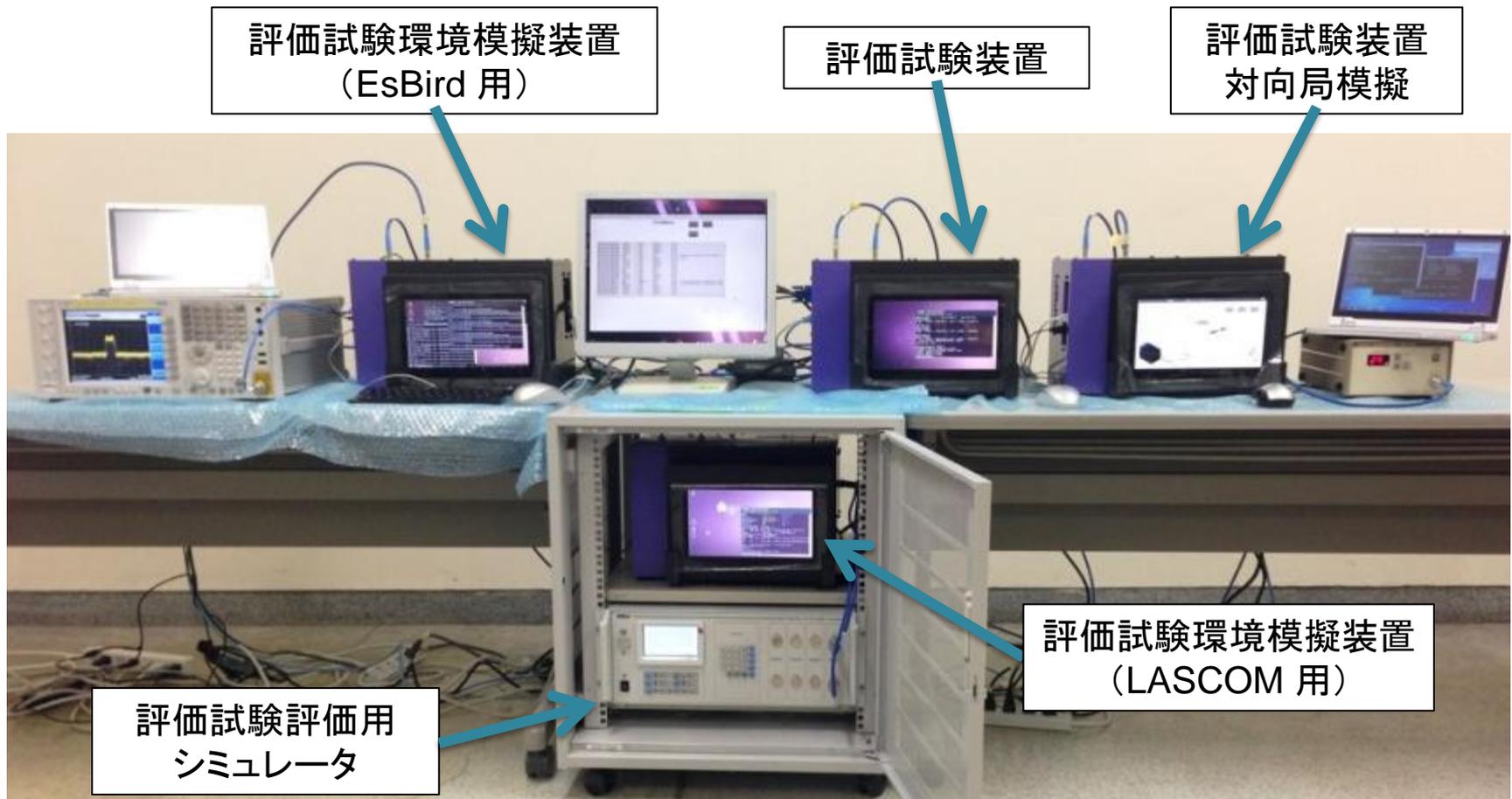
DAMA: demand assignment multiple access  
 BOD: band on demand

開発したマルチモード VSAT は、避難所などにおいて被災者自身が装置を簡単に起動させることができ、自分自身のスマートフォンやノートパソコンなどを用いて無線 LAN や衛星回線経由でインターネットへアクセスできる環境を提供



# 複数衛星切り替え機能の屋内試験: 写真

開発したマルチモード VSAT IDU は, ソフトウェアの切り替えによって EsBird や LASCOM に接続可能であることを検証

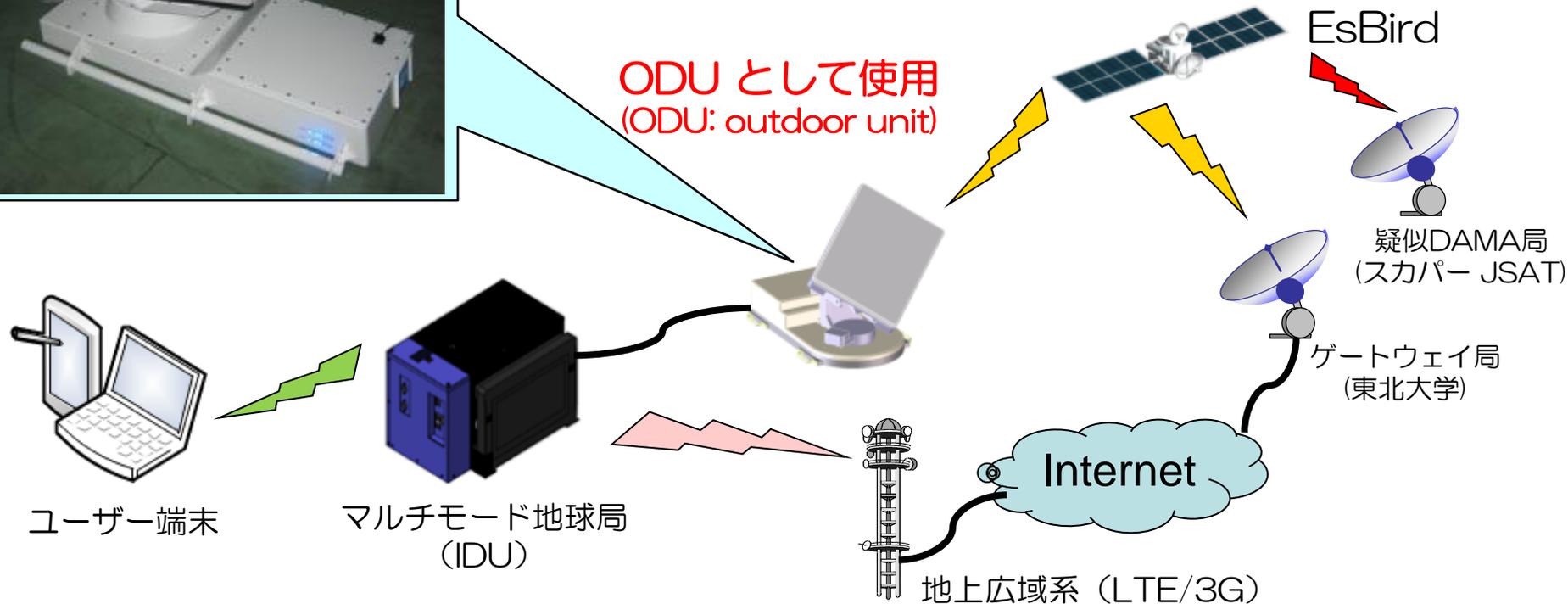


# 自立式可搬型 VSAT (ODU): 構成

## 自立式可搬型 VSAT\*



- EsBird サービス接続機能
- 設置後アンテナ展開から、電波の発射による正しく衛星を捕捉できているかの確認 (UAT: uplink access test) ならびに実際の通信の確立までをほぼ自動で実施
- 専門の作業者の立ち会いなしに避難所での IP ネットワークへの接続を可能とする。



\* 自立式可搬型 VSAT (ODU) :

開発: 平成23年度 (3次補正) 「災害時に簡易な操作で設置が可能な小型地球局 (VSAT) の研究開発」 (スカパーJSAT)

機能追加: 平成24年度 「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)

# 地上系／衛星系切り替え機能：評価

## ■ 地上系コグニティブ部インターフェース

地上系コグニティブからの指示により、衛星通信への切替および地上通信への切替（復旧）を行う機能の確認

### ①地上→衛星への通信切替（アンテナ展開時間含む）

16:27:42	API --> IFMNG	VSATCONR	00 04 01
16:27:42	IFMNG --> RTR	RTCONR	00 04 01 01
...			
16:31:54	SDCMNG --> IFMNG	SDCMCONA	00 06 00 00
16:31:54	IFMNG --> API	VSATCONA	00 06 00 00

衛星切替開始

5分程度

衛星通信確立

### ②衛星→地上への通信切替（アンテナ格納時間含む）

00:40:32	API --> IFMNG	VSATDISCONR	00 07
00:40:32	IFMNG --> SDCMNG	SDCMDISCONR	00 07
...			
00:41:28	RTR --> IFMNG	RTDISCONA	00 09 00 00
00:41:28	IFMNG --> API	VSATDISCONA	00 09 00 00

地上切替開始

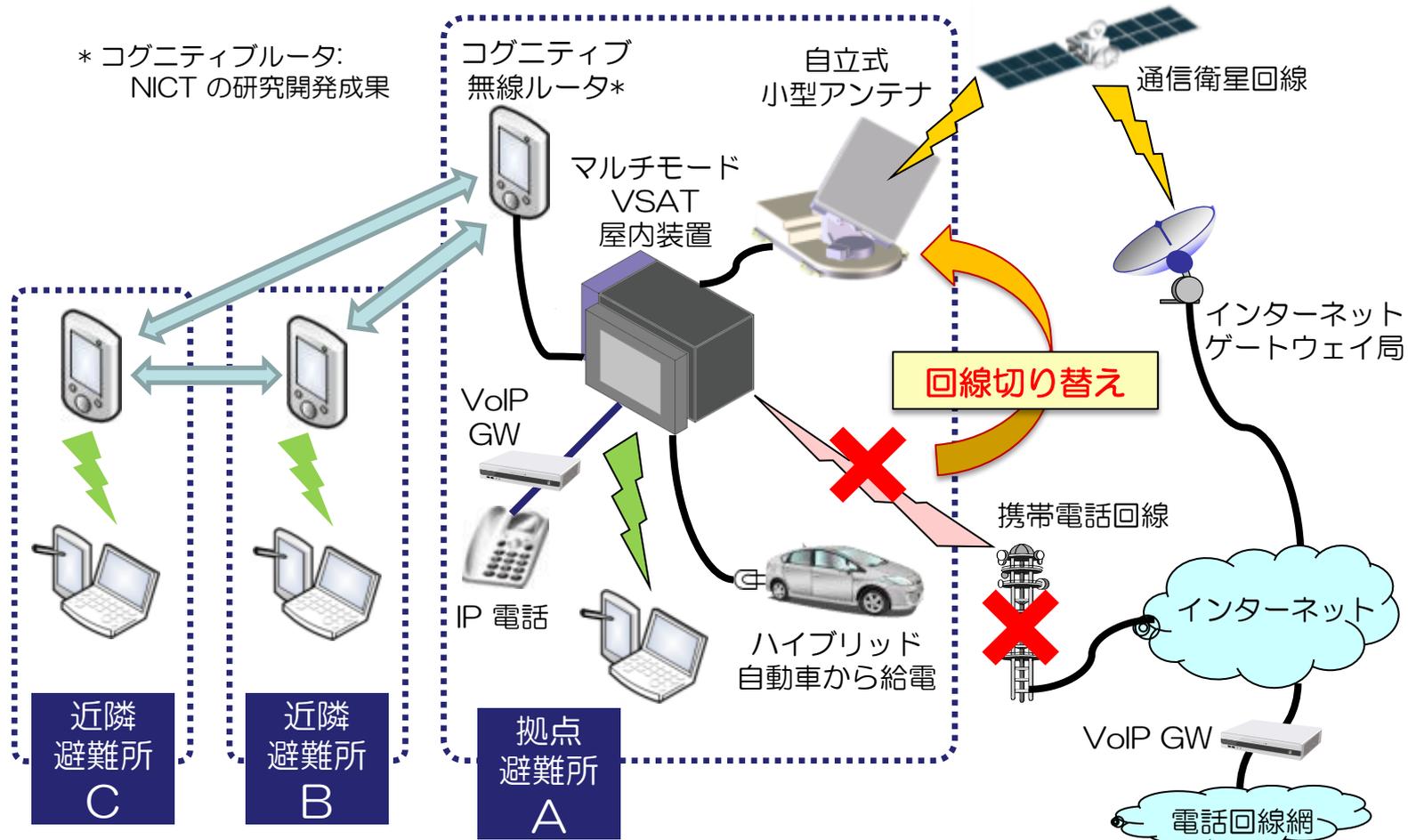
1分程度

地上通信終了

# 実証実験: 目的・機器構成(全体)

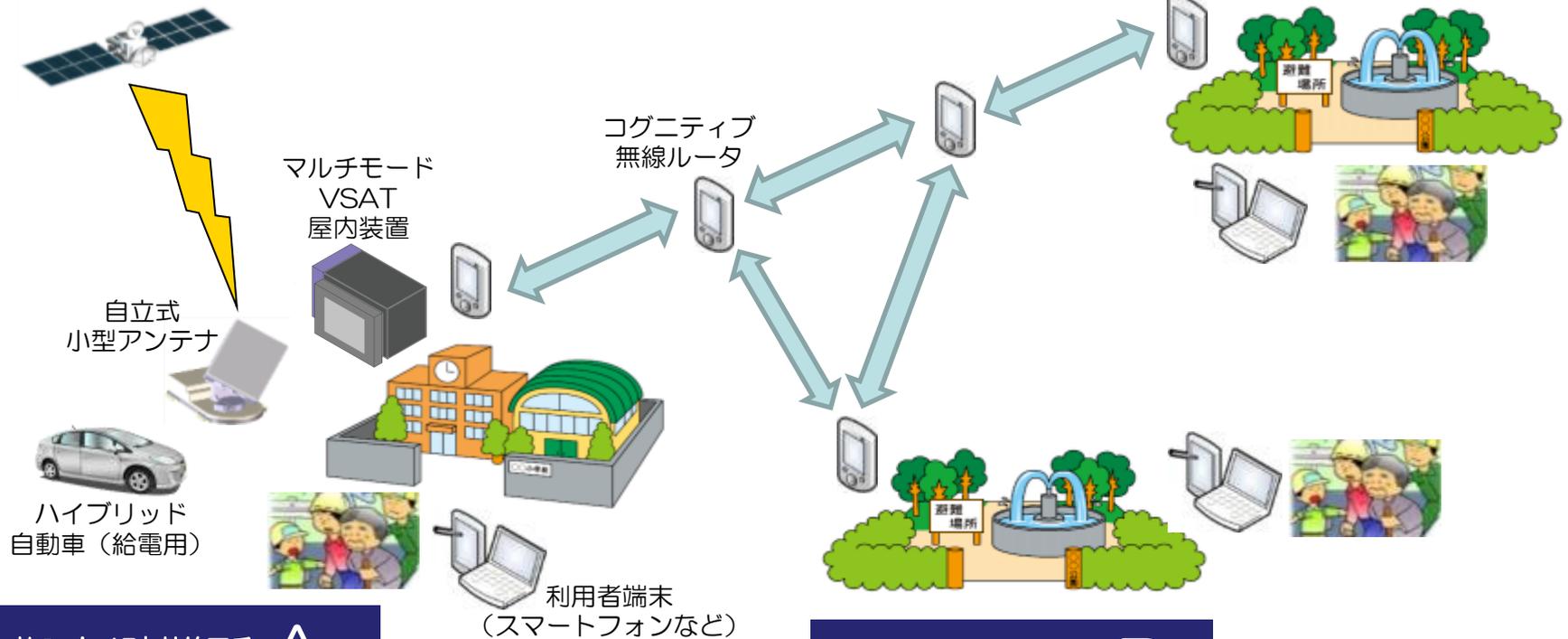
## マルチモード機能(地上/衛星回線自動切り替え機能)の検証

災害時に地上系の通信が途切れた場合に IDU 装置からの指令により, ODU のアンテナ展開・自動捕捉・自動 UAT を行うことにより, 人手を介さずに地上回線と衛星回線の切り換えが可能であることを確認



# 実証実験: 想定シナリオ(場所)

被災地における複数の避難所における通信確保を想定



## 拠点避難所 A

- 比較的大規模
- 公民館・小学校などを想定
- 平常時から無線 LAN アクセスポイントを提供

## 近隣避難所 B

- 比較的小規模
- 地域の集会場などを想定
- 拠点避難所から数 km 程度を想定

# 実証実験: アプリケーション開発

実フィールドにおけるユーザ視点での  
評価用アプリケーションの開発と評価



避難所担当者



姓(カナ)	カタカナ
名(カナ)	カタカナ
性別	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
年齢	年齢
郵便番号	(数字7桁)
<input type="button" value="戻る"/> <input type="button" value="登録する"/>	



衛星ネットワークで  
避難者情報を  
システムに登録

姓(カナ)	アブクマ
名(カナ)	カタカナ
性別	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
郵便番号	(数字7桁)

必要な情報だけを入力するシンプル画面

PC・タブレットなど様々な機器から利用可能

探す

カクダ タロウ (15) 男  
〒981-1505 宮城県 角田市 角田  
時間[2014-03-06 08:23:57]

カクダ ジロウ (10) 男  
〒981-1505 宮城県 角田市 角田  
時間[2014-03-06 08:34:17]

ヨコラ ダイスケ (12) 男  
〒981-1512 宮城県 角田市 横倉  
時間[2014-03-06 08:39:11]

角田市役所 総合保健  
福祉センター健康推進課

37°58'56.2"N  
140°46'37.9"E



対策本部などの  
担当者

安否の問合せに  
即対応可能

← 閉じる	清/濁	一文字消す	閉じる
1 2 3	ワ	ラ	ヤ
4 5 6	マ	ハ	ナ
7 8 9	タ	サ	カ
0	ア		
	リ	ミ	ヒ
	ニ	チ	シ
	キ		イ
	ル	ユ	ム
	フ	ヌ	ツ
	ス	ク	ウ
	ヲ	レ	メ
	ヘ	ネ	テ
	セ	ケ	エ
	ン	ロ	ヨ
	モ	ホ	ノ
	ト	ソ	コ
	オ		

タッチパネル形式で簡単入力

避難先を地図上に表示

速い情報提供  
簡単な操作

# 実証実験：実験風景（山元町，2014年3月）

山元町での実衛星回線による実証実験風景



IP 通信対応 SDR VSAT (課題ア-1)  
(EsBird および LTE・WiFi)



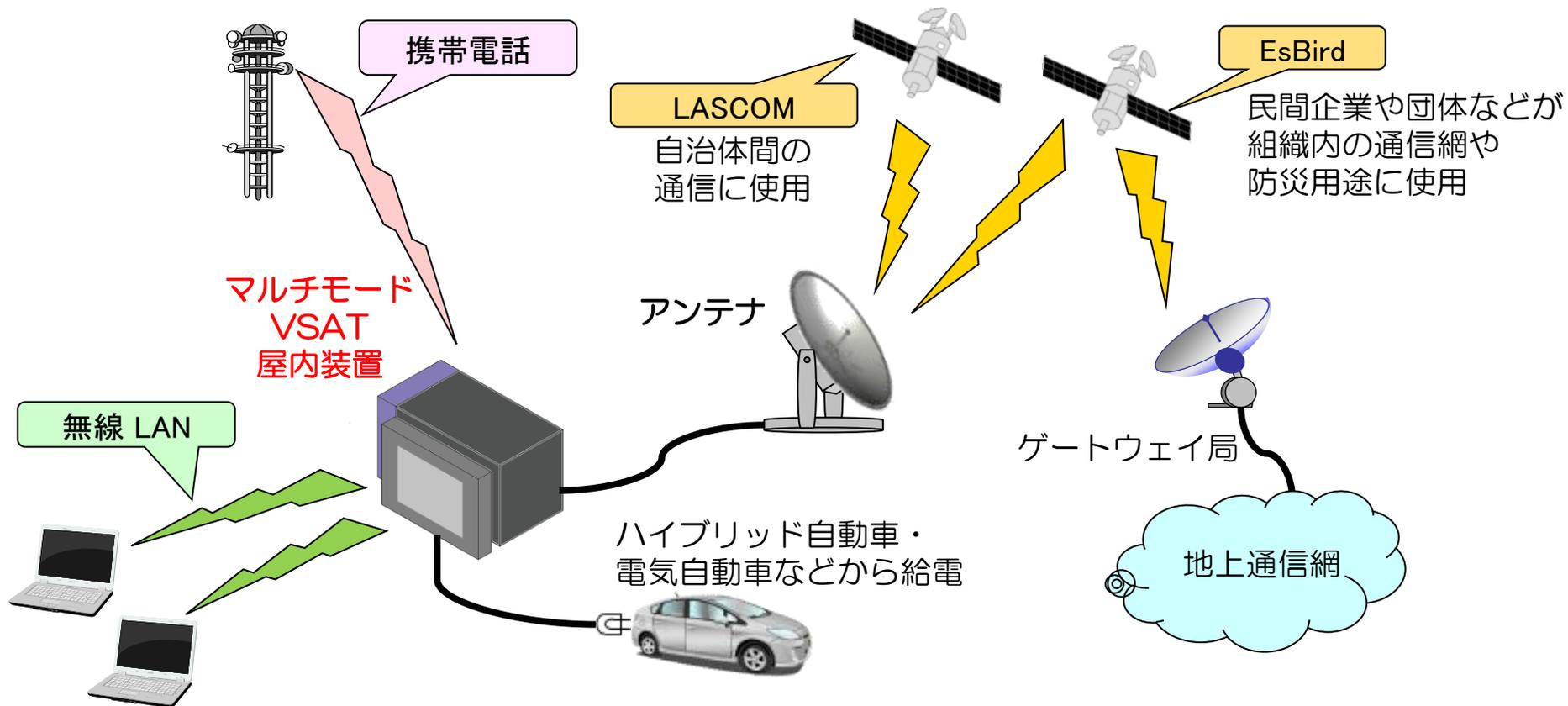
デジタル・フロントエンド (課題ア-2)  
(LASCOM 対応 SDR VSAT)



# まとめ

## 災害時に有効なマルチモード・ソフトウェア無線 VSAT の開発

複数の衛星通信システムと地上通信システムに対応可能でかつ避難所などでも被災者が使いやすいマルチモード地球局を実現



# 謝辞

- 本研究は、総務省の研究委託「災害時に有効な衛星通信ネットワークの研究開発」(2012～2013年度)の一環として実施した。
- 本研究を進める上で、ご協力頂いている(独)情報通信研究機構(NICT)耐災害 ICT センター, ならびに、同ワイヤレスネットワーク研究所スマートワイヤレス研究室に感謝致します。
- 実証実験にご参加・ご協力頂いた宮城県山元町や宮城県の皆さまに感謝致します。