

実環境下における AeroMACS試験信号解析

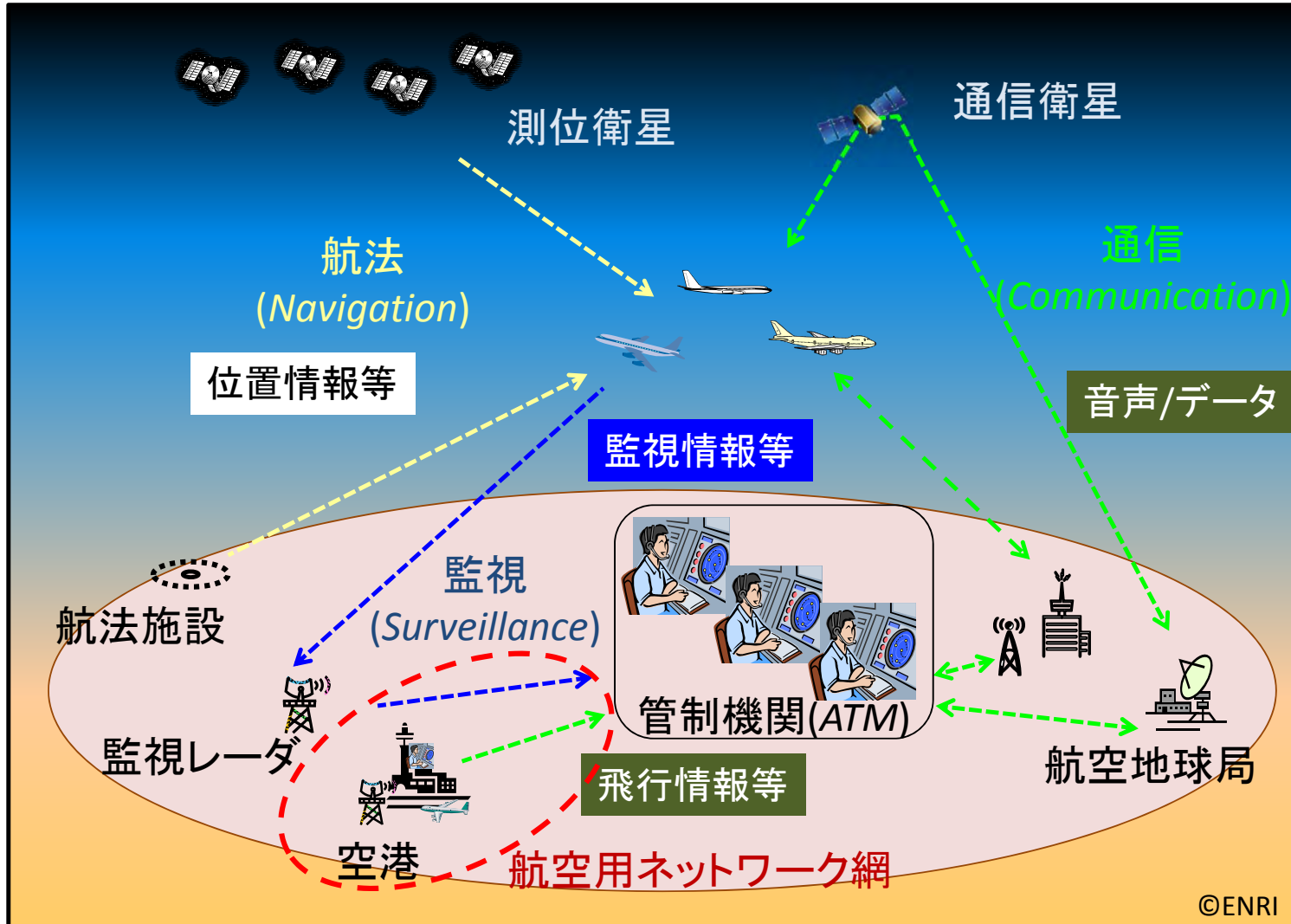
Electronic Navigation Research Institute



監視通信領域

森岡 和行、金田 直樹、ニッ森 俊一、本田 純一、
河村 暁子、米本 成人、住谷 泰人

航空機の運航



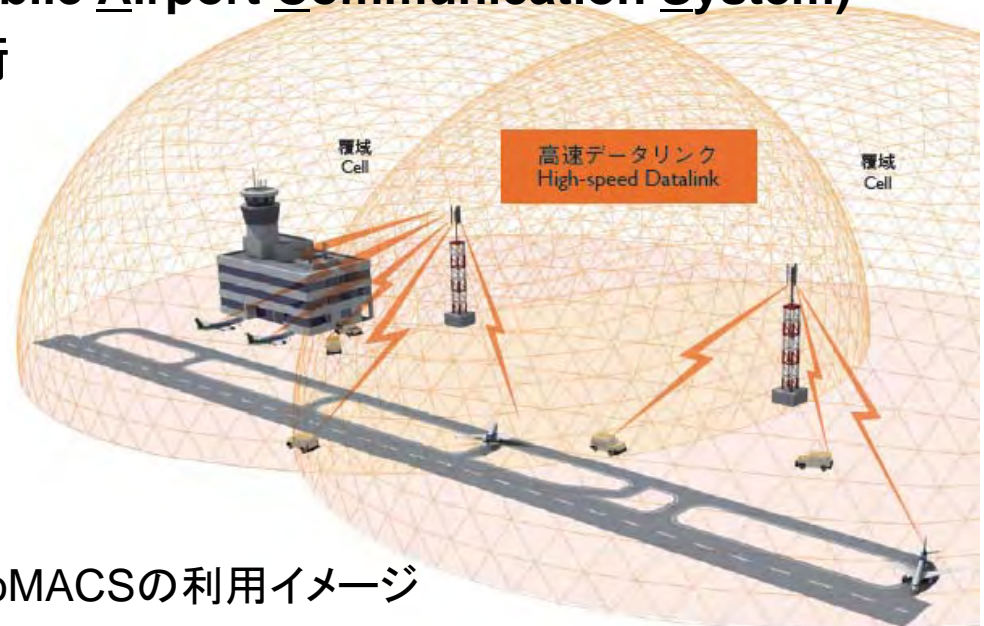
はじめに

- 背景と目的
 - AeroMACSとは？
- 実験システムの紹介
 - AeroMACS試験信号システム
- 実験結果
 - 端末移動時の影響
 - 降雨減衰の影響
- まとめ

背景

航空通信システム：管制官～パイロットの情報伝達・情報共有手段

- 現在：ACARS, VHF Digital Link Mode 2, 衛星通信
 - 伝送速度：～31.5kbps
- 将来：空港周辺でより高速な通信システム（データリンク）を提供
 - AeroMACS (Aeronautical Mobile Airport Communication System)
 - WiMAX (IEEE 802.16) 技術
 - 伝送速度：～数Mbps
 - ATC・AOC共に対応
 - 効率的・安全・定時運航
 - 国際標準規格を策定中 (ICAO)
[平成24年3月～]
 - 周波数：5091～5150MHz



AeroMACSの利用イメージ

目的

電子航法研究所のAeroMACS研究プロジェクト

- AeroMACSの信号特性を評価
- AeroMACSプロトタイプシステム構築
- AeroMACSの国際標準規格の策定作業に参画

高速データリンクの実現



AeroMACS信号特性の評価

- AeroMACS試験信号システムを構築(平成24年度)
- 仙台空港にて実験評価(平成24年度～)

課題

- 端末移動速度の影響
- 降雨減衰の影響



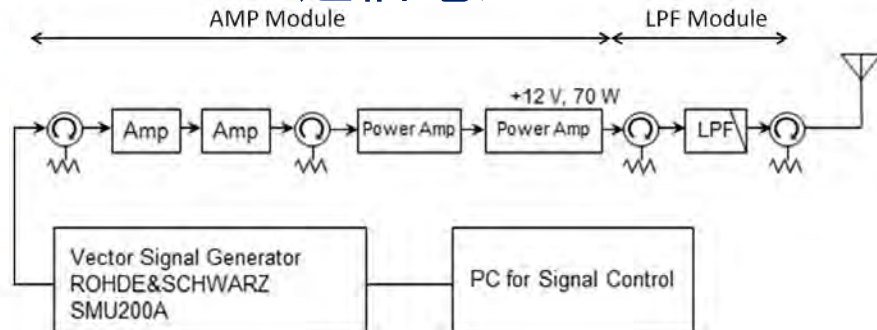
通信速度で評価

実験システム構成 ~送信系

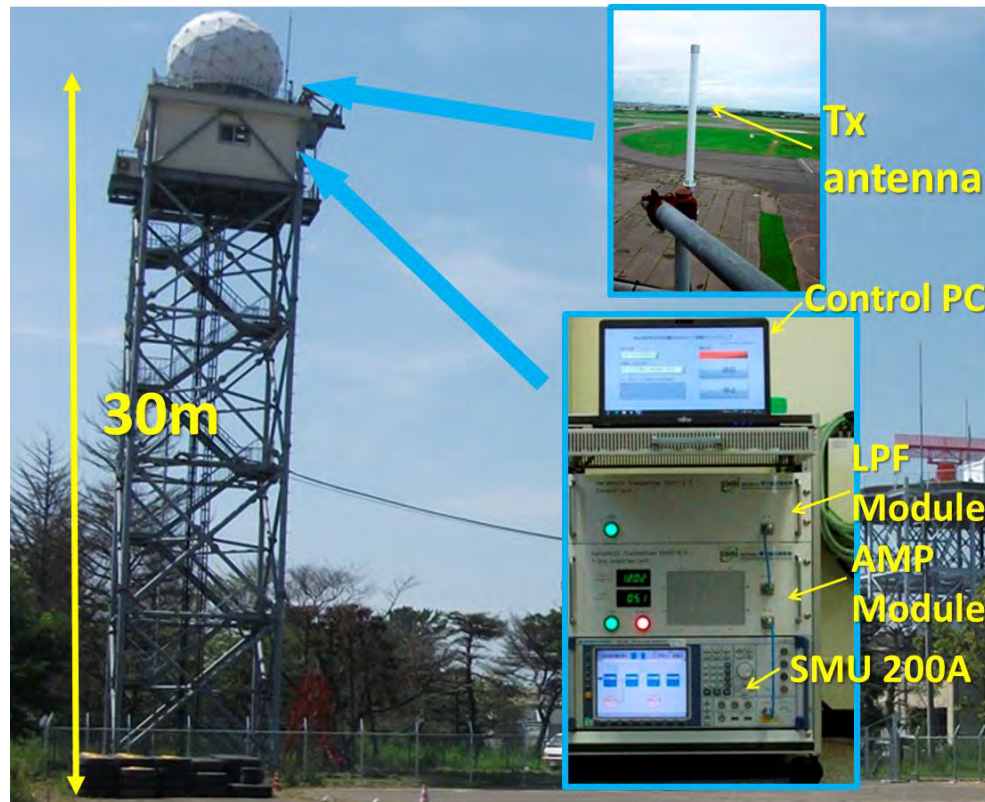
AeroMACS試験信号主要諸元

中心周波数	5120MHz
FFTサイズ	512
チャンネル帯域幅	5MHz
サブキャリア間隔	10.94kHz
CP比	1/8
フレーム長	5ms
複信方式	TDD

送信電力 = 1W

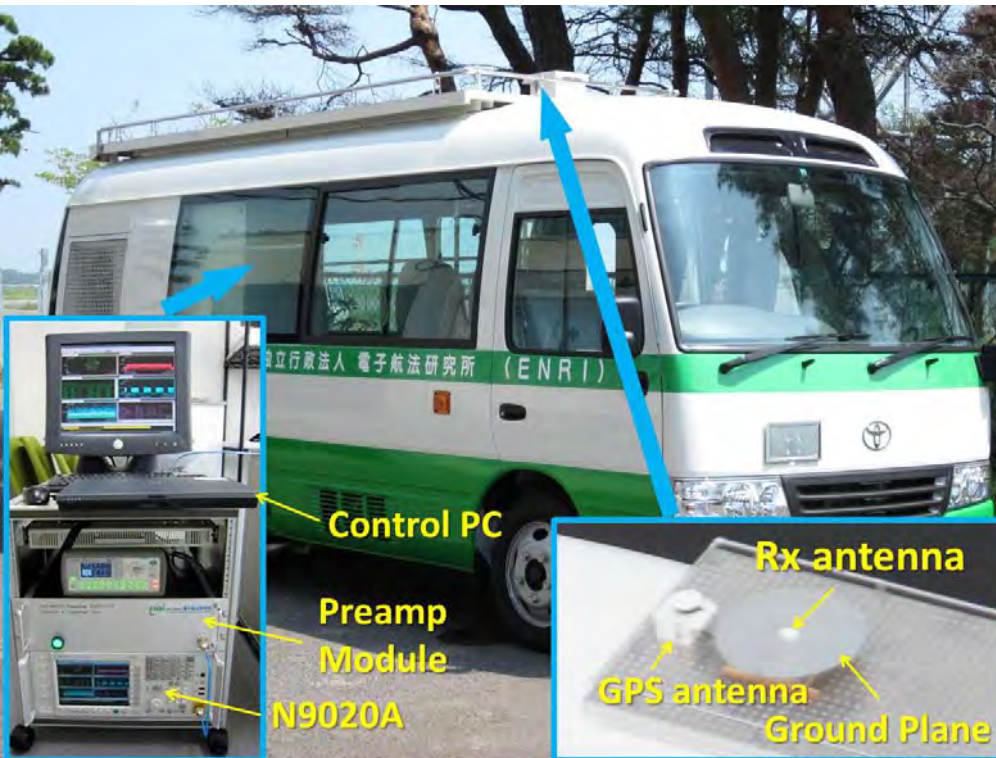


送信システムブロック図

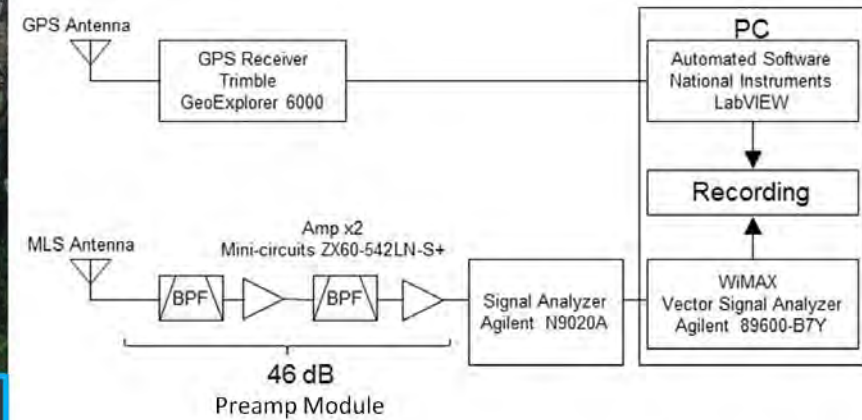


送信システムの外観

実験システム構成 ~受信系



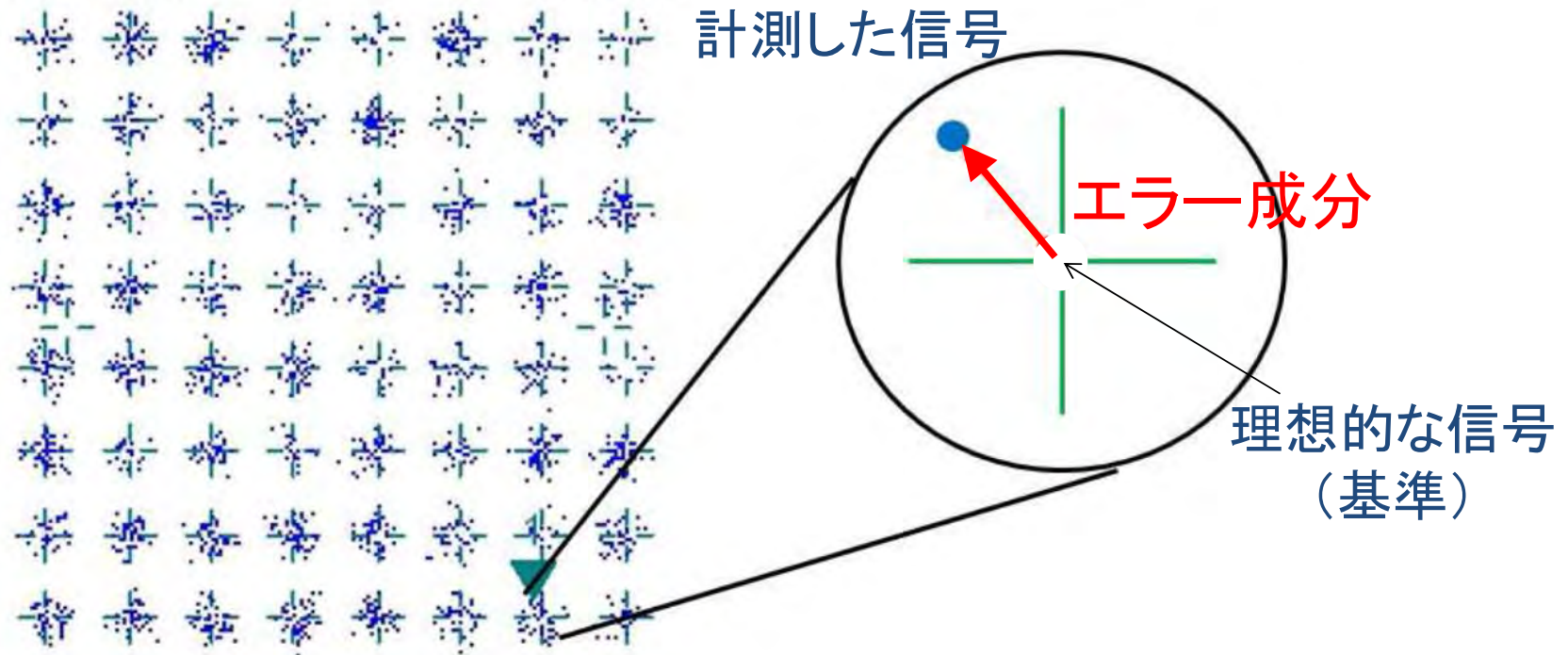
受信システムの外観



受信システムブロック図

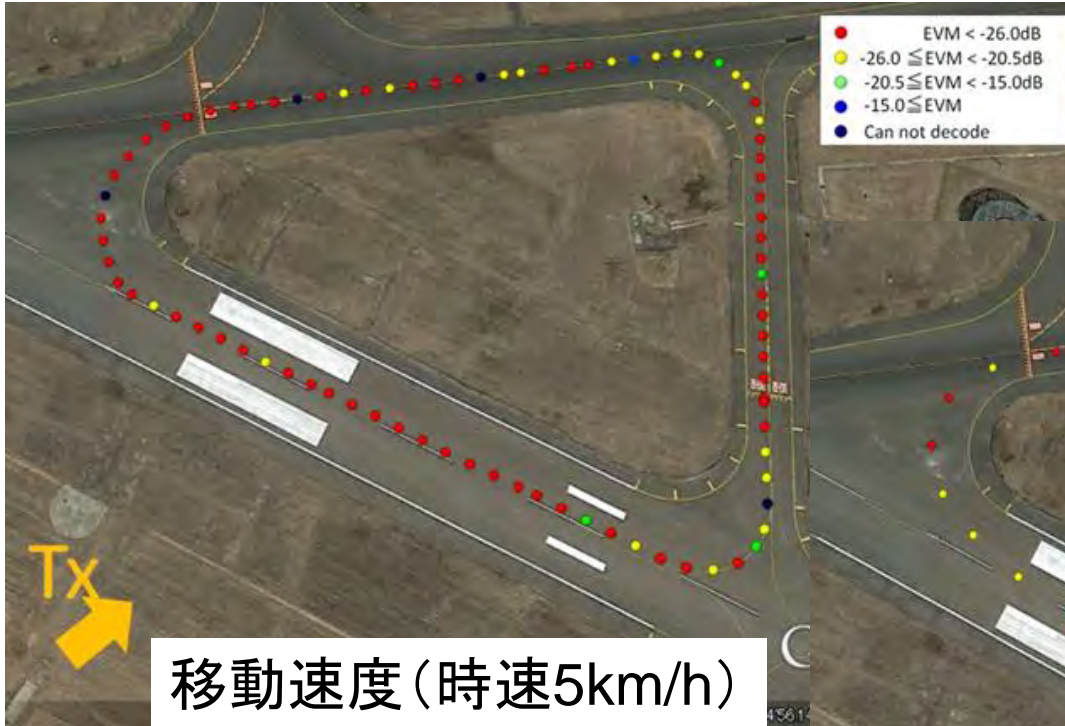
端末移動時の影響評価方法 ～変調精度を利用

- 変調精度 (EVM: Error Vector Magnitude) とは？
 - 理想的な信号の乖離度合い
 - EVMが小: 理想的な信号に近い → 高速伝送可能

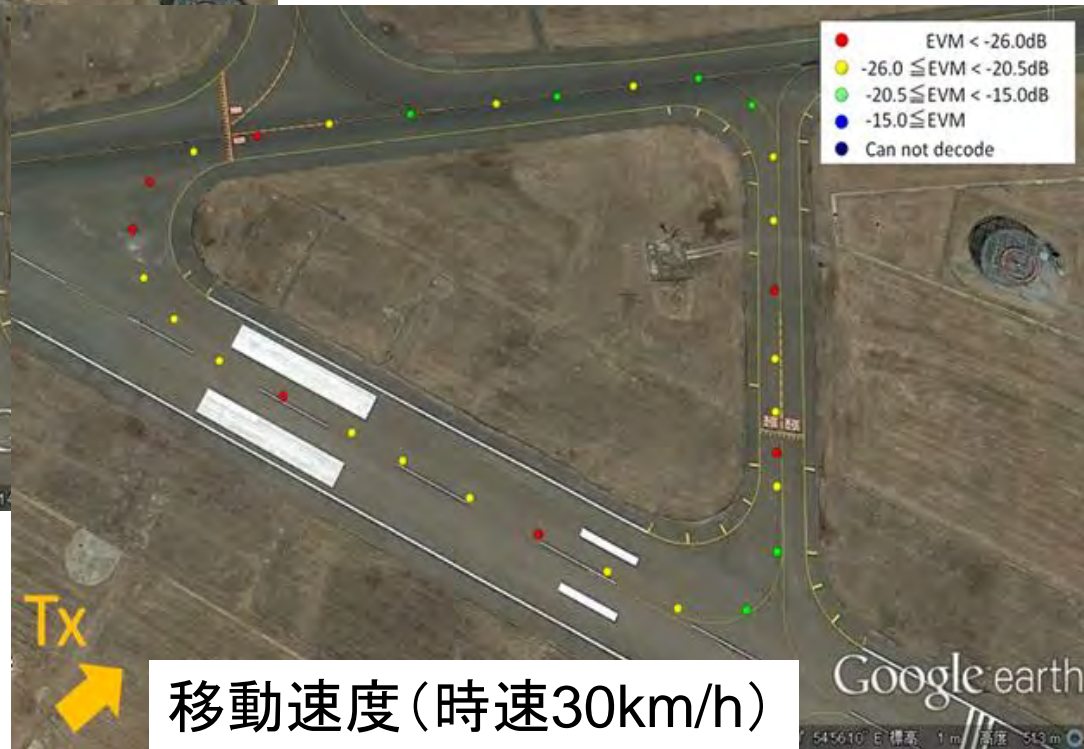


EVM概略図

EVM測定結果 ~移動速度に基づく比較

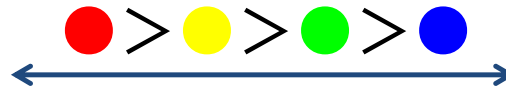


移動速度(時速5km/h)



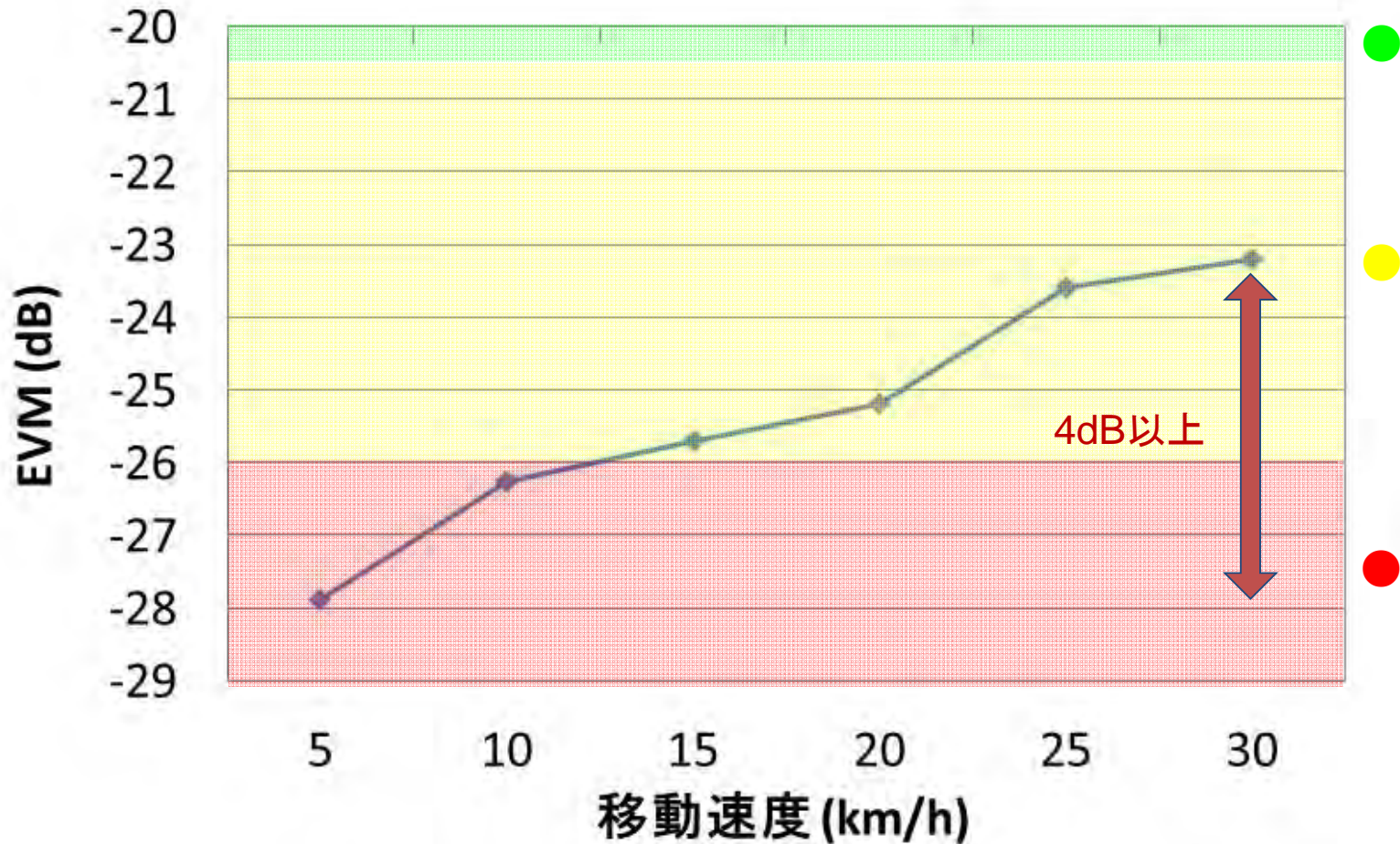
移動速度(時速30km/h)

高速通信



低速通信

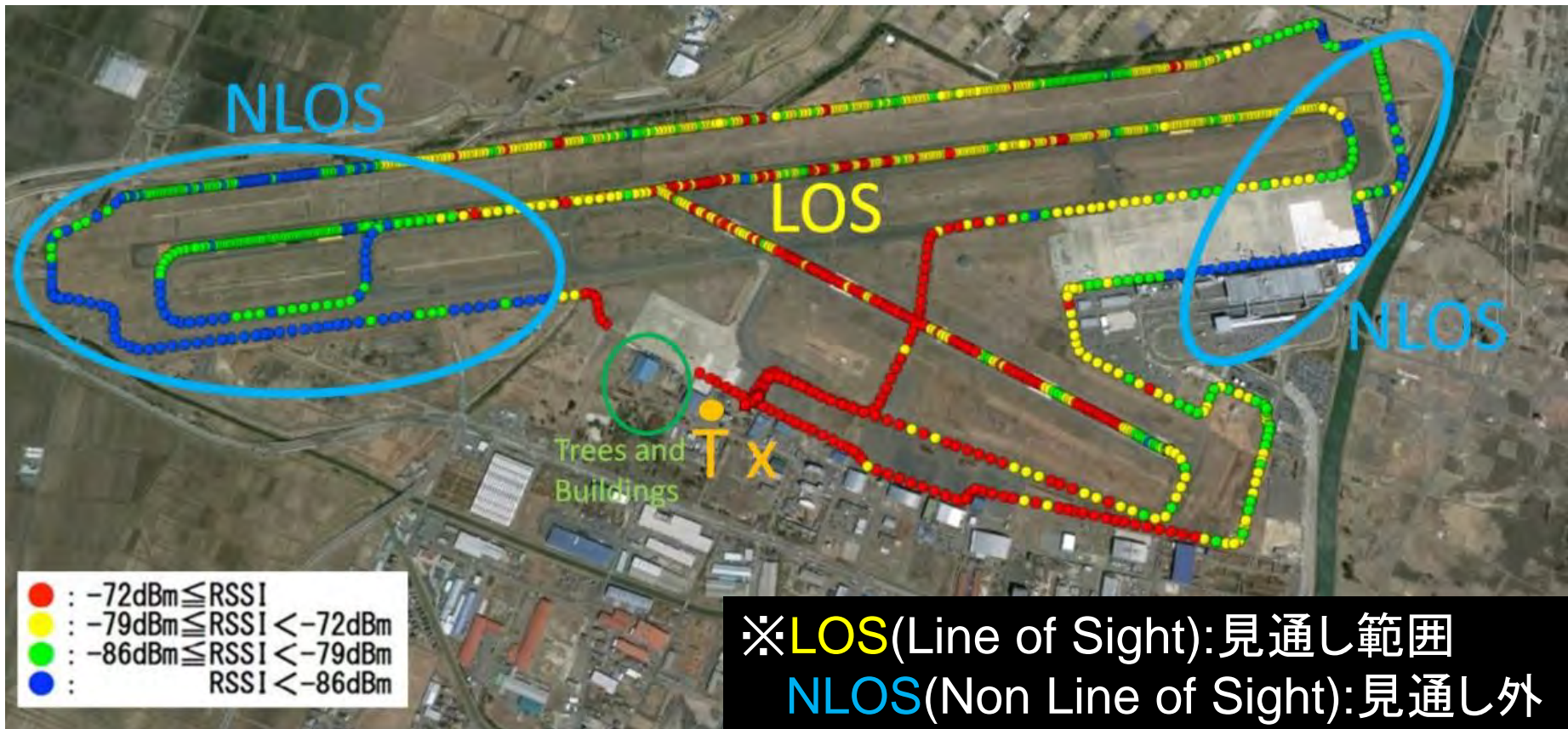
解析結果 ～速度とEVM中央値(全測定点)の関係



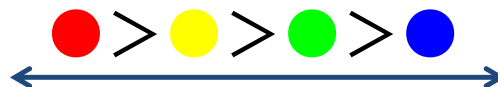
移動速度：通信速度に影響

降雨減衰の影響評価方法 ～信号強度を利用

- 信号強度 (RSSI: Received Signal Strength Indicator) : 受信信号の強さ

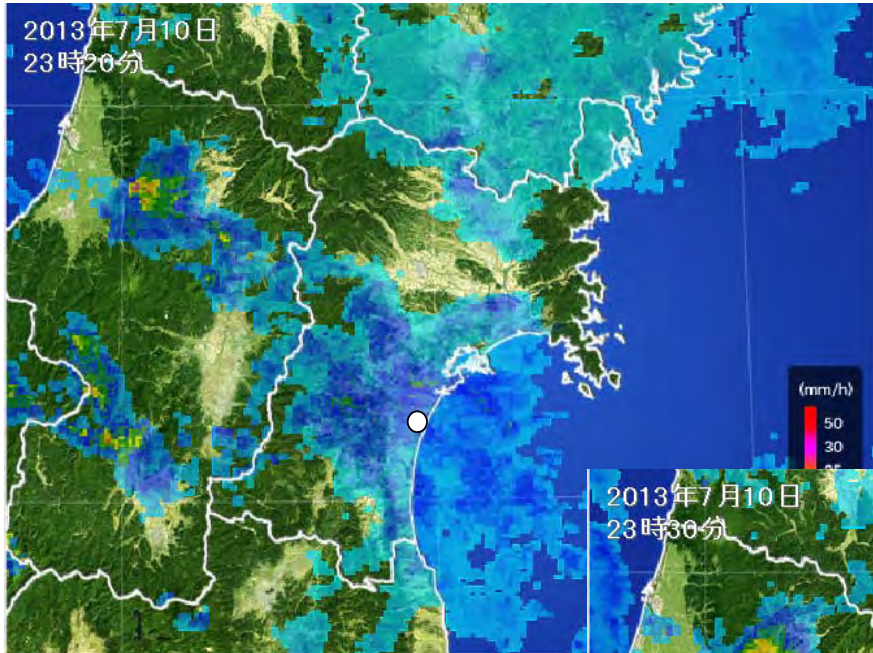


強い受信信号

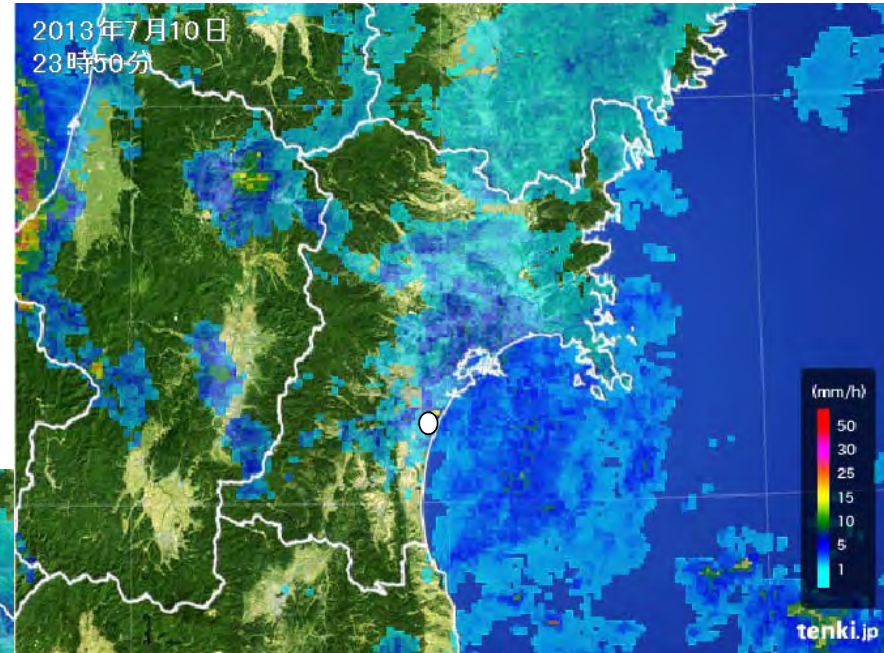


弱い受信信号

気象レーダ画像(仙台空港)



23:20



23:50



23:30

信号強度(RSSI)測定結果 ~ 降雨減衰の影響



ICAO Annex資料 ~ 降雨減衰の影響

Table G-1. System power budget
(±40° azimuth coverage; 0–20° vertical coverage; 37 km (20 NM) range)

Power budget items (Note 1)	Approach azimuth function					Elevation function			Back azimuth function			
	DPSK	Clearance	Angle BW			DPSK	Angle BW		DPSK	Angle BW		
			1°	2°	3° (Note 2)		1°	2°		1°	2°	3°
Signal required at aircraft (dBm)	-95.0	-93.5	-91.2	-85.2	-81.7	-95.0	-93.5	-90.0	-95.0	-93.5	-88.2	-84.7
Propagation loss (dB) (Notes 3, 4)	139.0	139.0	139.0	139.0	139.0	138.1	138.1	138.1	133.9	133.9	133.9	133.9
Probabilistic losses (dB):												
a) Polarization	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
b) Rain	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.3	1.3	1.3	1.3
c) Atmospheric	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
d) Horizontal multipath	3.0	3.0	0.5	0.5	0.5	3.0	–	–	3.0	0.5	0.5	0.5
e) Vertical multipath	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Root – sum – square (RSS) total a) through e) (dB)	4.3	4.3	3.1	3.1	3.1	4.3	2.5	2.5	3.9	2.5	2.5	2.5
Horizontal and vertical pattern loss (dB)	–	1.0	2.0	2.0	2.0	–	6.0	6.0	–	2.0	2.0	2.0
Monitor margin (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Antenna gain (dB) (Note 5)	–	-13.3	-23.0	-20.0	-18.0	–	-20.8	-17.8	–	-23.0	-20.0	-18.0
Net power gain at coverage extremes (dB)	-7.3	–	–	–	–	-7.3	–	–	-7.3	–	–	–
Required transmitter power (dBm)	42.5	39.0	31.4	40.4	41.1	41.6	33.8	40.3	37.1	23.4	31.7	37.2
Example 20 watt transmitter (dBm)	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0
Transmitter power margin (dB)	0.5	4.0	11.6	2.6	1.9	1.4	9.2	2.7	5.9	19.6	11.3	5.8

NOTES.—

1. Losses and antenna gains are representative values.
2. High data rate for 3° azimuth beamwidth will reduce required transmitter power by 4.8 dB.
3. Distance to azimuth antenna taken as 41.7 km (22.5 NM).
4. Distance to back azimuth antenna taken as 23.1 km (12.5 nautical miles).
5. The required transmitter power can be reduced by using higher efficiency antennas.

まとめ

- **AeroMACS: 空港周辺でより高速な通信システムを提供**
 - ICAO: 国際標準規格策定中
- **AeroMACS送受信システムを利用したフィールド実験評価**
 - 端末移動時の影響
 - 降雨減衰の影響

通信速度で評価



- **移動速度: 通信速度への影響あり**
- **降雨減衰: 通信速度への影響はみられない**

今後の予定

- AeroMACSプロトタイプ端末を開発済
 - AeroMACS端末の性能を評価
 - 国際標準規格策定作業に参画中
- AeroMACSプロトタイプシステムが完成(平成26年夏～秋)
- 仙台空港にて評価試験・デモンストレーションを実施予定



実験にご協力いただきました国土交通省東京航空局
仙台空港事務所及び関係各位に感謝の意を表します