

日本航海学会第139回講演会・研究会
2018年10月26日～28日
航空宇宙研究会発表

観測ミッション実現のための 固定翼UAVにおける映像伝送技術

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
電子航法研究所
古賀 禎

本研究の一部は総務省SCOPE「広大な農地の短時間観測を可能とする固定翼自律UAVを用いた映像伝送技術の研究開発」により実施。

発表内容

1. 背景
2. 新たな無線バンド
3. UAV機向け映像伝送システム
4. 固定翼UAV機向け映像伝送システム
5. まとめ

1. はじめに

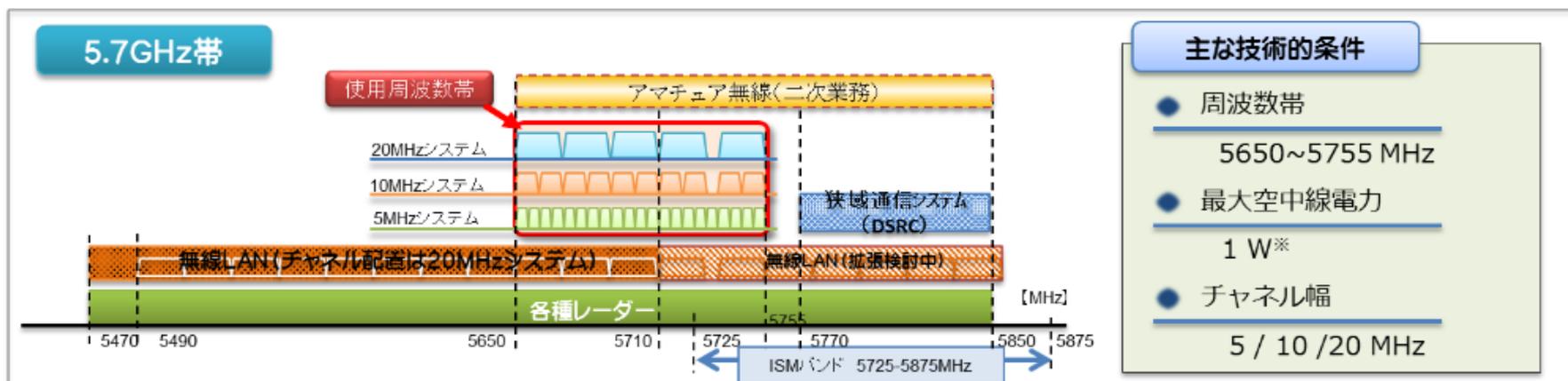
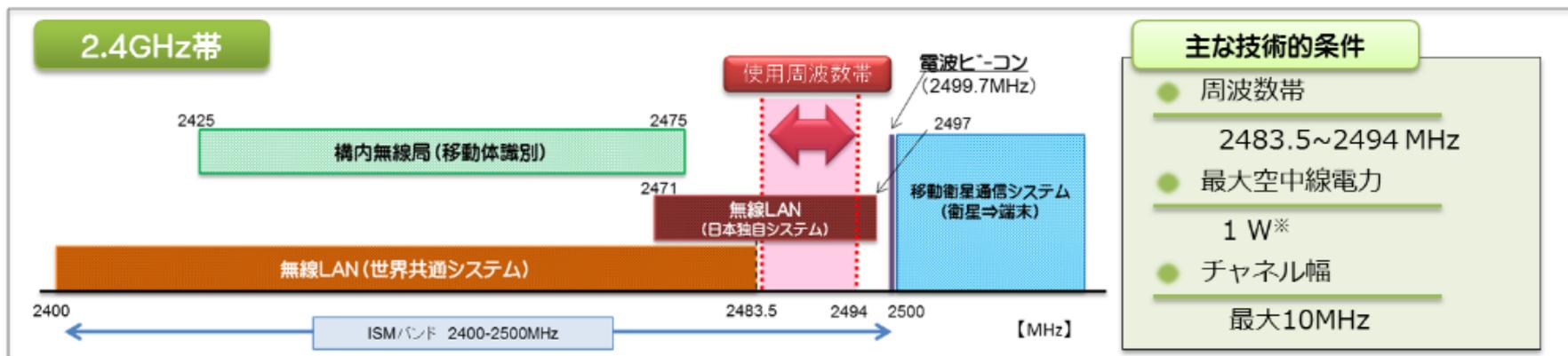
- ▶ 無人機(ドローン)の社会での利用の拡大
 - 観測・監視の用途が多い。
- ▶ 主としてマルチコプタ型の無人機が普及
 - 課題: 監視範囲が狭い、バッテリーの駆動時間
- ▶ 固定翼無人機
 - 高速飛行、効率が良い(監視範囲が広い)
 - 課題: 機体の姿勢変化が大きい、長距離伝送

2. 新たな無線バンド

平成28年8月にドローン向けの新たな無線バンドが整備

分類	無線局免許	周波数帯	送信出力	利用形態	備考	無線従事者資格
免許及び登録を要しない無線局	不要	73MHz帯等	※ 1	操縦用	ラジコン用 微弱無線局	不要
	不要※ 2	920MHz帯	20mW	操縦用	920MHz帯 テレメータ用、 テレコントロール 用特定小電力 無線局	
		2.4GHz帯	10mW/MHz	操縦用 画像伝送用 データ伝送用	2.4GHz帯 小電力データ 通信システム	
携帯局	要	1.2GHz帯	最大 1 W	画像伝送用	アナログ方式 限定 ※ 4	第三級陸上 特殊無線技士 以上の資格
携帯局 陸上移動局	要※ 3	169MHz帯	10mW	操縦用 画像伝送用 データ伝送用	無人移動体 画像伝送 システム (平成28年 8 月 に制度整備)	
		2.4GHz帯	最大 1 W	操縦用 画像伝送用 データ伝送用		
		5.7GHz帯	最大 1 W	操縦用 画像伝送用 データ伝送用		

周波数割当



※既存の無線LANシステムと比較すると約4倍 (EIRP比較では約10倍) の増力

3. 映像無線伝送システム

- ▶ UAV機向け
 - DJI lightbridge2
 - AMIMON Connex
 - Badux HN1000R
 - その他
- ▶ 放送向け
 - FPU
- ▶ 航空用デジタル通信システム
 - AeroMACS (航空用Wimax)

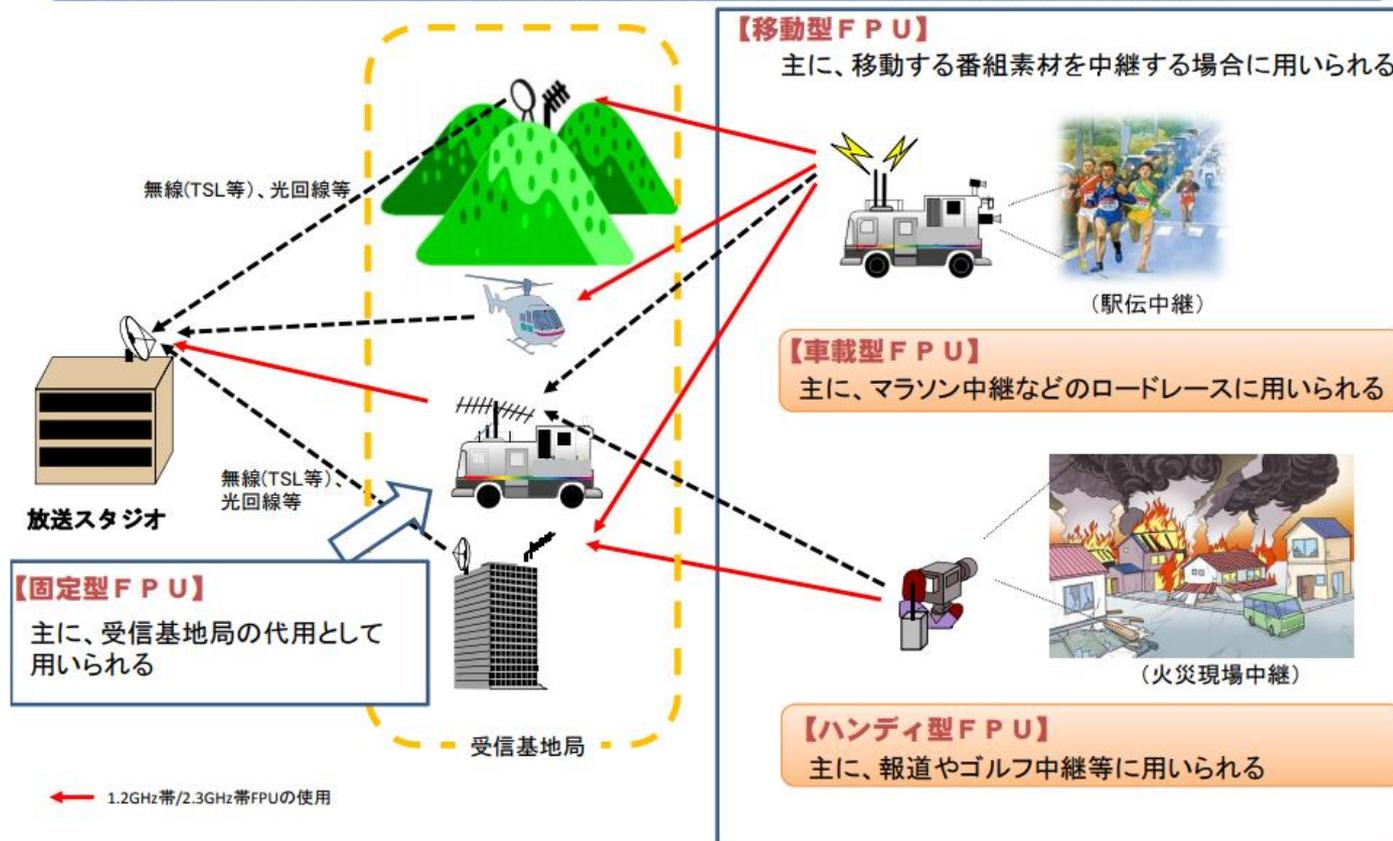
FPU (Field Pickup Unit)

放送事業用無線局(FPU)

1

放送事業用無線局(FPU: Field Pick-up Unit)

放送番組の映像・音声を取材現場(報道中継等)から受信基地局等へ伝送するシステム



- ▶ 周波数は1.2GHzおよび2.3GHz(デジタル)
- ▶ 類似した無線技術

新バンド1.2GHz帯及び2.3GHz帯への移行のための要求条件

移行する1.2GHz帯及び2.3GHz帯においても800MHz帯FPUの性能や運用性を確保し、全国共通の運用を可能とするために、以下のような要求条件を設定して技術的条件を検討

1 伝送

- ・見通し外の移動中継が可能であること。
- ・送信アンテナが正確に受信アンテナに向かない場合でも、的確な素材伝送が可能なこと。
- ・都市部などマルチパス環境下でも的確な素材伝送が可能なこと。

2 伝送距離

- ・固定中継において0.1km～50kmの伝搬距離を確保できること。
- ・移動中継において0.1km～10kmの伝搬距離を確保できること。

3 画質

高品質なHDTV(フルHD)が伝送可能なこと。

4 同時使用可能な伝送チャンネル数の確保

800MHz帯FPUに割り当てられている4チャンネル以上を確保すること。

1.2GHz帯及び2.3GHz帯を使用する放送事業用無線局(FPU)の技術的条件

3

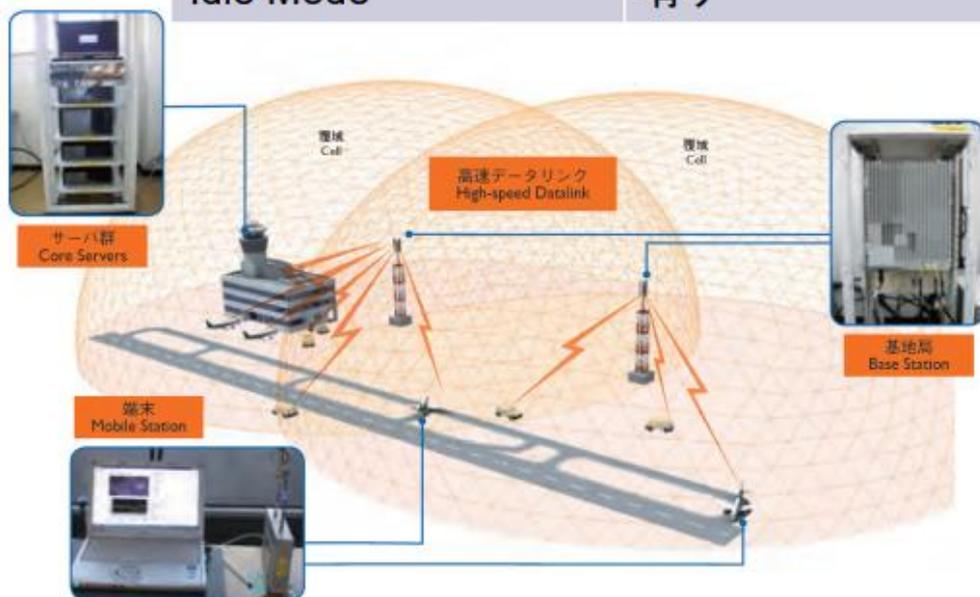
○主な技術的条件

使用周波数	1240-1300MHz及び2330-2370MHz
通信方式	単向通信方式
多重化方式	OFDM方式
キャリア変調方式	64QAM、32QAM、16QAM、QPSK、BPSK
占有周波数帯幅	17.5MHz(フルモード) / 8.5MHz(ハーフモード)
最大空中線電力	1.2GHz帯:25W(フルモード) / 12.5W(ハーフモード) 2.3GHz帯:40W(フルモード) / 20W(ハーフモード)
周波数の許容偏差	7×10^{-6} 以下
偏波	垂直偏波、水平偏波又は円偏波
空中線電力の許容偏差	上限:50%、下限:50%
帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	100mW以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より50dB低い値
スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	50 μ W以下又は基本周波数の搬送波電力より70dB低い値

航空用デジタル通信システム

■ 次世代空港用通信システム (AeroMACS: WiMAX技術利用)

	WiMAX	AeroMACS
周波数	2.5GHz帯	5GHz帯 (5.03-5.15GHz)
帯域	5MHz, 10MHz等	5MHzのみ
IPv6	仕様のみ	必要
MIMO	MIMO-A/B	MIMO-A
Idle Mode	有り	無し



AeroMACSプロトタイプと
空港内配置例

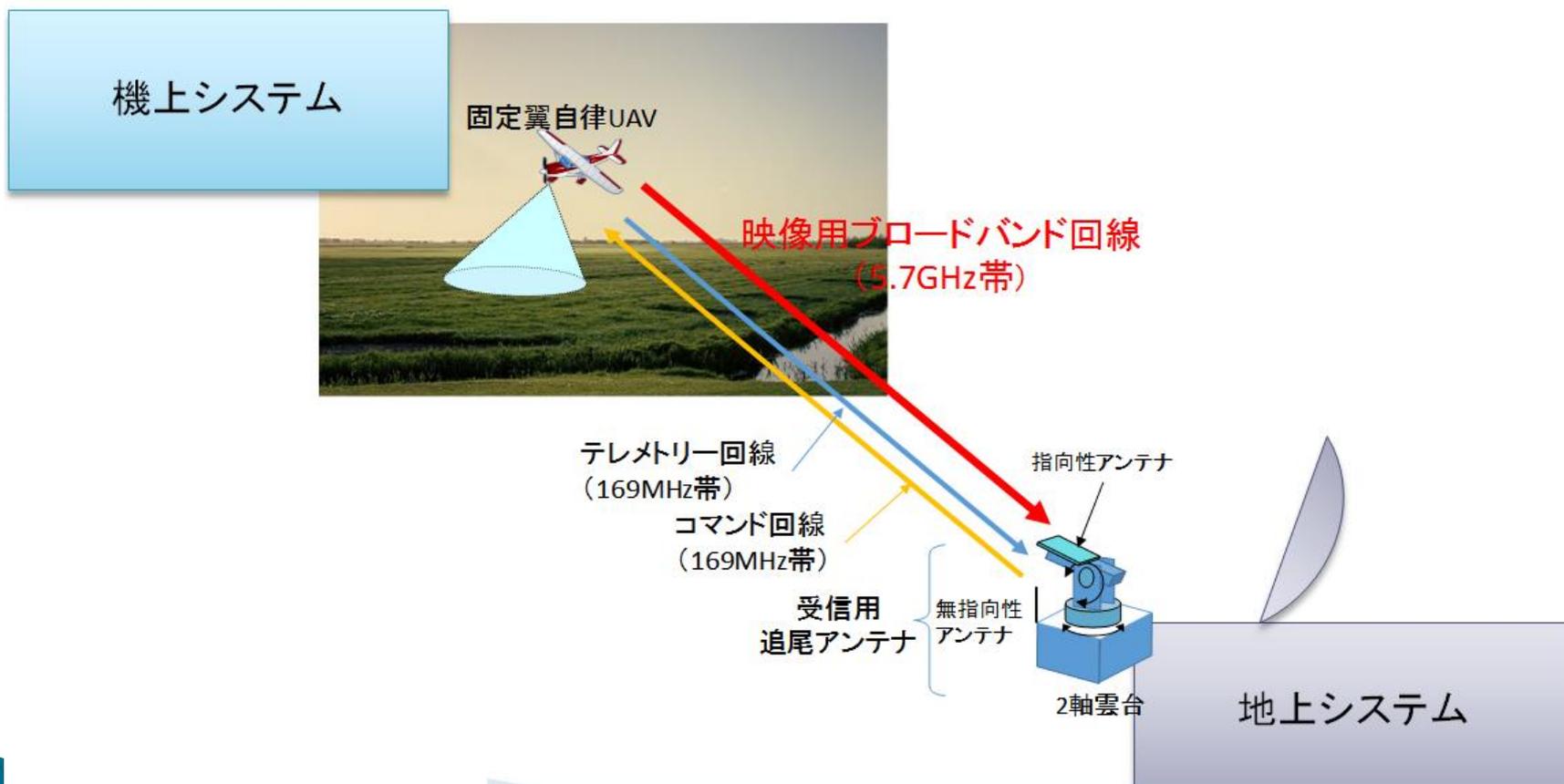
4. 固定翼UAV機向け映像伝送システム

- ▶ 既存UAV機向け映像伝送システム→マルチコプタ向け
 - ▶ 固定翼UAV機
 - 高速飛行
 - 長距離
 - 姿勢変化が大きい
- ⇒ 安定した無線映像伝送ができない可能性あり
- ⇒ 固定翼UAV機に適合した映像伝送システムが必要
- 姿勢変化に対応
 - 長距離の安定的な伝送

目標： 距離1.5km、10Mbpsを安定伝送

システム構成

機上システムと地上システムから構成



システム構成と目標

本研究開発における4つの研究開発目標

機上システム
2018年度開発

固定翼自律UAV

映像用

①機上アンテナ選択技術

②5.7GHz帯の送受信技術

③5.7GHz帯の伝送特性の
把握

テレメトリ回線

(169MHz帯)

コマンド回線

(169MHz帯)

受信用
追尾アンテナ

指向性アンテナ

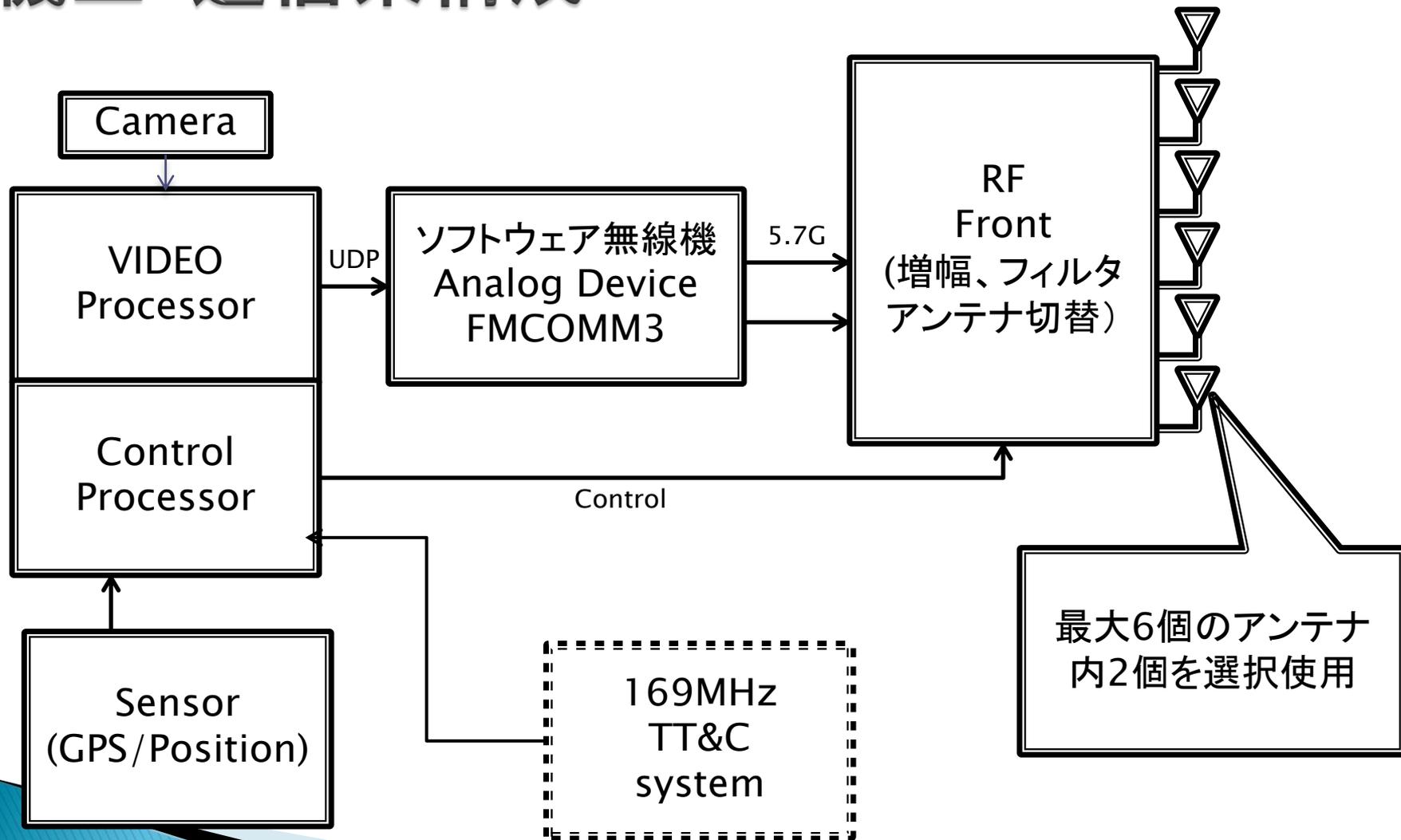
無指向性
アンテナ

2軸雲台

地上システム
2019年度開発

④追尾アンテナ技術

5.7GHz画像伝送システム 機上・送信系構成

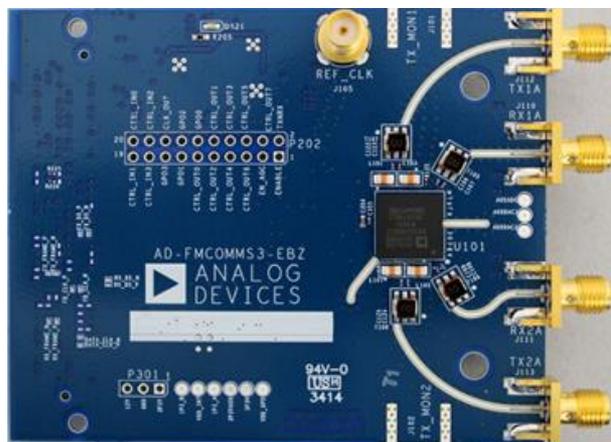


設計仕様

項目	仕様	参考情報
無線周波数帯	5650MHz-5755MHz	
通信方式	単向	MIMO
変調方式	デジタル変調	OFDM
空中線電力	1W以下	※空中線利得に依存
周波数帯域	20MHz/10MHz/5MHz	
空中線利得	実効輻射電力4W以下とする利得	指向性/無指向性
空中線	垂直、水平、円偏波	組合、切替使用
空中線性能	直線偏波パッチアンテナ	6-14dBi
	コリニアアンテナ	5dBi
	円偏波パッチアンテナ	6-14dBi
1次変調	BPSK,QPSK,8PSK, 16QAM,32QAM,64QAM,	
誤り訂正	STTC,STBC/RS符号	
MIMO	2x2,2x4(H31年予定)	送信は2CH

送信機(ソフトウェア無線機)

Software Defined Radio (SDR) を活用



Analog Device FMCOMMS3
70MHz ~6GHzの2CH送受信機を構築可能

AVNET ZEDBOARD
Zynqチップ搭載
ソフトウェア、ファームウェア

デジタル無線機のハードウェアは容易に構成可能。
ソフトウェア・ファームウェアの構成が必要

5. まとめ

本発表では、

1. 研究背景
 2. 新たな無線バンド
 3. 映像無線伝送システム
 4. 固定翼UAV機向け映像伝送システム
- について紹介した。

2019年6～7月における北海道におけるフィールド実験に向け、システム開発を進めている。