

VHF帯を用いたデータ伝送無線システムの開発

著者	北沢 祥一, 矢田 光, 上羽 正純
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2018
ページ	77-80
発行年	2019-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00010134

VHF 帯を用いたデータ伝送無線システムの開発

○北沢 祥一（航空宇宙システム工学ユニット 教授）
矢田 光（航空宇宙システム工学系コース 学部4年）
上羽 正純（航空宇宙システム工学ユニット 教授）

1. はじめに

昨年度、1 km 程度での通信が可能で他の無線システムからの干渉の少ない 169 MHz 帯を用いたテレメトリ・コマンド無線システムの基礎検討について述べた。今回は、昨年の検討結果を踏まえ 169 MHz 帯無線モジュールを製作し、評価を行ったのでその結果について報告する。本報告は総務省 SCOPE で研究を実施している「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」[1] によるものである。

2. システム概要

本研究開発では固定翼無人航空機 (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) に搭載したカメラで農地の生育状況を短時間に観測することを目標としている。映像は 5.7 GHz 帯を用いて最大 10 Mbps で地上に伝送し、UAV の飛行状態は 169 MHz 帯で地上に伝送すると共に、地上からのコマンドを受信するように送受信を切り替える双方向通信を行う。システムのイメージを図 1 に、無線系のシステムのブロック図を図 2 に示す。ここで地上局側の 5.7 GHz アンテナは 2 軸雲台に搭載しており、機上局から送信している位置情報を基に UAV を追尾する。

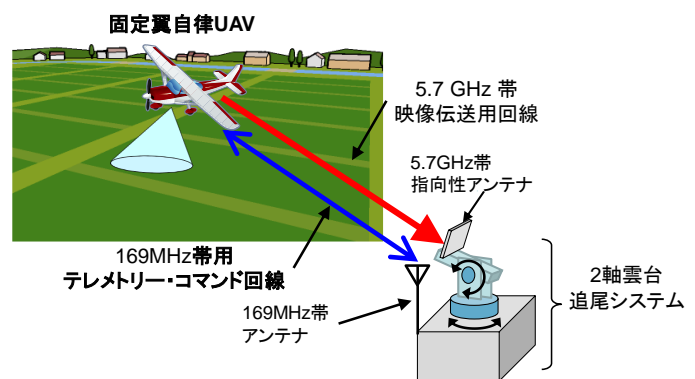


図1 追尾システムイメージ

本報告ではこの 169 MHz 帯無線部分についての検討結果および、UAV に搭載する 169 MHz アンテナの評価結果について述べる。

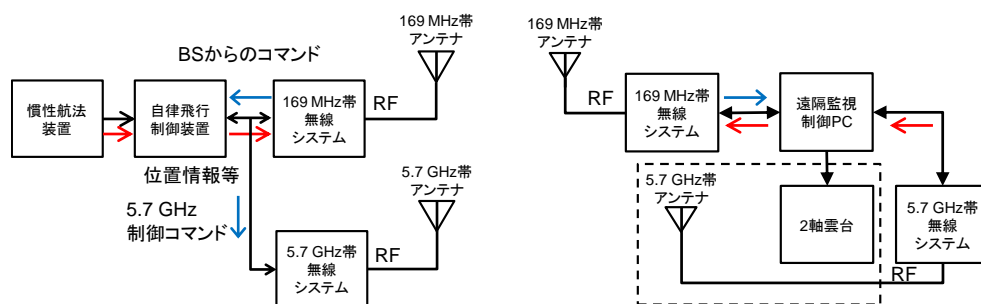


図2 無線系のブロック図

3. 169 MHz 帯無線機

169 MHz 帯の遠隔監視制御用無線通信装置は、昨年度選定した RF トランシーバ用 IC の Texas Instruments 社の CC1120 を用い、無線基板はサイズが 35 mm×55 mm、重量は 8.4 g、電源はモバイルバッテリー（重量 240 g）で供給し、アンテナを含め総重量は 300 g 以下である。基板の概観を図 3、諸元を表 1 に示す。周波数は 169 MHz 帯で、送信出力は上空使用の場合 10 dBm が上限 [2] のため、その最大値としている。変調方式は情報伝送用の 4 値 GFSK と、試験用の無変調の N0N としており、情報伝送時は半二重通信である。

情報伝送時の機上局および地上局の packets 構成を図 4 に示す。今年度は 169 MHz 帯無線機に長田電機株式会社の慣性航法装置 Tiny Feather NA-30 を接続することを想定して緯度、経度等の合計 76 Byte を地上局に送る仕様とした。また地上局側からは、将来の機体制御等のコマンド用に 6 Byte を確保しており、受信したコマンドは機上局から折り返すこととした。

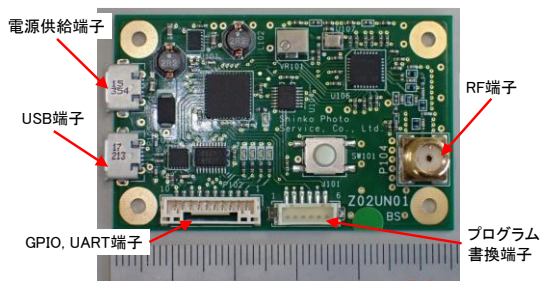


図 3 169 MHz 帯無線機の概観

表 1 無線機の諸元

周波数	169 MHz 帯
送信出力	10 dBm Max.
変調方式	4 値 GFSK, N0N
通信方式	半二重
サイズ	35 mm×55 mm

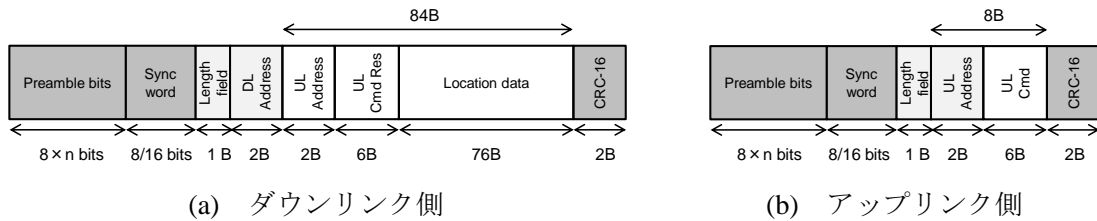


図 4 パケット構成

表 2 各伝送速度での 99 % 占有帯域幅

伝送速度 kbps	占有帯域幅 kHz
50	180
100	202
150	227
200	235

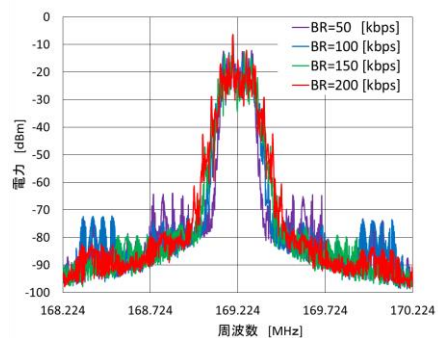


図 5 送信スペクトル波形

製作した無線機は実験試験局の免許申請に向けて、占有帯域幅、帯域外、スプリアス領域の不要輻射レベルを評価した。伝送速度を 50, 100, 150, 200 kbps とした場合の 99 % 占有帯域幅の

結果を表2に、送信スペクトルの波形を図5に示す。実験試験局では99%占有帯域幅が300kHz以下であることから、今回の測定結果は基準値以下で問題ないことを確認した。

4. アンテナの検討

UAV搭載用の169MHz帯アンテナについて本年度検討を行った。今回実験に使用する機体は、京商の模型飛行機「カルマートα60」であり、機体全長は1600mm、主翼の翼幅は1800mm、水平尾翼の翼幅は670mmである。この機体に169MHz帯のアンテナを搭載する場合、1波長が1770mmとなるためアンテナサイズが大きく、装着できる場所が限られる。今回、主翼に半波長ダイポールアンテナを装着すると主翼の素材が影響するためか、アンテナが共振しなかった。そこで半波長ダイポールアンテナを水平尾翼に図6に示すように折り曲げたベント型ダイポールアンテナにして装着した。この状態で電波暗室にて放射特性を、機体を水平、横倒し、垂直の3方向に向きを変えて評価した。結果を図7に示す。この放射特性は各向きでの最大値を0dBとした相対値で示している。放射特性は、主翼や機体の影響を受け、機体の前方、後方や上方、下方などで偏差があるが、実際の飛行での地上局との角度を考えると、ヌル点や偏差は回線設計上の問題はないと判断した。

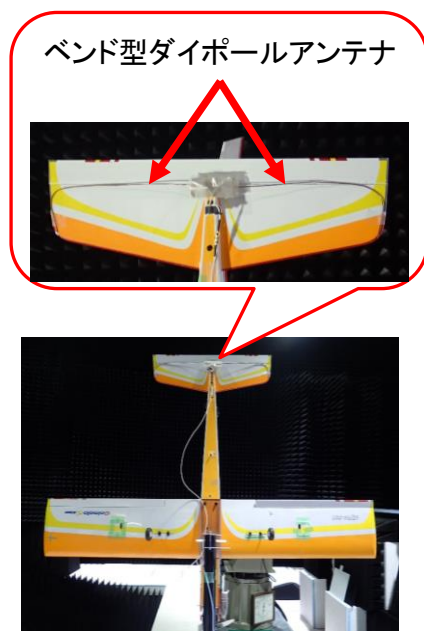
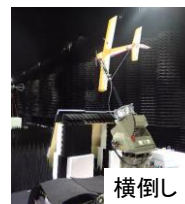
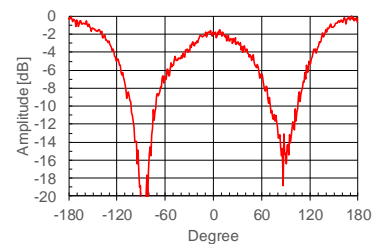


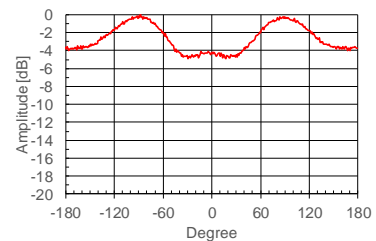
図6 アンテナの装着位置



水平



横倒し



垂直

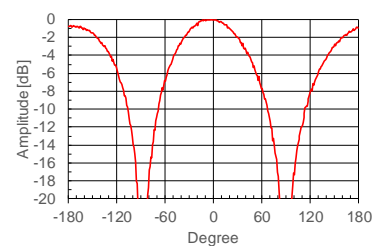


図7 放射特性

参考文献

[1] 総務省, ” 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,” www.soumu.go.jp/main_content/000530691.pdf, 参照 2019 年 1 月

[2] 総務省, “電波法施行規則の一部を改正する省令案等に係る意見募集—ロボットにおける電波利用の高度化及び特定小電力無線局の高度化に係る技術基準の導入-, “ 2016年7月13日,
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000267.html

[3] 北沢祥一, 矢田光, 上羽正純, “無人航空機用 169 MHz 帯データ伝送無線システムの開発,
電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会 SANE2018-117 (鹿児島県熊毛郡南種子町)
(2019年2月14日)