

ドローン飛行空域 電磁環境調査ファイル

Vol.1

Industrial Technology Institute
Fukushima Prefectural Government

福島県ハイテクプラザ
Industrial Technology Institute
Fukushima Prefectural Government
南相馬技術支援センター

協力企業

はじめに

福島県ハイテクプラザ南相馬技術支援センターは、

2024年4月から研究事業

【ドローン飛行空域の電磁環境調査とドローンの耐電磁特性評価】を開始し、
協力企業のお力を借りて、様々に調査計測に取り組んで参りました。

ここに、事業で取り組んだ「測ってみよう。」の事例を集め、
本調査ファイルを作成いたしました。
今後皆様が取り組まれる実証におきまして、
なにかの参考になりましたら幸いです。

組織概要

福島県ハイテクプラザ 南相馬技術支援センター

福島県

福島県が県内における工業の振興を図るために設置した公設試験研究機関。

平成4年4月、郡山市に福島県ハイテクプラザを開所。現在は本部を郡山市、支援センターを南相馬市、会津若松市に置いた3拠点の体制で運営。

会津若松 技術支援センター

ハイテクプラザ 本部（郡山）

福島県ハイテクプラザ
ROBOT
TEST FIELD
福島ロボットテストフィールド

南相馬技術支援センター



福島ロボットテストフィールドの
研究棟付属設備の利用支援

相双地域を中心とするものづくり企業の技術力向上や新産業・新分野への**参入支援**を行う他、福島イノベーション・コースト構想の実現に向けて、県の重点施策であるロボット関連産業の育成・集積を推進。

事業紹介

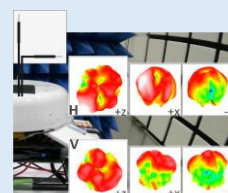
ドローン飛行空域の電磁環境調査と ドローンの耐電磁特性評価

【研究事業：ロボット制御技術等実証事業】

▶ 研究報告書

R6) <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/744108.pdf>

R7) <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/702619.pdf>



01 スペクトラム アナライザ

周波数利用状況の可視化及び干渉波観測

等方性アンテナおよび指向性アンテナによる測定により、高度変化や方位による電波環境の違いを可視化した事例を紹介します。

02 ネットワーク テスト

LTEネットワーク内の遅延及び通信評価

LTE上空利用時の通信速度測定と遅延解析により、セル切替えや基地局間干渉が通信品質に与える影響を可視化した事例を紹介します。

03 FST フィールド シミュレーション テスト

実飛行ログを用いたマルチパスフェージング評価

ドローンの上空運航時におけるマルチパス伝搬環境を解析し、高度による見通し波と散乱波の変化を評価した事例を紹介します。

04 エリア アナライザ

LTE上空利用における周辺基地局の受信電波品質

物流配送実証に向けて飛行経路上のLTE通信環境を可視化し、運航計画の策定に活用した事例を紹介します。



協力企業
紹介

共同研究企業

株式会社 e ロボティクス

共同研究企業

アンリツ株式会社

共同研究企業

株式会社
ドローンWORKシステム

共同研究企業

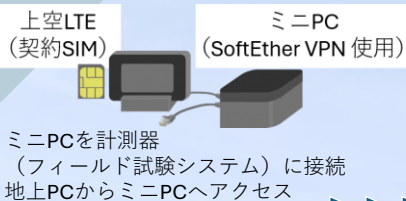
アンリツ
カスタマーサポート株式会社

01 スペクトラム アナライザ

周波数利用状況の可視化及び干渉波観測

上空LTE × VPN

ドローンに積載したスペクトラムアナライザを地上から遠隔操作



等方性アンテナ

ドローンが飛行する空域の周波数利用の実情を調査。
飛行ポイントに到来する通信波を満遍なく捕捉するため、等方性アンテナによる測定を実施。
操縦用送受信機は920MHz帯の機体を使用。

指向性アンテナ

干渉リスクのある周波数帯において、方位による強度を比較。
飛行ポイントを基準に、東西南北各方位の電波を計測するため、指向性アンテナによる測定を実施。

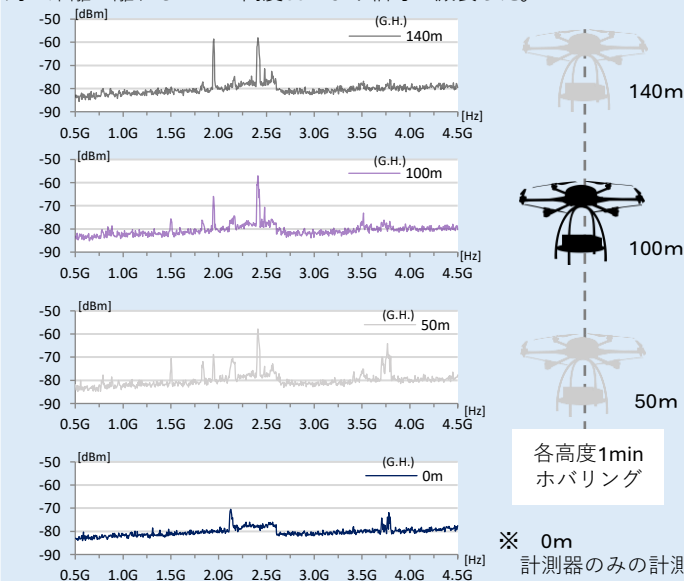
福島ロボットテストフィールド（滑走路）

主体団体：ハイクープラザ南相馬技術支援センター
ドローン運航：(株)eロボティクス

主体団体：ハイクープラザ南相馬技術支援センター
ドローン運航：(株)ドローンWORKシステム

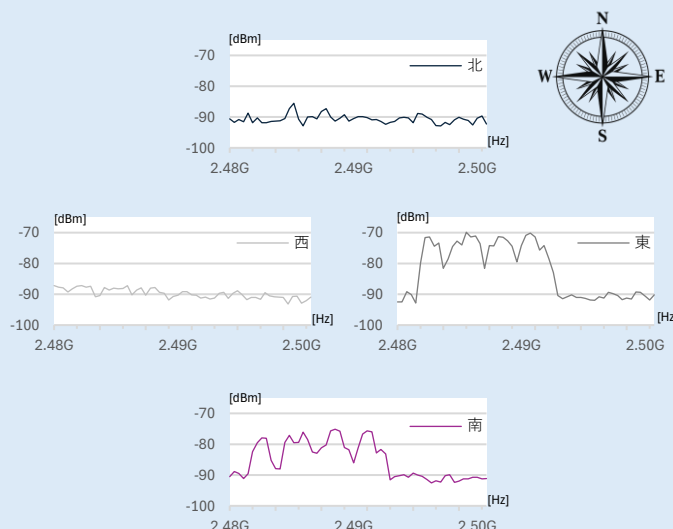
等方性アンテナ

地上高度(G.H.)を変更し、周波数占有状況を計測。高度50mは空域で電波の見通しが良くなる傾向が見られた。高度140mは高度上昇に伴い、地上局と距離が離れることで高度50mより信号が減衰した。



指向性アンテナ

滑走路のG.H.50mにおいて、東西南北の方位による強度を比較。
滑走路、南東に無線局が位置し、電波が到来していることが分かった。



02 ネットワーク テスト

LTEネットワーク内の遅延及び通信評価



MT1000A

ドローン遠隔操縦の通信品質を高精度に可視化し、現場での安全・安定運航を支援

viSerNeo+



現場の無線品質の自動収集とGPS連携によるルート解析により、安定運用をサポート



LTE上空利用における繋がりがやすさ、繋がりにくさの要因を調査。思いがけず不安定になる通信の実態を把握するため、ネットワークの通信速度を計測し、遅延原因の解析を実施。

Virtual Network Master

クラウドを含む遠隔操縦システム間の通信品質を可視化し、性能課題を早期発見

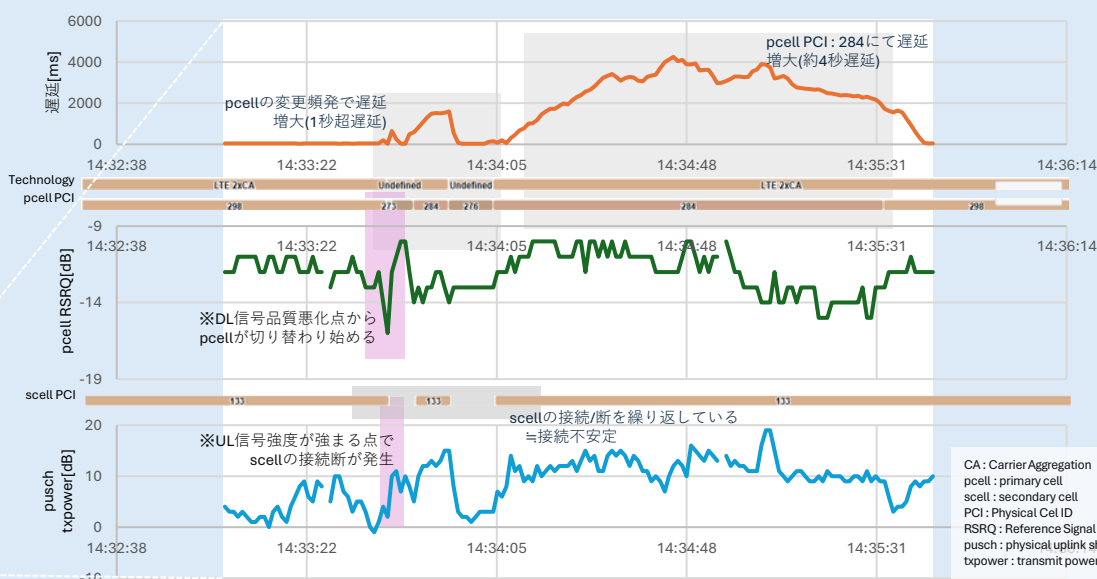
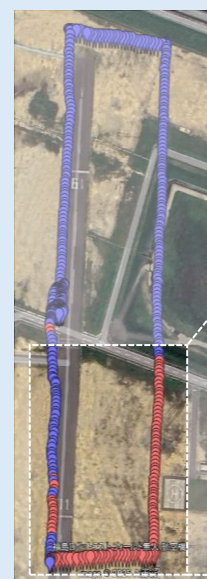


福島ロボットテストフィールド（滑走路）

主体団体：アンリツ(株)、アンリツカスタマーサポート(株)
ドローン運航：(株)eロボティクス

測定結果（高度100m、UL遅延結果に対する解析）

▶ 左下図、矩形（点線）領域における遅延時間および、端末の通信状況を解析。頻発するセルの切替えと同期し、遅延時間が増大することを確認。上空における複数基地局信号の干渉及び基地局変更による基地局位置変化を要因として接続が不安定になり、遅延が発生している可能性がある。



☒ Keyword

LTE、遅延、端末の通信状況、セル切替、Hand-Over、Throughput



上空で運航中のドローンはどう
のようなマルチパス環境で通信
しているのか。
実飛行中の通信ログを収録した
解析を実施。

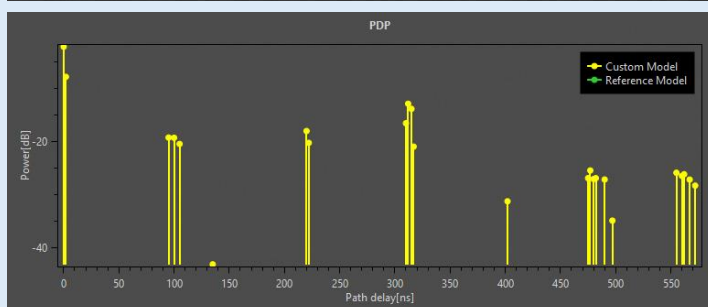
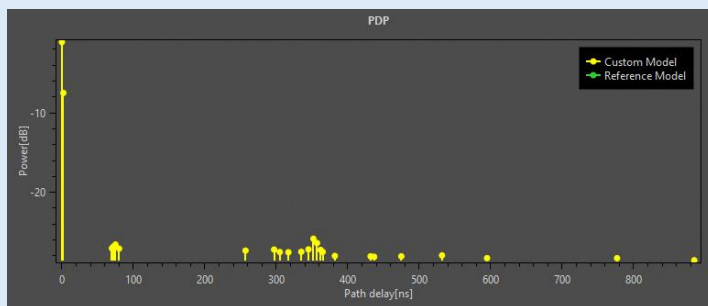


Field Simulation Test

可搬性と複雑な電波伝搬環境の
可視化を両立し、ドローンシス
テムの通信品質向上に貢献

主体団体：アンリツ(株)、アンリツカスタマーサポート(株)
ドローン運航：(株)eロボティクス

測定結果 (ドローン昇降時のマルチパス環境)



チャネルの電力遅延プロファイル (上図：50m、下図：0m)



100m



50m



0m
グラウンド

▶ 左図下段より、高度0mでは散乱波が支配的となっている。グラウンド周辺の構造物により反射した散乱波を受信していると考えられる。上段の高度50mでは散乱波が減少し、見通し成分が支配的になっている。この傾向は高度30m付近を超えた高度で見られ、周囲の建物の高さを十分に超え、散乱波がドローンまで到達しなかったと推測される。

また、ドローンの昇降に伴う散乱波の変動は、地上の端末移動では起こりにくい事象であるため、Drone特有のHand-Overアルゴリズムが必要な可能性があることがわかった。

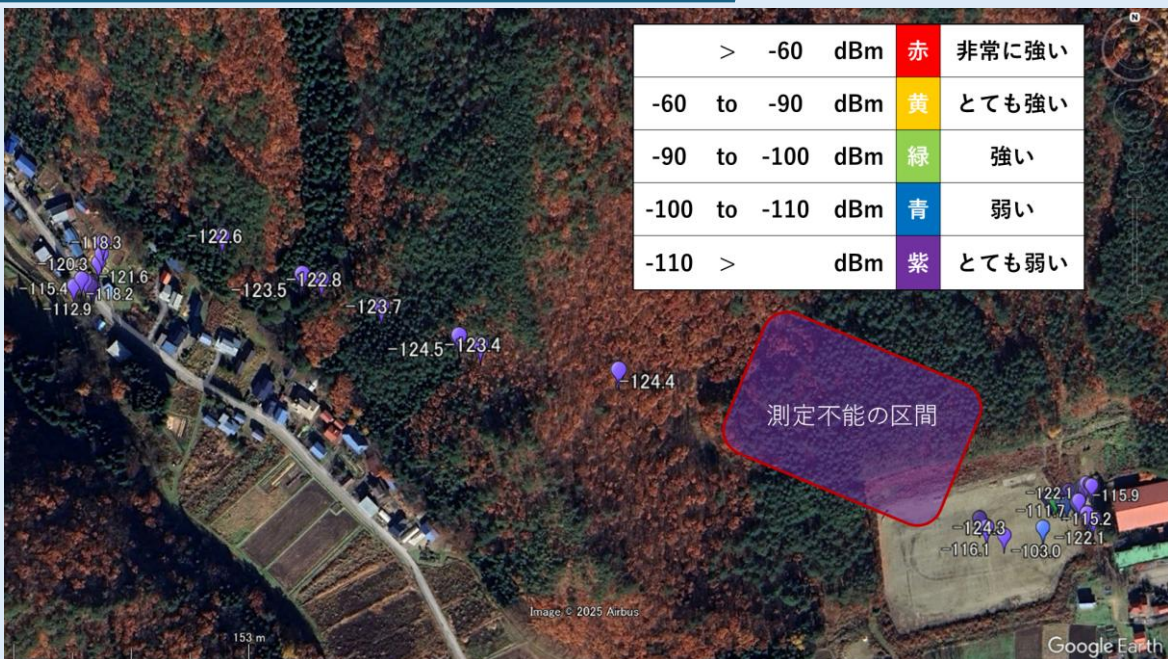
グラウンド周辺環境
住宅街+工場等建築物 (高さ30m程度)



物資輸送の実証実験に向けて、飛行経路のLTE通信エリアの実態はどのような状況かを調査。航路上のLTE通信環境を計測し、マッピング。実証実験の運航計画に活用。

主体団体：ハitekプラザ南相馬技術支援センター
ドローン運航：(株)eロボティクス

飛行航路におけるRSRP測定結果



▶ 会津ロボティクス サービス共同企業体（代表：(株)eロボティクス）と福島県が行った、【ロボット・ドローンの社会実装に向けたユースケース創出事業】において物流配送実証の飛行経路を計測した結果（左）。

計画された飛行経路は旧檜沢中学校グラウンドから同町常澤地区まで。山麓の尾根筋を跨ぐルートであり、非常に弱い地点が多くなる結果となった。

お問合せ

福島県ハイテクプラザ南相馬技術支援センター
機械加工ロボット科

TEL. (0244) 25-3060
FAX. (0244) 25-3061

E-mail : minamisoma-robot@pref.fukushima.lg.jp