

能動的3次元通信エリア制御を用いた複数無人航空機による同時観測技術の研究開発(141301001)

研究代表者

樋口 健 室蘭工業大学

研究分担者

上羽正純⁺、北沢祥一⁺、高久雄一⁺、伏水博樹⁺⁺、
熊谷智明⁺⁺⁺、矢野一人⁺⁺⁺、阿野 進⁺⁺⁺、塚本悟司⁺⁺⁺

⁺室蘭工業大学 ⁺⁺日本遠隔制御(株)

⁺⁺⁺(株)国際電気通信基礎技術研究所

研究目的及び想定システム

目的:

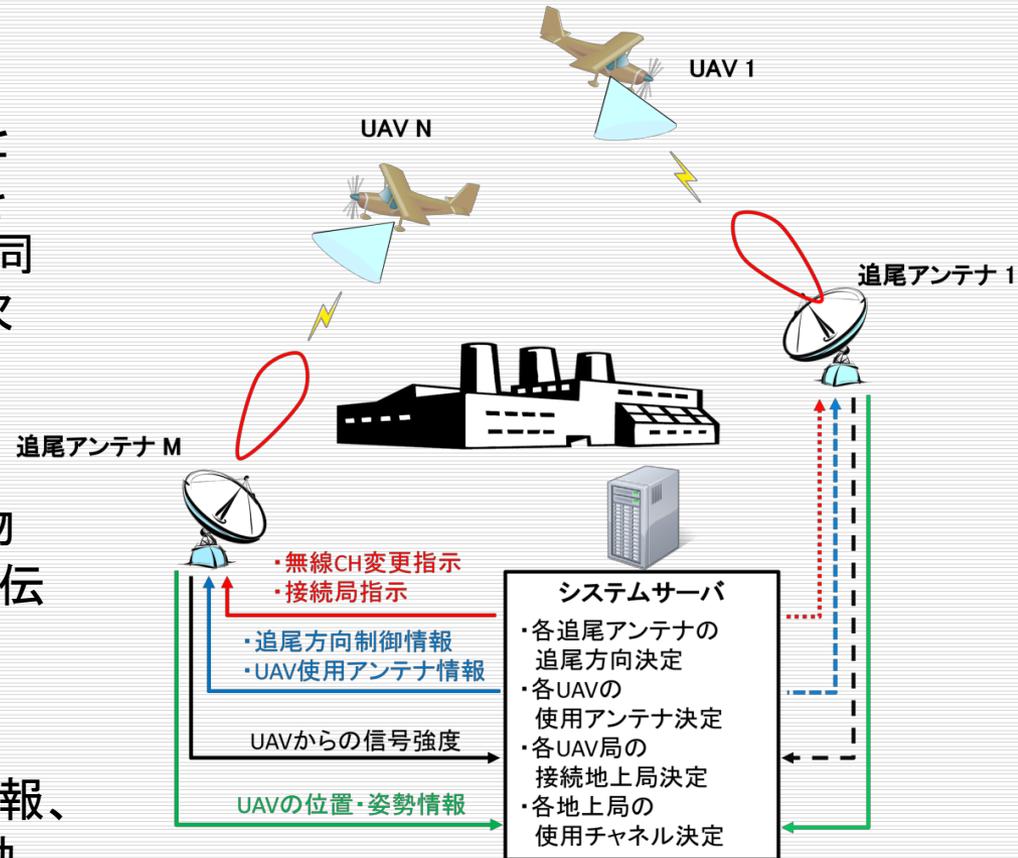
同一周波数帯を使用する複数UAVと追尾アンテナを有する複数の地上局を用いて、大規模設備や大型プラントの同時観測(右図)を可能にする能動的3次元通信エリア制御技術の確立

問題点:

UAVの飛行中において発生する建物によるブロッキング、干渉、切替による伝送品質の劣化

解決方法:

UAVの位置・姿勢情報、信号強度情報、追尾アンテナの指向性等を用いた能動的追尾アルゴリズムにより劣化を回避し、通信品質を維持

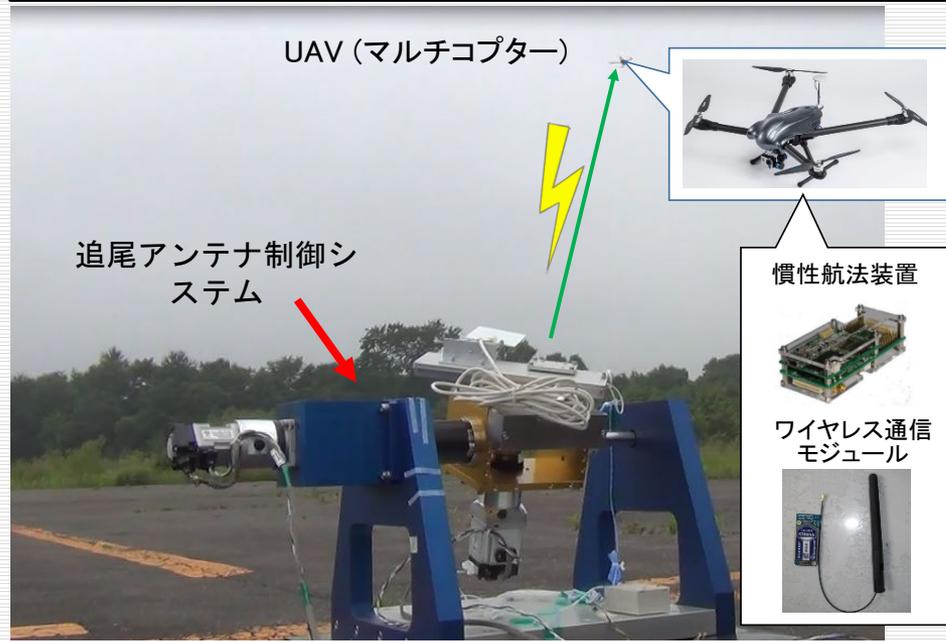


複数UAVおよび複数追尾アンテナによる観測システム

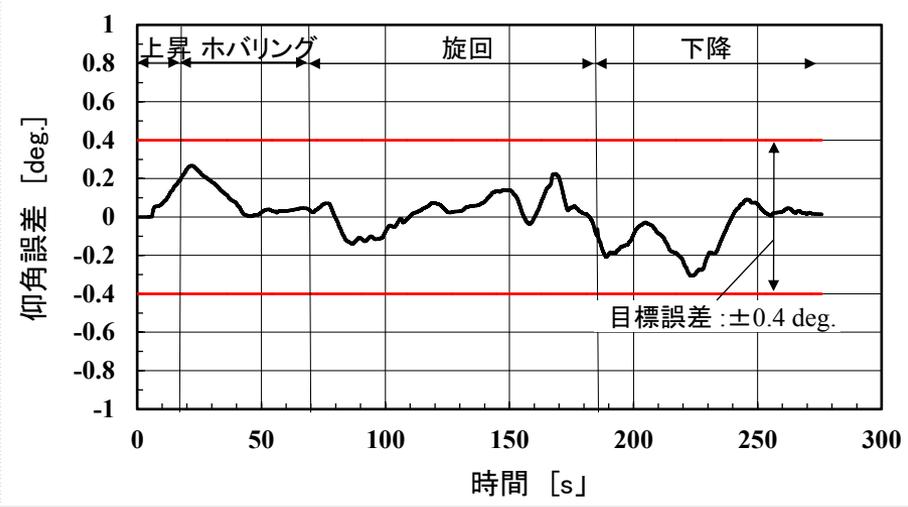
UAV予測・追尾制御技術

新たな追尾アンテナ制御システムを提案・構築し、性能を確認

- ・基本構成: UAV搭載の慣性航法装置で計測した位置情報を無線伝送。追尾アンテナでは受信位置情報に基づき、向くべき仰角、方位角へ駆動追尾。
- ・達成性能
追尾制御精度(仰角、方位角): 0.4°
2自由度制御系の採用により、切替後の整定時間→従来技術の2分の1以下の0.15秒



UAVと追尾アンテナ制御システム

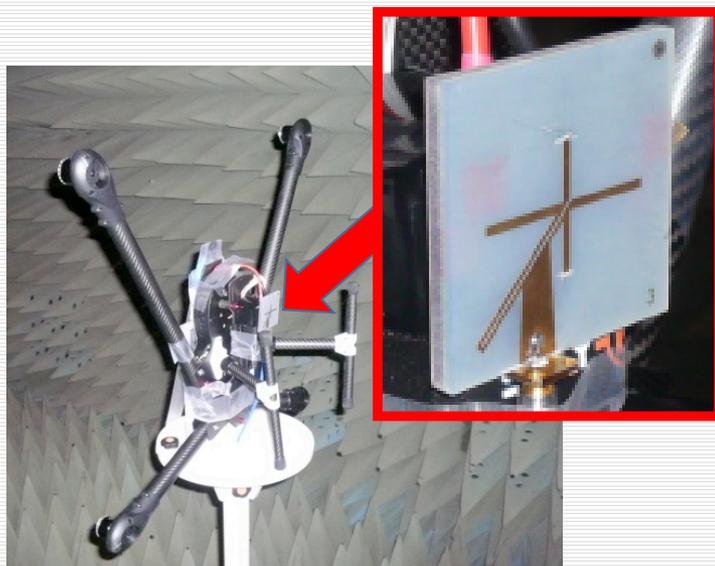


追尾制御誤差(仰角)

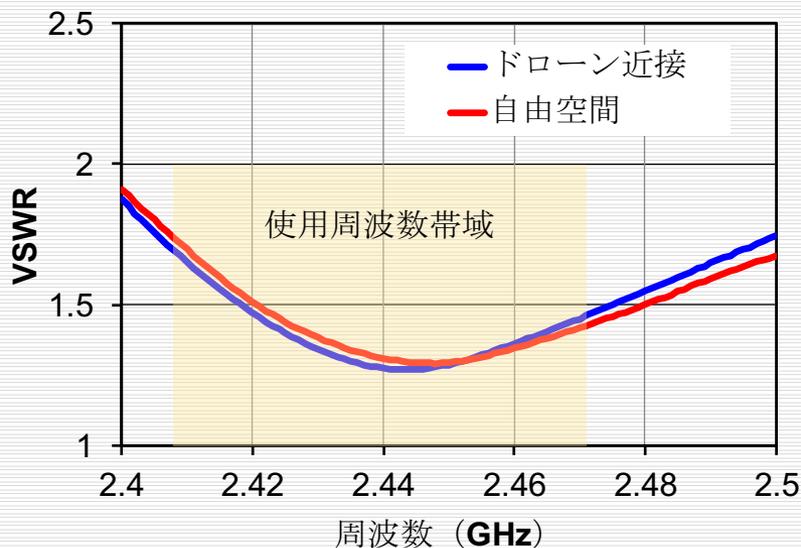
UAV搭載用アンテナの開発と実装

機体の影響を受けにくいアンテナ構造を考案し、性能を確認

- ・基本構成: 周波数選択板をグラウンドとの間に用いることで機体方向への放射を小さくし、長さの異なるダイポールエレメントを用いることで広帯域化を実現。
- ・達成性能
中心周波数(2.44GHz)でVSWR1.5以下
広帯域(2.395 GHz–2.542 GHz)でVSWR2.0以下
ピークの利得3.0dBi以上



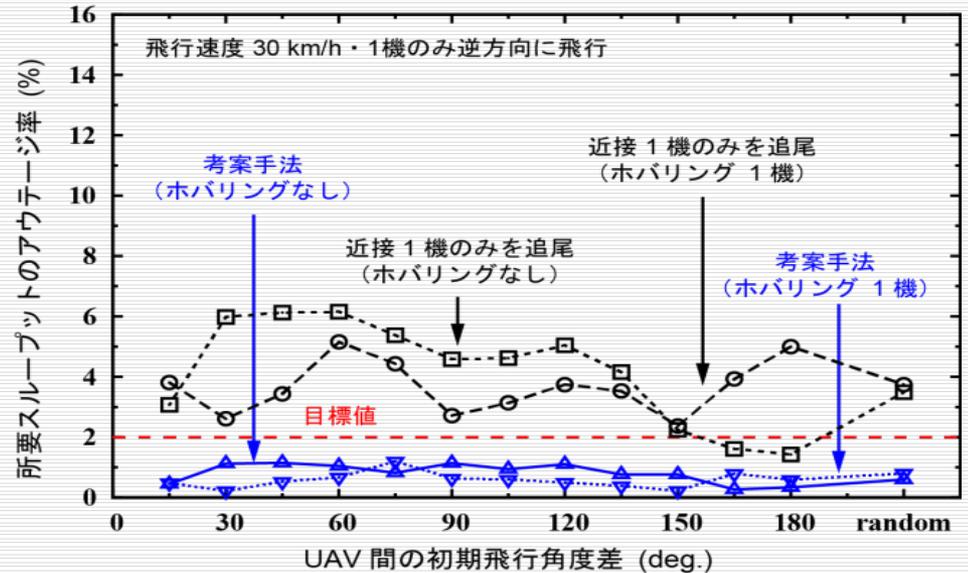
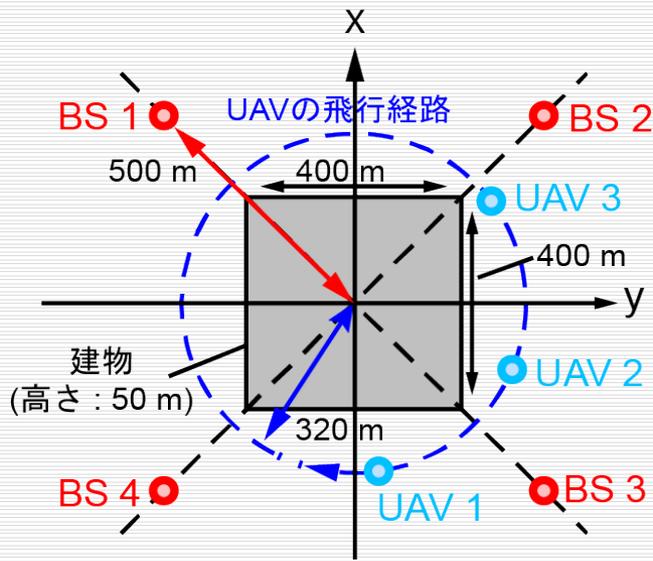
試作アンテナ



VSWR

能動的3次元通信エリア制御を用いた 品質保証型無線通信技術

- UAVのすれ違い・追い越しに対応可能な追尾・ハンドオーバーアルゴリズムを確立
- ・基本構成: テレメトリ情報と指向性利得からUAV位置と各基地局での受信電力を予測。所望受信電力を確保するよう各基地局が複数UAVを同時追尾し、かつ複数UAV間の位置関係と移動方向からハンドオーバー先を決定。
 - ・達成性能: IEEE 802.11n無線LANの利用を想定した計算機シミュレーションを行い、「1km四方のエリア内に地上局が3~5台設置される環境において、最大3機とのリンクスループットが8Mb/sを下回る時間率が2%以下」の目標達成を確認。



シミュレーション結果

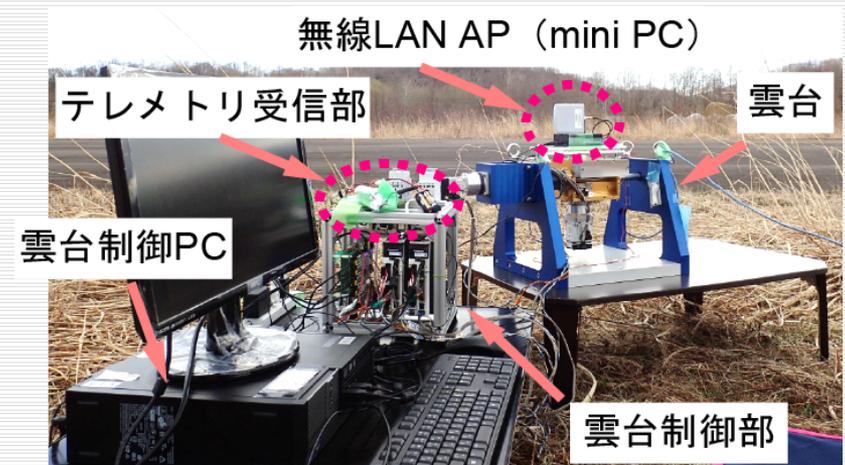
UAVを用いた総合実証実験

UAVを用いた屋外総合実証実験を実施

- ・各要素技術を統合した実験系を構築し、屋外での総合実証実験を実施。
- ・部分的な追従は実現できたが、結果として大きなアウトエージ率が発生。
- ・実証実験を通じて、安定動作の実現に向けた新たな課題を抽出。
 - ① 無線LAN STAのAP帰属情報の安定取得
 - ② 追尾対象UAVが通信圏外に移動して受信電力が測定できない場合やハンドオーバ条件を充足しなかった場合のリカバリ動作
 - ③ ハンドオーバ時のハンドオーバ元地上局からの速やかな帰属解除



UAV側の装置構成



地上局側の機器構成

今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

- UAV 予測・追尾制御技術
⇒固定翼UAVを用いて広大な農地を短時間で観測可能なシステムの研究開発への適用を推進中。
- UAV搭載アンテナ
⇒CFRPで製作された固定翼UAVへの適用を推進中。
- 能動的3次元通信エリア制御を用いた品質保証型無線通信技術
⇒地上ネットワークでのユースケースへの応用を模索、必要となる研究開発を実施予定。