

地域ニーズに応じた 自営等BWAの高度利用に関する検討作業班 委員会報告 概要（案）

検討背景および調査項目について

自営等BWAは、自己の土地内で土地所有者等が自ら構築することを基本とする4Gワイヤレス移動通信システムである。比較的安価で構築できる利点を有し、公衆4G/LTE携帯電話サービスでカバーされていないエリアでのスマート農業や保守点検業務などの需要に応える広帯域無線アクセスシステムのひとつとして活用が期待されている。

本作業班は、地域ニーズに応じた自営等 BWA に期待される新たな運用形態（基地局の臨時移設運用、ドローン等による自営等 BWA 端末の上空利用、上り回線の通信比率を大きく取るための準同期運用）導入の具現化に向け、以下の調査検討を実施した。

- 自営等BWAの新たな運用形態に関する利用ニーズ（スマート農業等分野）の調査
- 農業等での活用で想定される環境（圃場、森林、水上、および上空）の電波伝搬特性データ取得
- 自営等BWAの高度利用（基地局の臨時移設、端末の上空利用、準同期運用）の導入に向けた実証試験および調査
- 既存システム（地域BWA、地域WiMAX、全国BWA）及び5G NRとの周波数共用に関する条件検討
- 新たな運用形態導入に向けた技術的要求条件の取りまとめ

自営等BWAの高度利用について

基地局の移設運用

現状では変更申請に必要な時間、コストが大。
移設運用が可能な場合：

- 1基地局のみの運用費用
- 無線局変更手続き不要
- 可搬型基地局により容易に移動及び設置



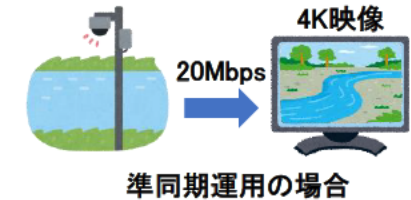
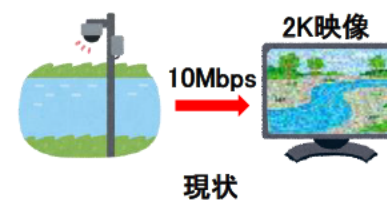
移動局の上空利用

- ドローン映像による農作物の生育状況や牧草地の水分環境などのリアルタイムな把握が可能



準同期運用

- 伝送容量増加(e.g., アップリンク速度2倍)により4K高解像度画像などの利用が可能
- カメラ台数の増加(同時多接続)も容易

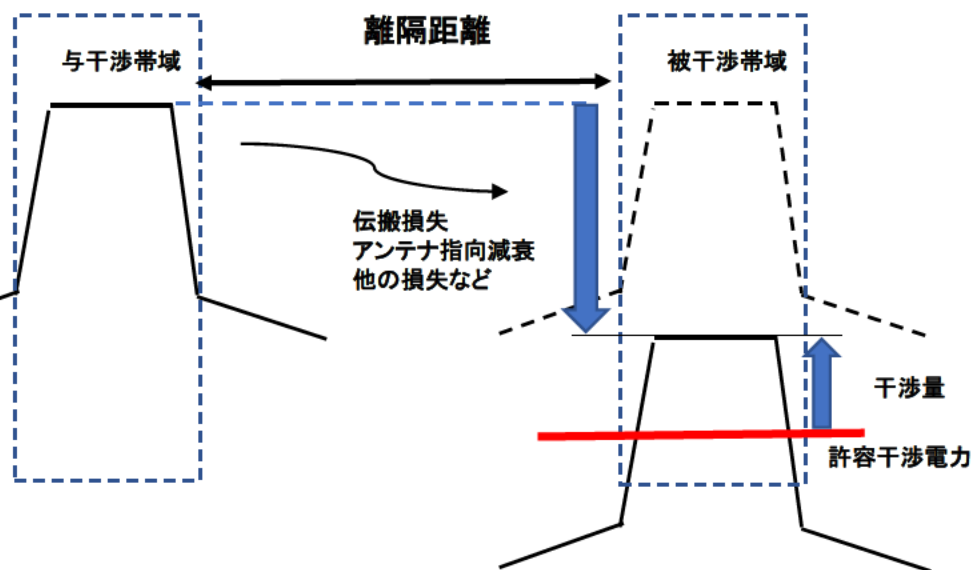


周波数共用に関する具体的検討項目

自営等BWAの周波数帯(2575~2595MHz)に関して、既存の周波数利用(同じ周波数帯を使用する地域 BWA 及び隣接帯域を使用する全国 BWA)との周波数共用条件を導出

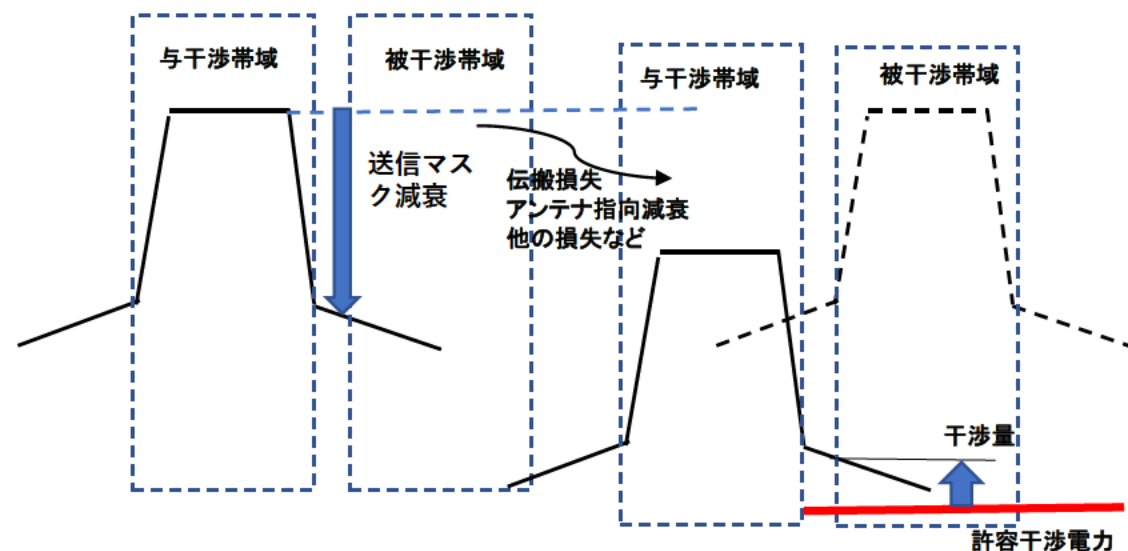
同一周波数帯システムとの共用

- 基地局同士が同期の場合の離隔距離、干渉特性評価
- 自営等BWA側を準同期とした場合の与干渉および被干渉特性評価



隣接チャンネル周波数帯を利用するシステムとの共用

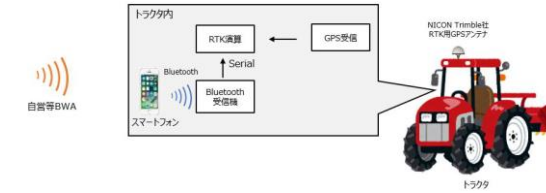
- ガードバンドの条件検討
- 自営等BWA側を準同期とした場合の与干渉および被干渉特性評価



自営等BWAユースケース及びニーズの調査結果

➤ 自営等 BWA を活用した自動操舵トラクタ走行デモの実施

- 誤差 数cmの精度で自動走行制御可能であることを確認



➤ 農業従事者を対象とした自営等 BWA 活用に関するアンケートを実施

- 繁忙期の人手不足や高齢化対策としてのスマート農業導入の要望
- 導入費用の高額化などの懸念
- ドローンを活用した圃場の高精細な映像伝送へのニーズ
- 携帯電話サービスエリア外における自動操舵トラクタ利用の要望



➤ 調査検討会構成員を対象とした現制度の課題、導入メリット等に関するアンケートを実施

- 基地局の導入費用、管理メンテナンス費用などコストに関する課題
- 移設運用のメリット: 圃場や工事現場等での作業進捗に合わせた通信エリア変更に対応可
- 上空利用のメリット: ドローンからのセンシングデータのリアルタイム受信、飛行範囲の拡大
- 準同期運用のメリット: 複数の防犯カメラの無線化やビッグデータ技術の利用、遠隔操縦

スマート農業の導入や積極的活用などに向けた自営等BWAの高度利用に関する明確なニーズと期待

利用環境ごとの電波伝搬特性調査結果

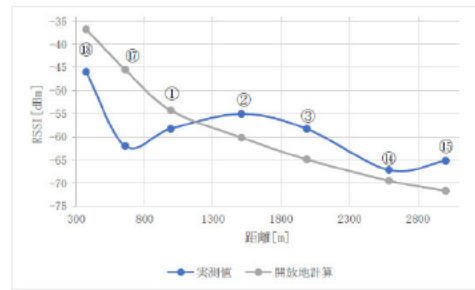
北海道石狩市沼田町において、環境条件(圃場、森林、水上、上空)ごとの電波伝搬特性(受信信号強度、伝送レート等)の測定を実施(測定期間:2022年9月~11月)

圃場(農作物を栽培するための場所)

- 伝搬特性は総務省「開放地」計算式に近似



受信電力測定例



水上(沼、湖)

- 波面反射によるマルチパスで受信レベル変動大
- 基地局に近いエリアでの減衰大
- 基地局から遠方のエリアは、開放地計算式で推定可能

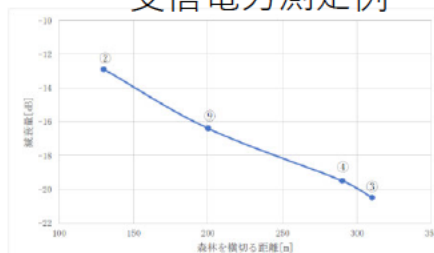


森林

- 樹高約15mの森林内の伝搬:5.4dB/100m程度の減衰(植生の密度や季節による変動有)



受信電力測定例



上空

- 飛行中のドローン(高度50mおよび100m)を利用した測定を実施
- 遠方捕捉(遠方遅延)干渉の評価
- 他基地局からの干渉が無ければ、地上より安定した通信(伝送レート、ハンドオーバー特性)が可能

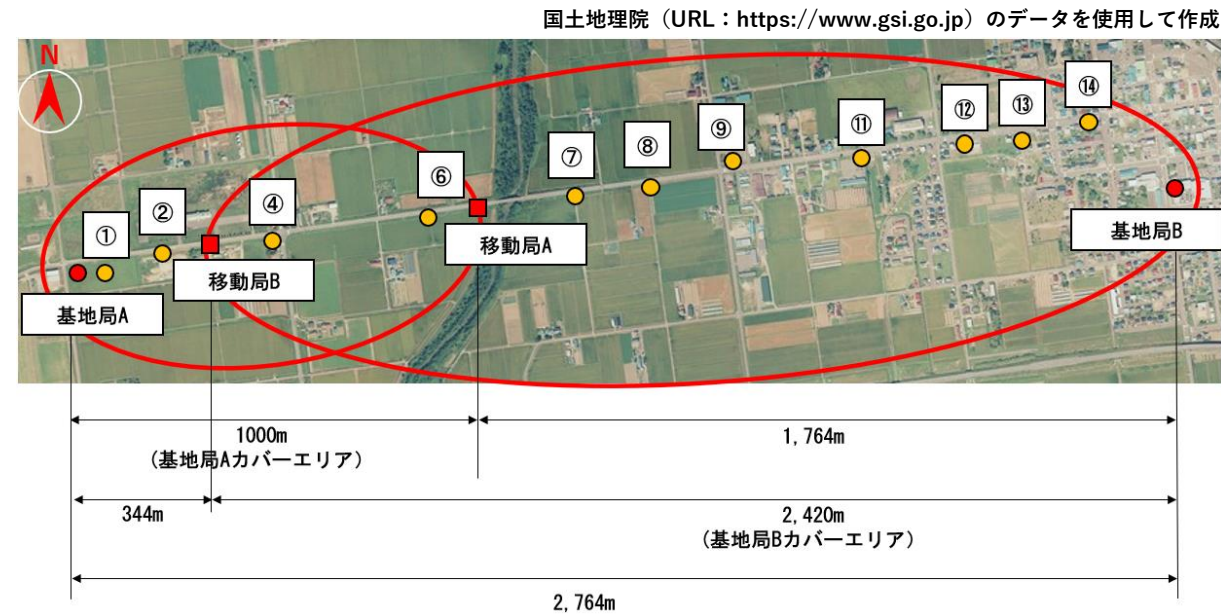


高度利用の導入に向けた実証試験および調査結果

運用形態ごとに既存システムへの影響について干渉モデルを構築し、フィールド試験を実施

➤ 自営等BWA基地局(同期・準同期)に対し、地域BWA(WiMAX方式、5GNR方式)あるいは全国BWA(LTE方式、5GNR方式)との干渉を評価

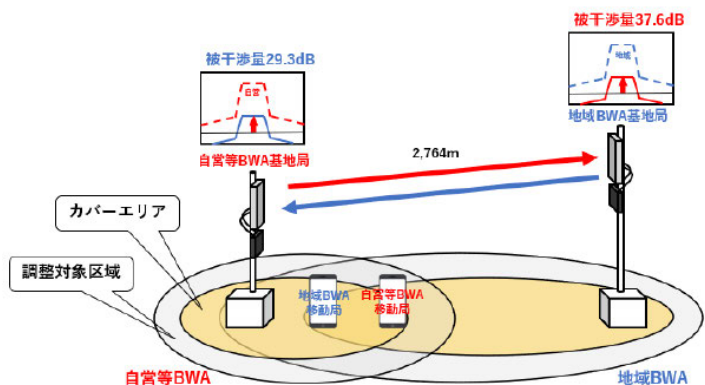
- 地域 BWA基地局との干渉測定:
自営等BWA基地局が同期運用の場合、通信可能距離が7割程度に短縮。準同期運用の場合、通信不可(干渉影響大)
- 全国BWA基地局(LTE方式)との干渉測定:
両システムとも安定した通信が可能



システム	基地局	カバーエリア/調整対象区域		
		20MHz	10MHz	5MHz
自営等 BWA 10W	基地局 A	1km/2.62km	1km/2.92km	1km/3.64km
自営等 BWA 5W		0.82km/2.02km	-	-
自営等 BWA 2W		0.63km/1.55km	-	-
地域 BWA	基地局 B	2.4km/5.92km	-	-
地域 WiMAX		-	2.4km/7.2km	-
全国 BWA		2.4km/5.92km	-	-

既存システムとの周波数共用に関する検討結果

自営等BWA(同期・準同期)と既存システム(地域BWA、地域WiMAX、全国BWA、5GNR地域BWA、5GNR全国BWA)との周波数共用に関して、基地局間、基地局(移動局)—移動局(基地局)間および移動局間の干渉量を評価



同一周波数帯

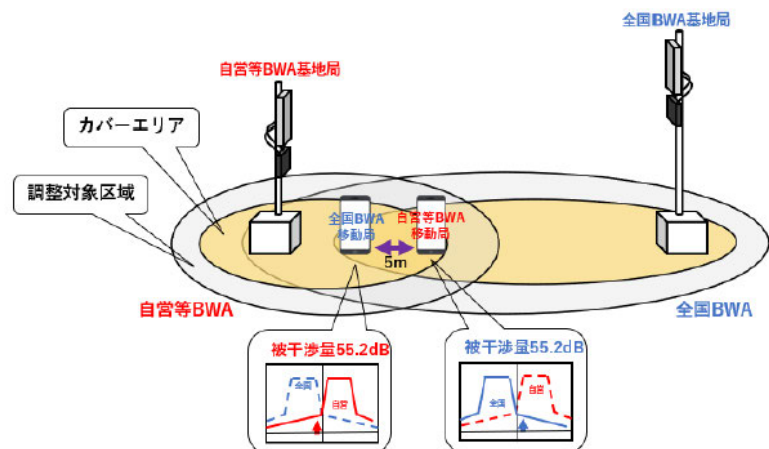
自営等BWA同期:

カバーエリアをオーバーラップさせなければ共用可

自営等BWA準同期:

準同期の自営等BWA側基地局が干渉の影響を受けるため適切な離隔距離が必要

基地局間干渉評価(同一周波数帯)のイメージ例



隣接チャンネル周波数帯

自営等BWA同期:

カバーエリアをオーバーラップさせて共用可

自営等BWA準同期:

カバーエリアをオーバーラップさせて共用が可能
ただし、全国BWA移動局が同システムの基地局から遠く、準同期の自営等BWA移動局との距離が近い場合には干渉発生

移動局間の干渉評価(隣接チャンネル周波数帯)のイメージ例

高度利用に必要な技術的条件等のとりまとめ検討結果

自営等BWA（同期・準同期）と既存システムの各共用組合せに対して、干渉量評価結果に基づいて希望波(Desired Signal)に対する妨害波(Undesired Signal)の比(DU比)を計算。共用可能性あるいは必要離隔距離について評価の上、技術的条件として取り纏めを実施

- 自営等BWAと同一周波数帯を用いるシステムの基地局間の干渉では、同期の場合はDU比が十分にあり問題ないが基地局—移動局間の干渉により通信可能距離は短くなる。よってカバーエリアをオーバーラップさせなければ共用可能
- 自営等BWAを準同期運用した場合、地域BWA側(地域WiMAX, 5GNR地域BWA)からの干渉を受けるため十分な離隔距離が必要。また、カバーエリア境界の移動局は他システムの基地局から同期・準同期含め干渉を受けるため通信距離が短くなる
- 自営等BWA同期・準同期ともに、隣接周波数帯を用いる全国BWAとの共用は可能。同期の場合はカバーエリアをオーバーラップさせた共用が可能。準同期の場合は移動局同士が近接しなければ干渉の影響はないため、カバーエリアをオーバーラップさせない範囲で使用する事が妥当
- 移動局が他のシステムの基地局に与える干渉は基地局から受ける干渉に比べ少ない
- 自営等BWA と5GNR地域BWAとの共用に関しては既存の地域BWAとの共用、自営等BWA と5GNR全国BWAとの共用に関しては既存の全国BWAとの共用と同じ考えを用いるのが妥当

自営等BWA高度利用検討作業班 構成員

<構成員(五十音順、敬称略)>

氏名

所属

太田 弘幸(おおた ひろゆき)

北海道総合通信局 無線通信部電波利用企画課 課長

田中 宏樹(たなか ひろき)

ハイテクインター株式会社 北海道開発テストセンター 技術部長

(主査) 日景 隆 (ひかげ たかし)

北海道大学大学院情報科学研究院メディアネットワーク部門
情報通信システム学分野 准教授

宮崎 伸介(みやざき しんすけ)

日本無線株式会社事業本部ソリューション事業部技術統括部
無線ネットワークシステムグループ グループ長

山中 寛幸(やまなか ひろゆき)

パナソニックオペレーショナルエクセレンス株式会社技術部門
イノベーション推進センター 政策企画部政策連携推進課