



ドローン等の移動可能な飛翔体を使用した位置推定技術

情報通信研究機構

ワイヤレスネットワーク総合研究センター
ワイヤレスシステム研究室

主任研究員 小野 文枝

2019年7月18日



主な位置
推定技術

従来技術（屋外位置推定）

- GPS等の衛星測位システム（GNSS）の利用
- 多数の基地局を設置するWi-SUN、UWB

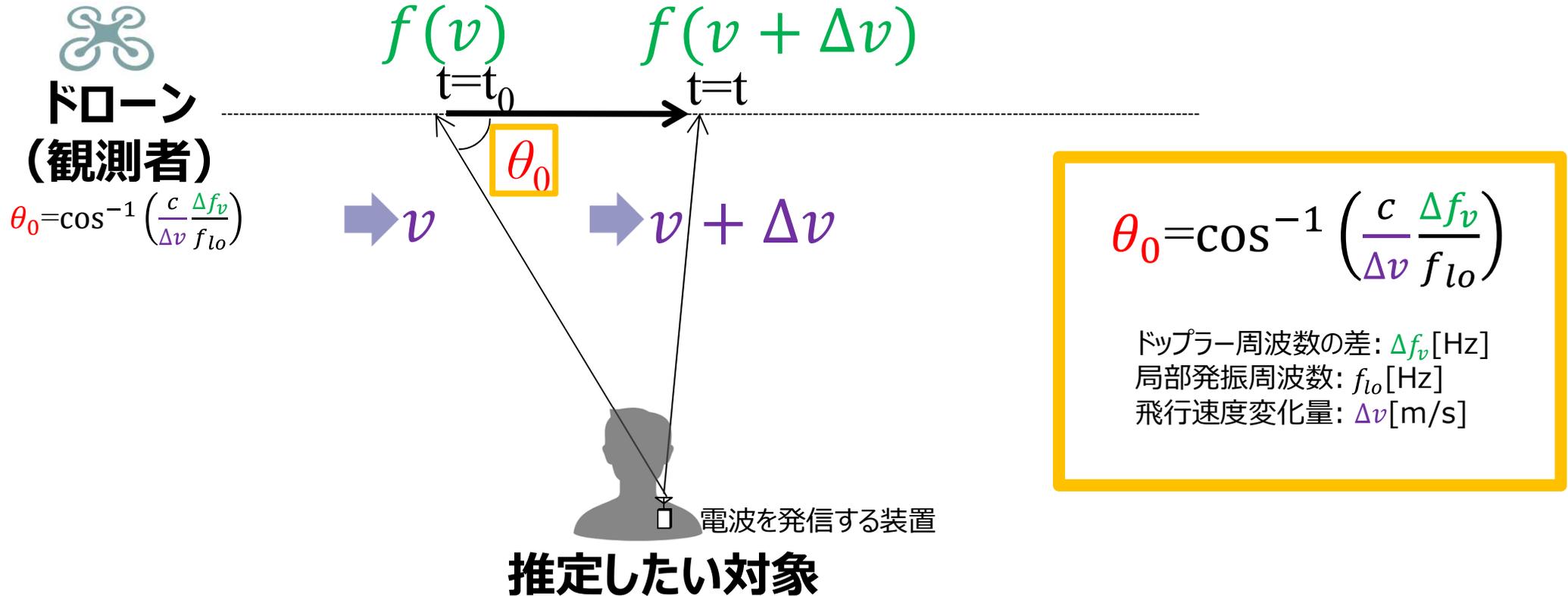
	メリット	デメリット
GNSS	一般的に利用されている	消費電力 高い
Wi-SUN	低消費電力	周囲に基地局が必要
UWB	高精度	周囲に基地局が必要

課題：特殊環境での行方不明者の捜索には不向き

解決策：ドローン等の飛翔体を利用した位置推定技術の研究

従来技術とその問題点 (屋外)

電波方位の検出方法の例 : ドローンの速度を変化させ、**ドップラー周波数の変化量**を算出して、電波の到来方向を検出する

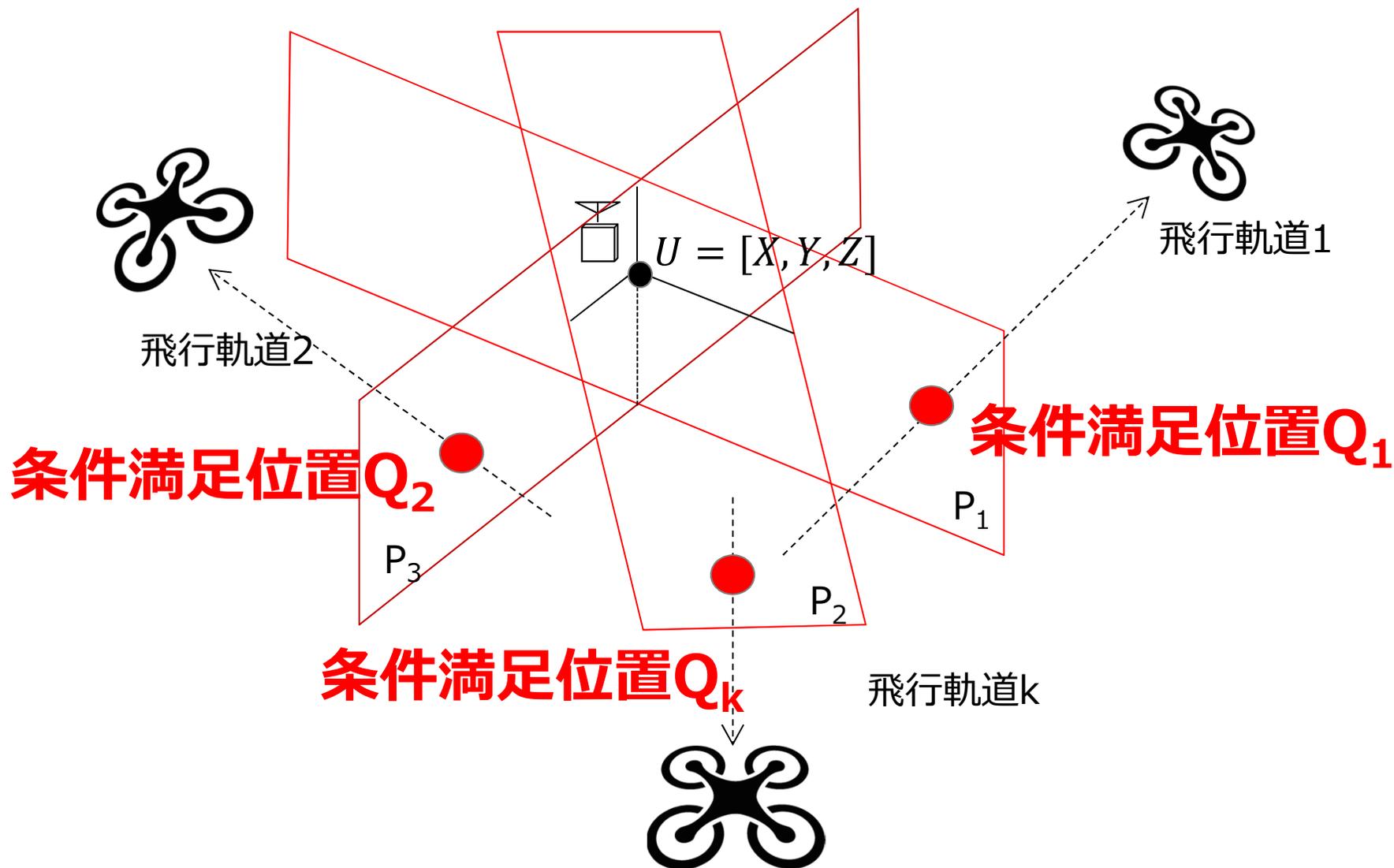


問題点: ドップラー周波数について精度の高い測定が必要

新技術：条件満足位置により推定

飛行軌道を変えながら条件満足位置を算出

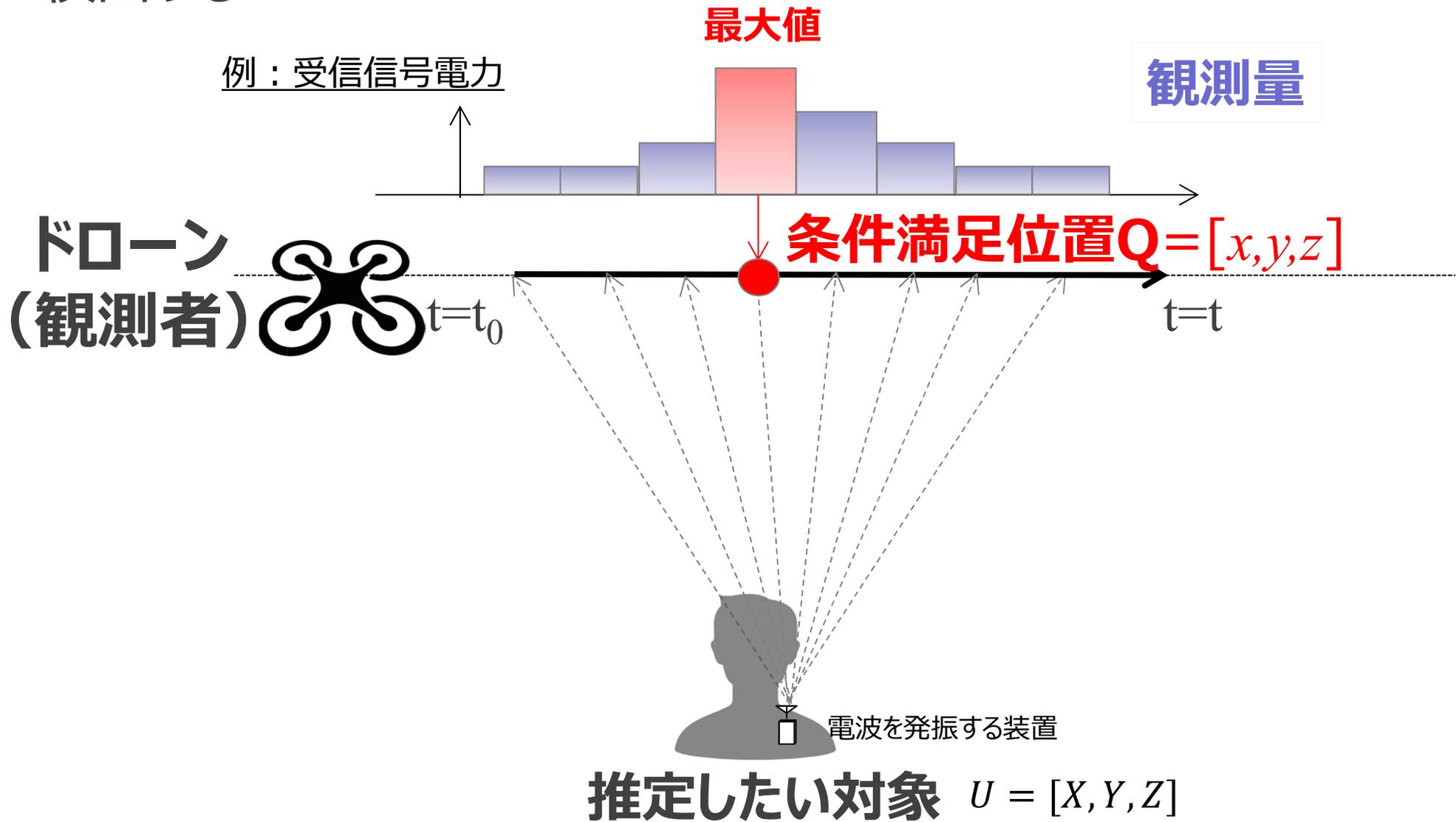
➡ 3つ以上の方程式から対象物の位置を推定





新技術：条件満足点の特定

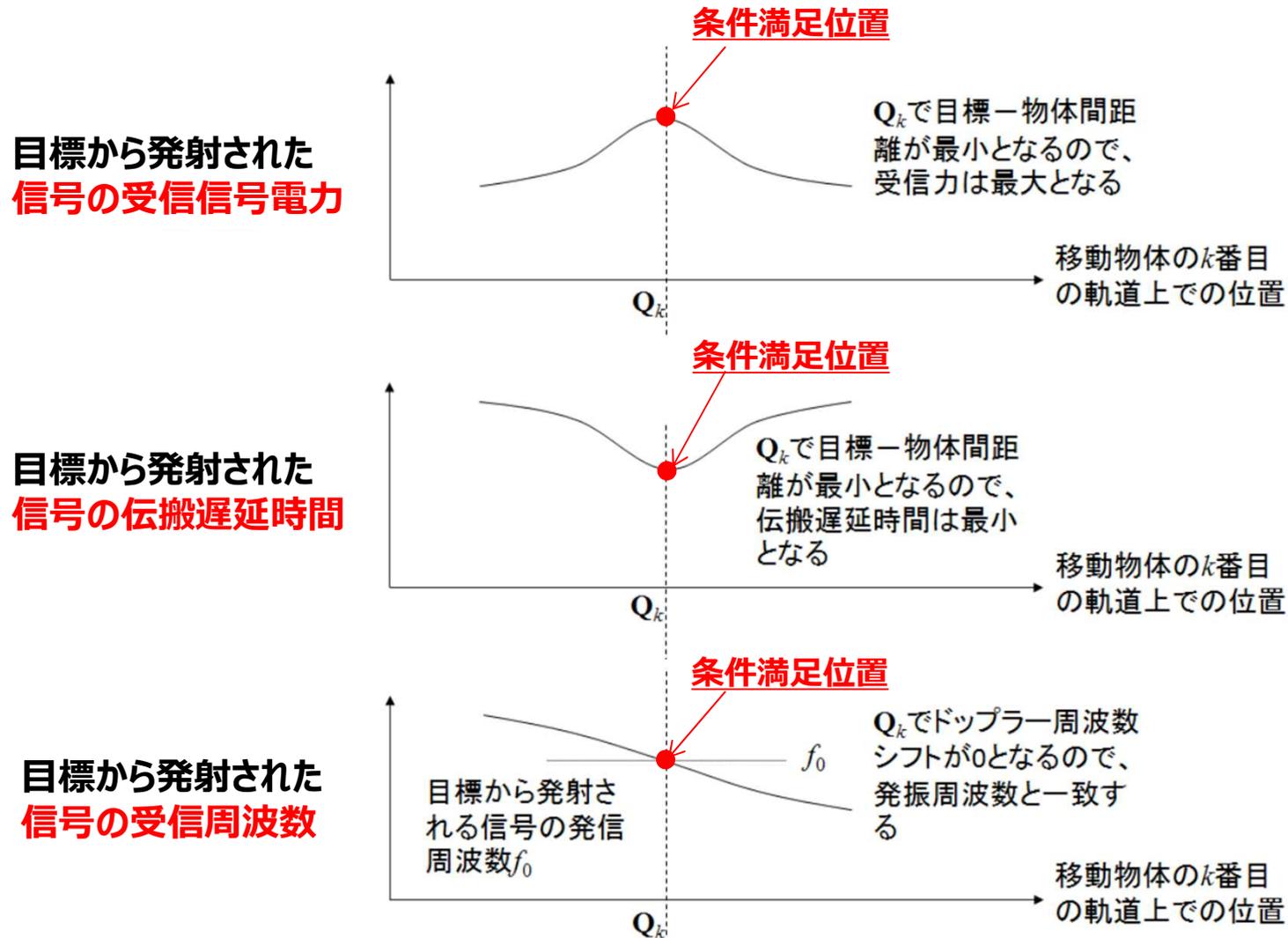
電波方位の検出方法の例：ドローンの飛行軌道を変えながら、**観測値の相対的な変化量から条件満足点**を特定し、電波の到来方向を検出する





新技術：条件満足位置の例

例) 受信信号の電力、伝搬遅延、周波数の場合

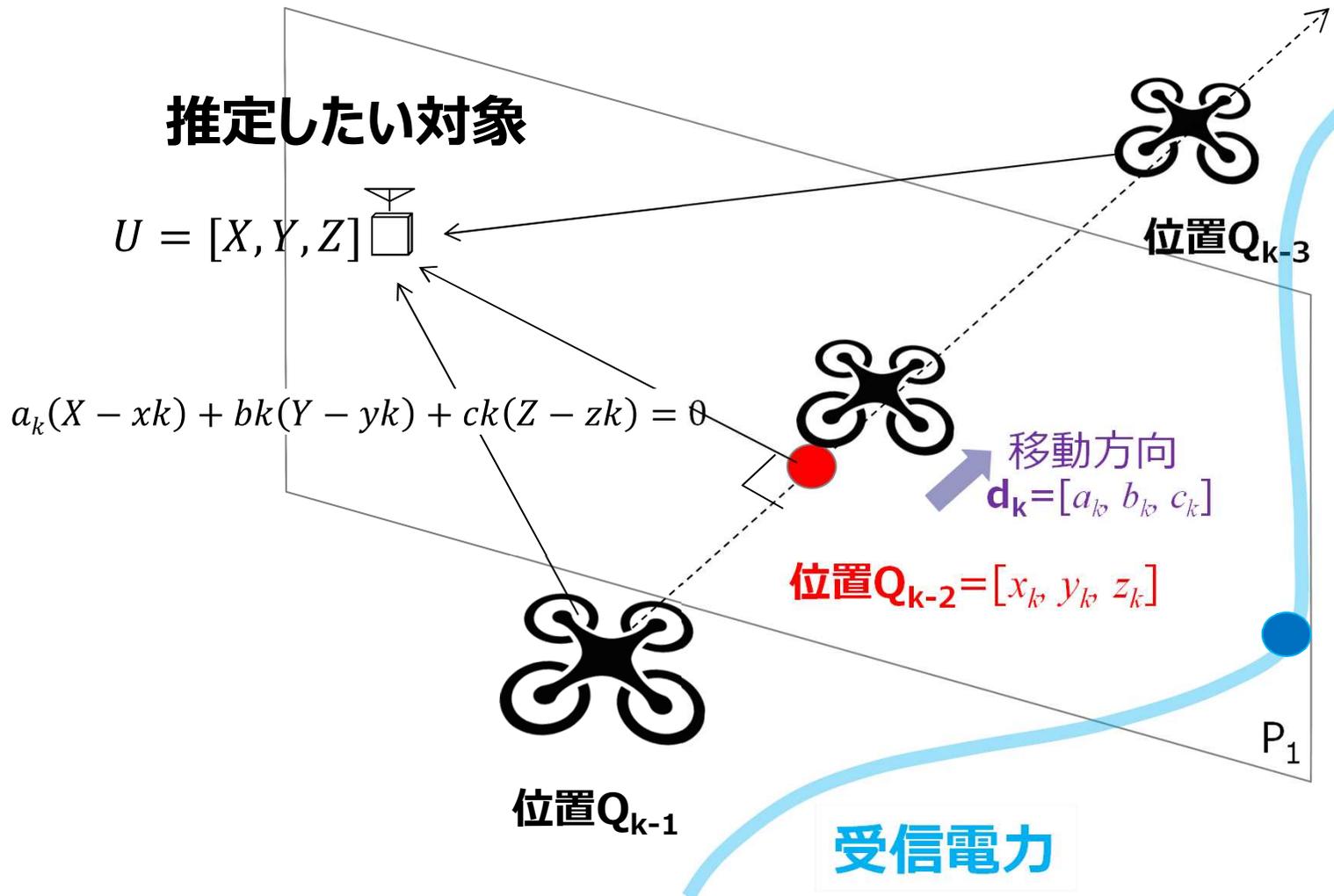


特徴: 相対的な変化量から条件満足位置を求めるため、**精度高い測定は不要**



新技術：方程式の作成

飛行軌道上の条件満足位置において方程式を作成





新技術の特徴・従来技術との比較

相対的な変化量から条件満足点を算出するため、以下の利点がある

- 従来技術に比べ**必要なパラメータを削減**できる
- 従来技術に比べ**簡易な装置で算出**できる

例：必要なパラメータと装置の比較

パラメータや装置等	従来技術	新技術
移動速度情報	必要	不要
ドップラー周波数	高精度情報が必要	高精度情報は不要
アンテナ	利得の高い 指向性アンテナ	簡易な 無指向性アンテナ



実測値（受信信号電力）による例

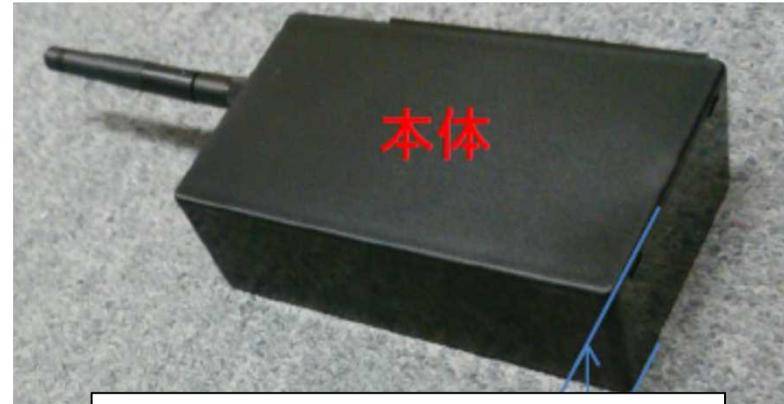


小型有人ヘリでの測定結果値(飛行高度110m)@福島県南相馬市

対象物の方向と位置を算出できる



受信信号電力の測定に用いた装置



手のひらサイズの装置
125×70×40mm、重さ153g (バッテリー除く)

項目	値等
通信規格	ARIB STD T108
周波数	920.5-928.1 MHzから選択
出力	最大 20 mW
帯域幅	400kHz
変調、データレート	FSK/LoRa, 20 kbps/3kbps (Gp:7) (duty rate 360 sec/hour or less)
最低受信感度	Typ. - 98 dBm (BER 0.001)
動作電源	5 V input: 4.5 V to 5.5 V 1.5 A or less
アンテナ利得	4.0 dBi
アンテナ	オムニアンテナ (直線偏波)



従来技術（屋内位置推定）

屋内においても位置推定技術が求められている

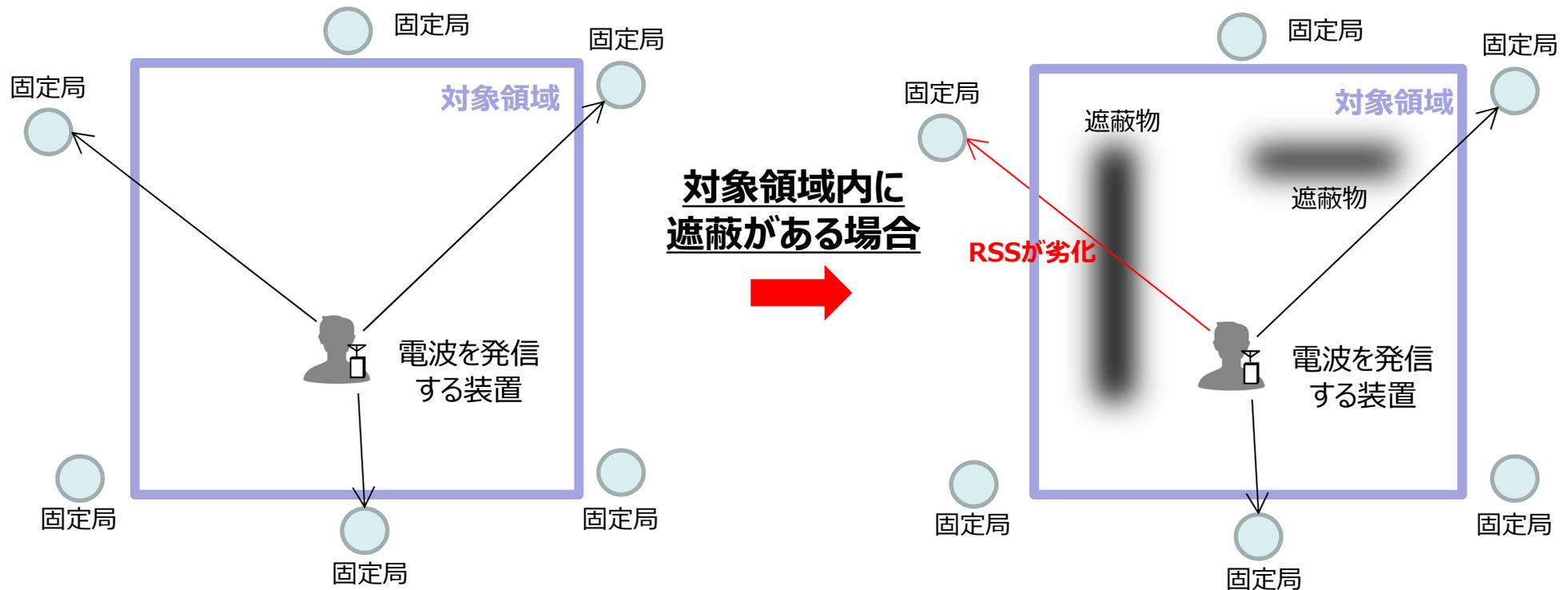
	測位方法	技術内容	メリット	デメリット
電波 を活用	Wi-Fi測位	複数のWi-Fi基地局からの電波強度の違いから演算して自己位置を算出	<ul style="list-style-type: none">広く普及しているWi-Fiを活用することで、簡易に導入可能	<ul style="list-style-type: none">固定基地局が必須誤差が大きく、精度改善には、Wi-Fi基地局の増設が必要（コスト増）
	ビーコン測位	ビーコン発信器を屋内に設置して、スマホ側等がBLEの信号強度判別を元に自己位置を推定	<ul style="list-style-type: none">Wi-Fi測位より発信器を密度高く設置することも可能であり、測位精度が高い低消費電力	<ul style="list-style-type: none">固定基地局が必須
	IMES (Indoor Messaging System)	GPSと同じ方法（プロトコルと周波数）の発信器を屋内に設置することで、GPS受信機能を使用する	<ul style="list-style-type: none">屋内と屋外をシームレスに位置測定可能既存のスマホを使うことで利用者側のコストが安価	<ul style="list-style-type: none">発信器の設置が必須
その他 センサ等 を活用	PDR (Pedestrian Dead Reckoning)	スマホが備えている加速度、磁気、角速度などのセンサー機能を活用し、自己の移動方向と移動量を推定	<ul style="list-style-type: none">固定基地局は不要追加コストが少ない	<ul style="list-style-type: none">誤差が大きい（スタートが正確な位置でも誤差が積み重なる）

電波を用いた場合の課題：固定局の**設置が必要**であり、**災害や火災等が発生した場合に利用不可**



従来技術とその問題点 (屋内)

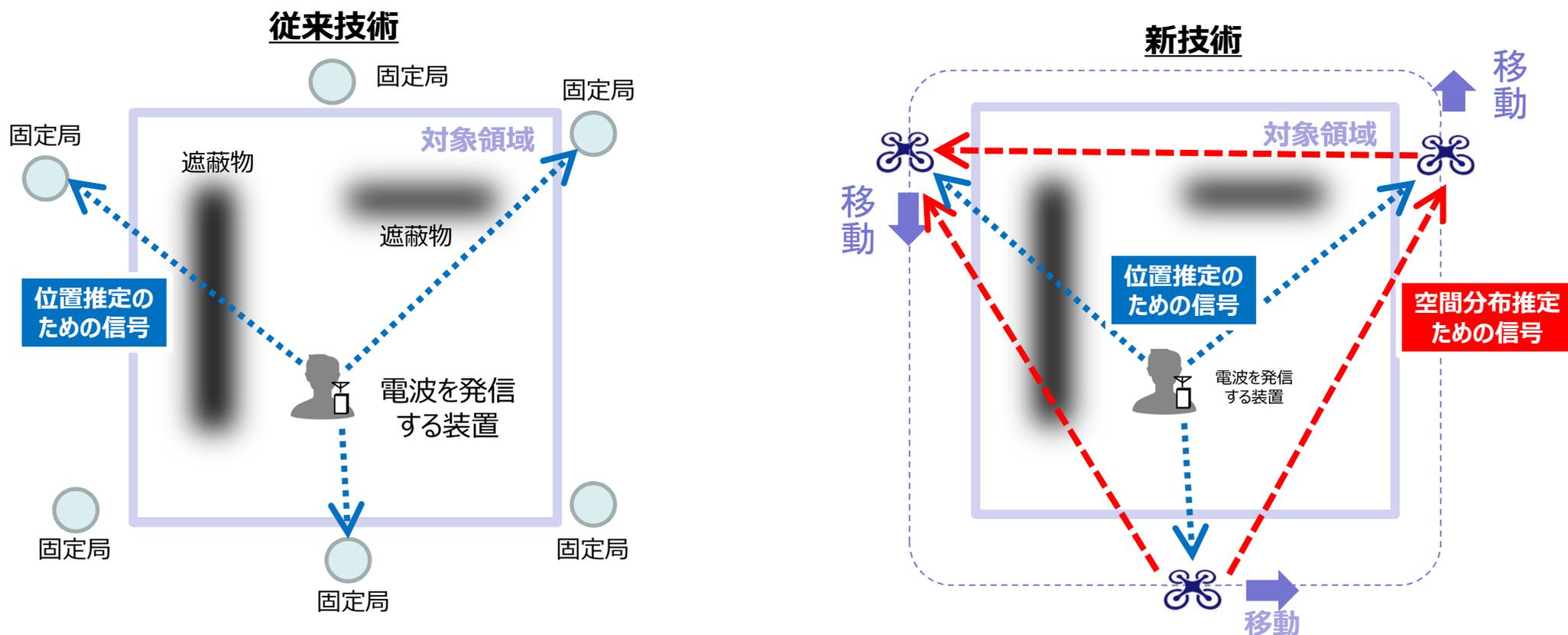
受信信号強度の例 : 電波発信機を設置しそのRSSI (Received Signal Strength Indicator) から三点測量



問題点:対象領域内の遮蔽やマルチパス等により推定精度が劣化

新技術：空間分布推定の適用（屋内）

- 領域外の**移動端末**（ドローンなどの飛行体やロボット等）から照射された信号により、対象領域内の**信号減衰等の空間分布を推定**
- 推定された空間分布を位置推定に反映させることで**位置推定精度を向上**

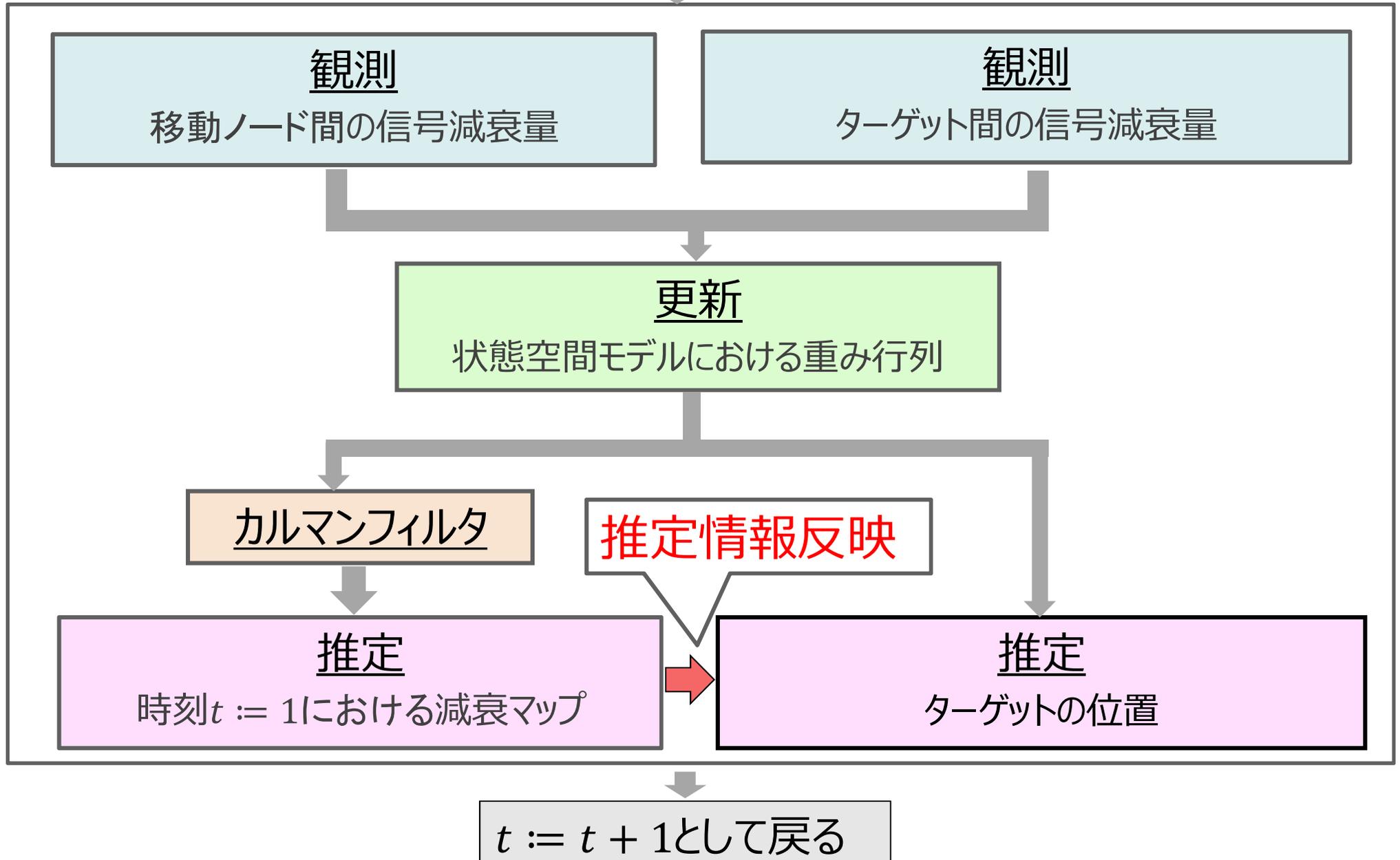


特徴: 移動端末の利用により、固定局が不要。



新技術：屋内位置推定手順の例

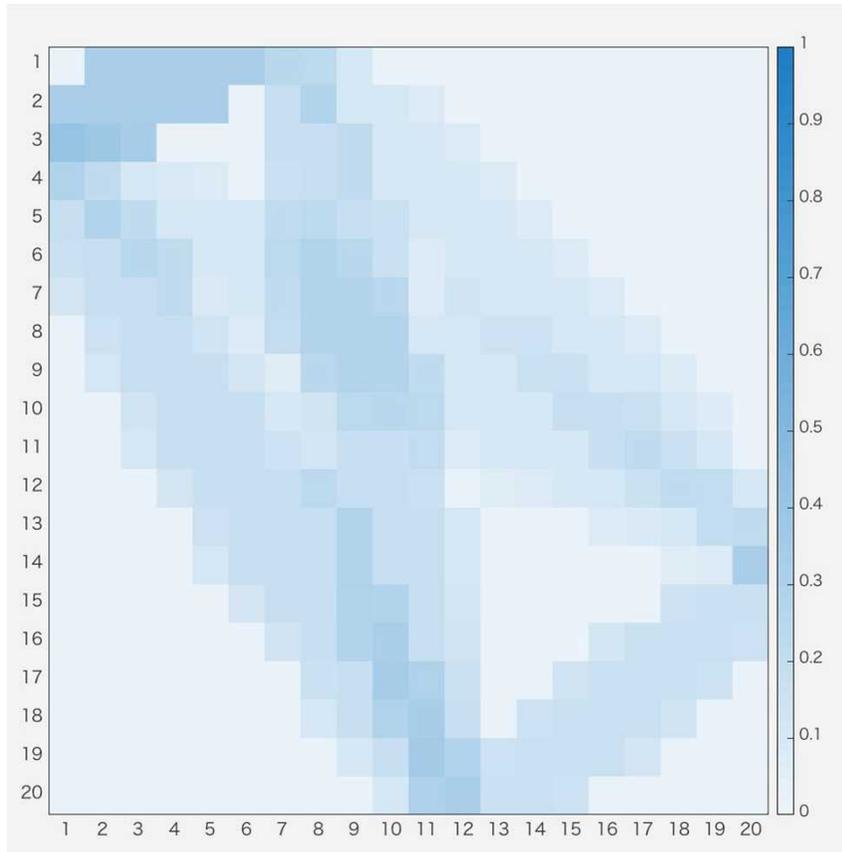
時刻 $t := 1$



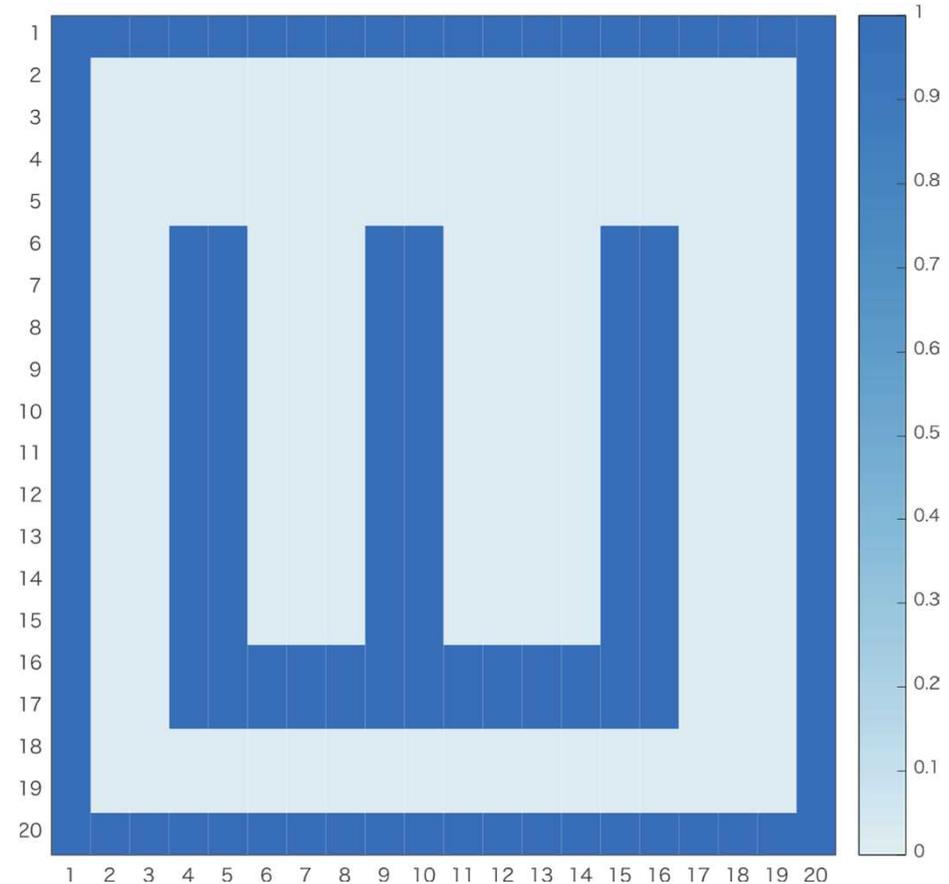


新技術：空間分布推定の例（屋内）

4台の移動端末により推定した場合



推定結果



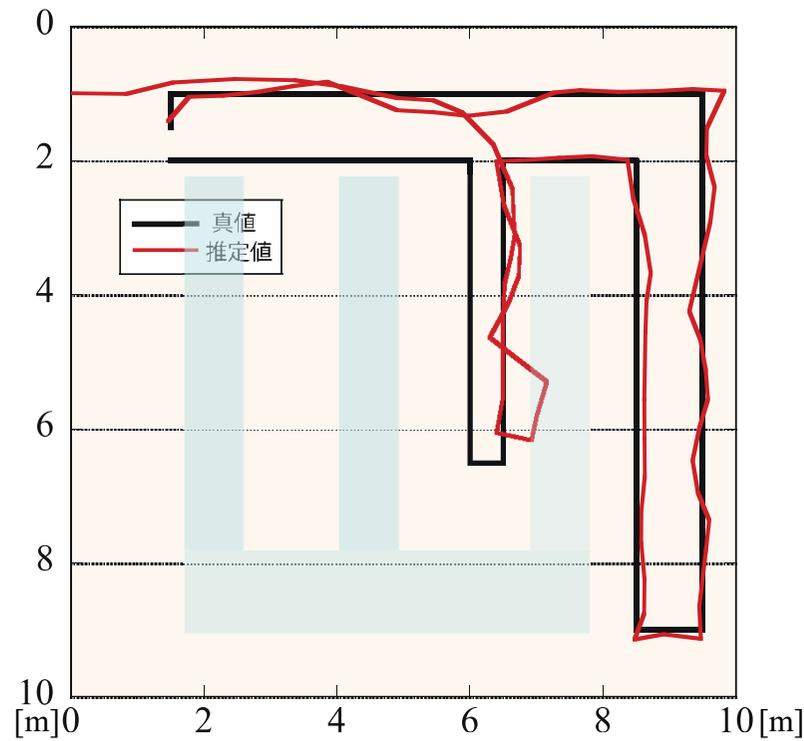
真値

外側から内側の空間が判明

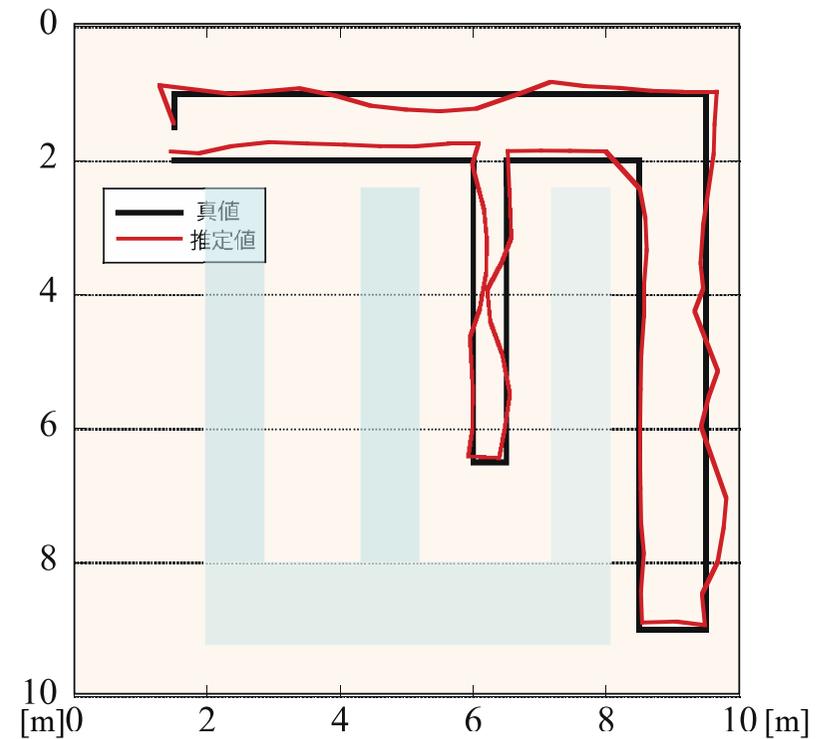


新技術：位置推定結果例（屋内）

ターゲットに同じ経路上を巡回させる



時刻:1~82[s]



時刻:83~164[s]

位置測定精度が向上



① 想定される用途（屋外）

- 相対的な変化が生じる観測量は、簡易に利用可能なBluetoothビーコン等を活用することで観測も可能である。
- 本技術は、探査領域が広域に渡り、ドローンを活用する必要性が生じる分野などに適用可能である。
 - 例えば、広域にわたる場所（山間部や海周辺など）における遭難者救助等といった分野に展開も可能と思われる。



②想定される用途（屋内）

- 発信器等が未設置な場所
- 緊急性を要する場合
- 短時間のみ位置推定を行いたい場合
- 建物等の外から中の対象信号源の位置を把握したい場合
 - 例えば、消火活動など危険領域内での人の移動の測定など



実用化に向けた課題

- 現在、推定に必要な値を計測可能な機器は開発済みであるもののドローンやロボット等に搭載し、運用が想定される様々な実環境における実績は不足している。
- 今後、想定される用途について実験データを取得し、本技術を適用していく場合の条件設定を行っていく必要がある。



企業への期待

- ドローンの活用を模索する企業様や団体様との共同研究を希望します。
- 方向推定や位置推定などに関する問題に、本技術を適用し、実用化に向けた可能性を探ってみませんか？



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 位置推定システム
 - 出願番号 : 特願2016-036845
 - 出願人 : 国立研究開発法人情報通信研究機構
 - 発明者 : 三浦 龍、滝沢 賢一、原 晋介、小野 文枝
-
- 発明の名称 : 位置推定システム及び方法
 - 出願番号 : 特願2019-038028
 - 出願人 : 国立研究開発法人情報通信研究機構
 - 発明者 : 小野 文枝、児島 史秀、三浦 龍、松田 崇弘

上記「位置推定システム及び方法」については、総務省「電波資源拡大のための研究開発／無人航空機システムの周波数効率利用のための通信ネットワーク技術の研究開発」で実施したものです。



お問い合わせ先

国立研究開発法人情報通信研究機構
イノベーション推進部門
技術移転コーディネータ 山岸、橋田

TEL 042-327-6950

FAX 042-327-6659

e-mail ippo@ml.nict.go.jp