



# 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

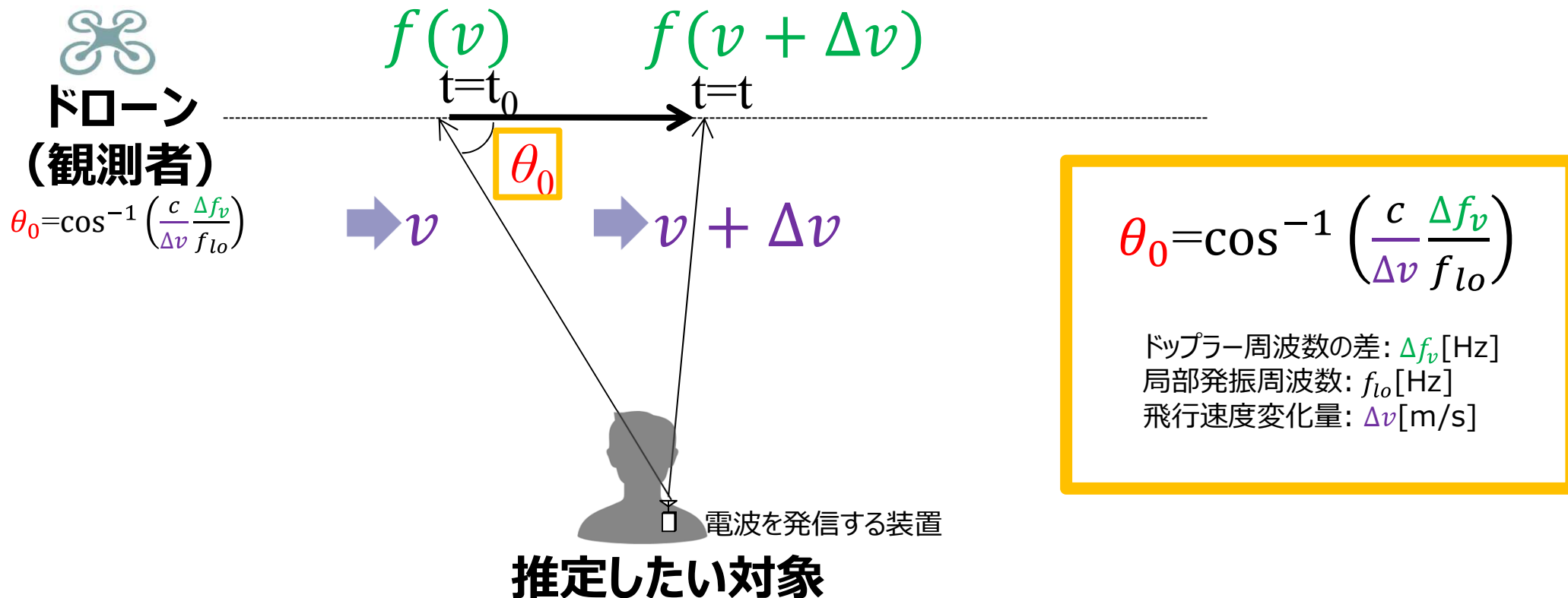
	メリット	デメリット
GNSS	一般的に利用されている	<b>消費電力 高い</b>
Wi-SUN	低消費電力	<b>周囲に基地局が必要</b>
UWB	高精度	<b>周囲に基地局が必要</b>

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

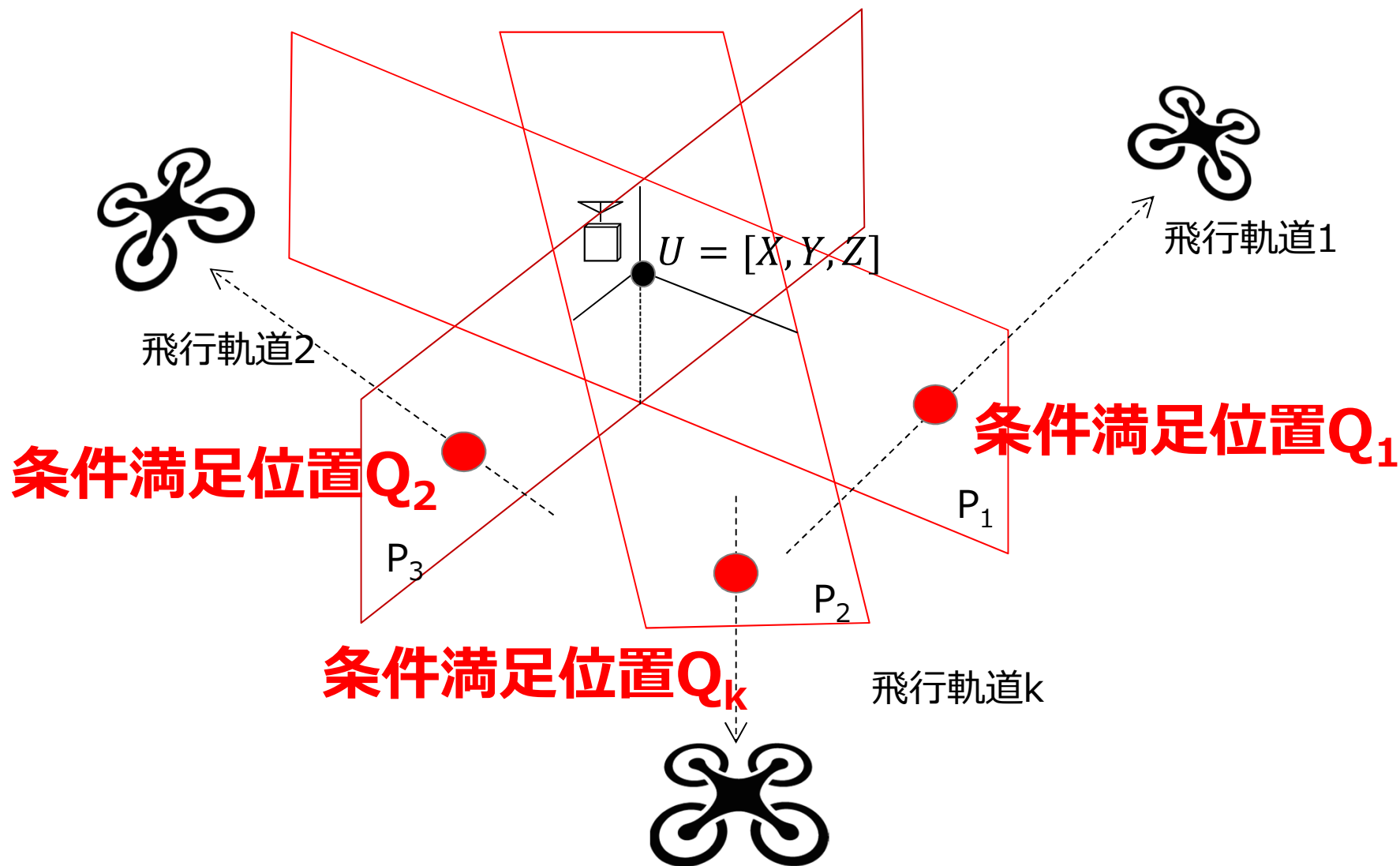


**問題点: ドップラー周波数について精度の高い測定が必要**

# 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

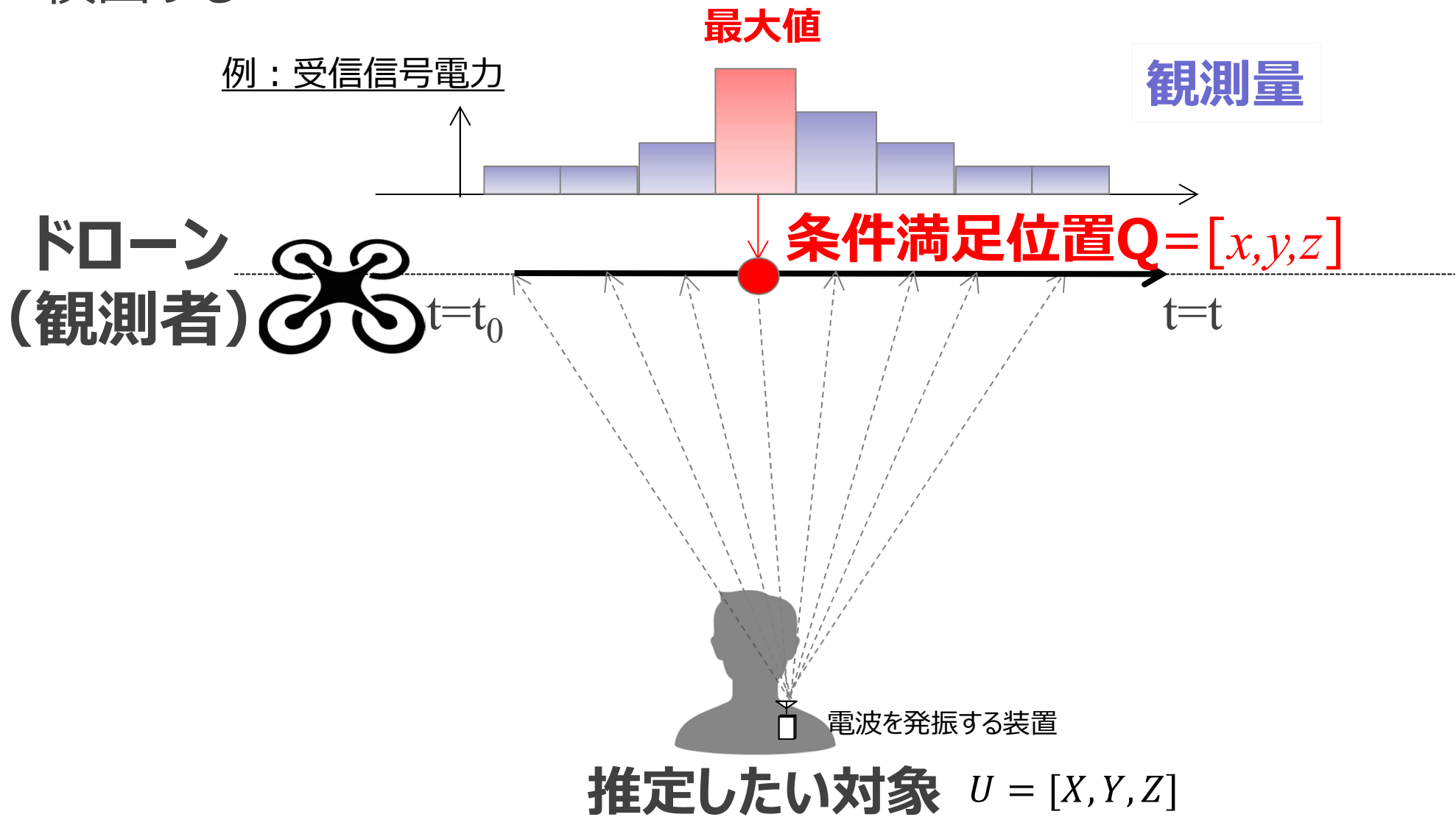
➡ 3つ以上の方程式から対象物の位置を推定





# 新技術：条件満足点の特定

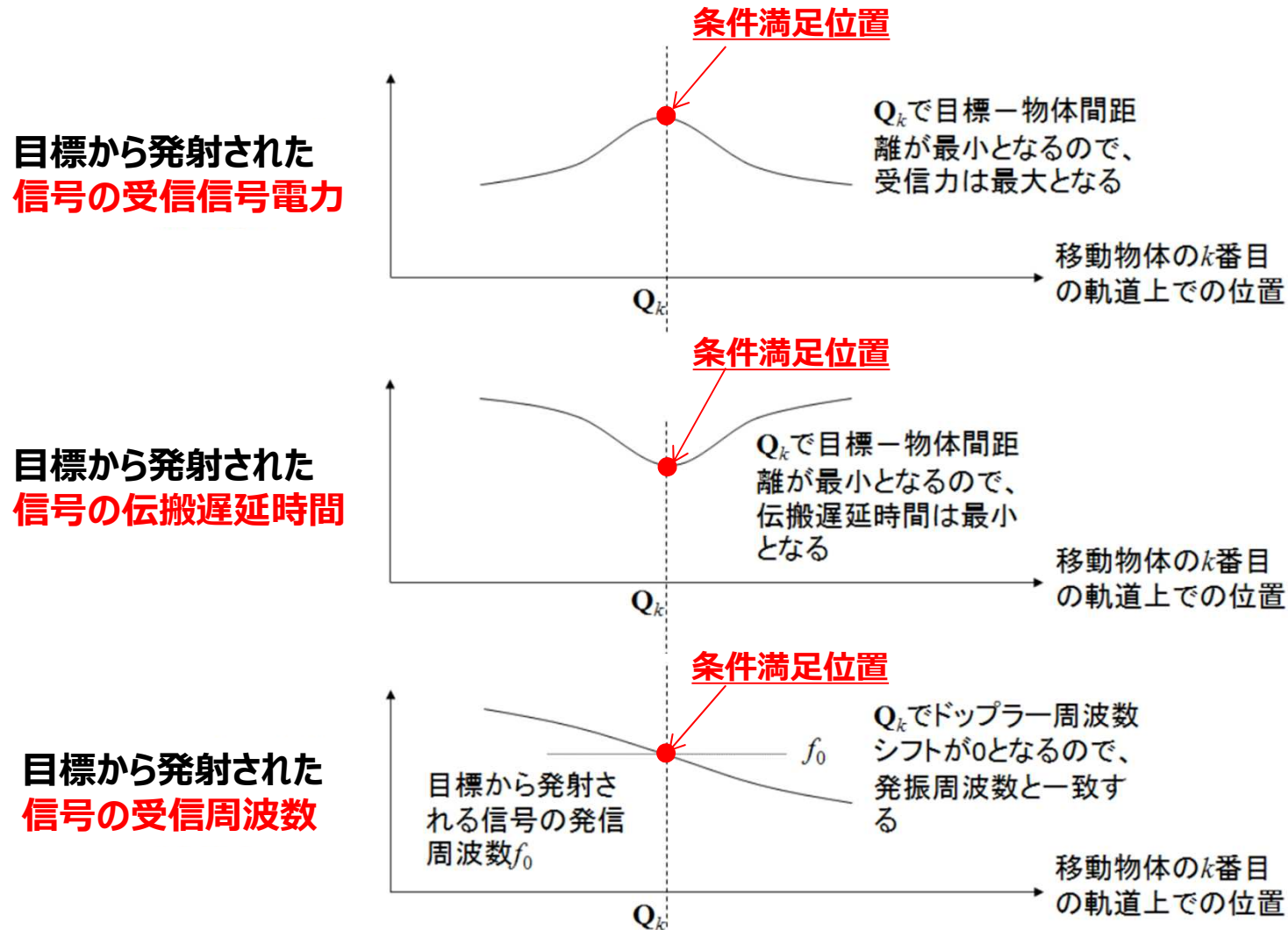
電波方位の検出方法の例：ドローンの飛行軌道を変えながら、観測値の相対的な変化量から条件満足点を特定し、電波の到来方向を検出する





# 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

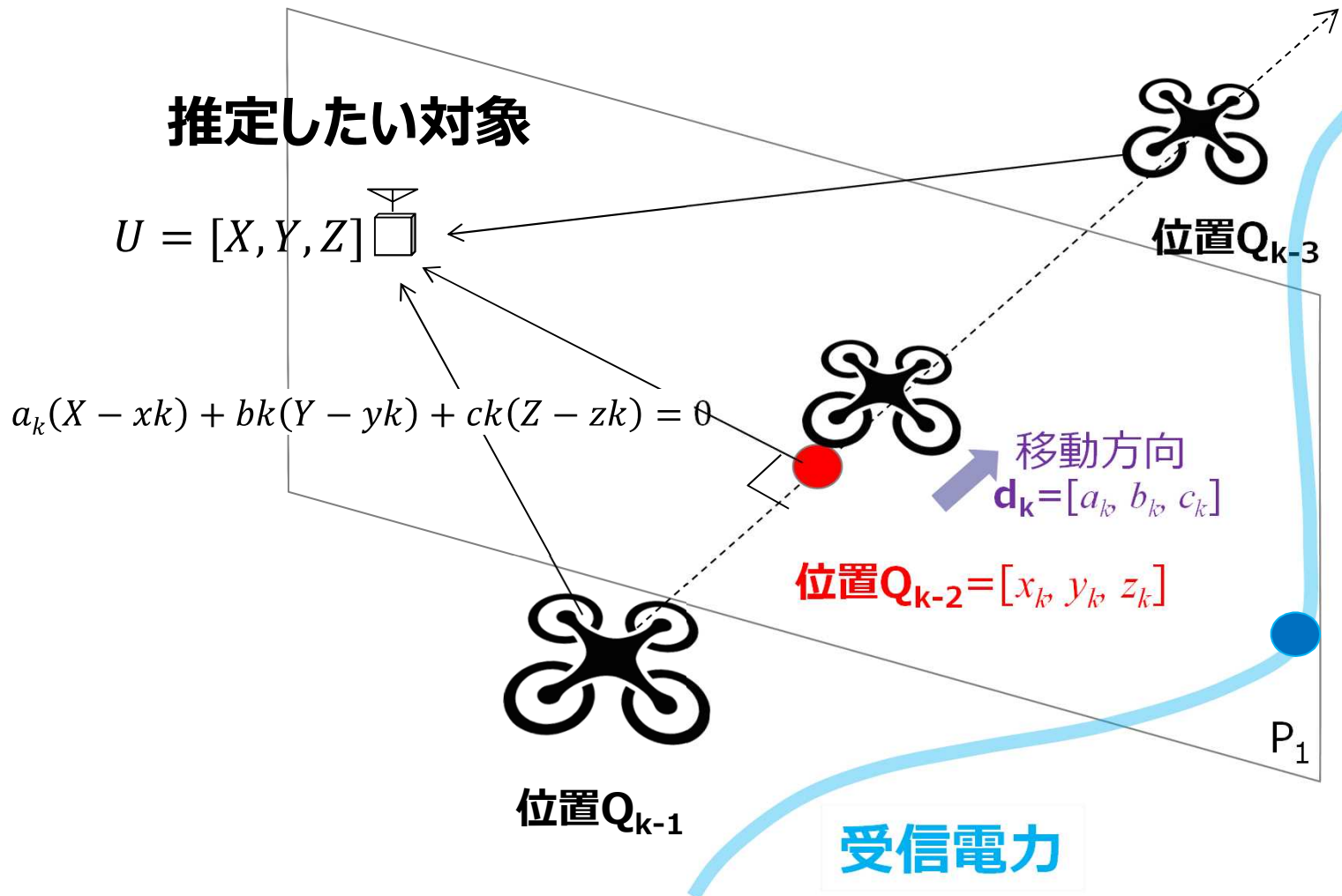


特徴: 相対的な変化量から条件満足位置を求めるため、**精度高い測定は不要**



# 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

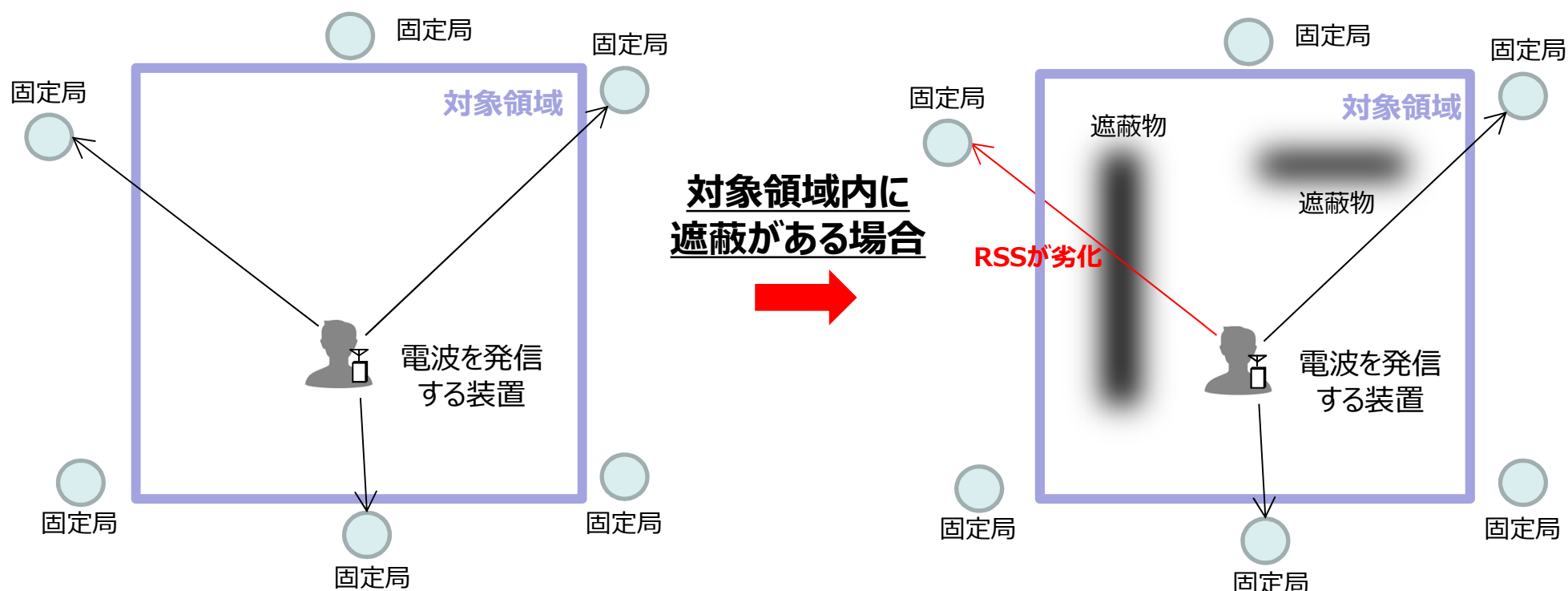
	測位方法	技術内容	メリット	デメリット
電波 を活用	Wi-Fi測位	複数のWi-Fi基地局からの電波強度の違いから演算して自己位置を算出	<ul style="list-style-type: none"><li>広く普及しているWi-Fiを活用することで、簡易に導入可能</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>固定基地局が必須</b></li><li>誤差が大きく、精度改善には、Wi-Fi基地局の増設が必要（コスト増）</li></ul>
	ビーコン測位	ビーコン発信器を屋内に設置して、スマホ側等がBLEの信号強度判別を元に自己位置を推定	<ul style="list-style-type: none"><li>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</li><li>低消費電力</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>固定基地局が必須</b></li></ul>
	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"><li>屋内と屋外をシームレスに位置測定可能</li><li>既存のスマホを使うことで利用者側のコストが安価</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>発信器の設置が必須</b></li></ul>
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"><li>固定基地局は不要</li><li>追加コストが少ない</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>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）</li></ul>

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

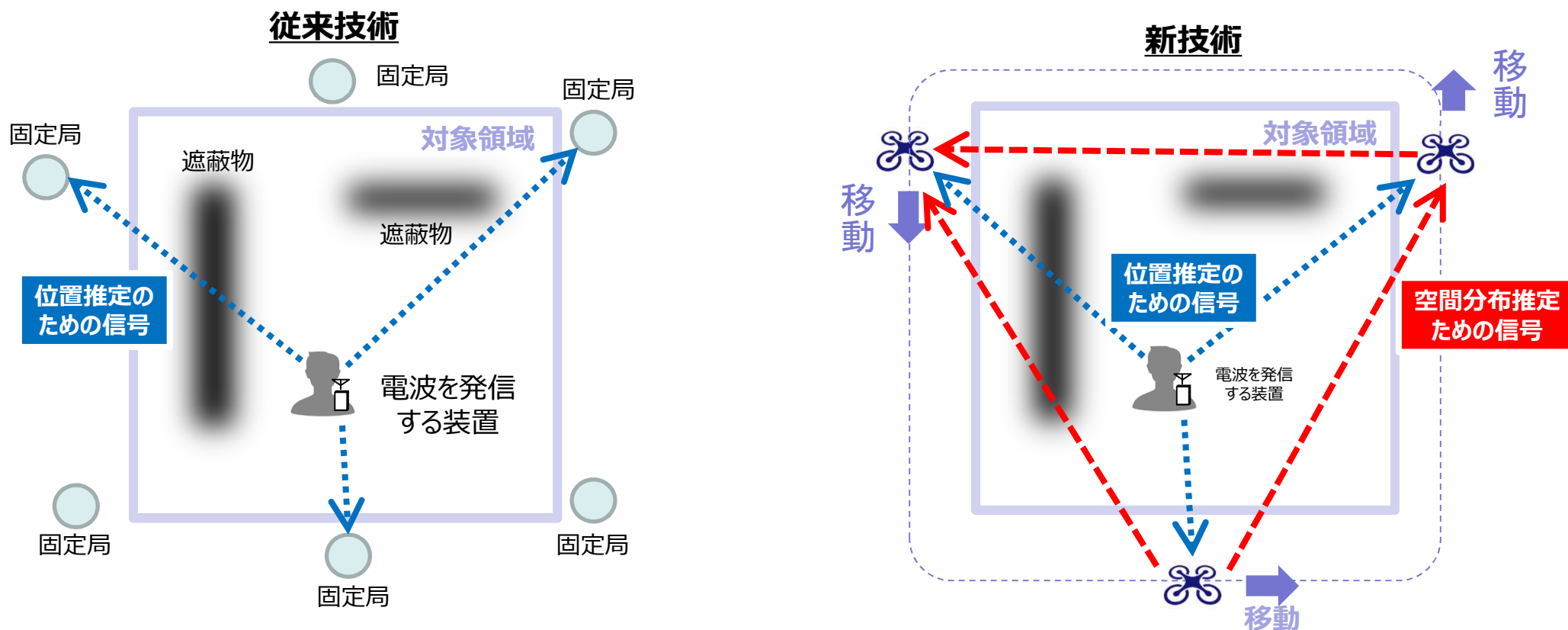


**問題点:対象領域内の遮蔽やマルチパス等により推定精度が劣化**



# 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**

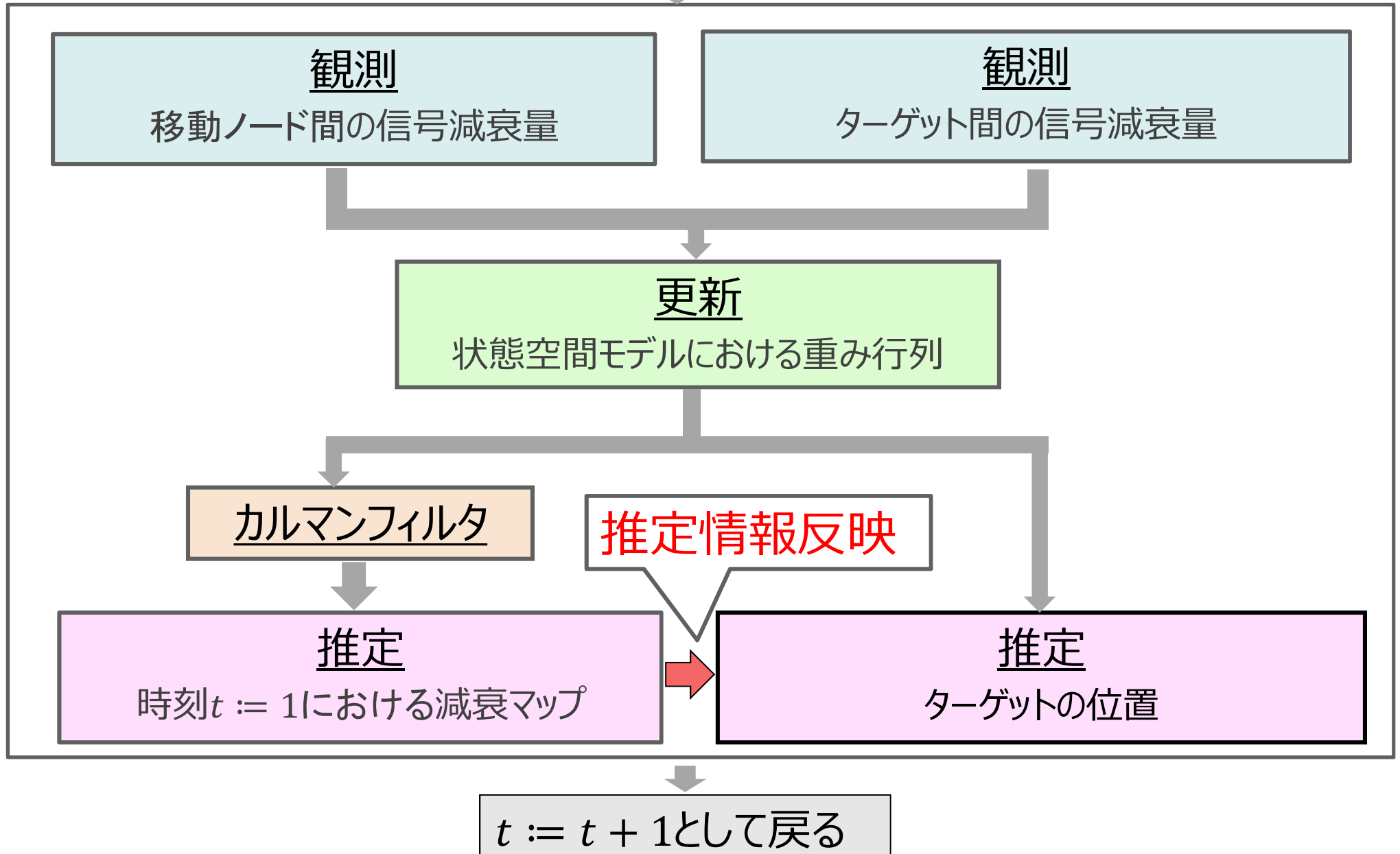


**特徴: 移動端末の利用により、固定局が不要。**



# 新技術：屋内位置推定手順の例

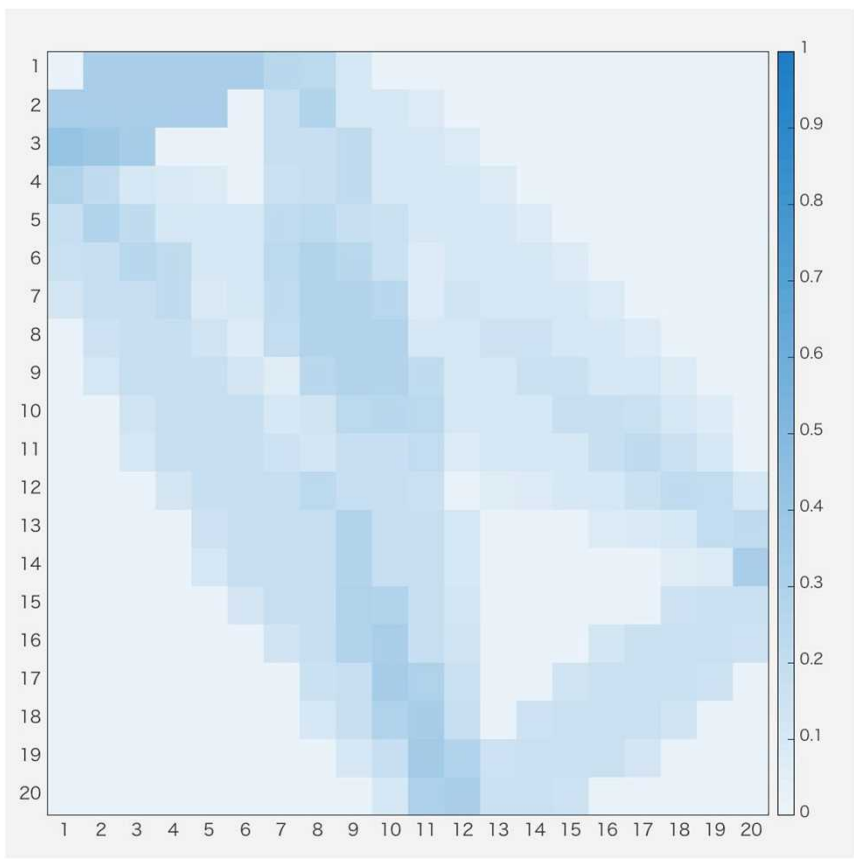
時刻  $t := 1$



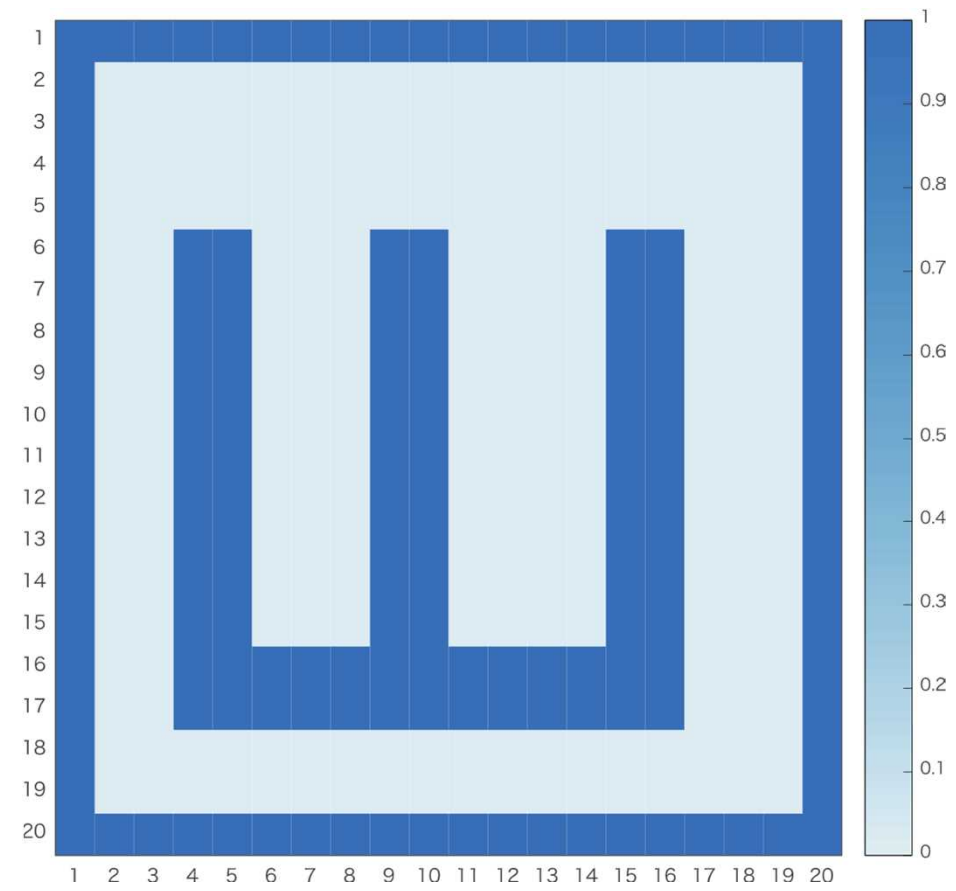


# 新技術：空間分布推定の例（屋内）

4台の移動端末により推定した場合



推定結果



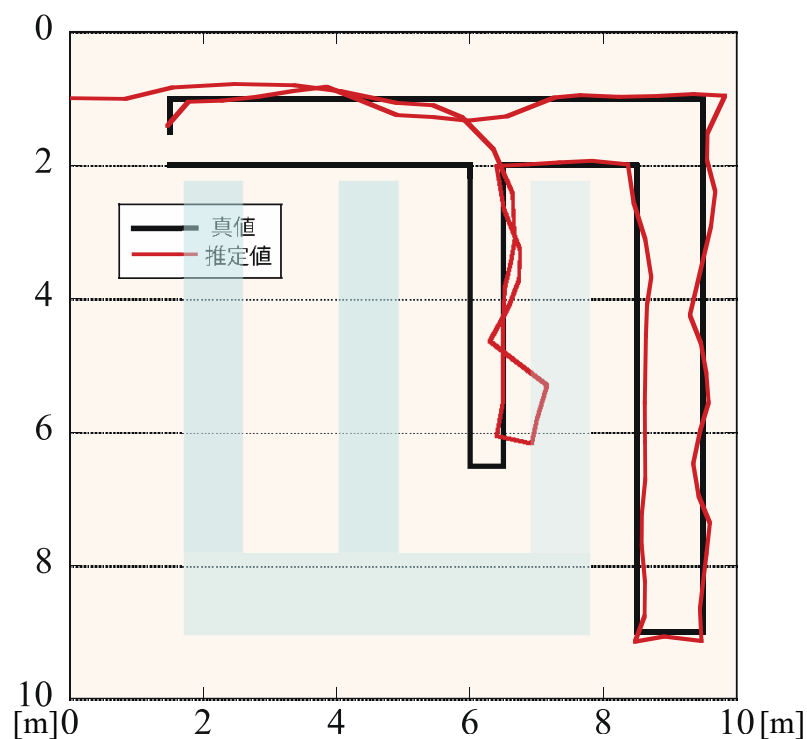
真値

外側から内側の空間が判明

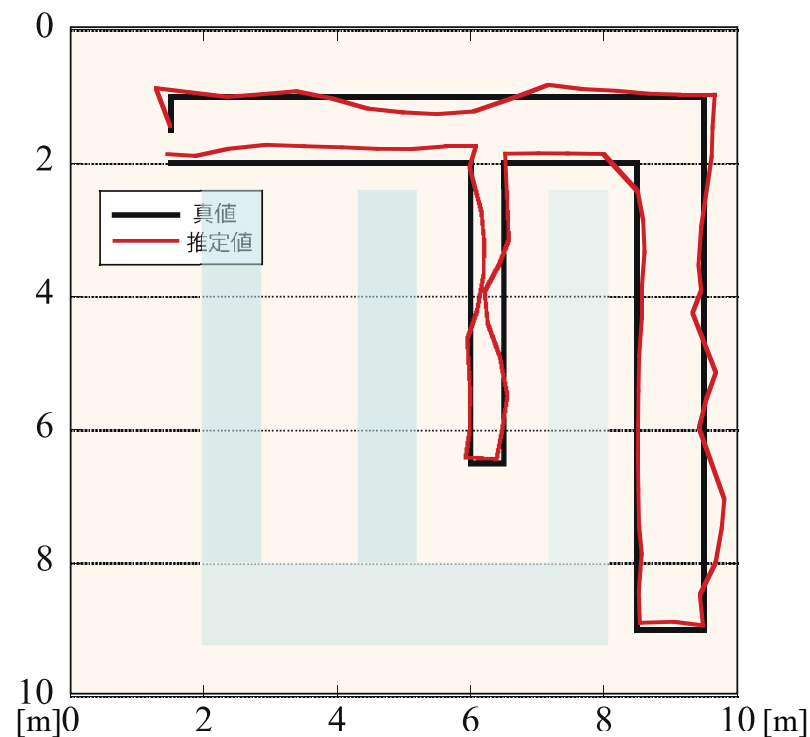


# 新技術：位置推定結果例（屋内）

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があ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いませんか？



# 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](mailto:ippo@ml.nict.go.jp)