

数10センチの精度を実現するIR-UWB屋内 測位システム

李 還 幫 加 川 敏 規 三 浦 龍

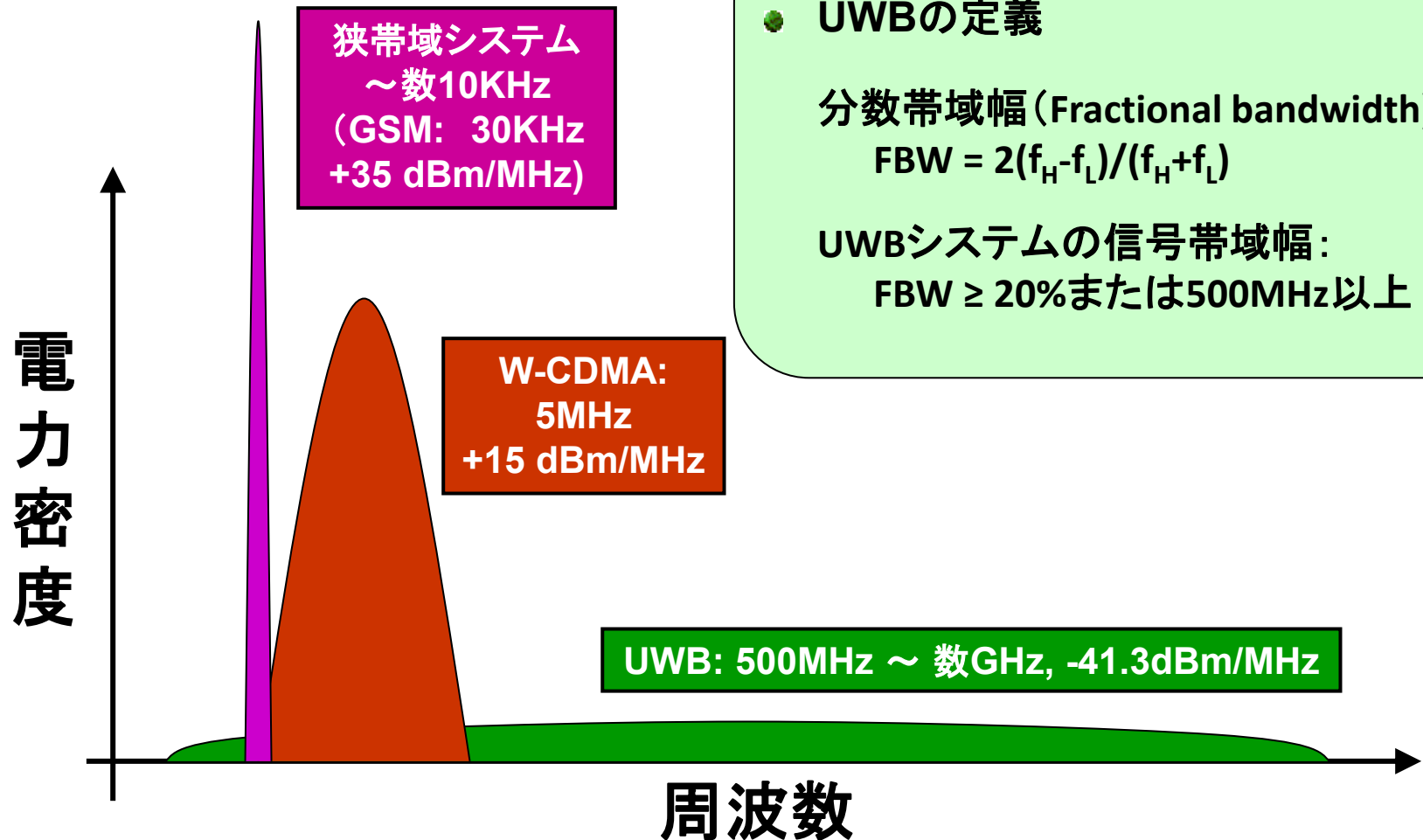
国立研究開発法人 情報通信研究機構
ワイヤレスネットワーク研究所
ディペンダブルワイヤレス研究室

講演内容

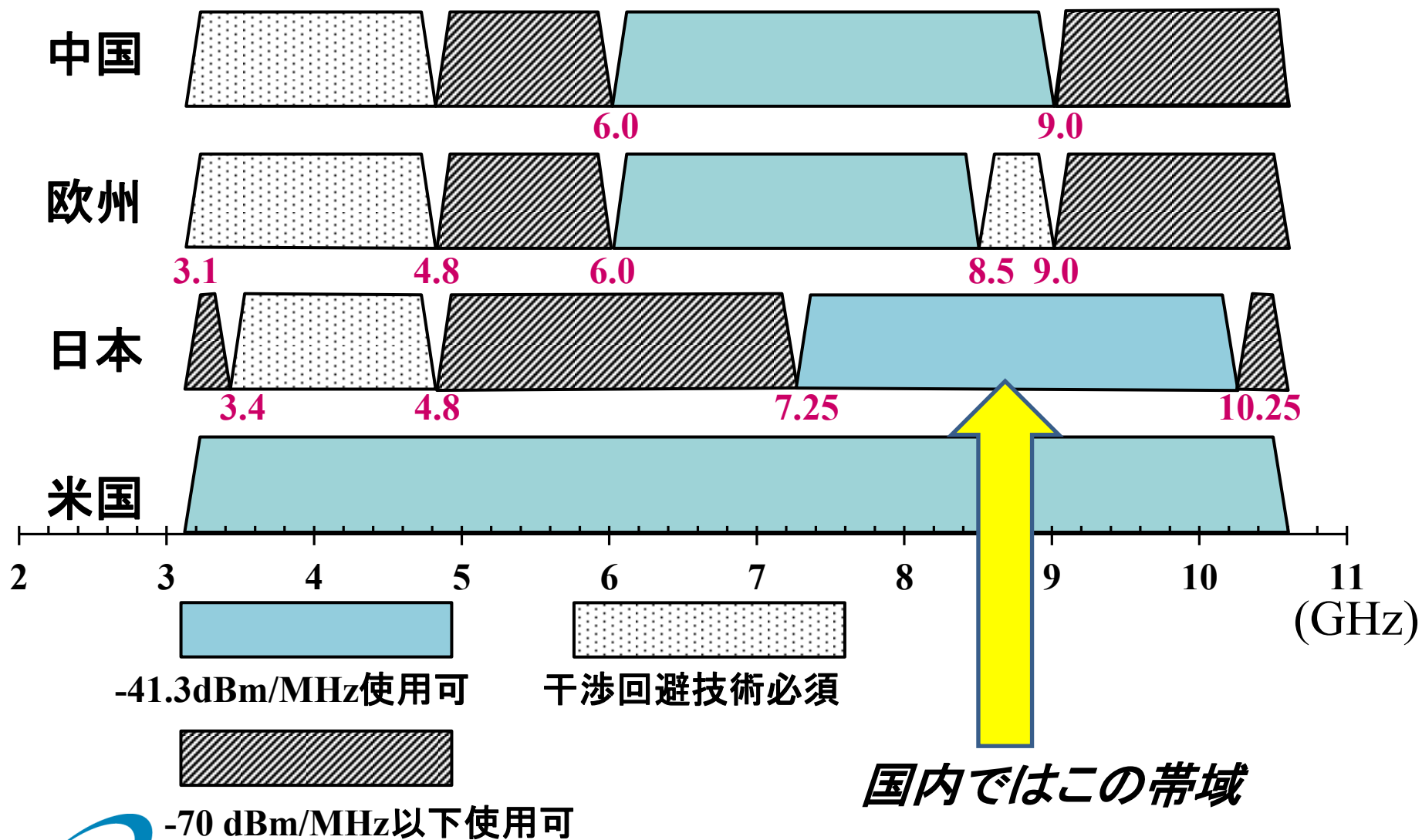
1. UWBの規格化、制度化について
2. IR-UWBの特長
3. IR-UWBを用いた測位システムの構築
4. IR-UWB測位システムの物流倉庫での
実証実験
5. まとめ

1. UWBの規格化、制度化について

ウルトラワイドバンド(UWB)とは



使用可能なUWB周波数



IR-UWBを用いた測位関連の国際規格

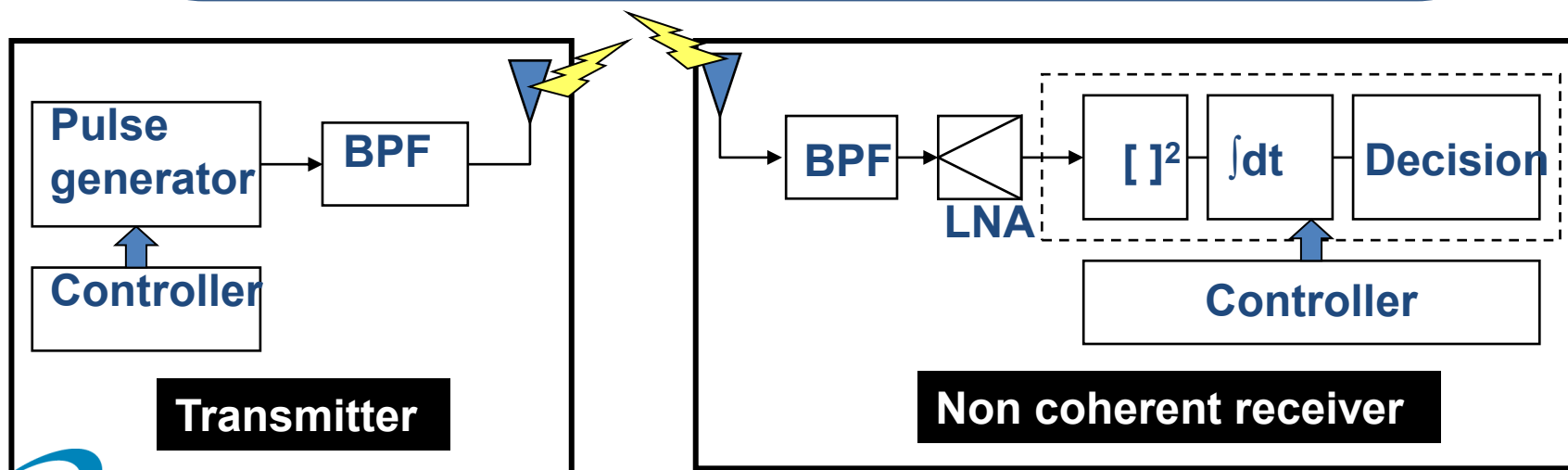
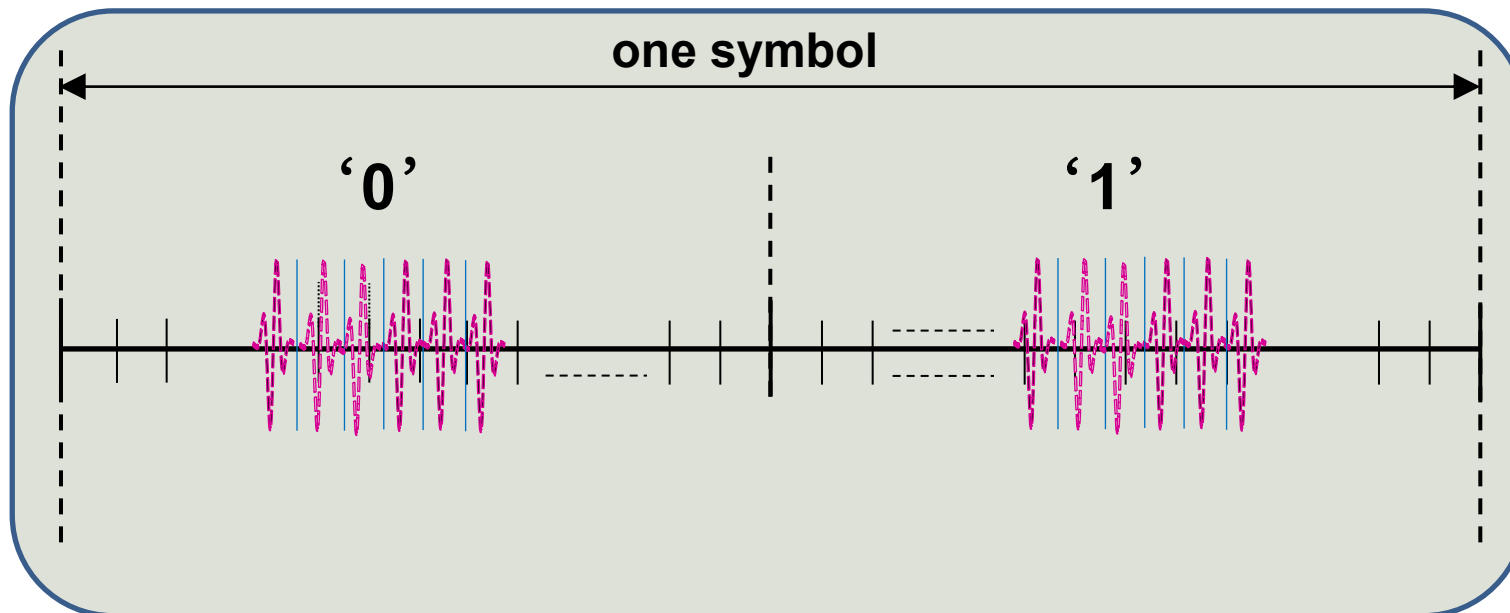
名称	用途	バンド	成立時期
IEEE 802.15.4a	低速通信および測距 (Mandatoryデータレート 約850 kbps)	Low band および High band	2007年3月
IEEE 802. 15.4f	高精度測距(データレート は31 kbps – 1 Mbps)	High bandのみ	2012年2月

国内UWB制度化の歩み

- 2002年9月 総務省は「**UWB無線システムの技術的条件**」について情報通信審議会へ諮問。**情報通信技術分科会 UWB無線システム委員会**設立。
- 2006年3月 **マイクロ波帯を用いた通信用途のUWB無線システムの技術的条件について情報通信審議会から一部答申。**
- 2006年8月 **省令施行。**
- 2013年12月 センサー用途UWBの制度緩和に関する電波監理審議会答申。**省令(無線設備規則)改正。**

2. IR-UWBの特長

インパルス型UWB (IR-UWB)



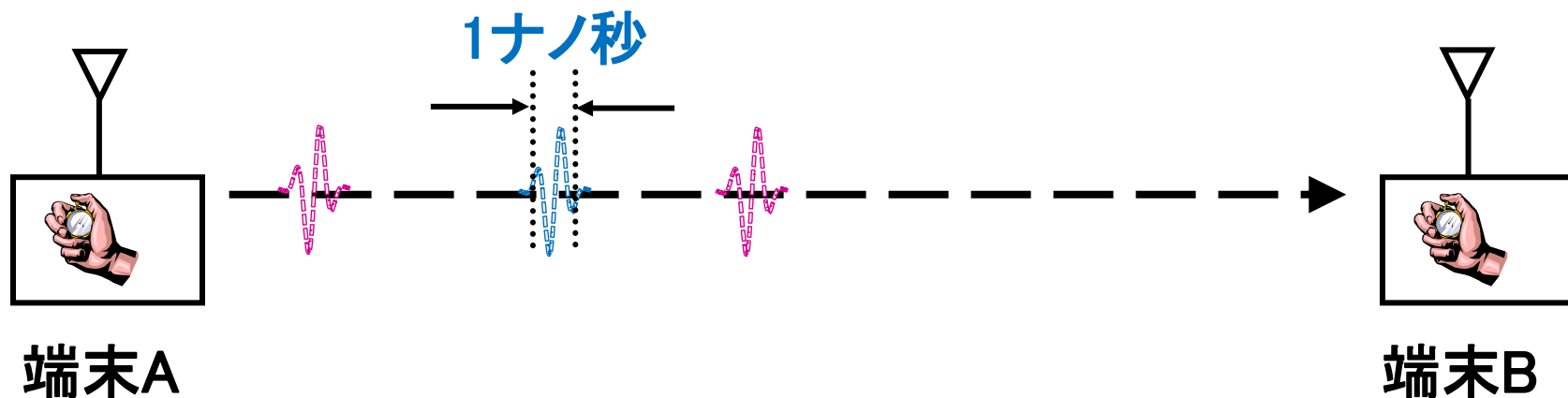
IR-UWBの特長

- UWBは短いパルスのみを用いるため低消費電力の特徴がある。また、複雑な変復調を使用しないため、低コスト化に有利。
- UWBはナノ秒オーダーのパルスを用いるため、電波の到着時刻を高精度に測定でき、測距・測位を高い精度で行える。
- UWBの放射電力密度が低いため、人体への影響は小さい。

UWBの主な利用分野

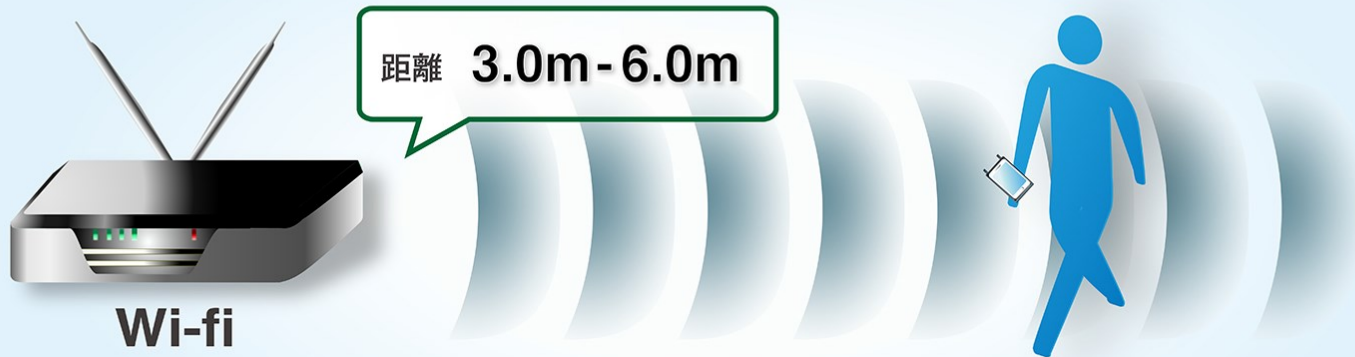
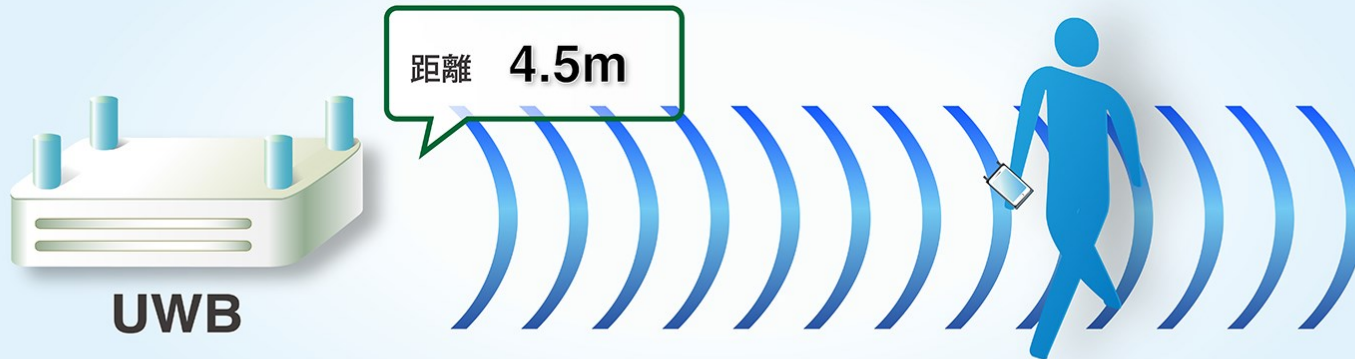
- 屋内測距・測位
- ボディエリアネットワーク(BAN)
- UWBレーダ **IR-UWB**
- 近距離データ通信

IR-UWBを用いた測距原理



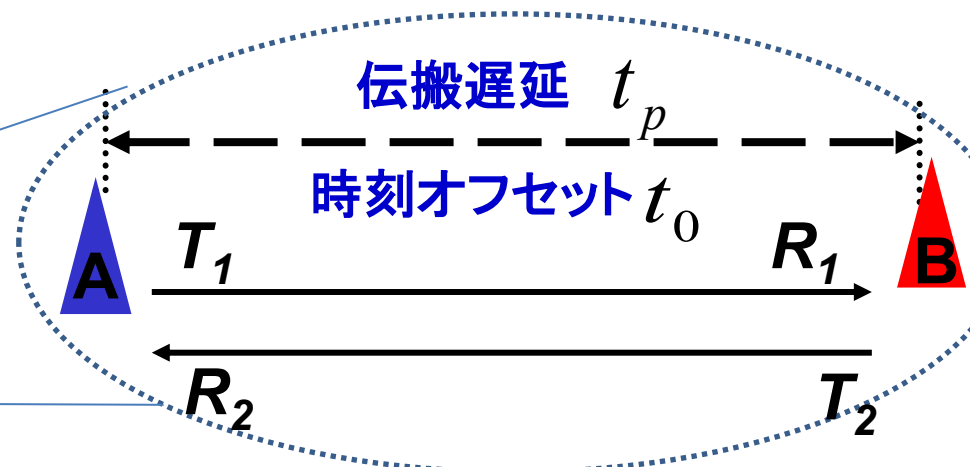
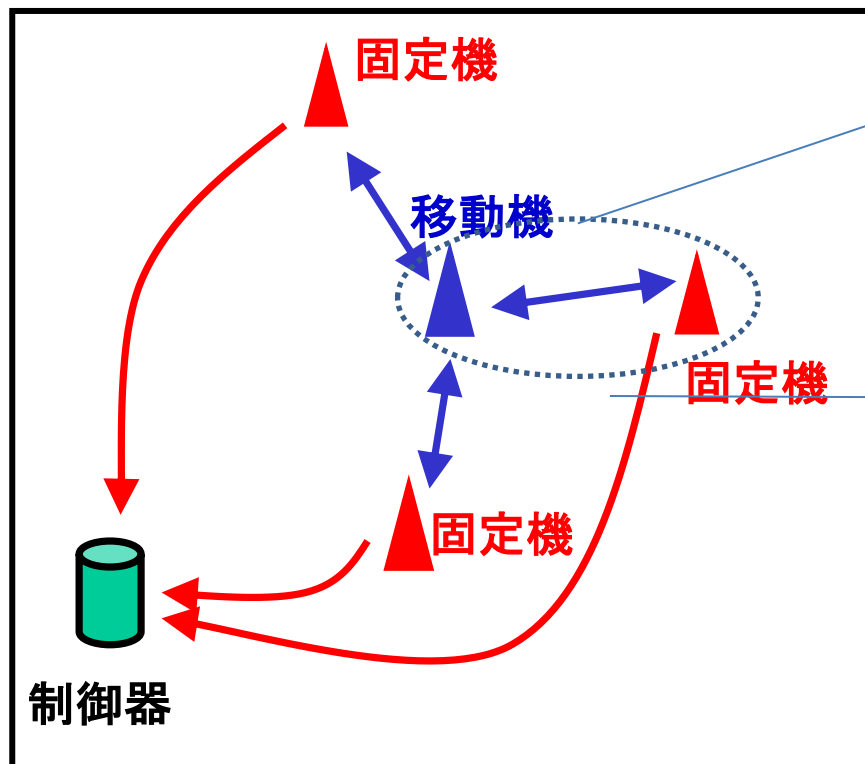
- UWB信号パルスの伝搬時間を測定し、パルス伝播時間と光速をかければ距離がわかる**Time of Arrival (TOA)**方式。
- TOAは電波強度から距離を算出する**Signal Strength Ranging (SSR)**より、はるかに精度が高い。

IR-UWBはなぜ測距精度が高いのか



パルスの幅が短く(ナノ秒オーダー)、時間分解能が高いため。

双方向測距(TWR)方式



$$T_{2AR} = T_{2BT} - t_o + t_p$$

$$T_{1BR} = T_{1AT} + t_o + t_p$$

- ・距離＝光速×時間
- ・移動機は送信・受信を行う
- ・固定機と移動機間の往復時間を測る
- ・固定機の時刻同期は不要

伝搬時間を測ることによって「距離」を得る。
TOA (Time Of Arrival)

3. IR-UWBを用いた測位システムの構築

IR-UWBを用いた測位システムの開発



プレスリリース
平成 26 年 5 月 26 日

UWB を利用した高精度の屋内測位システムを開発

【ポイント】

- UWB 技術を利用して、リアルタイムで数 10cm 程度の高精度の屋内測位システムを開発
- UWB の測定距離を従来の 3 倍以上に増大させることで実用的なシステム開発が可能に
- ショッピングでの顧客サービス向上や物流倉庫での作業効率化、視覚障がい者の歩行支援などに活用が期待

独立行政法人情報通信研究機構(以下「NICT」、理事長: 坂内 正夫)は、UWB^{*1} を活用した高精度の屋内測位システムを開発しました。リアルタイムで数 10cm 程度の高精度で位置測定ができ、スマートフォンやタブレットなどの携帯端末と組み合わせて用いることで、利用者の位置情報に連動した多様なサービスの実現が可能です。

今回開発した高精度の屋内測位システムをショッピングモールや物流倉庫に設置し、顧客位置に連動したショッピング情報等の提供や会計まで行かなくともクレジット決済できるサービスの実証実験や、作業員やフォークリフト等の動線把握による作業効率と安全性向上のための実証実験を行っています。また、本システムは、音声による読上げと音声入力ができるため、視覚障がい者の歩行支援などへの活用が期待されます。

UWBハイバンドの問題点

周波数帯	3.4-4.8GHz	7.25-10.25GHz
中心周波数	4.1GHz	8.75GHz
距離の差(倍数)	d_1	d_2

$$L = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2$$

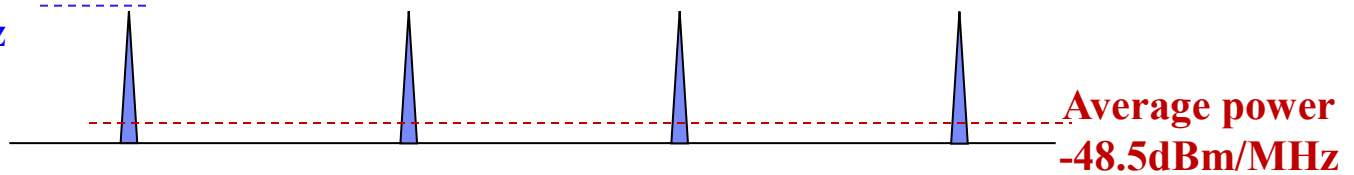


$$\lambda = \frac{c}{f}$$

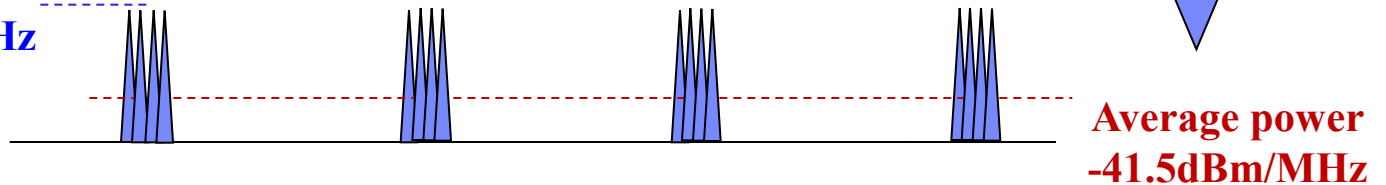
$$d_1 \times 4.1 = d_2 \times 8.75$$

UWBの平均電力と尖頭電力

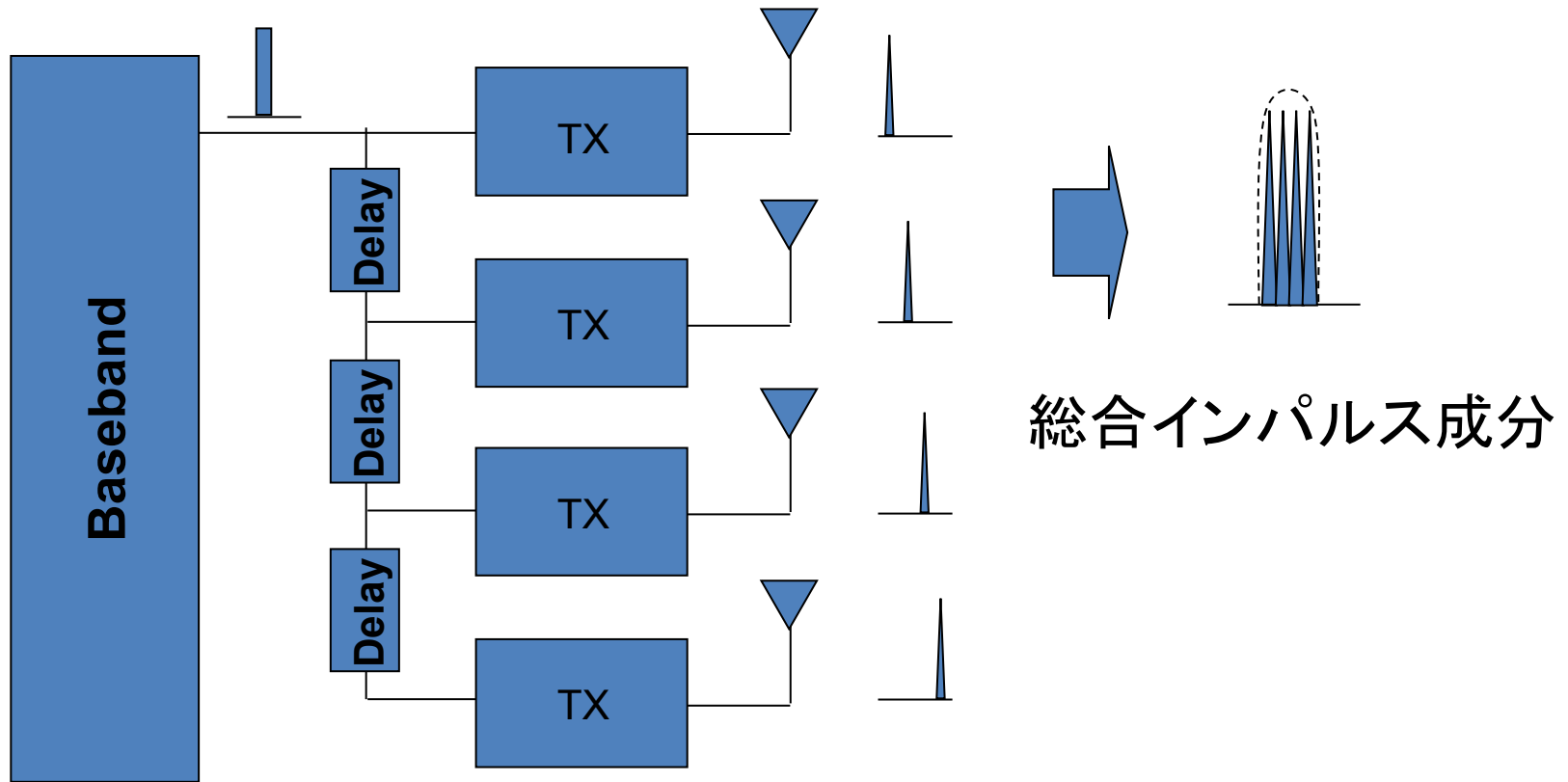
Peak power
0dBm/50MHz



Peak power
0dBm/50MHz



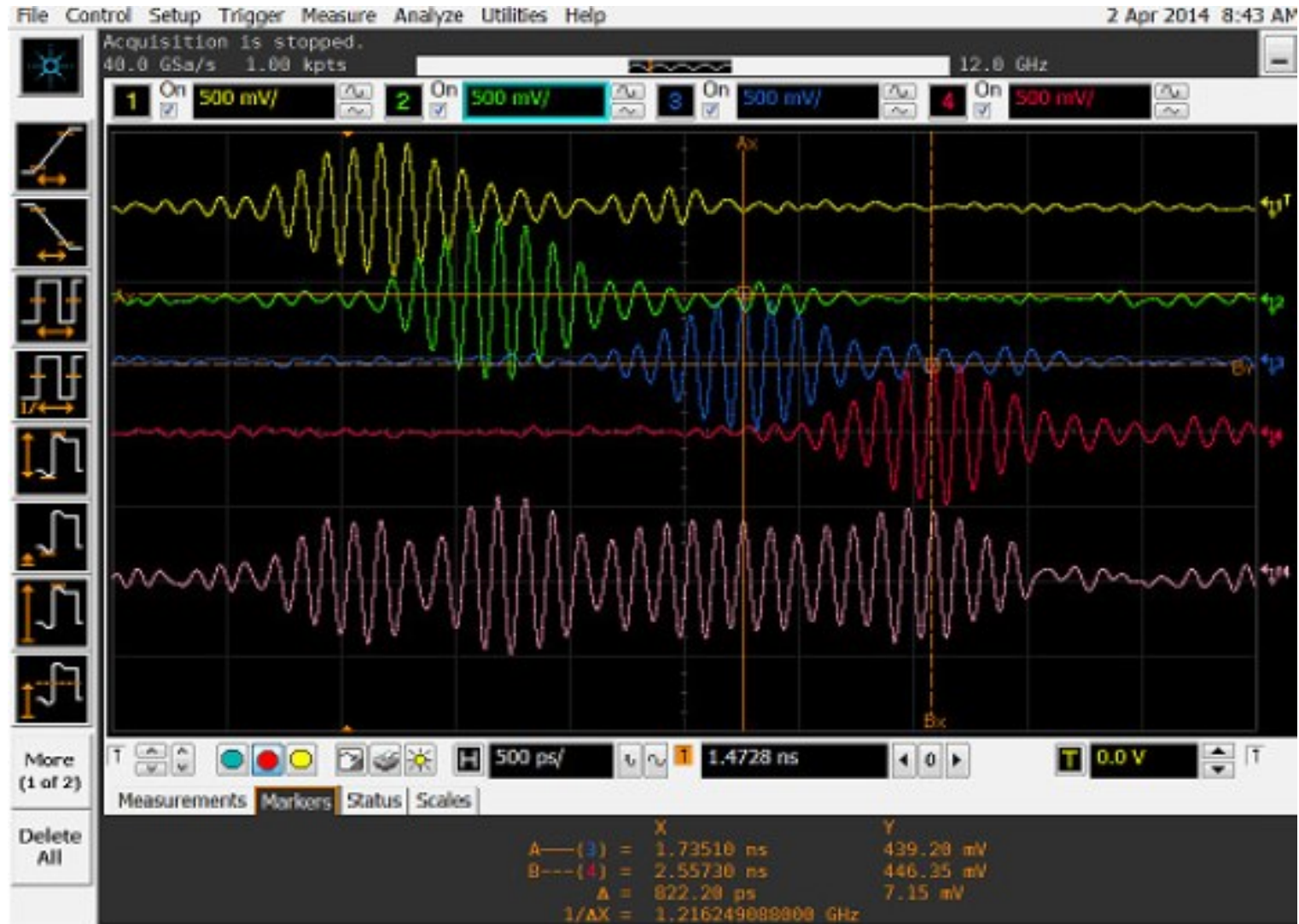
UWB測距距離を伸ばす例



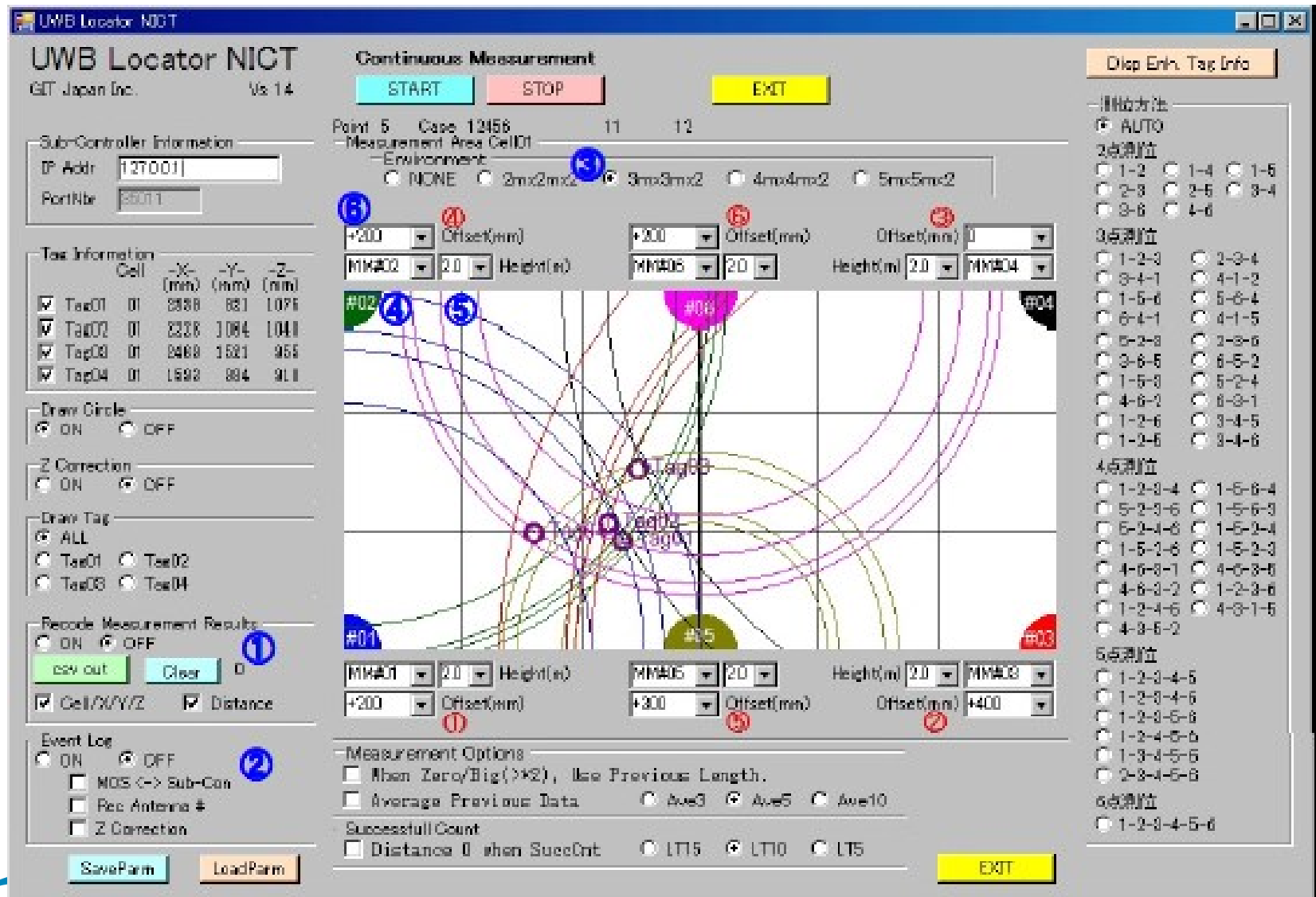
複数台のUWB送信機を束ねて送信することによって、尖頭電力制限を満たすと同時に、全体電力の増大を図る。

送信機を束ねた効果

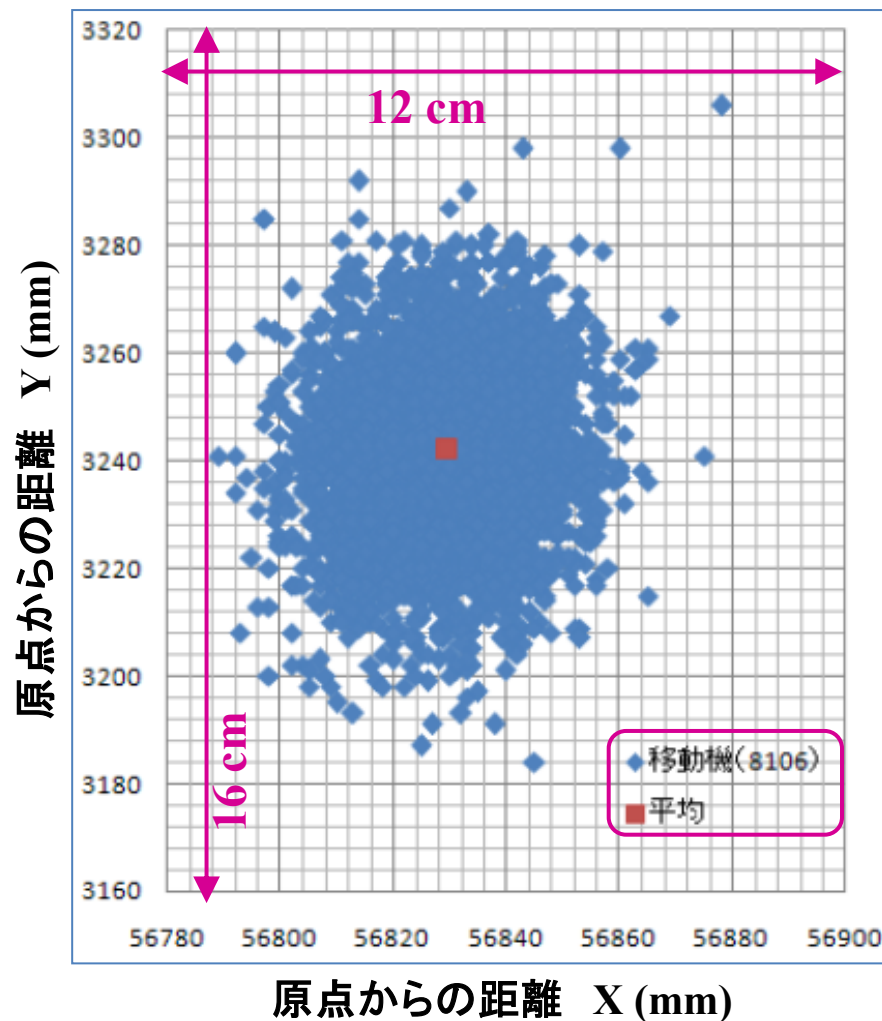
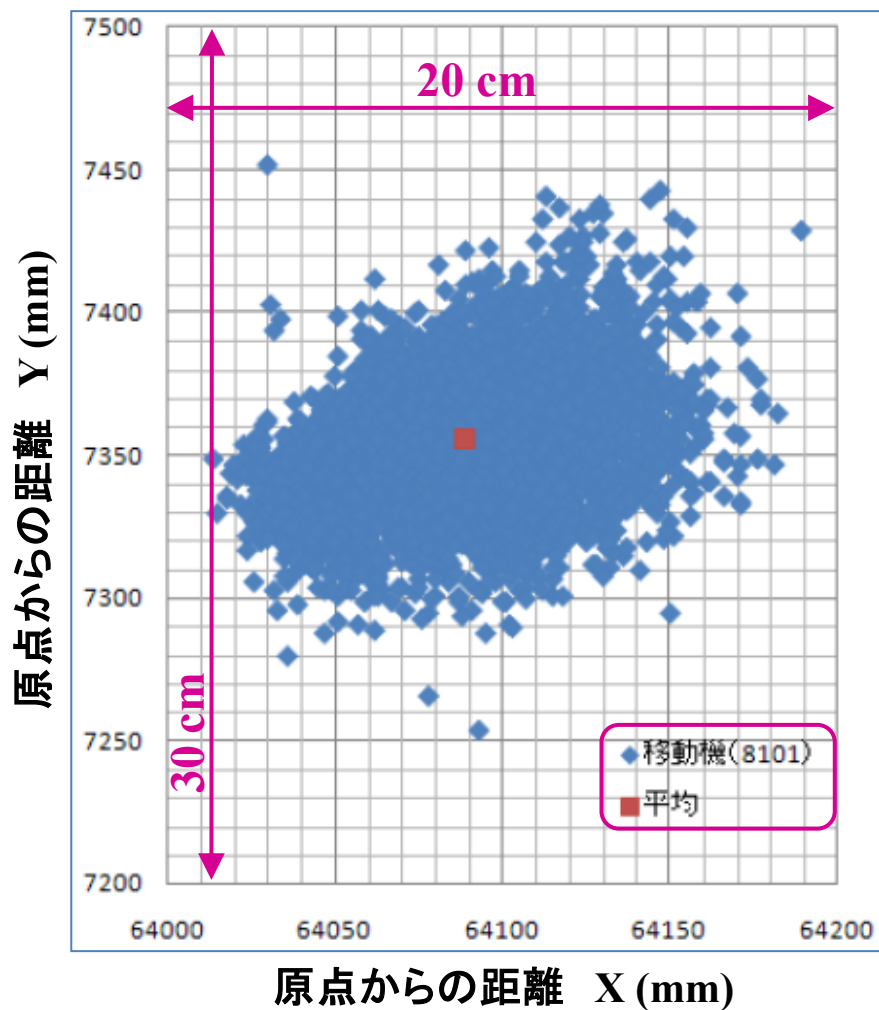
0.5V/DIV



測距に基づく位置特定



UWB測位結果例(5000以上のプロット)



固定機を物流倉庫に設置し、静的な環境下で移動機がある地点で位置を連続測定した。

4. IR-UWB測位システムの物流倉庫 での実証実験

物流倉庫での実証評価実験



配布先：総務省記者クラブ、テレコム記者会、情報通信記者会、
文部科学記者会、科学記者会



プレスリリース

平成 27 年 8 月 10 日

国立研究開発法人情報通信研究機構
株式会社富士ロジテック

UWB 測位システムを使い、物流倉庫作業を大幅に効率化 ～倉庫業界初のピッキングカートの全動線可視化に成功～

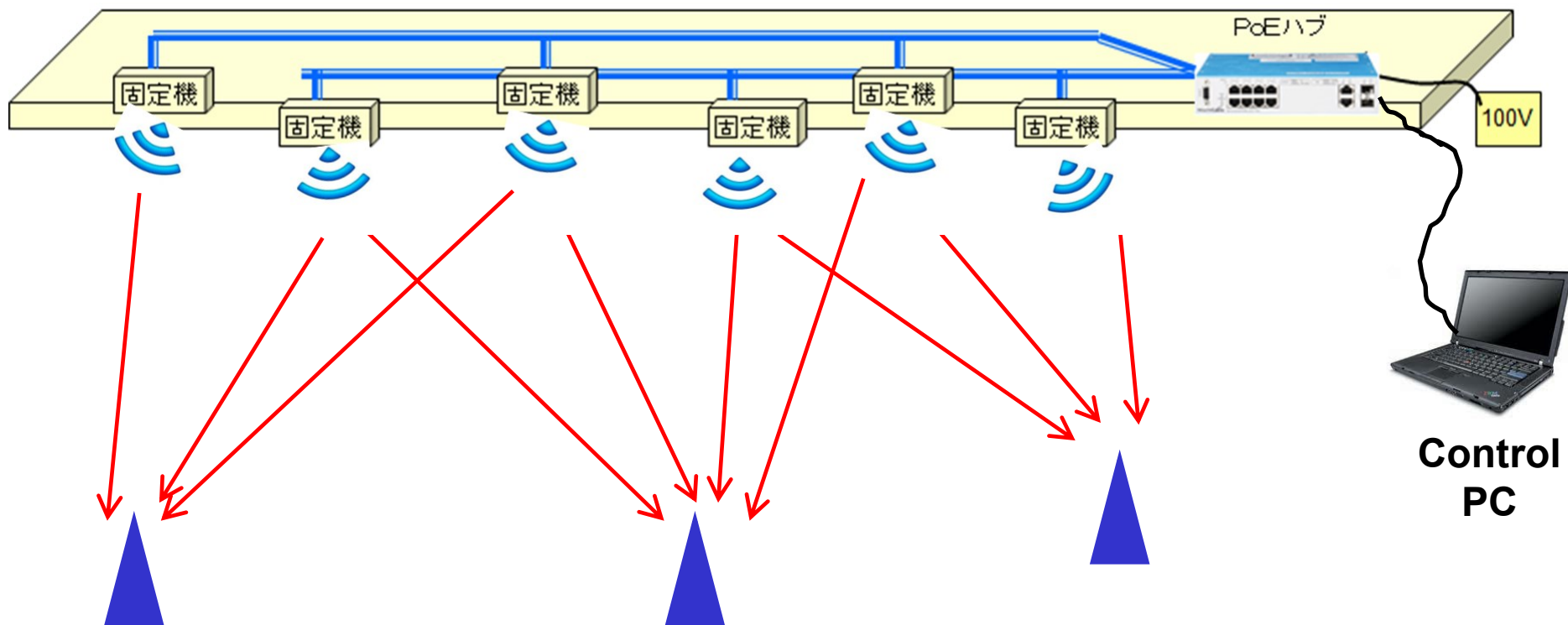
【ポイント】

- UWB 測位による物流倉庫でのピッキングカートの全台数全稼働時間の動線可視化を実現
- 商品のピッキング歩行時間を従前より 50%削減、ピッキング時間も平均 2 秒短縮
- 物流分野での大幅な作業効率化への寄与に期待。商品の在庫位置管理に応用可能

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT、理事長：坂内 正夫)と株式会社富士ロジテック(富士ロジテック、代表取締役社長：鈴木 庸介)は、UWB(超広帯域無線：Ultra Wide Band)測位システムの物流倉庫における実証実験を共同で実施しました。NICTが開発した高精度のUWB屋内測位システムを富士ロジテックの物流倉庫に配置し、同倉庫内の全 16 台の作業ピッキングカートの動線可視化に成功しました。動線及びカートデータを基にピッキング経路を最適化することで、商品の平均ピッキング歩行時間が従前より 50%削減でき、商品 1 個当たりのピッキング時間も従来の平均 8.5 秒から 6.5 秒へと 2 秒短縮しました。また、動線データに表れたピッキング通路での混雑等の状況を解明し、商品棚配置の最適化検討にも貢献しました。

今回の実証実験で用いた高精度 UWB 屋内測位システムは、物流倉庫で作業するフォークリフトなどの動線取得にも利用できる見込みで、物流分野での大幅な作業効率改善に寄与することが期待されます。

IR-UWB測位システムの構成



3個のアンカーノードと通信出来れば、移動機の位置が定められ、制御PCと移動機とで共有される。位置推定に用いるアンカーノードの数が多いほど、測位精度が高くなる。

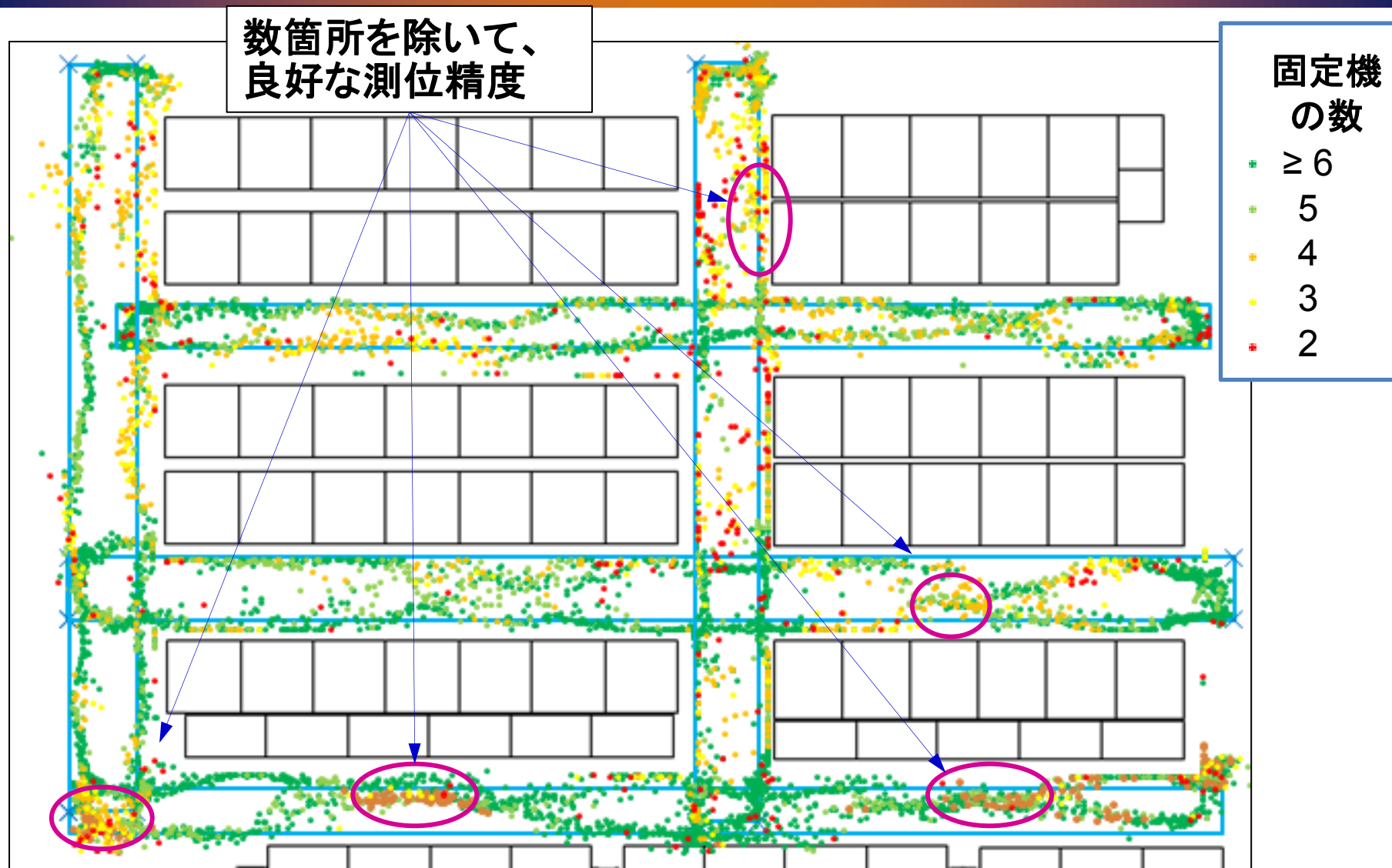
物流倉庫での固定機設置



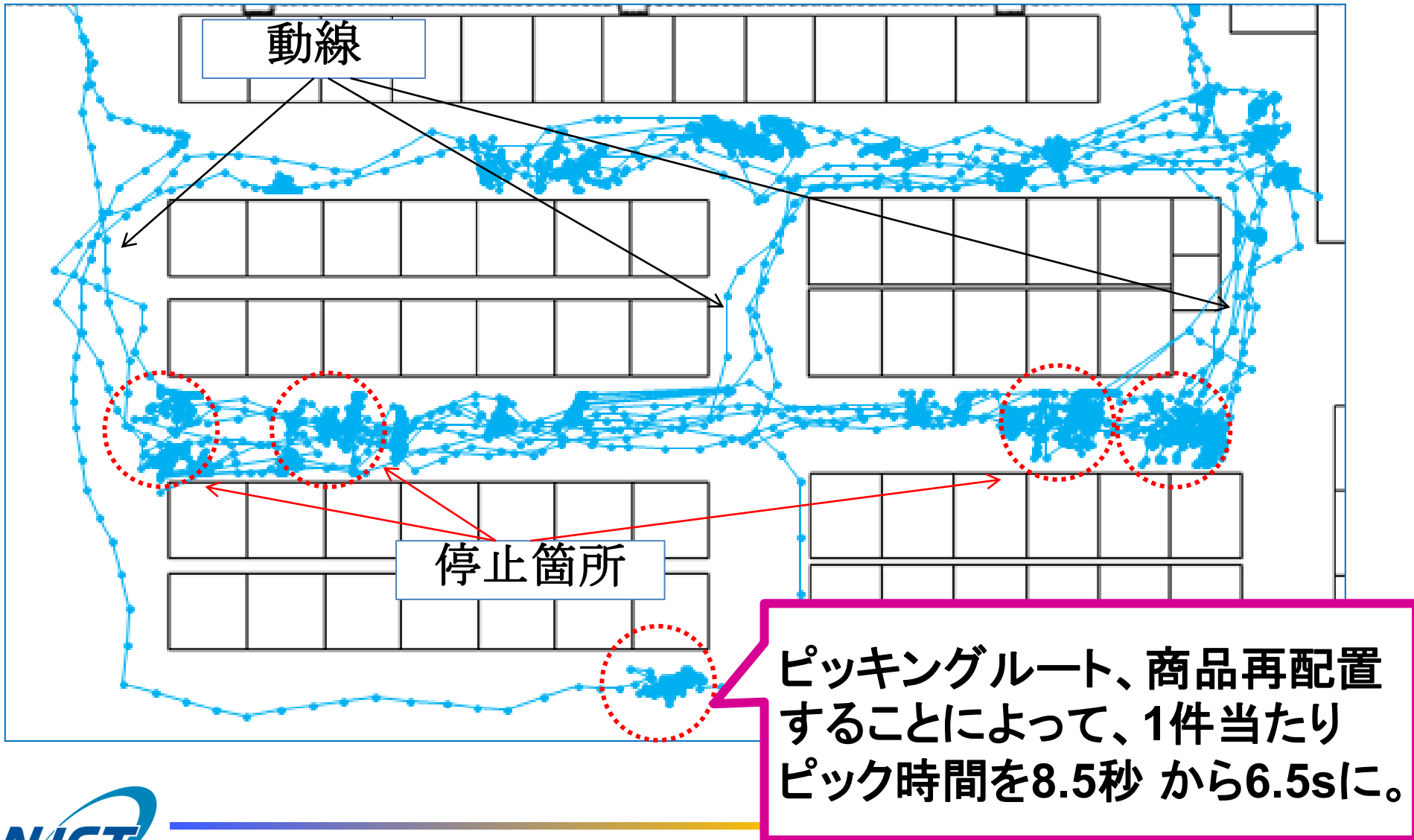
ピッキングカートへの移動機設置



倉庫内動線精度評価実験



単一ピッキングカート動線例



まとめ

- 数10cmの精度を必要とするアプリケーション
 - － 物流・ロボット・社会福祉
- 通信距離の増大(アンカーノード数の低減)
 - － 送信と受信からのアプローチ
- モジュールの小型化・低コスト化・低消費電力化
 - － 実用化
- 測位システム設置の簡素化
 - － 例えば iBeacon的な使い方