



筑波大学大学院システム情報工学研究科社会工学専攻
サービス工学学位プログラム
サービス工学：技術と実践

現場力の向上： 行動観測技術、実践事例

蔵田 武志^{1,2}

¹国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人間情報研究部門

サービス観測・モデル化研究グループ長

²筑波大学 システム情報系 教授(連携大学院)

サービス工学とMR研究室

(システム情報工学研究科知能機能システム専攻)

講師紹介

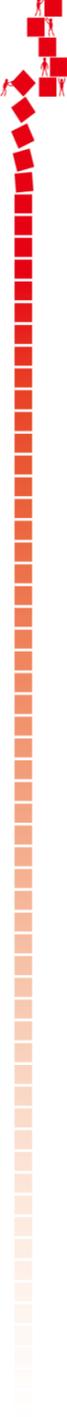
- 氏名: 蔵田 武志
- 所属: 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人間情報研究部門
- 経歴: 1996年筑波大学大学院工学研究科修士課程修了。現在、産業技術総合研究所人間情報研究部門サービス観測・モデル化研究グループ長
- 2003-2005年 JSPS海外特別研究員(ワシントン大客員研究員)を兼務。2009年から筑波大学大学院教授(連携大学院)を兼務。博士(工学)。
- 専門: サービス工学、拡張サービス・プロセス・リエンジニアリングの研究に従事。





講義の流れ

- 測る化・見える化による現場力の向上
 - － 国内外の事例（イメージを持つ）
- 行動観測技術
 - － 国内外の研究開発事例
 - － 産総研での研究開発事例
- 実践事例
 - － 産総研での現場力の向上に関する事例

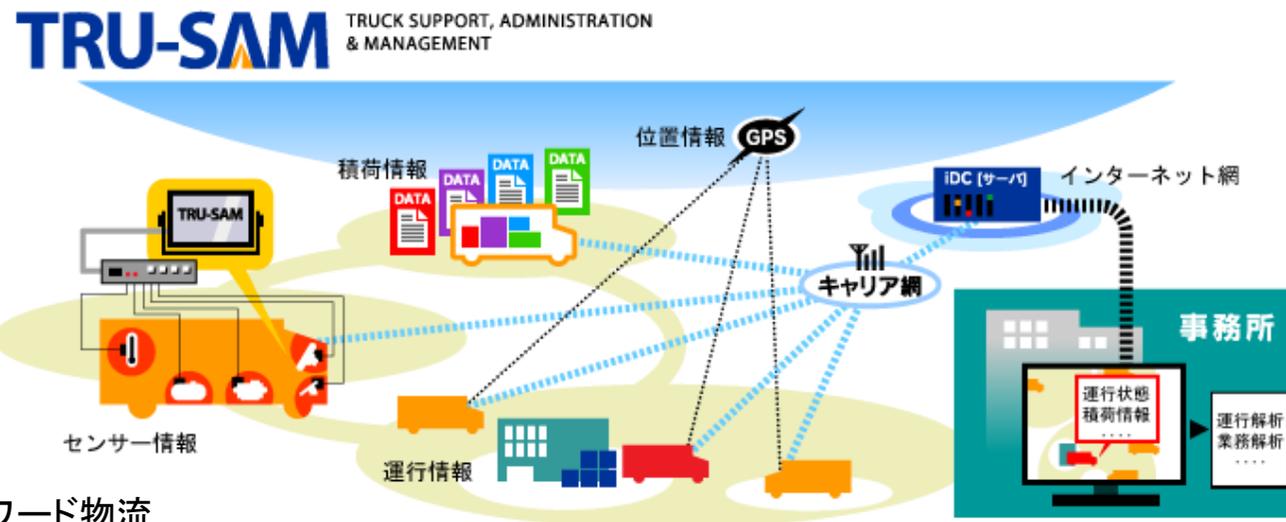


測る化・見える化による 現場力の向上

～国内外の事例～

物流サービス:ドライバー(車両)計測と評価の事例

- 経営側の視点
 - 燃費:30%以上改善、二酸化炭素排出削減にも貢献
 - メンテナンスコスト:タイヤ摩耗減少削減
 - 事故:70%以上削減し、保険料半減
 - リアルタイム運行管理:サービス品質向上
- ドライバー側の視点
 - 帰社時に波状運転指数を含むコンサルティングシートでOJT
 - 優良ドライバーのデータを共有し、全体的にスキル向上
 - 離職率低下(スキル向上と利益還元によるモチベーション維持)



提供:トワード物流

コマツ(株式会社 小松製作所)様

RaLC
Rapid Virtual Model Builder For
Logistics Center Verification

CEC
Computer Engineering & Consulting



モノ作りの現場から率先して改善に取り組む「現場力」

“現場主義”を実践するため
ICTを活用したシステムの導入を検討



コマツ(株式会社 小松製作所)

設立
1921年(大正10年)5月13日

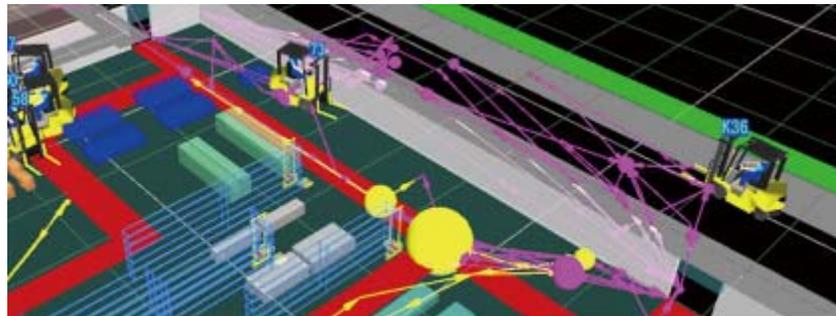
代表者
代表取締役社長(兼)CEO 野路 國夫

資本金
連結678億70百万円(米国会計基準による)

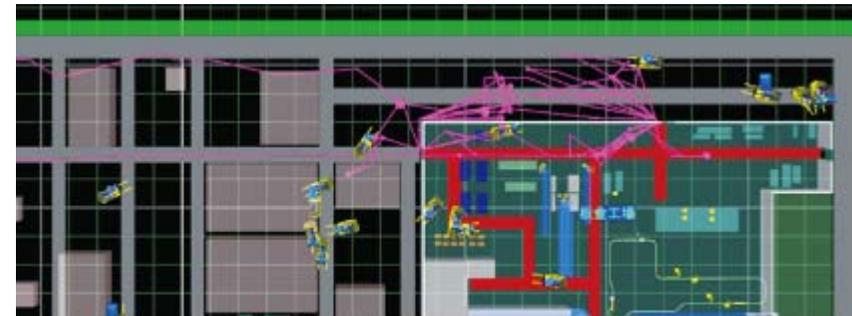
本社所在地
〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6

従業員数
連結:41,059名 単体:8,210名

事業内容
建設・鉱山機械、ユーティリティ(小型機械)、林業機械、産業機械などの事



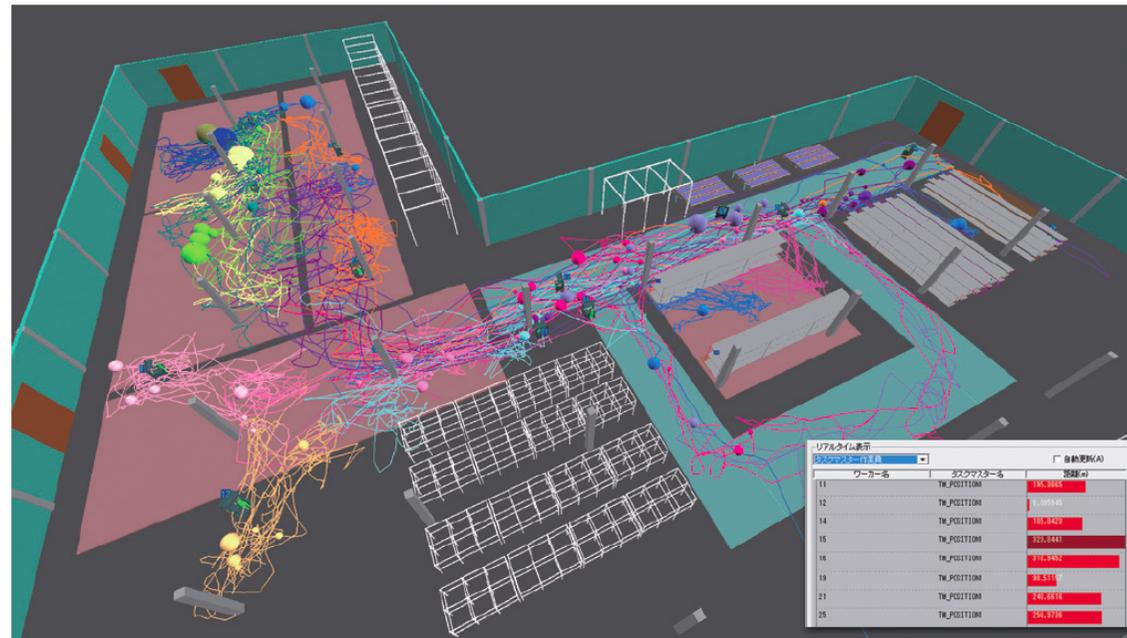
フォークリフトの車両位置や動線、滞留箇所などをリアルタイムに「見える化」



生産ライン全体を位置情報と物流業務最適化支援ツール「RaLC」で再現している

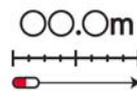


KAIZEN CAPSULE




移動距離が見える

エリア別・時間別に移動距離をグラフで表示。
実際の移動距離を把握して、移動距離短縮に役立ちます。




滞留が見える

滞留ポイント、滞留時間を測定できます。
作業時間を把握するのに役立ちます。




歩行ルートが見える

同時に複数人の移動ルートを把握。
ムダな動きや、ムダなスペースの発見に役立ちます。




レンタルのニッケン

Lisra設立記念シンポジウム クウジツ株式会社 CTO / Lisra 理事 塩野崎 敦氏
「無線LAN屋内測位を用いた新体験型位置情報サービスと将来構想」より

岐阜中央病院における職員の行動調査実証実験

- 実験責任者: 白石哲也
 - 岐阜中央病院/ソニーコンピュータサイエンス研究所(CSL) 所属
- 看護師、ヘルパーの行動調査
 - 病院内の4病棟(エリア)
 - PlaceEngineを使った測位
 - センサーを使った行動把握
- 期間: 2/24～2/29/2012
- 設置AP数: 約150台
- 参加者人数: 約200名

共同実験

- 岐阜中央病院
- ソニー・ソニーCSL
- クウジツ

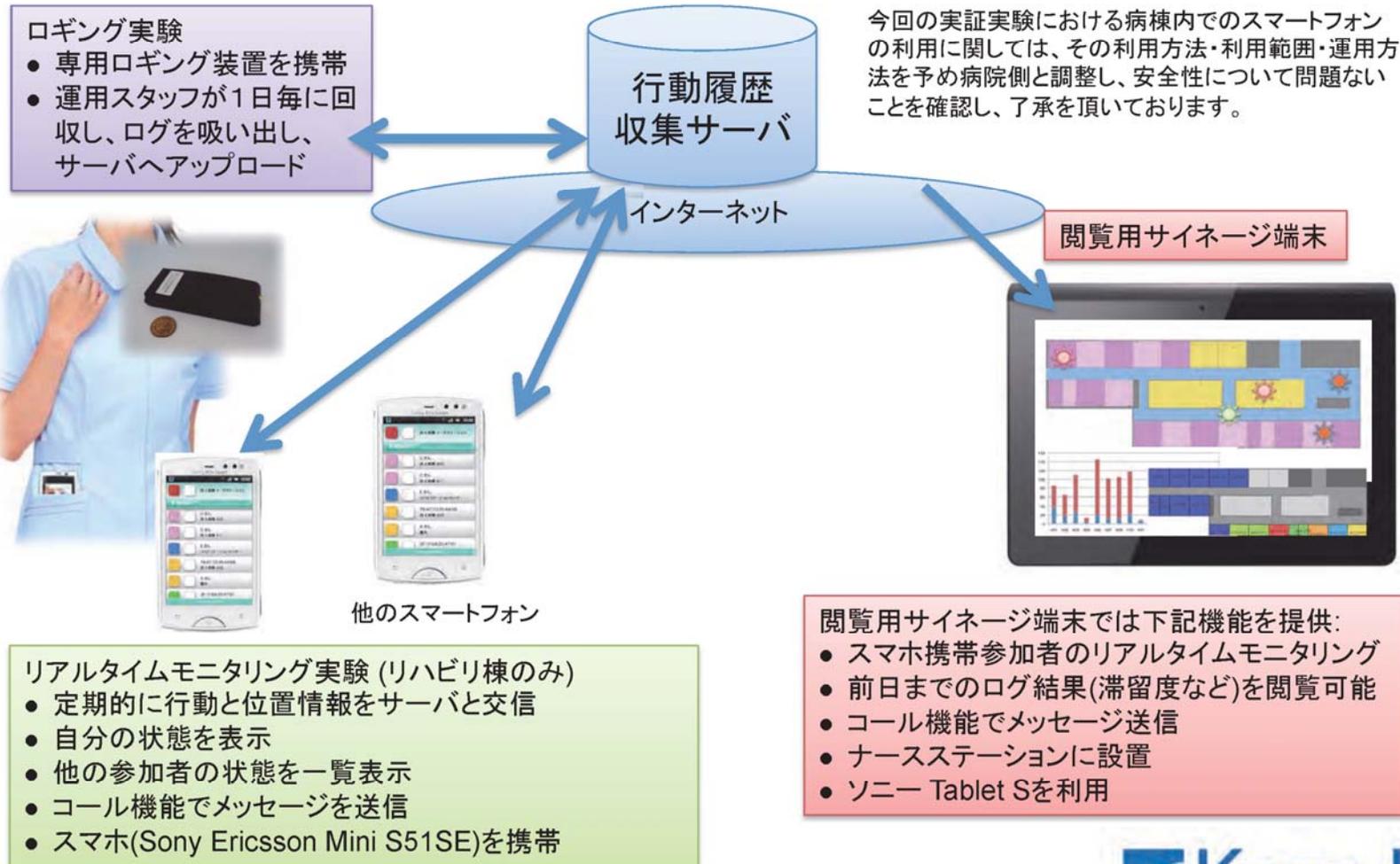


Copyright 2012 Koozyt, Inc., Tokyo, Japan

Koozyt

Lisra設立記念シンポジウム クウジツ株式会社 CTO / Lisra 理事 塩野崎 敦 氏
「無線LAN屋内測位を用いた新体験型位置情報サービスと将来構想」より

実験システム構成



Lisra設立記念シンポジウム クウジツ株式会社 CTO / Lisra 理事 塩野崎 敦氏
 「無線LAN屋内測位を用いた新体験型位置情報サービスと将来構想」より

リアルタイムモニタリング実験結果



参加者は患者さんの
 食事対応のため
 食堂に集中

2/25 11:55 ごろ

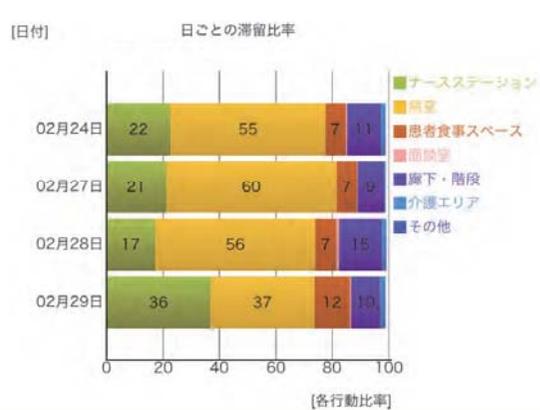


Copyright 2012 Koozyt, Inc., Tokyo, Japan

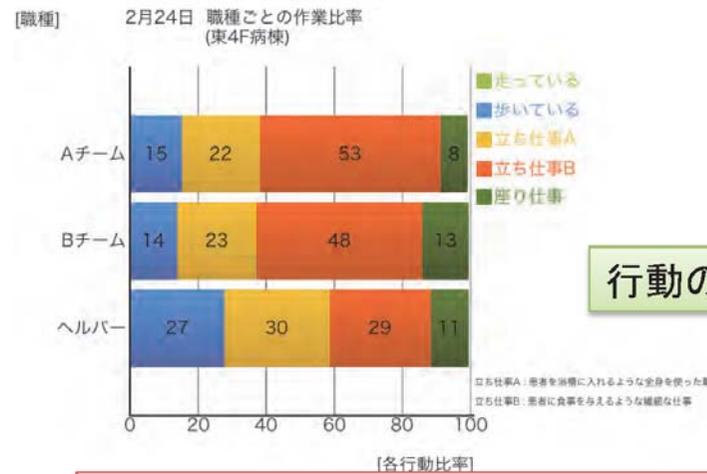
 Koozyt

Lisra設立記念シンポジウム クウジツ株式会社 CTO / Lisra 理事 塩野崎 敦 氏
 「無線LAN屋内測位を用いた新体験型位置情報サービスと将来構想」より

行動の視覚化

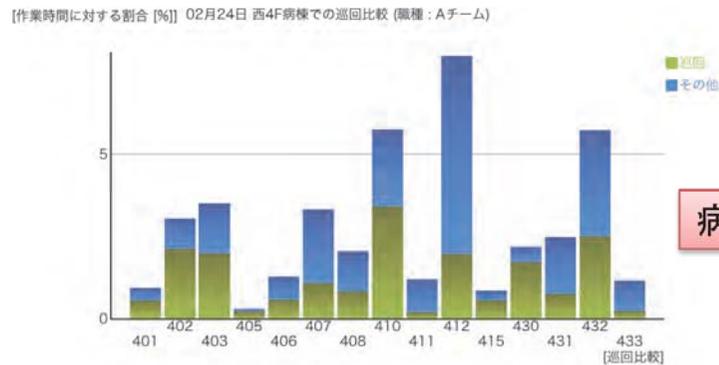


日ごとのエリア別滞留時間の比較



行動の比率

- 職種によって差がでる！
- 立ち作業Aは、例えば患者さんをベッドに寝かせるなど、動きのある作業のことです
- 立ち作業Bは、例えば廊下でパソコンを操作するなど、動きの少ない作業のことです。



病棟によっては巡回の傾向を検出することができた

巡回の割合

その他、業務日誌テンプレート作成機能を確認



Lisra設立記念シンポジウム クウジツ株式会社 CTO / Lisra 理事 塩野崎 敦氏
 「無線LAN屋内測位を用いた新体験型位置情報サービスと将来構想」より

看護師・ヘルパー 行動の分布の差

4F 2/21
 立ち仕事



職種によって行動の特性は異なる
 看護師はナースステーションでの滞留が多い
 ヘルパーは、食堂の滞留が多い

Copyright 2012 Koozyt, Inc., Tokyo, Japan



ビジネス顕微鏡

日立ハイテック

ヒューマンビッグデータサービス
コンサルティング&ソリューション

Business
Microscope

ヒト、モノ、カネの統合分析が業績向上を実現する

名札型センサノードと赤外線ビーコンを用いて、コミュニケーション状況、身体の動きなどを精緻に計測することが可能です。

対面でのコミュニケーション
検知



名札型センサノード

搭載センサ

測定データ

赤外線センサ

対面コミュニケーションの量^量を測定
(ID情報の送受信により対面状態を検知)

加速度センサ

動きとコミュニケーションの質^質を測定
(三軸方向の変化により、動きの大きさを検知)

● 対面検知: 右左120° 距離2~3mで検知可能

場所情報の
検知



赤外線ビーコン

会議室や打合せテーブルなどのコミュニケーションエリアに
設置することで場の検知が可能
赤外線ビーコンとセンサノードを組み合わせることで、
対面検知が難しい横隣り同士の検知が可能

● 対面検知: 右左360° 上下15° 距離2~3mで検知可能

ビジネス顕微鏡

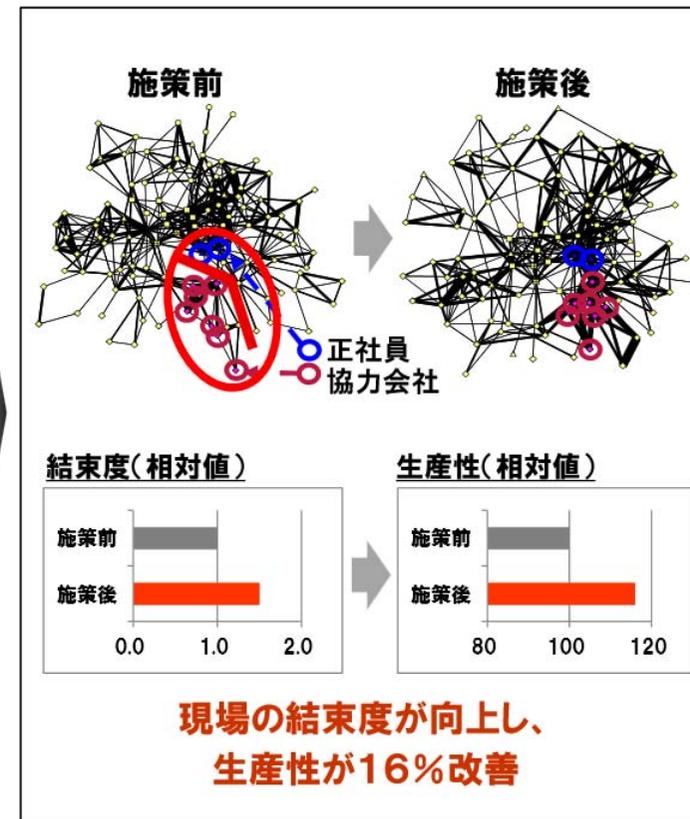
本サービスの導入例② ソフトウェア開発会社 (2/2)

日立ハイテク
HITACHI

検証結果と改善施策



SEの生産性が改善



http://www.hitachi-hitec.com/jyouhou/business-microscope/case/pdf/case_2.pdf

サービス学ロードマップシンポジウム2014より

【従業員のデータ】バンク・オブ・アメリカの試み

JIPDEC

情報技術とプライバシー | 2013年 3月 08日 19:47 JST

センサーで社員の行動を追跡する米企業が増加

記事 原文(英語)

メール 印刷

f t g+ B! in

By RACHEL EMMA SILVERMAN

米大手銀行バンク・オブ・アメリカ（バンカメ）は数年前、社員同士が実際に合って会話することの重要性を同社コールセンターで調査しようと考えた。そこで約90人のスタッフに小型センサーが付いたバッジを1週間装着してもらい、彼らの動きや会話の口調を記録した。



そのデータを分析した結果、最も生産性の高いスタッフは結束の強いチームに属しており、同僚と頻繁に会話していることが明らかになった。そこで同行は従業員同士の交流をさらに活性化させるため、休憩を1人ではなく、グループで取るようスケジュールを組んだ。

そうすることで生産性が少なくとも10%上昇したと、この調査の実施を手伝った元バンカメの人事担当者マイケ

- 90人のスタッフに小型センサーが内蔵されたバッジを装着し、行動や会話を記録・分析
- 分ったこと

➤ 同僚と頻繁に会話している社員は、結束力の強いチームの所属率が高く、生産性が高い

- 休憩をグループで取るようにスケジュールをしたところ、更に、生産性が10%向上

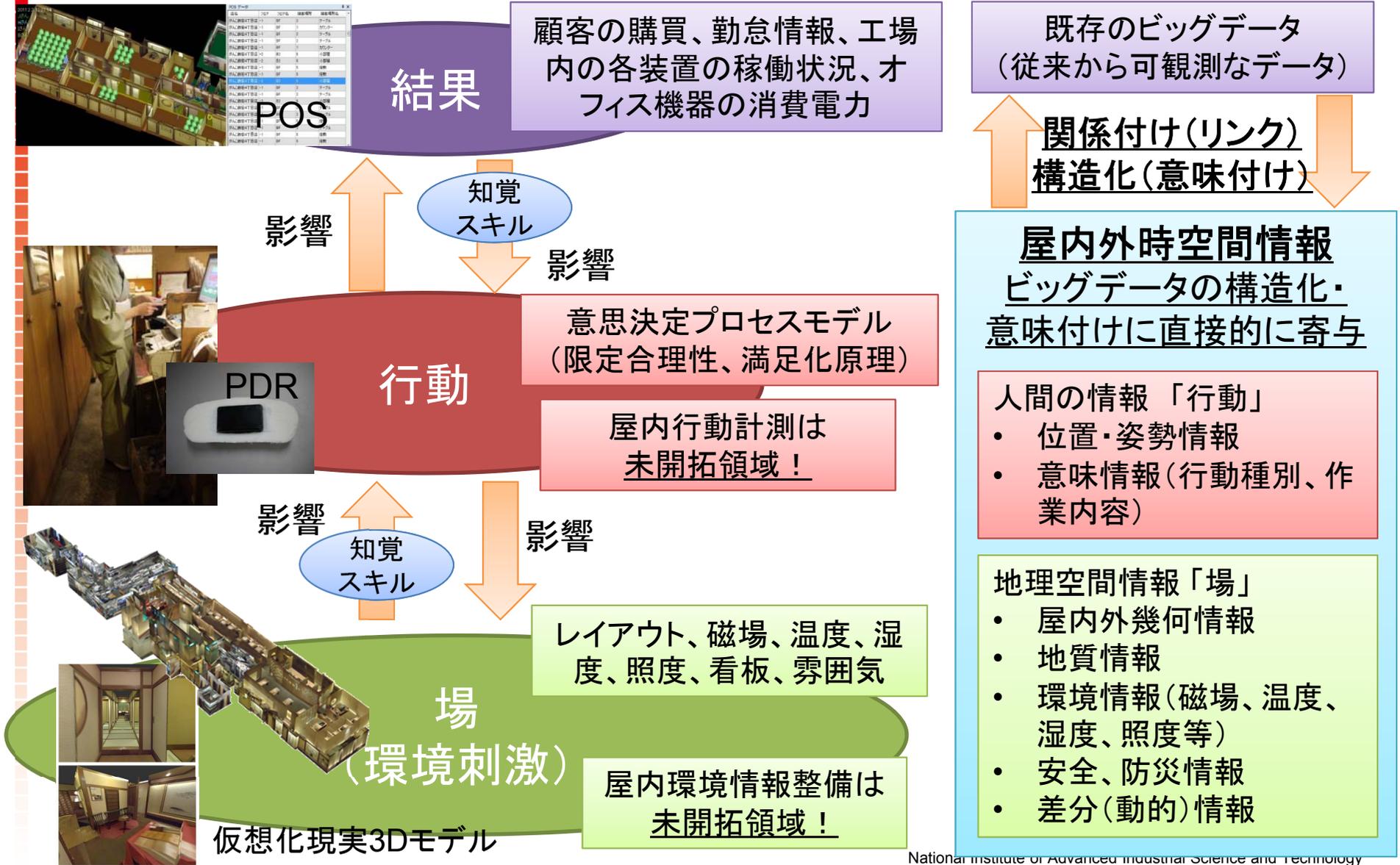


- 【今後の展開】
- ・ 従業員の行動や交友関係を分析し、働き方の洞察（予測を含）を得る
- 【実際の対策例】（JIPDEC調べ）
- ◎ 社員食堂に、社員が集まるように照明・メニューを変える
 - ◎ コーヒーメーカーを減らし、対話の回数を増やす

MITメディアラボ発のSociometric Solutions社が開発したビジネス顕微鏡的なセンサーを利用

スライド提供: JIPDEC 坂下氏

ビッグデータの構造化・意味付けと 屋内外時空間情報





行動観測技術

～国内外・産総研での研究開発事例～

多岐に亘る測位センサの特性比較

測位技術のカテゴリ			コスト				計測機能			備考	
			設置型 アセット	DB	携帯型 装置	計算	屋外測位	屋内測位	方位		
(I) 設置型装置と携帯・装着型装置のペア	(A) GNSS		N	L	L-M	L-M	M-H	N/A	N/A	インフラコストに衛星のコストを含めていない(通常、コストを意識する必要がない)	
	(B) LPS	タグを設置する場合	IMES	H	M	M-H	L	M	M-H	N/A	
			パッシブRFID	L-M	M	M-H	L	M-H	M-H	L	NFCなど通常の計測範囲は10cm<程度。高出力のリーダにより距離を計測範囲を拡大することは可能
			アクティブRFID	M-H	M	M-H	L-M	M	M-H	L	IDを用いた測位と、電波強度を用いた多辺測量とで、DB・計算コスト、精度が異なる
			Bluetooth (BLE, iBeacon)	M-H	M	L-M	L-M	M	M-H	L	同上
			Wi-Fi	M-H	M	L-M	L-M	M	M-H	L	同上
			UWB	H	M	M-H	L-M	H	H	L	直進性が高い。金属や水分に弱い。
			音波/超音波	H	M	L-M	L	M-H	M-H	L	受信部が露出している必要あり
			光通信	M-H	M	M-H	L	M-H	H	L	照明のLED置き換えと合わせたコスト削減を考慮。受信部が露出している必要あり
	(II) 設置型センサ主体		監視カメラ/LRF	M-H	M	N	H	H	H	個人IDを得るには顔認識等が別途必要	
携帯・装着型センサ主体	(C) 装着/携帯型カメラ	人工マーカ	L	M	M	M	H	H	H	カメラで映像を撮り続けることに対する社会受容性の問題あり	
		自然特徴点	N	H	M	H	H	H	H	カメラで映像を撮り続けることに対する社会受容性の問題あり	
	(D) 自蔵・慣性航法	INS	N	L	H	L	M-H	M-H	H	誤差の蓄積あり	
		PDR	N	L-M	M	L-M	M-H	M-H	M-H	人間の行動計測に特化。行動種別も認識可能。誤差の蓄積あり	
(E) マップマッチング			N	H	N	M-H	M	M-H	L	ルート(線)に基づくマッチングか、通行可能領域(面)に基づくマッチングかにより計算コストは異なる	
(F) SDF			M	M-H	M	H	M-H	M-H	M-H	各項目はフュージョンの仕方に依存	

PDR

- 測位インフラがなくても相対測位を続けることが可能。
- 点の集合ではなく、線（形、曲率）としての意味を持つ軌跡を取得可能。運動の種類や大きさも計測可能。
- 加速度、ジャイロ、磁気の9軸、もしくは気圧を含めて10軸センサを利用。
- H/W化で省電力化も加速。
- 今年はPDRビジネス元年！



自蔵センサモジュール

- ・ 加速度センサ
- ・ ジャイロセンサ
- ・ 磁気センサ
- ・ 気圧センサ



PDRビジネス元年！

INTERNET Watch

最新記事

「Apple Watch」対応の地図・位置情報アプリまとめ [2015/04/27]

歩行者自律航法技術による屋内ナビを実現、「ドコモ地図ナビ」サービス開始 [2015/04/23]

BLEによる屋内測位が可能、場所情報システム「コシル池袋」公開 [2015/04/16]

国土地理院、戦後・復興期の航空写真をウェブ地図上で面的表示、三角点・水準点の配置も [2015/04/09]

春の地図まつり特別編3：道路の現状は走ることで分かる——国内延べ500万kmを5mおきに撮影した男たちがいた [2015/04/04]

春の地図まつり特別編2：道の形、家の形、駐車場入口の正確な位置……最新地図を支える日々の情報収集

趣味のインターネット地図ウォッチ

歩行者自律航法技術による屋内ナビを実現、「ドコモ地図ナビ」サービス開始

(2015/4/23 06:00)

8+1 5 29 ツイート 86 いいね! 253 Pocket 46

株式会社NTTドコモと株式会社ゼンリンデータコムは、両社が提供している地図サービス「ドコモ地図ナビ powered by いつもNAVI」（以下、「ドコモ地図ナビ」と表記）において、歩行者自律航法（PDR）技術と地図情報を組み合わせたルートマッチングにより、屋内での歩行者向けナビゲーションサービスを提供開始した。

屋内でのナビゲーションについては、以前からGoogle マップをはじめさまざまな地図アプリや施設案内アプリで提供されていたが、その多くは無線LAN測位を使ったもので、PDR技術を使った地図アプリが提供される事例は珍しい。今回はこの「ドコモ地図ナビ」のスマートフォンアプリ「地図アプリ」に実装された屋内ナビ機能の概要とともに、そこに使われている技術について両社の開発担当者に詳しく話を聞いた。



PDRを用いたコンシューマサービス開始
 (全国の地下鉄構内や地下街など。
 320->400カ所へ)

NTTドコモ、ゼンリンデータコム、旭化成、
 産総研によるコラボレーション事例



SONICNAUTスターターキット

ご提供価格 ¥800,000-(税別)

※SONICNAUT スターターキットご利用上の注意
 ホトライキットの商用利用はできません。
 購入いただいたお客様の社内検証・評価、テストシステムへの組込とその検証に限らせていただきます。

【ハードウェア】超音波発生装置

①スピーカーセット(10代)	②コントローラー(1機)	③スピーカー設置例
----------------	--------------	-----------

【ソフトウェア】Andriodサンプル測位アプリ

③Andriodサンプル測位アプリ

Andriod向けライブラリ・サンプルコードをご用意します。

- 用途に応じたソフトウェアの開発にご利用ください。
- レポートサイトにてスターターキットのドキュメント提供やお問合せ対応をさせていただきます。
- システムやソリューション構築に関するご相談には個別に対応させていただきます。

MTI、旭化成、産総研によるコラボレーション事例

PDRビジネス元年！

MegaChips

NEWS RELEASE

各 位



2014年10月24日

会社名 株式会社メガチップス
 本社 大阪市淀川区宮原一丁目1-1
 代表者名 代表取締役社長 高田 明
 (コード番号 6875 東証第一部)

Sensor Hub LSI「frizz」の開発に関するお知らせ

株式会社メガチップスは、Sensor Hub LSI「frizz」(型番：MA60000)を開発いたしました。サンプル出荷を2014年10月末より、量産出荷を2015年1月より開始の予定です。本製品は2015年度で、1,000万個の販売を目指しております。内容について下記のとおりお知らせいたします。

記

現在、スマートフォンやウェアラブル機器(活動量計、スマートウォッチ等)には加速度センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ等、複数のセンサが搭載されています。これらのセンサにより、人の動作や機器の状態を認識し、機器を制御することに用いられ、人の「活動量」を記録するな

Sensor Hub LSI「Frizz」 (省電力PDR指向モーションコプロセッサ)

メガチップス社と産総研とのコラボレーション事例

PDR組み込みモジュール

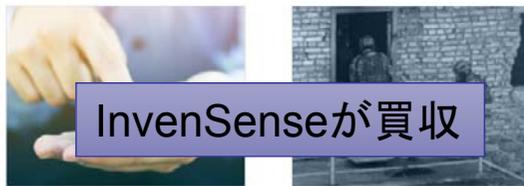
- 単3電池駆動のPDRモジュール
- デュアルセンサ
- BLE対応



杉原SEI社と産総研とのコラボレーション事例

PDRの世界動向

2010年以降、世界各国でPDRのR&Dプレイヤーが露出しはじめた。



InvenSenseが買収

Indoor Navigation with the Trusted Portable Navigator (T-PN)

Personnel Tracking with the Trusted Portable Navigator (T-PN) Strap

Trusted Positioning (Canada)



InvenSenseが買収

Movea (France)



Qualcommが買収

CSR (UK)



村田製作所と提携 Audience社が買収

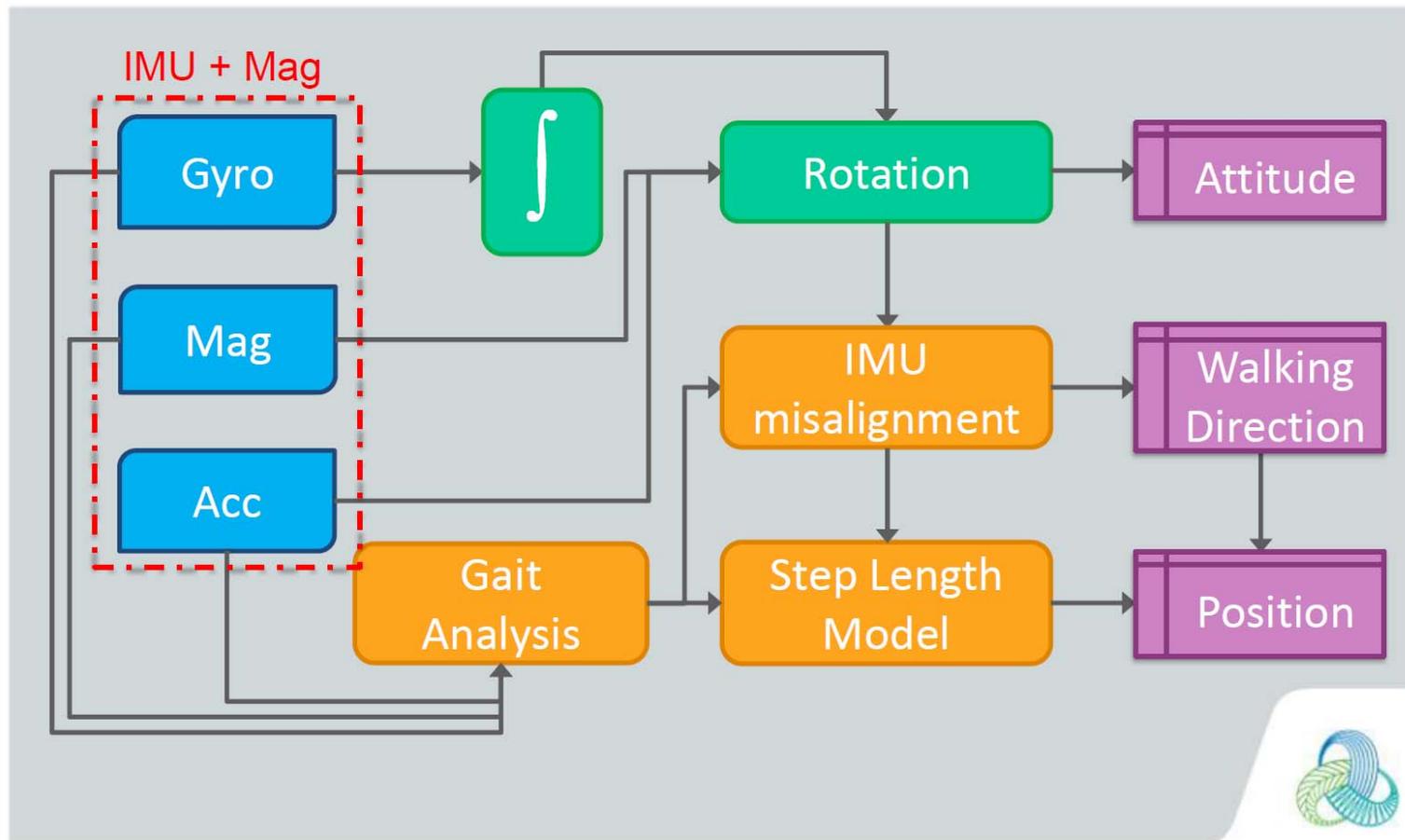
Sensor Platforms (USA)



TRX (USA)

日本国内：
 インテック、NTTドコモ/ZDC、MTI、KDDI研究所、国際航業、サイトセンシング、産総研、澁谷工業、杉原SEI、DNP、パナソニック、日立、富士通、マルティス、メガチップス、リコー、東工大、神奈川工大、慶大、名大、新潟大、立命館大など

PDRの最前線：進行方向推定

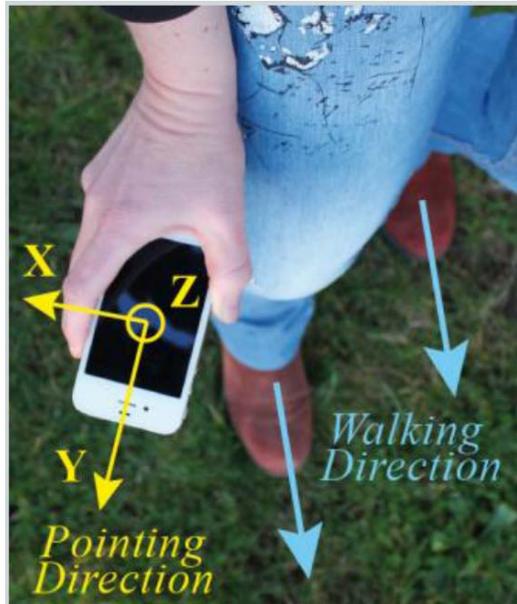


Valérie Renaudin© – 13/10/2015 – IPIN, 2015 – Banff Canada

53

- Tutorial: Personal Navigation with Handheld Devices by Valerie Renaudin, IPIN 2015.

PDRの最前線：進行方向推定



- Overall experimental results in Motion Lab (see previous videos)
 - Swinging mode : error <math>< 10^\circ</math>
 - Texting mode: mean error <math>< 30^\circ</math>

Parasite oscillations	→	• PCA Principal Component Analysis
	→	- sensitive to oscillations
Gait Analysis	→	• FLAM Forward and Lateral Acc. Modeling
	→	- need a large database
	→	- IMU carrying mode dependent
	→	- Person dependent (gender, weight, etc.)
Large hand/arm motion	→	• FIS Frequency analysis of Inertial Signals
	→	- globally more robust
	→	- Gat Analysis dependent
	→	- Accuracy is not sufficient

Combettes et al., Comparison of misalignment estimation techniques between handheld device & walking directions, IPIN, 2015.
Valérie Renaudin - 13/10/2015 - IPIN, 2015 - Borfit Canada

“Globally, the FIS method provides better results than the other two methods.”

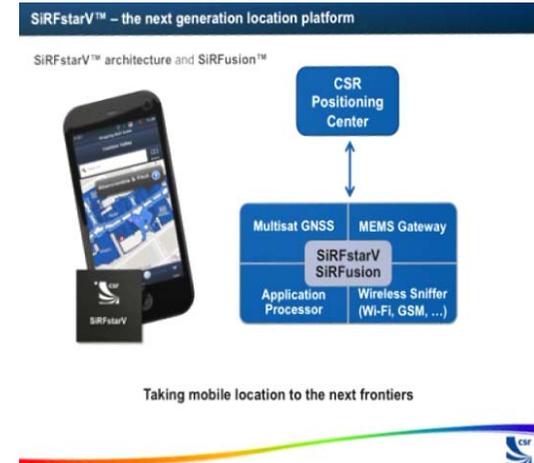
- Tutorial: Personal Navigation with Handheld Devices by Valerie Renaudin, IPIN 2015.
- Long Paper: Christophe Combettes, Valerie Renaudin, Comparison of Misalignment Estimation Techniques Between Handheld Device and Walking Directions, IPIN 2015.
- FIS was proposed by Kouroggi and Kurata in PLANS 2014.

PDRのハードウェア化の流れ

- センサーハブ
- モーションコプロセッサ
 - Apple, CSR & St micro, InvenSense, Kionics, Intel, Qualcomm, 旭化成など
 - 端末内で各センサが（HW, OS, API的に）**分散**しすぎている：GPS, Wi-Fi, 10軸センサは別々に扱われている
 - センサの生データの扱いづらさ（**キャリブレーション**など）
 - センサフュージョンには**継続的** (always-on)な記録や計算が必要（カルマンフィルター、パーティクルフィルターなど）
 - 徐々にインプット側のGPU的に

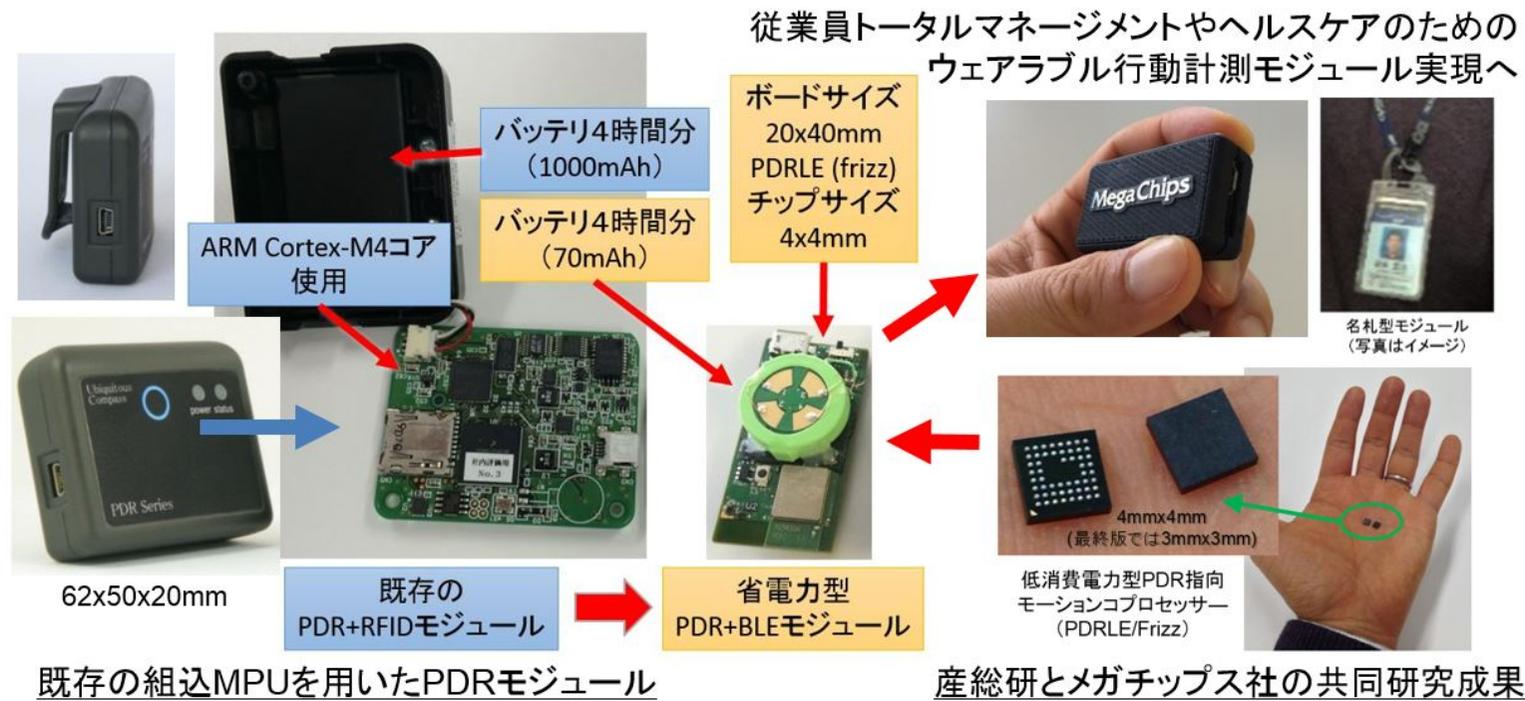


iPhone6
M8(ARM Cortex-M3)



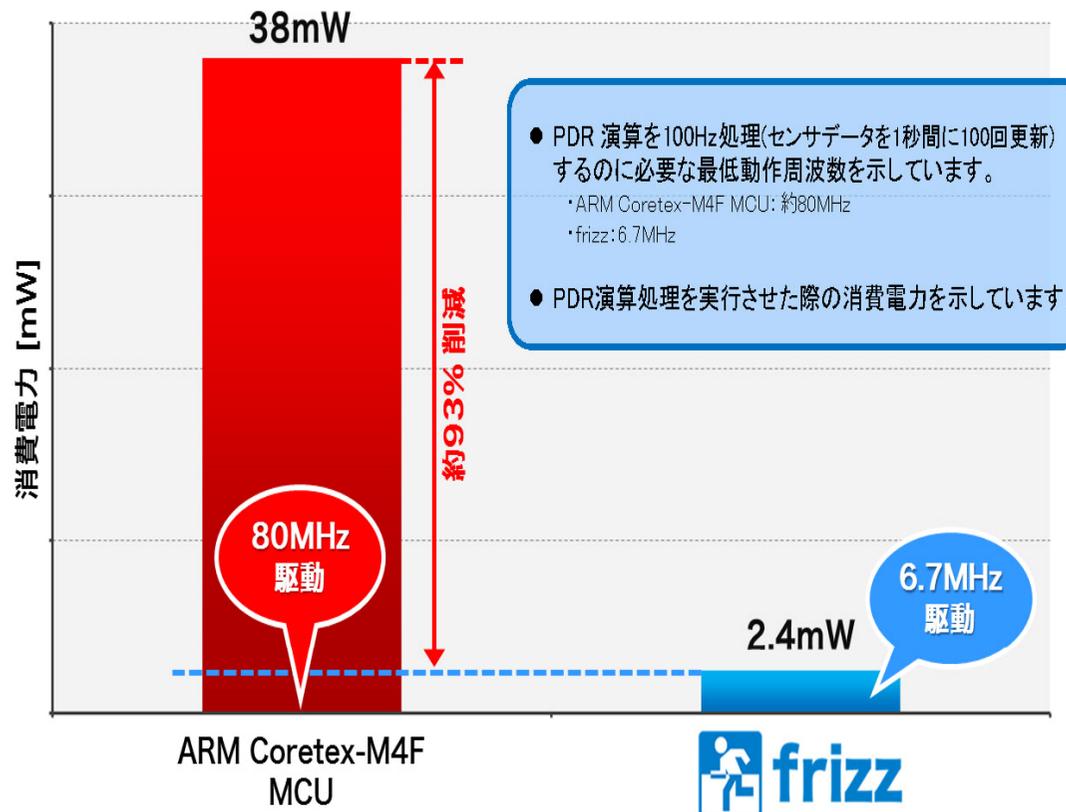
省電力PDR指向モーショントラッキングプロセッサ：Frizz

- ARMCortex-M4Fマイコン比で、消費電力を最大93%削減
 - Frizz: 低クロックで4並列浮動小数点SIMD演算可能
 - ARMCortex-M3では、PDRの処理は不可能
- スマホやヘルスケア・産業用等の専用HWへの搭載を想定



■ 他社ICとの比較【圧倒的な低消費電力】 MegaChips

- PDR演算時において、ARMCoretex-M4Fマイコンと比較するとfrizzは**最大93%**の消費電力を削減出来ます！



サイトセンシング



- 行動ラボ株式会社設立 (2013/4/30)
 - 産総研技術移転ベンチャー称号付与 (2013/7)
 - 事業内容
 - 行動計測、3Dモデリング
- サイトセンシング株式会社と経営統合 (2014/7)
 - サイトセンシング株式会社として規模を拡大し再出発
 - サイトセンシングの事業内容
 - 顔認識・属性分析ソフトウェア(Face Grapher)の提供
 - 両社の事業を展開
- 省電力型PDRライブラリが、Location Business Japan (Interop) 2015 Best of Show Awardのファイナリスト (IoT部門) に選出され、その中から審査員特別賞を受賞 (2015/6/10)





PDR+ Library

【省電力型歩行者自律航法(PDR)ライブラリ】

屋内外を問わず、
人や物の移動を
自動計測・可視化



PDR+ Libraryの5要素

姿勢推定

慣性センサ出力に基づいて、センサ(計測装置)の絶対姿勢を推定する

地磁気
方位補正

磁気センサの出力に基づいて、磁場状態に応じて水平方位を補正する

歩行動作
検出

人の歩行動作を検出し、その大きさ(歩行速度)を推定する

進行方向
推定

歩行者自身の移動方向を自動推定する。様々な保持状態に対応する

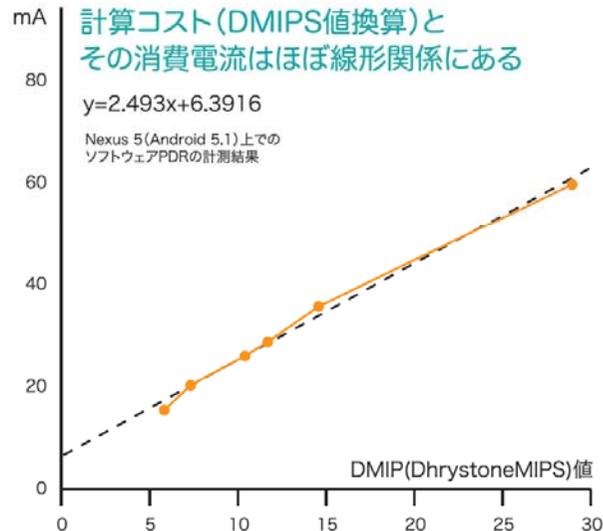
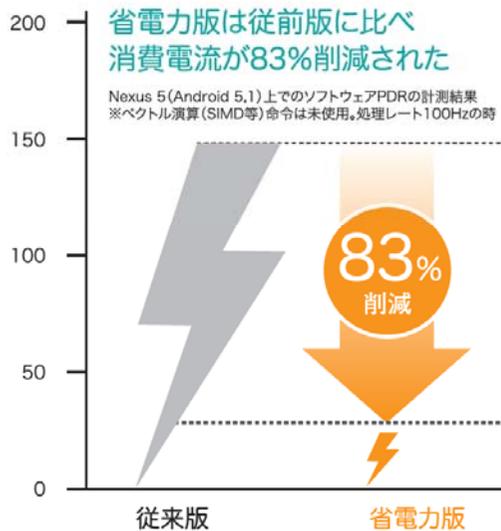
統合測位

他の測位手段(例:BLEビーコン等)の出力を推定結果に取り込む



省電力型PDRの実現

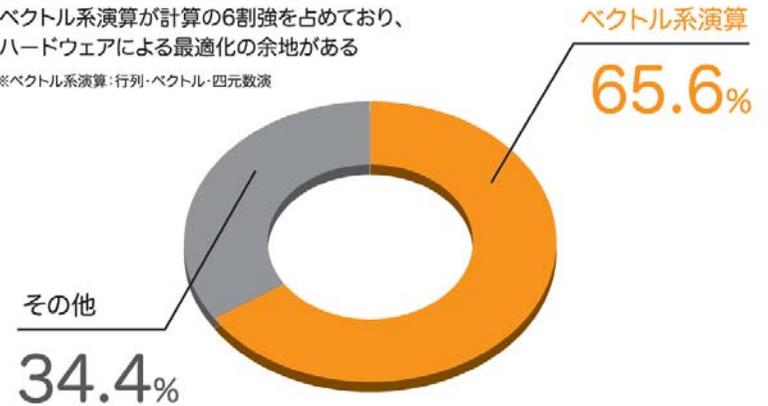
ソフトウェアレベルで従前版PDRを最適化・再構成して、計算コストを大幅に低減させ、その消費電流を削減した



計算コストの内訳

ベクトル系演算が計算の6割強を占めており、ハードウェアによる最適化の余地がある

※ベクトル系演算: 行列・ベクトル・四元数演



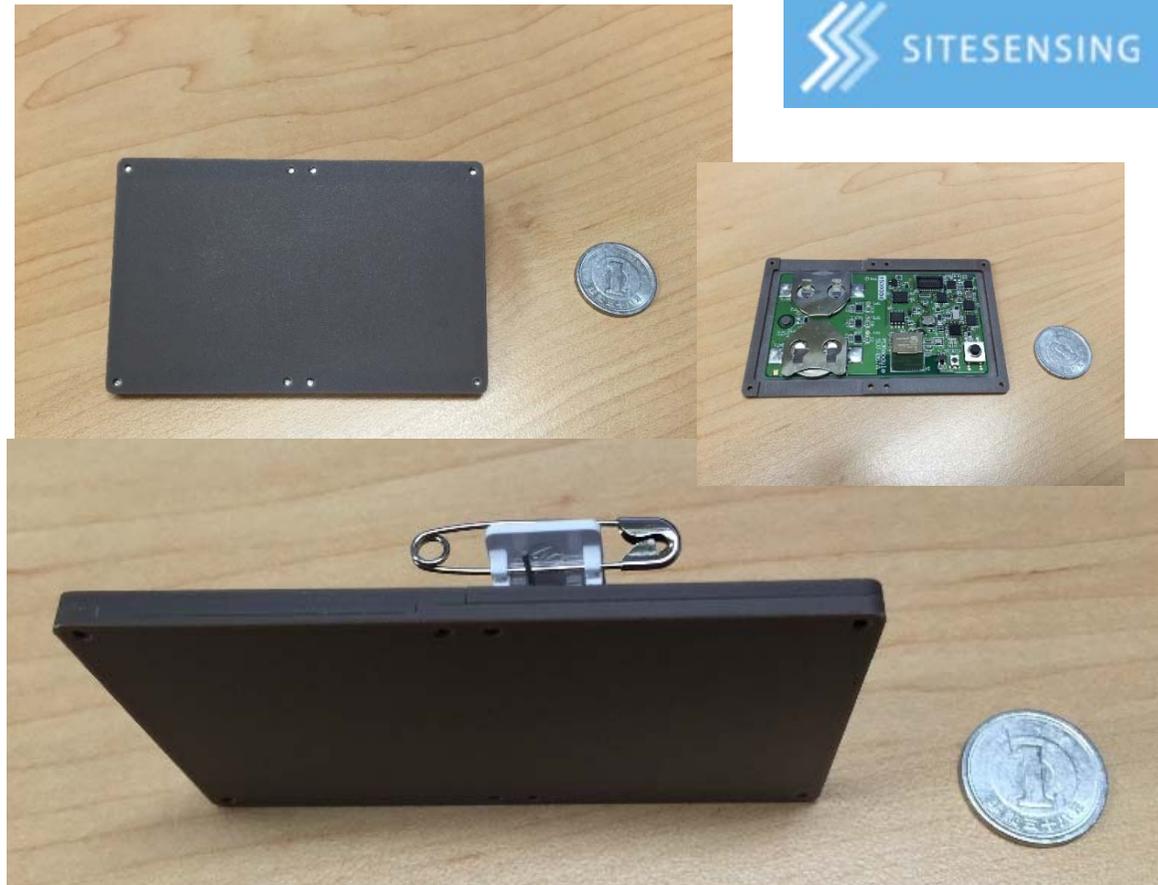
さらなる省電力化

ハードウェアレベルでは、以下の2点において省電力化を達成可能

- ① ベクトル系演算を省電力処理可能なプロセッサ上で最適化して、PDRの計算コストを削減可能である。3次元幾何学演算と同様
- ② 専用省電力プロセッサ(センサハブ)を用いて、単位計算コストあたりの消費電流を低減させることができる

社員証サイズ PDRモジュール

PDRが頻繁に使うベクトル演算命令に強い専用の省電カプロセッサ(センサハブ)を用いて、必要なバッテリー容量・サイズを大幅に小型化したPDRモジュールを試作



CR2016x2 (180mAh, 3V)で
17~24時間連続稼働

PDRベンチマーク標準化委員会 2015年度活動計画

- LBJ2015の測位技術Showcaseへの出展
- UbiComp/ISWCでのPDR Challenge企画協力
– 国際的な展開へ
- HCGシンポジウム2015での企画セッション



なぜPDRベンチマーク？

- PDRの研究開発や実用化を進めている企業や大学が国内外で急増（今年がPDRビジネス元年！）
 - IPIN 2015では、国内学会では考えられない頻度でPDRというキーワードが飛び交っていた。
- PDRは相対測位。GPSやWi-Fi測位のような絶対測位とは異なる評価方法が必要
- 仕様書や論文に、どのように性能を表記すればよいかを統一していく必要性

PDRベンチマーク標準化委員会賛同組織

- 国内29組織：
 - 旭化成、インテック、MTI、KDDI研究所、国際航業、澁谷工業、クウジット、サイトセンシング、杉原SEI、電通国際情報サービス、日立、マルチスープ、ミルディア、村田製作所、メガチップス、リクルート（牛田）、リコー
 - 愛知工業大学（梶）、明石高専（新井）、神奈川工大（田中）、慶大（春山、神武、中島）、筑波大（蔵田）、東工大（岡田）、名大（河口）、新潟大（牧野）、立命館大（西尾）、産総研、HASC、Lisra（順不同、敬称略）

注）赤文字：IPIN 2015に参加した組織

どう標準化？

下記の観点からデータセットと評価指標を検討

- **内部要因**：センサのオフセット・感度
- **外部要因**：
 - － 人的要因：保持・装着状態、歩行者特性、歩行以外の動作の種類や量、位置情報を見ながら歩くか
 - － 環境要因：ルート形状、長さ、歩行可能エリアの形状、磁場、気圧、温度等の環境
- **初期条件**：初期方位設定やセンサ校正の有無等
- **評価の視座**：PDR単体の評価なのか、ハイブリッド測位から見たPDRの評価なのか

評価指標

+

データセット

Ubicomp/ISWC 2015 PDR Challenge



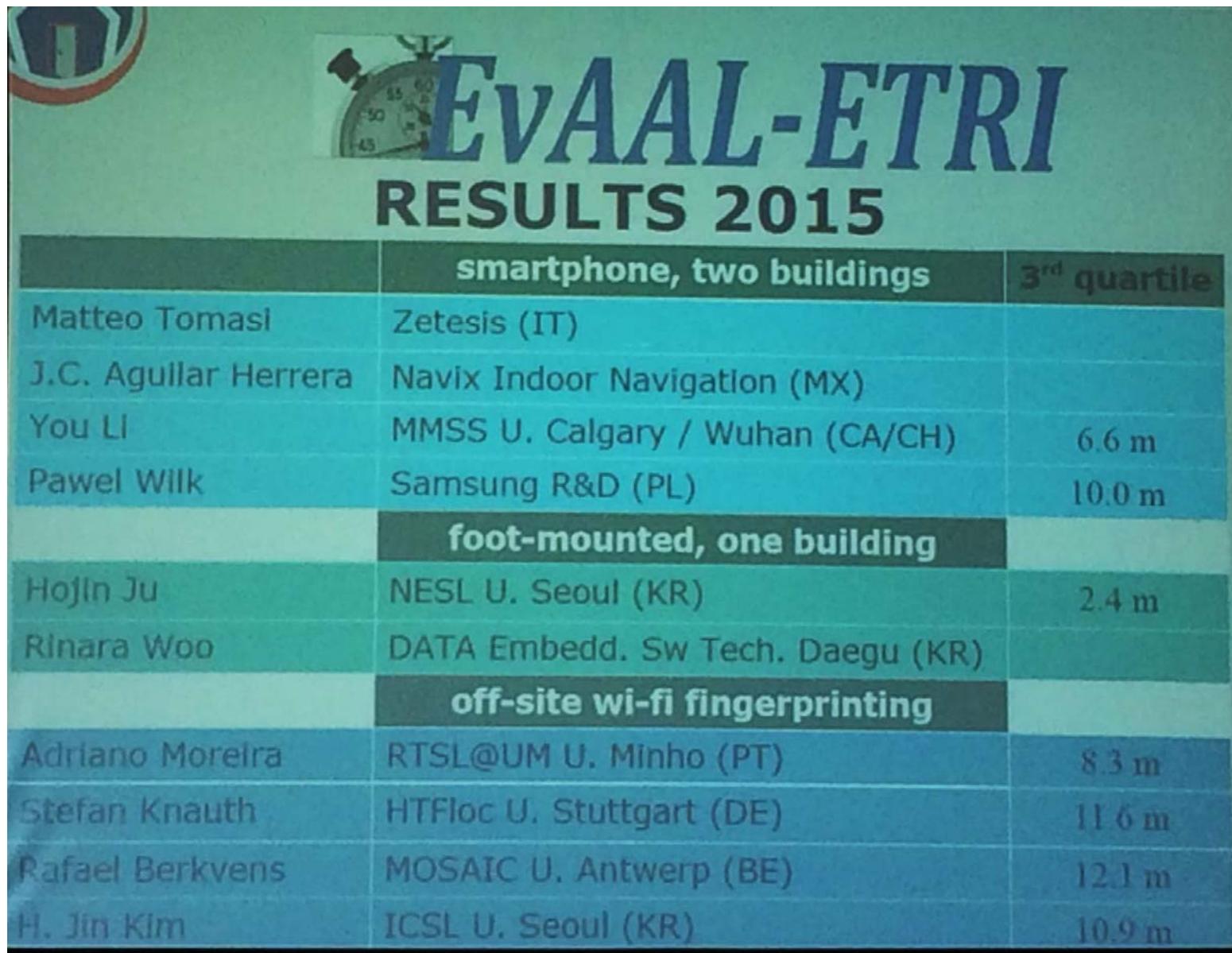
Photo by Joe Sampouw on Flickr

サポートコミュニティ: Lisra(位置情報サービス研究機構)、PDRベンチマーク標準化委員会、
HASC(行動センシングコンソーシアム)



OS「G空間×ソーシャル・サイバー・フィジカル」(12/16)

- 愛知工大梶先生：Ubicomp/ISWC 2015 PDR Challenge 開催報告
- 他のコンペティション (MS, EvAAL-ETLI) との比較も
- サイトセンシング興梶氏：名札型屋内測位モジュールを実現する省電力型歩行者自律航法とその評価
- 京大黒田先生：病院情報システムにおける位置情報の活用など

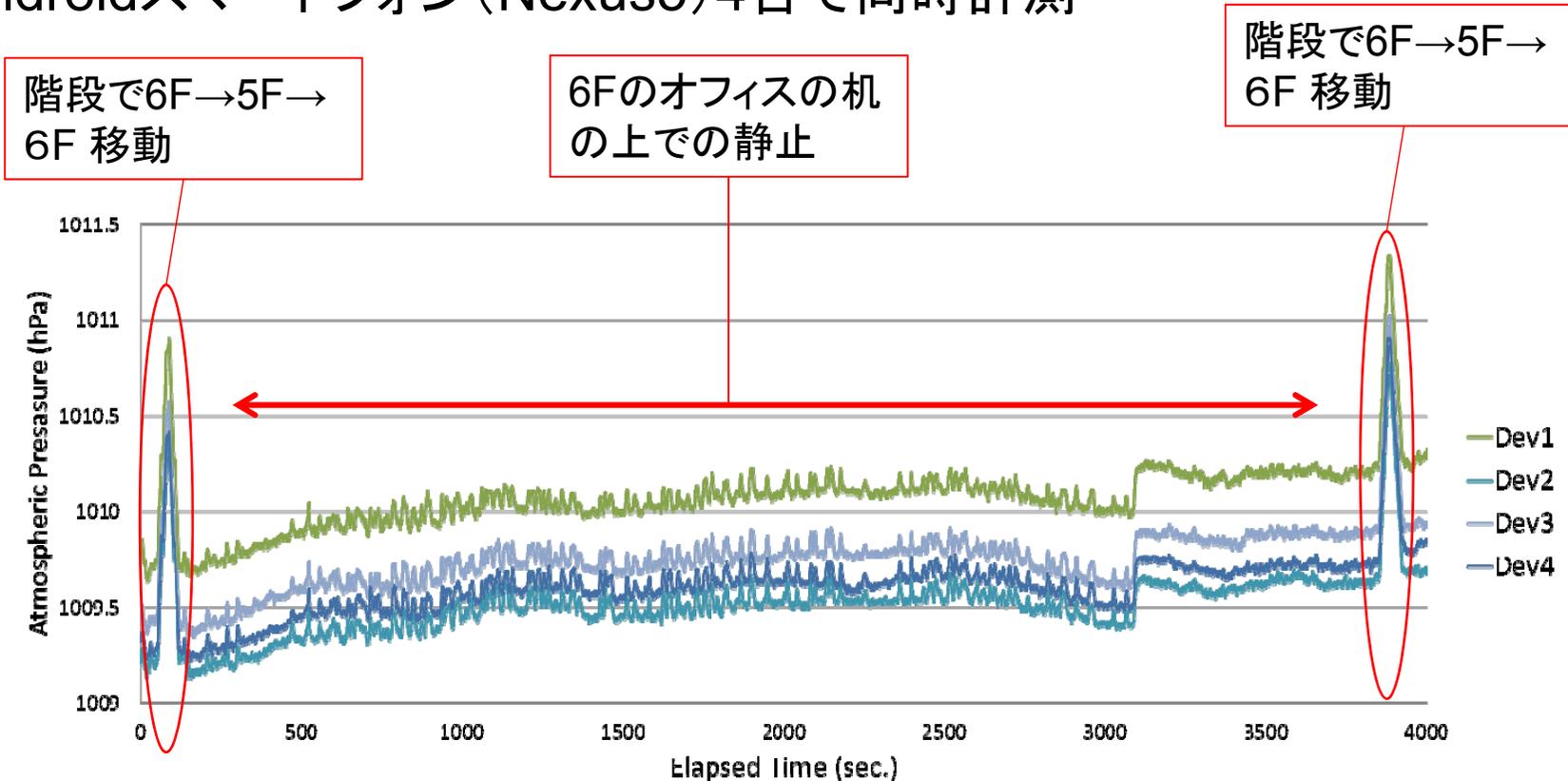


EvAAL-ETRI RESULTS 2015

	smartphone, two buildings	3 rd quartile
Matteo Tomasi	Zetesis (IT)	
J.C. Agullar Herrera	Navix Indoor Navigation (MX)	
You Li	MMSS U. Calgary / Wuhan (CA/CH)	6.6 m
Pawel Wilk	Samsung R&D (PL)	10.0 m
	foot-mounted, one building	
HojIn Ju	NESL U. Seoul (KR)	2.4 m
Rinara Woo	DATA Embedd. Sw Tech. Daegu (KR)	
	off-site wi-fi fingerprinting	
Adriano Moreira	RTSL@UM U. Minho (PT)	8.3 m
Stefan Knauth	HTFloc U. Stuttgart (DE)	11.6 m
Rafael Berkvens	MOSAIC U. Antwerp (BE)	12.1 m
H. Jin Kim	ICSL U. Seoul (KR)	10.9 m

要因分解のための計測気圧の観察実験 1

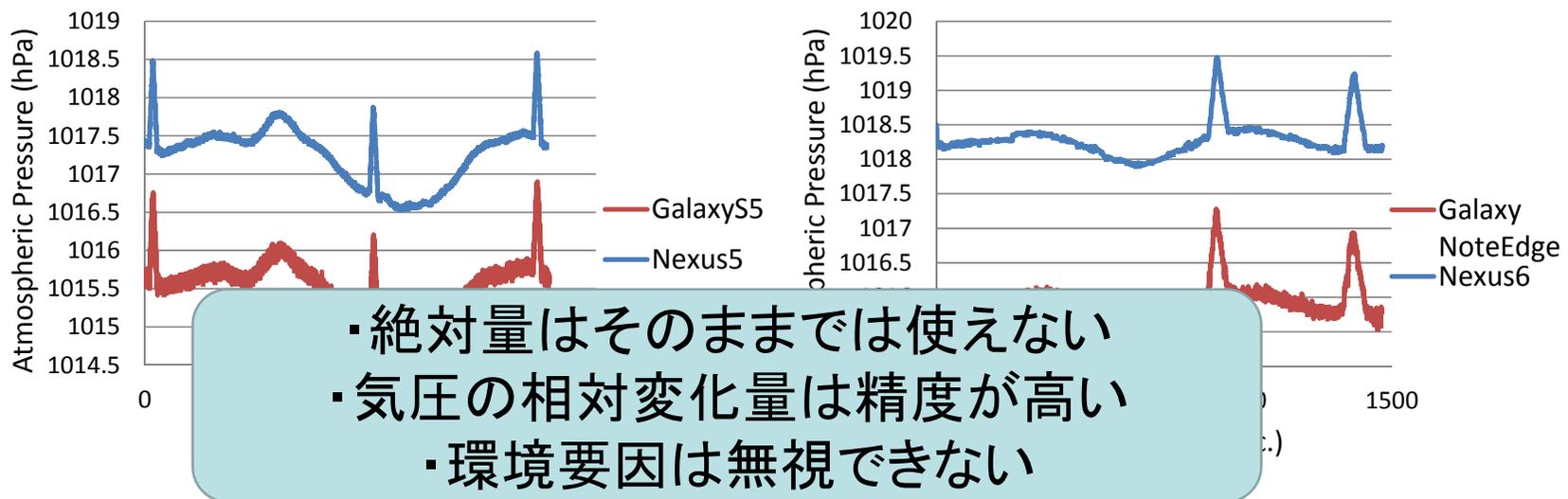
Androidスマートフォン(Nexus5)4台で同時計測



- R. Ichikari, L. C. M. Ruiz, M. Kourogi, T. Kitagawa, S. Yoshii and, T. Kurata “Indoor Floor-Level Detection by Collectively Decomposing Factors of Atmospheric Pressure,” Proc. Int. Conf. on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN2015).

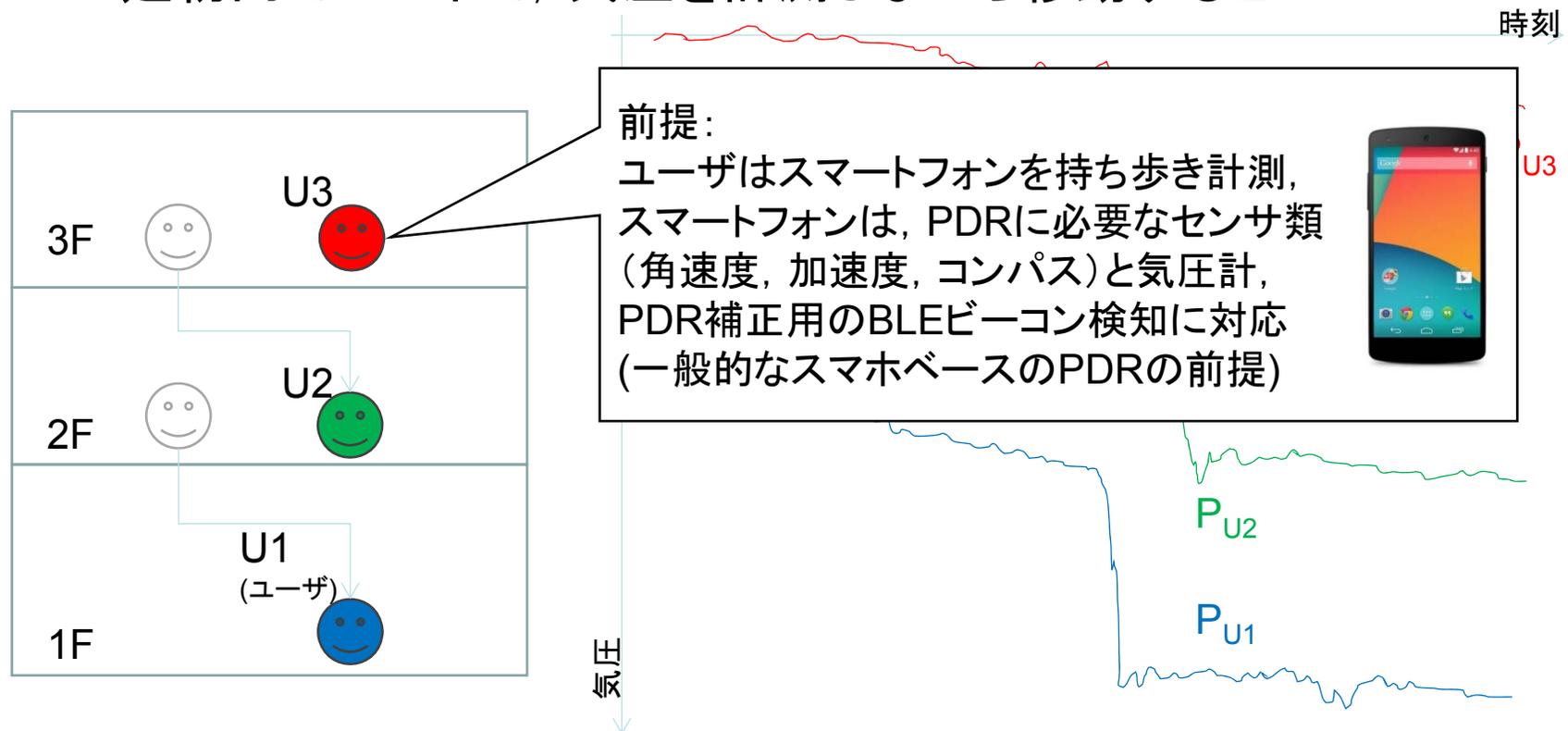
要因分解のための計測気圧の観察実験2

- 異なるスマホの機種間 (GalaxyS5, Nexus5, Galaxy NoteEdge, Nexus6) での比較
- ピークは階段移動を行った時間帯



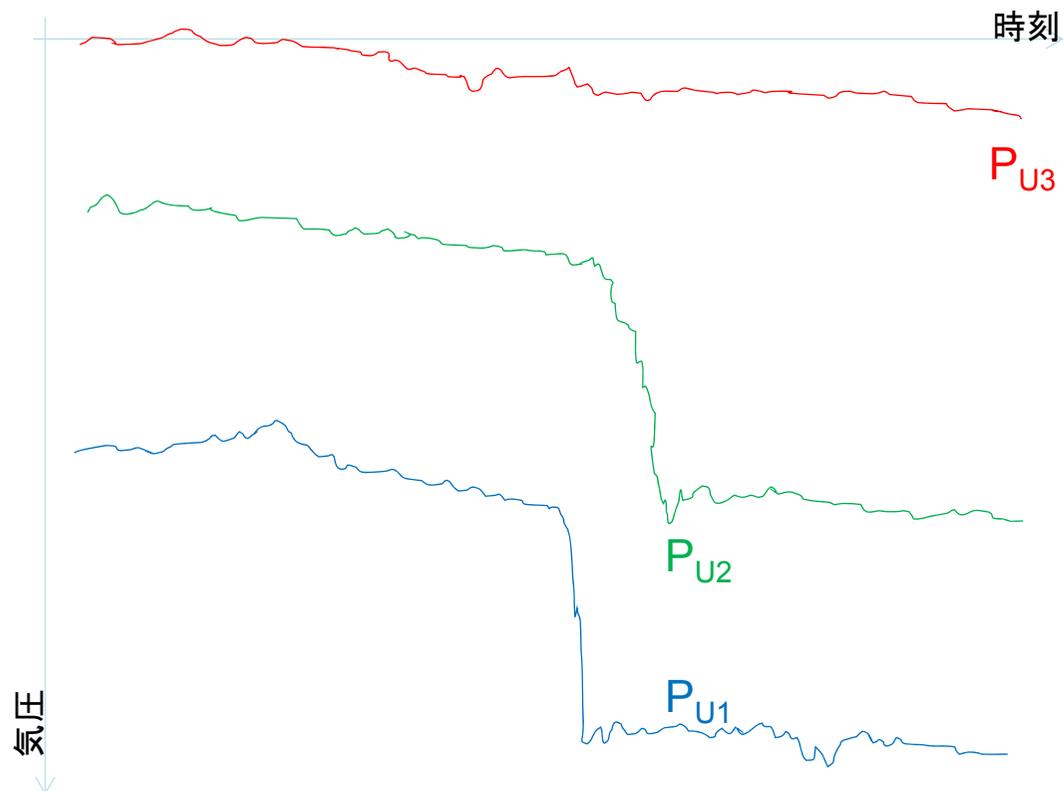
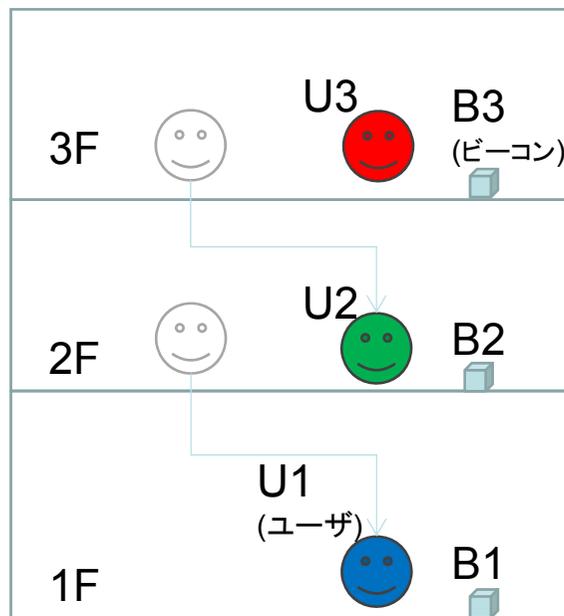
提案手法のコンセプト

建物内でスマホで、気圧を計測しながら移動すると...



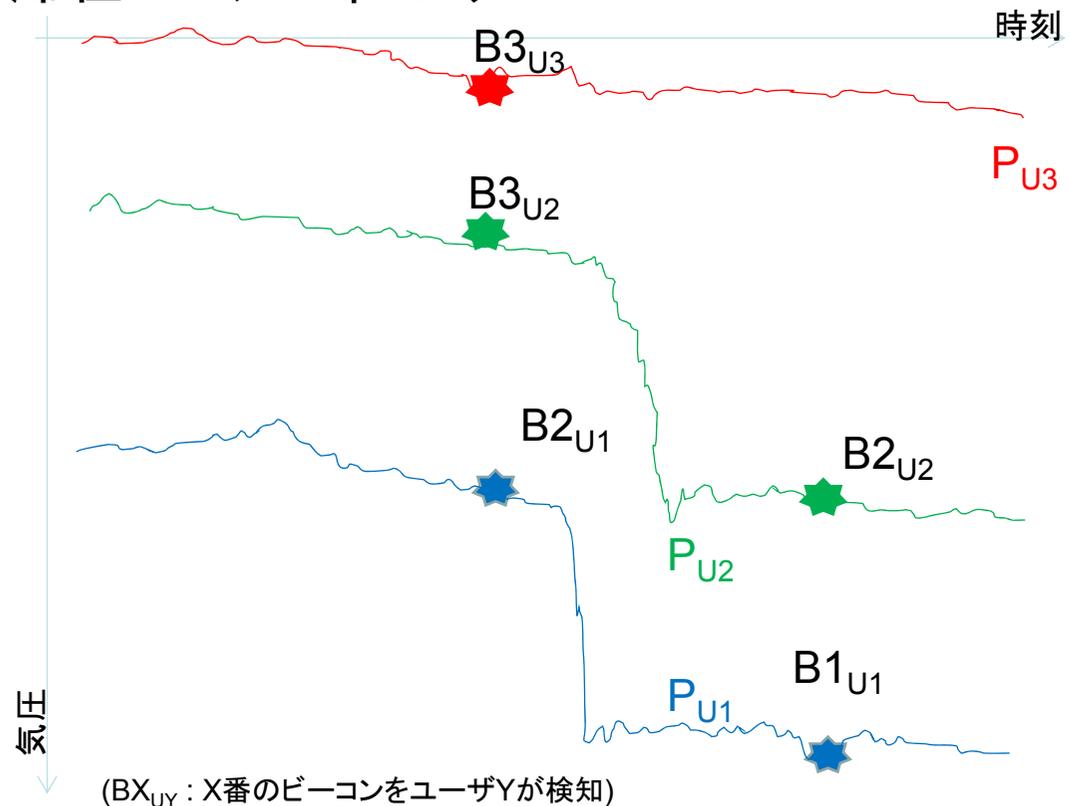
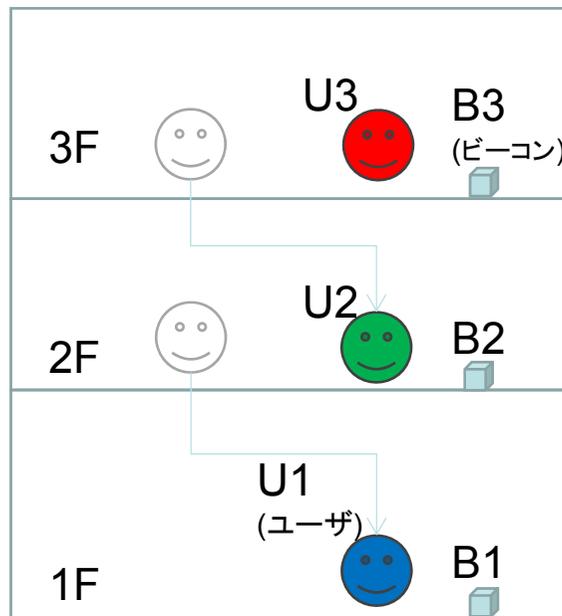
提案手法のコンセプト

もし(信頼できる)ビーコン(または他のフロア検知手段)があると...



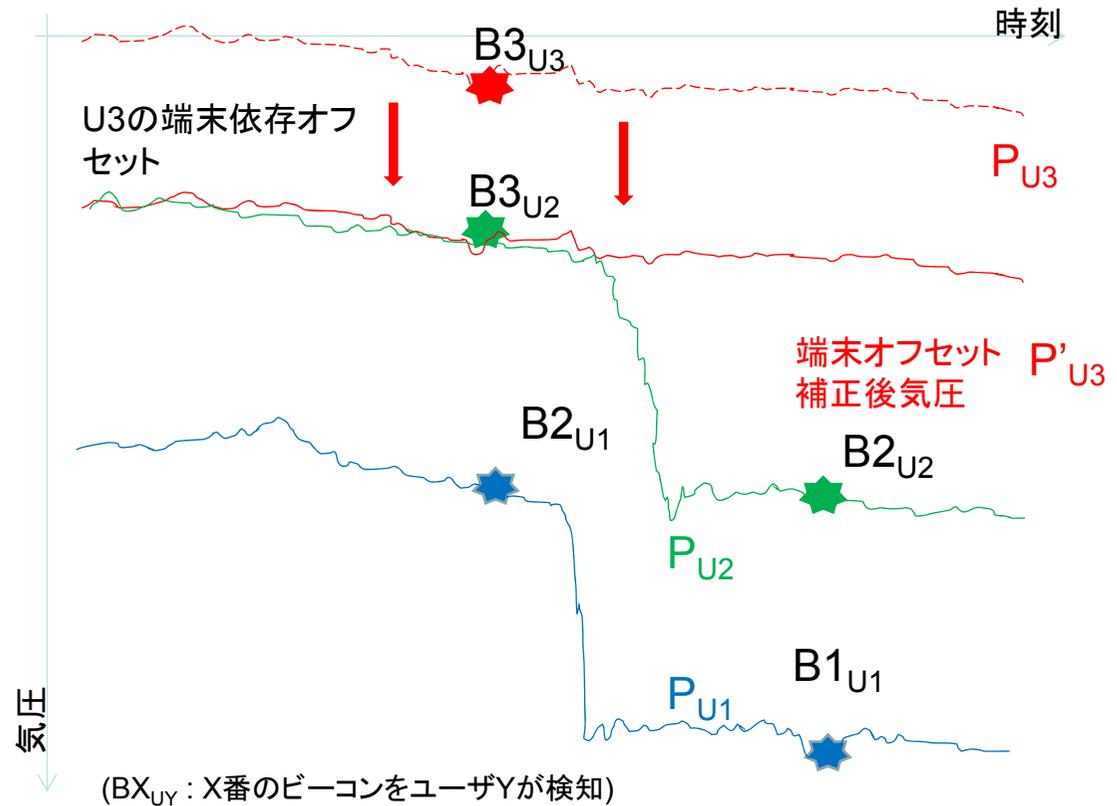
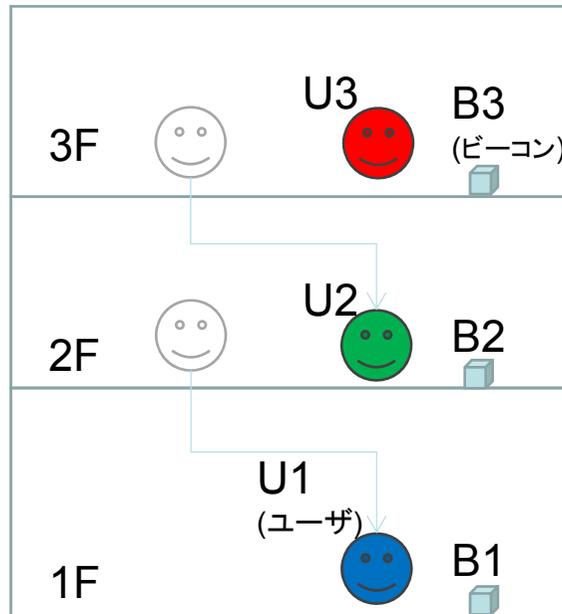
提案手法のコンセプト

気圧計測をした際の滞在フロアがわかり...



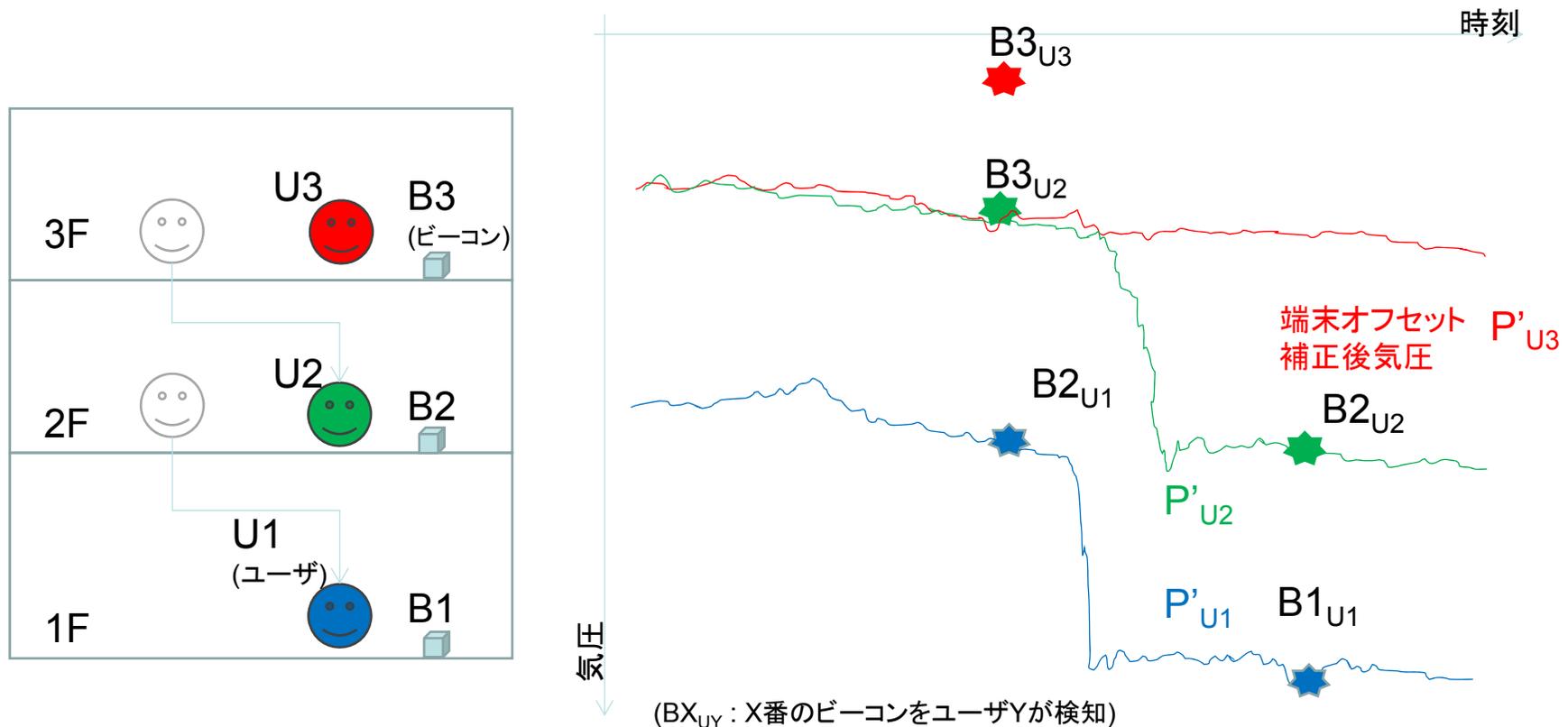
提案手法のコンセプト

同じ高さでの計測気圧差がわかり、端末依存オフセットを補正できる。



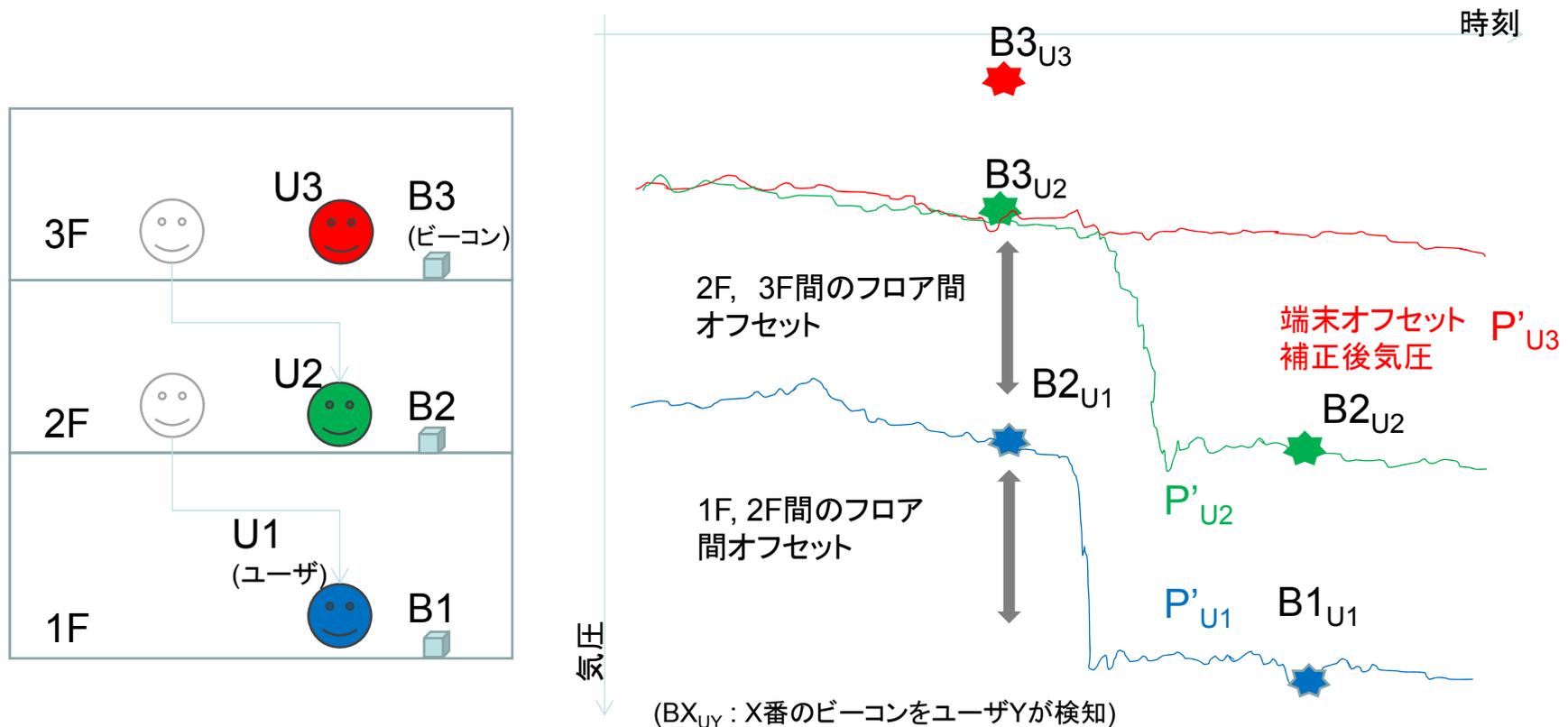
提案手法のコンセプト

端末依存オフセットにより、すべての端末の気圧水準が揃うと...



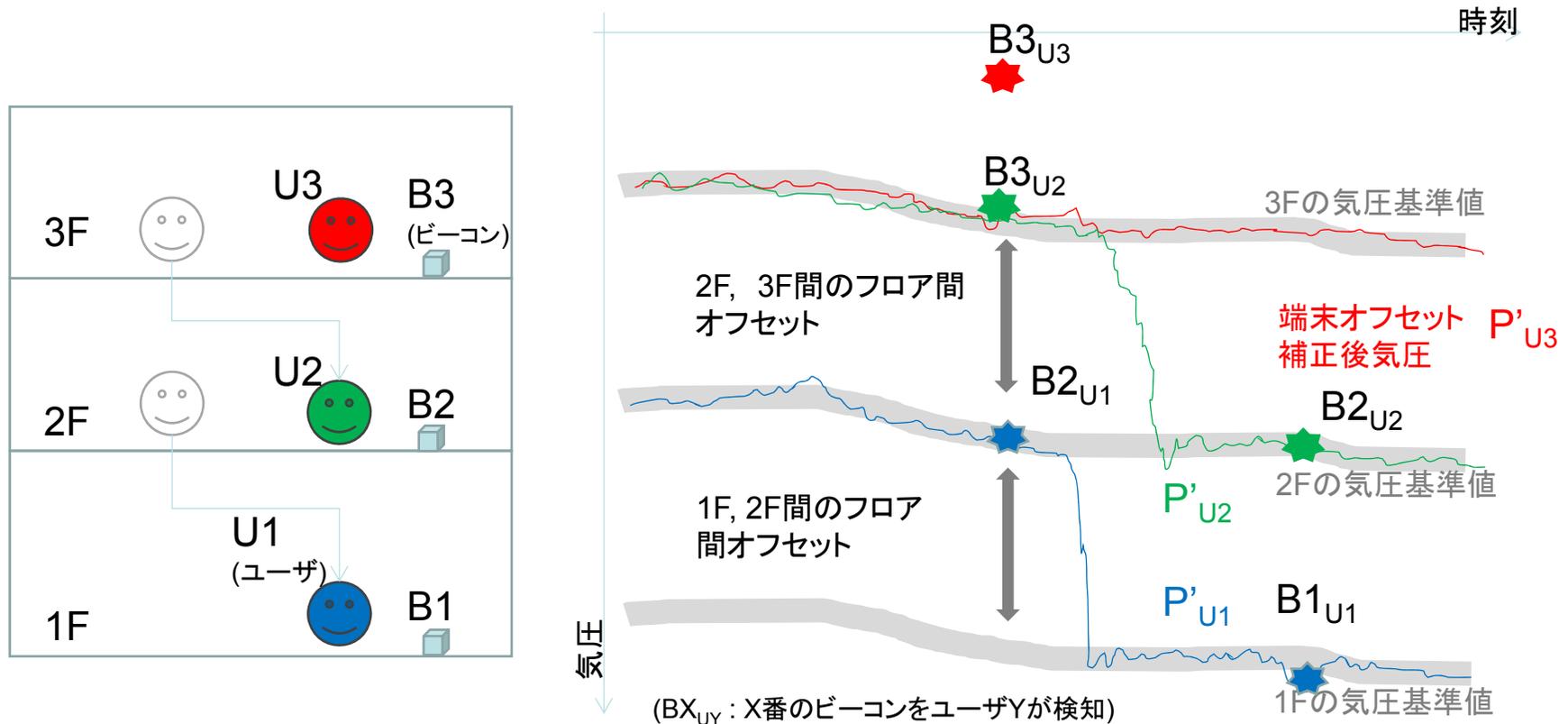
提案手法のコンセプト

フロア間高度差によるフロア間気圧差が，計測値から求まる

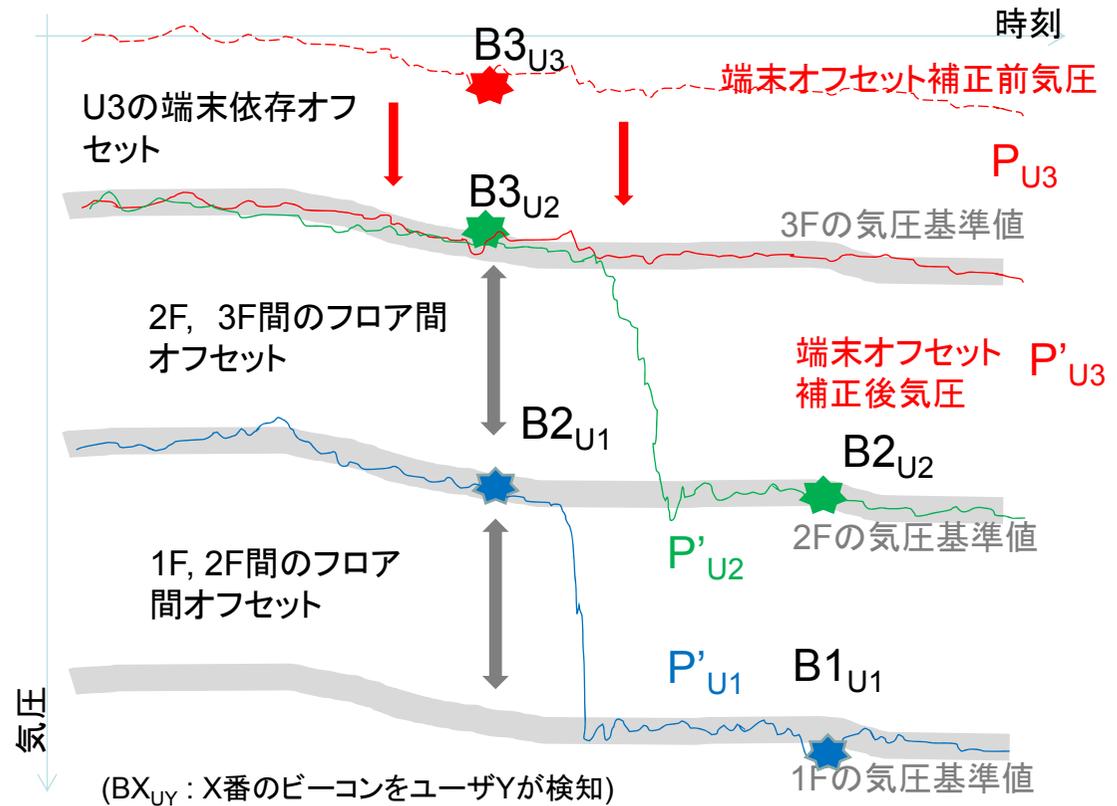
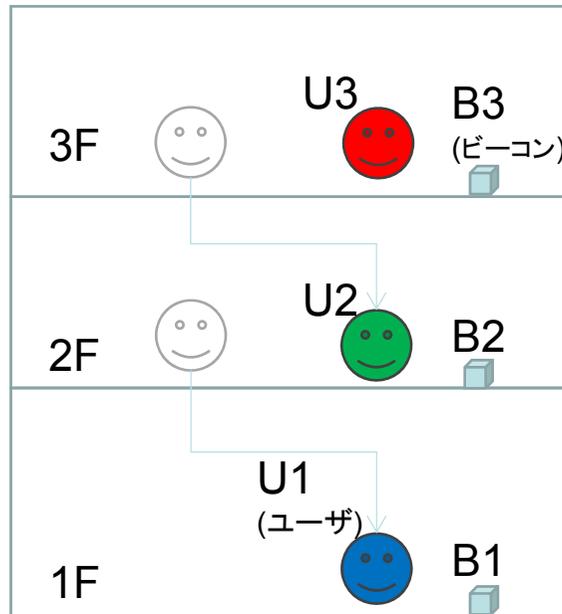


提案手法のコンセプト

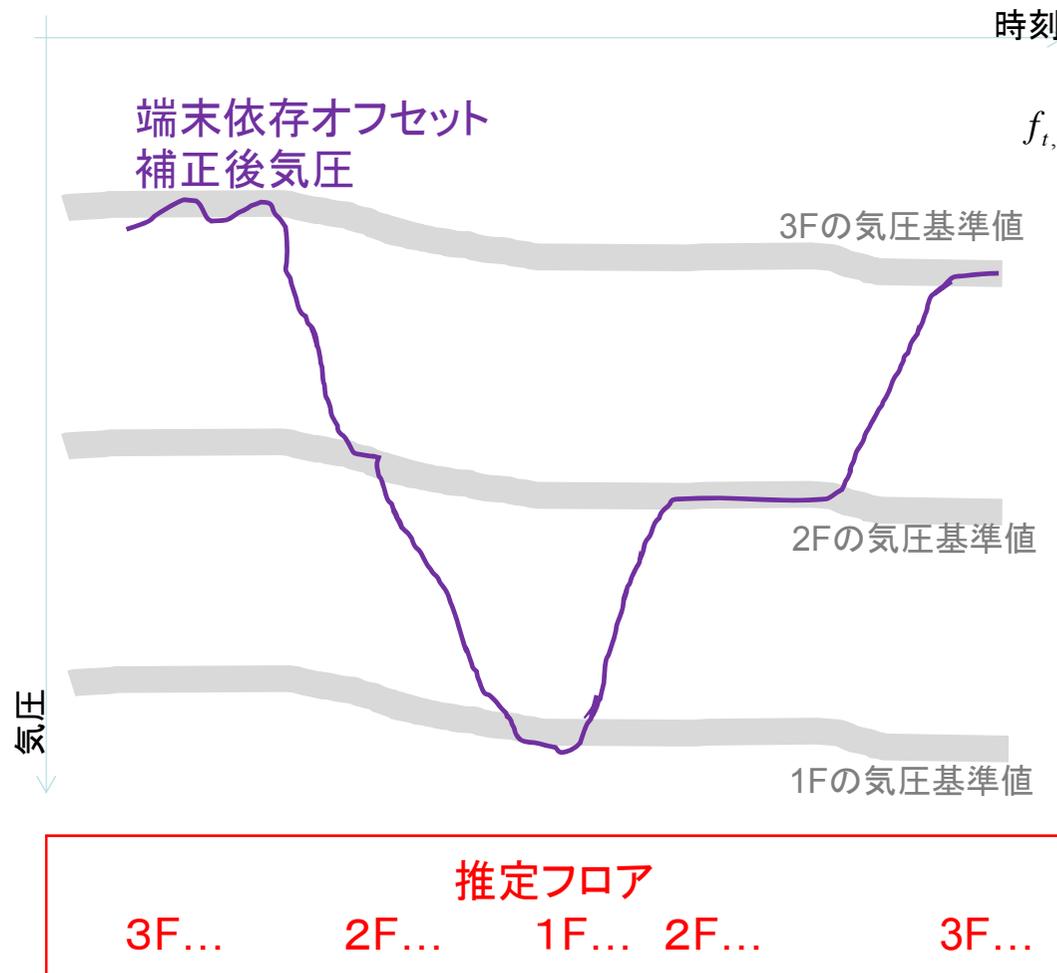
最終的には、各時刻、各フロアの気圧基準値が求まる



提案手法のコンセプト



気圧基準値の活用方法



$$f_{t,n} = \arg \min_f \text{Diff}(P_{t,n} + O_{dev,n}, \text{Ref}(t, f))$$

- Diff(a, b): a, b の絶対値を取得する関数
- $O_{dev,n}$: デバイス n の絶対値誤差を吸収するための端末依存オフセット
- Ref(t, f): 時刻 t , フロア f の気圧基準値をテーブルから取得するための関数

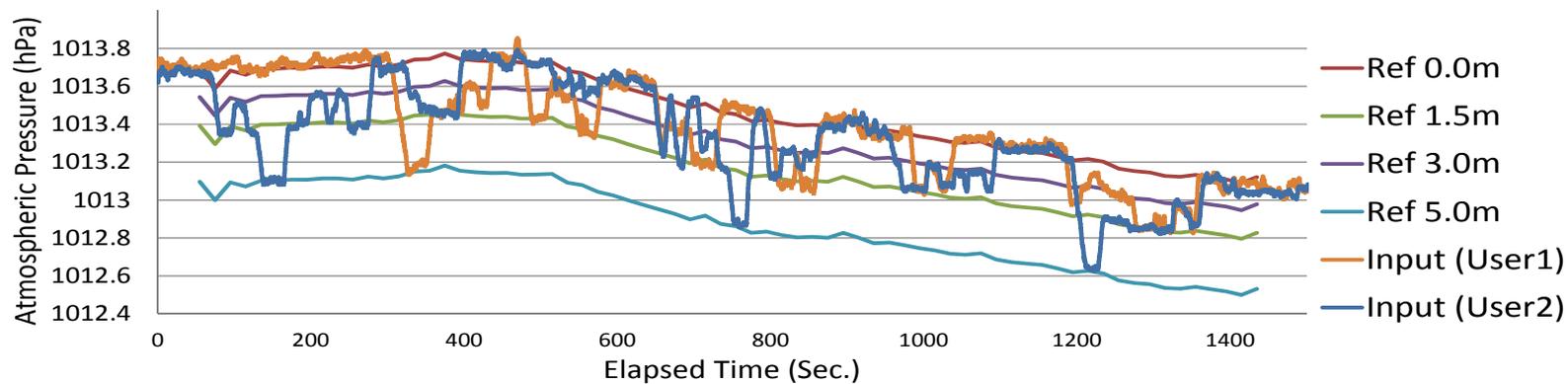
⇒観測気圧に一番近い気圧水値を持つフロアが推定滞在フロア

滞在フロア検知に関する評価結果

- フロア検知正答率（正解値がある時刻）の比較

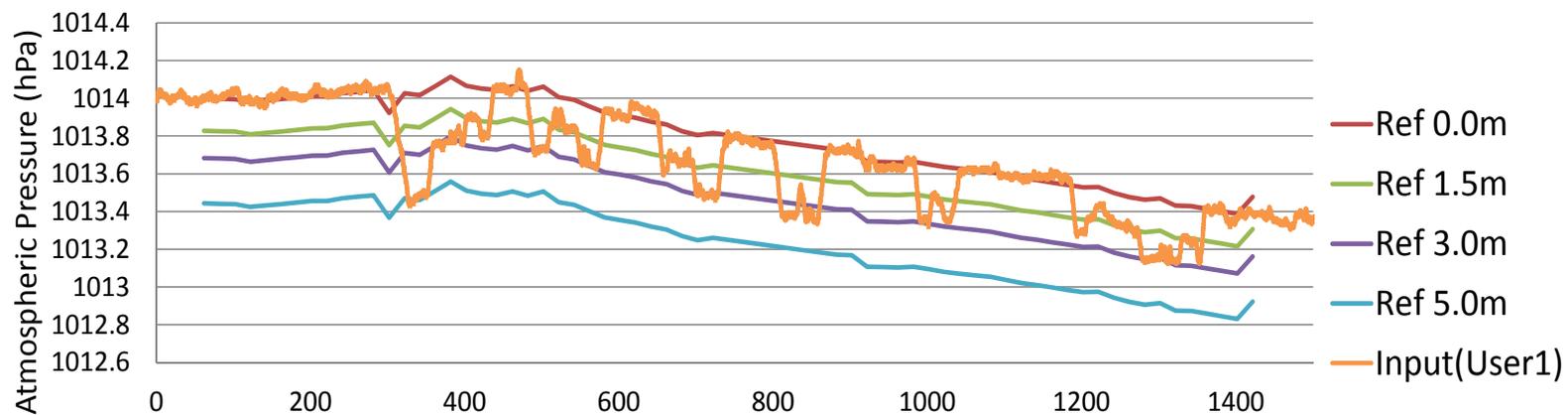
手法	フロア検知の正答率
提案手法 (2 ユーザデータ利用)	91.8367
提案手法 (1 ユーザデータ利用)	90.4762
相対気圧変化利用	35.7143

ユーザ数の違いによる基準値テーブルの比較



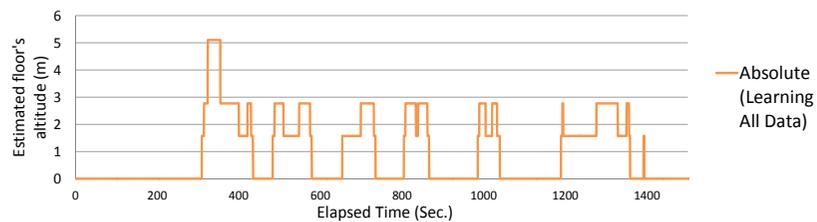
2ユーザデータを用いた基準値テーブルの作成結果

ユーザ数の違いによる基準値テーブルの比較

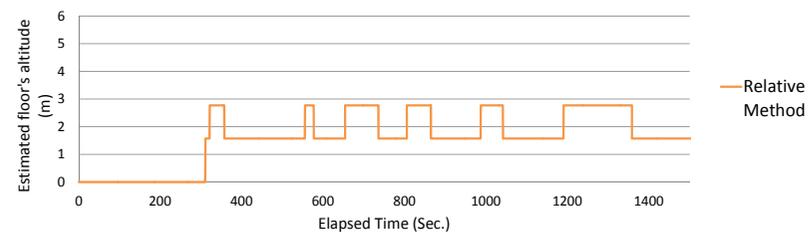


1ユーザデータ(User1)を用いた基準値テーブルの作成結果

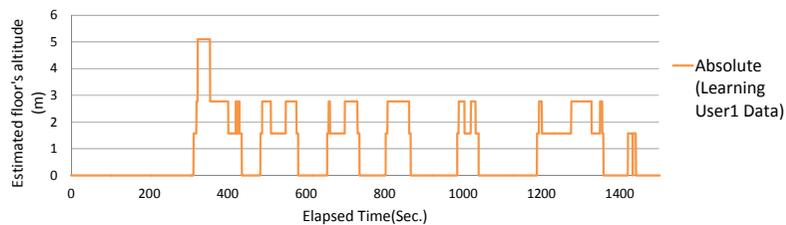
フロア推定結果の比較



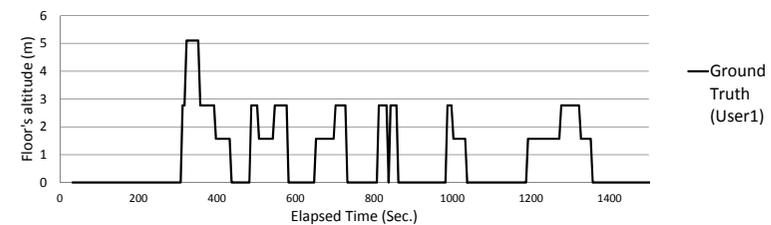
2ユーザデータを用いた基準値テーブルを用いたフロア推定の結果



相対気圧変化を用いたフロア推定の結果

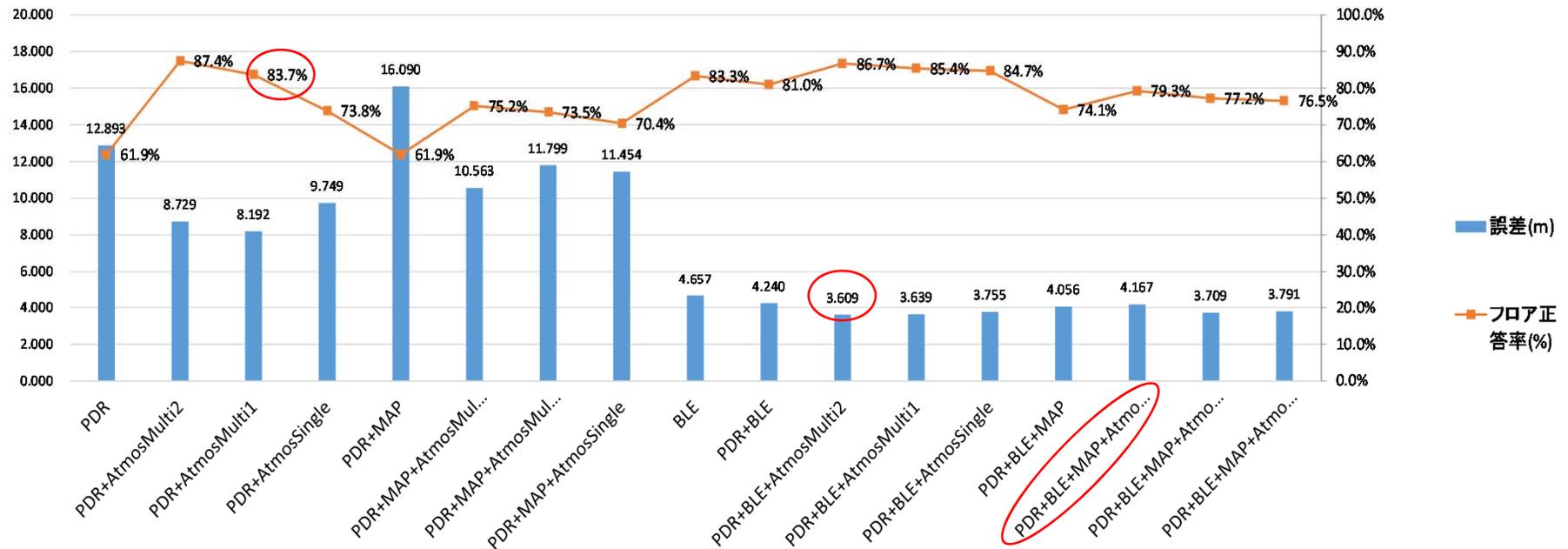


1ユーザデータ(User1)を用いた基準値テーブルを用いたフロア推定の結果



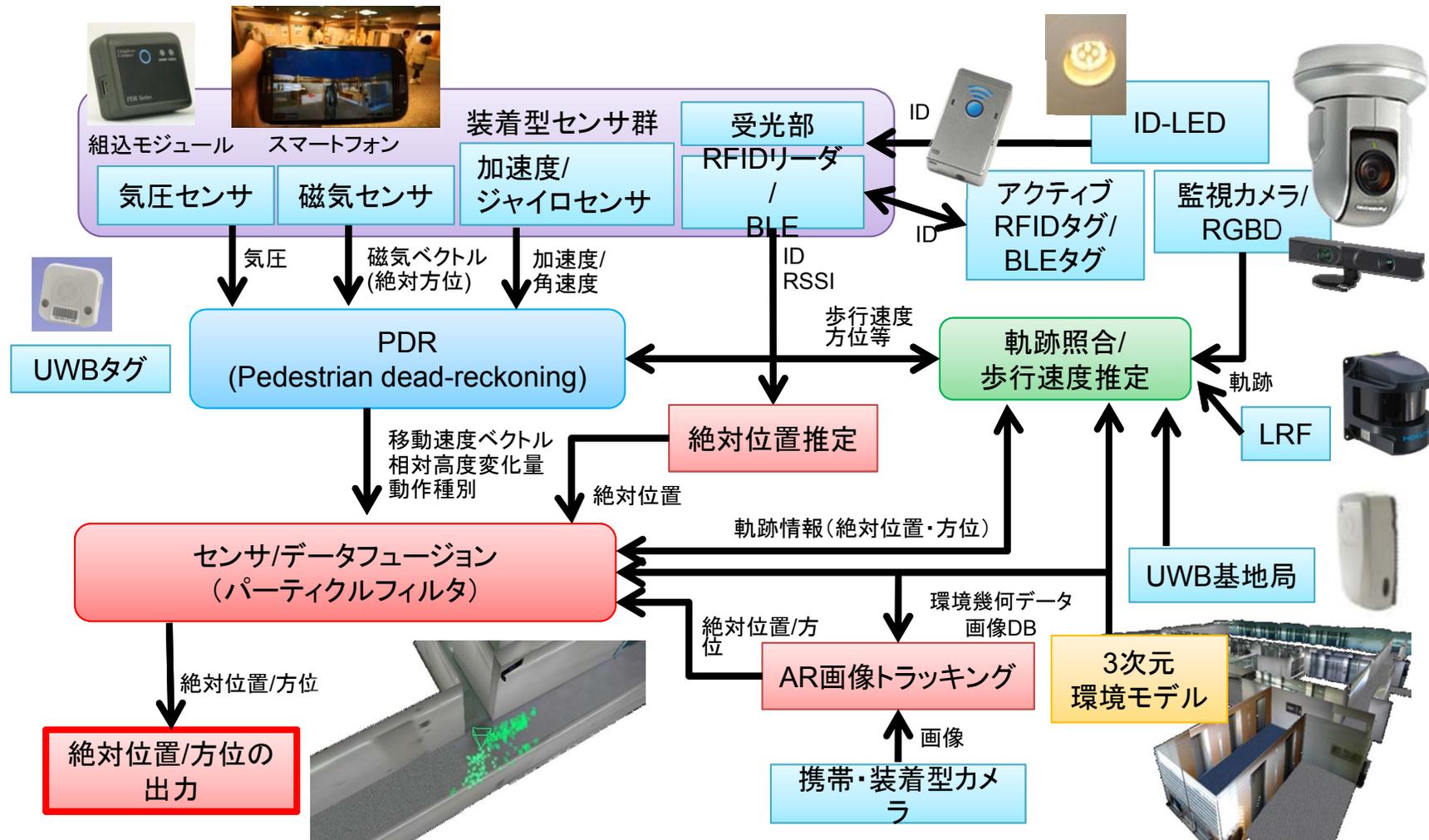
滞在フロアの正解値

SDFによる手法の組み合わせ別の誤差計算結果

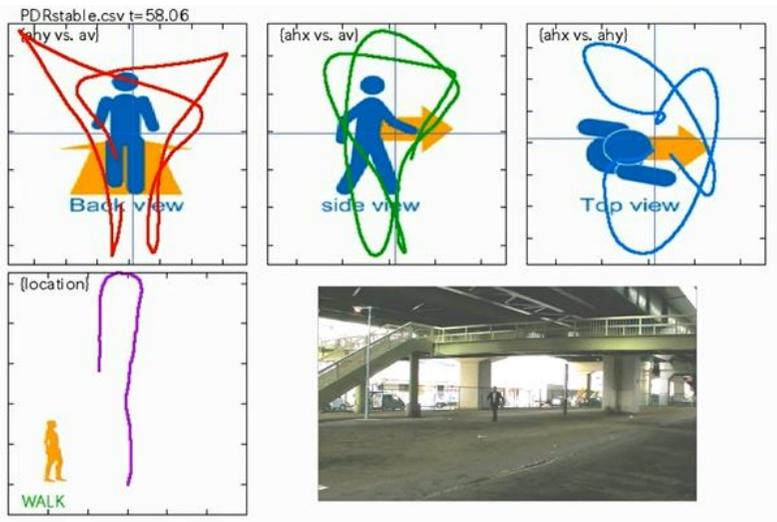
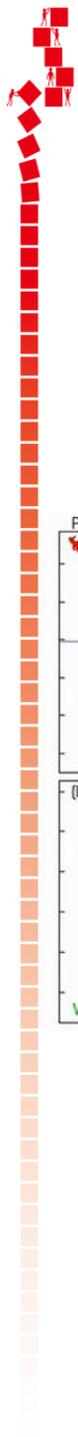


- ・平均誤差最小値: 3.609 (PDR+BLE+提案手法2データ活用)
- ・最高フロア正答率: 87.4% (PDR+提案手法2データ活用)
- ・統計的な評価結果:
 - ・AtmosMulti2はAtmosMulti1やAtmosSingleと比較してより強い影響力
 - ・AtmosMulti2はAtmosMulti1と比較して重要度が高い
 - ・PDR+AtmosMulti2+BLE+MAPの組み合わせが最もよいモデル

センサデータフュージョン (SDF) による 相対測位と絶対測位の融合

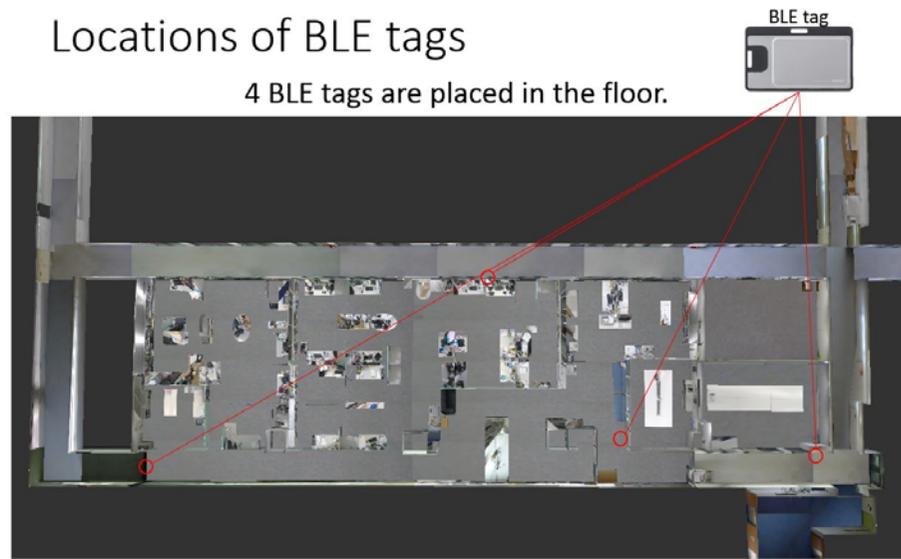


PDRLE+BLEビデオ



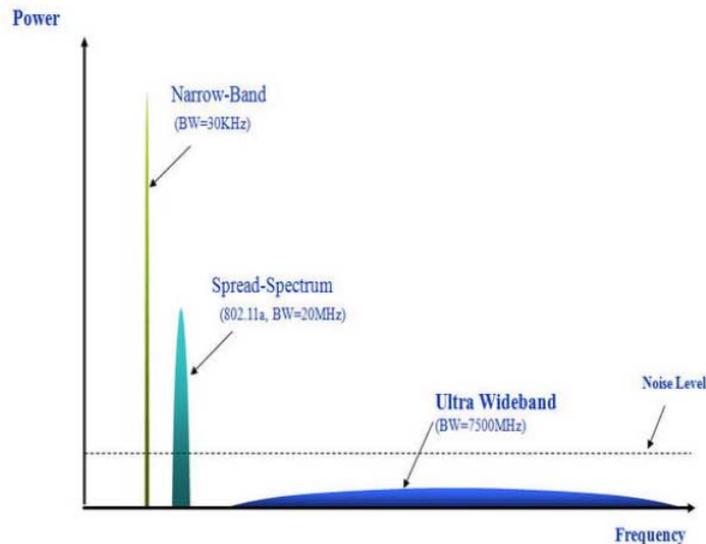
Locations of BLE tags

4 BLE tags are placed in the floor.

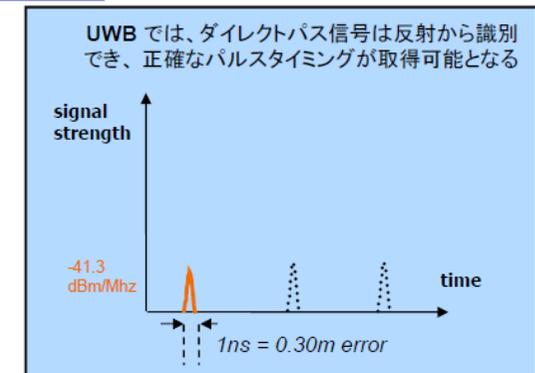
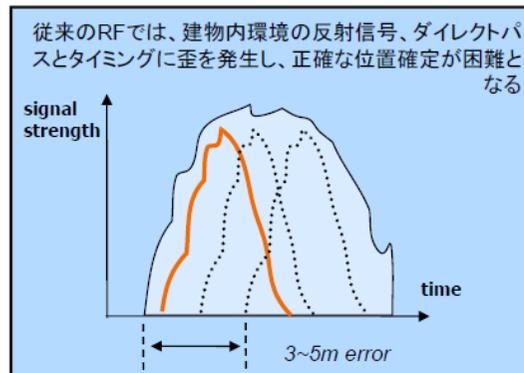
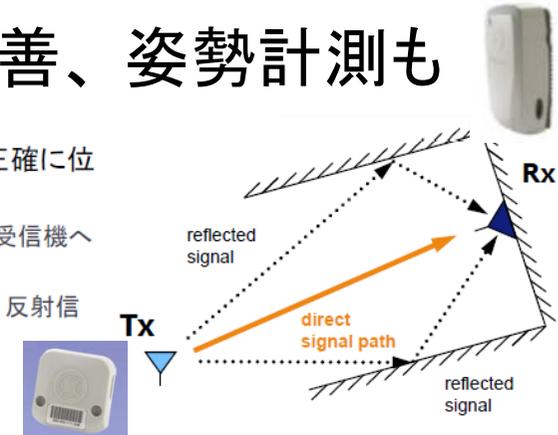


サブメートル精度測位(UWB)+PDR

- UWB-IR(Ultra Wide Band Impulse Radio)方式
 - 15~30cm程度の精度での測位が可能
 - マルチパスにも強い
 - 直進性が強すぎるため、死角がしやすい
 - 高コスト
- PDRとの連携により、連続性とコストを改善、姿勢計測も



- ▶ 特に建物の内部のリアル・タイムにおいて正確に位置特定するには容易ではない。
- ▶ ラジオ信号による位置の決定は、送信機から受信機へのパスを測定することによって行われる
- ▶ **ダイレクトパス信号**のみが真の位置を決定し、反射信号には補正がある



Geoplan社(UbiSense社)、GiT社の資料より

サブメートル級ハイブリッド測位: 音波+マップ+PDR



ソニックノートの特徴 features



① GPSの届かない屋内でも正確に現在位置がわかる

カーナビによる道案内や携帯端末の地図アプリは今や広く普及し、私たちはその便利さやメリットを日々活用しています。それらはGPS衛星を利用し、自分の位置を正確に測定することで可能な技術です。

ソニックノートは、音波とスマートフォンを利用しGPS電波の届かない屋内や地下でも、地上と同じように正確な位置情報を取得するための新システムです。

◆3つの測位技術を融合し、誤差30cmの高精度を実現

1.音波による位置補正

天井に設置された複数のスピーカーから人の耳には聞こえない周波数の音(非可聴音)を発信し、それをスマートフォンのマイクが受信。スピーカーとスマートフォンとの距離を計算することにより、位置情報を取得します。
※スピーカーユニットの他に、Wi-Fi固定受信局、支援サーバーの設置が必要です。

2.PDRによる相対位置推定

PDRとは、携帯端末に内蔵されている加速度センサー、地磁気センサーなどを利用して位置を推定する技術です。これら内蔵センサーを用い、歩幅や方向などの情報を元にスタート位置からの相対位置を計算し、自分の位置を割り出します。
※PDR=Pedestrian Dead Reckoning、歩行者自律航法。

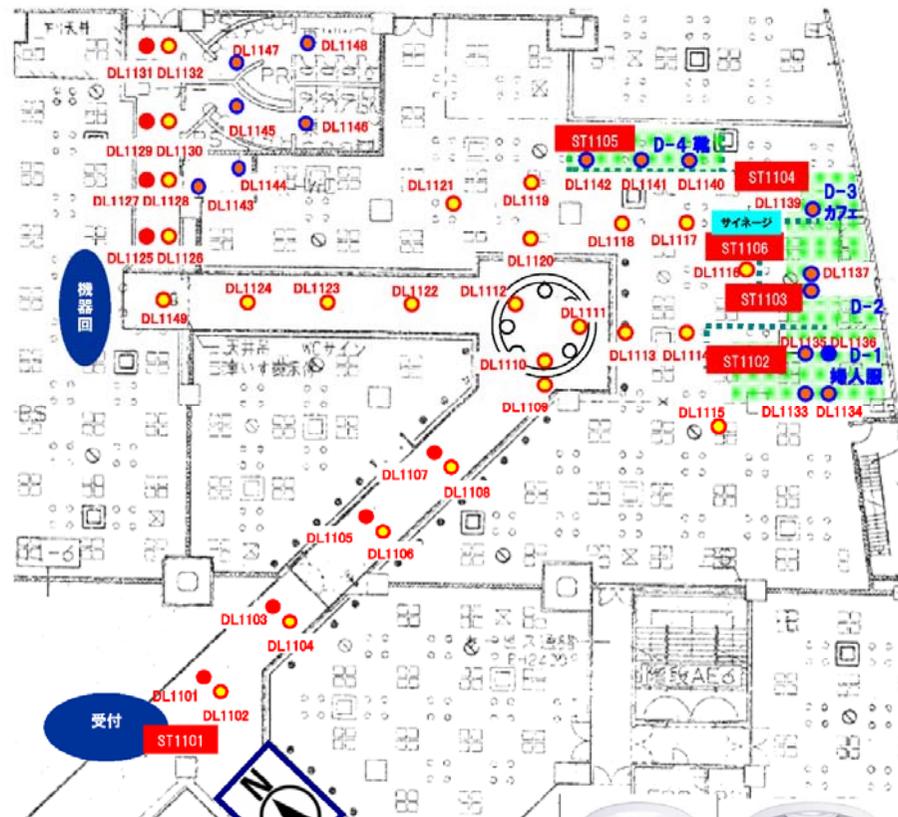
3.マップマッチングによる位置補正

マップマッチングとは、スマートフォン側に保持された建物の内部の地図情報と、推定現在位置との矛盾を測定し、地図に合わせて位置を補正する方法です。狭い通路などで特に有効です。



サブメートル精度測位(可視光)+PDR

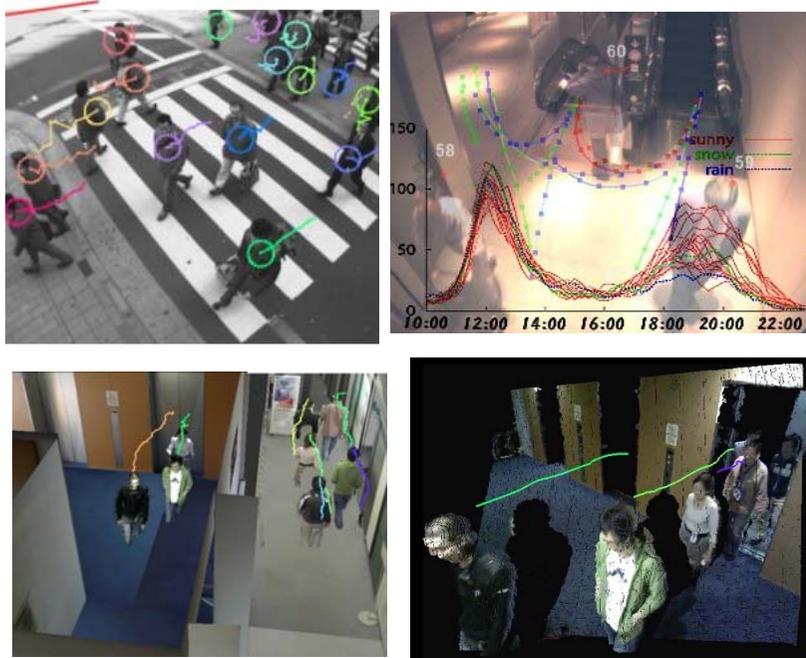
- PDRをコアとするSDFによるインフラ(LEDの設置密度)のスパース化に加え、LED照明置換需要に合わせた可視光測位連携によって物理インフラコスト(インシヤル、電力)の低減を実現
- 物流倉庫での従業員計測への展開(トラスコ中山、Frameworx、パナソニック)



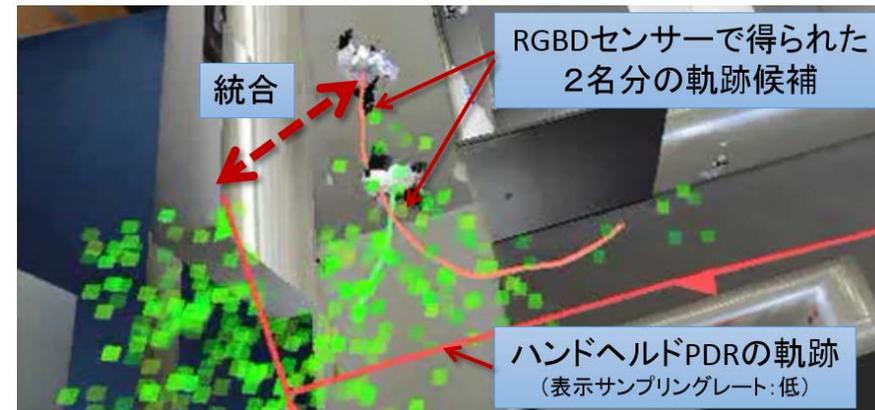
協力: パナソニック株式会社

サブメートル級SDF: RGBD+PDR

設置型カメラ(監視カメラ: RGBD or ステレオ)、
PDRのそれぞれから得られる軌跡の類似度指標
に基づくサブメートル級屋内測位



人流計測の例



設置型カメラとウェアラブルデバイスの連携

広域屋内ARの実現に向けて： ARカメラトラッキング+PDR

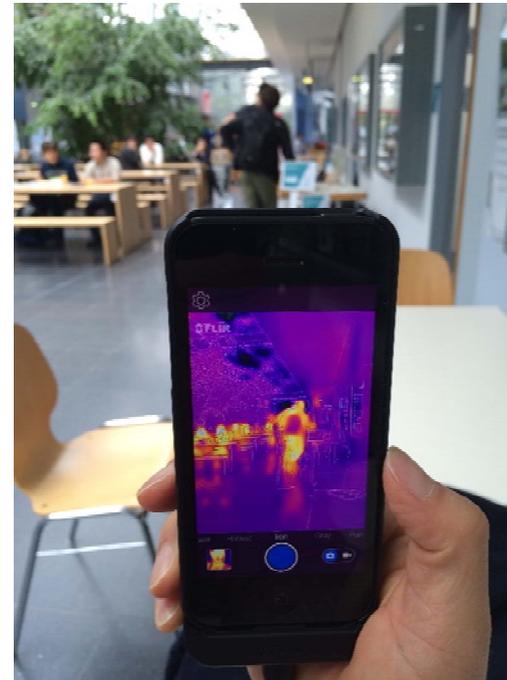
- 仮想化現実モデル(とその素材画像情報)とモバイルカメラ映像とを用いた位置合わせによる位置姿勢推定とPDRを組み合わせたシステム構築



プラントメンテナンスARサービスを想定

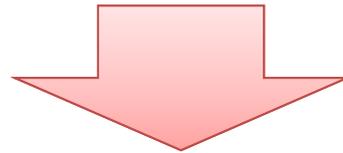
ISMAR2014にて

- 次世代モバイルRGBDセンサー
 - 赤外パッシブステレオ+赤外光投影で屋内外・遠近対応
- モバイルサーモカメラ
 - いろいろな実物体表面をタッチパネルに



ASPR

行動計測・提示技術の適用によって
マネージメントや改善活動,
サービスオペレーション再設計(サービス・
プロセス・リエンジニアリング)を支援



ASPR: Augmented Service Process Reengineering
(拡張サービス・プロセス・リエンジニアリング)

ASPR(拡張サービス・プロセス・リエンジニアリング)技術

垂直展開(統合、機能付加、精度向上)

サービス
オペレーション
推定(SOE)



POS



音声(VAD) 業務データ

サービスフィールド
シミュレータ(SFS)



センサ・データフュージョン
(SDF)(絶対測位)



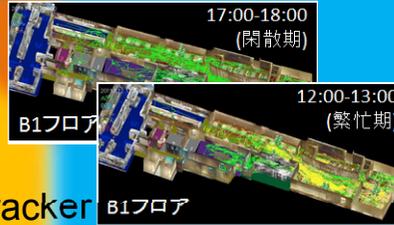
USV



RGB-D 可視光
センサ



Eye Tracker



分析支援(可視化)



監視
カメラ

Wi-Fi
GNSS
(QZSS)/
RFID/BLE IMES



サービス現場
モデリング

PDRplus
(PDR+動作認識)



PDR(相対測位)

(加速度、ジャイロ、磁気、気圧)

動的モデリング
AR/MR位置合わせ



ハンドヘルドPDR

サービス現場レイアウト
及びサービスプロセス
設計支援

エスノグラフィ効率化
ニューロマーケティング
(主観と客観の融合)

業務分析、シフト管理支援

OJT, QC, ワークアウト活動支援
(現場改善、人材育成)

作業支援
(遠隔、協調、能力拡張)

ナビ、SNS
顧客支援

視覚障害者支援
(福祉サービス)

携帯端末(スマートフォン、カメラ等)
組込化(サービス基盤)

水平展開(アプリ、サービス)

コンサルタント

従業員

顧客

基盤

行動計測 : PDRplus

• PDRplus

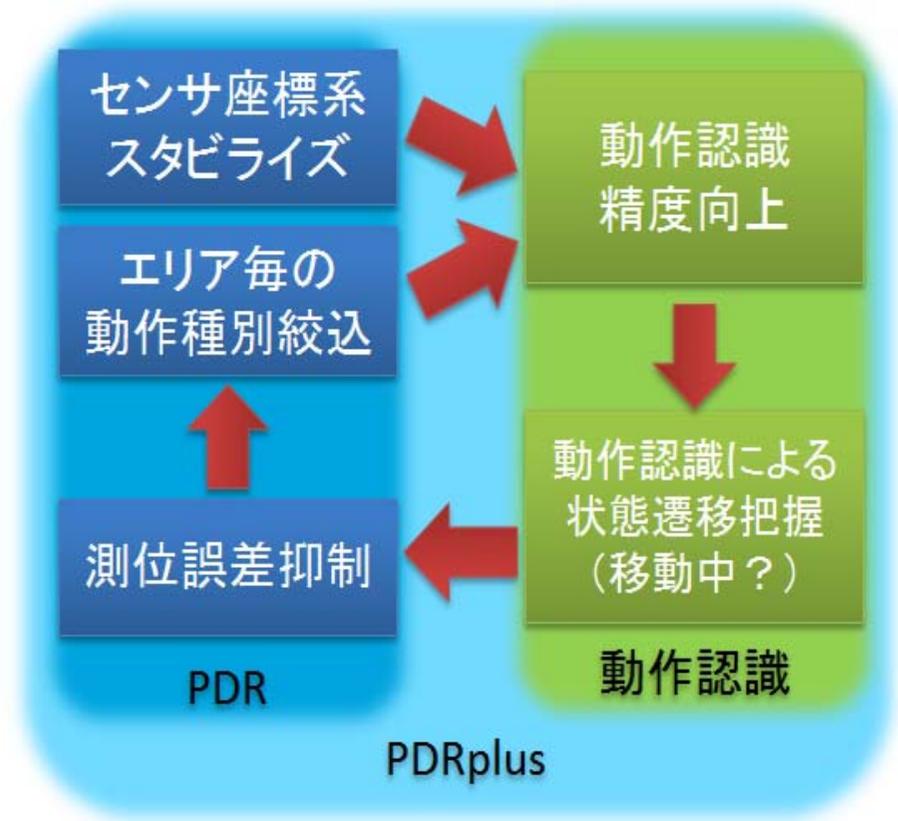
- 歩行動作以外の動作も認識
(機械学習)
- 測位精度と動作認識精度を共に向上



2動作での予備評価:

動作認識率89% → 96%に向上

測位誤差4.3% → 2%に減少



PDRからPDRplusへ

サービスオペレーション推定 (SOE)⁶⁶

従業員の行動データと業務データから
各従業員の現場・役割固有の作業内容を**推定**

機械学習の手法 (AdaBoost) を利用して実現

従業員の行動データ

位置、方位、動作種別、発話区間等



骨伝導マイク



ICレコーダ



PDRセンサモジュール



業務データ

- ・会計データ
- ・POSデータ
- ・業務スケジュール
- ・ナースコールのログデータ

SOの推定材料
になり得るデータなら
何でも利用可能

レストラン接客係のSOE

経営陣と打ち合わせの上、8種類のサービスオペレーションを定義

	SO	補足
[1]	注文伺い	客席で料理・ドリンク等の注文を聞いてハンディ端末に入力
[2]	配膳	できあがった料理・ドリンクを客席でサーブ
[3]	移動/物を運ぶ	主に通路で
[4]	会計	レジまたは客室で
[5]	挨拶/案内	入口やエレベータから客席までお客さんを案内、客席に挨拶
[6]	片付け/セッティング	客席の片付け、宴会やコースの場合は準備も
[7]	お客さんと会話	主に客席、通路で
[8]	スタッフと会話	主にパントリー、調理場で



ハンディ端末

注文伺い



配膳



片付け



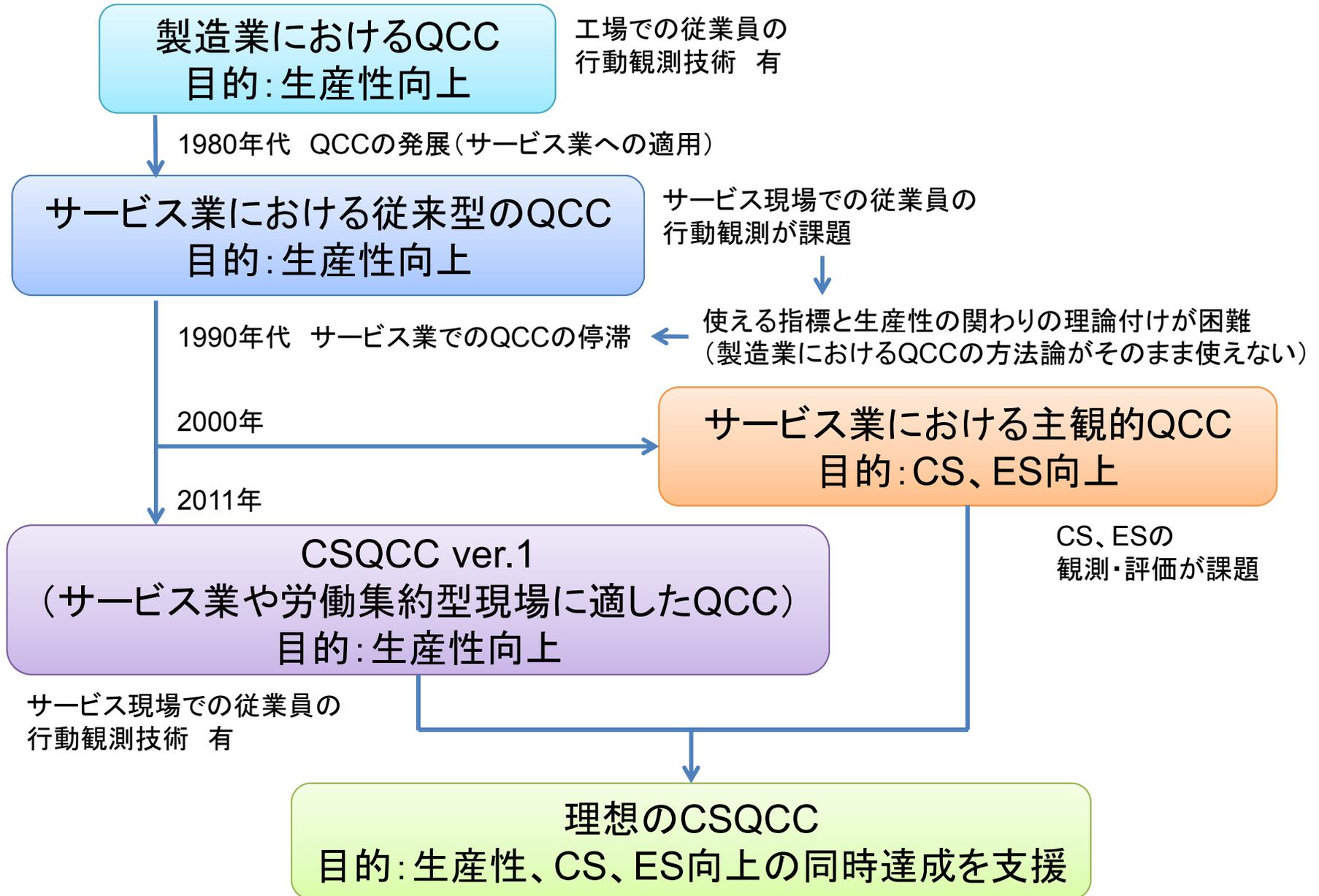
セッティング



実践事例

～産総研での現場力の向上に関する事例～

サービス産業におけるQC活動



CSQCCの提案

CSQCC (Computer Supported Quality Control Circle)

行動計測・提示システム(従業員支援パッケージ)を導入したサービス現場(労働集約型現場)に適したQCサークルやワークアウト、およびその実現方法

CSQCCの実現を促進する 従業員支援パッケージ

- 行動指標(労働量、動線、サービス業務種別等) + α (会計指標、ナースコール履歴、プラント稼働状況、エネルギー指標等)の組み合わせに基づく指標の可視化
- 多様で正規化された指標の提供による無形性、異質性(状況依存性)に起因する問題の低減
- 根拠に基づくQCCやワークアウトの促進
- テーマや改善案の自由度拡大
- テーマの主要指標だけではなく、関連指標も同時に確認(副作用の考察)

がんこ銀座4丁目店におけるQC活動支援

お食事・ご宴会



- 調査の目的
 - CSQCCによる同店のQC活動支援の効果を検証する。
- 場所
 - 日本食レストラン・がんこ銀座4丁目店
地下1階フロア
- 期間: QCテーマ
 - 2011年1月～2月: 接客時間を増やす
(YouTube産総研チャンネルに説明ビデオあり)
 - 2012年1月～2月: 持ち場を守る(ゾーン制導入)
- 方法
 1. 期間中、接客係を対象として行動計測を実施
 2. QCサークルに行動計測データとPOSデータの分析結果を提供。課題発見と改善策立案を支援
 3. 改善策導入後の効果を分析

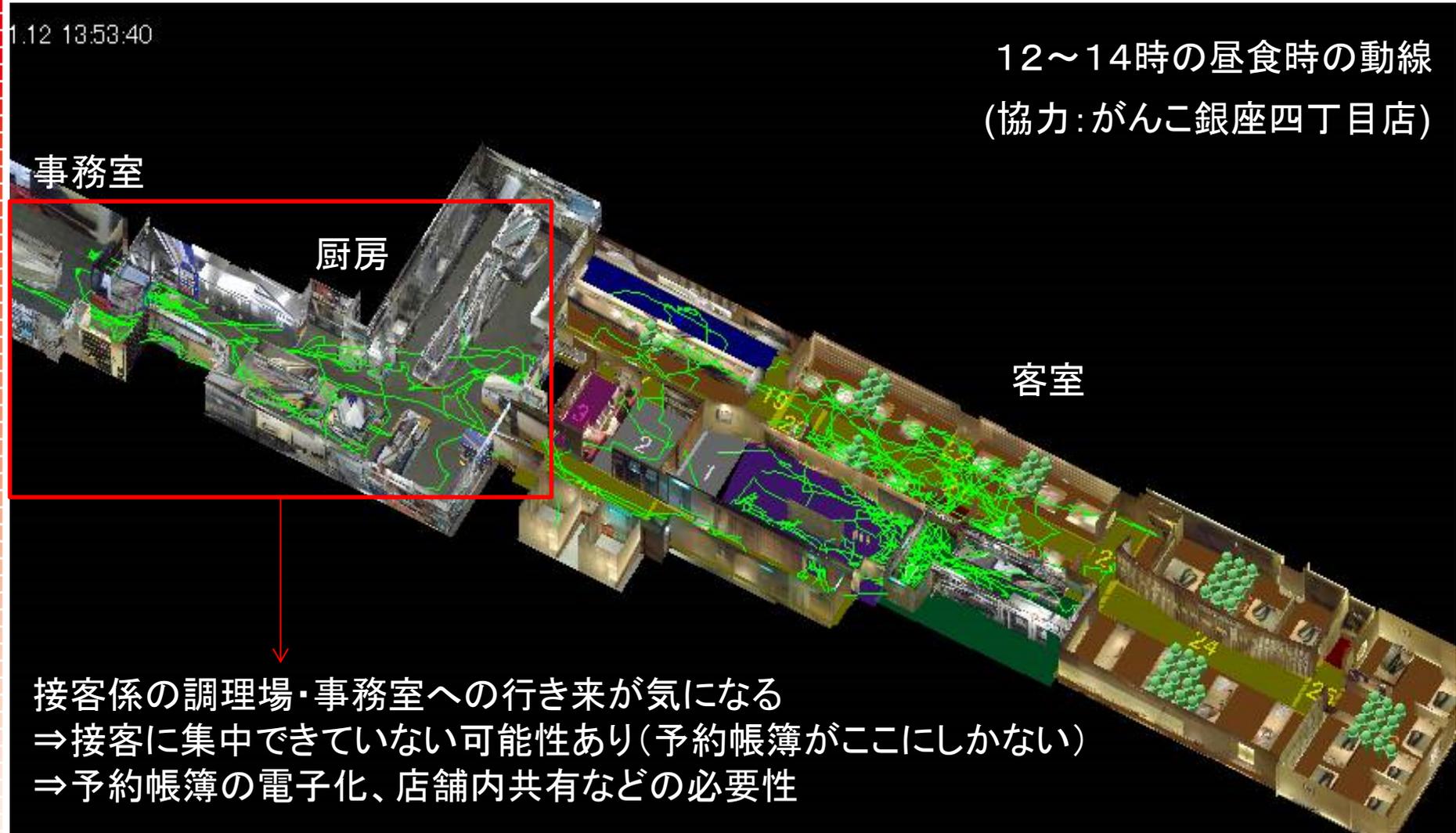


客席エリア(カウンター席)



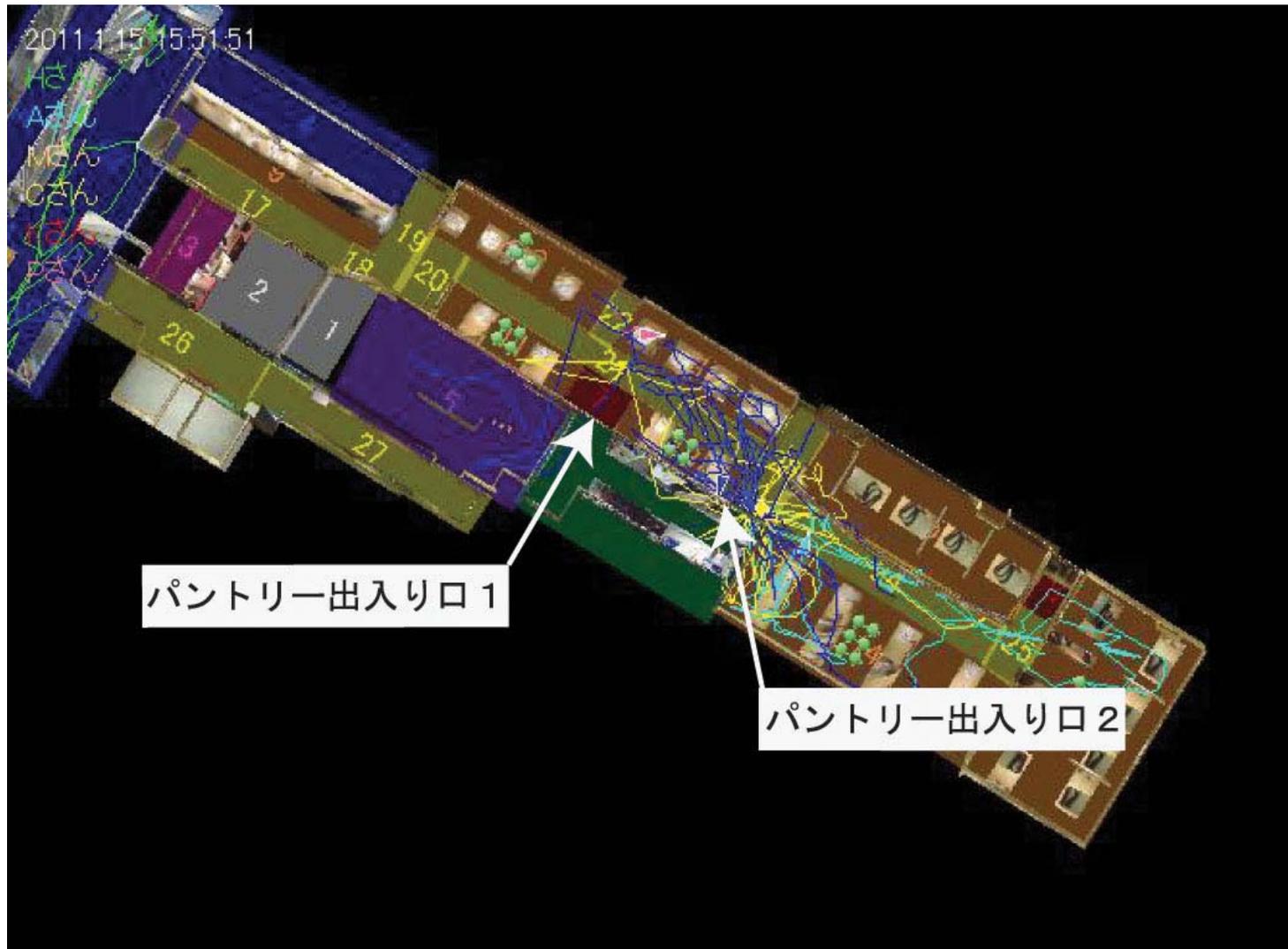
コース料理

CSQCC: 対策検討時の事例



CSQCC: Computer Supported Quality Control
Circle

レイアウト: 従業員の出入りの集中

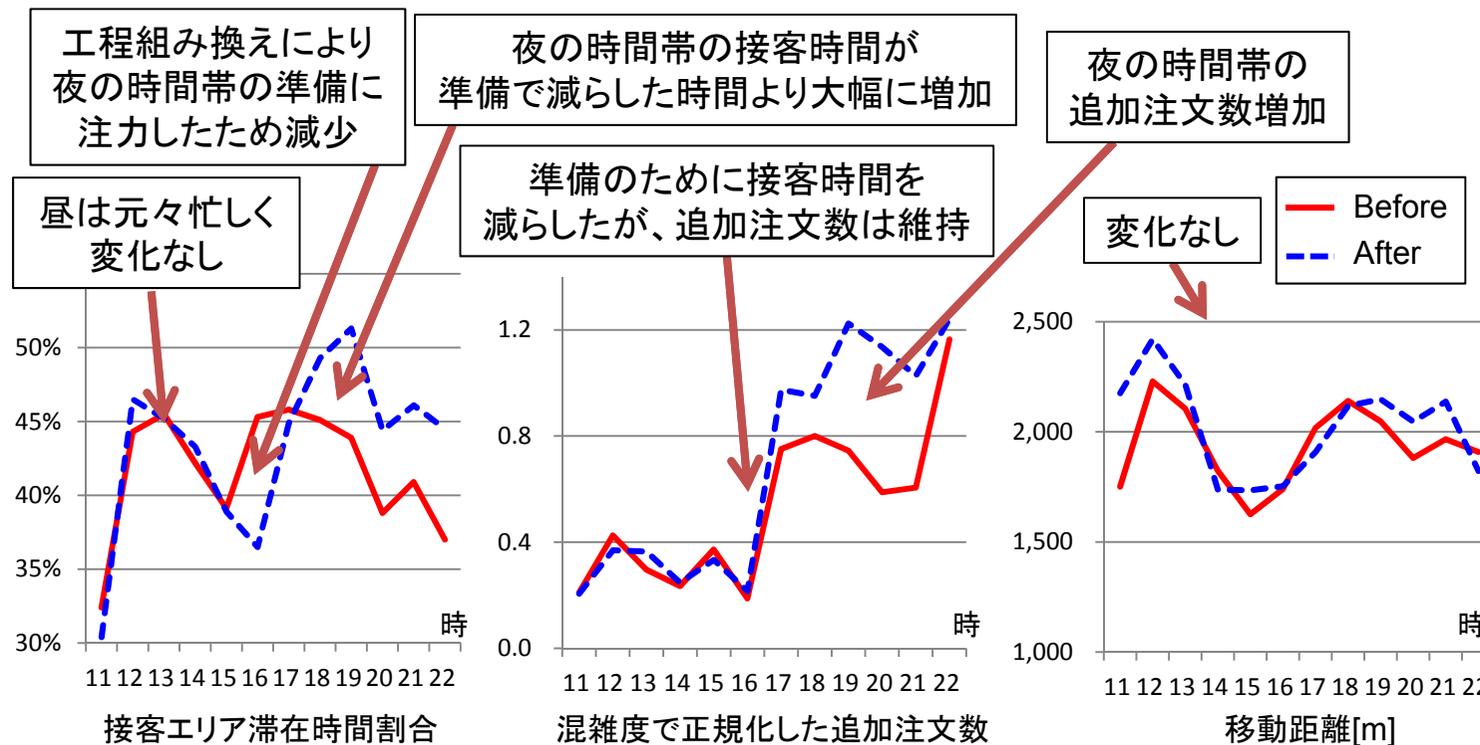


接客係の動線(2011年1月15日午後4時付近)

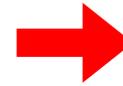
がんこ: CSQCC (Computer-Supported QC Circle)

2011年
1月～2月

現状把握	(マネージャ側の想定より)接客時間が短い
対策	(1)工程組み換え, (2)役割分担徹底, (3)心がけ
改善効果	夜の時間帯の接客エリア滞在時間 → 増加
波及効果	夜の時間帯の追加注文 → 増加
トレードオフ (副作用)	(1)従業員負荷(移動距離) → 変化なし (2)15時台:追加注文数 → 減少なし

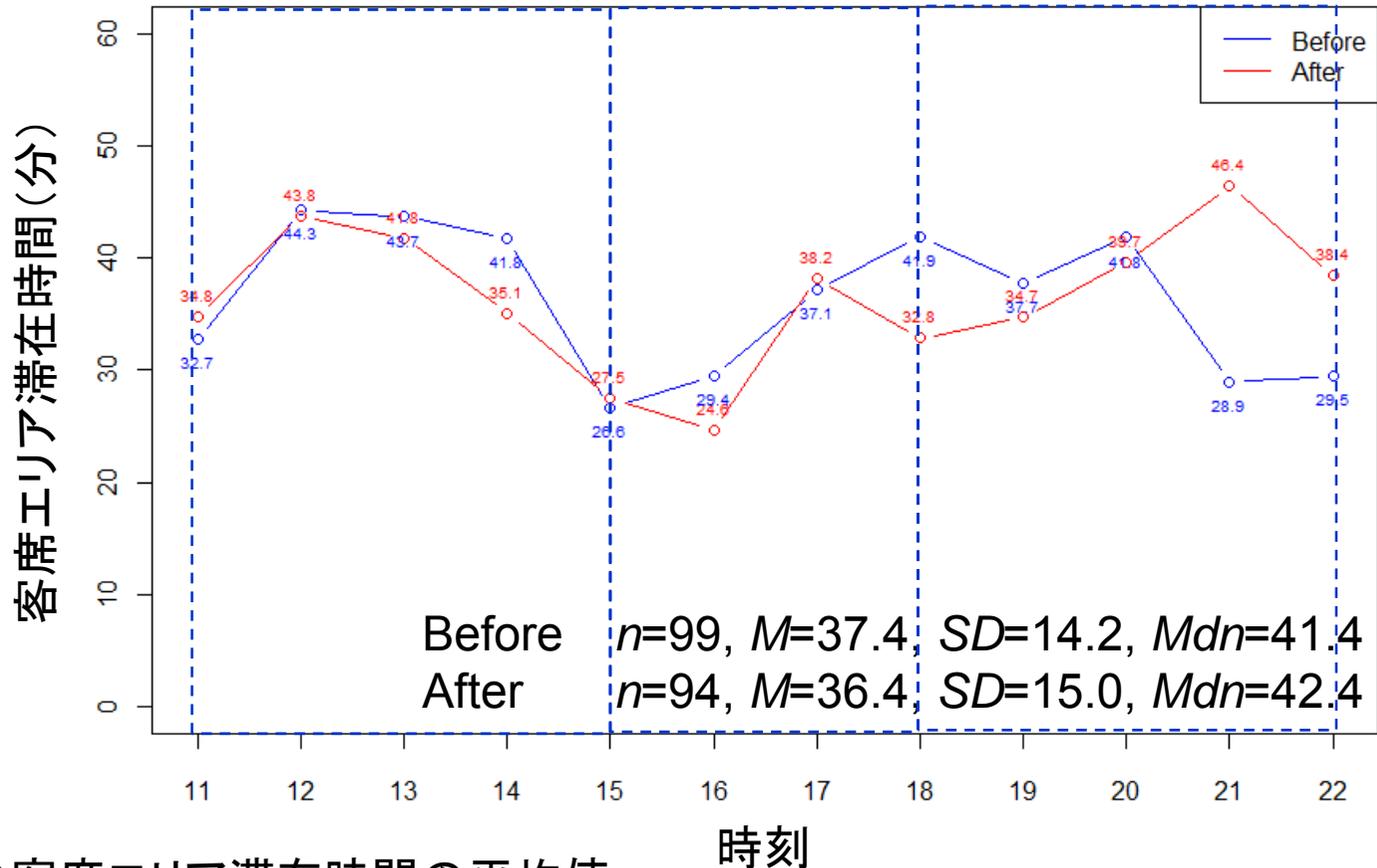


結果1. 客席エリア滞在時間



No.	改善行動
1	客席エリア滞在時間の向上
2	他のエリアへの移動の低減
3	各自の持ち場を守る

2012年
1月～2月



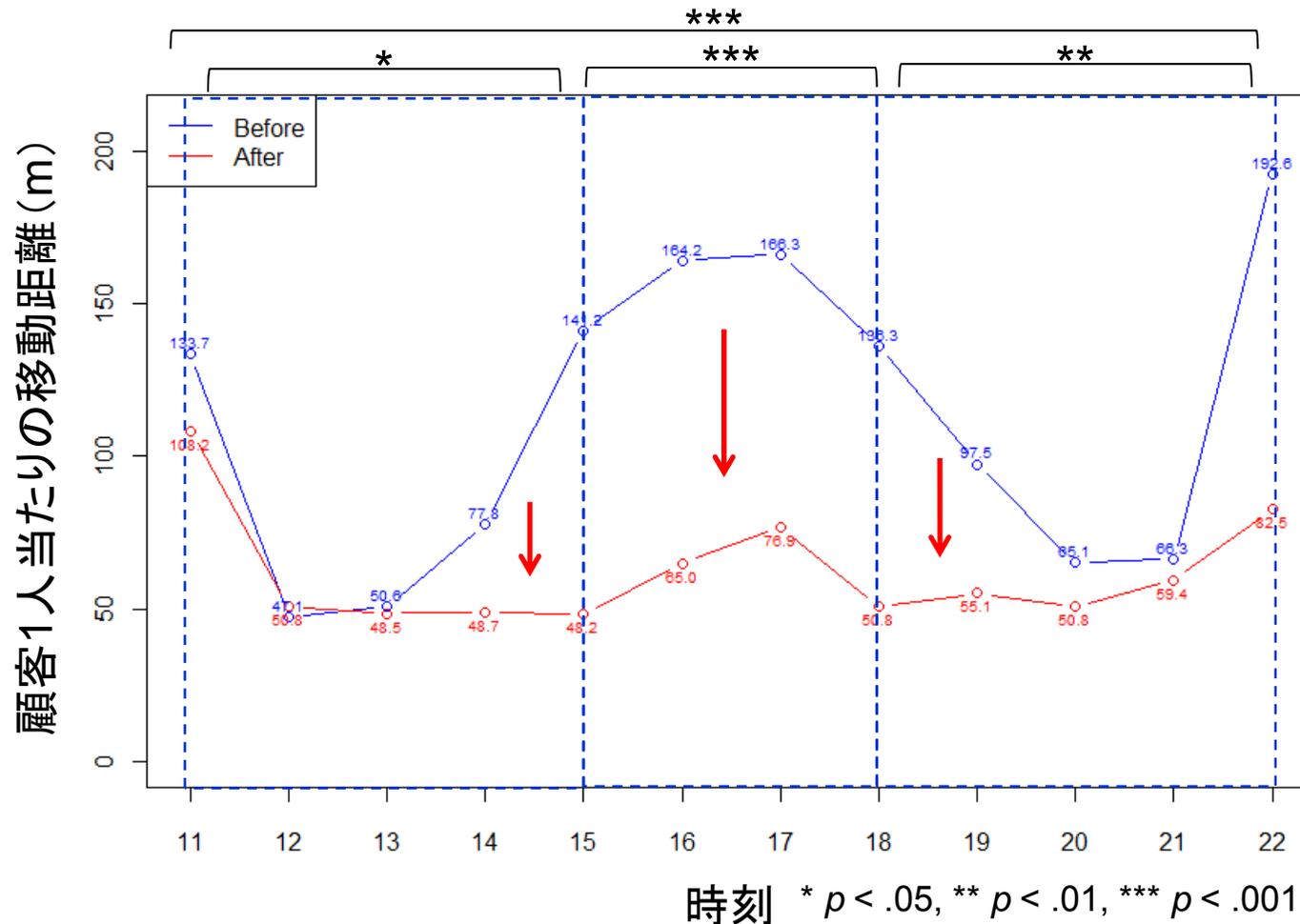
接客係の客席エリア滞在時間の平均値

いずれの区間でも有意差なし。

2011年のQC活動が定着？

結果2. 顧客1人あたりの移動距離

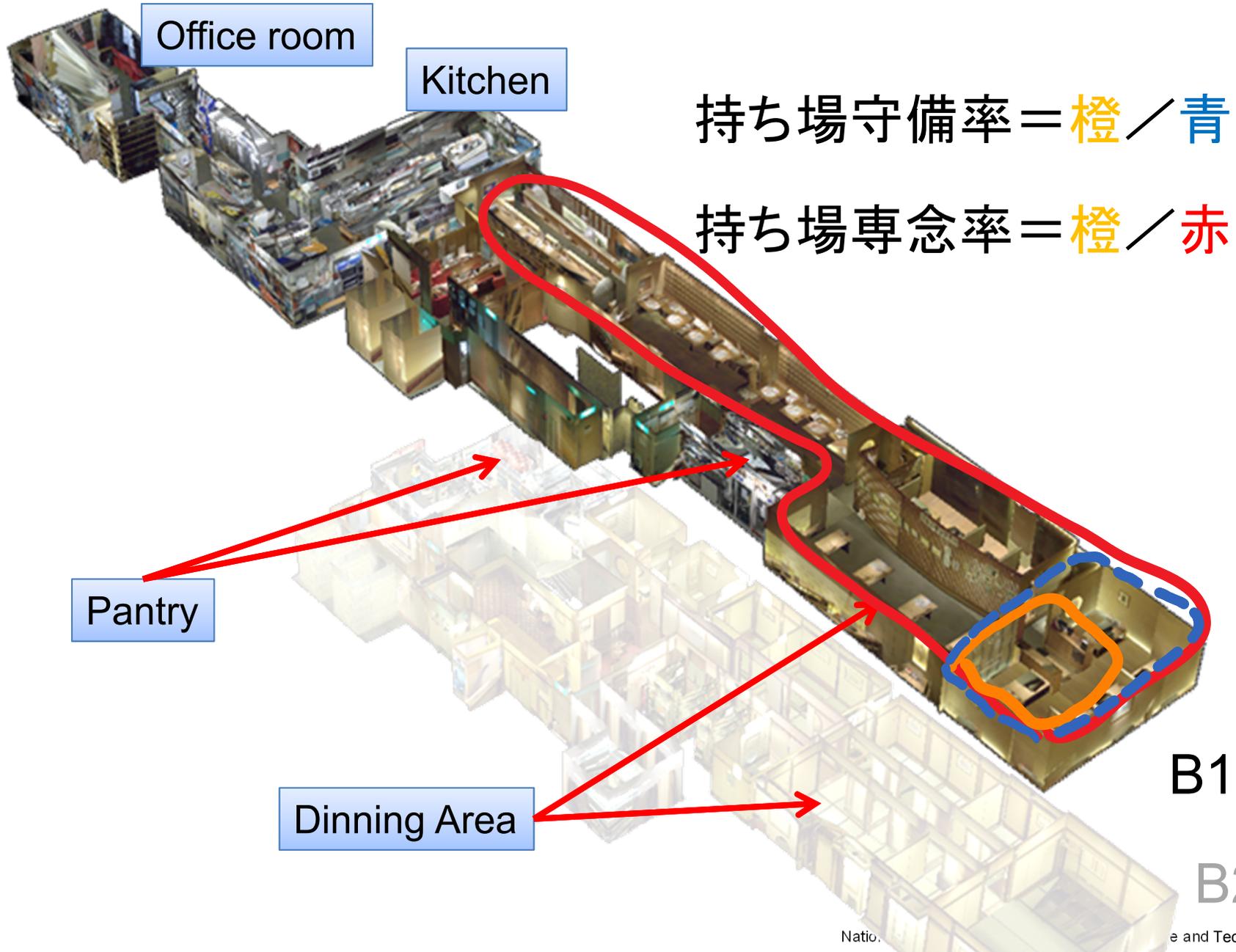
No.	改善行動
1	客席エリア滞在時間の向上
2	他のエリアへの移動の低減
3	各自の持ち場を守る



改善前 $n=64, M=103.7, SD=60.2, Mdn=88.8$
 改善後 $n=90, M=61.1, SD=32.1, Mdn=56.7$

改善後、全ての時間帯に
 有意な減少が見られた。

担当エリアの注文受注に関する指標

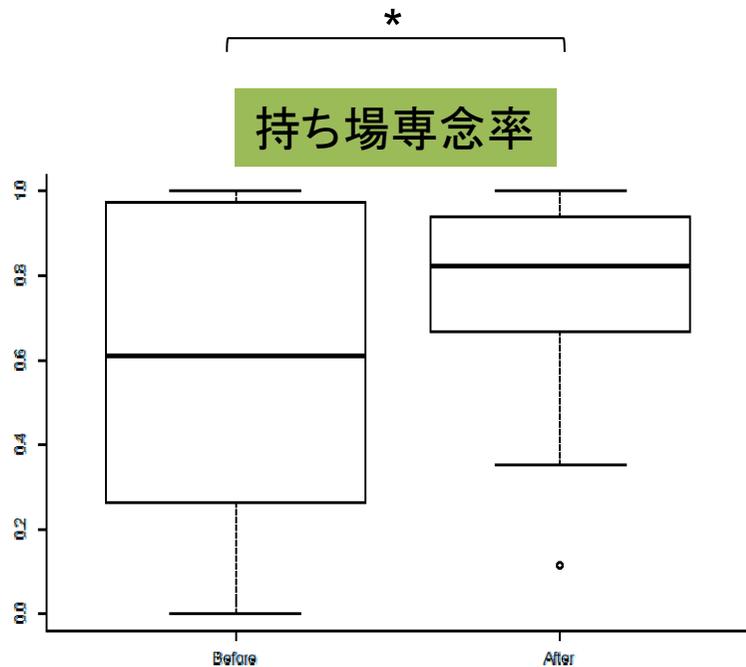


持ち場守備率 = 橙 / 青

持ち場専念率 = 橙 / 赤

結果3. 持ち場守備率と専念率

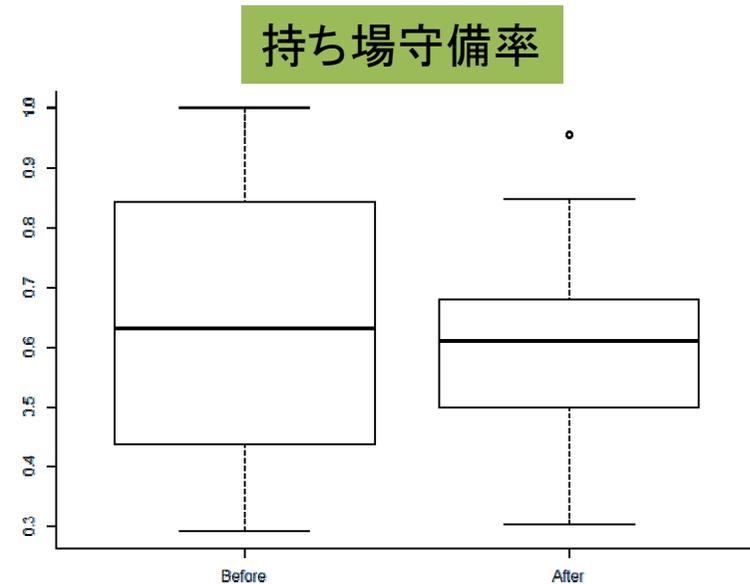
No.	改善行動
1	客席エリア滞在時間の向上
2	他のエリアへの移動の低減
3	各自の持ち場を守る



* $p < .05$

$D=.31, p=.012$
(Kolmogorov-Smirnov検定)
5%水準で有意差あり.

Before $n=53, M=.61, SD=.37, Mdn=0.61$
After $n=51, M=.75, SD=.24, Mdn=0.82$



$D=.26, p=.067$

有意ではないが、改善後は
ばらつきが小さくなっている。

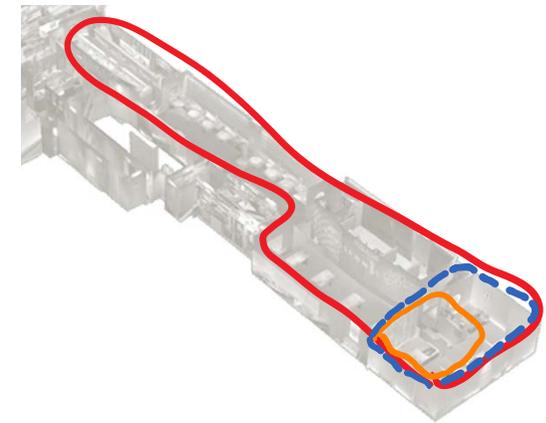
Before $n=49, M=0.66, SD=0.24, Mdn=0.63$
After $n=51, M=0.62, SD=0.18, Mdn=0.61$

持ち場業務守備率・比率から見た 従業員の熟練度合（仮説）

青
／
橙
＝
守備率
＝
持ち場

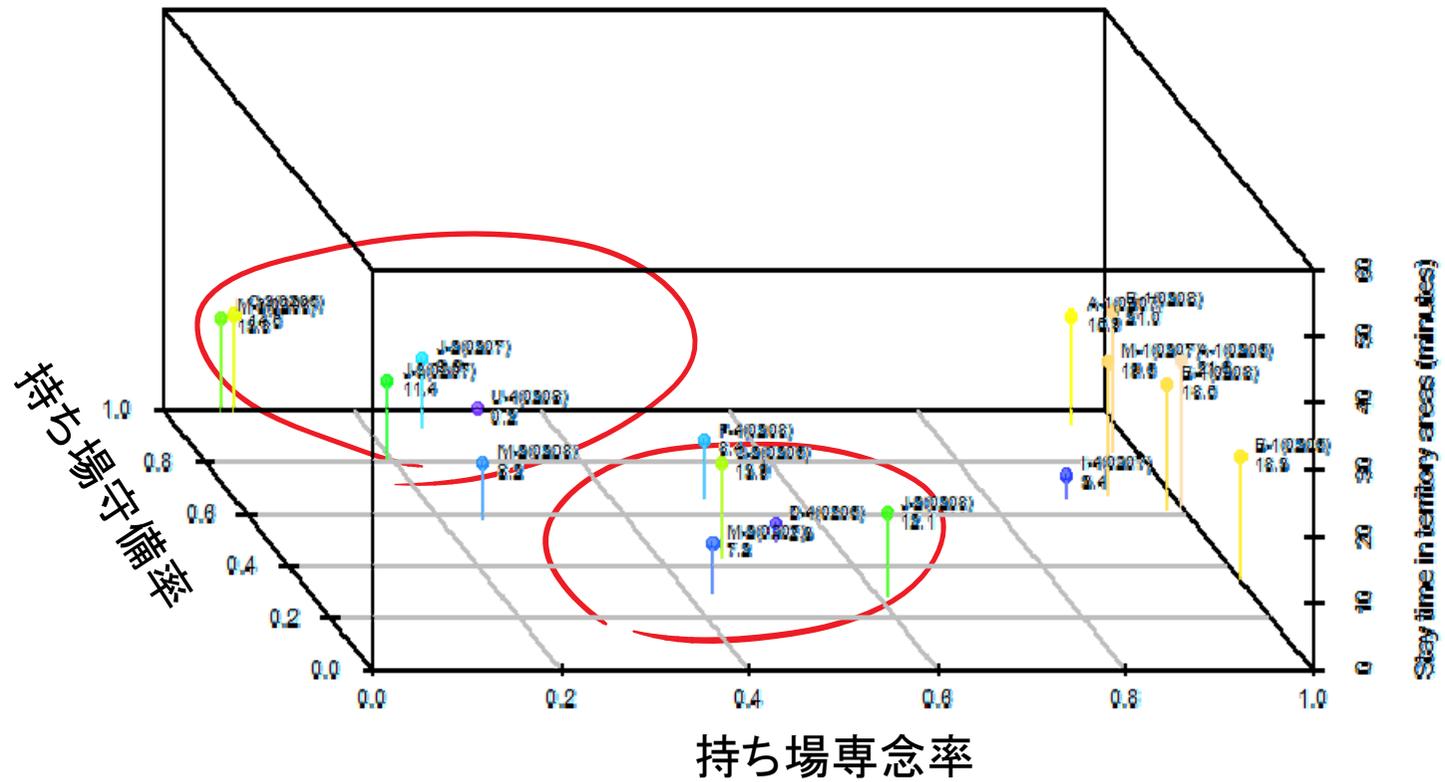
<p>IV. ベテラン型（余裕型） 自分の持ち場を守れていて、 尚且つ、他のエリアのカ バーもできている状態。</p> <p><i>individual skill</i></p>	<p>III. きっちり型 自分の持ち場の注文はもれな く取るが、他のエリアの注文ま では積極的に取りに行かない 、もしくは行けない状態。</p>
<p>I. 目的意識欠如型 持ち場の注文を取れておら ず、尚且つ、持ち場以外の 注文ばかり取っている状態。 持ち場を守るという目的を 共有できていない状態</p>	<p>II. 手一杯型 持ち場の注文をもれなく取 ろうと努力はしているが、実 際には処理オーバーになっ ている状態</p>

持ち場専念率＝橙／赤



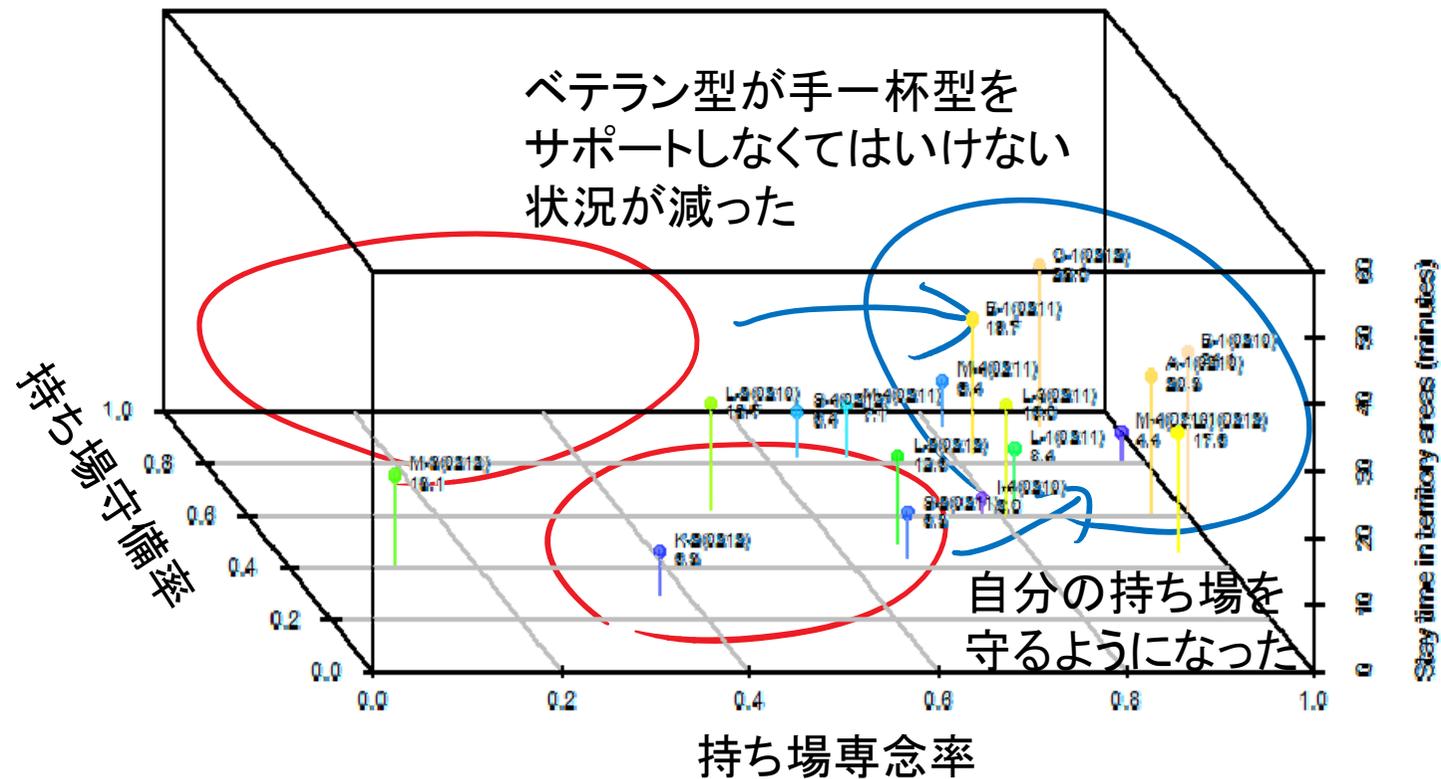
改善前

term: before , area: 1 2 3 4 , with CorrectedAssignment



改善後

term: after , area: 1 2 3 4 , with CorrectedAssignment



- 客席エリア滞在時間:維持(2011年のQC(接客時間を増やそう)が定着!)
- 移動距離:減少!

持ち場業務守備率・比率から見た 従業員の熟練度合（仮説）

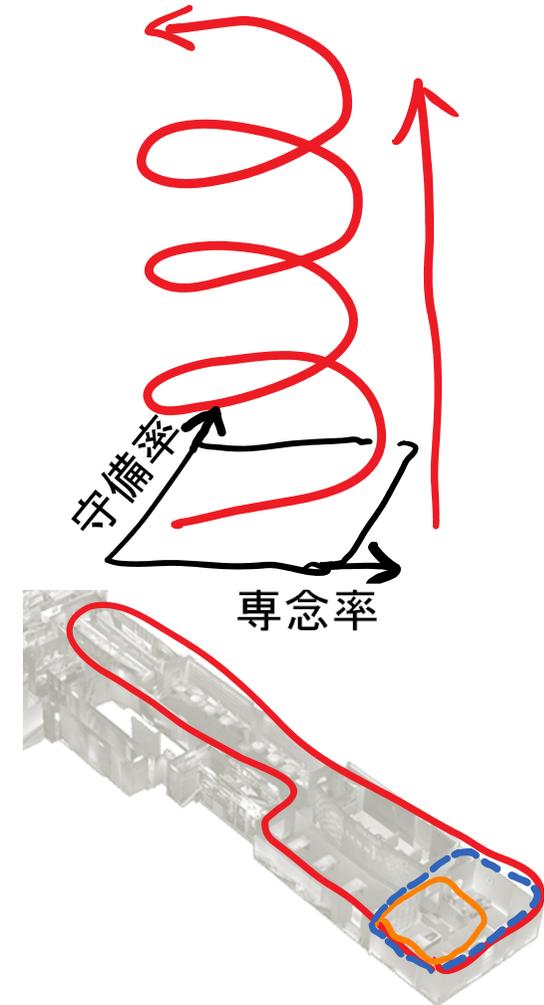
青
—
橙
＝
守備率
＝
持ち場

<p>IV. ベテラン型（余裕型） 自分の持ち場を守れていて、尚且つ、他のエリアのカバーもできている状態。</p>	<p>III. きっちり型 自分の持ち場の注文はもれなく取るが、他のエリアの注文までは積極的に取りに行かない、もしくは行けない状態。</p>
<p>I. 目的意識欠如型 持ち場の注文を取れておらず、尚且つ、持ち場以外の注文ばかり取っている状態。持ち場を守るという目的を共有できていない状態</p>	<p>II. 手一杯型 持ち場の注文をもれなく取ろうと努力はしているが、実際には処理オーバーになっている状態</p>

individual skill

Teamwork performance

持ち場専念率＝橙／赤

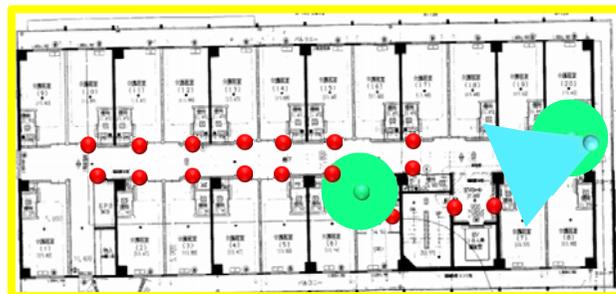


スーパーコートでの実証実験

- スーパーコート平野(施設型)、南花屋敷(集合住宅型)の2施設での従業員(ヘルパ、看護婦、ケアマネ等)の行動を計測
- 計測日程
 - 2010年1月9~16日: 平野
 - 2010年1月18~24日: 南花屋敷



スーパーコート平野
4階建て 56室
延床面積: 1864.63m²



2階のセンサ配置

- ビデオカメラ
- アクティブRFIDタグ
- ワイヤレスエコセンサ



装着型環境センサ

PDRセンサモジュール



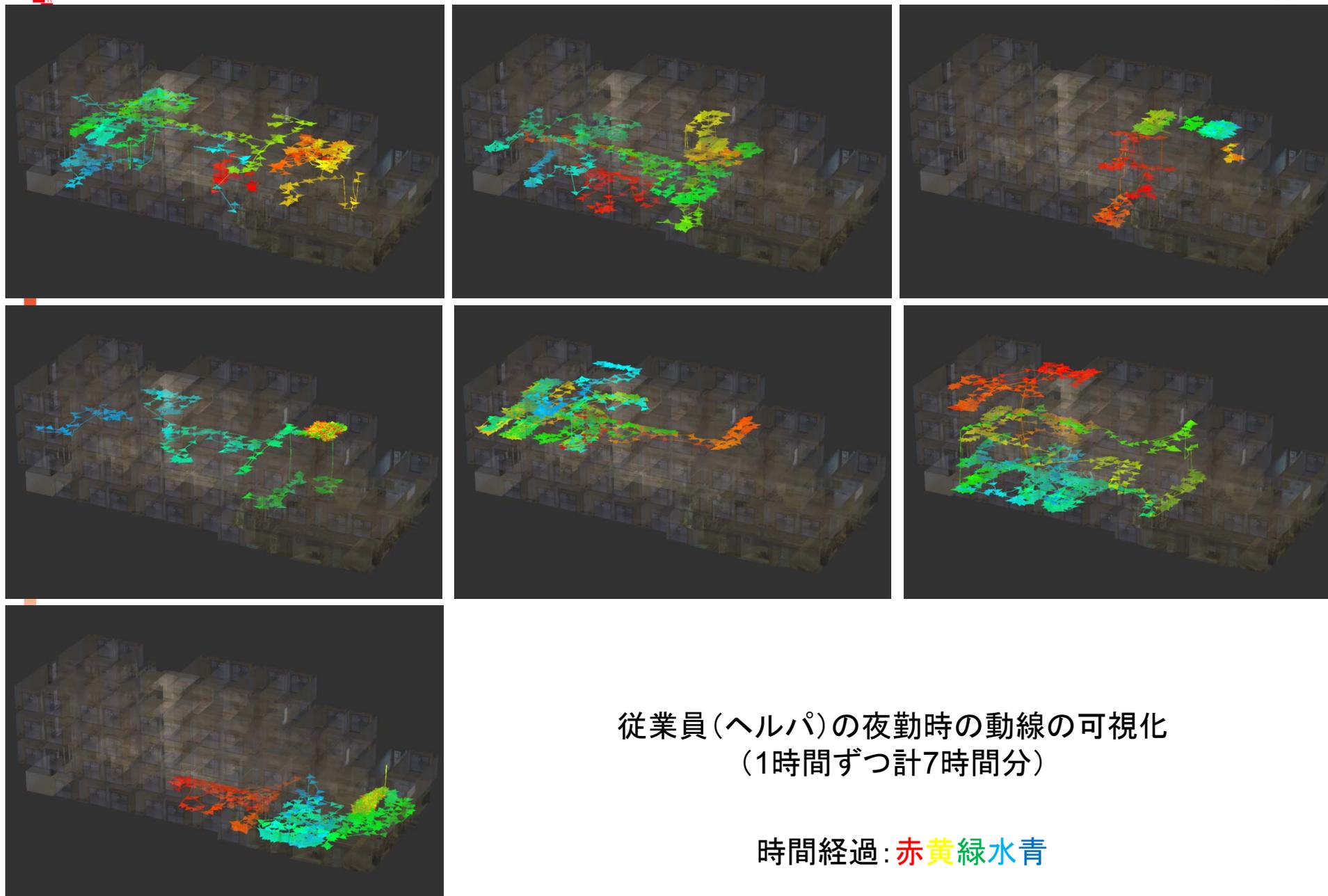
アクティブRFIDタグ
(計74個)

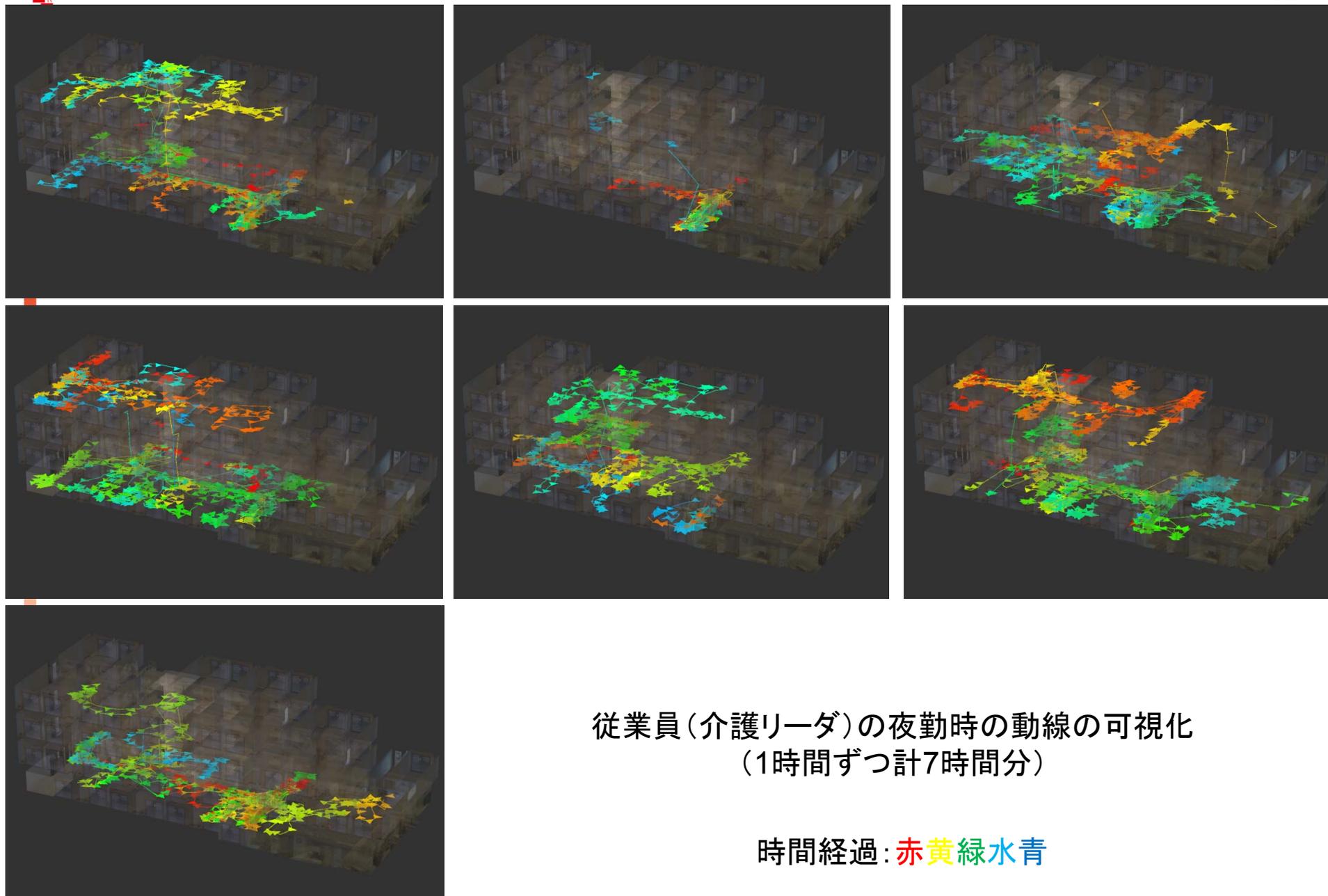


ビデオカメラ(計5台)

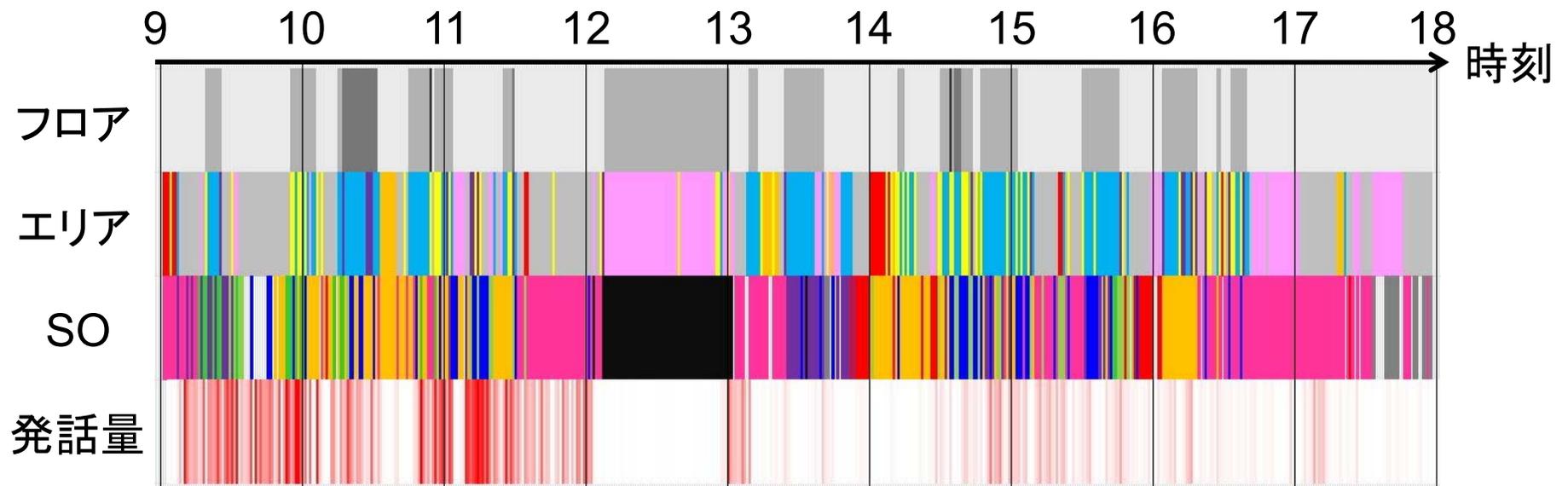


設置型環境センサ
(計10台)



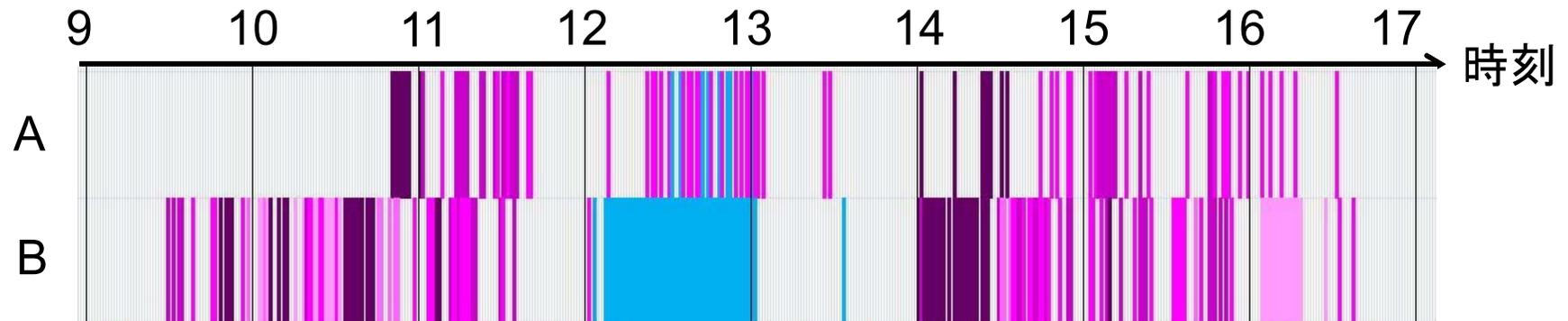


時系列チャートの表示例1(1人日分のデータ)⁸⁷



フロア	1F	2F	3F	4F
エリア	介護居室	廊下	スタッフルーム	事務所
	食堂	風呂・脱衣所	トイレ	階段・EV
SO	移動系	食事系	排泄	清潔系
	レク	看護系	情報共有	記録作成
				休憩
発話量	少 多 (協力:スーパーコート平野)			

時系列チャートの表示例2(同日複数人のSO)⁸⁸



休憩

入浴介助

排泄介助

誘導・
移動介助

シーツ交換・
清掃、洗濯

環境整備

大

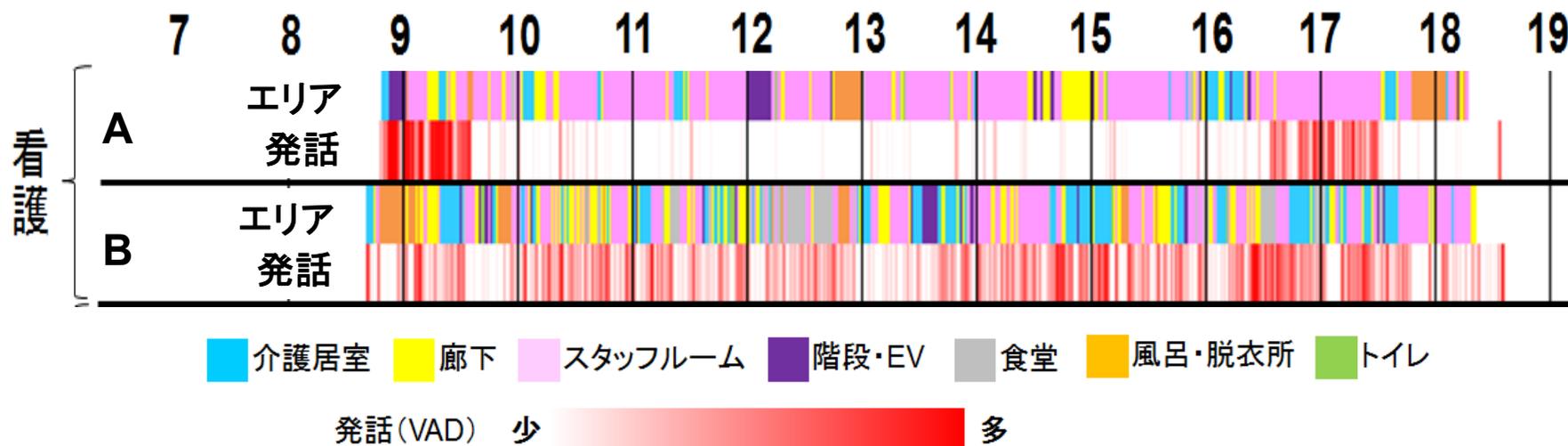
疲労度

小

※介護ヘルパーへの聞き取り調査で各SOの疲労度を設定

- Aは疲労度の高いSOをあまり行っていないが、十分な休憩がとれていない
 - Bは疲労度の高いSOに多くの時間を費やしているが、まとまった休憩がとれている
- (協力:スーパーコート平野)

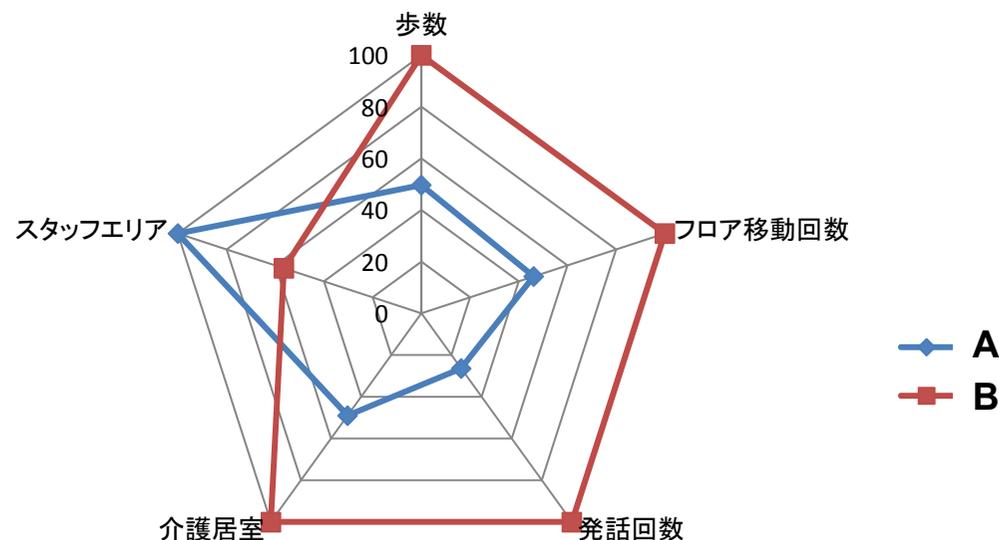
時系列チャートとレーダーチャート



A : リーダー : 入居者のバイタル測定と記録業務が主な作業 (特に記録業務)
 B : フリー : 比較的動き回る作業

➤ 歩数、フロア移動回数、
 発話回数、エリアごとの
 滞在時間を算出し、
 レーダーチャートで表示

(協力: スーパーコート平野)



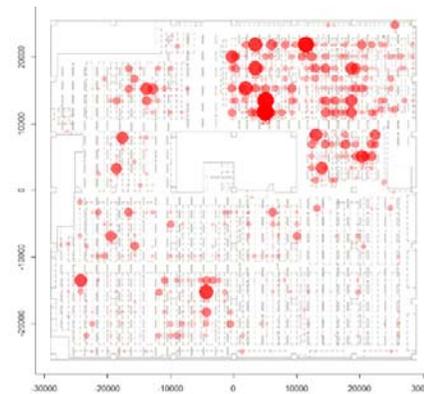
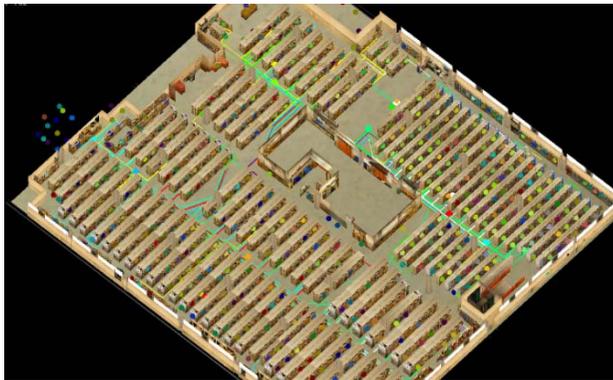
物流倉庫での改善案検討



可視光通信とWMSにより倉庫内スタッフの動線を把握し、「倉庫業務の見える化と効率化」に関して検討。シミュレーションも。

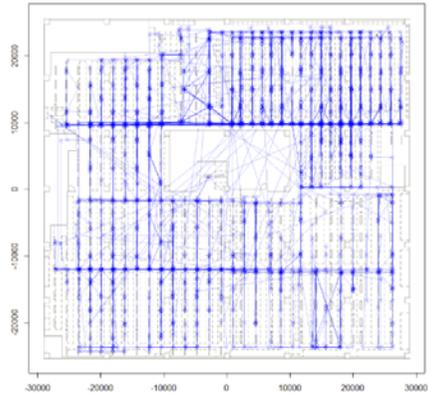
改善案の例：棚割り、大通りの配置、ゾーン制導入等

既設の照明器具台数の約半数(228台)を可視光通信用LED照明に取り替え

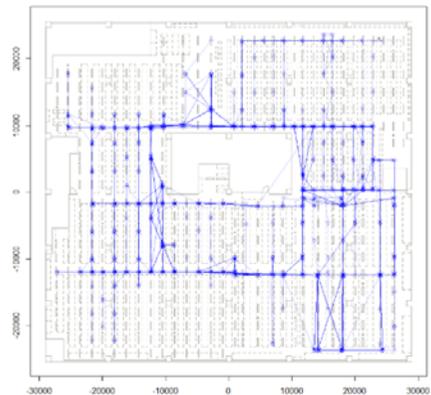


ピッキング位置の分布

従業員の動線



カートの動線

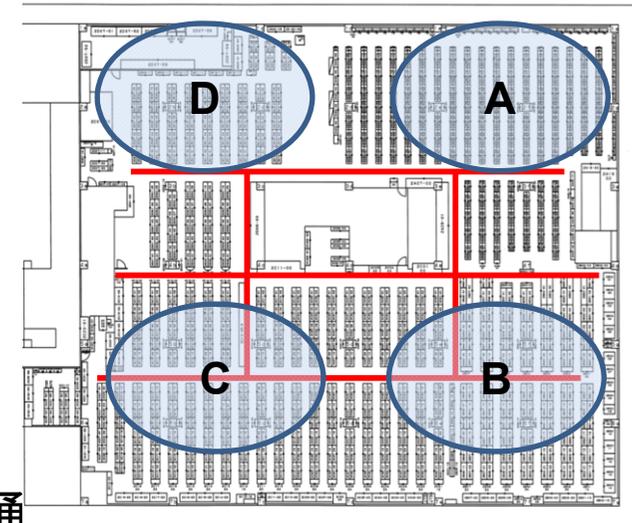


トラスコ中山プラネット神戸物流センター、パナソニック、フレームワークス、産総研のコラボレーション事例

計測対象倉庫

計測場所	国内物流倉庫A(約2,700m ²)
計測期間	2014年4月17日～6月13日(土日祝日除く)
計測対象者	17名(社員4名、パートタイマー13名)

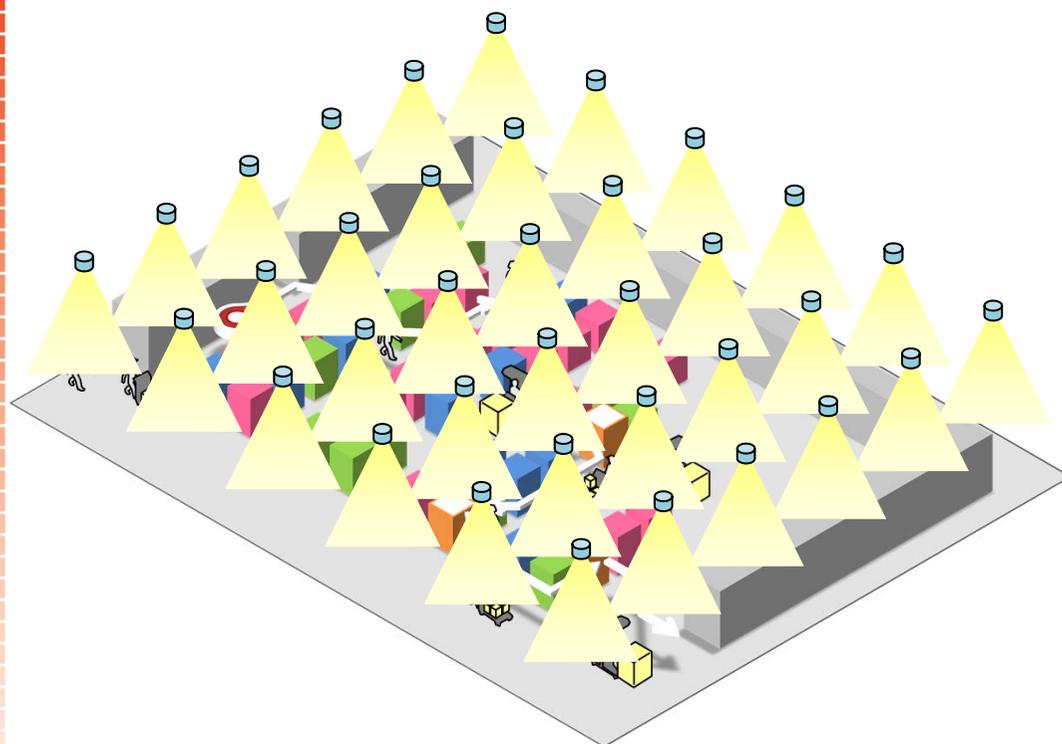
- ピッキング作業フロア
 - 54m × 50m(25m × 2)
 - 中央に資材搬出用エレベータ
 - フロアをA～Dの4つのエリアに区分
 - 各エリアの棚に商品が格納されている
- 物流倉庫Aの特徴:
 - 取扱い商品種類数が多い(商品点数:76,000)
 - フロア内の通路には広い通路(大通り)と狭い通の行き違いができなくなるため、狭い通路にはカートを侵入させない



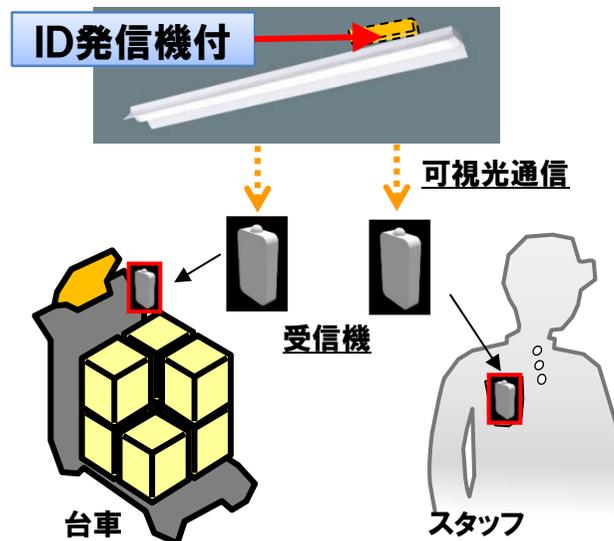
屋内位置情報測位システムを設置し、スタッフ(台車)の作業動線の見える化と、傾向分析の基礎データの自動収集

可視光通信用照明機器(LUMICODE対応※)

受信機を付けたスタッフ(台車)が、倉庫内をピッキングしている最中に、自動的に位置情報を取得する。



倉庫管理システム(WMS)のHTでのピッキング実績情報と上記位置情報を組合せて動線分析を行う。

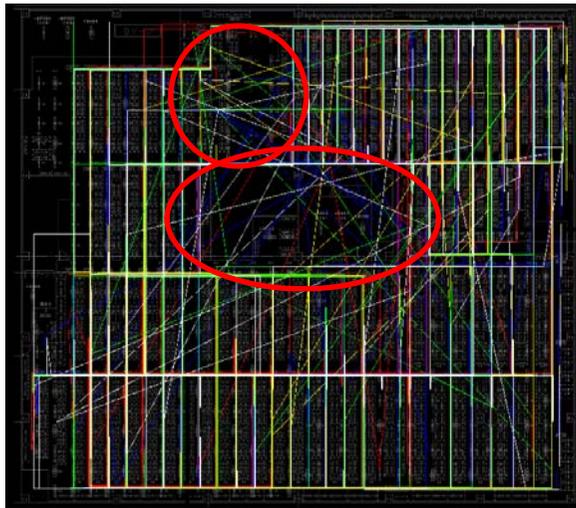


ピッキング作業の作業動線を把握

LOGISTICS STATION®
iWMS Series

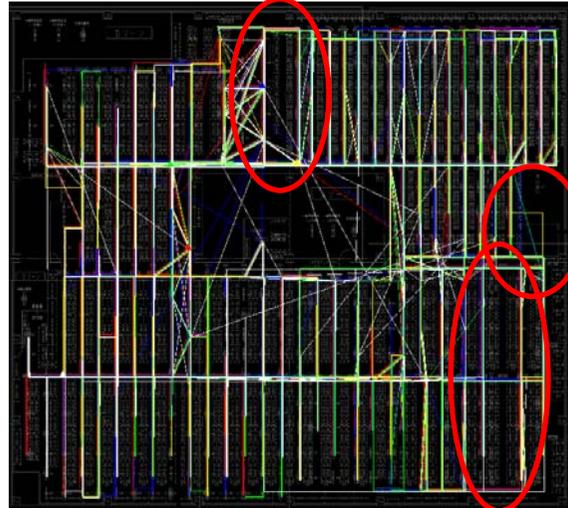
※LUMICODEはパナソニックの商品名です

可視光通信測位とピッキングデータのフュージョンによる従業員の動線計測 (5名分)



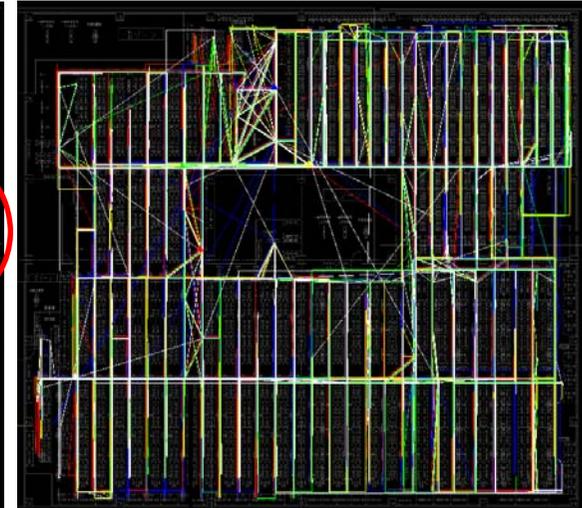
ピッキングデータのみ

- ピッキングの結果のみ
- 動線のジャンプが目立つ
- ピッキングデータだけでは動線の分析は困難



可視光データのみ

- ピッキングの過程を計測
- ピッキングデータのみと比べ、動線のジャンプが減少
- 誤差や欠落がある



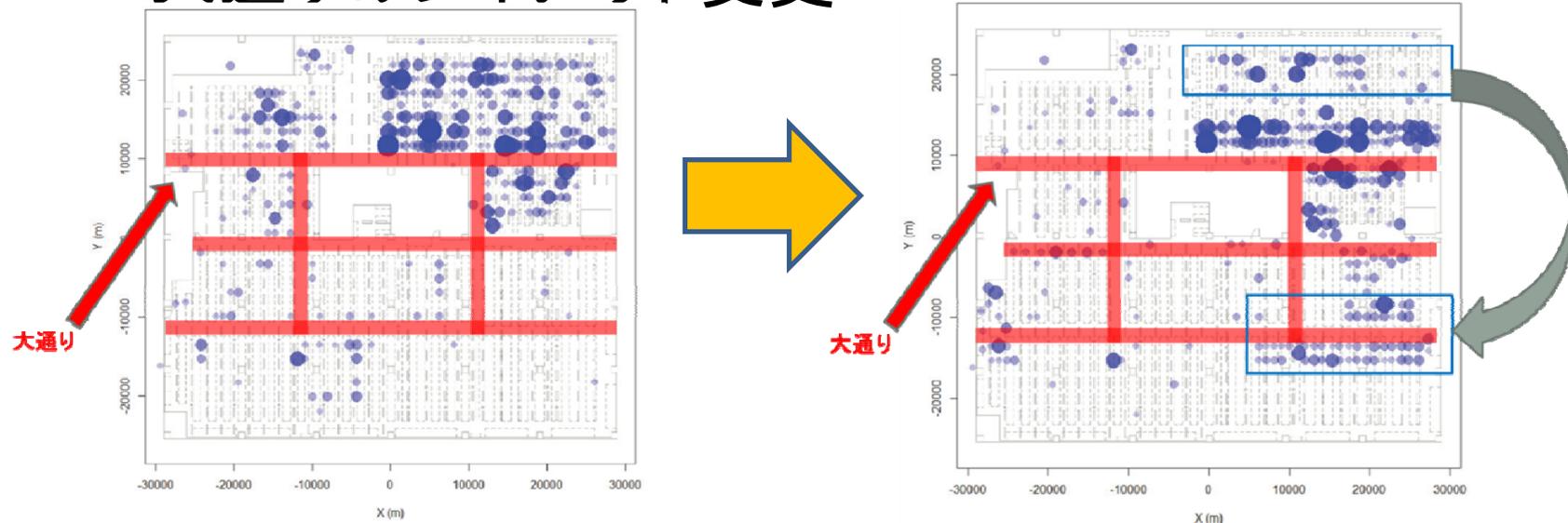
可視光+ピッキングデータ

- ピッキングのみと比べ、通路に沿った移動が増加
- 可視光の誤差や欠落の影響を削減できている

※2014年4月18日9時～22時(従業員3,4,5,8,9)

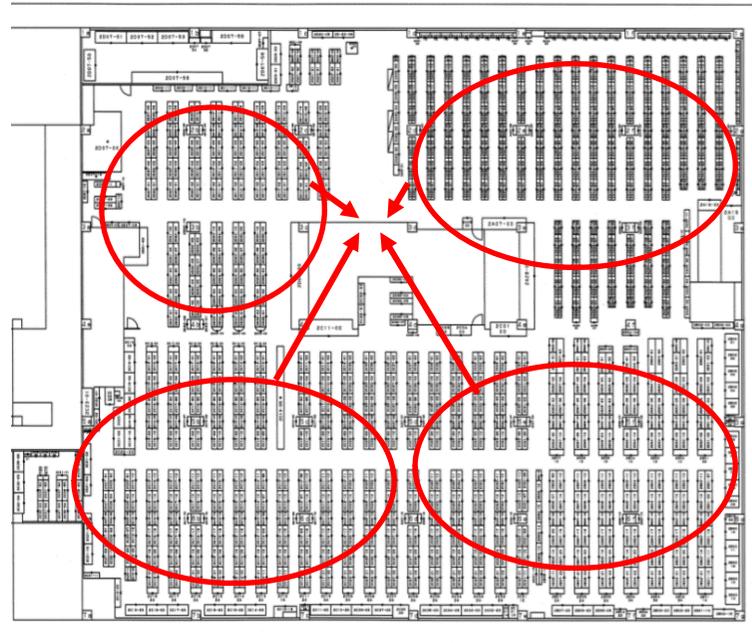
考察とシミュレーションに向けて

- 従業員の1 オーダあたりの作業時間と移動距離を減らす要素の抽出
 - 棚の配置の変更
 - 大通りのレイアウト変更

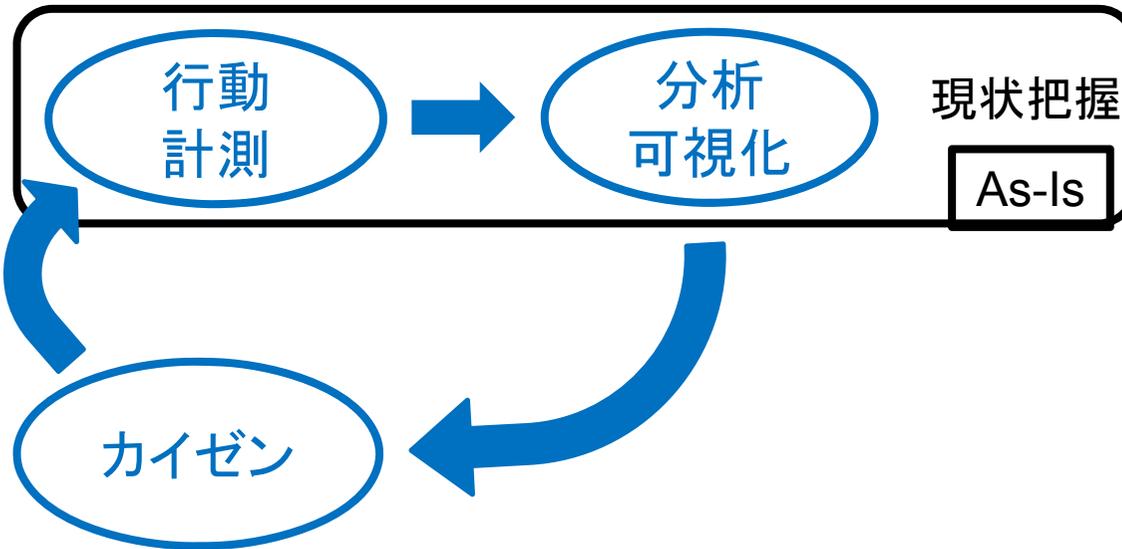


考察(続き)

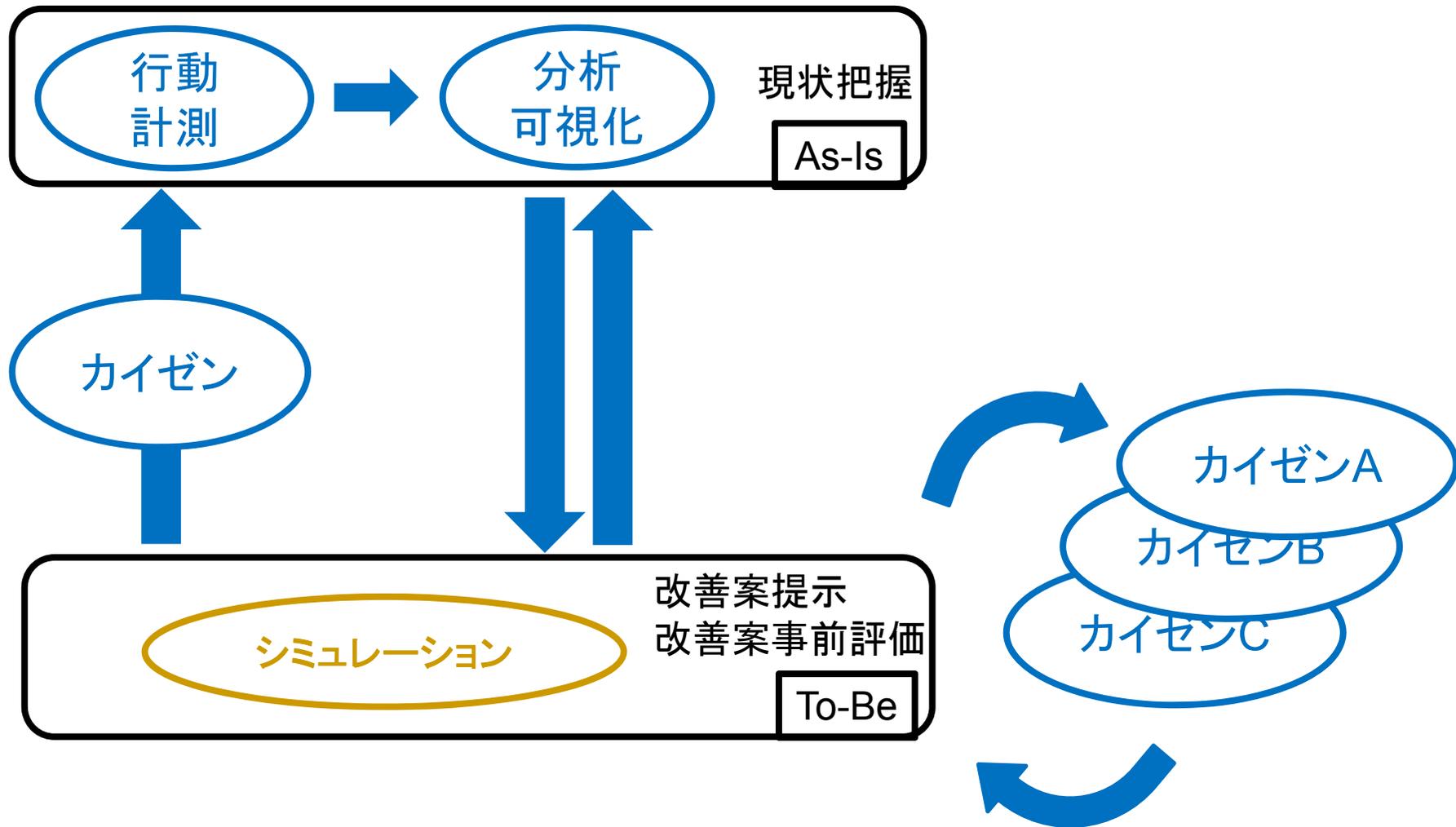
- ゾーン制の導入
 - 移動距離を削減するために飲食店などで多く採用
 - オペレーション案:
 - ABCDの各エリアに担当者を貼り付け
 - 担当エリアのみで複数案件を並行してピッキング
 - 中央で各エリアでピックアップしたものを合わせて出荷
 - 現場の混乱の原因に？



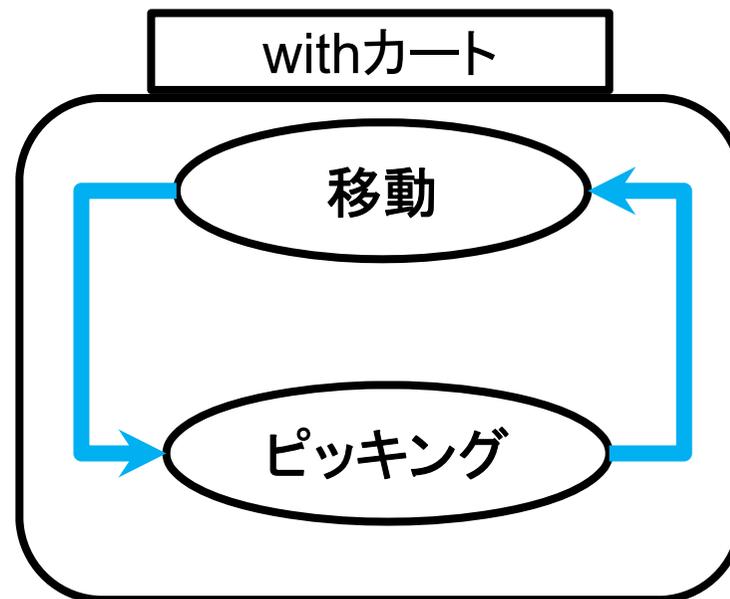
改善活動の改善



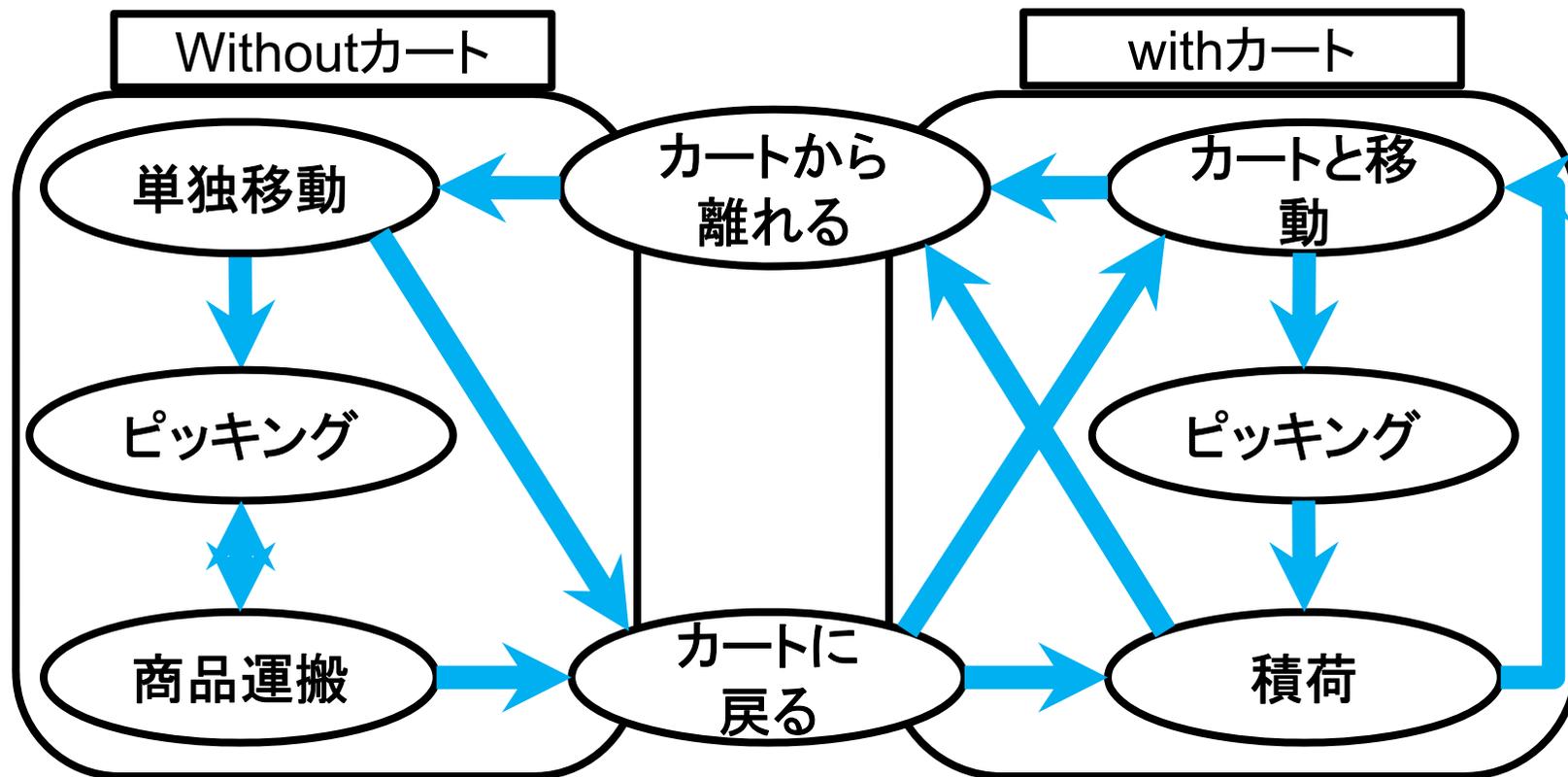
改善活動の改善



従業員作業モデルの構築に向けた状態遷移図



従業員作業モデルの構築に向けた状態遷移図





従業員作業モデルのパラメータ概要

パラメータ抽出期間:4月17日～23日

項目	結果
単独移動速度	1.74 [m/s]
カート移動速度	1.37 [m/s]
ピッキング時間	17.4 [s]
積荷時間	12.1 [s]

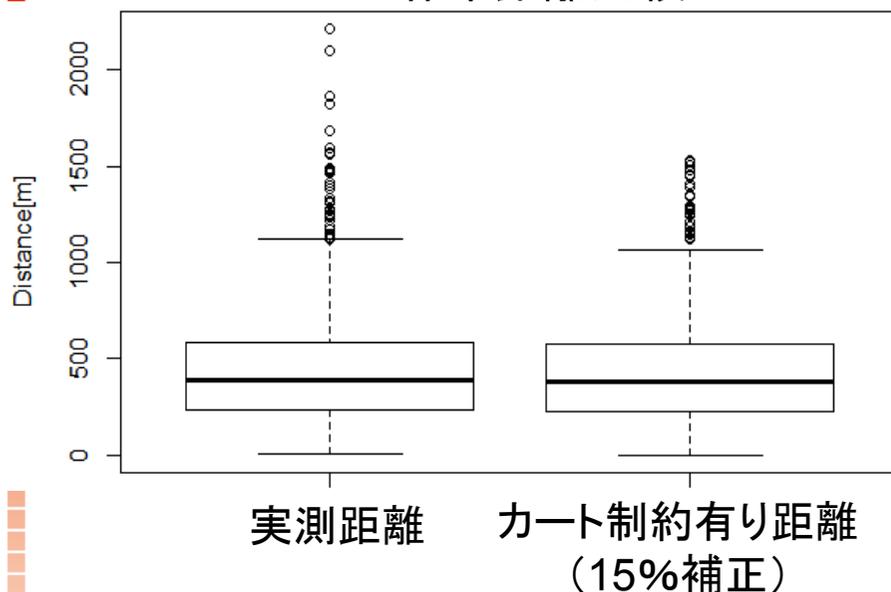
上段:速度 下段:作業時間



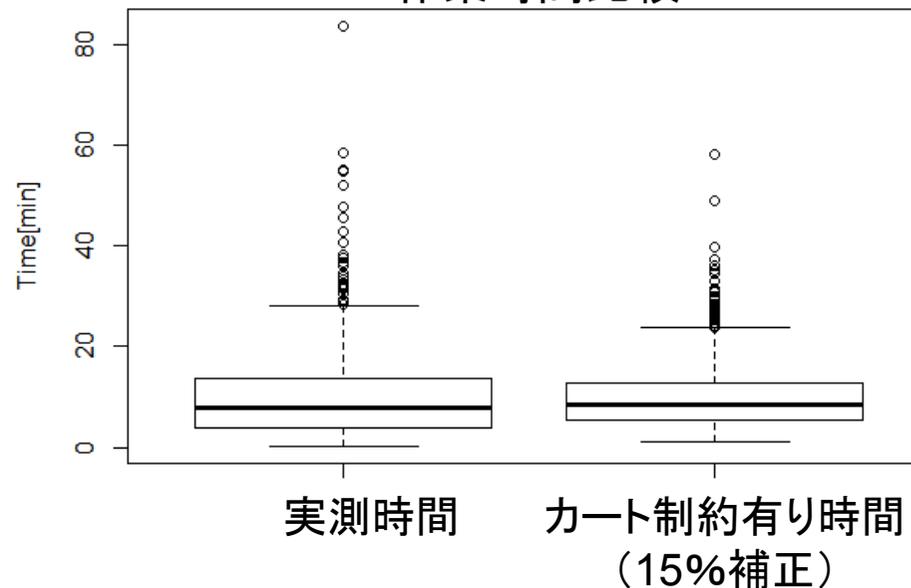
実験: 他期間データを用いたモデル性能評価

- シミュレーション期間: 4月24日~30日

作業距離比較



作業時間比較



マン・ホイットニーのU検定

$p = .5969$, $n = 680$, * $p < .05$

2群間に有意差はない

Mesured : $M = 454.9$, $SD = 327.7$, $Mdn = 392.3$

Simulate : $M = 435.1$, $SD = 291.1$, $Mdn = 379.5$

$p = .0236$, $n = 680$, * $p < .05$

2群間に有意差がある

Mesured : $M = 10.2$, $SD = 8.9$, $Mdn = 7.992$

Simulate : $M = 10.28$, $SD = 7.1$, $Mdn = 8.596$

レポート

- 今日の講義に関して学んだこと、現状や今後の展開に関して思ったことなどを記述
- A4相当で2頁以内。書式は自由。学籍番号氏名を忘れずに記載
- MS WORD、またはPDFで提出
- 提出先：t.kurata@aist.go.jp
- 単位取得の条件：各回のレポート提出（初回を除く全4回）。もちろん内容も重要。
- 締切：1週間後（10/30）。（遅れる場合は事前にメールで連絡すること）