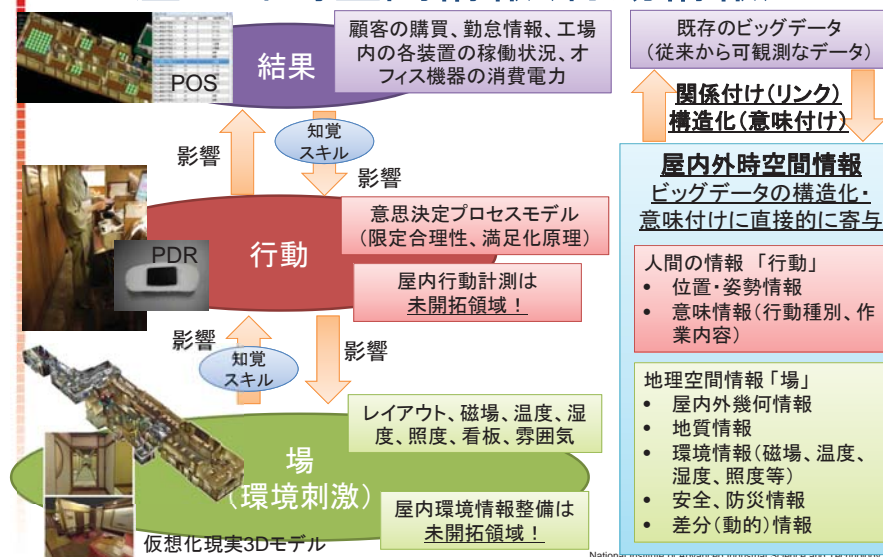


ビッグデータの構造化・意味付けと 屋内外時空間情報(行動情報)



屋内測位と行動計測に基づく従業員スキルの把握・評価に向けて

○蔵田武志 福原知宏 天目隆平
牧田孝嗣 興梠正克 大隈隆史

産業技術総合研究所

ASPR

行動計測・提示技術の適用によって
マネ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)の支援



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技術

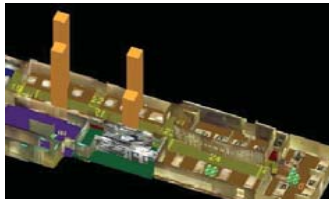


CSQCC: 結果・行動・環境刺激の総合分析

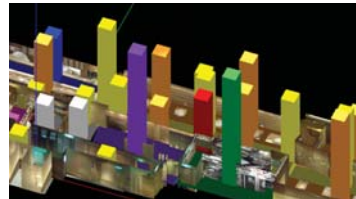
(CSQCC: Computer Supported Quality Control Circle)



行動指標と会計指標を組み合わせた可視化ツール



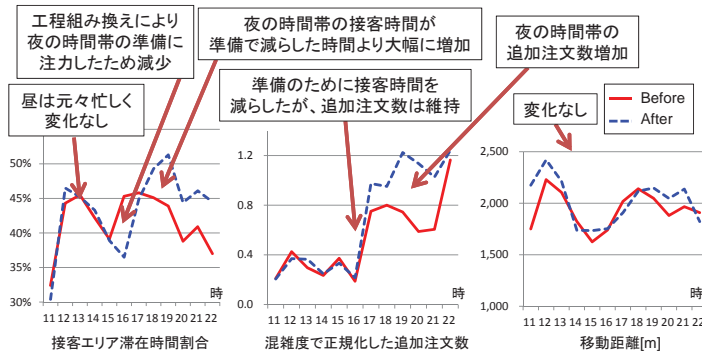
特定従業員の店内エリアごとの注文受注数



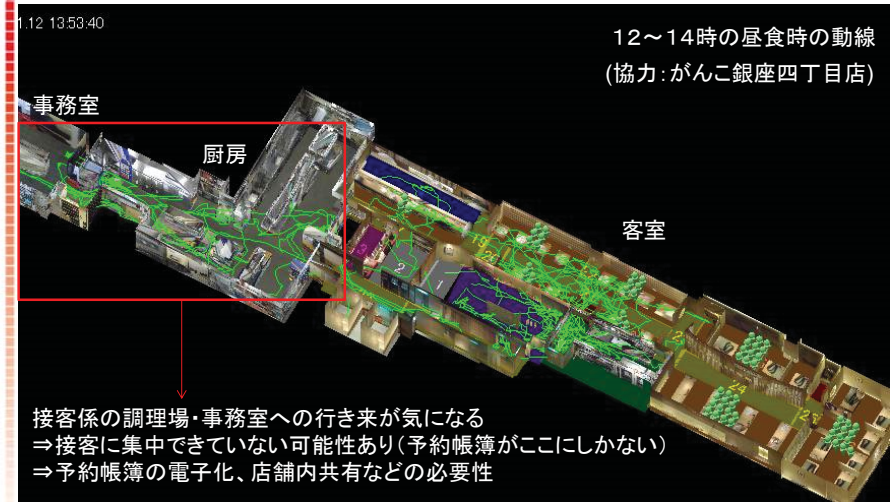
特定従業員の店内エリアごとの滞在時間割合

がんこ: CSQCC (Computer-Supported QC Circle)

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



CSQCC: 対策検討時の事例

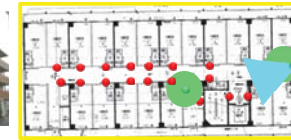


スーパーコートでの実証実験

- 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



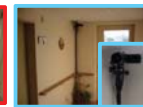
スーパーコート平野
4階建て 56室
延床面積:1864.63㎡



2階のセンサ配置



アクティブRFIDタグ (計74個)

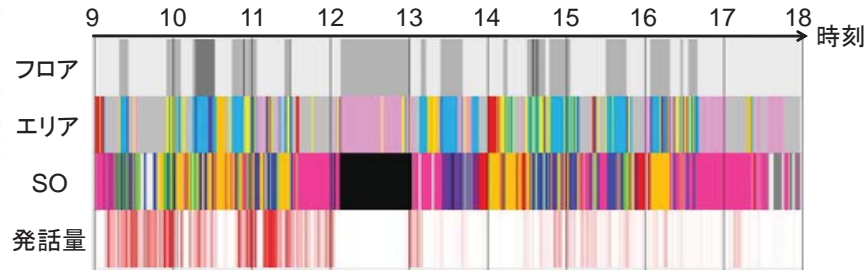


ビデオカメラ(計5台)



設置型環境センサ (計10台)

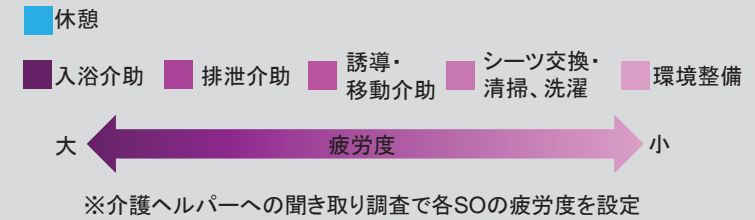
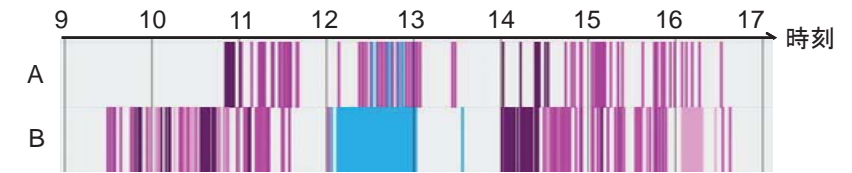
時系列チャートの表示例1(1人日分のデータ)⁹



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
発話量	少 → 多 (協力: スーパーコート平野)			

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

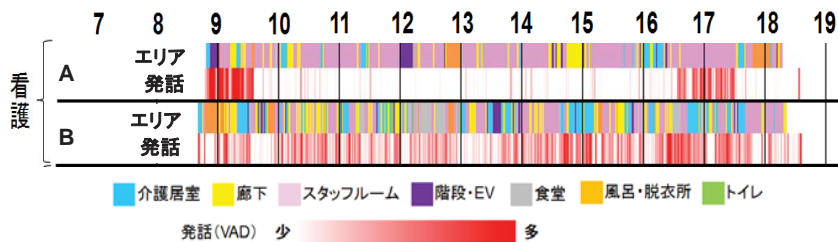
時系列チャートの表示例2(同日複数人のSO)¹⁰



- 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)

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

時系列チャートとレーダーチャート¹¹



- 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)

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

客観(行動)+主観=CCE Lite (従業員スキルに関する仮説策定支援)¹²

時間経過 →

- ・既存のタイムスタディの人的・時間的コストに比べて50%以上のコストダウン
- ・カメラを用いないことによる顧客のプライバシーを配慮
- ・映像での酔いを抑制
- ・記憶想起の効果が十分にあることを確認
- ・装置のイニシャルコストは分散化させることで軽減

旅館(城崎温泉)の仲居スタッフの行動計測結果(上)とインタビュー風景(左)

CCE: Cognitive Chrono Ethnography

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

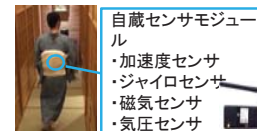
多岐に亘る測位センサの特性比較

Category	Cost				Measurement				
	Stationary node	DB	Mobile node	Computation	Outdoor positioning	Indoor positioning	Direction		
(I) Combo of stationary and mobile nodes	(A) GNSS	N	L	L-M	L-M	M-H	N/A	N/A	
	IMES	H	M	M-H	L	M	M-H	N/A	
	Passive RFID	M-H	M	L-M	L	M-H	M-H	L	
	Active RFID	H	M	M-H	L-M	M	M-H	L	
	Bluetooth/Wi-Fi	M-H	M	L-M	L-M	M	M-H	L	
	UWB	H	M	H	L-M	H	H	L	
	Ultrasonic	H	M	L-M	L	M-H	M-H	L	
Visible Light	M-H	M	M-H	L	M-H	H	L		
(II) Stationary nodes	Surveillance Camera	M-H	M	N	H	H	H	H	
(III) Mobile nodes	(C) Mobile Camera	Artificial Marker	L	M	M	M	H	H	H
	Natural Feature	N	H	M	H	H	H	H	
	(D) Self-contained sensors	INS	N	L	H	L	M-H	M-H	H
	PDR	N	L-M	M	L-M	M-H	M-H	M-H	
	(E) Map matching	N	H	N	M-H	M	M-H	L	
(F) SDF	M	M-H	M	H	M-H	M-H	M-H		

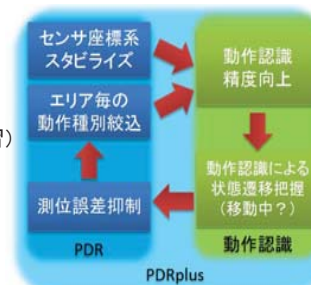
technology

行動計測:PDRplus

- PDR (Pedestrian Dead-Reckoning)
 - 自蔵センサモジュールからの計測データを基に歩行動作検出、移動速度ベクトル・相対高度変化量推定を行う
- 腰部にセンサモジュールを装着
 - 装着・メンテナンスが容易
 - 重心移動のある動作の認識が容易
 - ハンドヘルドに拡張可能(足装着型との比較)
- PDRplus
 - 歩行動作以外の動作も認識 (Boostingによる学習)
 - 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

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

PDRの世界動向



movea (75%)



CSR (14%)



TRX (34%)



IMES ShowCase

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

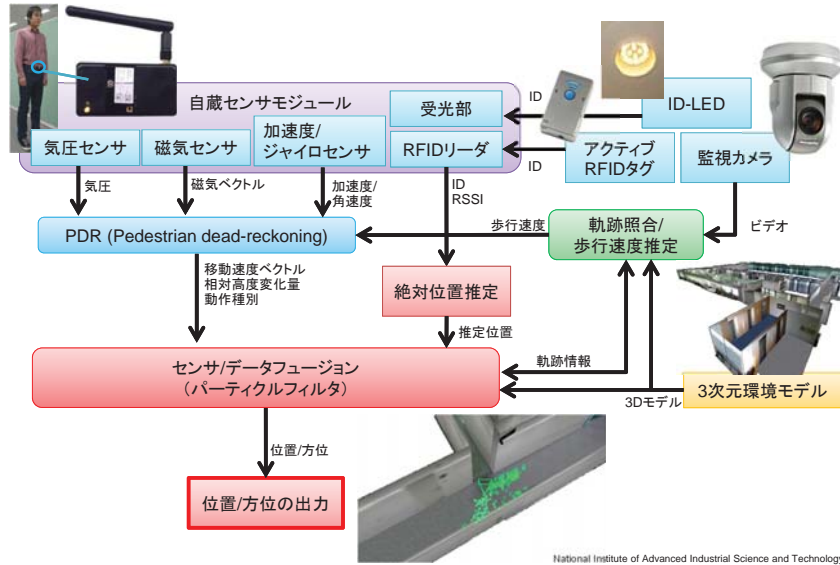
センサハブ

- センサハブという考え方がセンサメーカーやチップメーカーの間で広がり始めている (Apple, CSR & St micro, InvenSense, Kionics, Intel, Qualcomm, 旭化成など)
 - 端末中で各センサが(HW, OS, API的に)分散しすぎている:GPSと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は難しい(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な(always-on)計算が必要 (Kalman filtering, particle filtering, etc.)



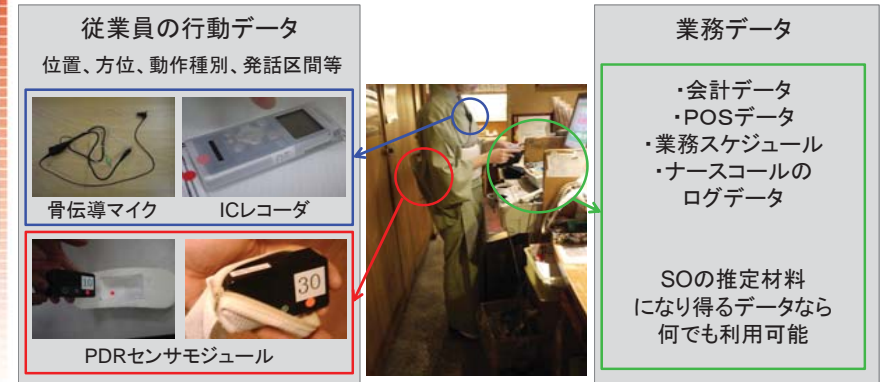
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

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



サービスオペレーション推定(SOE)

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



レストラン接客系の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



レストラン接客系のSOE結果

SO		推定値								再現率 [%]
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	
真値	[1] 注文伺い	218	16	3	3	11	21	2	3	78.7
	[2] 配膳	21	312	0	0	4	24	0	0	86.4
	[3] 移動/物を運ぶ	6	12	44	0	19	46	0	6	33.1
	[4] 会計	1	4	0	85	2	4	0	0	88.5
	[5] 挨拶/案内	4	0	0	4	234	31	0	7	83.6
	[6] 片付け/セッティング	8	6	0	3	8	551	0	2	95.3
	[7] お客さんと会話	12	6	0	0	14	6	51	1	56.7
	[8] スタッフと会話	12	10	0	6	30	17	0	184	71.0
適合率[%]		77.3	85.2	93.6	84.2	72.7	78.7	96.2	90.6	81.0

- 適合率: 正しい推定結果の数/推定結果の数
- 再現率: 正しい推定結果の数/真値データの数

老人ホーム介護ヘルパーのSO

	SP based SO(※)	SO
介護	[1]	更衣・整容 更衣・整容
	[2]	移動 移動・物を運ぶ 誘導・移動介助
	[3]	排泄 排泄介助
	[4]	食事 食事介助 食事・飲み物・薬の用意、片づけ
	[5]	清潔 シーツ交換・清掃 入浴介助
	[6]	コミュニケーション 入居者への声掛け ナースコール対応
	[7]	環境整備 環境整備
	[8]	洗濯 洗濯
	[9]	レクリエーション 口腔ケア レクリエーション
看護	[10]	薬品管理 服薬介助
	[11]	バイタル測定 バイタル測定
	[12]	情報共有 スタッフとの会話 申し送り
	[13]	記録作成 記録業務
	[14]	休憩 休憩

(※)「介護・看護現場のサービスプロセス分類」をもとに、現場で慣行的に介護ヘルパーが行っている14種類のSOを定義

老人ホーム介護ヘルパーのSOE結果

SO	推定値														再現率[%]	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]		
[1] 更衣・整容	233	0	5	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94.0
[2] 移動	1	259	16	9	3	7	0	1	6	0	1	0	2	0	84.9	
[3] 排泄	1	4	290	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	97.3	
[4] 食事	0	3	2	682	3	0	0	0	6	3	1	0	4	0	96.9	
[5] 清潔	0	0	0	0	282	0	0	1	0	0	0	0	0	0	99.6	
[6] コミュニケーション	3	7	14	12	5	76	0	3	0	2	6	2	9	0	54.7	
[7] 環境整備	0	1	2	1	3	2	123	1	0	0	0	0	0	0	92.5	
[8] 洗濯	0	3	5	5	11	4	0	231	0	0	0	0	0	0	89.2	
[9] レクリエーション	0	1	0	10	0	0	0	0	138	0	1	0	0	0	92.0	
[10] 薬品管理	0	0	1	27	0	0	0	0	0	68	6	0	0	0	66.7	
[11] バイタル測定	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	36	0	0	0	94.7	
[12] 情報共有	0	3	1	9	3	4	0	1	0	3	5	228	20	0	82.3	
[13] 記録作成	0	8	5	17	2	0	0	5	0	0	4	4	369	0	89.1	
[14] 休憩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	398	100	
適合率[%]	97.9	89.6	85.0	87.4	89.2	80.0	99.2	95.1	92.0	89.5	60.0	97.4	91.3	100	88.1	

- レストラン接客係: 8種のSO、81%
- 老人ホーム介護ヘルパー: 14種のSO、88%

SOEの実現によって得られる指標

- 動線への自動アノテーションが可能
 - ワークサンプリング、連続観測法等の効率化
 - 業務記録、申し送り等のドキュメント作成支援に繋がる
 - 従業員にとっての大きなメリット
- 従業員ごとの身体的負荷の見積りが可能
 - 根拠に基づいたシフト管理、従業員満足度の向上に繋がる
- 各従業員の仕事のやり方、各仕事にかかる時間
 - 従業員教育、ノウハウ・スキル伝達
- 割り込み作業発生の有無
 - 平常時の作業プロセスのモデル化
 - 割り込み作業の頻度やパターンの発見、割り込み作業の制御

参考文献

- ・ “サービス工学—51の技術と実践—”, 赤松幹之・新井民夫・内藤耕・村上輝康・吉本一穂 監修, 朝倉書店, 2012.
- ・ M. Kourogi, and T. Kurata, “Personal Positioning Based on Walking Locomotion Analysis with Self-Contained Sensors and a Wearable Camera”, In Proc. ISMAR2003, pp. 103–112, 2003.
- ・ M. Kourogi, T. Ishikawa, and T. Kurata, “A Method of Pedestrian Dead Reckoning Using Action Recognition”, In Proc. IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS), pp.85–89, 2010.
- ・ R. Tenmoku, R. Ueoka, K. Makita, T. Shinmura, M. Takehara, S. Tamura, S. Hayamizu, and T. Kurata, “Service-Operation Estimation in a Japanese Restaurant Using Multi-Sensor and POS Data”, In Proc. APMS 2011 conference, Parallel 3-4: 1, 2011.
- ・ YouTube産総研チャンネル: <http://www.youtube.com/watch?v=ohU9-CJPDJw>
- ・ T. Ishikawa, M. Kourogi, and T. Kurata, “Economic and Synergistic Pedestrian Tracking System with Service Cooperation for Indoor Environments”, International Journal of Organizational and Collective Intelligence, Vol.2, No.1, pp.1–20, 2011.
- ・ T. Ishikawa, Thangamani Kalaivani, Masakatsu Kourogi, Andrew P. Gee, Walterio Mayol-Cuevas, Jungwoo Hyun and Takeshi Kurata: “Interactive 3-D indoor modeler for virtualizing service fields”, Virtual Reality, Springer, DOI: 10.1007/s10055-011-0202-1, 21 pages, 2011.
- ・ R. Ueoka, T. Shinmura, R. Tenmoku, T. Okuma, T. Kurata: “Introduction of Computer Supported Quality Control Circle in Japanese Cuisine Restaurant”, In Proc. International Conference on Human Side of Service Engineering (HSSE2012) jointly with AHFE2012, 2012.
- ・ M. Nakajima, KC. Yamada, M. Kitajima: Cognitive chrono-ethnography lite, Work 41, IOS Press, pp.617–622, DOI: 10.3233/WOR-2012-0219-617, 2012.