

# みまもり工学への一歩

## ～生活センシングデータの処理～

東京大学 大学院医学系研究科

ライフサポート技術開発学（モルテン）寄附講座

特任准教授 森 武俊

# みまもり工学への一歩

## ～生活センシングデータの処理～

東京大学 大学院医学系研究科 **健康科学・看護学専攻**

ライフサポート技術開発学（モルテン）寄附講座

特任准教授 森 武俊

**前 東京大学 大学院情報理工学系研究科**

**知能機械情報学専攻 准教授**

# 健康科学と統計科学のイメージ

- 健康食品・エビデンス
- たばこ・エビデンス
- 放射線・エビデンス

[www.nhk.or.jpより]

- もちろん、  
薬・エビデンス

- 有意差, .....



## 看護学と統計科学 例.とこずれについての定量化

■日本褥瘡学会編/医療・GL(09年)/ガイドライン

[目次画面に戻る](#) [前のページへ](#) [次のページへ](#)

### DESIGN-R 褥瘡経過評価用

カルテ番号 ( )  
患者氏名 ( )

月日 / /

Depth 深さ				創内が一番深い部分で評価し、改善に伴い創底が浅くなった場合、これと相応の深さとして評価する			
d	0	皮膚損傷・発赤なし	D	3	皮下組織までの損傷		
	1	持続する発赤		4	皮下組織を越える損傷		
	2	真皮までの損傷		5	関節腔、体腔に至る損傷		
				U	深さ判定が不能の場合		
Exudate 滲出液							
e	0	なし	E	6	多量：1日2回以上のドレッシング交換を要する		
	1	少量：毎日のドレッシング交換を要しない					
	3	中等量：1日1回のドレッシング交換を要する					
Size 大きさ				皮膚損傷範囲を測定：[長径 (cm) × 長径と直交する最大径 (cm)]			
s	0	皮膚損傷なし	S	15	100以上		
	3	4未満					
	6	4以上 16未満					
	8	16以上 36未満					
	9	36以上 64未満					
12	64以上 100未満						
Inflammation/Infection 炎症/感染				以下略			

# とこずれについての定量化 (Evidence-based)

■日本褥瘡学会編/医療・GL(09年)/ガイドライン

**保険医療機関の診療報酬：褥瘡対策未実施 減算**

目次画面に戻る  
前のページへ | 次のページへ

## DESIGN-R 褥瘡経過評価用

カルテ番号 ( )  
患者氏名 ( )

Depth 深さ		創内の一番深い部分で評価し、改善に伴い創底が浅くなった場合、これと対応の深さとして評価する		月日	/	/	/	
d	0	皮膚損傷・発赤なし	D	3	皮下組織までの損傷			
	1	持続する発赤		4	皮下組織を越える損傷			
	2	真皮までの損傷		5	関節腔、体腔に至る損傷			
				U	深さ判定が不能の場合			
Exudate 滲出液								
e	0	なし	E	6	多量：1日2回以上のドレッシング交換を要する			
	1	少量：毎日のドレッシング交換を要しない						
	3	中等量：1日1回のドレッシング交換を要する						
Size 大きさ		皮膚損傷範囲を測定：[長径 (cm) × 長径と直交する最大径 (cm)]						
s	0	皮膚損傷なし	S	15	100以上			
	3	4未満						
	6	4以上 16未満						
	8	16以上 36未満						
	9	36以上 64未満						
	12	64以上 100未満						
Inflammation/Infection 炎症/感染		以下略						

## ライフサポート技術開発学 (モルテン) 寄付講座

<http://www.lifesupport.m.u-tokyo.ac.jp/>

- 平成22年10月に、  
東京大学 大学院医学系研究科  
に設立
- スポーツ用品・自動車部品・  
医療福祉用品を柱とする企業  
「モルテン」の寄付により設置
- 東大・医学系 健康科学・看護学  
専攻 老年看護学/創傷看護学分野  
(真田弘美 教授 褥瘡や足潰瘍のケアのリーダー)  
と協力連携しつつ研究・教育推進



### メンバー

- 特任准教授 森 武俊
- 特任助教 野口 博史
- 前特任助教 大江 真琴

# 寄附講座のスポンサーは？

## ❁ (株) モルテン

- スポーツ用品, 医療・福祉関連用品, 自動車部品, 建設資材など幅広い分野
- 特に健康作り企業として, 世界最大のボール 及び球技関連用具の総合メーカー
- 高齢化社会を側面からサポートする介護用品 (介護ベッド・体圧分散式マットレス等) にも力を入れている



# 寄附講座の目指すところ

- 理学・工学などの自然科学を基盤として, 生活に起因する疾患・疾病の病態を解明するとともに なんらかの直接介入が可能なアプローチを創り出す **Life Support Technology** を創設すること

みまもり工学	看護工学	人間行動計測
<p>食事準備 外出 就寝準備</p>	<p>体圧センサー エアセル 体圧モニター画面</p>	
<p><b>室内行動分析</b> 異常行動の早期発見 行動の軌跡(赤線)を見取り図上で表示 (光学式センサで検知)</p>	<p><b>体圧センサー付き エアマットレスの開発</b> 体圧のモニタリングと自動制御</p>	<p><b>次世代モーションキャプチャ</b> 可視画像から人間の姿勢を推定 上: 6台のカメラから撮影したうち2台の様子 左: 三次元ポクセルデータ 右: 姿勢推定結果</p>

# 今日のお話

- サイバーフィジカル (Cyber Physical)
- インターネット of シングス (IoT)
- 新・情報爆発 (Info-plosion NG)
- ライフログ (Life-Log)
- 個別適合 (Personal-Fit, Group-Fit)
- ターゲティング (Behavior-Targeting)

などと言われている。

センサで大量に計測されうる、日常生活をはじめとする人のふるまい・活動などを（統計的に）処理して、  
When, Where, WhoがWhomに Whatを How 支援するかが  
次の「情報」世界のキー（少なくともその一つ）となる

これらと関係し「みまもり工学」という研究領域があり得ることを知っていただきたい

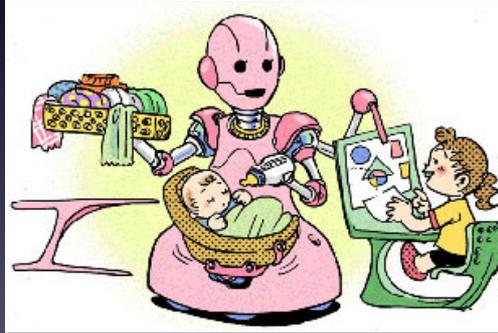
# ロボット工学から

- 人のふるまいを見て自然な支援をする系

# これまでのロボット研究の方向

## 例9. ～一家に1台 家庭ロボット～

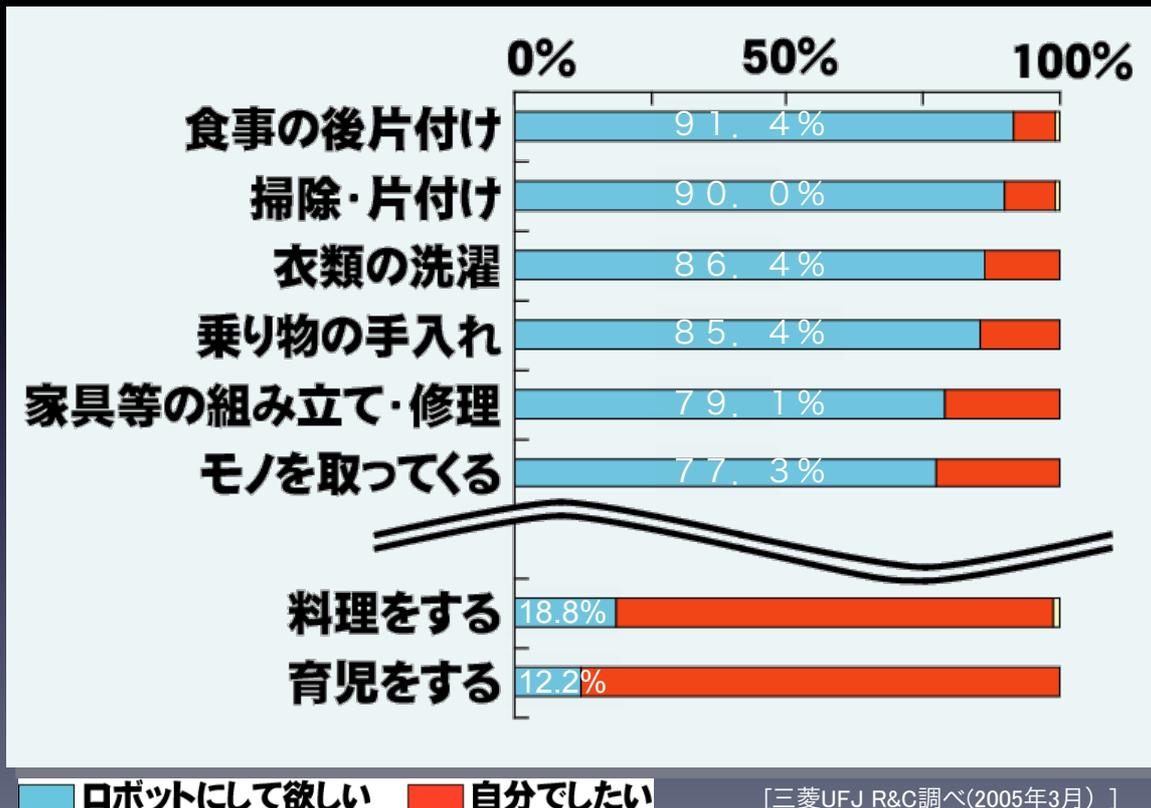
高度な人工知能を備え、家事に必要な動作が可能なロボットが開発されている。また、ロボットのリース・サービスなど新たなサービス・ビジネスが出現し、ロボットが家庭に安全に導入され普及することにより、家事から解放され、時間にゆとりができ、子育て・仕事・趣味が同時に支障なく成り立つ。



- 家庭に1台、掃除、洗濯などを行う「お手伝いロボット」が一般化 (2015/2023年)
- 庭の手入れ、介護、家事など様々な目的に応じたロボットをリースするサービス (2013年/2021年)

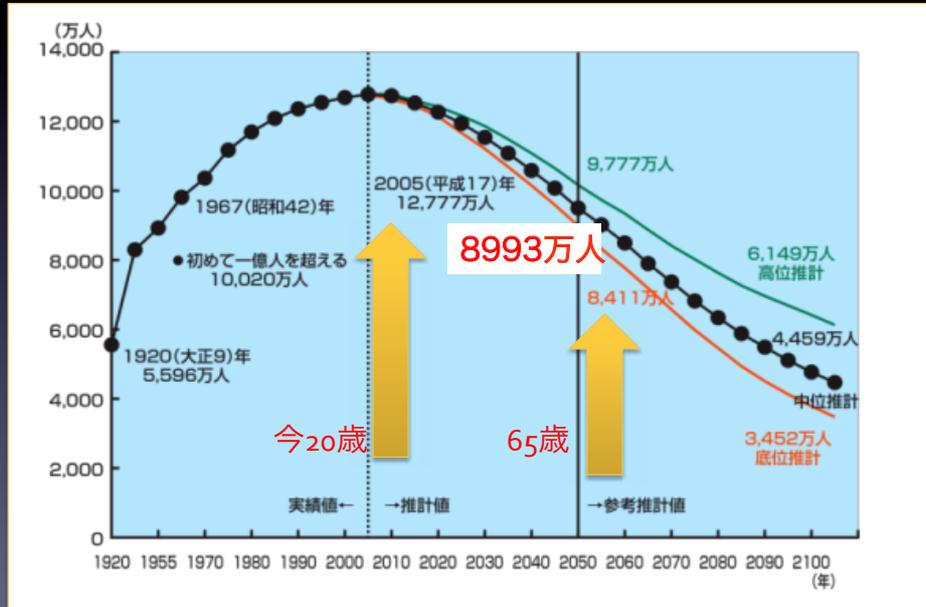
[<http://www.cao.go.jp/innovation/index.html> より]

## ロボットに期待すること・しないこと



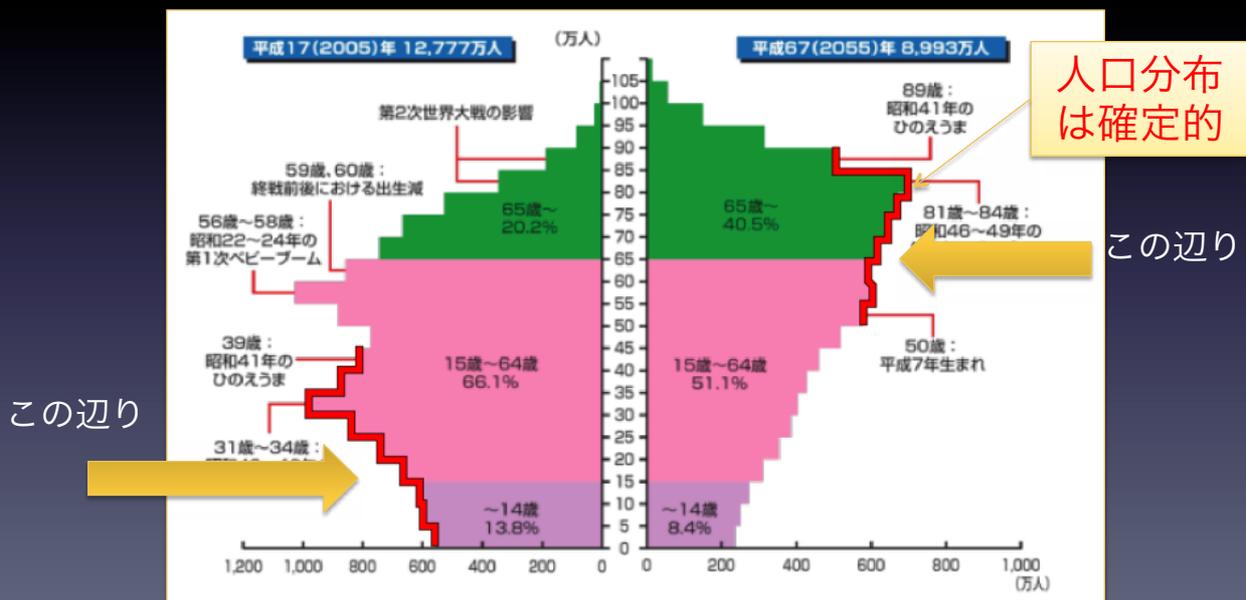
# 少子高齢社会の課題：人口減少

日本の例：2055年には日本の総人口は8993万人に  
(1950年代の水準)



# 少子高齢社会の課題：若年・高齢バランス

2055年には日本の高齢者率は41%に  
(いまの2倍)



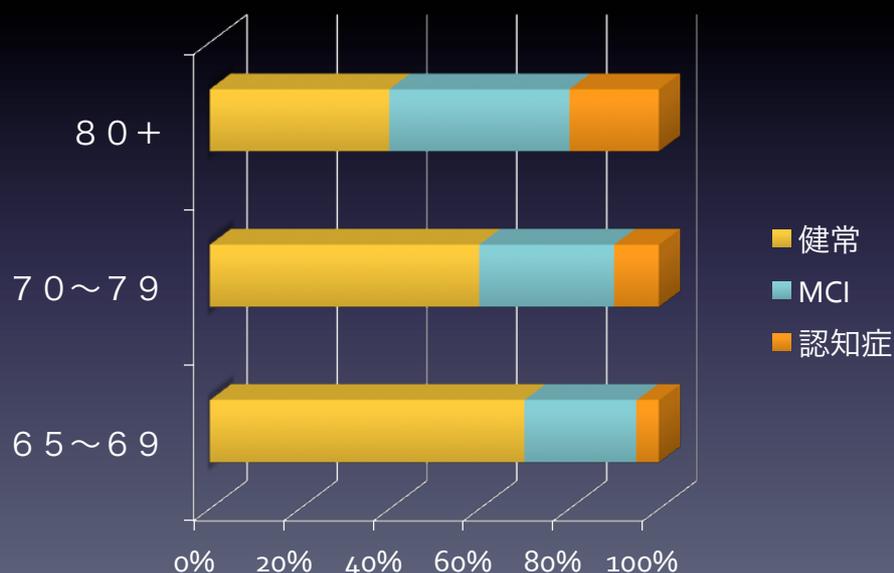
# 日本の認知症高齢者の将来推計

- 2025年に高齢者550万人は認知症（2005年の約2倍）
- エイジング総合研究センター（千人）

	2005	2010	2015	2020	2025
65-69歳	120	133	153	132	114
70-74歳	271	283	314	362	313
75-79歳	507	571	600	666	772
80-84歳	725	911	1,032	1,090	1,216
85歳以上	1,377	1,810	2,326	2,792	3,113
合計	2,999	3,708	4,424	5,042	5,528

## Mild Cognitive Impairment(MCI)

- Consensus paper on MCI, USB, 2000
- 東北大学 目黒先生 田尻プロジェクト 2004  
(日本では本格調査は2種しかない)



# 部屋それ自体がロボット

- ロボティックルーム

## 環境型システム

- 部屋の中，街の電信柱や道路などのインフラに，システムのセンサ・アクチュエータ要素を埋込んで，人の生活を支援するシステム



人を包み囲むように，さりげなく支援

キーワード：

2005年 安心・安全元年→2007年 安心・安全からさらに快適→2009年頃～ Life/Eco  
2010年 スマートグリッド→2011年 節電・防災

# 部屋型支援システム

パーソナル・ユビキタス コンピューティングの浸透  
大量のセンサおよび計算リソースをネット接続し利用可能

➔ 大量の蓄積データから学び、**個人個人に適合した**  
**支援**を提供するアプリケーションが可能・大事になる

## 対象

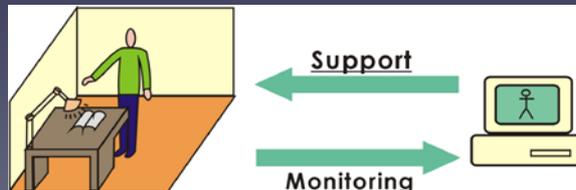
Where? . . . **住空間** (When? . . . **つねに**, Whom? . . . **住人達を**)

各個人が長い時間、生活を行う場  
区切られた空間であり、支援環境として整えやすい

What? . . . **日常の行動** (How? . . . **さりげなく**)

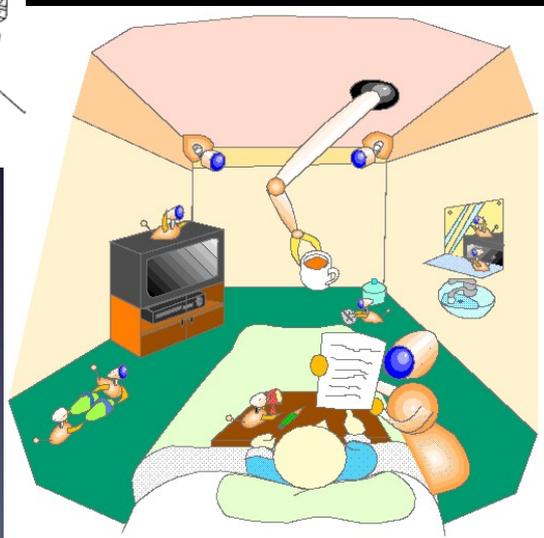
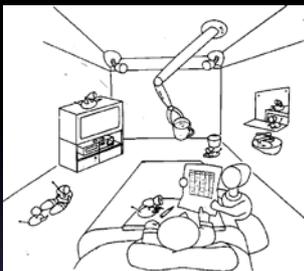
明示的な命令などによって支援するだけでなく、  
蓄積データから推測し生活中的行動に応じて支援する

- Safety & Security
- 安全・防犯
- 安心・健康



Accumulation  
Summarization  
etc.

# 部屋それ自体がロボット



病室・療養室をイメージ

平成7年頃の絵

# 部屋それ自体がロボットの例



病室・療養室タイプ



↓

ロボティックルーム1

- ・どうしても人による指令待ち
- ・その場その瞬間でのことに偏りがち

平成9年成果公表時の様子

# 部屋型センシング

- ・センシングルーム

# 家の見守り



## 人間行動計測・支援ルームの構築の考え方

- **方針** 行動は直接計測困難なので、**推定**する
  - 計測漏れのないように部屋に**できるだけまんべんなく**取り付ける (1995年以来の方針)
  - 非拘束でかつ**目立たないように**できるだけ環境に埋め込む (プライバシー阻害感の高い**ビジョンは控え気味**、に挑戦)
  - 対物動作把握等のために物体も可能な限り計測したい
- **センサモジュールという単位で構築**
  - 住居内への持ち込まれ方は、**機能単位**あるいは**家具・物品単位**である
    - 例. 温度分布センサの天井・壁などの住環境への埋め込み  
圧力分布検出ベッド、湿度センサのついたコップ、.....
  - モジュール単位で共通化 (柔軟性、代替可能性など)

## 東大センシングルームにおける支援例

### TV東京: **トレンドたまご**

2005-05-17 「知能住宅」

ムービー: <http://www.tv-tokyo.co.jp/wbs/2005/05/17/toretama/tt.html>

### NHK: **おはよう日本**

2005-05-18生中継 センシングルーム

### 日経BP: **各雑誌記事**

<http://www.nikkeibp.co.jp/sj/2/interview/20/>

高齢者被験者実験は現実にはなかなか困難

# センシングルームの変遷



00年頃



05年頃



センサ数・種増, インタフェース共通化, ミドルウェアと拡張性など

# センシングルーム内のセンサのリスト

**家具家電類**  
スイッチモジュール  
(スイッチセンサ 計15個)

ベッドセンサモジュール  
圧力センサ 224個+12個

圧力敏感型テーブルモジュール  
圧力センサ 4個  
OR  
圧力分布型テーブルモジュール  
圧力センサ 84個

椅子センサモジュール  
圧力センサ 19個

椅子センサモジュール  
圧力センサ 4個

食器棚モジュール  
(スイッチセンサ5個)

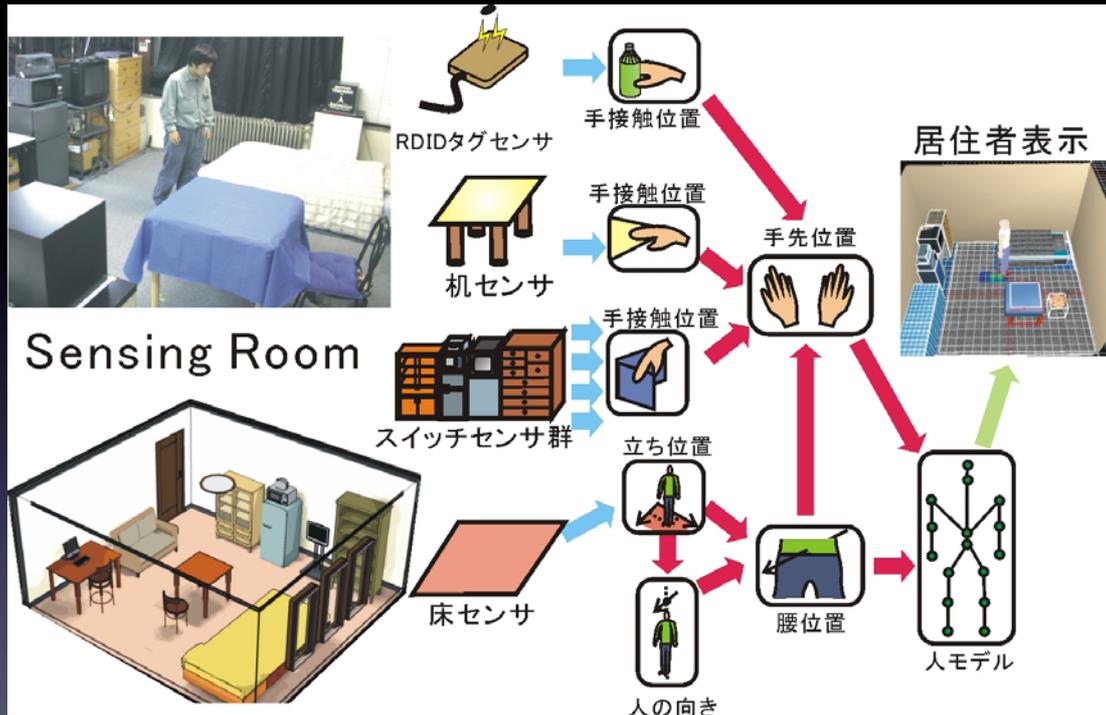
床センサモジュール  
圧力センサ 252個

ソファモジュール  
圧力センサ 4個

他に物体IDタグセンサ, 電流センサが多数存在

HDDビデオレコーダ, パソコン, 照明制御, 窓ロックセンサ, 電動ブラインドなども

# センサの協調と統合



ソフトウェアシステムとしては、ラベリング、フィルタ、モデル計算等の処理結果出力もセンサ出力と同様に「サービス」と扱い処理

# 部屋と居住者の状況の把握



床に分布させた圧力センサや家電の利用状況のセンサなどの協調で、例えば、戸棚の近くに床圧分布があり、戸棚扉スイッチに変化があれば、人が立っていて手を伸ばして戸棚の扉を開けた・閉めたと判断

多種多様なセンサを部屋に埋め込み・設置すれば、かなりの程度行動が把握できる

# リアルな生活データの計測

- 長期蓄積実験

## 関連研究に共通の課題・なやみ

### 住居環境における常時日常行動計測

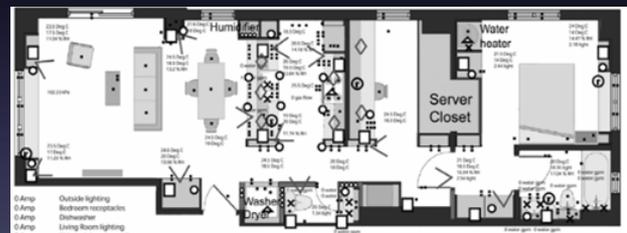
生活パターン把握・人間行動シミュレーションデータetc だが数週が限度

### 計測専用住居環境におけるデータ計測

詳細なデータは計測可能だが通常の日常行動とは異なる



YUKARI Home (NICT) [Yamazaki '05]



PlaceLab (MIT) [Intille '06]

実際の居住環境にセンサを持ち込むことにより、  
実証的に日常行動を計測したい

# 実住居にセンサを持ち込む際のポイント

## • 対象箇所

- どのような家にセンサデータを持ち込むか
- どんな人を対象にするか

## • 計測方法

- どのようなセンサを持ち込むか
- リファレンス(比較対象. Control)をどうやって得るか
- 正解データをどうやって作るか
- 大量データをどう蓄積するか

## • 解析方法

- 蓄積されたデータをどう取得するか

# 設置住居と被験者

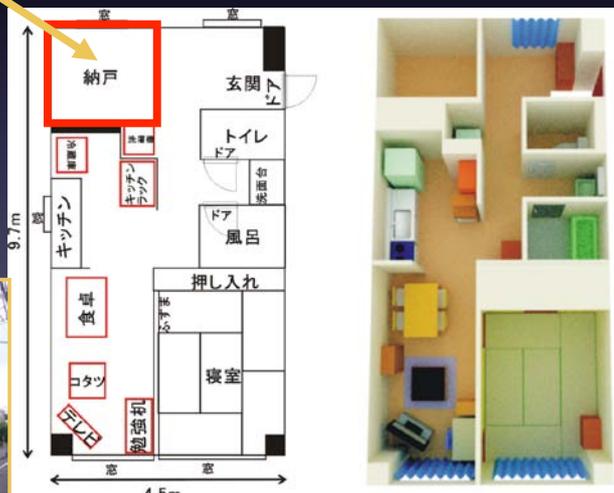
## 設置住居

- ◆ 研究室に近いこと
- ◆ **実験機材を置く空間が特別にあること**
- ◆ 電源容量が十分あること
- ◆ 高速通信環境が整っていること
- ◆ 部屋数がある程度確保できること

## 被験者

- ◆ 一人暮らしreadyであること
- ◆ センサに対する知識がある程度あること
- ◆ 活発に活動すること

住居：  
研究室徒歩五分  
1 SLDK  
被験者： 学生



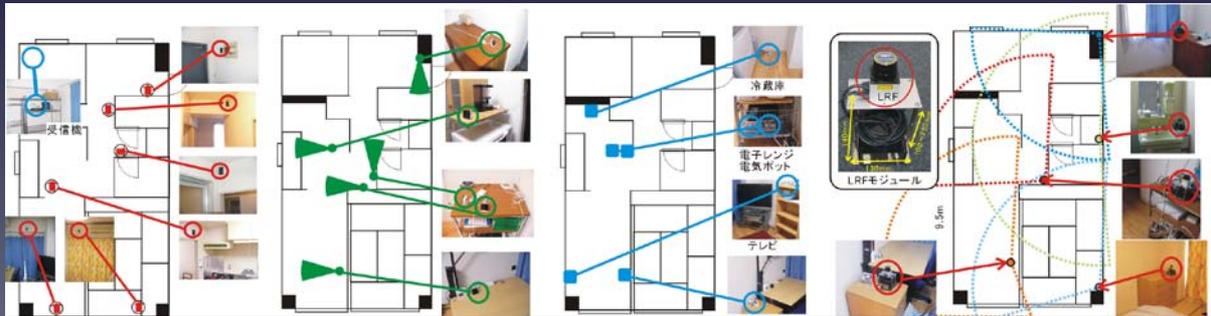
# 設置センサの候補

## 導入するセンサモジュールの条件

- 極力市販製品を利用したい(総合的コスト, 信頼性, 時間など)
- 設置が容易にできること
- 電源線・信号線が一本で済むこと

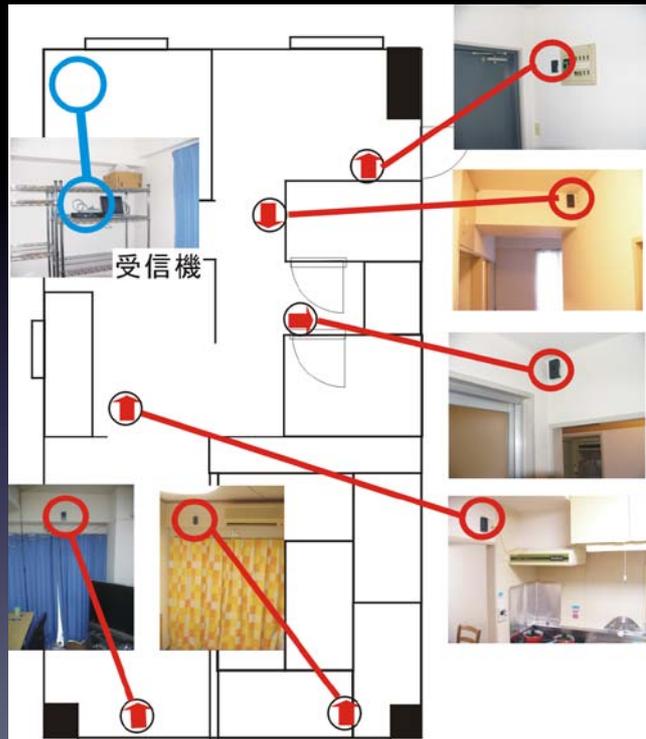
## 設置するセンサの条件

- 居住者の心理的負担が少ないもの
- 設置箇所が目立たないもの
- 見守りセンサとして導入される可能性がゼロではないもの・あるもの



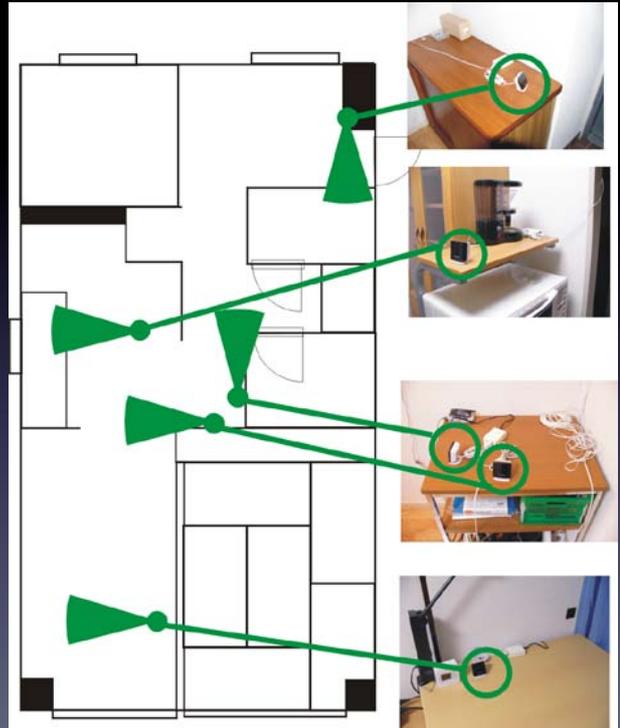
# 焦電センサモジュール

- 滞在状態検出用
- 使用デバイス
  - 立山システム研究所製
  - 微弱無線経路で1電池で2~4年間程度計測可能
  - 計測周期1分
  - 視野角約110度
  - 計測距離約5m
  - その部屋で動いたか否か



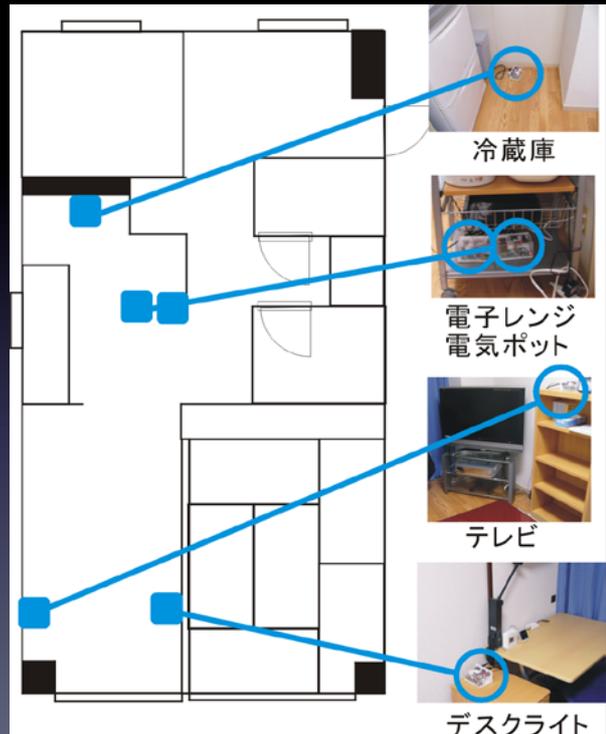
# 近接センサモジュール

- 焦電センサの補助・予備
- 使用デバイス
  - Ecobox  
(離席時に自動的にモニタ電源を落とすための市販商品)
  - + Armadillo220  
(組み込みLinuxボード)
  - 計測周期30Hz
  - 見込み角30度程度
  - 90cm,60cm,30cmの間の4値を計測可能
  - 近くにいるかどうか



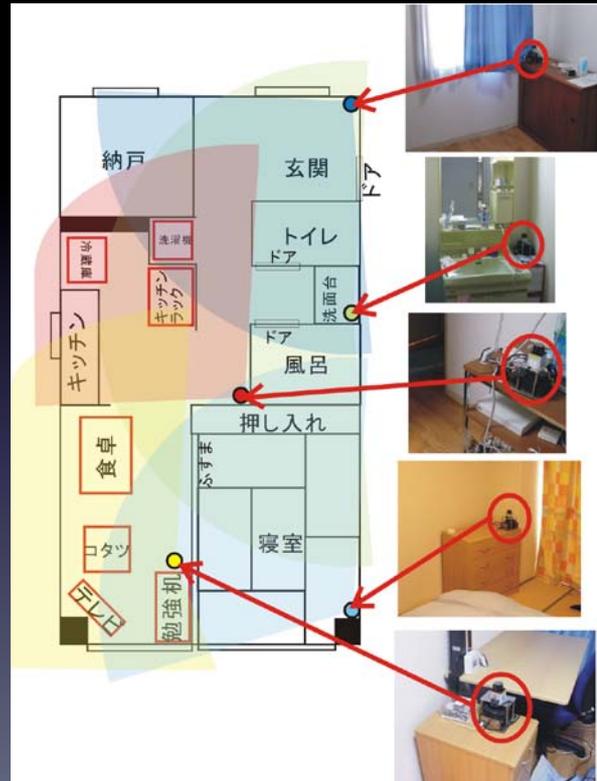
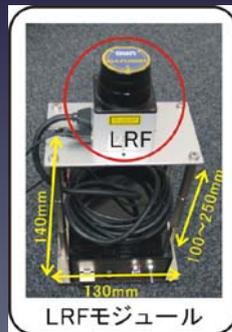
# 電流量センサモジュール

- 家電機器状態検出用
- 使用デバイス
  - Bluetoothベースの電流量計測デバイス(自製)
  - 計測周期10Hz
  - 電源線周辺の磁束計測に基づく電流計測センサ
  - その家電機器いつ使ったか



# LRFセンサモジュール

- 行動リファレンス計測 など 用
- 使用デバイス
  - URG04LX+Armadillo220
  - PoE給電
  - 計測周期10Hz
  - 人の位置を追跡可能  
(システム自前設計)



## 行動正解データ (Ground truth)生成

- オフラインで被験者に思い出しながら  
あとで作成してもらう

### データ記述例

- 手がかりとして、センサデータ  
表示用プログラムを提示
- 行動名は、被験者の自由記述  
(データ解析に応じて自由記述と  
つけたい行動名をScriptで変換)
- 分解能は1分程度
- 全てのデータについている。  
つけてもらうわけではない、いかない

22:30 帰宅  
22:30 和室の窓を開け換気  
~22:45 プレイステーション2設置  
~23:00 台所にて洗物  
~23:25 PCの設定  
~23:45 右往左往  
~00:15 買出し  
~00:45 朝食準備  
~01:15 風呂  
~01:30 台所物色  
~03:00 ゲーム  
03:00~ 睡眠

# データの収集と蓄積

## データ収集

- 基本的にはネットワークで収集
- 一台のサーバで収集し、時刻情報はそこで付加
- サンプル周期が比較的遅めなこともあり、同期は考慮しない
- 焦電センサは商用システムなため独立して収集

## データ蓄積

- 既存リレーショナルデータベース (PostgreSQL) へ蓄積 = 汎用性
- センサデータ用データ蓄積構造 (USB外付けHDDを利用して適宜データ領域を拡張)
- バックアップは、遠隔から研究室にVPN経由でコピー

Time Series ↓	Sensor Values →				
	Millisec	Timestamp	Sensor1	.....	SensorN
	1014004664122	2002-02-18 03:57:44 JST	0.1	.....	1.0
	1014004664222	2002-02-18 03:57:44 JST	0.2	.....	1.0
	1014307982000	2002-02-22 01:13:02 JST	1.0	.....	0.0
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

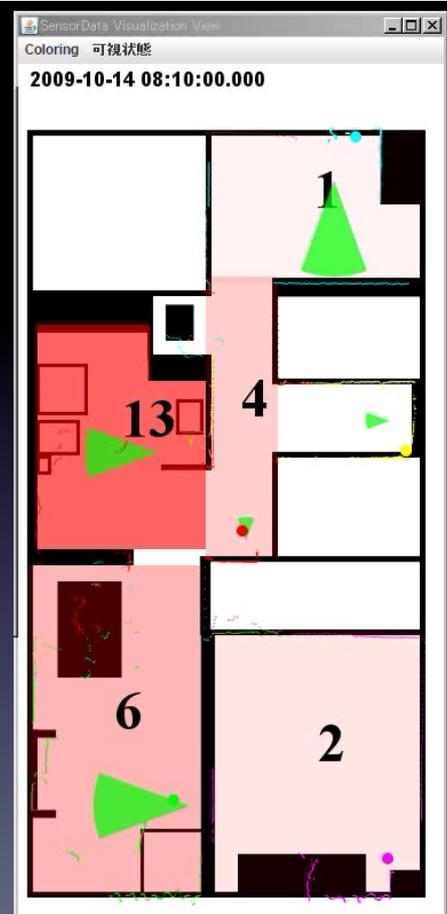
## 計測されたセンサデータ

### 現状の蓄積データ

- 約4年間強蓄積
- LRF以外のデータで、約 15G Bytes
- LRFのデータが約2年間で 10T Bytes
- 長期計測としては、のべ6人
- 最長連続は、約1年強

V45S

被験者	期間	取得モジュール
A	2007/2/4~	焦電, 近接, 電流
B	2007/10/4~	焦電, 近接, 電流
C	2008/10/4~	焦電, 近接, 電流
A	2008/3/20~	焦電, 近接, 電流
B	2009/2/6~	焦電, 近接, 電流, LRF
D	2010/3/22~	焦電, 近接, 電流, LRF



# 実際のデータ計測・蓄積での問題点等

- 計測時に関係して

- **トラブルで訪問した回数は5年弱で10回程度**
- 一番多い問題は、ブレーカを落として全センサリセット  
→リモートで対応可能

- 蓄積の失敗事例

- HDDの(想定外)容量あふれ
- ルータ等ネットワークトラブルによる通信の問題
- 一部センサモジュール起動忘れに気づかず

※基本的には人為的な問題がほとんど

## 留意すべきこと

- 正しくデータ取得出来ているかをある程度人手で定期的に確認していたが忘れることが多い
- **機械的な確認プログラムやデータの自動的なストレージ移行などが重要**
- ネットワークトラブルなどにおいても自動復帰可能なメカニズムは重要

# 移動に着目した生活パターン把握

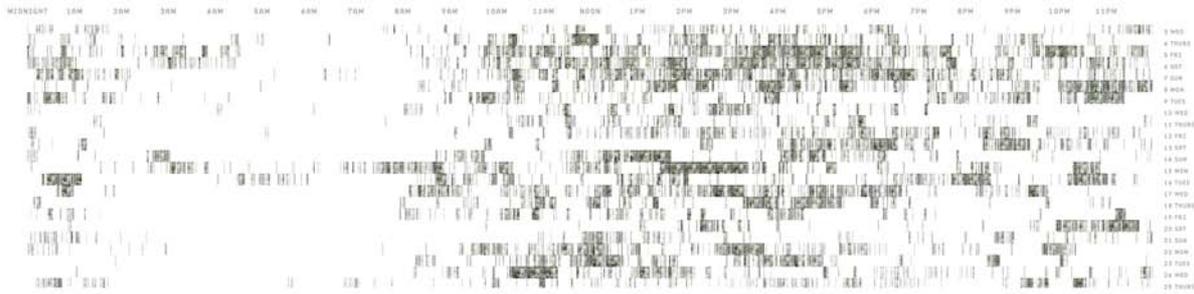
- レーザ測域センサ

# ログデータマイニング

- 健康ログ・生活ログ・行動ログ

“Ground truth”つきのコーパスの形成の取り組み 始まっている  
MIT Dr.Intille, Georgia Tech Dr.Abowd, Intel Dr.Logan

- 音声認識にも言語処理にも画像処理にもコーパスは当たり前でコーパスで研究が進んだとも言われる。将棋では「宮本定跡2007」57万手



MEDIA LAB SHOP ACTIVITY 3-25 OCTOBER 2001

<http://boxlab.wikispaces.com/>

## 実住居環境における計測（例）

### 実験環境

#### 住居

- ・1LDK
- ・約10m×5m

### 被験者

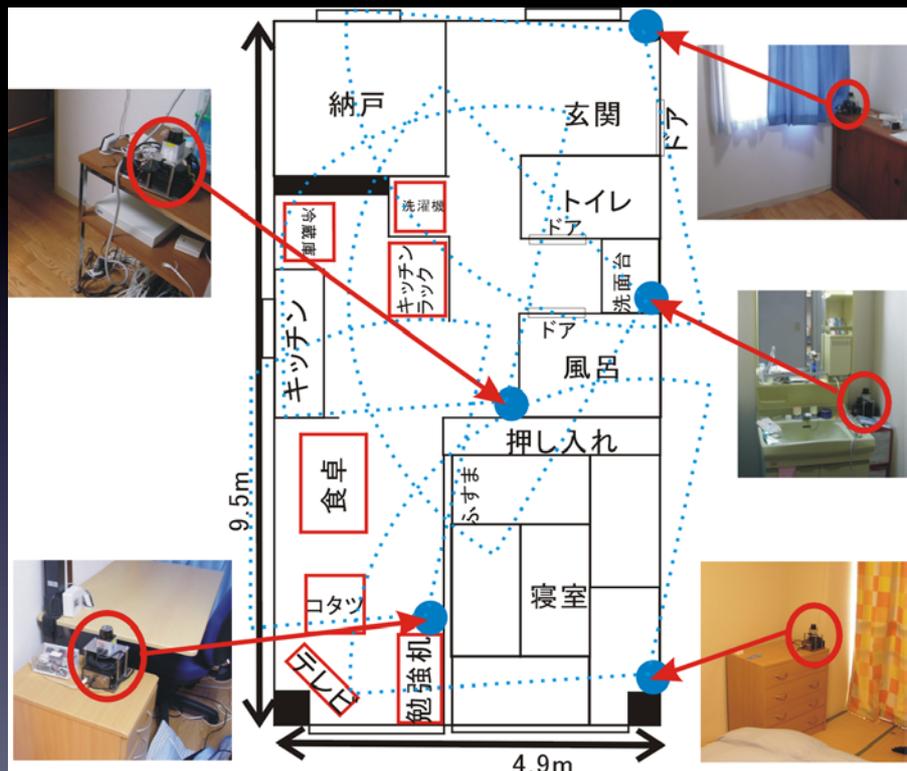
- ・20代男性一人  
(学生)

### 計測システム

- ・LRF5台
- ・既存の台の上

### 計測期間

約1年間(蓄積)



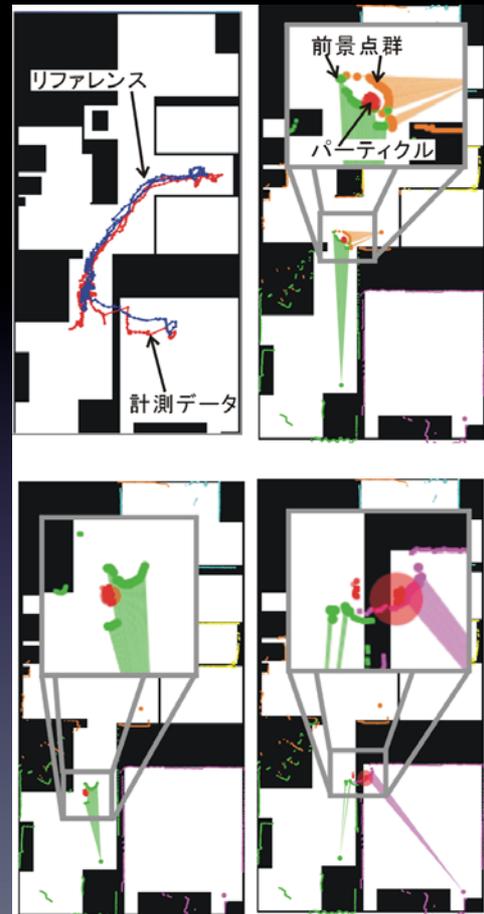
# 位置計測精度確認

典型的なシーケンスを利用して  
位置計測精度について実験  
(パーティクルフィルタを用いた追跡)

- 全709フレーム
- リファレンスは、 LRFの生データを見つつ手動で作成
- グリッドマップはレイアウトから手動で作成
- パーティクル数1000

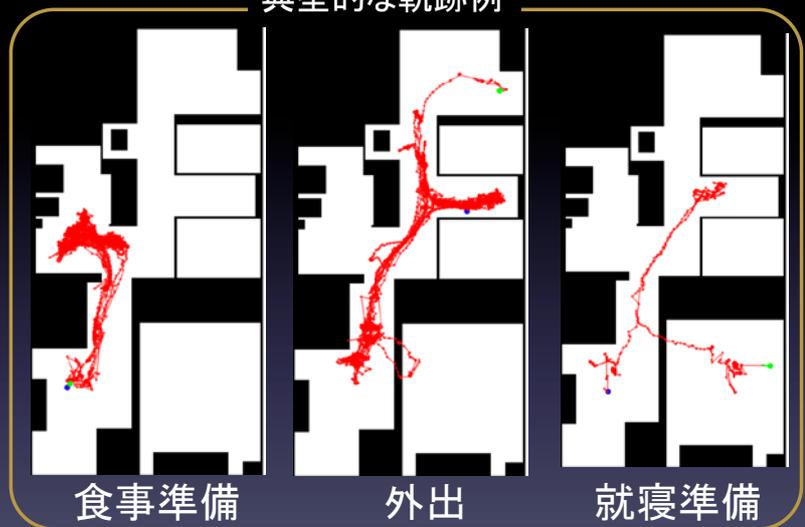
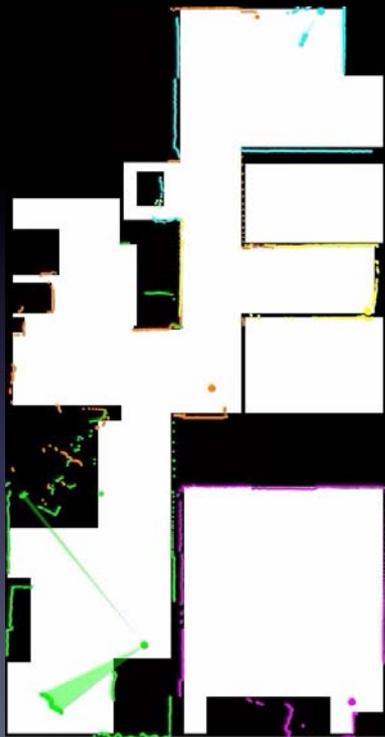
## 結果

- 見失うフレームなし
- 誤差平均 18[cm]
- 計算速度 最大フレームあたり約50[ms]



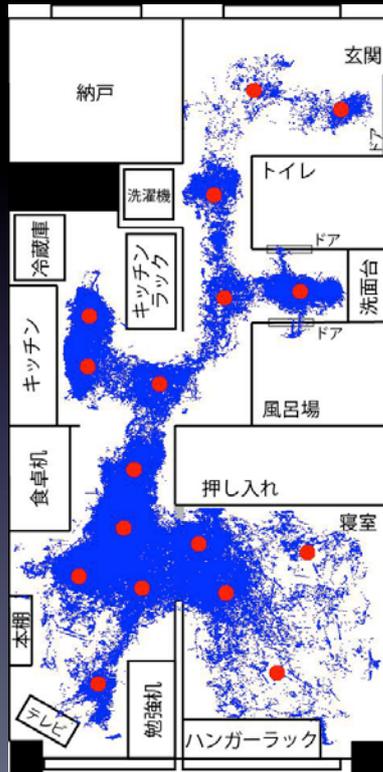
# 実住居環境での計測例

典型的な軌跡例



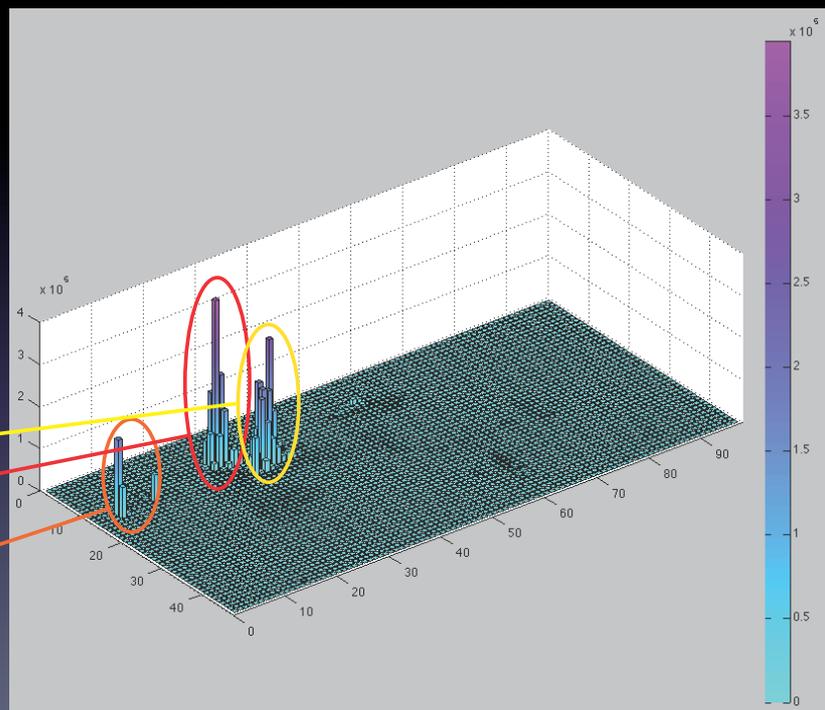
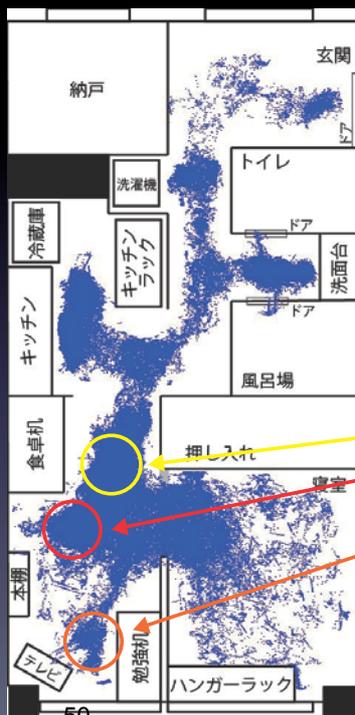
約300日分で、 54km移動で、 170m/day

# 移動停留点に基づく生活パターン把握

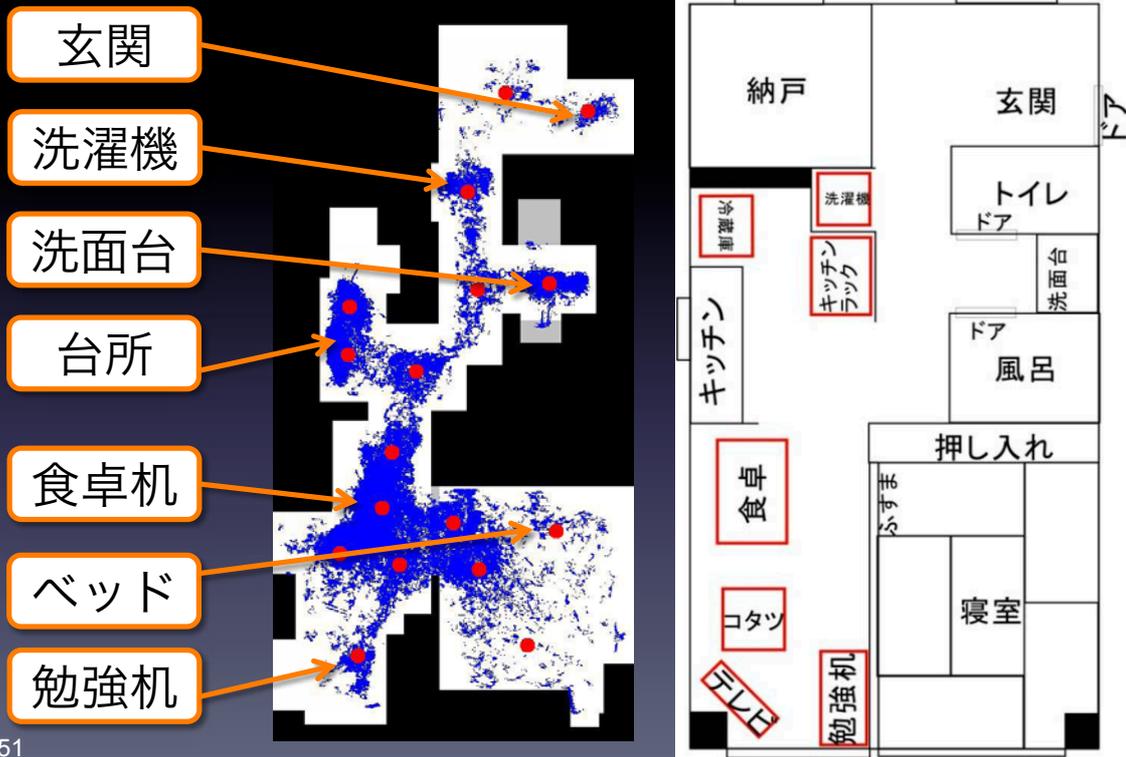


## 停留点のクラスタリング

停留点のクラスタリング→住居内で停留する特徴的な位置



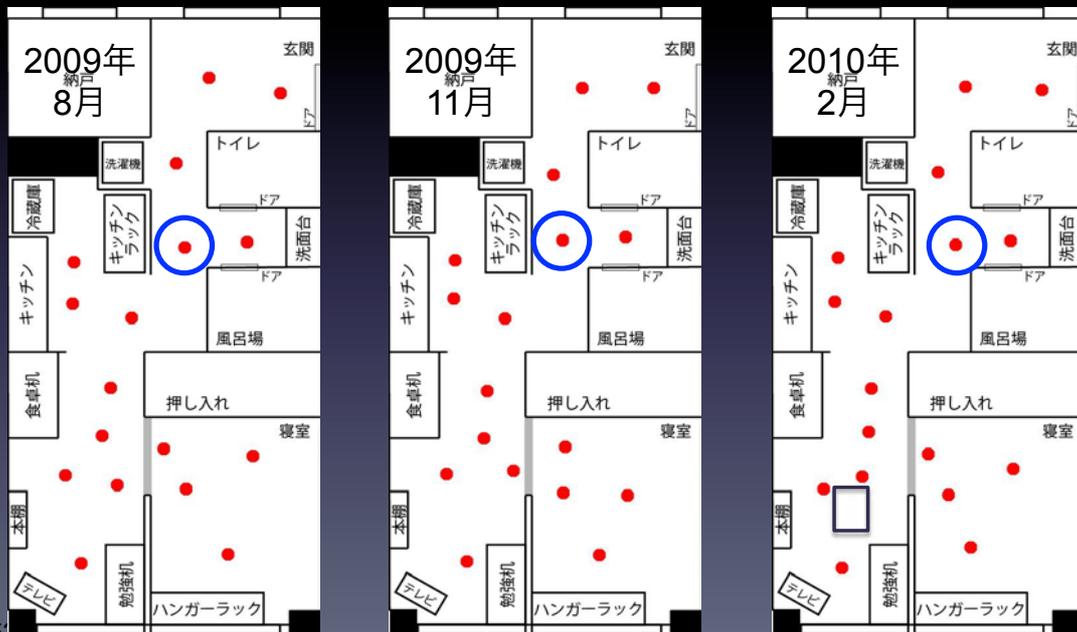
# 停留のクラスタリング結果



51

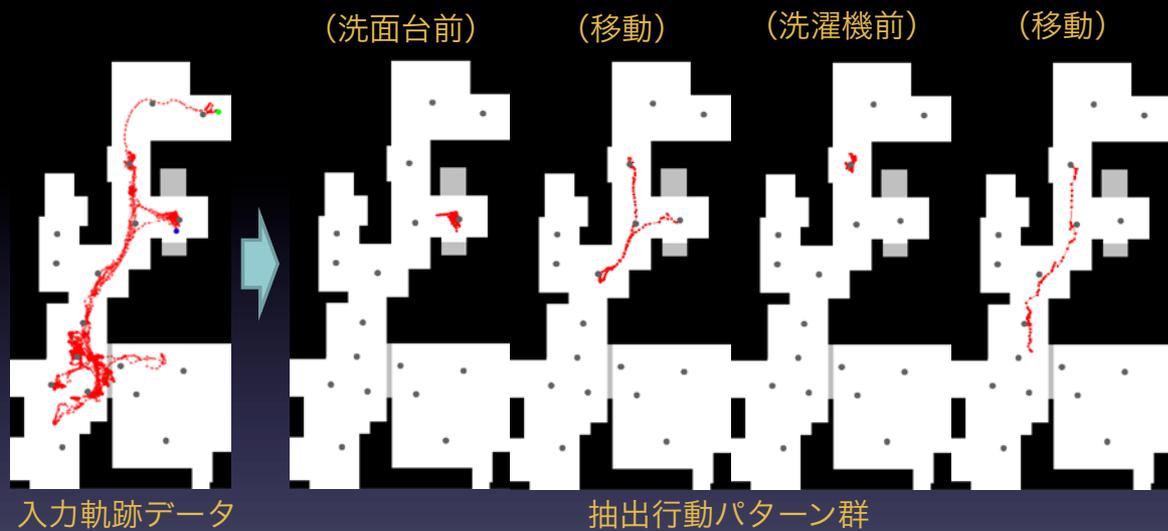
# 月毎のクラスタリング結果

- 毎月、主要な家具の位置にクラスタ中心が割り振られている
- 間取り、家具配置だけでは推測の困難なクラスタ中心もあった  
→データドリブンな手法の適用可能性が確認された



51

## 停留・移動の遷移に基づく行動パターン抽出

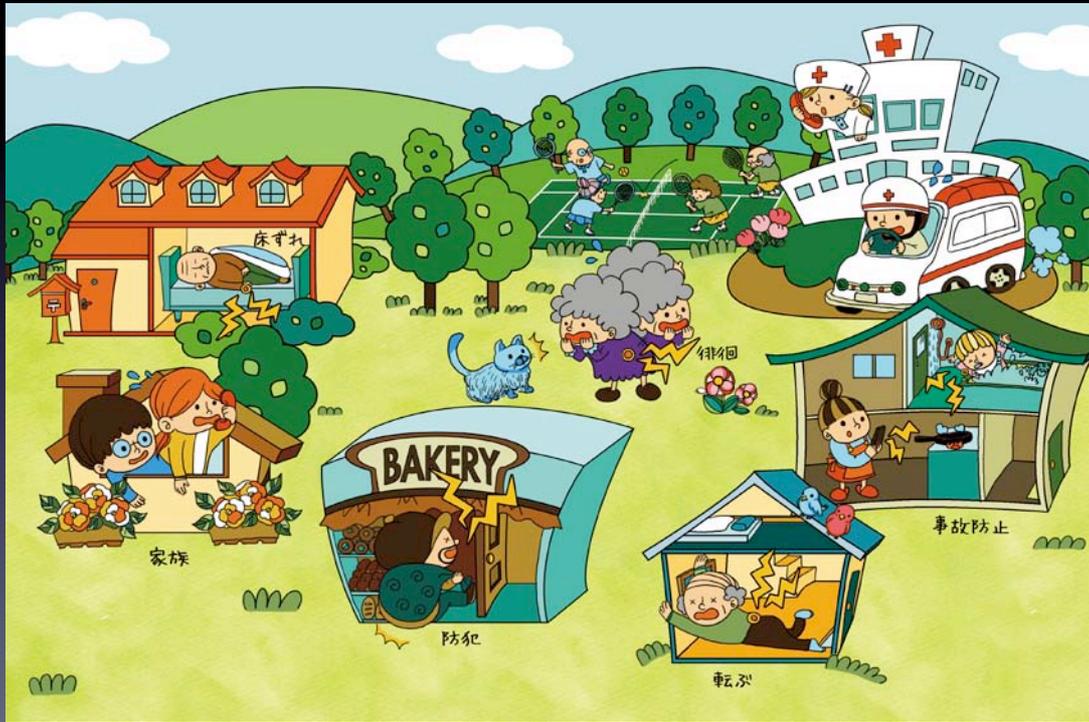


- 住居内での停留しての行動と、その間の移動がきれいに分かれる
- これらの抽出パターンと、日常生活を規定する場所との比較により、居住者の行動パターンの把握が可能になる
- 動線レベルがとれると、やはりかなり行動が把握できそうである

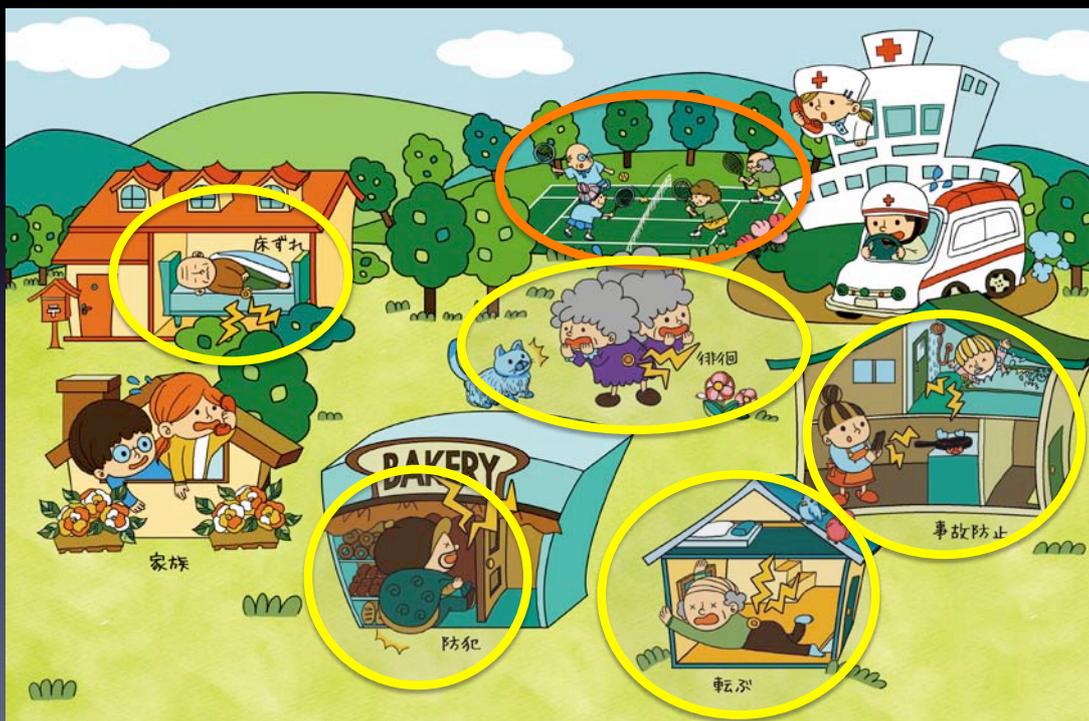
## サービスイメージ

- センサとネットワークと人と

# 暮らしの見守り



# 暮らしの見守り

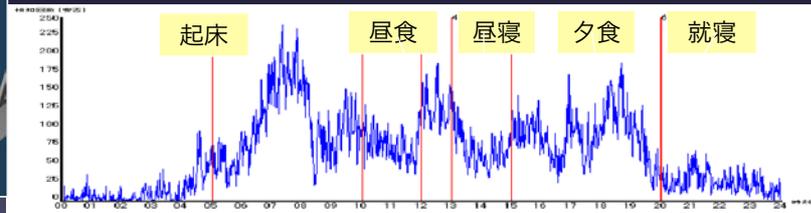


# みまもりと一人一人に合った支援

どうしても人による指令待ち。  
その場その瞬間でのことに偏りがち →

いつものところでいつもの振舞い・状況を観ておくことで、  
その人その場の個別的な性向・健康状態が把握され、  
個々にTargetingした安全・安心が支援できるのでは？

## 生活パターン把握例

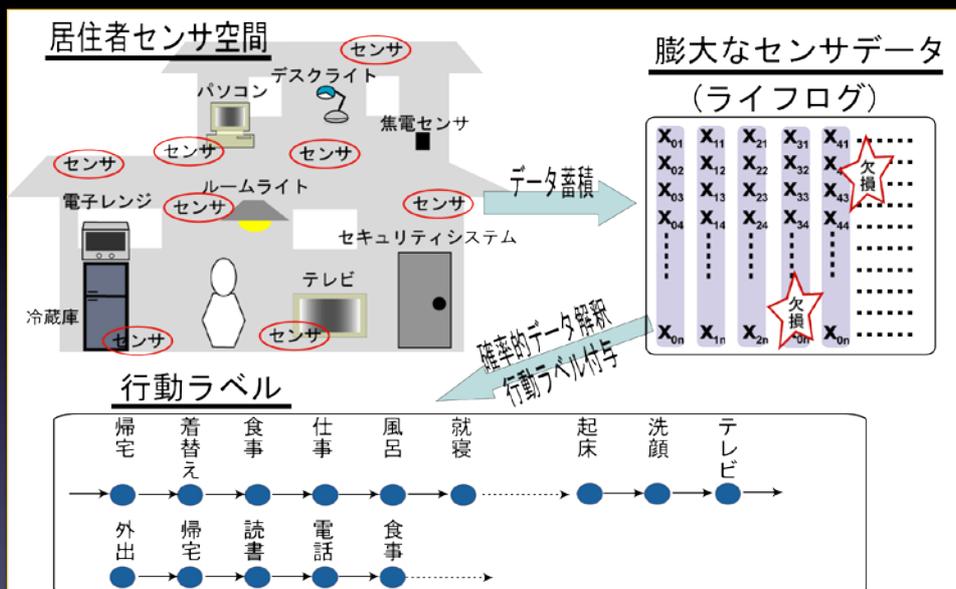


今日は、寝付きも良く、  
落ち着いて寝てますね

→ 逆に異変検知へも



# センサ空間における人の行動ラベリング



ライフログの膨大なセンサデータを統合し、自動的に意味ラベルを付与することができれば、記憶補完、異変検知などさまざまなアプリケーションが考えられる。



# 焦電センサ

- 導入可能性

## 簡易なセンサで

人感センサ(焦電センサ)： 各家庭に数個ずつ配置



センサ部



- 人体から出る赤外線を検知し、16段階として人の動きを検出
- 1分ごとのセンサ感知回数（1日1440分）を時系列データとして記録（1軒あたり3~10センサ、数100日分）

# 行動ラベリング-考え方-

- ある行動のもつ性質とは何であろうか？



場所・時間帯・継続時間・活動量・前後関係etc.

この3つに着目し、行動を区別する。

つまり、同じ行動ならばひとつの定まった場所で、  
だいたい同じような時間帯に、同じような継続時間だけ  
起こるのではないかと仮定する。（焦電センサでとれる？）



各場所におけるセンサがONの部分を  
時間帯と継続時間によって  
複数の行動に分類することを目指す

## 行動ラベリング手法

1つのセンサ（≒部屋）に対して...



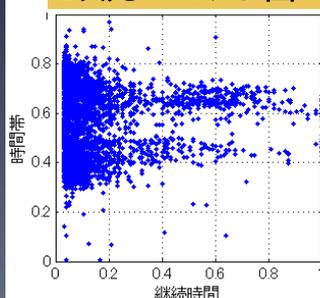
(3:00, 60分)  
(8:00, 120分)  
(15:00, 30分)

これを  
分類

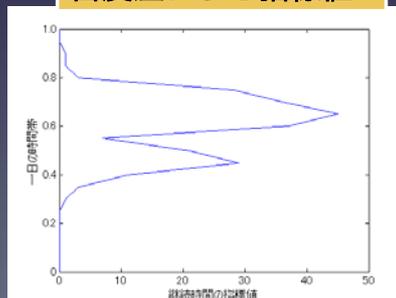
## -混合数と初期値の与え方-

- 手順1.  
各ONのかたまりのもつ時間帯と継続時間に注目し[0,1]間に縮小した2次元プロット図を作成する
- 手順2.  
それをひとつの行動がひとつの正規分布を成している混合正規分布とみる。そして、各時間帯の密度差の指標を用いて混合数と初期パラメータ（平均・分散・重み）を与える

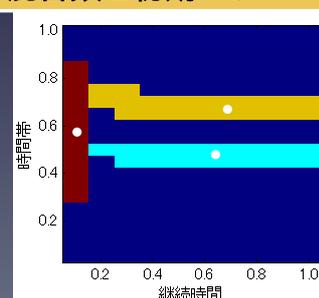
2次元プロット図



密度差による指標値



混合数と初期パラメータ



# 行動ラベリング手法 -混合分布推定とクラスタリング-

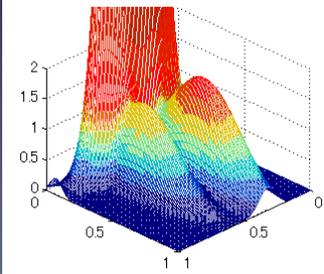
手順3.

新たなデータが入ってくるたびに、モデルを更新しながら、各正規分布の重みつき尤度計算によりクラスタリング (どの正規分布の寄与が最大か)

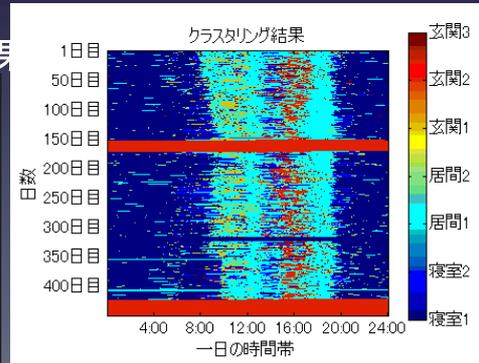
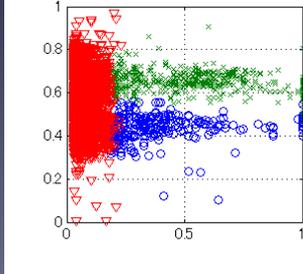
手順4.

これを全てのセンサについて行い時系列に並べる

学習後の確率密度関数

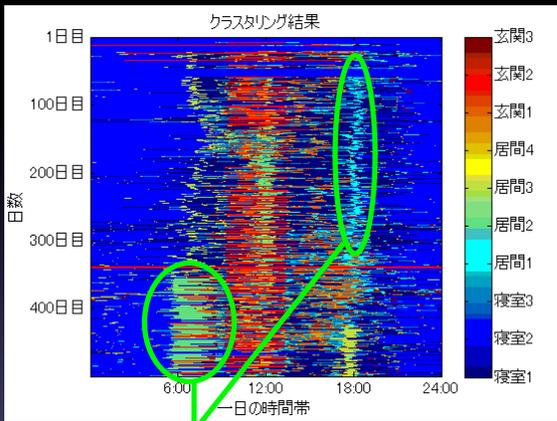


クラスタリング結果



## 長期蓄積センサデータの解析による生活パターン把握

例1) 時系列に習慣が見られるケース

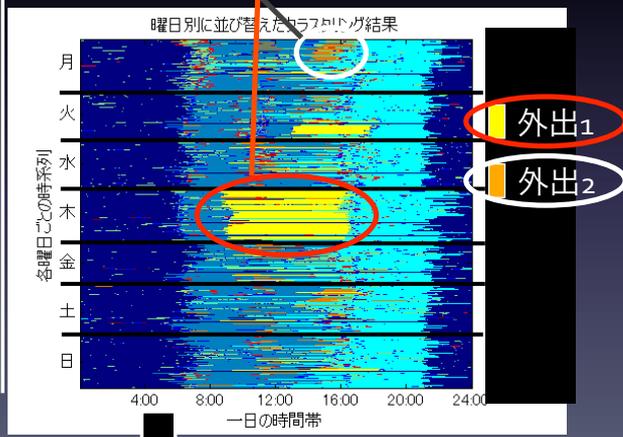


習慣的行為 (と思われるもの) に同じ色ラベルが自動的に振られることが確認できる

その人特有の生活パターンの把握が可能でありそう

例2) 曜日ごとに習慣が見られるケース

同じ行為でも、曜日ごとにその性質に差があれば区別できていることが確認できる



その人特有の生活パターンの把握が可能でありそう

# 異変の定義

異変



起こりにくい行動が起こる (A)

または

対象例) 突発的疾患・認知症etc

生活パターンが徐々に変化する (B)

対象例) 病弱化・不眠症・認知症etc

(状態が徐々に悪化するもの)

検知すべき高齢者の  
症状は、A,Bのどちらかを  
満たすと仮定

時間軸

A 高齢者症状 B

『fail safe』な検知システム

## A. 起こりにくい行動としての異変

行動の起こりにくさの要因

時間帯

例) ・夜中の外出  
・昼間の睡眠

継続時間

例) ・長時間の睡眠  
・長期の外出

つまり、**時間帯と継続時間の外れ値を異変とする。**

では、時間帯の外れ値と、継続時間の外れ値を異変とすれば  
よいかというと、そうではない。

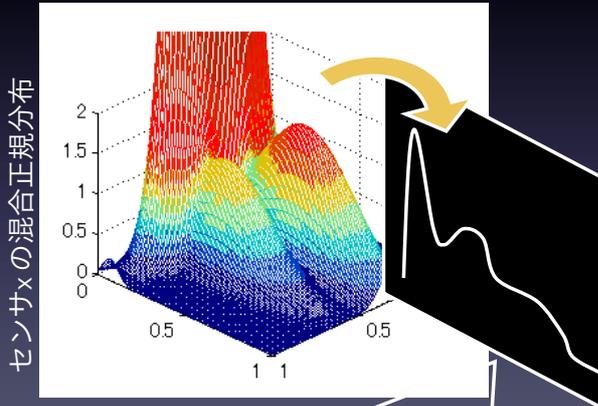
なぜなら、例えば夜の睡眠8時間は正常であるが、  
昼の睡眠8時間は異常である、といったように、  
各行為の継続時間の確率はそれが起こる時間帯に依存する

つまり、ある時間帯  $t$  に、継続時間  $L$  の行動が起こる同時確率は  $P(t,L)$   
$$P(t,L) = P(t) \times P(L|t)$$

# 時間帯と継続時間の外れ値検出手法

その時刻にその行為が行われたとして、その続く長さの確率による異変検知

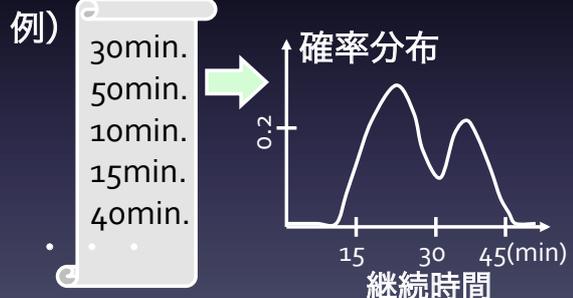
※その時刻にその行為がONであるという「条件付き」確率として求める



時間帯と継続時間の混合正規分布の、その時間帯での切断面がその時間帯における継続時間の確率分布を表しているとする。

例) いつもは10時に寝て6時に起きる人が  
⇒ 10時に寝たのはよいが、起きたのが  
昼1時だったら異変と判断する

この時刻にこの場所で起きた行為  
全ての継続時間をリストアップし、  
それから継続時間の確率分布を作成



しかし、その分布の推定は難しい

〔混合正規分布とみても混合数が不明、場所・時間帯によっては母数が少ない。〕

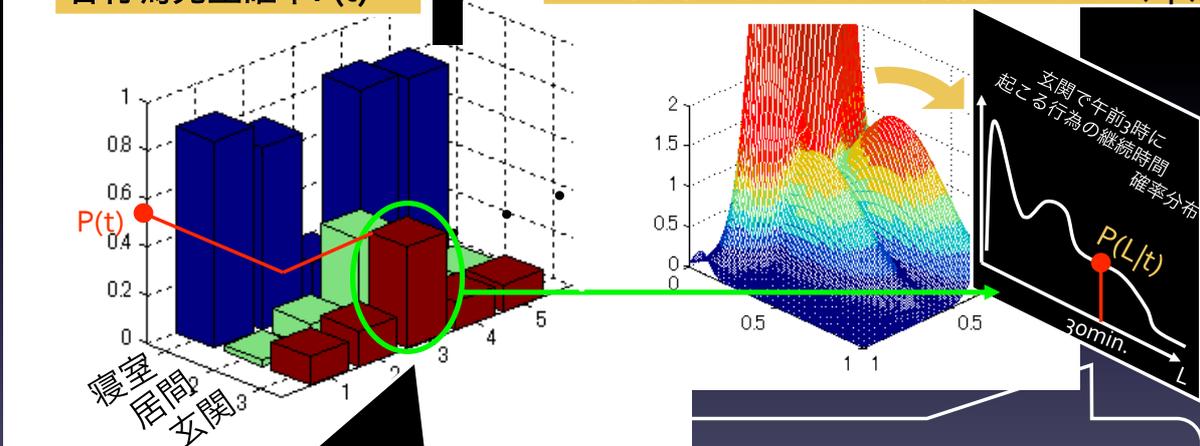
そこで行動ラベリングの際の分布を用いる

# 時間帯と継続時間の外れ値検出手法

例) 午前3時に30分の外出が行われたとして、その異変度を求める。

その時間帯での  
各行為発生確率 $P(t)$

その時刻にその行為が行われた条件での、  
その行為の継続時間の条件付き確率 $P(L|t)$



午前3時に玄関がONである日数  
全日数

時間帯と継続時間の混合正規分布の、  
その時間帯での切断面が、その時間帯における  
継続時間の確率分布を表しているとする

時間帯 $t$ 、継続時間 $L$ の同時確率 $P(t, L)$   
 $P(t, L) = P(t) \times P(L|t)$

が異変度を表す

# 見守りデータに基づく異変の検知

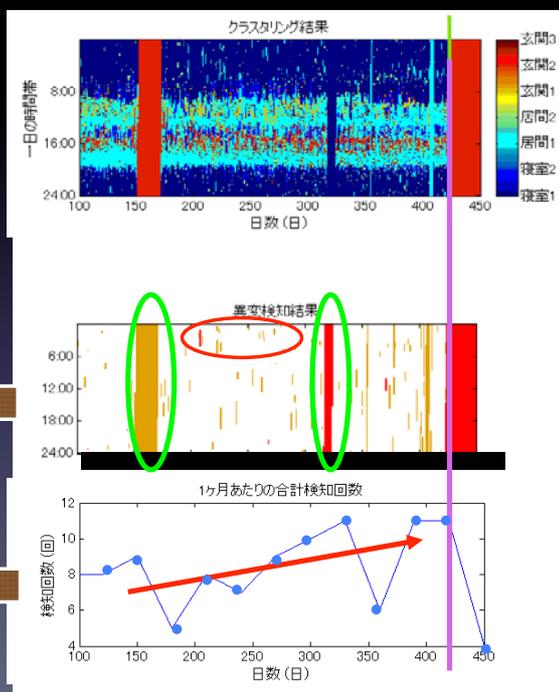
方法： 実際に老化により体調悪化した被験者の方のデータに適用し、

- ・ めったに無い活動を検知できるか確認
- ・ その傾向もしくは予兆が検知回数に現れているかを確認

結果：

- ・ 長過ぎる停留 や 長過ぎる外出 異変として検知された
- ・ 夜中の行動など、その時間帯での異常な行為が異変として検知された

1ヶ月の検知総数に僅かながら体調の悪化を示す増加傾向が見られた



## B.生活パターンが変化する異変

### 生活パターンの変化

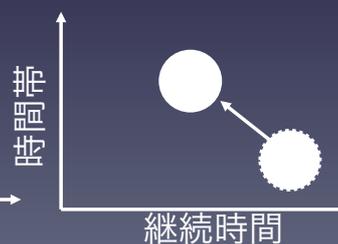


- 例)
- ・ 認知症による夜中の徘徊の習慣化
  - ・ 関節の軋みなどによる活動量の低下
  - ・ 不眠症の進行による睡眠時間の短縮化



例) 不眠症の進行

- ⇒ { 睡眠の時間帯の遅れ  
継続時間の漸近的減少
- ⇒ { 時間帯の平均が増加  
継続時間の平均が減少



# B.生活パターンの変化としての異変

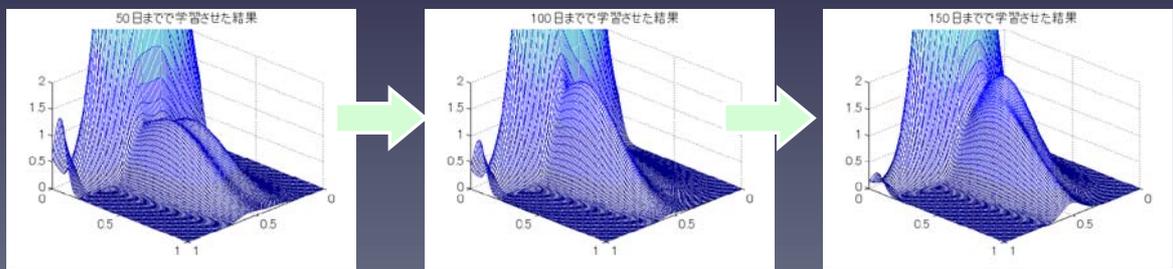
異変 ≡

- ・ 起こりにくい行動が起こる (A)
- または

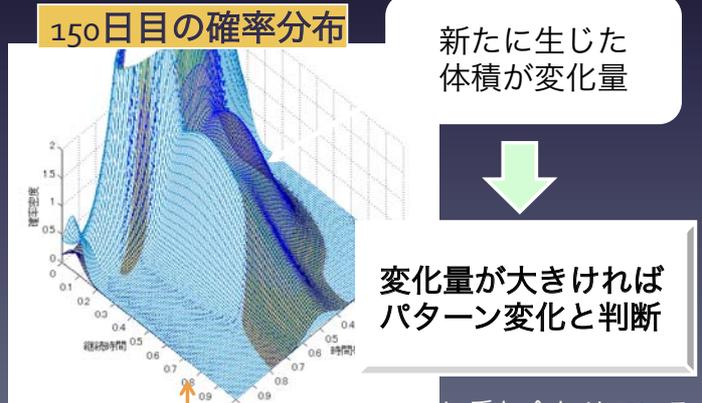
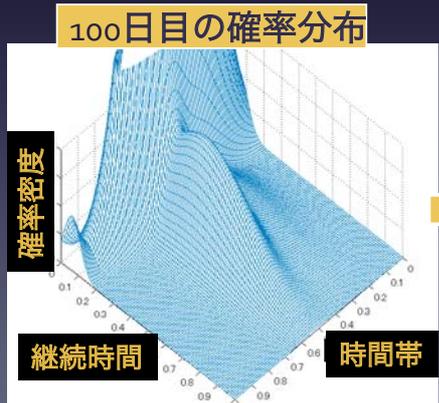
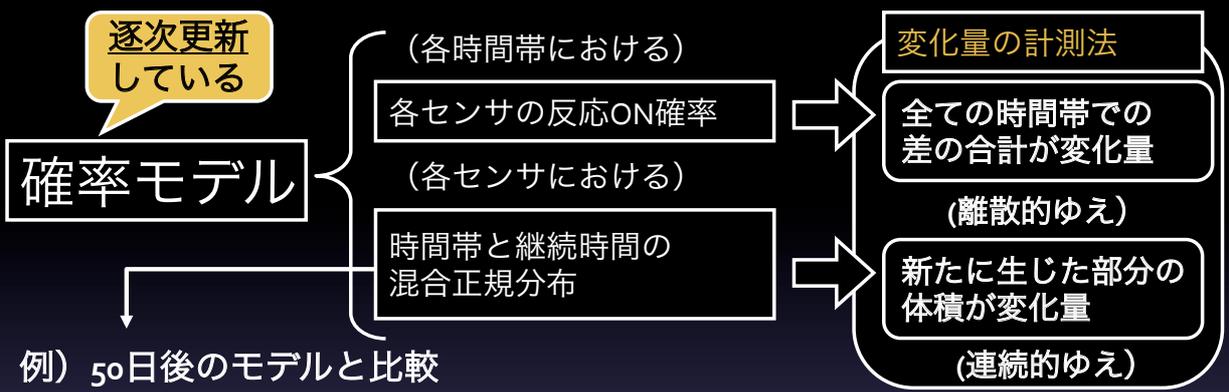
生活パターンが徐々に変化する (B)

対象例) 病弱化・不眠症・認知症etc

行動の { 時間帯  
継続時間 } の確率モデルの変化

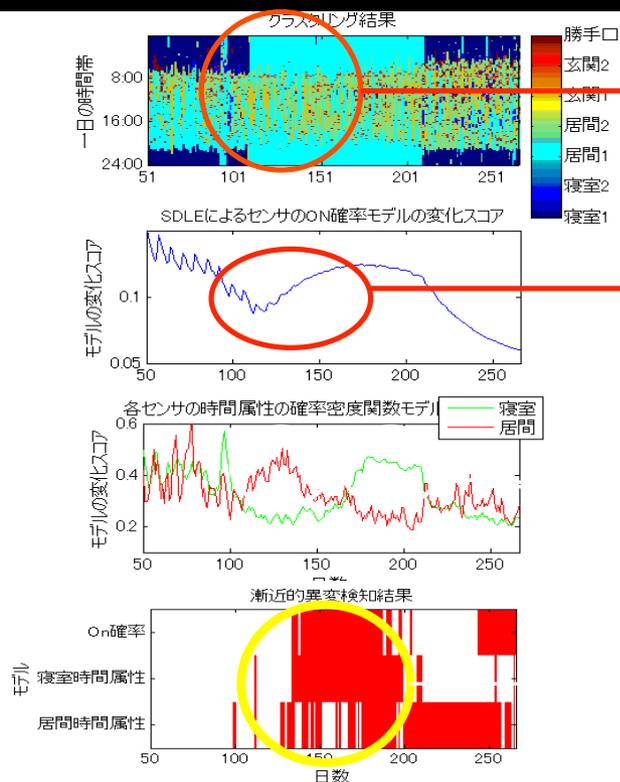


## 確率モデルの漸近的变化検知手法



※100日目の分布に重ね合わせている。

# 生活パターン変化の検出実験



寝室で寝る習慣の人が途中で居間で寝る習慣に変化 (したと思われる)



センサのON確率の変化の合計は、減少傾向から上昇傾向へ変化

新たに出現した居間のモデルが先に変化し、反応の消えた寝室のモデルは徐々に変化

パターン変化した箇所が検知されている

## ここで述べた方法の特徴

- 時間帯と継続時間の2次元プロット図を用いて、適切な数の行動ラベルにクラスタリング
- 起こりにくい行動という局所的な異変を、新規データの現在の確率モデルに対する尤度が低いという観点で検知する
- 生活パターンが変化するという大域的な異変を、確率モデル自体が変化するという観点で検知する
- 計算時間が短く、オンライン化に可能性
- まだまだ研究者のデータを眺めた経験が必要であった

# Today's take-away

- 部屋型日常行動計測・支援環境によるみまもりというあり方
  - 多数の圧力センサ群などの多様なセンサ群を利用することで、自然かつ長期にわたって非拘束に人の行動を計測できる、それに基づいた情報提示・ロボティックな支援・介入の可能性
- 長期の計測を行うとともにそのデータを利用することで、重要で特徴的な日常行動の予測や認識を行えるのでは？
  - ★基本的に病態しか見ることができない医療・施設看護を越える
    - 病院・本格的施設と家・自宅との間にある住まいの姿
- ふるまいデータの蓄積と個別適合支援
  - リアルなニーズとフィージビリティのバランス (見守り・看護)



## テクノロジーとともに支えるみまもり

- みまもり工学 … 見守りの個別適合・機器活用・看護り定量化
  - 長い期間常に計測を行い、そのデータを利用することで、重要で特徴的な日々の状況の認識や予見・予防を行えるのでは？
    - 基本的に病態しか見ることができない医療・施設看護を越える
      - ふだんに基づく健康の支援
  - センサや機器を活用した支援 (Nursing … 「養う」→生活支援)
    - 本来の真のケアへの注力の「補助」より良く生きる助け
    - 日常の看護り・見守り、ひとつひとつの効率化・シンプルに
- みまもりのための技術
  - センシング, 統計科学, ロボティクス, ヒューマンインタフェース
  - 対象のモデル化 (事象の理解) と対象の制御可能化 (観察に基づく介入)
  - 単に技術だけでなく、対象となる人・使う人との全体システム (人の本来の機能とテクノロジーによる支援のバランス)