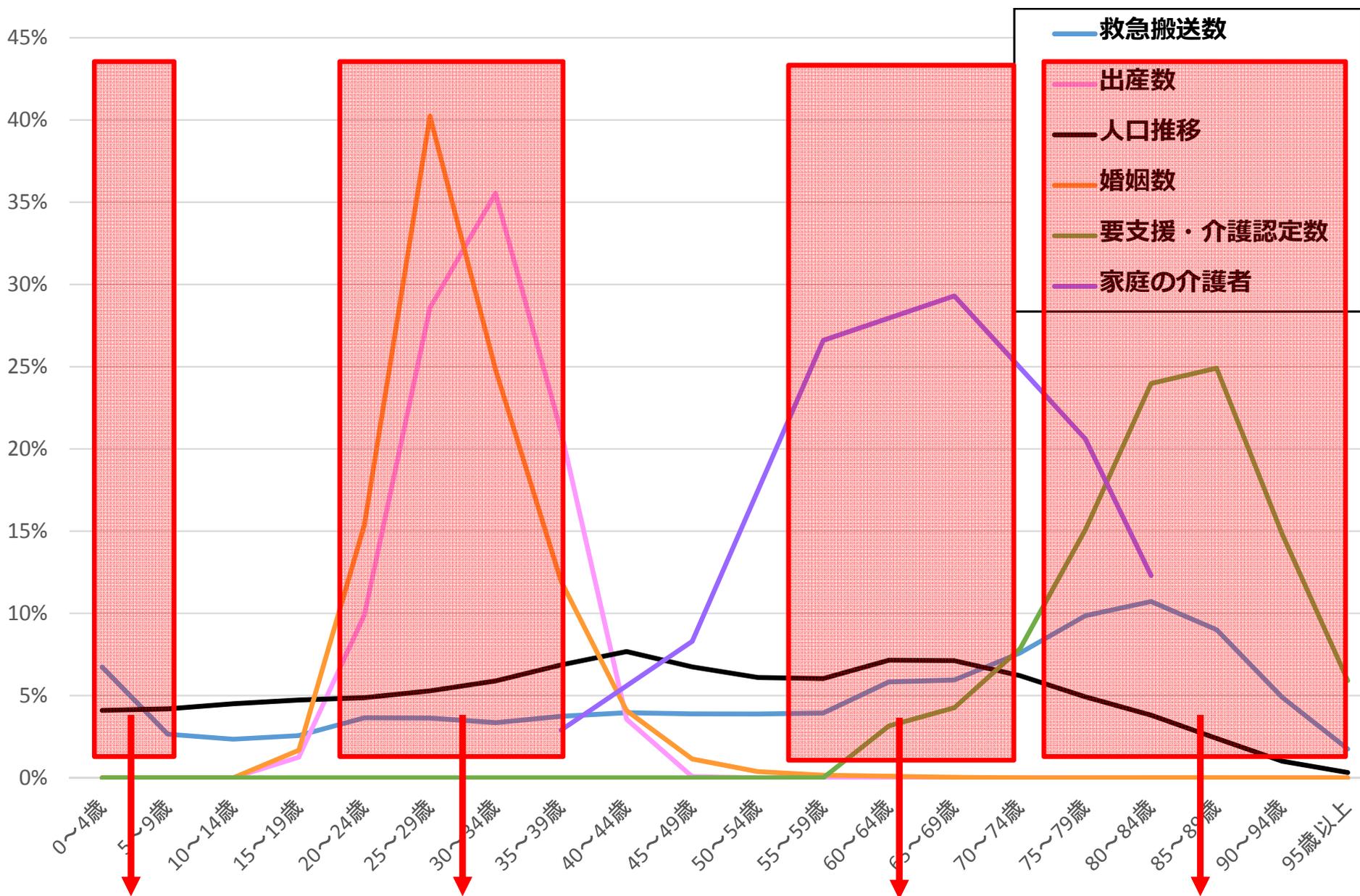


スマートリビングラボを活用した 生活機能レジリエント知能

産業技術総合研究所
人工知能研究センター
北村光司、大野美喜子、西田佳史

生活機能の変化



発達とともに
起きる事故

出産・育児のため
の休職・退職

配偶者や
親の介護

身体・認知機能の低下
による事故・介護

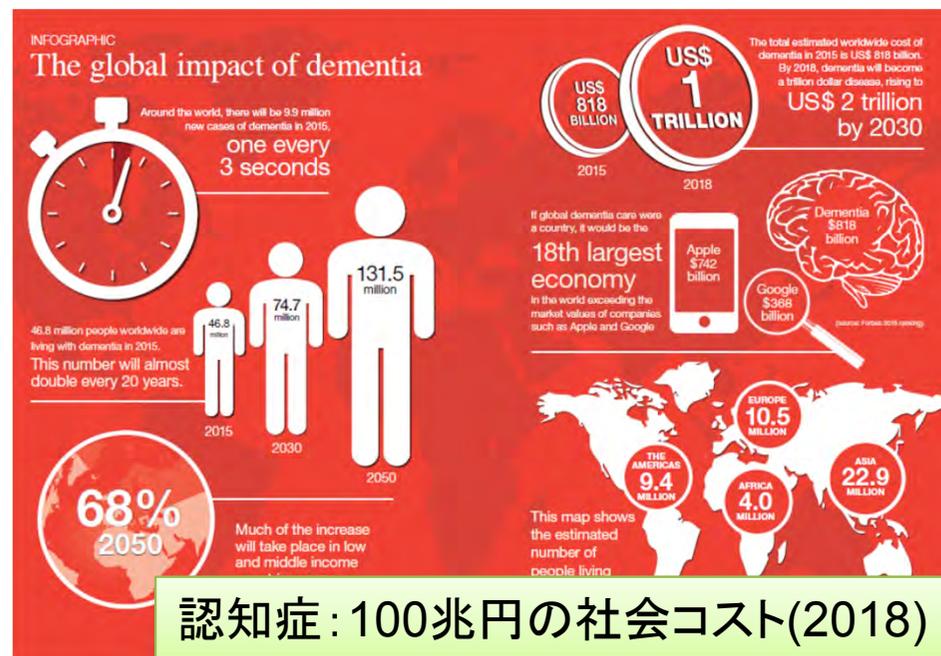
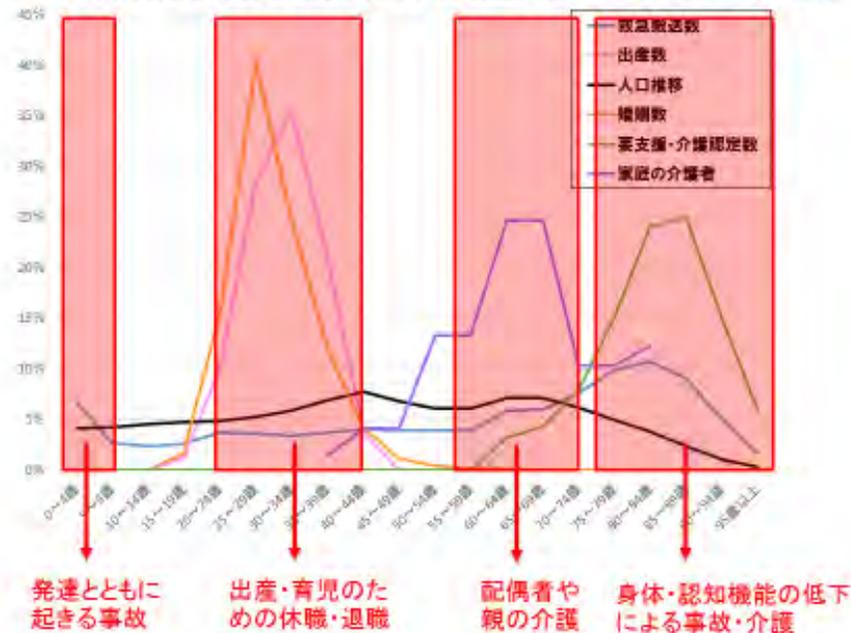
生活知能研究

◆生活機能変化者の生活支援のための人工知能技術

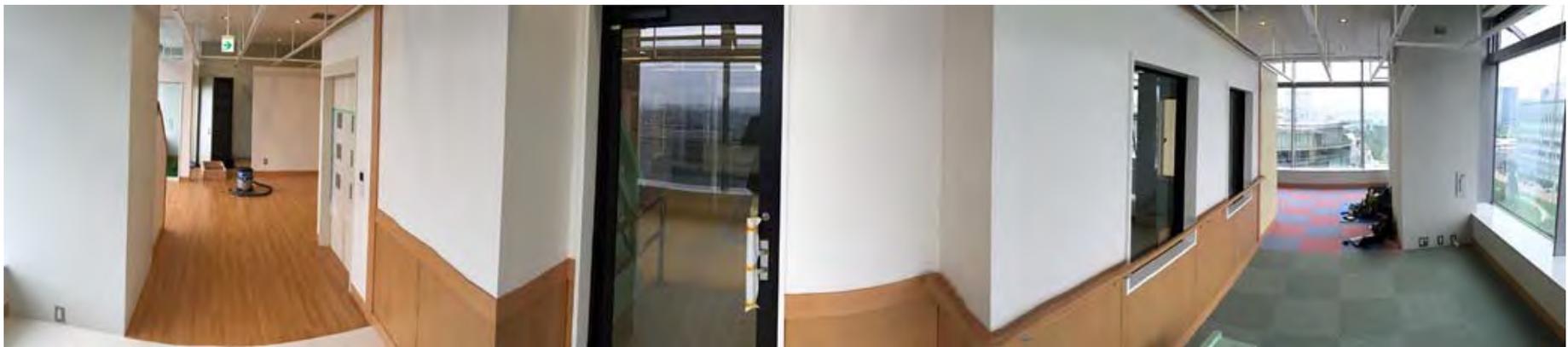
- 問題を明確化するための観察技術
- 見守り支援技術
- 生活システムデザイン支援技術

◆問題の共有、基礎～実証までの開発フェーズをサポートするリビングラボを設立

生活機能変化の実態(各世代で変化に対応)



産総研リビングラボ (Linked Living Lab) 2016/7/12 完成



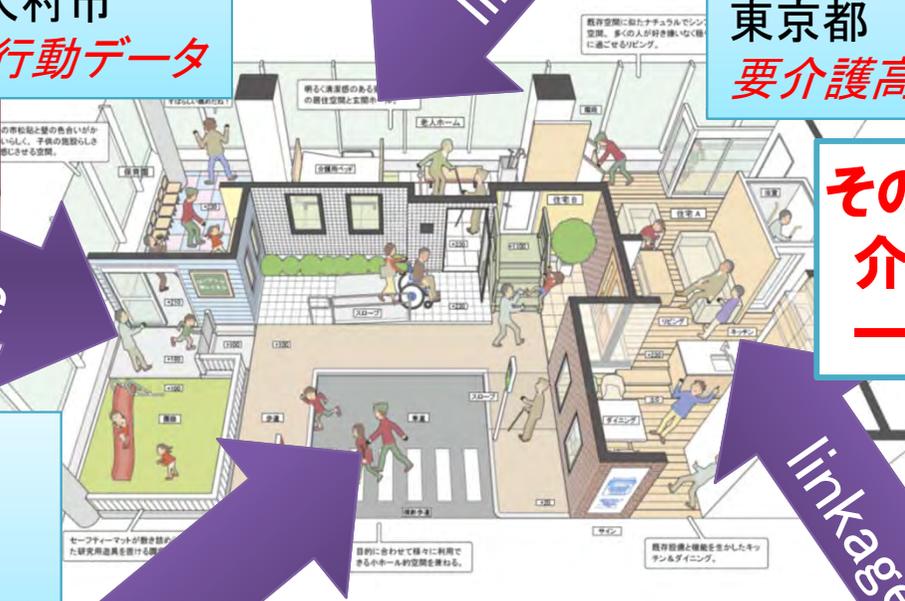
実世界・実問題と繋がった リビングラボ *Linked Living Lab*



子ども病院
(出口小児科医院)
長崎県・大村市
子どもの行動データ



老人ホーム
地域包括支援センター
(愛全園)
東京都
要介護高齢者の行動データ



その他
介護施設7箇所
一般住宅2箇所



リハ病院
(適寿リハ病院)
神戸市
高齢者の行動変化データ



一般住宅
福井県
健常高齢者の行動データ

実世界・実問題と繋がった リビングラボ *Linked Living Lab*



子ども病院
(出口小児科医院)
長崎県・大村市
子どもの行動データ



老人ホーム
地域包括支援センター
(愛全園)
東京都
要介護高齢者の行動データ



その他
介護施設7箇所
一般住宅2箇所

リハ病院
(適寿リハ病院)
神戸市
高齢者の行動変化データ



一般住宅
福井県
健常高齢者の行動データ

医療機関データによる事故の発生事例

医療機関から収集した事故事例データベース(産総研開発)によると、歯ブラシをくわえたまま転倒することによる刺傷事故が発生していることが判明。

- 自宅で歯ブラシをくわえて遊んでいた子どもがたたんだ布団の上から**ジャンプした時転倒し**、激しく泣きだした。近寄って顔を見たら、**口の中から出血**していたので心配になり救急車要請。(2歳・男)
- ハブラシを口にくわえたまま**転倒**して、**咽頭部切創**(2歳・男)
- 姉宅の居室で生後9カ月の息子が歯ブラシをくわえてはいはいしていたところ**転倒**し口中を受傷(0歳・男)
- 1歳の子が歯ブラシを**口に入れたまま歩き父親にぶつかった**ため怪我をしたと思い救急要請(1歳・女)



写真1 上咽頭から摘出された歯ブラシの先端部(約2.5cm)と歯ブラシの柄

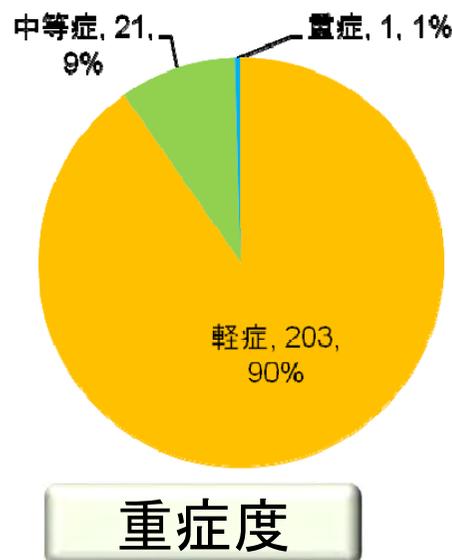
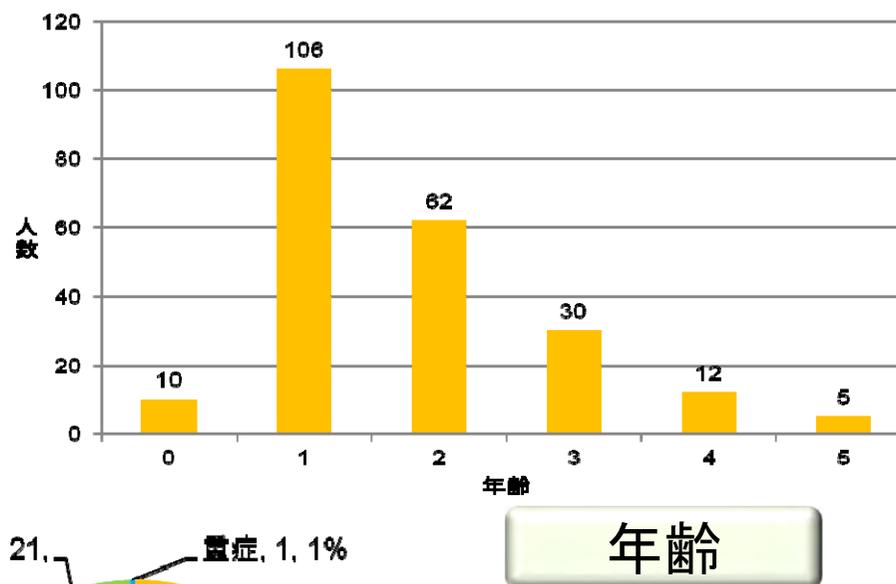
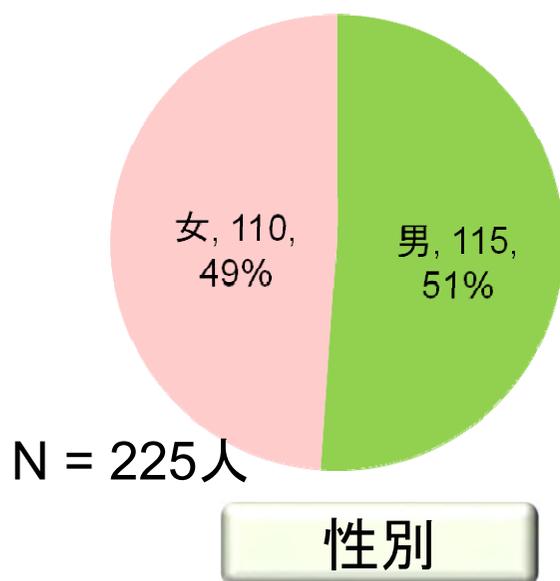


写真3 事例2の術前の口腔内写真(矢印で囲んだ部分が脂肪体の逸脱部分)

消防庁ビッグデータに基づく事故の統計的理解

～歯ブラシの事故～

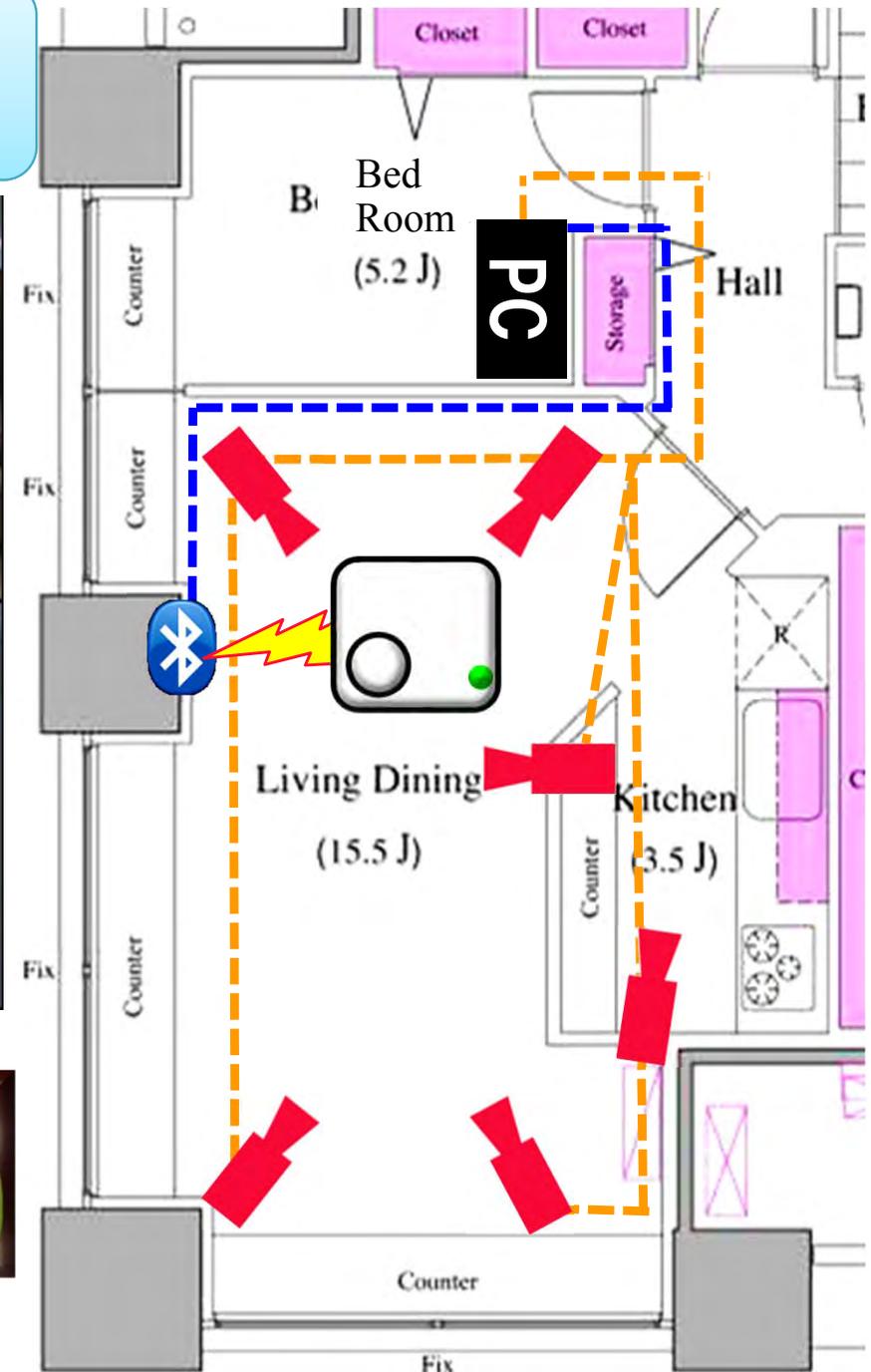
消防庁と連携し、救急搬送データを解析したところ、歯ブラシによる事故が多発している実態（年齢分布）や状況が明らかになった。



東京消防庁 救急搬送データ
2007年1月 - 2011年12月

画像処理を用いた転倒データベース作成

画像処理技術を用いて、子どもの転倒(速度や姿勢など)をデータベース化 **世界初**。



: 加速度・ジャイロセンサ



: IEEE1394カメラ(6台)

画像処理技術を用いて、子どもの転倒(速度や姿勢など)を105回の転倒をデータベース化した。世界初。

19 Children

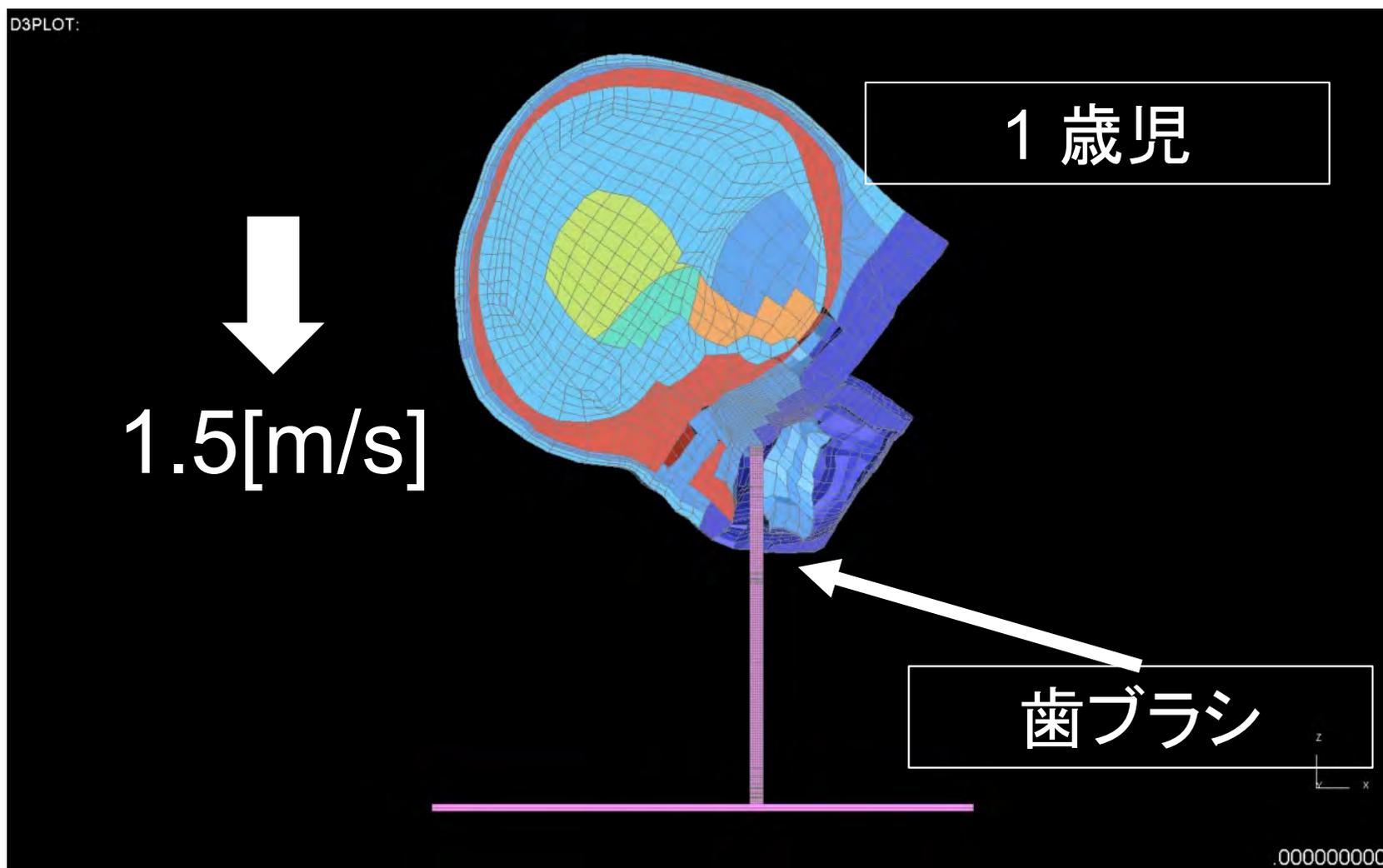
105 Falls



転倒データベースと有限要素法による解析

転倒データベースと有限要素解析技術を用いることで、転んでも刺さらない歯ブラシ(曲がる歯ブラシ)をメーカーと協力して開発。

LS-DYNA



歯ブラシの新しいデザイン：曲がる歯ブラシ

DHLより、付加価値を持った歯ブラシ(転んでも刺さらない)が開発・販売され、キッズデザイン賞、グッドデザイン賞などを受賞した。



歯ブラシが曲がることで衝撃を吸収



第9回 キッズデザイン協議会会長賞 受賞



グッドデザイン賞2015 受賞



日経ビジネス
2016年7月号
「日本の発明力」
に取り上げられる。

生活機能の交換・共有技術 デジタル水晶玉

名前: _____

年齢: 0 性別: 男性 女性

障害・できなくなってきたこと 嬉しい・生きがい

一般用語

麻痺

右手	左手	右前腕	左前腕	右上腕	左上腕
右足	左足	右下腿	左下腿	右大腿	左大腿
体幹					

機能低下

嚥下	視力	言語能力	聴力	歩行
----	----	------	----	----

日常生活で楽しくなってきた・やらなくなってきたこと

重い荷物を運ぶ	料理を作る	他人とのコミュニケーション
手続き	食事を食べる	生きがいがない

ICF

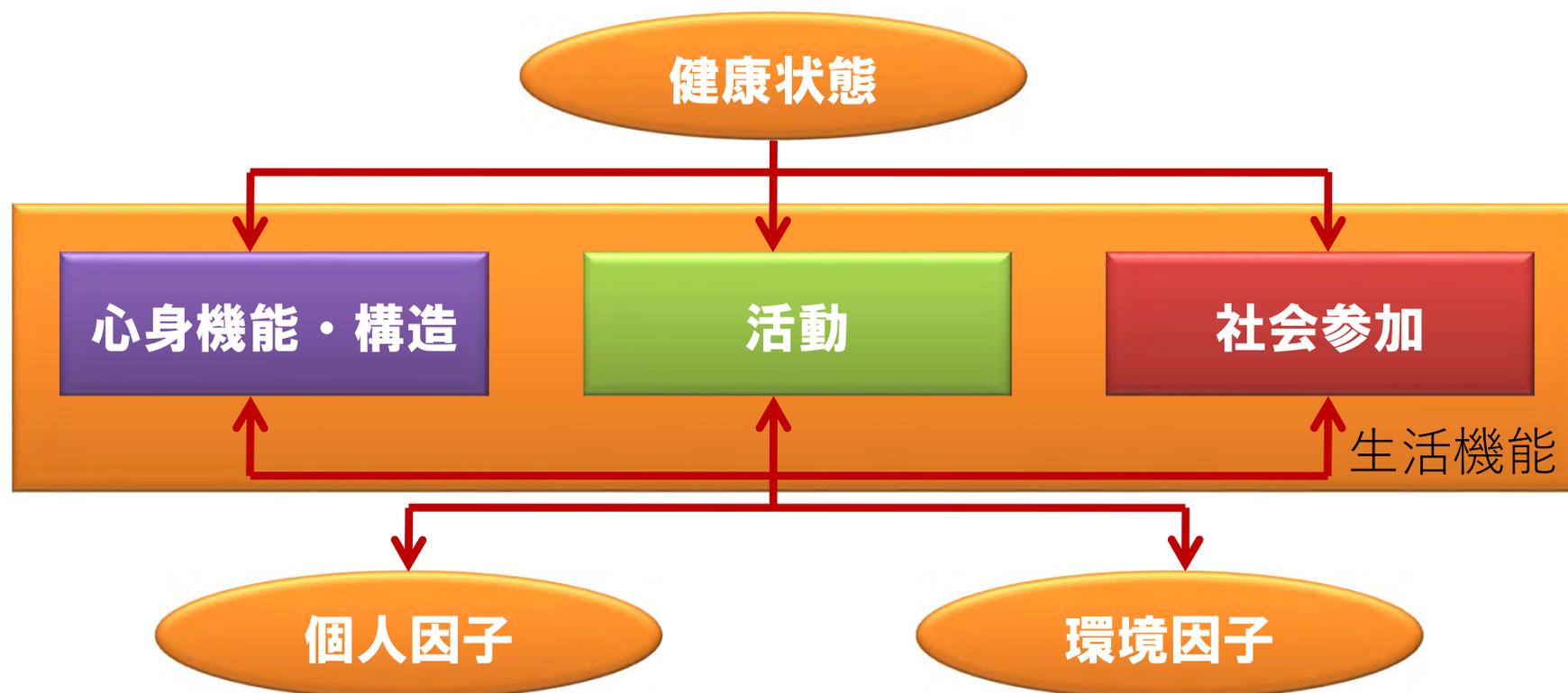
検索

社会参加の記述・分析・活用

高齢者の生活の記述モデル： 国際生活機能分類 (ICF)

生活機能モデル (Human Functioning)

- 「生きることの全体像」を捉える「共通言語」
- 「生きることの全体像」を捉える「統合モデル」



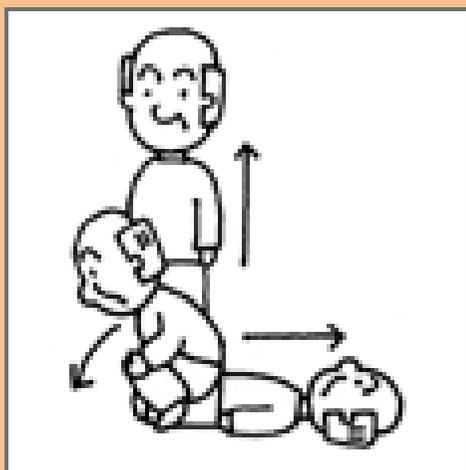
ICF (International Classification of Functioning) に基づく考え方 (※2001年にWHOで採択)

**生活の全体像を把握し、生活データを計算
で分析するツールとして活用可能にする**

生活機能分類(ICF)の例

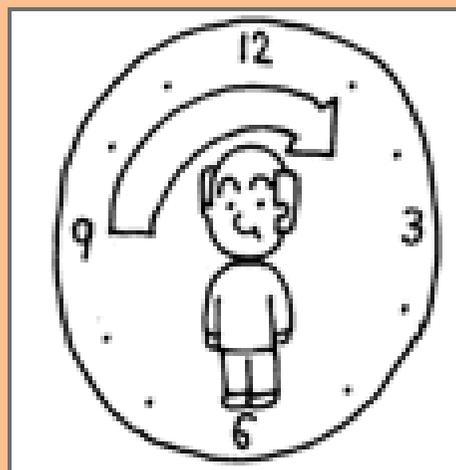
d4:運動

d410:
基本的な姿勢の変換



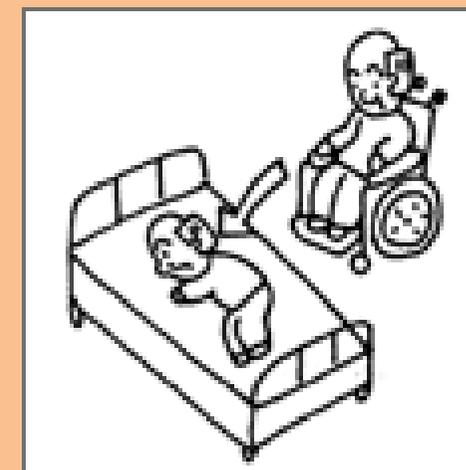
d4100:横たわる
d4101:しゃがむ
d4102:ひざまずく
d4103:座る
.....

d415: 姿勢の保持



d4150:臥位の保持
d4151:しゃがみ位の保持
d4152:ひざまずいた姿勢
の保持
d4153:座位の保持
.....

d420: 乗り移り(移乗)

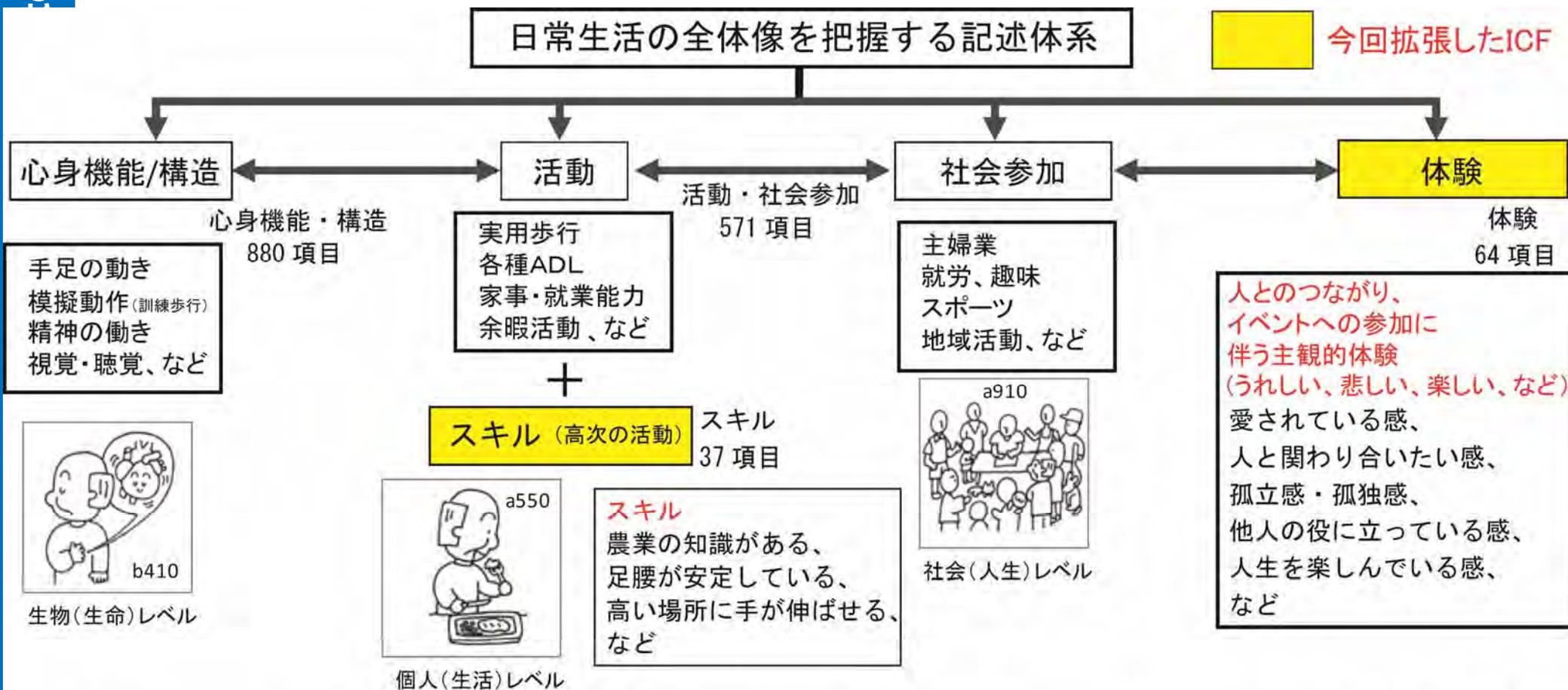


d4200:座位での乗り移り
d4201:臥位での乗り移り
.....

拡張 ICF 表現 (体験・スキルの記述可能なように拡張)

元気高齢者に対応するため、従来の心身機能・活動・社会参加に加え、生活の現状と過去の体験(「うれしい」など)、個人と社会的広がり(人間関係)などの全体像を把握するための記述法

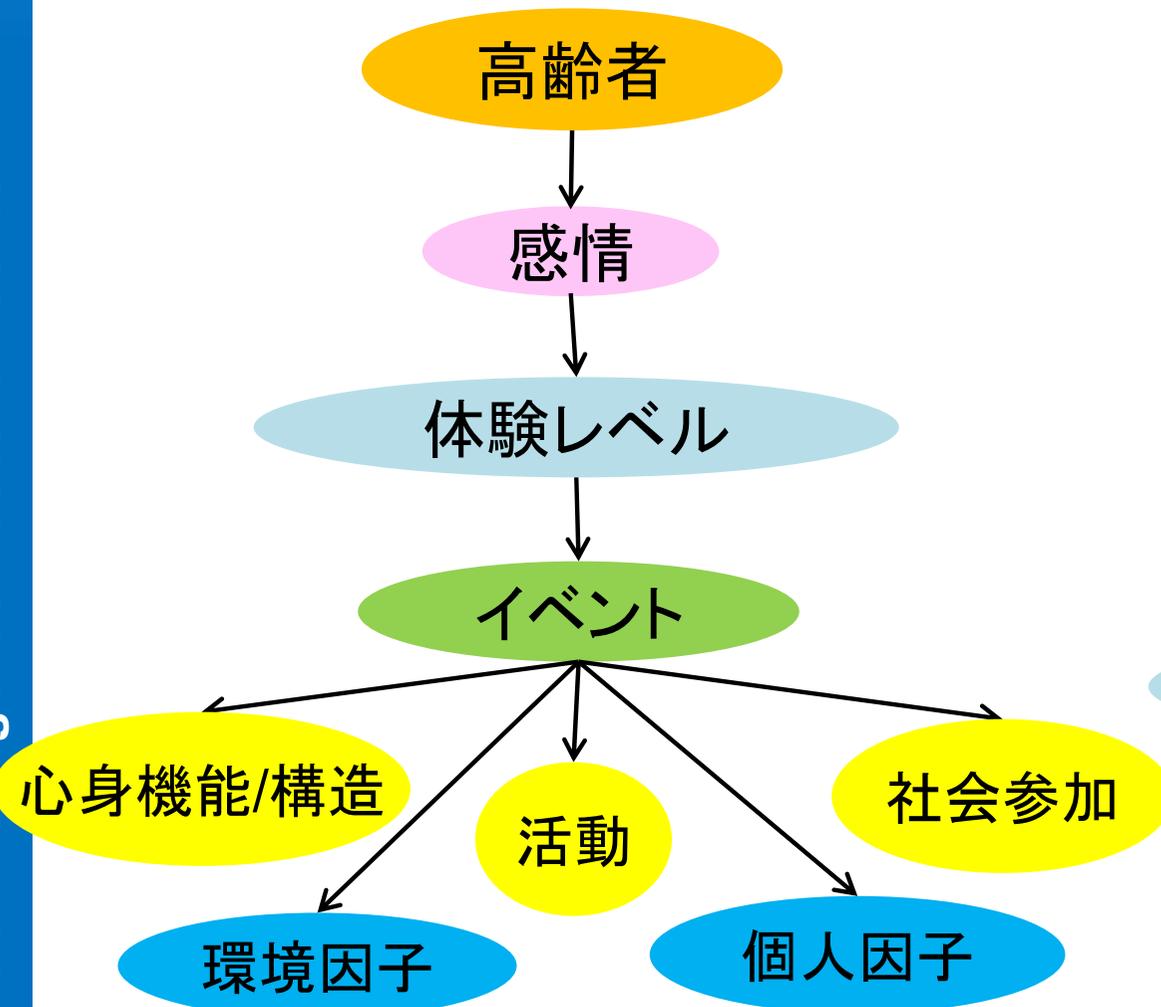
ter



1452 (心身機能・構造 + 活動・社会参加) の既存 ICF コード体形に約 100 (スキル + 体験) のコードを追加

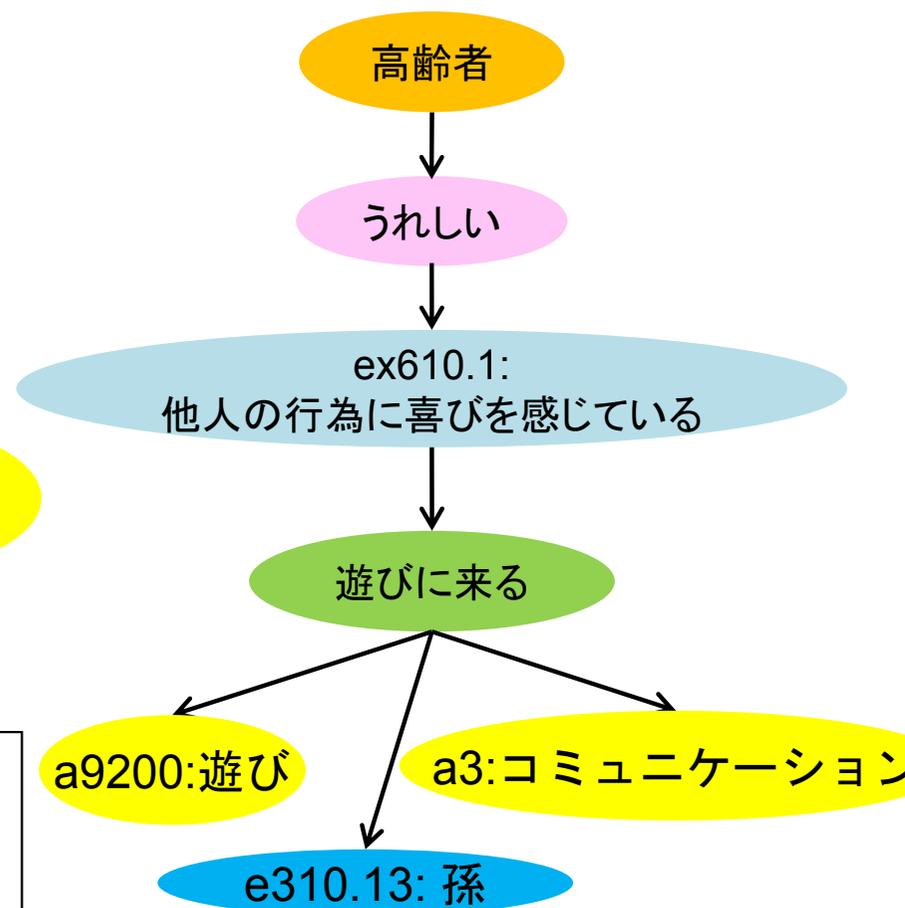
拡張ICFを用いた生活構造の表現方法

■ 感情・体験生成プロセスモデル

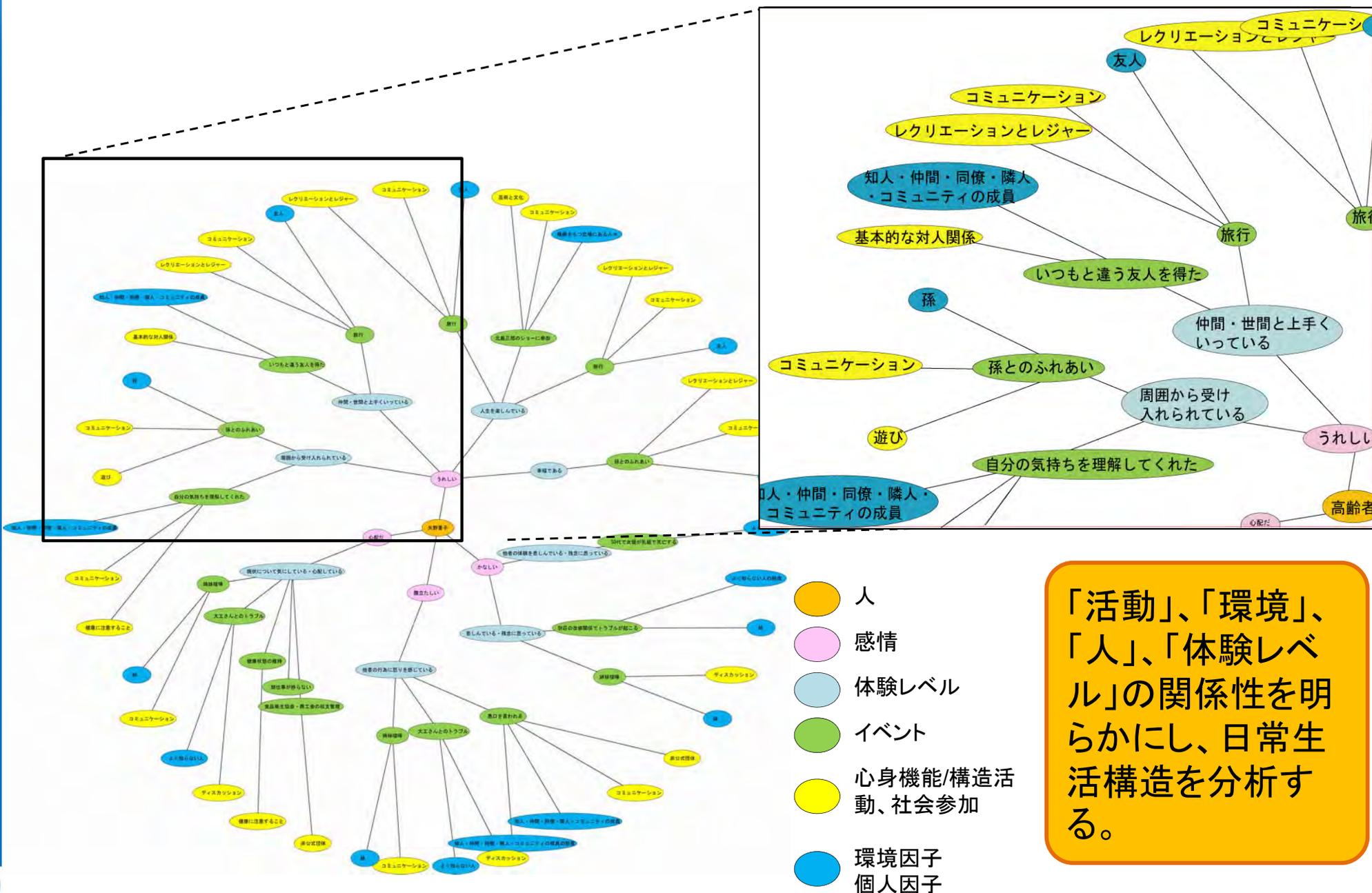


物的環境: 福祉用具、建築など 人的環境: 家族、友人など 社会環境: 精度、サービスなど	年齢、性別、民族、 生活歴、価値観、 ライフスタイルなど
---	------------------------------------

例) 孫が遊びに来て、嬉しかった。



拡張ICFを用いた日常生活グラフの可視化



「活動」、「環境」、「人」、「体験レベル」の関係性を明らかにし、日常生活構造を分析する。

生活構造の変化事例1（高齢者A）

生活機能低下による生活構造変化・維持の例



90歳・女性

おばあちゃんのうれしさ

毎年、東京に住んでいる息子に野菜を送ると、息子からお礼の電話がかかってきてうれしい。

健康状態：

- 足腰の痛みがある。
- 2011年人工股関節手術



農作業に困難を感じている

■ 困難を感じている作業の代行を依頼



おばあちゃん(被験者A)
のうれしさ構造



うれしい

ex. 215: 感謝されている

ex313: 他人の役に立っていると思う

野菜を送ると
息子から連絡が来る

「野菜を送る」という
日常生活の活動が、
おばあちゃんの「うれしさ」を生
み出している

野菜づくり

野菜を息子に送る

a410:
基本的な姿勢の変換

足腰が安定している

a415:
姿勢の保持

力仕事ができる

- ・畑を耕す
- ・肥糧をやる
- ・マルチをはる
- ・支柱を立てる
- ・種や苗を買う
- ・種まき・苗植え
- ・草取り
- ・枝を支柱に縛る
- ・収穫

a430: 持ち上げる
ことと運ぶこと

a440:
細かな手の使用

a450: 歩行

a445:
手と腕の使用

a760: 家族関係

ex310. 7: 息子

a3: コミュニケーション

おばあちゃん(被験者A) のうれしさ構造



最近、足腰が弱くなり、農作業を行うことが困難になってきた。

高齢者

うれしい

ex. 215: 感謝されている

ex313: 他人の役に立っていると思う

野菜を送ると
息子から連絡が来る

低下し始めた
生活機能

野菜づくり

野菜を息子に送る

a410:
基本的な姿勢の変換

足腰が安定している

a415:
姿勢の保持

力仕事ができる

- ・畑を耕す
- ・肥糧をやる
- ・マルチをはる
- ・支柱を立てる
- ・種や苗を買う
- ・種まき・苗植え
- ・草取り
- ・枝を支柱に縛る
- ・収穫

a440:
細かな手の使用

a450: 歩行

a445:
手と腕の使用

a430: 持ち上げることと運ぶこと

a760: 家族関係

ex310.7: 息子

a3: コミュニケーション

おばあちゃん(被験者A)
のうれしさ構造



うれしい

ex. 215: 感謝されている

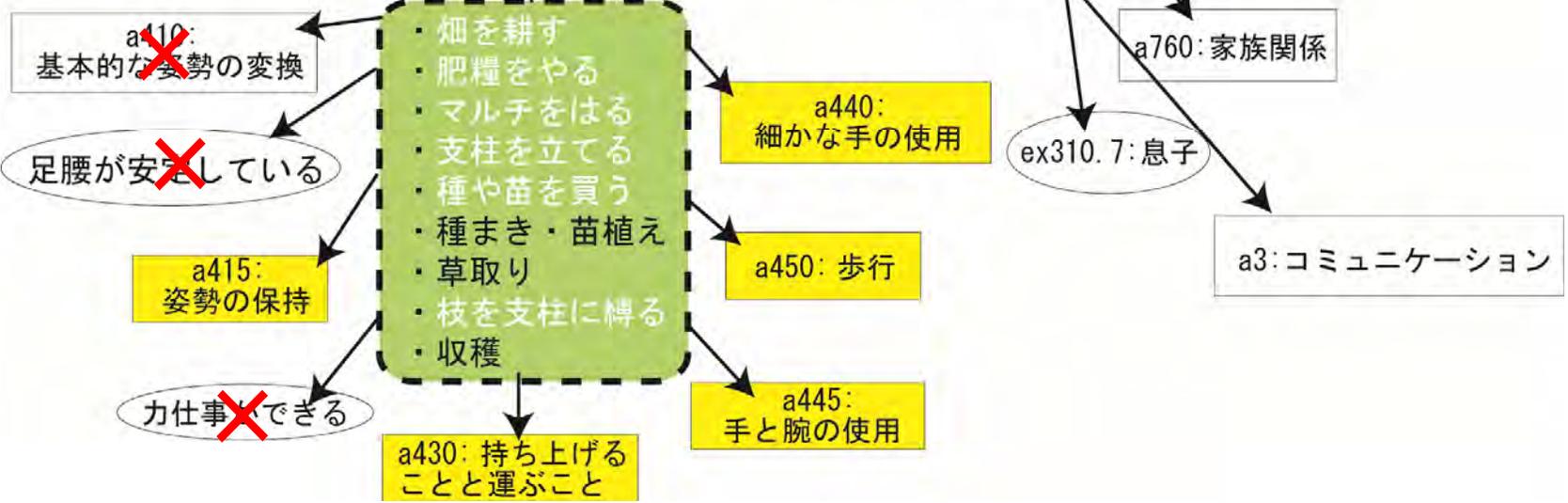
ex313: 他人の役に立っていると思う

野菜を送ると
息子から連絡が来る

野菜づくり

野菜を息子に送る

「野菜づくり」ができないと、「うれしさ」にたどりつくことができない。



生活機能の提供による 生活機能統合

野菜づくりを行うのに必要な生活機能を提供してもらおう



a410: 基本的な姿勢の変換

足腰が安定している

力仕事ができる

a410: 基本的な姿勢の変換

足腰が安定している

a415: 姿勢の保持

力仕事ができる

野菜づくり

- ・畑を耕す
- ・肥料をやる
- ・マルチをはる
- ・支柱を立てる
- ・種や苗を買う
- ・種まき・苗植え
- ・草取り
- ・枝を支柱に縛る
- ・収穫

a430: 持ち上げることと運ぶこと

a440: 細かな手の使用

a450: 歩行

a445: 手と腕の使用

野菜を息子に送る

a760: 家族関係

ex310. 7: 息子

a3: コミュニケーション

高齢者

うれしい

ex. 215: 感謝されている

ex313: 他人の役に立っていると思う

野菜を送ると息子から連絡が来る

生活機能統合による「うれしさ」の再生成

「野菜づくり」を続けることにより、「うれしさ」を維持できる



高齢者

うれしい

ex. 215: 感謝されている

ex313: 他人の役に立っていると思う

野菜を送ると息子から連絡が来る

野菜づくり

野菜を息子に送る

a410: 基本的な姿勢の変換

足腰が安定している

a415: 姿勢の保持

力仕事ができる

- ・畑を耕す
- ・肥糧をやる
- ・マルチをはる
- ・支柱を立てる
- ・種や苗を買う
- ・種まき・苗植え
- ・草取り
- ・枝を支柱に縛る
- ・収穫

a440: 細かな手の使用

a450: 歩行

a445: 手と腕の使用

a430: 持ち上げることと運ぶこと

a760: 家族関係

ex310. 7: 息子

a3: コミュニケーション

本人が持っている生活機能と他人から提供してもらう生活機能を統合して、野菜づくりを可能にする。

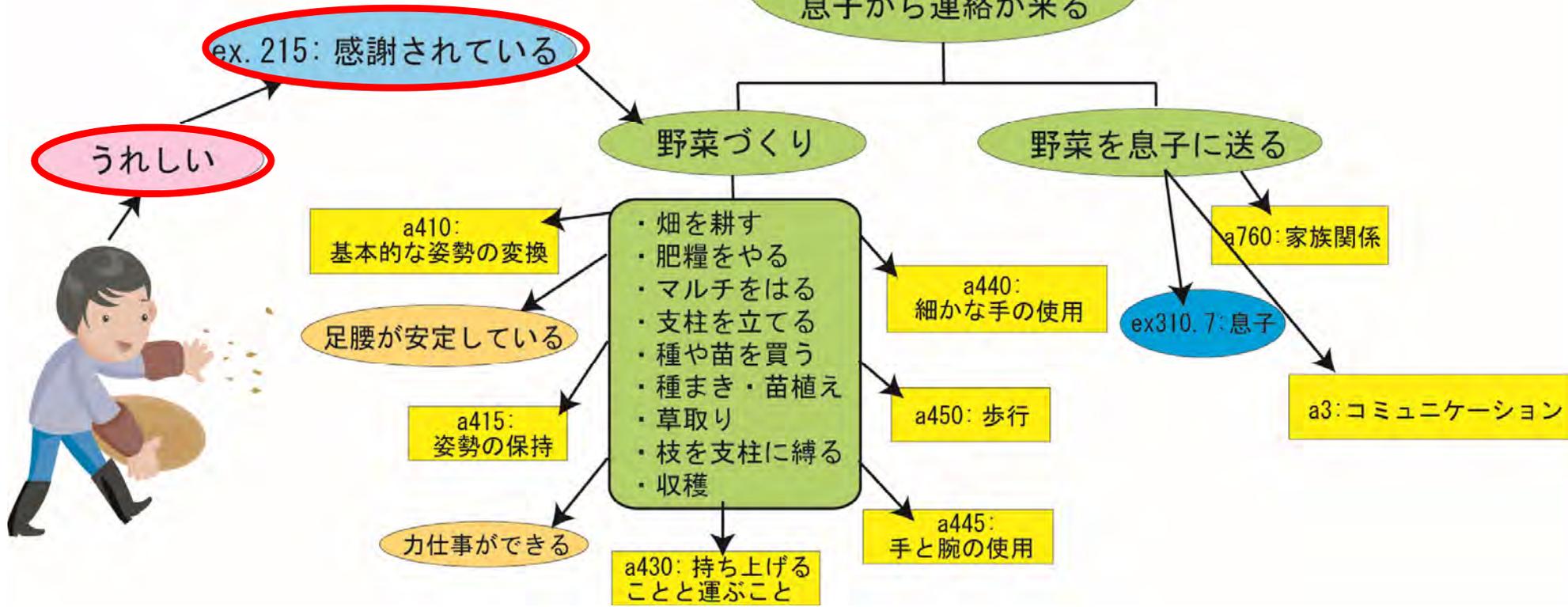
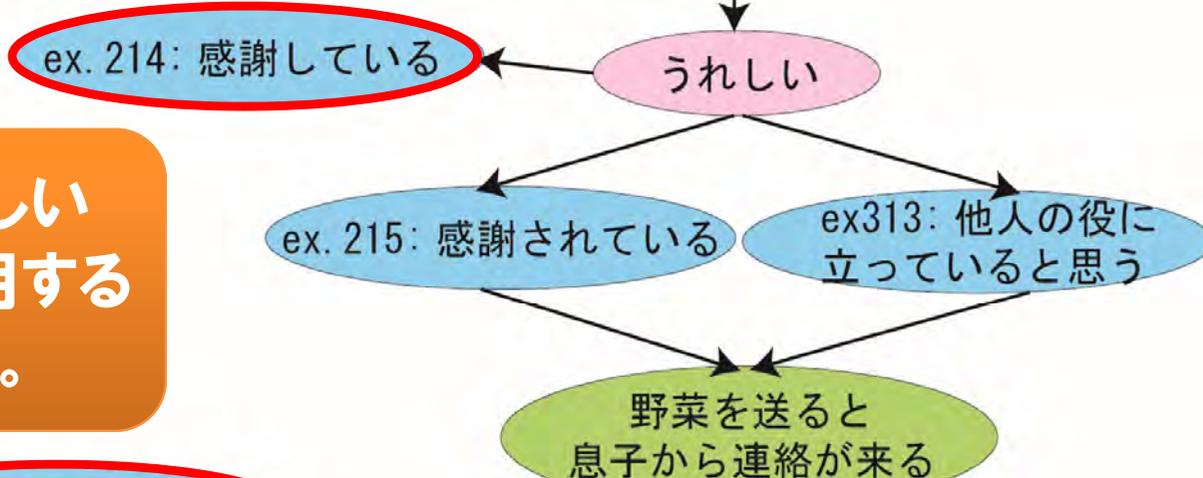


生活機能統合による生活機能のひろがり

統合により、新しい生活機能を活用する機会も生まれる。



高齢者

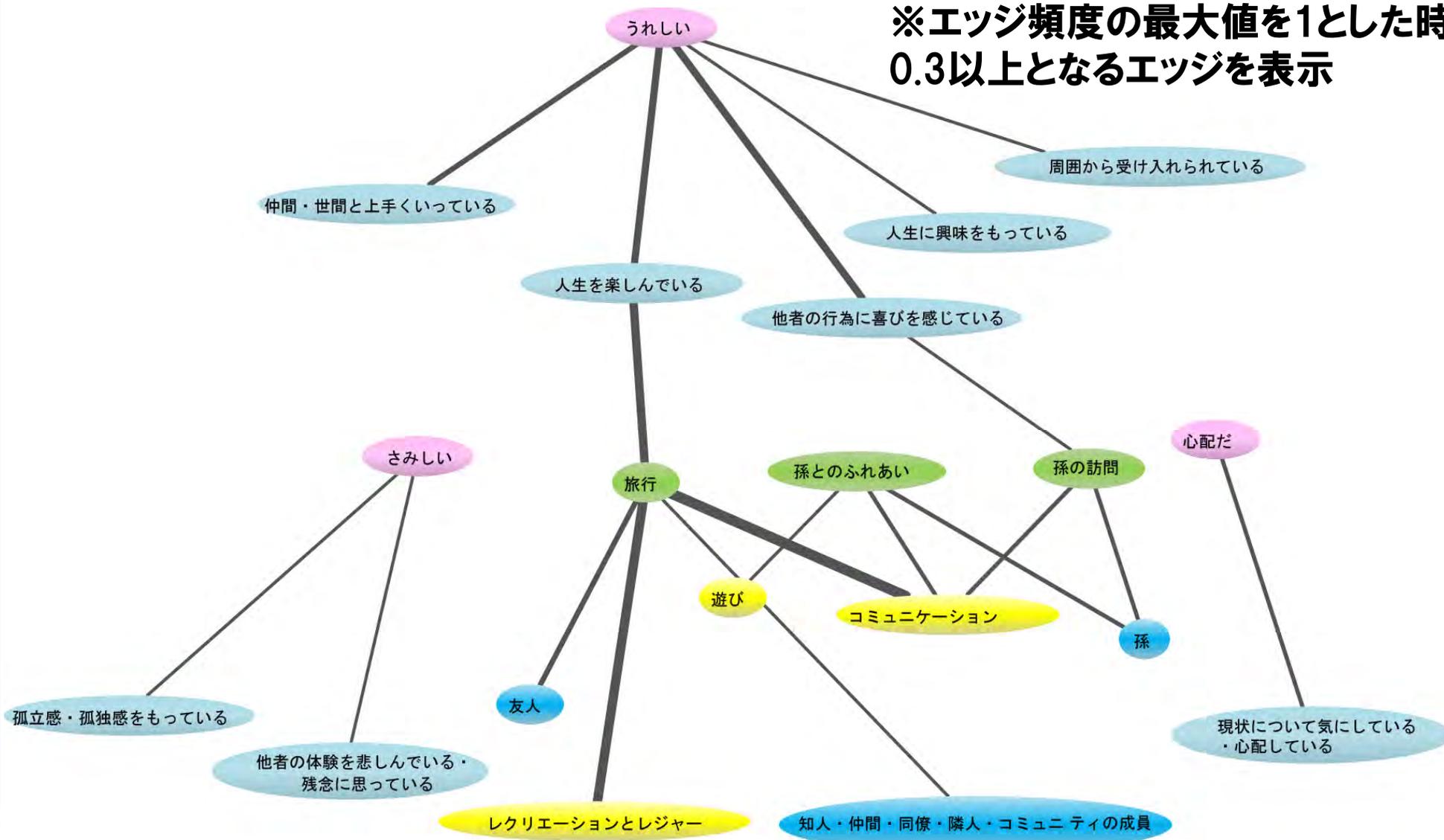


高齢者の生活の典型的なパターングラフ

■ 和の演算による典型パターンの抽出

$$\sum_{i=1}^n G_i = \sum_{i=1}^n (subG_1, subG_2, subG_3 \cdots subG_m \in G_i)$$

※エッジ頻度の最大値を1とした時に0.3以上となるエッジを表示

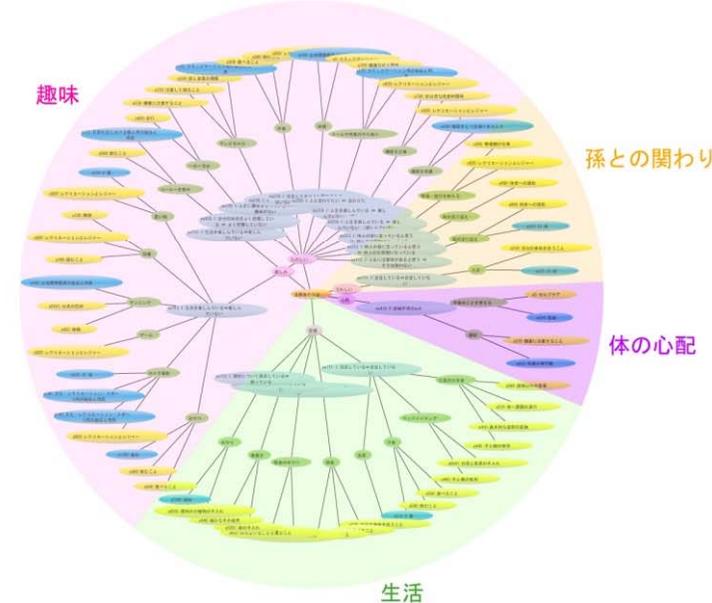
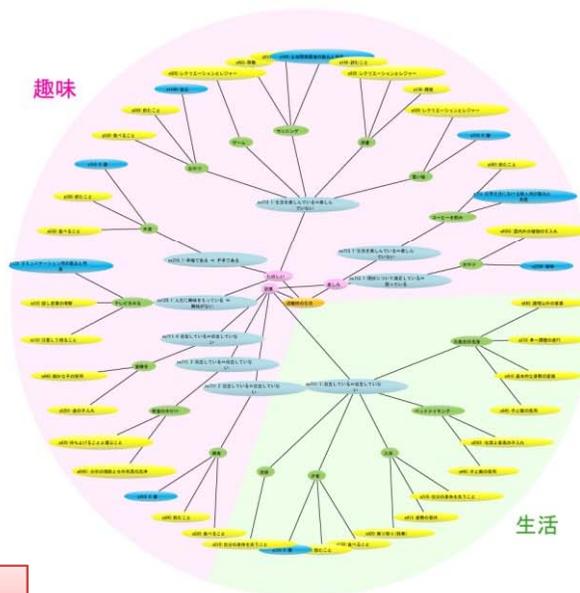
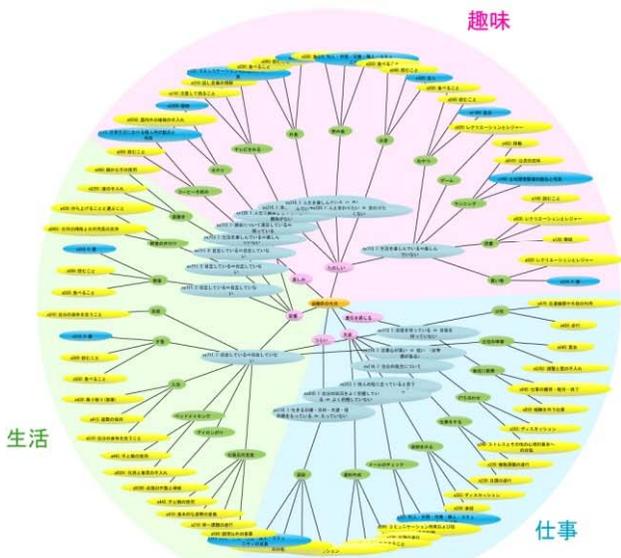


退職に伴う生活リデザイン

退職前

退職時

退職後



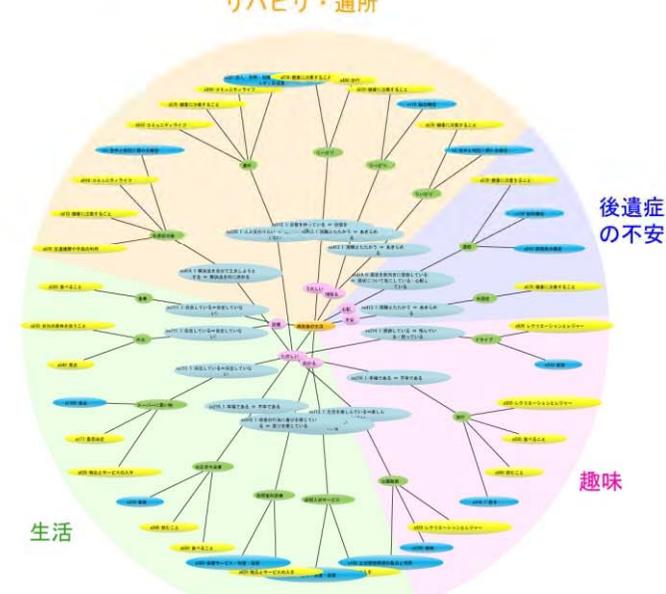
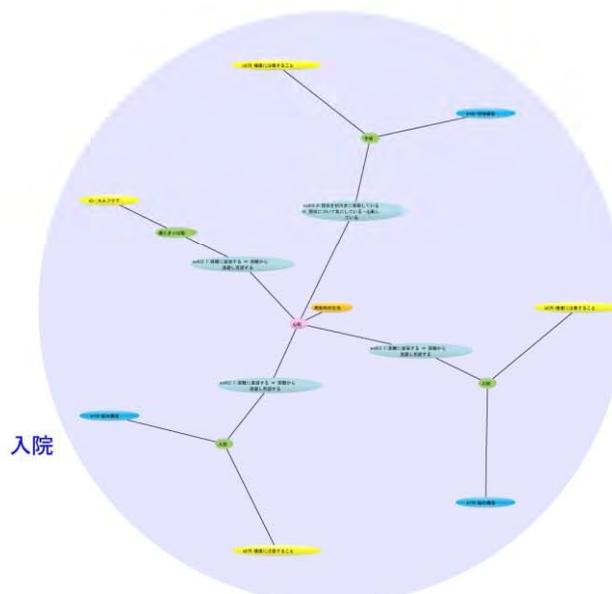
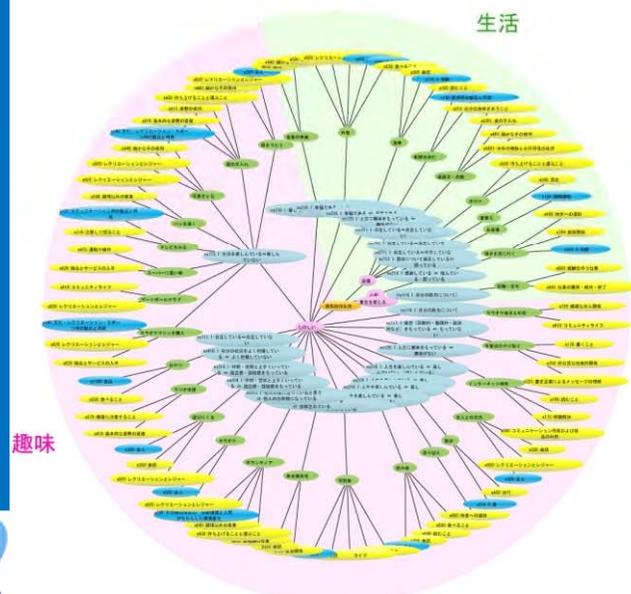
障害に伴う生活リデザイン

病気前

病気時

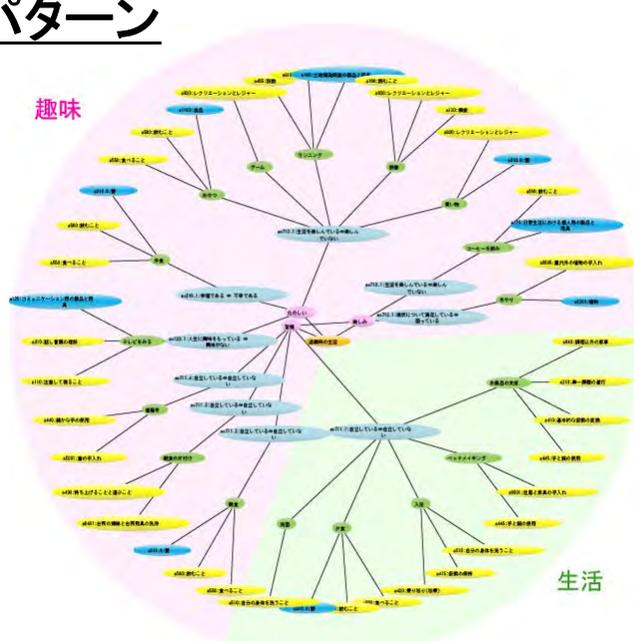
病気後

リハビリ・通所

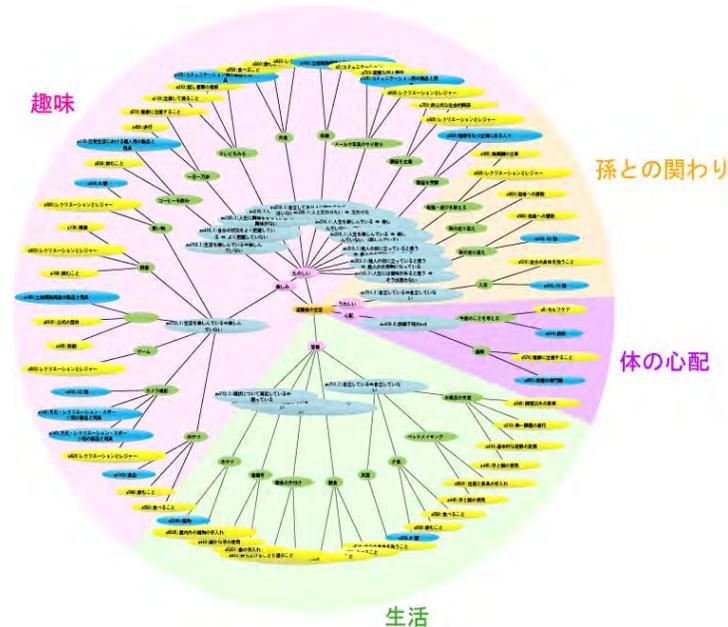


生活構造変化の(成功)要因分析

退職パターン



退職時(G₁)



退職後(G₂)

$$G_2 - G_1 = \Delta G$$

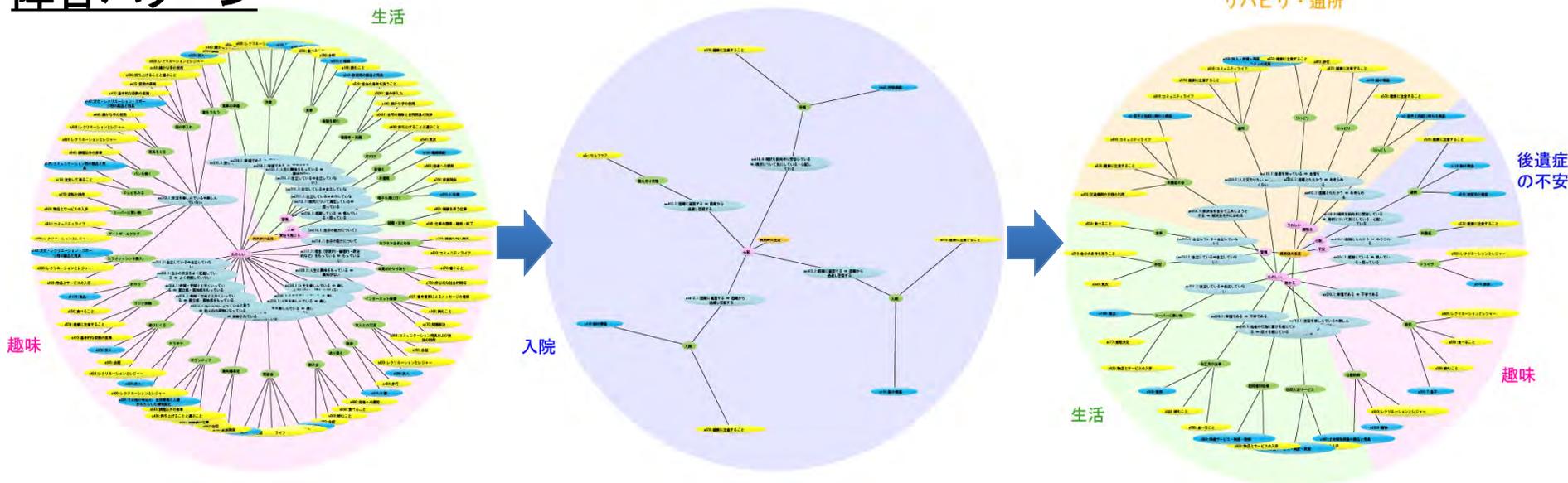
生活構造の変化
に関わる要素の
グラフ

次数で重要度合を評価

- 孫(送り迎え、孫との入浴)
- 古文書の受講・主催
- カメラ(孫、古文書、娘の夫)
- 体の衰え

生活構造変化の(成功)要因分析

障害パターン



障害前(G_0)

$$G_1 - G_0 = \Delta G$$

$$G_2 - G_1 = \Delta G$$

障害時(G_1)

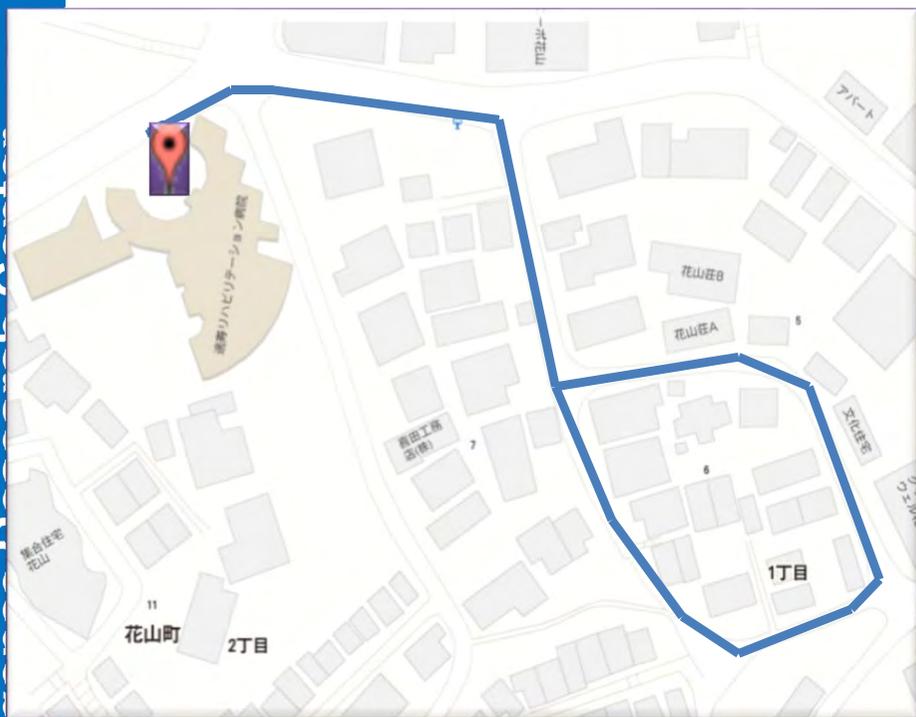
障害後(G_2)

- 入院(脳梗塞)
- 寝たきり状態(脳梗塞)
- 手術(脳梗塞)
- リハビリ・通所での関わり
- 訪問入浴・診察サービスの人との関わり
- 旅行(息子に連れていってもらった)
- 失語症

① 自宅周辺でリハ効果のある散歩コースの案内

② 自宅復帰後の生活圏に近いリハコースの案内

～生活機能対称変換～

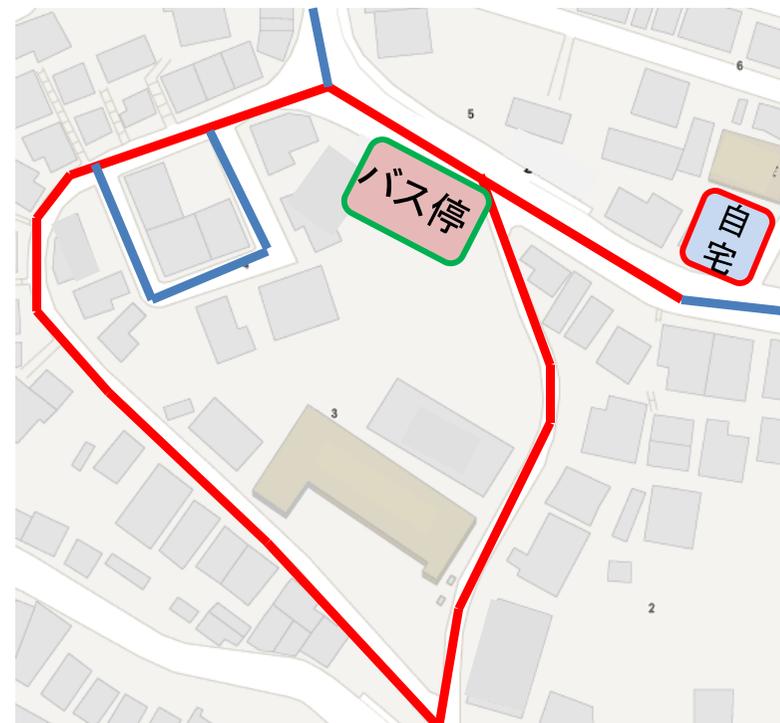


病院のお散歩リハコース

類似コース
検索



生活機能
対称変換
Behavior
symmetry



自宅周辺での社会参加コース

生活幾何学 = 生活データを用いて、生活変換群に対して生活機能不変性(対称性)を明らかにする。

ニュアンス:

ユークリッド幾何学 = 合同変換の下で不変な図形の性質を研究する幾何学

位相幾何学 = 位相同型変換の下で不変な図形の性質を研究する幾何学

スマホを用いた地域地図作成

登録情報

- 傾斜角
- 距離
- 社会参加空間



タブレット

システム

- OS : Android 2.2以上
- 加速度センサ
- デジタルコンパス
- GPS 受信機

スーパーマーケット

- ・e510(サービス,消費財生産のためのサービス)
- ・d530(排泄)
- ・d620(物品とサービスの入手)

アイス

- ・e510(サービス,消費財生産のためのサービス)
- ・d550(食べ)
- ・d560(飲む)
- ・d920(レジャー)

バス停

- ・e540(交通サービス・制度・政策)

コンビニエ

- ・e510(サービス,消費財生産のためのサービス)
- ・e535(コミュニケーションサービス・制度・政策)
- ・d620(物品とサービスの入手)
- ・d860(基本的な経済的取引き)

舗装道路

- ・e120(個人的な屋内外の移動と交通のための製品と用具)
- ・d465(用具を用いての移動)

パチンコ

- ・e510(サービス,消費財生産のためのサービス)
- ・d530(排泄)
- ・d860(基本的な経済的取引き)
- ・d920(レクリエーションとレジャー)

カフェ

- ・e510(サービス,消費財生産のためのサービス)
- ・d350(会話)
- ・d910(コミュニティライフ)
- ・d9205(社交)

スーパーマーケット

- ・e510(消費財生産のためのサービス・制度・政策)
- ・d530(排泄)
- ・d620(物品とサービスの入手)

郵便局

- ・e535(コミュニケーションサービス・制度・政策)
- ・d860(基本的な経済的取引き)

社会参加



環境情報

地域地図作成(兵庫県神戸市長田区丸山町)

協力：適寿リハビリテーション病院(神戸市)

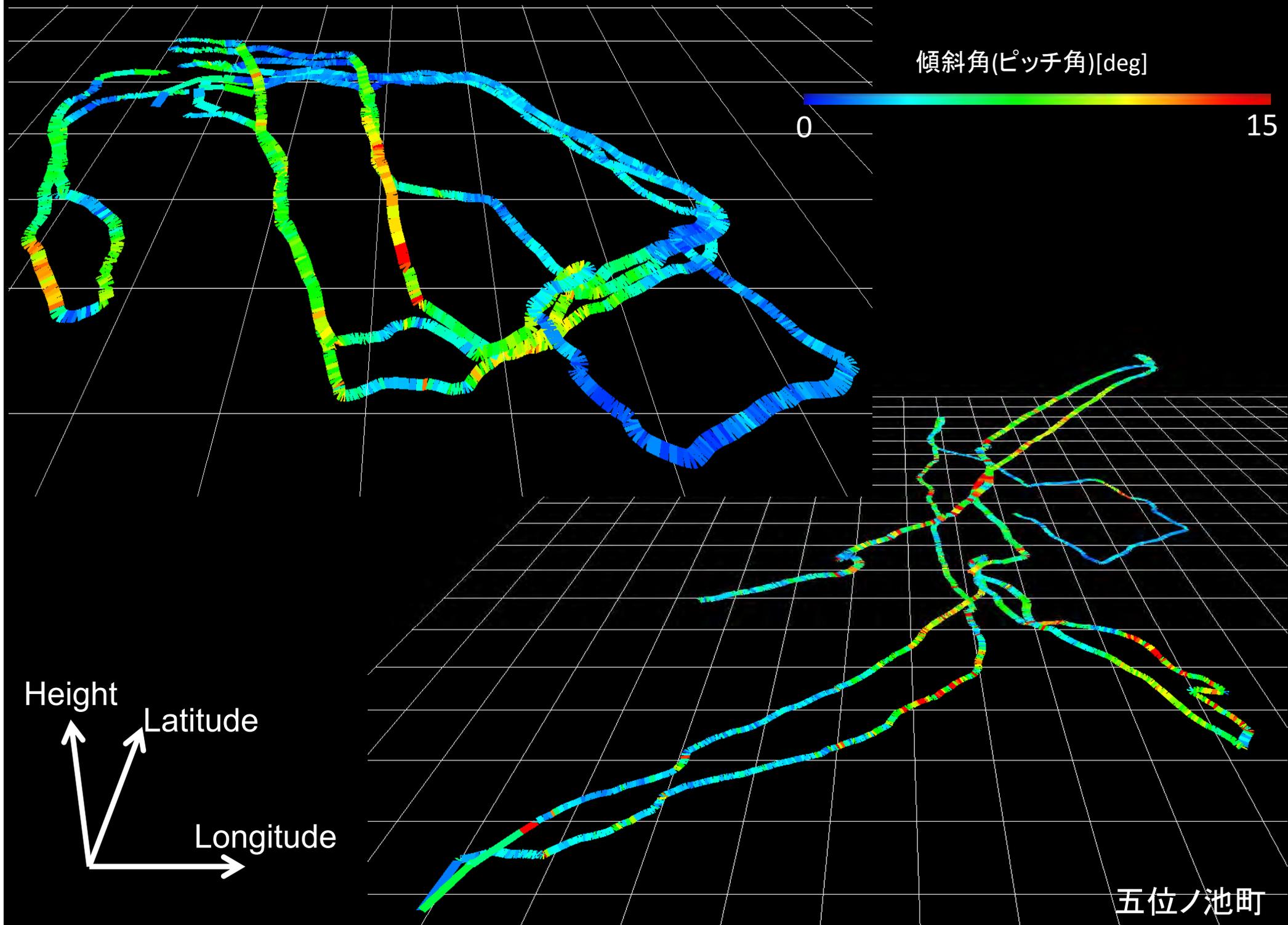


環境情報計測用アプリケーション

Start Pause 移動距離:572.4m
前後:1度 左右:2度

日時:2012/09/27 13:43:50
地点1-95:572.4 m
前後勾配:0.9度,左右勾配:1.5度

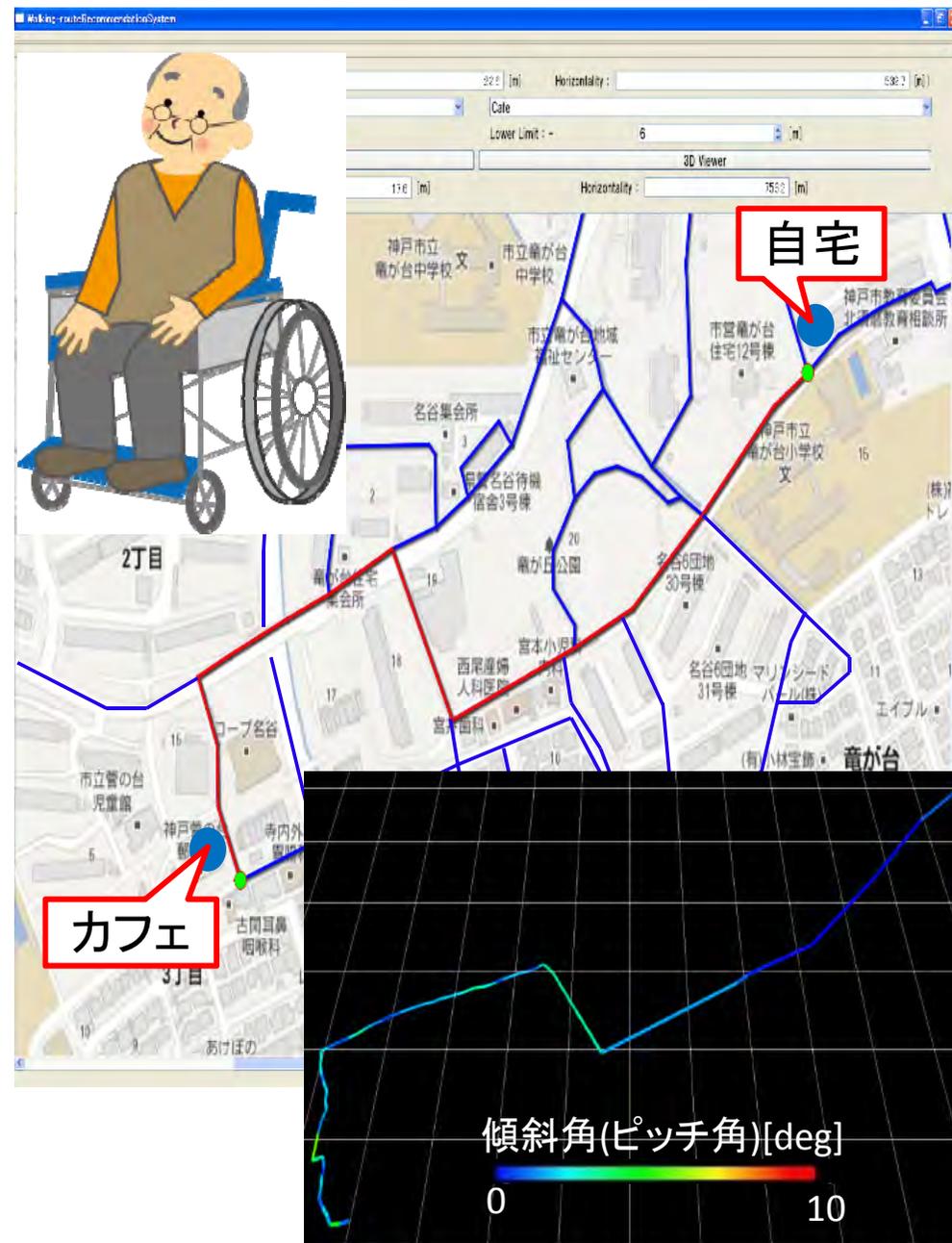
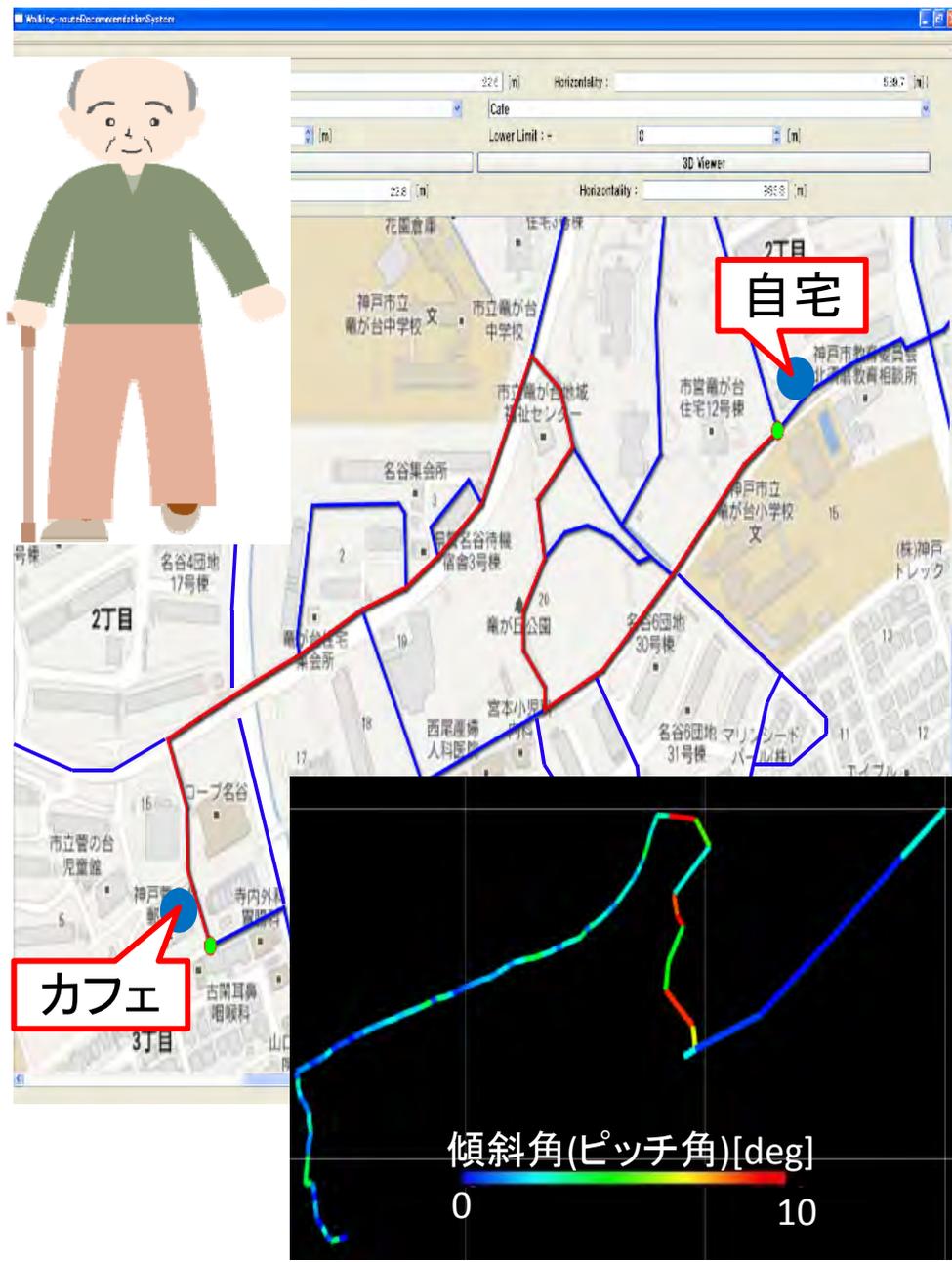
計測総距離:20km以上



社会参加のための活動コース推薦例

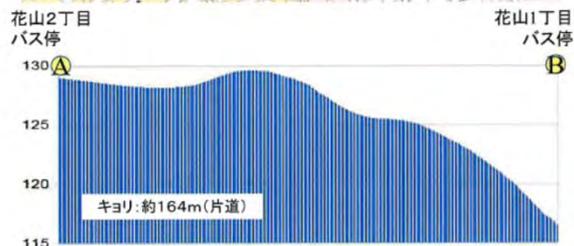
・杖使用者

・車いす使用者



リハビリテーション + 自治会による健康づくり

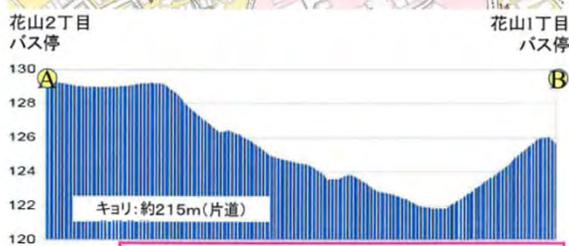
基礎体力コース (Aコース) 初級



坂が少ないコースです。

腰や膝への負担が少ないので、運動はしたいが、腰や膝などに痛みがある方にお勧めです。

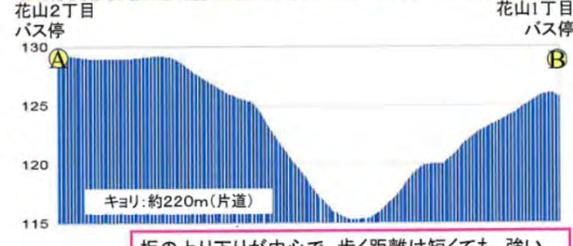
ステップアップコース (Bコース) 中級



坂の上り下りを取り入れ、軽い疲労感を感じるコースです。

行きと帰りでコースを変えるなど、体力や気分に合わせてコースをアレンジして頂いても構いませんので、色々なコースにチャレンジしてみてください。

チャレンジコース (Cコース) 上級



坂の上り下りが中心で、歩く距離は短くても、強い疲労感を感じるコースです。

積極的に運動を行いたい方にお勧めです。疲労度の強い方は、他のコースと組み合わせて、ご自分の体力合ったコースを探してみてください。

6) 花山地域の道のマップ

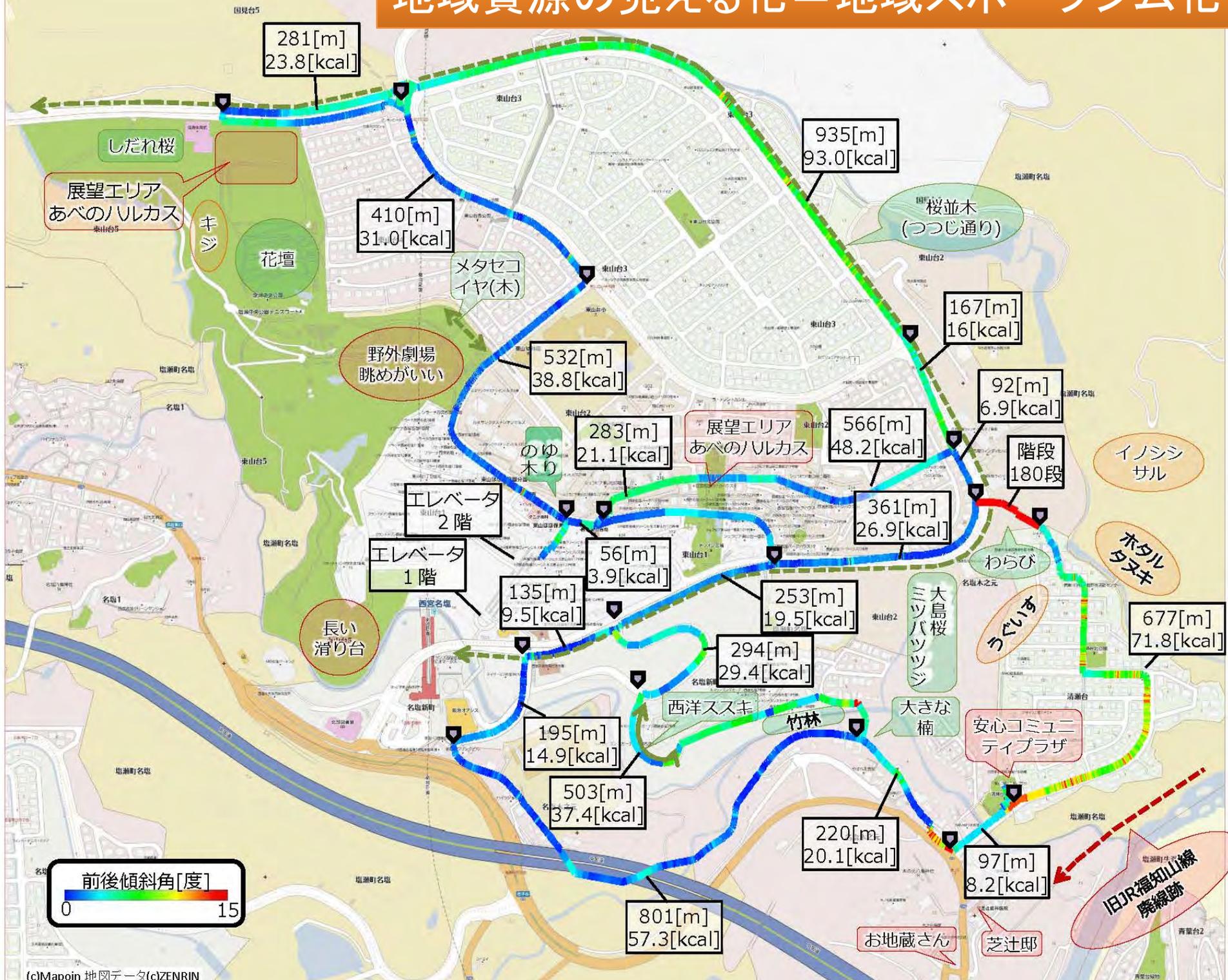


平坦 ← 坂道
ゆるやかな坂 ← きつい坂

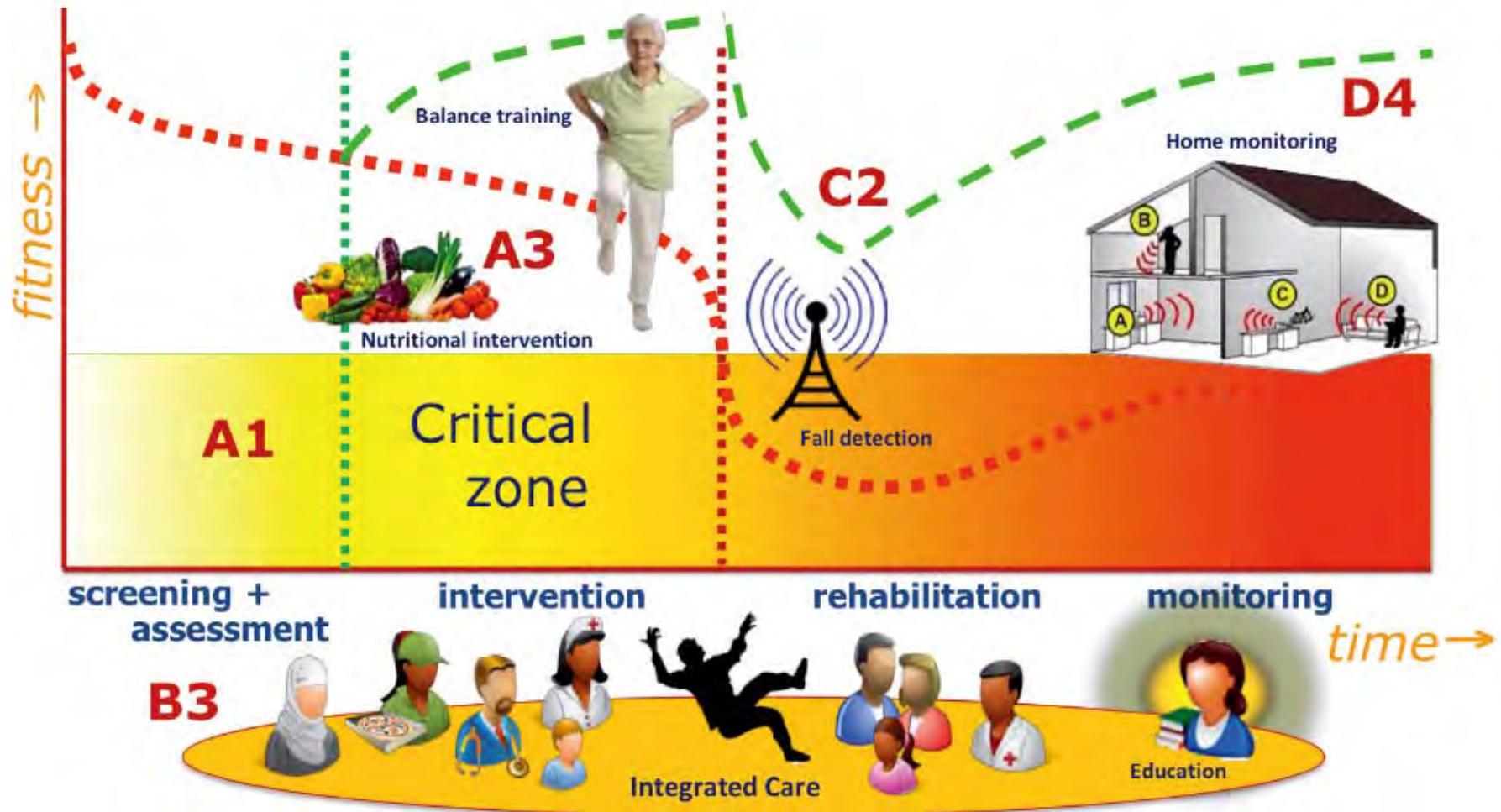
解説
△～△間のキロリ[m]
通常の速さで歩いたときの消費カロリー(参考値) [kcal]



地域資源の見える化＝地域スポーツジム化



Personalized Health Management and Falls Prevention (Dr. Nick Guldemond)



Dr. Nick Guldemond, *Integrated Care & Technology, the Netherlands*

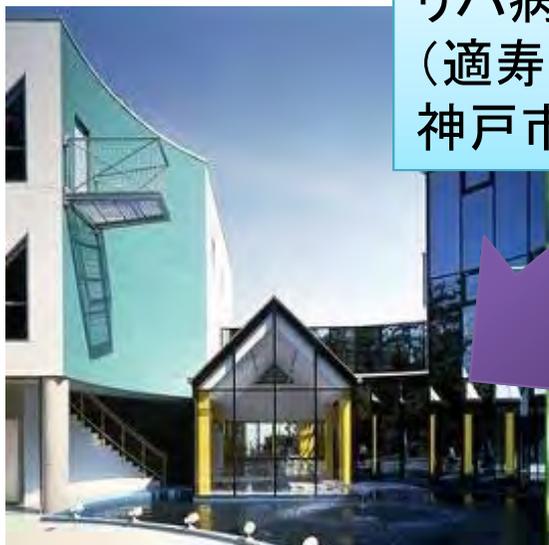
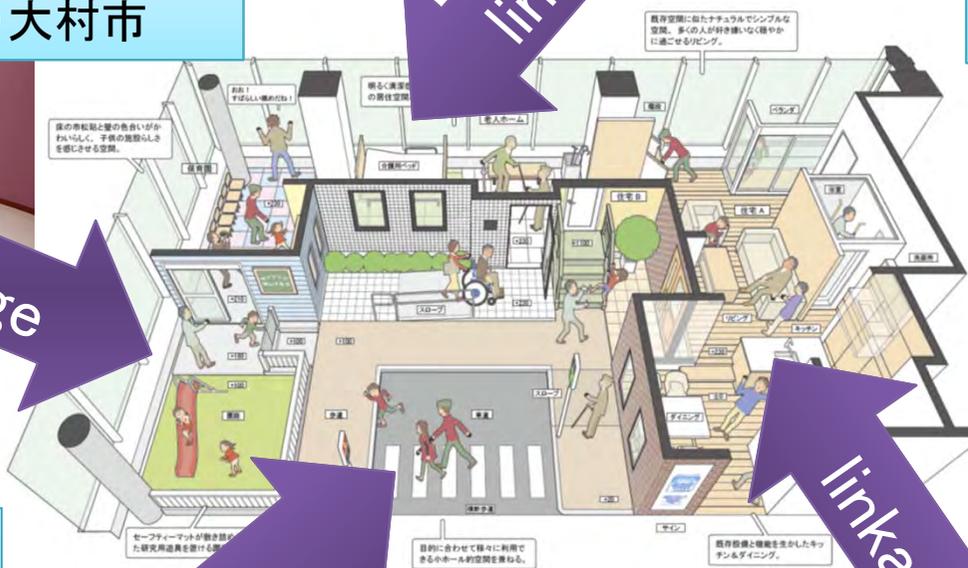
実世界・実問題と繋がったリビングラボ Linked Living Lab



子ども病院
(出口小児科医院)
長崎県・大村市



老人ホーム
(愛全園)
東京都



リハ病院
(適寿)
神戸市



一般住宅
福井県

一般住宅型リビングラボを用いた高齢者の生活変化のモニタリング技術

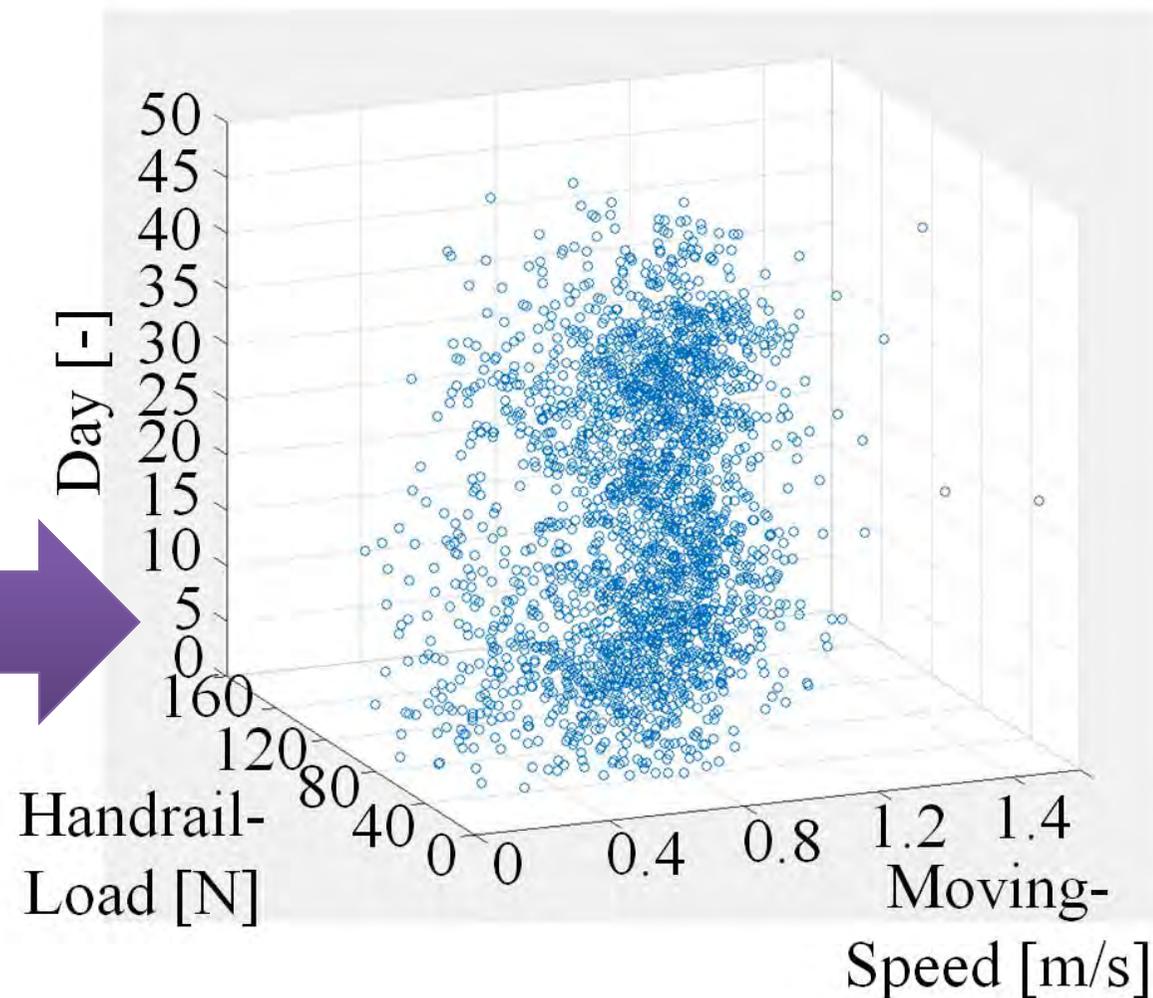
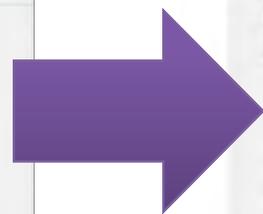
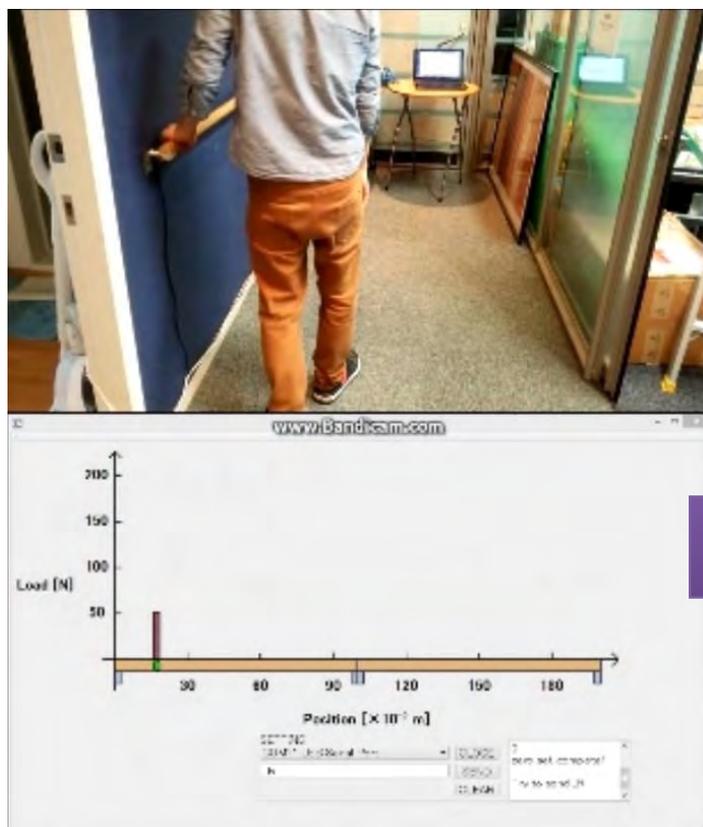


被験者：88歳女性

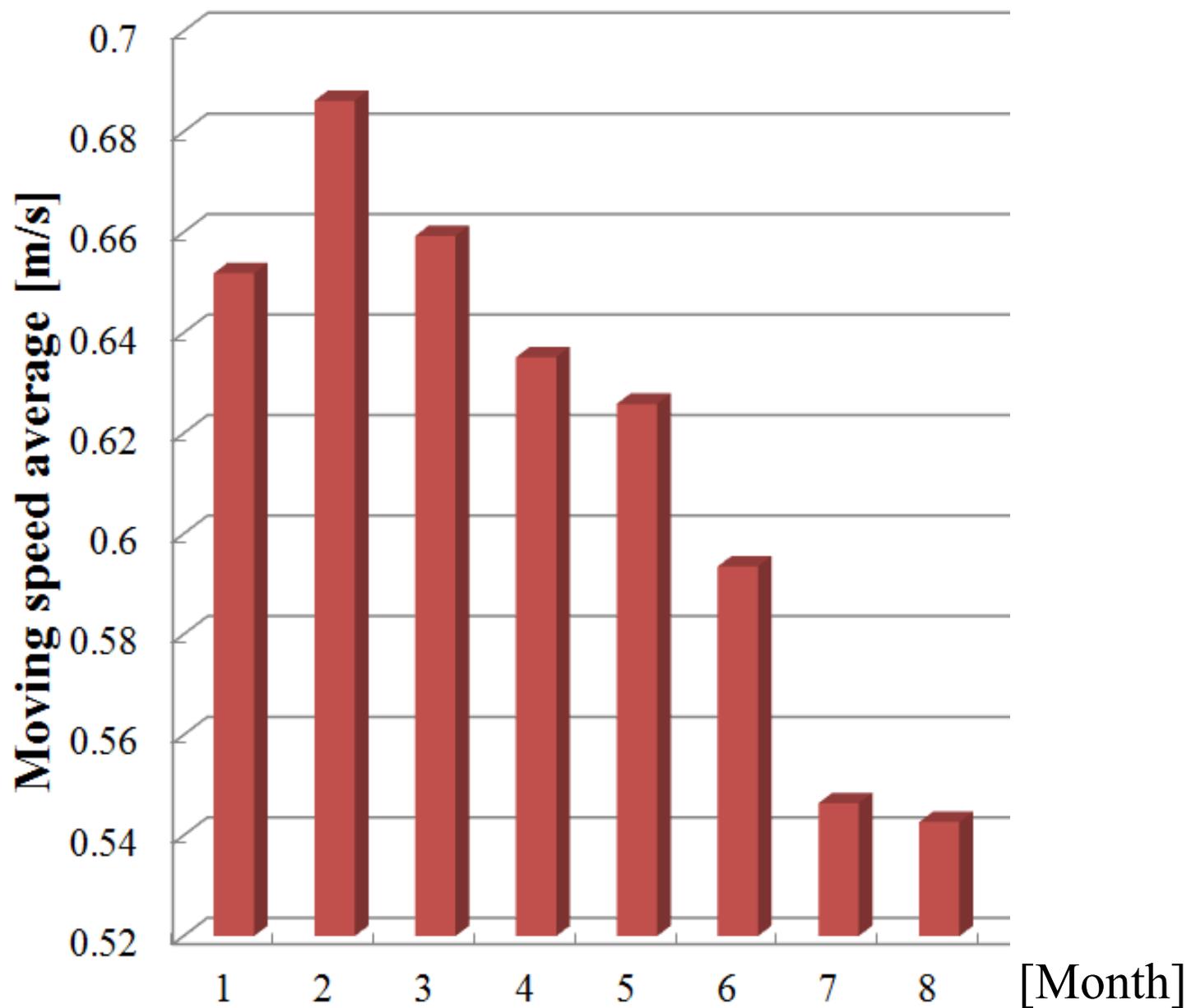


手すり型センサを用いて毎日モニタリング

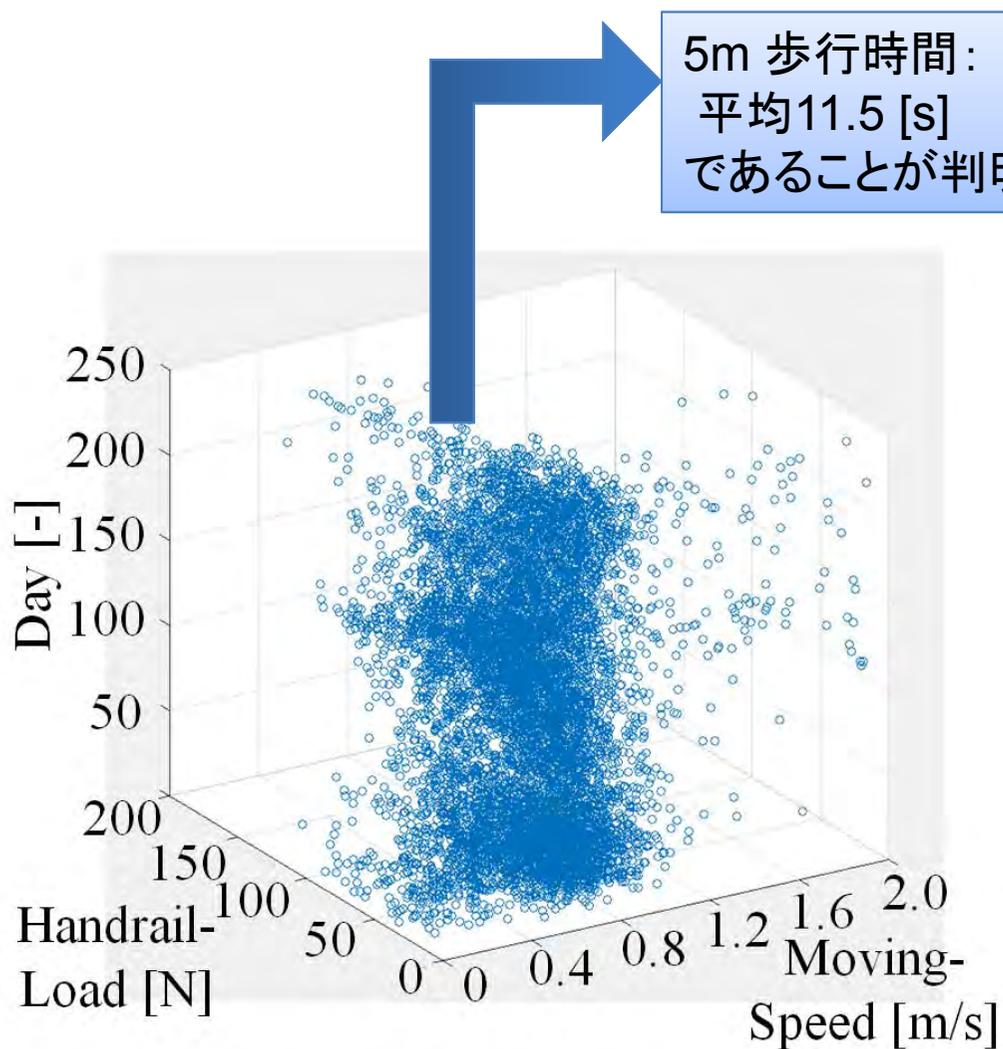
手すりIoTセンサを用いて、約10か月間の歩行速度変化を自動計測。従来、困難であった自然な状態（センサを身体に取り付けることなく）での日々のモニタリングが可能となった。



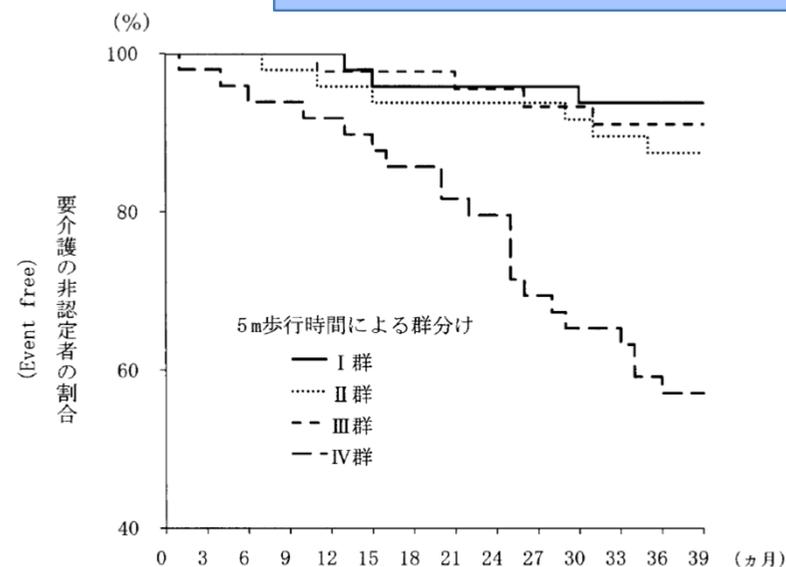
月別平均歩行速度



手すりIoTを用いた定量的評価



過去の研究に照らし合わせると、3年後の要介護リスクが高く、介入が必要であることが判明



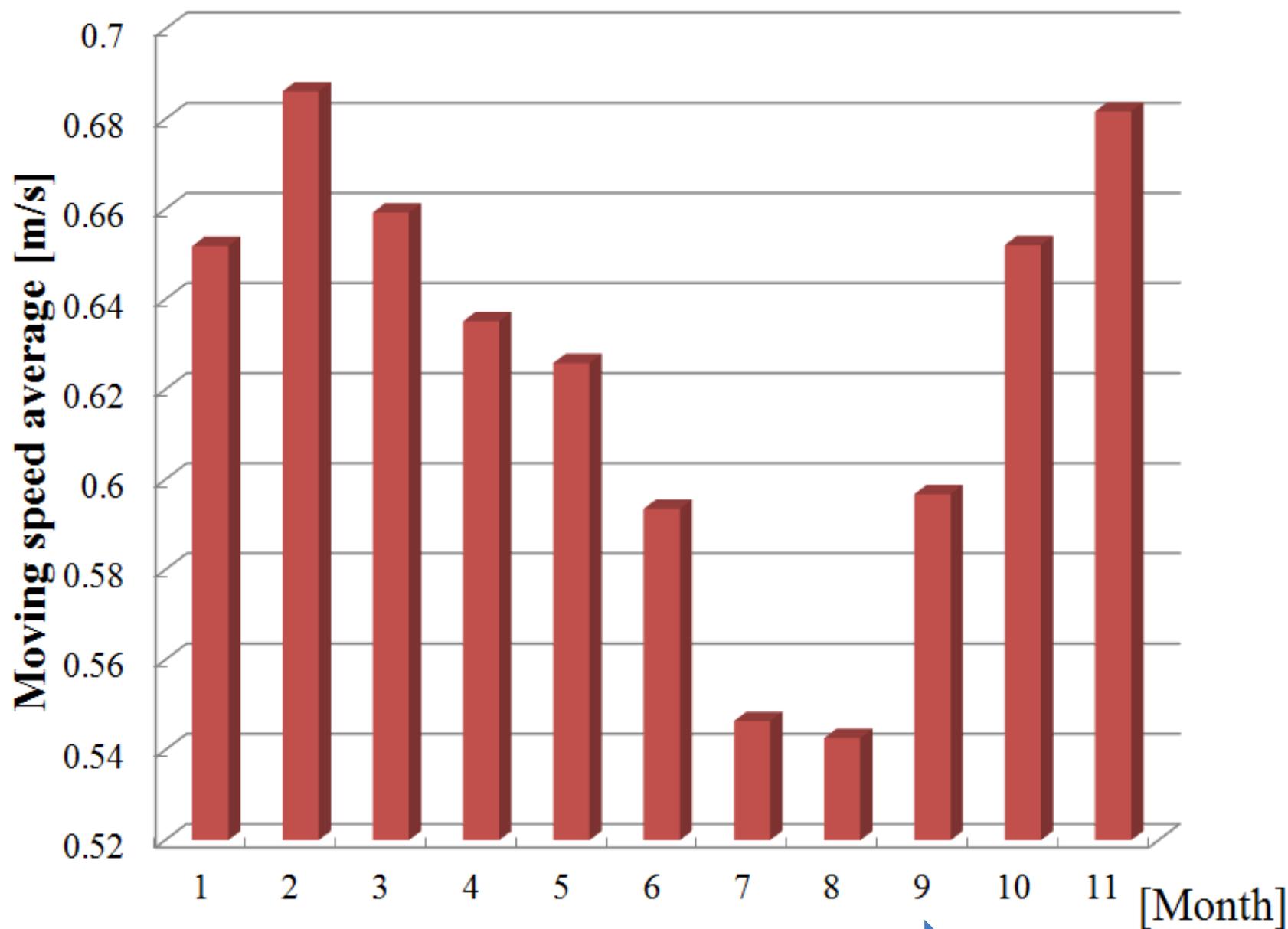
- I群：男性 3.7 秒以下，女性 4.2 秒以下
- II群：男性 3.8 ～ 4.2 秒，女性 4.3 ～ 4.8 秒
- III群：男性 4.3 ～ 5.1 秒，女性 4.9 ～ 5.7 秒
- IV群：男性 5.2 秒以上，女性 5.8 秒以上

図1 Kaplan-Meier 法による新規要介護認定の発生率曲線

引用：牧迫飛雄馬，古名丈人，島田裕之，赤沼智美，吉田裕人，井平光，横山香理，鈴木隆雄：後期高齢者における新規要介護認定の発生と5m歩行時間との関連 39ヵ月間の縦断研究．理学療法学 2011, 38 (1), 27-33

個人に適合したきめ細かい介入のデザインの可能性

介入後の評価



介入(散歩とサプリメント)後

実世界・実問題と繋がったリビングラボ

Linked Living Lab

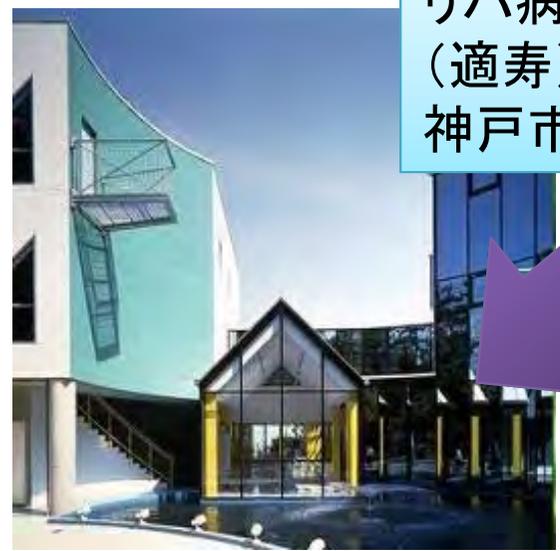
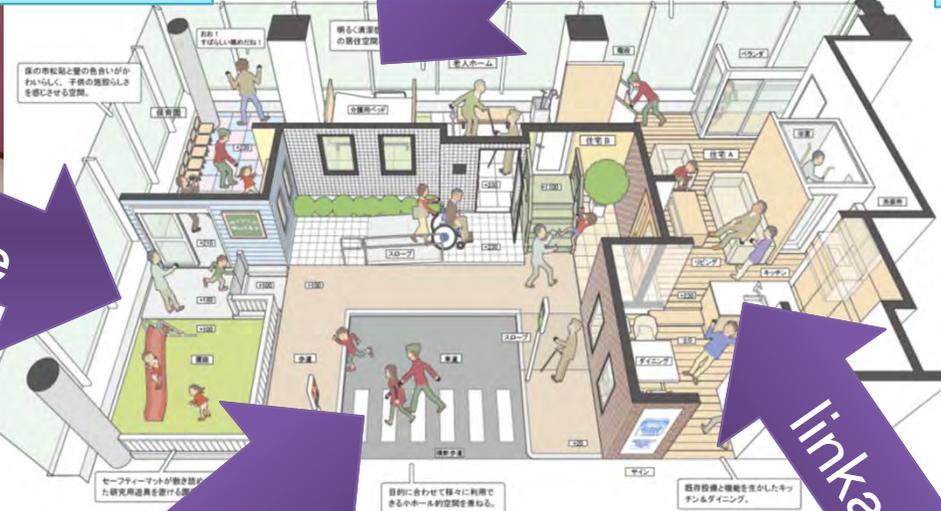
Artificial Intelligence Research Center



子ども病院
(出口小児科医院)
長崎県・大村市



老人ホーム
(愛全園)
東京都



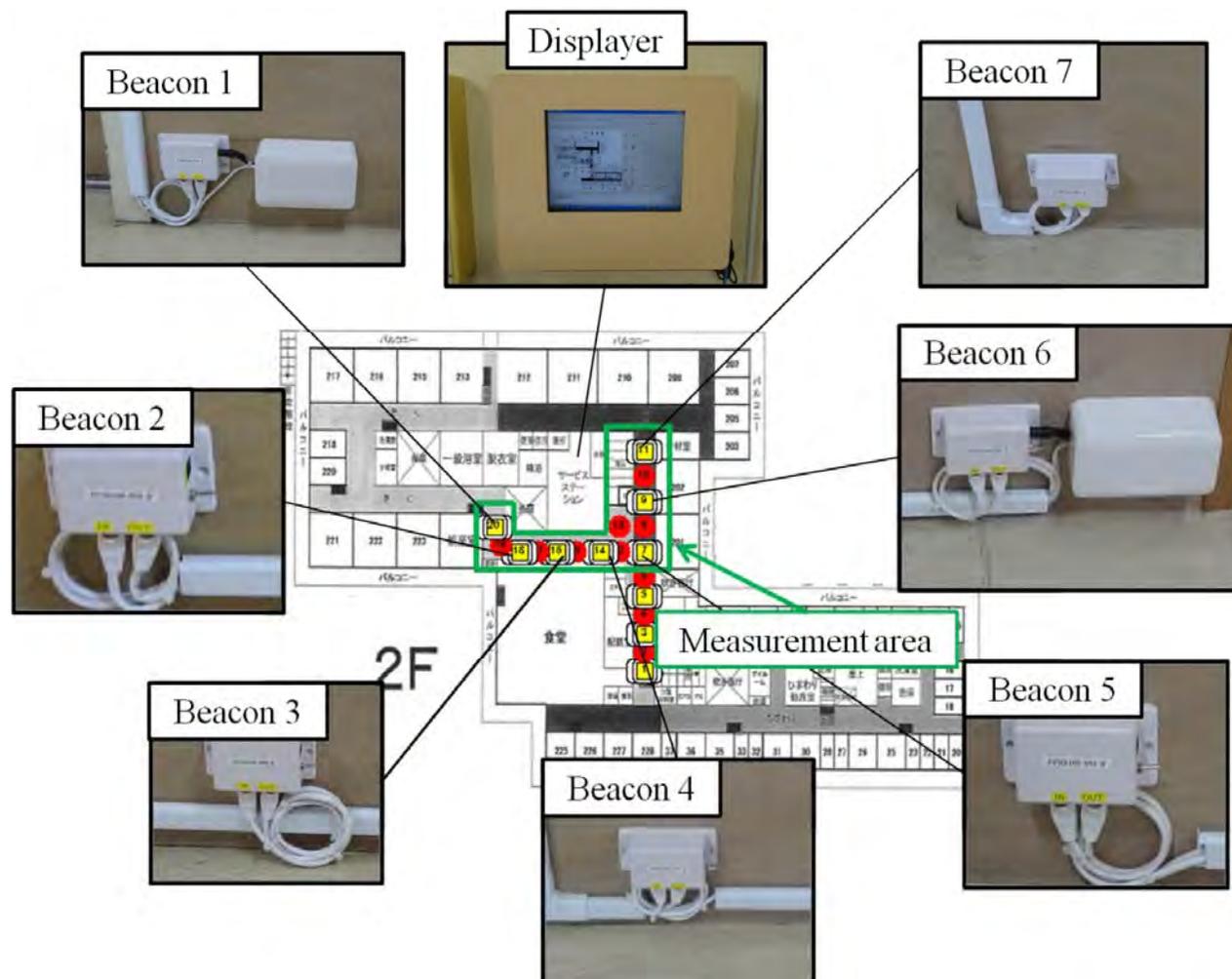
リハ病院
(適寿)
神戸市



一般住宅
福井県

介護施設型リビングラボ

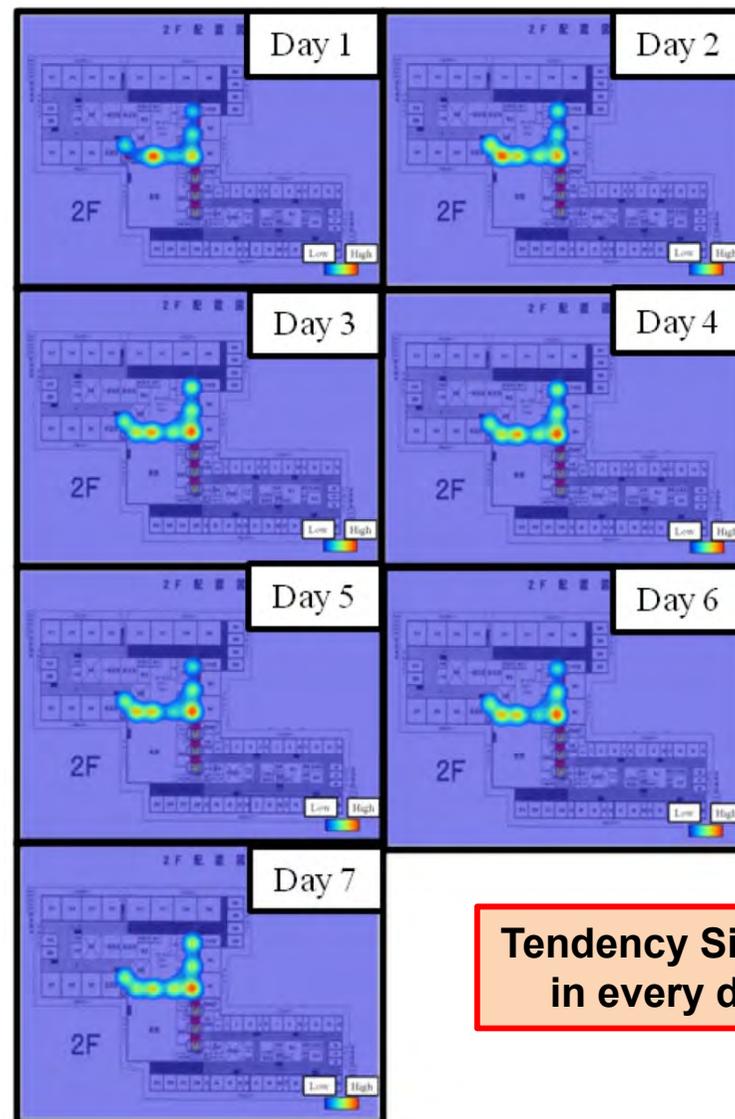
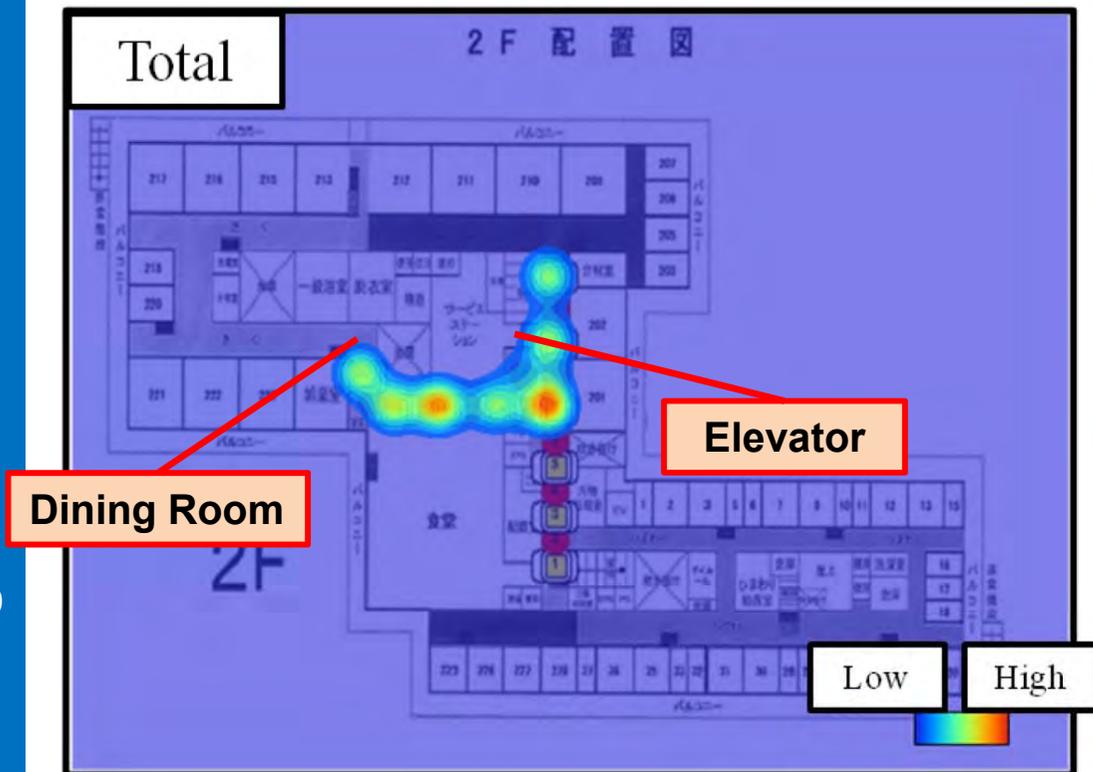
介護施設での靴型ロケーション技術 (ベッド周辺から施設全体の見守りIoT)



靴に埋め込まれたロケーションセンサ

介護施設型リビングラボ

介護施設での靴型ロケーション技術 (ベッド周辺から施設全体の見守りIoT)



Tendency Similar in every day

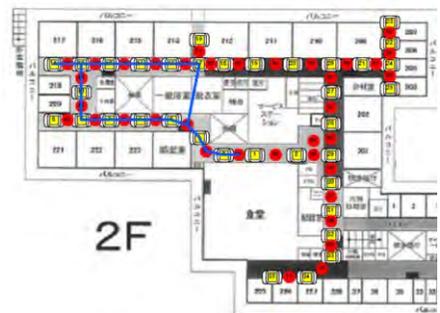
個人ごとに移動の仕方のパターン、その変化を記録することが可能

介護施設型リビングラボ

介護施設での移動経路パターンの分析

経路の編集距離に基づくクラスタリング

規則的な経路パターン



N=12



N=4



N=8



N=12



N=12

不規則な経路パターン



N=30



N=23



N=18



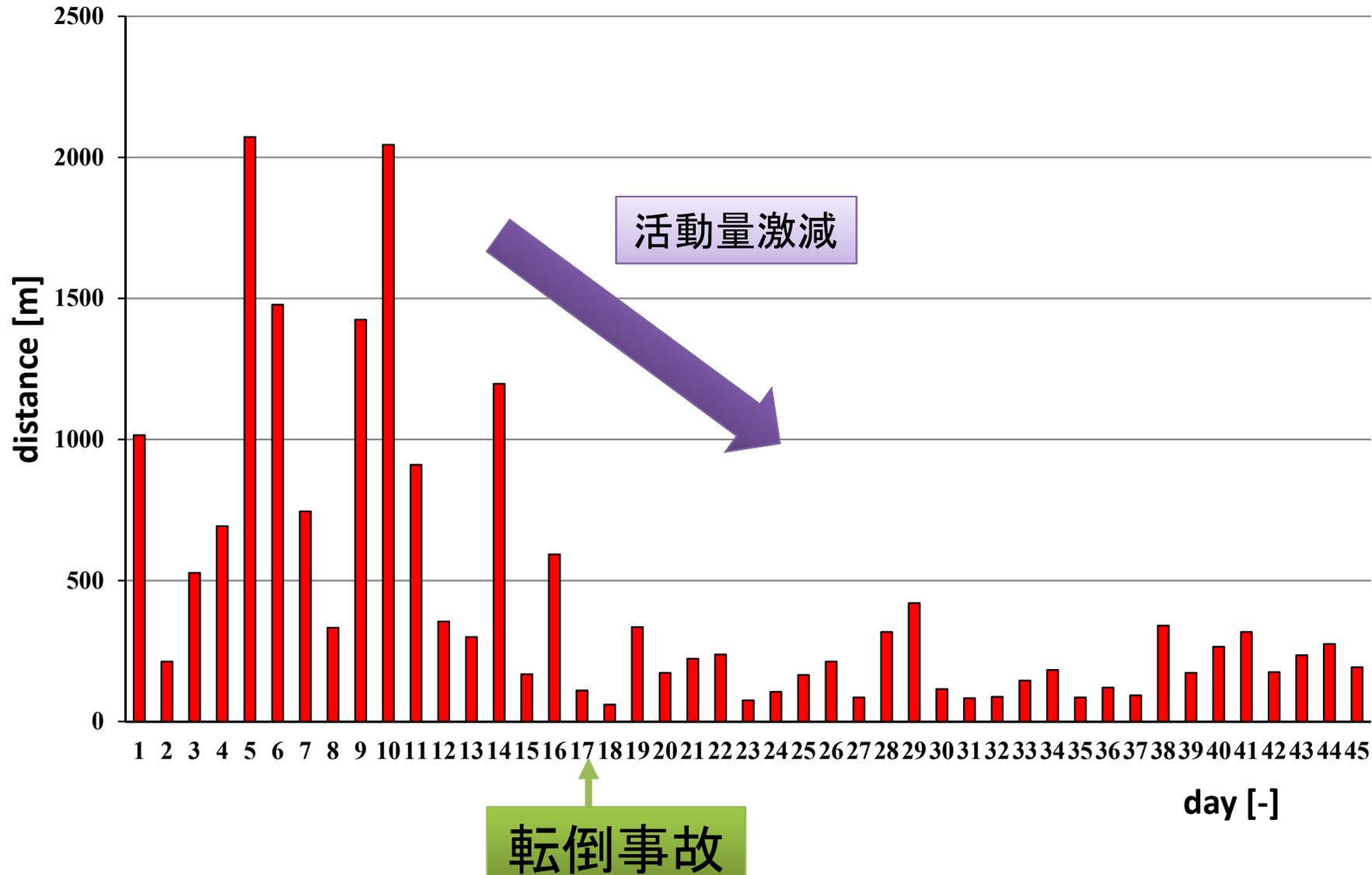
N=21



2F

認知症に特有な異常な移動パターンやその変化を検出可能

介護施設型リビングラボ 活動量の変化による異変検出 (骨折の検出事例)

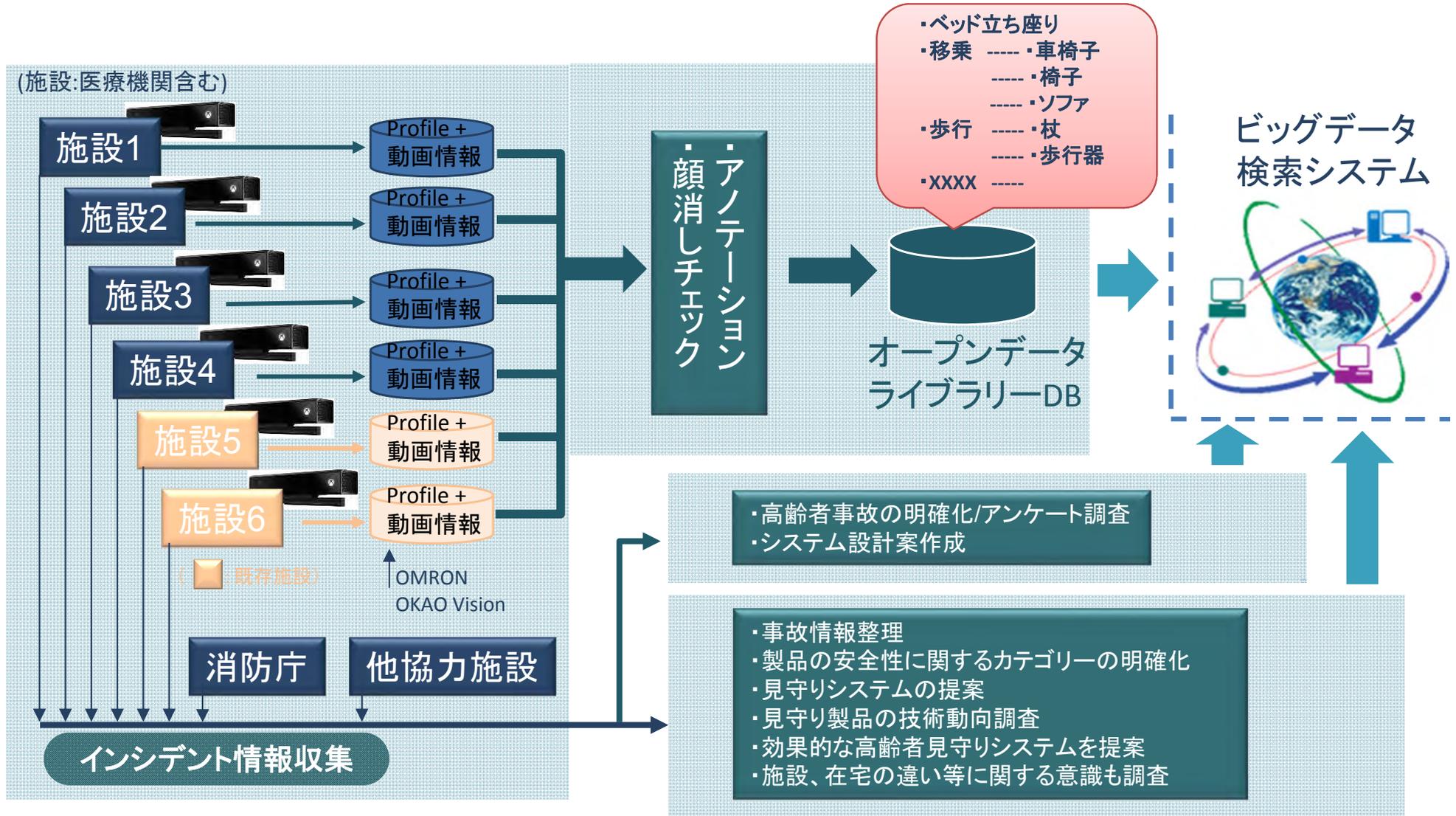


長期・毎日モニタリングによって人が見つけられないものを見つけることが可能

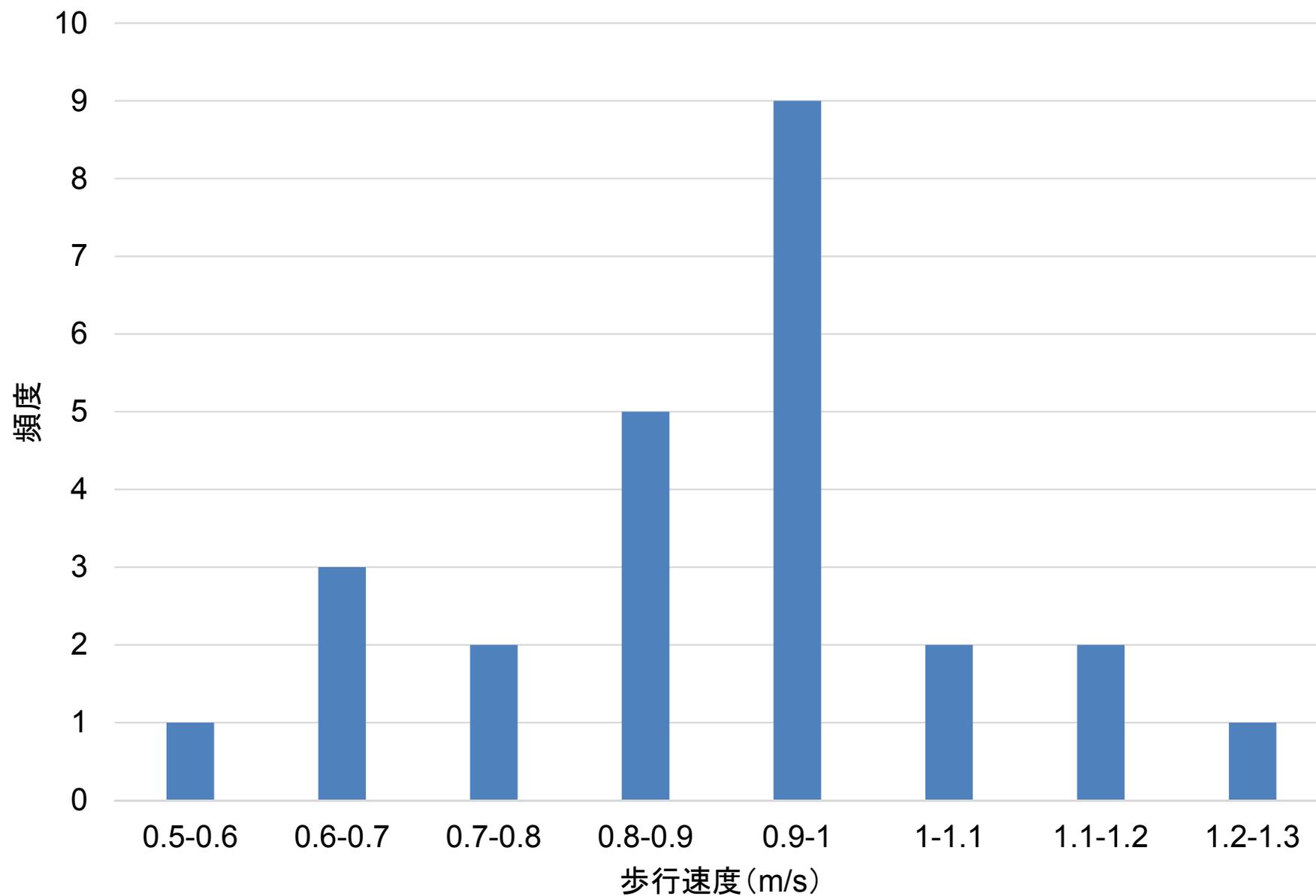
介護施設と連携した事故＋大規模行動データベース

(H28年度 経産省・製品安全課との連携)

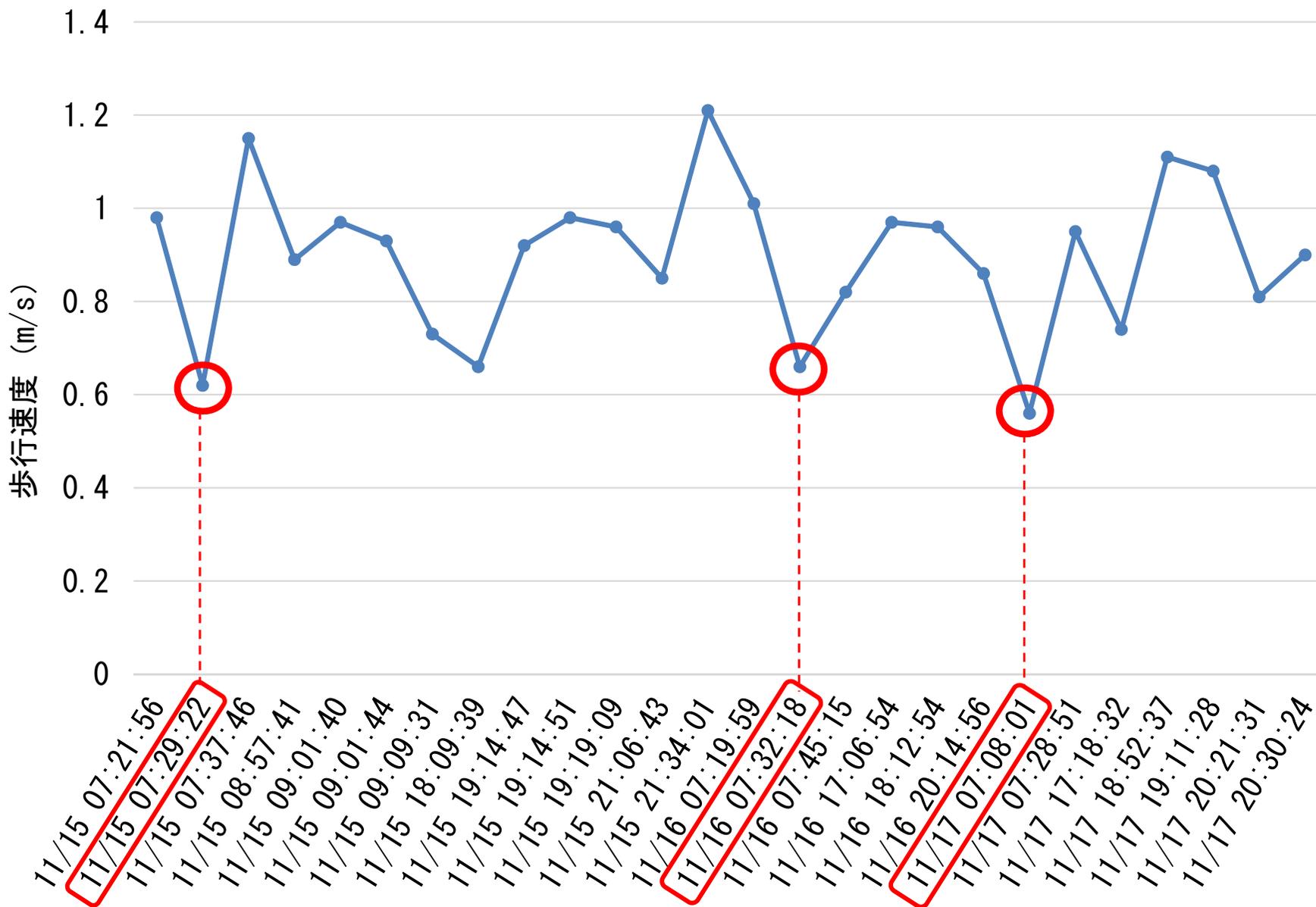
商取引適正化・製品安全に係る事業
(高齢者等製品安全基盤情報収集事業)



個人の歩行速度の頻度分布



歩行速度の日内変動



実世界・実問題と繋がった リビングラボ *Linked Living Lab*

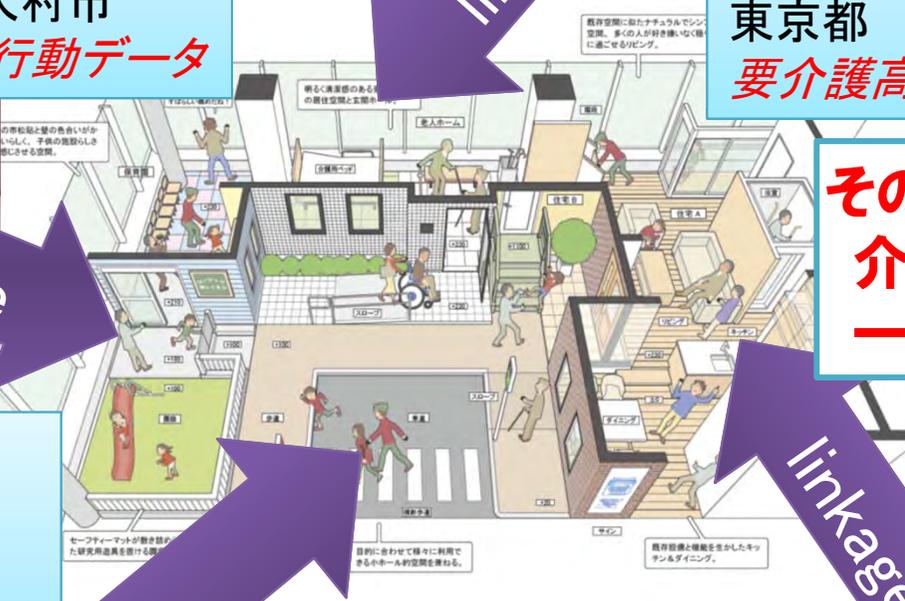


子ども病院
(出口小児科医院)
長崎県・大村市
子どもの行動データ



老人ホーム
地域包括支援センター
(愛全園)
東京都

要介護高齢者の行動データ



その他
介護施設7箇所
一般住宅2箇所



リハ病院
(適寿リハ病院)
神戸市
高齢者の行動変化データ



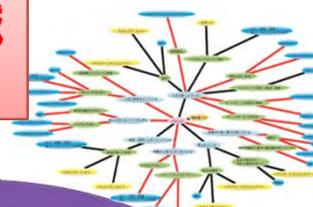
一般住宅
福井県
健常高齢者の行動データ



適寿リハビリテーション病院
 北原国際病院・北原リハ
 ビリテーション病院
 介護施設
 (愛全園)
 地域包括支援センター
 緊急通報サービス

実生活データの の収集

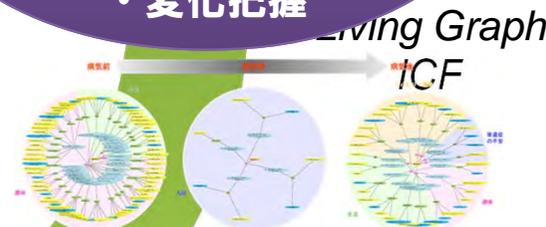
生活データベース
 (生活情報・サービス・地域の
コンテンツ化)



ICF
 センサ・AI

生活システム の理解

- ・問題把握
- ・変化把握



東京消防庁
 自治会(市民)
 福祉機器メーカー
 地域事業者(個人商店・スーパーなど)

生活の評価

生活機能DB

人・環境・社会資源
 の構造データ

新しい社会指標(参加)
 の提案・社会的認知

生活情報処理
 (情報処理化・生活幾何学)

生活デザイン

生活システムの再設計
 見守り・介入・評価



創造的生活支援機器・サービスモジュール開発
 (生活幾何学とオープンイノベーションによるモジュール開発)