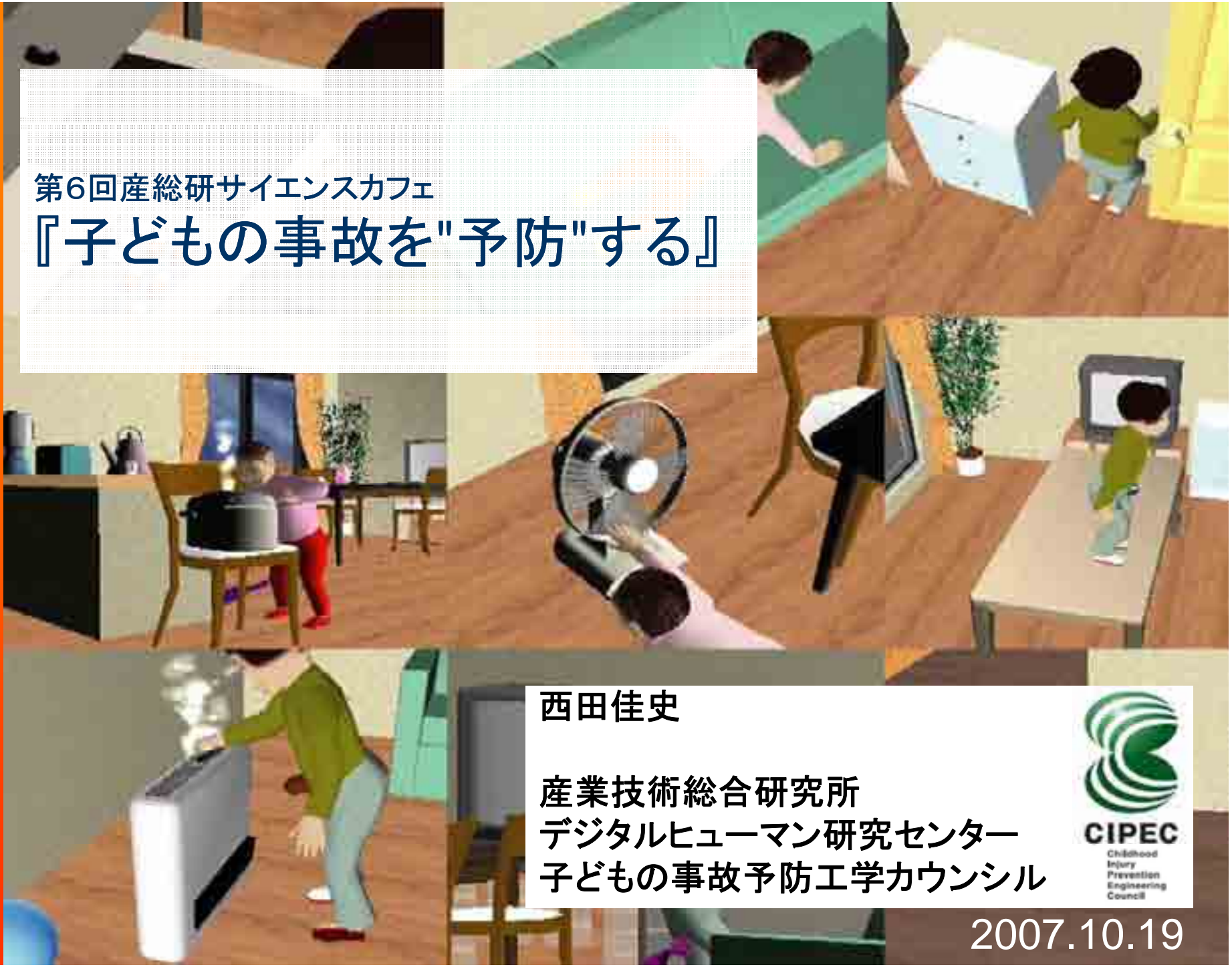


第6回産総研サイエンスカフェ  
『子どもの事故を"予防"する』



西田佳史

産業技術総合研究所  
デジタルヒューマン研究センター  
子どもの事故予防工学カウンスル



2007.10.19

# 安心・安全技術のための日常生活の科学 ～我々は、日常をよく理解していない～





# 人間の情報科学の発展



## 3つの観点

- 観察装置
- 表現媒体
- メゾスコピックな不明現象

## 脳の情報科学の場合

- fMRI
- 計算機
- 神経細胞(マイクロ)と脳機能(マクロ)

## 日常生活の情報科学

- 新しいセンシング装置
  - ユビキタスセンサ
  - ウェアラブルセンサ
  - インターネットセンサ
- CG, Robot
- 日常空間行動
  - 人間特性情報(マイクロ)と事故情報(マクロ)の間
  - mmとkmの間



# 乳幼児の死亡原因の現状

## 不慮の事故が死亡原因の第一位

- ・年間629人の子どもが死亡(誤飲・転落・溺れ)
- ・年間5,000億円の経済損失

### 年齢階級別に見た死因順位

年齢	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位
0歳	先天奇形等 1003人	呼吸障害等 389人	乳幼児突然死症候群 176人	出血性障害等 150人	不慮の事故 148人
1～4歳	不慮の事故 206人	先天奇形等 163人	悪性新生物 87人	心疾患 75人	肺炎 56人
5～9歳	不慮の事故 169人	悪性新生物 114人	先天奇形等 48人	肺炎 29人	心疾患 28人
10～14歳	悪性新生物 133人	不慮の事故 106人	自殺 76人	心疾患 43人	先天奇形等 34人
15～19歳	不慮の事故 606人	自殺 500人	悪性新生物 189人	心疾患 90人	脳血管疾患 33人



(2006年人口動態統計)



# 子どもの事故のとらえ方（Injury Control）

子どもの事故の発生メカニズムの3つの相（Injury Phase）

事故の  
起こる前  
事故予防



事故の  
起こる瞬間



事故の  
起こった後



事故予防は経済的に優れたアプローチ



# 事故による傷害の予防

- 典型的な事故・傷害の発生とその後の流れ



- 事故による傷害が発生→搬送と治療→終了
- 知識化されず、伝達もされず、発生要因はそのまま
- 同じ事故が繰り返される

# 安全知識循環社会 (あるべき社会)

データ収集と伝達  
(傷害サーベイランス)



病院



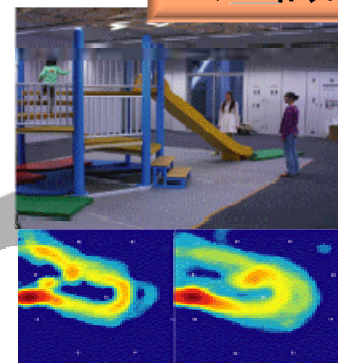
現場



事故発生

## 安全知識循環型社会 (Data to Action)

知識化



研究所

対策法の伝達・実施



現場



地域社会・自治体  
・保護者

対策法の開発



メーカー

- どれが欠けても予防にはつながらない！
- 傷害サーベイランスが起点！



# 安全知識循環により環境改善された事例 (北九州市役所 2007年2月)



- 管理している同型の全遊具34基の改良を実施
- 平均12万円(計430万) 経済的！！

# 安全知識循環社会 (現状の問題点)



■ 一つのループとしてつながることが必要

# インターネット型社会現象センシング

## ～病院を定点とした事故現象センシング～

- 実験室⇒家庭⇒社会へ
- 日常生活環境のモノと人々との
- **実際の**インタラクションを記述
- (日本中毒情報センターの例)

- 小規模(運用の検証) H17～
  - 緑園こどもクリニック (診療所)
- 中規模(運用の検証) H18～
  - 国立成育医療センター (子どもの専門医療機関)
- 大規模(疫学的リサーチ) 予定
  - 十和田市中央病院 (地域の中核的医療機関)





# インターネット型社会現象センシング 事故サーベイランスシステムを用いた事故事例の収集



怪我 聞取り図・メモ 分析

日付 2006年(平成18年)2月11日 ID 名前

性別 男の子 年齢 0歳

発達段階 おすわりもはいはいもできず寝たままの頃  基礎データの入力

事故の種類  追加

怪我をしたのはいつごろ  正確な時間

事故に関係がある物  追加

その物は  初めて使う

怪我の種類

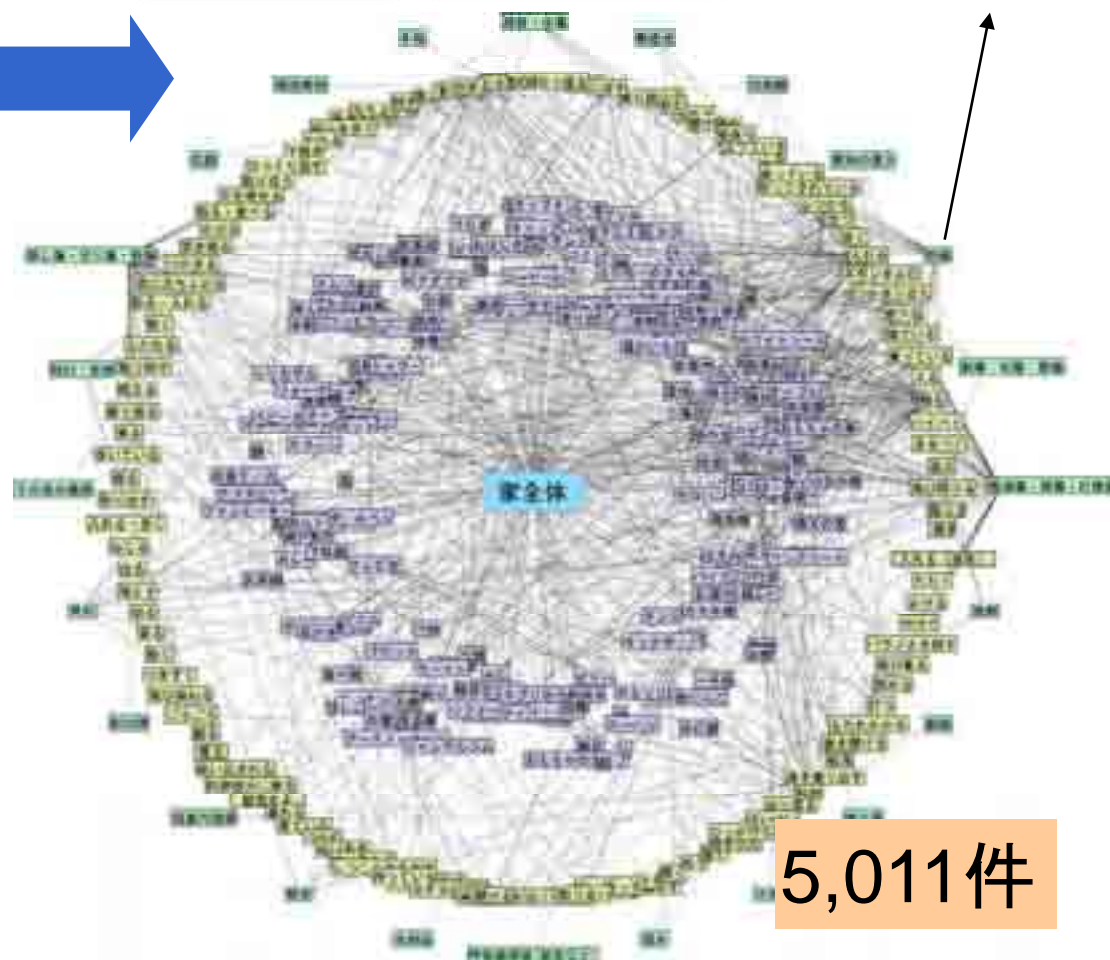
怪我の部位  追加

事故が起こった場所  追加

一緒にいた人  年齢差は  わかる

一緒にいた人が起こした行動  追加

原因行動  その行動は  意図的である 追加

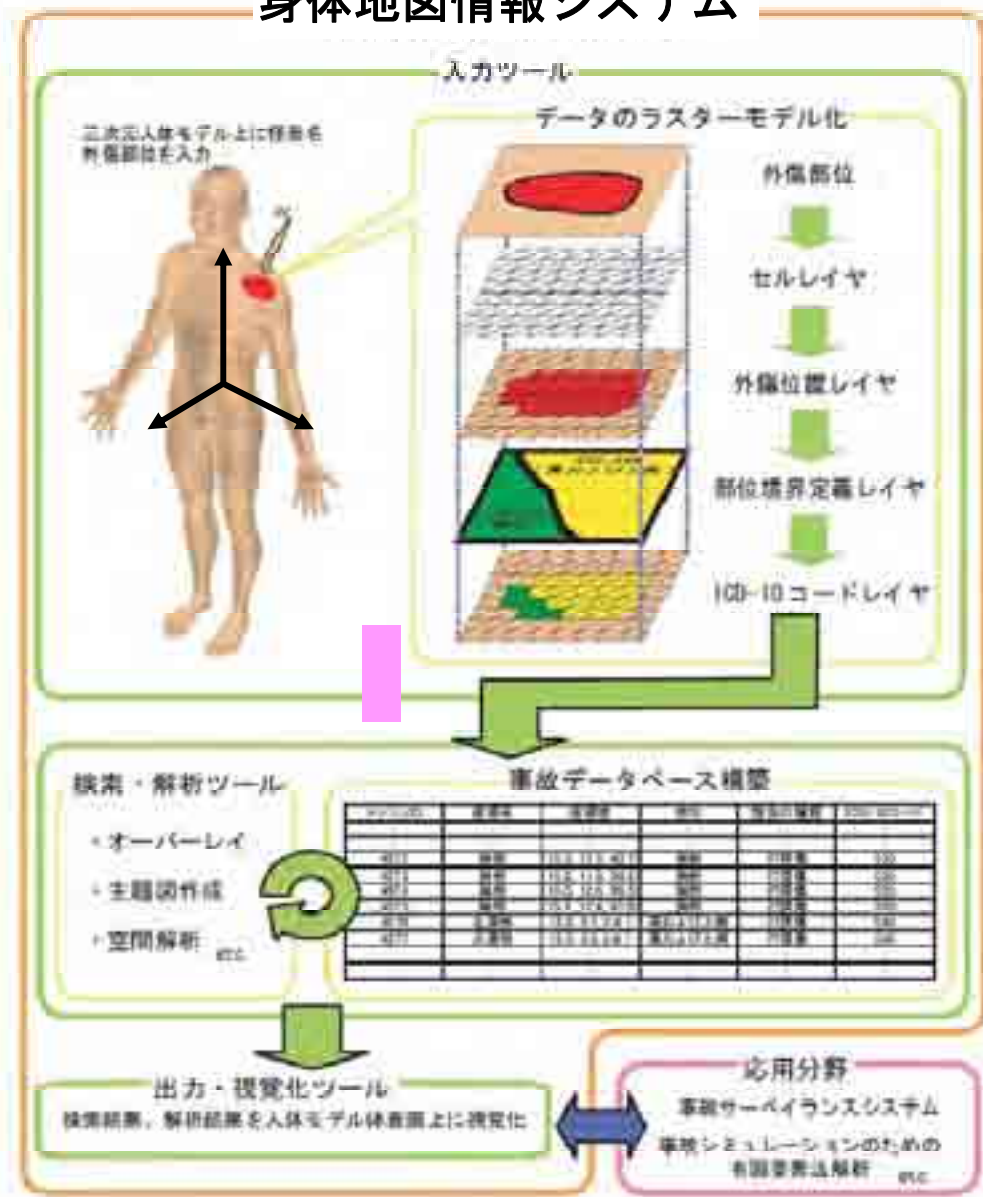


5,011件

病院を定点とした  
事故情報収集

# 身体地図情報システム (Bodygraphic Information System; B-GIS)

## 身体地図情報システム

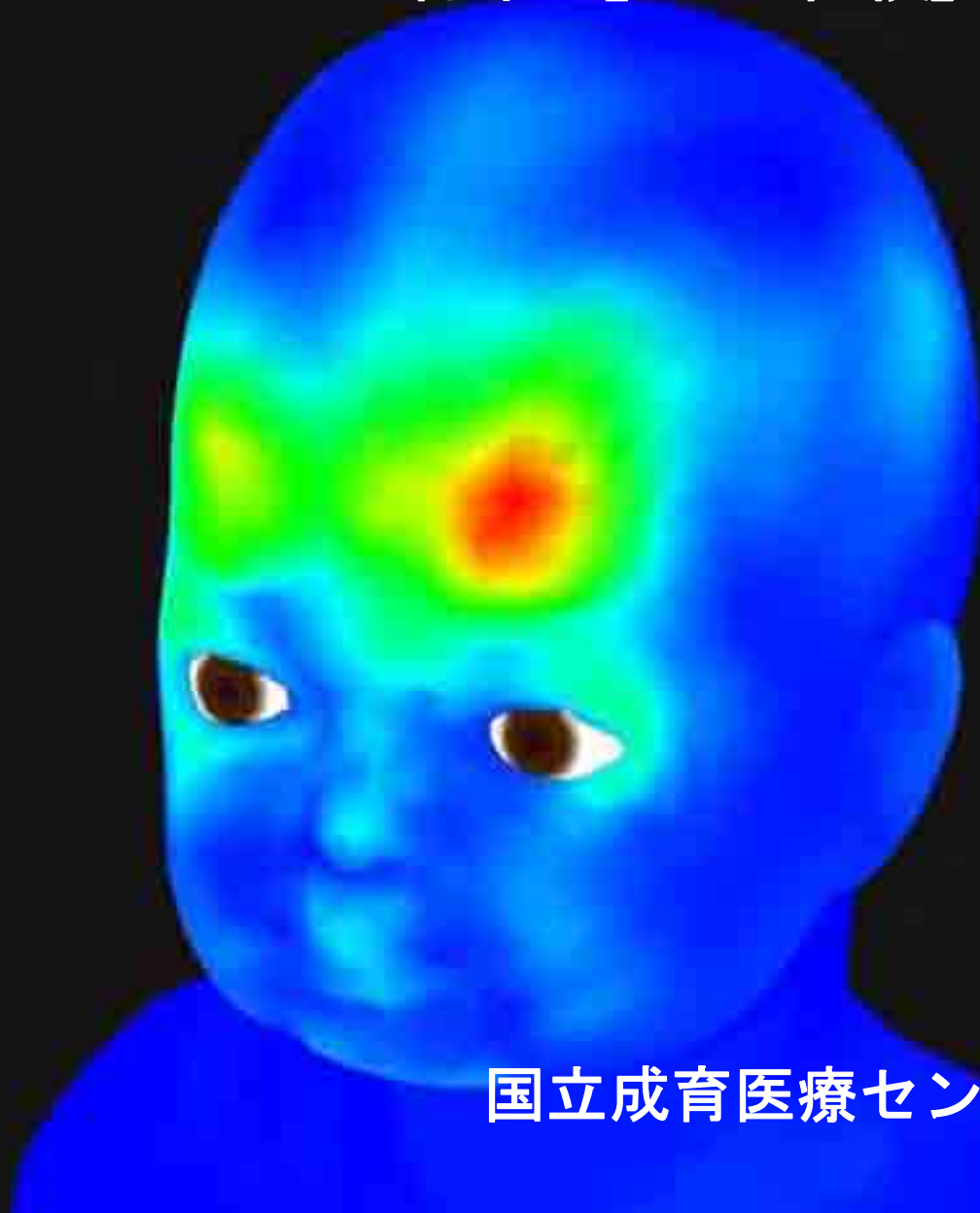


- 人間の情報に関するGIS
- 工学、医学、産業において情報共有する仕組み
- 統一的な身体座標系上に多様なデータを記述できるプラットフォーム
- 病院で運用試験

身体座標系をベースとした  
統一的・標準的な表現方法

# 身体地図情報システム

怪我の場所・頻度・大きさの「標準化」→「蓄積」→「見える化」.



外傷の  
Bodygraphy

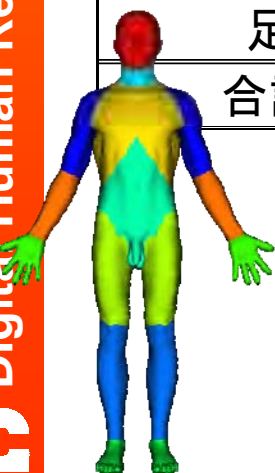
国立成育医療センターとの共同研究  
(360例 0-19歳)



# どこに傷害が多いの？

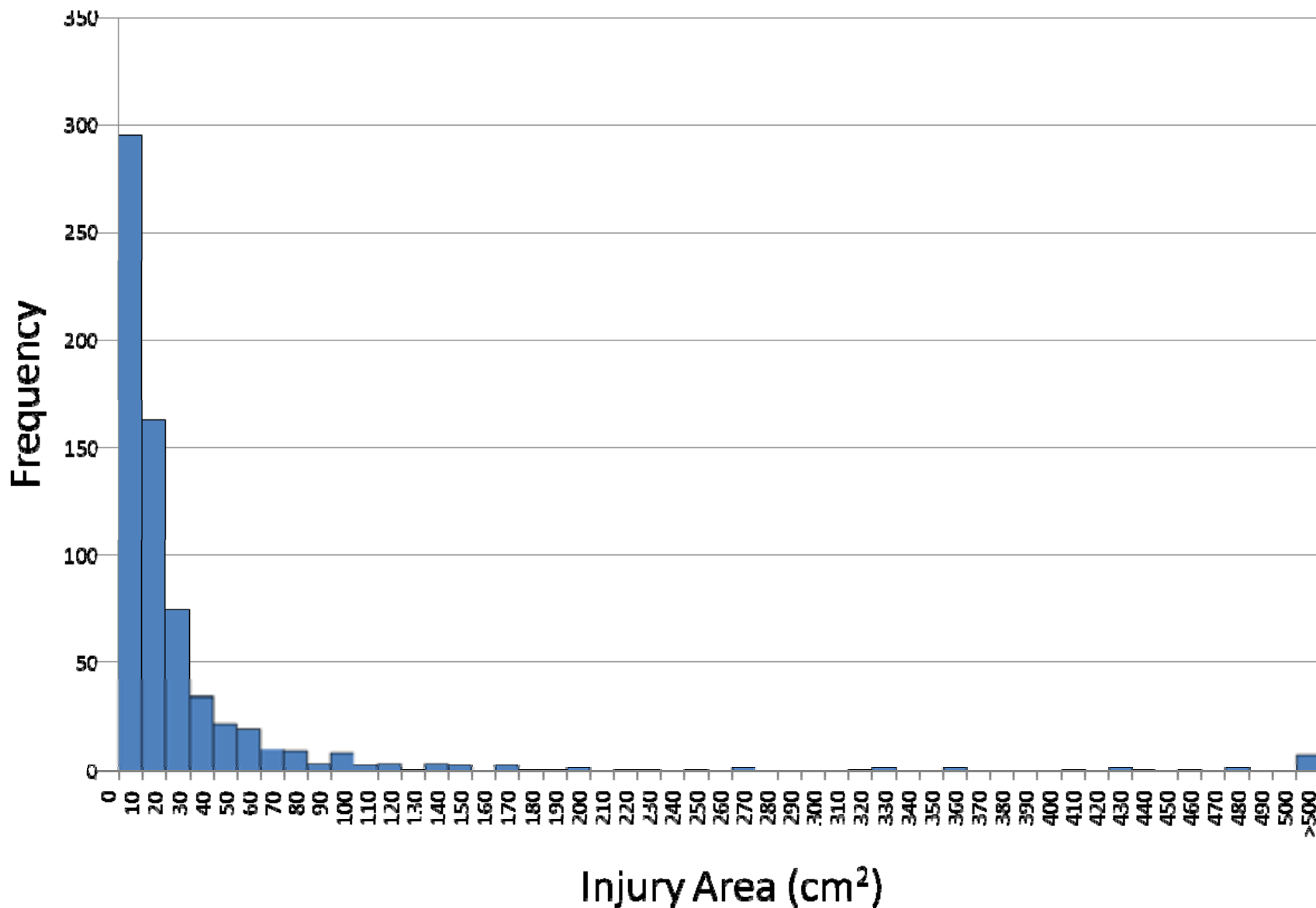
(全体693人、傷害件数のべ716件)

部位	右(件)	左(件)	合計(件)	P値
頭部	237.57	271.07	508.64	0.138
頸部	2.21	1.81	4.01	0.841
胸部	5.04	5.40	10.44	0.911
腹部	6.94	4.99	11.93	0.573
上腕	5.55	12.51	18.06	0.102
前腕	9.80	12.48	22.28	0.569
手	37.66	31.04	68.70	0.424
大腿	12.93	7.97	20.90	0.277
膝	12.58	5.60	18.18	0.102
足	15.21	17.64	32.85	0.672
合計	345.50	370.50	716.00	0.350

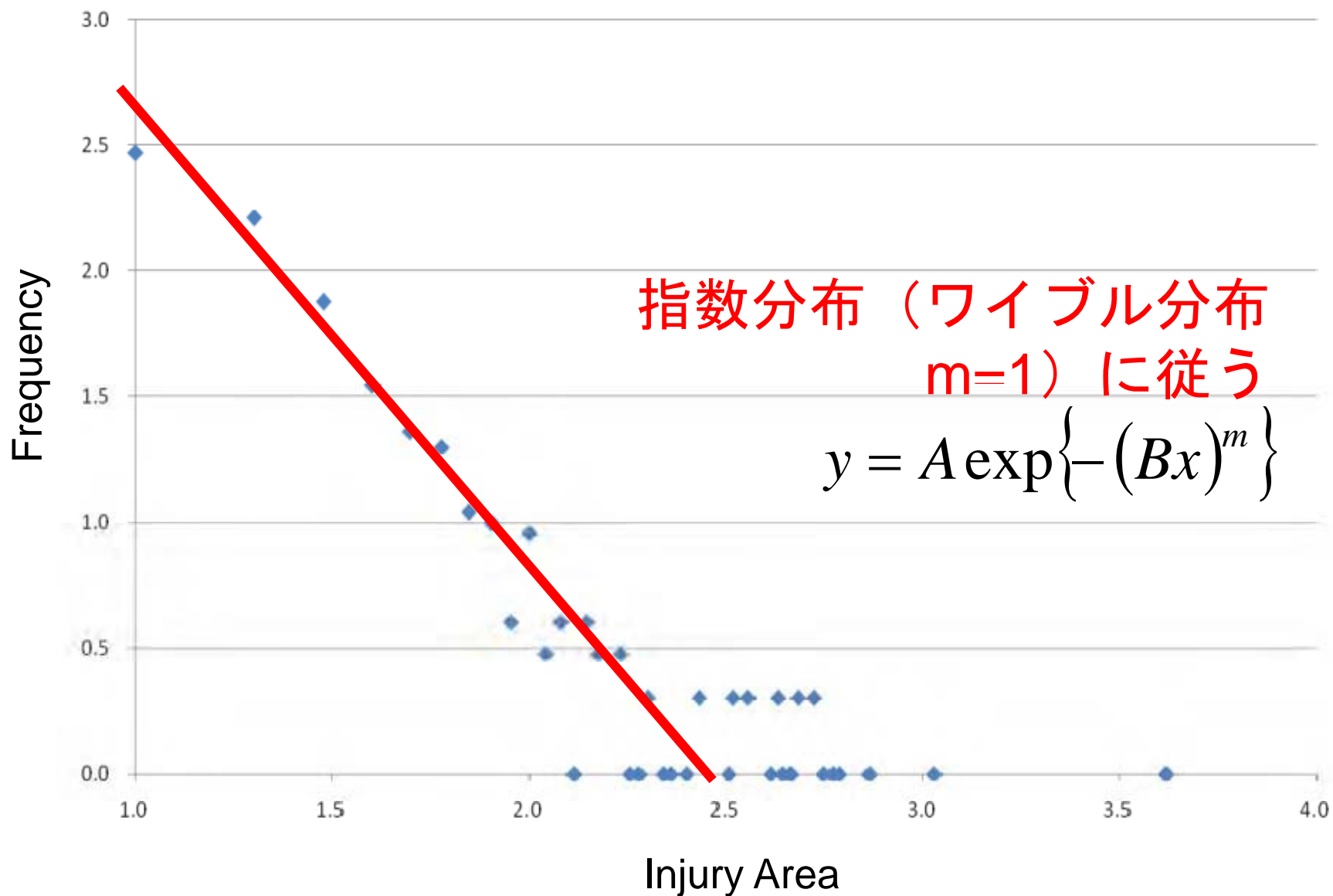


70%以上が頭部に集中

# 受傷面積のヒストグラム(693人)

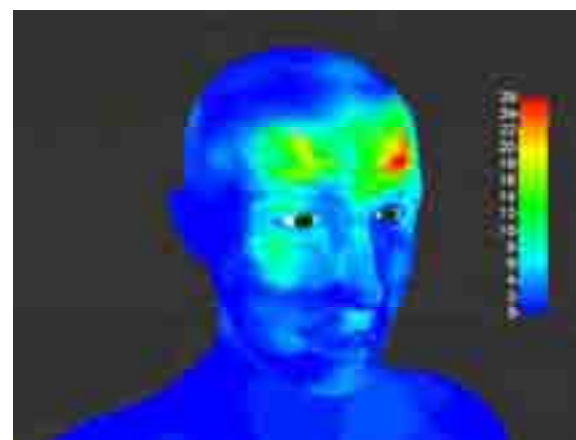
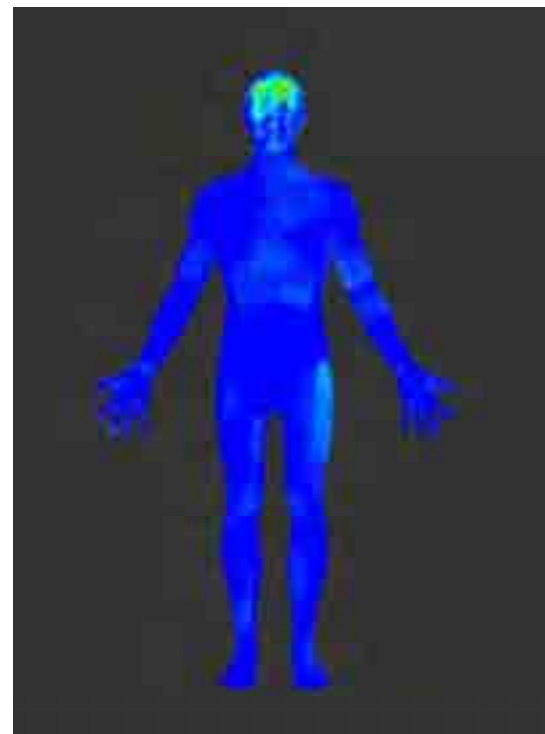
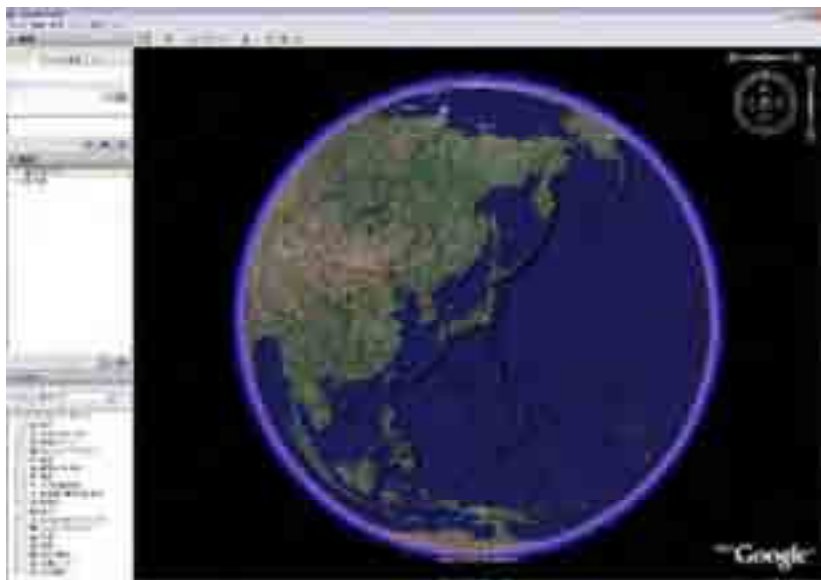


# 受傷面積のヒストグラム(693人)



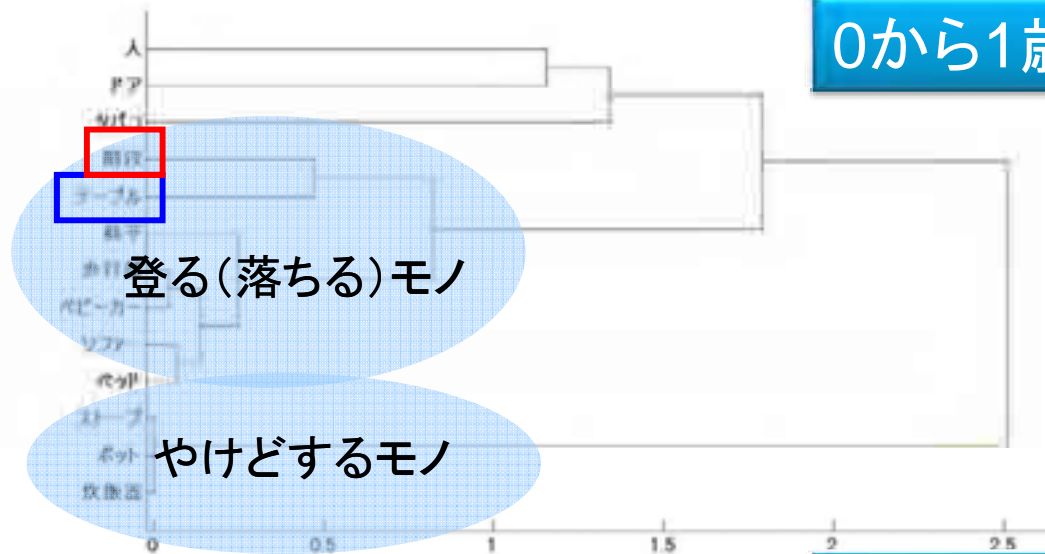


# 身体地図情報システムによるデータ共有



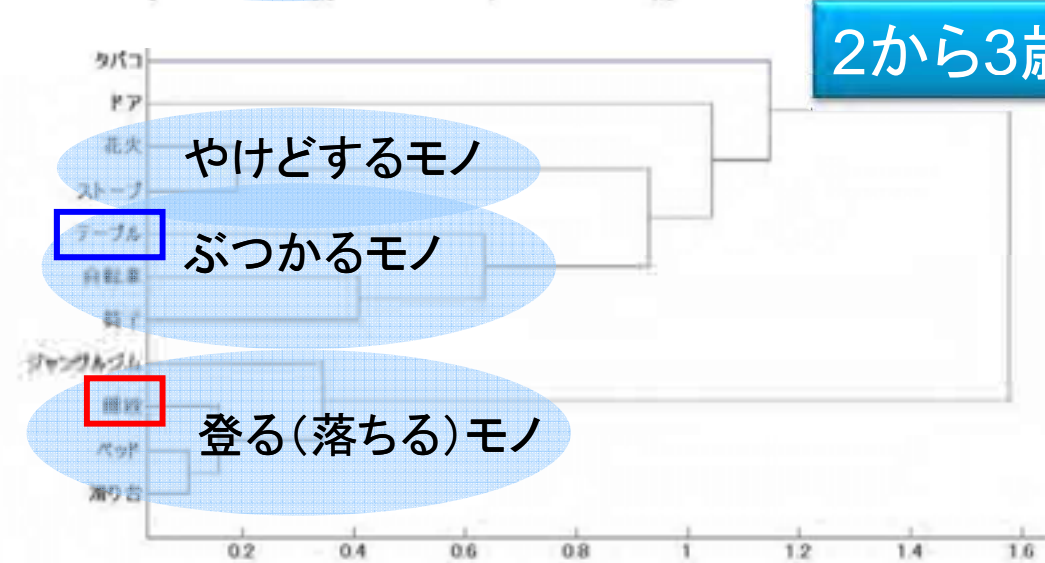
# インターネット型社会現象センシング ～子どもの日常認知・行動の科学への応用～

0から1歳



- 各モノの特徴量として事故(転倒・やけど・誤飲・衝突)の発生頻度を使用

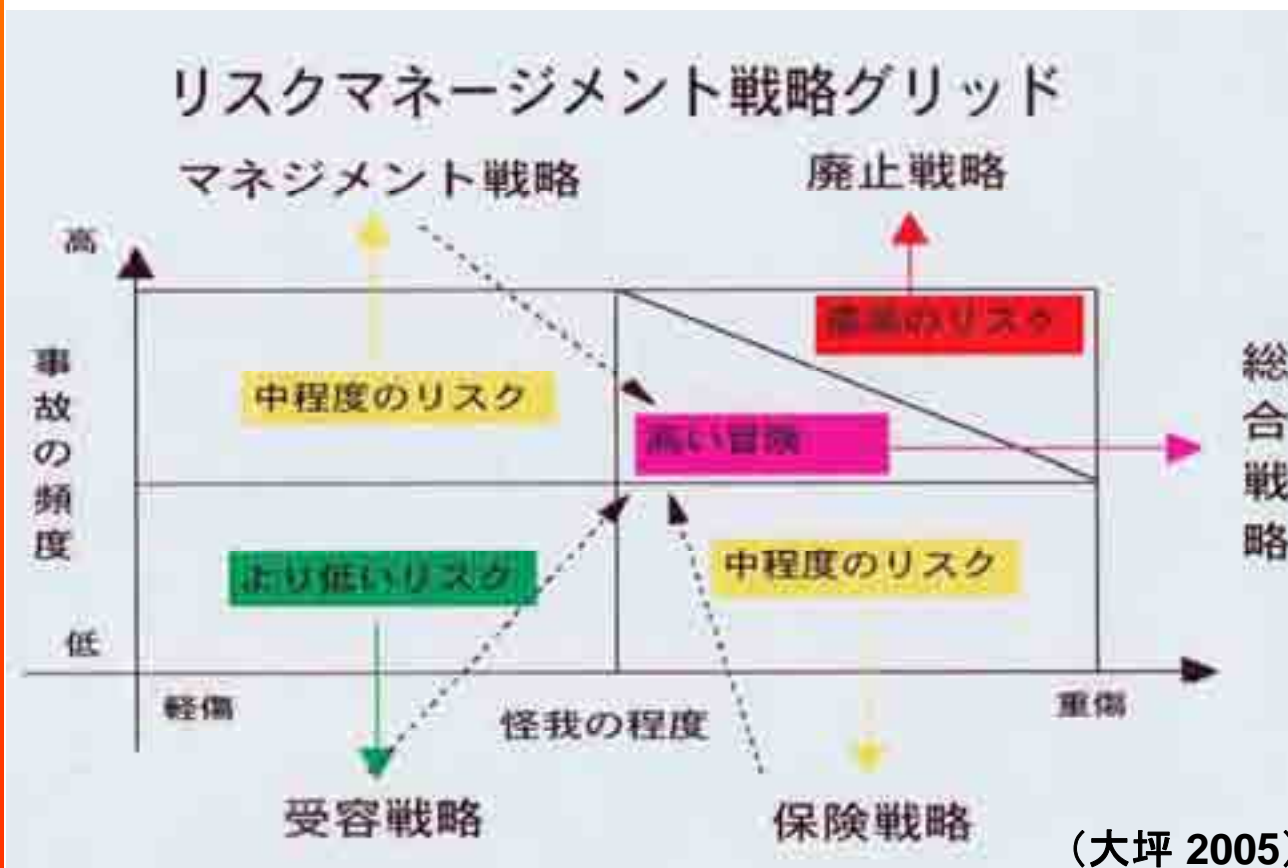
2から3歳



- 事故要因という観点からのモノの類似度(クラスター)分析
- 年齢によって変化
- モノの捉え方・使用方法が急速に変化

# インターネット型社会現象センシング ～「制御された危険」という思想～

- 成長促進効果のない重篤な危険：ハザード
- 成長促進効果のある軽微な危険：リスク  
(成長促進効果のために受容できる危険)



現状

あるがままの危険

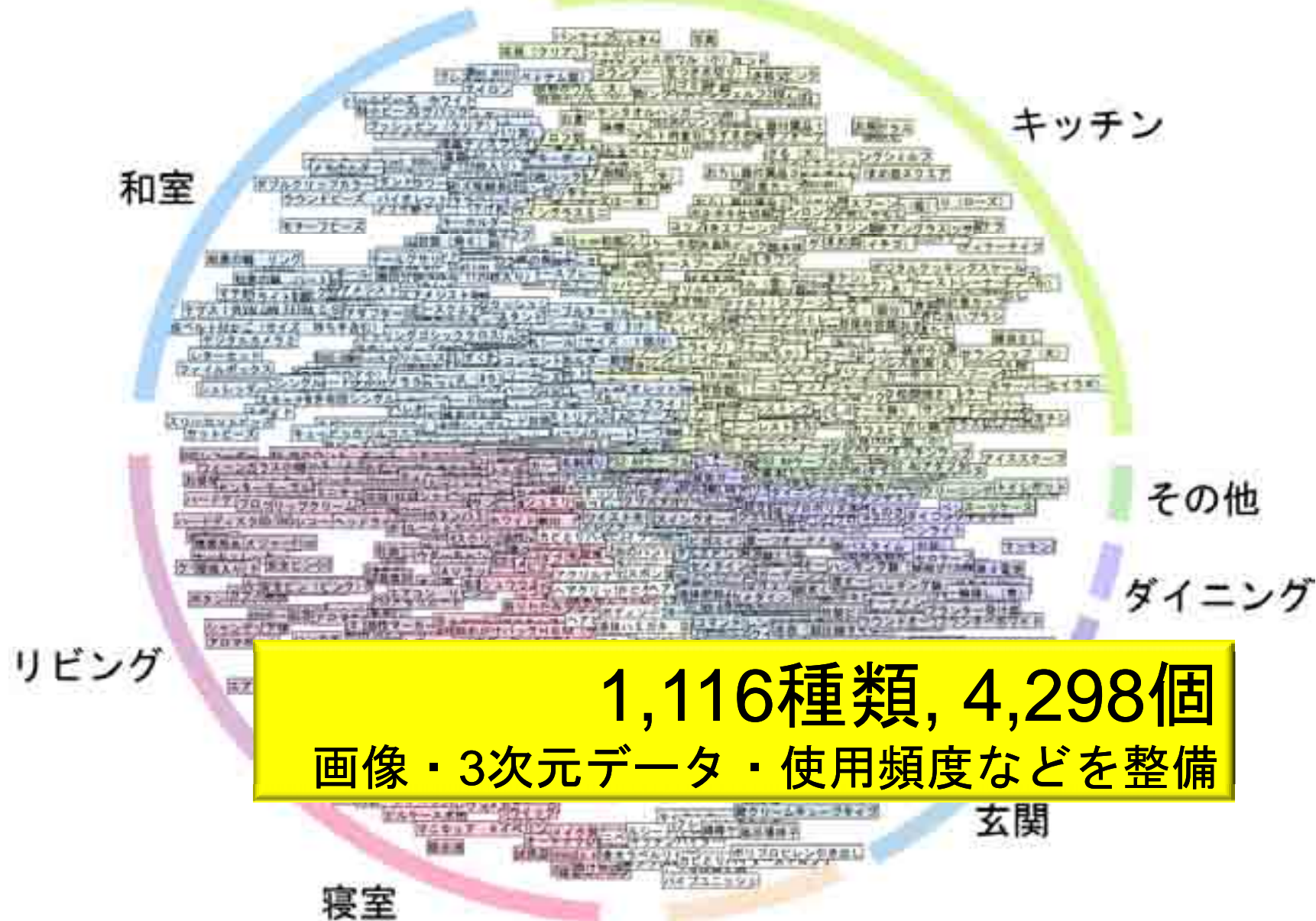
事故予防

目指すもの

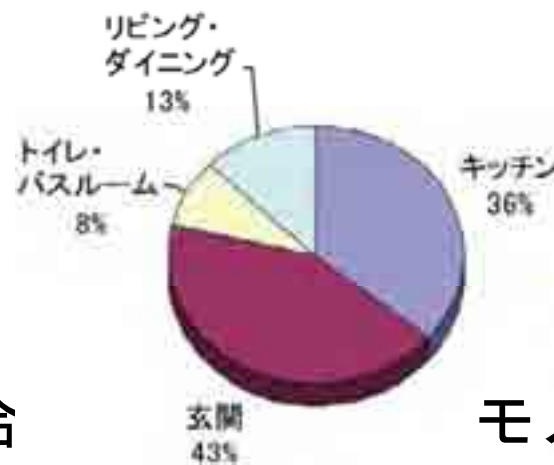
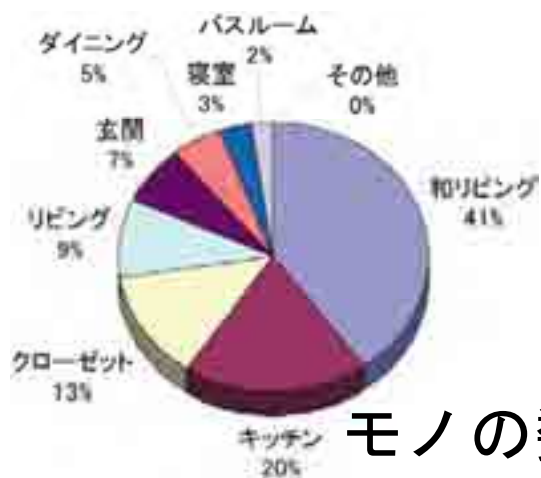
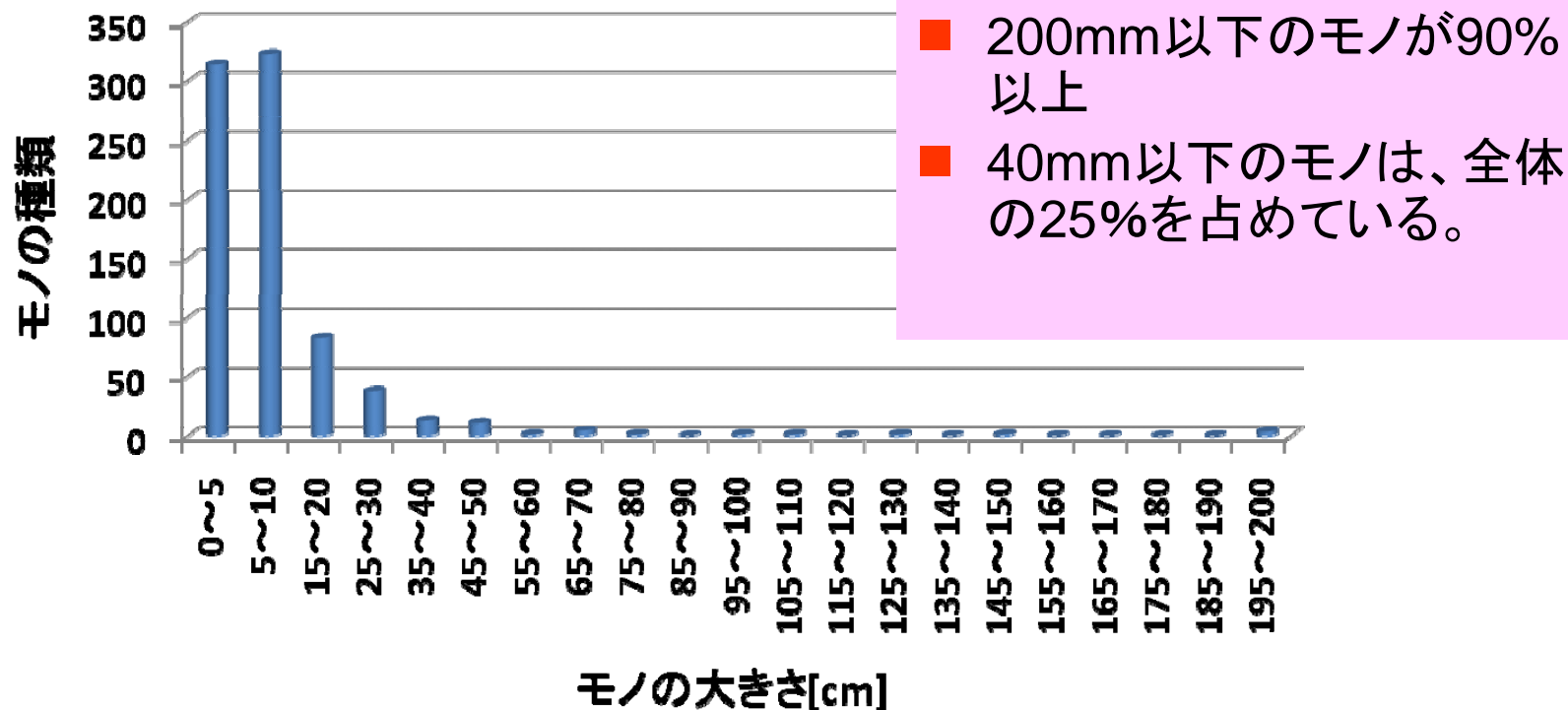
制御された危険



# 日常に存在するモノ(家の中のモノ) DHRC モノデータベース



# 日常に存在するモノの科学 モノの日常確率分布



# 家の中で子ども(就学前) にとって、危険なモノもって 何？

- 危険をどう定義する？
- 避けられるもの、改善できるもの、  
教えるもの、触らせないもの

# 治療費の平均値の推定

治療費の平均値  $\propto$  重症度  $\propto$  通院回数

(単位)円

椅子	89041	ジャングルジム	37472
ポット	79812	アイロン	36147
ストーブ	77776	滑り台	22644
味噌汁	76031	ソファ	20778
コーヒー	55158	おもちゃ	18134
カミソリ	49580	自転車	17378
炊飯器	48370	おもちゃの車	15640
花火	45377	窓	14634
ベッド	43912	タバコ	9060
ファンヒーター	38873	ベビーカー	8937
柱	38099	人	8689

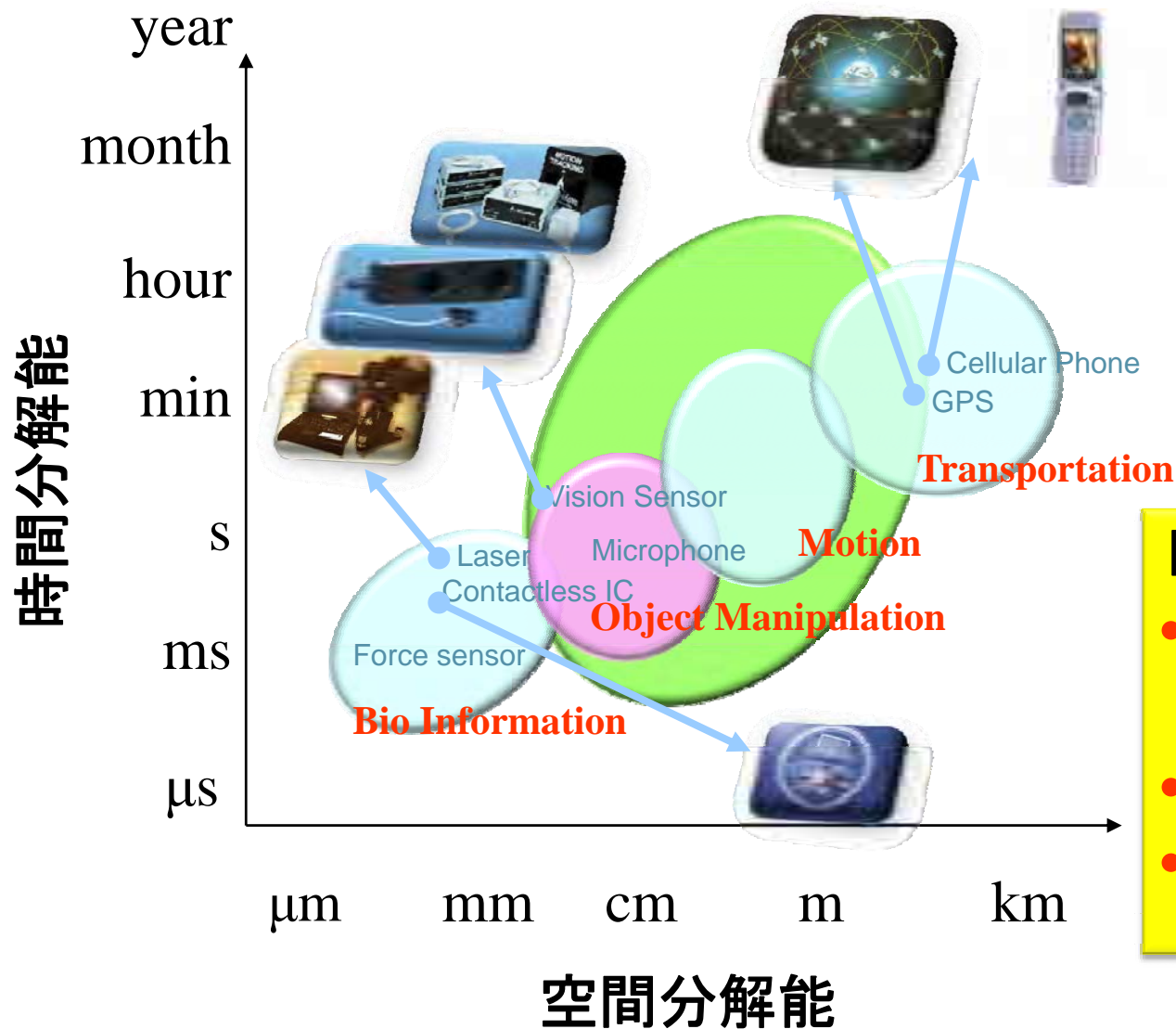
- 厚労省疫学データとAIST事故データより導出



# 危険箇所の見える化 (環境を治療費で見してみる)



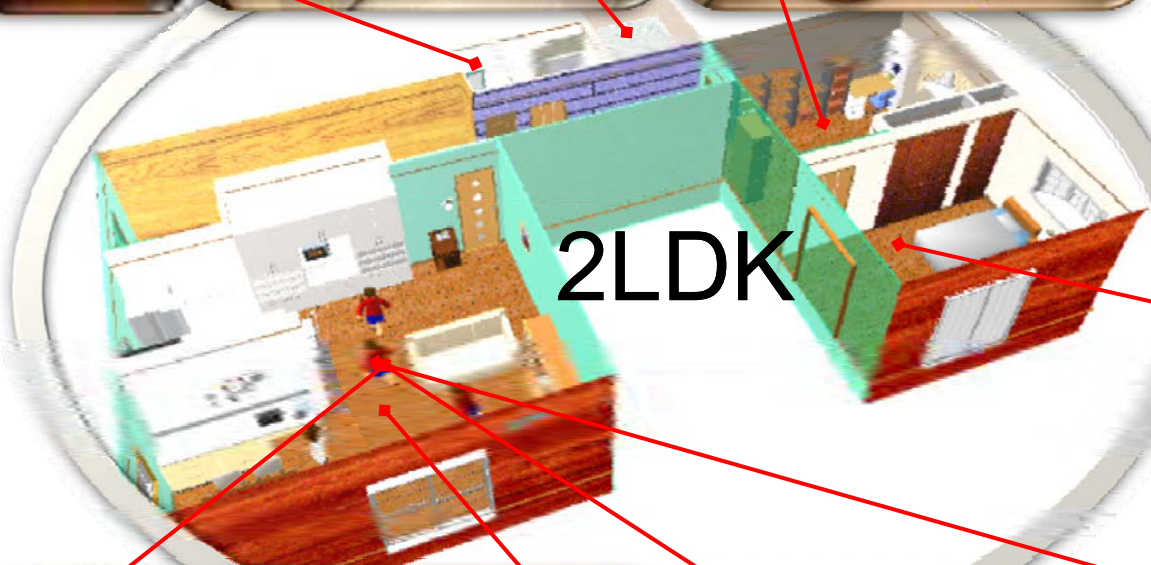
# 人の行動を丸ごと観察する



**日常生活現象科学**

- 観察技術 (cm~mオーダー)
- 表現方法
- 計算理論

# 全空間的物理現象センシング(センサホーム)



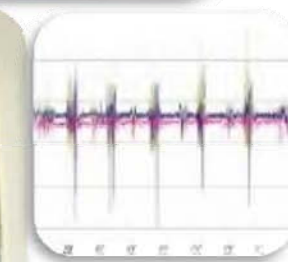
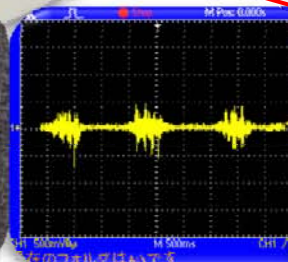
- センサホーム
  - リビング・キッチン・風呂・トイレ・寝室
- 環境埋め込み型センサ
  - 1000 超音波3次元タグ
  - カメラ・マイクロフォン
- ウェアラブルセンサ
  - 筋電センサ
  - 加速度センサ



Location Sensor



EMG



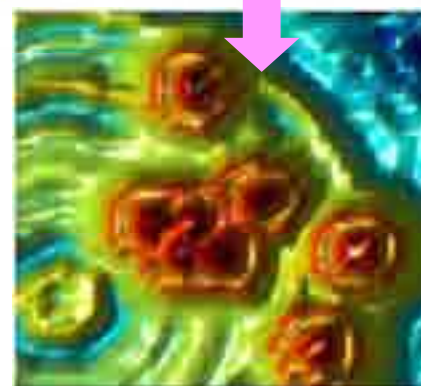
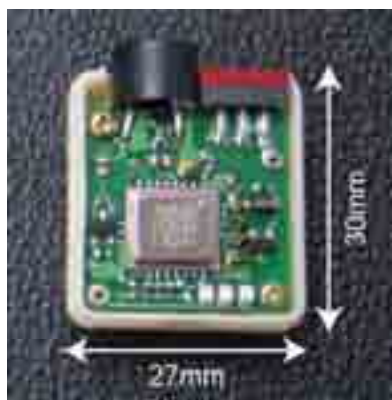
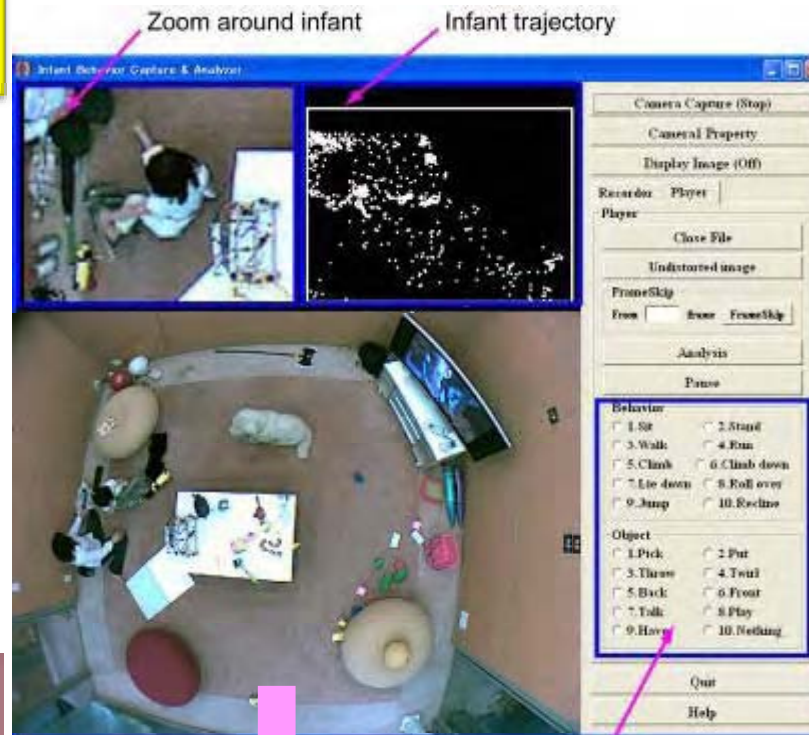
Acceleration



# ユビキタス型物理現象センシング

- 超音波タグセンサによる同時性 + 同位置性
- センサホームによる乳幼児行動データ
- 行動特性の抽出

乳幼児156人に対する実験

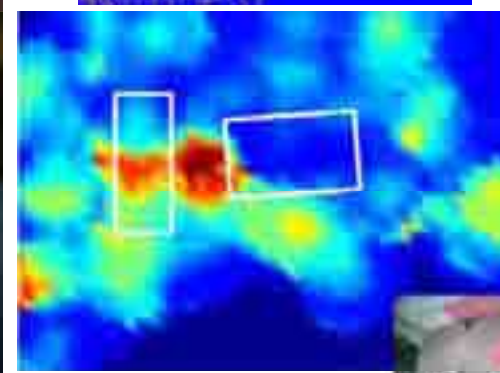
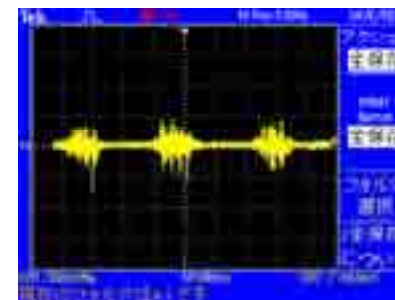


Cognitive/Behavior/Object label



# ウェアラブル型物理現象センシング

- 家庭環境での乳幼児行動データを収集と行動特性の知識化.
- (日常)乳幼児計測学として体系化



日常基礎データを収集 例えば

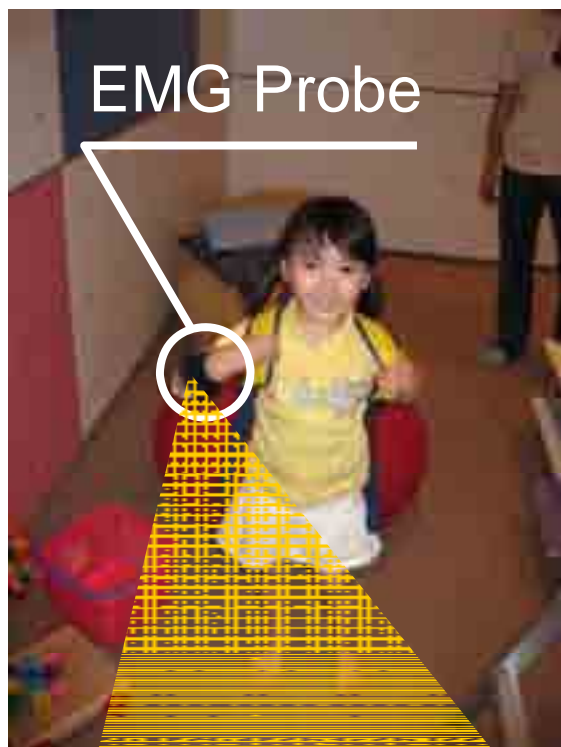
- 1日に何回モノを把持しているのか?
- 何回、どんな時に転倒・転落するのか?
- どんな行動がいつ取れたか?

- 想定外の問題/基準
- 発達(予測)診断に基づくタイムリーな情報発信

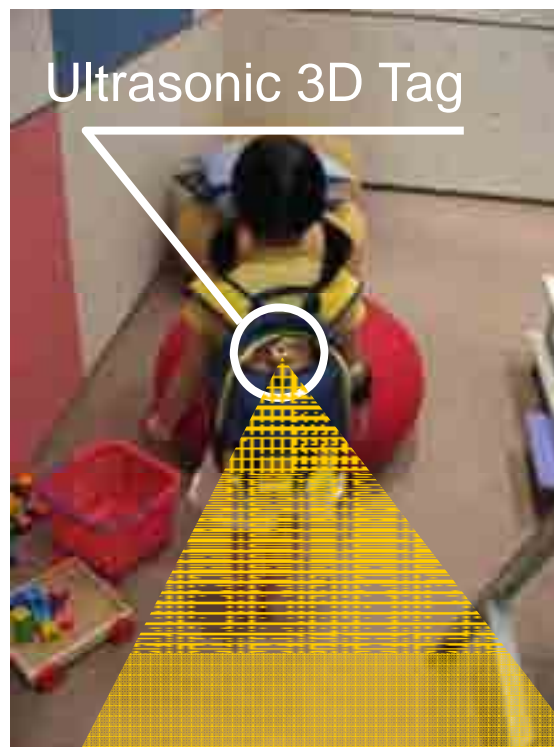


# ウェアラブル・ユビキタス統合型のセンシング

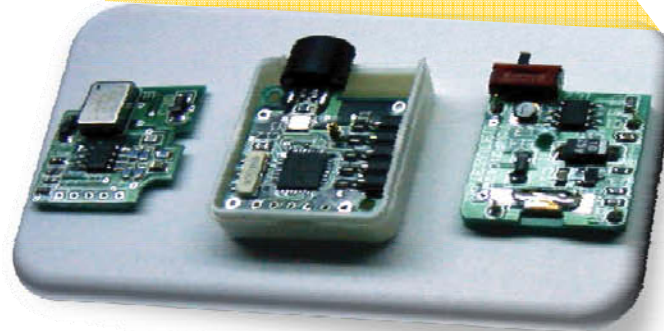
## EMG Map = EMG + Location



+



EMG



Ultrasonic 3D Tag

- 位置情報とEMGを同時記録
- EMG情報を部屋の地図上に表示
- いつ、どこで、どのようなEMG(イベント)が発生したかの理解



# ウェアラブル・ユビキタス統合型のセンシング “遊んでいる”子どもの科学

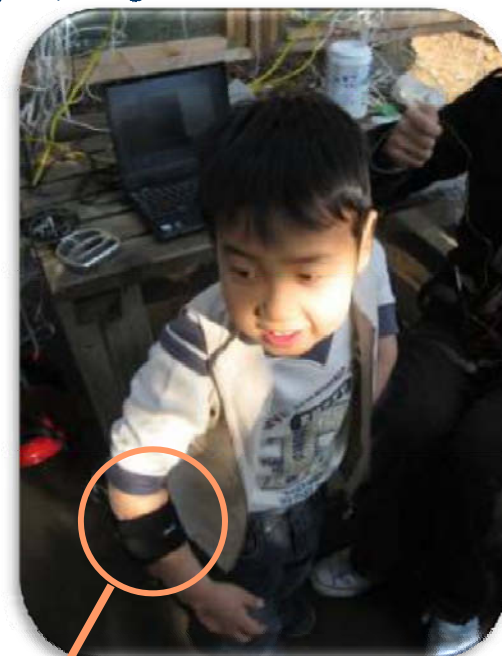
(保育園協力)

石垣タイプの遊具



超音波センサ  
(位置データ)

ウェアラブル EMG  
(生理データ)

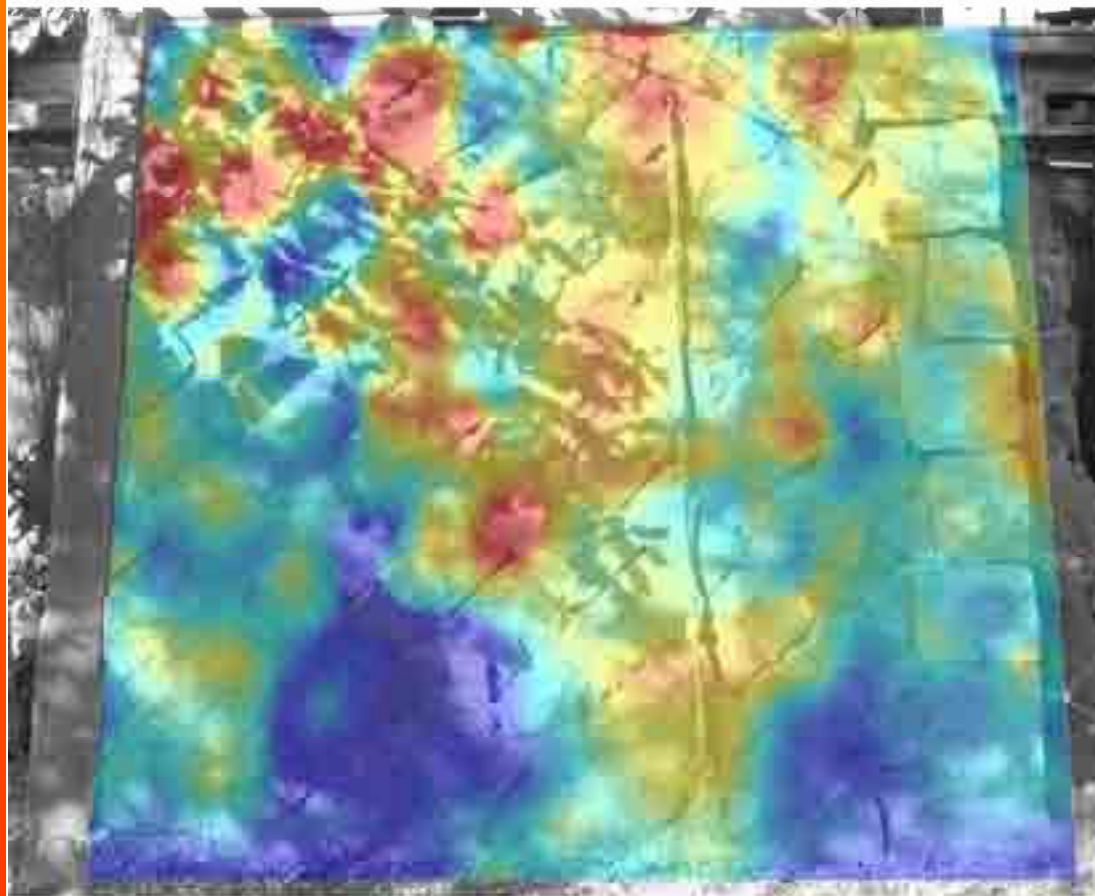


47人(3~6歳)

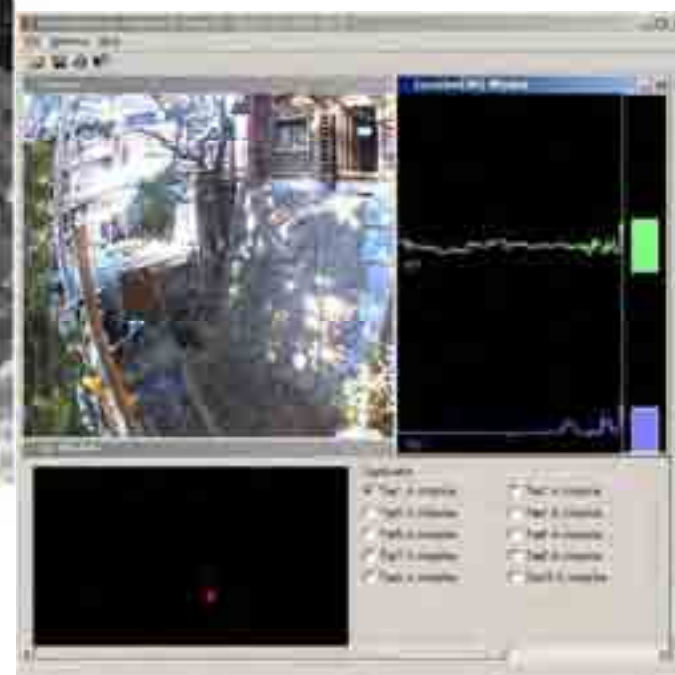


# ウェアラブル・ユビキタス統合型のセンシング EMG mapの作成

子どもがどこで力を使っているかの可視化



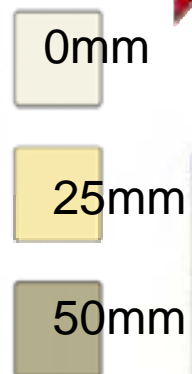
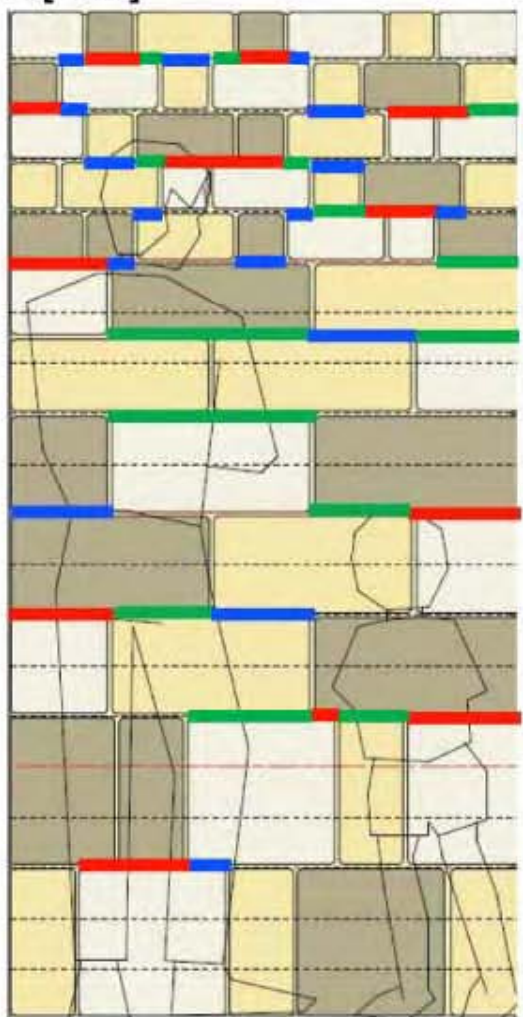
赤い部分が大きな筋力を必要とするところ





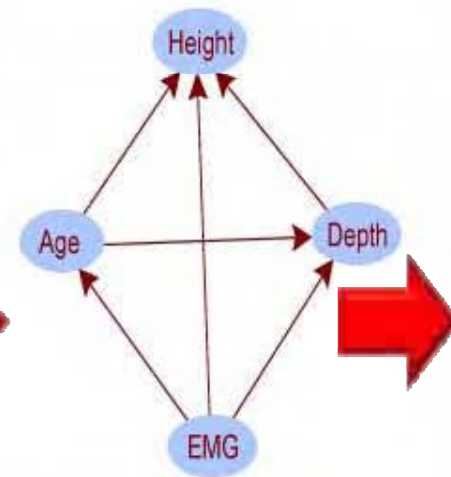
# ウェアラブル・ユビキタス統合型のセンシング

2000[mm]



設計案

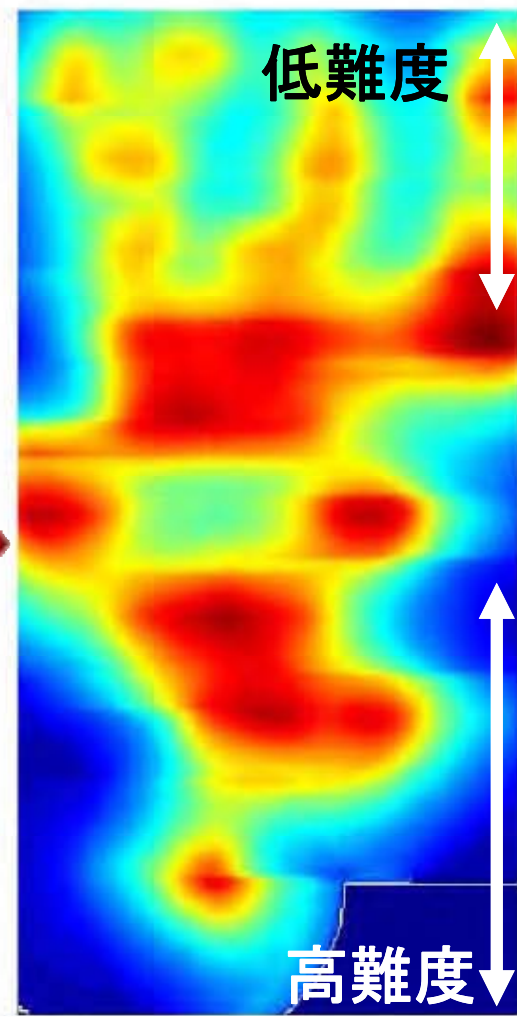
year		Height	
Name	Monitor	Name	Monitor
3	0.073	1	0.0071
4	0.2931	2	0.0652
5	0.1194	3	0.0271
6	0.2195	Other	0.9005



EMG	
Name	Monitor
0	0.1089
0.1	0.1702
0.2	0.1861
0.3	0.159
0.4	0.1195
0.5	0.0812
0.6	0.0577
0.7	0.039
0.8	0.0257
0.9	0.0572

Depth	
Name	Monitor
1	0.0501
2	0.0302
3	0.0104
Other	0.8992

モデル



推定された筋電MAP

# 子どもの行動モデルに基づく新しいデザイン

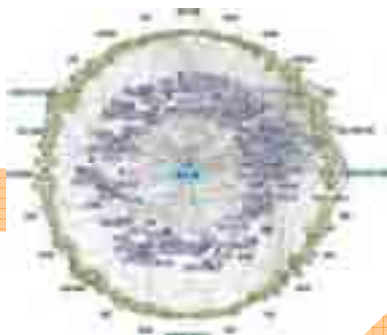
危険が制御された遊具の提案



保育園 2007年2月



# 子どもの日常の科学に基づく 安全知識循環型の遊び場

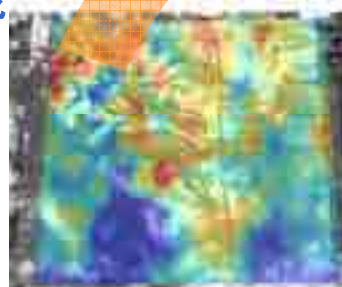


- ひやり・ハット・怪我  
サーベイランス
- 遊具日常点検  
(桑の実保育園)

行動計測  
(川和保育園)



**安全知識循環**



**子どもの  
日常の科学**



専門家による研究  
(産総研)

遊び場の持続的改良



メーカーによるデザイン・メンテナンス  
(遊具メーカー)



# どこまでの怪我なら許容できるか？

- 成長には怪我が欠かせない。
- 安全すぎると成長しない。





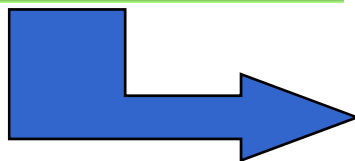
# 乳幼児の日常行動シミュレータ

再利用可能な全人間的な乳幼児のコンピュータモデル

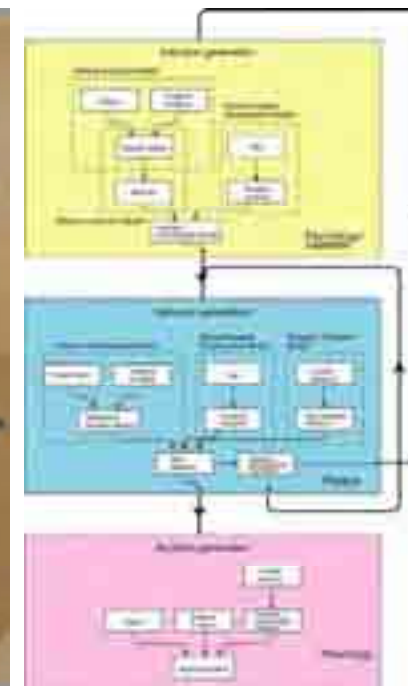
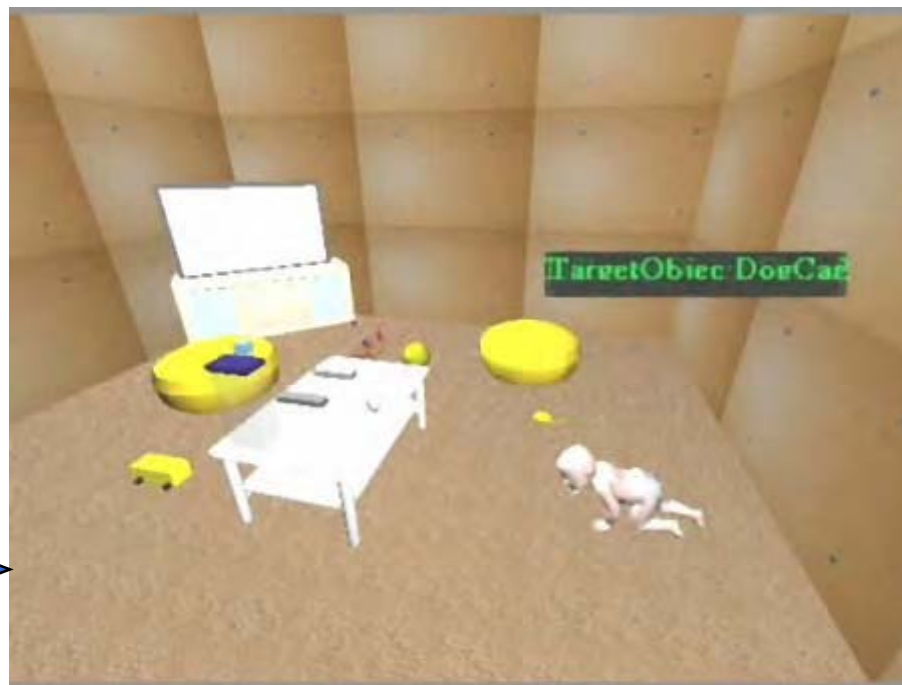
乳幼児発達行動学  
(Denver IIを利用)

マイクロ行動特性の知見  
(ユビキタスセンシング)

マクロ事故特性の知見  
(実際のモノとのインタラクション)



モデル化し統合



$$P(\text{Behavior}_t, \text{Variable}_{Env}, \text{Variable}_{Dev})$$

$$\text{Variable}_{Env} = \{\text{Distance}, \text{InterestObj}\}$$

$$\text{Variable}_{Dev} = \{\text{Age}, \text{Behavior}_{t-1}\}$$

$$P(\text{Behavior}_t, \text{Distance}, \text{InterestObj}, \text{Age}, \text{Behavior}_{t-1}) =$$

$$P(\text{Behavior}_t | \text{InterestObj}) \times$$

$$P(\text{InterestObj} | \text{Distance}) \times$$

$$P(\text{Behavior}_t | \text{Age}) P(\text{Behavior}_t | \text{Behavior}_{t-1}) \times$$

$$P(\text{Distance}) P(\text{Age}) P(\text{Behavior}_{t-1}) P(\text{InterestObj})$$

- データから構築可能で
- 生成可能なモデル  
(説明⇒生成)





# サービス・インテグレーション

## サービスとセンシング・モデリング技術の統合 持続的に発展しつづけるセンシングとモデリング

その場で役立つパーソナルな情報提示による  
事故・怪我データのブーストラップ的収集

年齢  才  ヶ月  
 性別  男の子  女の子  
 事故の状況  
 いつ?   
 どこで?   
 きっかけは?   
 どのように?  
 ジュースを飲もうと思い食器戸棚のコップを取り出そうとし、いつも自分が使っているプラスチック製のいすを踏み台にした。それでも届かず、いすの上で背伸びをしてやっとコップに手が届いたが、バランスを崩

事故や怪我のデータを入力すると、すぐさま、その子供が起こしそうな事故を映像として提示することで事故・怪我の予知を支援

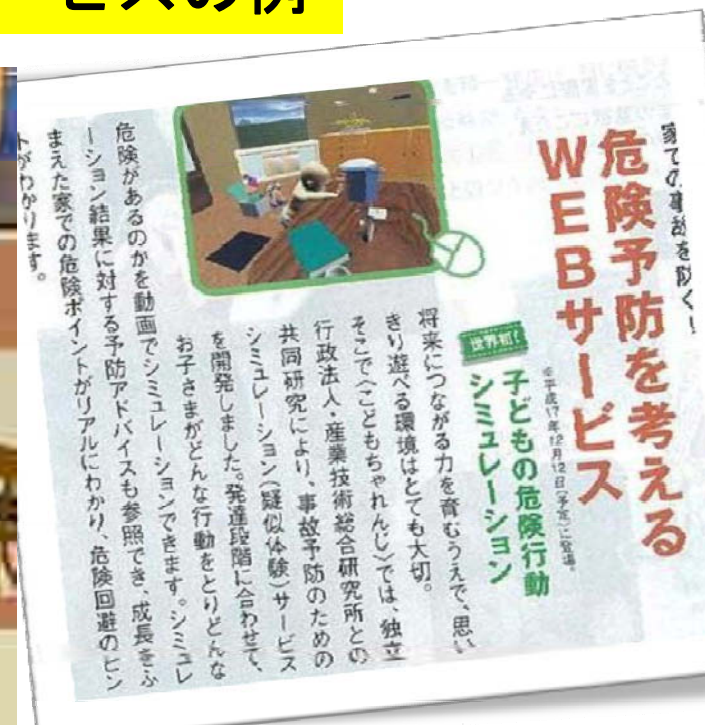
$Sim(User_a, User_i)$

$$= \frac{\sum_{f_k \in F_a \cap F_i} (q_{a,k} - \bar{q}_a)(q_{i,k} - \bar{q}_i)}{\sqrt{\sum_{f_k \in F_a \cap F_i} (q_{a,k} - \bar{q}_a)^2} \sqrt{\sum_{f_k \in F_a \cap F_i} (q_{i,k} - \bar{q}_i)^2}}$$

コンテンツ化技術

# サービスインテグレーションの事例

## 保護者のための事故予知支援WEBサービスの例



- 140万人の会員を有する企業(ベネッセコーポレーション)と共同で開発と評価。

2005年12月12日よりサービス開始

2007年3月英語版・日本語版公開





# 事故予知支援WEBサービスの詳細



(提供：ベネッセコーポレーション)

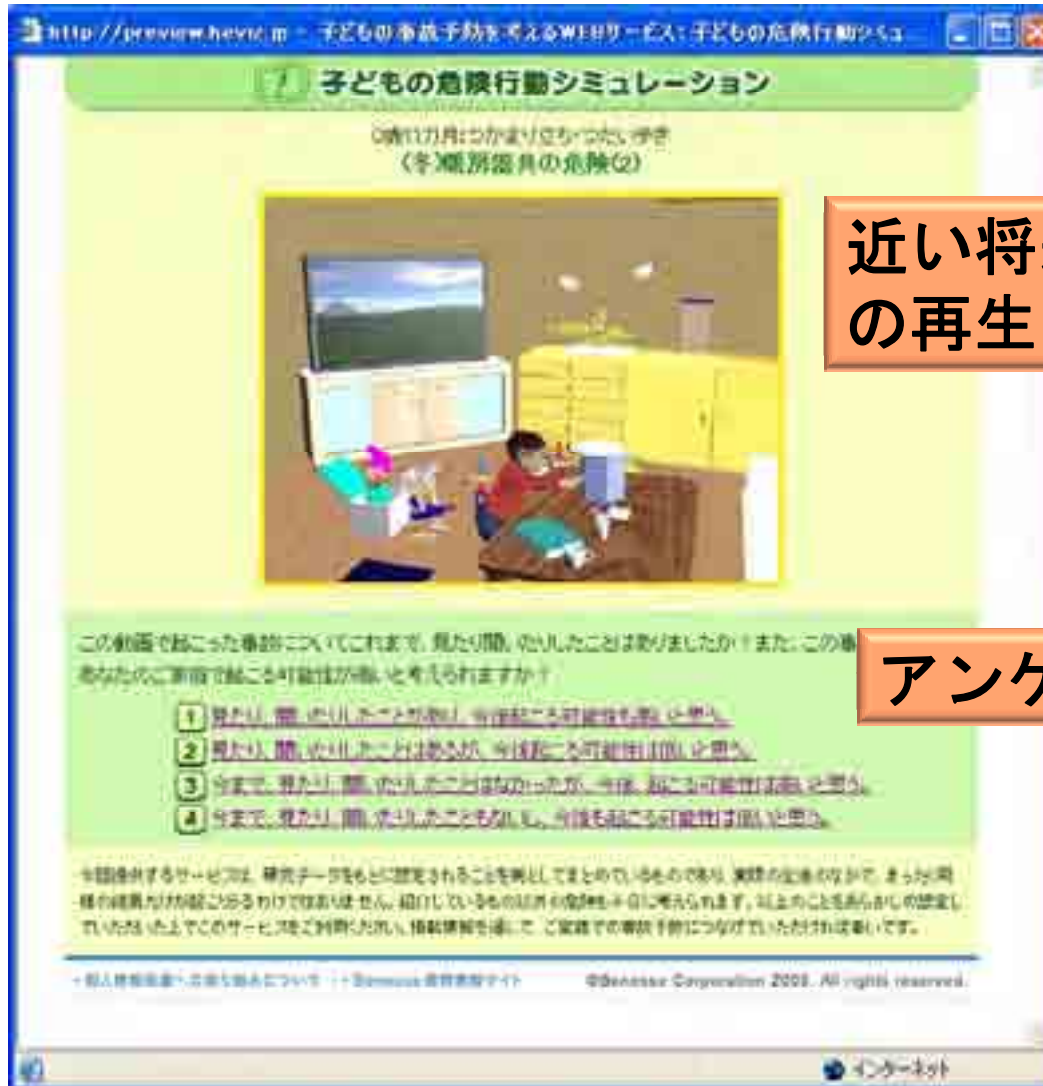
# 事故予知支援WEBサービスの詳細



近い将来起こりうる事故事例の選択画面



# 事故予知支援WEBサービスの詳細



近い将来起こりうる事故事例の再生

アンケート

# 事故予知支援WEBサービスの詳細



http://www.benesse.jp/ 子どもの事故予知支援WEBサービス: 子どもの危険行動シミュレーション

## 子どもの危険行動シミュレーション

0歳1カ月のつかまり立ち〜つかまり歩き  
(冬)遊具遊具の危険性 事故予防アドバイス

**◆この季節の危険性注意**

つかまり立ちの時期は「子どものやけど」は「調理済みの食品」にさらってやけどをする例が最も多く報告されています。つかまり立ちの時期は、子どもは親が思っている高さまで手が届くようになります。大人面は取りますが、つかまり立ちの時期は自分の手を伸ばした範囲で約1メートル程度の高さまでは届きます。また、この時期は、自分の興味を持ったものはさわってなめて確かめる時期ですので、口にも届かなくとも大丈夫です。特にこの時期は、熱いスープやお茶などをこぼすの上などに置くことも多くありますので、十分気をつけたいです。中でも、レンジの扉が開くとスチームで温度が下がりにくいので、暖めておけば危険です。

### 幼児の年齢別年間事故発生率・ケガ発生率

年齢	遊具や物に当たった	危険な物に届いた・実際に手を付いた	実際にかがれた
0歳児	14.2%	14.2%	14.2%
1歳児	24.8%	24.8%	24.8%
2歳児	20.1%	20.1%	20.1%
3歳児	16.5%	16.5%	16.5%
4歳児	13.8%	13.8%	13.8%
5歳児	11.2%	11.2%	11.2%

**◆恐ろしい事故から守るために**——— 上記の危険性が知らぬ間に、以下に注意しましょう

- こたつなどの高さのあまりない机の上で熱い物を置くときは、子どもが手をのびて約1メートル以上の高さで手をのびる危険性があります。

ページが表示されました。 インターネット

予防法の提示

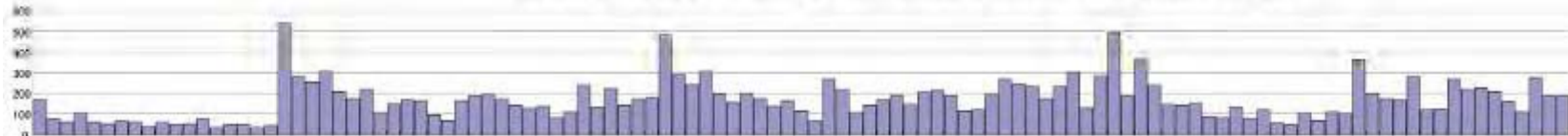
(提供：ベネッセコーポレーション)



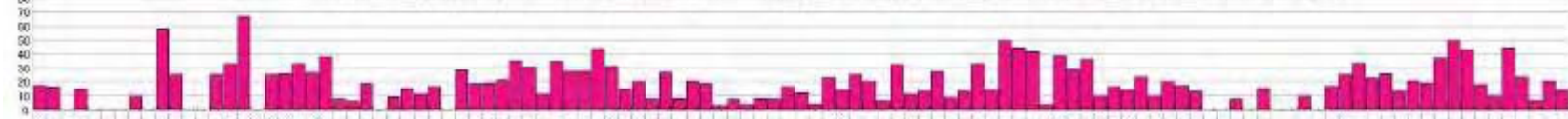
# 事故予知支援WEBサービスの評価

4,471人アクセス,61,147件動画配信,21,482評価 2007/1/29現在

各コンテンツのアクセス回数(件)(n=18974 2005/12/12~2006/2/27現在)

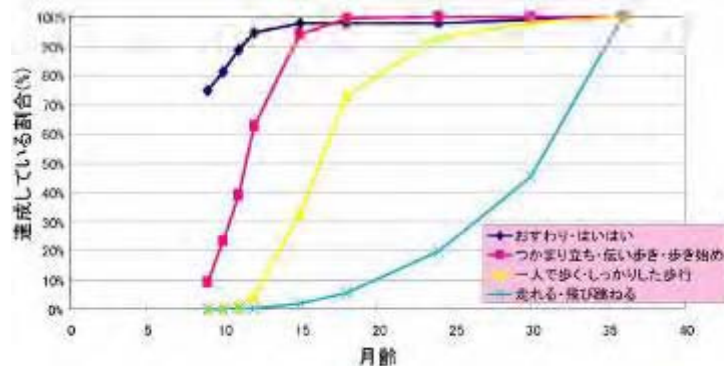


コンテンツを見た後で、「知らなかったが、今後起こる可能性が高い」と答えた人の割合(%) (n=6577)



サービス統合による  
Give & Take

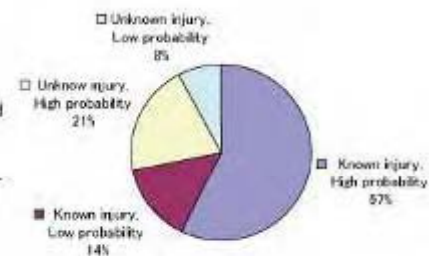
月齢と発達の関係(Odaibal)(n=1520)



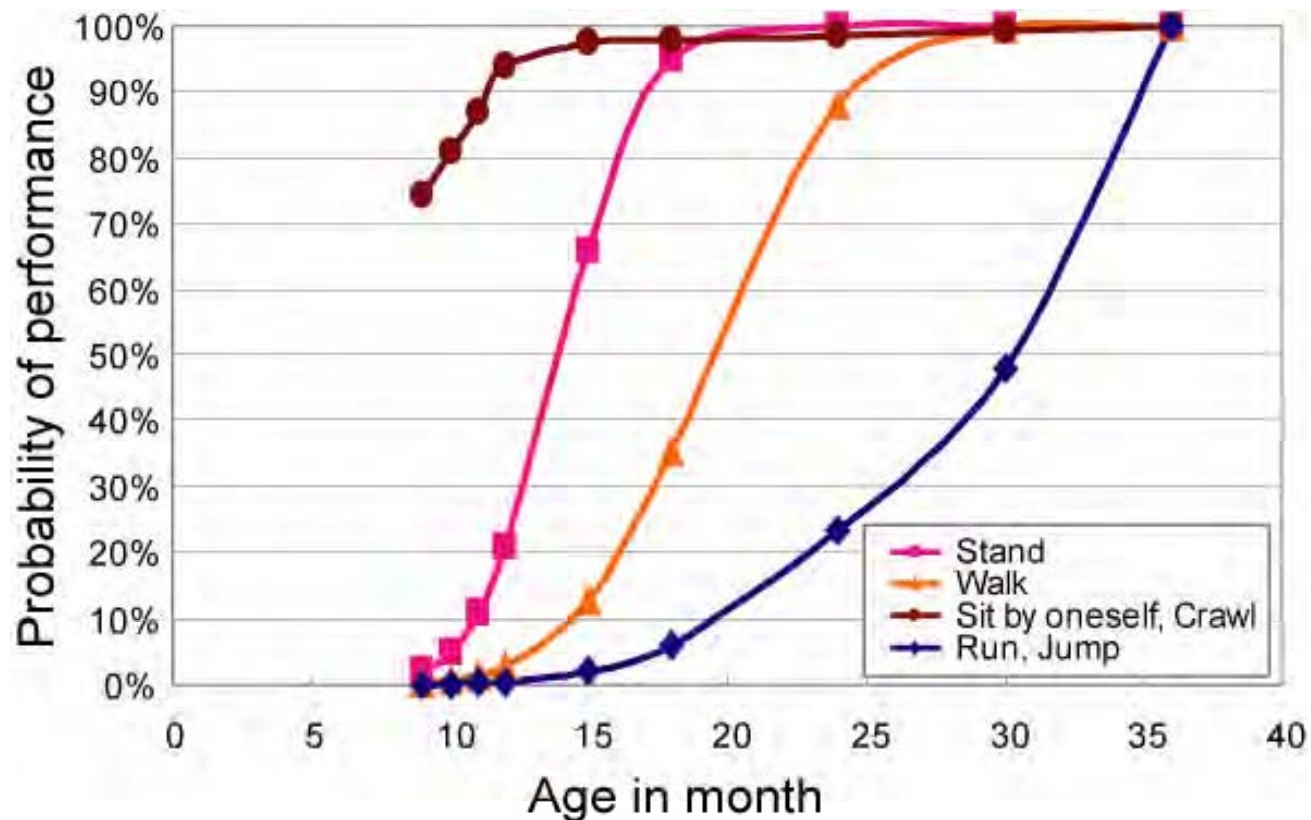
利用者の子どもの年齢層(n=1520)



動画のアンケート(n=6577)



## 事故予知支援WEBサービスから得られた科学的知見



- 月齢と発達行動の関係が得られた
- 102日で1,819を超えた(N= 4,471(Odaiba I)>1,815(DenverII))
- わずか4ヶ月で**世界最大**

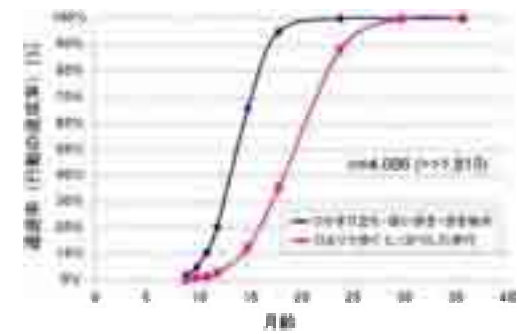


# 3月2日より公開



<http://parenting.benesse.ne.jp/kosodate/sample/prevention/>

# 持続的発展可能なサービスモデル



科学的知見

(国家レベル)  
事故予防による  
医療費の削減

(個人レベル)  
安心・安全  
サービス

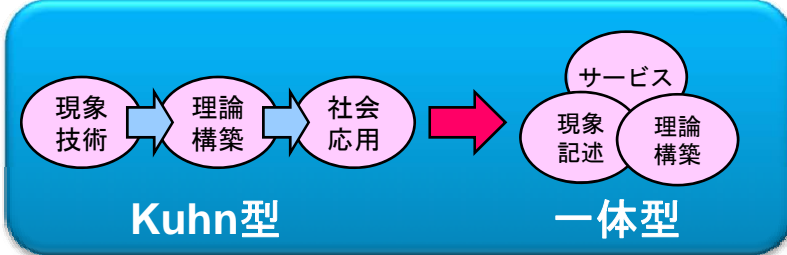
4,471人保護者に  
61,147件動画配信  
(07/1/29現在)

アンケート  
21,482件 (07/1/29現在)

事故  
データベース

ユーザ履歴  
データベース

ユーザの理解・  
モデル化



Kuhn型

一体型

社会・研究の進化・深化

WEB  
サービスの  
改善

WEBサービスの  
提供・アンケート

子どもの事故予知支援サービス



05/12/12開始  
行動モデル・事故シミュレータ  
で動画作成  
(保護者の知らない事故  
・最近多発している事故)



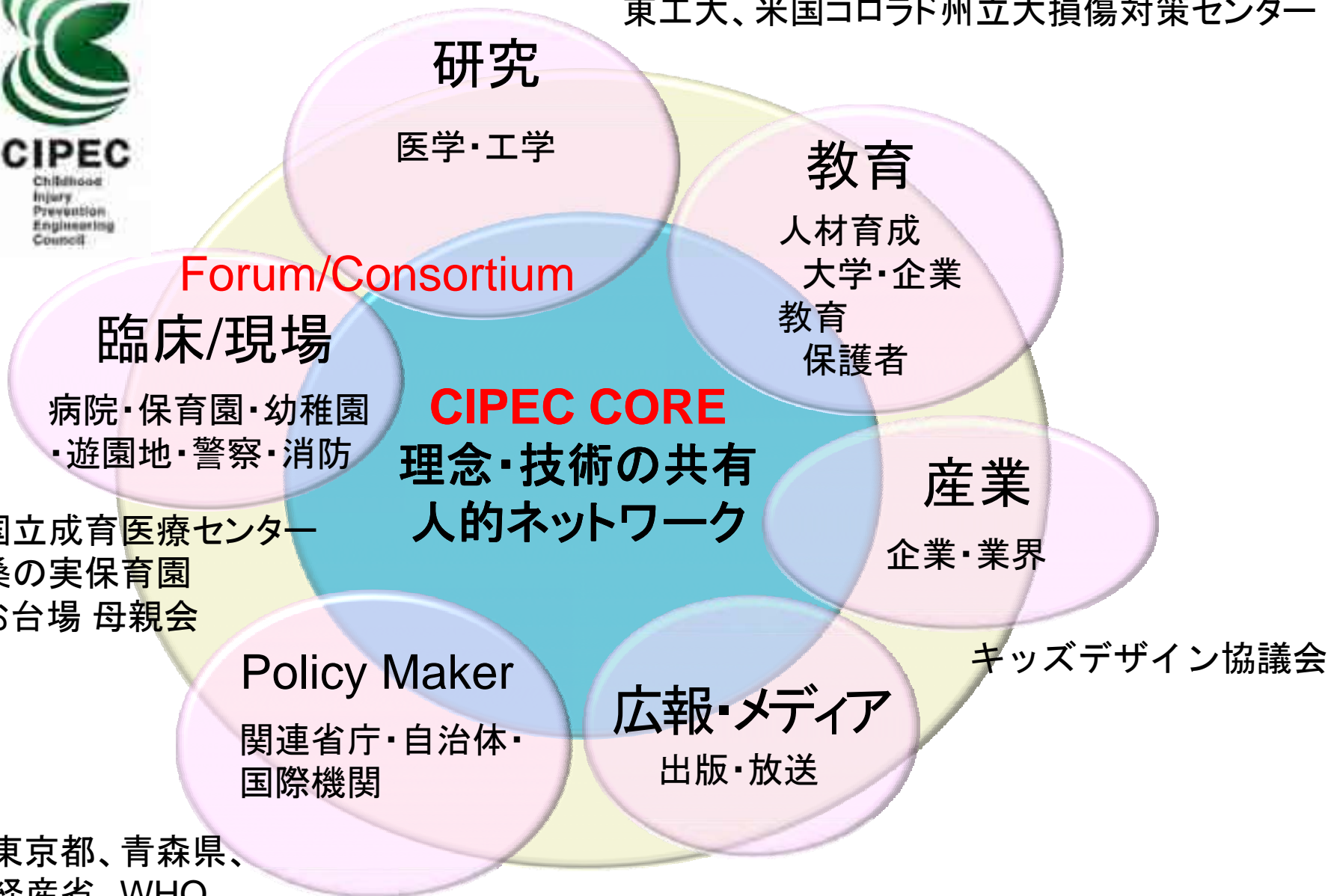
意識と現実  
のずれ検出

認識ずれを補  
正するコンテ  
ンツ作成



# 研究スクラム(CIPEC: Childhood Injury Prevention Engineering Council)

東京理科大、金沢大、東北大、  
東工大、米国コロラド州立大損傷対策センター



国立成育医療センター  
桑の実保育園  
お台場 母親会

東京都、青森県、  
経産省、WHO





# 安全知識循環型社会の実現に向けて CIPECの長期ビジョン



- 一貫研究: 安全知識循環社会システム設計・実装・検証実験
- 展開研究: 地域大学などと連携し全国展開

# 人と人をつなぐ ～情報共有～

- 現場の人・保護者は情報を持っている。
- 分析できる人、メーカーに伝わらない。