



データサイエンス概論2 スマートホーム, IoT

神戸大学大学院システム情報学研究科

中村 匡秀



自己紹介

■ 神戸大学大学院システム情報学研究科計算科学専攻

■ 准教授 中村 匡秀(なかむら まさひで)

- ◆ 担当科目:「ソフトウェア工学」「情報知能工学演習IV」「クラウド開発応用」「分散PBL:クラウドビジネス創出」等

- ◆ 趣味: 沖縄, スキー, HR/HM, Vine Linux

- ◆ 2007/04/01 着任

- ◆ 前職: 奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助手.

- ◆ 学位: 博士(工学)・大阪大学 (学部は大阪大学)

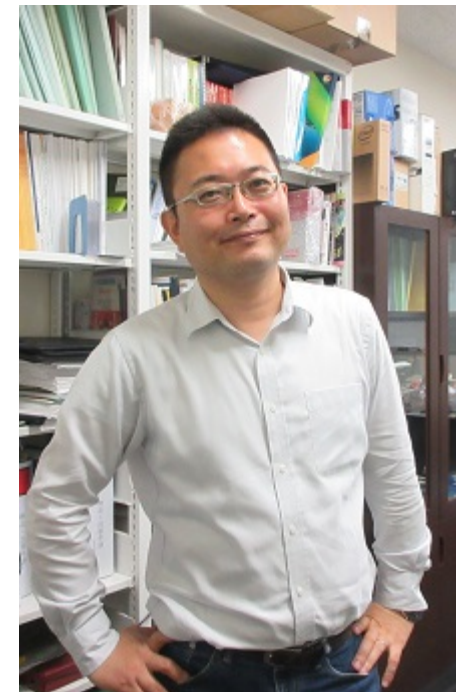
■ 興味のある専門分野

- ◆ サービス指向アーキテクチャ(SOA)の応用・開発支援

- ◆ クラウドコンピューティング

- ◆ IoT, スマートシステム

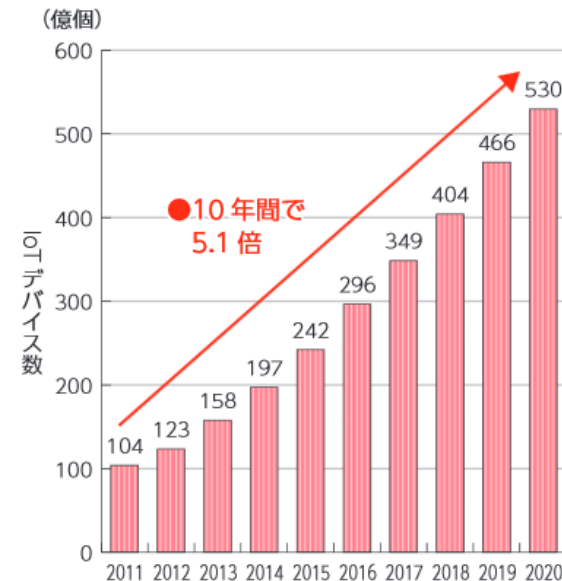
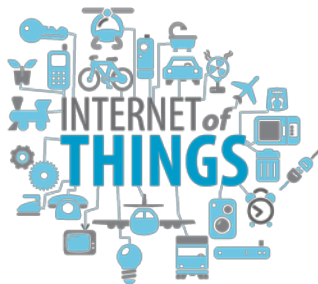
- ◆ ライフログの応用



IoT とは

■ モノのインターネット (Internet of Things)

- ◆ 実社会の様々な「モノ(物)」がインターネットに接続される
- ◆ モノ同士がネットを通して連携し、
付加価値サービスを実現する
- ◆ センサ, 家電, 設備, 家, 建物, 都市インフラ,
ロボット, 自動車, 鉄道, 工場, etc...



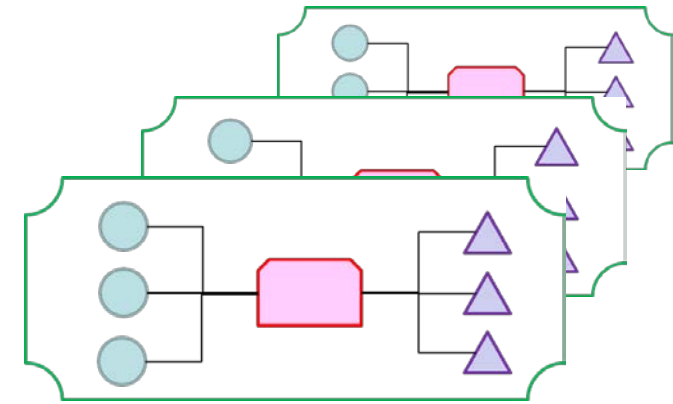
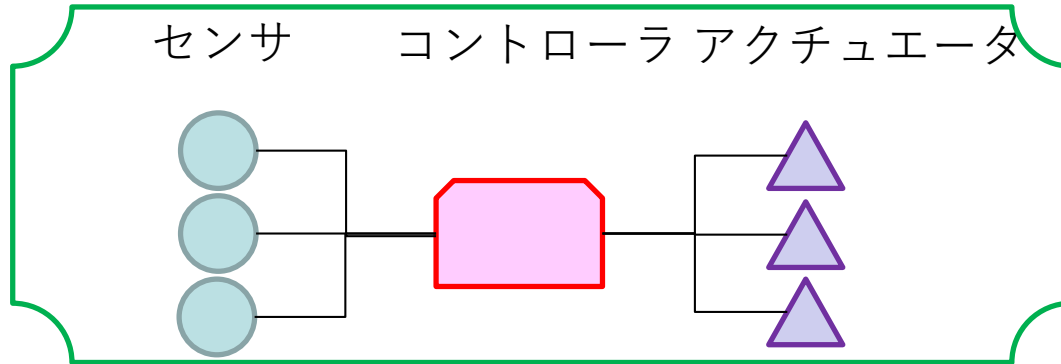
■ ユビキタスコンピューティングの進化形

- ◆ 技術進歩によるハードウェアの微細化, 高性能化, 低コスト化
- ◆ インターネット, Web技術, 無線技術の進歩, 普及
- ◆ クラウドによる大規模データ蓄積・処理
- ◆ 電池の小型化, 高性能化

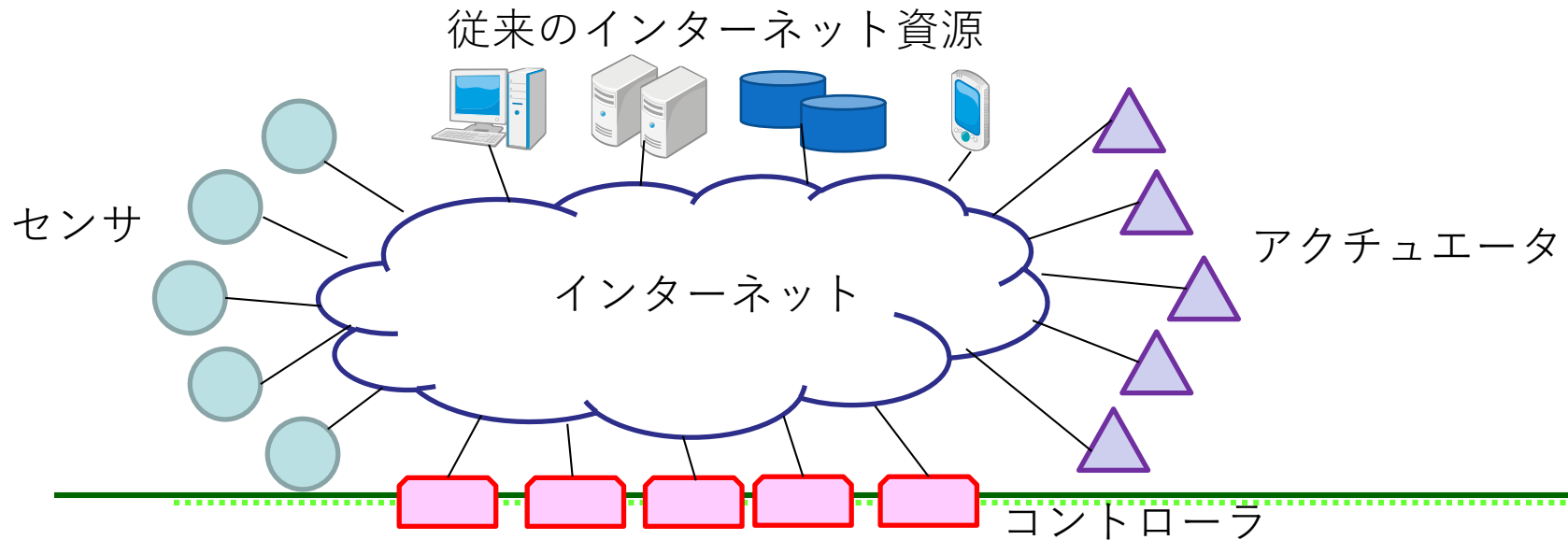


これまでと何が違うのか？

■ 従来:モノがつながる



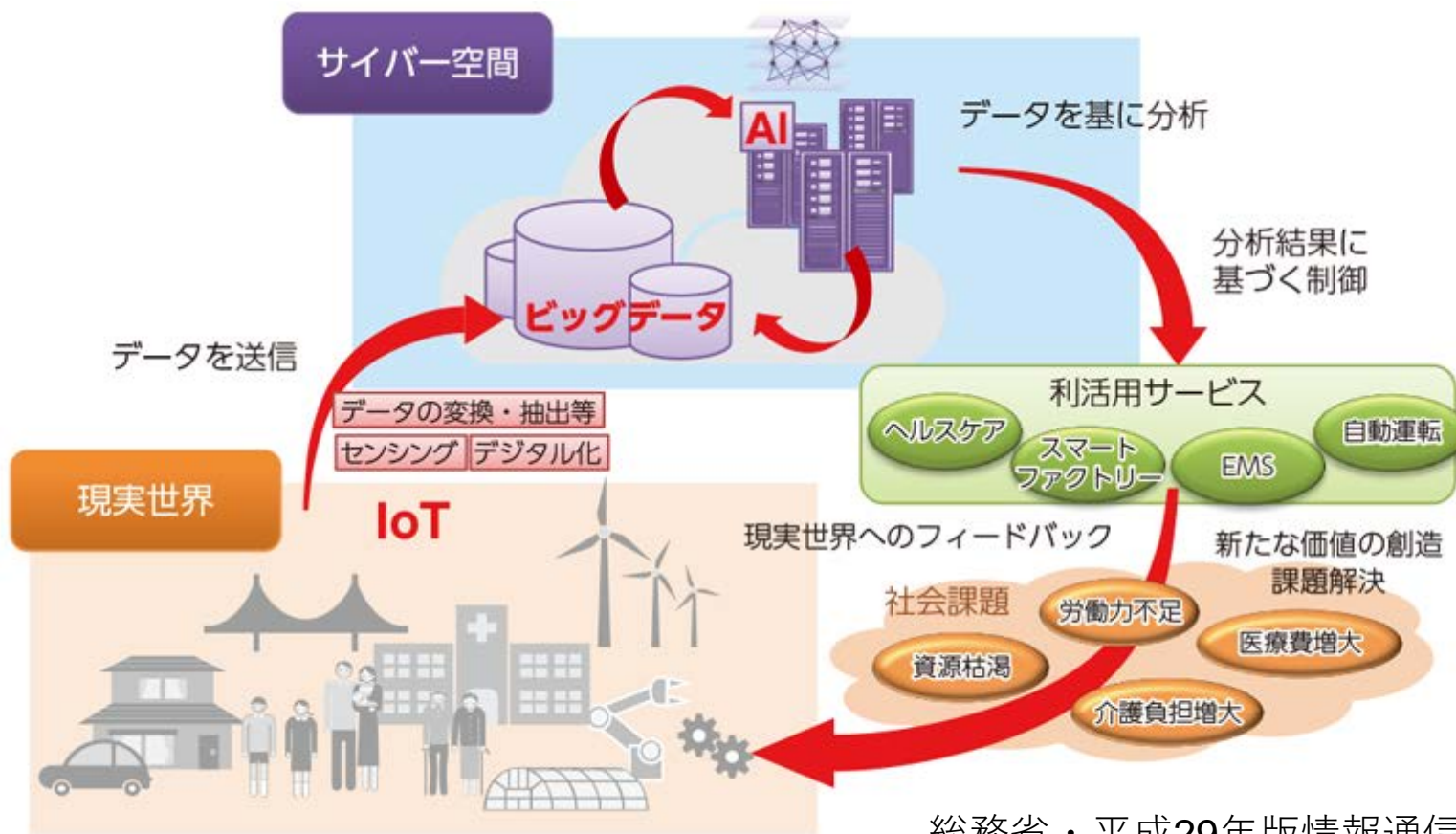
■ IoT:モノがインターネットのようにつながる





第4次産業革命

- 中長期的な成長を実現していくカギは、近年急激に起きている**第4次産業革命**(IoT, ビッグデータ, 人工知能, ロボット, シェアリングエコノミー等)のイノベーションを、あらゆる産業や社会生活に取り入れることにより様々な社会課題を解決する**Society 5.0**を実現することにある (未来投資戦略2017.6)

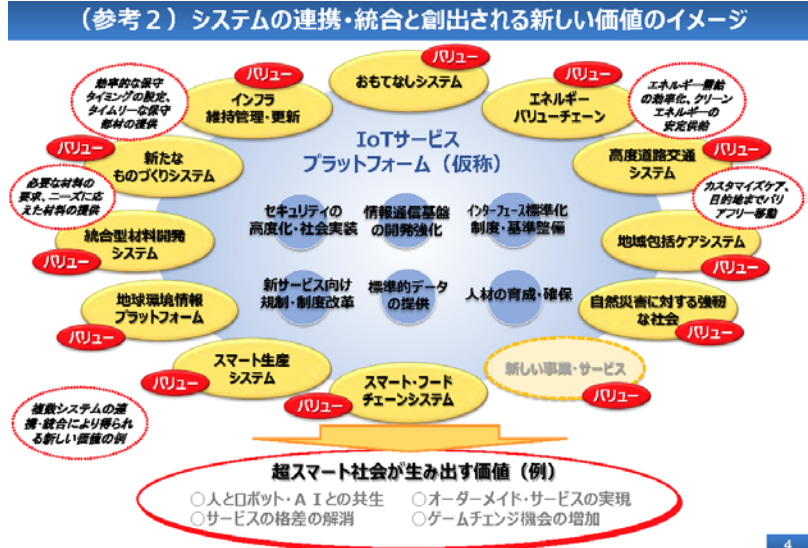
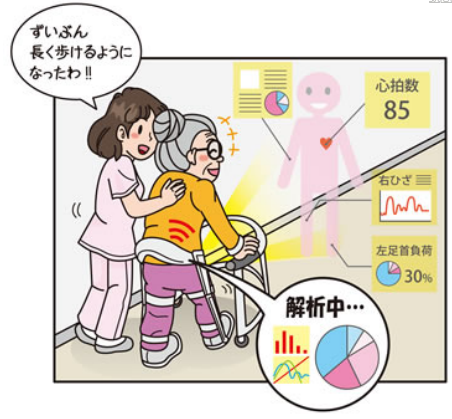
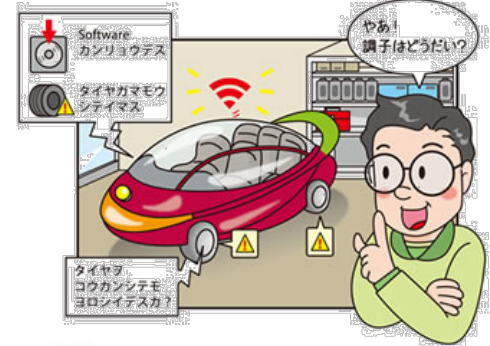


総務省・平成29年版情報通信白書より



超スマート社会 (Society 5.0)

■ 必要なもの・サービスを, **必要な人に, 必要な時に, 必要なだけ提供し, 社会の様々なニーズにきめ細やかに対応でき, あらゆる人が質の高いサービスを受けられ, 年齢, 性別, 地域, 言語といった様々な制約を乗り越え, 生き生きと快適に暮らすことのできる社会**



文科省・平成28年版
科学技術白書より

	Society 5.0 (日)	先進製造 (米)	Industry 4.0 (独)
背景	サイバー空間と現実空間の高度な融合		
対象分野	社会のあらゆる分野(ものづくり分野含む) (システム間連携等を通じた我が国が抱える様々な課題の解決と新たな価値の創出)	ものづくり分野 (3Dプリンティング, パワーエレクトロニクス, 軽量金属材料, デジタル製造・設計, 先進複合材料製造)	ものづくり分野 (情報通信技術と生産技術の統合を通じた設計・生産から小売・保守までの全体効率化, 生産性向上)
目指すもの	超スマート社会 (産業, 暮らし, 生き方が変わり, あらゆる人が生き生きと快適に暮らすことのできる社会)	雇用の創出と国際競争力強化 (製造業の国内回帰とそれによる雇用の創出, 新技術の開発による国際競争力)	製造業の競争力強化 (多品種少量生産, 異常の早期発見等によるドイツの生産技術で世界の工場を常態)



スマートシステム

- 実世界のモノやデバイスと情報システムとをネットワークで連携させ、全体として新たな価値機能を生み出すシステム
 - ◆ Cyber-Physical System (CPS)とも呼ばれる
 - ◆ IoTとクラウドの連携

- 代表的なスマートシステム

- ◆ スマートグリッド
- ◆ スマートホーム
- ◆ スマートシティ
- ◆ スマートアグリ
- ◆ スマートヘルスケア

...

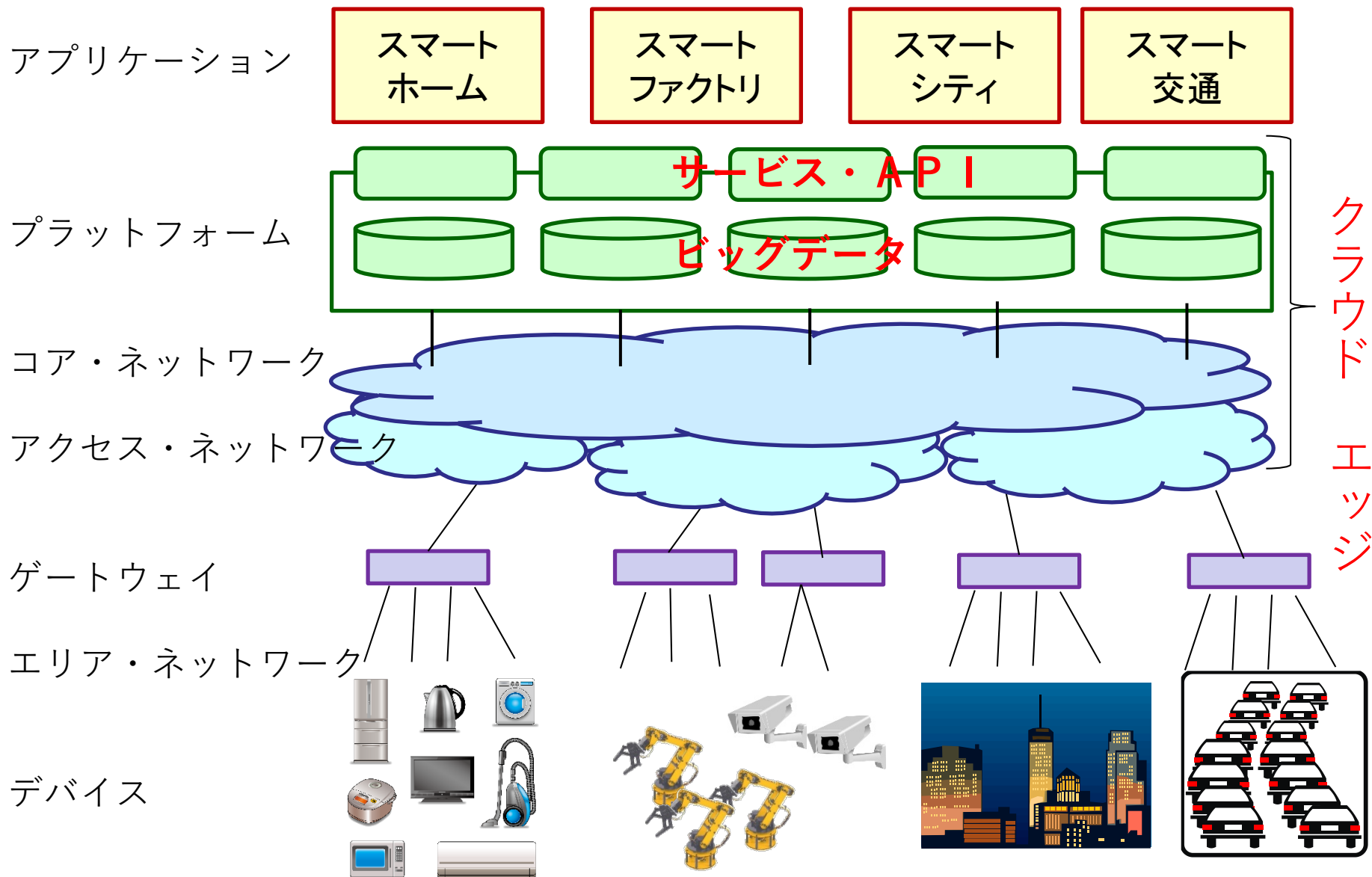


出典：ClouT プロジェクト

- スマートシステムは大規模異種分散システム



IoTのアーキテクチャ





IoTのための通信規格, プロトコル

■ 物理層～データリンク層

- ◆ 近接: NFC, RFID
- ◆ 短距離: Wifi, Bluetooth, Zigbee, Z-wave, ...
- ◆ 長距離: LoRaWAN, NB-IoT, Sigfox, RPMA, Neul, Cellular (3G, 4G, 5G), ...
- ◆ 有線: Ethernet, USB, シリアル, ...

■ ネットワーク層

- ◆ IPv4, IPv6, 6LowPAN

■ アプリケーション層

- ◆ HTTPs/REST

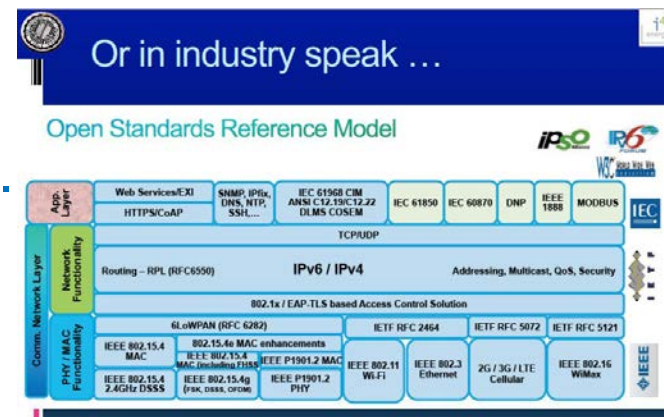
- 代表的なWebのプロトコルでデバイスの状態を取得, 更新

- ◆ MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

- Publish/Subscribeメッセージ交換でイベントベースの多対多通信を実現

- ◆ CoAP (Constrained Application Protocol)

- マシン間通信に特化しHTTPの軽量化を目指したもの. UDPを使う



David E. Culler - The Internet of Every Thing

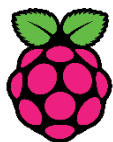


IoT ゲートウェイ

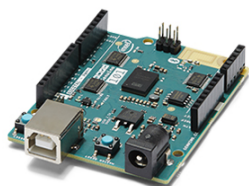
■ ベンダ独自のアプライアンス



■ 汎用ボードコンピュータ



RaspberryPi



Edison Galileo



ARMmbed

STMMicro Nucleo

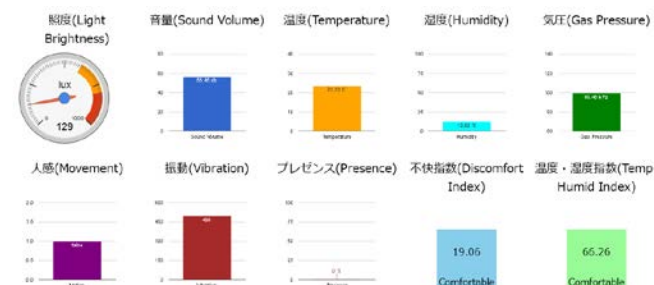
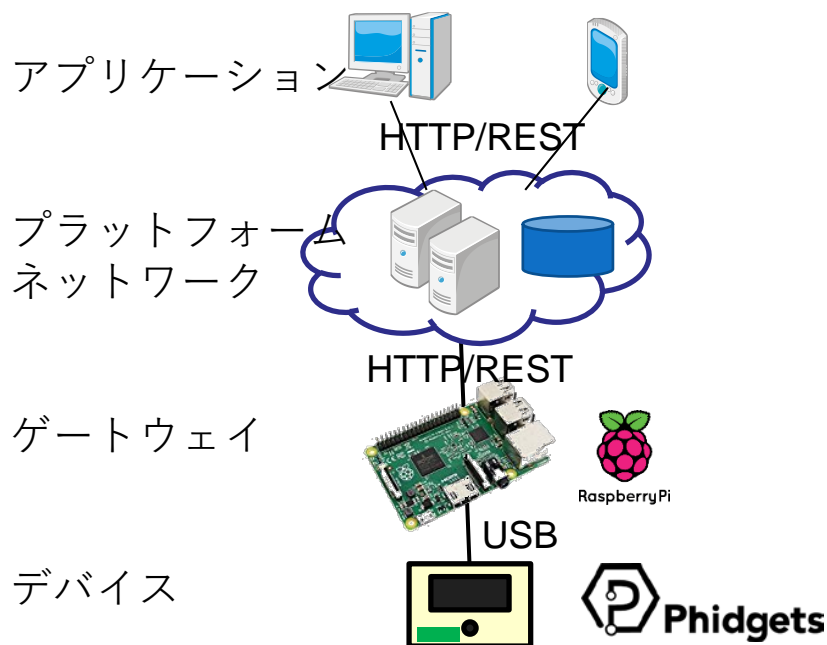
■ スマートフォンを使うソリューションもある



Hello IoT World! “センサボックス”

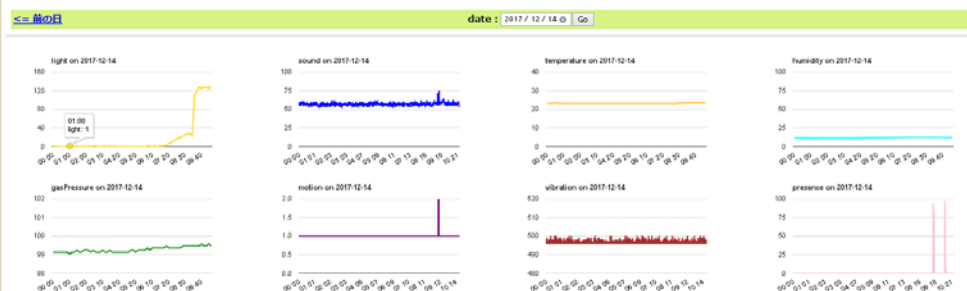
■ 中村研で開発した環境センシングのためのIoTデバイス

- ◆ センサ: Phidgets (照度, 温度, 湿度, モーション, 気圧, 振動)
- ◆ ゲートウェイ: Raspberry Pi 3
- ◆ アクセスプロトコル: HTTP / REST
- ◆ プラットフォーム: Apache Axis2, fluentd, MongoDB, HBase



センサボックス時系列データ (ID: sbox-phidget-437956)

- デバイス名: テレビ台センサボックス
- 設置場所: 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学システム情報学研究科・システム機/学生部屋5101/テレビ台
- 測定年月日: 2017-12-14





IoTで可能になること

- 実世界の情報収集, オペレーションが可能になる
 - ◆ プラットフォーム独立なアクセス, 大規模ストレージへのデータ蓄積
- 実世界の過去～現在の状況を理解できる
 - ◆ ビッグデータ処理, 可視化, 分析
- 状況に応じたオペレーションが可能になる
 - ◆ ルールベース, 自動化, 最適化
- データを蓄積・学習することで未来の状況を予測できる
 - ◆ AI, 機械学習, 予測

すべてインターネットのサービス, リソースを活用して実施できる



神戸大・中村研でのIoT研究・開発の紹介

■ サービス指向スマートホーム

- ◆ エネルギー可視化, 省エネ
- ◆ ヴァーチャル・エージェントとの連携
- ◆ コンテキスト・アウェアサービス

■ スマートシティ

- ◆ ビッグデータプラットフォーム
- ◆ 防犯情報可視化サービス
- ◆ 自治体との連携, 業務最適化

■ スマートヘルスケア

- ◆ 環境センシングによる見守り, 行動認識
- ◆ 「こころ」センシング
- ◆ 個人適応型対話生成



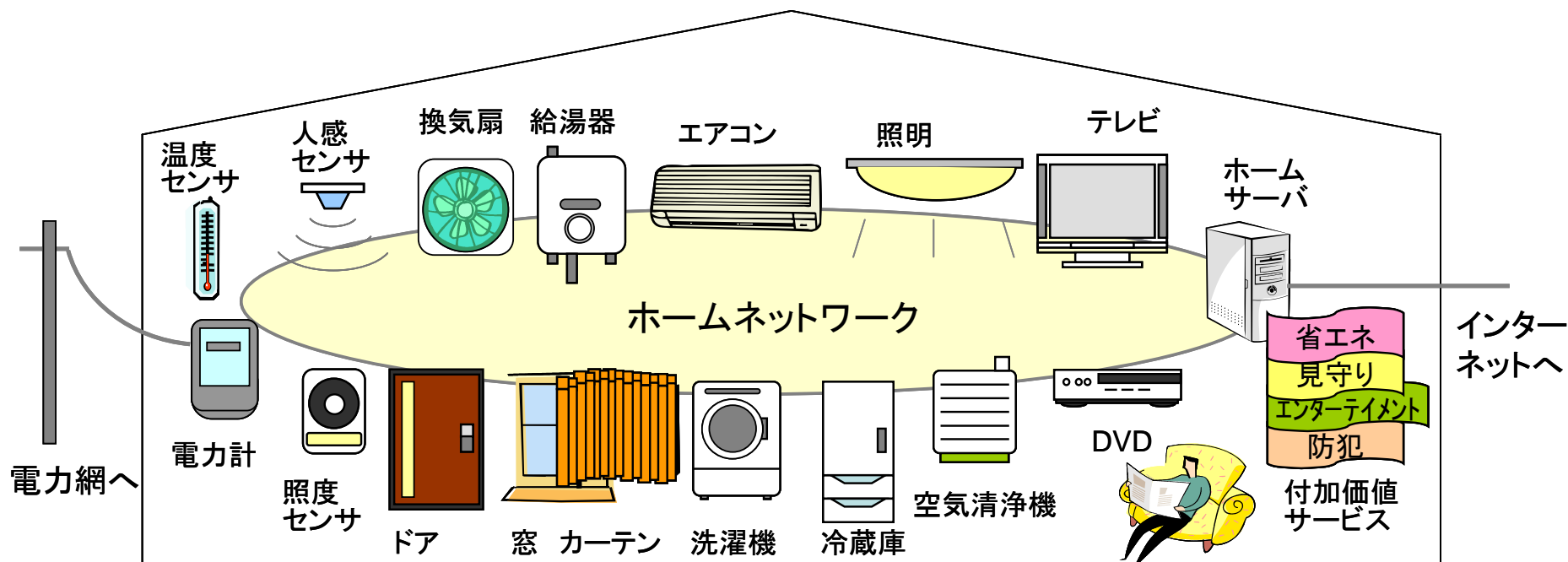
スマートホーム



スマートホーム

■ ICT技術を駆使し, 様々なサービスを提供する次世代型住居

- ◆ 家電や設備を**ホームネットワーク**に接続して連携
- ◆ 省エネ, 見守り, 防犯・防災, エンターテインメント, etc...



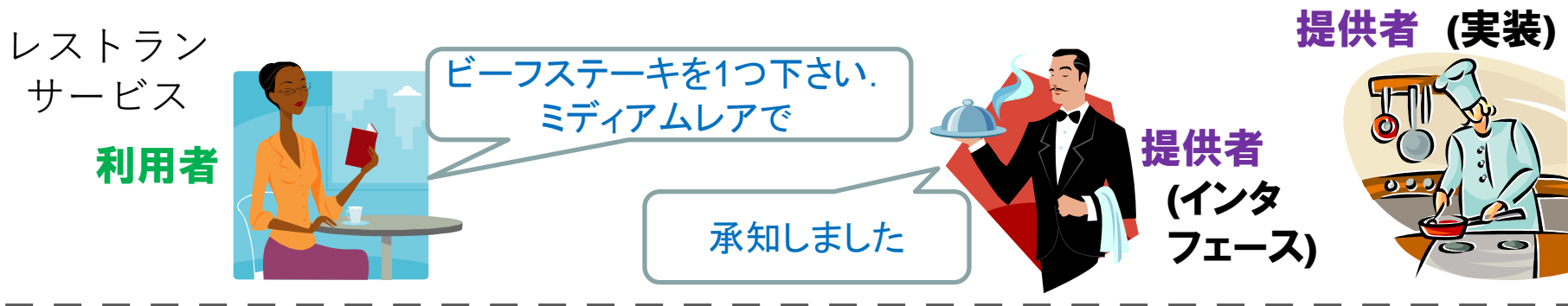
■ 意外に歴史は古い

- ◆ ホームオートメーション, 電脳家屋, ユビキタスハウス, HNS, HEMS..



サービス指向アーキテクチャ (SOA) (Vinoski, 2002)

- システムの機能を**サービス**という単位で公開しそれらを連携させる
 - ◆ 自己完結: 他のサービスに依存せず単独で利用できる
 - ◆ オープンで定義されたインタフェース(API): 内部実装を知らなくても利用できる
 - ◆ 粗粒度: 利用者にとって価値を形成しうる粒度の処理
 - ◆ 標準的な呼出し手段: Webの仕組み(**Webサービス**)を使って呼び出す

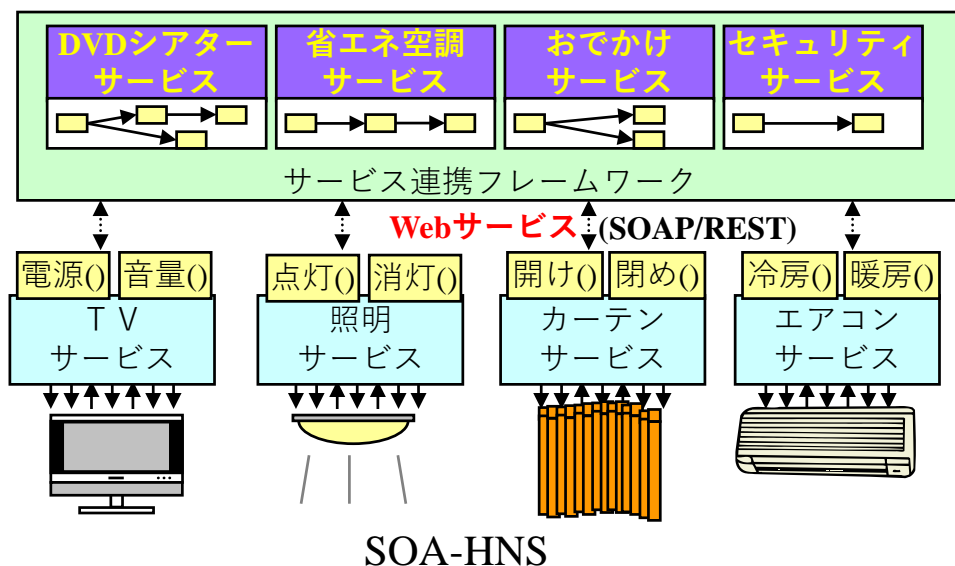




サービス指向スマートホーム (2004, 中村・井垣)

■ サービス指向アーキテクチャ(SOA)を適用し, 家電を**Webサービス**として操作できるようにした

- ◆ 企業情報システムの統合アーキテクチャをユビキタス分野へ応用
- ◆ Service-Oriented Home Network System (SOA-HNS)



CS27-HNS 実験室

Masahide Nakamura, Hiroshi Igaki, Haruaki Tamada, and Ken-ichi Matsumoto, "Implementing Integrated Services of Networked Home Appliances Using Service-Oriented Architecture," IEEE International Conference of Service Oriented Computing (ICSOC04), pp.269--278, November 2004. (New York City, USA)



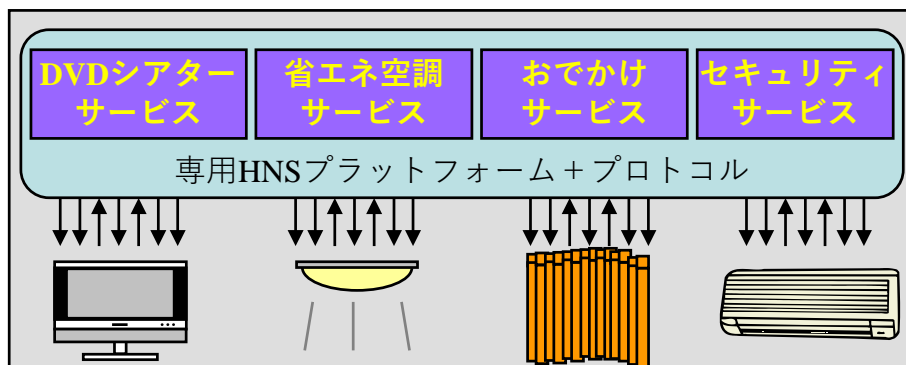
SOA適用による効果

■ 従来のスマートホーム

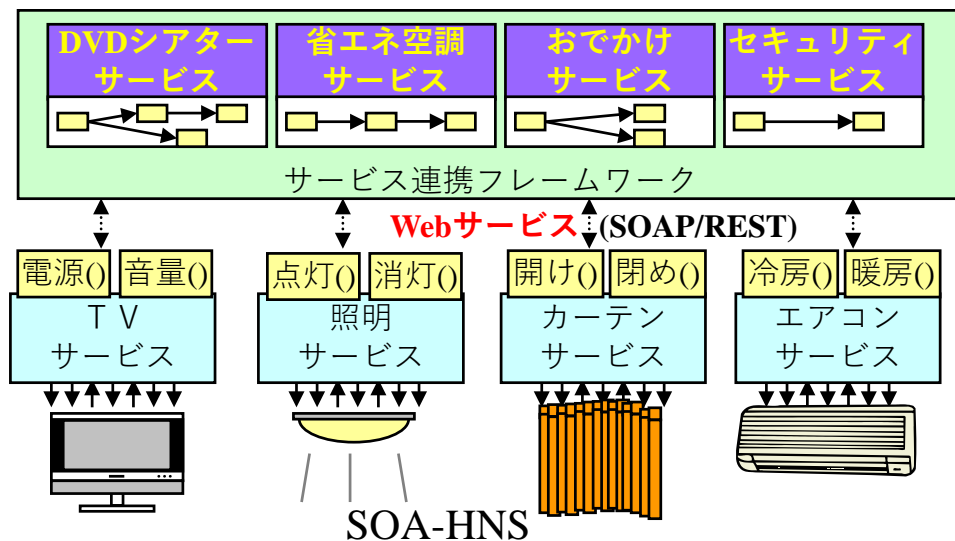
- ◆ サービスはモノリシック(一枚岩)な基盤に組み込まれ追加・更新が困難
- ◆ サービスと家電が密結合. 家電の入替えは基本的に不可能

■ サービス指向スマートホーム

- ◆ 付加価値サービスをマイクロサービスの組み合わせで軽量に実現
- ◆ サービスと家電を疎結合に. 家電入替え自由. マルチベンダ可能
- ◆ 家電と他のWebサービスを連携可能 (→ 現在のIoT, WoT)



従来のHNS



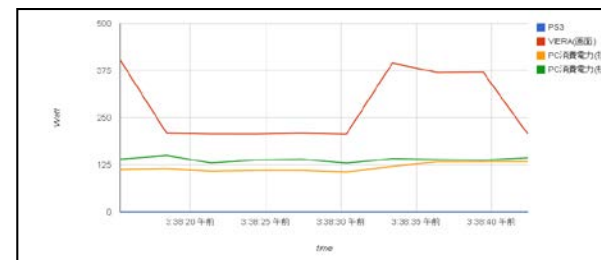
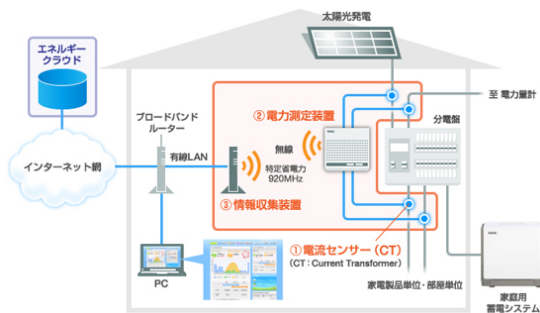
SOA-HNS



スマートホームを用いた省エネ

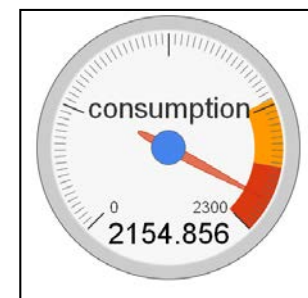
■ HEMS (Home Energy Management System)

- ◆ 他分野のメーカ・ベンダがシステム開発を行なっている
- ◆ いろいろな製品が出ている



■ 電力の見える化

- ◆ 家庭での電力消費の実態を、見える形にする！
- ◆ 住人の省エネ意識を高めて、自発的な省エネ行動を促す



■ 省エネ行動の推薦

- ◆ 無駄がいつ行われたのか、システムが自動的に検出する。
- ◆ 個人に合わせた省エネ行動



消費電力振り返りサービス

日々の電力消費を細かく振り返る.

- ◆ スマートホームで取得できる3種類のログ(履歴)を連携
- ◆ 機器毎の消費電力ログ, 機器操作ログ, 環境センサログ

従来のスマートメーターよりもきめ細かい振り返りが可能

- ◆ どの機器がどれだけ電力が使われたのか.
- ◆ 何の操作によって, 電力が使われたのか.
- ◆ なぜその操作が行われたのか.



住人の省エネ意識の向上に貢献する

- ◆ 5~12%の省エネ効果.

井垣 宏, 瀬戸 英晴, 福田将之, まつ本真佑, 中村匡秀, "家庭における省エネ促進のための電力消費振り返りサービスの実装と評価," 電子情報通信学会論文誌, vol.J95-D, no.4, pp.778-789, April 2012.





見つかった電力浪費行動

無駄のタイプ	無駄行動	法 (従来 法 1)	案 (提案 案 3)
C1: つけっぱなし	<ul style="list-style-type: none"> ▶ DVDプレイヤーが接続されているテレビが動作していなかった ▶ DVDプレイヤーの電源が一日中動作中であった. ▶ 天井ライトの電源が一日中動作中であった. ▶ 被験者Hが外出中にもかかわらずTVが動作していた. 	○	○
C2: 環境状態の無視	<ul style="list-style-type: none"> ▶ <u>室内が十分明るい</u>にもかかわらず天井ライトが動作中であつた ▶ <u>温度が十分高い</u>にもかかわらず, エアコン(暖房)が動作中であつた. ▶ エアコン(冷房モード)が運転していたが, <u>室温がそれ程変化して</u>いなかった. 		○
C3: 併用不能機器の同時使用	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 同一のテレビに接続されているDVDプレイヤー, 家庭用ゲーム機を併用していた. 		○
C4: 併用不要機器の同時使用	<ul style="list-style-type: none"> ▶ テレビ, PCの両機器が併用されていた. 	○	○



電力浪費行動の自動検出

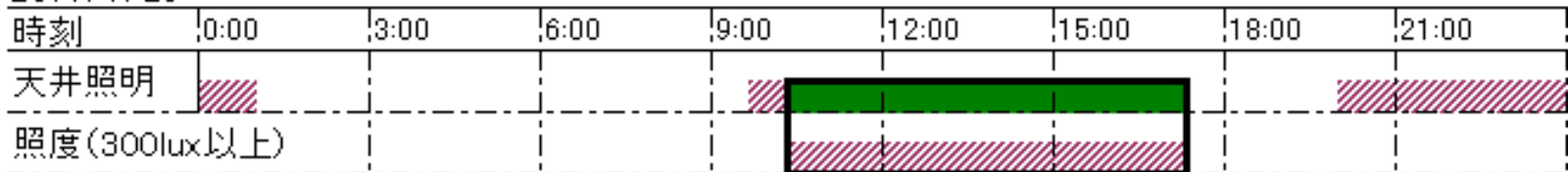
HNSで実際に生活し, 浪費行動の自動検出を行う

- ◆ 生活期間は2011年1月24日～28日の5日間
- ◆ 24種類の浪費行動検出ルールを定義.
 - ルール2:湿度が十分高いのに, 加湿機が作動していた.
 - ルール13:アロマポットと空気清浄機が併用されていた.
 - ルール20:外が十分に明るいのに天井照明がついている.
- ◆ 5日間で**18**件の浪費行動を検出した.

浪費行動検出例:

- ◆ ルール20:「室内が十分に明るいのに天井照明がついている。」
- ◆ 2011年1月25日10:15:56～17:13:31(418分)

2011/1/25



照度が300lux以上の時間
 該当箇所
 浪費行動(分類C3)該当箇所



スマートホーム × スマートフォン

■ パーソナルリモコン

◆ ケータイを使って自分だけのリモコンを作成 → デモ



(c) The Pokemon Company/Game software /Pokemon Fire Red



(c) Inc. AKS/AKB48



(c) Yngwie J. Malmsteen /Trilogys

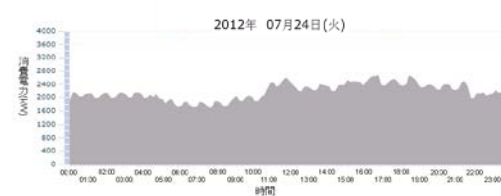
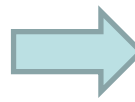
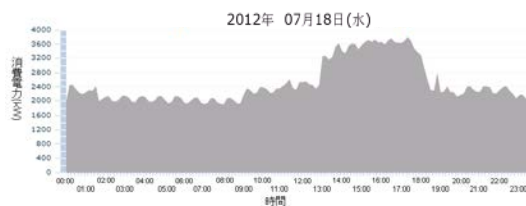
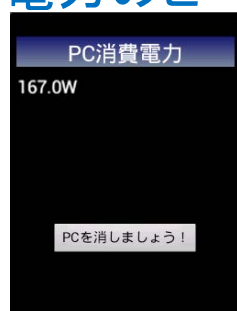


(c) Nintendo Co./Game software/ Super Mario Bros

K. Tokuda, S. Matsumoto, and M. Nakamura, "Implementing Personal Home Controllers on Smartphones for Service-Oriented Home Network," Int'l Conf. on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob 2012), pp.777-784, October 2012.

■ ケータイでピークカット (PeakCutter)

◆ 消費電力のピークをお知らせ. 自分で遠隔オフを実行 → デモ



K. Tokuda, S. Matsumoto, and M. Nakamura, "Implementing a Mobile Application for Spontaneous Peak Shaving of Home Electricity," In Sixth International Workshop on Selected Topics in Mobile and Wireless Computing (WiMob2013), pp.284-289, October 2013



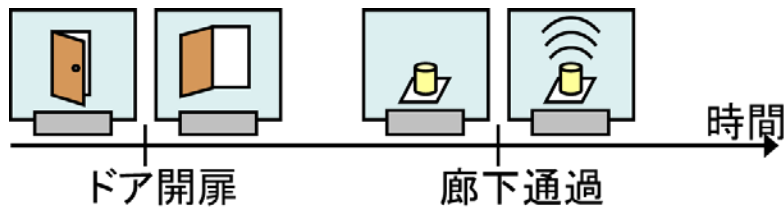
スマートホーム × 環境センサ

- 宅内外に環境センサを配置し, 様々なコンテキストを取得
 - ◆ コンテキスト: センサ等の値を解釈して得られる状況情報のこと
 - ◆ コンテキストウェアサービス: コンテキストを用いて, その場その時の状況に応じて自動的に振る舞いを起こすサービス

ドアセンサ + 人感センサ



コンテキスト: 入室する

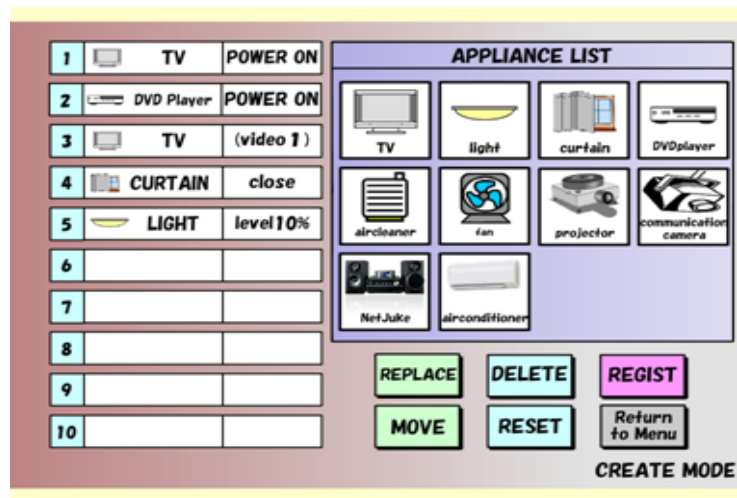


Masahide Nakamura, Shuhei Matsuo, Shinsuke Matsumoto, Hiroyuki Sakamoto, and Hiroshi Igaki, "Application Framework for Efficient Development of Sensor as a Service for Home Network System," In the 8th IEEE 2011 International Conference on Services Computing (SCC 2011), pp.576-583, July 2011

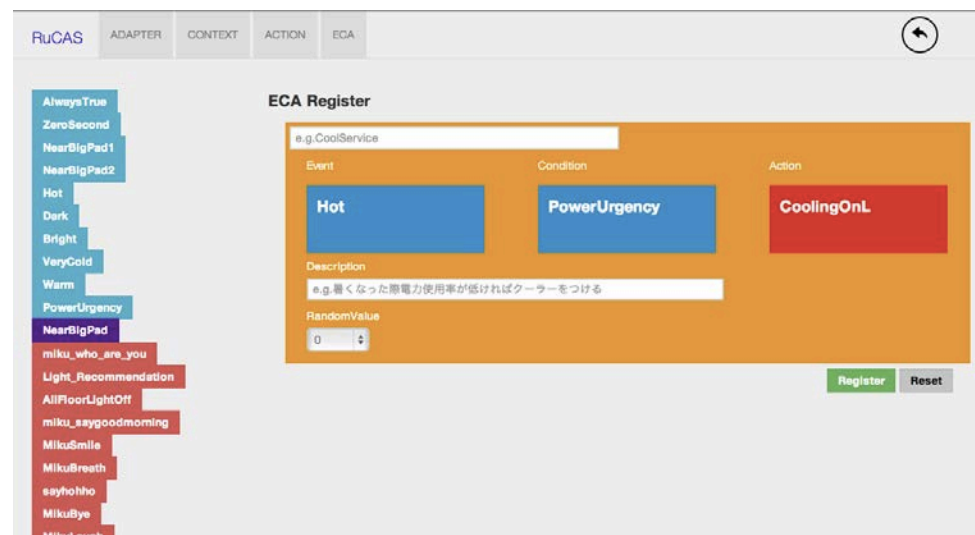
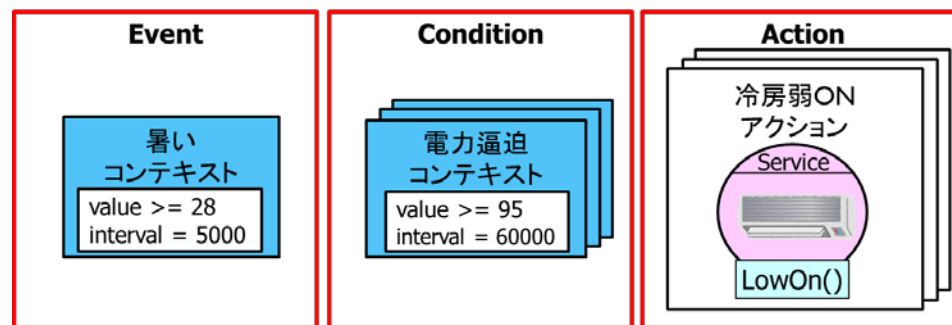


スマートホーム×パーソナルサービス

- 自分の好みのサービスを住人が簡単に作成する仕組み



HNSサービスビルダ



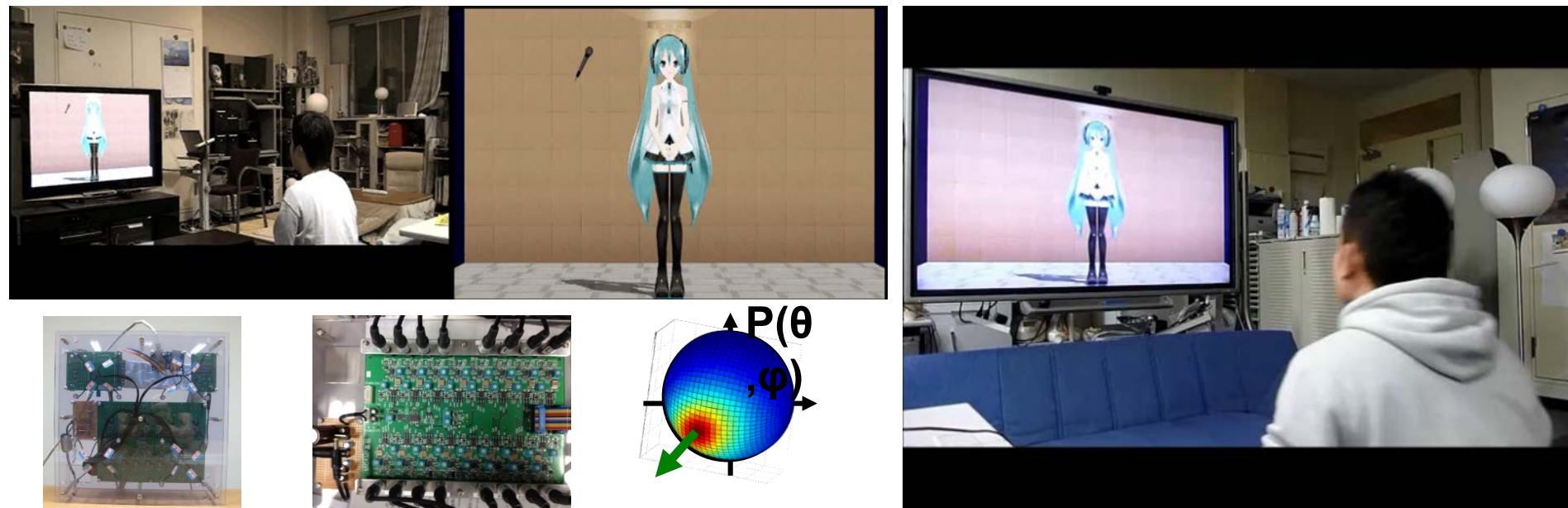
RuCASプラットフォーム

Hiroki Takatsuka, Sachio Saiki, Shinsuke Matsumoto, and Masahide Nakamura, "RuCAS: Rule-Based Framework for Managing Context-Aware Services with Distributed Web Services," International Journal of Software Innovation, vol.3, no.3, pp.57-68, July 2015.



スマートホーム×バーチャルエージェント

- システムとユーザの仲立ちをしてくれる仮想エージェント
 - ◆ 音声対話による家電操作 (初音ミク as an Interface)
 - ◆ マイクアレイによるハンズフリーと音源定位 (with 吉本研究室)
 - ◆ 環境センサを用いたコンテキストウェアネス



Shimpei Soda, Masahide Nakamura, Shinsuke Matsumoto, Shintaro Izumi, Hiroshi Kawaguchi, and Masahiko Yoshimoto, "Handsfree Voice Interface for Home Network Service Using a Microphone Array Network," In The Third International Conference on Networking and Computing (ICNC2012), pp.195-200, December 2012.

Hiroyasu Horiuchi, Sachio Saiki, Shinsuke Matsumoto, and Masahide Nakamura, "Virtual Agent as a User Interface for Home Network System," International Journal of Software Innovation, vol.3, no.2, pp.24-34, April 2015.



スマートホーム × コンピュータビジョン

■ 宅内のコンテキスト認識

- ◆ 居住者の生活行動: 食事, 睡眠, 掃除, 読書, etc.
- ◆ 宅内の環境状態: 無人, 消灯, 低温, 高湿, etc.

■ 画像に基づく細粒度宅内コンテキスト認識

- ◆ ユーザ定義の宅内コンテキストを画像で認識する
- ◆ 一般世帯に導入可能な技術のみで実現する
 - 深層学習やウェアラブル, 測位システム等を使わない



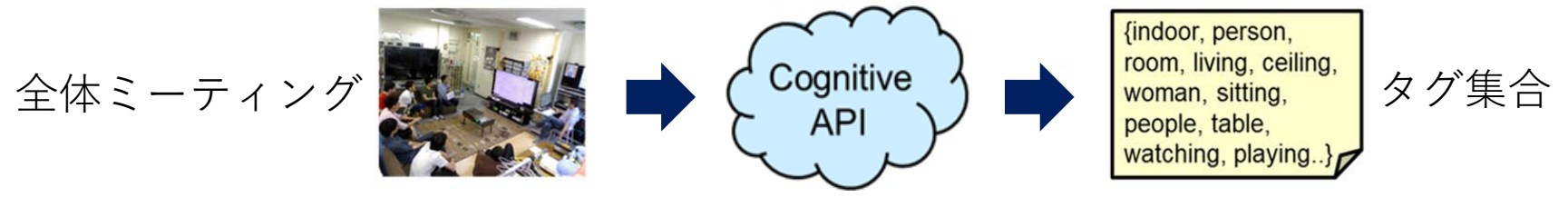
Context Classifier for Nakamura Lab





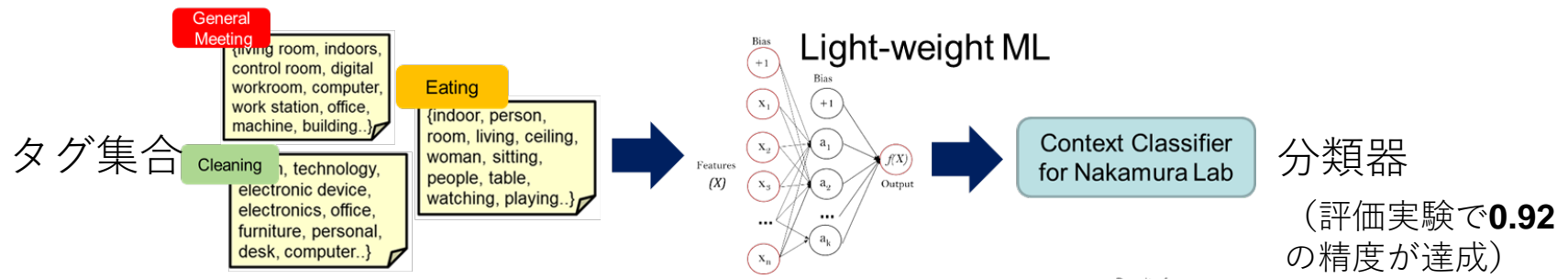
Image as a Documentアプローチ

1. コグニティブAPIを用いて画像からタグを特徴量として抽出



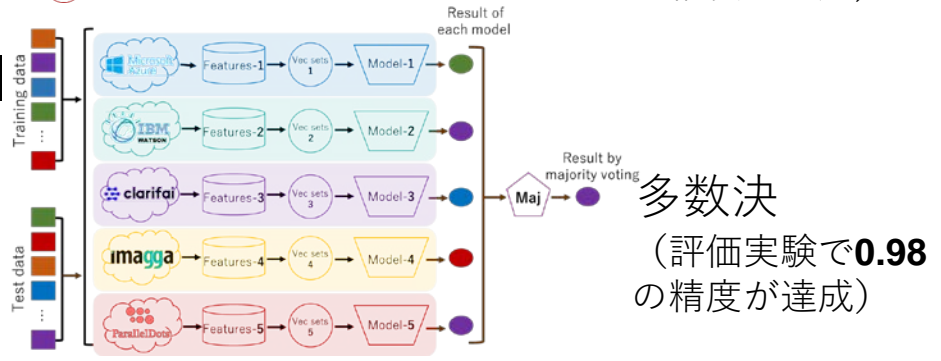
2. コグニティブAPIと機械学習を組み合わせた分類器の構築

◆ 画像を文書としてとらえ, 文書特徴量を軽量な機械学習を適用する



3. 複数の異なるコグニティブAPIによる特徴量の活用

- ◆ 複数の独立した分類器の構築
- ◆ これらの認識結果の多数決



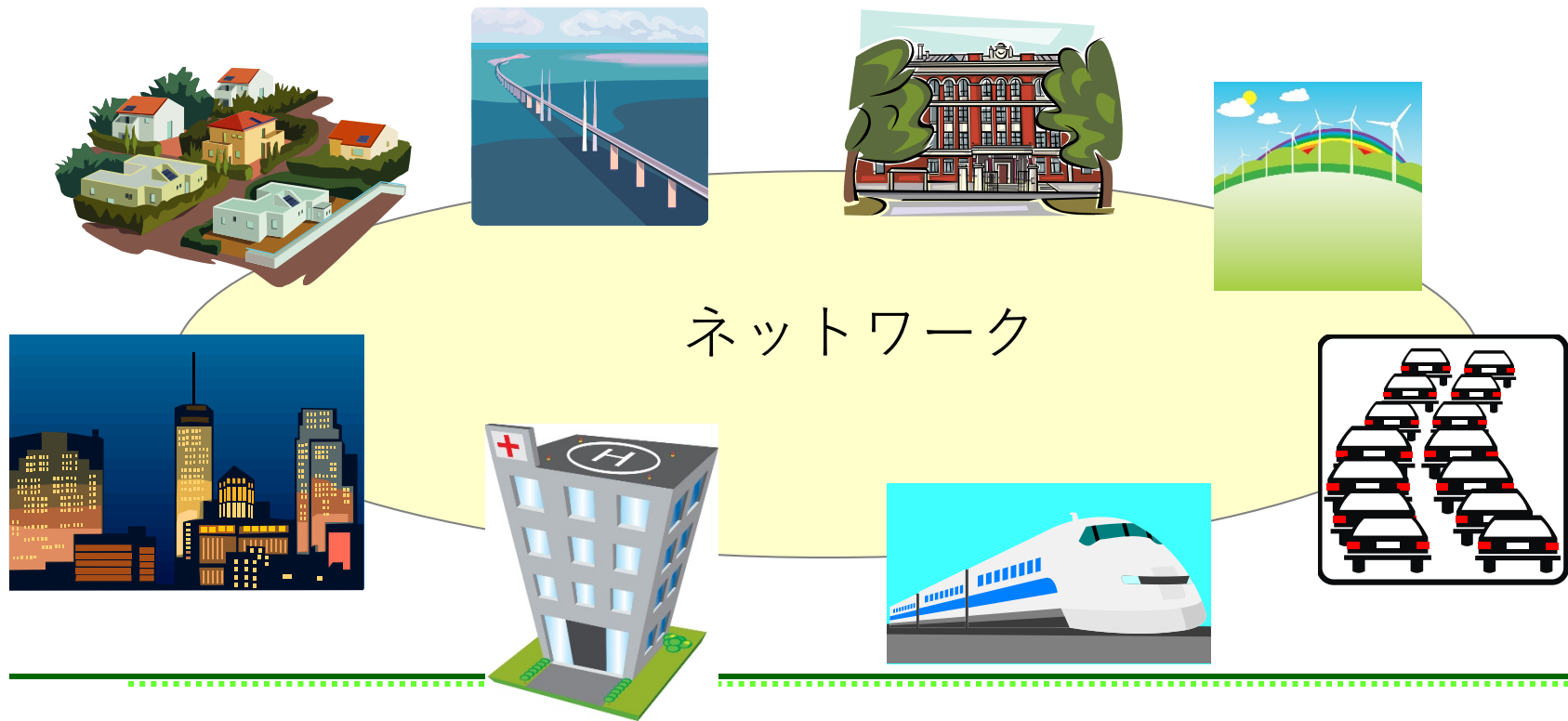


スマートシティ

スマートシティ

- ICT技術を駆使し、生活インフラ全体の高度な効率化を目指した**次世代都市**

- ◆ エネルギー, 交通, 生活インフラの効率改善
- ◆ 生活の見える化, トレンド把握等の付加価値サービス創造



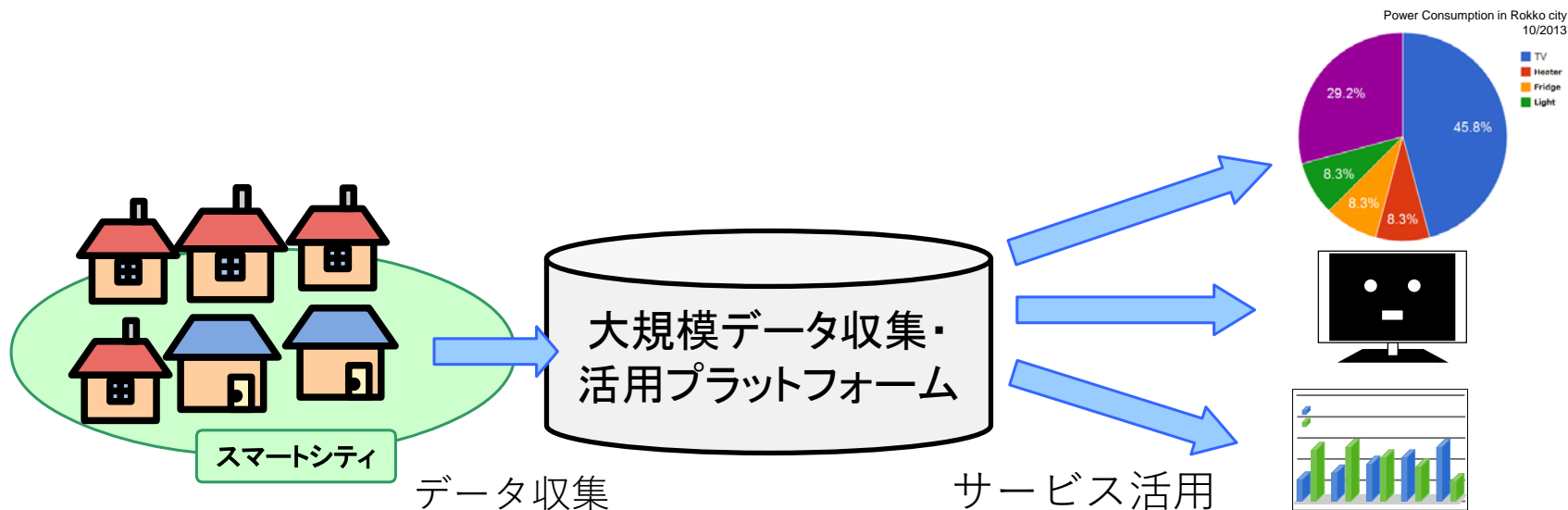


スマートシティとビッグデータ

■ スマートホームやインフラからデータを収集, サービスに活用

- ◆ 住宅ログの大規模化 (数万世帯から1日に数億件のレコード)
- ◆ 住宅ログは多様かつ不均質なデータで構成される
- ◆ 真の**ビッグデータ**となる (3V: Volume, Variety, Velocity)

■ スマートシティサービスのためのデータプラットフォーム

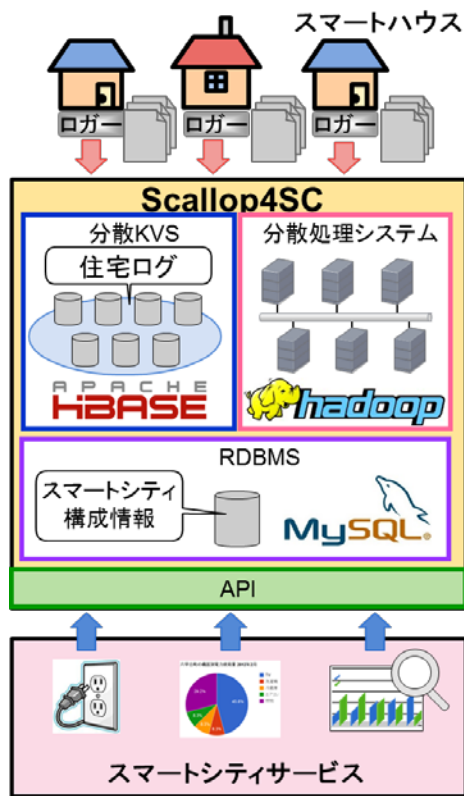




大規模住宅ログ収集・活用プラットフォーム

■ Scallop4SC (SCALable LOGging Platform for Smart City)

- ◆ **HBase(分散KVS)**を用いた大規模ログの蓄積
- ◆ **Hadoop/MapReduce**を用いた大規模並列分散処理

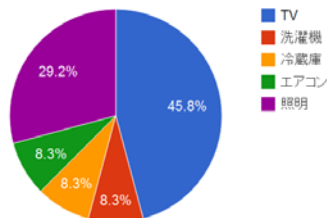


Scallop4SC PC クラスタ



地域内の機器別の総消費電力を計算する時間
(1世帯30機器, 1分1回の住宅ログを取った場

六甲台町の機器別電力使用量 2012年2月



都市モデル	世帯数	実行時間
神戸市	70万世帯	730分
灘区	6万世帯	65分
芦屋市	4万世帯	44分
洲本市	2万世帯	21分

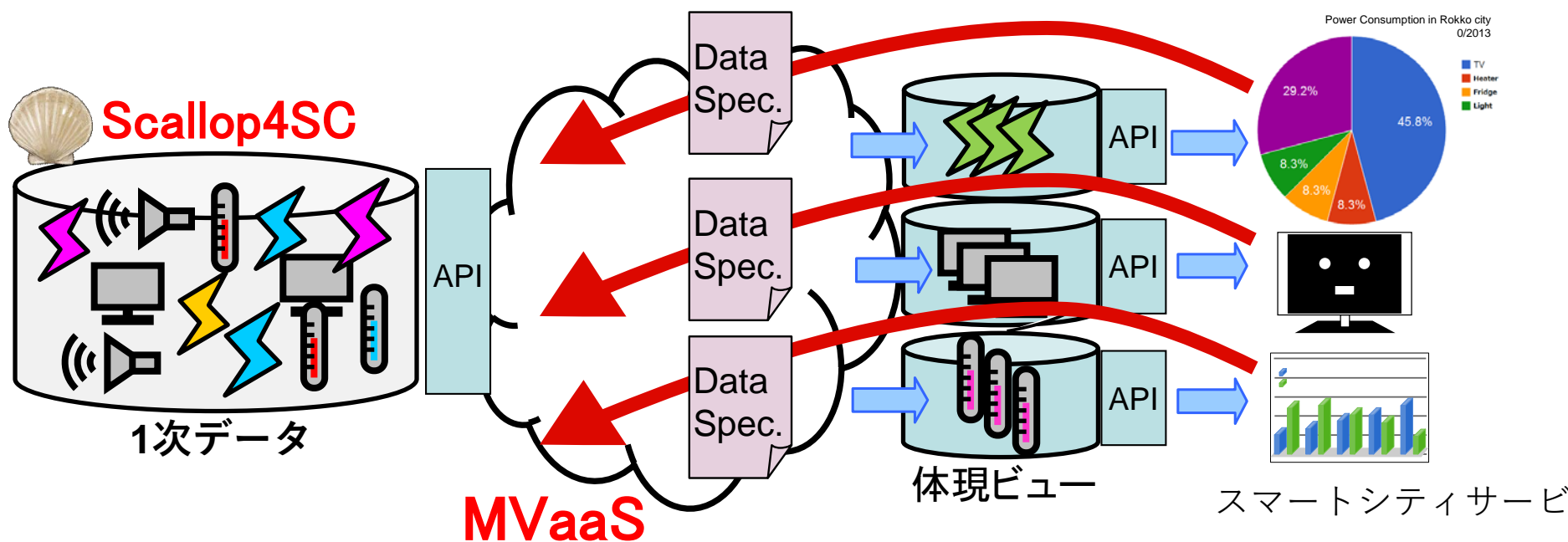
Shintaro Yamamoto, Shinsuke Matsumoto, and Masahide Nakamura, "Using Cloud Technologies for Large-Scale House Data in Smart City," In International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom2012), pp.141-148, December 2012.



体現ビュー アズ ア サービス (MVaaS)

■ スマートシティデータのビューを生成するサービス

- ◆ 扱いにくいビッグデータを用途の異なるアプリ毎にテーラリング
- ◆ 複雑な体現ビューの生成や管理をクラウドサービスとしてカプセル化



Shintaro Yamamoto, Shinsuke Matsumoto, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura, "Design and Evaluation of Materialized View as a Service for Smart City Services with Large-Scale House Log," IEICE Transactions on Information and Systems, vol.E97-D, no.7, pp.1709-1718, July 2014.



スマートシティのビッグデータの例

■ 兵庫県街頭犯罪データ (ひょうご防犯ねっと)

◆ 街頭で発生する事件をメールで配信し住民による自衛を促す

id	pre	seq	datetime	date	time	title	content	severity	address	lng	lat
17991bde2849ff2d	28	42842	2021-05-21	2021-05-21	23:07:00	刃物使用の負傷事件の発生について (5月22日・尼崎南)	5月21日(金)午後1時7分頃、尼崎市昭和南通5丁目74番地付近において、刃物のようなものを使用し...	3	尼崎市昭和南通5丁目74番地	135.41217844	34.72169621
17992169876f7716	28	42843	2021-05-22	2021-05-22	00:00:00	詐欺未遂事案の発生 (5月22日・高砂)	5月22日(土)、高砂市内において、詐欺未遂事案がありました。個人の携帯電話に、「ご利用料金の支払い...	1	高砂市	134.7904408	34.7662043
1799216f1ba62aff	28	42844	2021-05-22	2021-05-22	00:00:00	保険事務所職員をかたる特殊詐欺の予告電話の発生 (5月22日・芦屋)	5月22日(土)、芦屋市内において、保険事務所職員をかたる特殊詐欺の予告電話(アホ電)がありました。...	1	芦屋市	135.3041618	34.7269523
1799217cc4de2687	28	42845	2021-05-22	2021-05-22	00:00:00	区役所職員をかたる特殊詐欺の予告電話の発生 (5月22日・須磨)	5月22日(土)、神戸市須磨区内において、区役所職員などをかたる特殊詐欺の予告電話(アホ電)が連続発...	1	神戸市須磨区内において、区	135.1337028	34.6586353
1799298de9293e43	28	42846	2021-05-22	2021-05-22	00:00:00	市役所職員をかたる特殊詐欺の予告電話の発生 (5月22日・甲子園)	5月22日(土)、西宮市内において、市役所保険課の職員をかたる特殊詐欺の予告電話(アホ電)がありまし...	1	西宮市	135.3415224	34.7378767
179931480196e79f	28	42847	2021-05-22	2021-05-22	14:20:00	不審者情報 (5月22日・尼崎北)	5月22日(土)午後2時20分頃、尼崎市北部の商業施設内において、不審者が目撃されました。不審者は、...	2	尼崎市北部の商業施設内	0	0
179936a43efe2b9f	28	42848	2021-05-22	2021-05-22	00:00:00	市役所職員をかたる特殊詐欺の予告電話の発生 (5月22日・東灘区)	5月22日(土)、神戸市東灘区内において、市役所職員をかたる特殊詐欺の予告電話(アホ電)がありました。	1	神戸市東灘区	135.2654543	34.7202275

■ 神戸市救急出動データ (神戸市消防局)

◆ 出動のイベントを記録し、現状分析、リソース最適化を目指す

- 覚知, 指令, 出動, 現着, 現発, 病着, 病初, 帰署



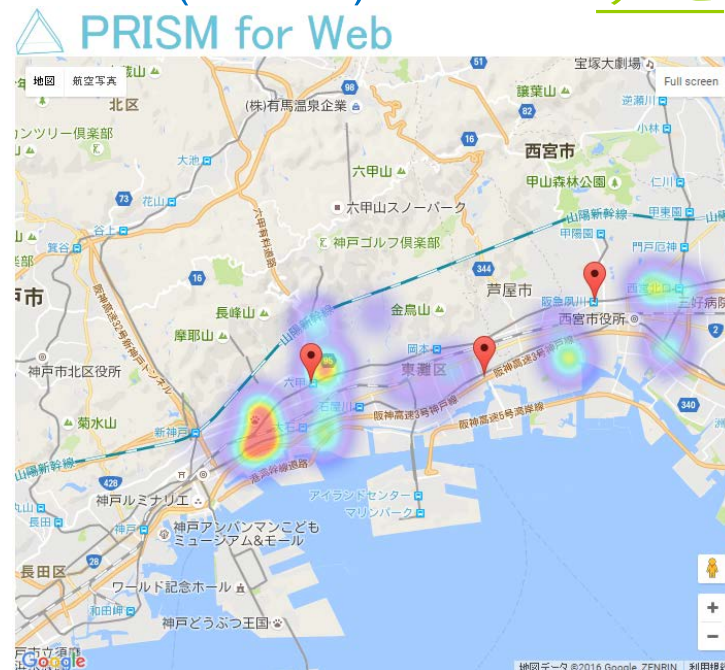
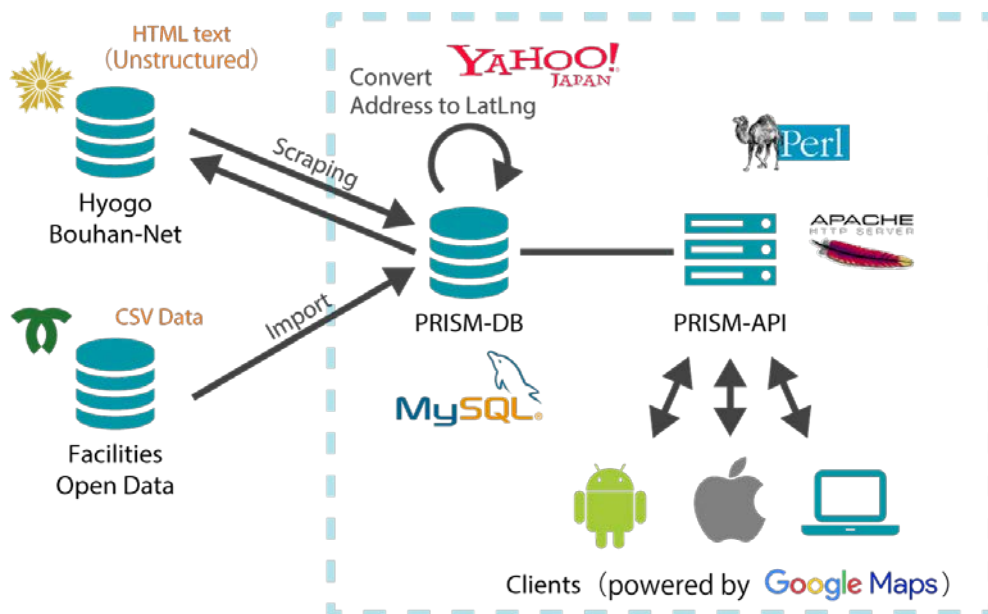
year	num	seq	incidentCode	incidentName	squadName	untransferCode	untransferReason	dayOfWeek	kakuchiDT	shutsujoDT	genchakuDT	genpatsuDT
2020	31367	0	81	急病	中央救急隊	NULL	NULL	0	2020-05-31 14:55:28	2020-05-31 14:59:25	2020-05-31 15:02:03	2020-05-31 15:02:03
2020	31368	0	81	急病	東灘救急隊	NULL	NULL	0	2020-05-31 14:57:32	2020-05-31 15:00:43	2020-05-31 15:02:09	2020-05-31 15:02:09
2020	31369	0	81	急病	北須磨救急隊	NULL	NULL	0	2020-05-31 15:13:25	2020-05-31 15:16:25	2020-05-31 15:19:51	2020-05-31 15:19:51
2020	31370	0	81	急病	灘第2救急隊	NULL	NULL	0	2020-05-31 15:21:37	2020-05-31 15:24:25	2020-05-31 15:27:25	2020-05-31 15:27:25



PRISM: 個人適応型防犯情報サービス

- 自分の生活圏に関連する街頭犯罪情報を可視化する
 - ◆ 兵庫県警が配信する事件情報を利用
 - ◆ 最新の犯罪情報を**深刻度**で**重みづけて**可視化する
 - 自分の生活圏から近いほど深刻, 最近ほど深刻
 - ◆ 2017年神戸・バルセロナ国際ワークショップ (WDVC)で優勝

デモ



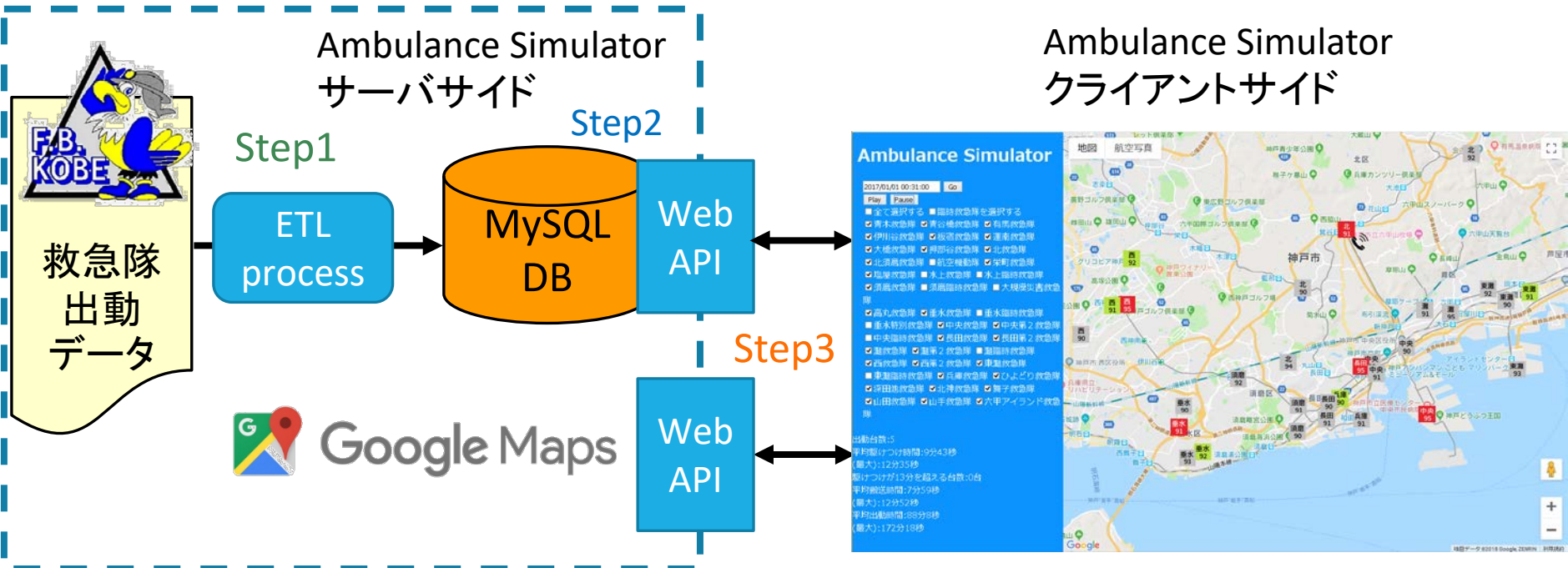
Takuhiro Kagawa, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura, "PRISM: Visualizing Personalized Real-Time Incident on Security Map," International Journal of Software Innovation (IJSI), vol.6, no.4, pp.46-58, August 2018.



Ambulance Simulator

■ 神戸市の救急車の出動動態を可視化・シミュレーションし、最適な指令戦略をサポートするシステム

- ◆ 各救急隊が、いつ、どこに、どんな状態でいたかを可視化
- ◆ どのような指令を出すとどうなるかをシミュレートする
- ◆ 2018年神戸・バルセロナ国際ワークショップ (WDVC) で発表



Takuhiro Kagawa, Naoya Yabuki, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura, "Ambulance Simulator," In World Data Viz Challenge 2018 (WDVC2018), vol.Barcelona Round, November 2018. (Barcelona, Spain)

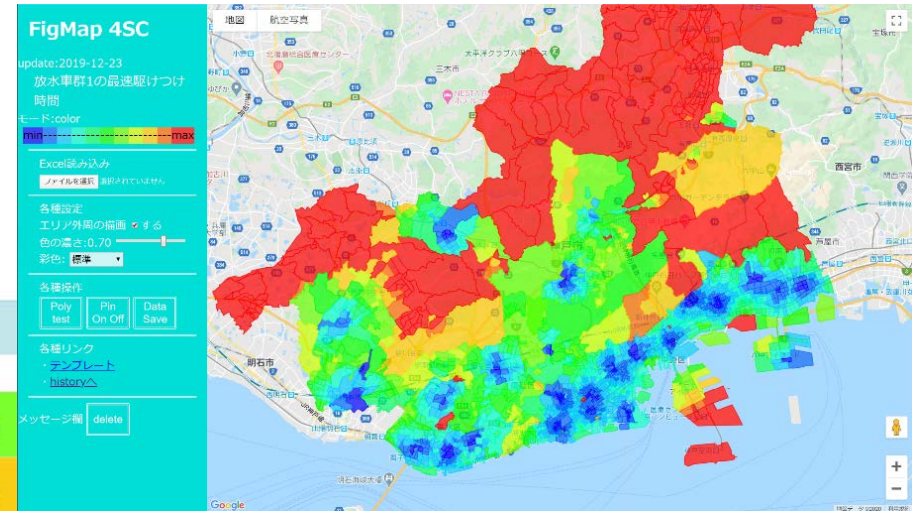


FD-CAST / FigMap4SC

■ 消防車・救急車の駆け付け時間をシミュレーションするツール

- ◆ 火災時, どの地域へどの消防車が何分で駆けつけられるか
 - ◆ 消防局の場所や消防車の編成を変えたらどうなるか
- 神戸市消防局にて実際に運用されている

区	消防車群1 [ソート]	消防車群2 [ソート]	消防車群3 [ソート]	消防車群4 [ソート]	消防車群5 [ソート]	消防車群6 [ソート]	消防車群7 [ソート]	消防車群8 [ソート]	消防車群9 [ソート]	消防車群10 [ソート]	消防車群11 [ソート]	消防車群12 [ソート]	消防車群13 [ソート]	消防車群14 [ソート]	消防車群15 [ソート]	消防車群16 [ソート]	消防車群17 [ソート]	消防車群18 [ソート]	消防車群19 [ソート]	消防車群20 [ソート]	消防車群21 [ソート]	消防車群22 [ソート]	消防車群23 [ソート]	消防車群24 [ソート]	消防車群25 [ソート]
東	東 1.1	東 1.2	東 1.3	東 1.4	東 1.5	東 1.6	東 1.7	東 1.8	東 1.9	東 1.10	東 1.11	東 1.12	東 1.13	東 1.14	東 1.15	東 1.16	東 1.17	東 1.18	東 1.19	東 1.20	東 1.21	東 1.22	東 1.23	東 1.24	東 1.25



地域 [ソート]	統括指揮車 [ソート] figMap	指揮隊群 [ソート] figMap	救助工作車 [ソート] figMap	救急車群 [ソート] figMap	放水車群1 [ソート] figMap	放水車群2 [ソート] figMap				
神戸市灘区鶴甲1丁目	ID: 東 7.5 距離: 4085m 時間: 490秒	ID: 東 7.0 距離: 3186m 時間: 382秒	ID: 東 3.0 距離: 3186m 時間: 490秒	ID: 東 3.3 距離: 4085m 時間: 294秒	ID: 東 2 距離: 2453m 時間: 3186m	ID: 東 1.3 距離: 3186m 時間: 490秒				
神戸市灘区鶴甲2丁目	ID: 東 7.5 距離: 4998m 時間: 599秒	ID: 東 7.0 距離: 4100m 時間: 491秒	ID: 東 3.0 距離: 4100m 時間: 599秒	ID: 東 3.3 距離: 4998m 時間: 403秒	ID: 東 2 距離: 3366m 時間: 4100m	ID: 東 1.3 距離: 4100m 時間: 491秒				
神戸市灘区鶴甲3丁目	ID: 東 7.5 距離: 5317m 時間: 654秒	ID: 東 7.0 距離: 2723m 時間: 326秒	ID: 東 3.0 距離: 2723m 時間: 654秒	ID: 東 3.3 距離: 5317m 時間: 444秒	ID: 東 1.3 距離: 2723m 時間: 326秒	ID: 東 1.1 距離: 3515m 時間: 468秒	ID: 東 2 距離: 3906m 時間: 2723m	ID: 東 1.1 距離: 5317m 時間: 654秒	ID: 東 9.0 距離: 2723m 時間: 326秒	ID: 東 1.7 距離: 4013m 時間: 564秒
神戸市灘区鶴甲4丁目	ID: 東 7.5 距離: 4978m 時間: 597秒	ID: 東 7.0 距離: 4080m 時間: 489秒	ID: 東 3.0 距離: 4080m 時間: 597秒	ID: 東 3.3 距離: 4978m 時間: 401秒	ID: 東 2 距離: 3547m 時間: 473秒	ID: 東 1.1 距離: 3942m 時間: 409秒	ID: 東 1.3 距離: 4080m 時間: 597秒	ID: 東 1.1 距離: 4978m 時間: 401秒	ID: 東 9.2 距離: 3547m 時間: 401秒	ID: 東 1.7 距離: 4978m 時間: 597秒
神戸市灘区鶴甲5丁目	ID: 東 7.5 距離: 5683m 時間: 691秒	ID: 東 7.0 距離: 3300m 時間: 396秒	ID: 東 3.0 距離: 3300m 時間: 396秒	ID: 東 3.3 距離: 5683m 時間: 611秒	ID: 東 1.3 距離: 3300m 時間: 396秒	ID: 東 2 距離: 4051m 時間: 486秒	ID: 東 1.1 距離: 4092m 時間: 491秒	ID: 東 1.1 距離: 5683m 時間: 691秒	ID: 東 9.0 距離: 3300m 時間: 396秒	ID: 東 1.7 距離: 5683m 時間: 691秒

Naoya Yabuki, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura, ``FD-CAST: a Tool for Analyzing and Simulating Fire Department Configurations," In 10th International Conference, DHM 2020, Held as Part of HCII 2020, pp.199-213, July 2020.

Tetsuya Nakai, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura, ``Fine-Grained Map Coloring Web Service for JavaScript," In 10th International Conference, DHM 2020, Held as Part of HCII 2020, vol.LNCS 12199, no.2, pp.159-174, August 2020.



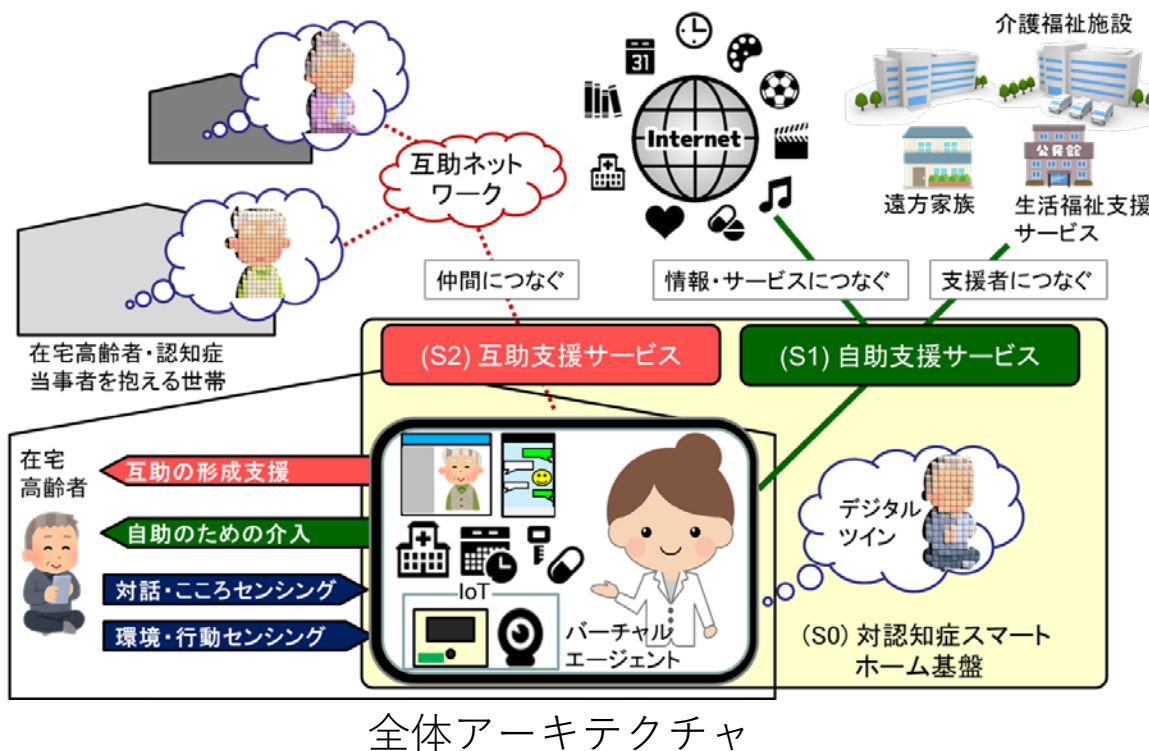
スマートヘルスケア



IoTとVAを活用した在宅介護支援システム

■ 在宅高齢者の自助・互助をシステムにより支援

- ◆ 健常者～軽中度の認知症を対象にIoTやVAがアシスト
- ◆ 機械で出来ることは機械に任せ, 人によるケアの質を上げる
 - IoTによるデータ収集, 状況の推定, 個人に寄り添ったケアの検索・立案
 - バーチャルエージェントやWebコンテンツを活用



Virtual Care Giver

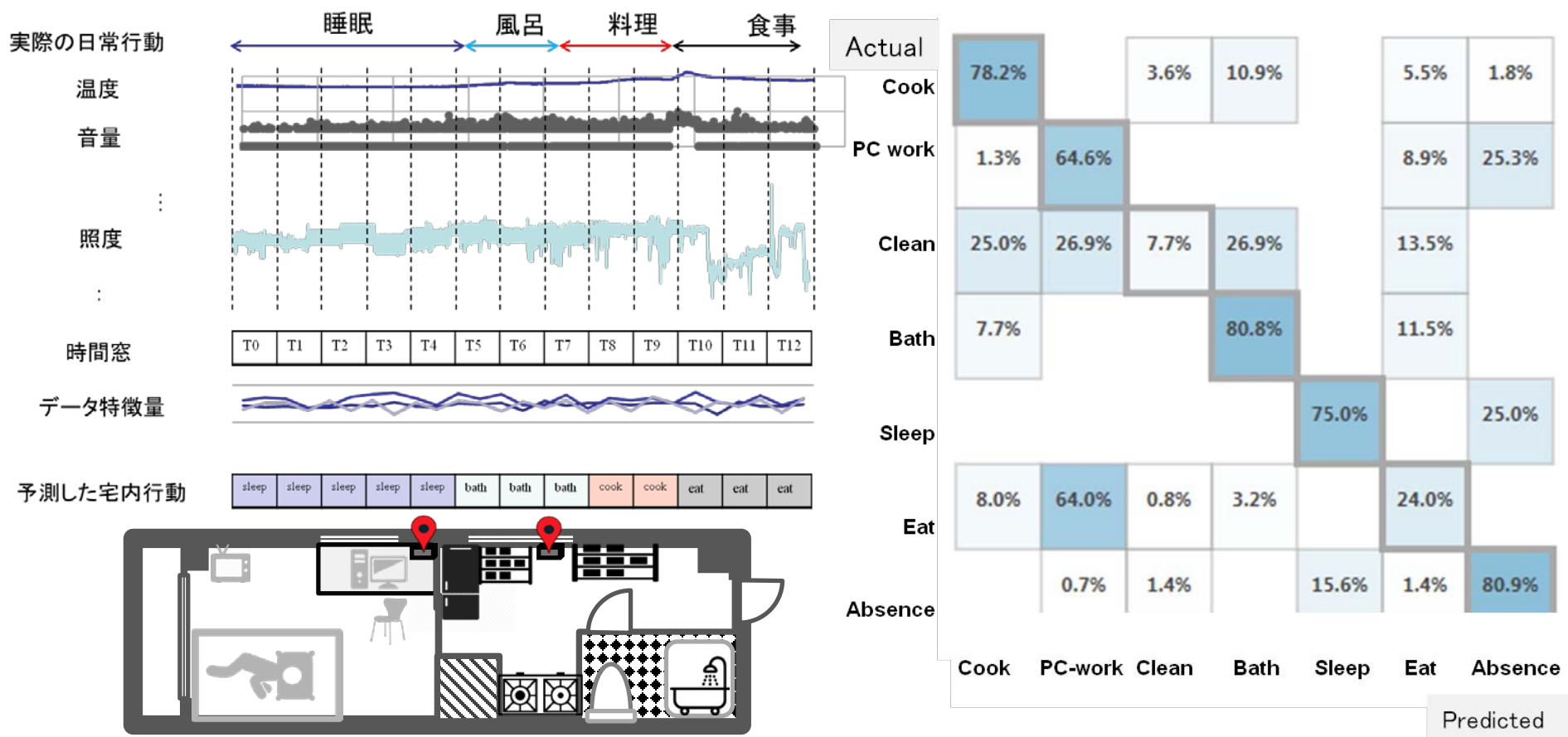
[デモ動画 \(YouTube\)](#)



環境センシングによる行動認識

■ 自律センサボックスの時系列データから高齢者の行動を推定

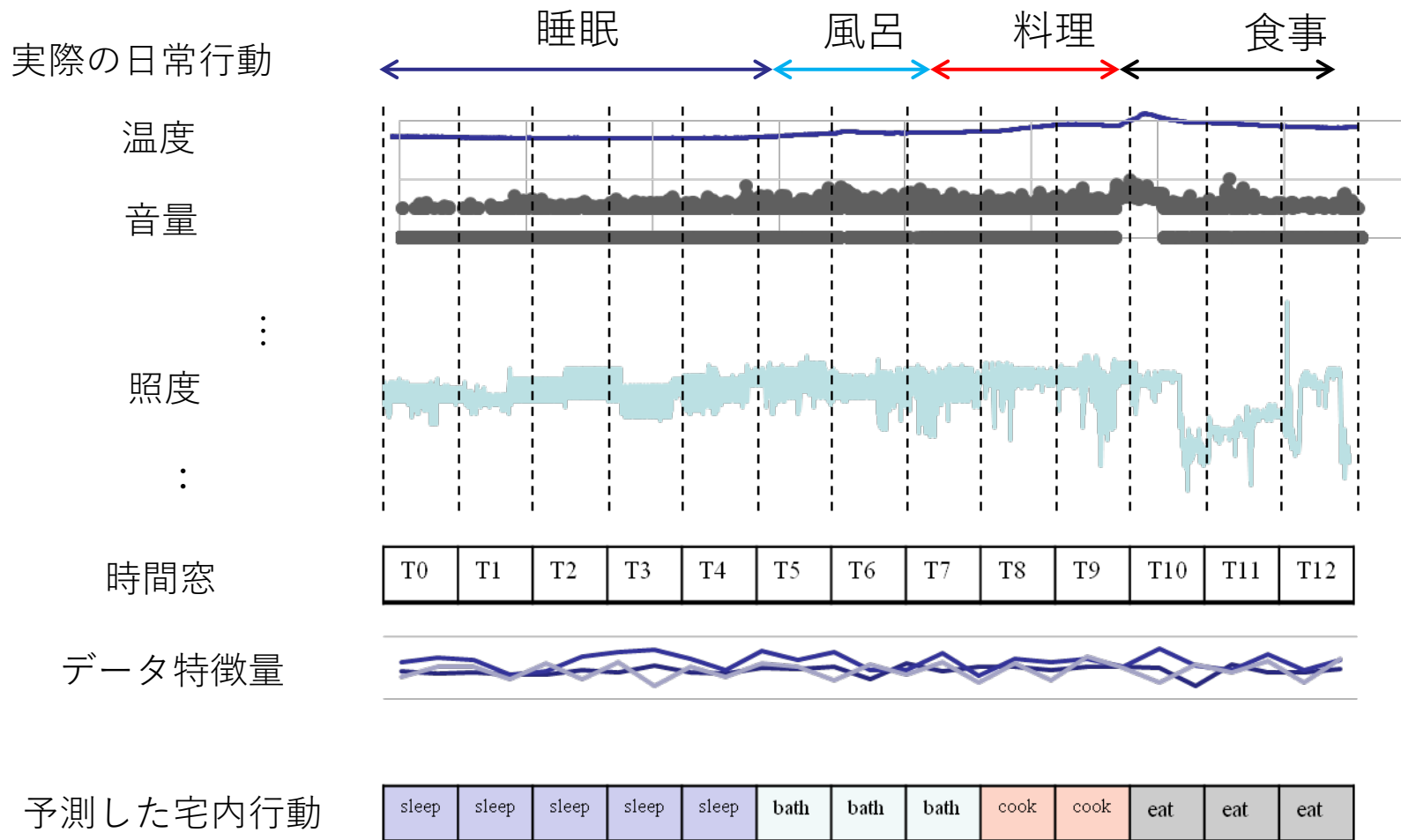
- ◆ 時系列データに7種類の行動ラベルを付与し, 教師データとする
- ◆ 機械学習 (Boosted Decision Forest) で分類器を構築





宅内行動の自動認識

- センサボックスの時系列データを機械学習にかけ宅内行動を自動推定する





環境センシングによる自動認識

- アパートにセンサボックスを設置し, 1カ月間実験を行った
 - ◆ ライフログャーによる7種類の行動をラベル付け→教師データ
 - ◆ Boosted Decision Forest (MS-Azure)で分類器を構築



- 精度はまずまず
 - ◆ 料理, 風呂, 睡眠, 外出は7-8割当たる
 - ◆ Micro-Average Precision: 55%
 - ◆ 環境センシングだけで認識する限界か



	Cook	PC-work	Clean	Bath	Sleep	Eat	Absence
Actual Cook	78.2%	3.6%	10.9%	5.5%	1.8%		
Actual PC work	1.3%	64.6%			8.9%	25.3%	
Actual Clean	25.0%	26.9%	7.7%	26.9%	13.5%		
Actual Bath	7.7%			80.8%	11.5%		
Actual Sleep					75.0%	25.0%	
Actual Eat	8.0%	64.0%	0.8%	3.2%		24.0%	
Actual Absence		0.7%	1.4%	15.6%	1.4%	80.9%	
	Cook	PC-work	Clean	Bath	Sleep	Eat	Absence

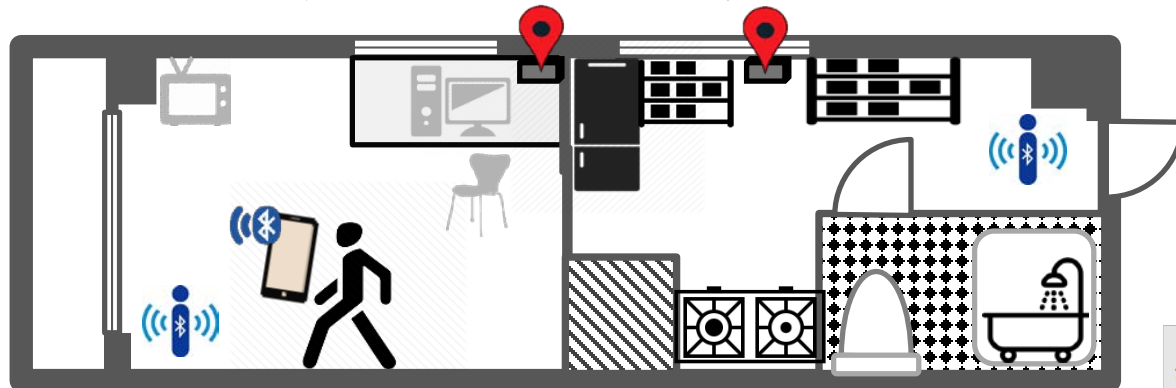
Predicted

Long Niu, Sachio Saiki, and Masahide Nakamura. Recognizing ADLs of One Person Household based on Non-intrusive Environmental Sensing, SNPD 2017, pp. 477–482, 2017



BLEビーコンによる屋内測位を導入

- Bluetoothで固有のデバイス信号をadvertiseするIoT
 - ◆ スマートフォンでキャッチ, 信号強度から大まかな屋内位置を推定
- 環境情報に位置情報を統合して精度向上を狙う
 - ◆ 部屋をゾーンに分け, ゾーン毎にビーコンを設置
 - ◆ 行動もゾーンに分けて, ゾーン内のデータのみを認識に使う



- 精度はだいぶ向上した
 - ◆ Micro-Average Precision: 71%
 - ◆ 依然としてラベル付けが大変

		Predicted Class						
		Cook	PC work	Clean	Bath	Sleep	Eat	Absence
Actual Class	Cook	92.7%			3.6%	1.8%		1.8%
	PC work	7.4%	66.0%	1.1%	9.6%		16.0%	
	Clean	17.3%	17.3%	30.8%	21.2%		13.5%	
	Bath	19.2%			80.8%			
	Sleep					100.0%		
	Eat	9.5%	59.9%	3.6%	5.8%		21.2%	
	Absence				0.6%	0.6%		98.9%



従来型の見守りシステムの課題

■ センサによる見守りの限界

- ◆ センサで外部から観察可能な行動認識にとどまる
- ◆ 内的状態を観測できない

■ 内的状態

- ◆ 行動に伴う心理的な状態(体調, 気分, 痛みなど)
- ◆ 人の健康に直結→見守りには重要な情報
- ◆ 専門家による問診やカウンセリングを通して得られる



足が痛いなあ...
体調も悪い...

中村さんは、リビング
で休んでいます



センシングだけでなく、**直接ご本人に聞いてあげてください**。高齢者は行動を当ててほしいのではなく、気にかけてくれることが嬉しいのですよ

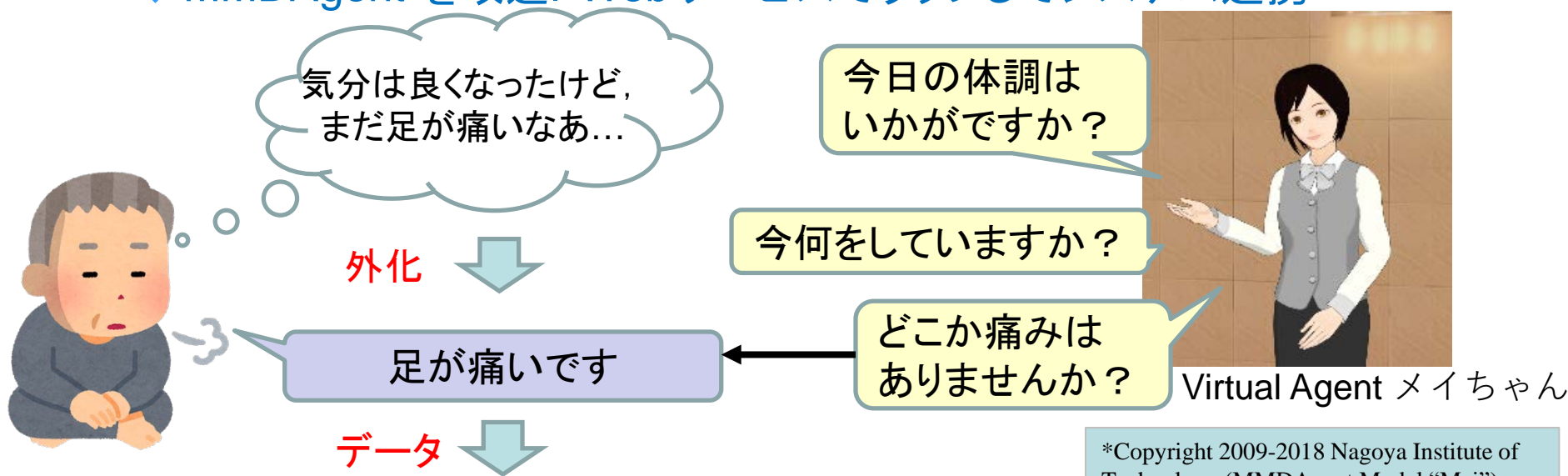




「こころ」センシング (Mind Sensing)

■ ヴァーチャル・エージェント(VA)やチャットボットで問いかけ
 高齢者の**内的状態を言葉に外化**させる

- ◆ VA:音声認識・音声合成技術で対話が可能なソフトウェアロボット
- ◆ MMDAgent*を改造. Webサービスでラップしてシステム連携



*Copyright 2009-2018 Nagoya Institute of Technology (MMDAgent Model "Mei")

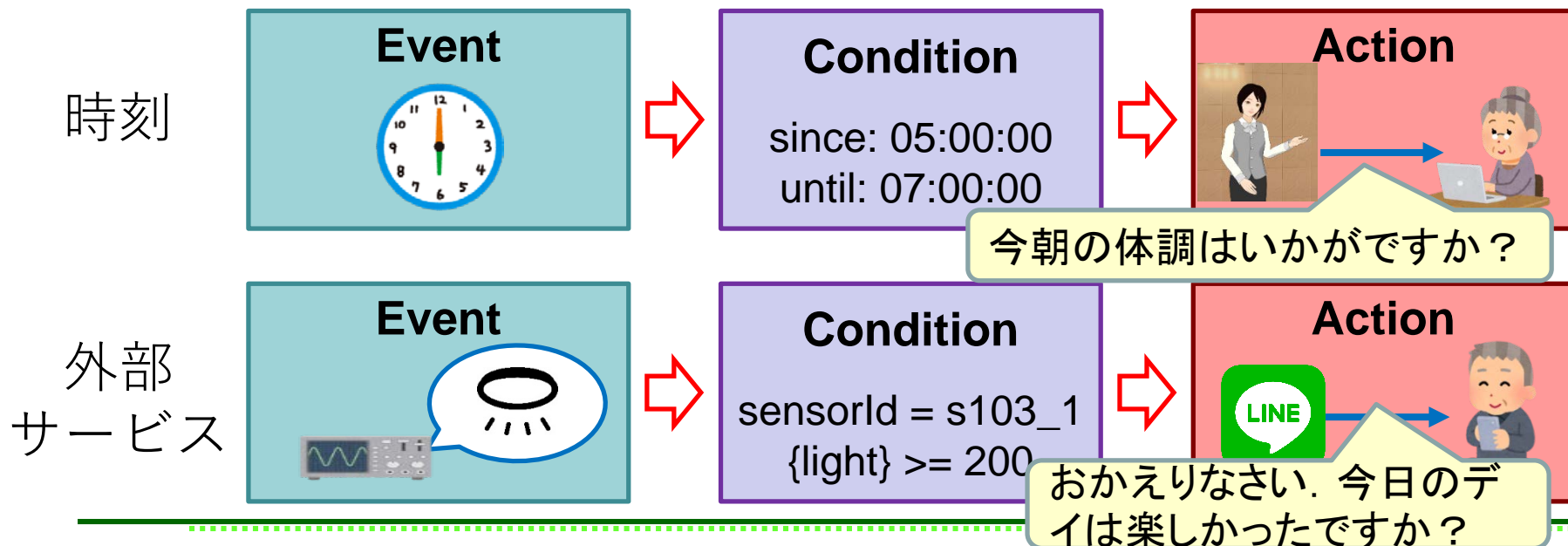
user	datetime	states
中村	2021-01-27T15:30:00	足が痛いです

➡ 対処法の提案
 支援者との連携

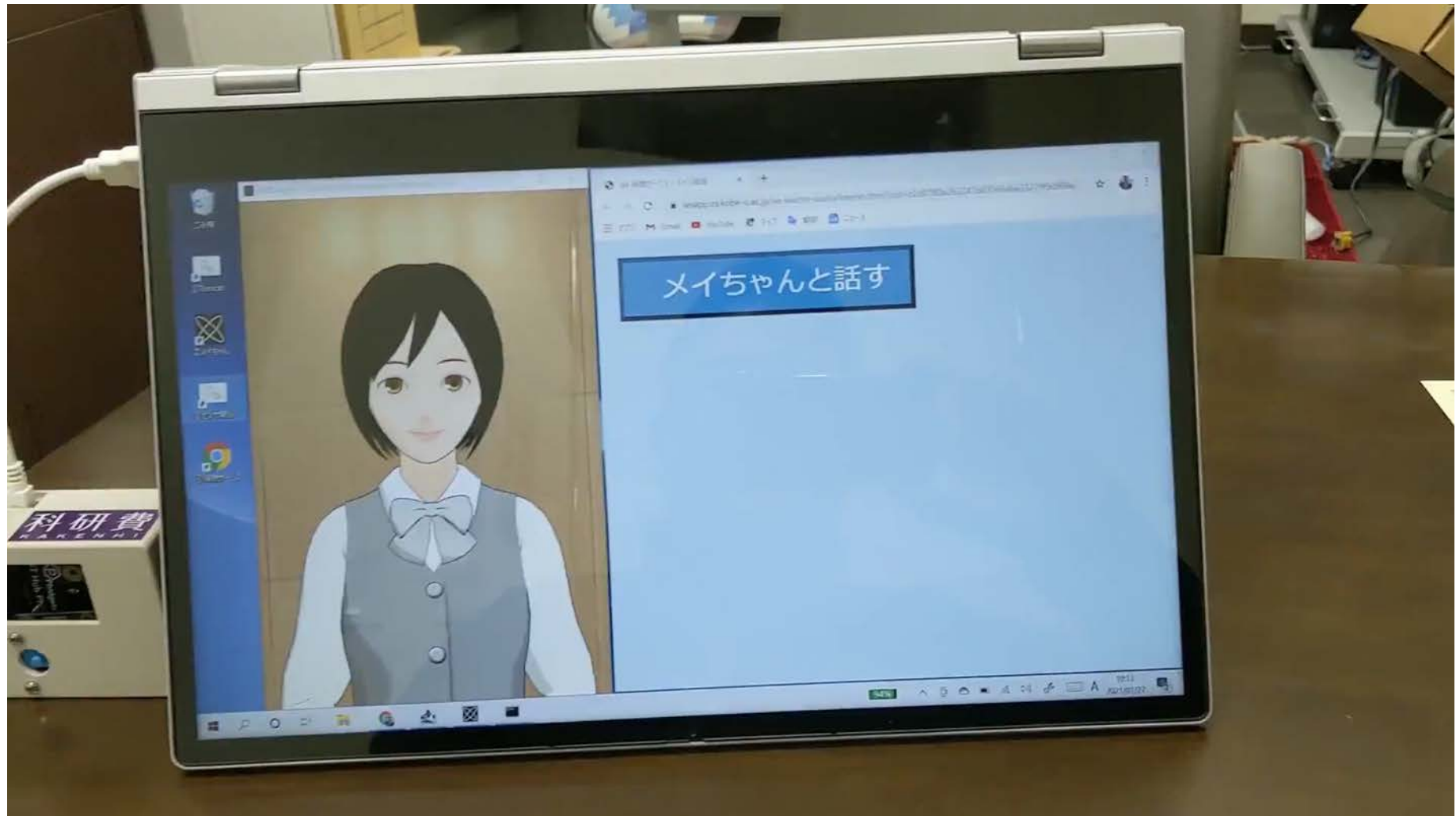
Haruhisa Maeda, Sachio Saiki, Masahide Nakamura, and Kiyoshi Yasuda, "Rule-Based Inquiry Service to Elderly at Home for Efficient Mind Sensing," In 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2019), pp.666-670, December 2019.

「こころ」センシングサービス (Mind Sensing Service)

- 「こころ」センシングを実行するための基盤サービス
 - ◆ 時刻やイベントに基づくコンテキストウェアな問いかけを実現
 - ECA規則(Event-Condition-Action)
 - ◆ Event: 問いかけのトリガとなる宅内コンテキスト
 - ◆ Condition: 必要条件となるコンテキスト
 - ◆ Action: 質問の内容, 対象ユーザ, 質問の送信に使用するWebサービス
- それぞれの規則を柔軟に設定することでユーザの状況を考慮



VAメイちゃんとの対話



YouTube リンク : <https://youtu.be/p-7bwNfWuog>



「こころ」センシングを活用した日常健康記録

■ エージェントが毎日ユーザーに健康状態をたずねる

- ◆ ユーザーは事前に記録したいメトリックを申告しておく
- ◆ エージェントへの回答をテキストマイニングして値を抽出・グラフ化

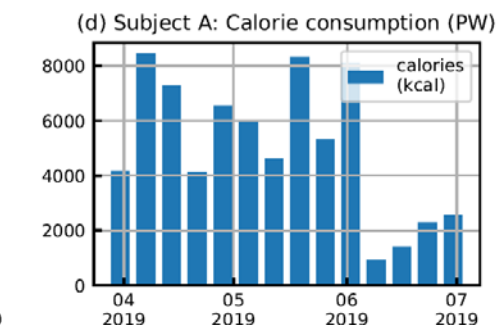
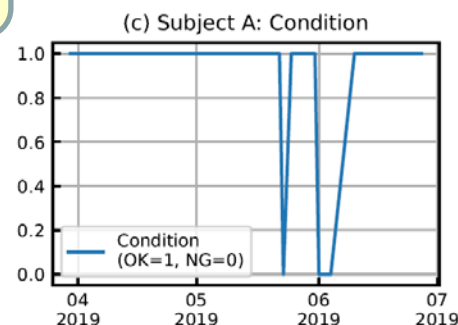
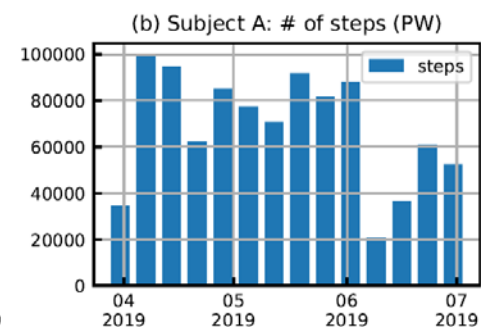
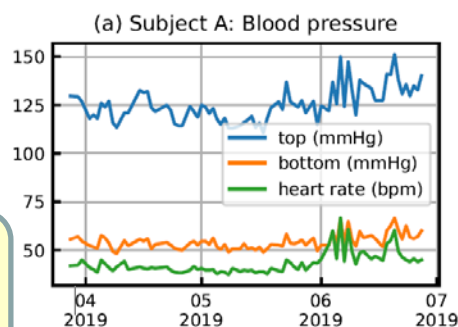


中村さん, 今朝の血圧の値を教えてください

中村さん, 今日は何歩歩きましたか?



今朝の血圧は上が123, 下が59だったよ. 歩数は3412歩だった

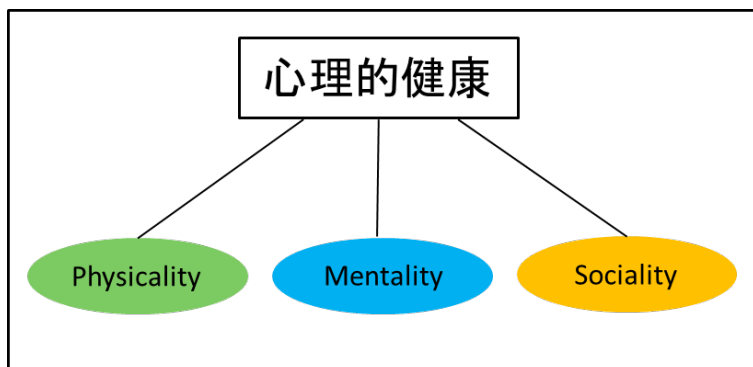




「こころ」の見守りサービス

- 「こころ」センシングを活用し高齢者の心の状態をモニタリング
- 「身体」「精神」「社会」の3点からアセスメント

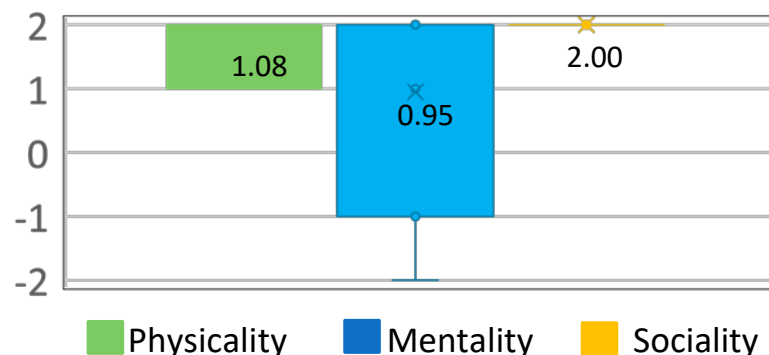
◆ 臨床現場での心理テストを応用



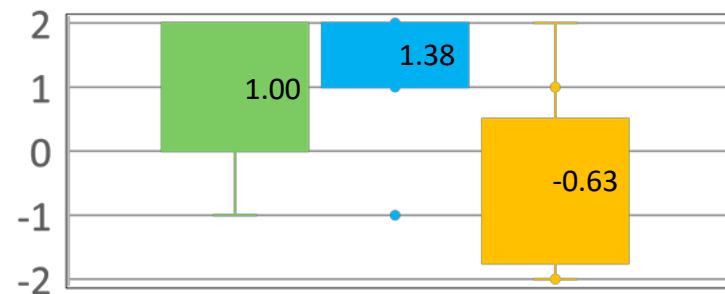
Physicality	疲れた感じがして、何かをする気力がないと思いますか？	疲労感 無気力感
	最近、あまり食欲がないと思いますか？	食欲不振
Mentality	毎日の活動力や周囲に対する興味が低下したと思いますか？	活動力 興味低下
	将来の漠然とした不安に駆られることが多いと思いますか？	将来の不安
Sociality	自分が無力だなあと感じるが多いと思いますか？	自己の無力さ
	他人が気付くくらい、動きや話し方が遅くなったと思いますか？	精神障害

〇〇さんは最近、
・食欲不振
・将来の不安
を感じているようです。
何か思いあたることは
ありますか？

被験者Bの返答結果



被験者Cの返答結果

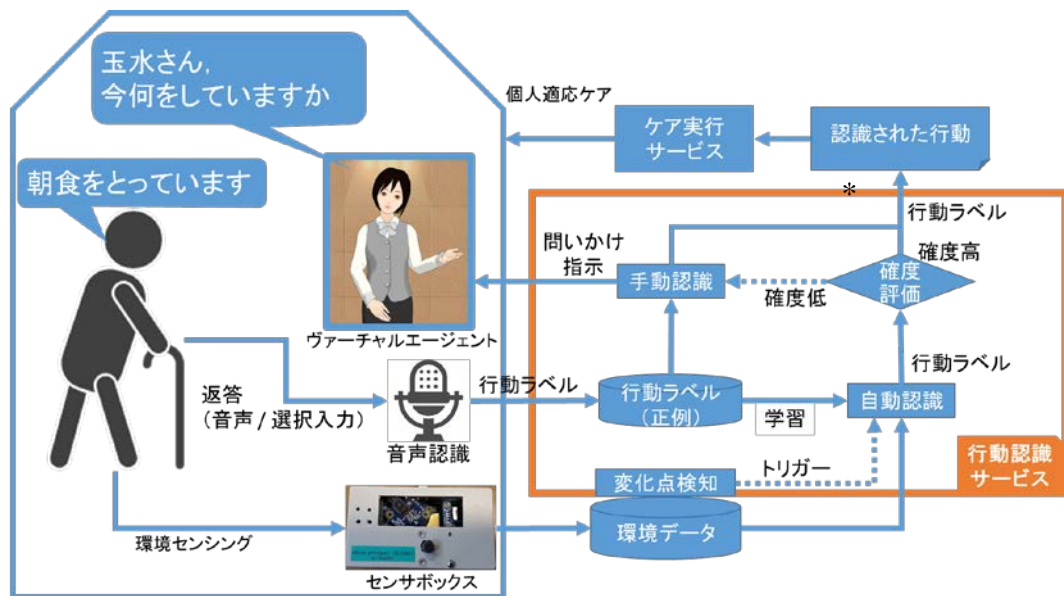




環境変化と声かけに基づく生活行動記録

■ 高齢者を対象とした負担のない行動記録とコミュニケーションの促進を目指す

- ◆ センサボックスの環境データのオンライン変化点検知にかける
- ◆ 環境が変化した＝行動が発生したとみなす
- ◆ エージェントが問いかけ, 高齢者の回答によって行動をラベル付け
- ◆ ラベルの蓄積により自動認識の精度が上がっていく

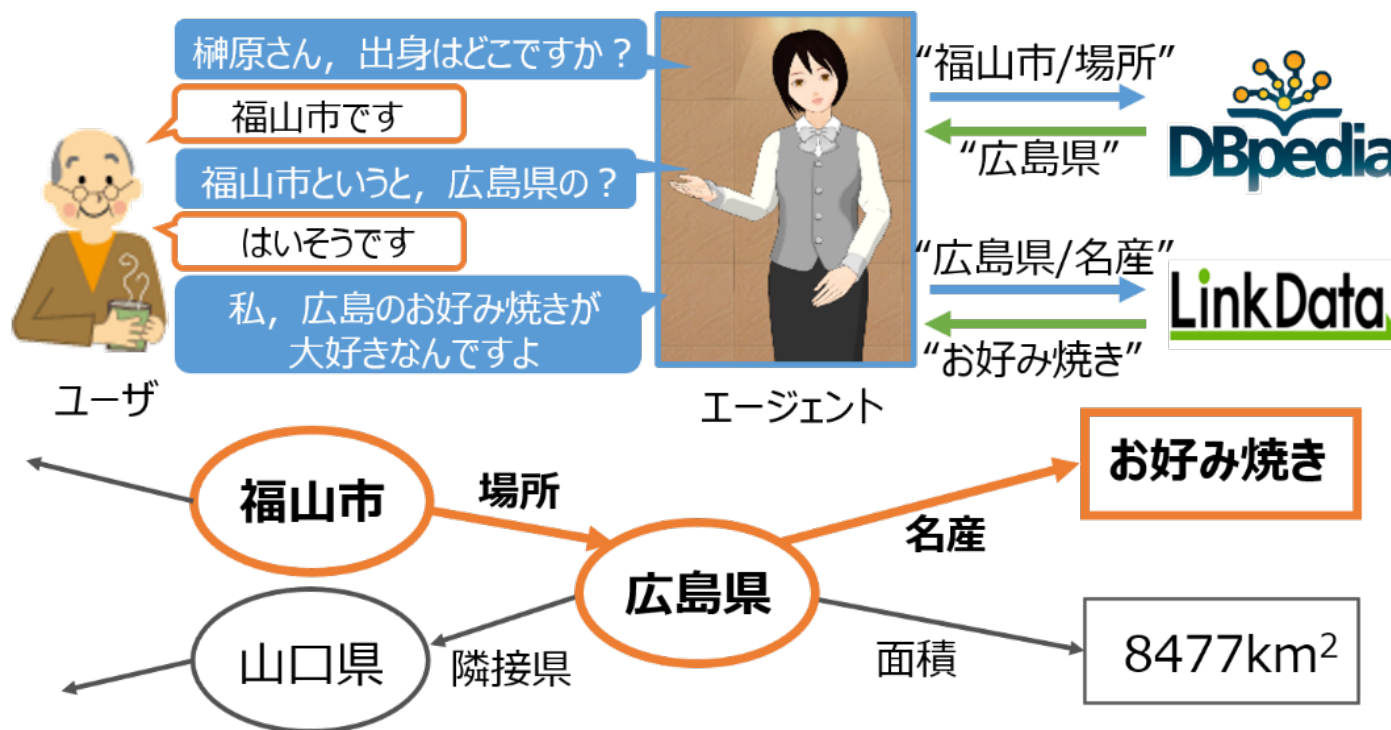


K. Tamamizu, S. Sakakibara, S. Saiki, M. Nakamura, and K. Yasuda, "Capturing Activities of Daily Living for Elderly at Home Based on Environment Change and Speech Dialog," In Digital Human Modeling 2017 (DHM 2017), no.LNCS 10287, pp.183-194, July 2017



生活史とLODを活用した話題生成

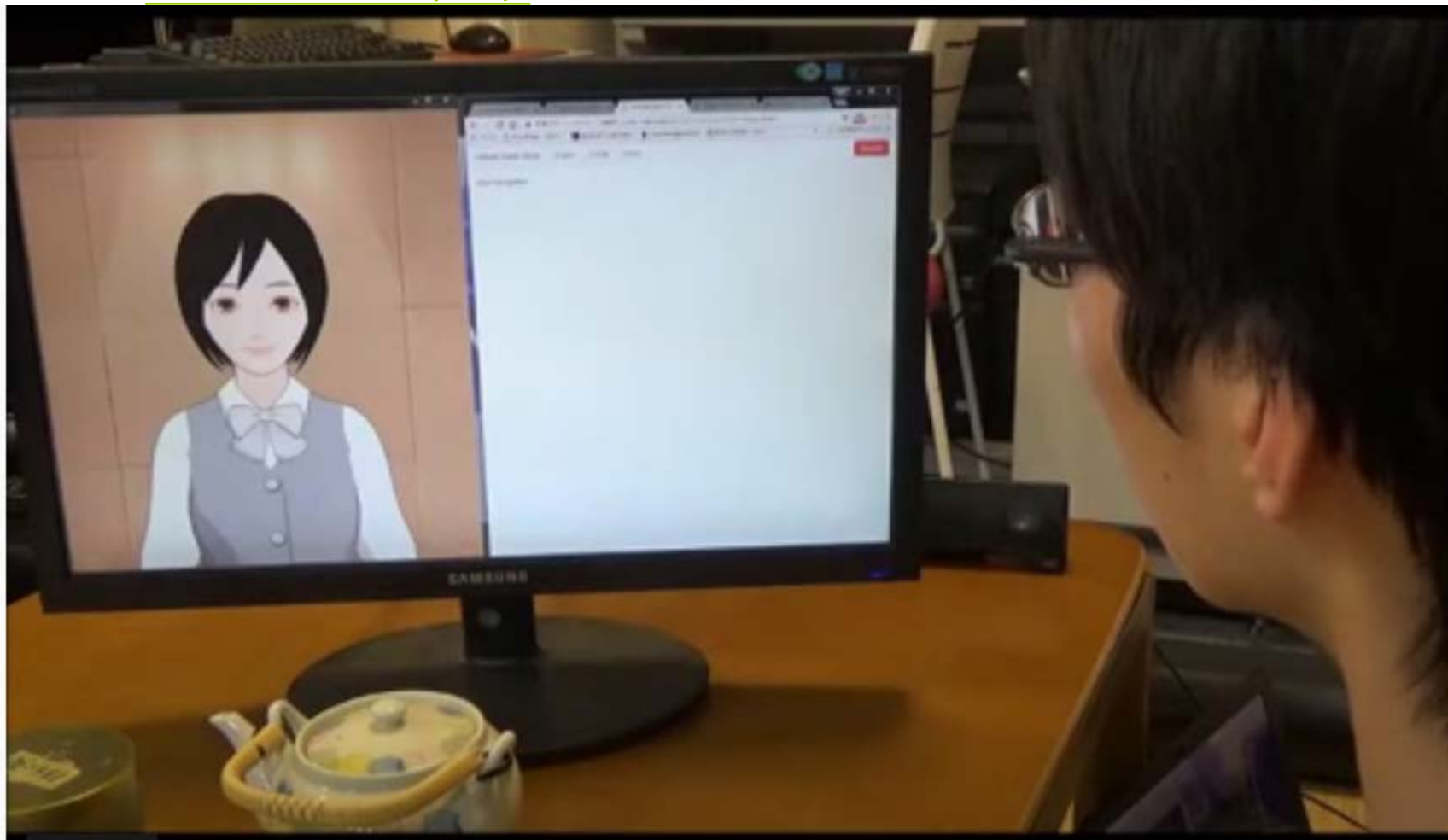
- 認知症患者が覚えている自分自身の昔の記憶を活用
 - 生活史: 出身, 家族構成, 学校, 仕事, 思い出, 趣味などの情報
 - 認知症者自身にまつわる**定常的な情報**を用いて話題作りをする
 - LOD(Linked Open Data)を活用して話題を発展させる



榎原 誠司, 佐伯 幸郎, 中村 匡秀, 安田 清, "在宅認知症者の日常カウンセリングシステムのための個人向け話題生成," 電子情報通信学会技術研究報告, vol.116, no.488, LOIS2016-68, pp.35-40, March 2017.

個人に寄り添った対話の生成

- 出身を聞き, ご当地の名産品についての対話を生成する
 - ◆ [YouTubeへのリンク](#)





ライフステージの出来事を活用した話題生成

- 人生の節目に当たる年に流行した出来事や流行を題材に、話題を生成する

STEP1: 利用者の年齢から人生の節目の年代を特定

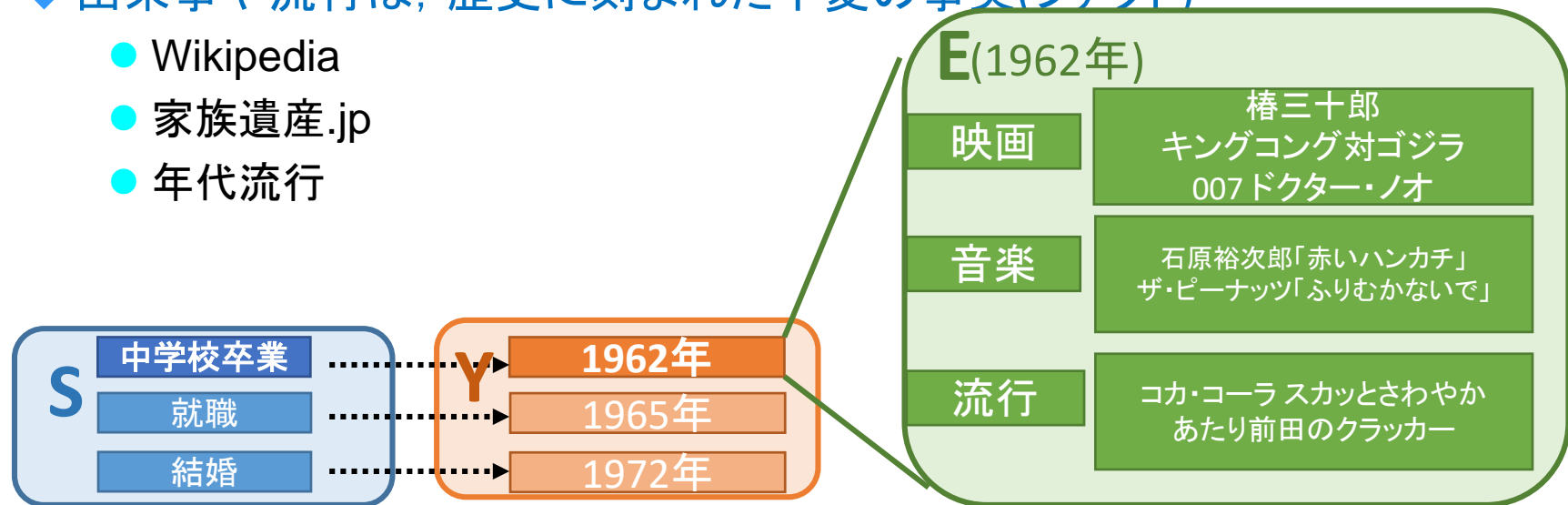
STEP2: 各節目の年代に起きた出来事や流行をオープンデータから取得

STEP3: 取得した出来事や流行を使った話題を生成する

- オープンデータからその年の出来事取得

◆ 出来事や流行は、歴史に刻まれた不変の事実(ファクト)

- Wikipedia
- 家族遺産.jp
- 年代流行



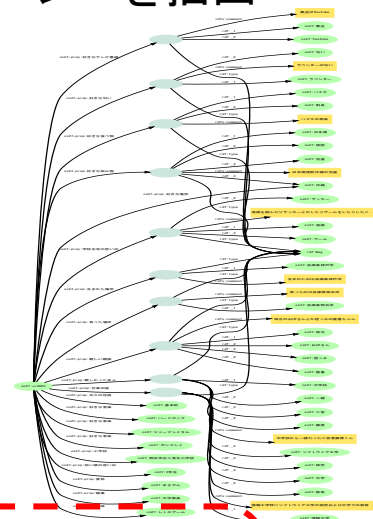
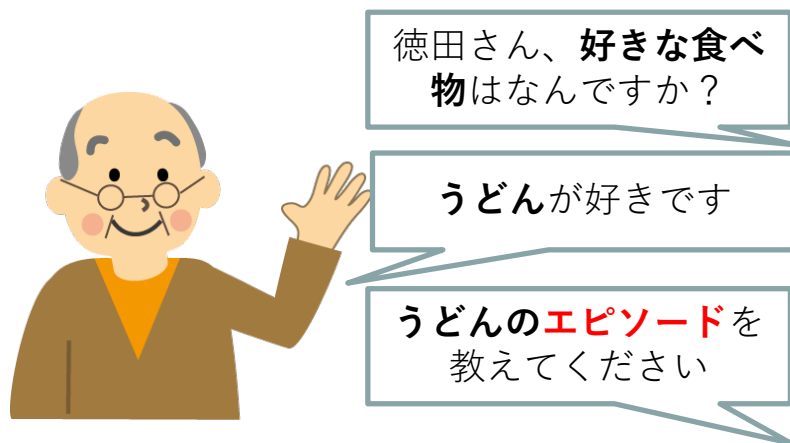


エージェント対話から個人関心事の抽出

- エージェントとの対話から, 個人にまつわる知識(個人オントロジー)をLinked Data形式で蓄積し, その中から特に関心をもっている概念「個人関心事」を発見する

◆ A1: 個人関心事の抽出

- 先行システム[1]を利用して特定ジャンルにおける関心事を取り出す
- 関心事に関するエピソードを語ってもらい個人オントロジーを抽出



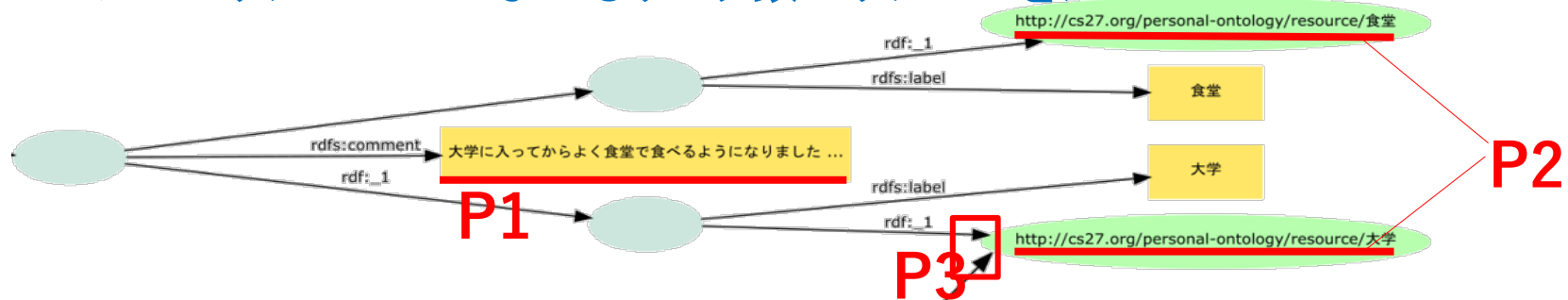
◆ A2: 個人関心事の評価

- 個人オントロジーに登場する概念を3つの基準によって評価
- 関心の度合いを数値として算出する



個人関心事を推定する3つの基準

- P1: エピソードを多く語るほど関心が高い
 - ◆ 人は自分が関心があることには多くを語るだろう
 - ◆ エピソードの回答リテラルの文字数で評価
- P2: エピソードに含まれる概念数が多いほど関心が高い
 - ◆ 関心のあることにはより多くの知識や経験が付随しているだろう
 - ◆ P2: エピソードに対応するLinked Data内のリソース数で評価
- P3: 参照元が複数ある概念は関心が高い
 - ◆ 関心のあることは、様々な文脈で言葉に出しているだろう
 - ◆ P3: リソースにつながるリンク数でリソースを対象に評価

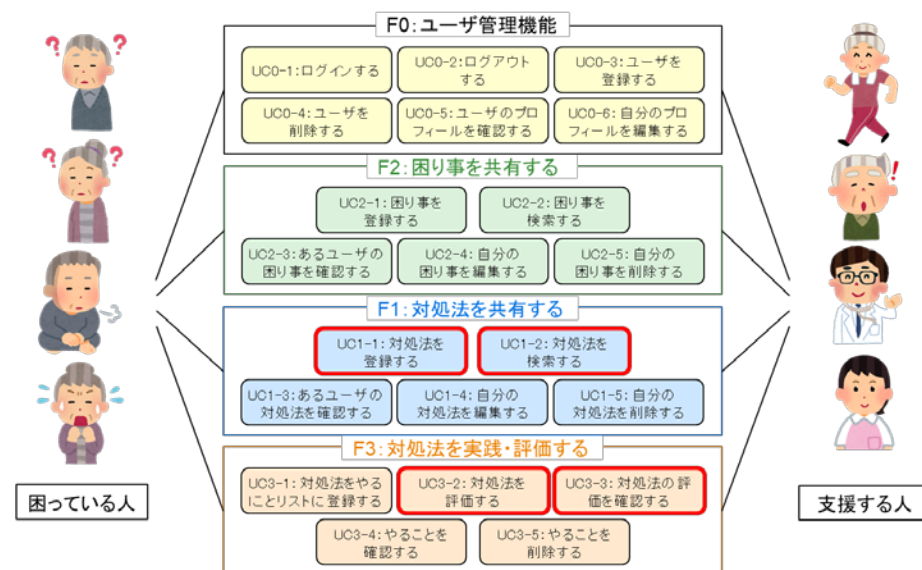
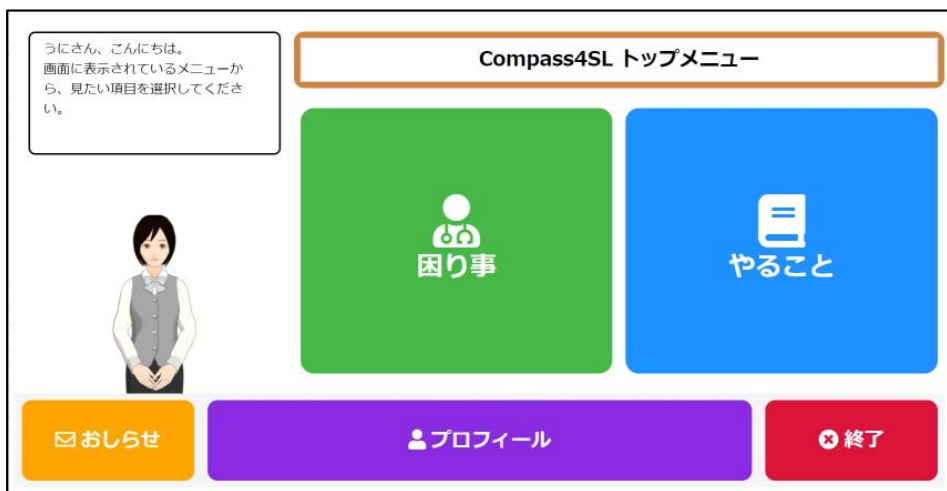




日常生活の困りごと・対処法共有サービス

■ Compass4SL (Community-based Problem and Solution Sharing Service for Senior Living)

- ◆ 在宅高齢者が困り事に対して自助で対処できるようにする
- ◆ 困り事に対する対処法を共有・評価し, 互助の機会を創出する



- 高槻大貴, 佐伯幸郎, 中村匡秀, 安田清, "Compass4SL:在宅高齢者を対象とした困り事対処法共有サービス," 電子情報通信学会技術研究報告, vol.119, no.477, LOIS2019-81, pp.145-150, March 2020. (沖縄, 大瀆信泉記念館)
- 雲丹亀和希, 佐伯幸郎, 中村匡秀, 安田清, "在宅高齢者を対象とした困り事・対処法共有サービスの実装," 電子情報通信学会技術研究報告, vol.120, no.434, SC2020-42, pp.55-61, March 2021. (オンライン開催)



IoTで可能になること(再掲)

- 実世界の情報収集, オペレーションが可能になる
 - ◆ プラットフォーム独立なアクセス, 大規模ストレージへのデータ蓄積
- 実世界の過去～現在の状況を理解できる
 - ◆ ビッグデータ処理, 可視化, 分析
- 状況に応じたオペレーションが可能になる
 - ◆ ルールベース, 自動化, 最適化
- データを蓄積・学習することで未来の状況を予測できる
 - ◆ AI, 機械学習, 予測

すべてインターネットのサービス, リソースを活用して実施できる



まとめ

- IoTの解説とともに, 中村研究室で行っている研究を紹介した
 - ◆ IoTの概説
 - ◆ スマートホーム
 - ◆ スマートシティ
 - ◆ スマートヘルスケア

- IoTの特長・性質を考慮した適用が重要
 - ◆ 超巨大異種分散システム
 - ◆ マルチベンダ必須. 一社ですべて1から作るのは非現実
 - ◆ 開発より運用が大変. 人手をなるべく介さない仕組みが必要
 - ◆ 技術駆動ではなく, 目的指向が重要
 - ◆ 本当に困っている社会課題へのアプローチ



レポート課題

【課題】 自分の身の回り, あるいは, 社会における課題を, 講義に出てきたIoT, スマートシステムを用いてどのように解決・改善するか, 自由に発想して答えなさい. 回答にあたっては,

- ◆ (1) 着目する課題とその理由
- ◆ (2) 具体的な解決・改善の方法
- ◆ (3) どのような効果・メリットが生まれるか

にわけて整理して記述しなさい.

- 提出はBEEFの「コミュニケーションシート」から行うこと (※切 5/31)
- 本日の資料はBEEFまたは以下からダウンロード可能
 - ◆ <https://cs27.org/> -> 【更新履歴】のところ