

**「第一回人工知能ワークショップ
「AI for Service and Society,
人と相互理解する次世代AIの社会実装に向けて」**

次世代人工知能技術開発におけるニーズ・ データ・シーズの循環と制御モデル化

国立研究開発法人産業技術総合研究所

人工知能研究センター

副研究センター長

統計数理研究所客員教授, 東京工業大学連携教授

本村 陽一

Yoichi Motomura

自己紹介

- 1993年 通産省（現経産省）工業技術院 電子技術総合研究所入所
階層型ニューラルネットの統計的学習、ベイズ推定、人工知能の研究に従事
- 1993年～2001年 通産省 Real World Computing project(第5世代コンピュータの次の大型プロジェクト) にてベイジアンネット研究開発
- 2001年～産総研 情報処理研究部門 (ベイジアンネットの実用化研究)
- 2002年 IPA 未踏ソフトウェア スーパークリエーター認定(ユーザーモデリング)
- 2003年～産総研 デジタルヒューマン研究センター(確率的人間行動モデル)
- 2008年～産総研 サービス工学研究センター大規模データモデリング研究チーム長
(ビッグデータ活用技術、サービス工学での実用化研究、確率モデリング技術の応用)
- 2011年～サービス工学研究センター副研究センター長
ベイジアンネット・ビッグデータ活用技術の普及のため大学、病院、企業との共同研究、ベンチャー設立、経産省への協力などを積極的に行う
- 2015年～ 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
人工知能研究センター副研究センター長 および 確率モデリング研究チーム長,
統計数理研究所客員教授, 東京工業大学連携教授(知能システム科学専攻)兼務

**NEDOプロ「人と相互理解できる次世代人工知能技術の研究開発」
(2015.9.1～2020.3 予定), JST COI他人工知能研究プロジェクト多数推**

進

人工知能技術の動向

- Deep Learning (多段の階層型ニューラルネット)
 - 自動運転 (Probabilistic robotics : 環境モデリング)
 - ビッグデータ活用技術 (機械学習による従来の統計を越えたデータ分析と知識活用)
 - IBMワトソン (言語処理技術、対話的 Q & A システム)
 - IoT, Industrie4.0などによる今後のビッグデータ増大
-
- 1990年代から絶え間なく続けられたきた研究成果が最近、**利用できるビッグデータが増加**したことで実用的成果結実
-
- 今後どのように展開するのか？ (これまでとどう違う?)
→ **データの量と質、活用方法が展開すると予想される**

人工知能ブームの背景

- かつての記号的・論理的人工知能
→ 知識やプログラムを人が与える必要
- 機械学習的アプローチ（ニューラルネット含む）の発展
- 計算機の性能向上 1990年当時CPU:33MHz
→ 今のDeep Learning 約3GHz x マルチコア, GPGPU
- 機械学習のために使えるビッグデータが増大
- さらに画像や動画に対してソーシャルメディアによる人がコメントや解釈をテキストデータで付与
- そして今後は多地点で時々刻々と生成されるIoT系データが急速に拡大することが想定される

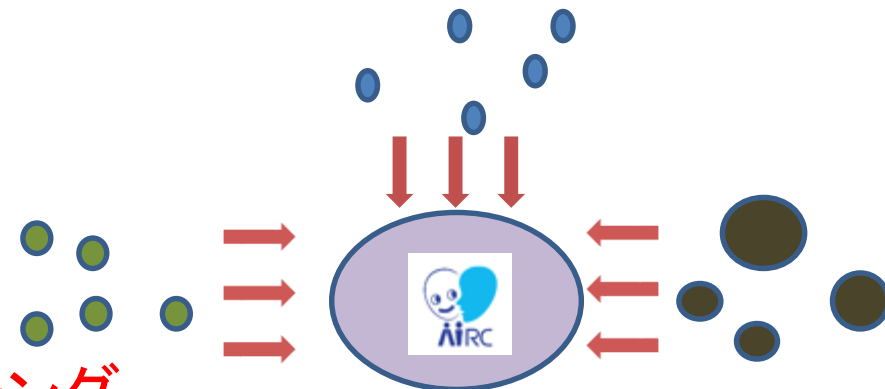
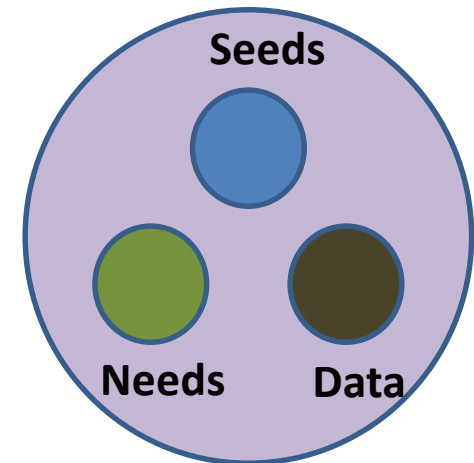
人工知能の技術開発：現状

- 米国の巨大IT産業
 - データ、資金、研究者、開発者の集中
 - 閉じたエコシステム
 - データの局在時代から偏在時代へ
 - Start-UpのM&A
- 日本(ヨーロッパも)
 - データ、研究者、技術者のFragmentation
 - 資金の欠如
 - 開いたエコシステムへ
 - Start-Upとの共同、援助

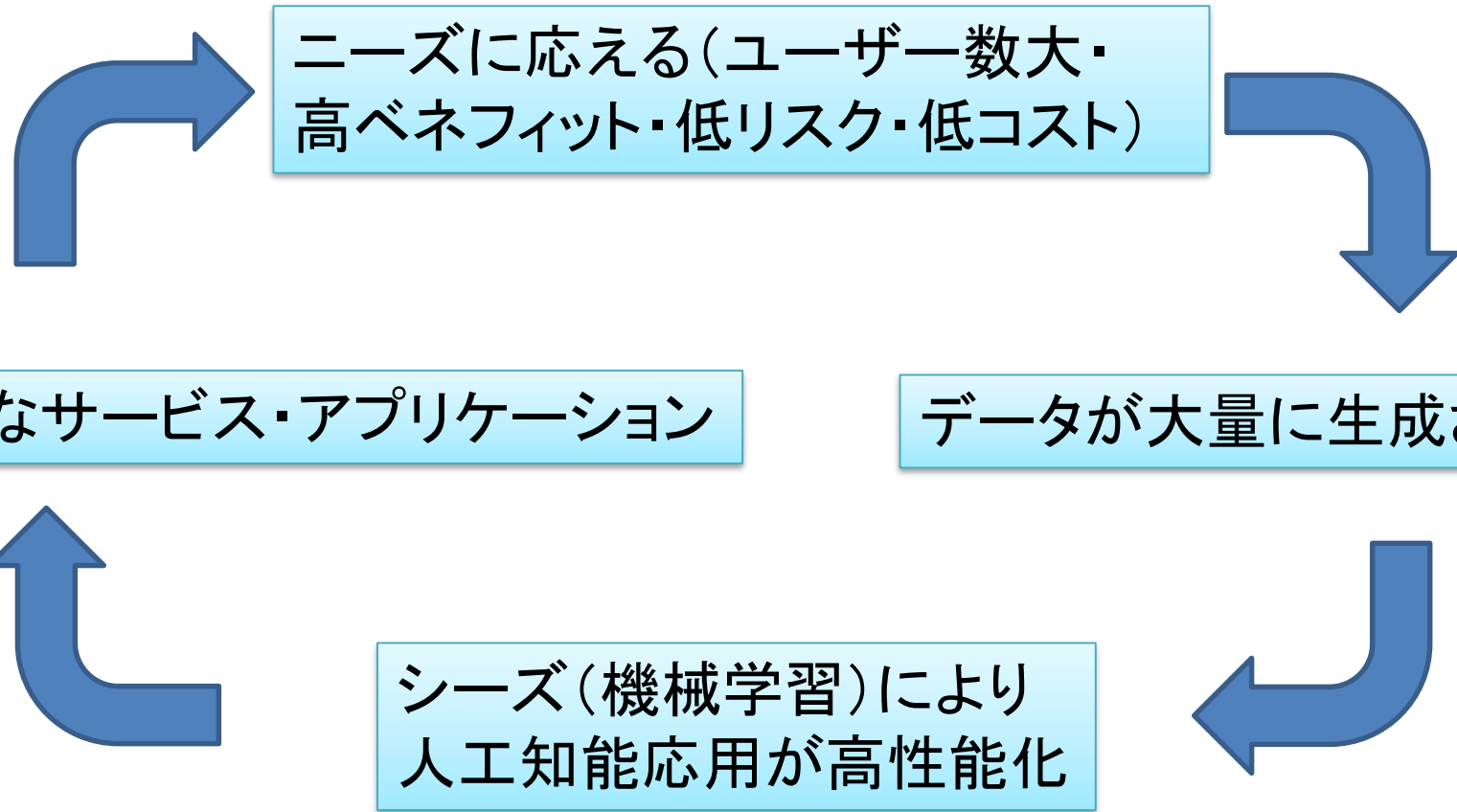
海外の競合に対して、いかにして
研究開発を進めるべきか？

→ シーズとデータ、ニーズのマッチング

巨大IT産業(G,M,F,A)



AI技術活用条件 ニーズ・データ・シーズの循環



機械学習型AIの注意点

- Deep Learning やレコメンデーション：
精度は高いが、中身が人間にとって理解できない
ブラックボックス (基本的にはデータを丸暗記)
- アルゴリズムが正しくても、誤ったデータが入り込んだ場合に結果の誤りに気づきにくい
- 毎回一から学習し直すので効率が悪い
- 学習結果（モデル）を人が解釈し、修正できないので
安心して使えない
(誤った結果を出すと簡単には直せない)

人と相互理解できる人工知能

- 現在のデータ駆動型人工知能は、予測・識別は得意だが、
その理由の説明が十分できない
- そうしたブラックボックス性が、人工知能に対する不安や脅威に結びついている



- 人工知能に人間との共通言語、共通表現を持たせる
- 従来のブラックボックス的な人工知能の気持ち悪さを解消し、人にとって理解・制御・協働しやすい
人間協調型的人工知能技術を確立する

人と相互理解できる次世代人工知能技術

- a: AIが人を理解：ユーザモデリング
- b: 人がAIを理解：現象の構造化モデリング
- ユーザーモデリングと現象の構造化モデル化の事例として
 - サービス現場で生成される大規模データからの人間行動理解(a)と生活行動現象(b)の構造化モデリング

人間工学と人間行動モデリング

- 人間工学: universal(汎用)な人間の^{平均・一様}特性を対象
ミクロスコピック(顕微鏡的) → (静的)製品
- 人間行動モデリング: generalな人間の^{分散}異質性、
集団や環境内での文脈依存性・動的^{構造}特性
メゾスコピック(望遠鏡的) → (動的)サービス
- 網羅性の高いビッグデータからの人間行動モデリングによる実社会で人と相互理解できるAI

人工知能技術の活用 (人間行動モデリングの事例)

- 製造業: コモデティ化、イノベーションの民主化の進行から、付加価値の向上のために消費者行動理解が重要になる
AI for Manufacturing
- サービス業: 生産性向上、付加価値向上のために、消費者行動理解が重要
AI for Service
- いずれの観点でもサービス現場で得られる消費者の**行動履歴データ**の活用が課題

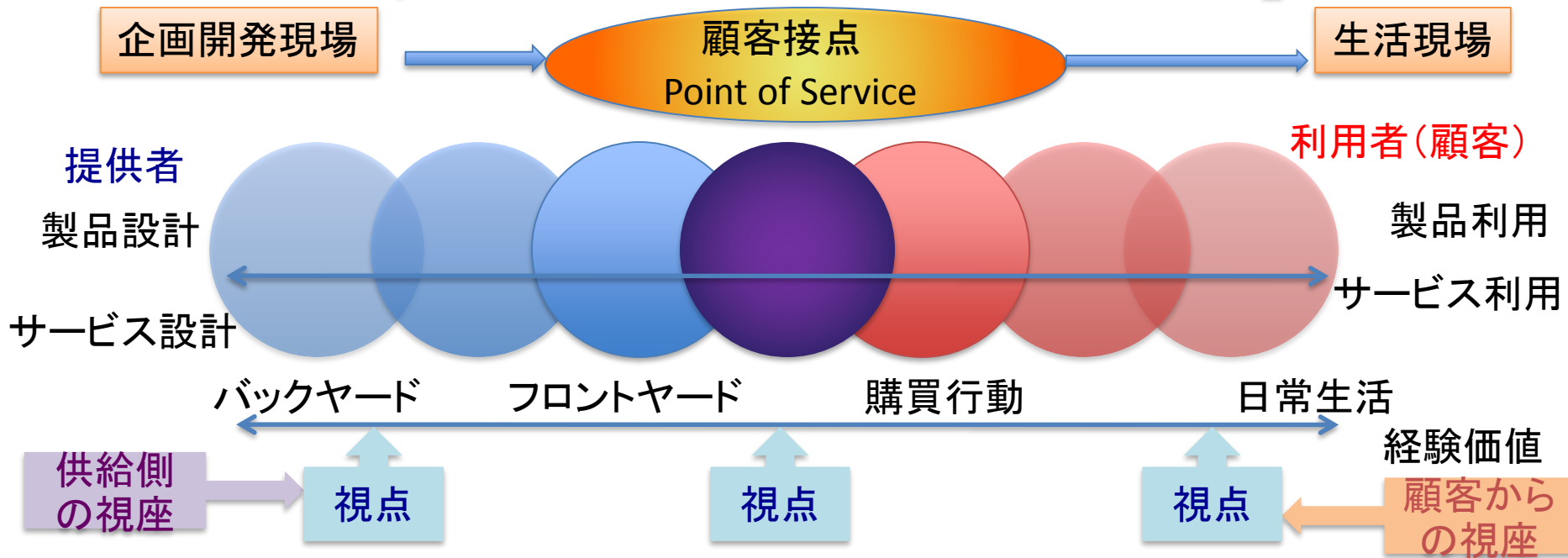
ビッグデータが先行して集積している

人間行動モデリングの産業応用

ユーザモデルをAI技術を通じて幅広く活用

サービス利用者を
知ることによって
サービス提供者の行動が変わる

ユーザモデルによる
フィードバック



「製品(モノ)を伝える」から「経験価値(コト)を伝える」へ
供給側だけでなく利用者側の情報も積極的に扱う
ビッグデータによる循環型バリューチェーンの実現

アプリケーションに駆動された 人工知能技術研究

- AI=現象のモデルを構築し、その上で計算を効率的に行うことにより、**未観測変数の予測・説明変数の最適化**による**目的変数の制御**、**全体の関係性の可視化**、**人への情報推薦**、**意思決定支援**などを行える
 - 高精度、迅速に「社会の今」を知り、予測範囲拡大、さらにはより良い未来のための制御へ活用
- 計算対象が本質的に非決定論的なものを対象とする場合
 - 大量データと知識に基づく確率モデリングが有効
 - 消費者行動・心理系の課題(サービス工学系応用)
 - コミュニティ、健康、看護、介護、生活支援
 - 今後はIoT(センサ)の発展に伴い、サービス現場から生活支援技術へ(少子高齢化社会の新たな生活支援産業や地方創生へ)

コト:研究対象は生活現場にある

死の谷とダーウィンの海

初期の課題解決をしながら
社会実装と研究開発を同時に推進

Crossing the Valley of Death only to Arrive
in the Waters of the Darwinian Sea

結果として死の谷とダーウィンの
海を先に渡ってしまう



定量モデル化、制御モデル化（時間・介入）のために
データの持続的収集(現場参加型観測)の必要性
イベント計画・顧客接点活用

店舗・施策・
サービス最適化

利用者の計算モデル化と
生活価値・満足度向上

支援技術

To be

イベント・顧客接点

As is

大規模データ
モデル化

例：ディーラや
ショッピング
モールなどの
顧客接点



行動観測・
アンケート
(知識)

行動系
ビッグデータ

持続的データ観測

生活現場での課題解決アプローチ

- 現場情報を包括的にデータとして収集
- この時、データを入力すると何かが得られる、実用的なサービスとして設計することが重要
- 行動変容を促す生活現場での「アクションリサーチ」の実践
- 現場に介入し、問題解決をはかる仕組み作りを目指す。
- 「現場に入る」ために：初期の解決すべき課題
- 「現場でループをまわす」ために：持続的な観測を可能に
- 「現場でループが回り続ける」ために：解決課題の継続的探索
- 初期課題は何か？ → コミュニティ参加によりヒアリング
- 初期課題の例：医療・看護、事故予防、生活支援、健康支援

日常生活の確率的因果構造のモデル化

生活中的実践コミュニティ支援プラットフォームへ

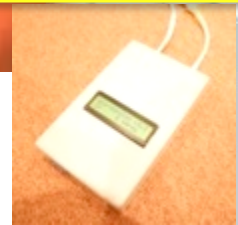


位置計測センサ



ウェアラブルカメラ

エコモニター



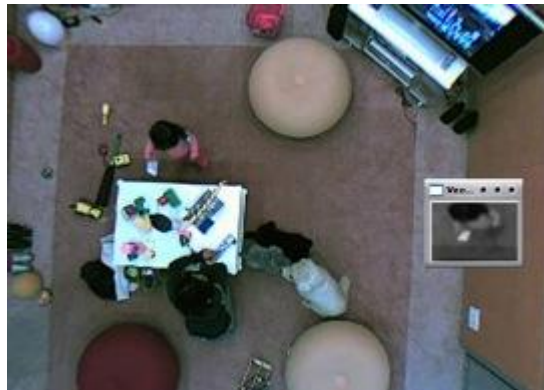
加速度センサ



AI for human life (生活行動のモデル化)

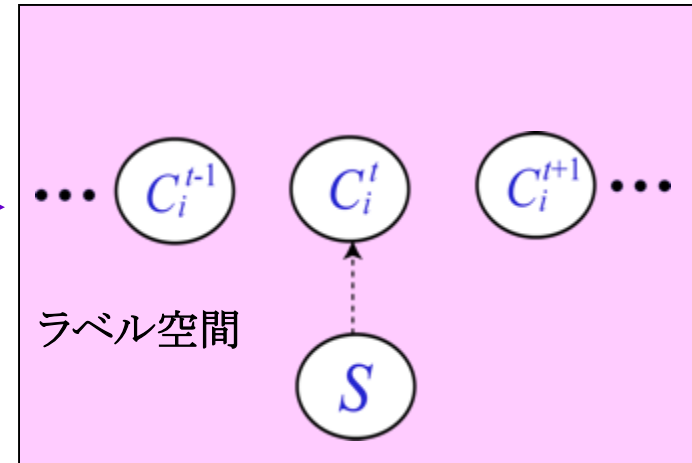
状況依存性を表す人間行動のベイズ推定モデル

(本村・西田:情報処理学会CVIM誌, 2007 他)



超音波センサ, 動画像

学習・判別



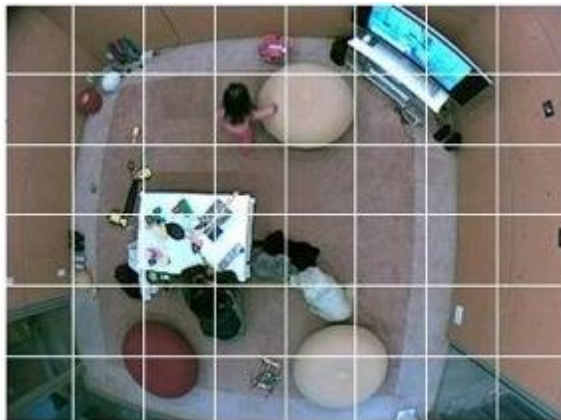
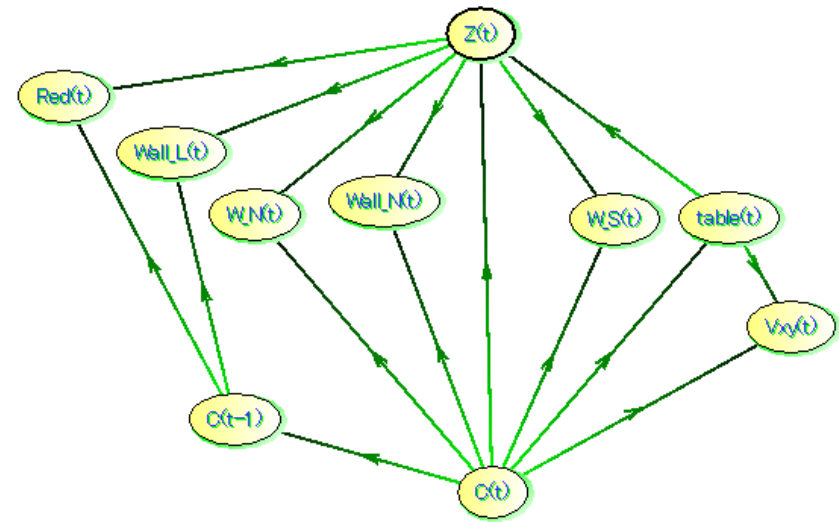
高次自己相関特徴・ナイーブベイズ識別器
(尤度の計算)

ベイジアンネットワーク
(確率的因果構造の導入)

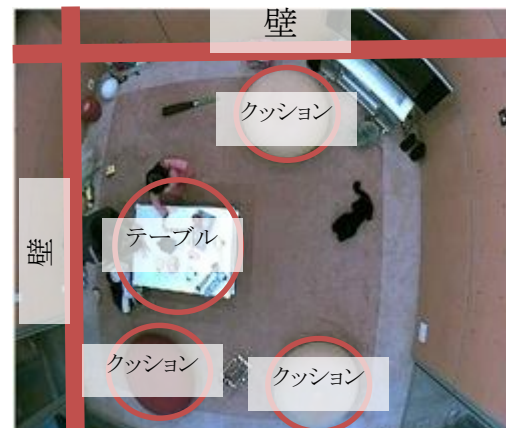
$$P(C_i | x, S) \propto \underbrace{P(x | C_i)}_{\text{データ・尤度 (Bottom up)}} \times \underbrace{P(C_i | S)}_{\text{事前知識 (Top down)}}$$

センサデータからの行動予測モデル構築

- 行動推定を行うための確率変数
 - x, y 方向の速度: $V_{x,y}(t)$
 - 子供の高さ: $Z(t)$
 - 1秒前の行動: $C(t-1)$
 - 子供の位置情報
- 子供の位置情報



室内の絶対座標系での表現モデル

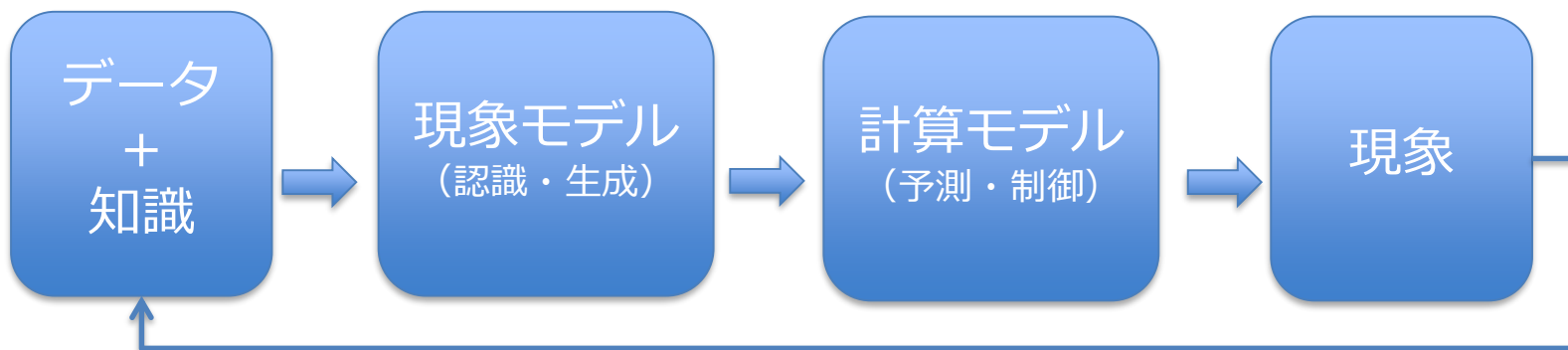
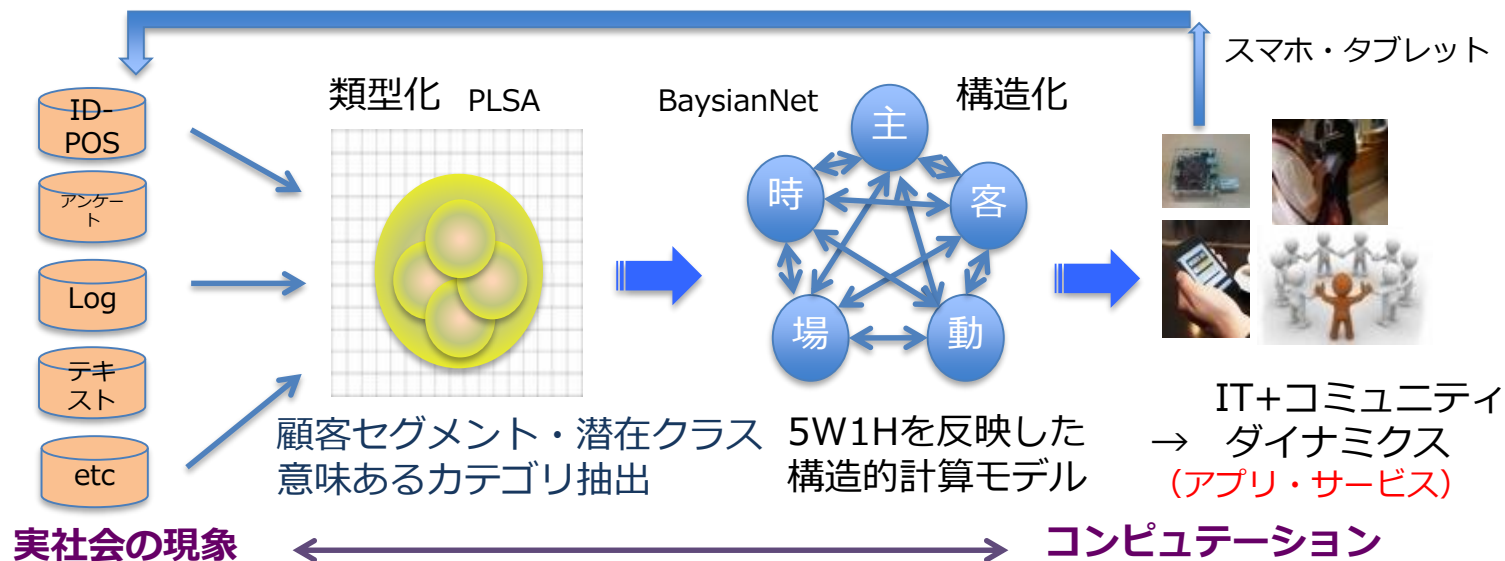


モノとの相対距離で表したモデル

今後:
IoTデバイスの活用

制御モデル化、
行動変容による
最適制御へ
(Demand
Response など)

AI=現象モデル構築と計算モデル実行 各種課題を標準化し、確率的に制御



認識モデルから生成・制御モデルへ

認識モデル(過去データの予測)

- 学習アルゴリズム(パラメータ決定)
- 学習アルゴリズム(グラフ構造学習)
- 推論アルゴリズム(変数の予測)
- 応用アルゴリズム(アプリケーションロジック)

実世界・実社会における新現象の生成・制御

- 生成モデル → データ → 学習用データ
- 制御モデル(操作可能/不可能な変数, 介入→因果推定)

アクティブ
ビッグデータ

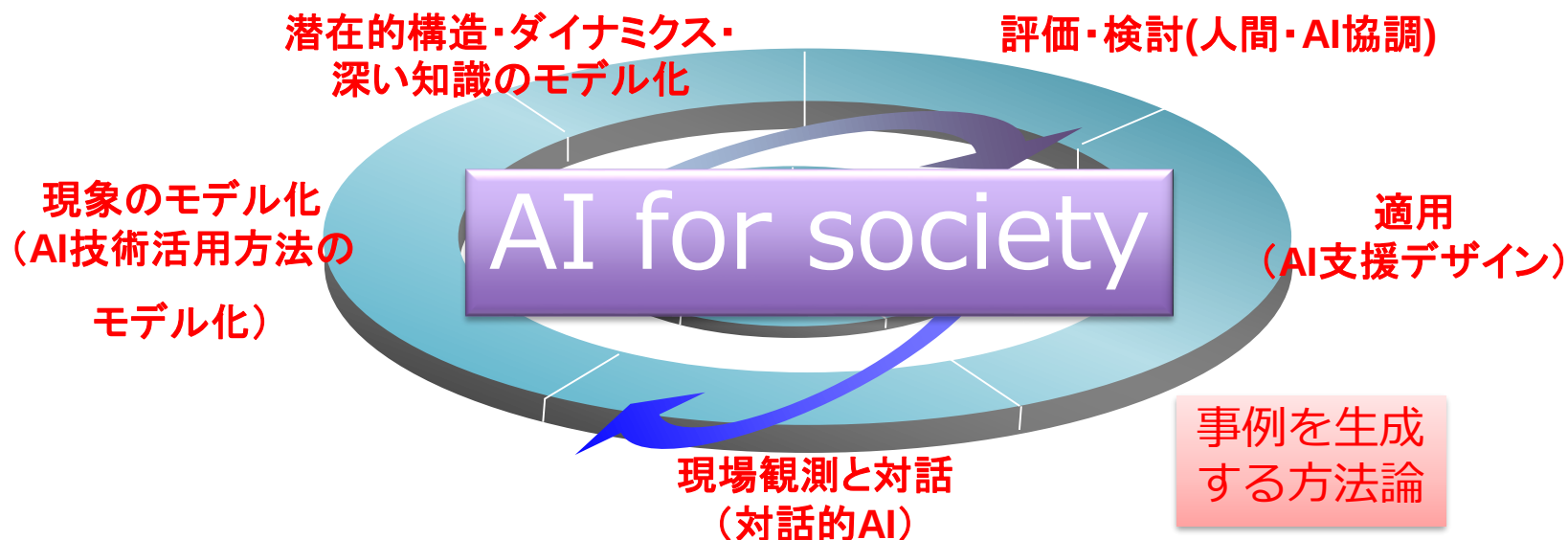
→磯崎さんの講演

計算モデルの背後にある適用先の「対象のモデル」の性質が重要
→ 介入後のアクティブビッグデータ + 現場の共有知識

人と相互理解する次世代人工知能技術の社会実装に向けて

- ビッグデータを活用するAIモジュールを社会に提供し、生活(現象)、サービスや製品をよりよく(デザイン)する仕組の実現
- その活動自体もまた、新しい仕組(AI研究プラットフォーム)となり、それを社会に根付かせる

→ 産総研人工知能研究センターのミッション



AI研究センター＝リソースや成功事例を共有する場