



9/6 第二回AIビジネス創出アイデアコンテスト キックオフセミナー

# AIのビジネス実装に求められる視点

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 首席研究員  
人工知能技術コンソーシアム会長  
東京工業大学特定教授  
神戸大学客員教授  
統計数理研究所客員教授  
本村 陽一

Yoichi Motomura

# 自己紹介

- 1993 通産省(現経産省)工業技術院 電子技術総合研究所入所
- 1993～2001 通産省 Real World Computing project(第5世代コンピューティング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～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 IPA 未踏ソフトウェアスーパークリエイター(ユーザーモデリング)
- 2003～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～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
- 2011～サービス工学研究センター副研究センター長
- 2015～ 人工知能研究センター副研究センター長
- 2016～ 首席研究員 兼 確率モデリング研究チーム長

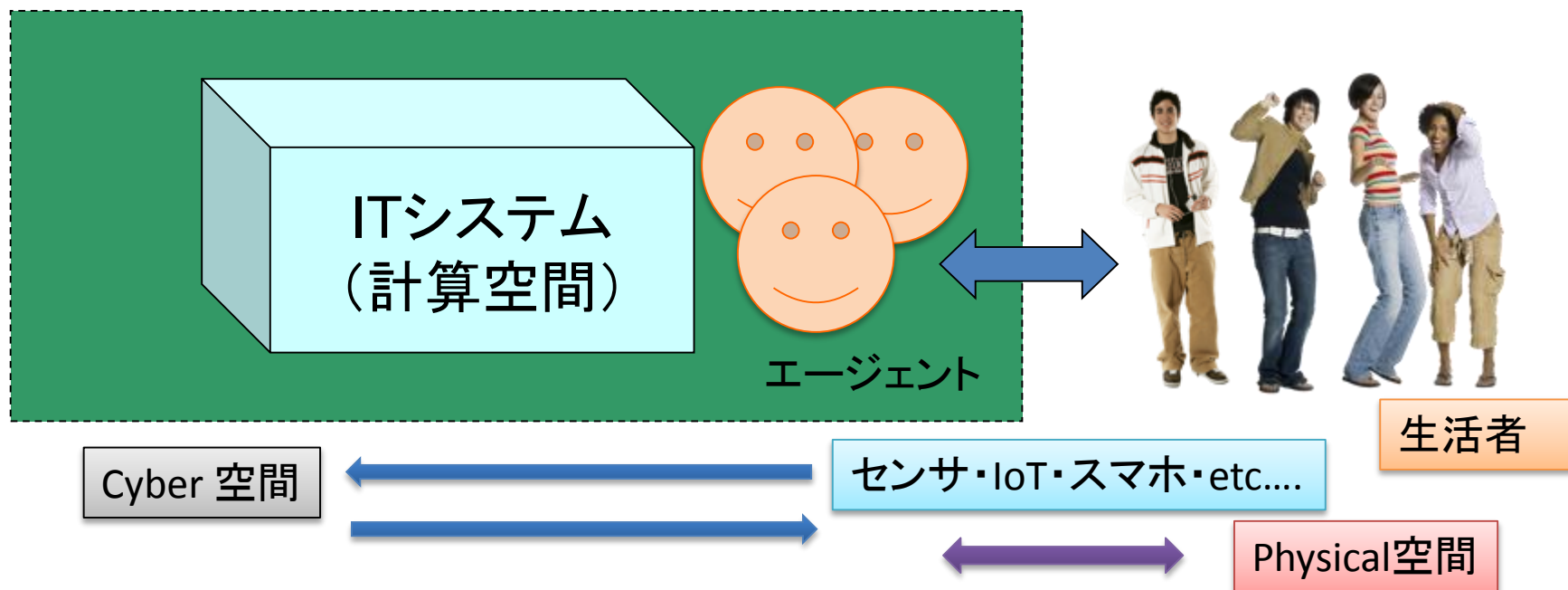
東京工業大学特定教授, 神戸大学客員、統計数理研究所客員教授  
人工知能学会理事、サービス学会理事、行動計量学会理事も歴任  
通算 200件以上の企業、機関との共同研究, 連携研究室の推進

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」,「インテグレート技術開発」、PRISM 「スマートフードチェーン」, JST COI「感性イノベーション拠点」他、国のAI研究プロジェクトなど複数推進

# 社会のサイバーフィジカル化

リアルな実空間の活動が、デジタル化され、ネット空間と融合する社会・生活の変革（イノベーション）

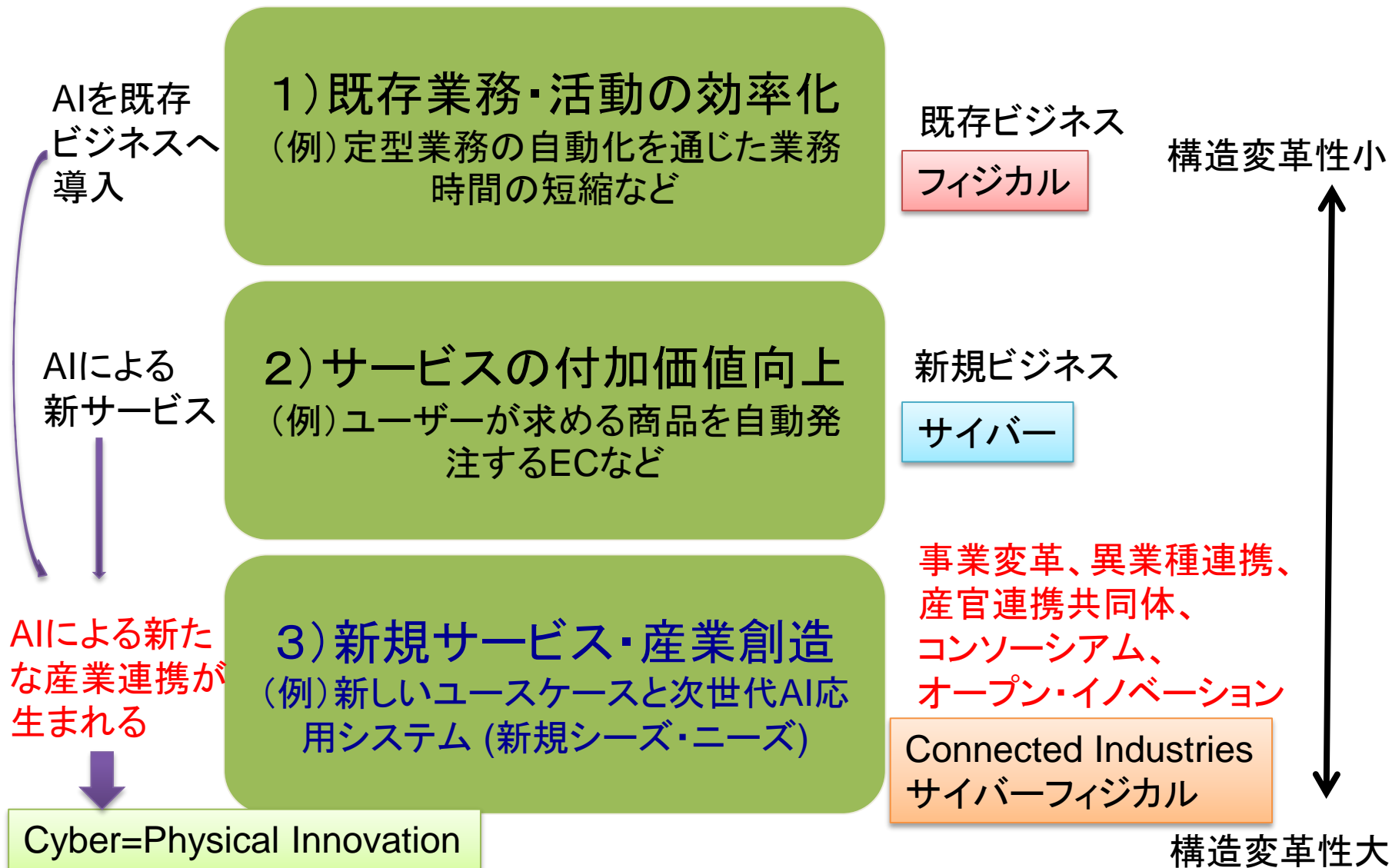
ビッグデータとAIが実社会現象を計算モデル化し、  
Cyber空間に拡張→ Cyber=Physical 空間での産業変革



情報システムと社会・人々が融合する時代  
→ 実生活の中でビッグデータ観測・活用を行うことが可能に

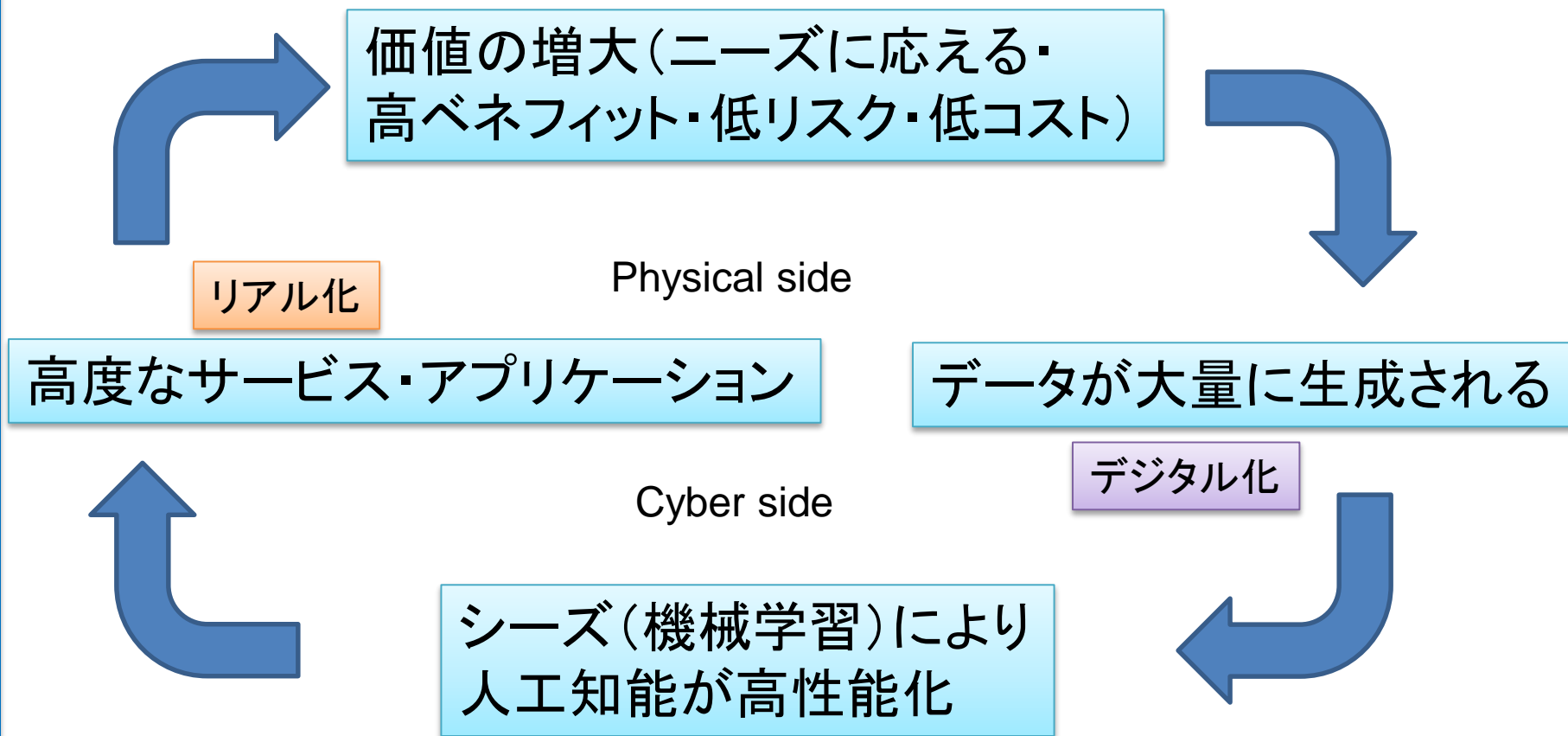
# ■ 人工知能技術による第四次産業構造変革

## 人工知能技術の社会実装 = 新たなフレームの構築



# Cyber=Physical時代の価値創出： 人工知能とビッグデータの成長スパイラル

サービスとデータを駆動できる**価値の創出・増大**が、成長スパイラルのため必須



サービスとデータを駆動できる価値創出は何か？  
→ 社会実験(=実証事業)が必要

# データプラットフォーム／サービスプラットフォーム

## ビッグデータをAI技術で幅広く活用するための共有基盤

サービス利用者のビッグデータを  
サービス事業者が共有し連携

サイバー

ユーザモデルによる  
フィードバック

フィジカル

企画開発現場

顧客接点

Point of Service

生活現場

提供側  
製品  
製造  
プロセス  
サービス  
設計

利用者(顧客)

製品利用

サービス利用

バックヤード

フロントヤード

購買行動

日常生活

供給側  
の視座

視点

視点

視点

経験価値  
顧客から  
の視座

「製品(モノ)を伝える」から「経験価値(コト)を伝える」へ  
供給側だけでは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

# 学習対象: AIが学習する社会現象は現場に

AIに学習させるためには、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する必要がある

死の谷とダーウィンの海

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



学習データの収集と同時に、社会実装、価値創出、社会変革も同時に進めるイノベーション

"Unlocking the Future" (1998), L. Branscomb 議会証言 (2001), C. Wessner OECD 講演資料 より。

# 次世代AI技術の社会実装シナリオ：2023年を想定したビジョン

NEDO「人間と相互理解できる次世代人工知能の研究開発」の支援による

## AI for your life ～暮らしに広がる人工知能～



<https://youtu.be/qpXJ71dDWrw>

2023年頃の次世代AIで広がる新たな暮らし

## AI: Dynamic value creation



<https://www.youtube.com/watch?v=ZSiu8az3eL4>

外食と農家、製造業を題材にした新たな異業種連携



# 次世代AI技術の社会実装シナリオ:

## AI for the future 2030年頃の新しい社会像

AIとビッグデータでサイバー化し、物理限界を越えて価値を創出

コンサルティングAIのシミュレータとビッグデータ可視化により、意思決定や議論の場においてより良い気づきが得られ、人の共創力を増幅

NEDO「人間と相互理解できる次世代人工知能の研究開発」の支援による  
産総研公式Youtubeから公開:  
「AI for the future」より



将来のAI活用のシナリオ検討:「フレーム」の設定が重要

# Cyber=Physical時代のAIとフレーム問題

- Deep Learning (多段の階層型ニューラルネット)→画像系
- 自動運転(Probabilistic robotics:環境モデリング)→空間系
- 言語処理技術、対話Q&Aシステム→テキスト系
- しかし、IoT, ウェアラブルデバイス, 行動履歴など今後はセンサ系データが増大し、実社会, 生活中での展開が想定される

自己完結型データ

非自己完結型データ

- データそのものだけでは解釈が困難→「現象のモデル化」の必要
- 現象:生活現場やビジネス現場などにおける「良し悪し(目的変数)」とその関係(説明変数)
- 現象のモデル化におけるフレーム問題:人とAI、AI間、人の間にも存在
- 広義フレーム問題:「背景」(前提知識、公理、背景)に気づけない問題
- AIだけでなく、ビッグデータ解析を行う人にとっても問題になる。
- → AIが広く社会実装された後におこる「フレーム問題」をどう扱うか？

# AIも人もフレーム問題が鍵 フレームの例

この文字列は  
英語であり、  
単語であり、  
意味があるはず、  
というフレーム



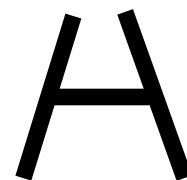
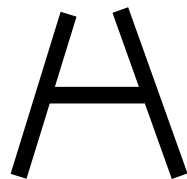
そのため、上の例  
はCとTの間の文字  
は 'A' であり、

下の例はTとHの間  
の文字は 'H' だと  
推定される



前提とするフレームがあるとその中で適切な認識・判断が行われる

# フレームの例



フレームがないとあらゆる可能性が生じて、適切な決定ができない

→ 人もディープラーニングも、この文字だけでは正しい推定はできない

# フレームの積極的なマネジメント(リフレーム)

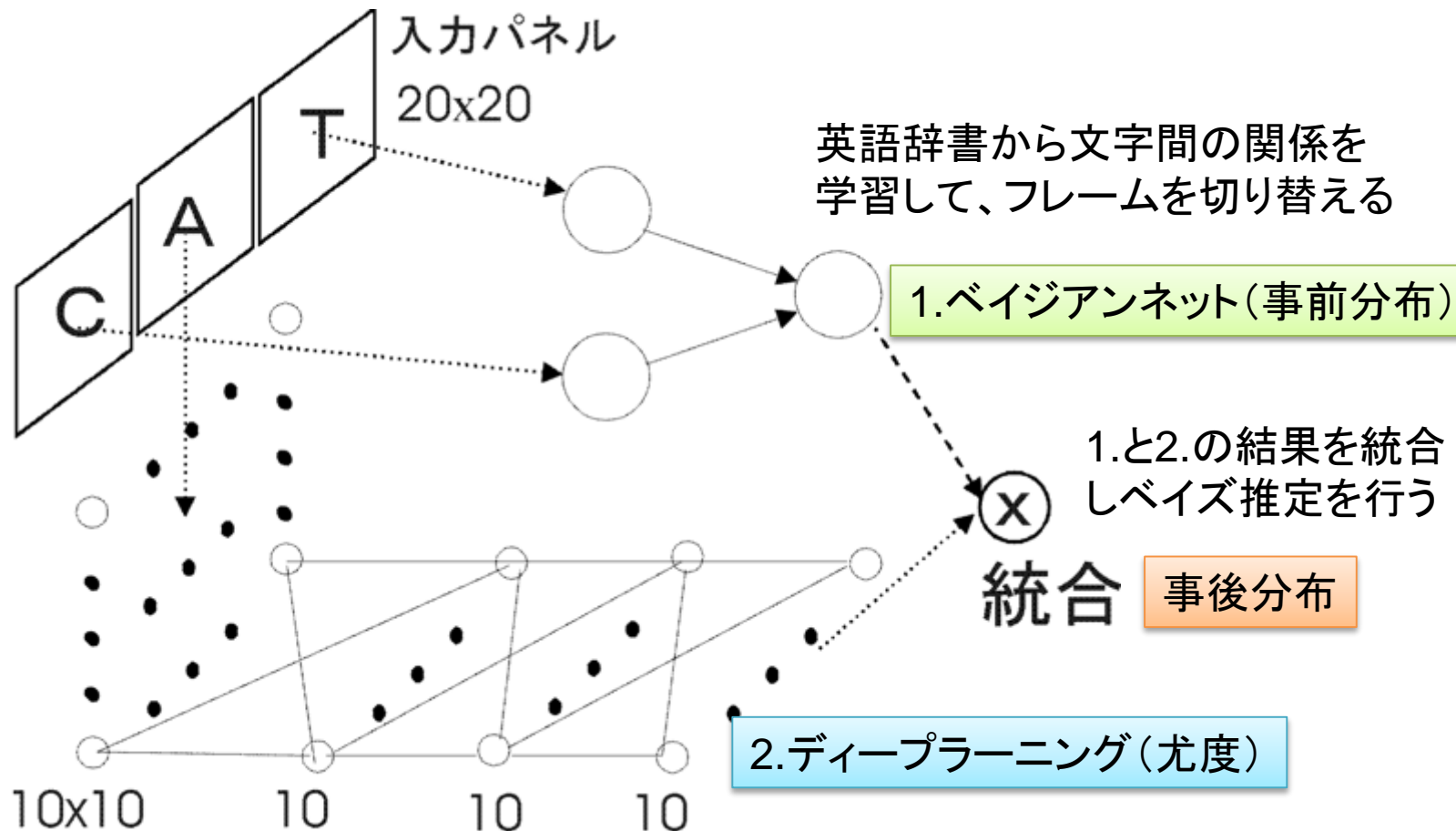
- フレームを適切に設定するには、ステークホルダーの視座(価値観、生活環境、歴史)に立った共感が重要
- フレームは認識の他、行動、評価のためにも使われ、同じ視座でも異なるフレームとなることもある(例:消費者AIDMA)
- 評価時のフレームは関心(便益、コスト、リスク)により異なる
- こうした動的に変わり得る適切なフレームを積極的に意識して、Cyber=Physical系データからの現象モデリングに活用

Frame conscious approach

ユースケース(利用方法)、ユーザー、価値・評価基準を具体的に設定

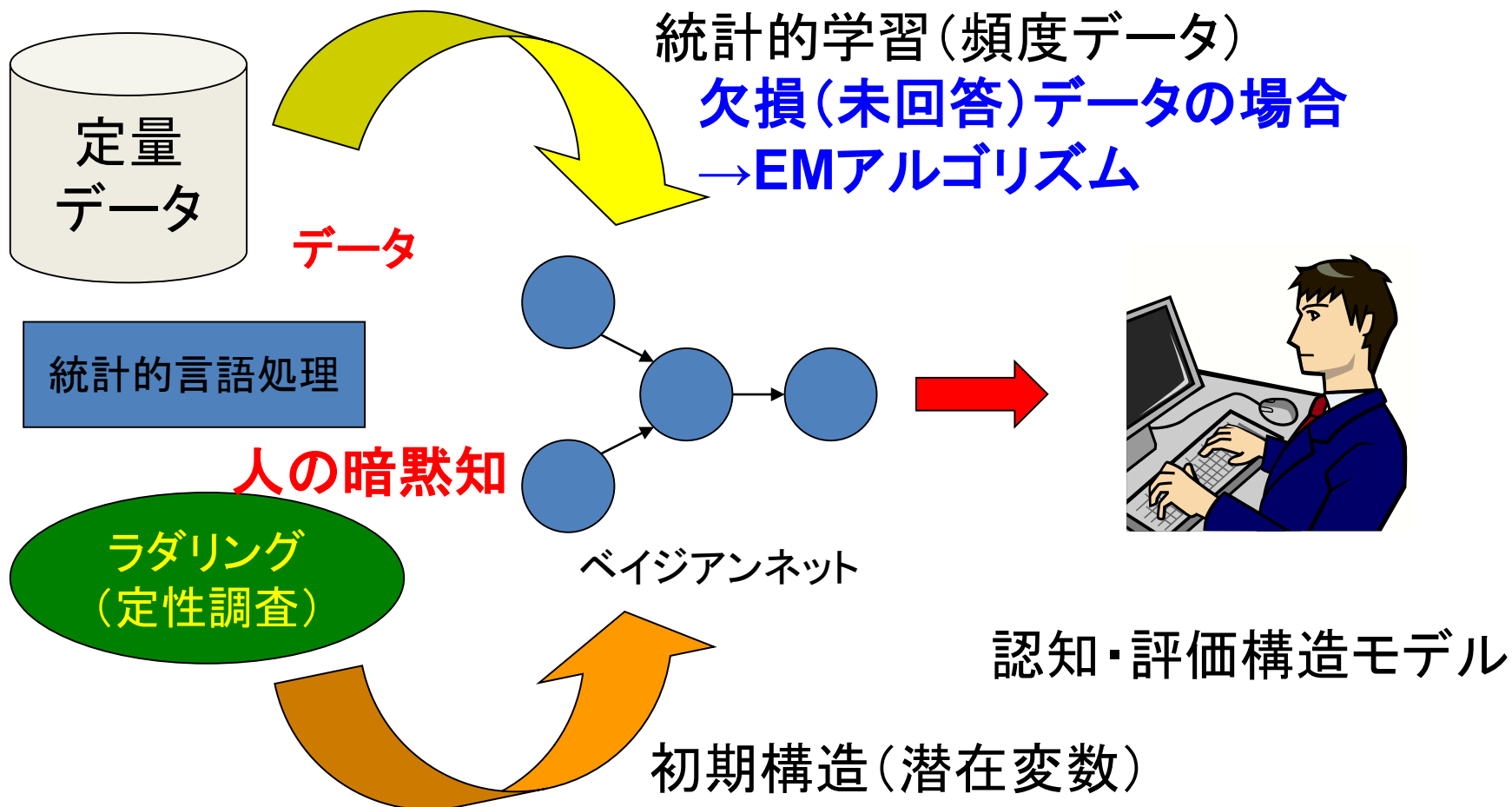
# フレームを扱う方法の例: 二つの相補的AI

- データ+フレーム(事前知識、事前分布)融合(本村2008)



# 人のフレームを理解する人工知能技術に向けて 人の認知・評価構造の計算モデル化

”Y.Motomura, T.Kanade :Probabilistic Human Modeling based on Personal Construct Theory”, J.Robot&Mechatronics, 17/6, (2005).



# 運転中の走行シーンの認知・評価フレーム



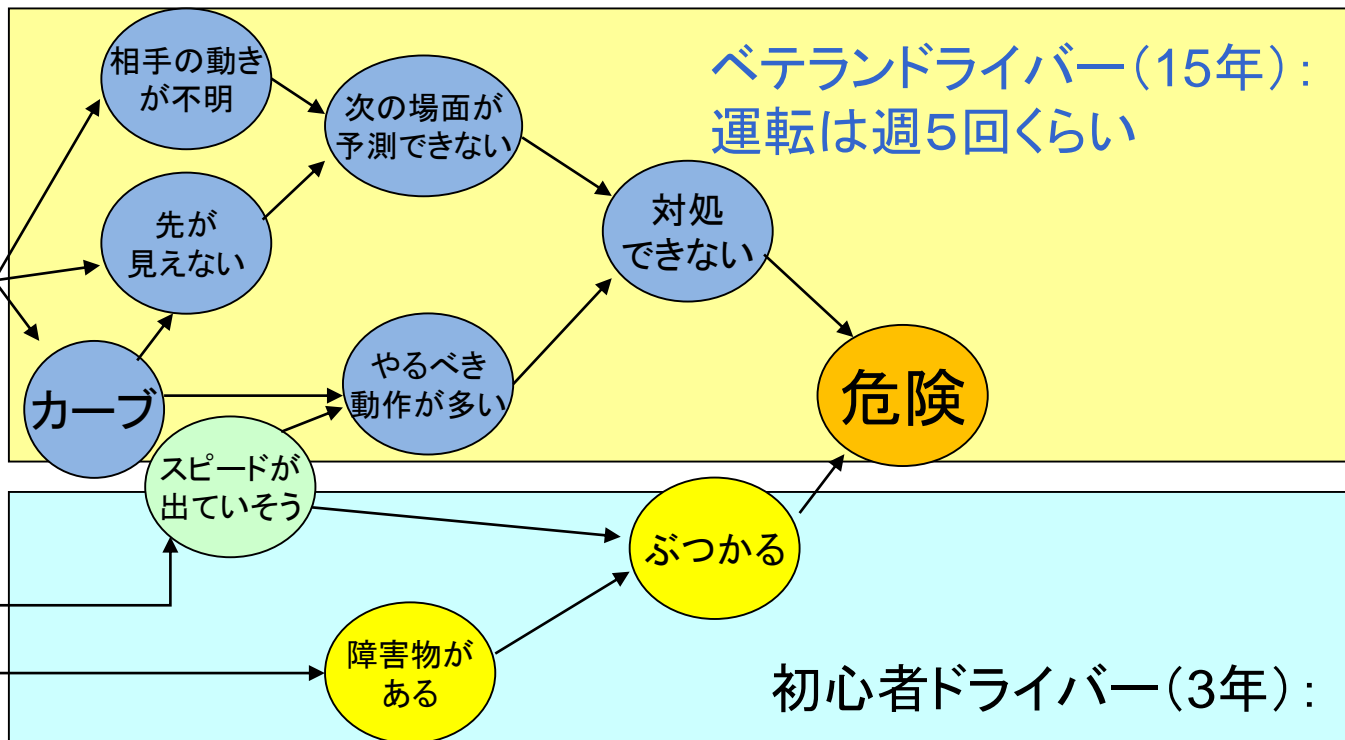
どちらが危険と判断するか？  
より危険と認識するのは何が原因か(コンストラクト)?  
それはなぜか(理由・原因)?  
もしそうであれば、どんなことが起こるか(因果的結果)?



# 危険性の評価・認知フレームの違い

走行シーンの認知・評価の因果的階層構造には下図のような個人差がある。

- ・運転者の初心者／熟練者の識別
- ・熟練者：危険 初心者：安全 となるシーンについて初心者に危険であることを伝える支援システムへ



ベテランドライバー(15年):  
運転は週5回くらい

初心者ドライバー(3年):

初心者であることを運転操作から識別し、ベテランと異なる状況判断について支援・教育を可能に

# 生活行動のフレーム：再利用と共有

人と社会の理解とそのモデルを活用した生活支援サービスへ

## 日常の大量データ

センサ統合

データ統合

アンケート  
・インタビュー

サービス適用

生活支援サービス

人間の認知評価構造・  
生活行動モデル  
認識モデル

説明変数を  
類型化

生成モデル

意識・行動変容

確率分布を出力

再利用可能な確率モデル

楽しい

好き・嫌い

怖い・危険

控える

欲しい・  
買いたい

快適・安心

行動

生活行動  
フレーム

# 人と相互理解できる次世代人工知能

## [社会実装と価値循環]

AI応用システム  
サービス支援技術



実証フィールド・実証事業

ユースケース

まず、使い始める(AI1.0)  
フィジカルへのAI実装

データが集まる

分散データ  
統合システム  
(MCDatBinder)

確率モデル  
確率推論

AIクラウドやネットワーク  
を通じて提供

アクティブ  
ビッグデータ収集

よりよいアクション

価値  
循環

データ・知識融合  
機械学習

現象が計算モデル化される  
サイバー化が進む(AI2.0)

人が現象を理解できる  
気づきが増える

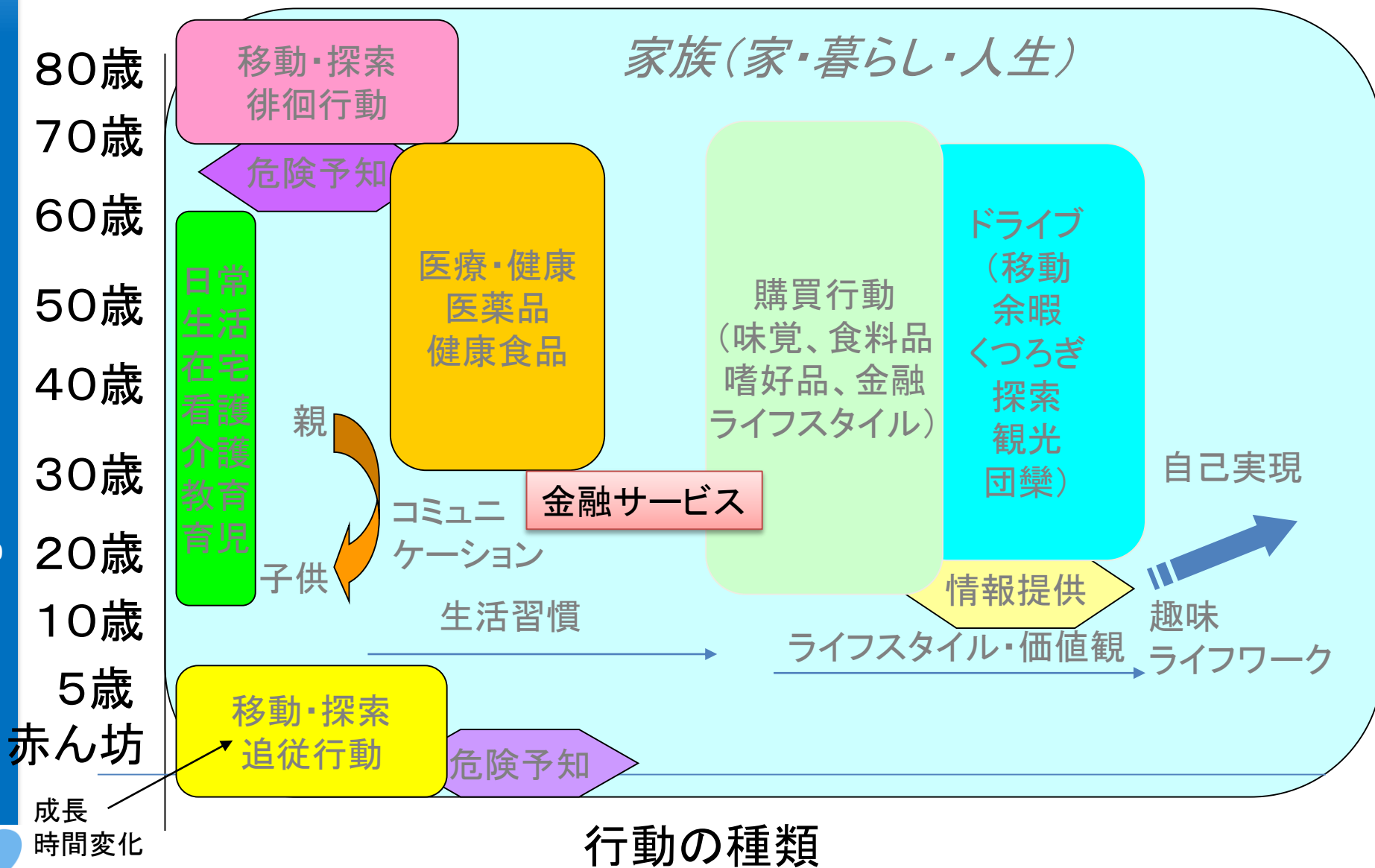
人がAI(計算過程)  
を理解

コントロール・マネジメント支援

先進中核モジュール開発

(PLASMA: PLSA+BN)NEDO次世代人工知能の研究開発の成果

# AI活用サービス適用領域の拡大

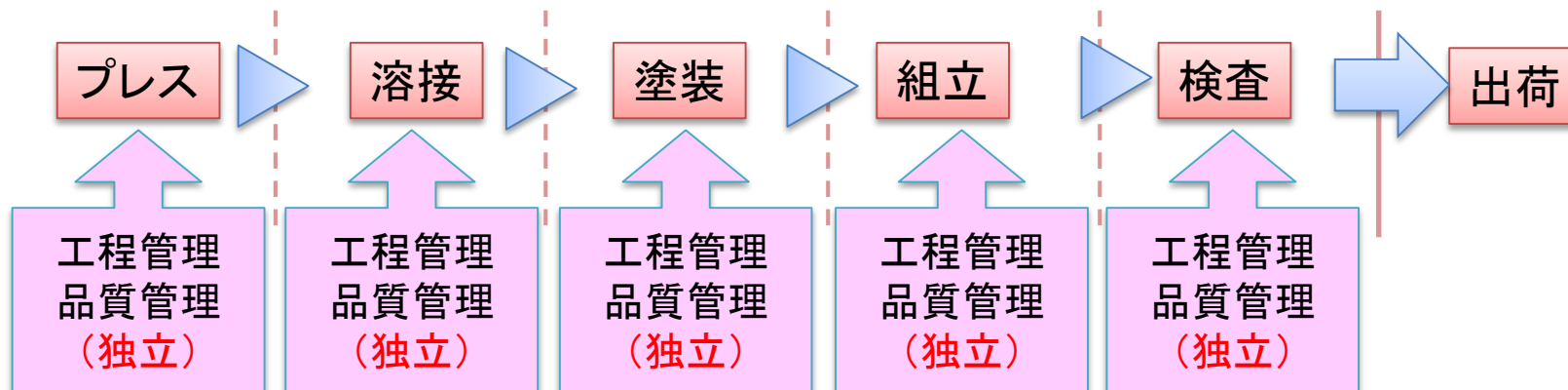


# AIの社会実装、AI活用サービス開発のために： デザインシンキング＋システムシンキングの活用

- デザインシンキング（価値創出、発散的）
  - － ユーザーへの共感
    - ・ 枠から出て、未来志向で、5W1Hを考える
  - － 課題発掘の方法
    - ・ 対話、発想支援、類型化、ラダリング
  
- デザイン思考後半（アクションプラン、収束的）
  - － 創出した価値、課題を構造化する（本来の目的・手段抽出）
  - － シナリオ・プランニング
  
- さらにAI化：システムシンキング、ビジネスモデル化
  - － アクションプランをデータ・価値フロー図に具体化、
  - － AI活用ビジネスモデルキャンパスでビジネス化

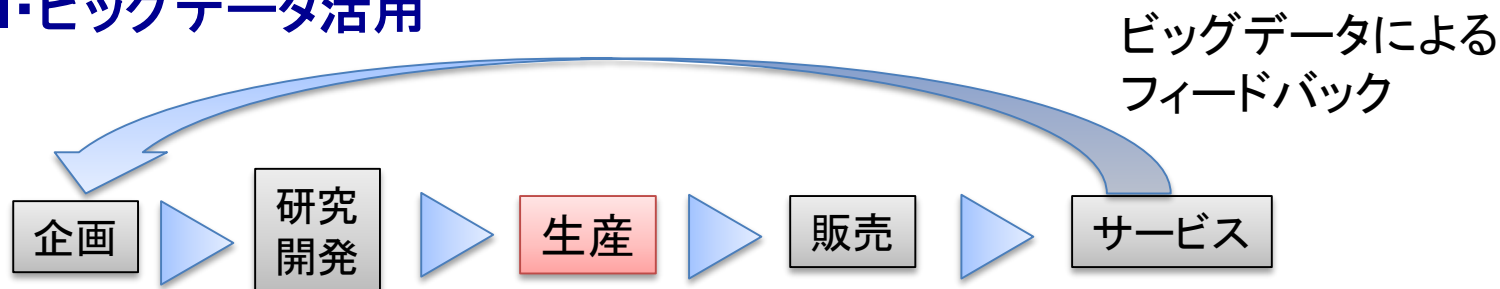
# 製造分野でのサイバーフィジカル化事例

## ■ 従来



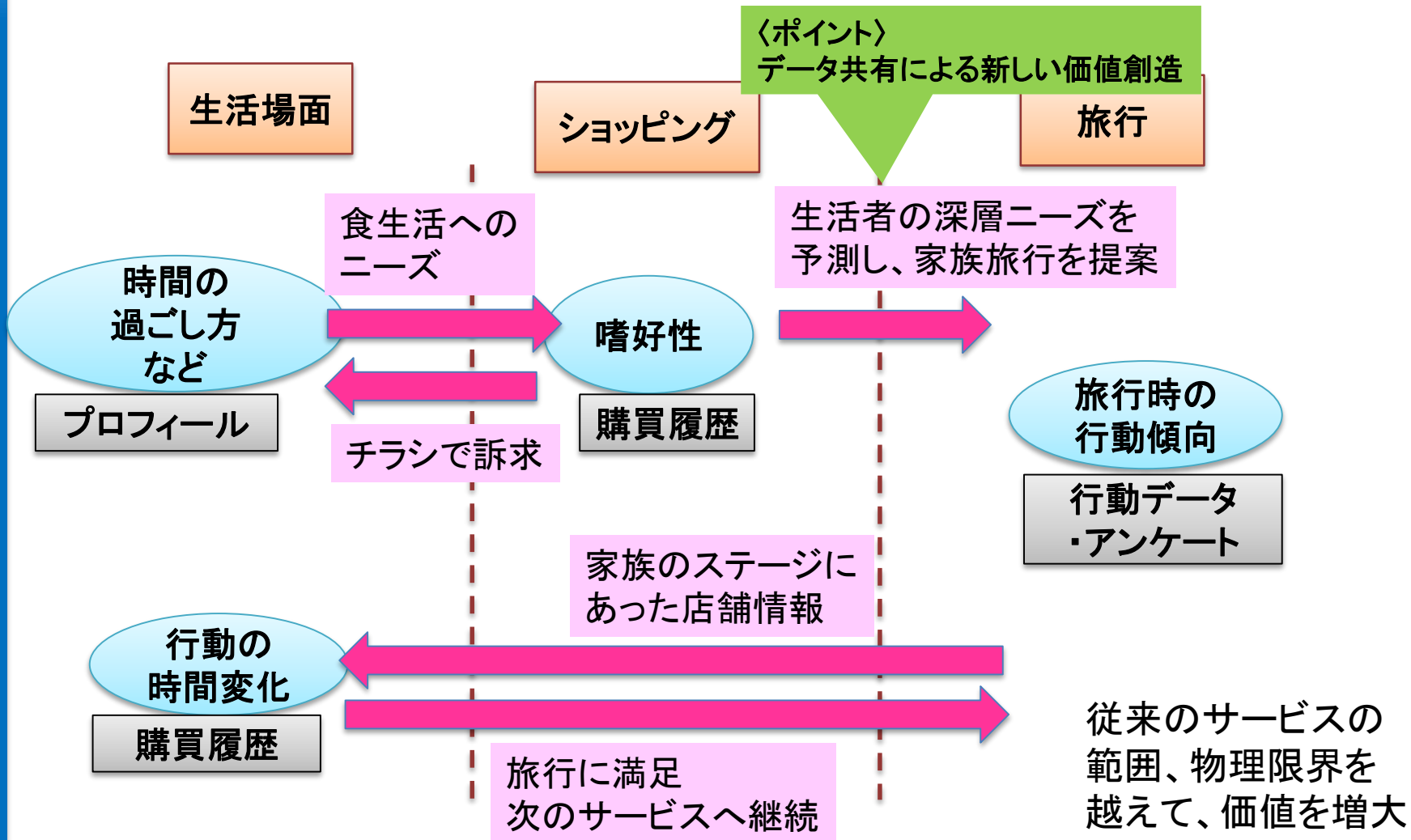
従来: データや作業は各工程内で独立、完結し、閉じている

## ■ AI・ビッグデータ活用



生産工程内だけでなく、企画・販売・サービスも連携した循環型バリューチェーン実現  
これまでの物理限界を越えた連携、データ・知識循環と全体の最適化へ

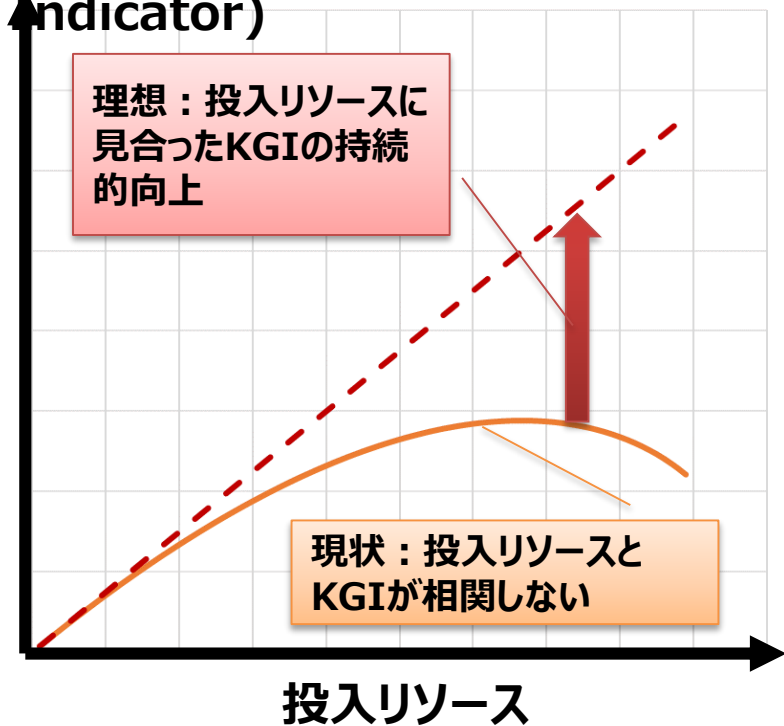
# サービス分野でのサイバーフィジカル化事例



# AI技術導入における不都合な真実(リアル化の課題)

AI技術を従来の業務に初期導入しただけでは効果が限定的で、とりあえずのPoC(概念実証)の後が続かない

KGI  
(Key Goal Indicator)



障害要因	解決策
AI 人材不足	AI技術・アノテーション技術の適用による更なる自動化の推進
不確実性	既存・新規データへの確率モデリング技術の適用による予測精度・適時性の向上
KGIとKPIの不一致	本来の目的KGIの向上を目指したメタレベル(俯瞰的)リフレーム

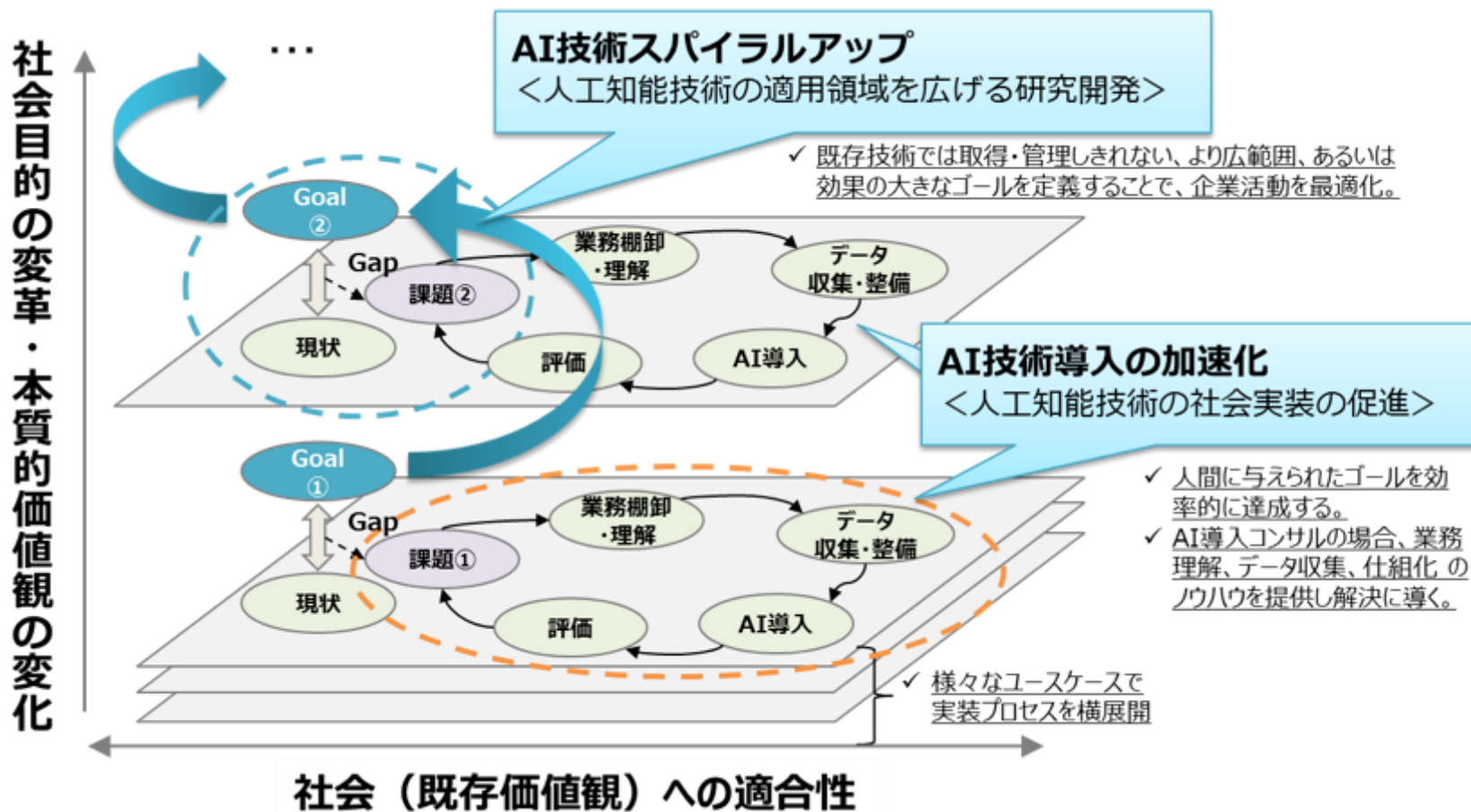
AI技術を導入した後にはあらためて現状を俯瞰し、本来の目的達成のためのリフレーム(取り組む対象,KPIの再検討)を継続、振り返りと学習・進化が必要



# デザインシンキングの仕組み化(メタレベルAI)

現場レベルでの実証(PoC)のみでは効果と適用範囲に限界がある。

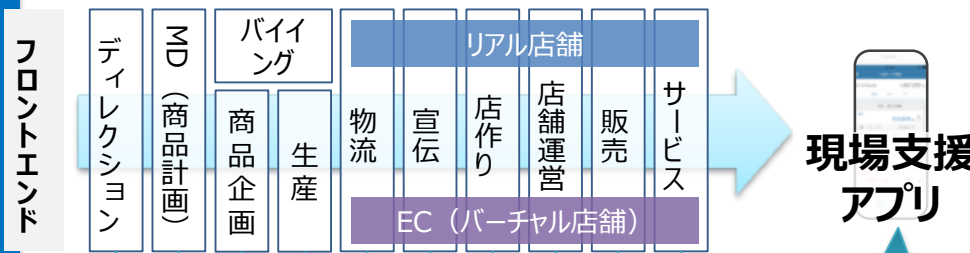
→ メタレベルでの課題解決と発展のためAI技術のスパイラルアップを考える



デザインシンキングのアルゴリズム化を行い、社会実装された初期のAIをさらにより良いものにスパイラルアップして、適用領域を拡大する**メタレベルのAI**

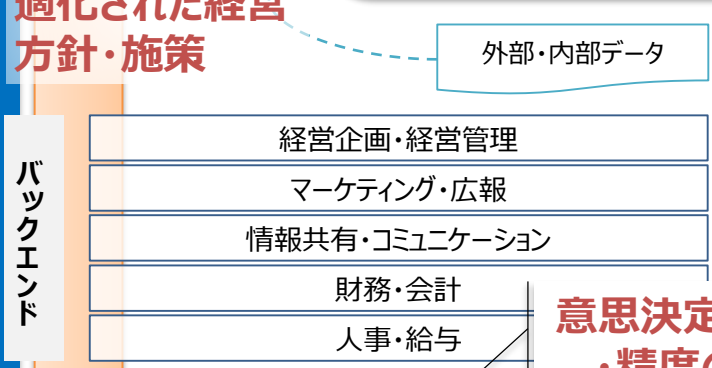
# 各研究課題間の関係

サイバーフィジカルバリューチェーン (CPVC) 構築による現場支援



KGI到達に最適化された経営方針・施策

Field-side Data Management Platform



意思決定スピード・精度の向上

マネジメント支援基盤技術(MST)による経営支援



KGI・KPIの最適化

評価構造モデリングによるKGI・KPIの最適化計算

高度コンサル技術の民主化

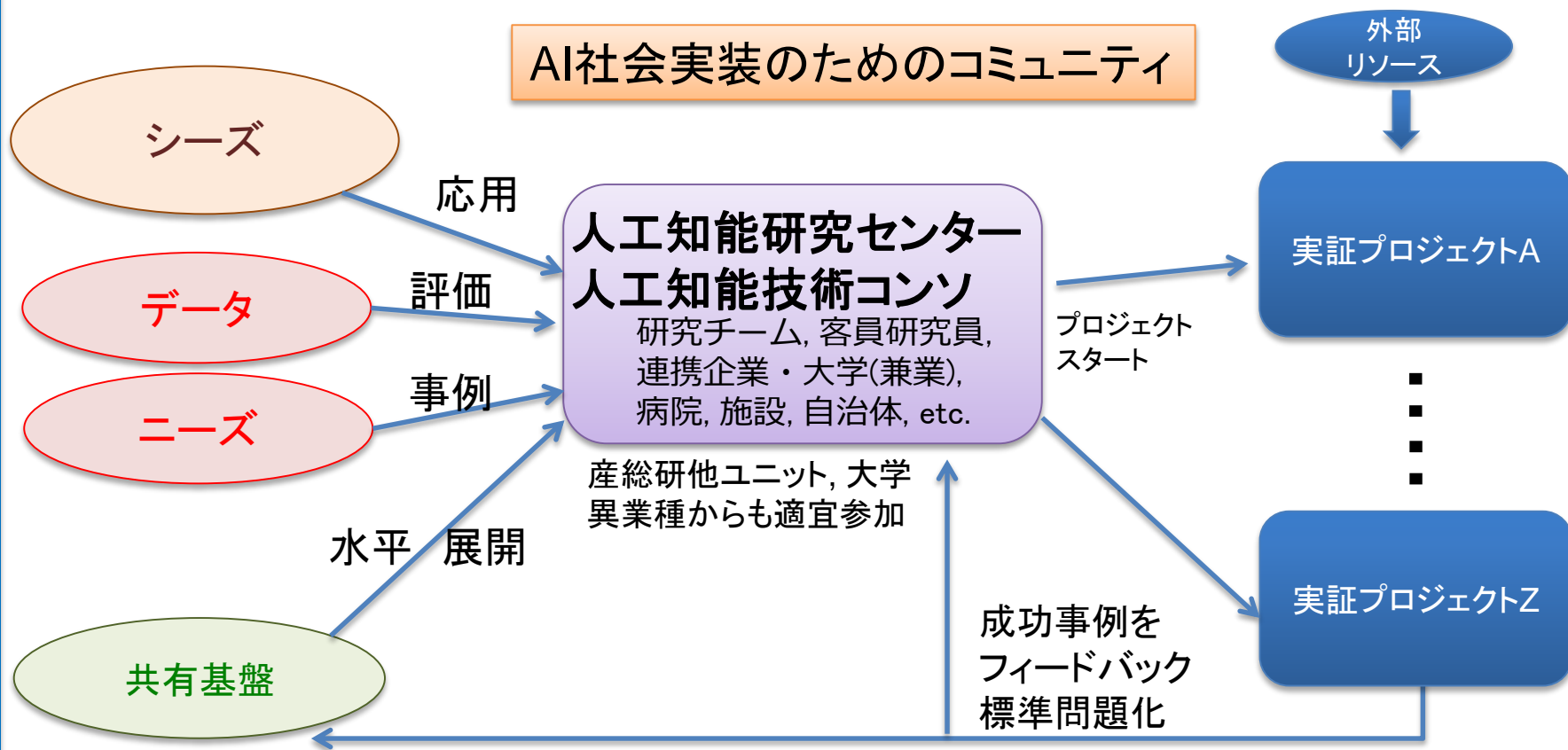
AI導入加速化技術(OSS)

Artificial Intelligence Research Center



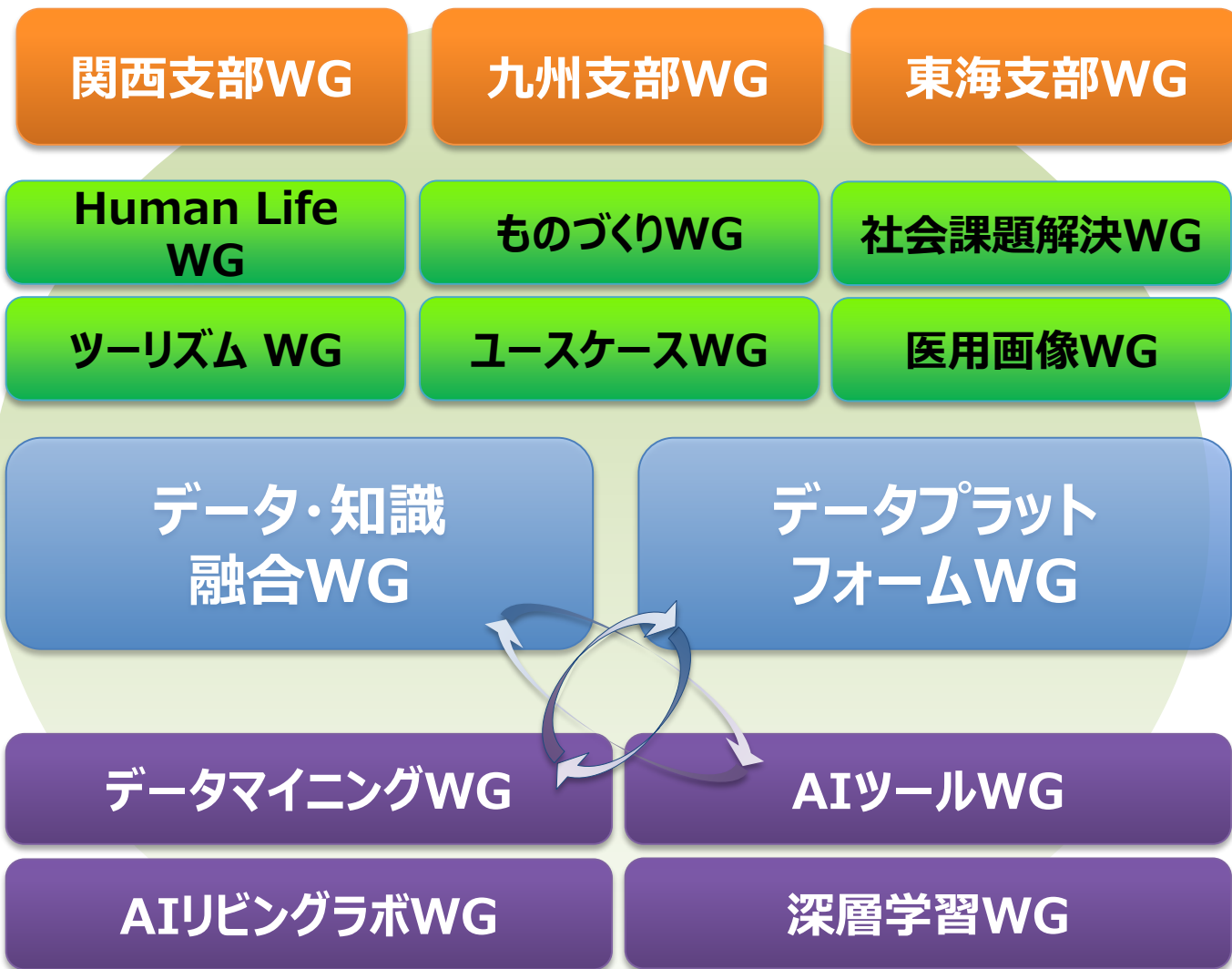
# 産総研人工知能技術コンソーシアム

シーズ/データ/ニーズをマッチングして  
ビッグデータの成長スパイラルを回す  
人工知能技術の社会実装の場



2018年度: 幅広い業種から170社以上が参加、地方支部(関西・九州・東海)も

# 人工知能技術コンソーシアム



2015年5月（10数社）～2018年5月（170社超）  
各WG内では複数のプロジェクトを同時に推進  
協業支援、ベンチャー支援コンテストなども実施

# 今後の課題：社会における価値創出に向けて

- AI技術の社会実装を通じて、健在化してきた課題
- 三次ブームにおけるフレーム問題
  - ビジネス応用における実フィールド，現場のフレームをAIが理解できるようにデータ化、知識構造化する
- AI技術導入プロセスにおける課題
  - 評価指標（価値）の持続的探索 → メタレベルAI
- サイバーフィジカル社会の発展のための社会課題解決のための計画とメンバ集め、体制づくり

# 実社会の中でのサイバーフィジカルイノベーション

個々の生活の品質(QoL)、産業の価値創出・生産性を向上し、AI技術の活用を広げる仕組みの構築 → 人材育成と仕組み自体も広く波及していくことを目指す



実証事業の中でビッグデータ、AIツールと典型的なユースケースを提供し、社会をよりよく(デザイン)する仕組みとして試行、実現  
その活動自体もまた、地域支部を通じ社会に定着する活動へ発展

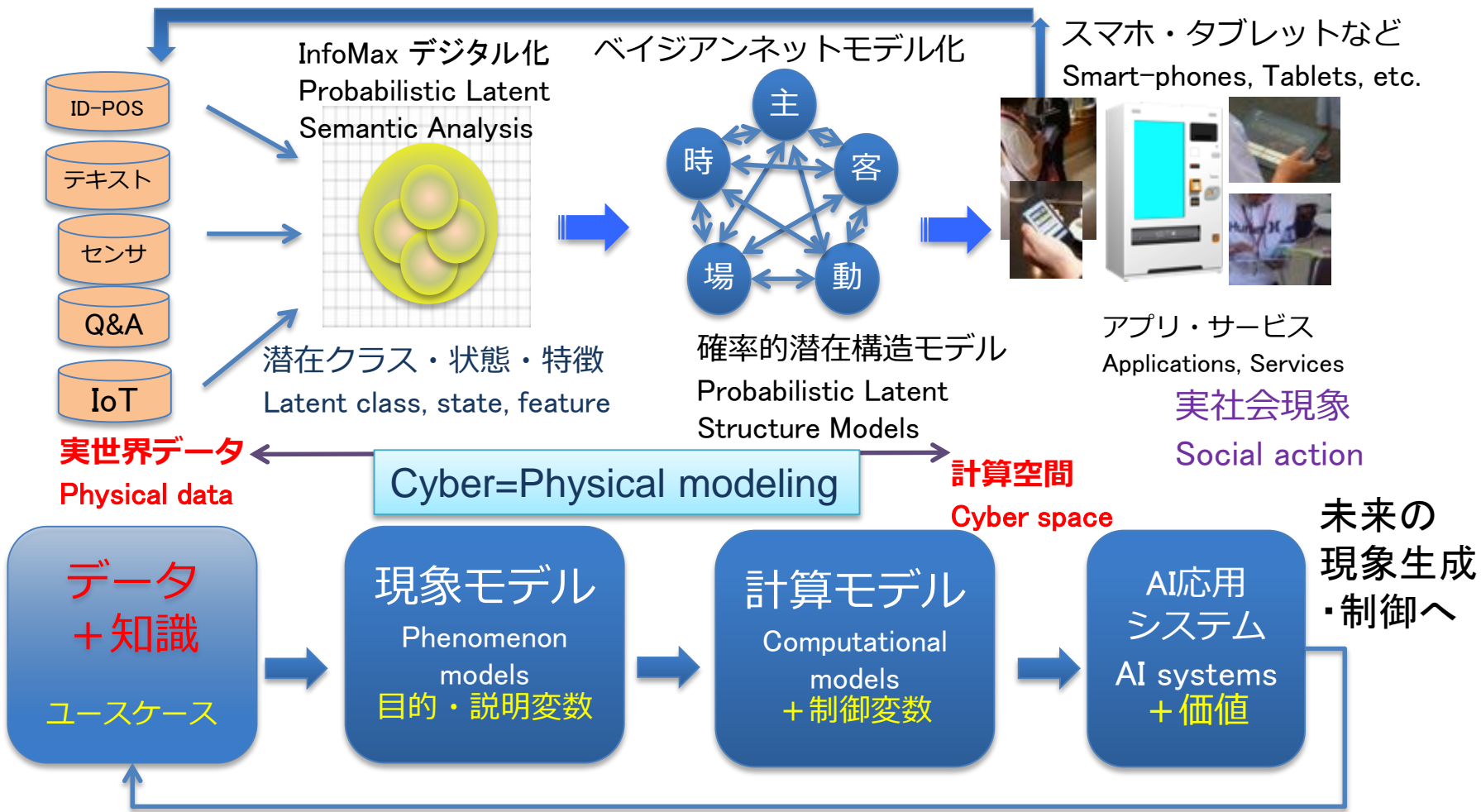
→ 企業や自治体、経済団体など多機関とも連携し、  
実社会の問題解決を通じて事例と方法論の集積へ

# 参考資料

次世代人工知能技術の事例紹介

# Cyber=Physical モデリング

## 実データからのデジタル化、モデル化と実社会現象制御 (背景、状況、その変化=「コト」の確率推論を可能に)



社会実装: 製造現場・生活現場データと知識の融合、水平統合プラットフォーム構築

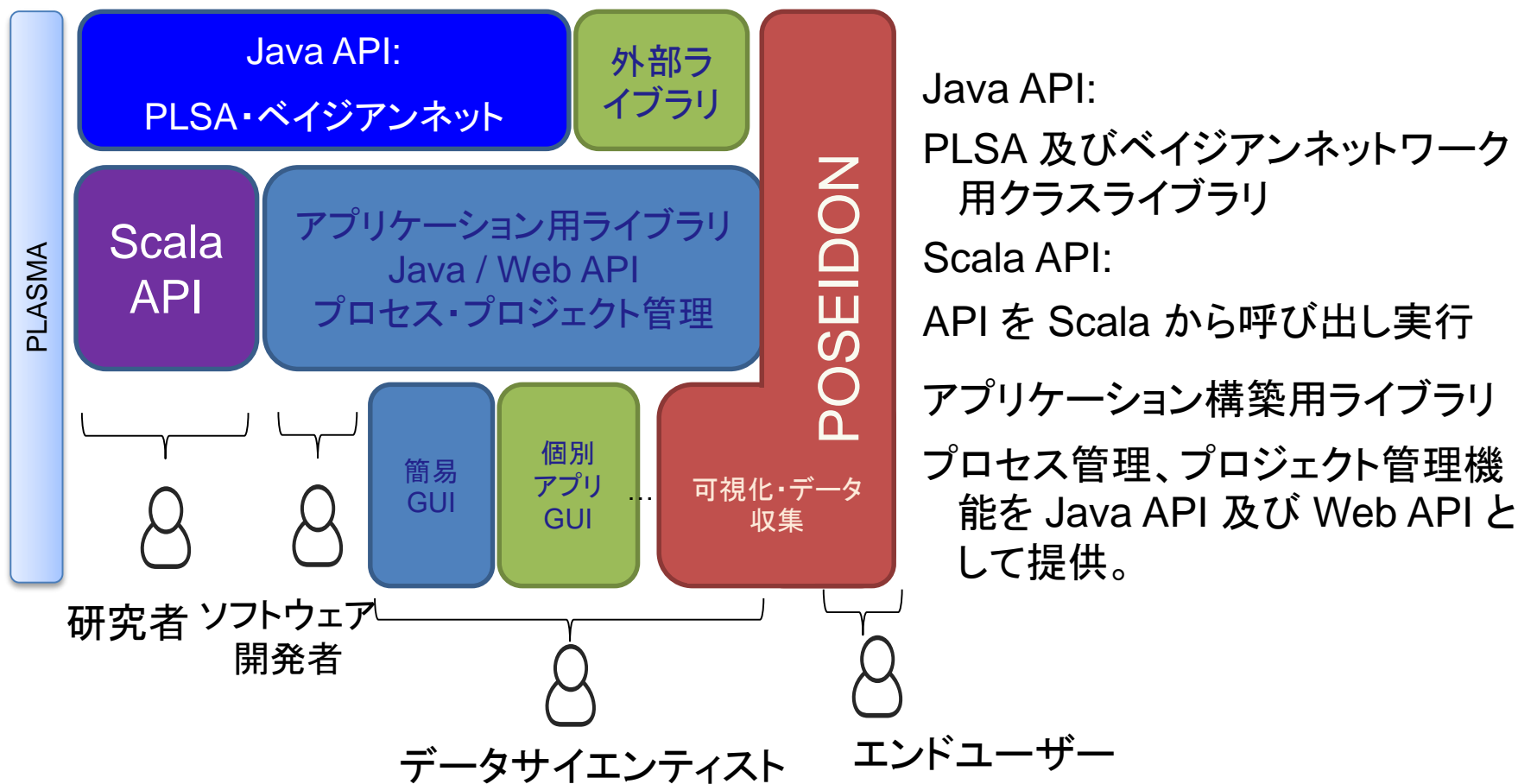


# サイバーフィジカルモデリングのためのソフトウェア

不確実性を積極的にモデル化、予測・制御するシステム開発環境

## PLASMA: Probabilistic Latent Semantic Structure Modeling API

「確率的潜在意味構造モデリング」のための Java 言語による API セット



# AI for Human life and Service

## AI研究センターの活動例: AI技術モジュールの社会実装と実証



**熱証かな？  
もしかしてだけど暑がりかな？**

身体が冷やす方が不足している「熱感」の場合の対策  
実は、体の過剰な熱を取り除く、物の野菜や、適切な  
場所で保ちる食材を積極的に摂ろう

**おススメ食材**

スイカ、キュウリ、トマト、アボカド、レタス、パプリカ、夏野菜、納豆、大豆、  
のり類、おひたし、梅

バランスの良い食事が基本で、物の中を食べて、適度に  
体を動かす前向きな生活で、熱も暑も過剰にならない  
健康的な状態にしよう

本デモは、医療判断支援システム実現の為に、

- 必要なデータは何か
- その収集にはどのような社会システムが必要かを明らかにしていく為に、

バイジャンネットワークを用いた現象モデル生成の過程を体験してもらおうを目的としています

**正解をおしえてください！**

- 暑がり
- どちらでもない
- 寒がり

SONY Xperia Touch や デジタルサイネージによるデモ  
CEATEC(幕張メッセ), ITproExpo(ビッグサイト)など出展  
千葉市美浜区の団地における地域健康見守り活動でも活用

# AI応用システムの例（現場でのビッグデータ活用）

（売り場やイベント空間での行動データ観測・分析・推論・推薦）



次世代自動販売機



健康イベント支援



科学未来館でのイベント支援

未来型  
店舗内  
買い物  
行動  
分析



Xperia touch



ビール記念館での実証実験

実フィールドの環境デザイン、リサーチデザイン、ユースケースデザイン

# 人と理解できる人工知能技術の例： 感性をはかるユーザーモデル（JST COIプロジェクト）

イベント・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

大規模データ  
モデル化

イベント・顧客接点

As is

行動観測・  
アンケート  
(知識)

IoTによる  
行動系  
ビッグデータ

例：ディーラや  
ショッピング  
モールなどの  
顧客接点



持続的データ観測

# 自動車に関するワクワク感の構造分析

結果的に9つのわくわく感を抽出

沼田～日光への快適な道路や自然が奏でる素敵な景観の中で、気分はスッキリしてきて流石シトロエンらしく腰痛もおきず、埼玉～群馬～栃木(関越道・ロマンティック街道・東北道)へ、グルッと一周した楽しいロングドライブとなりました、(^o^)やっぱ俺も温泉も壮大な自然もあるし田舎っていいなあ！  
<http://blog.bendosor.jp/sakura/archives/943061.html>

「スピード感」ワクワク感



「ハンドリング」ワクワク感



自然と調和することの  
「さわやかな心地よさ」ワクワク感



「探検する」ワクワク感



「デザイン際立つ」ワクワク感



「燃費」ワクワク感



燃費競争

「想像する」ワクワク感



「自分の空間」ワクワク感

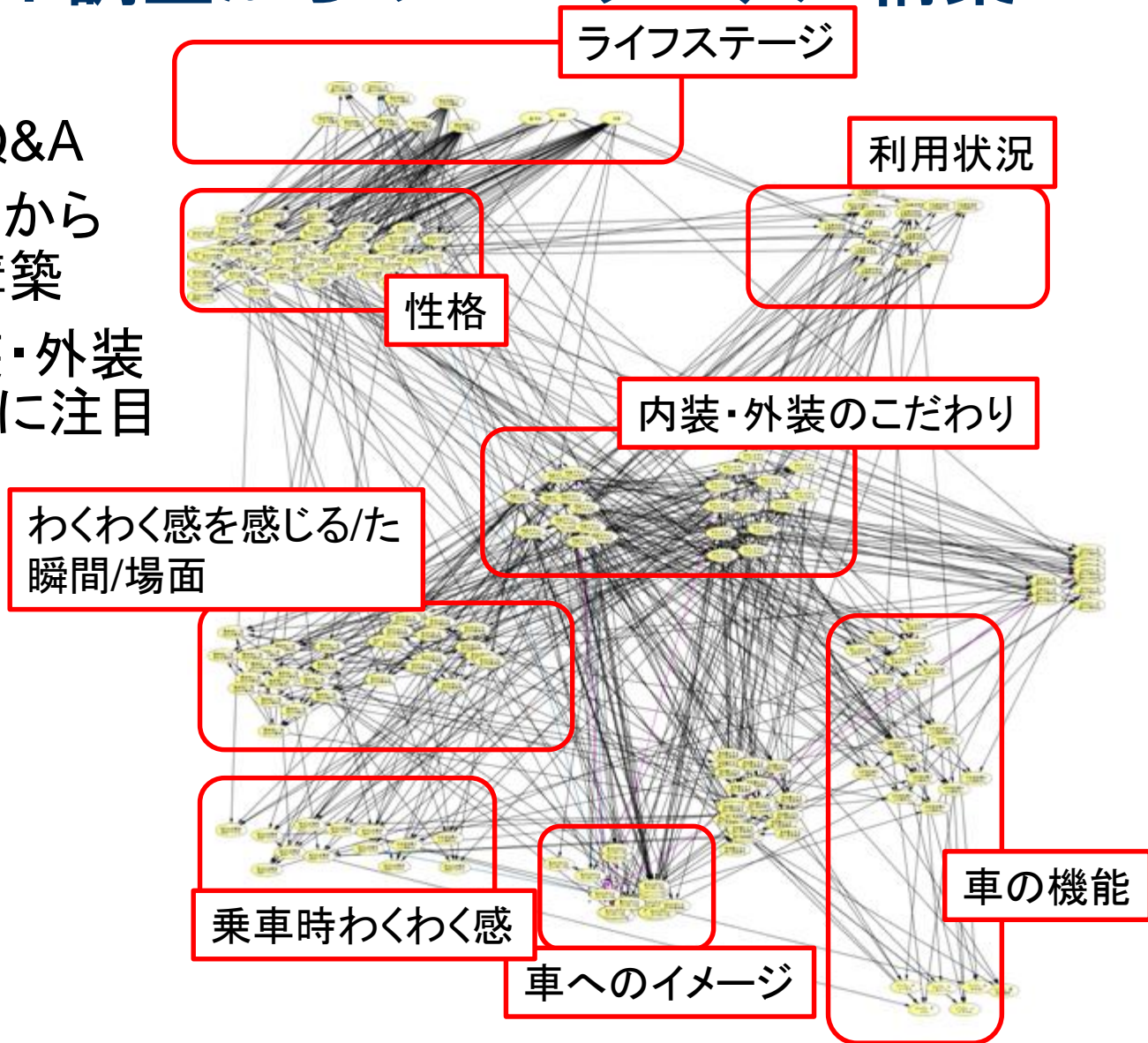


「旅行ドライブ楽しみ」ワクワク感



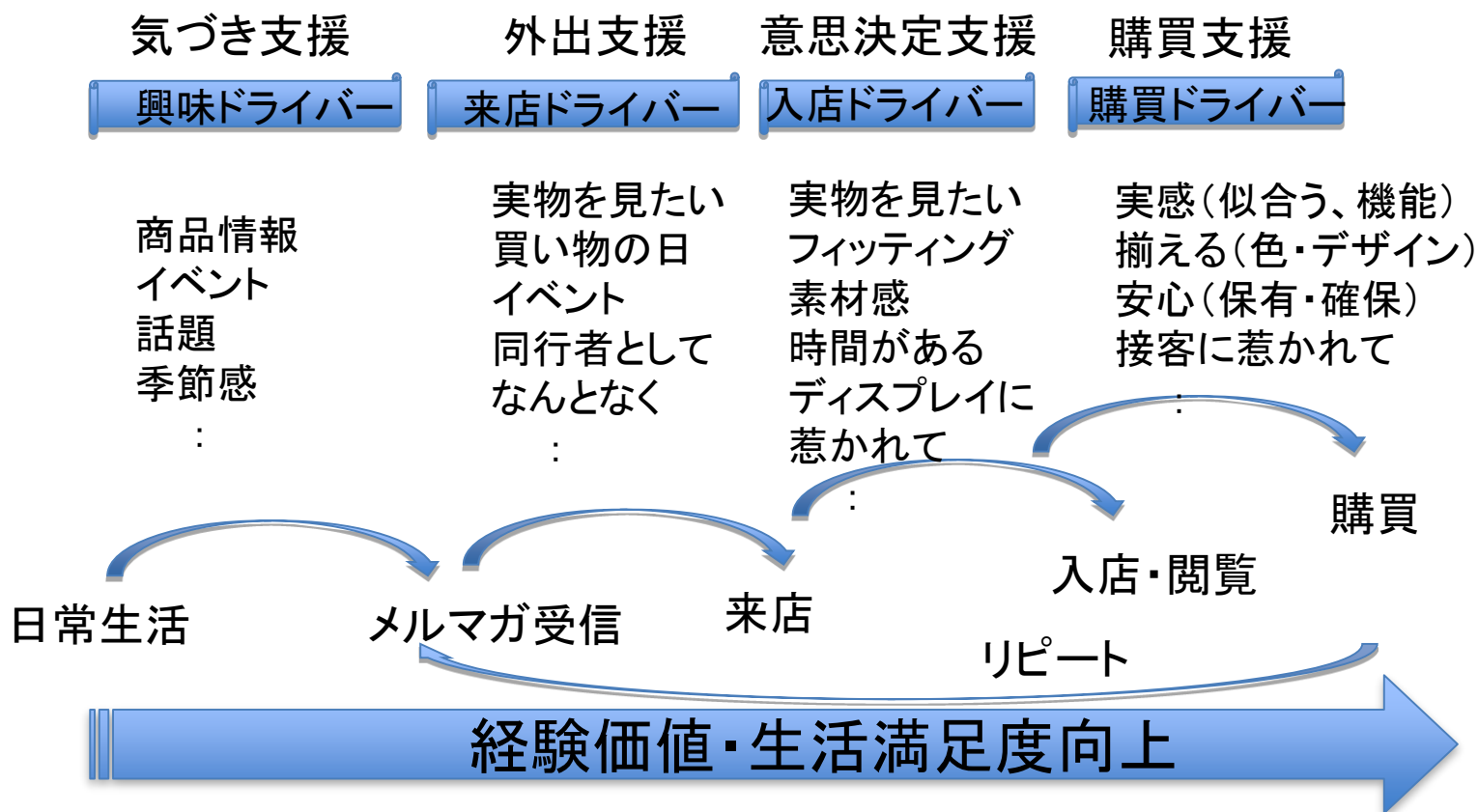
# インターネット調査からのユーザモデル構築

- 行動と心理のQ&A
- 得られたデータからモデルを構築
- 結果から、内装・外装の重視ポイントに注目



# 生活者の行動を予測・制御する確率モデリング

生活者行動を(条件付)確率モデル化する課題を通じ、社会実装とアクションリサーチを推進: 30社を越える技術移転+共同研究  
 (15万人ID-POS, 5000万人共通ポイント, 14万人高齢者データなど)



# Cyber=Physical 行動シミュレーション： ビッグデータからの確率的行動モデリングの例

- 利用者（顧客、生活者、ユーザ）の行動履歴とその人の属性、状況を網羅的にデータ化
- データから、**条件付確率 $P(\text{行動} | \text{条件})$** という行動モデルを構築し、もっとも良く行動を説明できる「**条件**」を探索する。
- 条件：「ある人がある状況にある（と行動する）」
- 例：「潜在ニーズを持った人が何かを見た時」など。潜在ニーズはライフスタイルなどに関係する
- 発展：行動変化が起こりやすい「何か」を発見し、提供するコンテンツのデザインに活用する

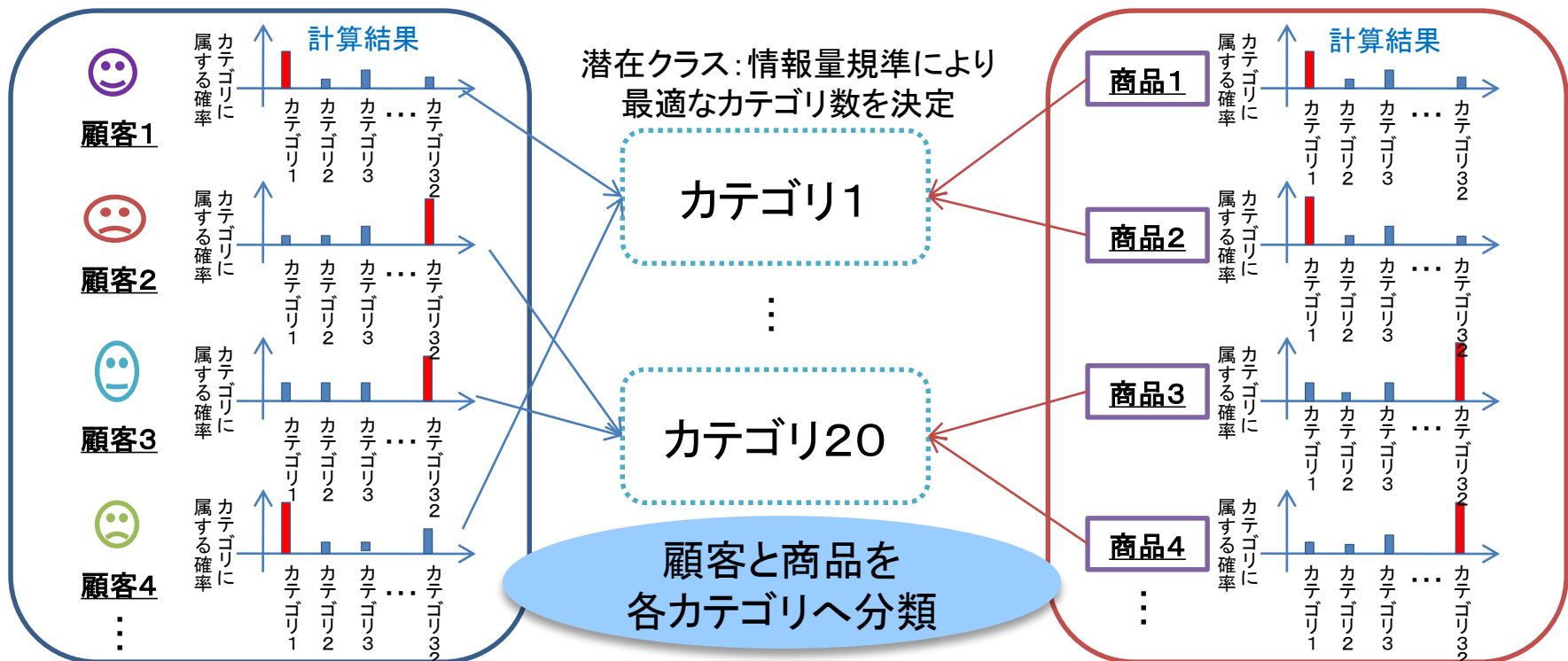


# AI for Services:

## 顧客行動のモデル化: 確率的潜在意味解析(PLSA)

ID-POSデータに基づく購買履歴から顧客と商品群を自動で同時に分類

- ・産総研からソフトウェアAPOSTOOLとして提供。ベイジアンネットと連携し、ビッグデータ対応を可能にする
- ・Python, JAVAプログラムとしてWindowsやLinux, Macなどで動作。商用利用も開始



推定結果: 顧客がある意味カテゴリに属する確率

推定結果: 商品がある意味カテゴリに属する確率

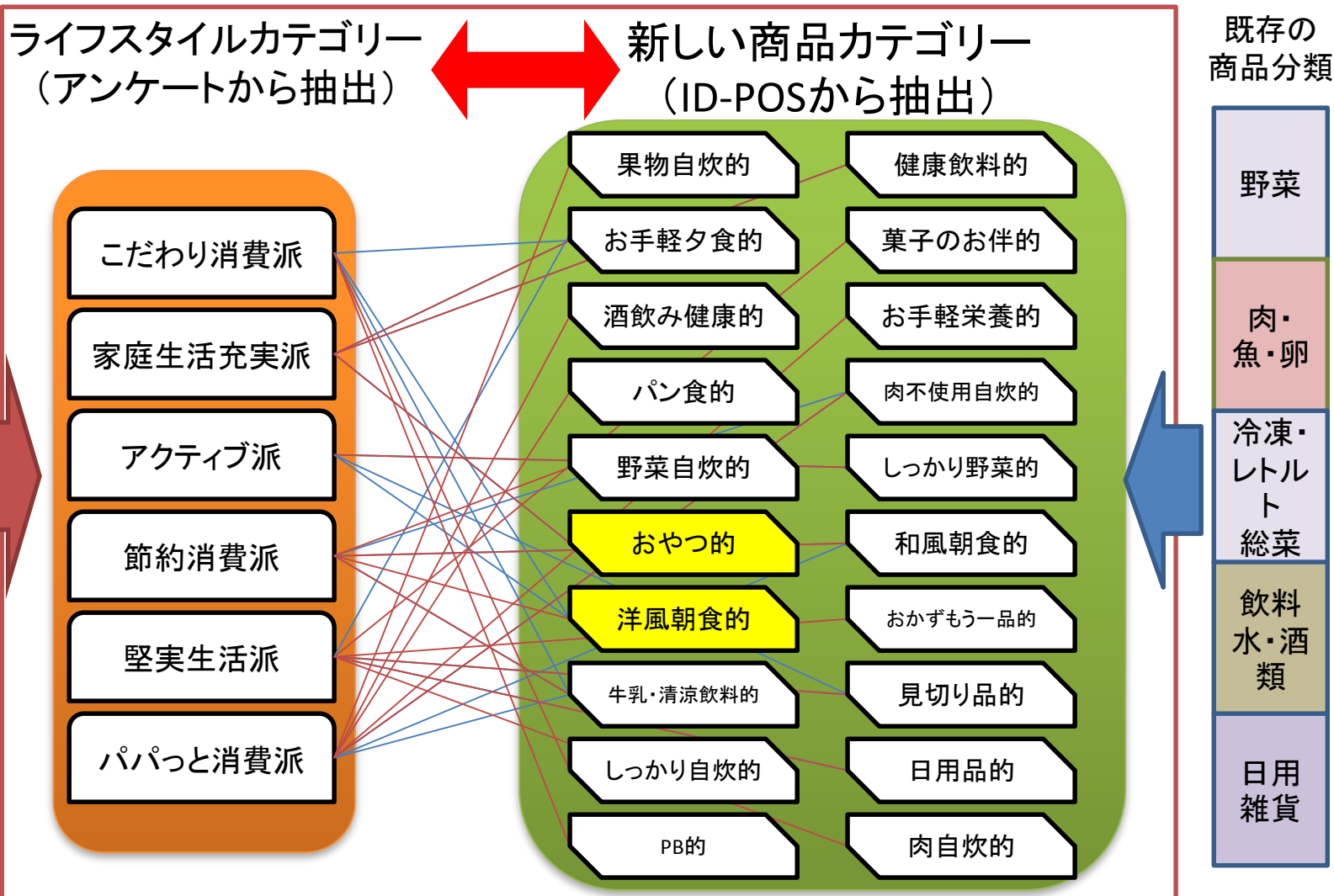
推定されたカテゴリ所属確率が最大となったカテゴリへ分類

# 購買ビッグデータを通じた消費者心理・ライフスタイルの理解

顧客パーソナリティ因子と商品群の関係をPOSデータからベイジアンネット化

(青い線: 各ライフスタイルカテゴリーに対して全商品カテゴリーで得点が高い3商品カテゴリー)

(赤い線: 各商品カテゴリー内で1番得点が高いライフスタイルカテゴリー)



アンケート項目

デモグラ

日常行動・生活時間

健康意識

食に対する意識

消費傾向

パーソナリティ

ライフスタイルカテゴリー  
(アンケートから抽出)

新しい商品カテゴリー  
(ID-POSから抽出)

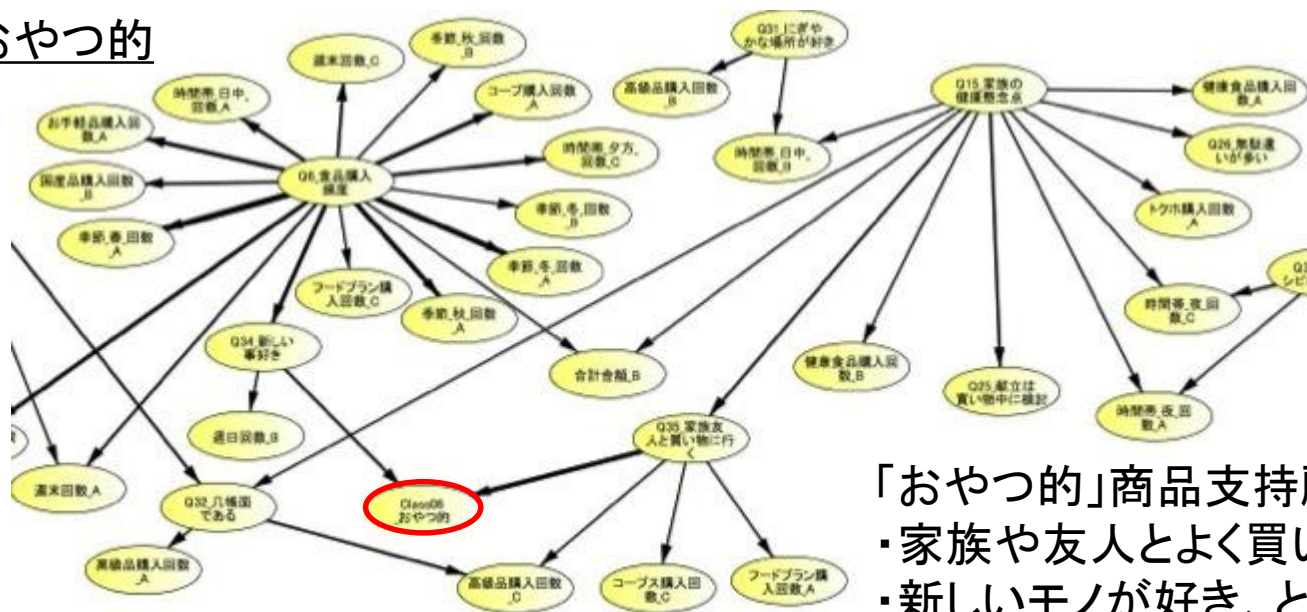
既存の  
商品分類

Artificial Intelligence Research Center

# ベイジアンネットの一部を取り出して拡大

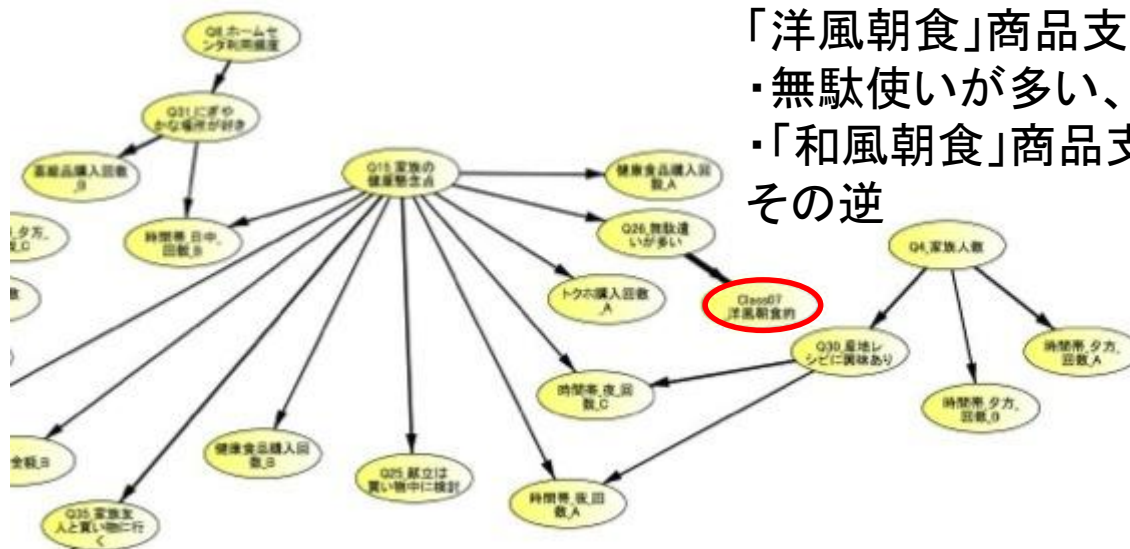
各商品カテゴリを購入している利用者の解釈（アンケート回答との関係性）

## Class06 おやつ的



「おやつ的」商品支持顧客は  
 ・家族や友人とよく買い物に行き  
 ・新しいモノが好き、という傾向

## Class07 洋風朝食的



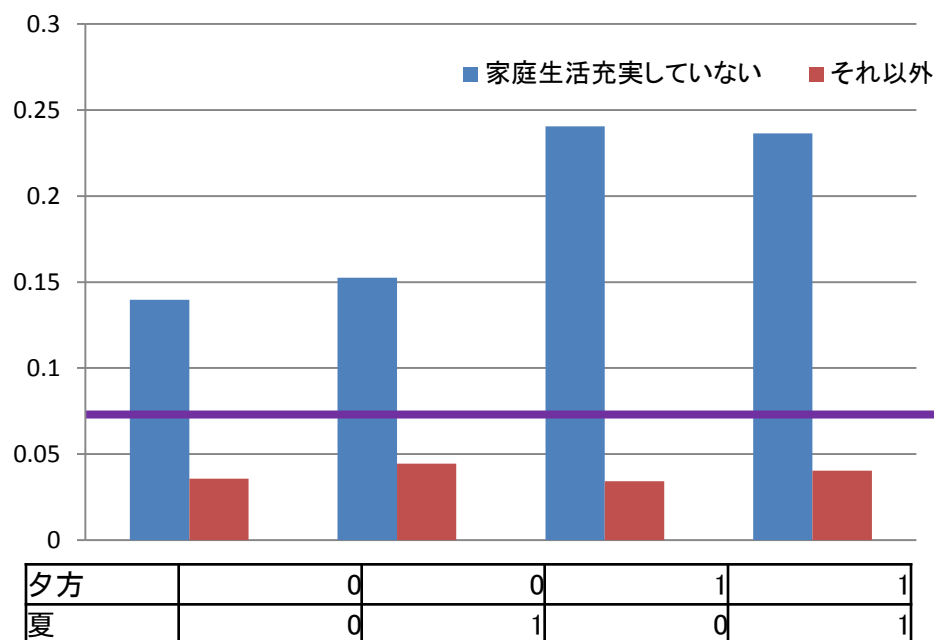
「洋風朝食」商品支持顧客は  
 ・無駄使いが多い、という傾向  
 ・「和風朝食」商品支持顧客はその逆

# 買い物難民クラスターの発見

作成したモデルを用いて状況依存性についての確率推論を実行

$P(\text{回答} \text{ "家庭生活充実していない" } | \text{ お手軽夕食商品, 夕方に購入}) \rightarrow \text{高い確率}$

$\rightarrow$  生活支援を必要としている客層を、日常の購買履歴から推定可能

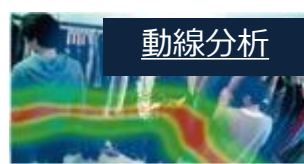


「揚げ物などの加工食品＝お手軽夕食的クラスター商品を夕方購入」

# CPVC(店舗)

CPVC構築技術：店舗内の種々のセンサー（カメラ、ID-POS等）及び外部／内部データの分析によりKGI（買上率やロイヤリティなど）の最適化を可能に。

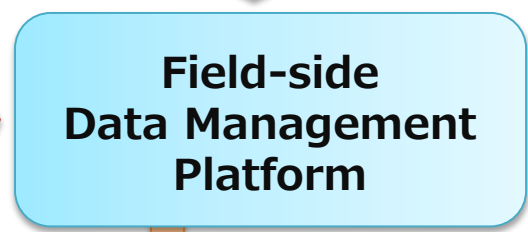
複数の実店舗



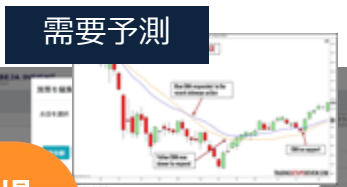
ソース	取得データ
出入り口カメラ (BrickStream)	店舗前の通行量、来店客数
カードリーダー・タブレット (バーコード、NFC)	購買者属性、Q&A、検索履歴
店舗内カメラ (AXIS-M1124) (日立LG)	来店客属性（画像）、動線
棚前カメラ (日立LG)	棚の立ち寄り人数、棚の滞在時間

Research Center

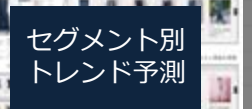
ソース	取得データ
外部 Data	地域イベント情報 (開催日、イベント規模、イベント内容)
	商圈データ (居住者数、居住者属性)
	気象データ(予報・実績) (気温、湿度、体感温度、降雨量)
	その他
内部 Data	商品・顧客管理データ (商品・顧客情報)
	受発注データ/EC関連データ
	業務管理データ (従業員ID、従業員属性、シフト)
	従業員データ (ウェアラブルセンサー・タブレット・スマホによる従業員による気づきの計測・指標化)



研究開発項目②と連携(経営支援)

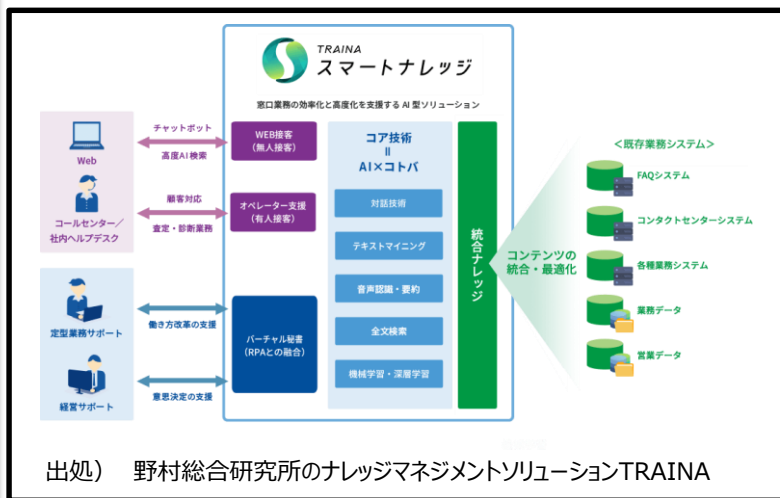


KGIの計測→現場アクションにつながる店長支援アプリ



# 経営シミュレーションへの応用

実フィールドで得られるデータを蓄積し、既存KPIでは不十分だった経営課題の解決を目指す。



**【施策ナレッジシェアツール】**  
**日常業務レベルにおける効率化（KPI向上）の先進事例（個別事例）をデータベース化。**

**Visualization、仮説発想支援ツールにより、フレーム生成、評価構造のモデル化、シミュレーション、実行支援を行う。**

**「人間」主体の意思決定が中心となる戦略構築レベルの支援**

**【仮説生成支援のために提示される情報例】**

- ✓ KPI等データのビジュアル化・シミュレーションの最適化
- ✓ KPIでは把握しきれない定性的な情報の提示  
 （他業種の類似事例、各ステークホルダーから集約した定性意見、提示データに対する関係者のコメント等）
- ✓ ディスカッションプラットフォームでのファシリテーションとその構造記録



現状では、十分なデータが取得できない、また、個別KPIの分析（analysis）データ単体ではなく、それらのKPIの複雑な関係を統合（synthesis）して考慮することはAIでは不可能。

出処) 野村総合研究所のデザイン思考ワークショップ拠点「未来ガレージ」でのアイデア創出風景

⇒評価構造モデリングによりKGIのスパイラルアップ

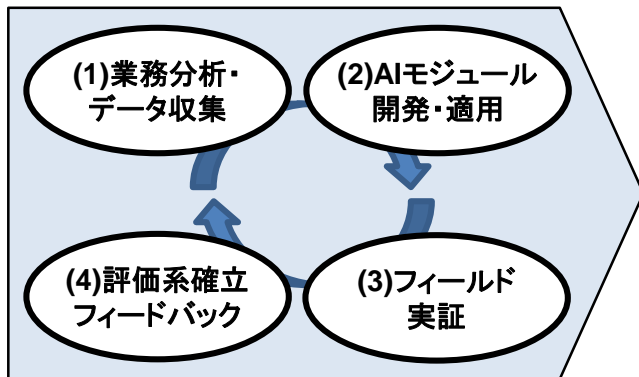
# 実フィールドAIとメタレベルAI

現場情報 = フレーム（データバリューフロー図と現場で導出された課題を一組にしたもの）を実フィールドAIが獲得し、メタレベルAIが改善フィードバックを実行。

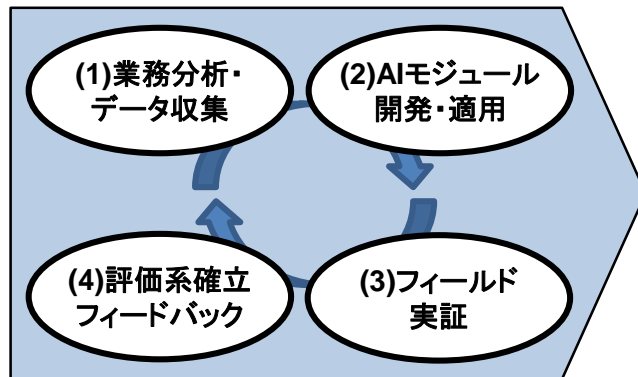
人工知能技術の  
社会実装に向け  
た研究開発・実証

実フィールド、  
CPVC構築技術

イテレーション1 (CPVC ver.1)



イテレーション2 (CPVC ver.2)



導出された  
課題リスト

フィード  
バック



導出された  
課題リスト

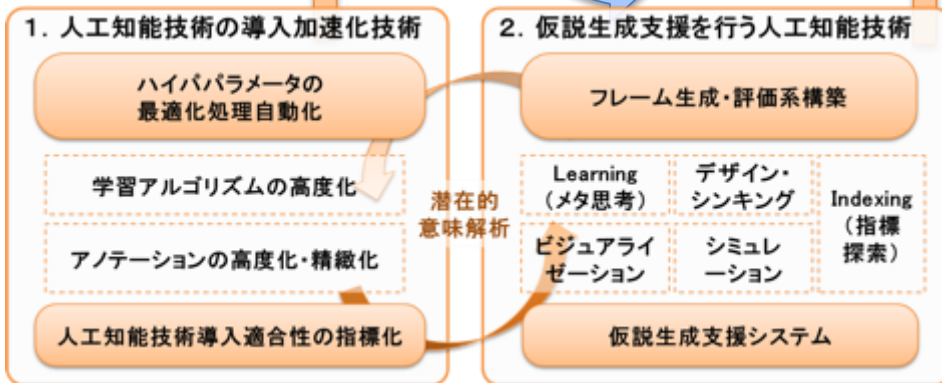
実証的な現場改善

※DVF: データバリューフロー図

フレーム  
の提供

人工知能技術の  
適用領域を広げ  
る研究開発

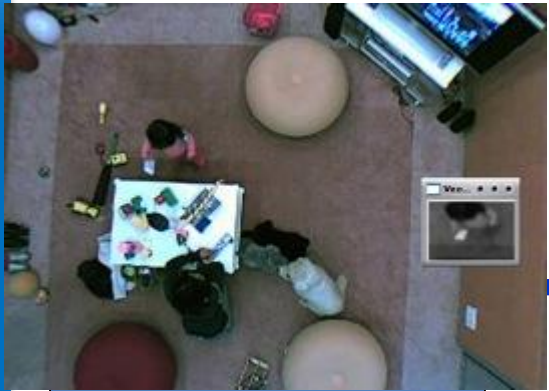
メタレベル、KGI  
スパイラル アップ



メタレベルでの  
改善フィードバック

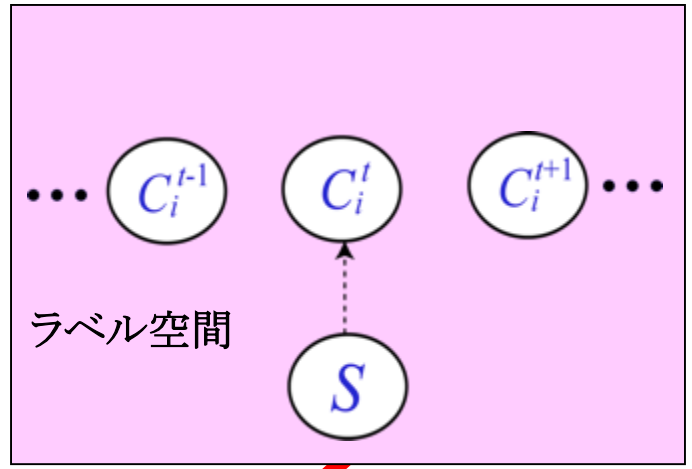
# 人の行動のモデル化における事前分布(Frame)の統合 状況に依存して起こる行動予測のためのベイズ推定

(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)

$$P(C_i | x, S) \propto P(x | C_i) \times P(C_i | S)$$

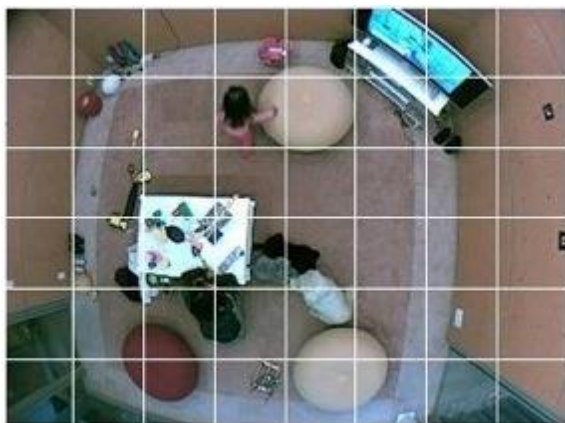
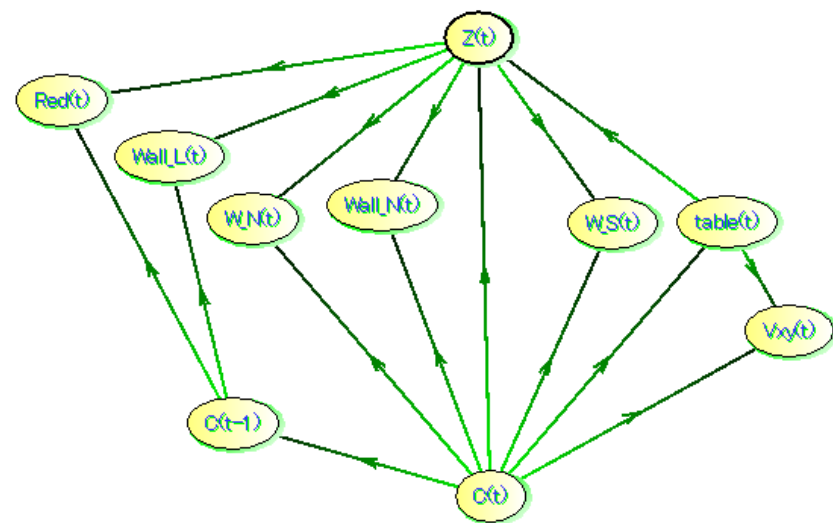
データ・尤度  
(データから学習)

事前知識 = 条件付き事前分布  
(フレーム or メタデータ, 上位のデータから学習)

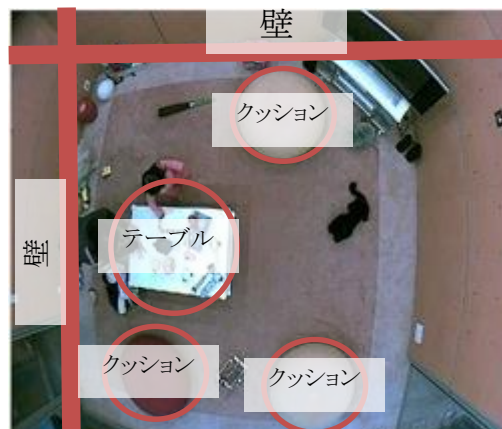


# 事前分布, フレームの確率モデル

- 条件付事前分布の説明変数
  - $x, y$  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

センサデータとフレーム(事前分布)を統合することで、制御モデル化、行動変容による最適制御へ (Demand Response など)