

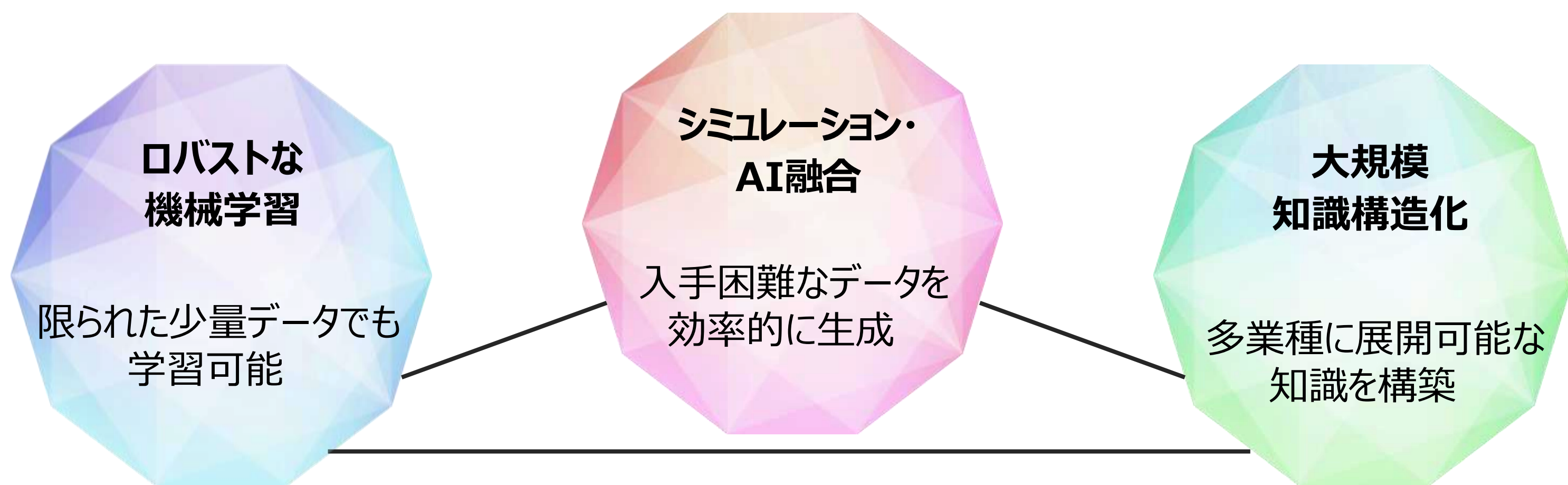
研究方針

人が幸せになるAI、自律成長と人との協調による課題解決

想定外を想定するAI

環境の不確実な変化に対しても、的確な未来予測に基づき、より良い判断を支援

三位一体による研究の推進



ロバストな機械学習

- 多目的最適化問題の解集合を少数の点から高精度に近似する推定法を開発
- ディープラーニングを使って超音波画像から先天性心疾患を自動検知する技術を開発
- 因果探索技術にニューラルネットワークを適用し、非線形な因果関係を探索可能に拡張

シミュレーション・AI融合

- ベイズ推定に基づき材料組成を最適化し、最高の特性を実現
- 特性向上に伴ない、これまでに知られていない結晶相が出現することを発見

大規模知識構造化

- 抽出と生成のMulti-task学習に基づく固有表現抽出技術を開発
- 化学用語抽出のベンチマークデータで最高精度を達成

周産期医療

第25回日本胎児心臓病学会
里見賞「研究部門」受賞

周産期医療プロジェクト

新生児死亡の大きな要因となる先天性心疾患について、理化学研究所、国立がん研究センターおよび昭和大学と連携し、胎児期での早期診断を目指して進めている取り組み

従来手法の課題

- 基本7断面の観察により診断
 - 高度な診断技術が必要
 - 診断率が不十分で、地域格差も発生
- 機械学習技術の適用には工夫が必要
 - 超音波画像の特性（手動走査、陰影）
 - 異常データ収集が困難（先天性心疾患は全出生児の1%）

胎児心臓超音波スクリーニング

目的	胎児心臓超音波スクリーニングのための基盤技術開発
手法	胎児心臓全体の2D動画を解析し、正常な心臓構造との比較により異常を検知
結果	胎児心臓構造を高率で判別し、幾つかの異常症例を自動検知できることを実証

提案法：正常な心臓構造には個体差が少なく、部位検知を行うことで異常検知を容易にする



物体検知による部位の検出

- 心臓および周辺臓器の18部位を自動検知
- 静止画像データ2,378枚に対してアノテーション

	適合率(%)	再現率(%)
心交差	100	97.1
心室中隔	100	69.3
右心房	99.6	96.9
三尖弁	-	-
左心房	100	84.8
左心室	98.3	90.6
僧帽弁	-	-
肺動脈	100	96.6
上行大動脈	100	100
上大静脈	100	98.7
下行大動脈	98.1	100
腎臓	98.7	100
腎臓	100	100
肺静脈	96.7	98.3
下大静脈	100	100
肺静脈	100	52
動脈管	100	90.2

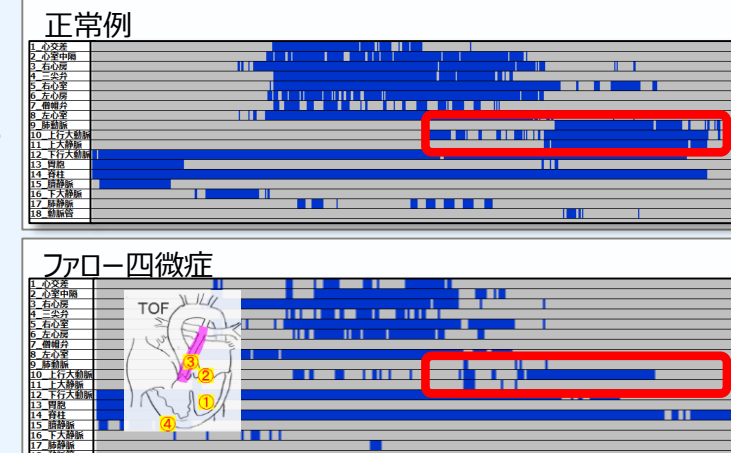
※ 確信度を10%として算出

検査精度

感性 95.7%	特異度 78.6%	正診率 86.2%
先天性心疾患を検出 (22/23例)	正常例を検出 (22/28例)	正しい診断 (44/51例)

スワイプ動画全体の検出結果表示

- 症例の特徴を一見できる
- 可能性のある心疾患を推測できる

表示方法
・横軸：時間
・縦軸：18部位
・物体検知アルゴリズムの確信度が閾値以上の箇所を青色表示

Stratification Learning

Stratification Learning（滑層分割学習）

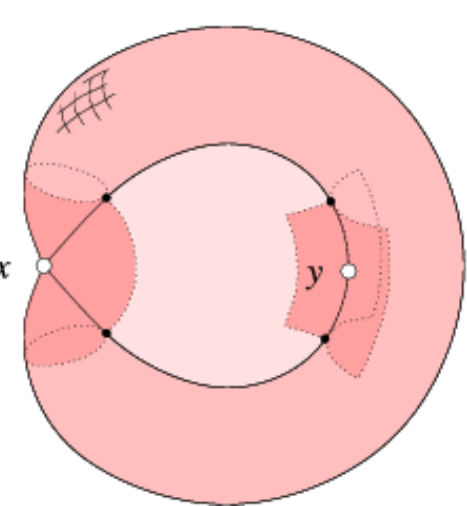
- 多様体仮説 高次元データは、ある低次元多様体の周囲に分布する
- 滑層分割仮説 高次元データは、低次元多様体の貼り合わせ構造の周囲に分布する

Stratificationの構造が分かれば

- 環境変化による分割構造の変化を把握できる
- 低次元滑層の学習を通じて高次元モデルの学習が促進される
- より少ない訓練データ(投資)で再学習できる

想定される実問題（多目的最適化問題）

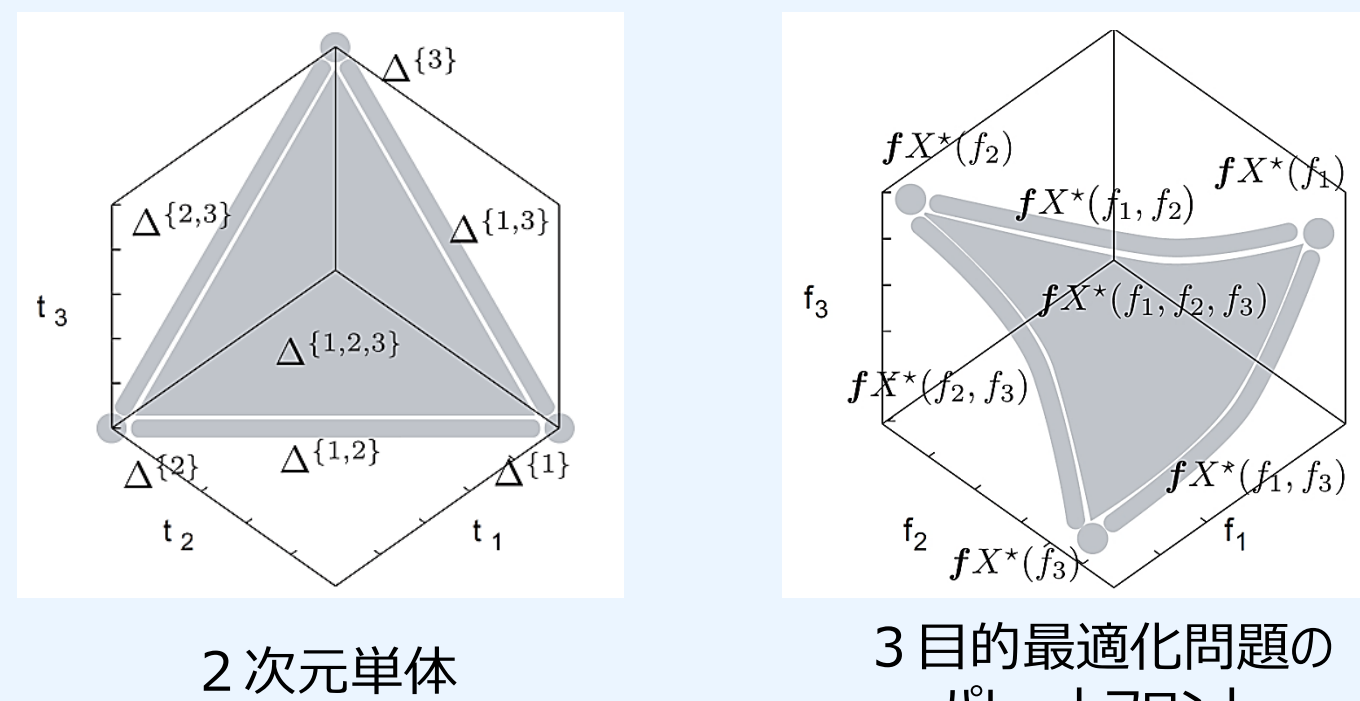
- 公共交通機関の運行計画
- 多目的ガムの運用
- 投資計画
- サプライチェーンマネジメント、等

出典: <http://mrzv.org/publications/localhomology/>

パレートフロントに対するベジエ単体を用いた小標本近似法

目的	単体的な多目的最適化問題の高次元パレートフロントを近似
手法	ベジエ単体モデルによるパレートフロントの構造を活用した近似法を提案
結果	ベジエ単体モデルの近似定理を証明、小標本による高精度近似を実験で確認

(実問題で頻出) 単体的な問題：パレートフロントが単体と同相



提案法：ベジエ単体による近似

- 頂点を推定
- 辺を推定
- 面を推定

低次元単体から帰納的に推定することでパレートフロントの境界を考慮

ベジエ単体の近似定理を証明

定理：ベジエ単体は単体的なパレートフロントを任意精度で近似可能

$\phi: \Delta^{M-1} \rightarrow \mathbb{R}^M; C^0$ -埋め込み, $X^* := \phi(\Delta^{M-1})$,
 $b: \Delta^{M-1} \rightarrow \mathbb{R}^M$: ベジエ単体(写像), $B := b(\Delta^{M-1})$ と表す.
このとき $\lim_{l \rightarrow \infty} d_H(X^*, B^{(l)}) = 0$ なるベジエ単体の無限列 $\{b^{(l)}\}$ がとれる.
ただし d_H はハウスドルフ距離.

提案手法「帰納的骨格推定法」が応答局面法などの従来手法より小標本で高精度に近似できることを数値実験で検証

