

# 人工知能研究の これまでとこれから

理化学研究所／東京大学



杉山 将



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO



# 自己紹介

2

## ■ 現職:

- 理化学研究所・センター長
- 東京大学・教授
- 企業・技術顧問

## ■ 専門分野:

- 機械学習の理論とアルゴリズム  
(コンピュータ科学, 統計学)
- 実世界応用  
(画像, 脳波, ロボット, 医療, 購買等)

## ■ 目標:

- 理論的な正当性をもちつつ,  
実用的な情報技術を開発

# 機械学習

3

**目標:** コンピュータにヒトのような学習能力を身につけさせる

**教師付き学習:** 人間が教師となり、コンピュータを学習させる

- 回帰, 分類など

脳波によるコンピュータの操作  
(独フラウンホーファーとの共同研究)

**強化学習:** エージェントが試行錯誤を通じて学習する

- ロボット制御, アートなど

ヒューマノイドの運動制御  
(NICT・ATRとの共同研究)

**教師なし学習:** コンピュータが人間の手を介さずに学習する

- 異常検知, クラスタリングなど



# 発表の流れ

4

1. 人工知能研究の現状
2. 理研AIPセンターの取組み
3. 機械学習研究の最新の取組み
4. まとめと今後の展望

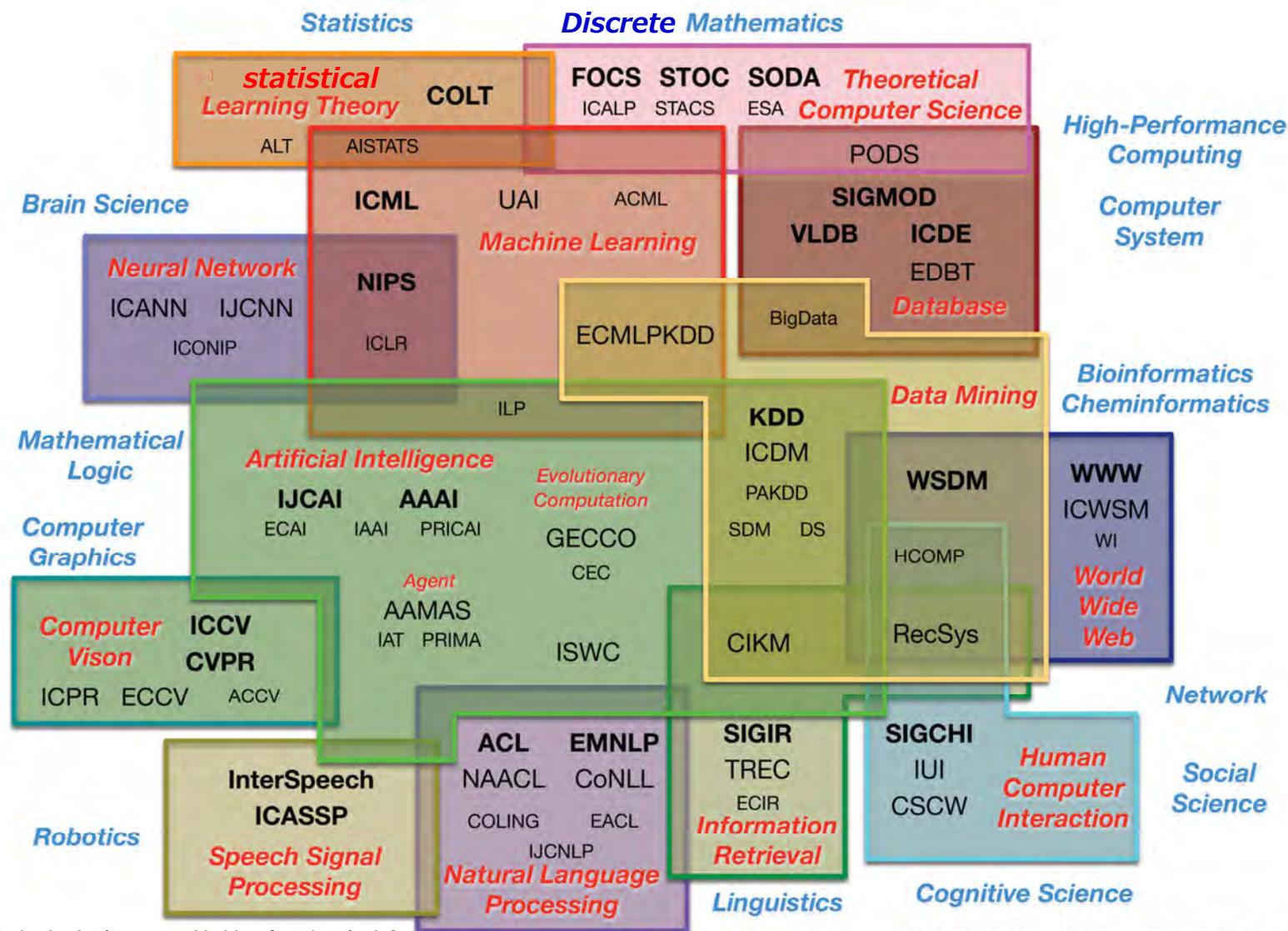
# 人工知能

5

- 自動運転車, 会話ロボット, コンピュータ囲碁など, 私達の身の回りの様々な場面で**人工知能**が利用されはじめています
- これらの人工知能システムの背後では, コンピュータに人のような学習能力を身につけさせる**機械学習**の技術が用いられている

# 「人工知能」に関する国際会議 6

- 基礎数学から実世界応用まで，様々な学会が存在



※産総研・神島先生資料より抜粋（一部改変）

# 機械学習の国際会議の動向

7

## ■ 参加者数が激増:

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ICML	900	1200	1600	3000+	2400	5000
NIPS	1200	2400	3800	6000+	7500+	8000+

- ICML: International Conference on Machine Learning
- NIPS: Neural Information Processing Systems

## ■ 企業のスポンサーも非常に活発:

- 2000年代前半～: アメリカのIT企業 (Google, IBM, Yahoo!, Microsoft...)
- 2000年代後半～: 世界中のIT企業 (Amazon, Facebook, LinkedIn, Tencent, Baidu, Huawei, Yandex...)
- 2010年代: 製造・金融など様々な業種のスタートアップ～大企業

## ■ 現在は米国と中国が支配的

※産総研・神寫先生資料より抜粋 (一部改変)



# 発表の流れ

8

1. 人工知能研究の現状
2. 理研AIPセンターの取組み
3. 機械学習研究の最新の取組み
4. まとめと今後の展望

# 文科省AIPプロジェクト： 人工知能/ビッグデータ/IoT/ サイバーセキュリティ統合プロジェクト

- 理化学研究所は、2016年4月14日付で  
**革新知能統合研究(AIP)センター**を設置
- AIPセンターの活動の**5本柱**：
  - AIの次世代基盤技術の開発
  - AIによるサイエンス研究の発達
  - AIの社会実装への貢献
  - AIの倫理・社会的課題への対応
  - AIの人材育成



# AIPセンターの研究体制

10

2018年11月1日現在

総勢  
680名  
以上

世界を取り巻く広範な人工知能の応用分野  
(企業・大学・研究所・理研内他センターなど)

**目的指向基盤技術研究グループ:**  
実世界の複雑な問題を解決可能な形に抽象化  
(23チーム)

**汎用基盤技術研究グループ:**  
抽象化された問題を解決する汎用技術の開発  
(21チーム)

**社会における人工知能研究グループ:**  
人工知能の普及に伴う社会的影響を分析  
(7チーム)

企業との  
連携センター  
NEC  
東芝  
富士通  
富士フイルム

その他,  
約30企業  
との共同研究

# AIPセンターの研究拠点

11

- 日本橋駅直結
- 東京駅徒歩圏内

国内外の産学官の  
人工知能関係者と  
活発に議論！



COREDO  
日本橋の上



入口

自由にディスカッションできるスペースを設置





# 発表の流れ

12

1. 人工知能研究の現状
2. 理研AIPセンターの取組み
3. 機械学習研究の最新の取組み
4. まとめと今後の展望

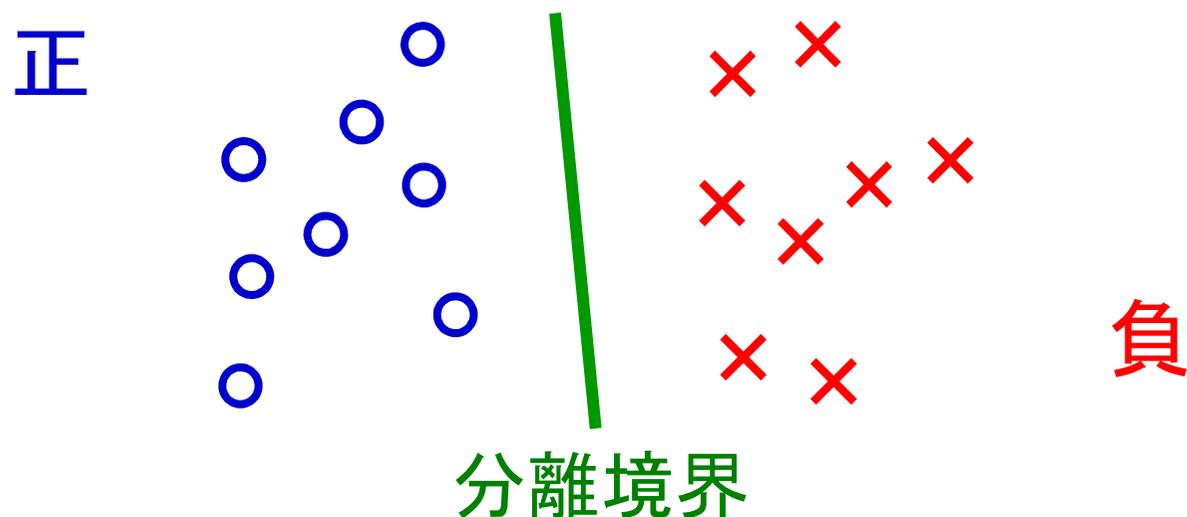
# 限られた情報からの機械学習

13

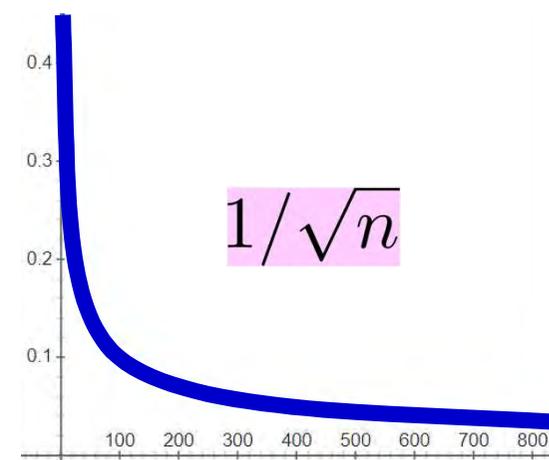
- ビッグデータを用いた機械学習は、人間と同等かそれ以上の性能を達成：
  - 画像認識, 音声認識, 機械翻訳, 推薦...
- しかし, 応用分野によっては, ビッグデータを簡単に取れない：
  - 医療データ解析, インフラの管理, 自然災害の防災・減災, 機能材料の開発...
- 限られた情報からの学習が重要！

# 2クラスの教師付き分類

14



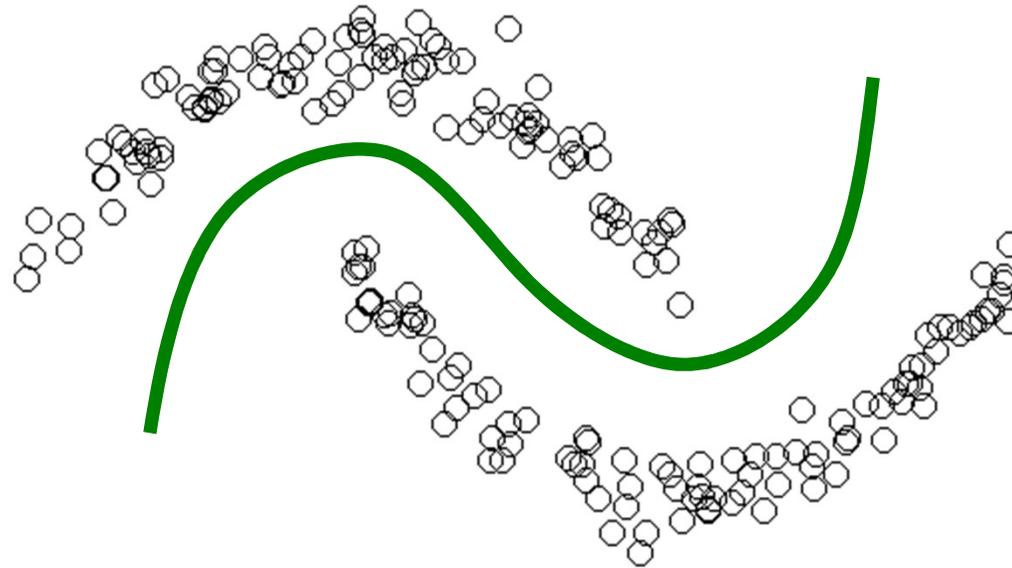
- 大量の正負ラベル付きデータを用いれば、精度良く分類境界が学習できる
- ラベル付きデータ数 $n$ に対して、分離境界の推定誤差は $1/\sqrt{n}$  の速さで減っていく



# 教師なし分類

15

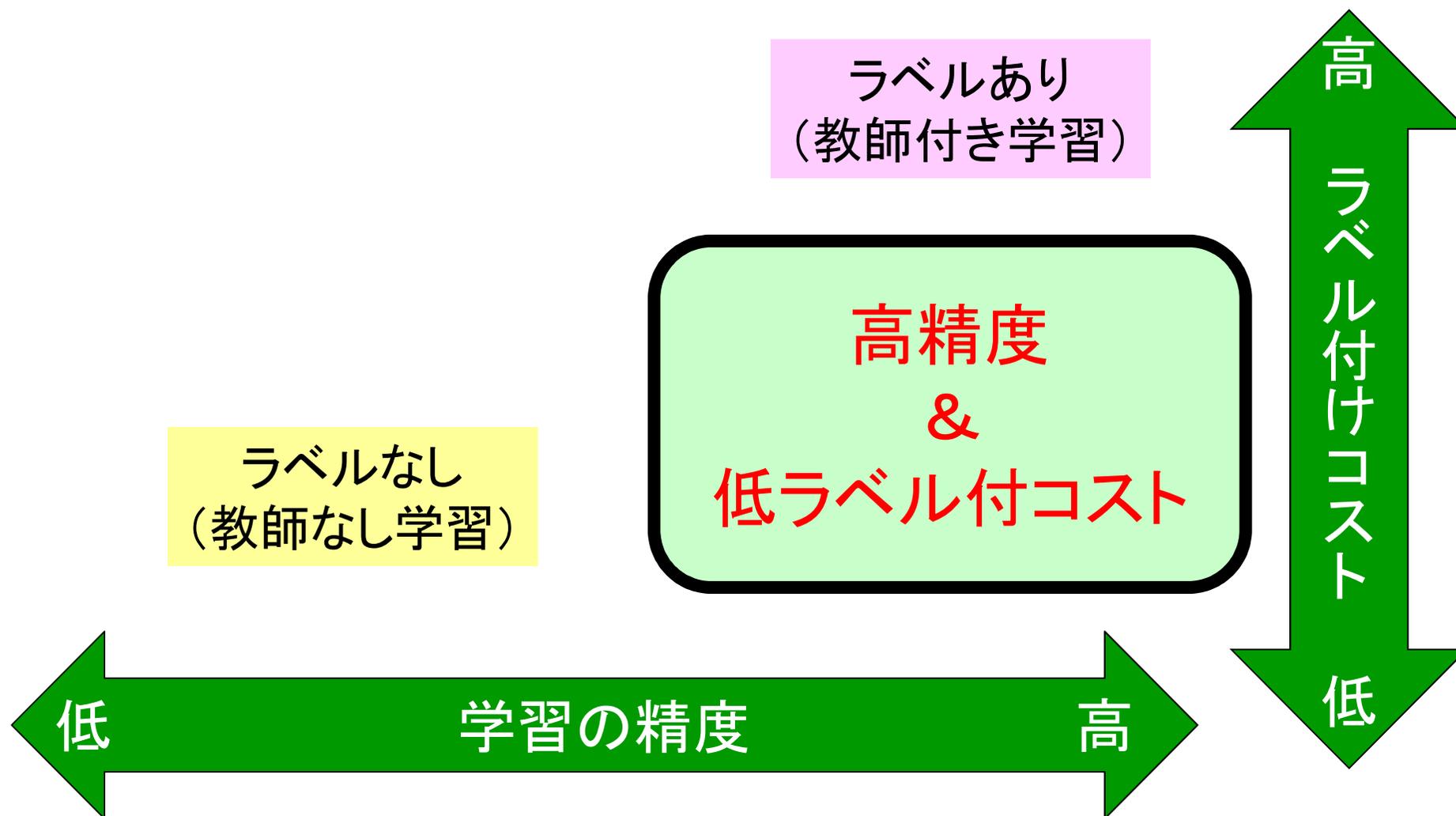
- ラベル付きデータの収集にはコストがかかるため、容易に入手できるラベルなしデータを用いる



- 教師なし分類はただのクラスタリングに過ぎない
- データがクラス毎にクラスタに分かれていないと、正しく分類できない

# 分類問題の分類

- 高精度でラベル付コストの低い分類手法が重要！

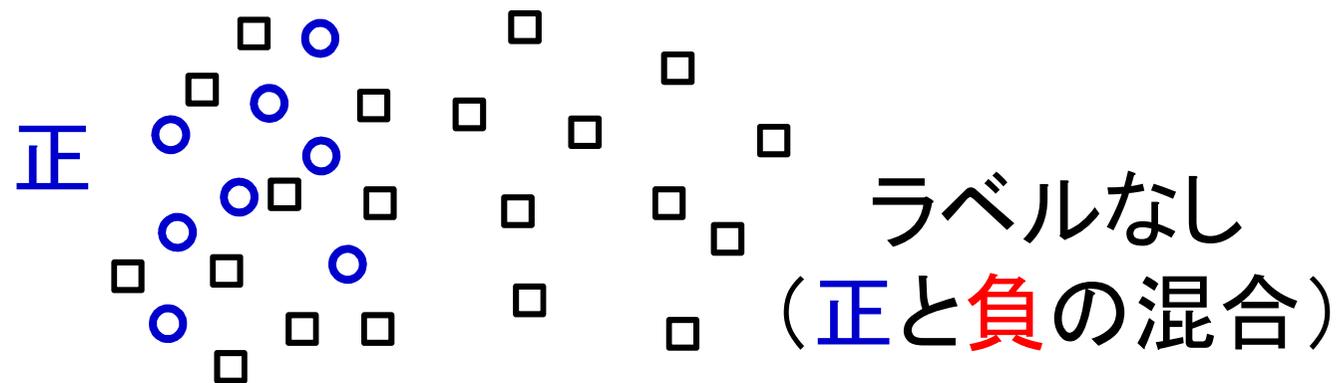


# 新手法1: 正例とラベルなし データからの分類

17

du Plessis, Niu & Sugiyama (NIPS2014, ICML2015)  
Niu, du Plessis, Sakai, Ma & Sugiyama (NIPS2016)  
Kiryo, du Plessis, Niu & Sugiyama (NIPS2017)

- 負例が全くななくても、**正例とラベルなしデータ**だけから、最適な分類ができる



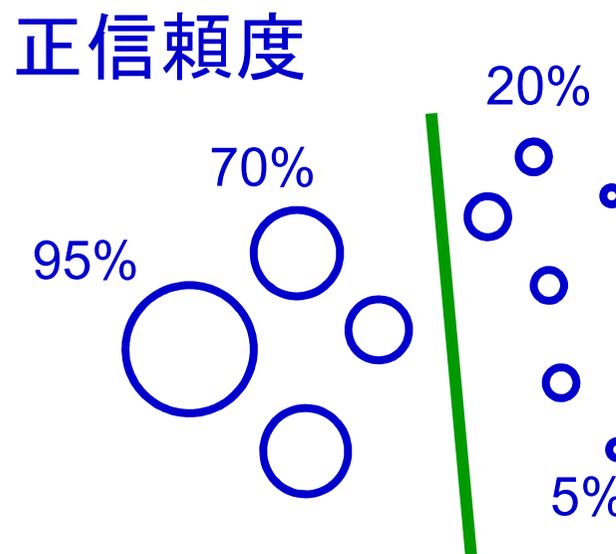
- 例:

- クリック vs. 非クリック
- 友達 vs. 非友達

# 新手法2: 正信頼度からの分類 18

Ishida, Niu & Sugiyama (NIPS2018)

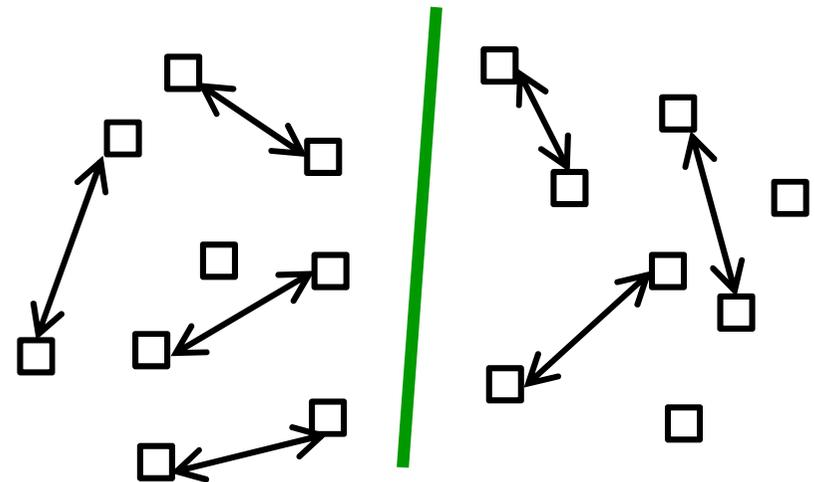
- 正クラスのデータしか取れない:
  - 他社のデータは取れず自社のデータしか取れない
  - 成功例は入手できても失敗例は入手できない
- 信頼度さえ分かれば、最適な分類ができる



# 新手法3: 類似データ対からの分類<sup>19</sup>

Bao, Niu & Sugiyama (ICML2018)

- 財産, 宗教, 政治など, デリケートな質問に対して,
  - 明示的に趣向を回答するのははばかられる
  - 「あのと同じ」であれば回答しやすい!
- 類似データ対とラベルなしデータだけから最適な分類ができる



# 弱教師付き学習のまとめ

20

- 教師付きビッグデータを用いない新しい機械学習技術による次世代人工知能



Sugiyama, Sakai, Ishida & Niu  
Machine Learning  
from Weak Supervision,  
MIT Press, 2020?.

ラベルあり  
(教師付き学習)

ラベルなし  
(教師なし学習)

あらゆるデータから  
情報を抽出して  
高精度 & 低ラベル  
付けコストの学習を実現





# 発表の流れ

21

1. 人工知能研究の現状
2. 理研AIPセンターの取組み
3. 機械学習研究の最新の取組み
4. まとめと今後の展望

- ビッグデータを用いた現在の人工知能競争は、アメリカと中国が制覇
- これからの日本が取り組むべき課題：
  - **限られた情報からの機械学習：**  
日本発の新しい技術で、次世代の世界的な人工知能革新を主導
  - **日本が強い分野との真の融合：**  
基礎科学やものづくりなど、日本が強い分野をAIで更に強化し、真の世界のトップランナーに
  - **人材育成：**  
情報科学分野を強化・AIの専門家を育成し、ビジネス・政治・経済分野にもAIリテラシを普及