

村田製作所における データサイエンス技術の 習得と社内応用

~ライズ・オブ・データサイエンティスト~

【①データサイエンス教育の紹介】

株式会社村田製作所

徳本 直樹





ⅰ 会社紹介

ⅱ データサイエンス教育の企画とその背景

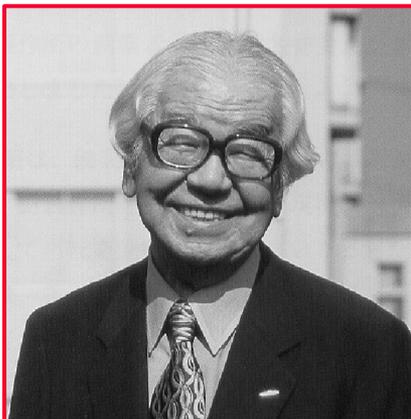
ⅲ データサイエンス教育の今



i 会社紹介

i データサイエンス教育の企画とその背景

i データサイエンス教育の今



創業者 村田昭

社 是

技術を練磨し
科学的管理を実践し
独自の製品を供給して
文化の発展に貢献し
信用の蓄積につとめ
会社の発展と
協力者の共栄をはかり
これをよろこび
感謝する人びとと
ともに運営する



村田製作所は、最先端の技術、部品を創出する総合電子部品メーカーです。Innovator in Electronicsをスローガンに掲げ、豊かな社会の実現をめざします。

ムラタの強み

- ï 最先端の材料を研究開発
- ï 広範囲な製品ラインナップ
- ï グローバルな生産、販売ネットワーク

ムラタのプロフィール

- ï 創業： 1944年
- ï 売上高： 1兆6千867億9千6百万円
- ï 企業数： 87社（国内30社、海外57社）
- ï 従業員数： 73,164名（国内33,178名、海外39,986名）

※売上高は、2023年3月期決算。
※従業員数は2023年3月31日時点のものです。
※グループ企業数は2023年3月31日時点のものです。
※村田製作所はグループ企業数に含まれておりません。

ムラタの技術

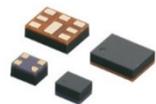
材料技術	 材料設計	 材料プロセス						
前工程技術	 積層	 印刷	 焼成	 表面処理	 精密加工	 半導体デバイス	 半導体・MEMS 薄膜微細加工	
後工程技術	 パッケージング	 計測・テスト						
生産技術	 設備設計	 自動化	 IE					
商品設計技術	 高周波設計	 デバイス設計	 シミュレーション	 モデリング	 回路設計	 ソフトウェア	 高信頼性設計	
分析・評価技術	 材料分析	 故障解析						

製品ラインアップ (1/2)



<p>コンデンサ (キャパシタ)</p>	<p>インダクタ (コイル)</p>	<p>ノイズ対策部品 EMI除去フィルタ ESD保護デバイス</p>	<p>抵抗器</p>	<p>サーミスタ (温度センサ)</p>
<p>センサ</p>	<p>タイミングデバイス (MEMS振動子/水晶振動子/ セラミック発振子)</p>	<p>水晶応用製品</p>	<p>発音部品 (ブザー)</p>	<p>電源関連製品</p>
<p>バッテリー</p>	<p>マイクロメカトロ</p>	<p>RFID製品</p>	<p>高周波基板製品</p>	<p>バラ</p>
<p>カプラ</p>	<p>フィルタ</p>	<p>フェイズシフタ</p>	<p>RFスイッチ</p>	<p>フロントエンド モジュール</p>

製品ラインアップ (2/2)



SAWコンポーネント

コネクタ

アンテナ

通信モジュール

イオナイザモジュール
オゾンナイザモジュール



空間可視化ソリューション
AIRSual

無線センシング
ソリューション

NAONA

作業者安全モニタリング
システム

m-FLIP



RFIDソリューション
id-Bridge

トラフィックカウンタ
システム

疲労ストレス計

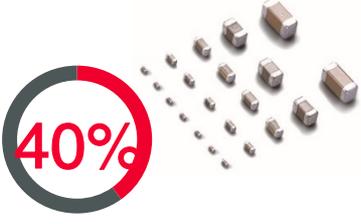
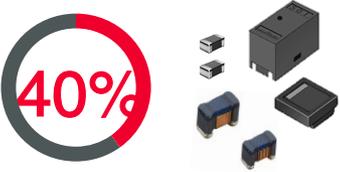
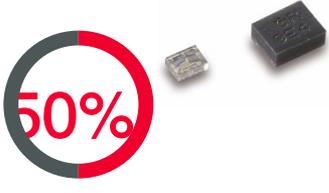
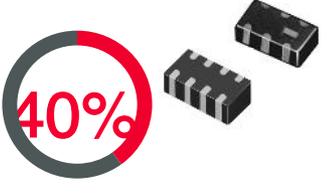
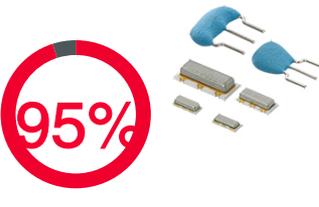
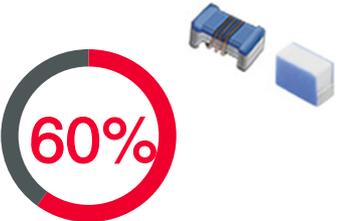
医療機器



現場の業務改善支援ツ
ール
JIGlet(ジグレット)

センサプラットフォーム
Pifaa

主要製品の世界シェア*

			
チップ積層セラミック コンデンサ	EMI除去フィルタ (EMIFILAE)	表面波フィルタ	多層LCフィルタ (フィルタ、バラン、 カプラなど)
			
マイクロ 배터리 「酸化銀電池」	ショックセンサ	セラミック発振子	高周波インダクタ

*主要製品の世界シェアは当社推定値です。また市場や用途により異なります。

組織体制



技術・事業開発本部

岩坪 浩



営業本部

森本 栄一



セラミックコンデンサ事業本部

大森 長門



コンポーネント事業本部

山田 芳弘



通信・センサ事業本部

中島 規巨 (兼)



エネルギー事業本部

利根川 謙



医療・ヘルスケア機器統括部

モノづくり統括部

モノづくり技術統括部

調達統括部

品質保証統括部

コーポレート本部

南出 雅範



製造拠点

組織体制



技術・事業開発本部 岩坪 浩 

共通基盤技術センター
設計開発プロセス部
データサイエンス推進課

営業本部 森本 栄一 

セラミックコンデンサ事業本部 大森 長門 

コンポーネント事業本部 山田 芳弘 

通信・センサ事業本部 中島 規巨 (兼) 

エネルギー事業本部 利根川 謙 

医療・ヘルスケア機器統括部

モノづくり統括部

モノづくり技術統括部

調達統括部

品質保証統括部

コーポレート本部 南出 雅範 

製造拠点

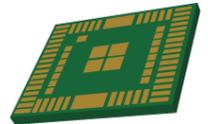


ï 会社紹介

ï データサイエンス教育の企画とその背景

ï データサイエンス教育の今

- ï 氏名：徳本 直樹
- ï 職種：組込み → データサイエンス推進
- ï 専門：信号処理・機械学習
- ï 経歴：学生時代から**DSP**を用いた信号検出の研究を行う。
入社後、組み込み製品の開発に従事。
その後、技術・商品企画業務を経て、
データサイエンス推進として、教育・技術企画を担当。
- ï 技術：組み込み向け**C**言語、**matlab/simulink**、**Mathmatica**、
ソフトウェアテスト、デジタル信号処理、
python、**R**、**VM**、**AWS**、**GCP**、
BluetoothÆ、**Low Energy**、**EnOceanÆ**、
C6000 (DSP)、**MSP430**、**STM32L**

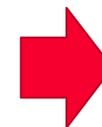


ⅱ 時は遡り2018年

AIをなんとかか
してほしい

会社として成果を
出すには・・・

一人でやるより
教育し大勢で結果を
出した方がいいな



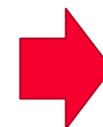
方針：自身で結果を出して先導するより教育して皆が自律行動

ⅰ スキル定着：3段STEP

知識を身に付ける
現象を理解する
(楽しむ)



経験を通し
能力を育む
(楽しむ)



身に付いた
能力を活かす
(楽しむ)

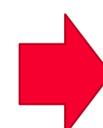


ⅱ 仕事の流儀：楽しく仕事をするとうちが伸びる

特技を持つ
(やり通せる)



特技を役立たせる
(自信を持つ)



役立つ仕事/
感謝される仕事は
楽しくできる



教育課程：段階的で楽しい内容にすると無理なく変身できる

ï 最適化問題に置き換えると

ñ 制約条件

- ï 楽しく、役に立つ、負荷小さく、ボリューム多く、比較的安く
- ï 深層学習、最適化、画像、時系列
- ï 自律、協力、意思を持てるように

ñ 最大化

- ï 受講生満足度
- ï 実益（案件目標達成）
- ï **チェンジ・変身**確率
（生まれ変わる）



データサイエンティストへの
の覚醒を目指す



- 実経験を通じて役に立った、楽しかったことを軸に教育内容として盛り込む
- **PPDAC**サイクルを基本とし、失敗を許容する仕事の体系を目指す
- 知識を付けて、失敗経験から学び、お試し案件で集大成の段階的発展教育

教育内容：NTTデータ数理システム様と内容検討



i 会社紹介

ii データサイエンス教育の企画とその背景

iii データサイエンス教育の今

データサイエンティスト教育スケジュール

各論

- i 期間：約2ヶ月
- i 概論1回 (2h) + 各論4回 (各4h)



専門

- i 期間：1日
- i より専門的な技術内容に焦点を当てる (1回4h)

道場

- i 期間：約2か月
- i 帰帰と分類のレポート課題 (1課題1か月が目安)

総合演習

- i 期間：約2.5ヶ月
- i お試しお題にトライ (集合研修5回) + コンサルタント3回



お試し案件

- i 期間：約6ヶ月。ただし、工数は案件で様々。
- i 実案件の取り組み：個別コンサルタント (10h程度)

最後： 修了報告会を実施
・ 修了賞授与
・ ステッカー配布

緑字：NTTデータ数理システム様と協業
(より実践、より楽しく)

データサイエンティスト教育スケジュール

各論

- i 期間：約2ヶ月
- ii 概論1回 (2h) + 各論4回 (各4h)



専門

- i 期間：1日
- ii より専門的な技術内容に焦点を当てる (1回4h)

道場

- i 期間：約2か月
- ii 帰帰と分類のレポート課題 (1課題1か月が目安)

総合演習

- i 期間：約2.5ヶ月
- ii お試しお題にトライ (集合研修5回) + コンサルタント3回



お試し案件

- i 期間：約6ヶ月。ただし、工数は案件で様々。
- ii 実案件の取り組み：個別コンサルタント (10h程度)

最後： 修了報告会を実施
・ 修了賞授与
・ ステッカー配布

緑字：NTTデータ数理システム様と協業
(より実践、より楽しく)

取り組むテーマ①（組合せ）

- p 背景：あなたはキャリア**30年**の食堂のおばちゃん/おじちゃんです。新メニューを検討しています。令和といった新しい時代の変化を受けて、食堂メニューを一新することにしました。ただ、レパートリーが多く、どんなメニューにしたら人気が出るのかすべての組合せを試す時間がありません。どんな定食にしたらよいか悩んでいます。
- お題：AIを活用し、どんなことを提案できるか、実験を通じて学びながら検討しましょう。
- u 目的：
- ñ PPDACサイクルの練習
 - ï Problem（問題）、Plan（調査の計画）、Data（データ収集）、Analysis（分析）、Conclusion（結論）
 - ñ データ取りの練習（取得位置や取得方法、段取りなど体感する）
 - ñ AIの理解を深める。（できそうなこと、難しそうなことを学ぶ）

- p 背景：あなたは商品部の開発課5年目の中堅です。近年は、部品単体だけでなく顧客から価値提案が求められ、自社の製品に付加価値を検討することが必要になっています。そこで、今まで隠れて積み上げてきたAIの知見を元に商品企画へ利活用したいと考えています。
- お題：AI(クラスタリング、分類、回帰など)を活用し、どんなことを提案できるか、実験を通じて学びながら検討しましょう。
- u 目的：
- ñ PPDACサイクルの練習
 - ī Problem (問題)、Plan (調査の計画)、Data (データ収集)、Analysis (分析)、Conclusion (結論)
 - ñ データ取りの練習 (取得位置や取得方法、段取りなど体感する)
 - ñ AIの理解を深める。(できそうなこと、難しそうなことを学ぶ)

ï 状況

- ñ 現在5期生（5年目）、トータル受講生100名以上、100案件以上
- ñ 受講生同士のコミュニティ形成と人材交流
- ñ 学会発表経験者創出



ï 目指していききたい方向性

- ñ 次の世代へバトンタッチ。若返り化。
- ñ より専門的なレベルを目指した教育カリキュラムの検討。
- ñ 業界TOPを走るための更なる実績作り。修了生フォロー兼。

データサイエンティストへの道のりは後程

村田製作所における データサイエンス技術の 習得と社内応用

~ライズ・オブ・データサイエンティスト~

【②実践例の紹介】

株式会社村田製作所
近田 旬佑



- ï 最初に
 - ñ マテリアルズインフォマティクスとは？
 - ñ 開発での悩みとマテリアルズインフォマティクスからの対策
- ï 事例紹介: 要求特性を満たす原料配合比の提案
 - ñ 実験の手順概要と目標
 - ñ 試行のチャート
 - ñ データテーブルと可視化
 - ñ ベイズ最適化の適用
 - ñ 結果とその理由
- ï ìライズ・オブ・データサイエンティストîに向けて
- ï まとめ

近田 旬佑 (ちかだ しゅんすけ)

株式会社村田製作所

技術・事業開発本部 設計プロセス開発部

データサイエンス推進課

リサーチャー

《経歴》

1. 原子レベルのシミュレーションを使った材料開発支援
ñ 第一原理計算、古典分子動力学計算
2. マテリアルズインフォマティクスによる材料探索技術開発
3. (Now!) 社内におけるマテリアルズインフォマティクスの普及

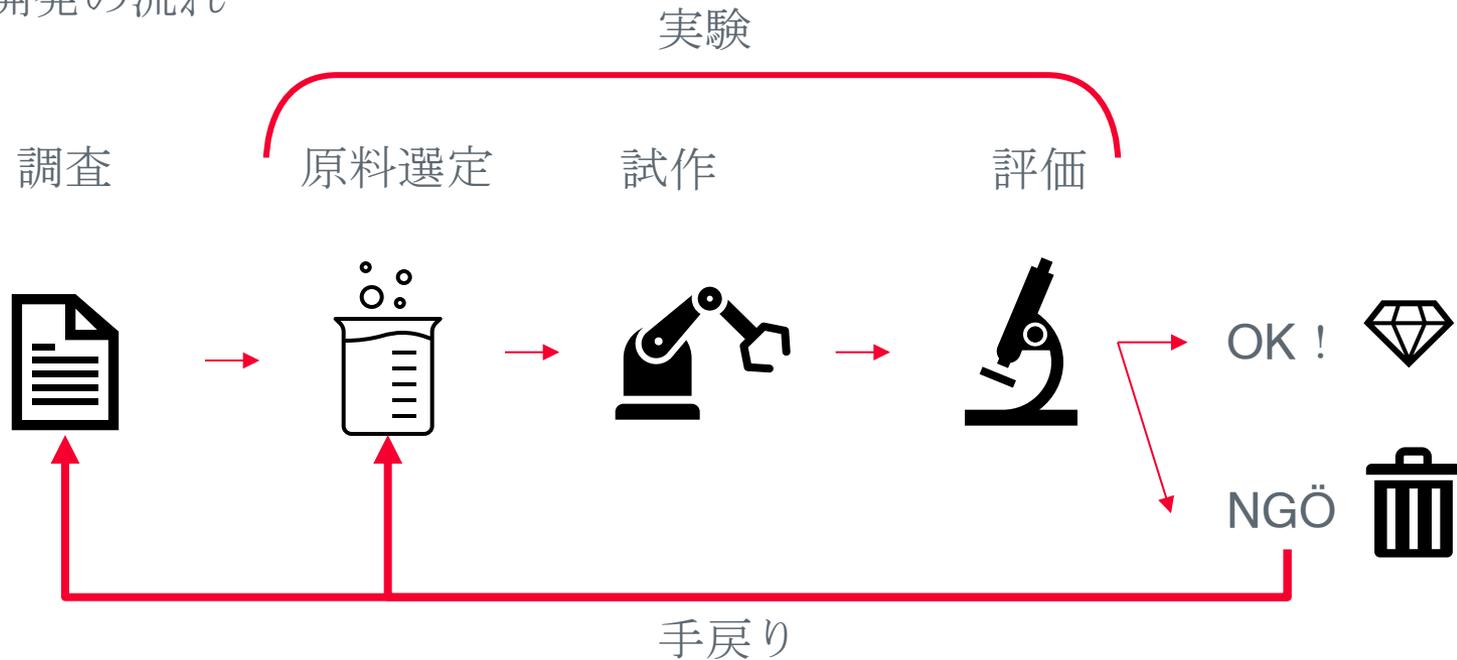
マテリアルズインフォマティクスとは？

データ科学の手法により、
データから新材料や製法を探索する取り組み
製造業で**開発時間短縮**を目的に意欲的に取り組み始めている



よくある開発での悩みとそれに対する マテリアルズインフォマティクスによる対策

材料開発の流れ



悩み



実験の手戻りを少なく、かつ、新材料を発見したい！

- ï 何を開発すべきか？
- ï どう作るか？
- 仮想スクリーニング
- **プロセス最適化**
- ➡ **今回はこちら**

特性要求を満たす原料配合比探索

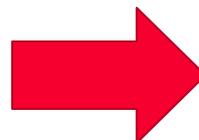
原料選定と試作

原料群2: F~H
のうちどれか
を投入



原料群1: A~Eを混ぜる

評価用に
試料調整



評価



目的の特性値1
目的の特性値2
を測定

目標

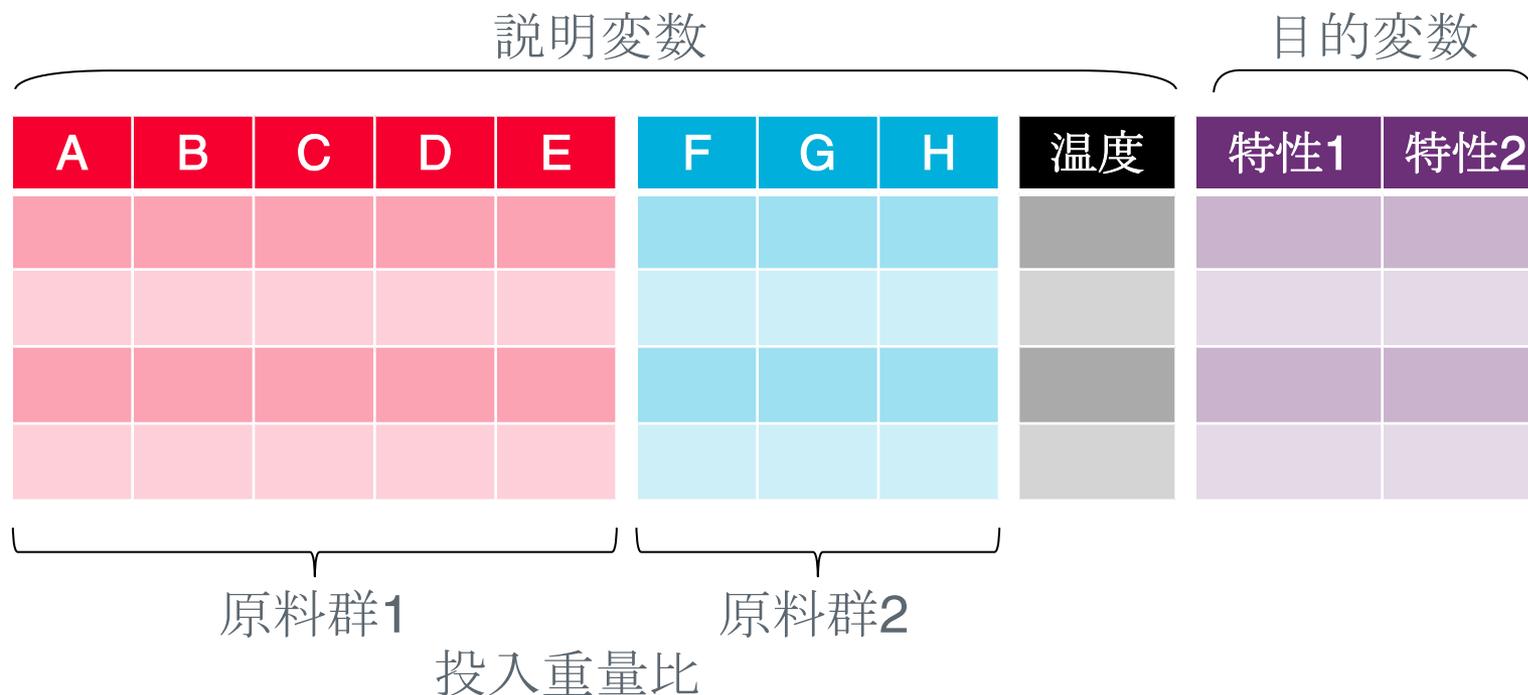
目的の特性1: 最小化 (ある値以下)
目的の特性2: 最大化 (ある値以上)
となるような原料群1, 2の投入重量比を見出す
*以降は、目的の特性1, 2をそれぞれ特性1, 2と略記



サイクル

もともとは
人力で考案
業務内での
負荷大





制約条件

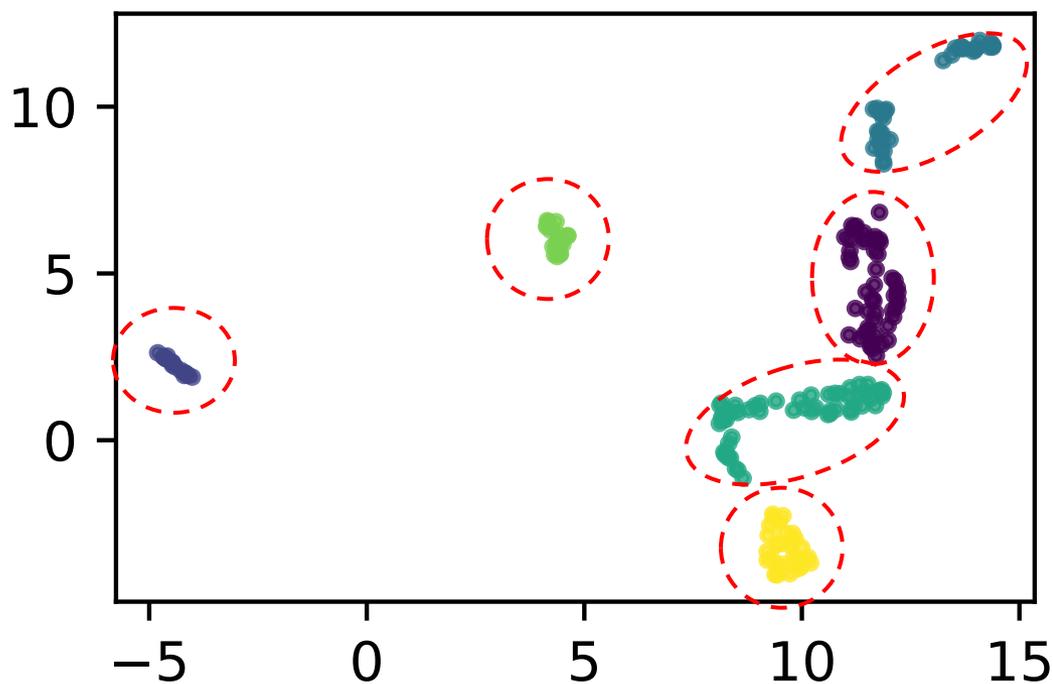
原料群1 + 原料群2 = 100, $0 < \text{原料群1}$, $\text{原料群2} < 100$,
原料群2はF, G, Hのどれか一種のみを選択

目標

特性1: 最小化 (ある値以下)

特性2: 最大化 (ある値以上)

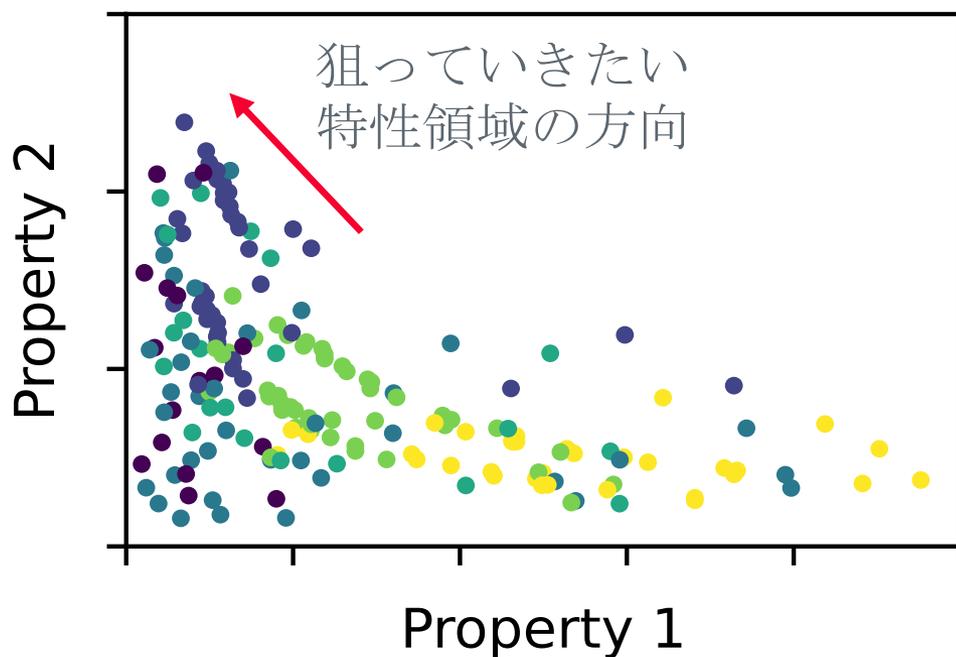
[A~Hの説明変数 + 目的変数]を次元削減
& クラスタリング



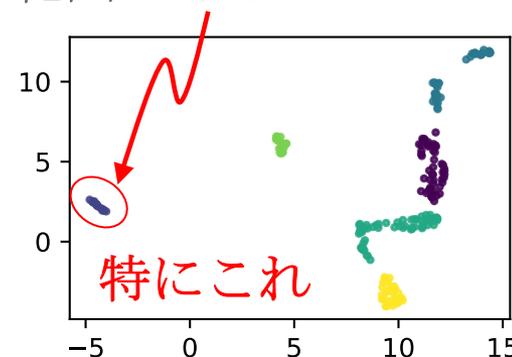
比較的うまく6つのクラスターに分けられた

※縦軸、横軸は相対値

前述のクラスタリングで特性1-2の散布図を見る



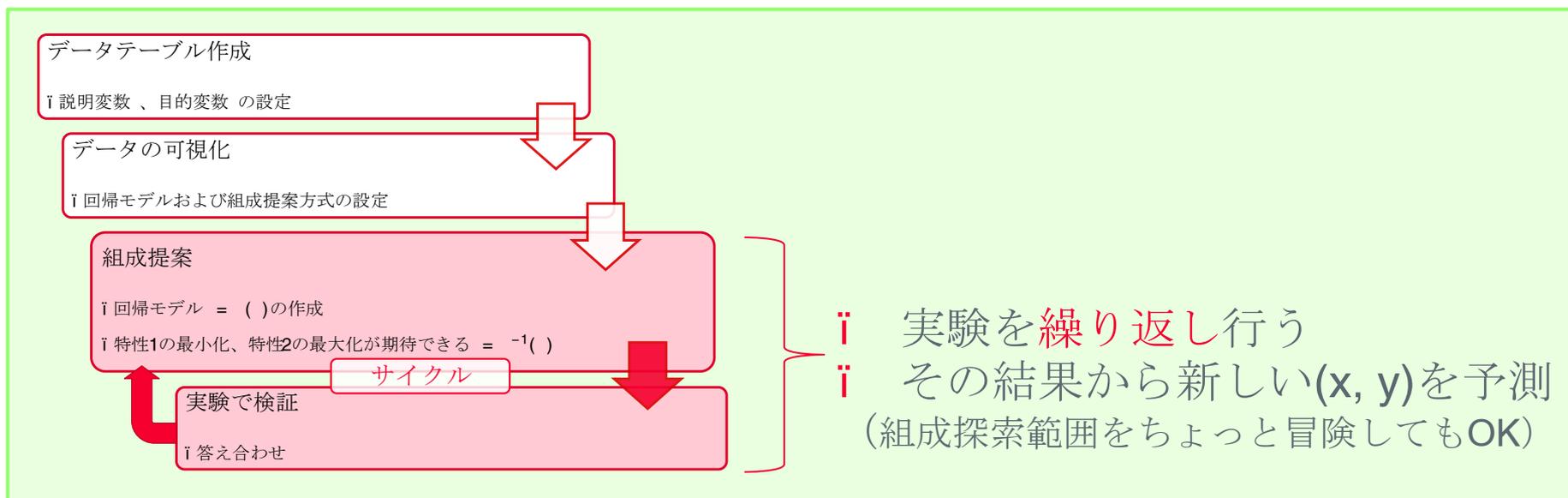
- ï 特性1-2には負の相関がある (各クラスタでも同様)
- ï 目標を満たしそうな組成には範囲がある



実験の頑張りがいがある！

組成提案にベイズ最適化を使う

試行のチャートを思い出す〇



このサイクルは、ベイズ最適化に置き換えられそう！



ï 特性1, 2は負の相関
特性1の最大化を狙えば、特性2は最小化へ

 どちらかの特性だけを考える
(多目的最適化をしない)

ï 目的を満たしそうな範囲はある程度決まっていると仮定

 投入重量比の候補を予めいくつか用意し、その中から選択
(制約条件付きの最適化問題として取り扱わない)

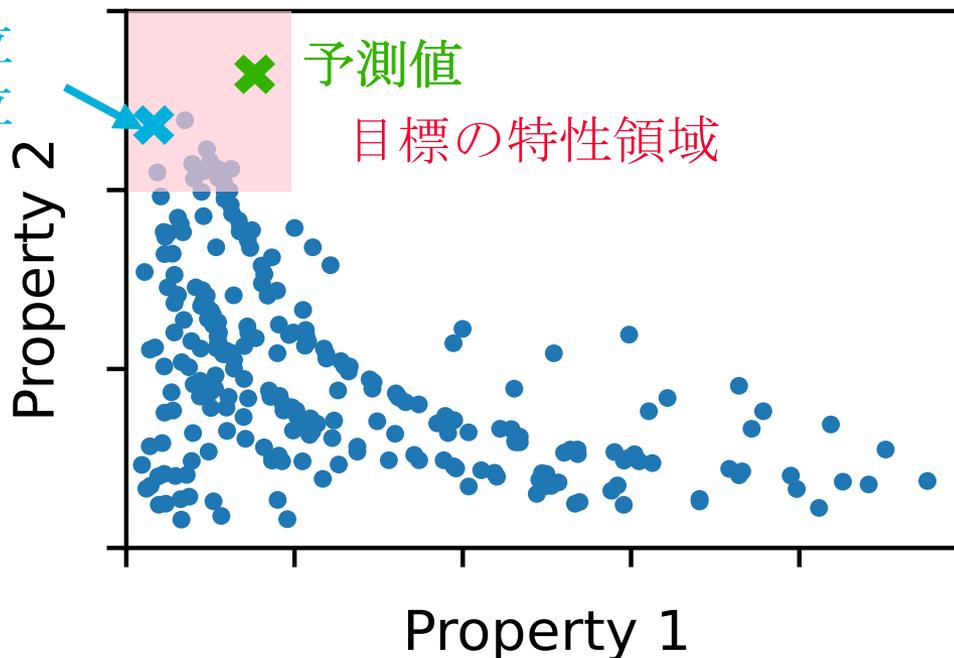
ベイズ最適化を利用した実験結果

事前に取得したデータを学習後、
ベイズ最適化1回目での組成にて、特性1, 2ともに目標達成

学習時に使用したデータ
+ 候補組成に関して全て
実験で確認したデータ

実測値

特性1: 1位
特性2: 2位



1回目で目標達成できたのは幸運だったが、効果てきめん

<説明変数の関係性>

- ï 組成と特性値に相関がありそうというのが予見できた
- ï 温度が重要な説明変数であることを知っていた
- ï 別の回帰モデルでも高い回帰精度を得られていることや特性1より特性2の方が回帰精度が高いことを確認済

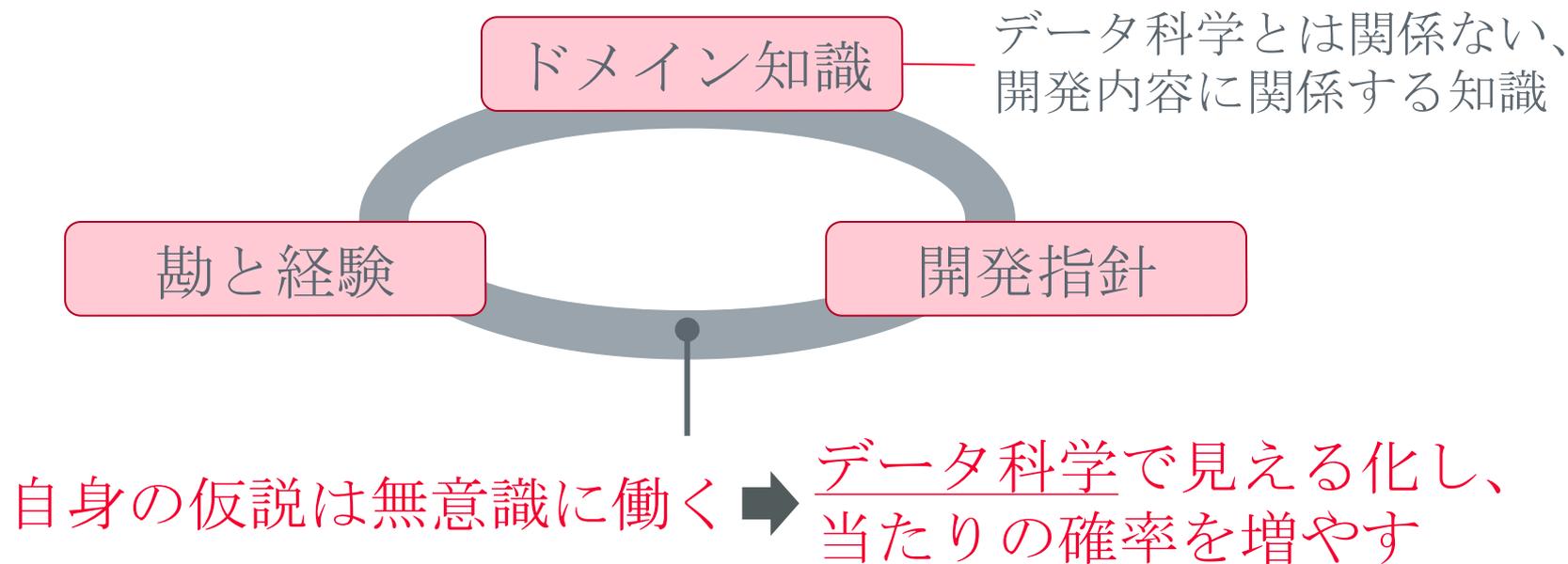
<単目的最適化で十分だった理由>

- ï 特性1-2間に負の相関がありそうなものが予見できた



あらゆる条件を盛り込んで数値計算するのではなく、事前に予見できそうなことや検証結果をもとに、

- ï 範囲を絞る
 - ï 事前処理を行う
 - ï 必要な箇所のみ数値計算を行う
- ことで、当たりの確率を増やす



仮説検証するときに、いくつかのモデルを同時に試せる

ここに**AlkanoAE**を使うと便利

- ï 製造業 × データ科学の1分野として
マテリアルズインフォマティクスの事例を紹介
 - ñ 目標特性を満たす原料配合比の予測
 - ï データの可視化からスタートして方針決定 ▪ ベイズ最適化
 - ï 事前工夫を色々導入し、方法を単純化
 - ï 少ない試行回数で目標達成

- ï ドメイン知識との組合せが重要。ドメイン知識を効果的に活用するためにデータ科学の手法を使うことが多い
 - この意識が↑ライズ・オブ・データサイエンティスト↑**

ご清聴ありがとうございました！