

ナノテクノロジー・材料科学技術委員会（第4回）

資料2
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
第11期ナノテクノロジー・材料科学技術
委員会（第4回）

ナノテクノロジー・材料科学技術分野に 関する最新の取組や今後の方向性 － トヨタにおける取組 －

2022年 2月 4日

トヨタ自動車株式会社
先端材料技術部

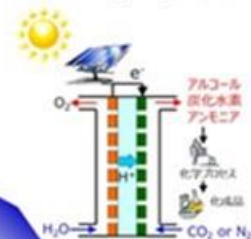
平田 裕人

はじめに：私たちの仕事

街



カーボン
ニュートラル



ロボット



e-Palette



パーソナル
モビリティ



FCEV



BEV



PHEV



HEV



キャパシタ

FC材料



電池



半導体

パワーエレキ



磁石

モータ



触媒

排ガス浄化触媒



評価・解析

<https://japan.rigaku.com>



<https://www.jeol.co.jp>

材料合成



材料研究

人類の永続的繁栄に資する 新奇な材料(今まで、地球 に無かった)を創製する

HEV



触媒

排ガス浄化触媒



磁石

モータ



コレ
ワタシ/
ホシニモ
ナイヨ



よし!

材料合成



評価・解析

<https://japan.rigaku.com>



<https://www.jeol.co.jp>

材料研究



キャパシタ

FC材料



FCEV



te
ナル
イ

街



カーボン
ニュートラル

ロボット



PHF

HEV



アルコール
感化水素
センサー

e-Palette



パーソナル
モビリティ

なんで 自動車会社が 材料の研究してるの？

触媒
排ガス浄化



材料合成



評価・分析
<https://japan.rigaku.com>



<https://www.jeol.co.jp>

材料研究

キャパシタ

FC材料



FCEV



材料研究の意義：トヨタ自動車75年史より

第3節 基礎技術の研究・開発 第1項 研究所の設立

金属材料の研究 1930年代～

豊田喜一郎は、自助努力による独自の技術開発が工業の発達を促し、そのためには絶えざる研究と創造が必要であると考えていた。例えば、次のような言葉が残されている。

今迄の様に欧米に頼って人の苦心研究したことを最も楽して自分のものにしようとする気分は、段々なくしてゆきたいと思ひます。勿論人のやったものをそのまま、輸入する必要もありますが、何と云っても苦心してそこまでやって行った者には尚それをよりよく進歩させる力がありますが、人のものを受けついでものには、楽をしてそれだけの知識を得るだけに、更に進んで進歩させると云ふ力や迫力には欠けるものであります。日本の真の工業の独立をはからんとすれば、この迫力を養はなくてはなりません。□ 1

喜一郎は、実務技術（実技）とともに学術的研究を重視し、1936（昭和11）年5月に東京芝浦に研究所を開発した。同年4月に豊田自動織機製作所自動車部へ入社した豊田英二が、それを担当した。喜一郎の学術的研究に対する考え方がうかがえる言葉として、以下のような発言がある。

（自動車工業は）最新学術の応用が伴う最も文明の先端を行く可き工業であります。一技術者の智識に非ずして各方面の智識力の集合に依って成り立つ工業であります。□ 2

喜一郎によれば、技術は実務技術と学術的研究が密接にかかわりあって進歩していくものであった。現場の側からは、「試作品をつくるときは、まず現場のものを呼んでつくらせ、その調子がよいと、それから学校出に理論づけをさせられた」と証言している。□ 3

芝浦の研究所では、ラジエーター、木炭車のガス発生器、国産自動車部品などの調査や、ドイツ車DKWの分解・スケッチなどのほか、工作機械、フランス製軽飛行機「プー」やヘリコプター、オートジャイロ、ロケットなど航空関係の調査が行われた。

豊田自動織機製作所自動車部の研究所は、トヨタ自動車工業の設立に伴い、1937年8月にトヨタ自動車工業の研究部となった。研究顧問には、喜一郎の友人である学者たちが就任した。□ 4

研究テーマとしては、歯車、ラジエーター、クランクシャフト、プレス加工、鉄板などの各種材料、エンジンの性能などがあり、高校・大学時代の友人たちが調査・研究を支援した。それらの調査・研究の成果を雑誌『機械及電気』（1936年5月創刊）に掲載し、最新知識の吸収と普及に努めながら研究開発を進めた。同誌には研究顧問に就任した研究者を中心に、多数の論文が掲載された。□ 5



豊田自動車研究所の建物
芝浦研究所が設置された建物(後の豊田理化学研究所) □

第3節 排出ガス規制への対応

第1項 排出ガス問題の発生

排ガス触媒の研究 1960年代～

1970年代、東京など大都市を中心に大気汚染が社会問題となり、自動車の排出ガスや工場、発電所などからの汚染物質に関する規制が強化される動きが表面化してきた。

米国では、日本よりもずっと早くから大気汚染が問題となっていた。1943（昭和18）年にカリフォルニア州のロサンゼルスにおいて、スモッグが発生した。□ 1 のちに、このスモッグがHC（炭化水素）とNO₂（二酸化窒素）から発生するオキシダントによるものと判明した。米国における自動車の排出ガス規制の発端は、1962年、カリフォルニア州における「クランクケース・エミッション規制」であり、同州では1965年に排気規制も始まった。

全米レベルでは1963年に「大気浄法」が制定され、1968年には「全米排気規制」が実施されるなど、大気汚染に対する規制は次第に強化されていった。さらに、1970年12月には、「マスキー法（1970年大気浄法）」が成立し、そのなかで自動車の排出ガスに関しては次のように規制されることになった。

1. 1975年型車からHC、CO（一酸化炭素）を1970年規制の10分の1以下にする。
2. 1976年型車からNOx（窒素酸化物）を1971年型車平均排出量の10分の1以下にする。

日本では1967年8月に「公害対策基本法」、翌1968年6月に「大気汚染防止法」が公布され、自動車の排出ガス中のCOを3%以下にすることが義務づけられた。

1970年にはHCの実質的規制が始まり、同年9月からブローバイガス還元装置 □ 2 の取り付けが新型車に義務づけられた。同年7月、運輸技術審議会が「自動車排出ガス対策基本計画」を答申し、これに沿って1972年12月に「48年度（1973年度）排出ガス規制基準」が、続いて1973年1月には「48年度（1973年度）使用過程車に対する排出ガス規制」が発表された。



首都高速道路で行業に向かうマイカーの行列 『毎日グラフ』（毎日新聞社）1975年5月3日号 □

<https://www.toyota.co.jp/jpn/company/history/75years/index.html>

自分達でやってきたからこそ、課題を解決し世に製品を出せた
材料のブレークスルー ➡ 製品のブレークスルー



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



技術革新のキーワード

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

人工知能、モビリティ、ロボット、**材料科学**、再生可能エネルギー

最近の私たちの取り組み

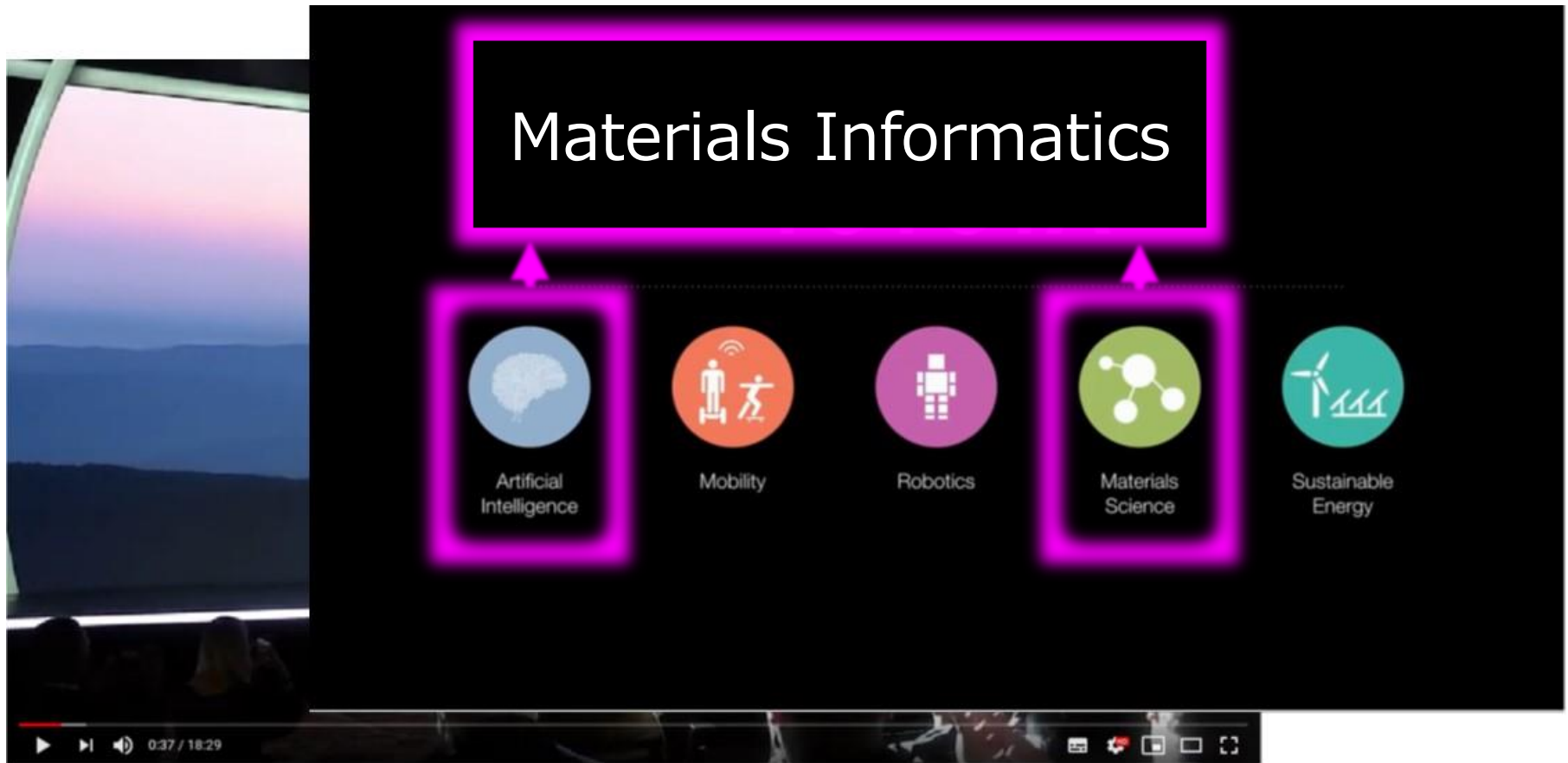


技術革新のキーワード

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

人工知能、モビリティ、ロボット、**材料科学**、再生可能エネルギー

人工知能と材料科学を融合した

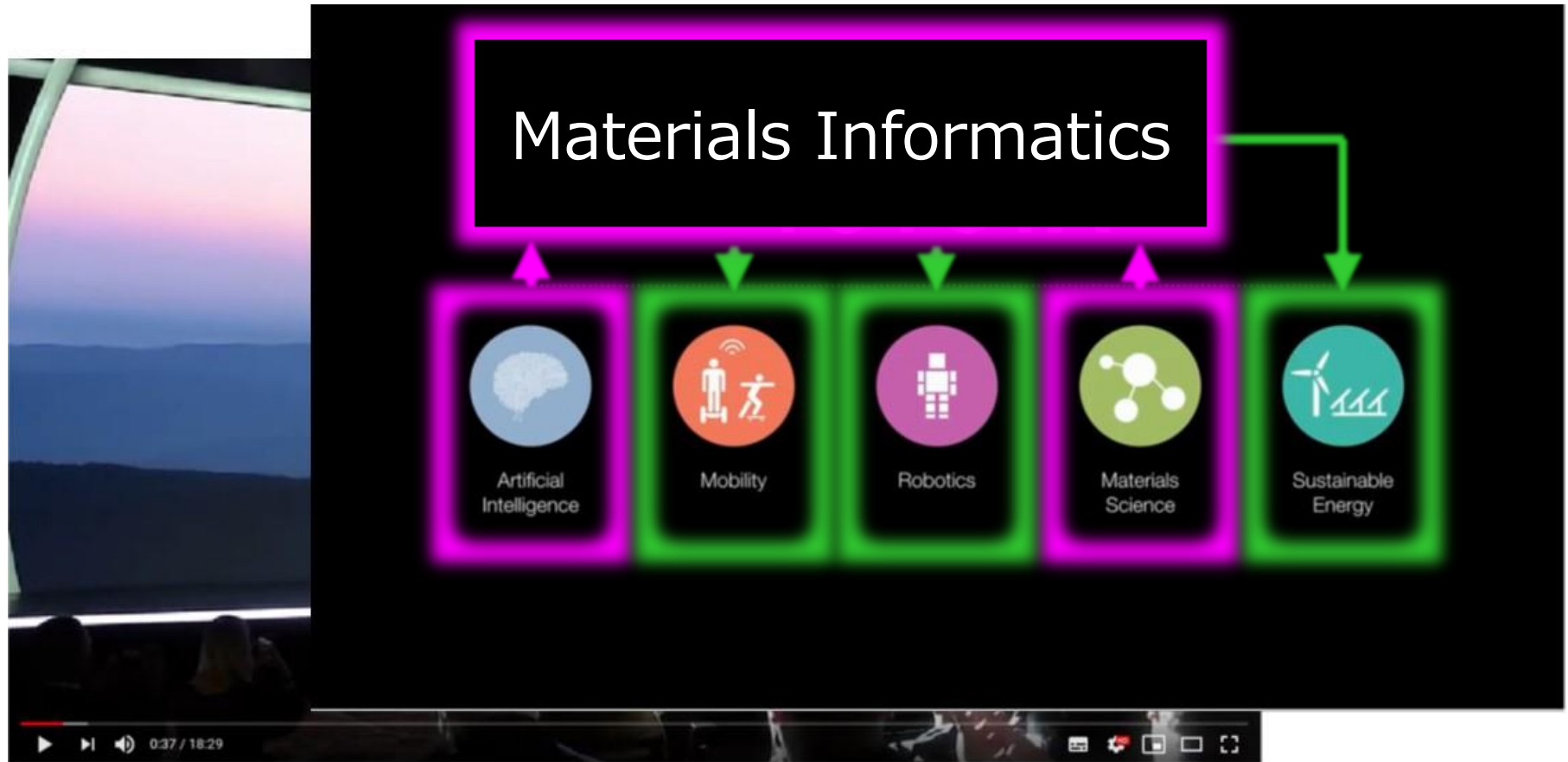


技術革新のキーワード

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

人工知能、モビリティ、ロボット、**材料科学**、再生可能エネルギー

Materials Informatics 手法を確立



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

Materials Informaticsを活用し、材料研究を加速
モビリティ、ロボット、再生可能エネルギーに使用する材料
を実現する

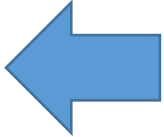
材料研究者 の一日



評価・解析



疲れた…
もう考えられません



データの山に埋もれ

大切なデータが
見つからない…



って事も

注) 空き巣ではありません

材料研究者 の一日



評価・解析

データ整理が
大変だ...

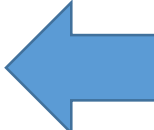
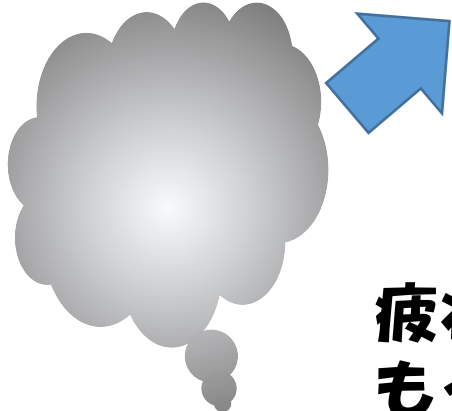
なんとか
できないか？

疲れた...
もう考えられません



データの山に埋もれ

でも、
やらねば



材料研究者の一日

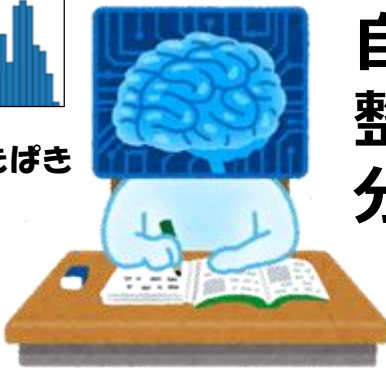


合成



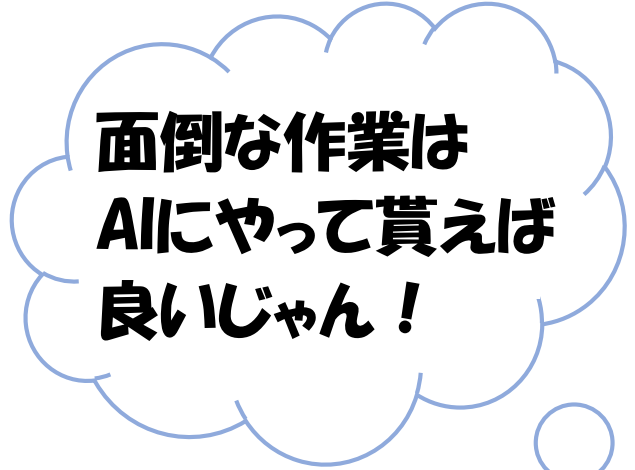
評価・解析

なるほど！
次の手は…



自動でデータを
整理整頓
分かり易くする

データも
無くさない



研究者が考える事に集中できるようになる

材料研究者 の一日

<https://japan.rigaku.com>



<https://www.jeol.co.jp>

<https://www.horiba.com>

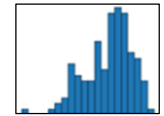
評価・解析

この人ができること

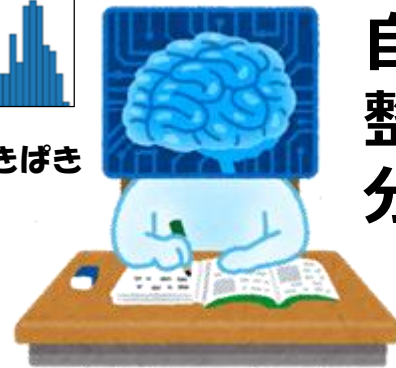


合成

なるほど！ 次の手は…



できばき



自動でデータを 整理整頓 分かり易くする

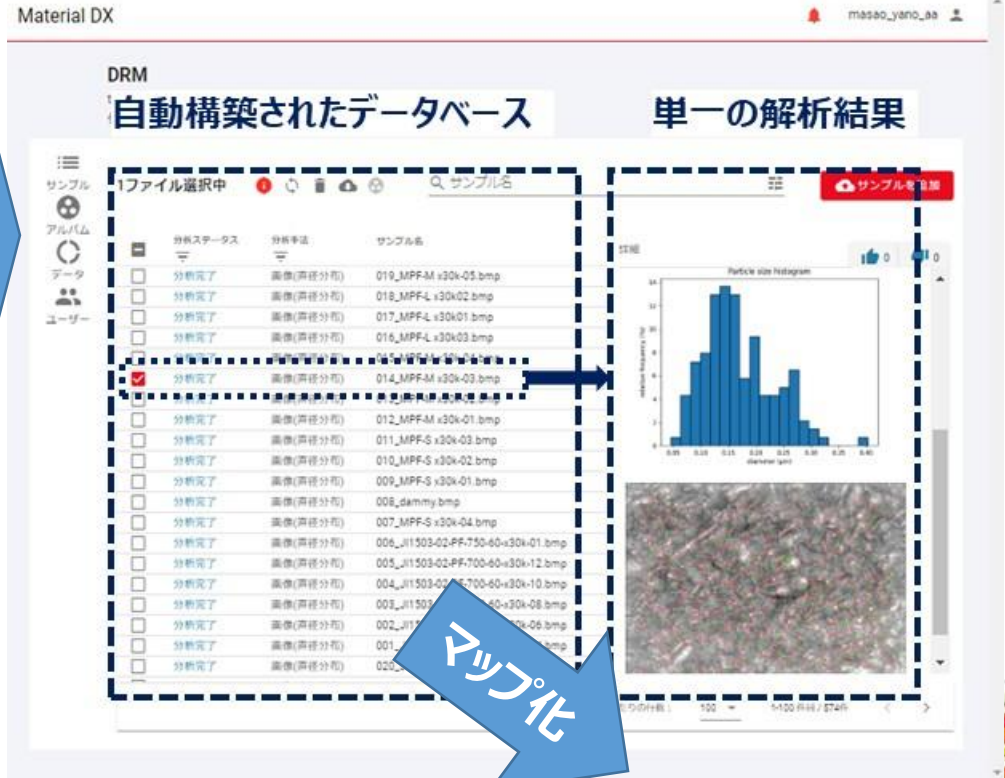
データも
無くさない

データ処理、解析を行うシステム、ソフトを作った

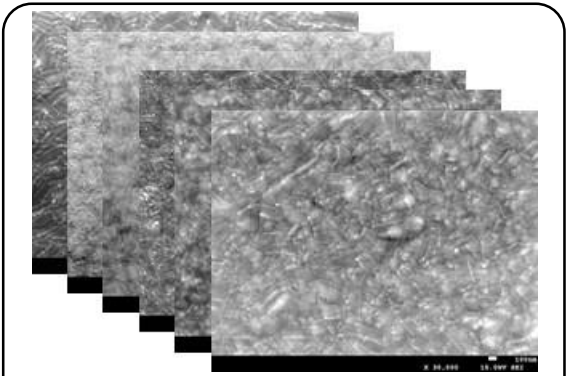
出来る事



自動解析



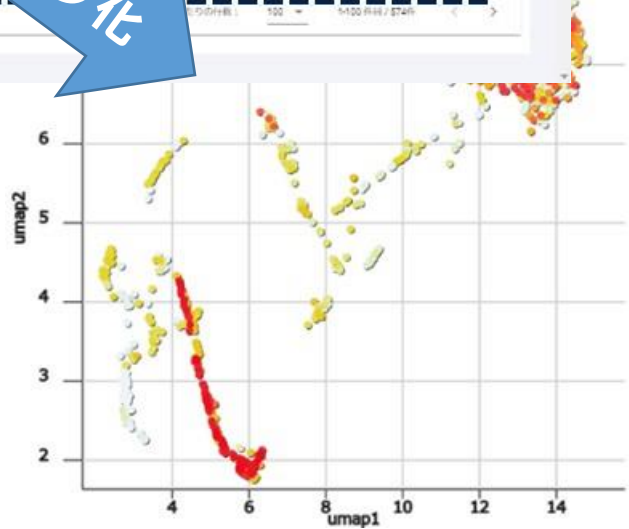
ドラッグ&ドロップ



複数の材料計測データ
(画像、スペクトル等)

マップ化

多くの材料の
類似性を定量的に
可視化



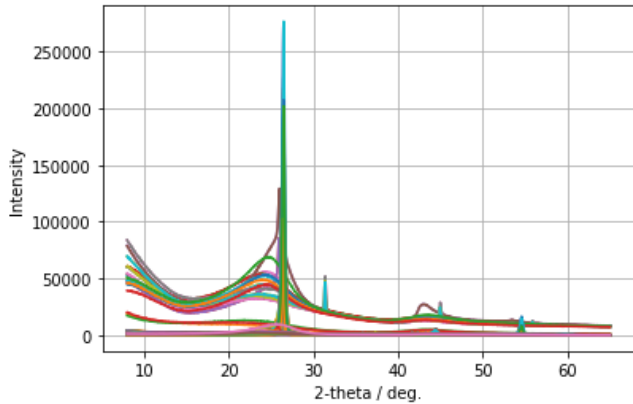
この技術の活用例：カーボン材料



<https://japan.rigaku.com>

957種類の
カーボン材料

X線でC原子の
並び方を測定



**スペクトルの形は、
サンプルごとに違うけど…
分かったような
分からないような…**

お～い
出番だよ



は～い



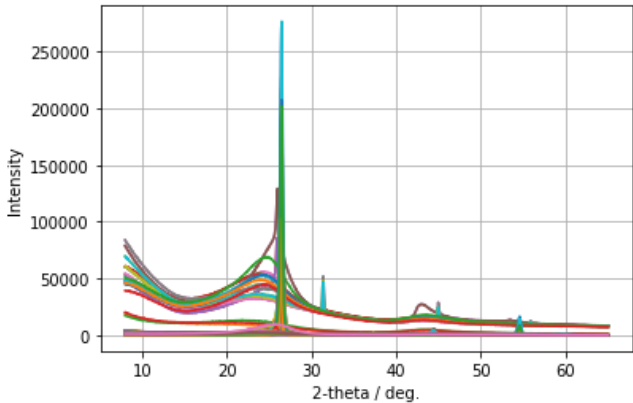
この技術の活用例：カーボン材料



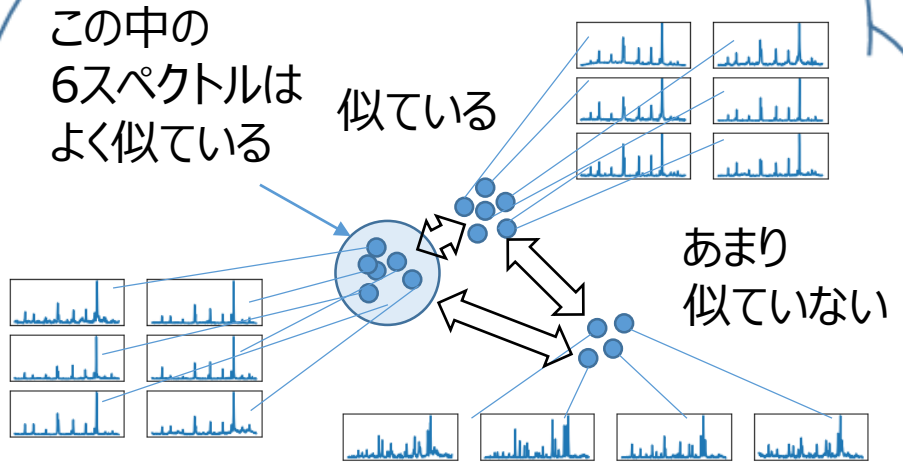
<https://japan.rigaku.com>

957種類の カーボン材料

X線でC原子の 並び方を測定



データを 解析・整理



スペクトルの類似度を計算

似てるものを近くに

似ていないものを遠くに配置し

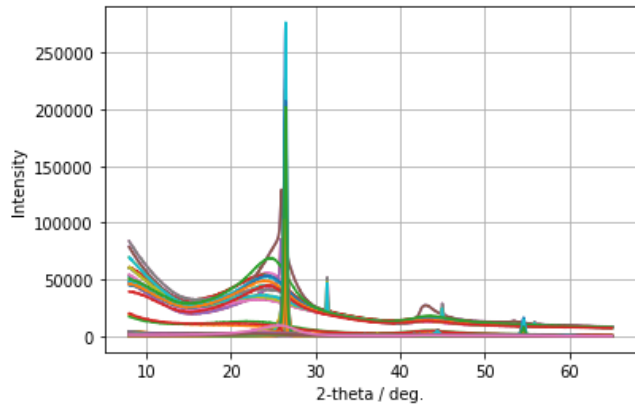
類似度マップを作る

この技術の活用例：カーボン材料

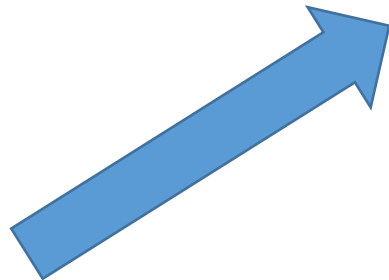


<https://japan.rigaku.com>

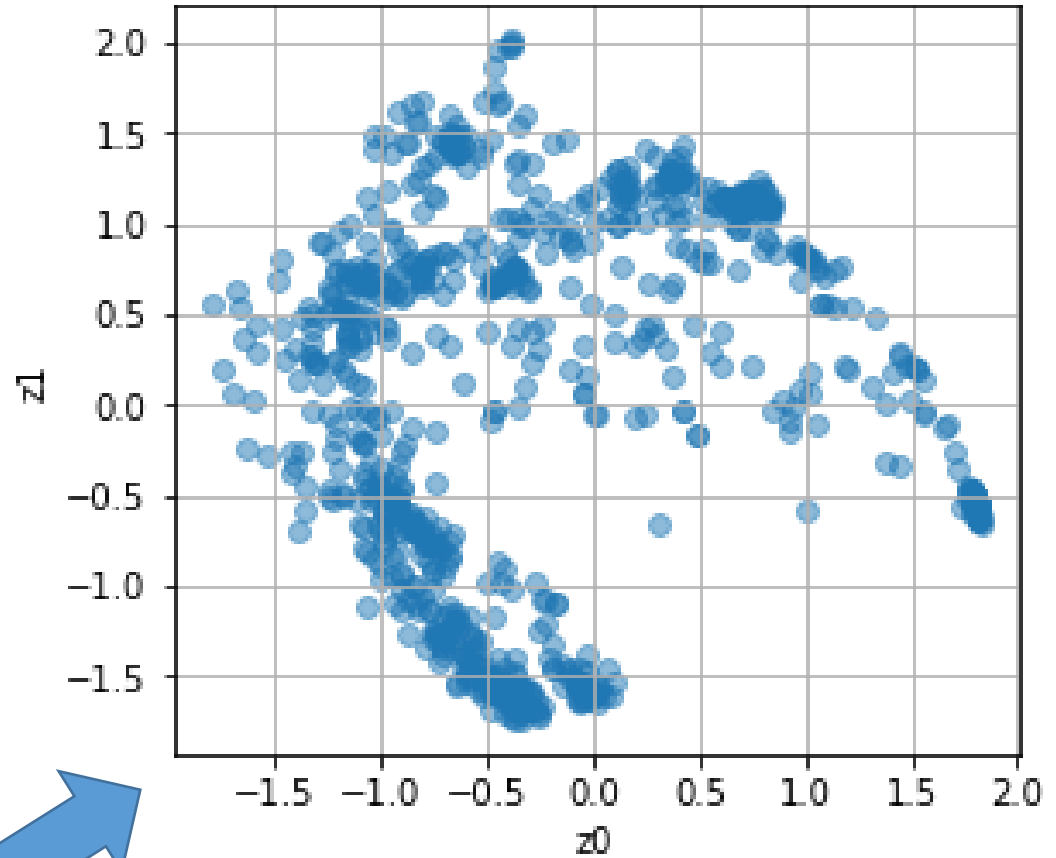
957種類の
カーボン材料
X線でC原子の
並び方を測定



できました



PCA : Principal Component Analysis



**二次元マップで
材料の違いを表現できた**

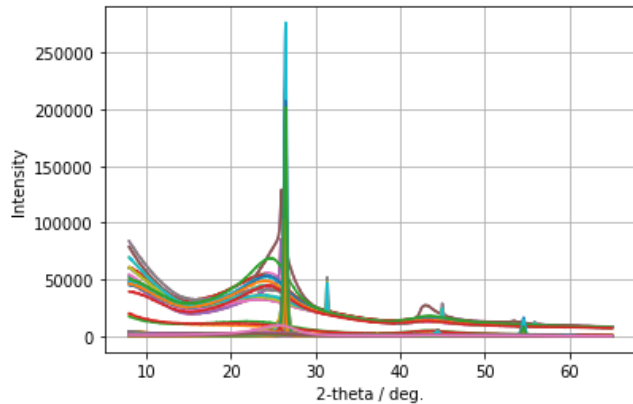
この技術の活用例：カーボン材料



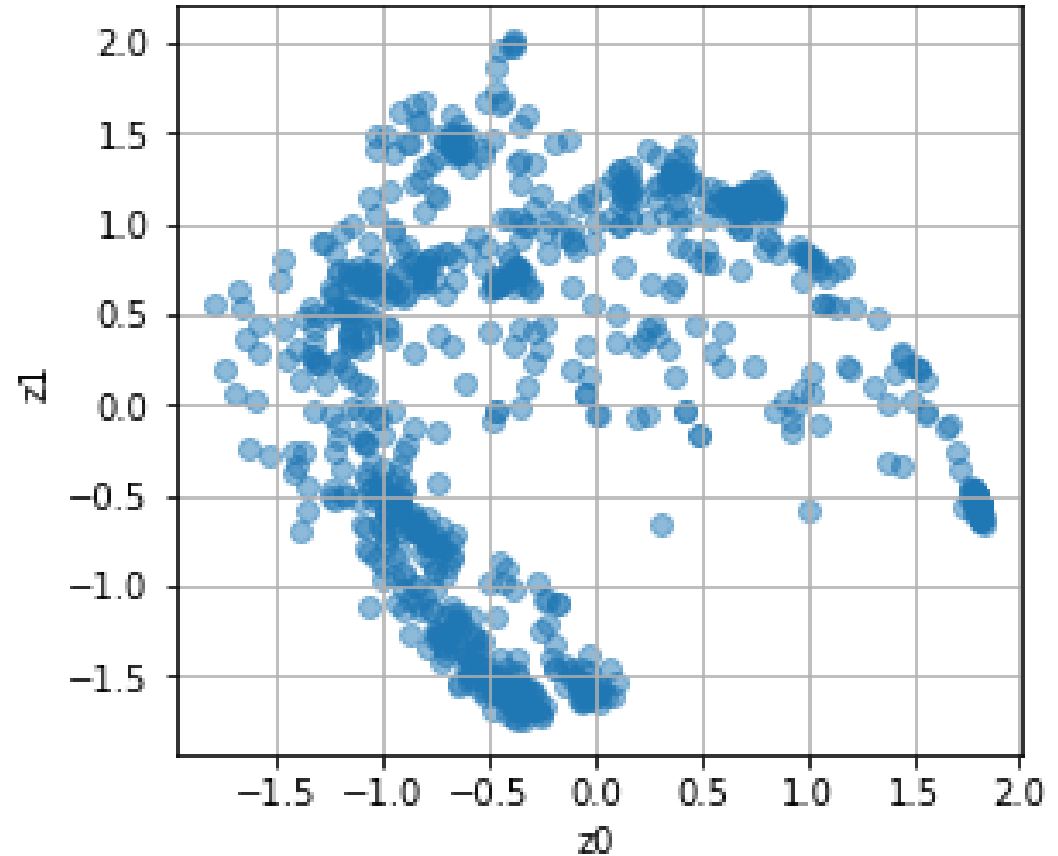
<https://japan.rigaku.com>

957種類の
カーボン材料

X線でC原子の
並び方を測定



PCA : Principal Component Analysis



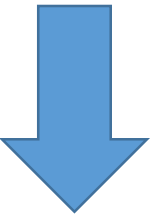
**用途ごとの
性能データを重ねると**



半導体



電池材料



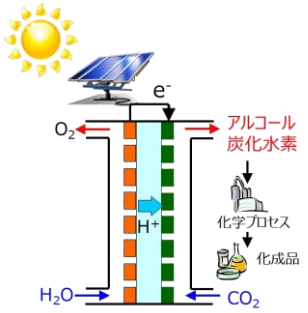
磁石
(モーター)



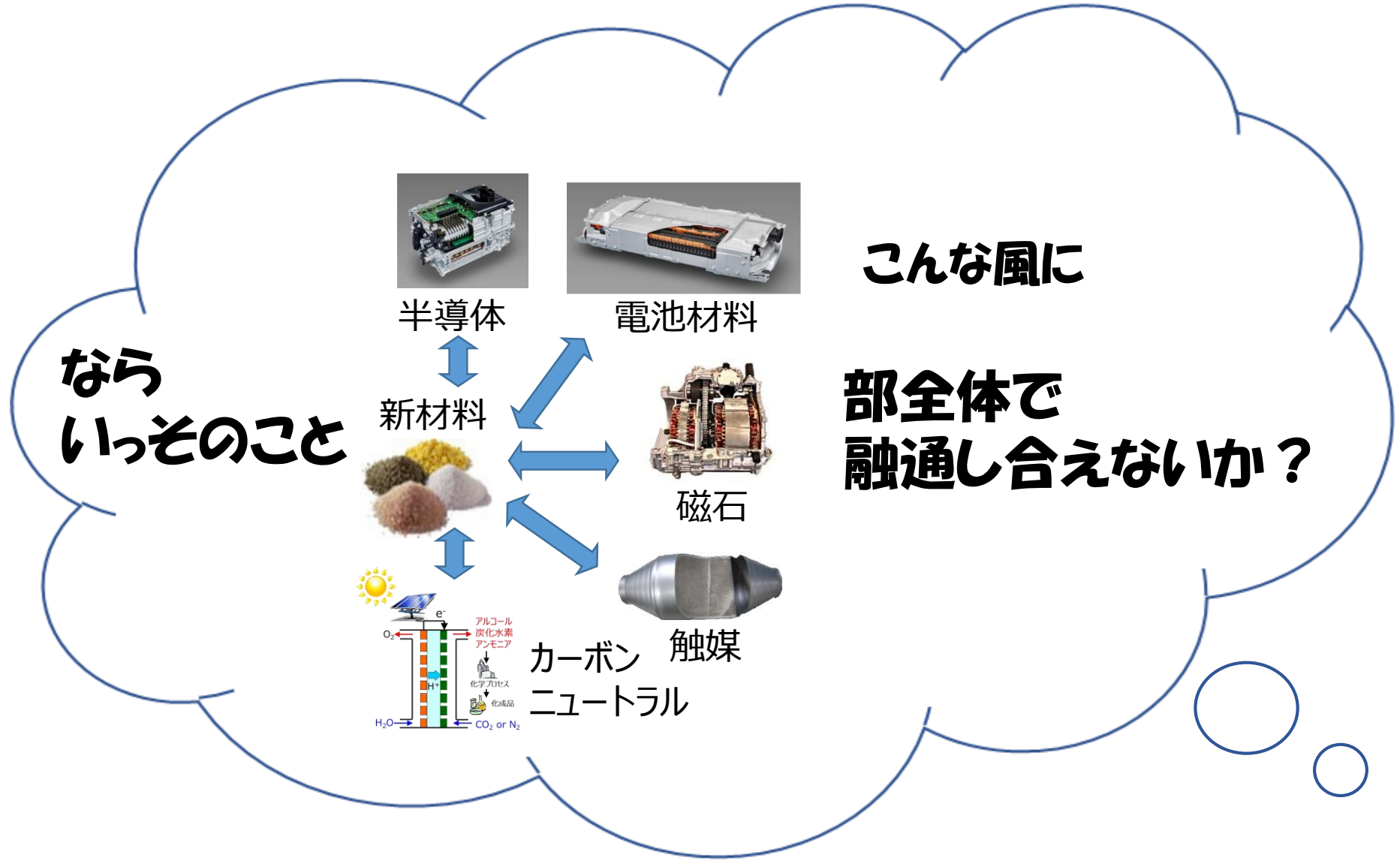
排ガス触媒



カーボン
ニュートラル



それぞれの用途毎に別々に研究を推進



**金属、セラミック
など、無機物が多い**

金属



セラミック

**材料の類似性を
客観的に示すことが
出来ないか？**



半導体



電池材料



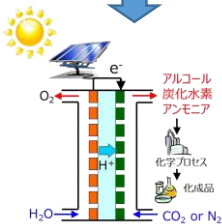
新材料



磁石



触媒



カーボン
ニュートラル

**幸いにも
部の研究対象
の材料**



これ

材料の類似性

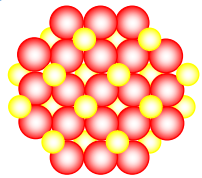
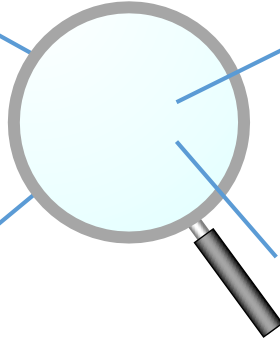


<https://japan.rigaku.com>

金属



セラミック



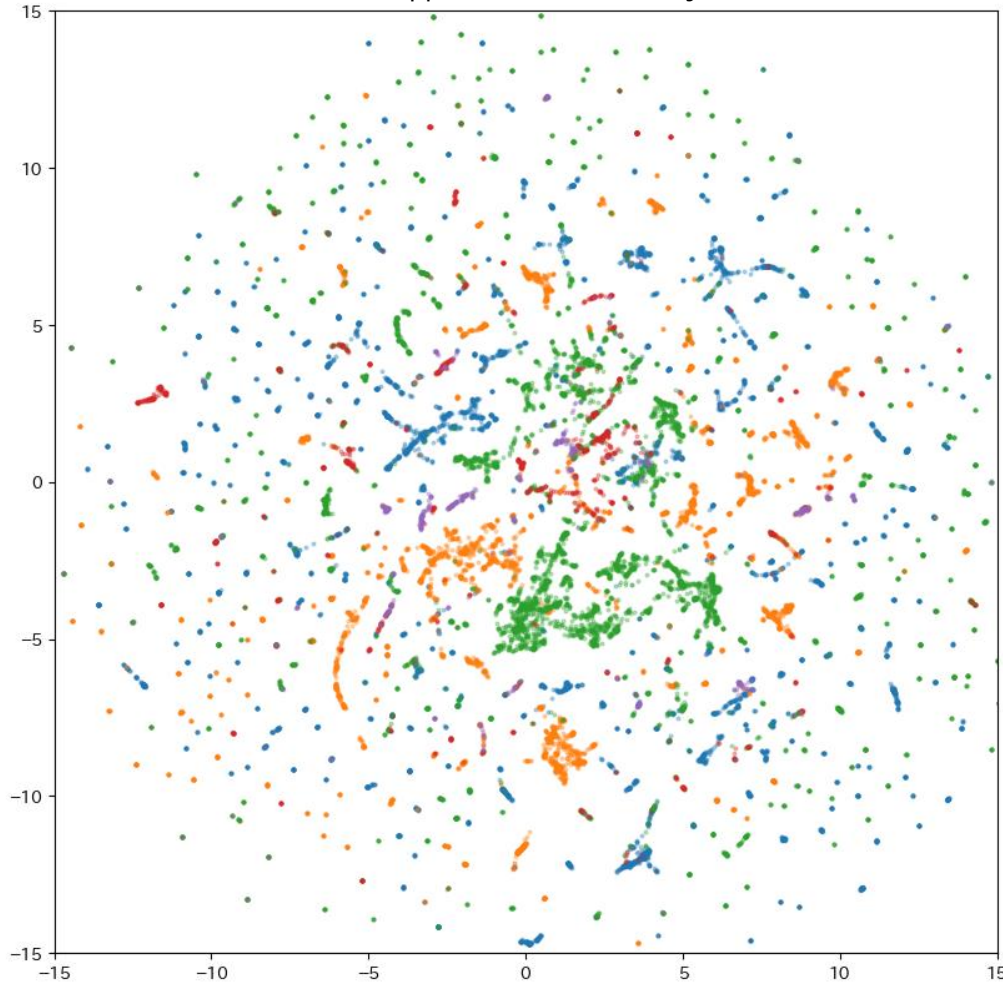
原子配列

を解析



大量のXRDデータ

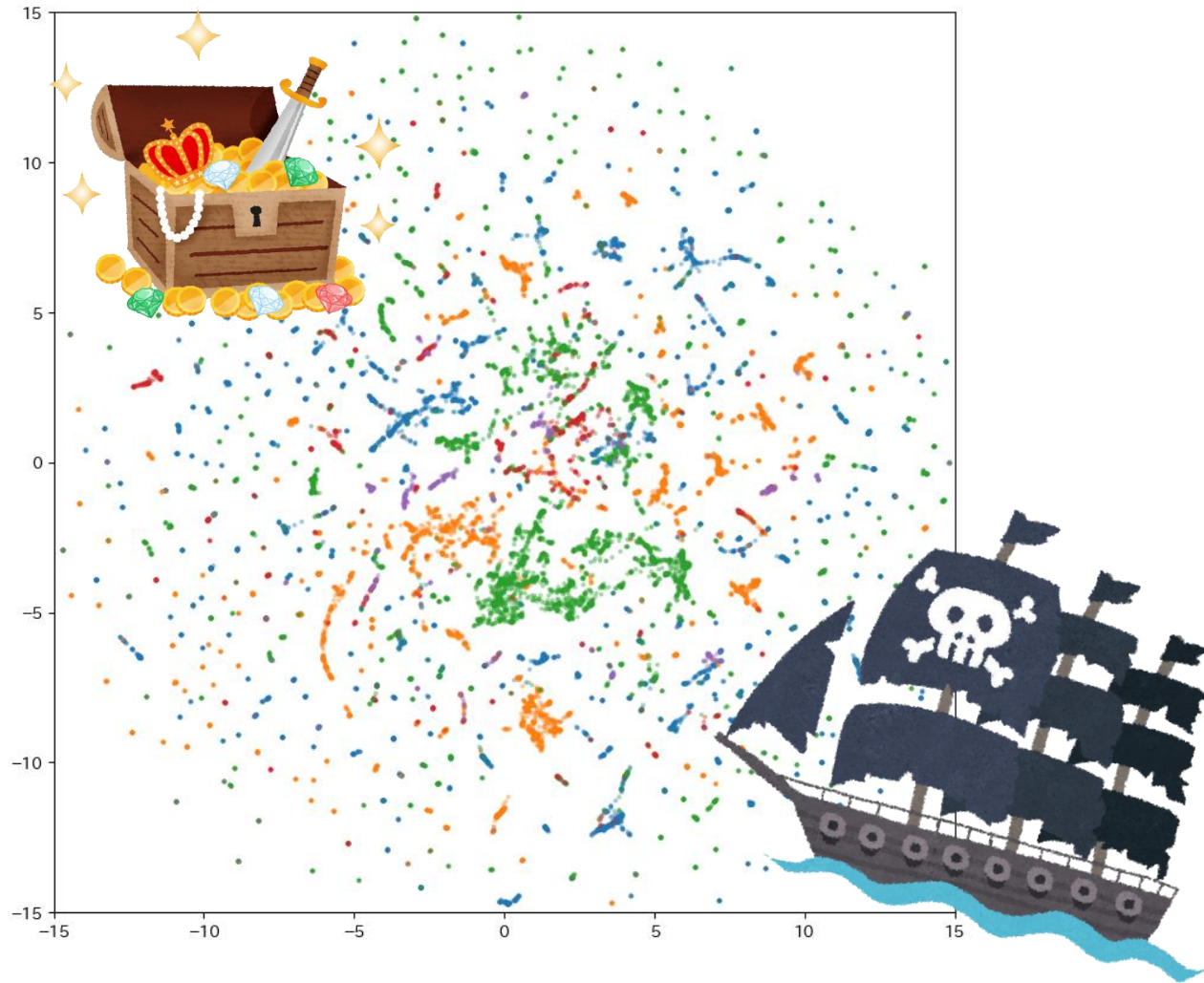
UMAP : Uniform Manifold Approximation and Projection



合成した新材料の結晶構造（原子の並び）をX線で測定し、類似性を可視化

● : 触媒	6,051
● : 電池	6,588
● : 磁性材料	4,715
● : 蓄熱材料	1,301
● : 熱電材料	629
合計	19,284

プロットされた点が入り乱れている = 材料の共通性が有る
⇒ **共通で使うことが出来る**



材料版宝の地図を使って宝（新材料）を探そう！

ご清聴ありがとうございました