

# 化学と機械工学を融合した ソフトテクノロジーの開発

渡邊 智

ソフトオプト界面工学 研究室

研究室 HP



4年生 研究室紹介

2024年6月30日 11時00分～11時20分

A棟2階 A208

# 自己紹介

2/15

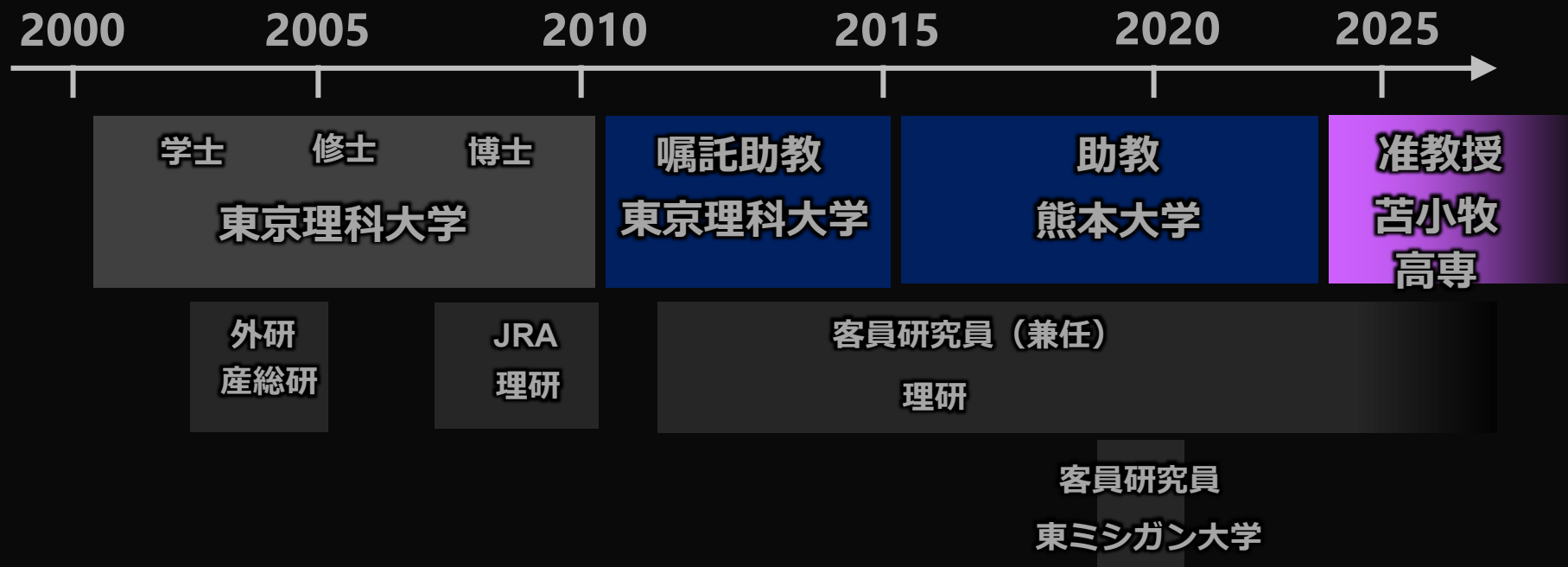
【年齢】 42歳（1982）

【出身】 神奈川県藤沢市

【特技】 ストリートダンス、居合、競技かるた

【学歴】 東京理科大学 博士（工学）

【学会】 コロイド界面化学部会、高分子学会、応用物理学会



# 高等教育 = 研究力

3/15

研究とは何か。DNAをヒントに。

第一段階

駆動力



第二段階

自己複製子



第三段階

突然変異



強い動機

早く、正確に

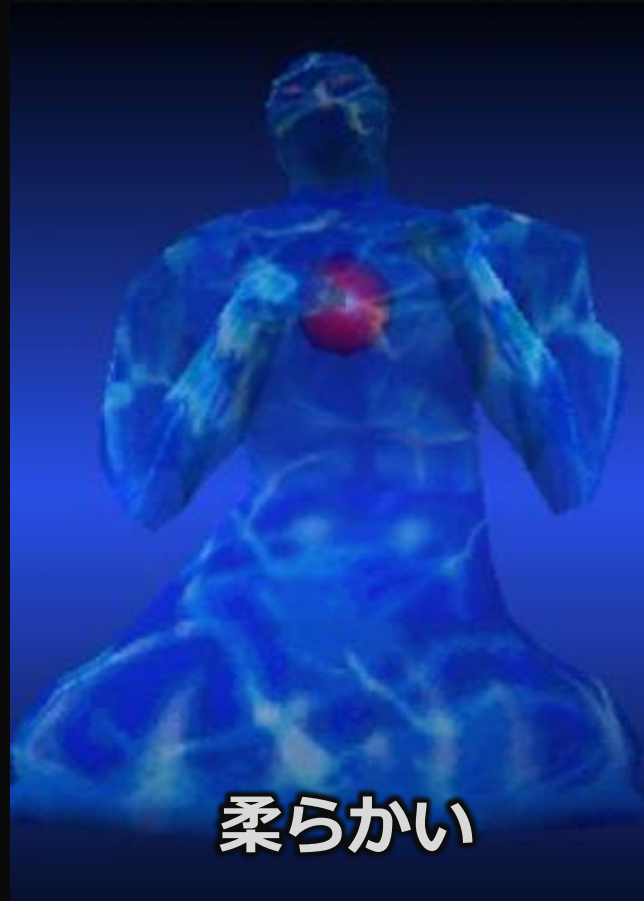
**新秩序**

研究により、社会に新秩序を

# 社会にどんな技術を持ち込みたいか？ 4/15

機械を

こう変えたい



新ソフトマテリアル & ウェットプロセス技術

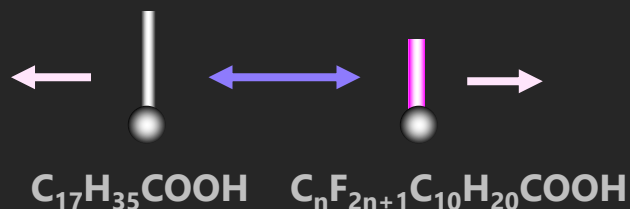
修士 (2004-2007)



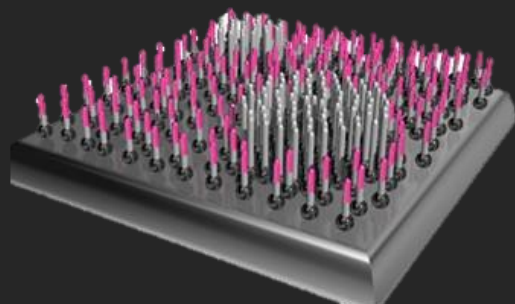
## ボトムアップ法

分子を自発的に組み上げる

松本睦良  
(産総研)



相分離



LB膜中の相分離「ナノ」化

*Adv. Mater.* 2007ほか

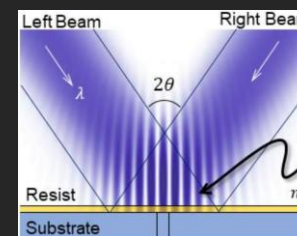
博士 (2007-2010)



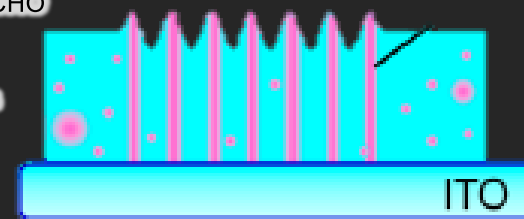
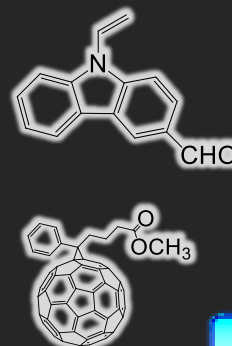
## トップダウンの融合

設計図に従って微細加工

和田達夫  
(理研)



干渉露光



バルクヘテロ太陽電池 効率UP

*Langmuir* 2012ほか

自己組織化 × リソグラフィー × 機械工学 → ソフトマイクロシステム



## 多波長選択応答システム

光線 × 希土類材料 × 高分子

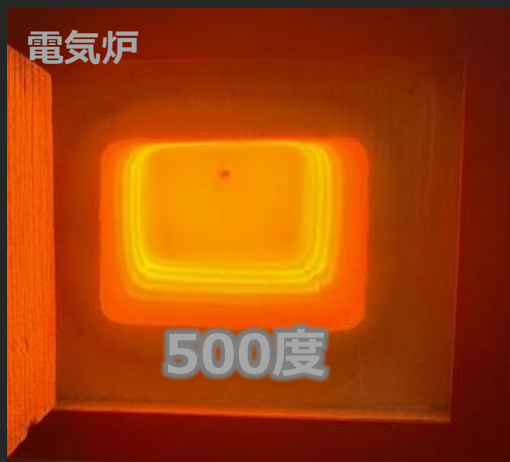
## 溶液結晶工学

相図 × 低分子結晶 × 低分子溶媒

自己組織化 × リソグラフィー × 機械工学 → ソフトマイクロシステム

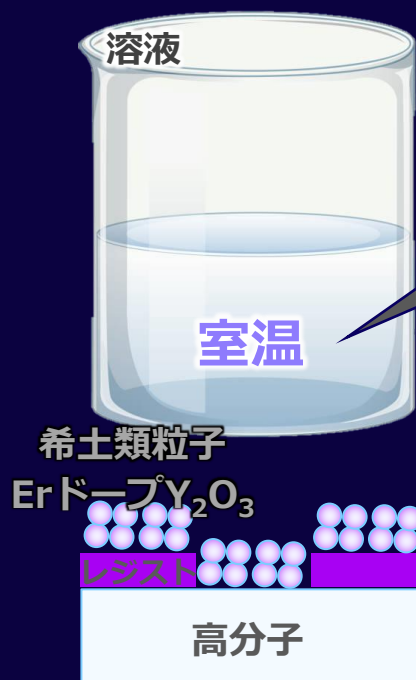
有機層を無機層に置換できれば超・長寿命化の期待

従来法 塗って焼く

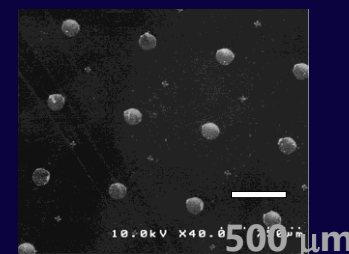
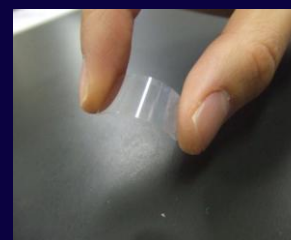
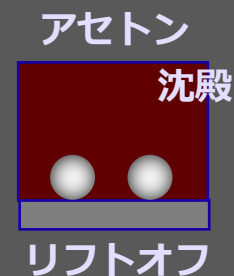
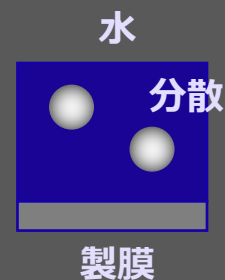


問題：高分子基板が分解

本技術 焼いて塗る



ポイント 粒子分散安定性

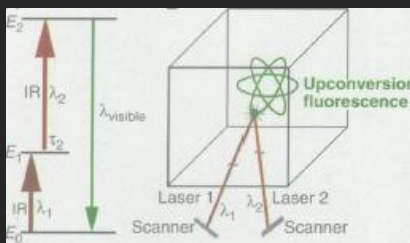
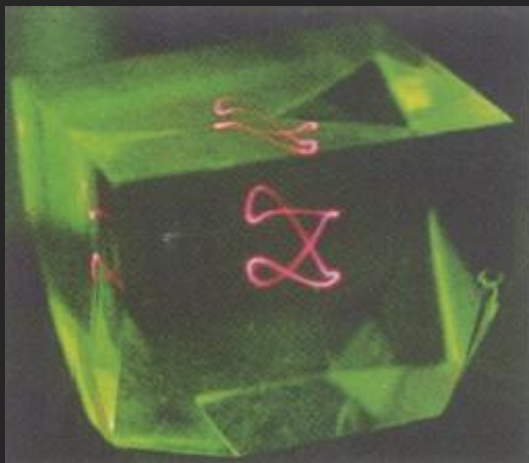


Adv. Funct. Mater. 2011 表紙, 若手B

無機セラミクス フレキシブルデバイスの作製への道を切り開く

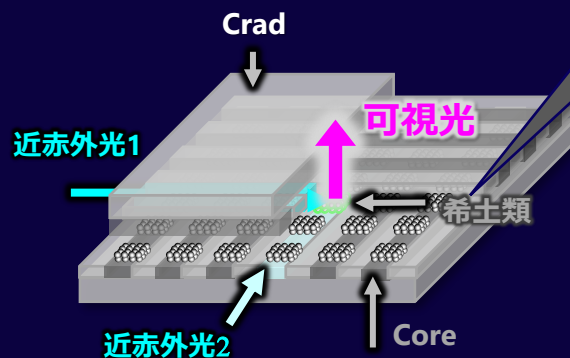
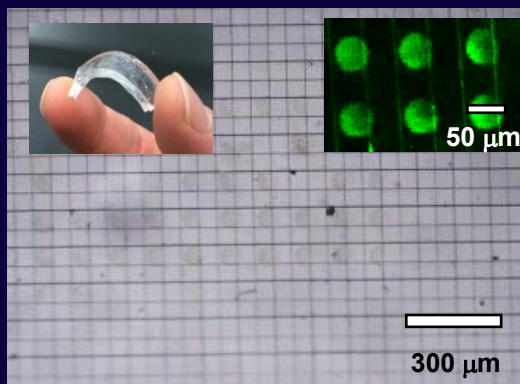
## 希土類の2光子励起発光の利用で透明化

従来法 無機 &amp; 投影



- 投影装置が必要
- フレキシブル性が無い

本技術 焼いて塗る



Adv. Funct. Mater. 2015 表紙, 挑戦的萌芽

フレキシブルヘッドアップ透明ディスプレイへの道を切り開く

生体深部で遠隔操作可能なマイクロマシンへの可能性

従来法 光局所照射



近赤外光

最小 $\mu\text{m}$ 

PNIPAm

炭素粒子

問題：ミリサイズ限界

- 光スポットサイズ
- 動く物体への精度

本技術 波長選択応答

ポイント 光→熱の逆転発想

吸収線幅が狭い

近赤外光

Nd-dope  $\text{NaYF}_4$ 

発光

 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 

発熱



5 mm

808 nm

近赤外光 OFF

980 nm

Sci. Repot 2018, Langmuir 2021, 基盤C, 基盤B

マイクロメートルサイズでのソフトアクチュエータ駆動への道を切り開く



## 多波長選択応答システム

光線 × 希土類材料 × 高分子

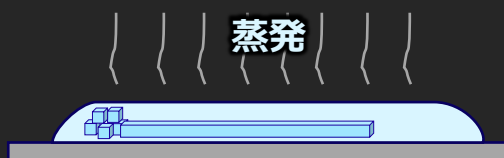
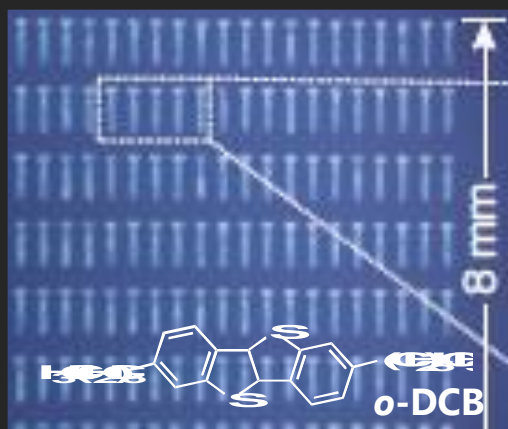
## 溶液結晶工学

相図 × 低分子結晶 × 低分子溶媒

自己組織化 × リソグラフィー × 機械工学 → ソフトマイクロシステム

有機半導体の単結晶は高い電界効果移動度 集積&微細化の需要

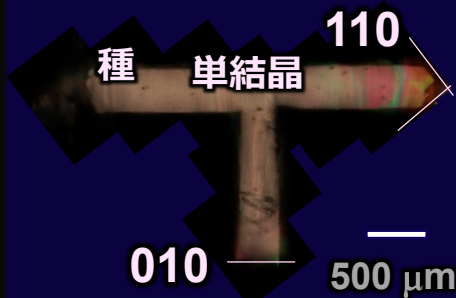
従来法 ゆっくり乾燥



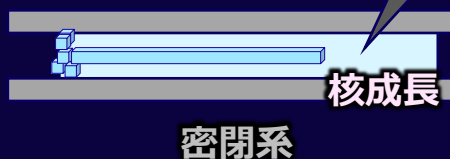
問題： 開放系

- ・偶然任せ・試行錯誤
- ・ボトルネックの不明

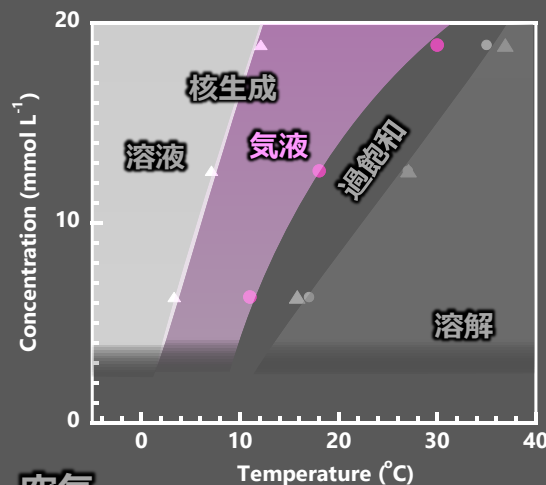
本技術 狙って温調



界面核生成



ポイント 相図の作成



空気



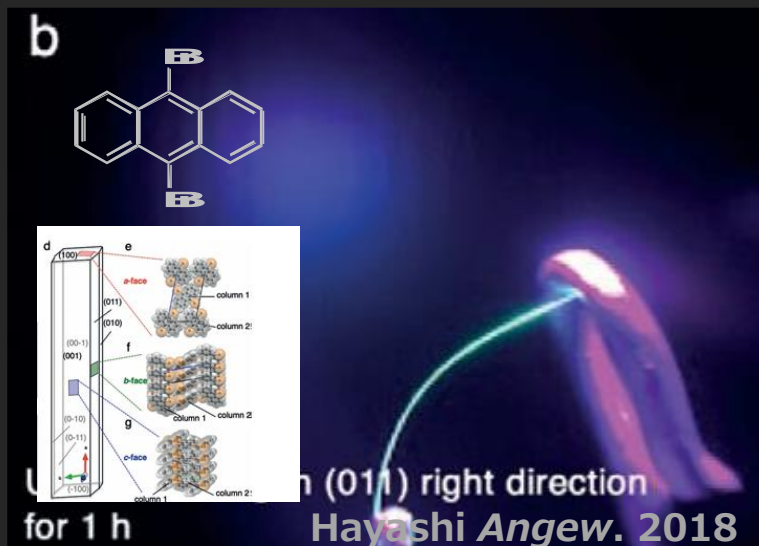
Langmuir 2017, Crystal growth Des. 2019

普遍的な有機単結晶成長の指針、結晶形状や方位の制御へ

面白い結晶多い。しかし・・・

## 従来法

試行錯誤法

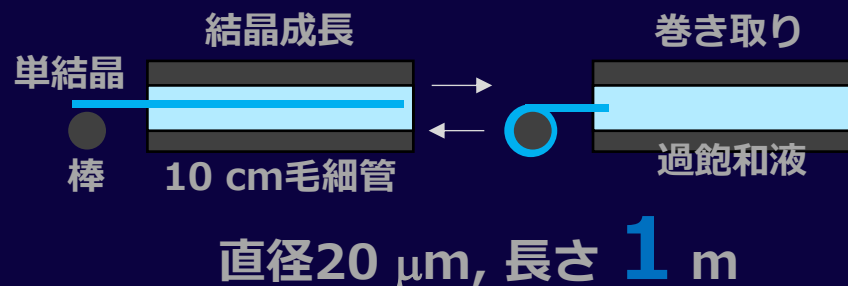
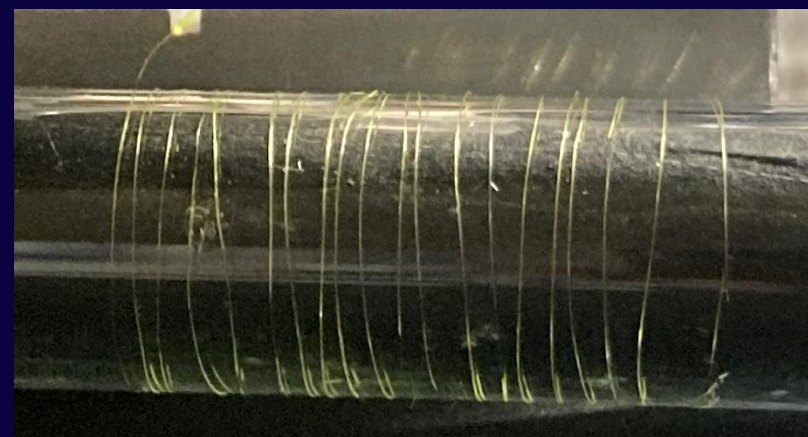


溶媒蒸発、貧溶媒拡散、昇華・・・

実験条件の最適化は科学か？！

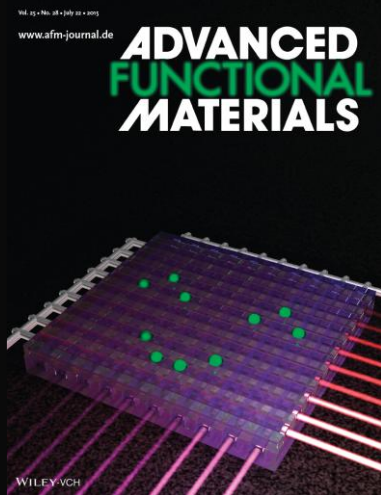
## 本技術

不揮発溶液・結晶成長法



世界初、結晶繊維紡糸技術

## 学術論文



*Adv. Funct. Mater.*

**2010, 2015**

*Appl. Mater. Inter.*

**2014, 2016**

*J. Colloid Interf.*

**2009, 2011, 2014, 2015**

## 学会賞



コロイド学会

**2019**

高分子学会

**2017**

日本MRS

**2005, 2011, 2013**

## 外部資金



基盤研究 B (1,500万円)

**2020-2025**

GaPファンド財団 (500万円)

**2024-2025**

NEDO若サポ (500万円)

**2022**

## メディア

化学工業日報

**2015, 2022**

日刊工業新聞

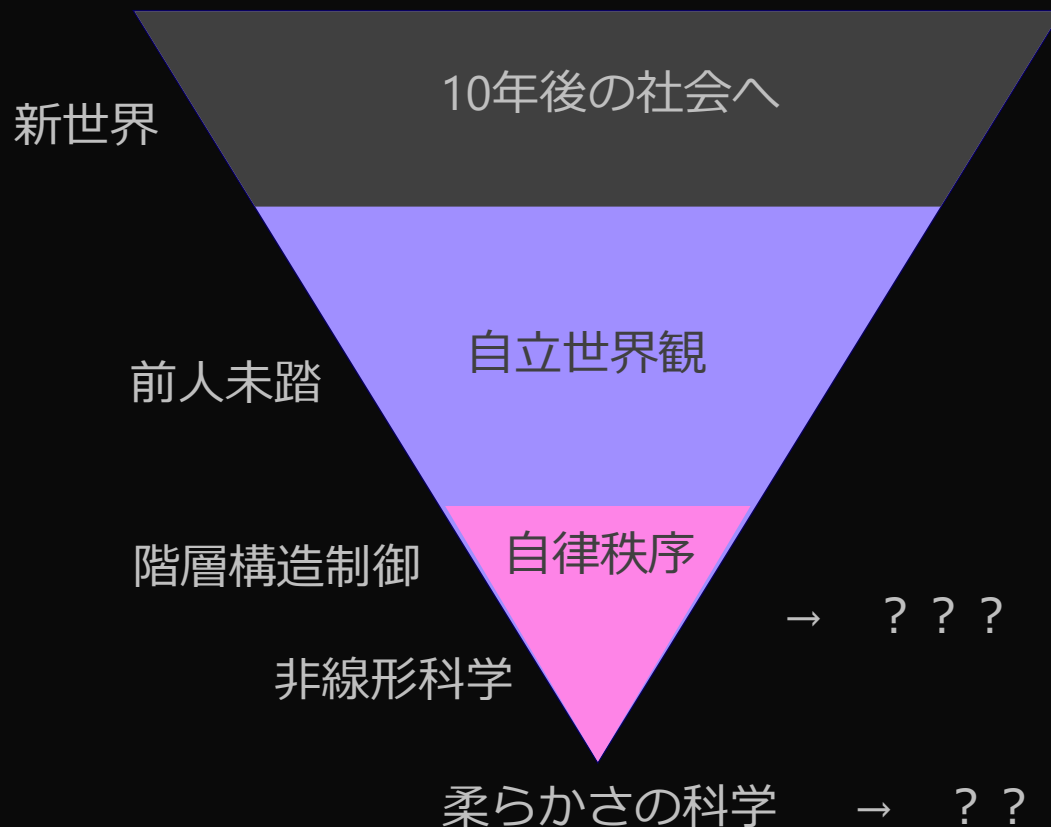
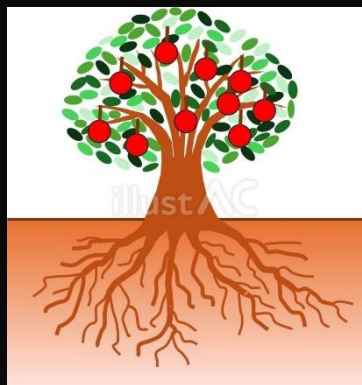
**2015, 2022**

TBSビジョン

**2015**

# 日本の40代 科学者のトップ5%に？

## 自身の中にも新秩序



人より、広く、深く、遠く見れ、行動できる？

教員：渡邊 智 (准教授)

学生：Battsengel Badral (AC2) → 院進学

平凌嘉 (5年生) → 就職

横内杏亮 (5年生) → 専攻科進学

丸山拓海 (5年生) → 編入学

場所：F205, 206, F305

共同研究：熊本大 深港教授

高知工科大 林教授

北大 堀江教授

理研 佐々研究員

静岡大 関准教授

装置：今年度移設完了

## 5年生以上

- 平日は研究室へ（授業以外）
- 朝ミーティング 毎日
- 週報 毎週
- 勉強会 毎週
- 学会 年1回以上
- 投稿論文執筆 1報（専攻科生）

## 4年生

- 配属後 個別面談  
自身の経験を3原則で
- 毎週 金曜日 13時～16時？
- 月3回 予備実験の練習
- 月1回 読書

卒論課題は検討中

1～3年間 一緒に世界へ挑戦したい方を待ってます