

# 大学院で学ばれる方々にお伝えしたいこと

東亜合成株式会社

熊谷 康平

# 講演内容

---

- ◆ 自己紹介
- ◆ 博士課程への進学を決めたきっかけ
- ◆ 進学後の研究生生活について
- ◆ インターンシップを通して学んだこと
- ◆ 進路を決めるに際して
- ◆ 修士・博士学生の方々にお伝えしたいこと

## ◆ 自己紹介

- ◆ 博士課程への進学を決めたきっかけ
- ◆ 進学後の研究生生活について
- ◆ インターンシップを通して学んだこと
- ◆ 進路を決めるに際して
- ◆ 修士・博士学生の方々にお伝えしたいこと

# 自己紹介



**熊谷 康平**

**Kumagai Kohei**

1993年2月8日生まれ

(28歳)

## 経歴

2008年～2011年	大阪府立豊中高等学校
2012年～2016年	大阪大学応用自然科学科
2016年～2021年	大阪大学大学院工学研究科応用化学専攻
2021年～現在	東亜合成株式会社

## 研究対象

2015年～2016年	イオン液体 (難揮発性電解液)
2016年～2021年	量子ドット蛍光体 (半導体ナノ粒子)
2017年～2021年	金属有機構造体 (多孔性配位高分子)
2021年～現在	無機系微粒子 (消臭剤)

- ◆ 自己紹介
- ◆ **博士課程への進学を決めたきっかけ**
- ◆ 進学後の研究生活について
- ◆ インターンシップを通して学んだこと
- ◆ 進路を決めるに際して
- ◆ 修士・博士学生の方々にお伝えしたいこと

# 学部時代の自身振り返り

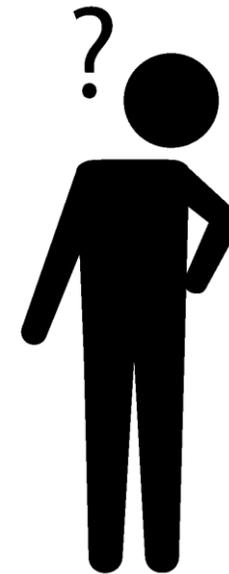
大学1～2年時



授業の内容をちゃんと理解できない、、

→ テスト前だけ過去問の暗記に奮闘

大学3年時



人と話すのが好き！  
→ 商社マンへの憧れ



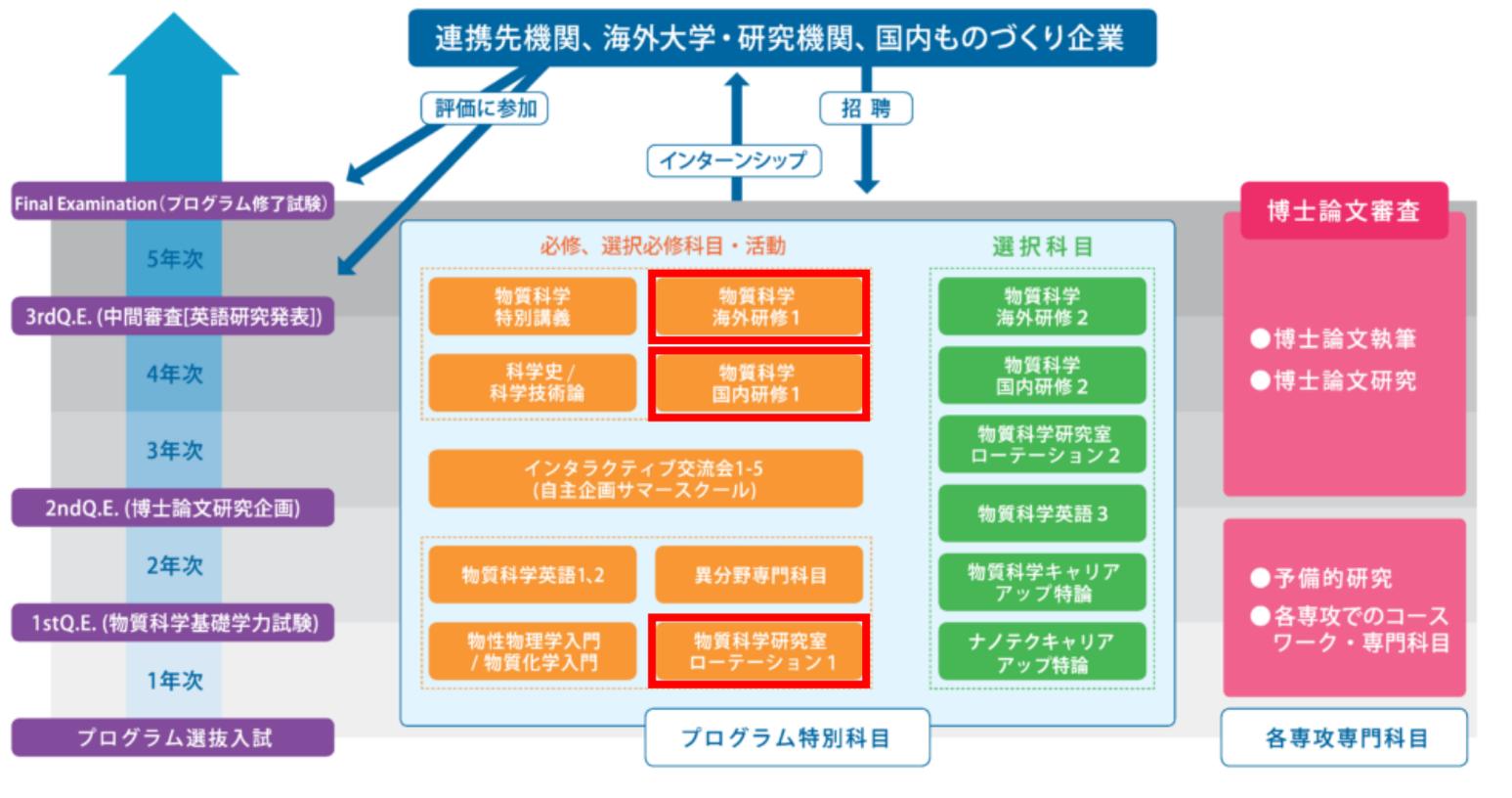
有機化学は少し苦手  
→ 大学院行くべき？

**普通の理系学生の生活なんて送りたいくない！！**

# 博士課程教育リーディングプログラムとの出会い

物質科学研究・事業のイノベーションを牽引するリーダーとして  
産・官・学の多様なセクターで活躍できる

## 博士人材を育成



### 魅力点

- 異分野の方々との交流
- 海外留学やインターンシップ
- 月20万円の奨励金



**プログラムに参加したい！**

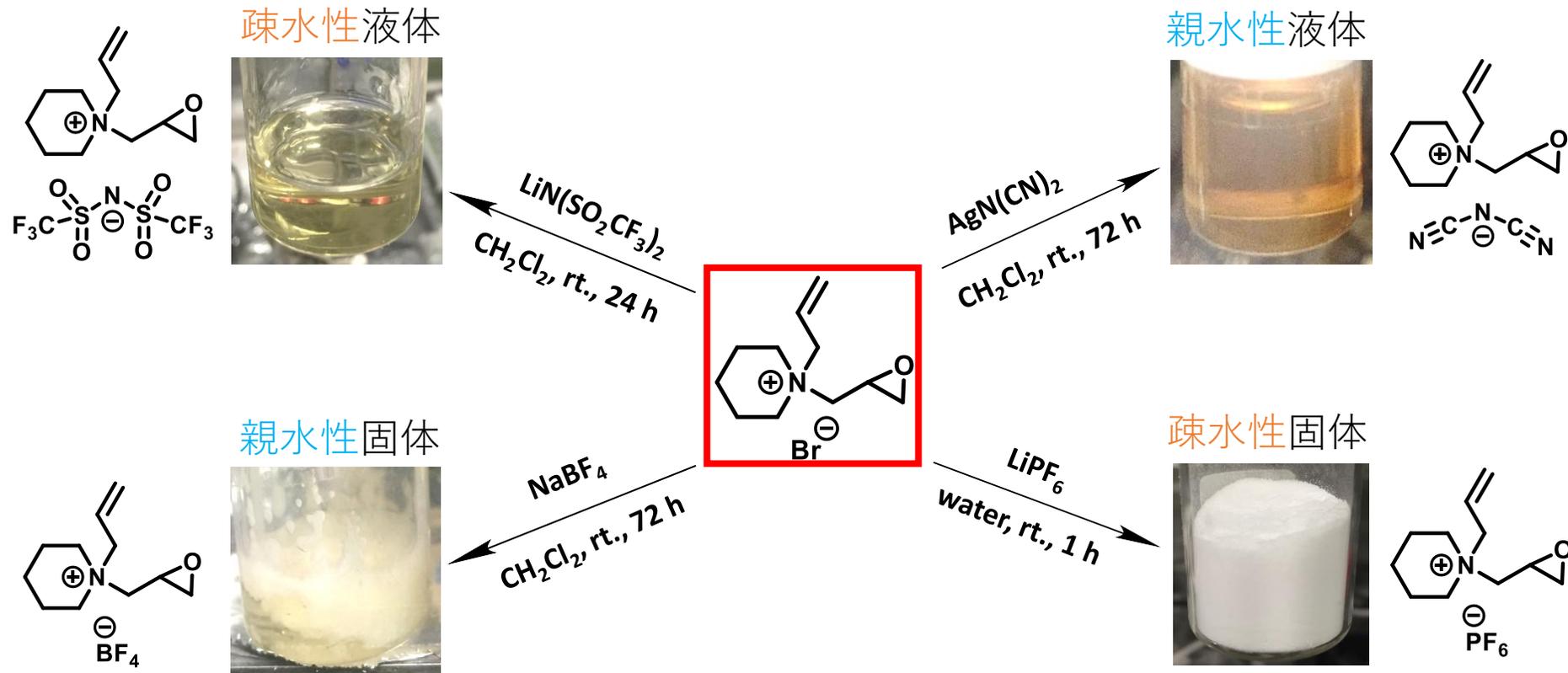
(研究のことは考えてなかった)

採用試験に無事合格したため、  
学部4年時に博士進学を決意

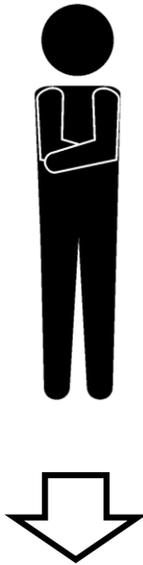
- ◆ 自己紹介
- ◆ 博士課程への進学を決めたきっかけ
- ◆ 進学後の研究生活について**
- ◆ インターンシップを通して学んだこと
- ◆ 進路を決めるに際して
- ◆ 修士・博士学生の方々にお伝えしたいこと

# 学部4年～修士1年の途中までの研究

## 二酸化炭素を吸収するイオン液体の開発



後5年も同じ研究をするの？



好きな研究をしたい

それなりのデータは出たものの、あまり研究に興味を持てなかった、

# 研究室ローテーションの産物

## 研究室ローテーション

: カデットプログラムの科目の一つであり、**他分野の研究室で約3カ月研究**を行う (**自分で選択可**)



教授から了承をもらい、  
やりたかった研究に移行



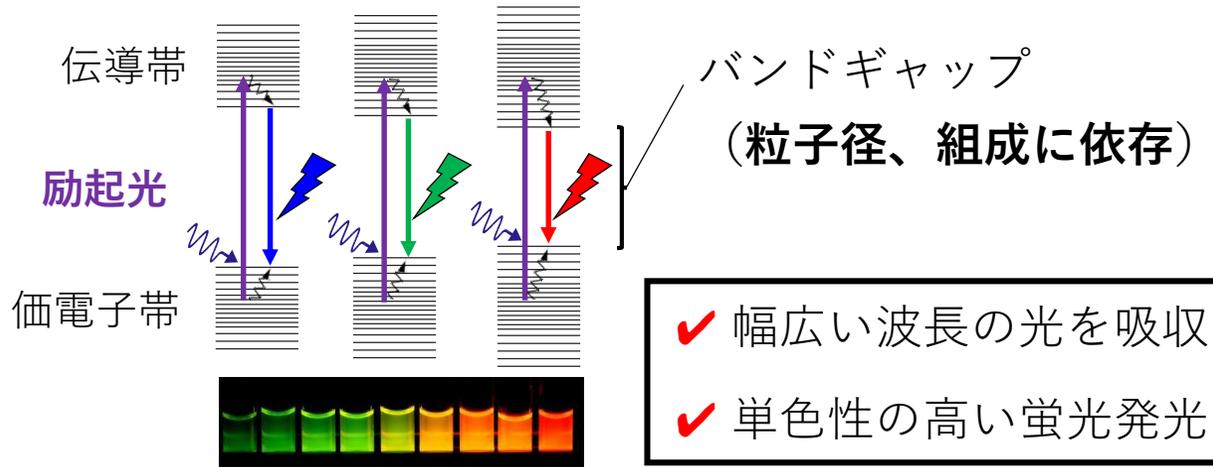
**モチベーションUP**

### POINT ①

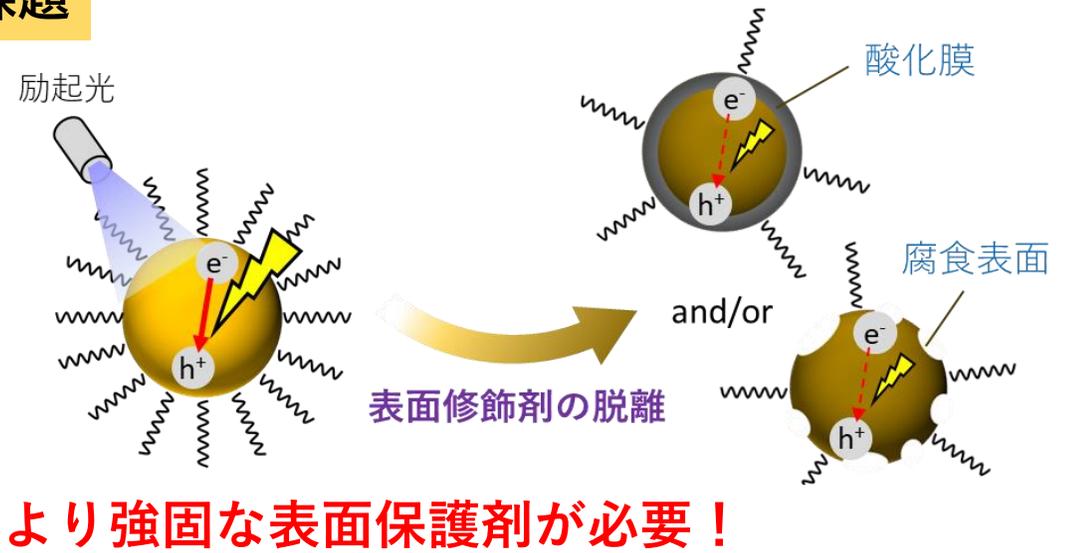
常にアンテナを張り、変化のチャンスを逃さない

# 博士論文研究の概要

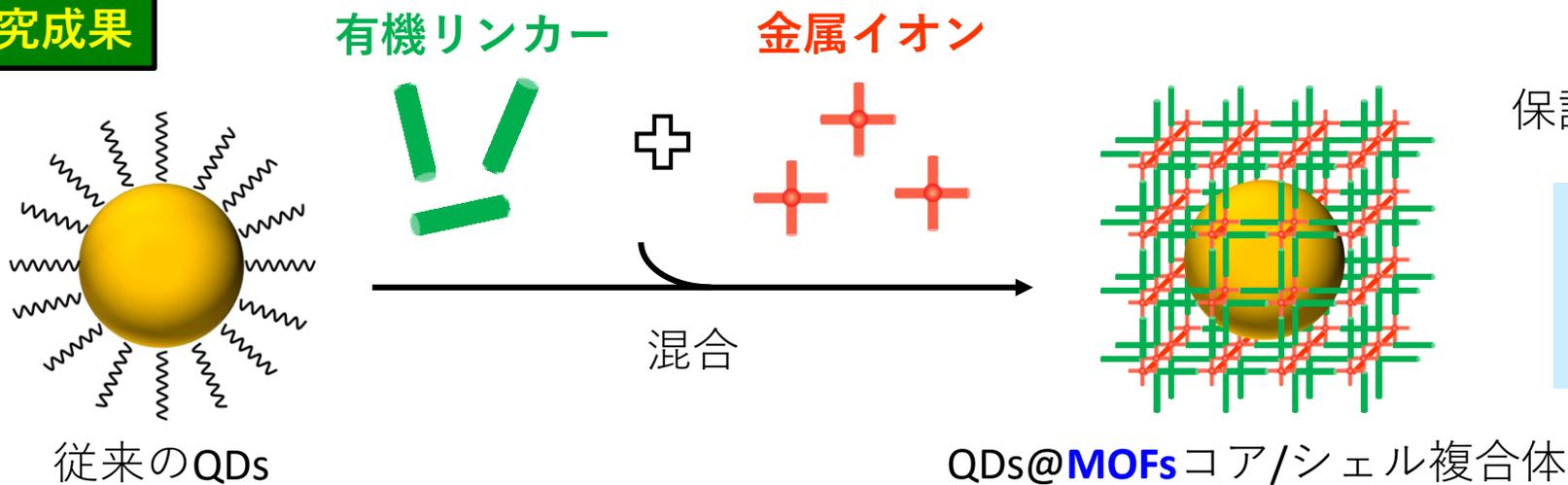
## 半導体ナノ粒子 (QDs)



## 課題



## 研究成果

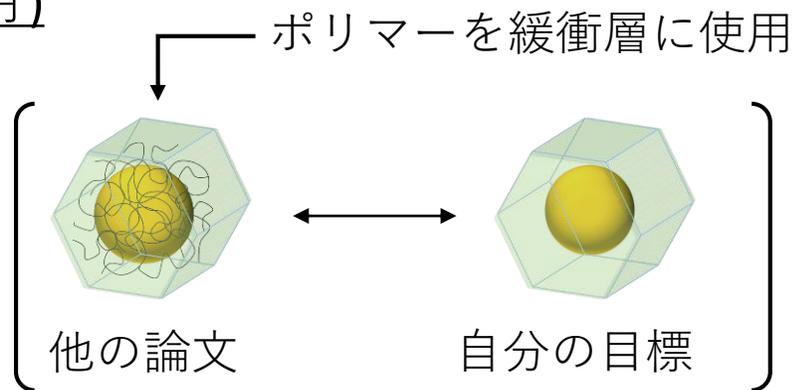
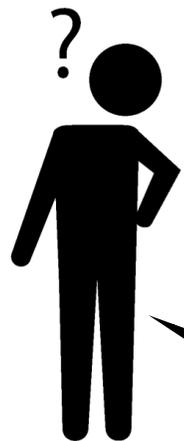


保護剤として **MOFs** を使用した結果、

1. QDsの耐久性が大幅に向上
2. MOFsによるQDsの発光増強

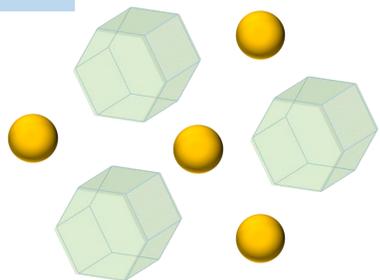
# 大学院で学んだ研究に対する心構え①

修士論文前 (12月)



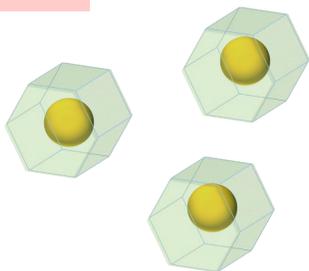
MOFsの論文を真似しても、目的のモノができないのはなぜ？

現実



QDsとMOFsが独立

理想

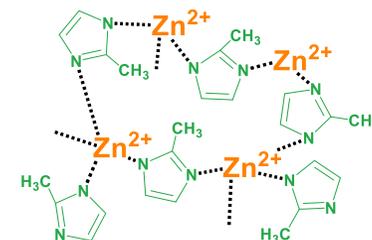


QDsから**直接**MOFsが成長

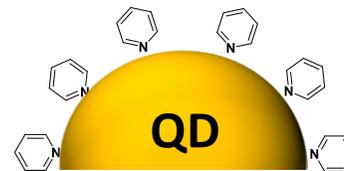
解決策

MOFs合成の常識

原料を一気に混合

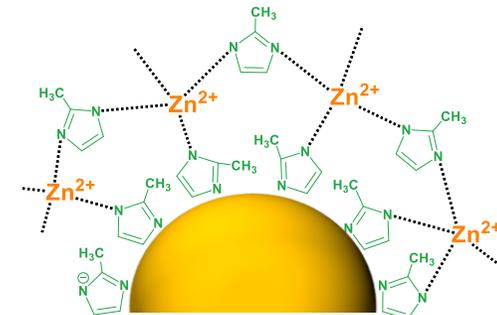


MOFの自己核発生



原料を徐々に混合

QDs合成の常識



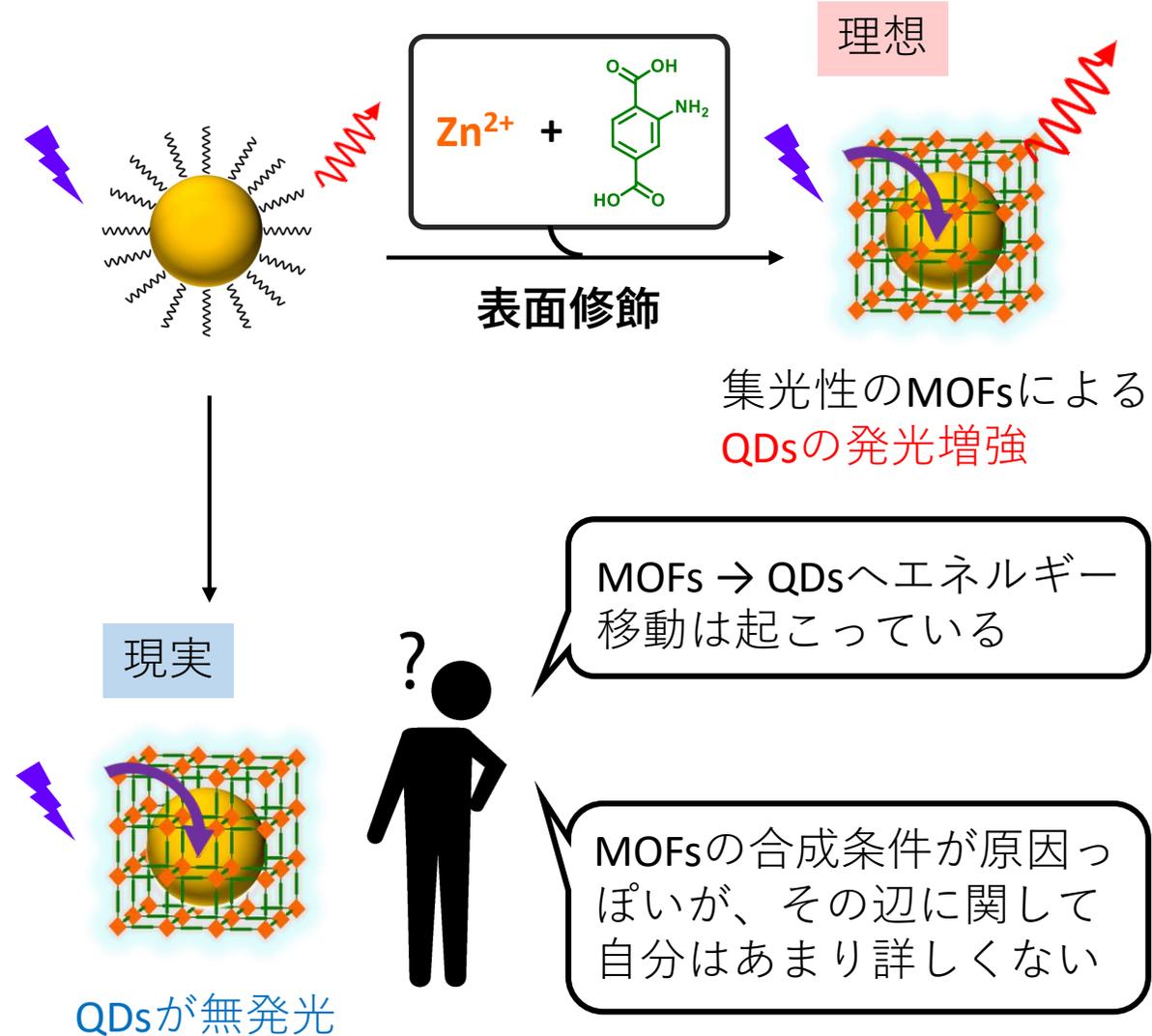
MOFがQD表面で核発生

POINT ②

自身の専門領域で学んだ深い経験は、他分野でも大いに役立つはずである

# 大学院で学んだ研究に対する心構え②

博士2年時(1月)



## 解決策



専門の先生との議論を通して、目的を達成できた

## POINT ③

自己解決に拘らず、研究室の枠を超えて協力を仰ぐことは博士課程こそ大切である

- ◆ 自己紹介
- ◆ 博士課程への進学を決めたきっかけ
- ◆ 進学後の研究生活について
- ◆ **インターンシップを通して学んだこと**
- ◆ 進路を決めるに際して
- ◆ 修士・博士学生の方々にお伝えしたいこと

# 株式会社日本触媒で3カ月働いて感じたこと

## 企業で求められること

## 大学で求められること

### 労働環境の整備

- ✓ 化学試薬の管理
- ✓ 労働時間の規制

### 営業利益の向上

- ✓ 原料のコストカット
- ✓ 反応プロセスの簡素化
- ✓ 作業効率の改善

### CSR活動

- ✓ 環境保護、文化支援

### 学術研究の推進

- ✓ 技術革新のための土台
- ✓ 利益を追求しない自由さ
- ✓ 個人による成果

### 教育機関としての責任

- ✓ 学生の人格形成
- ✓ 労働環境の見直し
- ✓ 研究資金のありがたさ

環境にやさしく  
暮らしを豊かに

**誇りを持ち、楽しむ**

# 海外インターンシップ先の選定に際して

## Nanoscience lab (研究先)

再生可能エネルギーの更なる発展を目的として、  
産官学の連携で設立された研究組織の中心的存在



Prof. Paul Mulvaney

量子ドット含むナノ材料  
分野の世界的権威

(h-index: 107)

QDsの自家製Tシャツ

「憧れの先生に自身の技術売り込みたい！」



英語で交渉を行う必要があったが、国際学会に出たり、  
留学生と毎日話していた経験を生かすことができた

**Kohei KUMAGAI**  
Department of Applied Chemistry  
Graduate School of Science  
Osaka University  
2-1 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan  
TEL: (81) 6 6641 2211  
FAX: (81) 6 6641 2211  
E-mail: kumagai.kohei@chem.eng.osaka-u.ac.jp

**Research**  
I am carrying out research on surface modifications of semiconductor quantum dots. With the aim of taking full advantage of QDs in various fields, I focus on metal-organic frameworks (MOFs) as new types of surface modifiers. Tunable optical properties and versatility of material design of MOFs have an advantage in fabricating an ideal core/shell structure that are optimized to each application, such as photovoltaic devices and LEDs. Furthermore, synergistic effects between QDs and MOFs, i.e., energy transfer and orbital interactions, are expected.

**Research**  
I demonstrated a new strategy for incorporating QDs into with forming a direct chemical bond at the interface between the two materials. I focused on zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) as a surface modifier because both the conduction and valence band edges of the QDs lie within the bandgap of ZIF-8 crystal. To demonstrate the complete incorporation, QDs were in advance modified with weakly binding ligands, pyridine. Then, by slowly adding ZIF-8 precursors to the QDs solution, ZIF-8 crystal was exclusively grown on the surface of QDs without self-nucleation of the crystal occurring. A gradual transformation of ZIF-8 crystal from roughly spherical shape to rhombic dodecahedrons was visually confirmed by TEM images taken at different timepoints during the synthesis. Under an optimized condition, the incorporation of a single QD into ZIF-8 crystal was successfully accomplished.

**Awards**  
2018 - Pres  
2016 - Pres  
2016 - 201  
2012 - 201  
2012 - 201

**Awards**  
2019 - Pres  
2018  
2018

**Publications**  
Direct S  
Kohei K  
in press

In terms of photoluminescence properties, a narrow band-edge emission unique to QDs was maintained during and after the modification with ZIF-8. The resulting QD@ZIF-8 composite emitted an intense photoluminescence with the solid-state quantum yield as high as 40%. Furthermore, the photoluminescence was mostly maintained even in the presence of photoluminescence quenching agents, demonstrating a complete incorporation of the QDs into ZIF-8 crystal. The successful surface passivation by MOFs opens up a new application of QDs using functionalities of MOFs.

Request for 3-month study abroad; introduction from Prof. Tsukasa Torimoto

Dear Prof. Paul Mulvaney,

My name is Kohei Kumagai. I am a PhD student in Osaka university. I am writing you introduced by Prof. Tsukasa Torimoto, who is our collaborator in Nagoya university. I really appreciate your positive reply about 3-month study abroad as research student.

I have attached my CV to this email. I would be grateful if you could confirm it. Recently, I have demonstrated a new strategy for developing a QD@MOF composite without any bonding materials like polymers (the detail is written in attached CV). I showed MOFs had the potential as new surface modification materials in place of conventional organic ligands. However, there are many unclear points about this composites, such as interface rearrangement, MOF growth mechanism, and orbit interaction between QDs and MOFs. Thus, I would like to develop more understanding about nanostructured materials using quantum dot under expert guidance. I show you a few of research proposal example below.

1. Elucidation of gradual photoluminescence increase of as-prepared QD@MOF composite by heating or vigorously stirring
2. Simulation of MOF crystal growth mechanism directly from the surface of QDs and ligand exchange reaction from native ligand to MOF linker
3. Investigation of QDs incorporated into MOF crystal by using single nanoparticle spectroscopy and confocal microscopy
4. Application of QD@MOF composite to LEDs or solar cells

The main purpose of this study abroad is to experience overseas research, and achievements in 3 months is not necessary required. In addition, any financial aid is unnecessary because I have an external scholarship from Osaka university.

I would like to talk to you directly via e-mail and discuss with you about my proposed projects and the period for visiting you. Regarding office procedures, such as visas and accommodation, Dr. Taro Uematsu who is my supervisor addresses politely.

t-uematsu@chem.eng.osaka-u.ac.jp

Sincerely,  
Kohei Kumagai

作製したCV

英語でのE-mail

# 海外インターンシップを通して学んだこと

## Paulの教え

You should do what you wanna do!



Definition of Intelligence Quotient,  $\phi$

$$\phi = \frac{\tau_{fun}}{\tau_{fun} + \tau_{not-fun}}$$

If  $\phi > 0.6$ , you are successful.

If  $\phi > 0.8$ , you are brilliant.

In my life I average  $\phi \sim 0.9$

Time 2017- "That's not to say that Americans are especially happy overall; only 33% of Americans surveyed said they were happy. In 2016, just 31% of Americans reported the same."

好きな研究を続けたら、今の立場になっていた

## 海外の博士学生の特徴

- 社会から必要とされる人材であることを意識している
- 自分のペースで研究している
- 全員が奨学金を取得している
- 手を動かすより、口を動かしていることが多い

自身が有する知識やスキルが外国でも必要とされることを直に感じる事ができた



## POINT ④

自分の研究に自信を持って、英語で発信することができれば「鬼に金棒」である

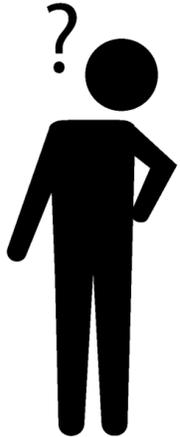
# 講演内容

---

- ◆ 自己紹介
- ◆ 博士課程への進学を決めたきっかけ
- ◆ 進学後の研究生生活について
- ◆ インターンシップを通して学んだこと
- ◆ **進路を決めるに際して**
- ◆ 修士・博士学生の方々にお伝えしたいこと

# なぜ企業を選んだか

企業 or アカデミック？



博士2年時 (12月)

## 企業

- ✓ 世間の暮らしに直結した研究開発ができる
- ✓ 目標達成に向けて組織一丸となって協力し合える
- ✓ 研究以外のキャリアも歩める
- ✓ 好きな研究に携わることができないかもしれない

## アカデミック

- ✓ 好きな研究の続行が可能
- ✓ 自分の成果を世界に発信するチャンスがある
- ✓ 忙しすぎて、プライベートとの両立が難しそう
- ✓ 自分ひとりの力で研究成果を出していける気がしない

## 決め手

『新技術を発見として終わらせるのではなく、製品として世の中に広めたい！』

# 会社を選ぶにあたって

## 業種を選ぶ際に重視した点

- 自分が活躍する姿を想像できるか
- キャリアプランに合致しているか
- 化学系の博士人材が必要とされるか



化学メーカーに絞って就職活動を開始

↑ **どんな人材求めている？**

## POINT ⑤

自身の性格を客観的に分析し、自分に合った組織を見極めることこそキャリア選択では大切

## 2種類の化学メーカー

こっちが向いてそう

	大手メーカー	中堅メーカー
会社内での博士の姿		
給料	高い	そこそこ
ライバル	多い	少ない
自分への期待度	そこそこ	高い

# 講演内容

---

- ◆ 自己紹介
- ◆ 博士課程への進学を決めたきっかけ
- ◆ 進学後の研究生活について
- ◆ インターンシップを通して学んだこと
- ◆ 進路を決めるに際して
- ◆ **修士・博士学生の方々にお伝えしたいこと**

# 自身の経験より大切だと感じたこと

---

常にアンテナを張り、変化のチャンスを見逃さない

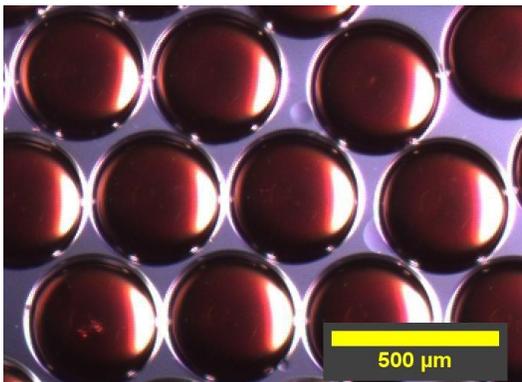
自身の専門領域で学んだ深い経験は、他分野でも大いに役立つはずである

自己解決に拘らず、研究室の枠を超えて協力を仰ぐことは博士課程こそ大切である

自分の研究に自信を持って、英語で発信することができれば「鬼に金棒」である

自身の性格を客観的に分析し、自分に合った組織を見極めることこそキャリア選択では大切

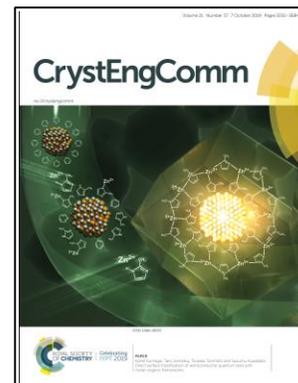
# 最後に



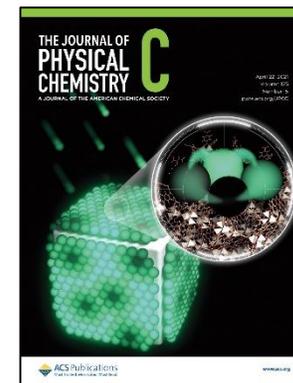
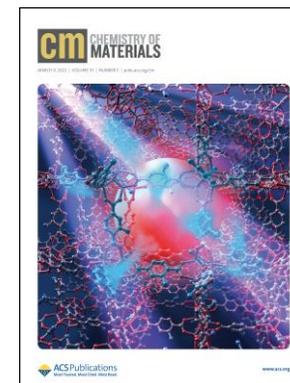
共同研究で作った液晶レーザー



憧れの研究室で過ごした日々



第一著者として表紙に採用された論文



私は3年以内に卒業要件を満たすことができず、満期退学後に博士号を取得しました

当時は無念でしたが、満足いくまで好きなことをやれたからこそ、今は良い思い出となっています

**博士課程で得た経験は一生の宝です！誇りを持って、今を大切に生きてください**

---

ご清聴ありがとうございました