

# 磁場に応答して光の偏光を変える液体と 磁気光学デバイスへの応用

室蘭工業大学 工学研究科 しくみ解明系領域  
(理工学部 システム理化学科)  
准教授 飯森 俊文

2022年9月27日

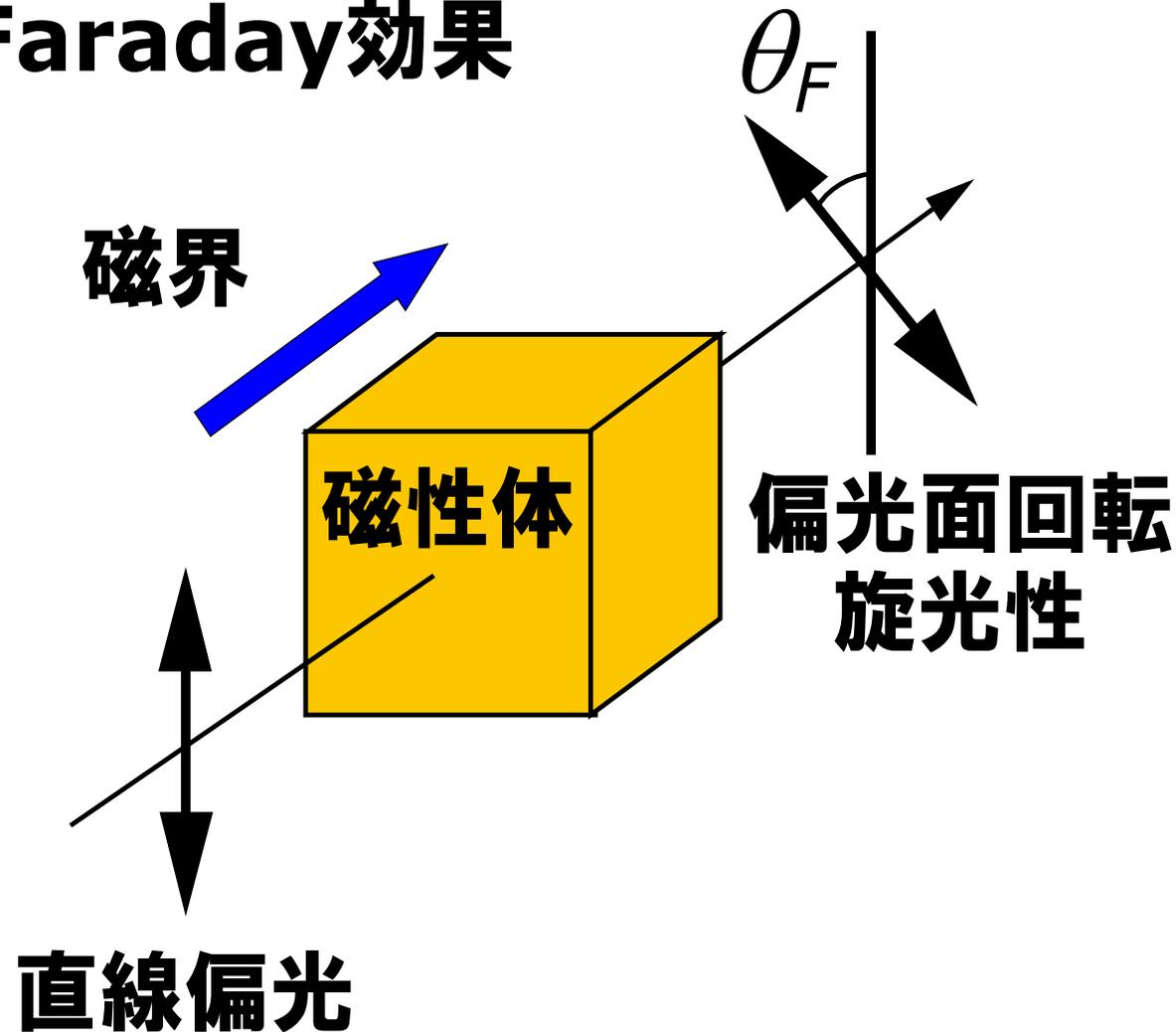
# 磁気光学効果とは？

「分子や結晶の光学的性質に対して  
磁場が及ぼす効果の総称」(理化学辞典)

- ゼーマン効果
- ファラデー効果
- 磁気複屈折
- 磁気円二色性(MCD)
- 磁気カー効果

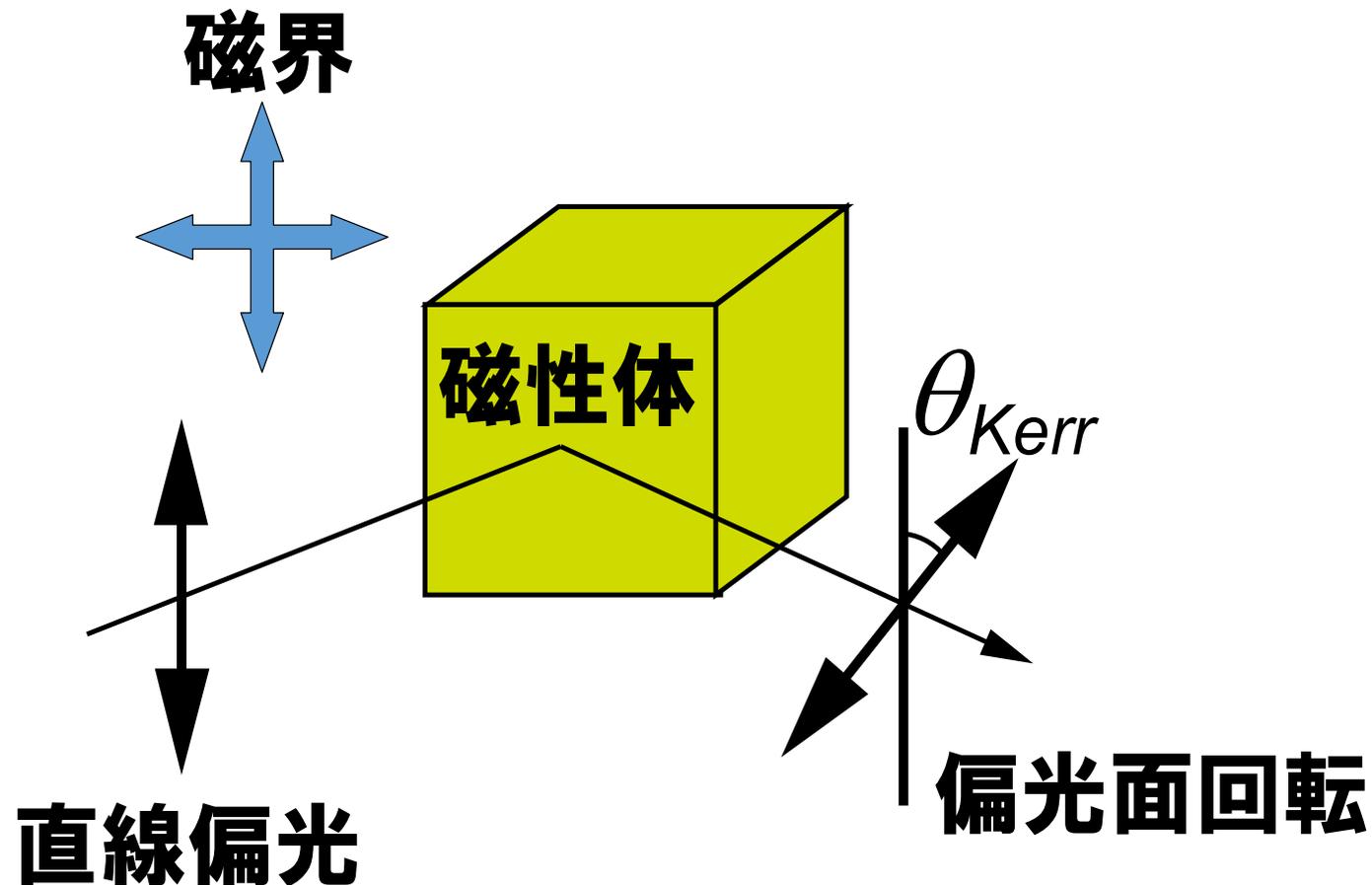
# 磁気光学効果とは？

## Faraday効果



# 磁気光学効果とは？

## Magneto-optical Kerr効果(MOKE)

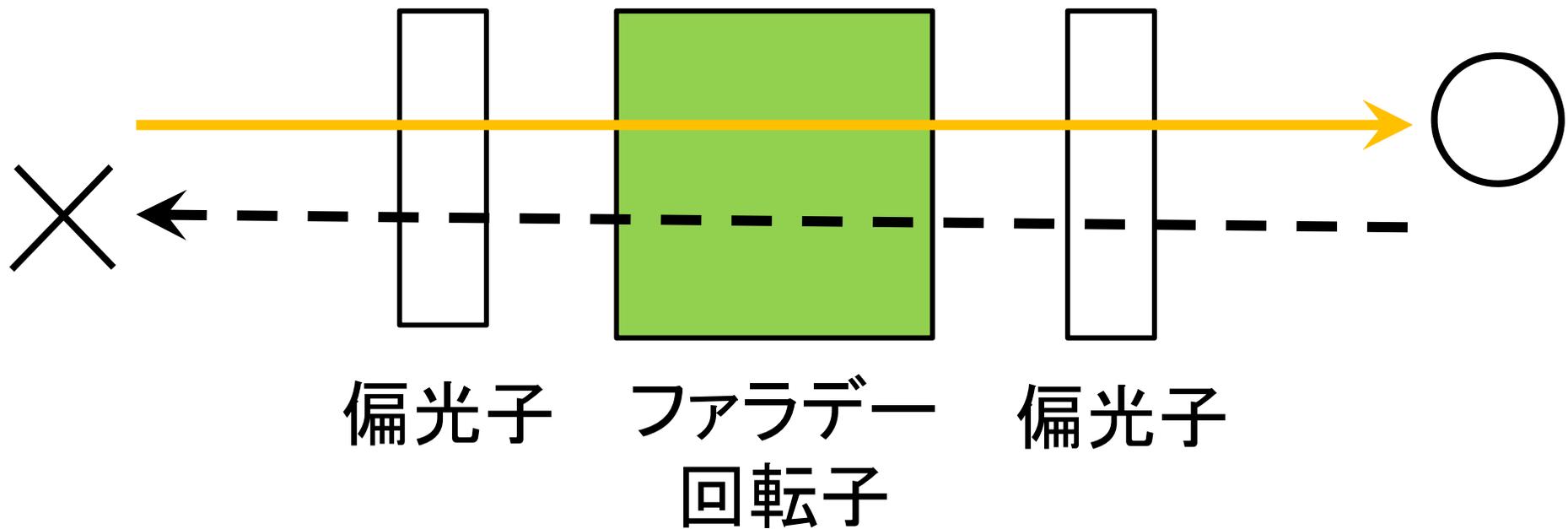


# 磁気光学効果の応用

- ファラデー回転子(偏光の変化が起きる)  
光学装置などに利用
- 光通信デバイス  
光アイソレーター  
光サーキュレーター
- 光磁気記録メディア  
光磁気(MO)ディスク・MDディスク
- 電流磁界センサー

# 光アイソレーター

- 光の一方通行デバイス
- 戻り(反射)光をカット



# 従来技術とその問題点

既に実用化されているデバイスには、  
固体(単)結晶の磁性材料が利用されている。  
固体材料のファラデー回転子の場合、回転子の  
形状を調整するには、結晶の材料自体を加工  
する必要がある。  
このため、回転子の形状を調整する自由度に限  
界がある。

# 従来技術とその問題点

本新技術は、液体材料を用いることで

- 形状を調整する自由度が高いファラデー回転子
- 設計自由度が高い磁気光学デバイスや光アイソレーター

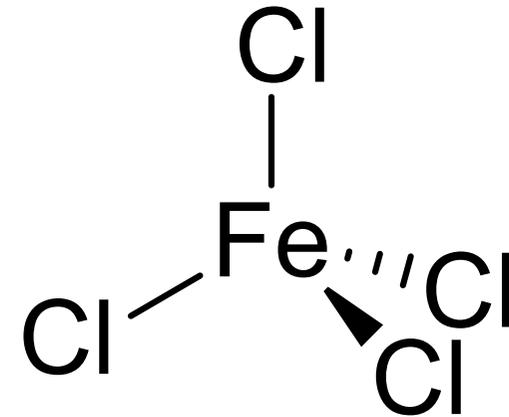
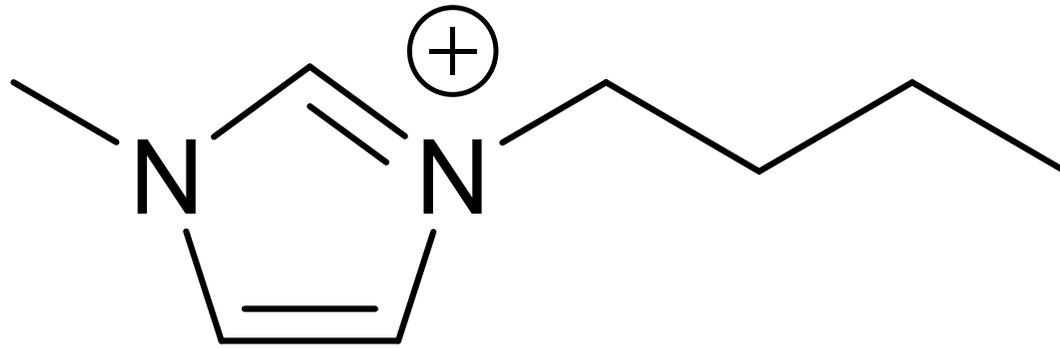
の開発を可能にする

# 新技術の特徴・従来技術との比較

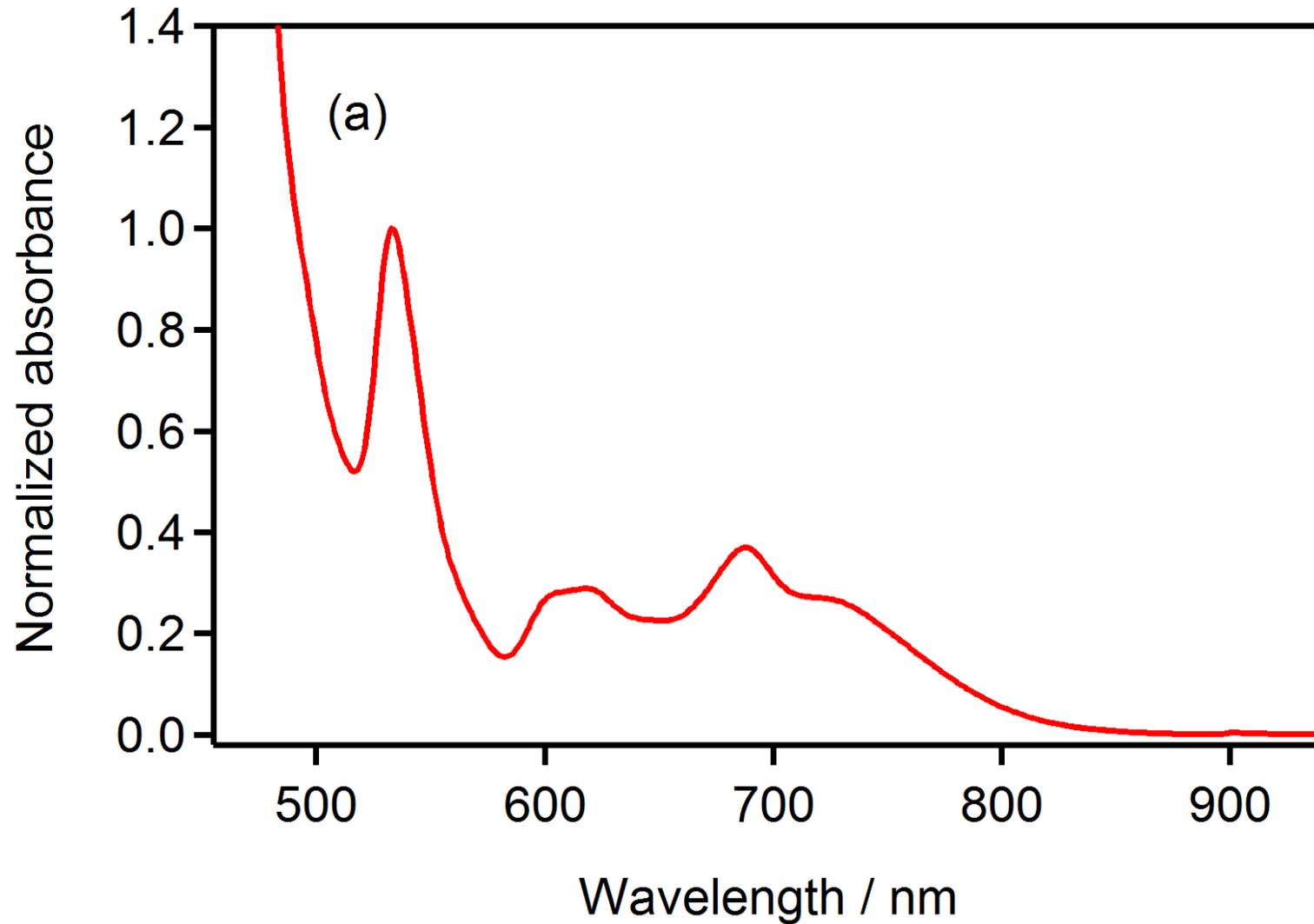
- ファラデー効果を有する材料として液体を用いるため、液体を収容する容器の形状を調整すれば回転子の形状を調整できる。
- 液体としてイオン液体を含んでいる。  
イオン液体は一般に**不揮発性、耐熱性に優れた液体**である。  
そのため回転子の耐久性が向上する。

# 新技術の特徴・従来技術との比較

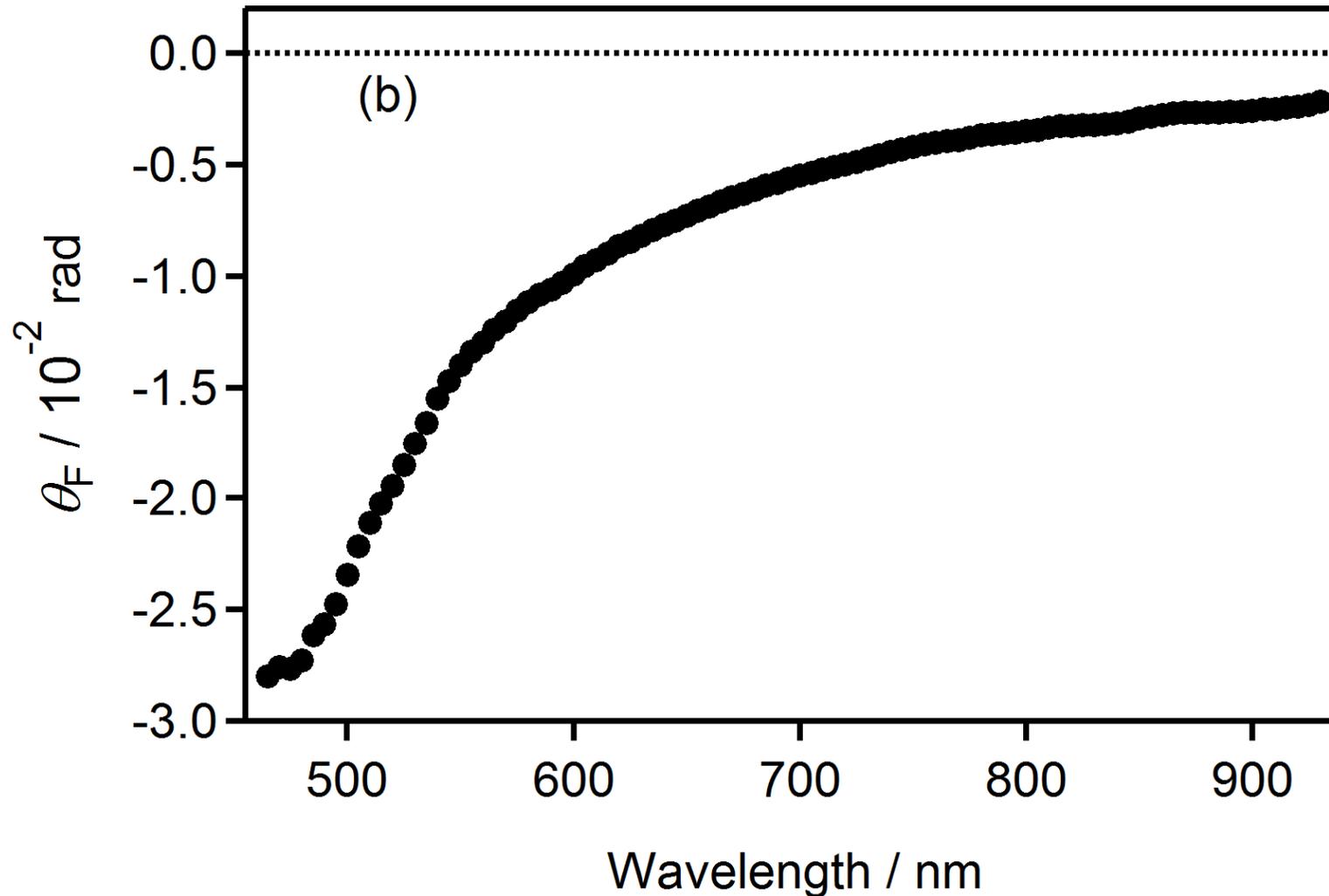
- 磁性イオンを含むイオン液体を利用
- 磁性イオンによりファラデー効果が生じやすい



# イオン液体の吸収スペクトル



# イオン液体のファラデー回転性能評価



# イオン液体のファラデー回転性能評価

$$\theta_F = V \times L \times H$$

波長 [nm]	Verdet定数 [min Oe <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> ]	備考
589	-0.15	ナトリウム-D線
630	-0.11	He-Neレーザー線
800	-0.047	近赤外光
900	-0.034	近赤外光

磁性希土類元素を含む結晶と同程度  
大きなファラデー効果

# イオン液体の性能指数

波長 [nm]	性能指数 $\theta_F/A$ [° dB <sup>-1</sup> ]
58	0.2
630	0.1
800	0.2
900	1.8

## 想定される用途

- 光源の熱によってファラデー回転子を構成する液体の温度が上昇しても、液体を放熱しやすい場所へ移送するように構成された回転子をデザインでき、耐熱性に優れる。
- 光通信において光源強度の高出力化による磁気光学デバイスの発熱が問題になっており、本技術は放熱性に優れ光強度光源にも使用可能な装置の開発に展開可能である。

## 想定される用途

- 液体は自由自在に形状を変えることができる。設計自由度が向上するため、コンパクトでフレキシブルな光磁気デバイスの開発に展開可能であると思われる。
- 光デバイス以外にも「光の一方通行」を付加価値とした設計に利用できる可能性がある。

# 実用化に向けた課題

- 現在、鉄イオンを用いたイオン液体について磁気光学性能評価を終え、論文も公表している。
- 今後、他の金属イオンや材料について実験データを取得し、より優れた材料の探索を行っていく。
- 実用化に向けて、実デバイスへの実装技術を確立する必要がある。

## 企業への期待

- 実用化に向けて、実デバイスの開発技術を持つ企業へのライセンス供与および共同研究を希望。
- 磁性材料の磁気光学効果に関する共同研究を希望。
- 磁気光学効果のユニークな特徴を活かした製品の開発を考えている企業へのライセンス供与および共同研究を希望。

## 提供できる技術

- 液体以外に磁性体ナノ粒子の磁気物性の研究も行っている。
- 磁性ナノ粒子は磁性流体や磁気記録メディアへ実用化。
- 最近、反強磁性体の磁性ナノ粒子の超常磁性と磁気構造を解析する方法を提案し論文発表を行った。

(Magnetic moment distribution in nanosized antiferromagnetic NiO,  
T. Imori, et al. J. Appl. Phys. 127, 023902 (2020))

# 企業への期待

- 超常磁性ナノ粒子の磁気物性の解析を必要とする企業との共同研究が可能。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ファラデー回転子、磁気光学デバイス及び光アイソレーター
- 番号: 特許第6886677号
- 出願: 特願2016-165627
- 登録日: 2021年5月
- 特許権者: 室蘭工業大学
- 発明者: 飯森俊文

# 産学連携の経歴

- 2016年 JST「イノベーションジャパン2016大学見本市」事業に出展

# お問い合わせ先

**室蘭工業大学**

**地方創生研究開発センター 吉成、柴田**

**TEL 0143-46-5860**

**FAX 0143-46-5879**

**e-mail [crd@mmm.muroran-it.ac.jp](mailto:crd@mmm.muroran-it.ac.jp)**