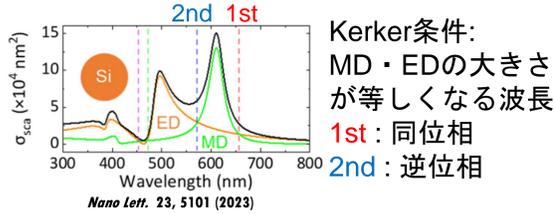
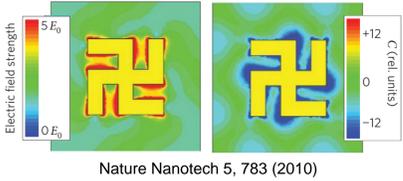


ヘリシティ分解ラマン分光を用いた 誘電体ナノアンテナによる近接場のヘリシティ測定

神戸大院工¹, ○志摩 大輔¹, 四宮 裕人¹, 杉本 泰¹, 藤井 稔¹

研究背景

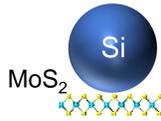
- キラル分子
鏡像と重ね合わせることができない性質を持つ分子
- 円二色性 (Circular Dichroism)
キラル分子の左・右円偏光に対する吸収が異なる現象
→ キラル分子の選択的な検出、分離
課題：円偏光とキラル分子の相互作用が弱い
→ キラルな近接場の増強 $C \propto \text{Im}(E^* \cdot H)$
- プラズモニックナノアンテナ □ 誘電体ナノアンテナ
複雑な構造が必要 Mie共鳴による電気・磁氣的な共鳴



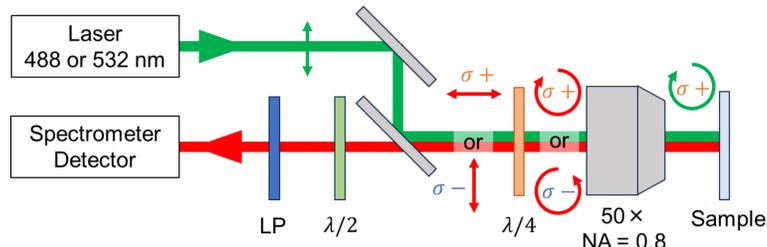
誘電体ナノアンテナの近接場のヘリシティ(円偏光の回転方向)を直接測定した例はない

本研究

Siナノ粒子によるキラルな近接場の増強の実証を見据え、MoS₂を用いた近接場のヘリシティ測定方法を提案する



ヘリシティ分解ラマン分光法



円偏光を入射し、ラマン散乱光をヘリシティに対応した直線偏光に変換した後偏光を分解して測定する

MoS₂の円偏光選択性

- ラマンテンソル
 $I = |e_s^T \cdot R \cdot e_i|^2$
 e_i : 入射光のジョーンズベクトル $e_i = \sigma_+ = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ i \\ 0 \end{pmatrix}, \sigma_- = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ -i \\ 0 \end{pmatrix}$
 e_s : 散乱光のジョーンズベクトル

$$R_{IMC} = \begin{pmatrix} c & 0 & 0 \\ 0 & -c & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & c & 0 \\ c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

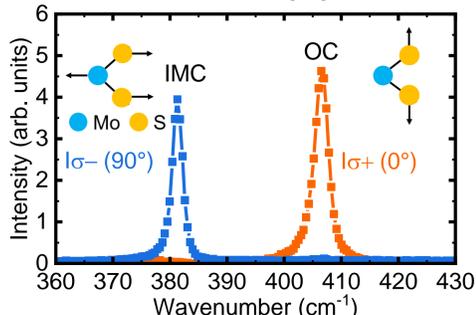
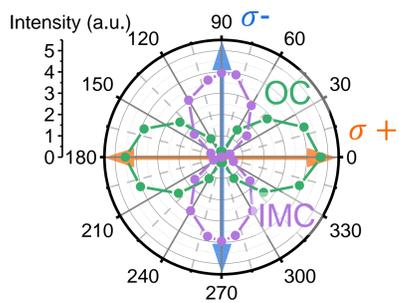
$$R_{OC} = \begin{pmatrix} a & 0 & 0 \\ 0 & a & 0 \\ 0 & 0 & b \end{pmatrix}$$

$$e_s = \sigma_+ \rightarrow I_{\sigma_+\sigma_+} = 0$$

$$e_s = \sigma_- \rightarrow I_{\sigma_+\sigma_-} = 2c^2$$

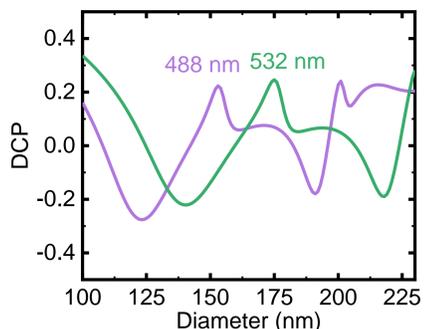
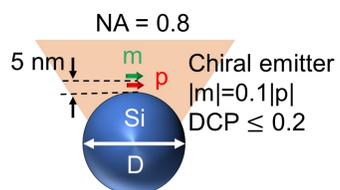
$$e_s = \sigma_+ \rightarrow I_{\sigma_+\sigma_+} = a^2$$

$$e_s = \sigma_- \rightarrow I_{\sigma_+\sigma_-} = 0$$



IMC: ヘリシティを反転 OC: ヘリシティを保存

円偏光度 (Degree of Circular Polarization)

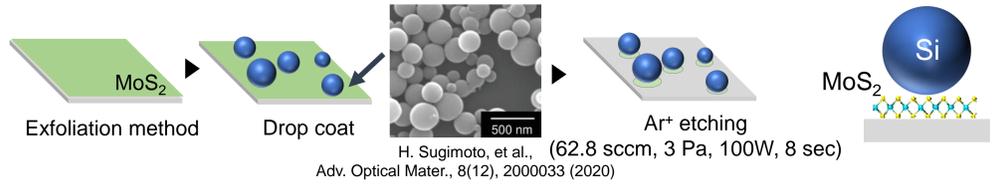


粒径により円偏光度が変化

位相差 $\pi/2$ の平行な電気双極子と磁気双極子からなる円偏光光源を仮定
J. Chem. Phys. 155, 224110 (2021)
計算: Alexey Shcherbakov (ITMO univ.)
Iliia Rasskazov

試料作製

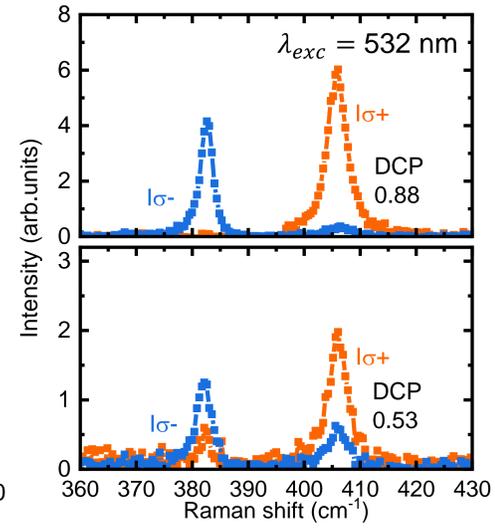
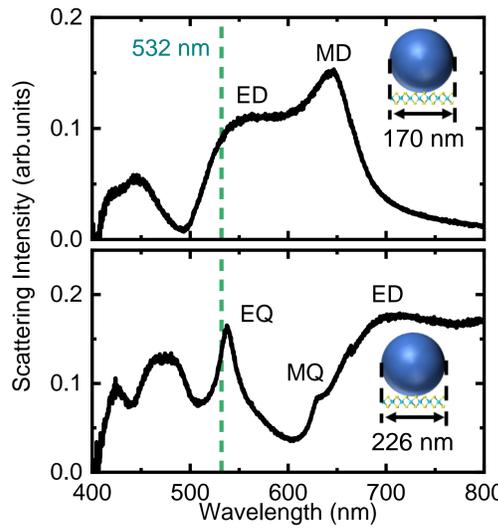
- Siナノ粒子-MoS₂複合構造



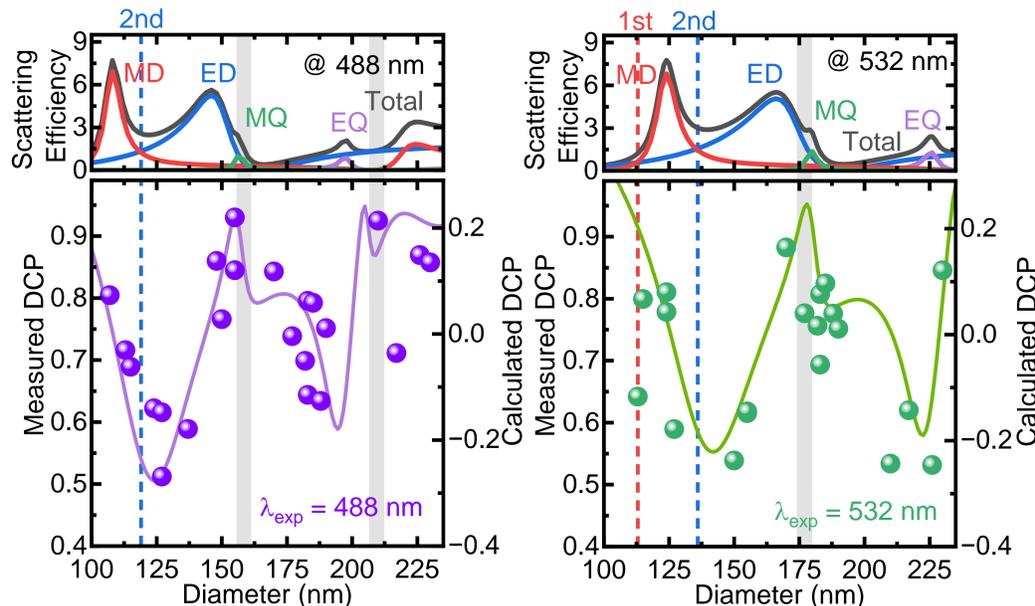
Siナノ粒子-MoS₂複合構造の光学特性

- ヘリシティ分解ラマン散乱スペクトル

$$\text{DCP at OC peak} = (I_{\sigma_+} - I_{\sigma_-}) / (I_{\sigma_+} + I_{\sigma_-})$$



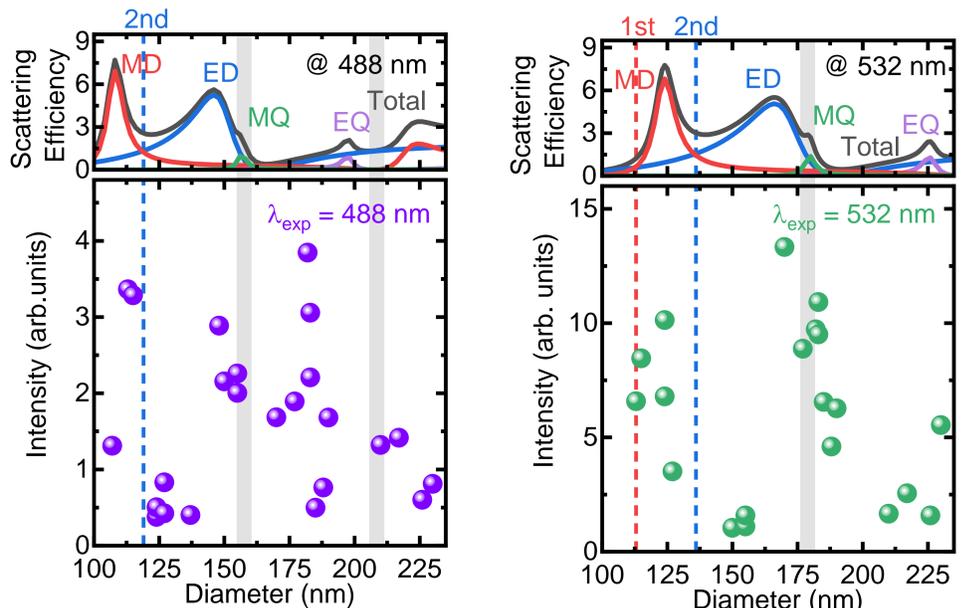
- 円偏光度の粒径依存性



Siナノ粒子の粒径を変化させることによるヘリシティの制御

- MoS₂のラマン散乱強度の粒径依存性

OCピークにおける単位面積当たりの I_{σ_+}



キラルな近接場の増強が示唆される
→ 増強度の評価が必要

まとめ

- Siナノ粒子の近接場のヘリシティを測定
- 粒径の変化によるヘリシティ、ラマン散乱強度の制御を実証