

常温環境下でも可能！

光を用いた量子ドットの分離・濃縮

福井大学 学術研究院

工学系部門 物理工学講座

教授 熊倉 光孝

2021年 9月 7日

目次

- 本発明の概要
- 従来技術とその問題点
- 新技術の特徴・従来技術との比較
- 想定される用途
- 実用化に向けた課題
- 企業への期待
- 本技術に関する知的財産権
- お問い合わせ先

発明の概要

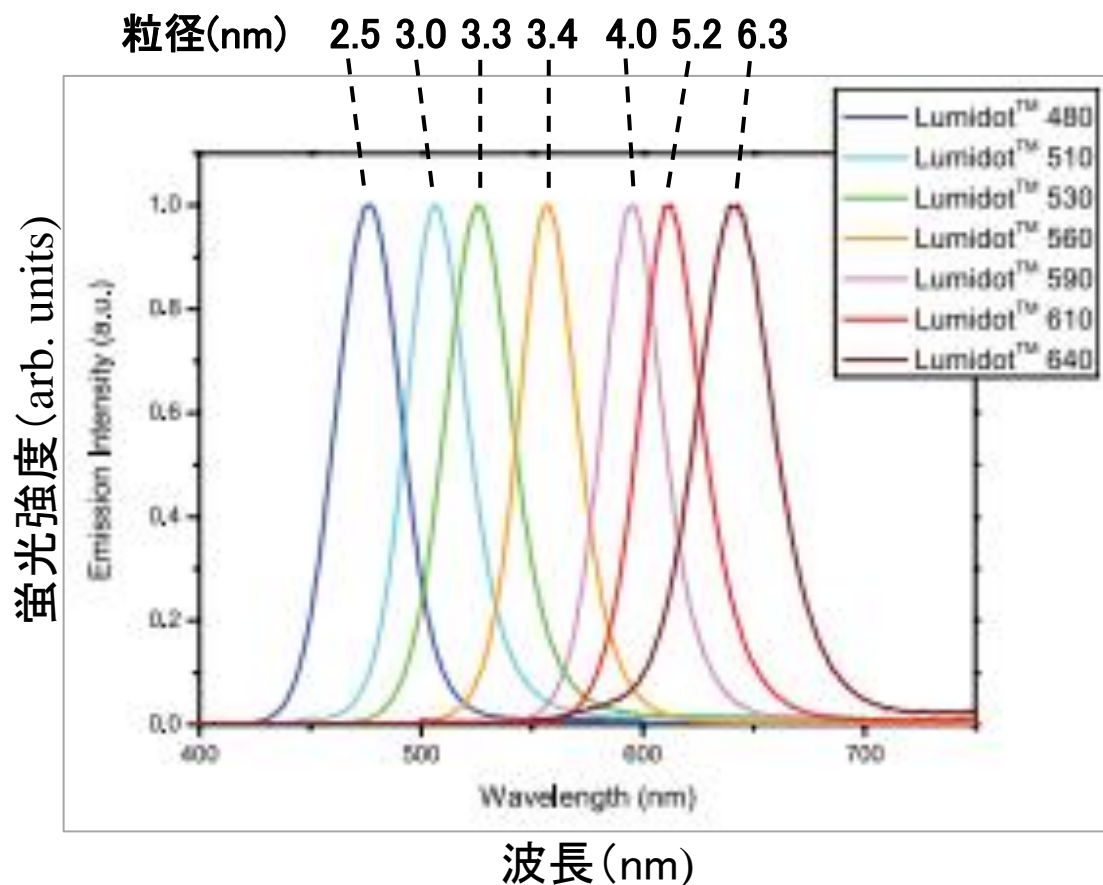
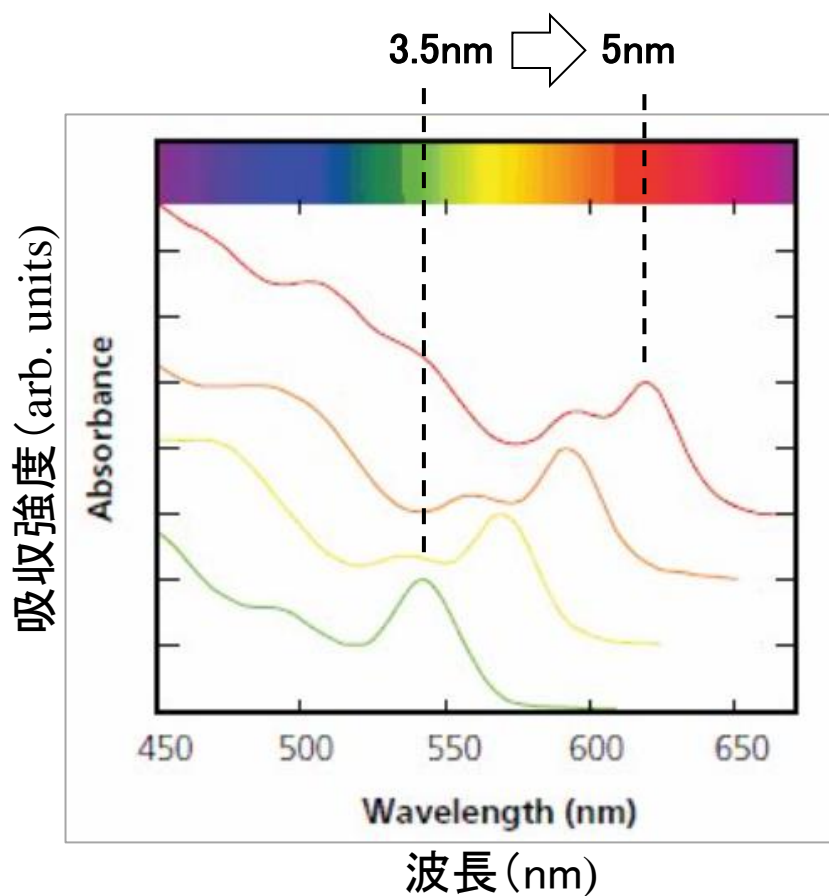
- 半導体量子ドット(対象)
- 光と電場を用いた運動操作法(新技術)
- 応用展開

半導体量子ドット

半導体のナノ粒子

- 光吸収により電子・ホール対(励起子)が生成
⇒ 高効率で発光
- 数nmサイズ(量子閉じ込め、結晶構造歪み)
⇒ 同じ材料で吸収・発光スペクトルを制御可能
- 液体中のコロイドとして様々な半導体で化学合成

例：CdSe/ZnS (コア・シェル型量子ドット)



枠内図の出典:ALDRICH社刊「Material Matters」2007年Vol2.Issue1.11ページより抜粋

枠内図の出典:ALDRICH社刊「Material Matters」2008年Vol3.Issue1.27ページより抜粋

【応用先】 ディスプレー、LED、センサー、
太陽電池、バイオマーカーなど

問題点

・サイズ選択性が低い ← 化学合成

誘電泳動 × (体積が小さすぎる)

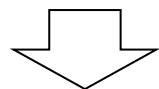
超遠心分離 Δ (0.1nmの差による分級は難)

光学特性の違いでの選別・分離が課題

光・電場を用いた運動操作

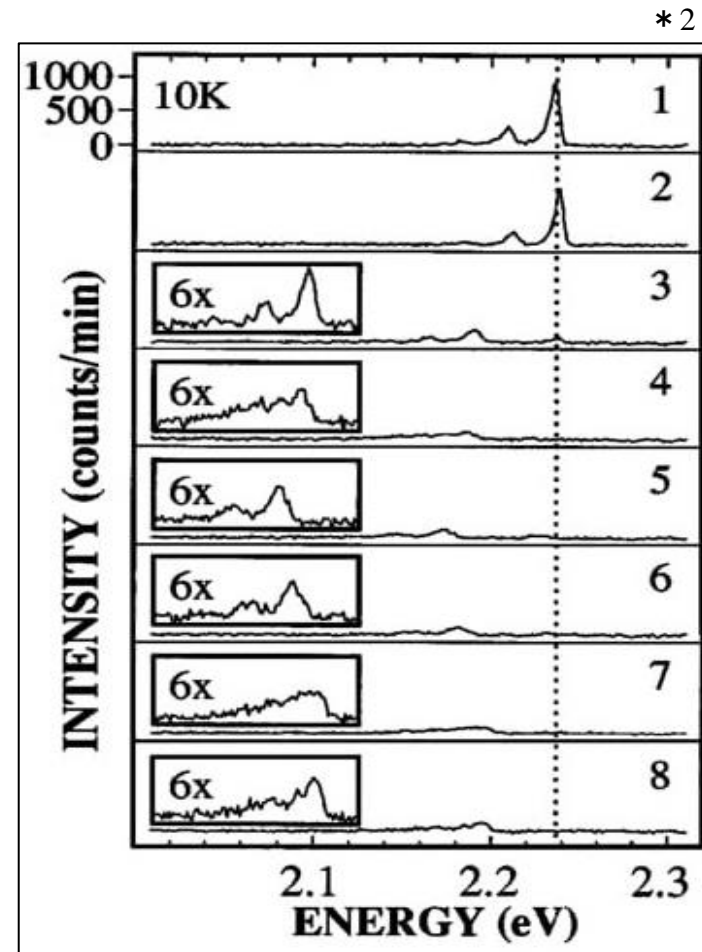
コンセプト

単一CdSe/ZnS ドット分光測定



光励起により 700 K 程度,
蛍光スペクトルが赤方シフト

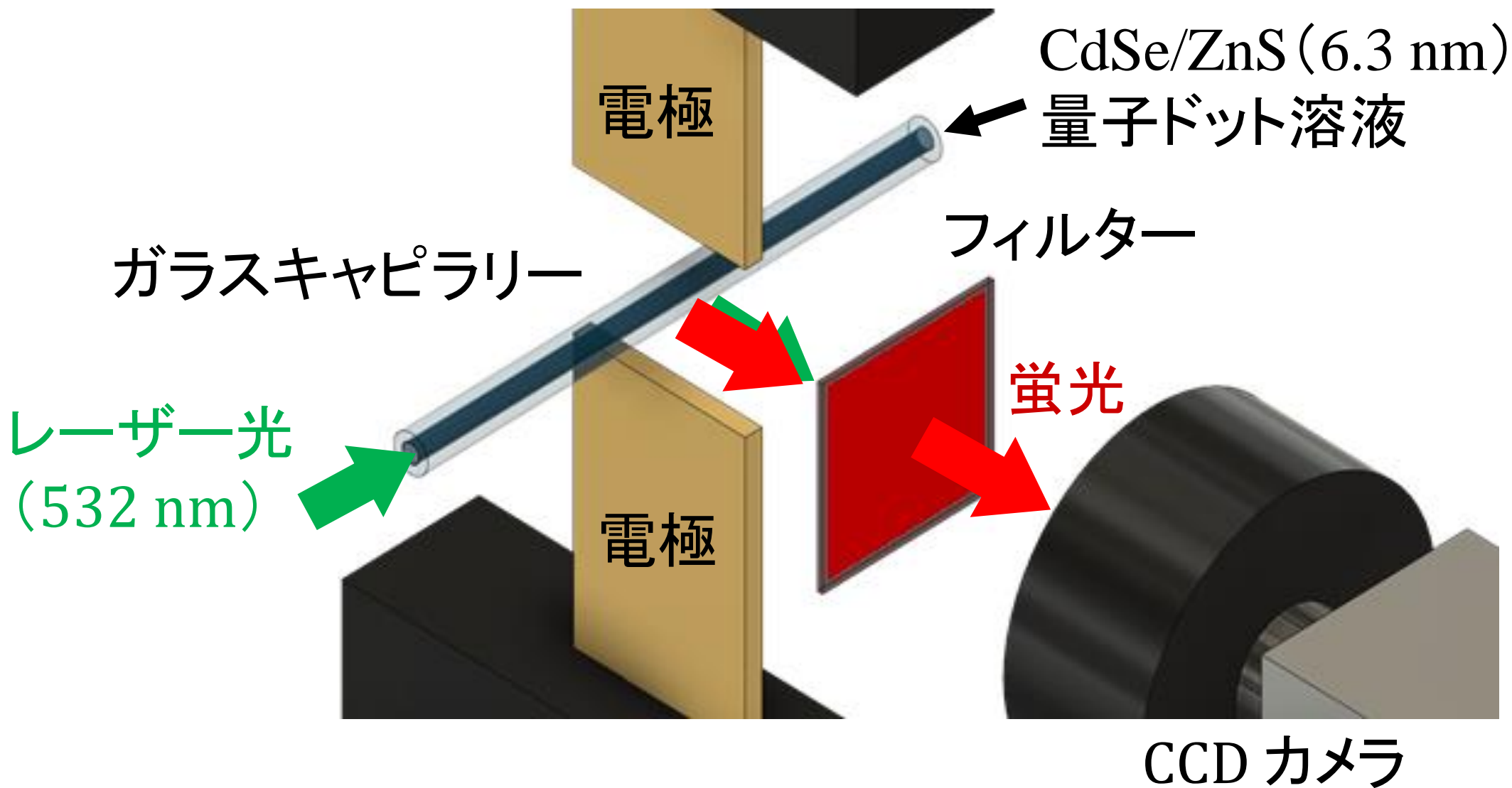
*1



[*1, *2 : S. A. Empedocles et al., *Phys. Rev. Lett.*, 77, 3873 (1996).より引用]

光励起下で高電場により泳動・分離

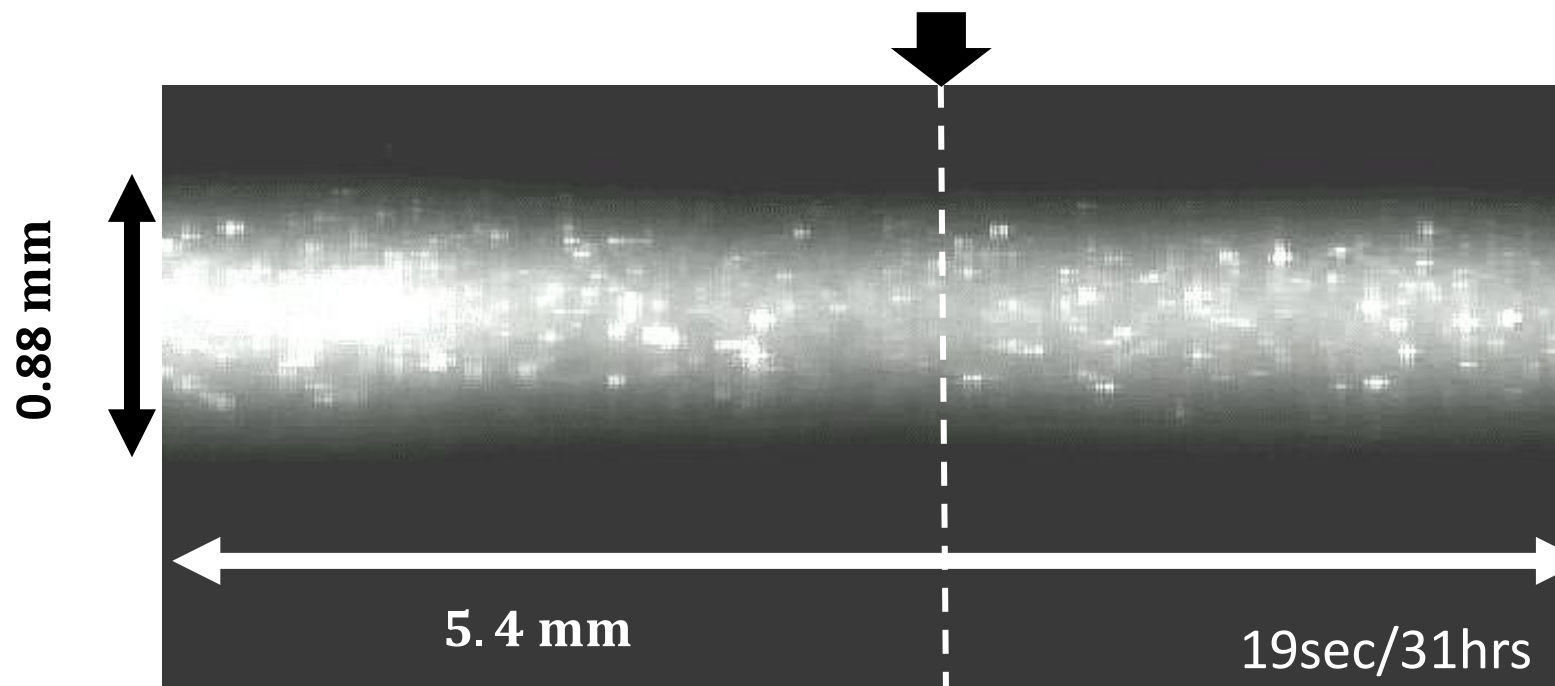
検証実験



結果

レーザー入射 + 電場印加

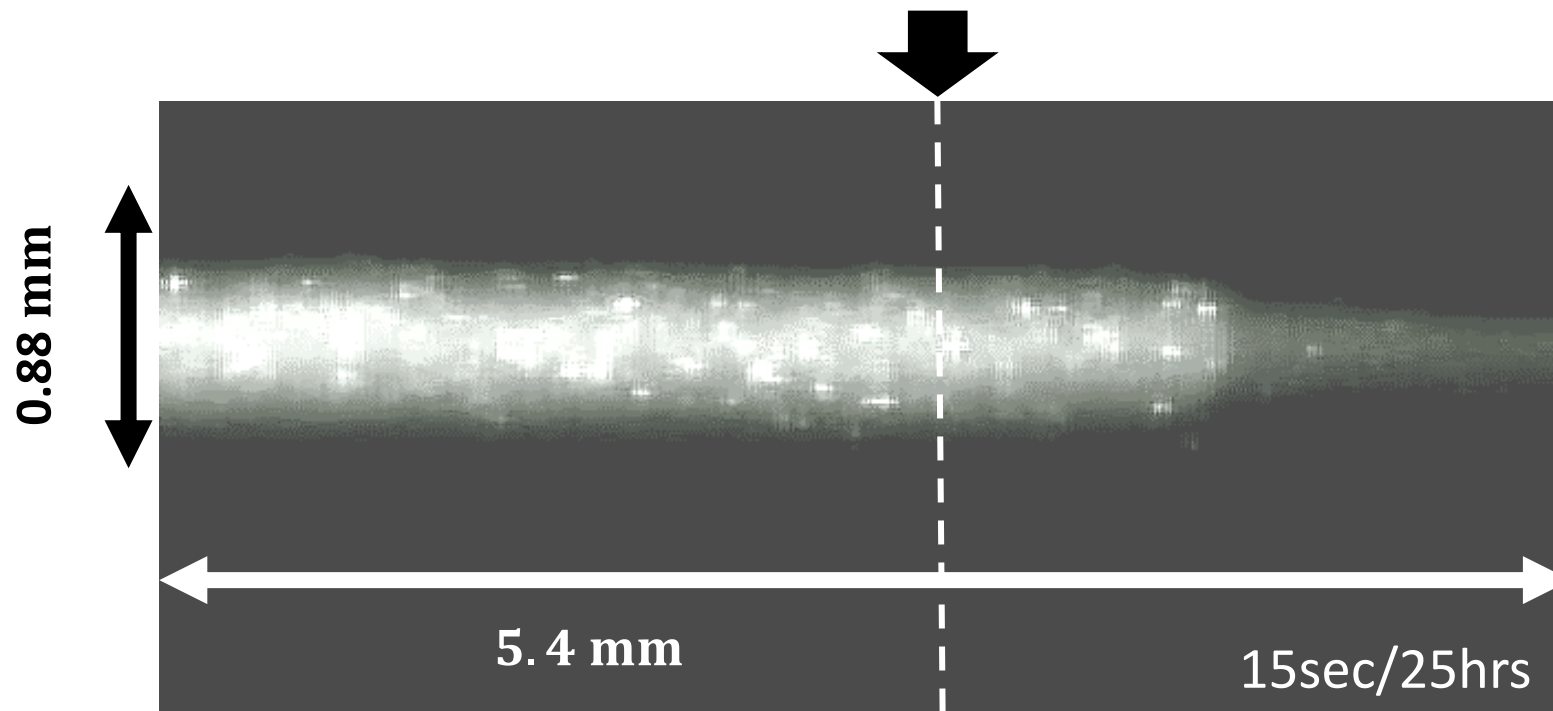
電極位置 (電場強度最大)



結果

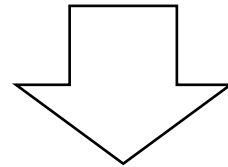
レーザー入射 + 電場 OFF

電極位置 (電場強度最大)



結果

ナノ粒子であっても、光励起により
不均一電場で泳動できる



(利点)

- ・常温液体中で操作可能
- ・光吸収スペクトルの違いによって
特定の粒子を選択的に操作できる

応用展開

量子ドットの選別の実施例

【実施例1】 不均一電場＋均一光照射

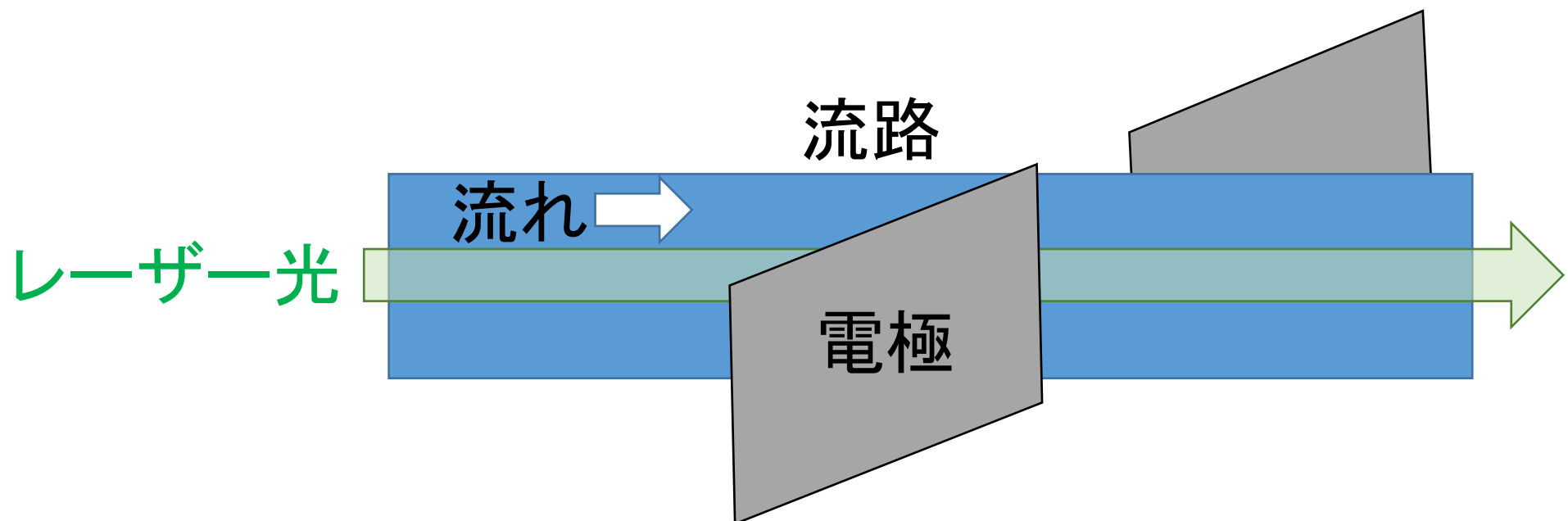
【実施例2】 均一電場＋不均一光照射

【実施例3】 不均一光照射のみ、電場なし

【実施例4】 多波長複数ビーム

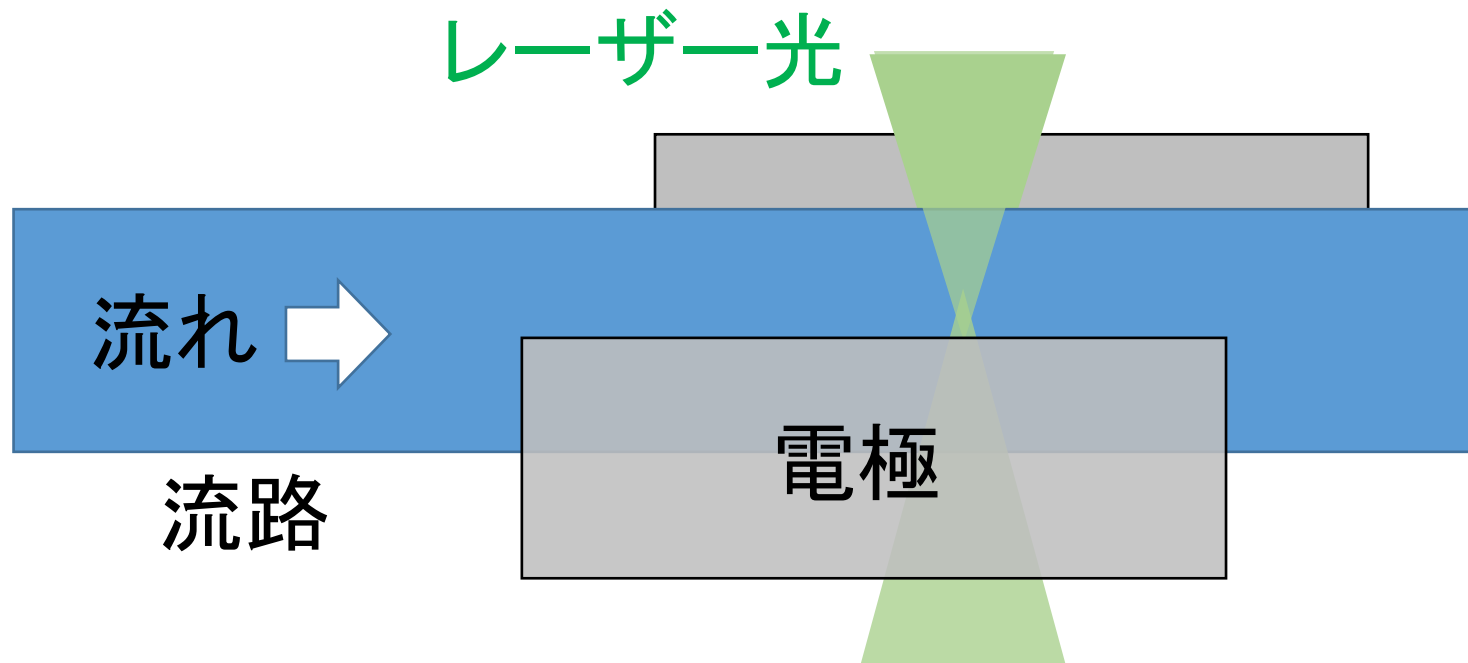
【実施例1】 不均一電場 + 均一光照射

電場の極大点付近に
レーザーに共鳴する吸収スペクトルを持つ
粒子のみを捕捉



【実施例2】 均一電場 + 不均一光照射

レーザービームの焦点位置に
レーザーに共鳴する吸収スペクトルを持つ
粒子のみを捕捉

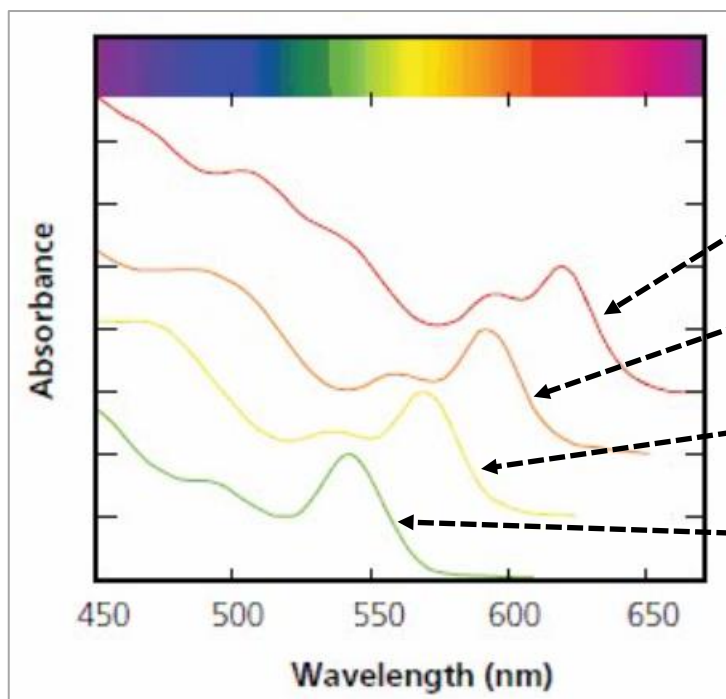
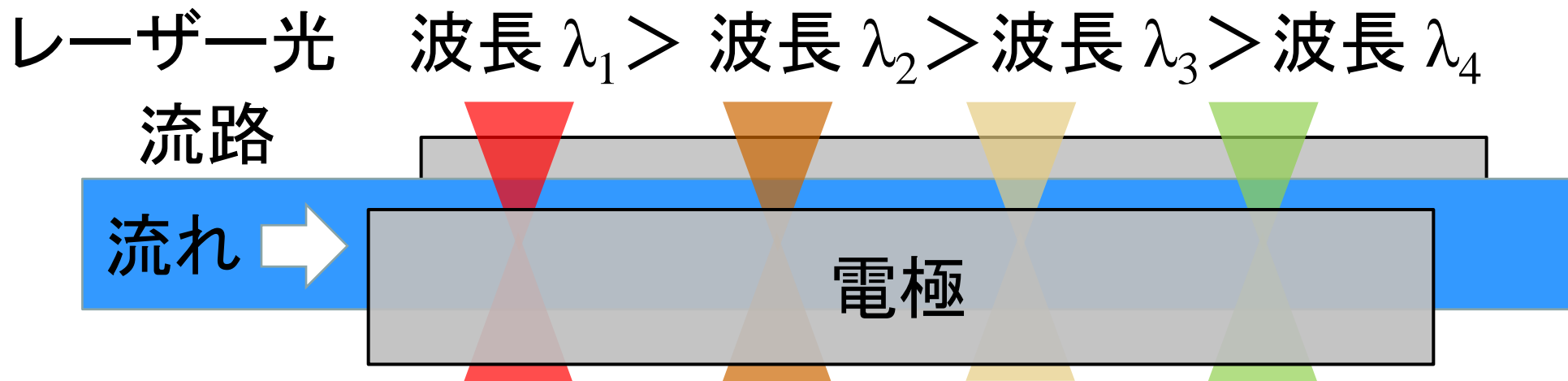


【実施例3】 不均一光照射

レーザービームの焦点位置に
レーザーに共鳴する吸収スペクトルを持つ
粒子のみを捕捉



【実施例4】 多波長複数ビーム



波長 λ_1

波長 λ_2

波長 λ_3

波長 λ_4

出典:ALDRICH社刊「Material Matters」
2007年Vol2.Issue1.11ページより抜粋

従来技術とその問題点

ナノ粒子に対して、

誘電泳動による操作

超遠心分離による選別

} などが試みられているが、

数nmサイズの半導体量子ドット の選別は、

体積が小さい

質量の違いが小さい

などの理由から、実現していなかった。

新技術の特徴・従来技術との比較

- これまで常温液体中では不可能であった、

数nmサイズの量子ドットの電場による
運動操作や分離

が、本技術により**常温液体中で可能**。

- 従来、量子ドットを光学特性の違いにより分離することは困難であったが、

本技術は、**光学特性の違いで分離可能**。

想定される用途

- 太陽電池、LEDなどの
光電変換デバイスの高効率化
- ディスプレーなどの発光デバイスの特性向上
- 新たな光エレクトロニクス素子の開発
- 蛍光スペクトルの狭いバイオマーカー



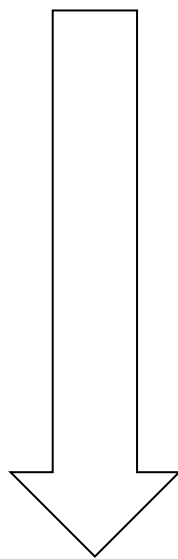
- 特定の光学特性を持つ半導体量子ドットを
常温液体中で濃縮・選別できる。

実用化に向けた課題

◇ 高速化：流れの制御

◇ 分離性能の確認：2種混合溶液での検証
市販品からの分取

◇ 分離性能の高度化



企業への期待

- ナノ粒子のサイズ分布計測や分光測定技術、あるいは合成技術を持つ企業との共同研究を希望。
- ナノ粒子の製造、高品質化などの材料開発分野の企業、あるいは、光エレクトロニクスデバイスの開発・改良に取り組む企業に、本技術の導入が有効。

ぜひ、お問い合わせください。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 半導体量子ドットの分離装置
及び分離方法
- 出願番号 : 特願2020-039762
- 出願人 : 福井大学
- 発明者 : 熊倉 光孝

お問い合わせ先

福井大学 産学官連携本部
コーディネータ 小林 靖典

TEL 0776 - 27 - 8956

FAX 0776 - 27 - 8955

e-mail office@hisac.u-fukui.ac.jp