

マンガンドープ新規酸化物赤色蛍 光体・波長変換材料の開発

宇都宮大学 工学部 基盤工学科 応用化学コース
教授 手塚 慶太郎

2025年10月21日

赤色蛍光体

用途

- ・白色LED: 演色性の向上
- ・植物育成: 光合成の際、波長600～700nmの赤色光を吸収 紫外線は吸収量は低く、植物本体にもダメージ

紫外線で励起、赤色発光する蛍光体
植物育成の効率を上げられる可能性

現在の赤色蛍光体の課題

- ・ドーパントのEuが高価
→コスト面
 - ・母体物質が不安定なフッ化物や硫化物
→安定性の面
- 例 $K_2SiF_6:Mn, CaS:Eu$

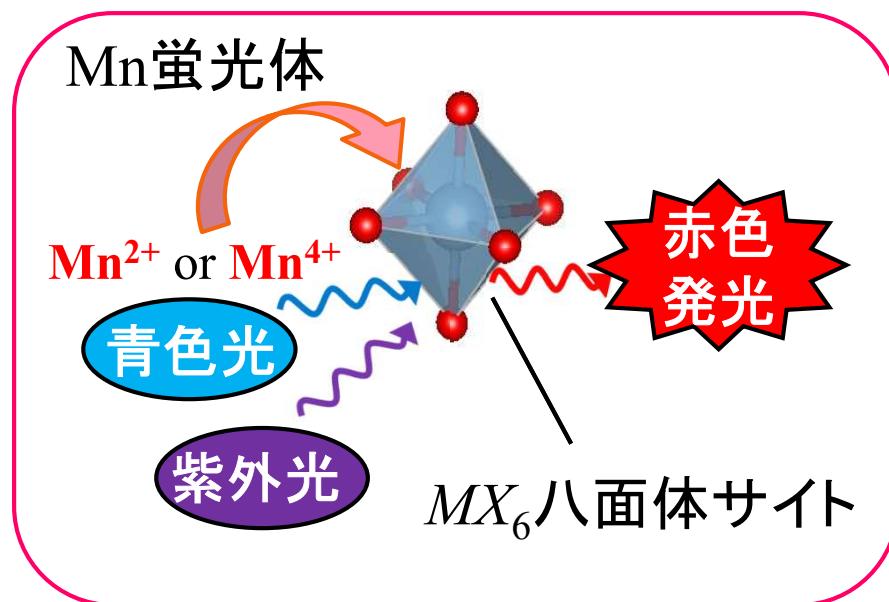


Mnドープ酸化物赤色蛍光体

- ・安価なMn
- ・安定な酸化物

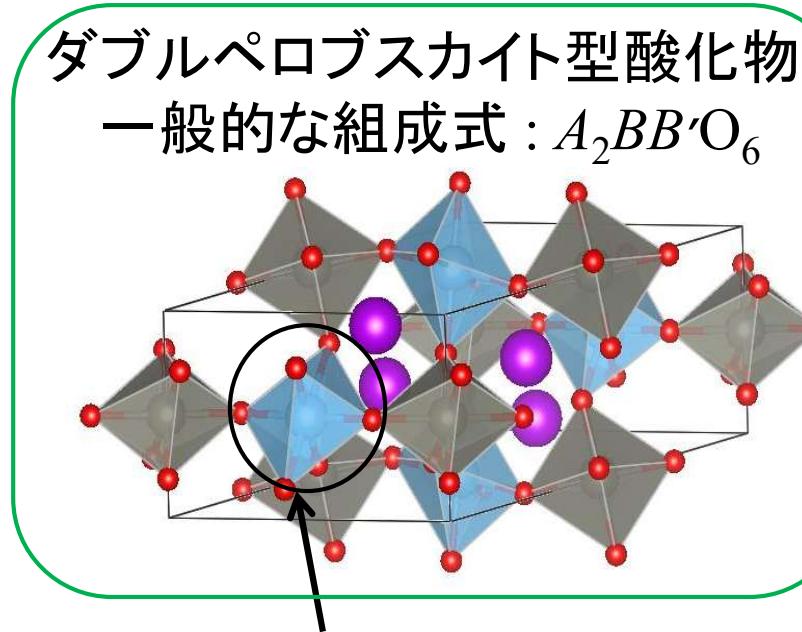
Mnドープ酸化物蛍光体は活発に研究されている

Mnドープ蛍光体



2価, 4価の状態で
八面体サイト中に入ると

紫外光・青色光で赤色発光

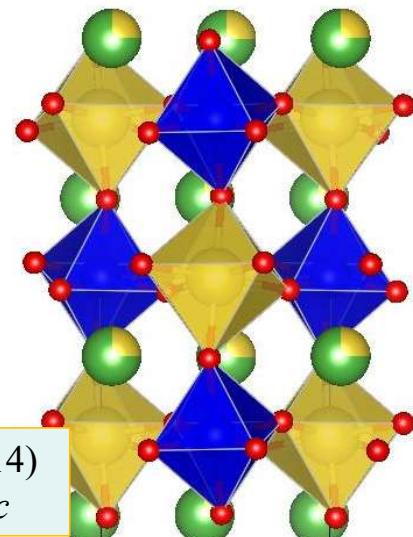


Mnをドープする
八面体サイト同士が孤立

発光効率がいい

従来技術

先行研究

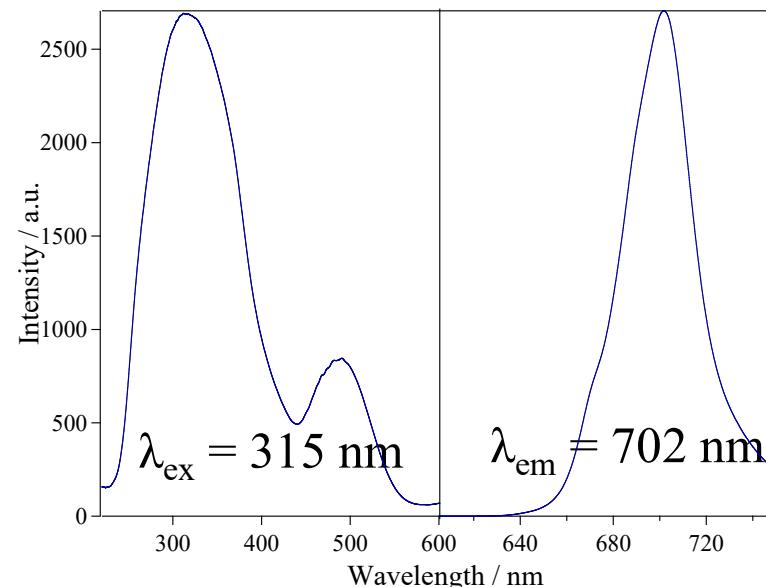


(No. 14)
 $P2_1/c$

Bサイト **Te, Naがオーダー**
Aサイト **LaとNaが3:1の割合
でディスオーダー**

量子効率

外部量子 効率(%)	内部量子 効率(%)
60.9	75.9



励起蛍光スペクトル

従来技術とその問題点

開発済みの $\text{La}_{1.5}\text{Na}_{1.5}\text{TeO}_6:\text{Mn}$ は、高効率であるが、高価なTeが使用されており、コスト面で問題がある。

目的

低コスト化を目的とし先行研究の系
 $\text{La}_{1.5}\text{Na}_{1.5}\text{TeO}_6:\text{Mn}$ のTeをNbで置換

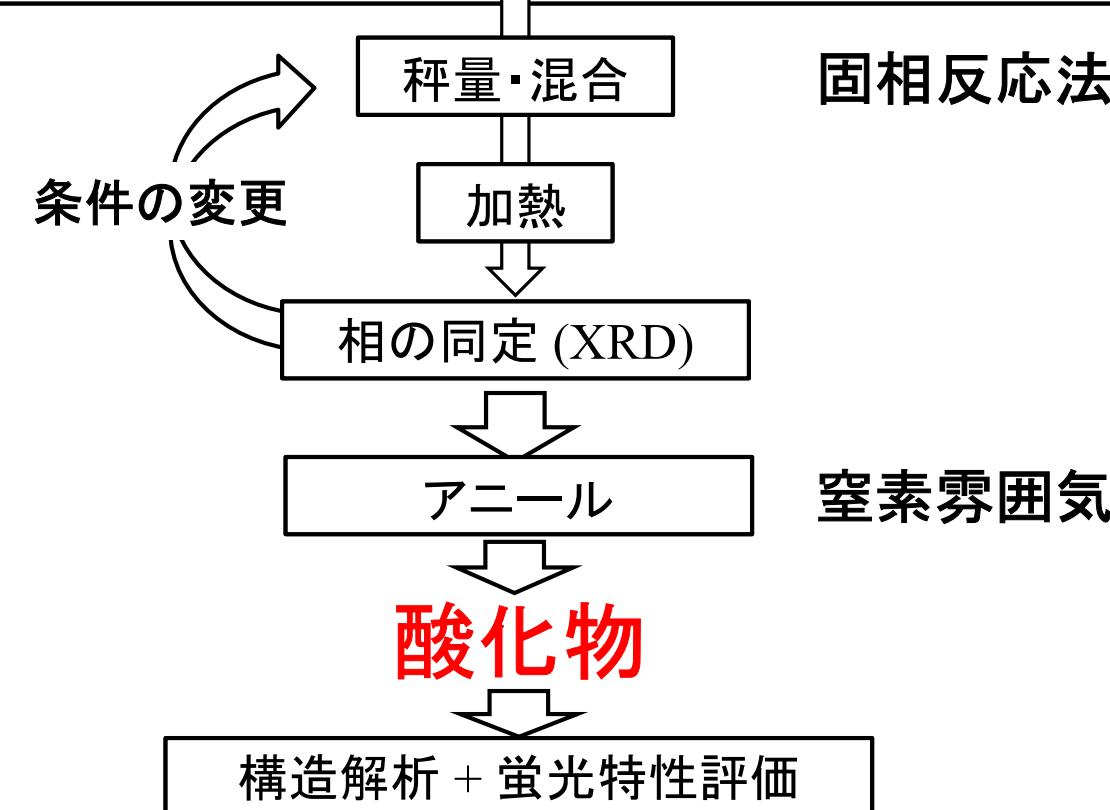


組成



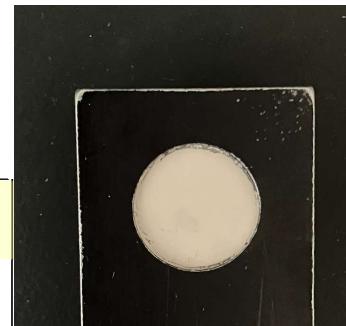
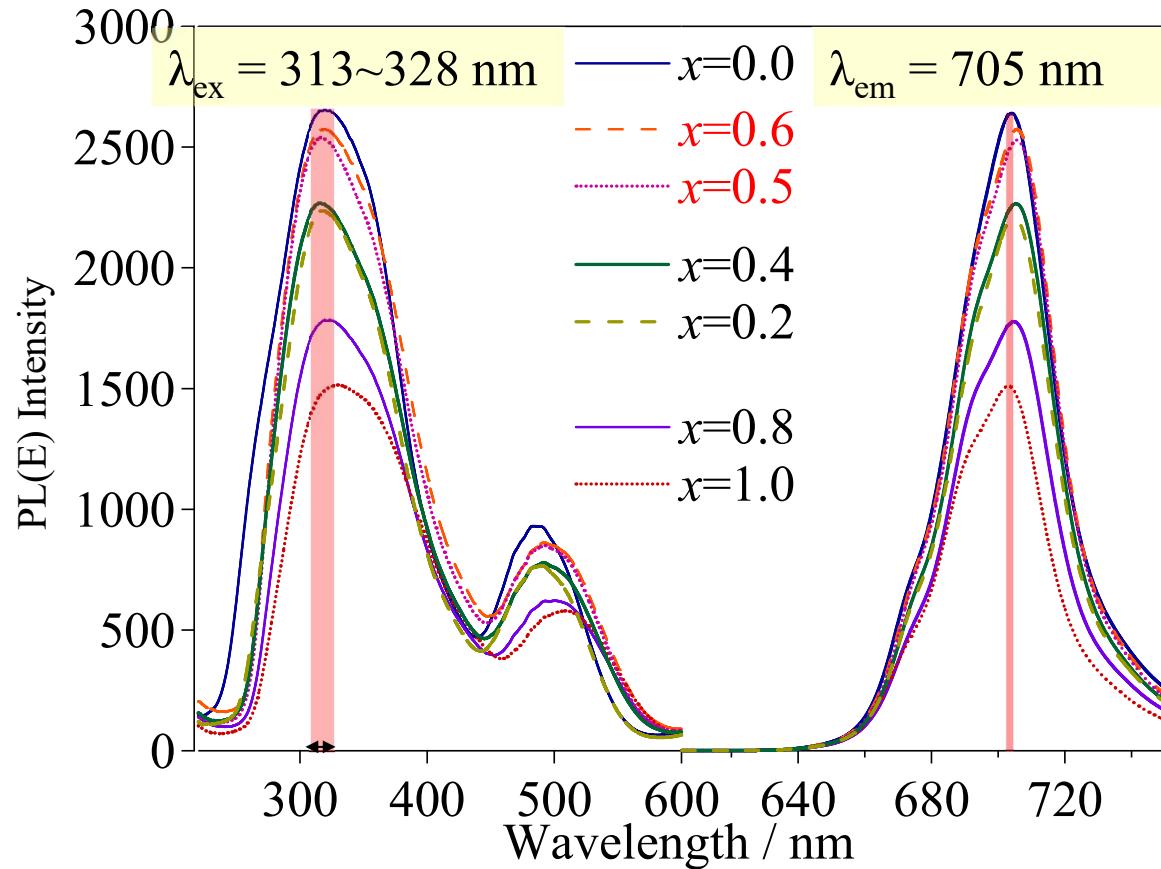
実験方法

La-Na-Ca-Te-Nb:Mn⁴⁺



励起蛍光スペクトル

$\text{La}_{1.5}\text{Na}_{1.5-x}\text{Ca}_x\text{Te}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_6:\text{Mn}$



発光前の様子
(x=0.5)



発光中の様子
(x=0.5)

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、高価なTeの割合を減らすことに成功した。
- 従来技術と蛍光強度は同様に維持している。
- 本技術の適用により、合成コストが削減されることが期待される。

想定される用途

- 農作物の生育に不要な紫外線を農作物の生育に必要な赤色光に効率よく変換する波長変換材料としての用途が考えられる。
- 効率が良好であるため紫外線励起の白色LED等の用途にも展開が可能である。
- 紫外線を赤色光に変換することが必要なすべての用途に適用が可能である。

実用化に向けた課題

- 効率を維持しながら、Teの割合を半分程度まで下げる
ことに成功しているが、実装試験は行っていない。
- 今後、実装試験データを取得し、農作物の効率育成や
白色LEDに適用していく場合の条件設定を行っていく。
- 並行して、合成法や組成を工夫することで、さらなる
低コスト化ができるかの検討を行う。

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
現在	・高効率波長変換材料の開発に成功	
1年後	・開発した材料が実験室レベルで実装した際に使用可能かの検証 ・より高効率で低コストな合成方法の開発	白色LED, 波長変換材料としての実装の検討
3年後	・スケールアップ化の検討 ・より高効率で低コストで大量合成できる方法の開発	白色LED, 波長変換材料としてのより大きなスケールで実装し, 実用化の可能性について検討を行う

企業への期待

- 開発した材料の実装の検討を希望。
 - 農作物育成用の波長変換材料、白色LED、
その他の波長変換材料の実装を開発中の企業。
- 無機材料の合成技術を持つ企業との共同研究を希望。

企業への貢献、PRポイント

- 高効率の波長変換材料の合成に成功しているので、製品化へのサポートができる
- 本技術を含む赤色蛍光体の開発に関する技術指導

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 蛍光体, 蛍光体を含む光源, および新規無機化合物
- 出願番号 : 特願2023-139035
- 出願人 : 宇都宮大学
- 発明者 : 手塚慶太郎、早坂陸、单躍進

お問い合わせ先

宇都宮大学
地域創生推進機構 社会共創促進センター

TEL : 028-649-5502

FAX : 028-649-5497

e-mail uu.cpsc@cc.utsunomiya-u.ac.jp