InP/ZnSナノ結晶の合成及び前駆体濃度の効果

Synthesis of InP/ZnS Semiconductor Nanocrystals and their Precursor Concentration Effect

(東理大院総化) ○保坂眞・本田智士・大西耀・青井遼・井戸里美・古海誓一



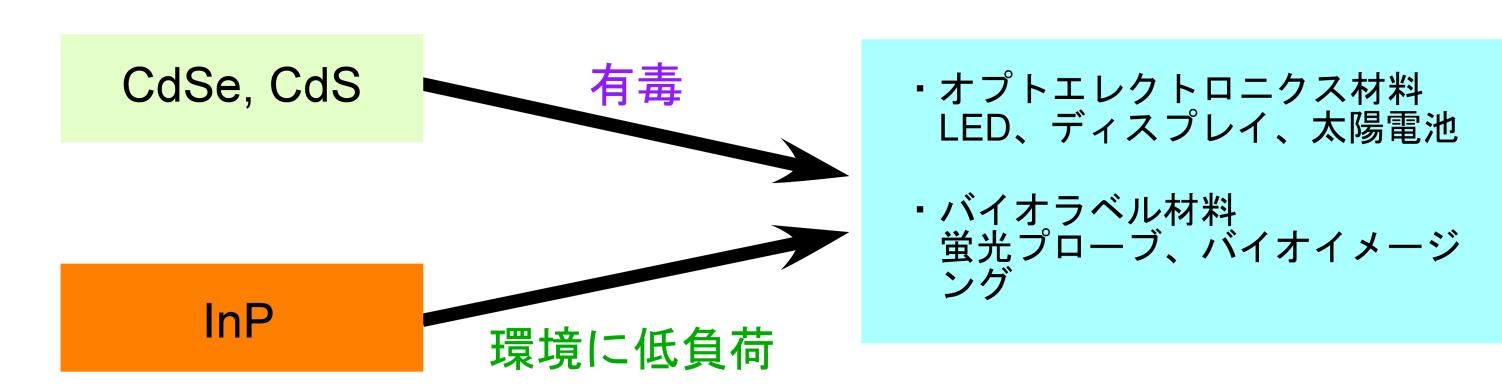
概要

本研究では、Cdを含まずに可視波長域で発光を示すInPに注目した。 InPナノ結晶の合成で用いられる前駆体は、高価で不安定なトリメチル シリルホスフィン [P(TMS)3)] がこれまで主流であったが、代替とし て比較的安定なトリスジメチルアミノホスフィン [P(NMe2)3] を用い てコア/シェル型のInP/ZnSナノ結晶を合成し、前駆体の添加量よる物性 への効果について評価した。そして、InPナノ結晶の合成において前駆 体の濃度を変えることで、InP/ZnSナノ結晶が量子サイズ効果を示すこ とを見出した。ん $\Delta E(NND)$ △ E (ナノ結晶)

サイズ(= R)制御

背景

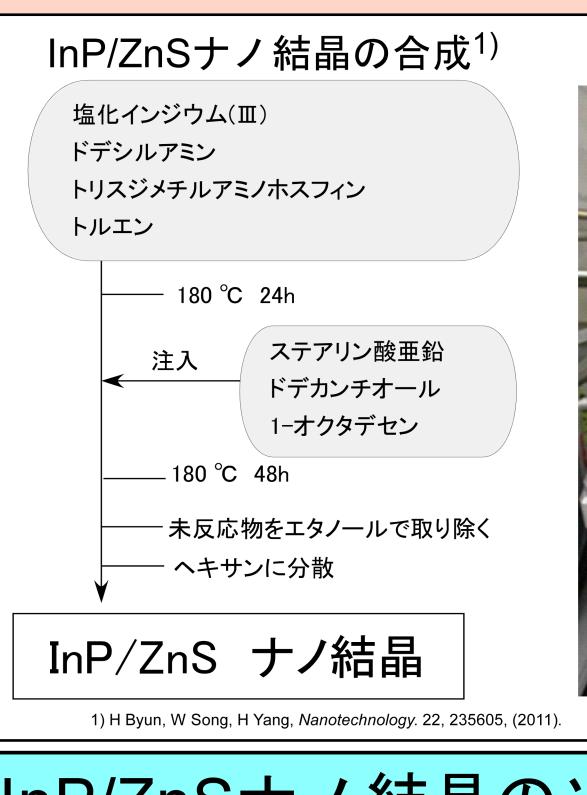
近年、量子サイズ効果を示す発光性半導体ナノ結晶(量子ドット) は、新しいオプトエレクトロニクス材料やバイオラベル材料として注 目されている。しかし、量子ドットの多くはCdSeやCdSからできた ナノ結晶であり、Cdなど有毒な元素を含有しているため、応用・実 用を目指した研究では大きな障害となっていた。そこで、Cdを含ま ずに可視波長域で発光を示すInPに注目して、さらに「高い発光量子 収率」と「高い発光安定性」を持つナノ結晶の合成を目指し、反応系 のパラメータを変更することによる効果を調べた。



InP/ZnSナノ結晶の合成

価電子帯

バルク体



合成装置(オートクレーブ)

	<u>-</u>
	新く言う。
MO-MICHITY STIRRES MONEY PARK THOSE U.S.	

ナノ結晶

InPの合成条件

 $h\nu_1 > h\nu_2$

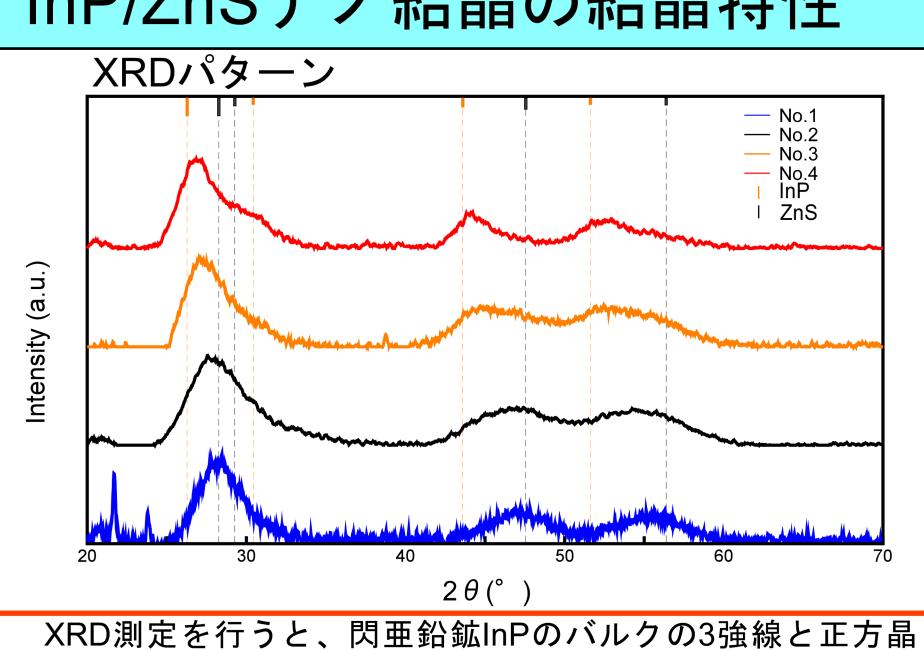
No.	Indium(III)chloride (g)	Tris(dimethylamino) phosphine (g)	Dodecylamine (g)	Toluene (mL)
1	0.200	0.225	2.50	10
2	0.300	0.337	2.50	10
3	0.400	0.450	5.00	10
4	0.800	0.900	10.0	10

左のフローをもとに、InP/ZnSナノ結晶を合成した。 そして、上記の表のように溶媒量を固定し、前駆体となる試薬の量を変化させ得られたナノ結晶を分析するこにより、InPナノ結晶の前 駆体の濃度による光特性などへの効果 を調べた。

<測定装置>

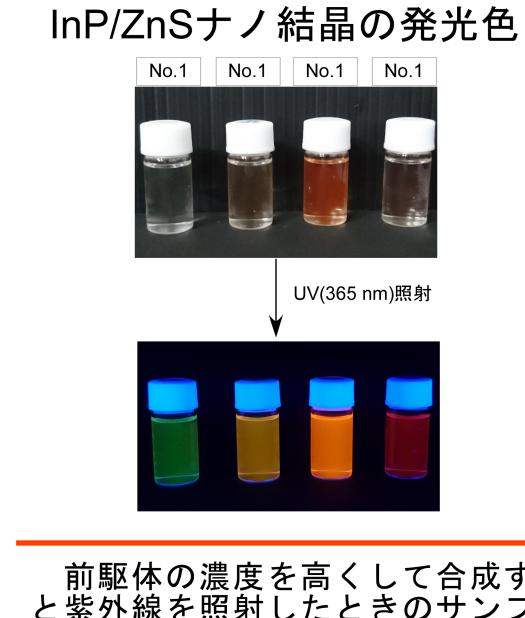
- 吸光光度計 • 発光光度計
- 絶対発光量子収率測定装置
- ·粉末X線回折装置(XRD)
- ·透過型電子顕微鏡(TEM)

InP/ZnSナノ結晶の結晶特性



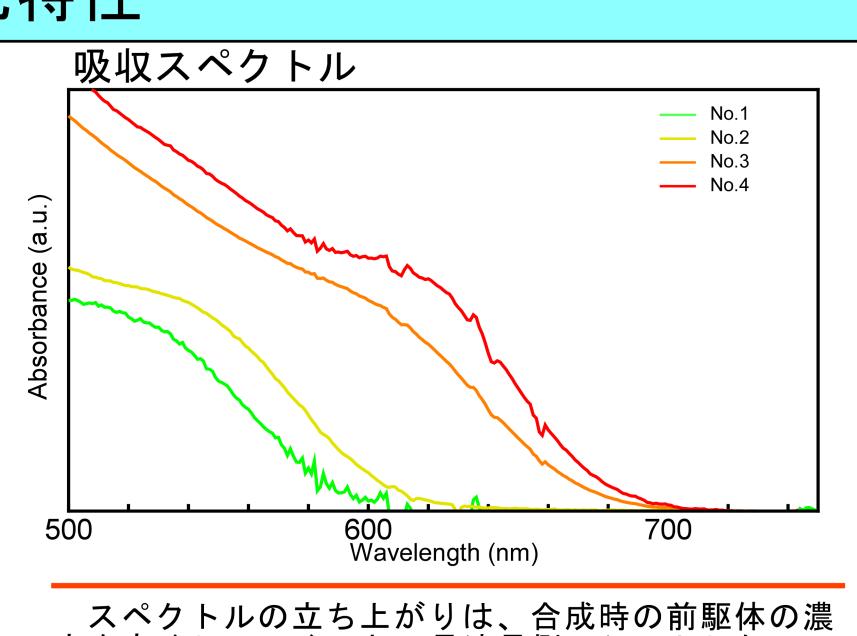
ZnSのバルクの3強線との間にプロファイルが現れたことから 本研究の合成法で得られた生成物はコア/シェル構造を形成した InP/ZnSナノ結晶であることが示唆している。

InP/ZnSナノ結晶の光特性

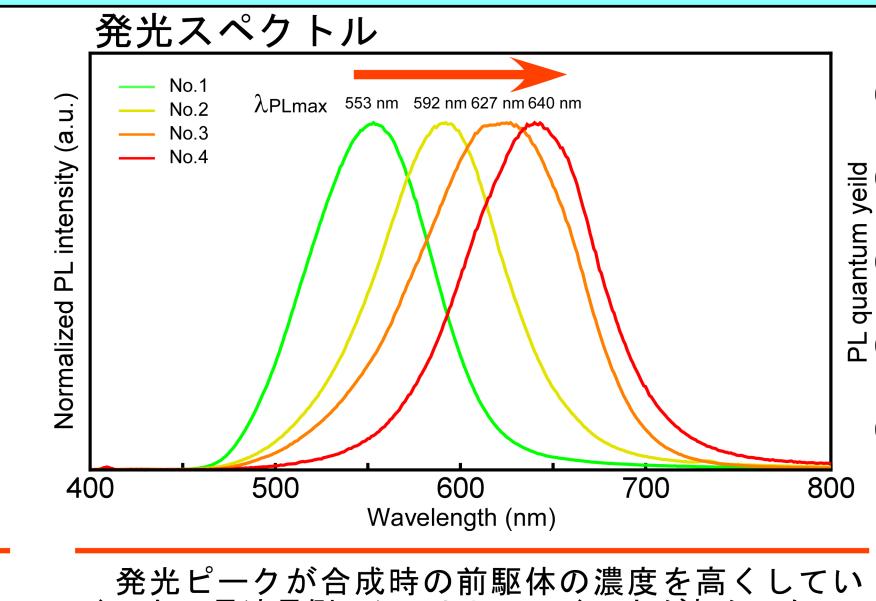


前駆体の濃度を高くして合成すると紫外線を照射したときのサンプルの発光色が、緑から赤へと段階的に変わることが目視で確認できた。

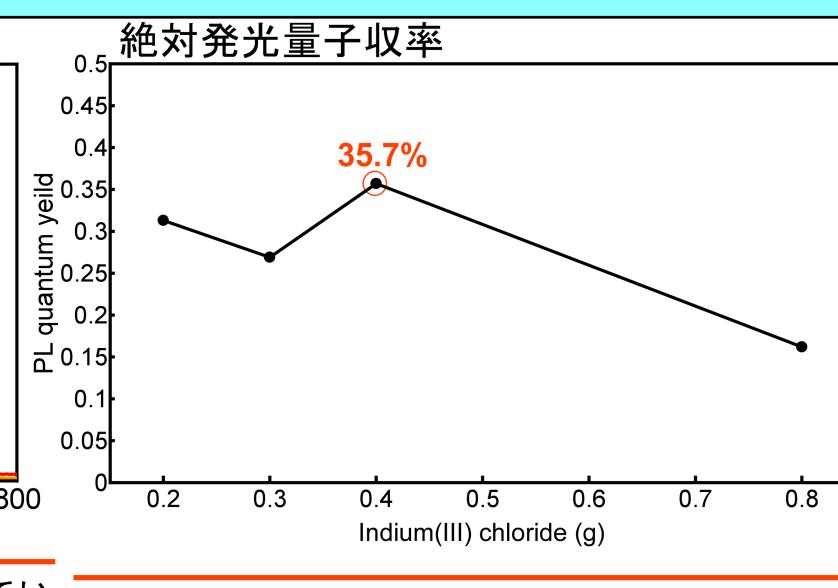
Mean diameter (nm)



スペクトルの立ち上がりは、合成時の前駆体の濃度を高くしていくことで長波長側にシフトした。このことから濃度を高くすることで粒径が大きくなり 吸収バンドが長波長側に広くなった。

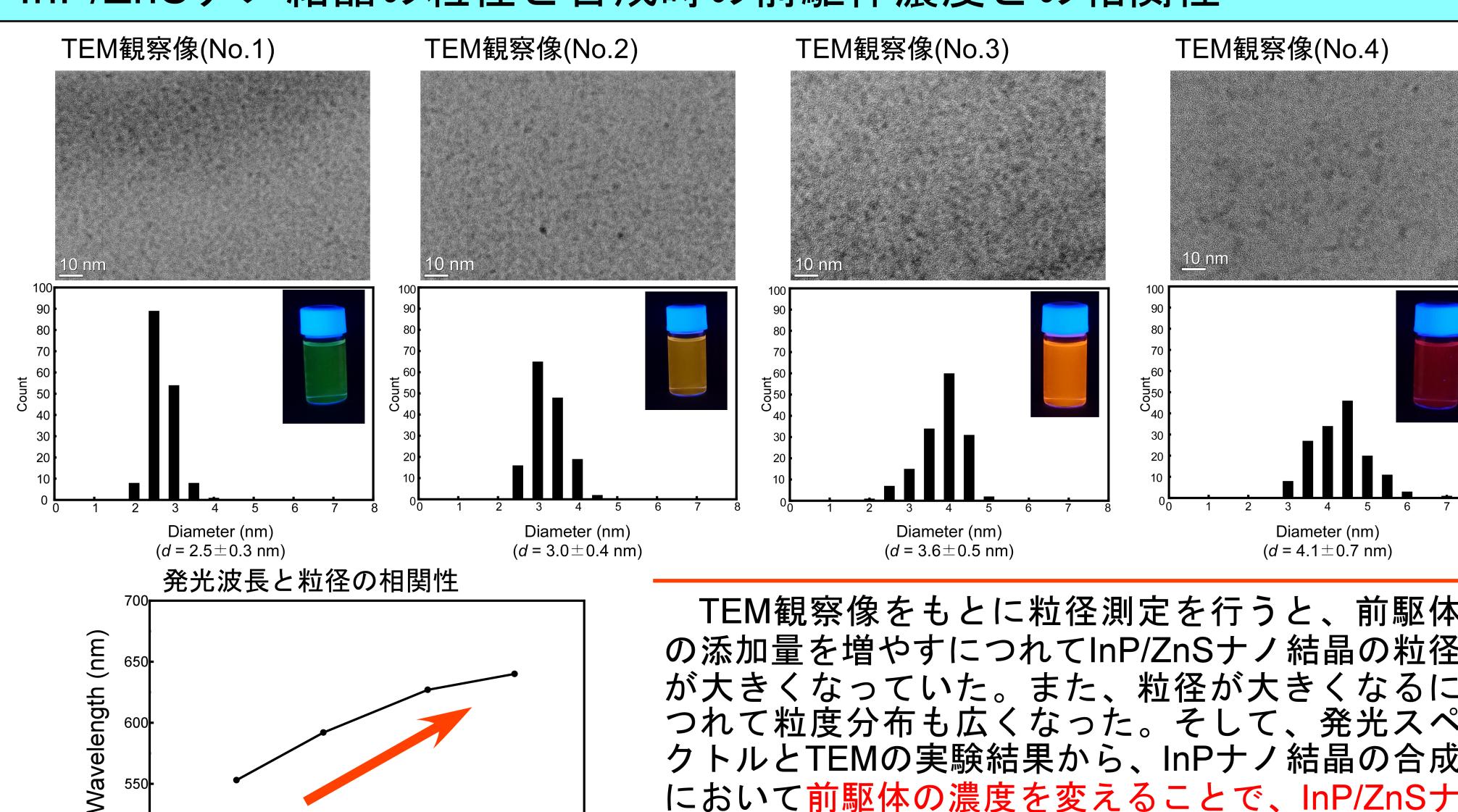


発光ピークが合成時の前駆体の濃度を高くしてい くことで長波長側にシフトしていくことがわかった。 このことから前駆体の濃度を高くすることで粒径が 大きくなり発光ピークが長波長側にシフトした。



塩化インジウムの量が0.4 gで合成すると絶対発光 量子収率が最大の35.7%となった。

InP/ZnSナノ結晶の粒径と合成時の前駆体濃度との相関性



TEM観察像をもとに粒径測定を行うと、前駆体 の添加量を増やすにつれてInP/ZnSナノ結晶の粒径 が大きくなっていた。また、粒径が大きくなるに つれて粒度分布も広くなった。そして、発光スペ クトルとTEMの実験結果から、InPナノ結晶の合成 において前駆体の濃度を変えることで、InP/ZnSナ ノ結晶が量子サイズ効果を示すことを見出した。

前駆体濃度と粒径の相関性 (mu) <u>dia</u> Mean Indium(III)chloride (g)

まとめ

・InPナノ結晶の合成において前駆体の濃度 を変えることで、InP/ZnSナノ結晶が量子 サイズ効果を示すことを見出した。

謝辞

本研究においてはこちらの方々にご指導、ご協力をいただき感 謝の意を表します。 • 国立研究開発法人 物質・材料研究機構 電子顕微鏡ステー ションの先生方