

Title	微生物によるセレン化カドミウムナノ粒子の合成に関する研究
Author(s)	綾野, 裕之
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52203
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (綾野 裕之)

論文題名 微生物によるセレン化カドミウムナノ粒子の合成に関する研究

論文内容の要旨

量子ドットの一つであるセレン化カドミウム (CdSe) は、学術的基礎研究も含め、工業的に多くの分野で利用されているが、現在主流の化学的合成法では有害な溶媒や高温高压条件が用いられるため、より低コストかつ環境負荷の低い新たな合成法の開発が求められている。そこで、微生物機能を利用して亜セレン酸などを還元し、その還元産物とカドミウムを反応させるCdSe合成法が注目されている。本研究では、一段階 (one-vessel) でCdSeナノ粒子を合成できる低コストで環境調和型の微生物合成プロセスの開発を目指し、亜セレン酸還元能とカドミウム耐性を有するCdSe合成細菌をスクリーニングし、そのCdSeナノ粒子の合成特性に関する種々の実験検討を行った。本論文は、緒論、4章からなる本論、および総括ならびに結論から構成されている。

第1章では、量子ドットとして利用される化合物半導体であるCdSe、ZnSe、およびCdTeナノ粒子の微生物合成に関する既往研究を整理した。その結果、これらのナノ粒子の合成に適した微生物の検索を行っている報告はなく、ほとんどが既知の微生物ライブラリから、好気性細菌に比べて反応速度の遅い真菌や酵母、あるいは嫌気性細菌を選択して用いているものであった。また、one-vesselでの合成を行っているものも僅かであり、プロセスの複雑さや効率で劣る二段階 (two-vessel) 反応が主流であり、CdSe合成条件を詳細に検討している報告も僅かであることから、今後one-vesselで量子ドットを効率的に合成し得る細菌株をスクリーニングし、その詳細な特徴づけを行うことが重要であることが示された。

第2章では、亜セレン酸およびカドミウムを含む培地を用いて、重金属汚染が疑われる土壌サンプルからone-vesselでCdSeナノ粒子を合成する細菌の集積・単離を行った。その結果、繰り返し回分培養で安定してセレンとカドミウムの除去が生じる集積系を構築することに成功し、この集積系からCdSe合成を行うことのできる有望な細菌株として*Pseudomonas sp. strain RB* (以下、RB株) を分離した。

第3章では、RB株の炭素源資化特性と増殖特性を明らかにし、さらにドラフトゲノム解析を行うことで、その基礎的な生理学的・遺伝学的特徴を明らかにした。その結果、RB株は*Pseudomonas aeruginosa* もしくはその近縁種に属し、比較的広範な環境条件で容易に培養できる細菌株であることを明らかにした。またドラフトゲノム解析から、カドミウム耐性やセレン代謝に関わると考えられる一連の遺伝子群を検出するとともに、そこから推定されるCdSe合成機構について考察した。

第4章では、RB株の培養条件がCdSeナノ粒子の合成に与える影響を調べ、その結果に基づいた合成系の効率化を図った。その結果、25–30°C、NaCl 0.05–10 g/L、pH 7.0がCdSeナノ粒子の合成のための至適条件であり、粒子の純度を高めるためには、pHを中性域に保ちながら培養するとともに、粒子の回収を培養開始48時間後までに行うことが重要であることが明らかになった。また、培養液から粒子を回収した後、サイズ選択的光エッチングを施すことで、蛍光を発する実用的なCdSe量子ドットが得られることを明らかにした。

総括並びに結論では、以上の成果を総括するとともに、今後の展望についてもまとめた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (綾 野 裕 之)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	池 道 彦
	副 査	教 授	山 中 伸 介
	副 査	准教授	惣 田 訓
論文審査の結果の要旨			
<p>量子ドットの一つであるセレン化カドミウム (CdSe) は、工業的に多くの分野で利用されているが、現在の化学的合成法では有害な溶媒や高温高压条件が用いられており、高コストであり、環境負荷が高いという問題がある。本研究は、微生物機能を利用して CdSe ナノ粒子を合成できる低コストで環境調和型の合成プロセスの開発を目指したものであり、得られた結果を要約すると以下の通りである。</p> <p>(1) 量子ドットとして利用される化合物半導体である CdSe、ZnSe、および CdTe ナノ粒子の微生物合成に関する既往研究を整理し、これらのナノ粒子の合成により適した微生物の検索、特に単一反応器 (one-vessel) での合成を行える細菌株の検索が、今後の重要な研究課題であることを明らかにしている。</p> <p>(2) one-vessel で CdSe ナノ粒子を合成できる細菌株の取得を目指し、亜セレン酸およびカドミウムを含む培地を用いた繰り返し回分培養で、重金属汚染が疑われる土壌サンプルから目的細菌の集積を試み、安定してセレンとカドミウムが水相から除去され、CdSe に特有の赤色沈殿が生じる集積系を構築することに成功している。また、この集積系から CdSe を合成できる有望な細菌株として <i>Pseudomonas</i> sp. strain RB (以下、RB 株) を分離している。</p> <p>(3) RB 株による CdSe ナノ粒子の合成を効率的に行うための基礎的な知見を得るため、RB 株の炭素源資化特性と増殖特性を明らかにし、本菌株が比較的広範な温度、pH、塩分濃度条件で利用可能であることを明らかにしている。またドラフトゲノム解析を行うことでその遺伝学的特徴を明らかにし、RB 株が <i>Pseudomonas aeruginosa</i> の近縁種に属し、カドミウム耐性やセレン代謝に関わると考えられる一連の遺伝子群を有していることを明らかにするとともに、CdSe 合成のメカニズムについて、セレンラートアニオンの生成によるカドミウムへの求核などの仮説を提案している。</p> <p>(4) RB 株による CdSe ナノ粒子合成の効率化を図るため、CdSe ナノ粒子合成に与える影響を種々の培養条件下で調べ、25-30℃、NaCl 0.05-10 g/L、pH 7.0 が CdSe ナノ粒子の合成のための至適条件であり、また純度を高めるためには、pH を中性域に保ちながら培養するとともに、粒子の回収を培養開始 48 時間後までに行うことが重要であることを明らかにしている。また、培養液から粒子を回収した後、サイズ選択的光エッチングを施すことで、蛍光を発する実用的な CdSe 量子ドットが得られることを実証している。</p> <p>以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に低コスト・低環境負荷型の物質生産システム構築の発展に大いに寄与するものといえる。</p> <p>よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。</p>			