

微生物を利用した結晶成長技術と化合物半導体への展開

Biogenic crystal growth techniques for compound semiconductors

広大院先端研¹, 広大院統合生命²

○富永 依里子^{1*}, 高橋 宏和², 岡村 好子²

AdSM, Hiroshima Univ.¹, Grad. School of Integrated Sci. for Life, Hiroshima Univ.²

○Yoriko Tominaga^{1*}, Hirokazu Takahashi², and Yoshiko Okamura²

*E-mail: ytominag@hiroshima-u.ac.jp

バイオミネラリゼーションとは生物が作り出す無機鉱物形成作用であり、身近な例としては歯や骨、貝殻の形成が挙げられる。特に有機分子が結晶に積極的に働きかけ、その成長方向を制御することにより精巧な構造が形成され、組成・サイズ・相などもよく制御される現象は、BCM (biologically controlled mineralization) と呼ばれている。近年、磁性体や半導体を合成しうる細菌の存在が示され、様々な材料の合成が進められている[1, 2]。しかし上記 BCM を主に行っている真核生物とは異なり、細菌の場合は細胞の大きさが非常に小さく、細胞内小器官も無いため、細胞膜に機能分子を偏在させることによって化学反応を分業して生理活性を維持している。ただし、そこに仕切りがあるわけではなく、ユビキタスという表現が最も相応しい環境となっている為、この鉱物形成は BIM (biologically induced mineralization) と呼ばれている[3]。BIM は一般には、意図しない、制御も無い反応のため結晶性が低く、サイズが不均一で結晶形態も特異性が無く、不純物を含み、時には単純な無機化学反応によって生じた鉱物も含まれると考えられている [3]。しかし、細菌の BIM でも重金属の結晶を特異的に形成できることが最近明らかになってきた[4]。

我々は、細菌の重金属に関与する反応から副次的に生じる鉱物化現象を利用して、IV-VI 族, II-VI 族および III-V 族化合物半導体結晶の合成を試みた。日本近海で採取した海水を用い、光合成細菌用培地で培養することで、光合成細菌を集積した。集積した光合成細菌に各化合物半導体の構成元素のイオンを添加し、培養することで、各イオンを回収する細菌群を得た。

IV-VI 族化合物半導体である PbS は大量に合成が可能であり、粉末試料の放射光 X 線回折からは明瞭な多結晶の回折ピークが得られ、結晶性の不純物由来のピークは観測されなかった。II-VI 族化合物半導体では、CdS を形成していることが確認できた。そのサイズは約 7 nm の球状粒子であり、透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察において格子縞がはっきりと見られた。III-V 族化合物半導体では、InGaAs と思われる極めて小さな微結晶の合成が確認されたが、形成物のほとんどはアモルファスであった。この試料を窒素雰囲気中で 600 °C で熱処理したところ、TEM 観察において格子縞が多数確認できるようになった。細菌を用いて III-V 族化合物半導体結晶を合成するには、現時点では何らかの形でエネルギーを付与する必要があることを示唆している。

謝辞: 本研究は、キャノン財団ならびにカシオ科学振興財団、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業 (広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所) の助成および支援によって遂行された。

参考文献: [1] C. T. Dameron *et al.*, *Nature*, **338**, 596 (1989). [2] M. Kowshik *et al.*, *Adv. Mater.*, **14**, 815 (2002). [3] R.B. Frankel, and D.A. Bazylinski, *Rev. Mineral. Geochem.*, **54**, 95 (2003). [4] K. B. Narayanan, and N. Sakthivel, *Adv. Colloid Interface Sci.*, **156**, 1 (2010).