



研究課題名 磁気微粒子合成オルガネラの再構築による有用物質生産  
磁性細菌の創製

東京農工大学・学長 まつなが ただし  
松永 是

研究分野: 工学、プロセス工学、生体機能・バイオプロセス

キーワード: 応用微生物、ゲノム、細胞・組織、生体機能利用、バイオテクノロジー

【研究の背景・目的】

磁性細菌は、池や川などの底泥中に見られるバクテリアで、細胞内におよそ数十～百ナノメートルの大きさの磁気微粒子を合成する。その組成はマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )であり、人工的には合成の困難な多面体や弾丸状、勾玉状などの多様な形態の磁気微粒子を合成する。また、粒子の表面は脂質の二分子膜に覆われており、ここにタンパク質やDNAなどの分子を修飾することで、バイオ計測や物質回収に応用できる。研究代表者らのこれまでの研究において、磁気微粒子は細胞内小器官(マグネトソーム)の中で合成されることがわかっている。また、比較ゲノム解析から、マグネトソームに局在し、その形成に関わるタンパク質の遺伝子を同定した。

本研究では、マグネトソームの形成に関わるタンパク質の機能と局在を解析し、ゲノムの再編によるマグネトソームの再構築を行う。さらにタンパク質の発現制御や機能改変により、細胞を用いて磁気微粒子を自在に合成する技術を開発する。

【研究の方法】

本研究では、研究代表者らの分離した *Magnetospirillum magneticum* AMB-1 株 (図 A) と *Desulfovibrio magneticus* RS-1 株 (図 B) の 2 株の磁性細菌と、これらの遺伝子組換え株を利用する。これまでの研究において、2 株の磁性細菌の全ゲノムを明らかにし、磁気微粒子合成オルガネラであるマグネトソームに局在するタンパク質とその遺伝子を同定した。本研究では、これらの遺伝子、タンパク質の情報に基づいて多様な遺伝子欠損株を作製し、磁気微粒子の形態や細胞内構造を解析する。また、マグネトソームタンパク質の細胞内での局在解析、マグネトソームタンパク

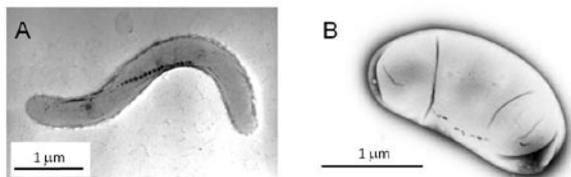


図 磁性細菌 *Magnetospirillum magneticum* AMB-1 株(A) と *Desulfovibrio magneticus* RS-1 株(B) の電子顕微鏡写真

質をコードする遺伝子の発現解析を行い、マグネトソームの機能と構造を分子レベルで理解する。

一方で、これまでの研究において大規模な遺伝子領域の欠損によってマグネトソーム形成能を失

った突然変異株が得られている。マグネトソームの形成に関わる遺伝子を欠損株に導入することで、マグネトソームを細胞内で再構築する。さらに、遺伝子への変異導入によるタンパク質の機能や構造の改変、タンパク質発現量やタイミングの調節を行い、マグネトソームの機能を人工的に制御する。これにより、磁気微粒子のサイズや形態、組成の自在な改変を実現する。

【期待される成果と意義】

複雑な構造や機能を持つオルガネラをゲノム再編により細胞内に再構築した例はこれまでになく、システムバイオロジーや合成生物学の研究分野に指針を与えることができる。また、本研究は酸化鉄バイオミネラリゼーション機構の解明にも繋がると考えられる。さらに、これらの基礎研究は、機能性磁気微粒子の生産や磁性細菌の磁気回収能を利用した物質生産への利用など、産業利用微生物の応用範囲の拡大に繋がることが期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

M. Tanaka, E. Mazuyama, A. Arakaki, and T. Matsunaga; "Mms6 protein regulates crystal morphology during nano-sized magnetite biomineralization *in vivo*." J. Biol. Chem., 286, 6386-6392 (2011).

H. Nakazawa, A. Arakaki, S. Narita-Yamada, I. Yashiro, K. Jinno, N. Aoki, A. Tsuruyama, Y. Okamura, S. Tanikawa, N. Fujita, H. Takeyama, and T. Matsunaga; "Whole genome sequence of *Desulfovibrio magneticus* strain RS-1 revealed common gene clusters in magnetotactic bacteria." Genome Res. 19, 1801-1808 (2009).

【研究期間と研究経費】

平成23年度～27年度

160,800千円

【ホームページ等】

<http://www.tuat.ac.jp/~matunaga/tmatsuna@cc.tuat.ac.jp>