

## パイライトは生命の起源？

佐藤勝昭（農工大工）

1990年1月18日号のNature誌に掲載された走磁性細菌によるbiomineralization(鉱物の生体合成)に関する2つの論文<sup>1,2)</sup>と、同号に載ったそれに関するR.J.P. Williamsの解説 "Iron and the origin of life"<sup>3)</sup>は、鉄と生命の起源に関する新たな問題を提唱し、この方面で話題になっているらしい。

私がこのことに興味をもったのは、ある週のCurrent Content on Disket<sup>4)</sup>で検索中に、私のkey wordsの一つであるpyrite(黄鉄鉱)にひっかかってきたからである。というのも、私は以前から金ぴかの鉱物に興味をもっていて、結晶を人工的に作製し、その光学的性質と電子構造などを論じている<sup>5,6)</sup>ので、検索用のkey wordsとしてpyrite, chalcopyriteなどが登録されていたからである。

### きっかけとなった2つの論文

●ブラジルのM. Fartinaら<sup>1)</sup>は、潟湖の底付近の硫化物を含む沈澱物の近くの塩分の強い水から採集した走磁性細菌をSEM, TEM, EDXで詳細に調べた。その結果、多数の原核細胞からなる集合体の細胞膜に直径0.1μm程度の磁性微粒子の鎖からなるマグネトソーム<sup>7)</sup>を発見し、その分析から微粒子は硫化物であって、おそらくpyrrhotite(磁硫鉄鉱 = Fe<sub>1-x</sub>S)ではないかと結論した。また、土壌の中のFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>細菌起源の物質ではないかと示唆した。

●一方、英国のS.Mannら<sup>2)</sup>も、硫化物を含む塩分の強い海底の沈澱物から得た走磁性細菌をSTEM, HRTEM, EDXAにより解析した。この結果、彼らも平均75nmの微粒子10個からなるマグネトソームを見だし、分析の結果FeとSを含むがOは含まないことがわかり、greigite(Fe<sub>3</sub>S<sub>4</sub>:スピネル構造のフェリ磁性体)とpyrite(FeS<sub>2</sub>:黄鉄鉱、非磁性)に同定された。

### どの点が注目されたか

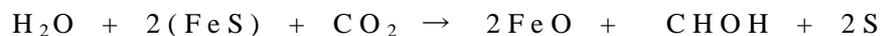
●Williamsの解説<sup>3)</sup>によると、従来発見されていた走磁性細菌は、比較的酸素成分の多い真水または鹹水の表面部から採集したものであり、マグネソームの微結晶もほとんどがmagnetite(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>:磁鉄鉱)であり、地磁気を感じて移動するという特性をもっていたのであるが、今回の発見は、無酸素環境で細菌が硫化鉄を含むということをはじめ確認したものである。

興味あるのは、(1)ある細胞にはpyrrhotiteが、ある細胞にはpyriteが・・・というふうに制御して結晶化するということを生体系がどのようにして制御しているかという点、(2)堆積物が何の役に立つかという点である。

●特に、第2の点に関して、WilliamsはATPが使われる前の原始生命へのエネルギーの補給は、無機・有機の硫化物の関わった化学反応によっていたというHartman<sup>8)</sup>の学説を紹介して、鉄硫化物が初期の生命体の代謝に強く関与していることを強調した。

酸素が地上に現れたのは、地球誕生からかなりの時間がたってからのことで、それ以前は酸素がなく、高温で、しかも硫化物が多数存在したと考えられている。したがって、細菌に酸化鉄が含まれるようになったのは生命の誕生からかなりの年月がたってからのことであつたと考えられる。

硫化鉄はたとえば、H<sub>2</sub>OとCO<sub>2</sub>から光化学反応により有機物をつくるときの触媒であつたのではないかというのが、Williamsの指摘である。すなわち、



によって炭素の固定化が起きたのであろうとしている。

Williams は、Fe/S 化合物によるエネルギー捕獲は、生命の歴史において DNA と同程度重要であると結論づけている。

### 触媒としてのパイライト

●Williams の解説を受けた形で、Nature の 90 年 3 月 29 日号に、「Pyrite and the origin of life」と題して 2 つの投書が掲載された<sup>9,10)</sup>。いずれも、G. Wächtershäuser が 1988 年に発表した一連の論文<sup>11,12)</sup>を紹介し、生命現象への硫化鉄の関与説を支持するものであった。

●Wächtershäuser の予言の 1 つは、パイライトが前細胞形態の単分子膜中で生成されたパイライトの表面(正に帯電)に膜が束縛されているはずだということである。膜の表面代謝がパイライトの生体合成のための触媒として働くだけでなく、生成されたパイライトの表面が表面代謝のための触媒にもなっているという考えである。もう一つの予言は生体合成されたパイライトの表面にはリピドやペプチド膜を束縛しているため、膜構造が非対称になっているというのである。

投書の主の 1 人は、Popper によると Fe/S 代謝による考えは、Oparin らのスープ説に対する根本的な代替説になると指摘している。

●もう一人の投書者は、海底のチムニーとよばれる噴出口においては、100~200℃という温泉が硫化鉄のパイプを通して噴出しており、このパイプがフローリアクターになって極性の有機物の凝縮を行っている」と指摘した。チムニーの細管中にできている硫化鉄微粒子の直径は 0.1μm であって、細菌中での硫化鉄と類似しているので、最初の生命は有機・無機反応によってできた硫化鉄の酸化による炭素の固定化によって生じたと考えべきだと述べている。

地球物理 - バイオ鉱物合成 - 生命の起源とつながるスケールの大きな話で、つかみどころがなかったと思いますが、たまには、サブミクロン加工や超格子などを忘れて、思索の散歩を楽しむのもいかがでしょうか。

### 参考文献

- 1) M. Farina et al.: Nature 343 (1990) 256-258.
- 2) S. Mann et al.: Nature 343 (1990) 258-261.
- 3) R. J. P. Williams: Nature 343 (1990) 213-214.
- 4) ISI から毎週送られてくる Current Contents (雑誌の目次データベース) の FDD 版
- 5) K. Sato: Prog. Cryst. Growth and Char. 11 (1985) 109-154.
- 6) 佐藤勝昭: 「金色の石に魅せられて」(裳華房ホビィユラーサイエンス, 1990.10 刊行予定)
- 7) 松永 是: Butsuri 45 (1990) 227-232.
- 8) H. Hartman: J. Molec. Evol. 4 (1975) 359-370.
- 9) G. Wächtershäuser: System. Appl. Microbiol. 10 (1988) 207-210.
- 10) G. Wächtershäuser: Microbiol. Rev. 52 (1988) 452-484.
- 11) K. R. Popper: Nature 344 (1990) 387.
- 12) M. J. Russel, A. J. Hall and A. P. Gize: Nature 344 (1990) 387.