

## 磁性ナノ粒子による細胞内局所加温法

(Intracellular heating of living cells using magnetic nanoparticles)

井藤 彰

(九州大学大学院 工学研究院)

マグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )あるいはマグヘマイト( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )からなる磁性ナノ粒子(粒子径 10-20 nm 程度)は磁気共鳴イメージングの造影剤としての実績があり、臨床での安全性が確認されている。これらの磁性ナノ粒子は交流磁場(周波数 100-500 kHz 程度)でヒステリシス損失あるいは緩和損失といったメカニズムで発熱することから、腫瘍組織に磁性ナノ粒子を投与して体外から磁場照射を行うガン温熱療法(ハイパーサーミア)への応用が行われている。

最近、合成生物学的アプローチを用いて、物理的刺激によって細胞機能を制御する研究が行われている。Huangらは磁性ナノ粒子を細胞に導入して交流磁場照射することで、遺伝子改変した神経細胞の TRPV1 を開いて活動電位を惹起させることに成功した。この技術は磁性ナノテクノロジーと合成生物学の融合と言えよう。さらに Stanley らは細胞内で磁性ナノ粒子を形成する性質をもつ鉄貯蔵タンパク質であるフェリチンの遺伝子と TRPV1 遺伝子を標的細胞に導入し、磁場照射によって TRPV1 を介してカルシウムイオンを流入させ、共導入した遺伝子回路のインスリン遺伝子を発現させる仕組みを構築した。合成生物学を駆使して、遠隔での交流磁場照射を引き金に治療遺伝子が誘導発現される技術として、さらなる発展が期待される。

これらの例に示されるように、磁性ナノ粒子による細胞内局所加温技術は、細胞の熱応答の生理学的研究のみならず、合成生物学的アプローチとの組み合わせによる細胞機能制御や遺伝子治療に有用であると考えられる。

## 参考文献:

- Huang H et al. *Nat. Nanotechnol.* 5: 602-606 (2010)
- Stanley SA et al. *Nat. Med.* 21: 92-98 (2015)

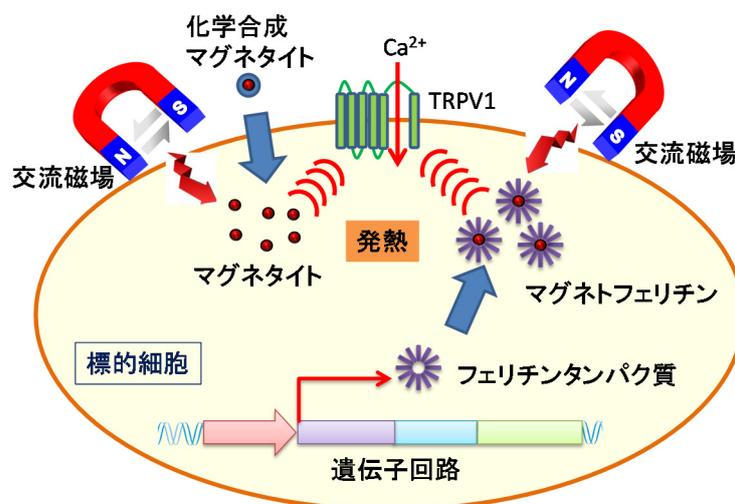


図 磁性ナノテクノロジーと合成生物学との組み合わせの研究例