



 **TSC Foresight**

Innovation Outlook

Version 1.0 増補版

マテリアル分野

2026年6月

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
イノベーション戦略センター

3-5 マテリアル分野

コラム 注目技術 3 次世代冷却(磁気冷却)

(1) 技術の概要

磁気冷却は、磁性材料に磁場を印加または除去した際に生じる磁気熱量効果を利用した冷却技術である。磁場印加時には磁性体内部の磁気モーメントが整列し、磁気エントロピーが減少することで断熱条件下において温度が上昇する。一方、磁場を除去すると磁気モーメントの配列が乱れ、エントロピーが増加し温度が低下する。この可逆的な温度変化を熱交換過程と組み合わせることで周期的に駆動することで冷却作用が得られる。

磁気冷却は方式により 20K 級の水素液化から、10mK 級の極低温域まで適用可能である。また磁気冷却は、希釈冷凍機では必要かつ供給懸念が存在するヘリウム3資源に依存しない極低温技術としても注目されている。

従来の蒸気圧縮式冷却は室温域などで広く用いられる一方、低温域では多段化などの特殊構成を要しエネルギー効率が低下する。これに対して磁気冷却は、極低温域で適用可能なこと、極低温域でも高いエネルギー効率を有している。また断熱消磁冷凍機 ADR は希釈冷凍機と比較した場合にロバストな運用が可能であり、宇宙機器や量子技術向けの冷凍機として希釈冷凍機を代替・補完する技術として期待される。

(2) 注目する理由

磁気冷却が注目される理由としては、極低温環境下で高効率な冷却が可能なこと、希少資源であるヘリウム3に依存しないこと、小型・ロバスト性による適用範囲の拡大が期待できることなどが挙げられる。省エネルギー性と持続可能性の面からも次世代の極低温技術として期待ができる。

国内外での注目動向としては下記の項目がある。

- (i) JST 未来社会創造事業にて物質材料研究機構らのグループが 2022 年に世界初の能動的蓄冷式磁気冷却による水素液化に成功したこと。
- (ii) 欧州 Horizon Europe の枠組みで複数の磁気冷却に関する研究プロジェクトが進行中なこと。
- (iii) 超低温を必要とする量子技術・超伝導検出器・宇宙機器・水素液化など先端分野の社会需要が近年高まっていること。

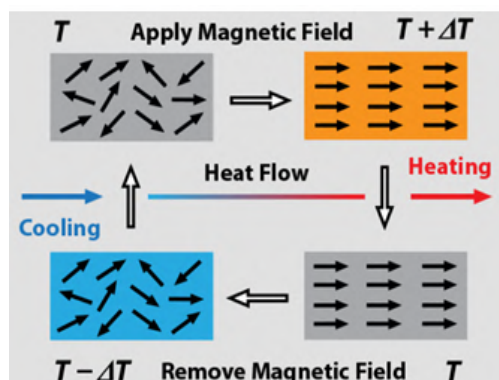


図 磁気冷却の概念図

出所: <https://access-inc.com/the-future-of-air-conditioning/>

コラム 注目技術 4 触媒(ナノザイム)

(1) 技術の概要

ナノザイムは、貴金属、炭素系素材、酸化物などをナノ粒子化して表面活性を高めて人工酵素とする技術。高安定・低コスト・大量生産が特徴で、適用用途によっては天然酵素の限界を超える強みがある。

【ナノザイムの特性】

- ・酵素様活性: 酸化還元反応や分解反応など、天然酵素が行う反応を模倣。
- ・高い安定性: 天然酵素は温度や pH に弱い、ナノザイムは比較的安定。
- ・低コスト・大量生産可能: 天然酵素より低コストに合成しやすく、量産性が高い。
- ・多機能性: 触媒活性だけでなく、診断・治療・環境浄化など幅広い応用。

【代表的な種類】

- ・金属酸化物ナノザイム(例: Fe_3O_4 ナノ粒子 → ペルオキシダーゼ様活性)
- ・金属ナノ粒子ナノザイム(例: Pt, Au → 酸化還元反応)
- ・カーボン系ナノザイム(例: グラフェンベース)

【適用分野】

- ・バイオセンサー(血糖値測定など)
- ・がん治療(活性酸素生成による腫瘍破壊)
- ・環境浄化(有害物質分解) 抗菌・抗ウイルス材料
- ・感染症の即時診断
- ・食品・農業分野のセンシング など

(2) 注目する理由

ナノザイムは無機・ナノ材料が酵素様活性を示す人工酵素である。天然酵素に比べ、熱や pH に強く長期保存が可能で、低コストかつ大量生産しやすい点が注目されている。医療診断、がん治療、抗菌材料、環境浄化、バイオセンサーなど幅広い分野での応用が期待されている。

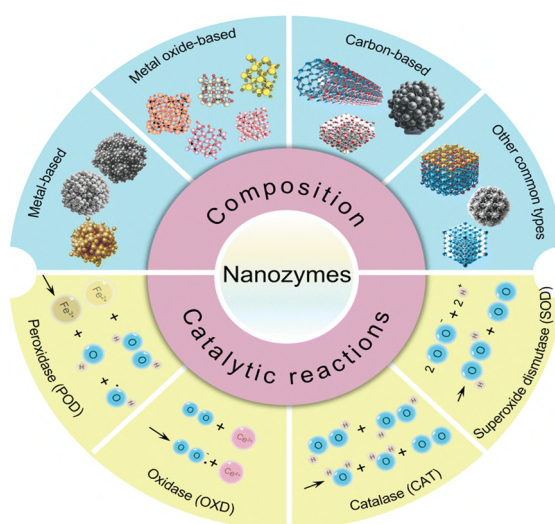


図 ナノザイムの分類例

出所: L. Liu et al., RSC Advances, 2024 /CC BY NC 3.0

<https://doi.org/10.1039/D4RA07303G>

TSC Foresight

Innovation Outlook Version 1.0 増補版

マテリアル分野

2026 年 6 月 1 日発行

作成メンバー

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
イノベーション戦略センター(TSC)

■センター長

岸本 喜久雄

■事務局長

田辺 雄史

■マテリアルユニット

・ユニット長
・研究員

高町 恭行
朝倉 裕介
林 隼矢
杉浦 英樹

(2026 年 3 月まで)

●本書に関する問い合わせ先
電話 044-520-5200(イノベーション戦略センター)

●本書は以下 URL よりダウンロードできます。
<https://www.nedo.go.jp/library/foresight.html>

本資料はイノベーション戦略センターの解釈によるものです。
掲載されているコンテンツの無断複製、転送、改変、修正、追加などの行為を禁止します。
引用を行う際は、必ず出典を明記願います。