

課題名：フロン類温室効果ガス削減と省エネルギー化を両立する磁気冷凍実現のための材料開発

氏名：藤田麻哉

機関名：東北大学

### 1. 研究の背景

現在、冷凍・冷蔵技術分野においては、冷媒に使用する代替フロン類ガスの大きな温暖化係数が深刻な問題であり、技術開発による改善が求められている。しかし、気体冷媒の変更は課題が多く、効率の良いガス種には腐食・可燃性が伴い、あるいは高圧駆動が必要など安全性との両立に困難を生じる。そこで、**気体が不要で高冷凍効率が期待できる磁気冷凍が注目されている**。室温での磁気冷凍実現のためには、1次相転移を示す新規磁性材料の開発が不可欠である。

### 2. 研究の目標

代表者は、これまでに、永久磁石程度の磁場により巨大な熱変化を示す新材料を発見し、物性研究を進めてきた。本材料を応用して実用的な磁気冷凍技術を実現するためには、**冷凍機内での動作特性まで視野に入れた物性制御が必要である**。冷却側(～0℃)から放熱側(> 30℃)まで数十℃に渡る熱移動を実現するための方策や、冷凍サイクル効率向上のために高速化を目指すことに備えた、磁場変化速度に追従できる磁気変化の実現など、**機器要求に適合する特性制御を材料学に基づき実施する**。

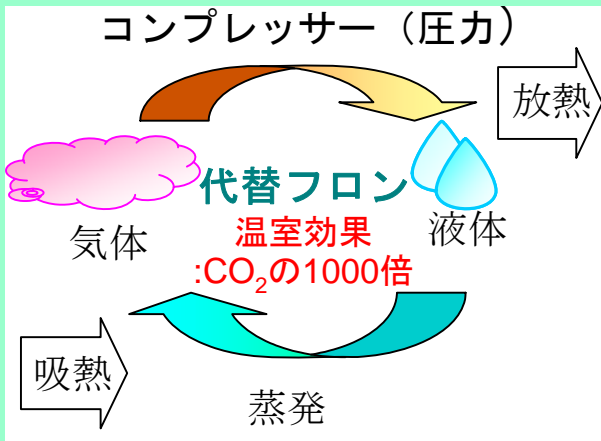
### 3. 研究の特色

これまでも磁気冷凍技術の環境への貢献は多大な注目を集めてきたが、従来の磁性体における磁気の変化に伴う吸放熱は小さく、室温での冷凍動作には不十分であるため、特別な磁性材料の開発が待たれてきた。代表者が独自に見出した新材料は、熱変化の大きさや変化の安定性などから、世界的にも有力な候補材料とされている。本研究では、**本材料を機軸とする実用的材料開発を行うことで、室温で永久磁石により動作する高効率磁気冷凍の具現化が世界に先駆けて進展する**。

### 4. 将来的に期待される効果や応用分野

本材料開発により室温磁気冷凍が実現すれば、現行の代替フロンを利用した**冷凍機由来の温室効果ガス放出が撤廃され温暖化抑制に貢献できる**。また、圧縮機に替わり磁石で駆動するため、冷凍サイクルの効率化が図られ、**エネルギー効率向上による省エネルギー化**も期待できる。

具体的な分野としては、**業務用貯蔵庫や家庭用機器**を初めとして、将来的に軽量化・コンパクト化が果たせれば、**電気自動車用空調などの分野**にも多大な波及効果を示す。

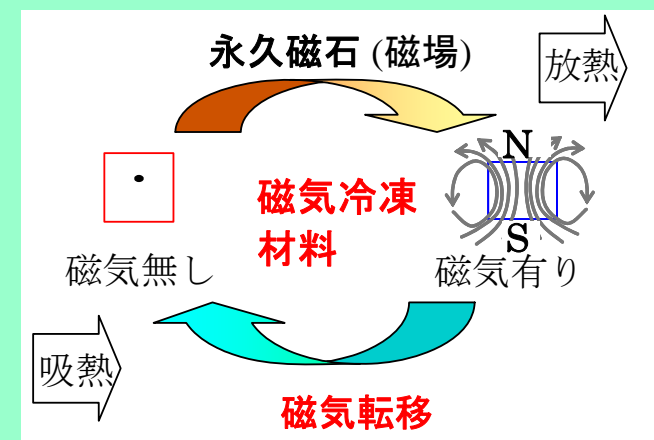


利用原理は「蒸発熱」  
⇒ 他の気体で代替？

「蒸発」とは熱力学の  
「1次相転移」の一種  
⇒ 他の相転移の利用？

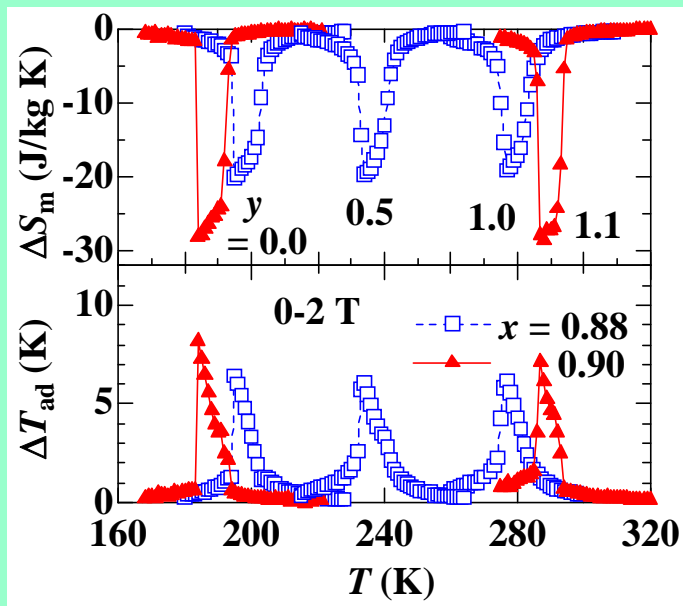
		環境適合	効率	安全性
新冷媒	アンモニア イソブタン	○	○	腐食 or 可燃
	CO <sub>2</sub>	○	△	高圧

ガス種切替え: 省エネ・安全性に課題



1次相転移型の磁性体の開発が必要

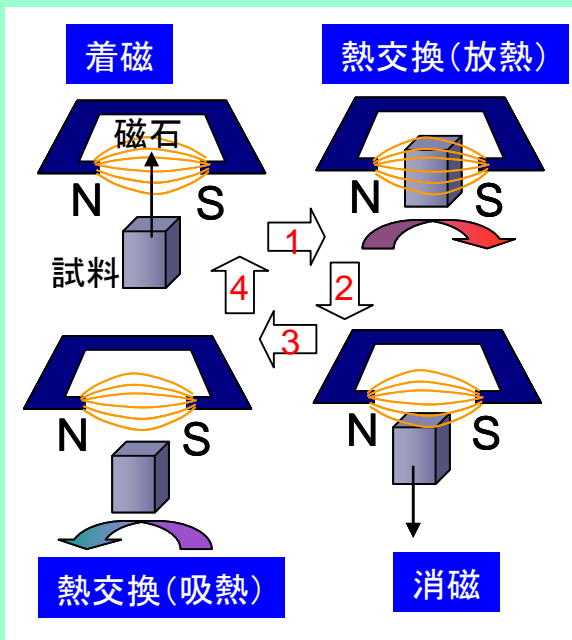
新材料:  $\text{La}(\text{Fe}_x\text{Si}_{1-x})_{13}\text{H}_y$



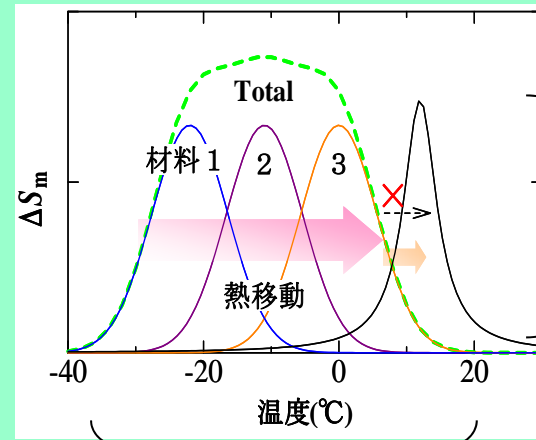
等温下の熱変化  
(エントロピー変化)  
: 従来材料の3倍

断熱下の熱変化  
磁場1テスラ当たり  
2~4°C  
: 機器要求値の2倍

さらに...  
\* Feが主成分: 安価安全  
\* 相転移が安定して再現  
\* 良好な熱伝導性  
など多くの利点



1. 実用温度幅 40°C以上 (庫内 ~0°C 庫外放熱 >30°C)
2. サイクル速度: 熱交換からは 0.1~10 Hz
3. 材料由来の損失低減



磁場変化に対する  
熱変化の追従  
⇒ 相転移の  
動的挙動

繰返に対する履歴  
⇒ 相転移の進行

温度幅拡充のための  
カスケード式への対応  
⇒ 温度プロファイルの制御

1. 磁気熱量効果ー温度プロファイルの制御
2. 冷凍サイクルと相転移の動的挙動
3. 履歴損失の低減

実証的進展(企業連携など)

冷凍実証  
材料作製法

適用領域検討  
(微小領域 etc.)

先端的検討(他分野融合)

業務用冷蔵システム  
家庭用冷蔵・冷房機器  
電気自動車用空調  
Etc.