

鉄ミョウバンを用いた 磁気冷凍に関する研究

宇宙物理実験

中村圭佑

目的

TES型X線検出器マイクロカロリメーターが高い分解能を得るためには0.1K以下の極低温環境が必要



断熱消磁冷凍機によって極低温を作り出す

断熱消磁冷凍の冷媒となる磁性体カプセルを鉄ミョウバンを使用して作成する

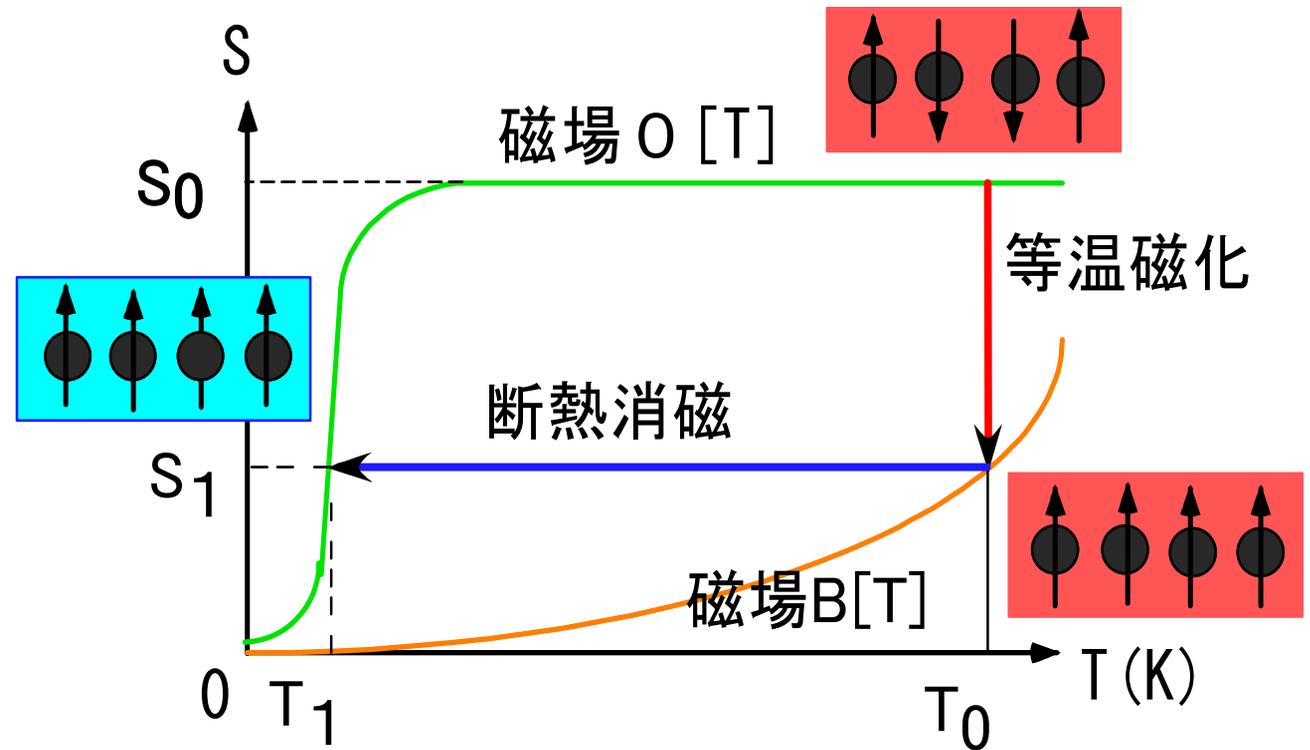


冷却試験を行う



0.1K以下の極低温を目指す

冷却原理



断熱消磁過程において

$$\frac{B}{T} = \text{const}$$

(B: 磁場、T: 温度)

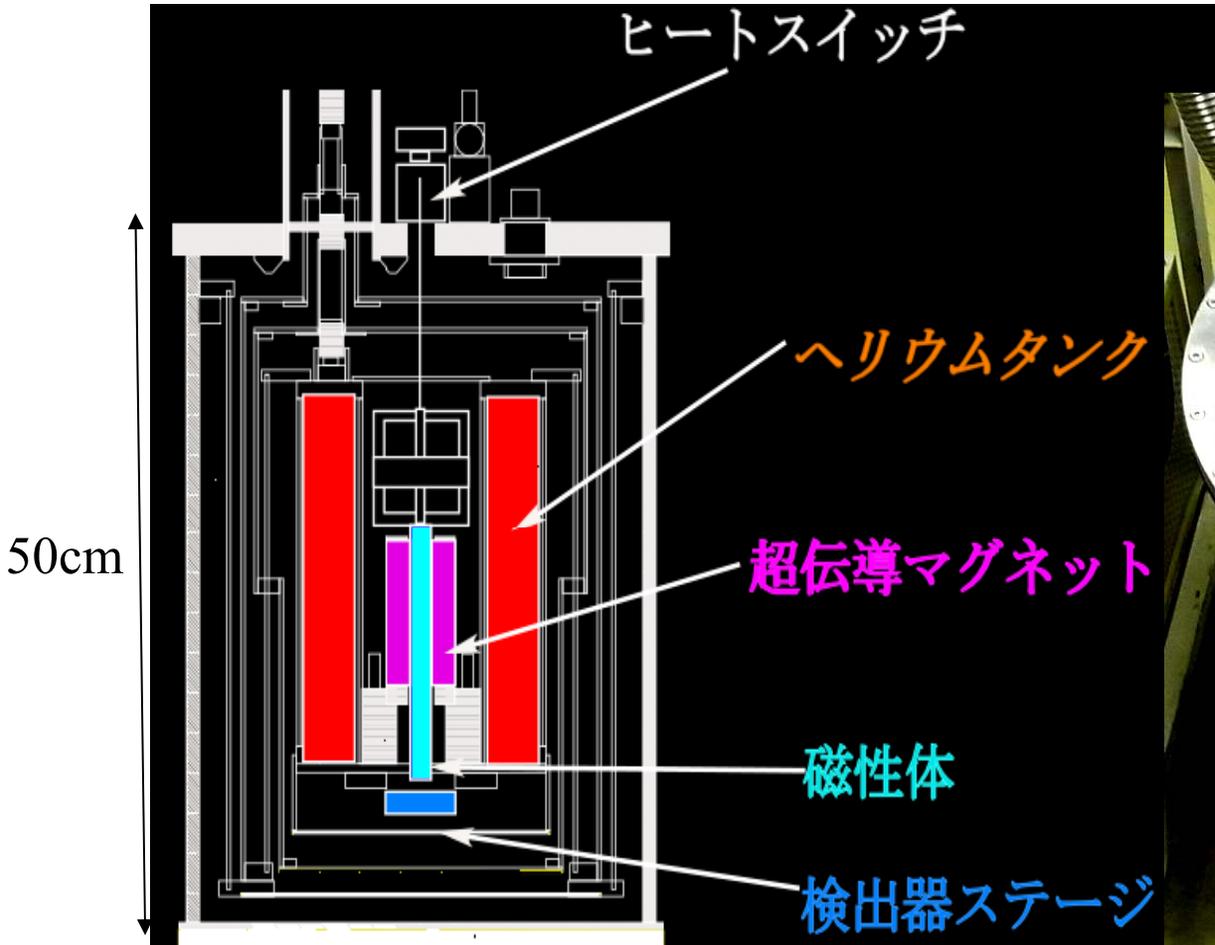
最低到達温度を決める要因

- ・ 消磁開始の温度と磁場
- ・ 冷媒の内部磁場
- ・ 熱流入

断熱消磁冷凍機 (ADR)

ADR概略図

首都大ADR



磁性体カプセル(ソルトピル)

鉄ミョウバン(FAA)



FAAと7%硫酸を38°C設定の恒温槽で攪拌

2時間

溶液を38°C設定の恒温槽内でろ過

ろ過した溶液をケースに注入
15°C設定の恒温槽で再結晶化

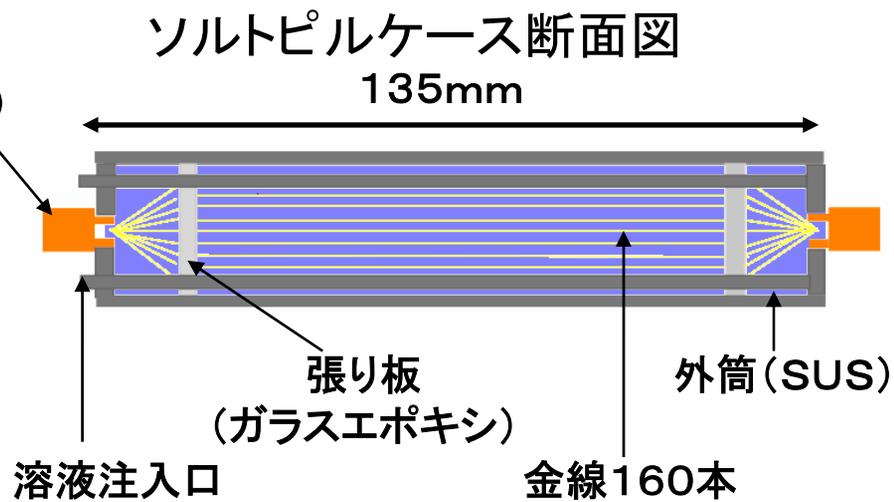
10時間

ケースから廃液を除去

200回程度繰り返し

FAA結晶充填量 38g (充填率56%)

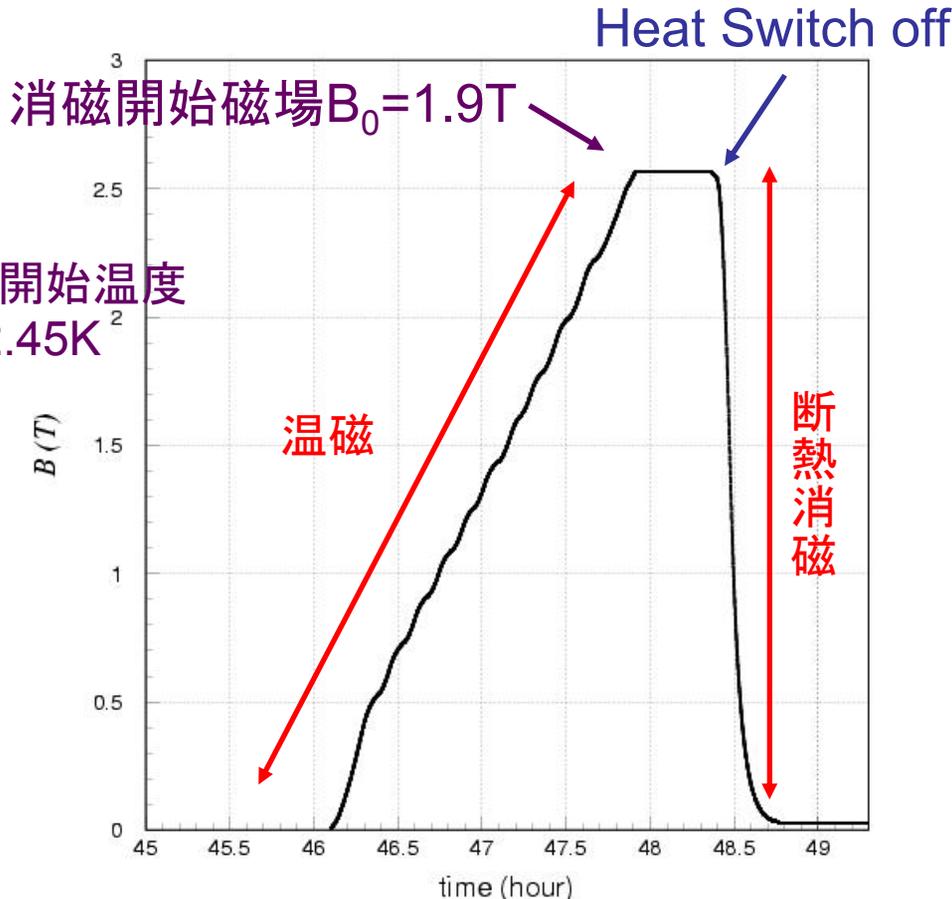
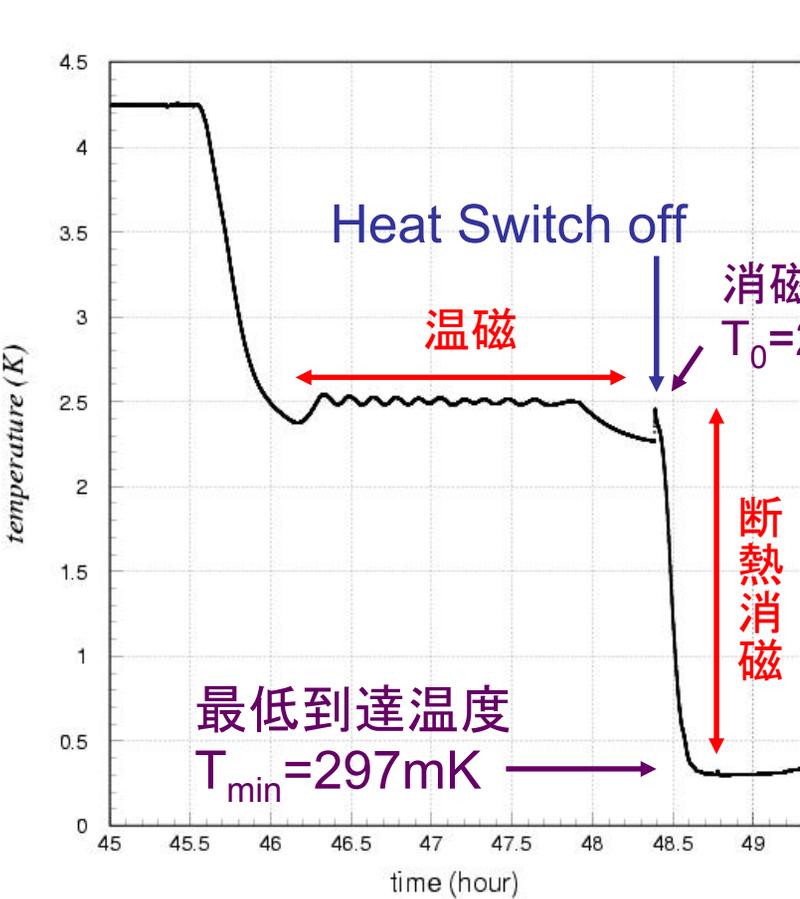
熱リンク(Cu)



ケースへの溶液注入

冷却試験

冷却試験中の時間に する磁場、温度の



内部磁場 $B_{\min} = (T_{\min}/T_0) B_0 = 0.139\text{T}$

は~0.08T
の

熱流入のり

$$P_1 = C dT_1/dt$$

$$P_1 + P_{-タ} = C dT_2/dt$$

熱容量 $C = 0.2 \text{ J/K}$

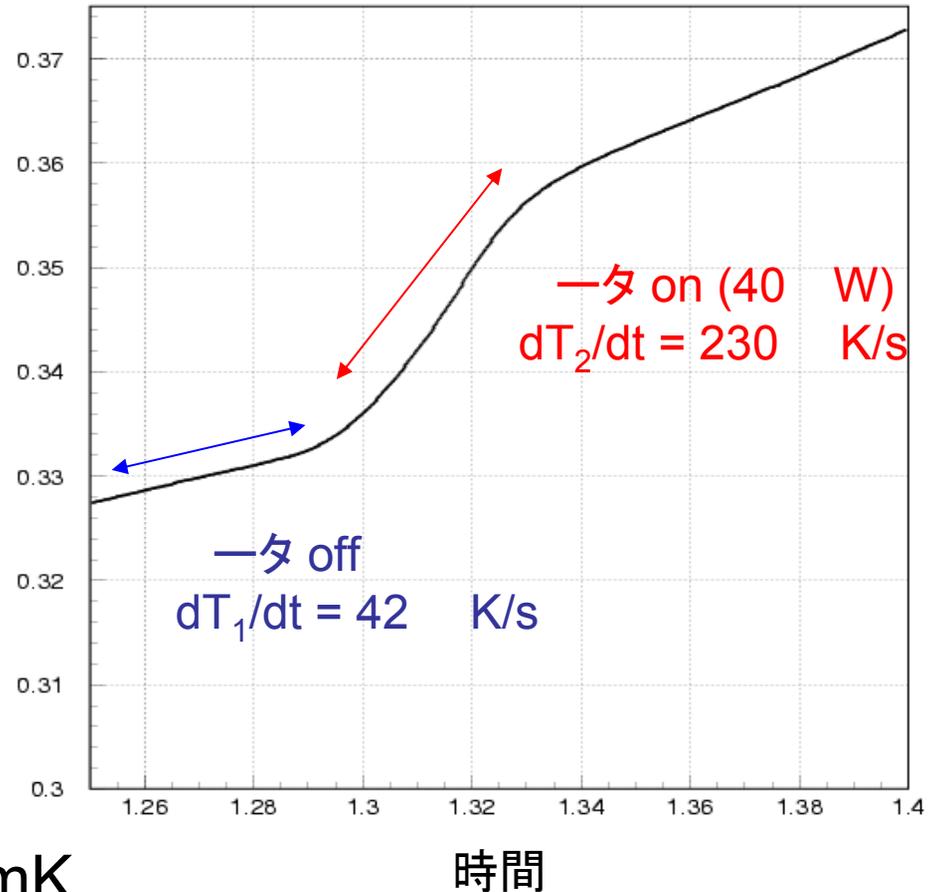
流入熱 $P_1 = 9 \text{ W}$

熱伝導度 $G = 0.17 \text{ mW/K}$

温度の最大

$$T = P_1/G = 53 \text{ mK}$$

温度



の SUSによる熱分 40mK
磁場の 性の 30mK

内部磁場を0 (T) すると
80 mK程度の

最低到達温度は103 mK
のない分が する

とめと

- ・鉄ミョウバンを冷媒にしたソルトピルを作成
38g (56%)
- ・断熱消磁冷凍機に 冷却試験を行った
- ・最低到達温度は297 mK より80 mK 程度高い
流入熱 はない
実した熱 は の い

- ・ が い ピル内の の分 に が り、熱 性
が低下しているという 能性が る
- ・鉄ミョウバンが に ていない 能性が る
↓
磁性体の作成 を す必要が る

