

較正したホール素子を用いた 低温での超伝導マグネットの 磁場分布測定

宇宙物理実験研究室
安保匠

目的

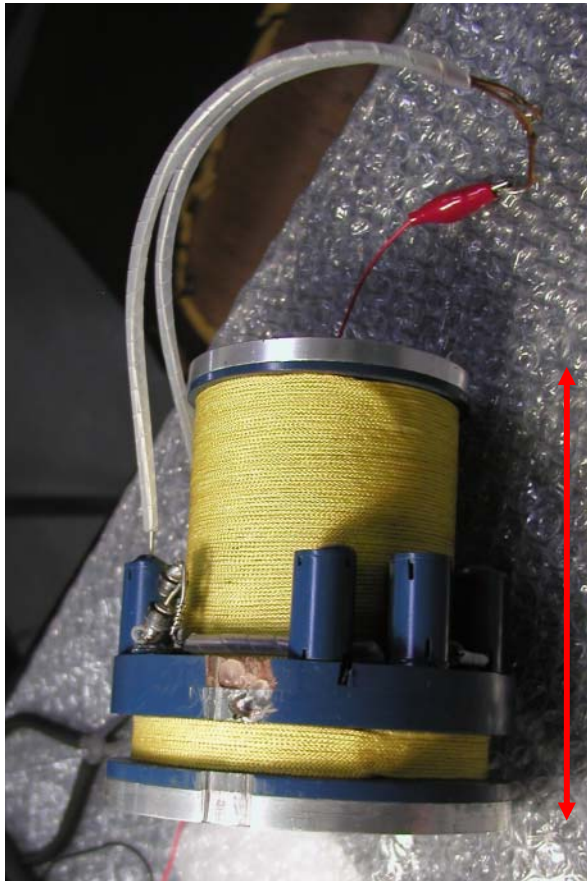
断熱消磁冷凍機に使用している
超伝導マグネットの磁場分布を測定する。



外へ漏れる磁場を遮断する磁気シールドの製作のため

- ①ホール素子のキャリブレーション
- ②超伝導マグネットの中心磁場分布測定

超伝導マグネットの磁場分布測定



TES型X線マイクロカロリメータ
の評価試験

↓ 断熱消磁冷凍機に組み込む
マグネットで磁場を発生させる

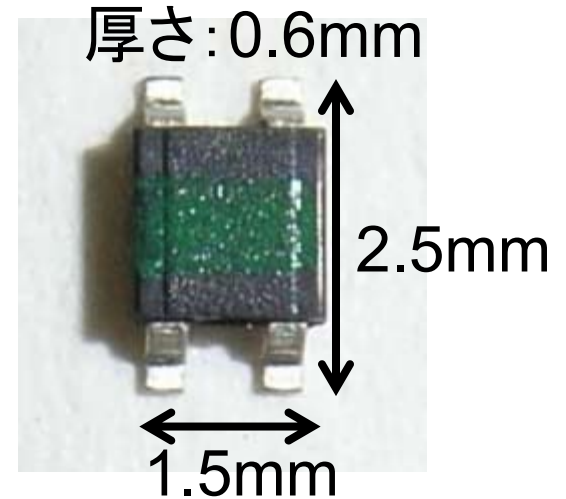
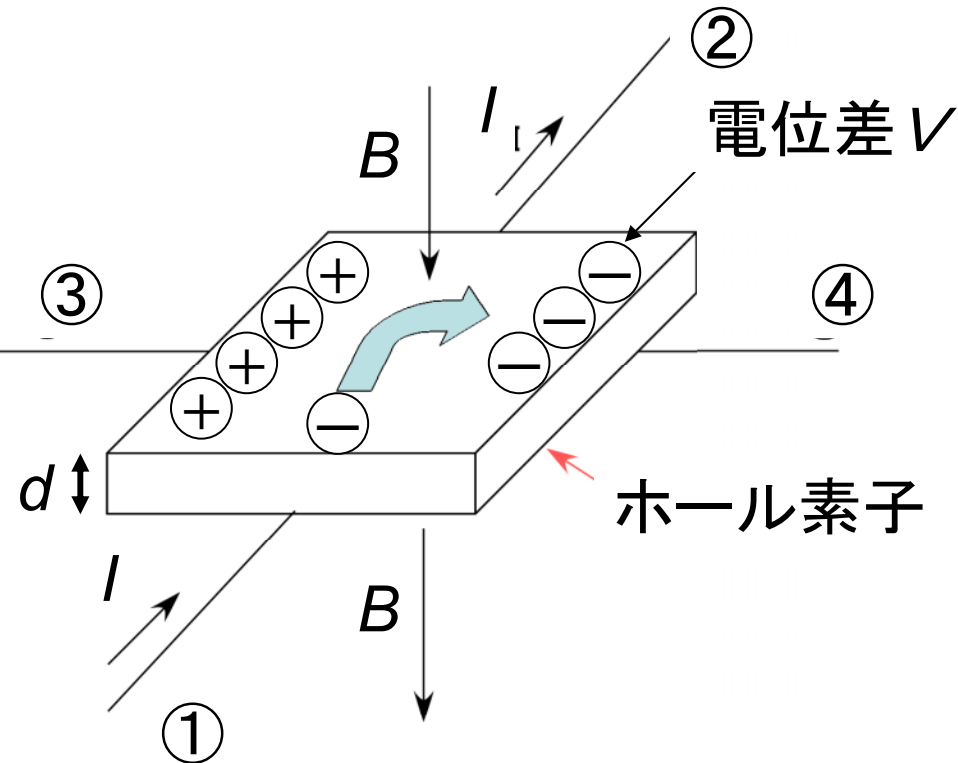
↓

磁気冷却(断熱消磁)させる

↓

磁場分布の把握が必要

ホール素子の原理



旭化成製HG106A
感磁部: GaAs(ガリウムヒ素)

③④間に発生する電位差 V

$$V = (R_h/d) I \cdot B$$

(R_h :ホール係数)

V と B の関係を知るため、
較正が必要。

ホール素子の較正試験

小型超伝導コイル



磁場計測器とホール素子で、小型超伝導コイルで発生させた磁場を測定。



磁場計測器からは磁場 B を、ホール素子からは電位差 V を読み取る。



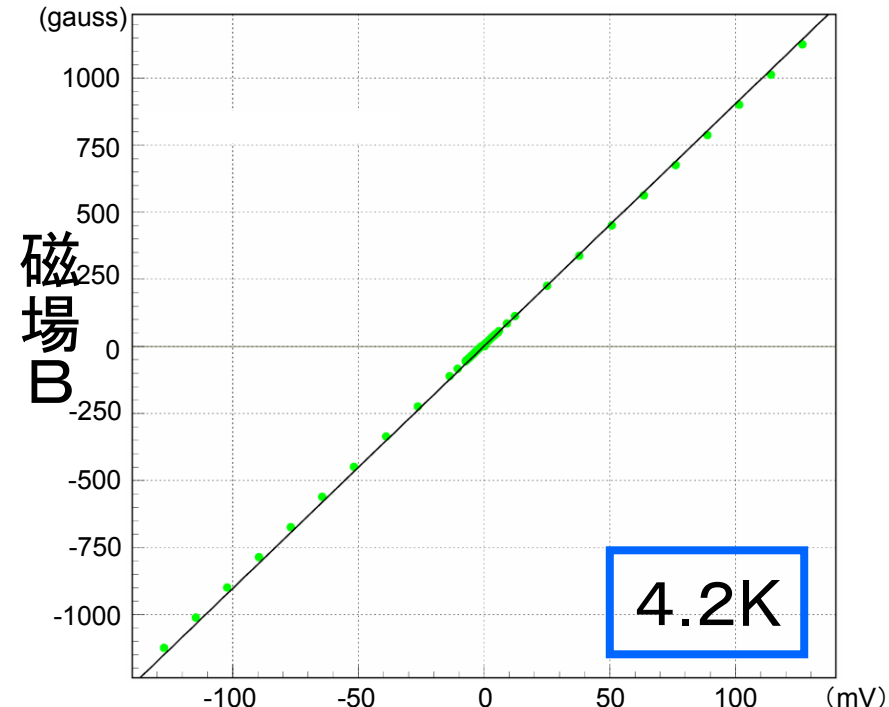
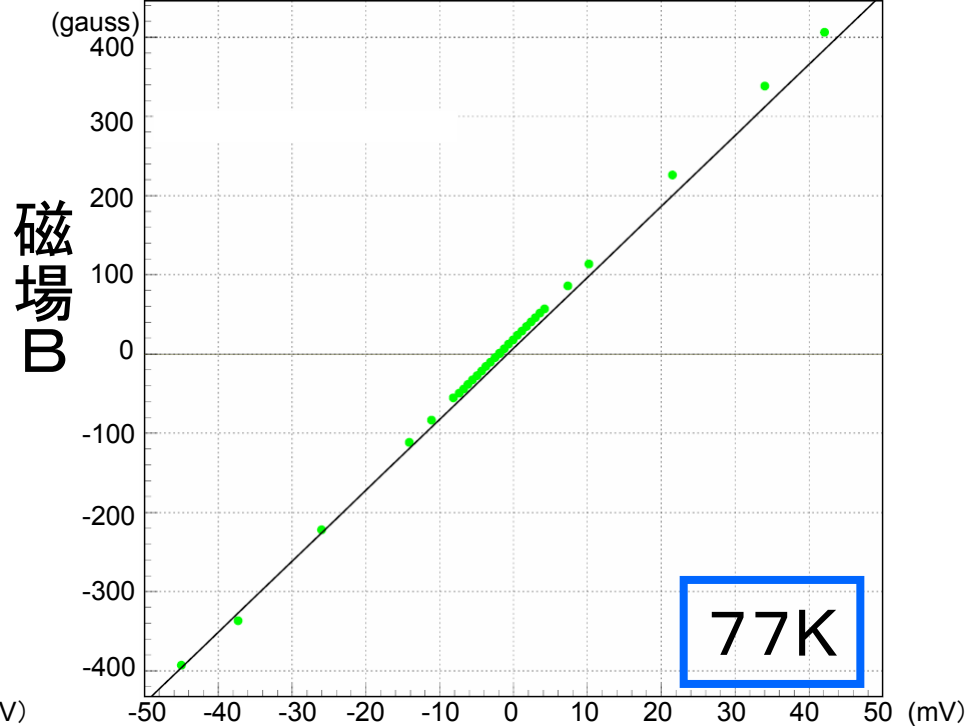
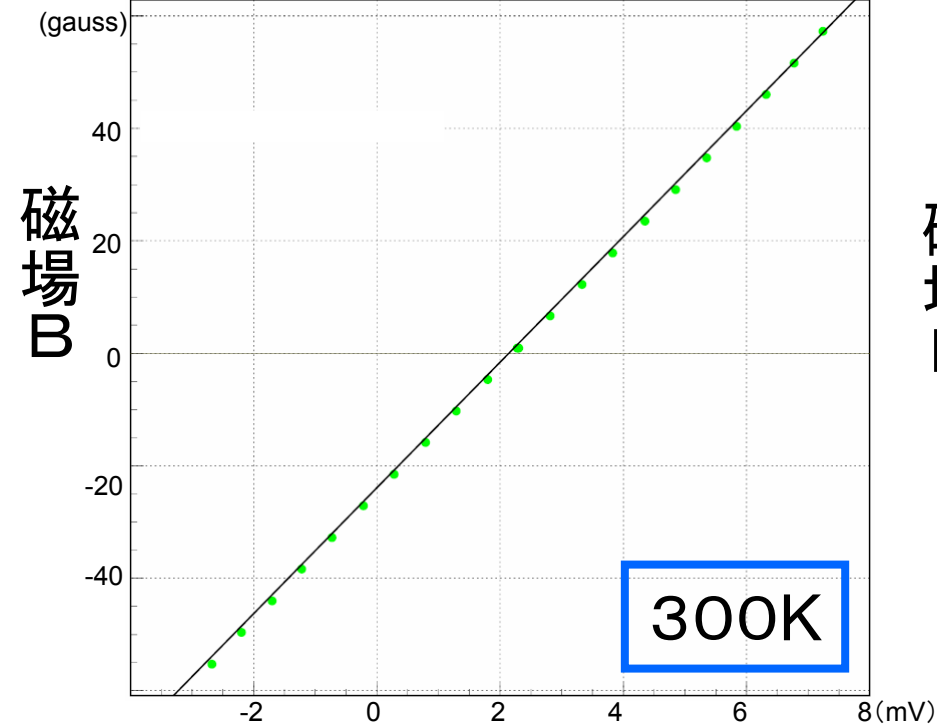
B と V を照合し、較正を行う。

測定条件

温度は300K(常温)、77K(窒素温度)、4.2K(ヘリウム温度)の3点。

それぞれの温度で

電流 I を5mAと10mAの2状態で測定。



横軸: ホール素子の電位差 V

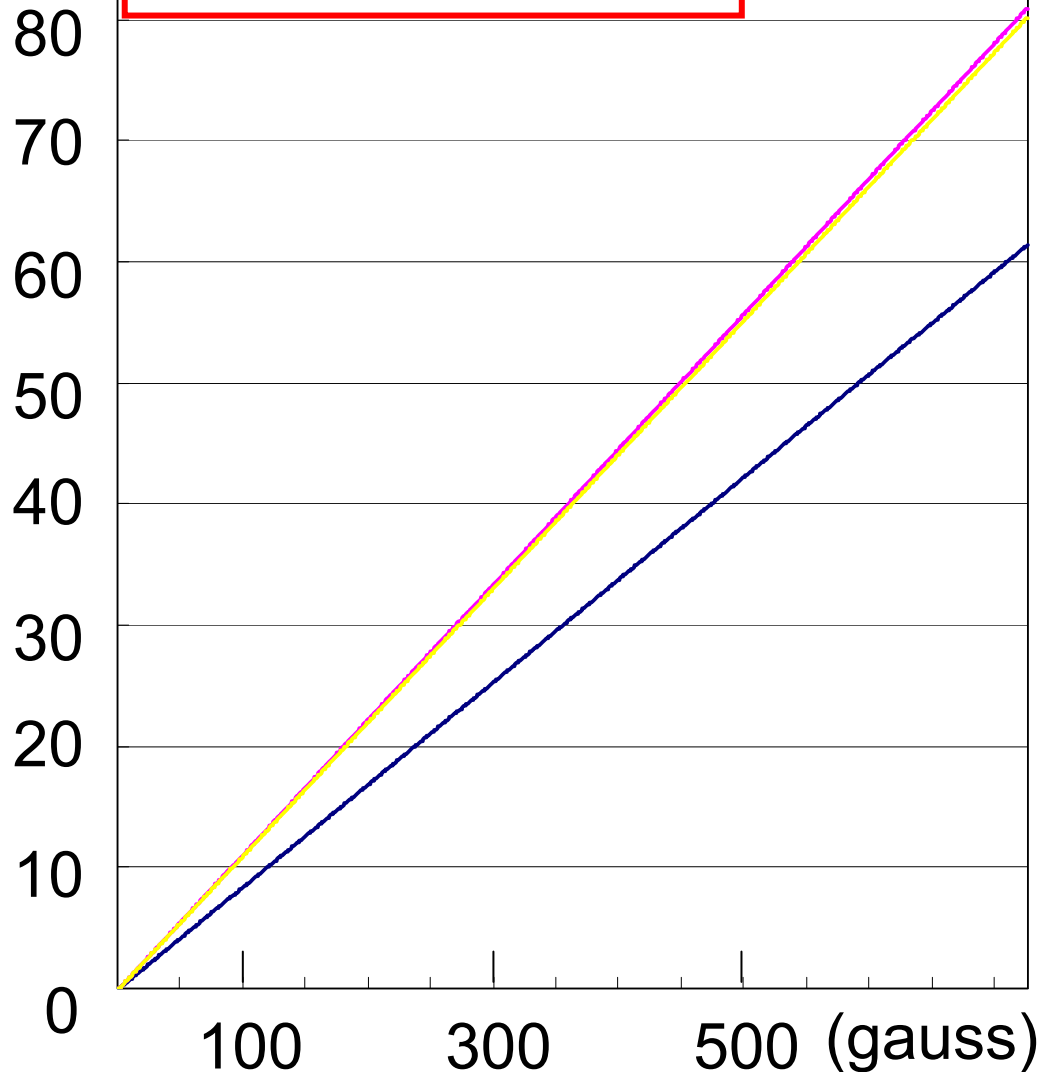
- ・すべての温度で線形性を保つことを確認。
- ・300Kの結果からホール素子は数gaussの感度を持つ
- ・旭化成では動作の保証がなかった4.2Kでの動作を確認 (1,000gaussまで)

3状態の較正関数

(mV)

ホール素子入力5mA

ホール素子の電位差 V



- 77K(窒素温度)
- 4.2K(ヘリウム温度)
- 300K(常温)

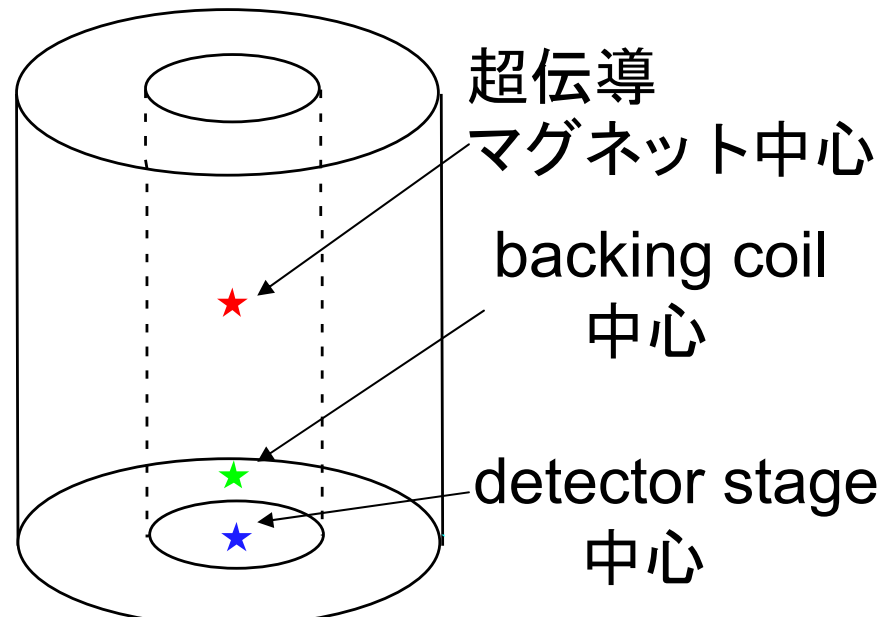
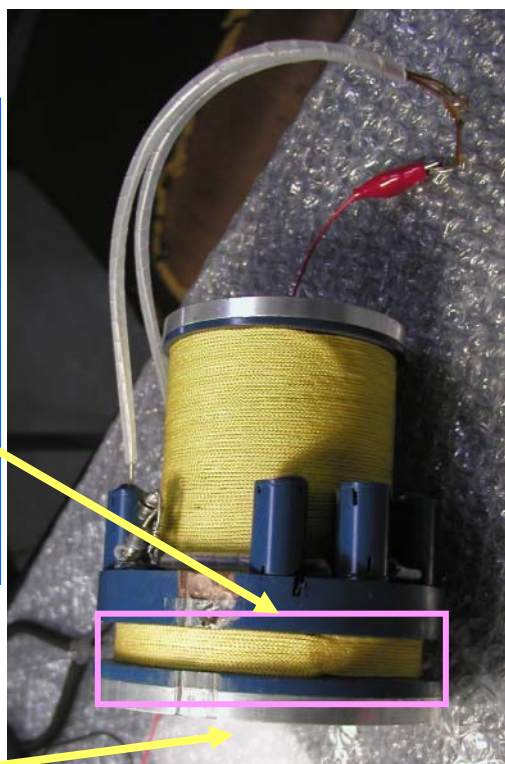
常温から窒素温度以下では、ホール素子の感度が上がっている。窒素とヘリウム温度はほぼ同じ。

磁場 B

超伝導マグネットの中心磁場分布測定

測定箇所は三箇所

Backing coil: 超伝導マグネットの磁場を打ち消すように作られたコイル→その効果を知る

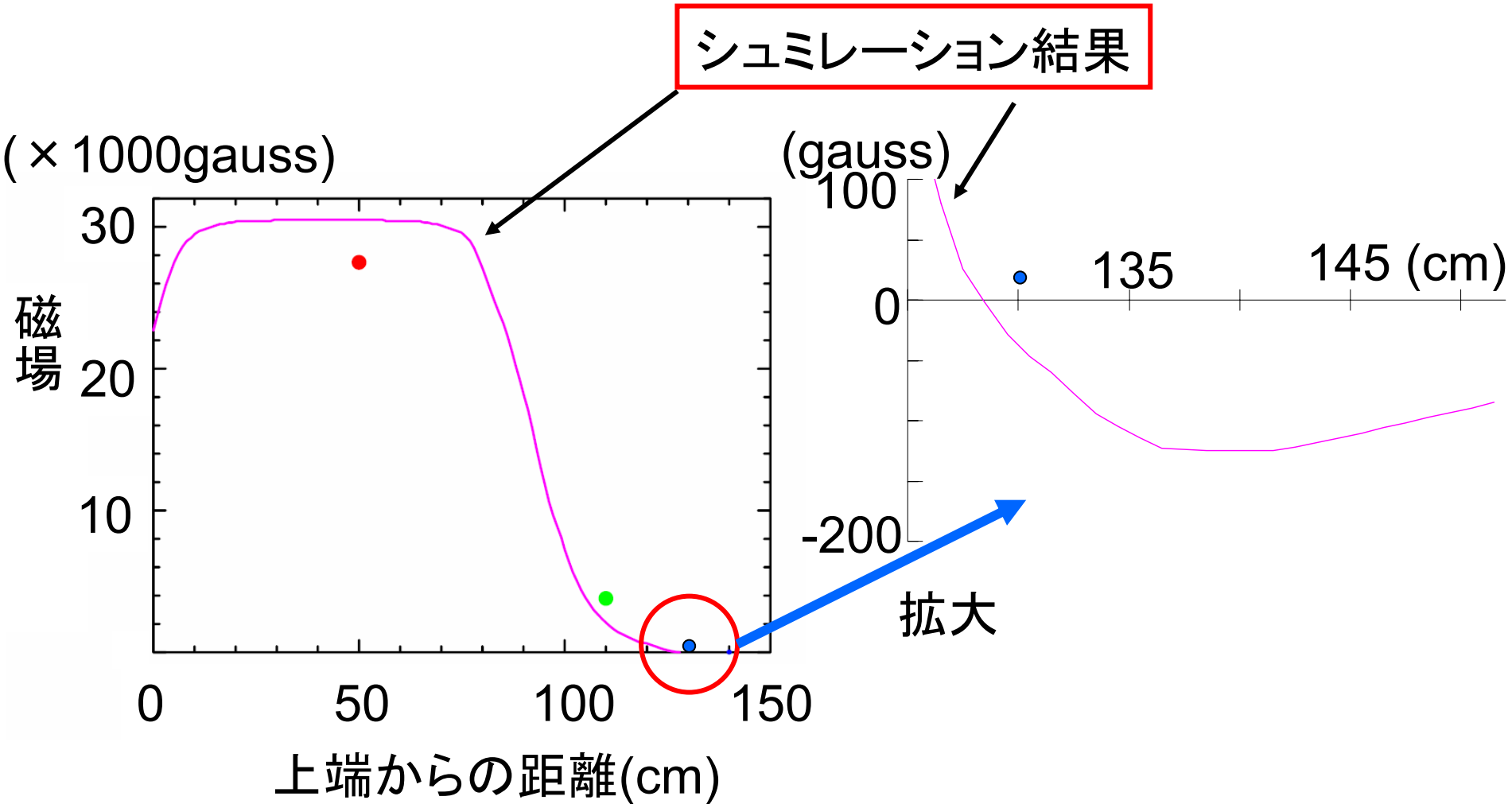


超伝導マグネット概略図

Detector stage: TES型マイクロカロリメータが、配置されるところ→低磁場が必要

シュミレーションも行った

シュミレーション結果と実験結果



●●●: (マグネット中心、backing coil中心、detector stage中心)各位置での測定点

考察

マグネット中心の実測磁場が、シミュレーションの値より10%ほど弱い。

原因: ホール素子の較正の誤差

測定上の問題(ホール素子の傾き、位置)

Detector Stage上での磁場が、カロリメータが正常に動作できる範囲(~ 1 gauss)を超える。

→磁気シールドで防ぐ。

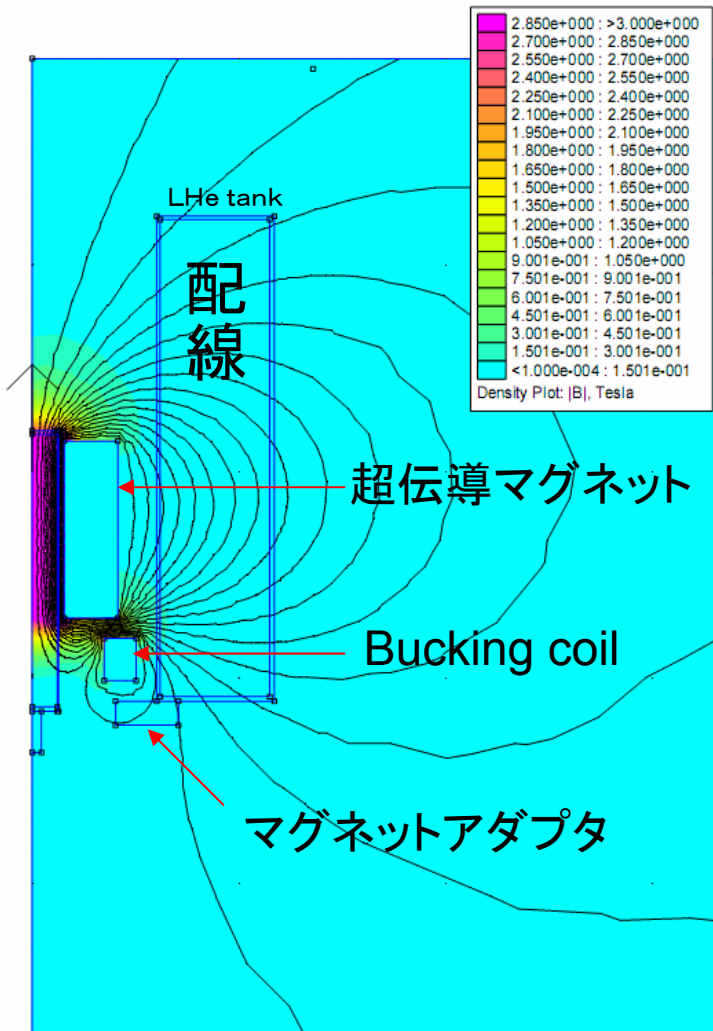
まとめ

ホール素子を校正し、超伝導マグネットの磁場分布をシミュレーションではなく、実測で確認

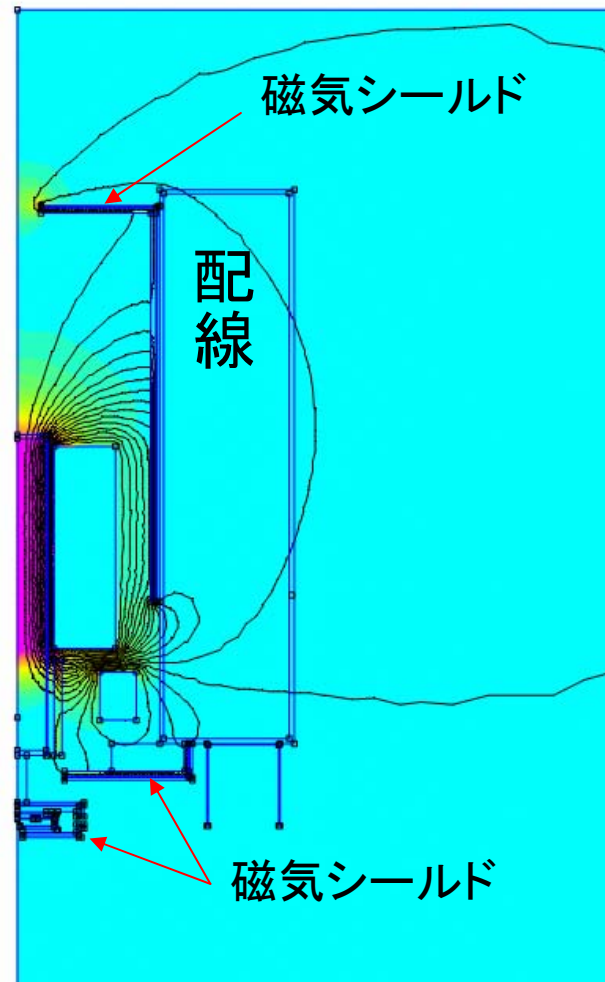
今後の課題

- ・違う方法でのホール素子校正→
異なったコイルでも測定し、磁場の計算値とも比較する
- ・磁場の測定点を増やし、効果的な磁気シールドを設計する

超伝導マグネットの磁場分布 磁気シールドのシュミレーション



磁気シールドなし



磁気シールドあり