

μ SR法を用いた鉄微粒子の還流磁区構造の検出について

武田

平成 15 年 7 月 15 日

1 動機付け

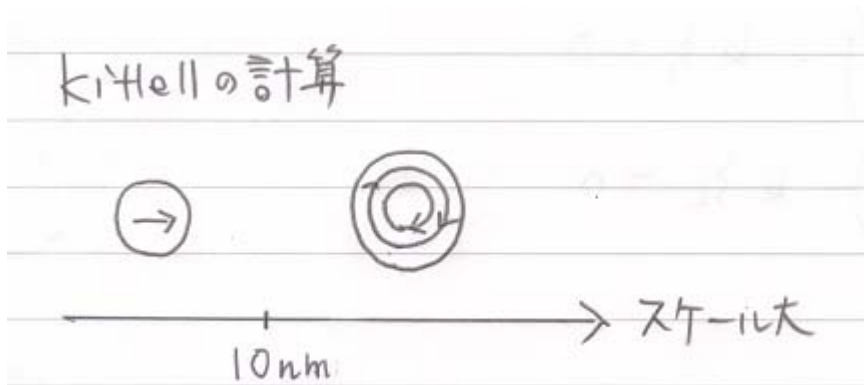
μ SR は物質の内部磁場に関する情報をあたえる。これを利用し、存在するといわれている Fe 微粒子の還流磁区構造の存在を確かめる。100nm 以下では計測が難しく、確認自身あまり発表がないようである。ちなみに約 200nm の孤立平板ナノ粒子での還流磁区構造は確認されている。(雑誌「金属」より)

還流磁区構造の時計反転、反時計反転をデジタル情報とみれば、磁化ベクトルそのものを記録ビットとする磁気記録方法とは異なる概念の新磁気記録方法となり得る可能性がある。還流磁区構造の安定性、個々の粒子への磁化回転記録および読み出し方法の検討は、意義深いものであろう。

またさらに大げさに言えば、原子核は anapole という還流磁区をしめすとされている。鉄微粒子と原子核は、太陽系と原子ほどのスケールの違いは無い。

2 微粒子の性質

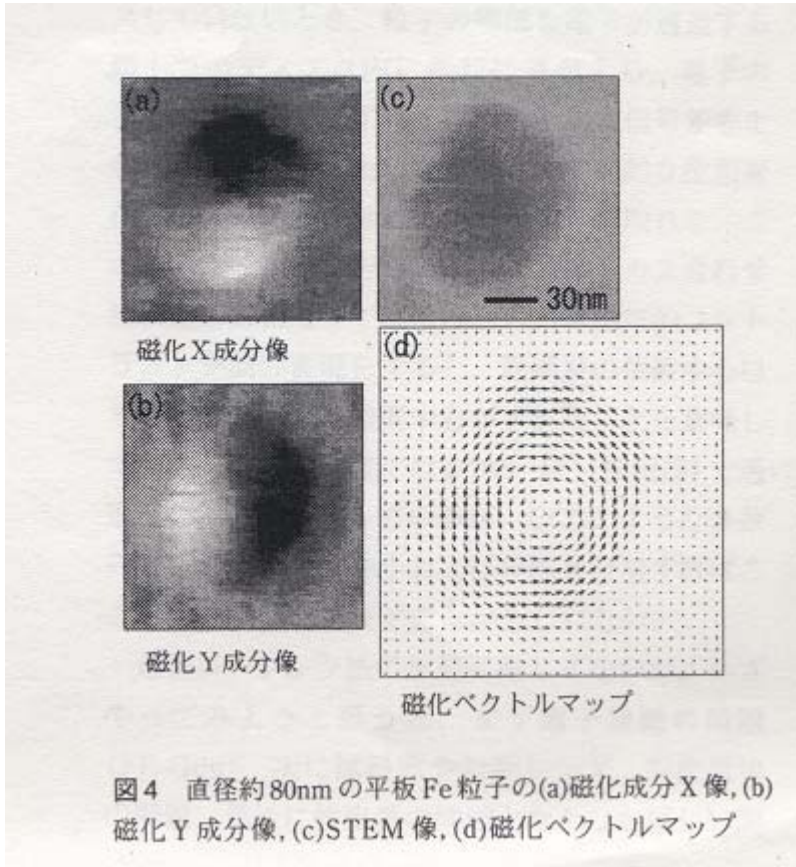
強磁性体は磁区構造をとるが、粒子の大きさが磁壁の厚さ程度以下になると単一磁区をしめすようになる。静磁エネルギーと交換エネルギーの競争により、スケールによって磁化の仕方が異なるといわれている。下図は kittel の計算によるものである。



3 孤立平板ナノ粒子

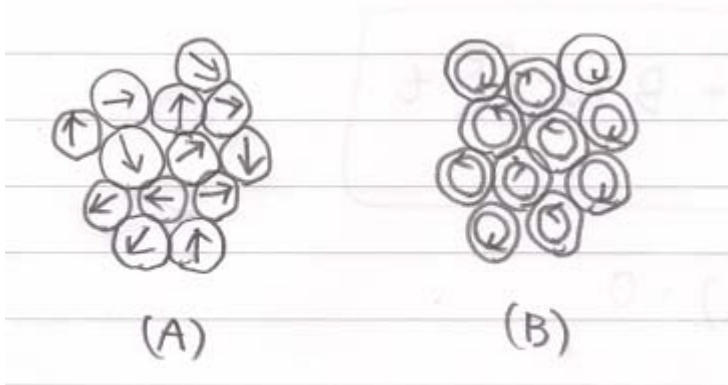
東京工業大学の中村吉男先生が走査ローレンツ顕微鏡でみた孤立平板ナノ粒子の還流磁区構造である。磁化ベクトルマップをみると、内部磁場は半径依存性を有しているようである。

これより、われわれがニラコで入手できる 30nm の鉄粉末でも還流磁区構造は存在することが期待できる。



4 μ SR 実験

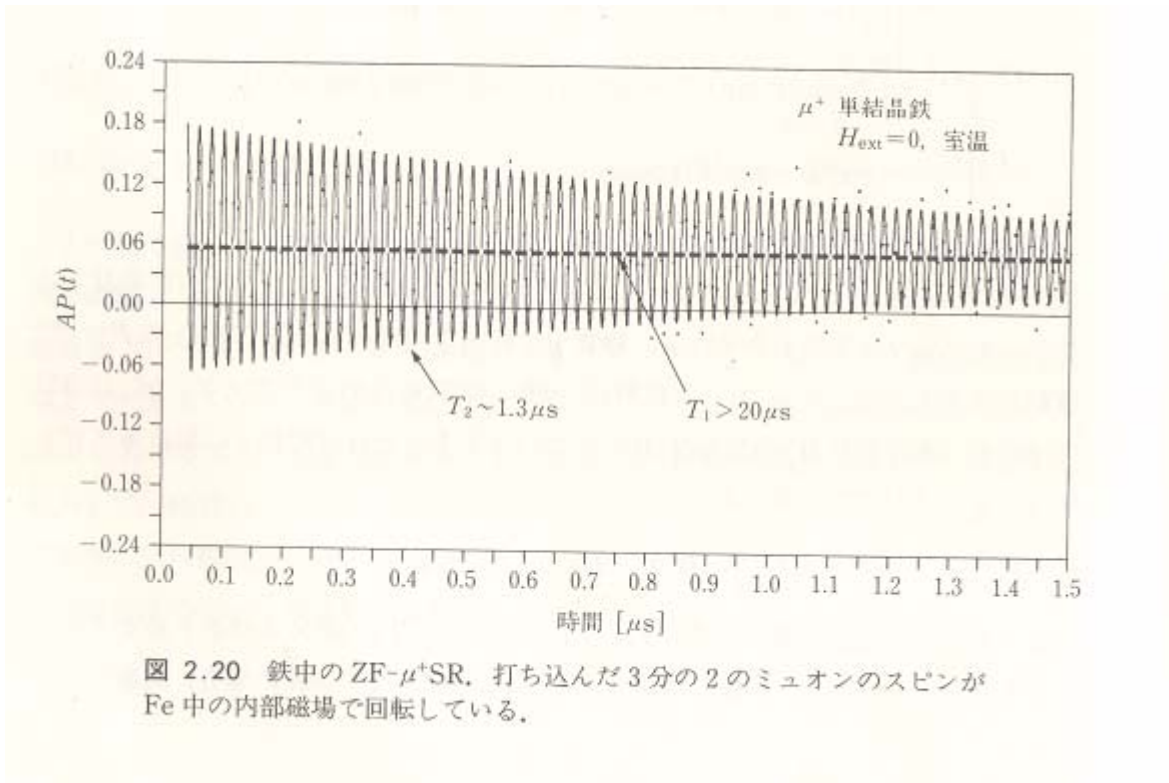
ZF- μ SR で実験をおこなう。



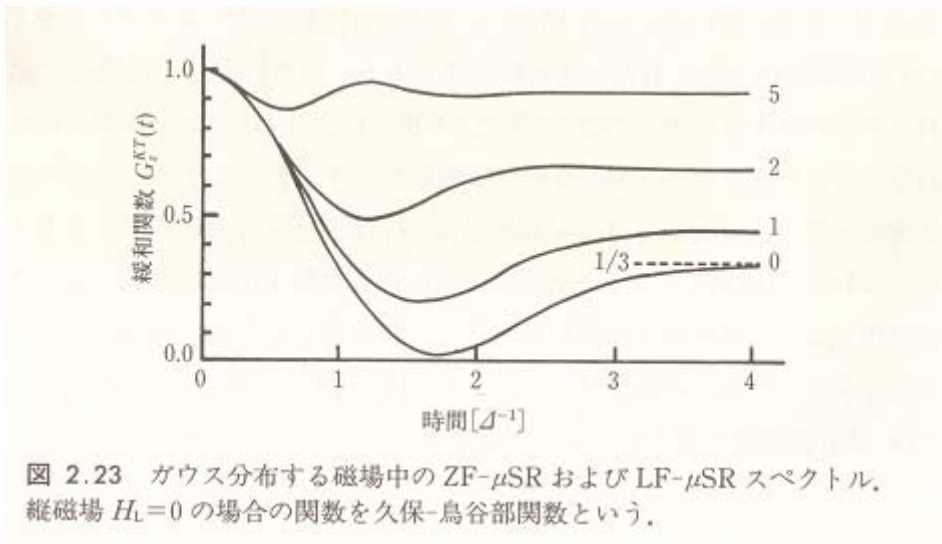
- (A) 内部磁場の強さが一定で、方向は等方的
- (B) 内部磁場は局所変化しているが、方向は等方的

とみなせるだろう。

(A) の場合、得られるスペクトルの概形は (物性測定の進歩 1 によると)



(B)の場合、内部磁場は、やってみないとわからないがもし0を中心とするガウス分布しているとすれば

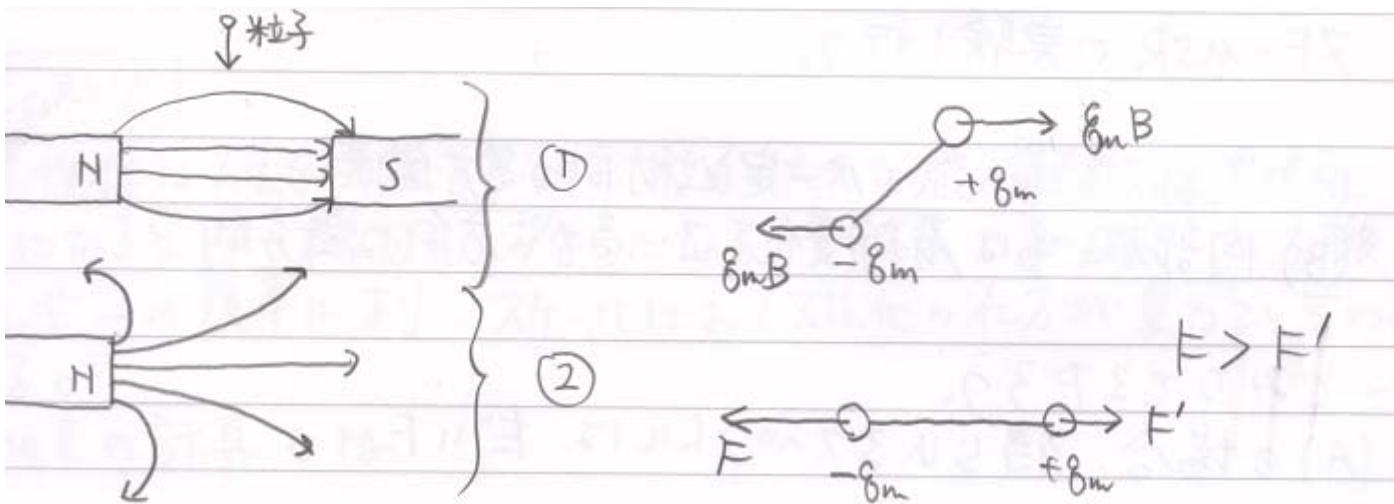


ZF- μ SR では図の一番下のようなグラフが得られるだろう。

だから μ SR を利用すれば両者の違いが明白に表れるだろうと予想される。ただしこの実験はできるだけ低温で行うことが望まれる。粒子が非常に小さいため熱動揺による内部磁場の時間変化の恐れがあるからである。しかも還流磁区構造の温度への依存がよくわからないので、できるだけ低温が望ましいだろう。

5 磁石を用いた予備実験

還流磁区構造があるのか無いのかもよくわからないのに μ SR にいきなり持っていくのは気が引ける。予備実験として以下を提案しよう。



もし還流磁区構造を示すならば、粒子は外部に磁場を生じさせないので、自由落下するであろう

う。しかし粒子が一方方向の磁区構造を示すならば、dipole とみることができて、領域 で偶力によってそのモーメントの方向をそろえられ、領域 で N 極にひきつけられ、軌道が曲げられると考えられる。

ただしこの実験は幾つかの問題点を有している。まず還流磁区構造が領域 で特定の方向に磁化されてしまう危険性がある。また、一方方向磁化粒子でも、だまになっていると全体として外部磁場を打ち消してしまう可能性がある。

これらの問題点の解決案は現在考慮中である。もちろんこの実験も低温であることが望ましいだろう。