

四極電磁石の残留磁場とHysteresis

ビームダイナミクスWG

15.Apr.2015

加速器第7研究系

上田 明

はじめに

- 1) 1月に行ったシールド内の磁場測定について
残留磁場・Hysteresis・ゼロ補正值

ただし良くわかってないところも多い。

⇒ 追加の測定をする。

- 2) 初期化運転用の測定について

消磁⇒初期化を基準したいという提案がある ⇒ 初期化用の測定をする。

どのような運転を想定したらよいかを、お聞きしたい。

(個数が多いので無駄な測定はしない方向で)

シールド内の磁場測定

※昨年の運転で、ヒステリシスや残留磁場がビーム調整に影響している可能性が指摘されていた。

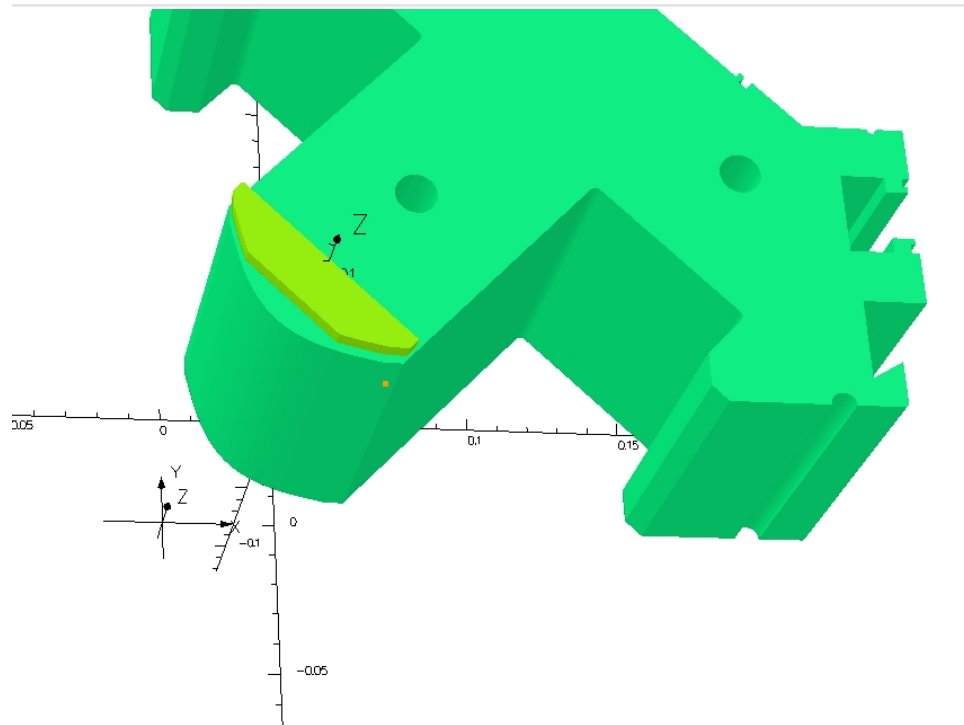
[M.shimada, "スタディのまとめ (Optics関連)", BDWG, 20140709]



シールド内で、ハンディガウスメータを使用した磁場測定を実施した。(1月)
(運転終了後及び消磁後の残留磁場、Hysteresisなど: 主に南側直線部)

本当は、Hysteresisで残った残留磁場が、消磁で無くなる事を測定しようと思ったが・・・そうでは無かった。

磁場の測定方法

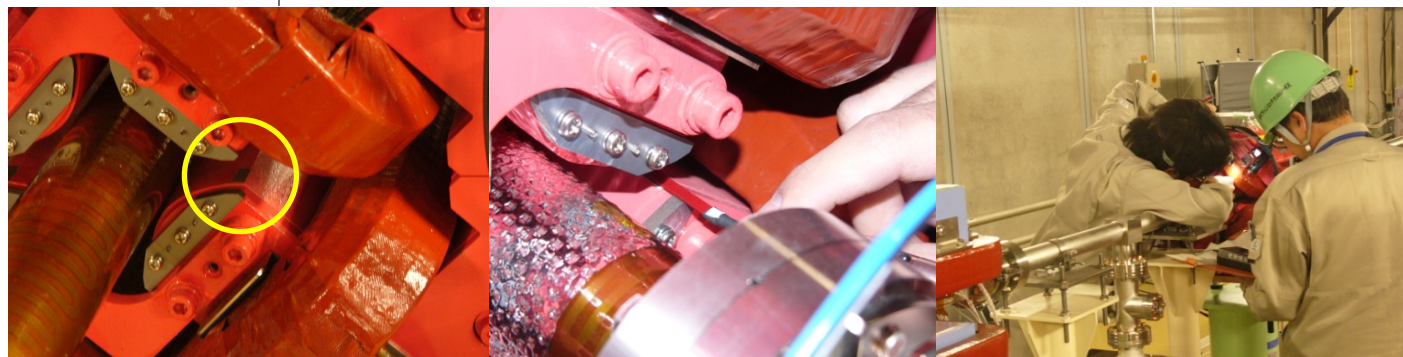


測定位置: 磁極端の積層基準面
(塗装の塗ってない箇所にプローブを置く)

測定箇所: 16点(1磁極に4点×4磁極)

ただし、手が入らない部分は省く

測定はNATの沼田さん、浅川さんに依頼



残留磁場の測定結果

南直線部	消磁前 (測定点の)		消磁後 (測定点の)	
	磁場 [gauss]	標準偏差	磁場 [gauss]	標準偏差
QMIM01	3.406	0.686	4.919	0.593
QMIM02	1.588	0.647	4.800	0.443
QMIM03	2.281	0.413	3.819	0.436
QMIM04	1.463	0.643	8.606	0.767
QMIL01	2.694	0.442	4.956	0.556
QMIL02	0.669	0.525	3.213	0.511
QMIL03	2.381	0.994	5.350	1.037
QMIL04	0.525	0.225	2.194	0.556
QMLC05	0.350	0.235	5.650	0.691
QMLC06	1.648	0.397	4.013	0.458
QMLC07	0.346	0.132	3.602	0.327
QMLC08	6.679	0.523	5.831	0.748
QMIM05	3.033	0.676	1.804	0.524
QMIM06	2.429	0.943	2.642	0.443
QMIM07	2.606	0.652	2.908	0.404
QMIM08	1.331	0.385	1.788	0.677
平均	2.089	0.532	4.131	0.573
標準偏差	1.511		1.733	

その他	消磁前		消磁後	
	磁場 [gauss]	標準偏差	磁場 [gauss]	標準偏差
QMAM04	7.783	0.711	8.392	0.601
QMAM03	7.863	0.628	8.600	0.609
QMAM02	6.281	1.205	7.356	1.116
QMAM06			5.900	0.602
QMIR05	4.406	0.596	7.388	0.807

残留磁場:

運転後:0.3~6.6[gauss]

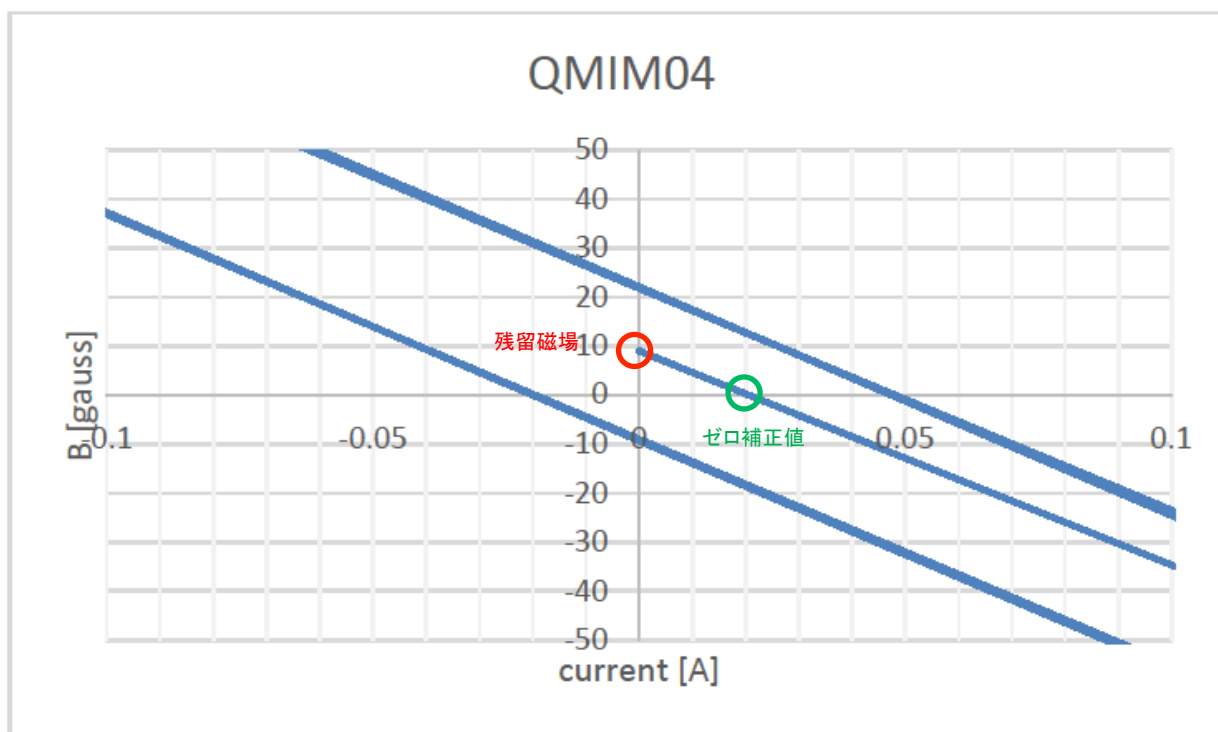
消磁後:1.8~8.6[gauss]

消磁後も残留磁場が残り(??)

さらに運転後よりも大きい(??)

消磁後の残留磁場は残るが、再現性あり

Hysteresis及びゼロ補正值



QMIL01とQMIM04で測定

残留磁場でゼロ点がずれている

保持力にあたる電流値は
0.036A(ゼロ点を補正)

実際に電流を流して、磁場ゼロの値を測定(ゼロ補正值)

	[gauss]	[A]
	残留磁場	ゼロ点
QMIM04	9.1	0.02
QMIL01	5.3	0.012

傾きの方向は、磁場(プローブの方向)の定義による

1月の測定はここまで

残留磁場・Hysteresis による誤差

設定電流値は、実は小さい
Normal modeでは0.55Aが最高
LCS modeでも、最高2A 1Aクラスが5個



測定された残留磁場・Hysteresisによる誤差
は、すぐに10%、20%、・・・となる可能性がある。
[Opticsの測定などの誤差になる]
(中村さん・島田さん)



消磁後の残留磁場は再現性がある。
ゼロ補正值は、残留磁場の値から出せる。
[消磁後にゼロ補正して再現性を担保]



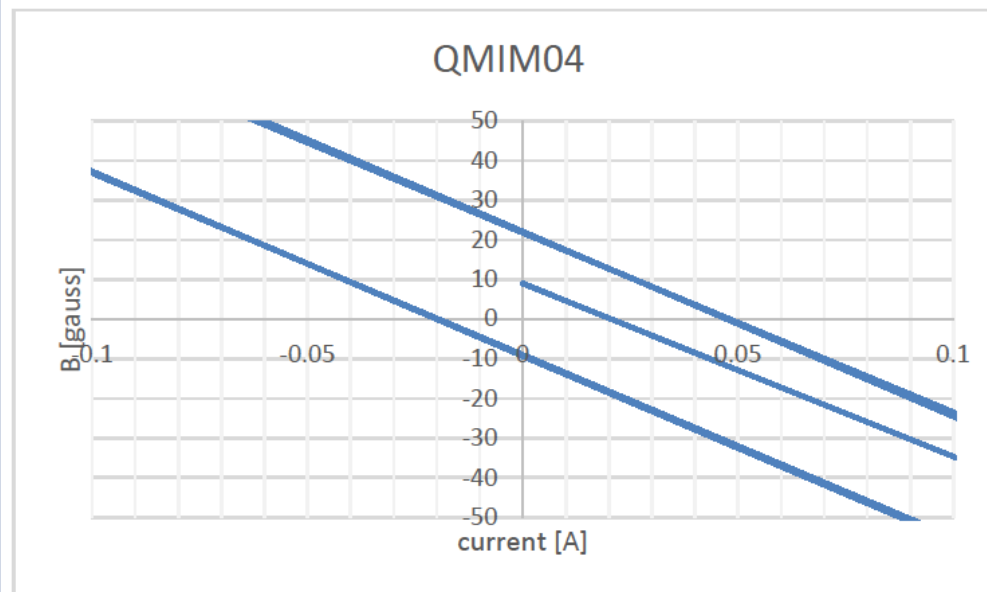
南直線部についてのゼロ補正值を計算

Optics はlattice wikiより

name	Optics for LCS		Optics for normal	
	K [m ⁻²]	I [A]	K [m ⁻²]	I [A]
QMAM01	2.672	0.197		
QMAM02	-0.504	-0.037		
QMAM03	2.375	0.175		
QMAM04	-2.670	-0.197		
QMAM05	-1.833	-0.135		
QMAM06	-0.012	-0.001		
QMAM07	-1.179	-0.087		
QMAM08	2.580	0.190		
QMAC01	1.370	0.101		
QMAC02	-2.447	-0.180	LCS modeと同じ	
QMAC03	3.338	0.246		
QMAC04	-2.717	-0.200		
QMF01	-2.079	-0.153		
QMF02	7.531	0.554		
QMF03	-1.840	-0.135		
QMF04	-1.840	-0.135		
QMF05	7.531	0.554		
QMF06	-2.079	-0.153		
QMM01	-1.946	-0.143		
QMM02	2.157	0.159		
QMM03	-1.312	-0.097		
QMM04	2.806	0.207		
QMR01	-2.079	-0.153		
QMR02	7.531	0.554		
QMR03	-1.840	-0.135		
QMR04	-1.840	-0.135		
QMR05	7.531	0.554		
QMR06	-2.079	-0.153		
QMM05	-6.191	-0.456	0.369	0.027
QMM06	7.610	0.560	3.134	0.231
QMM07	-3.461	-0.255	-1.984	-0.146
QMM08	-1.152	-0.085	-2.008	-0.148
QML01	-2.580	-0.190	-2.580	-0.190
QML02	2.023	0.149	2.023	0.149
QML03	-1.950	-0.144	-1.950	-0.144
QML04	2.333	0.172	2.333	0.172
QMLC01	-26.462	-1.948	-1.179	-0.087
QMLC02	10.663	0.785	0.000	0.000
QMLC03	-14.135	-1.041	0.000	0.000
QMLC04	13.340	0.982	0.000	0.000
QMLC05	13.340	0.982	0.449	0.033
QMLC06	-14.135	-1.041	0.000	0.000
QMLC07	8.158	0.601	0.000	0.000
QMLC08	-12.690	-0.934	0.000	0.000

ゼロ補正值(南直線部)

南直線部	残留磁場 [gauss]	ゼロ補正值 [A]	
QM M01	4.919	0.011	
QM M02	4.800	0.011	
QM M03	3.819	0.009	
QM M04	8.606	0.019	
QM L01	4.956	0.011	
QM L02	3.213	0.007	
QM L03	5.350	0.012	
QM L04	2.194	0.005	
QMLC01	-1.475	-0.003	20150217測定
QMLC02	7.100	0.016	20150217測定
QMLC03	5.500	0.012	20150217測定
QMLC04	5.500	0.012	20150217測定
QMLC05	5.650	0.013	
QMLC06	4.013	0.009	
QMLC07	3.602	0.008	
QMLC08	5.831	0.013	
QM M05	1.804	0.004	
QM M06	2.642	0.006	
QM M07	2.908	0.006	
QM M08	1.788	0.004	



傾きはどの電磁石も同じなので、QMIL01とQMIM04の測定値から比例常数を導き、各電磁石の残留磁場にかけた。

比例常数 = 0.002230977

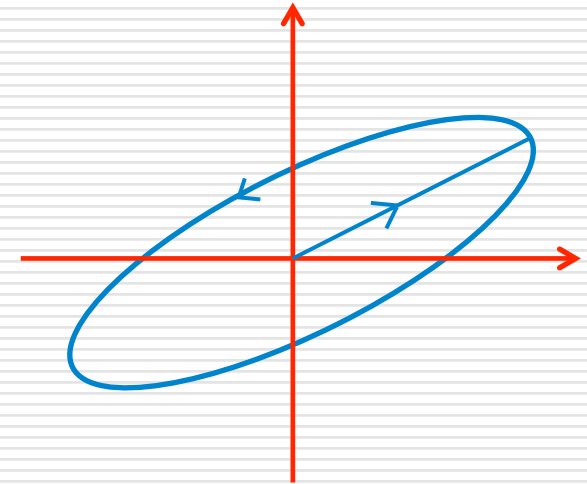
2015/02/18

消磁 ⇒ 初期化

標準を消磁 ⇒ 初期化にしたい

※いちいち消磁するのは面倒
(消磁の効果は1回だけ)

※初期化ループに乗るように値を変えれば磁場は再現



初期化用に測定をする予定

どうなるでしょうか???

ループの大きさがどの程度?

(±5Aは大きいかな? ..では何Aが最適かな?)

±5A, ±3A(LCS?) .. ±1A(normal?)

そもそもすべてをループで回せる??

(ループで回さないと、Hysteresisの影響を受ける)

10cmの四極も測定が必要??
(間隔が狭くなって測れない物もある。)

シケインの電磁石も初期化を基準???

四極の設定を変える運転

※最初の設定 [モードの切り替え(normal ⇔ LCS)]
初期化(±5A)後loopに沿って設定[帯名さん] (すでにある)

※Q-scan
loopに沿った測定が出来るか？
Q-scan [高井さん], 5Q-matching [宮島さん]

※四極の中心通し
現状[マニュアル]は、設定値 $\pm K=1$ でQを振る
少しずつ上に動くはず(どのくらい？)
loopで回すのは無理？

※微調
loopで回すのは無理？
では、どの範囲を微調とする??
(微調を想定した測定で誤差を見積もる???)

※その他 何かありましたでしょうか??

終
