

# PCB型磁気プローブ計測の引継ぎのようなもの

2018年4月23日 1:29

**目的：** 高速リコネクション加熱機構の検証

→プラズモイド放出と非定常リコネクションのかかわりが重要な要素となっているのでは？

X点付近の詳細な磁場構造を計測

**背景：** p d f 参照（小特集：プラズモイド放出と非定常リコネクション）



jspf2013\_1  
1-769()

**参考文献：** 林由記，電気学会（2012），D論



hayashi\_d



3a\_07



19-L053

Y.Ono, Phys. Plasmas(2011)



POP11YOn  
o

S.Dorfman(MRXの論文，2013,2014)，



Dorfman\_et  
\_al-2013-...



S\_Dorfman  
\_2014\_pop

W.Daughton（2006：シミュレーション）



Daughton\_  
2006\_pop

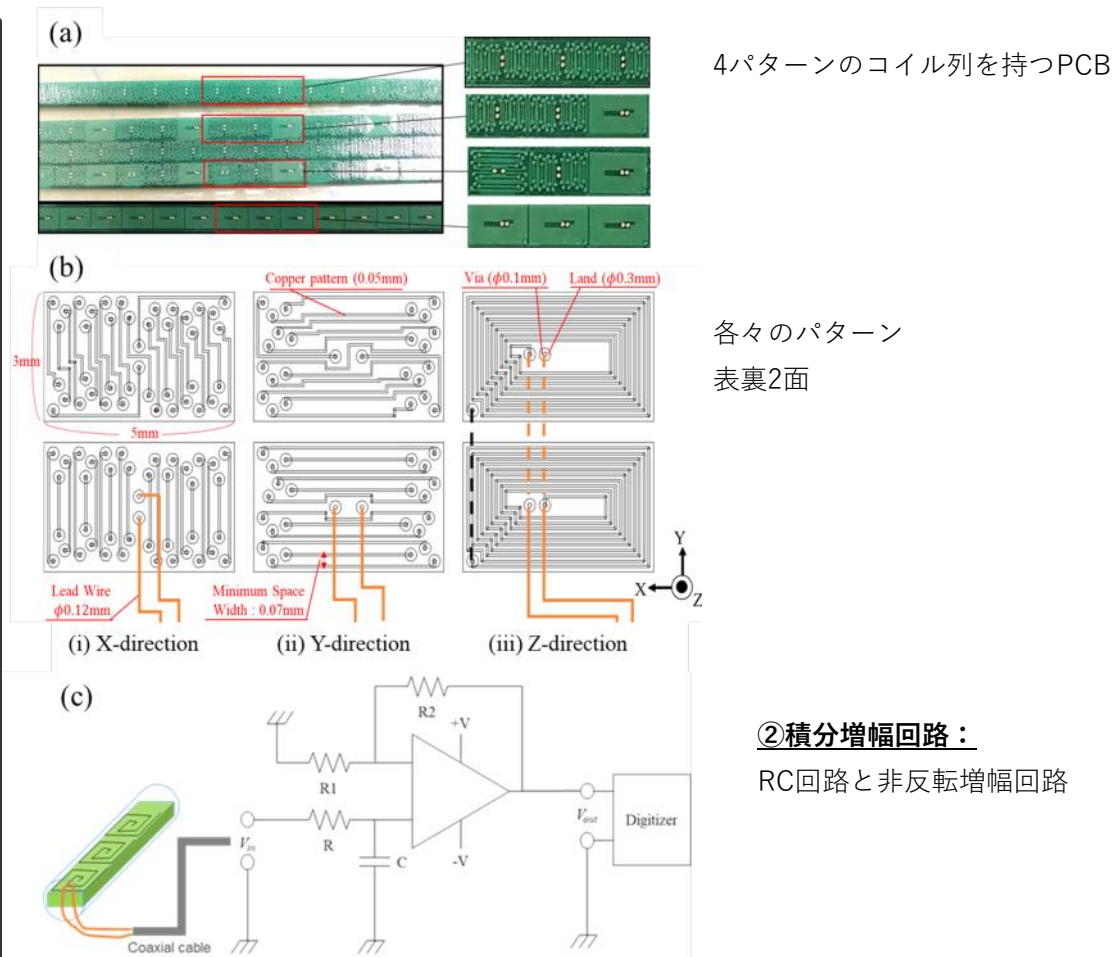


Daughton\_2006\_pop

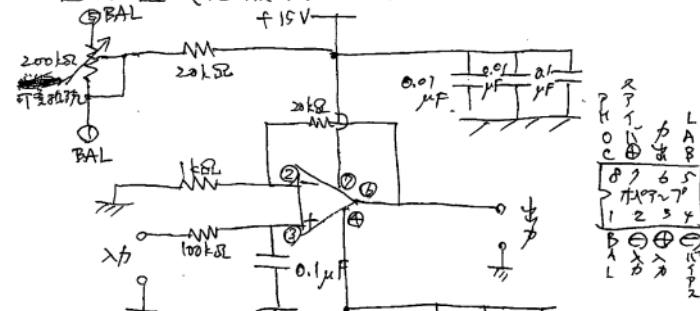
など

現状：

①PCBコイル：PCB型コイルパターン設計→株式会社RITAに発注→板状に数列のパターンが印刷されているのものが納品→別の会社で1列ずつ3mmの細い板にカット加工



・回路図（基板から読み取り誤りありかも）



昨年度

積分回路

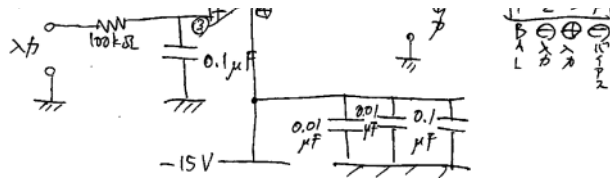
$R=100\text{K}\Omega$   $C=0.1\mu\text{F}$

時定数 $RC=10\text{ms}$

非反転増幅回路

$R1=1\text{K}\Omega$

$R2=10\text{K}\Omega$ （この図には20Kと書いてあるが実際10K）



$R_2 = 10K\Omega$  (この図には20Kと書いてあるが実際10K)

増幅率  $A = 11$  倍



伊井さん回路図

今年度は積分器新設(以前今澤さんが作って柏においてあったものを抵抗値変えて再利用)

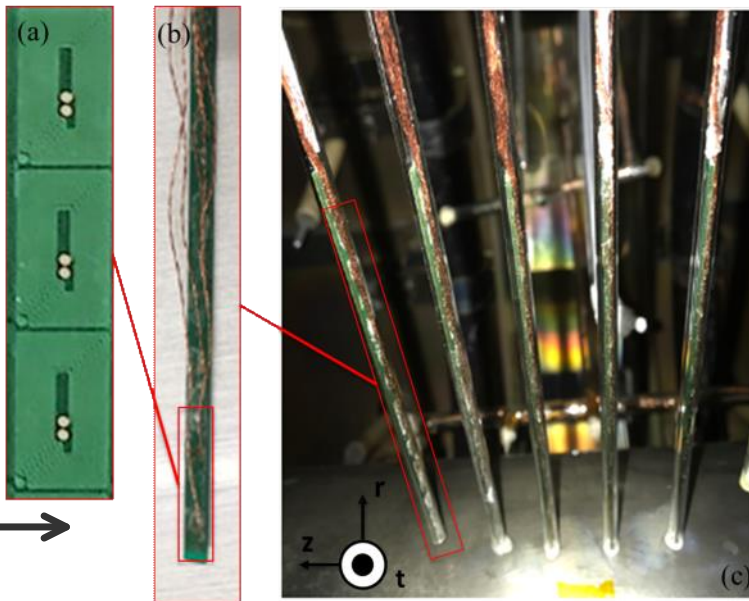
積分回路

$R = 3K\Omega \rightarrow 500\Omega$   $C = 2.2\mu F$

時定数  $RC = 66ms \rightarrow 1.1ms$

非反転増幅回路

増幅率  $A = 11$  倍だった気がする(要確認)



### ③磁場計測：

コイル一つひとつにエナメル線はんだ付けしてプローブ作成(b)，ヘルムホルツコイルで校正後  $\phi 5mm$  (←ポートの内径による) ガラス管に挿入し，TS-3に挿入  
図の向きで  $B_z$  計測。最低限角度調整必要

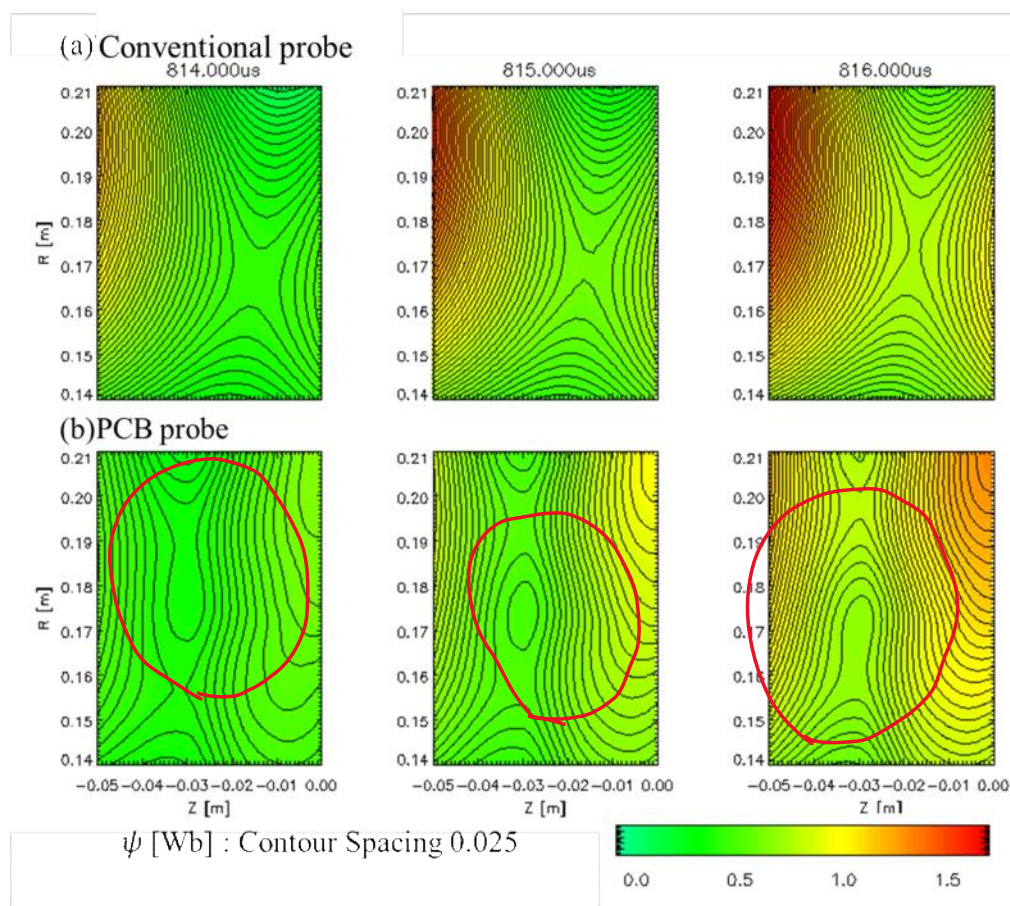
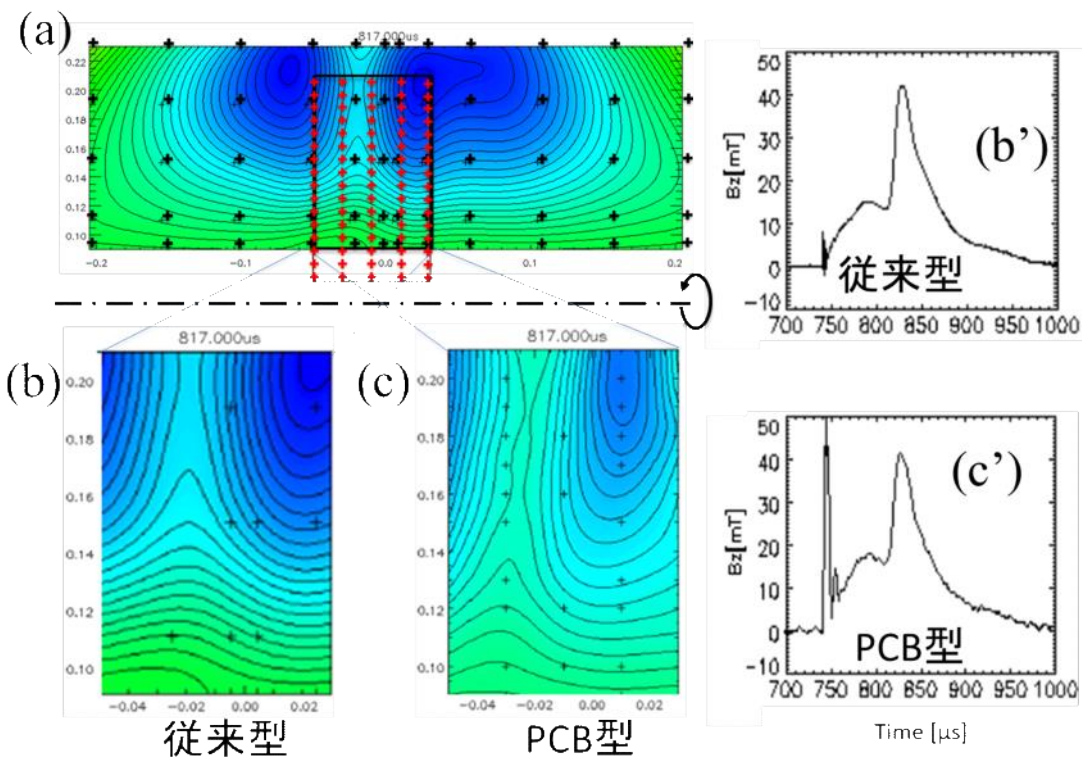
④デジタイザ関係：昨年度はデジタイザはシールドルーム内のCAMACのCC7700というのを使っていた。

積分器とともに約300ch弱あるが，多くは曹さんが使うので今年は使えない模様。

→今年度はレーザー室にDATA-Qを新設。動作は確認済み。マニュアルあり。

積分器とともに未配線。配線完了しないとまだ計測できない状況。

⑤結果：ノイズ大きい波形がほぼ一致していることからおよそ計測できている。高精細計測のおかげで細かい磁気面がかけた。プラズモイド or flux rope[S.Dorfman 参照]のような構造がみえた？



**まとめ**：現状では昨年度PCBプローブの基となるパターンを設計し実際にプローブの試作し2D磁場計測を行った。



主な結果としては、PCBでプローブ作ったら細かく高精度の計測できたよー。ってところです。その中でプラズモイドのような閉じた磁気面が計測できた可能性がある！今後のさらなる計測・解析に期待！！ってところで終わります。

## 今後やること：

### わかっていないこと・これから調べたいこと：

- ①計測でプラズモイドみたいなのが見えたって言ったけど（まあ実際に磁気面に出ているし一応出てる？）、実際はどうなんだ？本当にプラズモイドなのか、それともflux rope的な構造なのか。以前のデータはあまりショット数稼げずデータ数も少ない。本当はどういう構造なのか追実験による検証。
  - ②もし追実験でも同じような構造が見られるなら、どうして・どういう条件で構造ができるかパラメータを変えて実験してどういう傾向があるか調べる。
  - ③この磁場の構造と加熱の関連性があるかどうか調べる。ドップラーイオン温度計測やほかの計測データと比較して磁場構造による加熱機構の関連性がなにかわかればとりあえず（個人的には）今年の目的達成！昨年度はドップラーと同時計測できていないので。
- その他：他になにか自分で調べたいことがあれば後々やっていってください。

**まず計測に入るためのセットアップ：**以前は積分器・デジタイザ数の不足で曹さんと一緒に実験できなかったりして大変だったので、新設しセットアップ中→これが済まないと思うところまで行けない！！

#### ① 配線：

装置（TS-3U）のそばの端子盤から2階のレーザー室の積分器へケーブル配線  
積分器からデジタイザに配線

#### ② 積分器：

- ・電池をさすコネクタあってないので部品取替え（部品はもう買ってある）
- ・R変更。最短で必要チャンネル数やればOK。
- ・2階にあるのでシールドルームからスイッチオンオフできるようにリレー回路配線（リレー回路自体はもともとあるので下から線引いてくるだけ）

### 計測（DATA-Q使用）：



Setting up  
and using...

まずは↑のpdfでDATA-Qやらの環境設定はしておこう！これ結構時間かかる。  
そのうえで、軽く手順説明↓

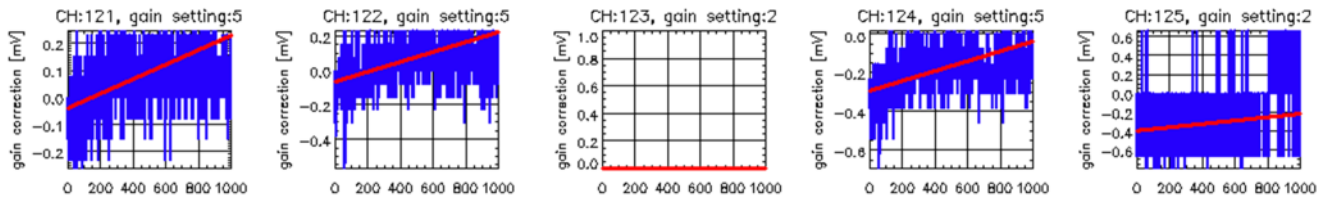
#### 実験：

FourierというPCの電源ON（DATA-Qがこことやり取りして、データを入れていく）。  
有線LANでDATA-Qを内部ネットワークにつなぐ（じゃないとFourierにつながらない）。  
デジタイザ3基Master→Slave 1→Slave 2の順番でオンにする。  
PCからFourierにSSH。（コマンド：ssh -l fourier 192.168.1.140 パス：Joseph だったかな、マニュアル参照）  
DATA-Qのショット番号作る。Shot.00 →トリガ待ち状態にする。（CS studioというソフト使用）  
積分器の電源を入れる（ランプが点灯しているか確認）

ショットを打つ

※向きを合わせるためPF, TFそれぞれのみの真空磁場を取っておく

※Bz方向をとる場合, TFだけ打った時に信号がなるべく出ないようにする。(B tを取らないように)



解析: (まだDATA-Qからはやったことないのでこれから一緒にやりましょう。)

MDSplusにデータが入っているはず。IDLやらでデータ読み込み。

以下URL参考

[www.mdsplus.org/index.php?title=Documentation:Tutorial:DataAccess&open=38101832318169843162415089&page=Documentation%2FThe+MDSplus+tutorial%2FAccessing+MDSplus+data+in+Fortran%2C+IDL%2C+MATLAB+and+C+%28old+style%29](http://www.mdsplus.org/index.php?title=Documentation:Tutorial:DataAccess&open=38101832318169843162415089&page=Documentation%2FThe+MDSplus+tutorial%2FAccessing+MDSplus+data+in+Fortran%2C+IDL%2C+MATLAB+and+C+%28old+style%29)

IDLの場合多分こんなかんじ。。?

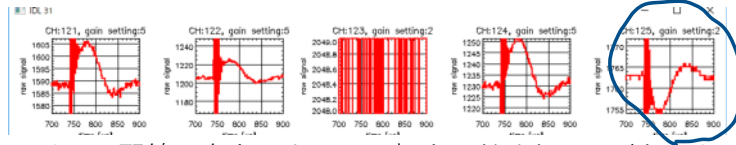
```
cd,"C:\Program Files\MDSplus\idl"
```

```
mdsconnect,'192.168.1.140'
```

```
mdsopen,'実験の名前',ショット番号
```

```
mdsvalue (読み込みたいデータの名前)
```

信号が出たら極性合わせる。PFのみのショットで反対になっているCHにマイナスをかけてどっちかにそろえる。



コイルの配線の向きによって反転するだけなのでどちらかにそろえればいだけ, ±どっちでもOK。ここでそろえた向きに今後の計算はそろえる。

コイルの位置情報をいれて  $r-z$  平面上で  $B_z$  補間。補間した  $B_z$  を  $r$  方向に積分して  $\psi$  の  $r-z$  分布。

$\psi$  の  $z$  微分で  $B_r$ ,  $J_t = \frac{1}{\mu_0} \left( \frac{\partial B_z}{\partial r} - \frac{\partial B_r}{\partial z} \right)$ ,  $\psi$  の時間微分で  $E_t$ ,  $E_t/J_t$  で抵抗  $\eta$  などなどが計算できる。