

Lamb Shiftの観測

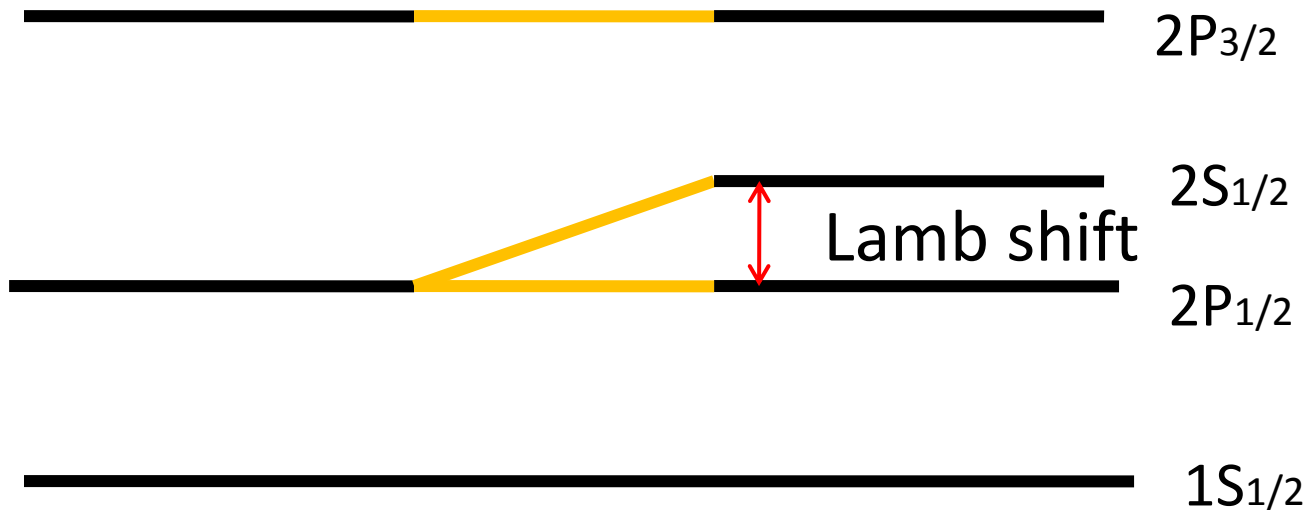
石山、土橋、林野、吉田

実験の動機

- 過去三年間にわたって先輩方が行っていた実験を引き継ぎ、今年こそはLamb shiftを観測したい。

概要

- Lamb Shiftとは、Dirac理論によると縮退しているが、QEDによると生じているはずのエネルギー準位の差である。



実験の流れ①

- 水素分子を熱したタングステンチューブに通すことにより解離させ、1S水素原子をつくる。
- 1S水素原子に加速した電子を衝突させ、2S水素原子をつくる。
- それに電磁波(rf)を照射し、2P水素原子に遷移させる。
- 2P水素原子は寿命が短いので、増倍管に届く前に1Sに落ちる。

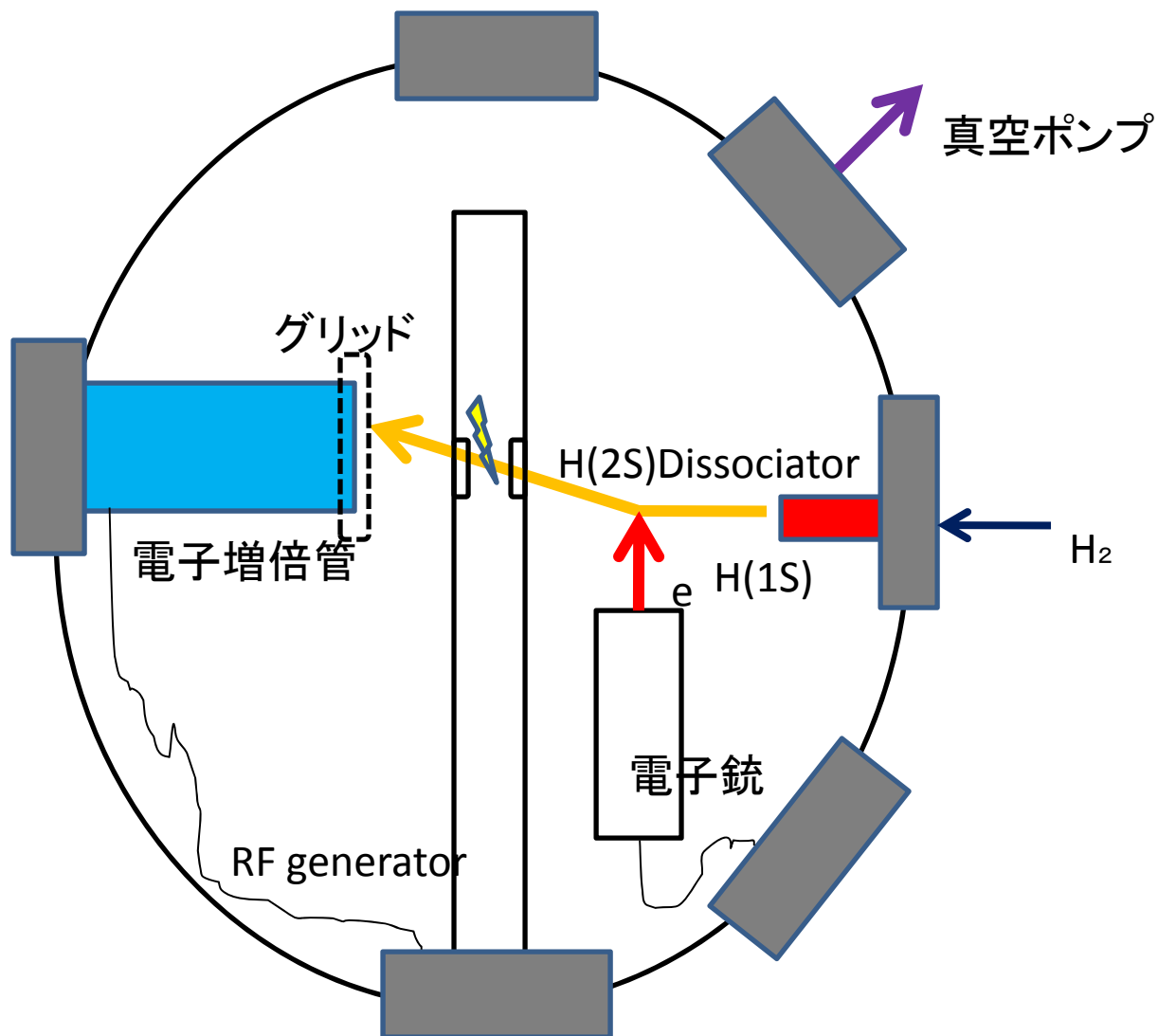
実験の流れ②

- 増倍管は2Sは検出するが、1Sは検出しない。
- RFの周波数を変化させて、カウント数が最小になる周波数を探す。
- その周波数から、Lamb shiftに対応するエネルギー差がわかる。

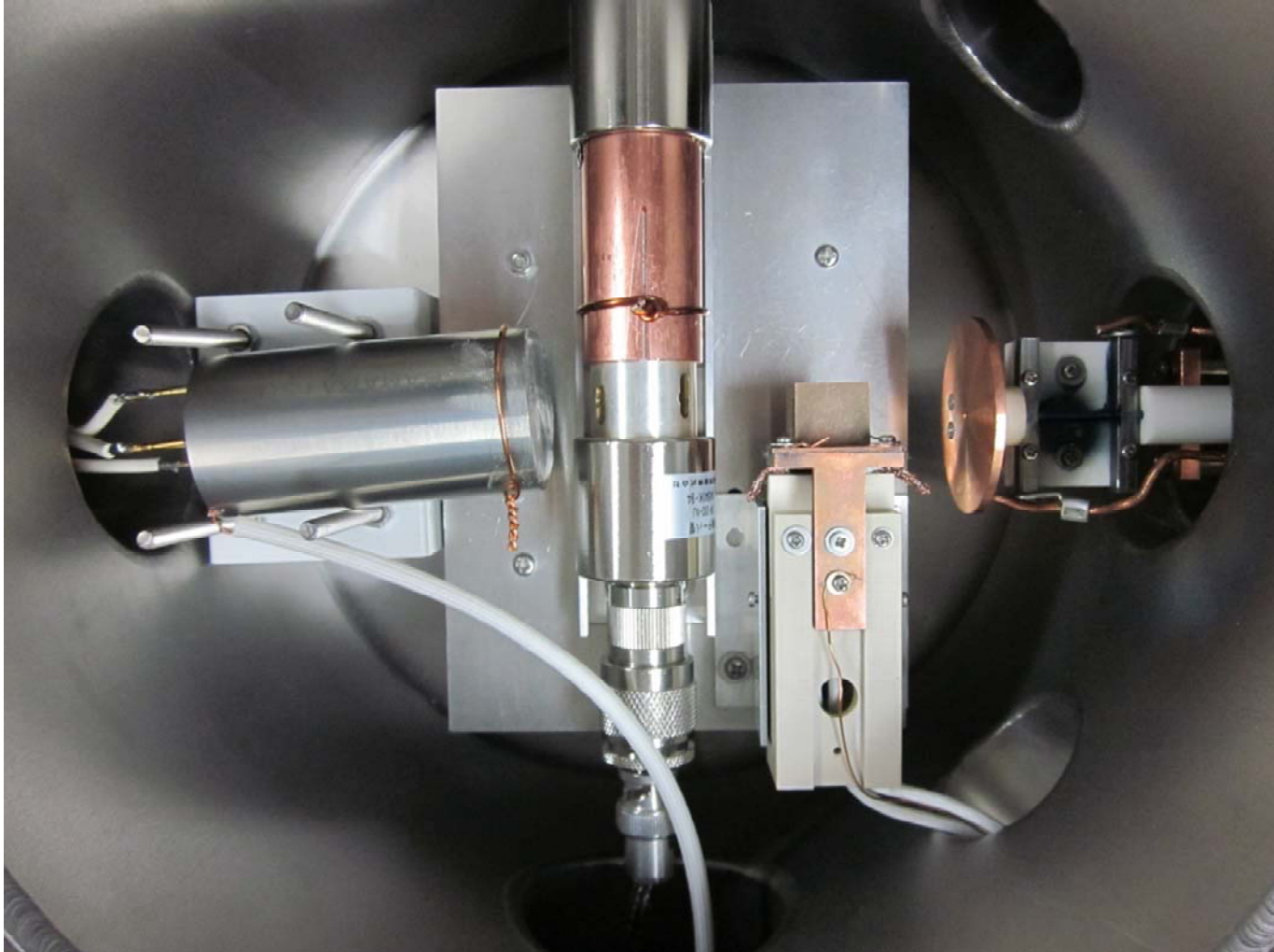
装置の外観



実験装置



実験装置

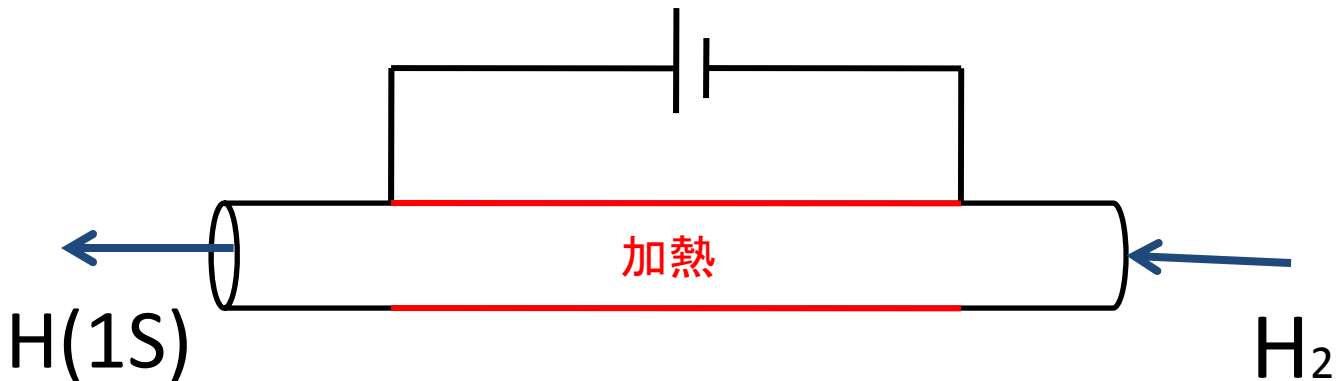


実験方法①

先に真空中に引いておく($\sim 10^{-3}$ Pa程度)

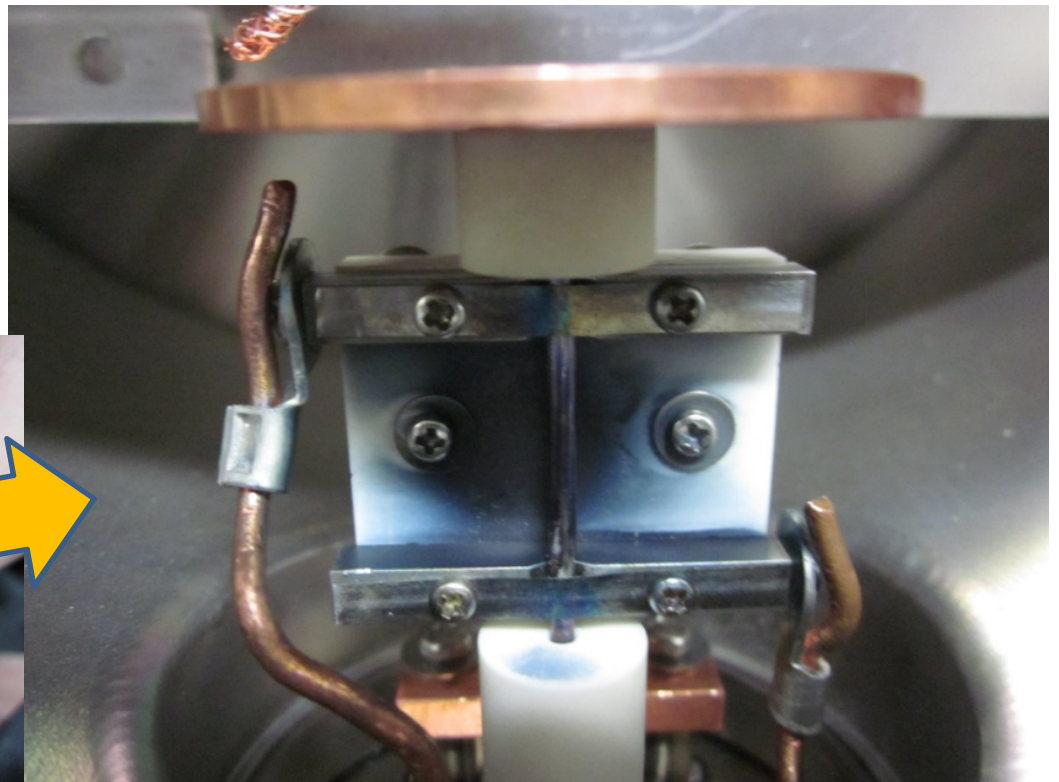
1S水素原子を作る。

- 加熱したタングステンチューブに水素を流す。



Dissociator

Dissociatorは、タングステン板をくるくる巻いて作成した。

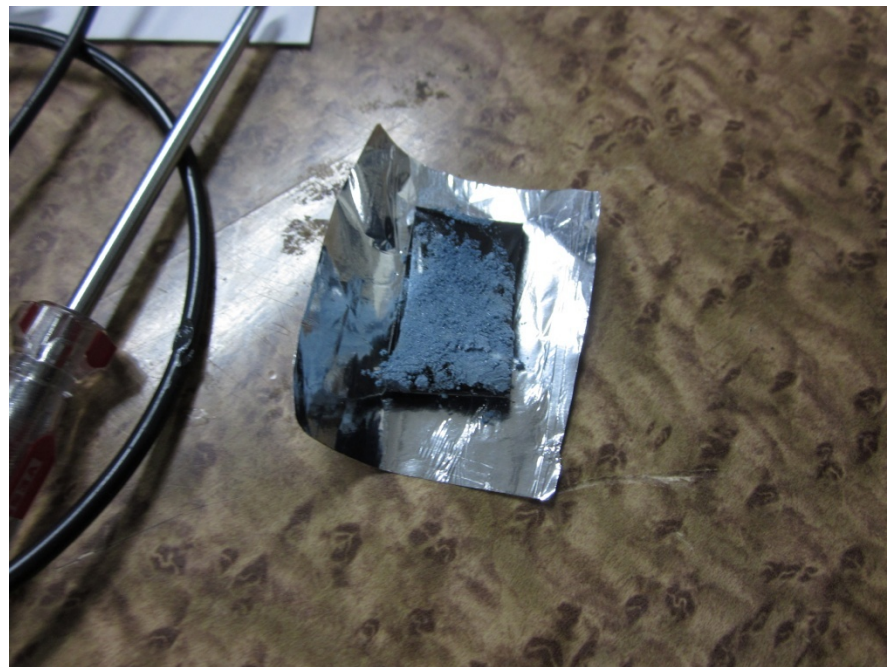


1s水素原子の確認

- 酸化モリブデン(MoO_3)を用いた。



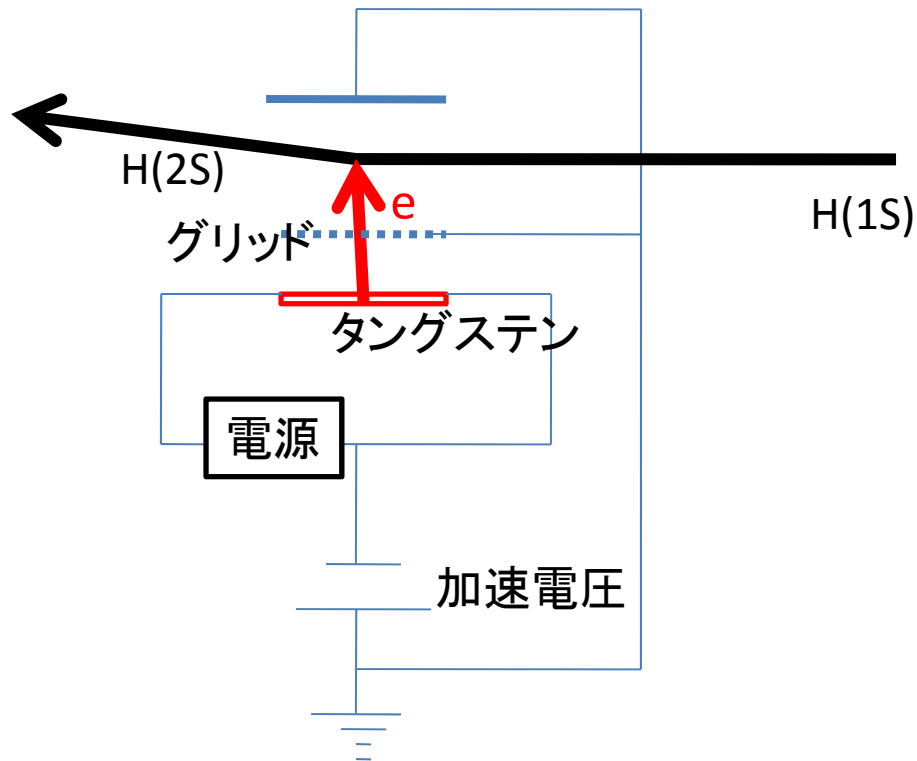
反応前



反応後

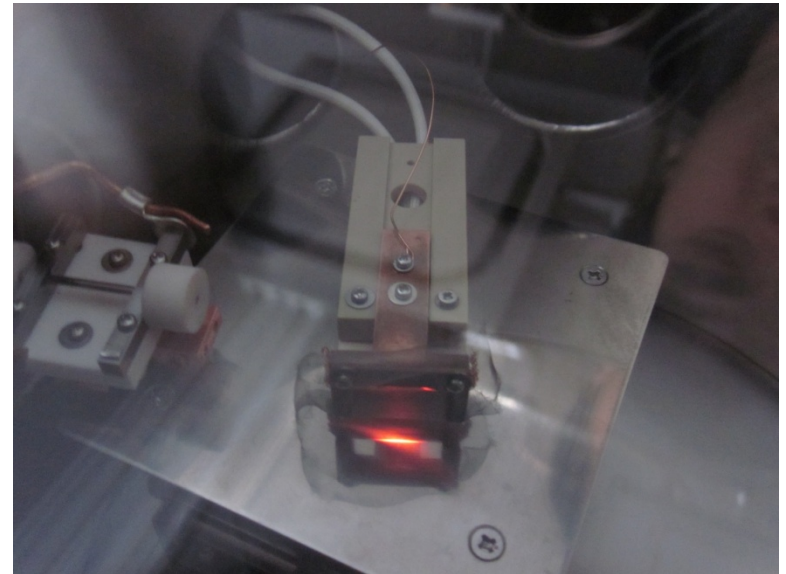
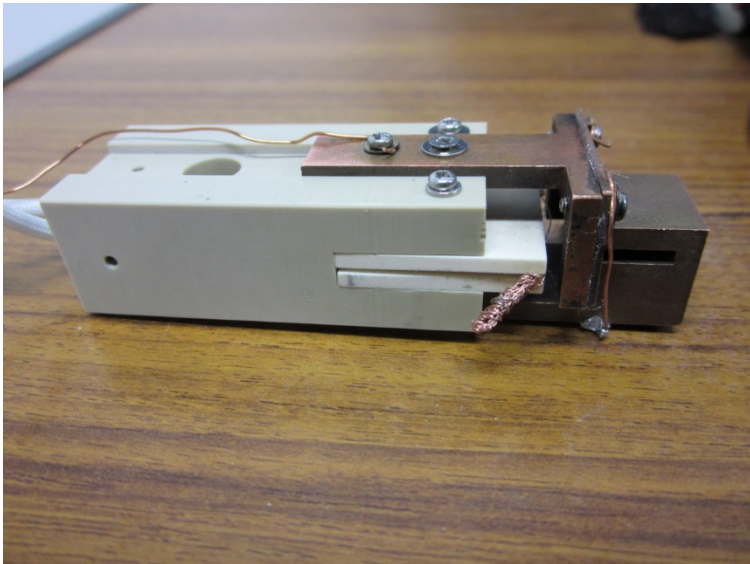
実験方法②

- 加速した電子を1S水素原子にあて、2S水素原子を作る。



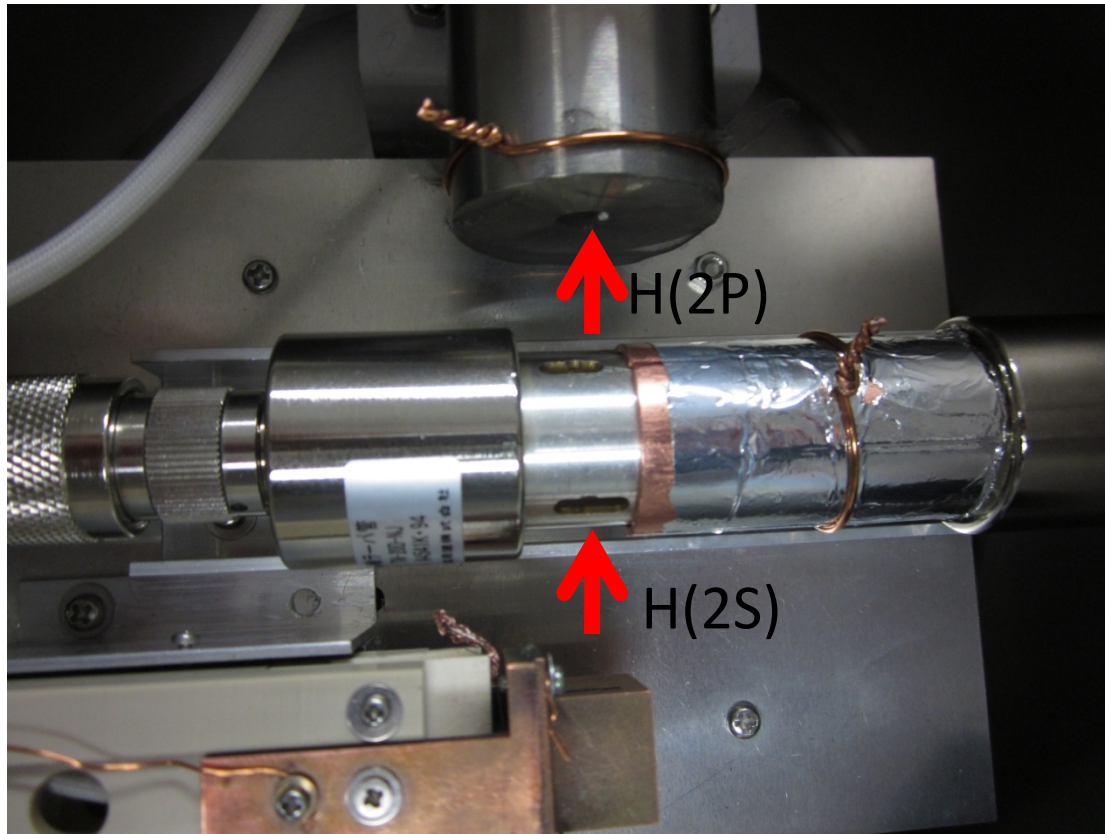
電子銃の作成

- 去年は接触抵抗で光っていたようなので、直径0.20 mmのタングステン線に銅線をぐるぐる巻きにして作成したところうまく光った。



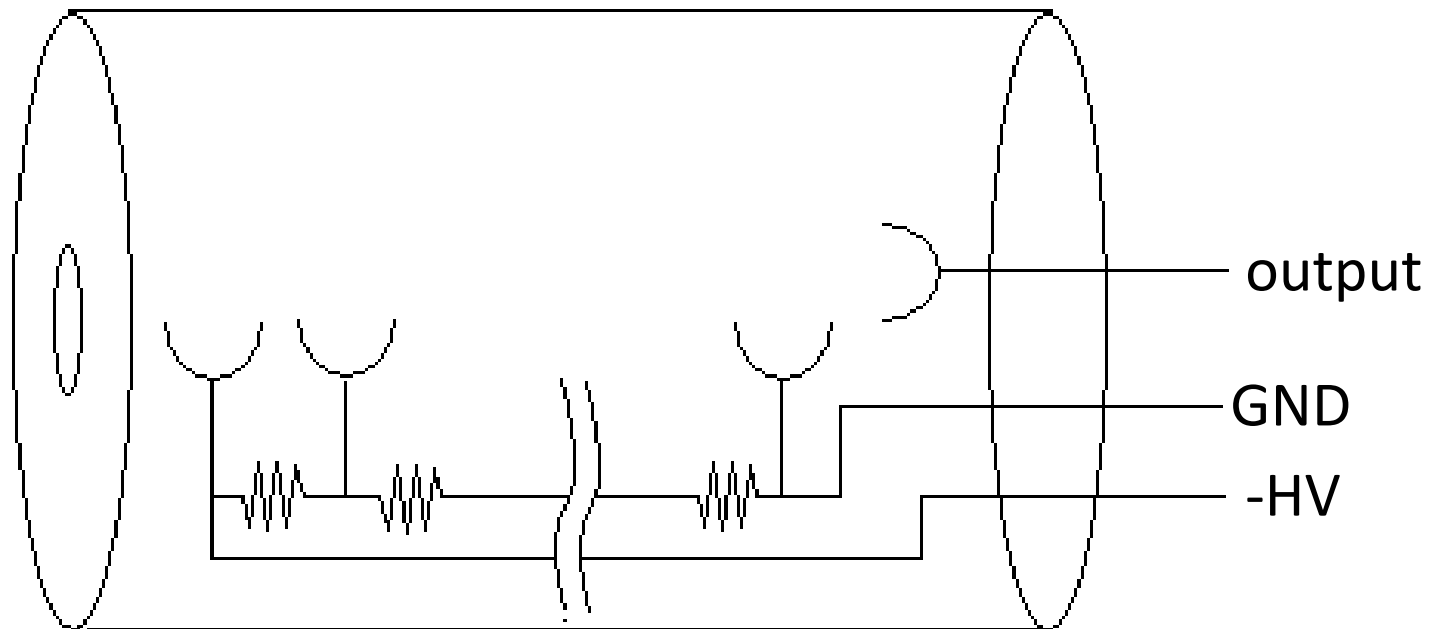
実験方法③

- 2S水素原子にrfを照射し、2S水素原子に遷移させる。



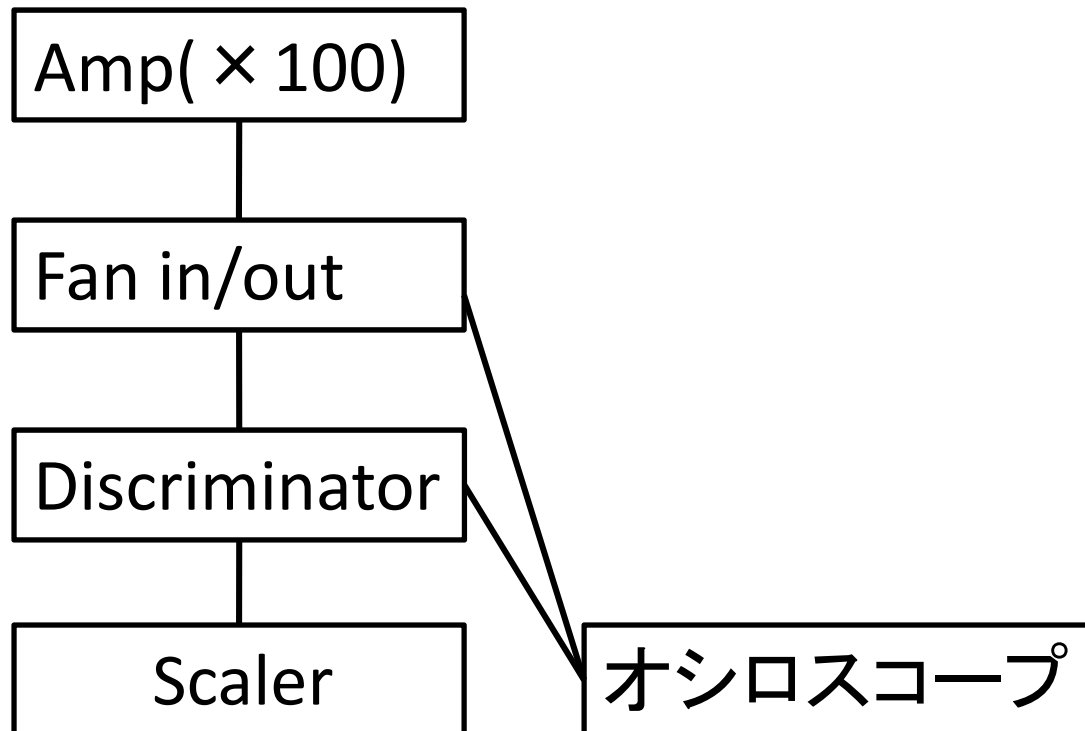
実験方法④

- 電子増倍管には、電子が入らないようにマイナスのHVをかけた。



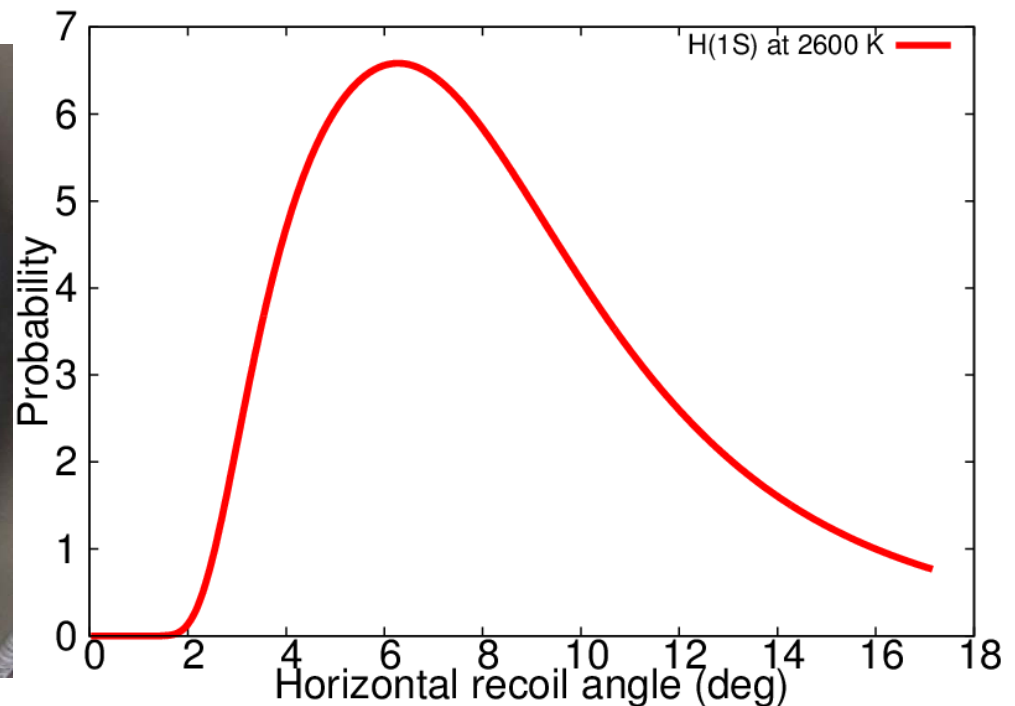
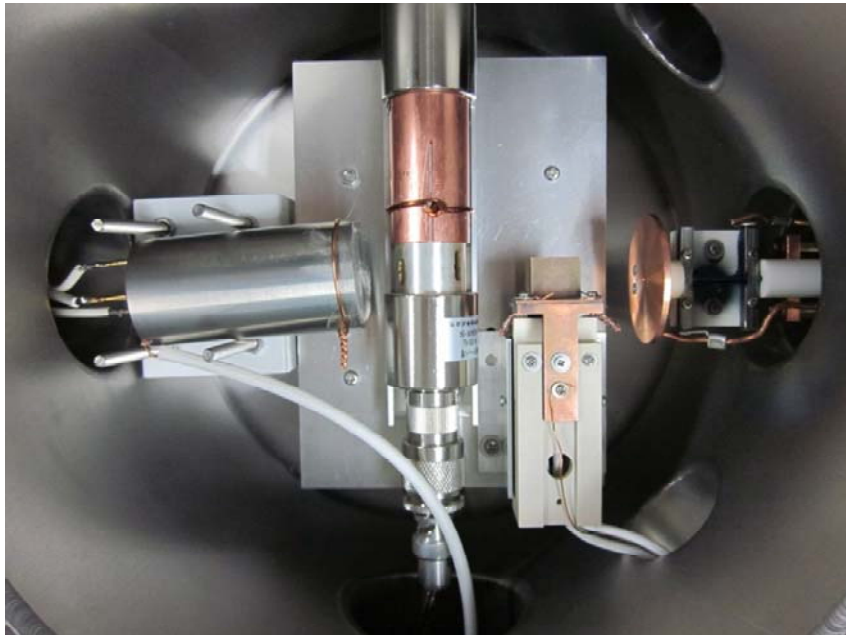
実験方法④

- 信号の計測回路



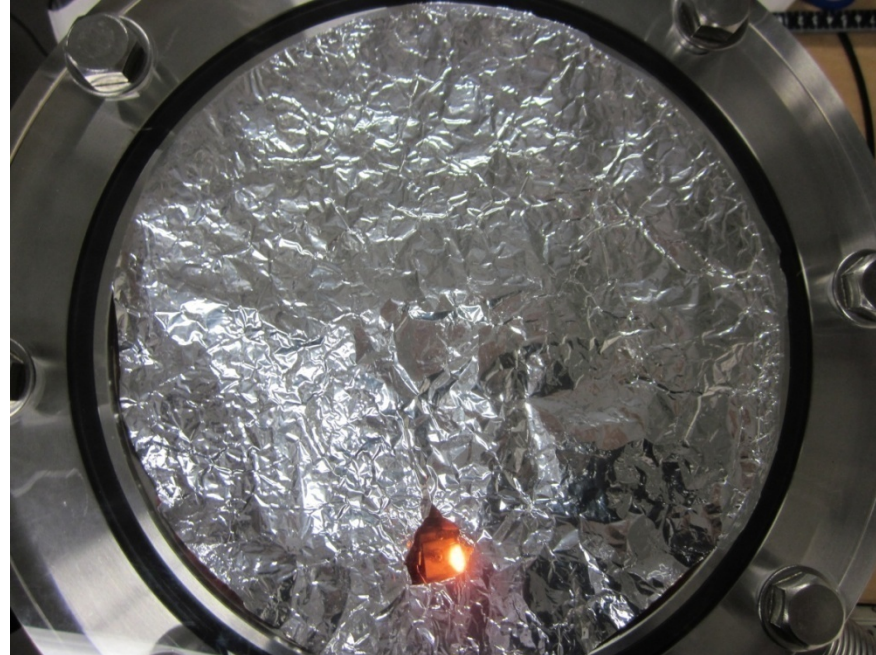
電子銃による水素原子の散乱角

- 反跳した1S水素原子を観測するため、増倍管をずらした



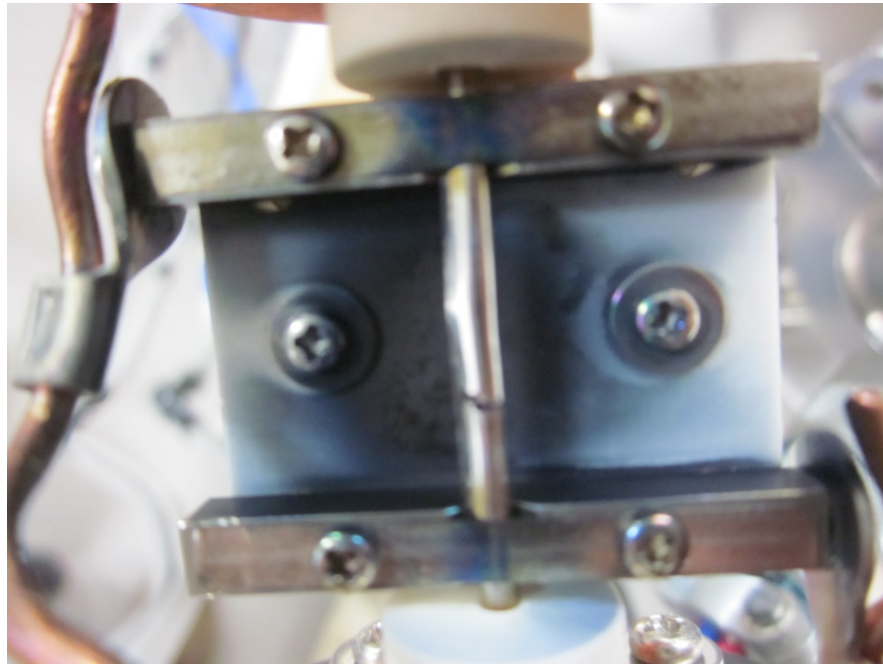
実験の問題点1

- 天板に手を近づけるとカウント増
→天板に用いたアクリル板に電荷がたまるのを防ぐため、アルミ箔を挟んだ。



実験の問題点2

- タングステンチューブが数日で壊れる
 - 状態が安定しない
- 気圧を低くしてチューブの温度をできるだけ上げない



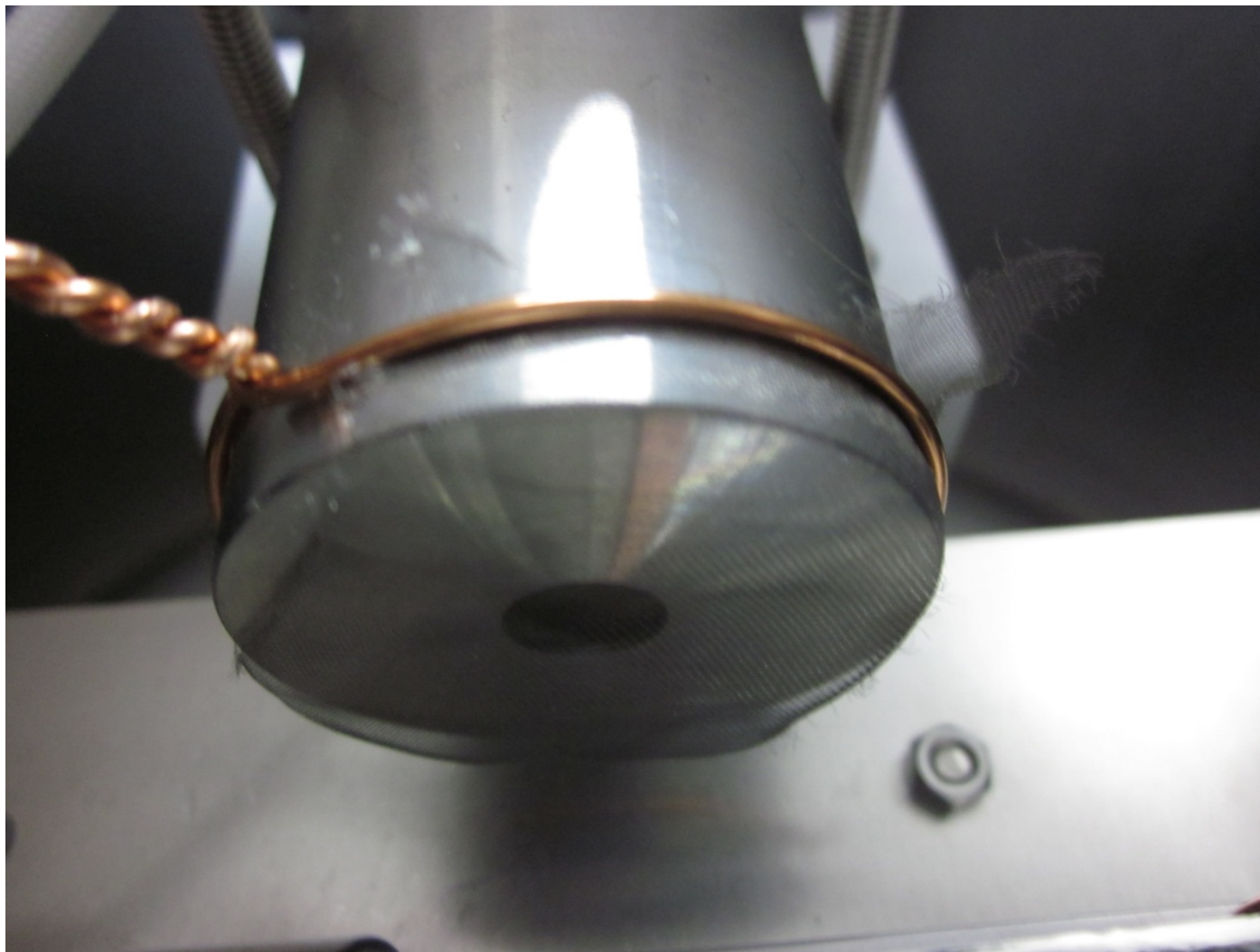
実験の問題点3

問題点：陽イオンと思われるノイズが大量にのる

解決策：増倍管の前面にグリッドをとりつけて、
+の電圧をかけた。

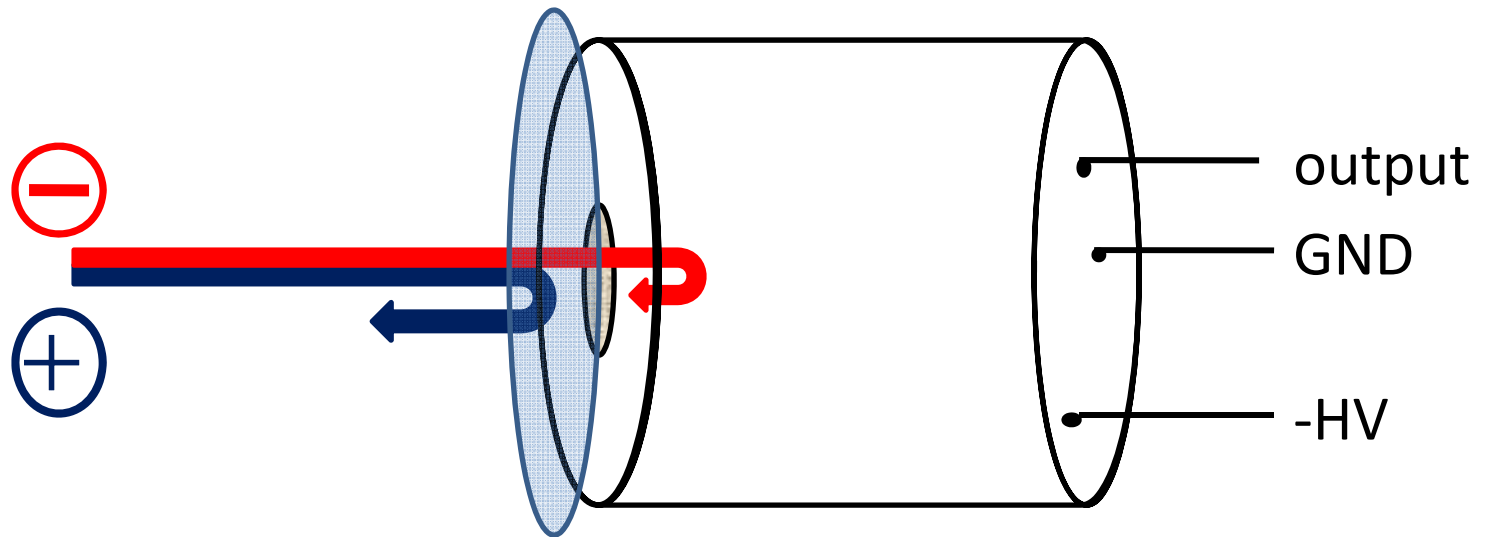
グリッド電圧 (v)	カウント数 (/30 sec)
0	5139
0.3	147
0.6	26
1.0	6

グリッド1



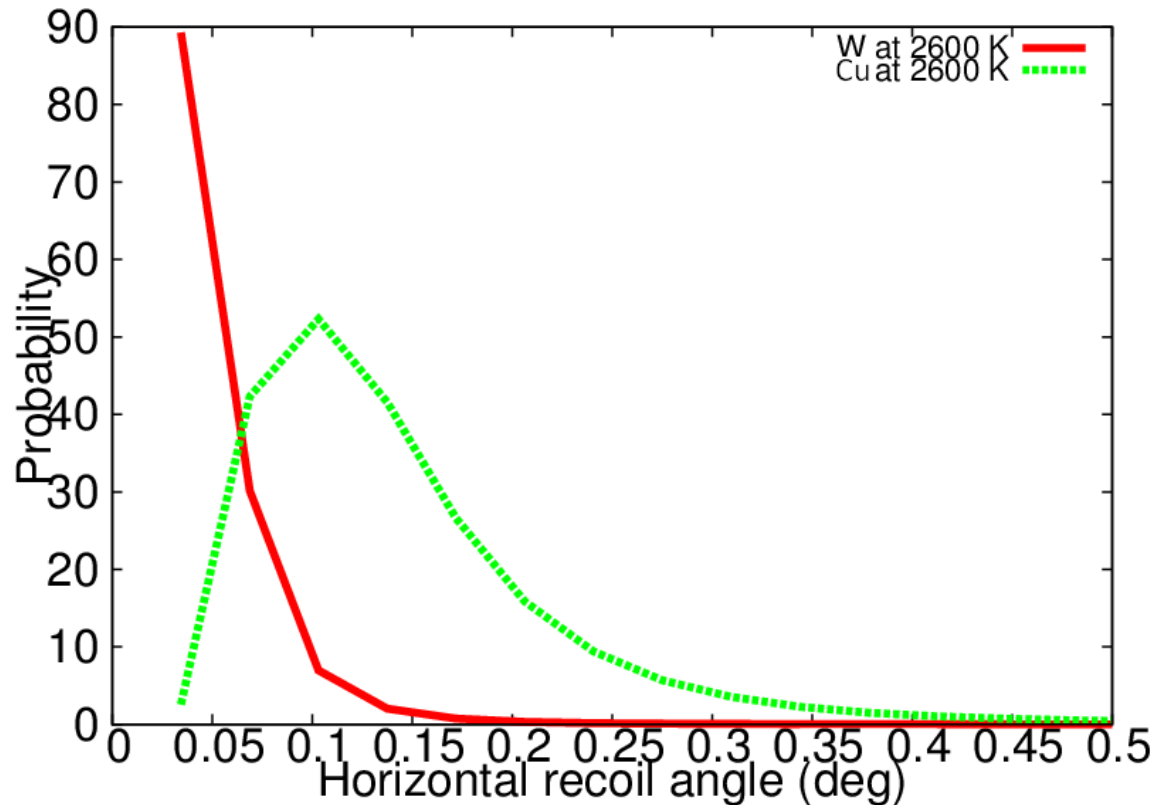
グリッド2

Dissociatorの温度を高くすると
グリッドをかけても消えない信号が！



➡ 中性？

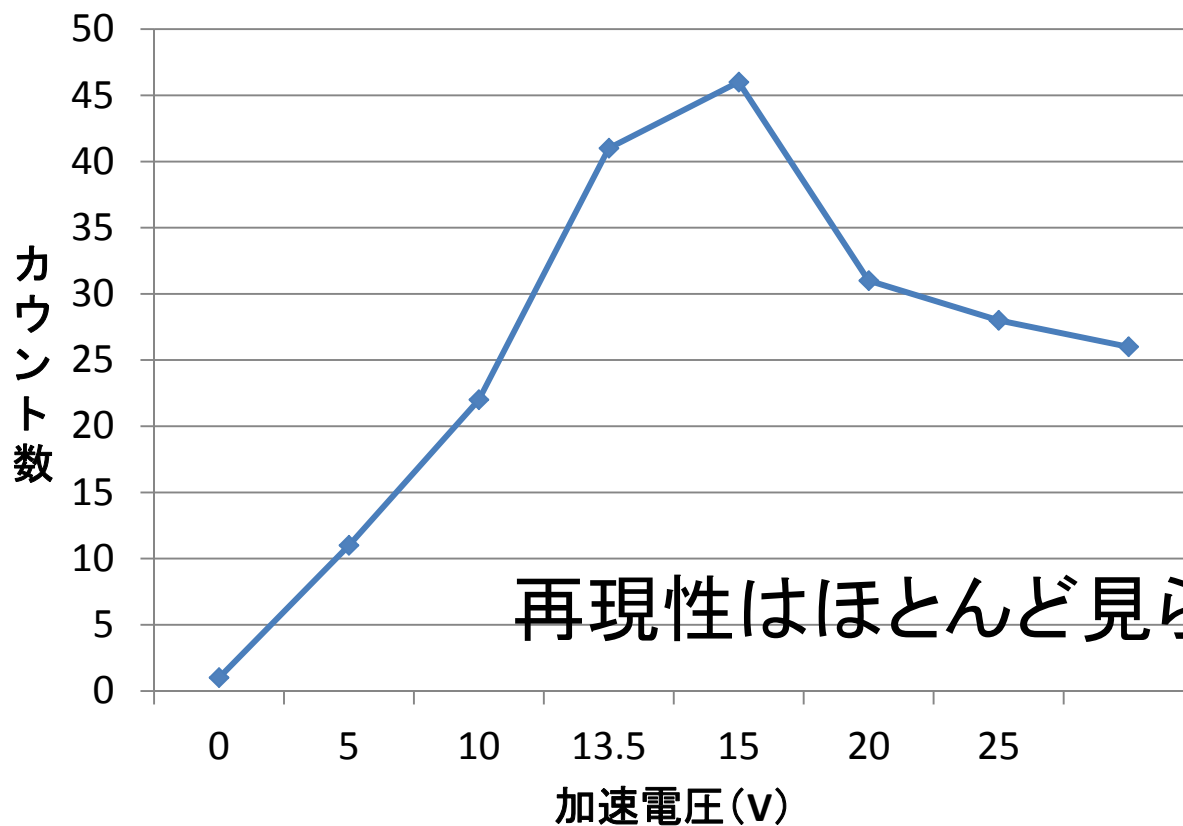
中性原子 (W, Cu?) の除去



⇒2Sのみ入るように増倍管をずらした。

2Sの確認

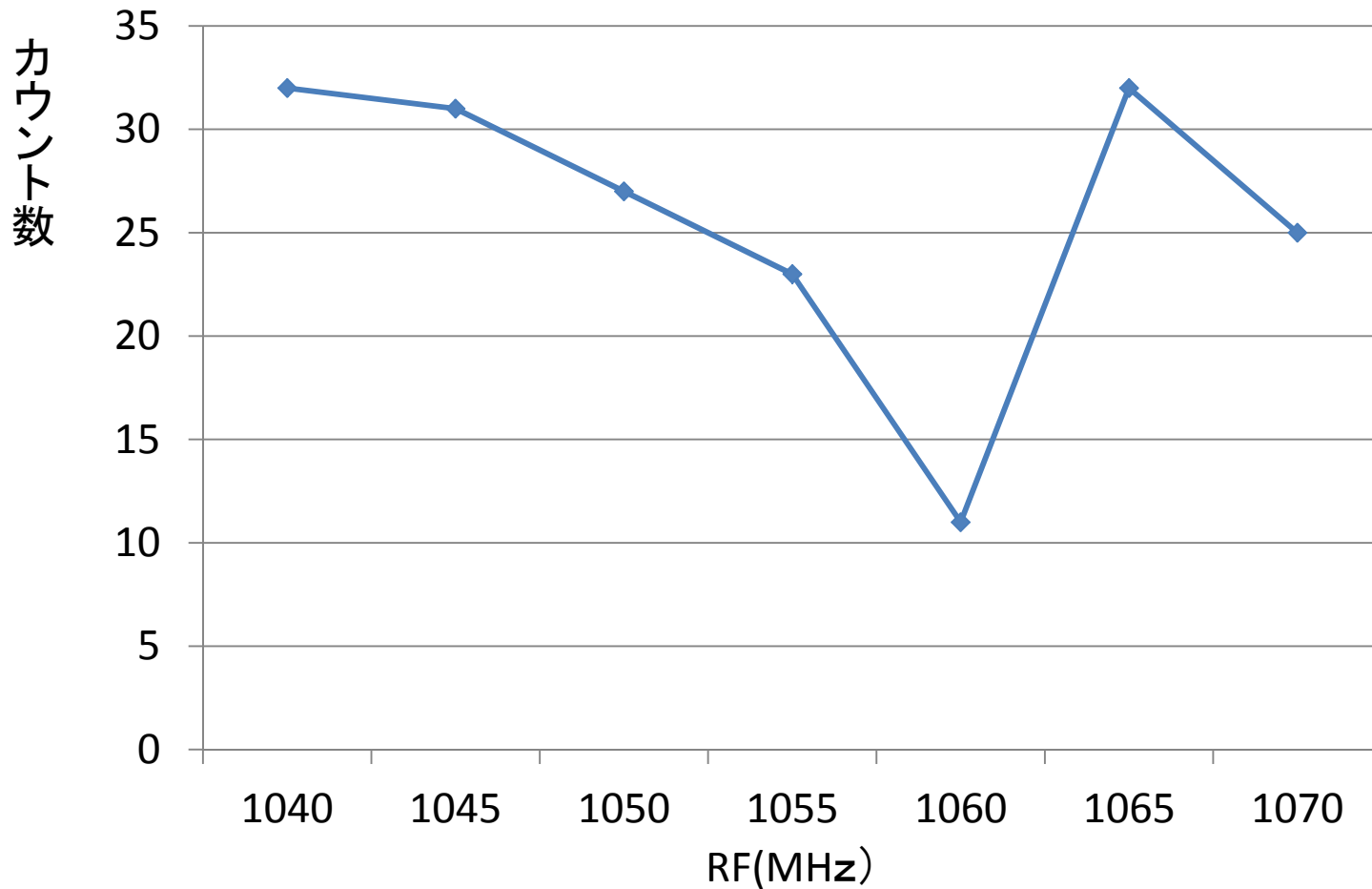
電子銃の加速電圧を変化させたときの
カウント数(/30 sec)の変化



再現性はほとんど見られなかった。

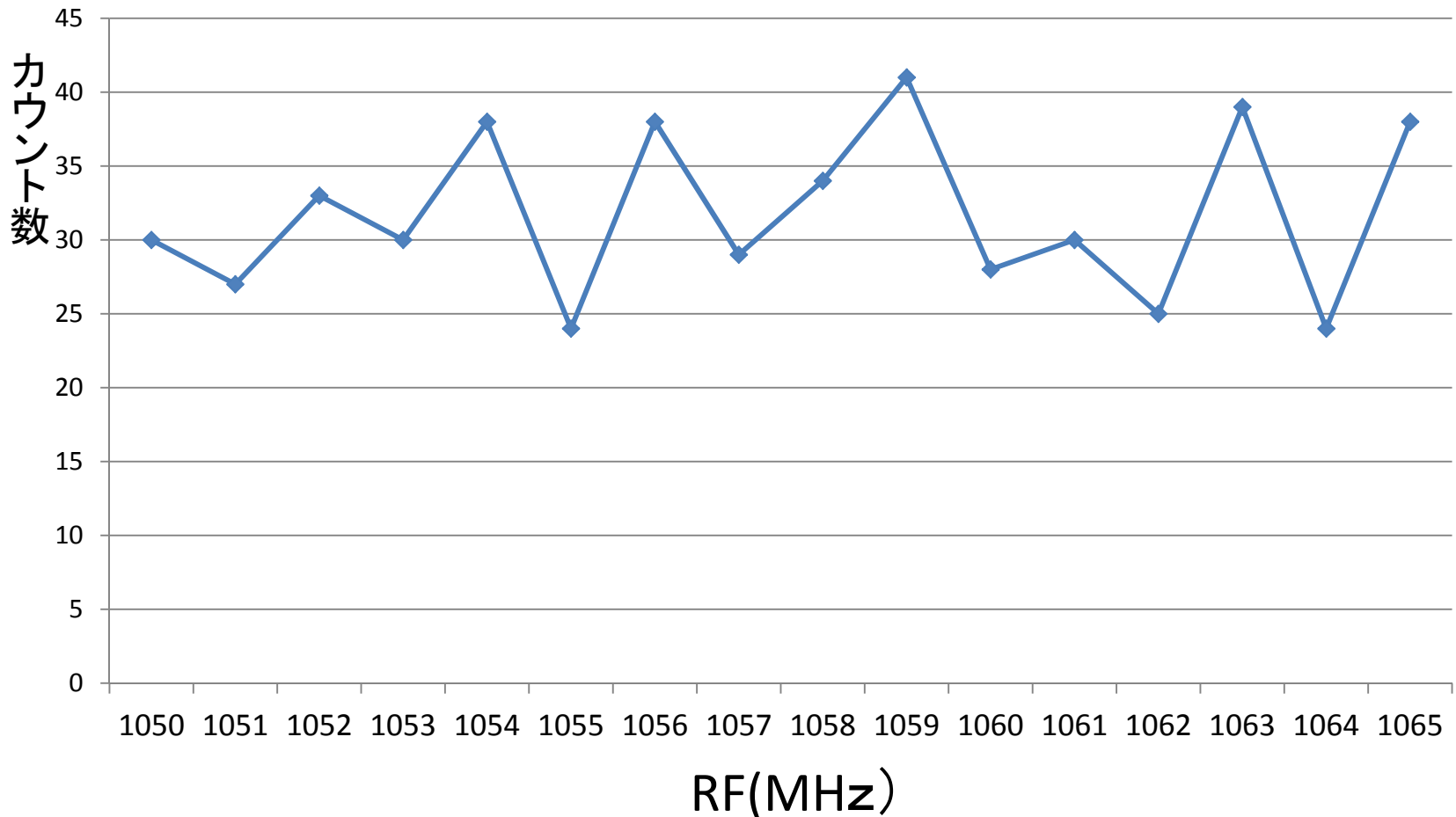
RFを変化させた時のカウント数

各周波数に対して60 secずつ4回繰り返して合計した。



RFを変化させた時のカウント数

各周波数に対して60 secずつ測るのを9回繰り返して合計した。

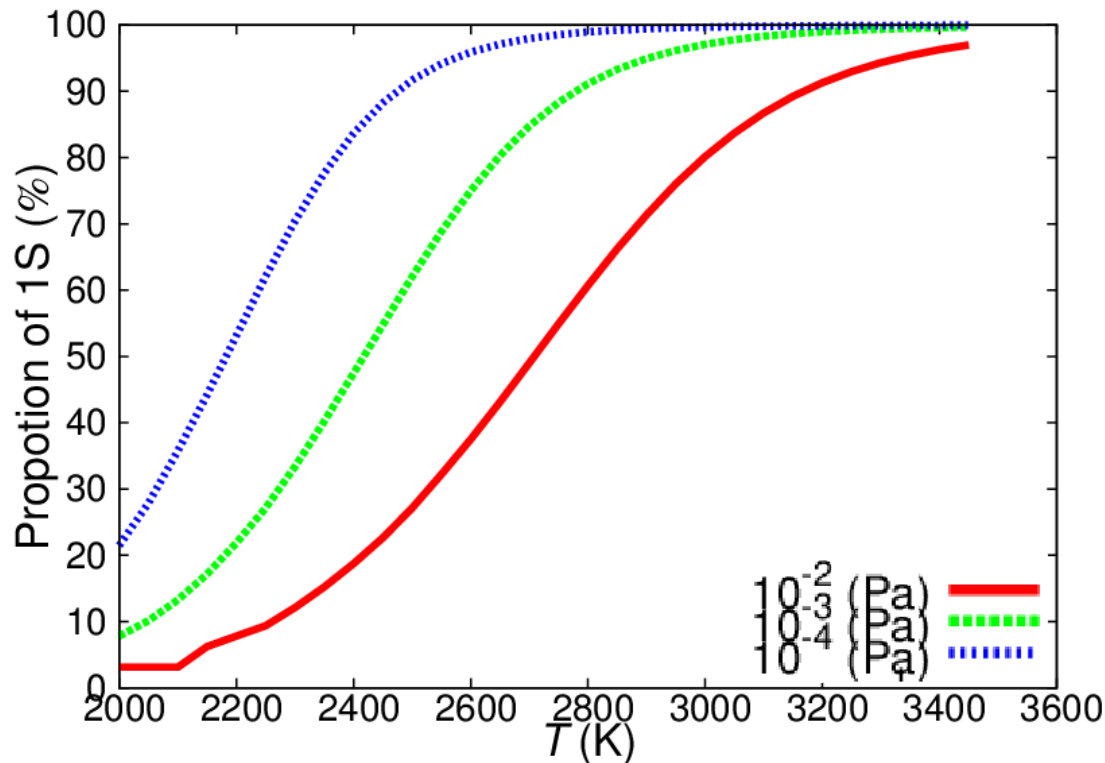


考察

- カウント数が少ないため、それを補うために長時間実験を行うと、dissociatorの状態が時間変化してしまう。
- また増倍管の暗電流も流れていたため、見たい信号がバックグラウンドに埋もれてしまう。
(増倍管2700Vに設定し5分間で23カウント)
- それらの影響を抑えるためにカウント数を増やし短時間で測定することが有効。

考察

- そのためには1S水素原子の数を増やすことが重要である。



2500K位が適當？

展望

- 電子銃で2S水素原子にどれくらい励起させることができるのか定量的な評価ができれば良いセットアップで実験ができるので、バックグラウンドの影響を少なくすることができるだろう。

まとめ

- 2S水素原子ができていたどうかは再現性がほとんど取れなかったので少し怪しい。
- Rfの周波数を広い範囲で変化させた時は1060MHzであるように見えたが、その周辺の周波数を詳しく調べると、芳しい結果が得られなかった。

謝辞

- 一年間市川さん、TRAの平木さん、TAの秋山さんには大変お世話になりました。ありがとうございました。