



# 超重量新粒子探索のための 熱衝撃に伴う氷の光子発光量の測定の セットアップとその較正

鳥渕裕生

- ・超重量新粒子は宇宙論に大きな影響を与えられている  
例) Qボール
- ・大きな検出器を用いることで高い確率で発見することができる  
→IceCube実験に適用したい
- ・氷中の発光は十分に調べられていないので、実験室での氷の中の熱衝撃による発光を研究する

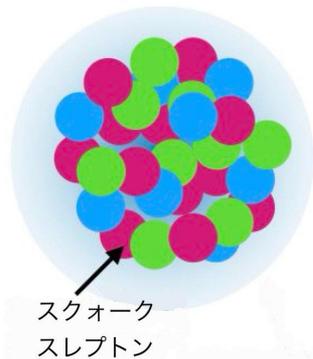
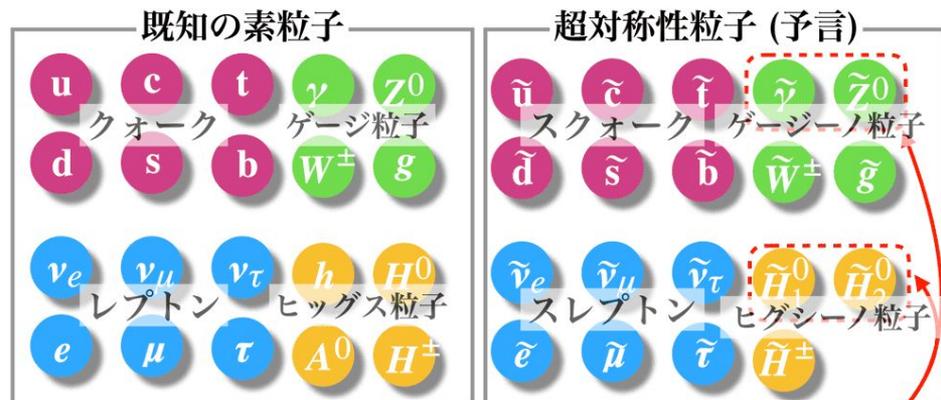
# Qボール

・標準模型に不足している理論を補うとされている超対称性粒子

・その超対称性粒子で構成されているのがQボールである

・しかしQボールどころか超対称性粒子も見つかっていない

→Qボールを見つけることで超対称性粒子の存在を確認したい



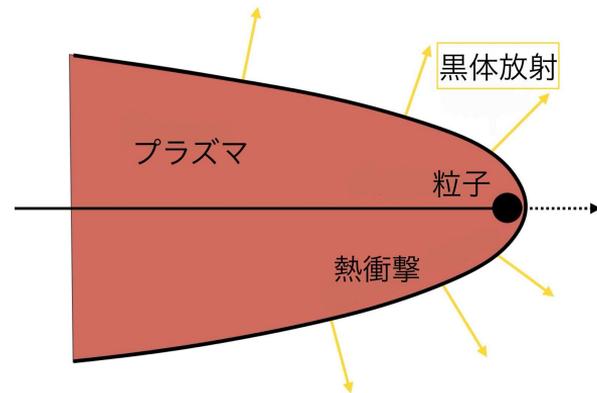
# なぜ氷中の熱衝撃

- Qボールが物質に当たると摩擦熱が発生し  
プラズマが生まれると考えられている

- IceCube実験のような大きな検出器で  
このプラズマからの光を観測したい

→しかし氷中のプラズマがどのような光を出すかわかってない

→強いレーザーを氷に照射することで実験室規模でプラズマを発生させて氷中のプラズマがどのような光かを計測したい



- ・熱衝撃を氷にレーザーを照射することで作る
- ・PMTを用いてその光を計測する
- ・今回は主に暗室が十分に暗いかを確認する
- ・またその他のセンサーも適切に動いているかを確認する
- ・セットアップの計測、校正をする

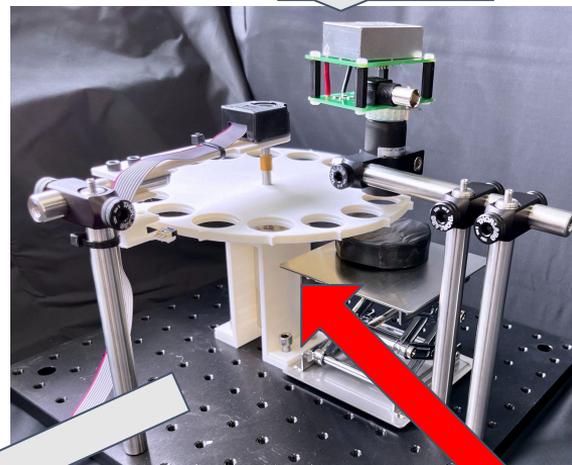
} 次の実験段階

# 測定のセットアップ



電源

フォトダイオード



PMT

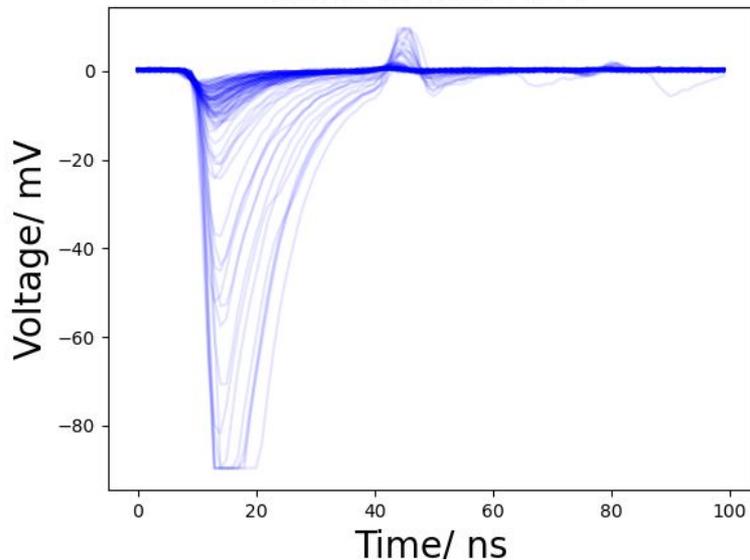
- ・冷凍庫に暗箱と装置を入れる
- ・温度計を冷凍庫の中に3つと外に1つ置く
- ・PMTに電源とオシロスコープにつなげる
- ・通る光の波長が違うレンズを穴にはめ、モーターで回すことで観測する光の波長を変えることができる

# 使用するPMTの詳細

- ・名前:PMT-R1924A
- ・大きさ:1インチ
- ・gainの値:光電面から放出された光電子が増倍し、最終的な増倍率  
 $9 \times 10^6$  (実際に測定より決定した)
- ・量子効率:光電面にヒットした光子を光電子に変換された割合  
26%(データより)
- ・PMTは暗闇の中で光が入射しなくとも電流が流れることがあり、PMTの陰極に1つか2つの電子を生成する



data from PMT



- ・PMTから光子が電子に変換され、陽極から電流として取り出される。(オシロスコープは50Ωで終端)

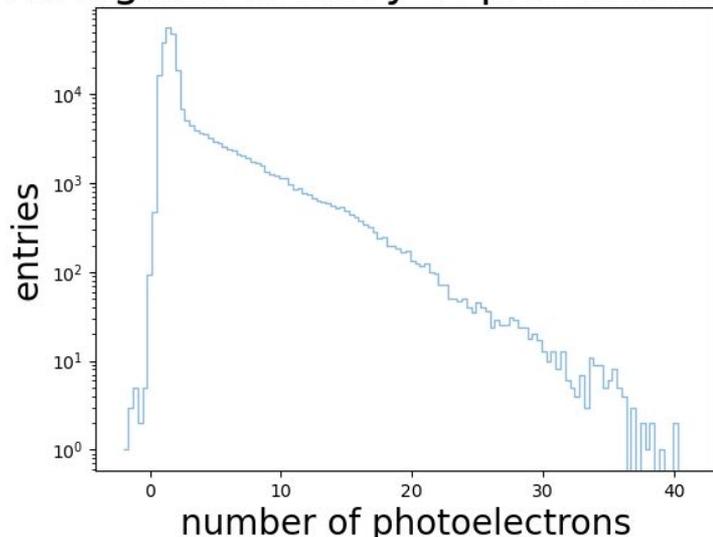
- ・左図はPMTの波形

- ・閾値は-2mVで、それを越えた波形のみ取得する

- ・左図のグラフを積分して電荷を求める

$$Q = \frac{1}{R} \int V(t) dt$$

histogram of entry of photoelectrons



- ・電荷の値から得られた光電子の量が分かる
- ・電荷を $Q$ 、電気素量を $e$ 、ゲインを $G$ とすると

$$\text{光電子の入射数} = \frac{Q}{e \times G}$$

上式のように光電子の入射数を求めることができ、左図ではそれをヒストグラムにした

# 暗さの測定のセットアップ

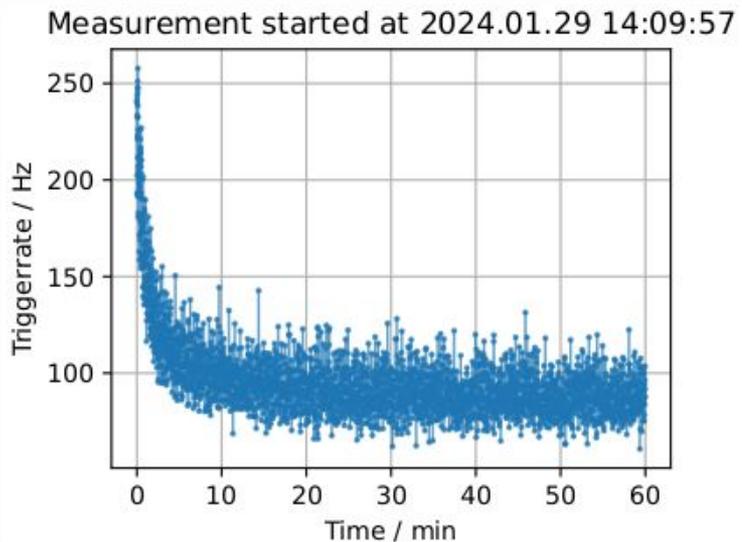


- ・このセットアップを暗室にいれ、PMTから検出される暗さが十分な環境を作るのが目標である

- ・PMTに蓋をつけて測りどのような値を目指すべきかを調べる
- ・すべてセットアップした状態で測る
- ・部品がノイズ源になっていないかそれぞれ測る
- ・最終的にもう一度セットアップして測る

今回は冷凍庫をつけずに箱が十分に暗いかどうかだけ进行评估する

# 測定時の実際のグラフ



- ・計測の前にPMTは光にさらされていると値が大きくなる

- ・1時間測定し最後10分の値の平均値を評価した

- ・縦軸は1秒間に何個の波形が来たかを表しており、横軸は時間になる

# 実際の結果

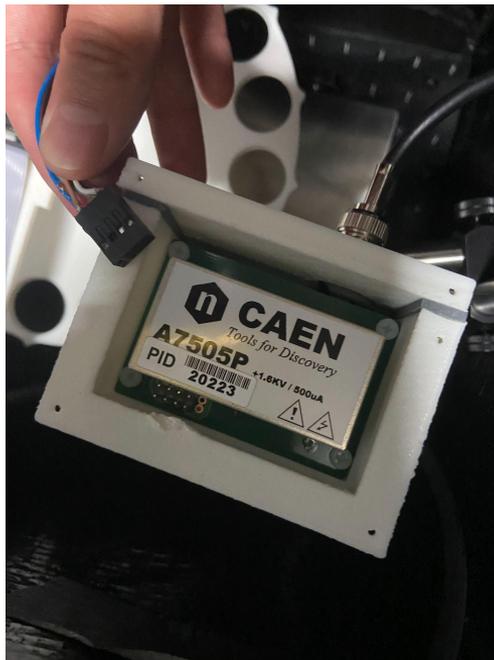
実験状況	トリガーレート/ Hz
1. 蓋付き	38.1±4.5
2. 全セットアップ 1回目	154.4±16.5
3. 棒とPMTのみ 1回目	110.8±12.3
4. 棒とPMTのみ 2回目	32.0±4.1
5. 全部品(組み立ててはいない)	40.7±4.9
6. 全セットアップ②	75.0±8.3
7. 全セットアップ③	41.2±5.5

- ・PMTに接続しているケーブルと 基盤に不具合があった

- ・2番の測定前に壊れた基盤やケーブルを見つけるのに変えていたのでPMTが光にさらされていた

- ・5番から6番にかけては装置自体を外に出し組み立てた

- ・PMTが暗室の中に長くあればあるほど低い値が出た



- ・PMTと電源を接続していたケーブルのはんだ付け部分がうまく接続されていなかった

- ・PMTに接続していた基盤自体が壊れていた



- ・ケーブルが通電しているかの確認

- ・PMT、基盤、ケーブルそれぞれもう1セットと組み替え、確認した

- ・PMTなどのセットアップが正しく動作していることが確認された

- ・これから計測を進めていくのに必要な暗室を確保できた

→PMTが十分な値を出すために必要な待機時間を見つけるといった再現性を上げる計測が新たに必要である

これでレーザーによる熱衝撃の観測の準備ができたのでその計測を進める。

# back up

---



# PMT光子入射のグラフ

