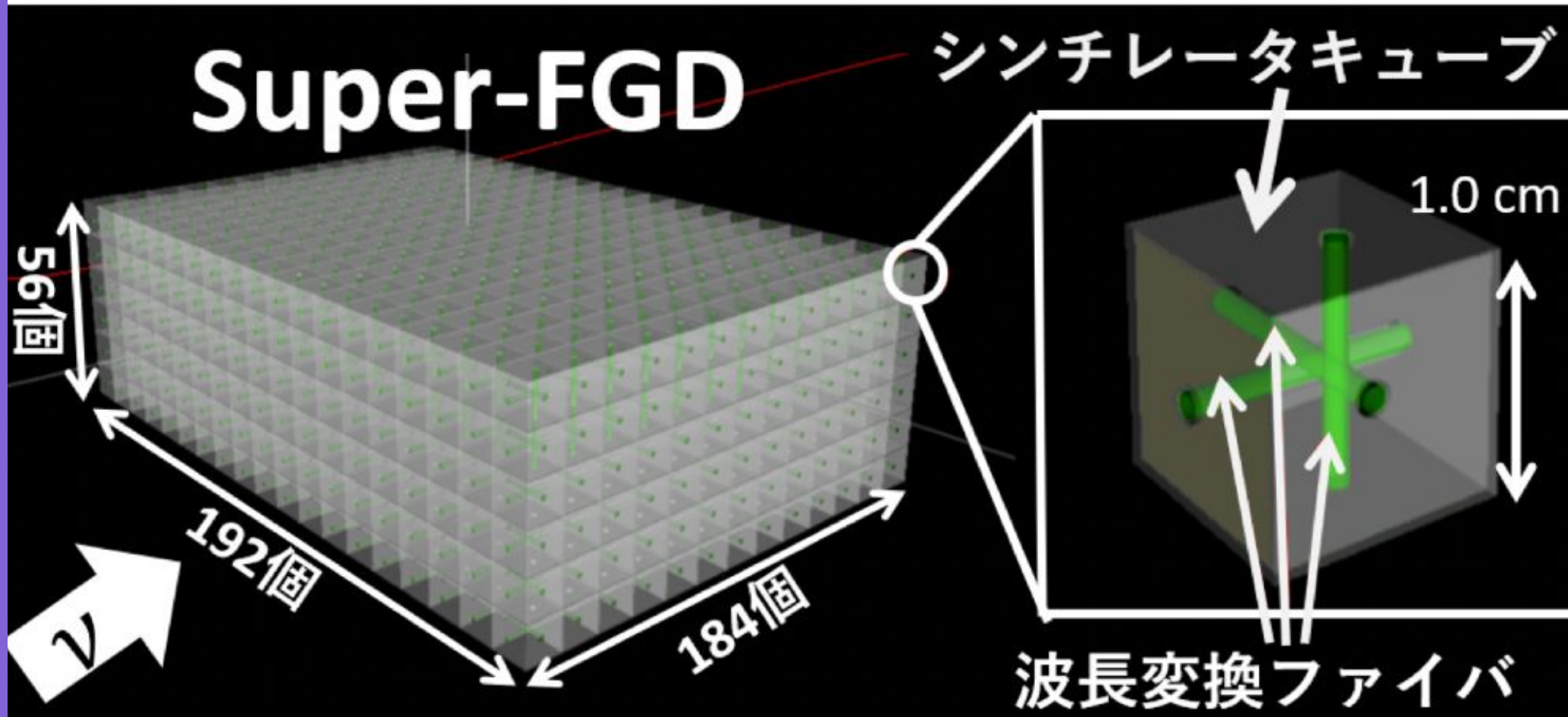


# 注型成型プラスチックシンチレータを用いたニュートリノ検出器の開発

東北大学素粒子加速器研究室 修士1年 駒場はるか

## 1. Super-FGD

系統誤差の削減を目的とし、ND280のアップグレードで導入したT2K実験の前置検出器であり、ニュートリノの標的兼飛跡検出器。



シンチレータキューブ  
1.0 cm

- ・約200万個のシンチレータキューブ
- ・約6万本/個の波長変換ファイバー/光検出器 MPPC
- 高い分解能と立体角  $4\pi$  のアクセプタンスを持つ。

シンチレータキューブはポリスチレンの反射層（ケミカルエッチング）で覆われている。三方向 1.5 mm の穴に波長変換ファイバーを通す。角波長変換ファイバーの片側には、SiPMであるMPPCを1つ設置。

荷電粒子がシンチレータキューブを通過すると、シンチレーション光が発光し、その光が3方向に通された波長変換ファイバーに吸収される。吸収後、波長が変換され再発光された光はファイバーを伝い、端面に設置されたMPPCで検出される。

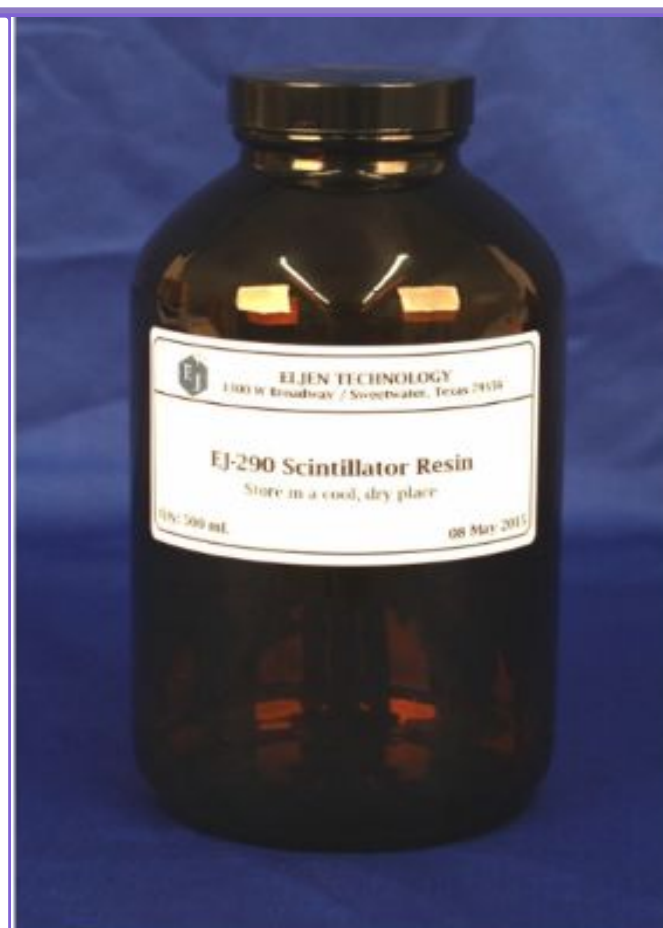
→ 荷電粒子の飛跡を2次元で3方向から検出

## 2. 本実験の目標

穴を空ける作業工程を無くすために、注型成型プラスチックを用いたシンチレータキューブを作成したい。

### casting resin : EJ-290

- ・ユーザーの施設で比較的低温で最終硬化するように調合された部分重合プラスチックシンチレータ
- ・固体プラスチックシンチレータを作ることが可能
- ・15~20%の収縮



- ・ Resin 部分重合プラスチックシンチレータ
- ・ 触媒を溶解するための溶剤 ビニルトルエン/VT モノマー
- ・ 触媒 ラウロイル=ペルオキシド

混合 → 2 weeks 47°C → 8h 80°C

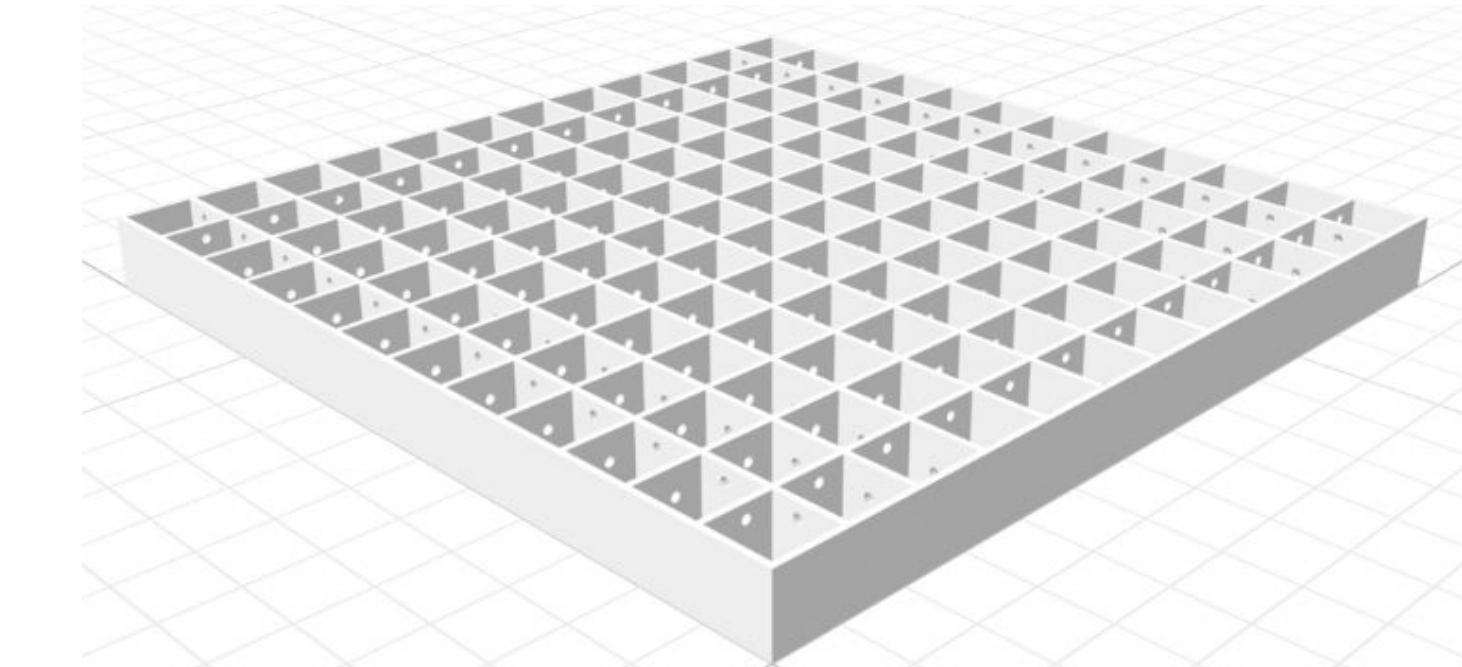
### 型に使える素材

ガラス、スチール、スズ、テフロン、ナイロン、ステンレス、アルミニウム、銅、真ちゅう

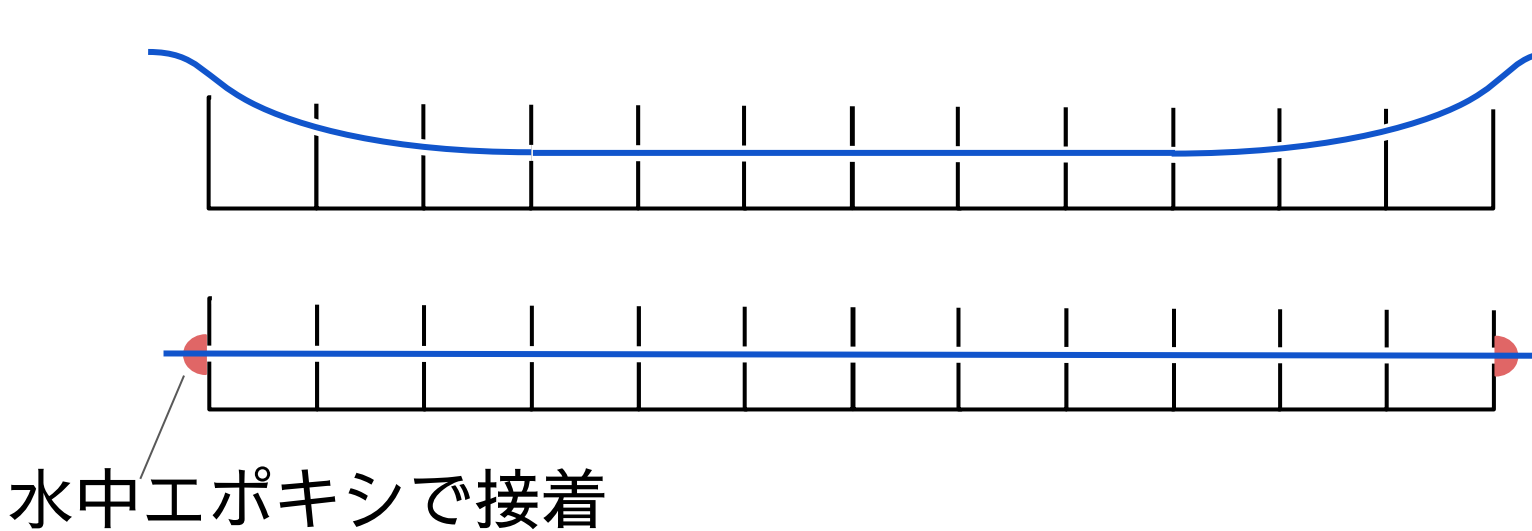
**filament** : PA natural ナイロン6/66 複合フィラメント ナチュラルな透明度

ファイバーの入れ方は2通り

3Dプリンタで1レイヤー分の型を作成し、型に液体を流し込んだ後硬化させる。



1次的な目標：シンチレータキューブ 12x12 個分の1レイヤーを作成



水中エポキシで接着

ファイバーが通る穴の開け方は、2通り

- ・最初からファイバーを埋め込んでおく
- ・穴のところにダミーのチューブ ( $\Phi = 1.5\text{mm}$ ) を入れておいて固まってから抜き出す

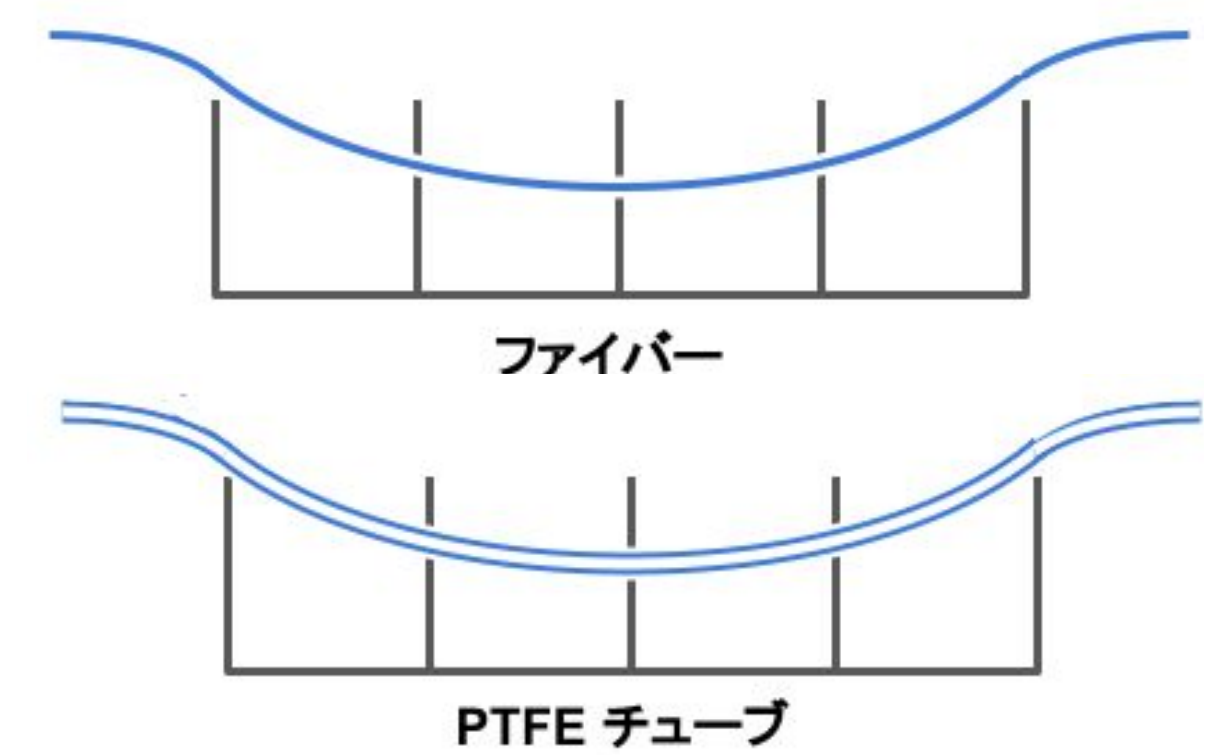
## 3. SET UP

1cm<sup>3</sup>のキューブ状になるように、厚さ 0.5 mm の型を作成

- ・キューブ1個分  
ファイバー/チューブを真っ直ぐ挿入し、穴部分を水中エポキシで溶着



- ・キューブ4個分  
ファイバー/チューブを曲げて挿入



## 4. 実験結果

- ・シンチに挿入したファイバーが溶けた！  
→ チューブを入れる方法を選択する
- ・底部の液漏れ（キューブ4個分）  
→ 底部の厚み調整 / 外型をステンレス等にする
- ・シンチの収縮  
15~20% 程度の収縮を確認  
型の中心部分が凹むように収縮する
- ・ファイバーの湾曲  
曲げ入れるのが難しい  
曲げ入れる際 / 後に傷つく可能性あり
- ・チューブの取り出し  
→ 1cm では問題なし
- ・水中エポキシの接着  
キャスト作業には問題は見られない。  
接着力も問題なし
- ・壁面の光漏れ  
半透明であり、光が漏れてしまう。



## 5. 今後の展望

- ・収縮の変形による問題  
→ 4x4 程度の大きさで試験  
削れる程度であれば、上部分を削る
- ・液漏れの問題 → ステンレスの型を使う
- ・水中エポキシの接着によるシンチレータや光ファイバーへの影響の評価
- ・光漏れの問題（型壁の光透過、穴からの光漏れ）に対するアプローチ  
→ チューブの太さを 1mm にする  
白色の filament で印刷し、PAでコーティング
- ・シンチレータ及び波長変換ファイバーの性能評価

