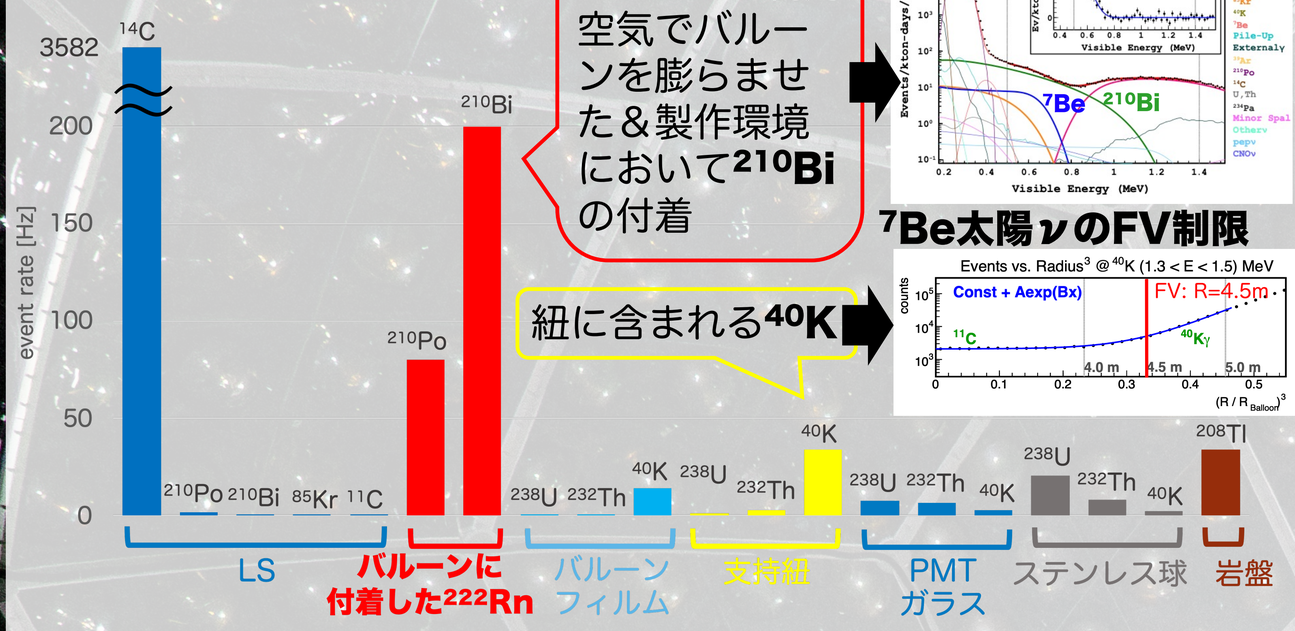
KamLAND2実験に向けた 大型低放射能バルーンの開発研究

東北大学ニュートリノ科学研究センター（RCNS）　修士２年　小幡捺

1. Introduction

KL2（2027年度～）：KL1の集光量増加・低放射能化を行う
KL2で用いる**大型バルーン**を再製作

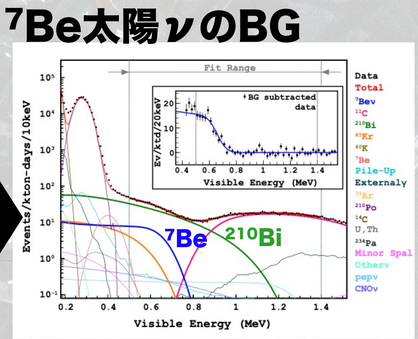
■ KL1でのバルーン由来のBG



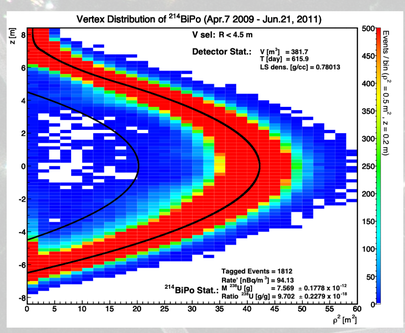
Rn rich な坑内空気でバルーンを膨らませた＆製作環境において^{210}Biの付着

紐に含まれる^{40}K

^{7}Be太陽νのBG



^{7}Be太陽νのFV制限

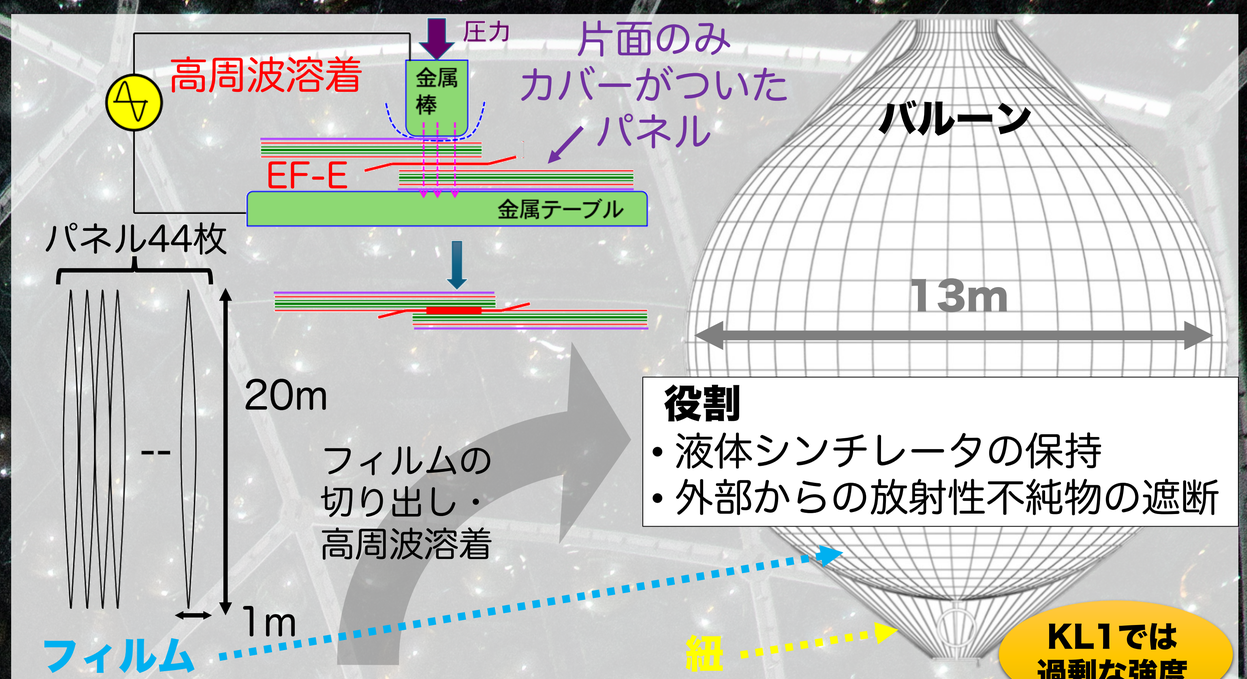


KL2での取り組み

- ラドンレスエアーの使用
- **製作環境の最適化**
- **紐の低放射能化**

} **本研究の目的**

2. バルーン



役割
- 液体シンチレータの保持
- 外部からの放射性不純物の遮断

5層ラミネートフィルム
＋**カバーフィルム**

KL2で新しく導入！

ナイロン
◎強度

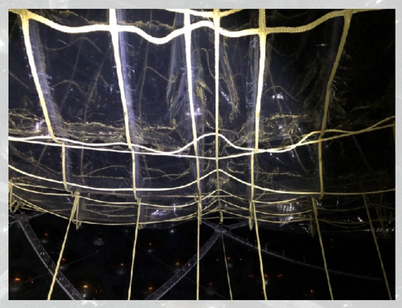
EVOH ※
◎低ガス透過性
◎高誘電損失
△**吸湿性**

本体厚み 135μm

※エチレン・ビニルアルコール共重合体

KL1では過剰な強度

- スーパー繊維のケブラー29
- 原糸→組紐→ネット構造



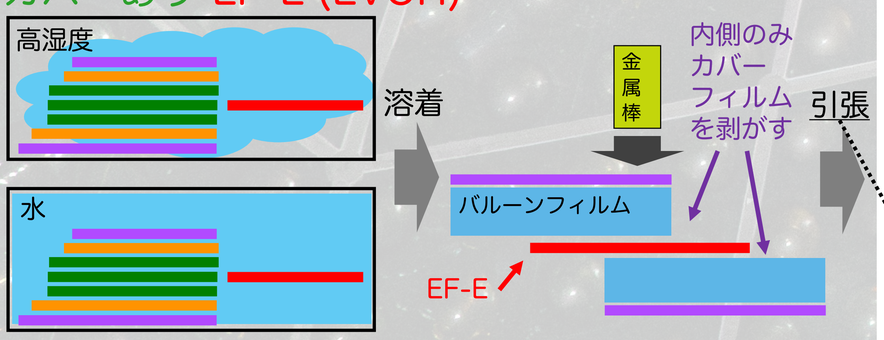
3. 研究内容

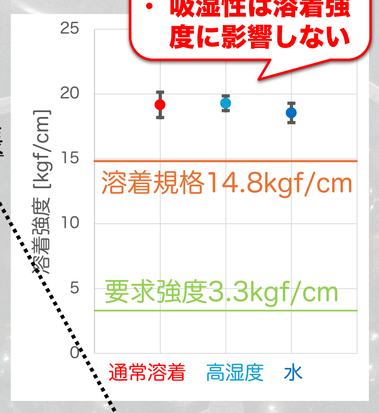
3-1 カバーフィルム

■ **カバーフィルムについて**
- 自己粘着フィルム。剥がしても糊残りなし。
- 清浄環境下でラミネートフィルム製作直後に貼り付け、バルーン製作後に剥がす→製作時の埃、汚れ、傷を防ぐ

■ **溶着への影響**
- KL2では静電気防止のため高湿度（>65%）でバルーンを製作
- 高湿度下でEVOHの吸湿性により溶着強度低下の懸念
- 強度に影響しない湿度上限の評価が必要

カバーあり EF-E (EVOH)



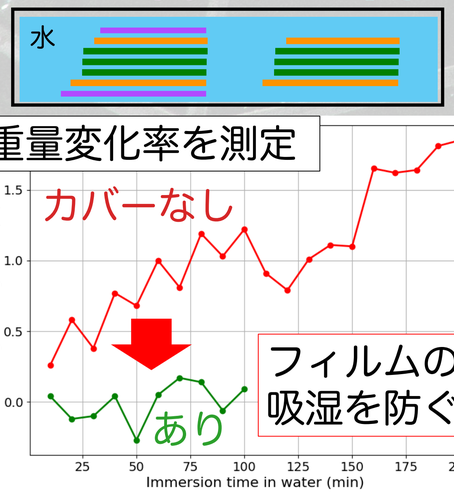


- **カバー付きで溶着可能**
- **吸湿性は溶着強度に影響しない**

■ **カバーフィルムの吸湿防止性**

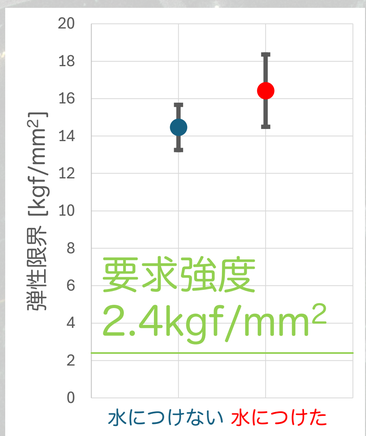
1. 重量の変化

カバーあり　カバーなし

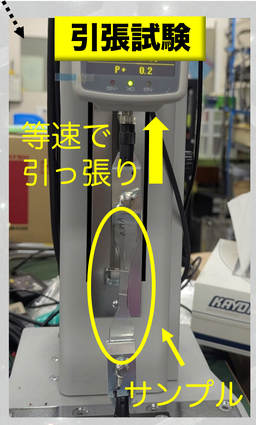


2. 弾性限界の変化

カバー付きフィルムを水につけて引張試験

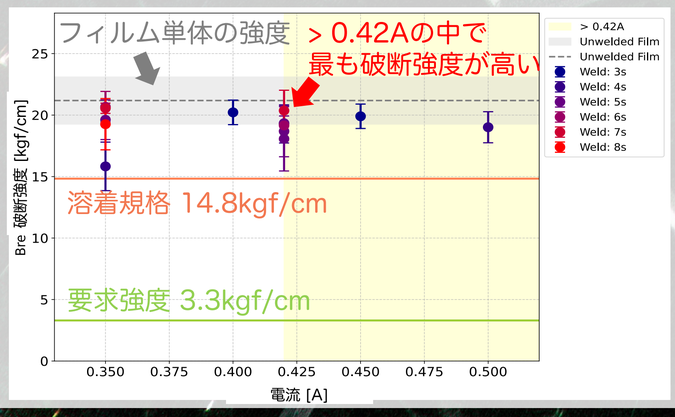


引張試験



結果：変化なし
→**カバーフィルムは吸水・吸湿を防ぐ！**

■ **溶着パラメータの最適化**

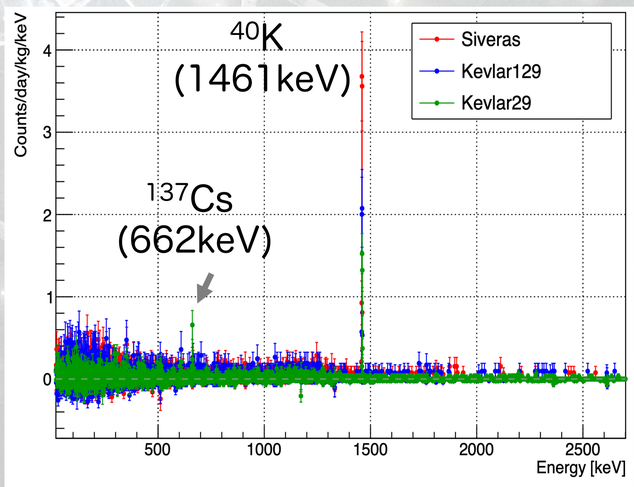


・カバー付きフィルムで最適な溶着パラメータ【電流値、溶着時間、冷却時間】を決定
・溶着線の内部がしっかり溶融している電流値>0.42Aの範囲で、最も破断強度が高い【0.42A, 7s, 9s】に決定

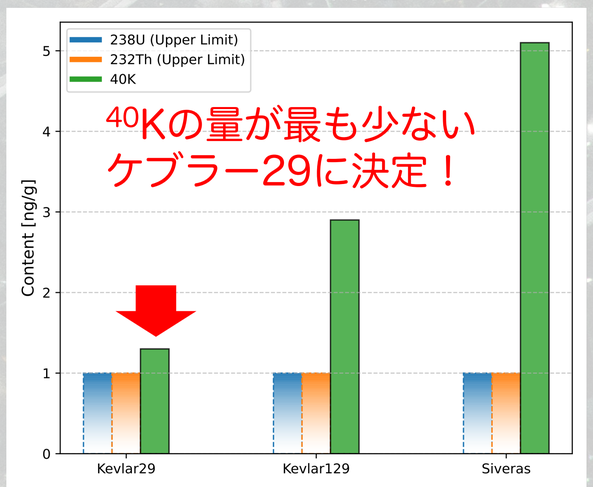
3-2 紐の低放射能化

■ **素材選定**
- KL1で用いられたケブラー29の他にケブラー129、シベラスが候補
- 洗浄後にHPGe検出器、ICP-MSでRI測定

➢ Ge検出器による測定



➢ ICP-MSによる測定

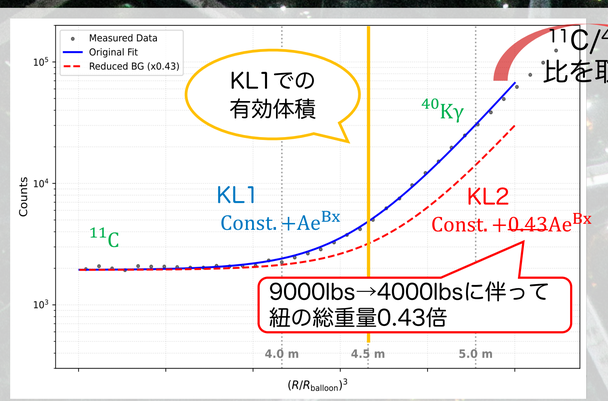


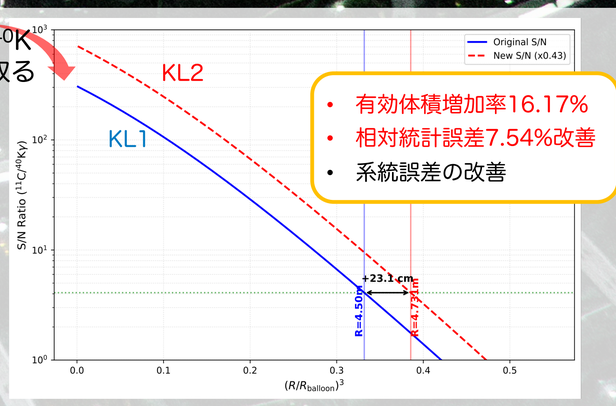
■ **太さ選定**
- KL2での紐の要求強度：**16kN**
- KL1では9000lbs強度品（40kN）を使用
- 4000lbs品（17.8kN）を試作したところ引張強度20.9kN

十分に満たす

➡ **KL2ではケブラー29を用いた4000lbs品を使用！**

3-3 太陽ν観測の評価





- 有効体積増加率16.17%
- 相対統計誤差7.54%改善
- 系統誤差の改善

4. 結論

- KL2のバルーンから新たにカバーフィルムを導入
  - 溶着に影響なし
  - 吸水と吸湿を防ぐ
- バルーン製作環境は湿度65%以上で上限値を気にせず製作可能
- KL2ではケブラー29を用いた4000lbs品の紐を使用
- ^{7}Be太陽νのBGと測定誤差を削減可能