

## 1. Motivations

### KamLAND2

- KamLANDをより高性能化したKamLAND2を建設中
- KamLAND2で用いる大型バルーン(直径13m)を再製作

### KamLANDでの課題

- バルーンをKamLANDへ導入時にBGであるラドン( $^{222}\text{Rn}$ )を巻き込みフィルム表面へ付着、LSに供給してしまう
- 物理観測での有効体積の減少



- ✓ フィルムの空気への露出を抑える
- カバーフィルム(自己粘着フィルム)の使用の検討
- ✓ 制作・導入時の洗浄を行う
- 開発が必要!

### 検出器シミュレーションのインプット値

source	origin	decay rate [Hz]
$^{14}\text{C}$ (pileup-only)	liquid scintillator	3582
$^{210}\text{Po}$	liquid scintillator	1.9
$^{210}\text{Bi}$	liquid scintillator	0.1
$^{85}\text{Kr}$	liquid scintillator	0.01
$^{11}\text{C}$	liquid scintillator	0.01156
$^{210}\text{Po}$	balloon film	80
$^{210}\text{Bi}$	balloon film	200
$^{238}\text{U}$	balloon film	0.26
$^{232}\text{Th}$	balloon film	0.054
$^{40}\text{K}$	balloon film	14
$^{238}\text{U}$	suspension rope	1.3
$^{232}\text{Th}$	suspension rope	2.97
$^{40}\text{K}$	suspension rope	34
$^{238}\text{U}$	PMT surface glass	7.78



## 2. 大型バルーンについて

KamLANDにおいて約20年漏れ等問題なく使い続けてきた実績  
 → KamLAND2においても同じ素材・作成方法を採用

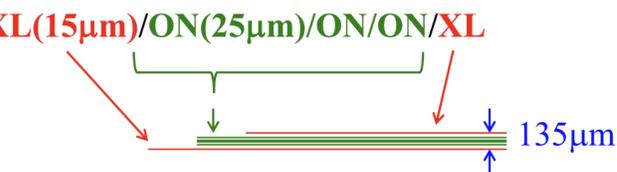


### フィルム

- 15 $\mu\text{m}$ 厚のEVOH (エバルXL/2軸延伸)
- 25 $\mu\text{m}$ 厚のナイロン (ON/2軸延伸)

特注で作った積層(5層)フィルム  
 厚み:  $t = 135\mu\text{m}$

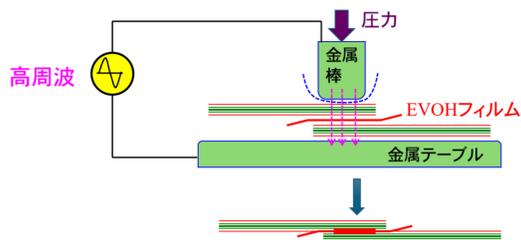
ラミネート用接着剤: アドコート(AD-76P1(主材)+CAT-10(硬化材))



**EVOHの特徴**

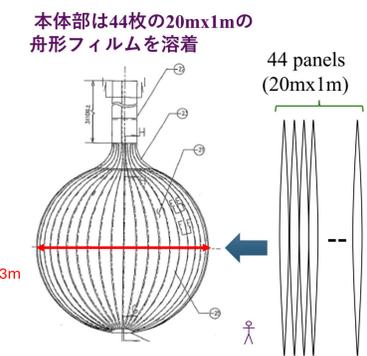
- ハイガスバリア性
- $^{222}\text{Rn}$ を通しにくい
- 高周波溶着が可能
- 吸湿性がある

### 高周波溶着



- 挟まれたEVOHが高周波により発熱し溶ける
- 熱が溶着層で発生するため両側が透明で目視チェックが可能

### バルーン製作方法



## 3. EVOH実験

EVOHが洗浄によりどれくらい性質が変化するかを確かめる必要がある

### 実験項目

1. 重さによる変化
2. フィルム引っ張り試験による張力の変化
  - 2.1 水に濡らした時
  - 2.2 自然乾燥させた時
3. 表面の様子を観察

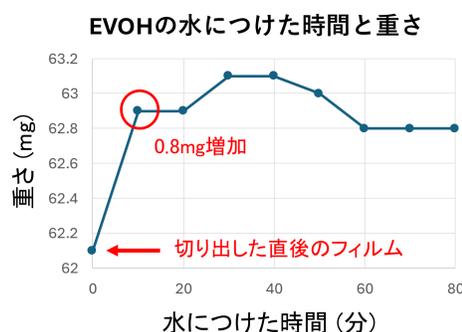
### 1. EVOHの重さの変化

#### 実験方法

- 6cm × 6cmのフィルムを使用
- 8枚のフィルムを水につけて10分ごとに取り出し重さを測定する

#### 結果

初めの10分で0.8mg増え、その後は大きく変化しなかった



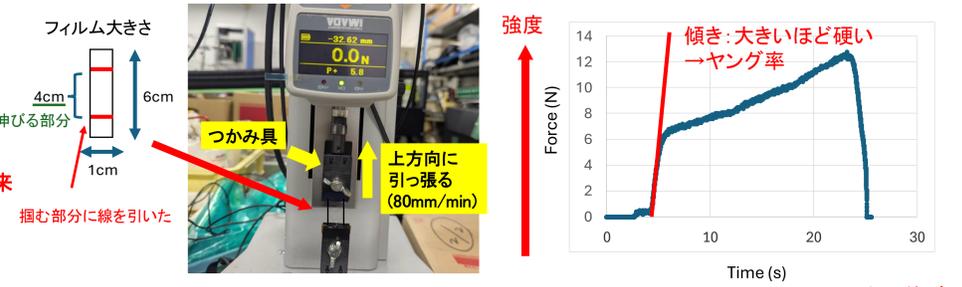
## 2. EVOHの引っ張り試験

### 実験方法

- 1cm × 6cmにフィルムを切り出す(基準用5枚、実験用30枚)
- 破断するまで引っ張り、最大応力とヤング率を算出

### 荷重用測定器

### 引っ張り試験時のサンプルにかかる力



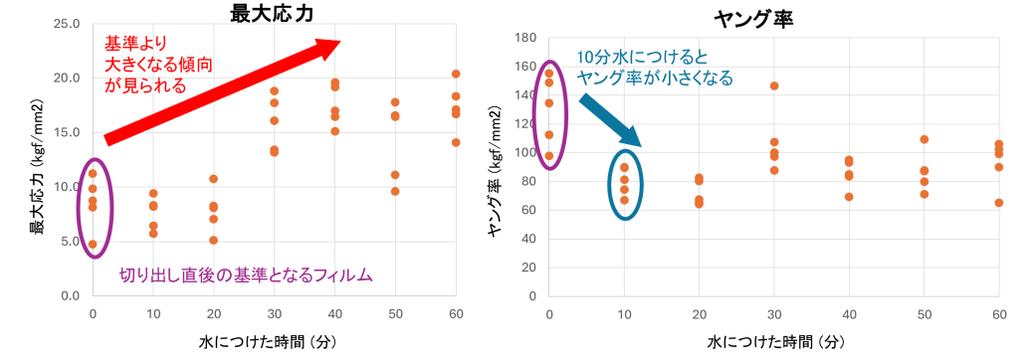
### 2.1 水につけた時

#### 実験条件 (温度21度、湿度22%)

- 水につけたフィルムを10分毎に5枚ずつ取り出し実験した

#### 結果

- 浸水時間が増えるごとに最大応力が大きくなる
- 最初の10分で伸びやすくなり、あとは有意な変化は見られなかった



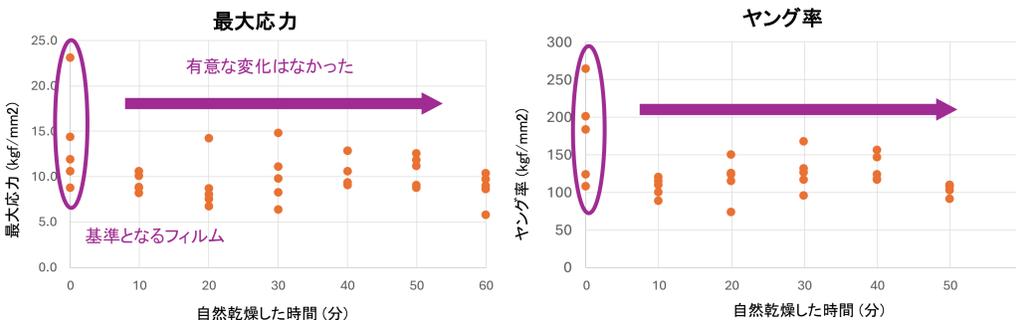
### 2.2 自然乾燥した時

#### 実験条件 (温度22度、湿度27%)

- フィルムを30分水につけ、取り出して水分を取り自然乾燥させる
- 取り出して10分経つごとに5枚ずつフィルムを引っ張り試験する

#### 結果

- 60分の自然乾燥では有意な変化は見られなかった
- 水につけると表面に皺がつき、自然乾燥させても戻らなかった



## 3. EVOHの表面観察

### 水に濡らしたEVOHの表面を観察

乾いたもの    30分濡らしたもの



#### 結果

- 一度濡らすとフィルムが皺になり、60分自然乾燥しても皺のままだった

### 実験結果

- 吸湿させると見た目や伸びやすさ、重さが増える
- 一度吸湿させると自然乾燥では性質が元に戻らない

## 4. まとめ・今後の展望

- バルーン素材であるEVOHは吸湿性が高く、水での洗浄に適していないことがわかった

### 展望

- 完全乾燥時に性質が元に戻るかを確認する
- 製作時にEVOHを変質させない湿度条件を調べる必要がある
- カバーフィルムがついている時の湿度の影響の確認
- 水以外の洗浄方法の検討