

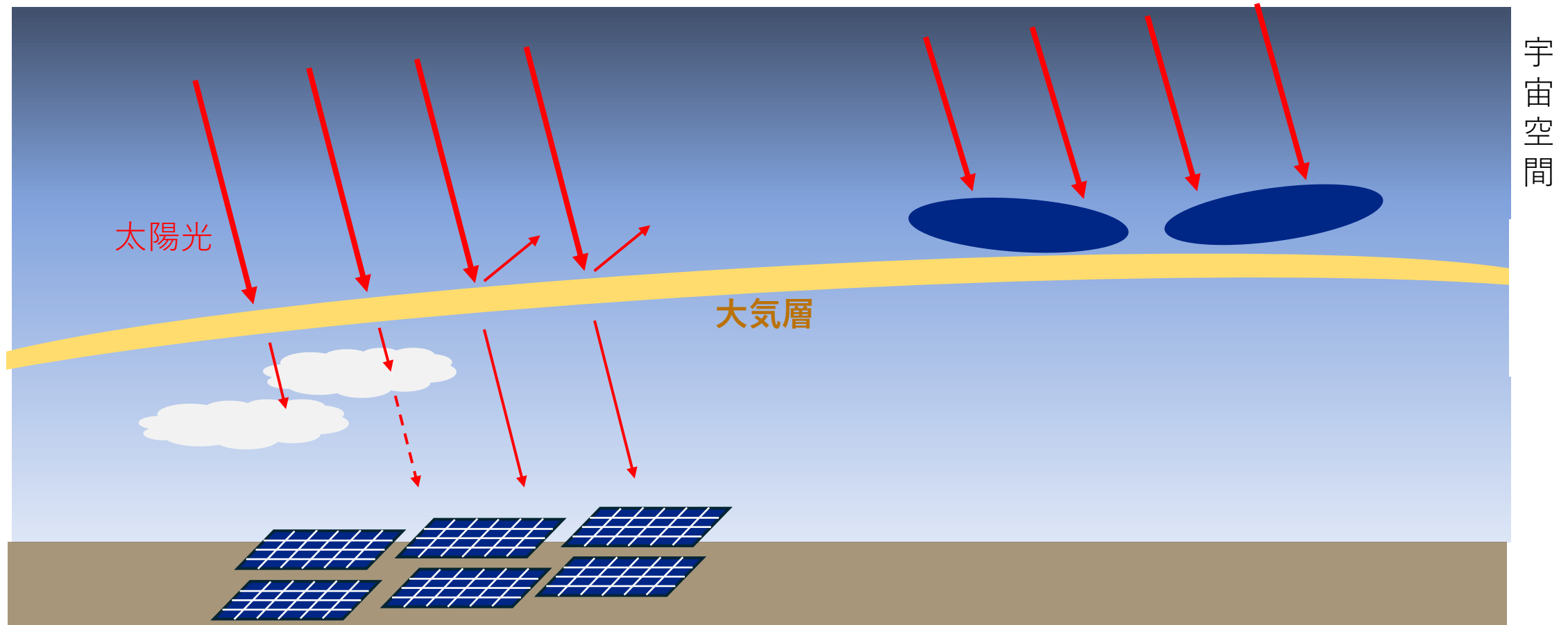
# イオン液体による液体張力膜構造の低温実験

樋端 怜矢 (元東京大学)

# 目次

1. 宇宙太陽光発電について
2. 液体膜による反射鏡の提案
3. 既往研究
5. イオン液体の低温での挙動
6. アウトガス測定結果
7. 液体膜の実験結果
8. 今後の展望

# 1. 宇宙太陽光発電



通常太陽光発電

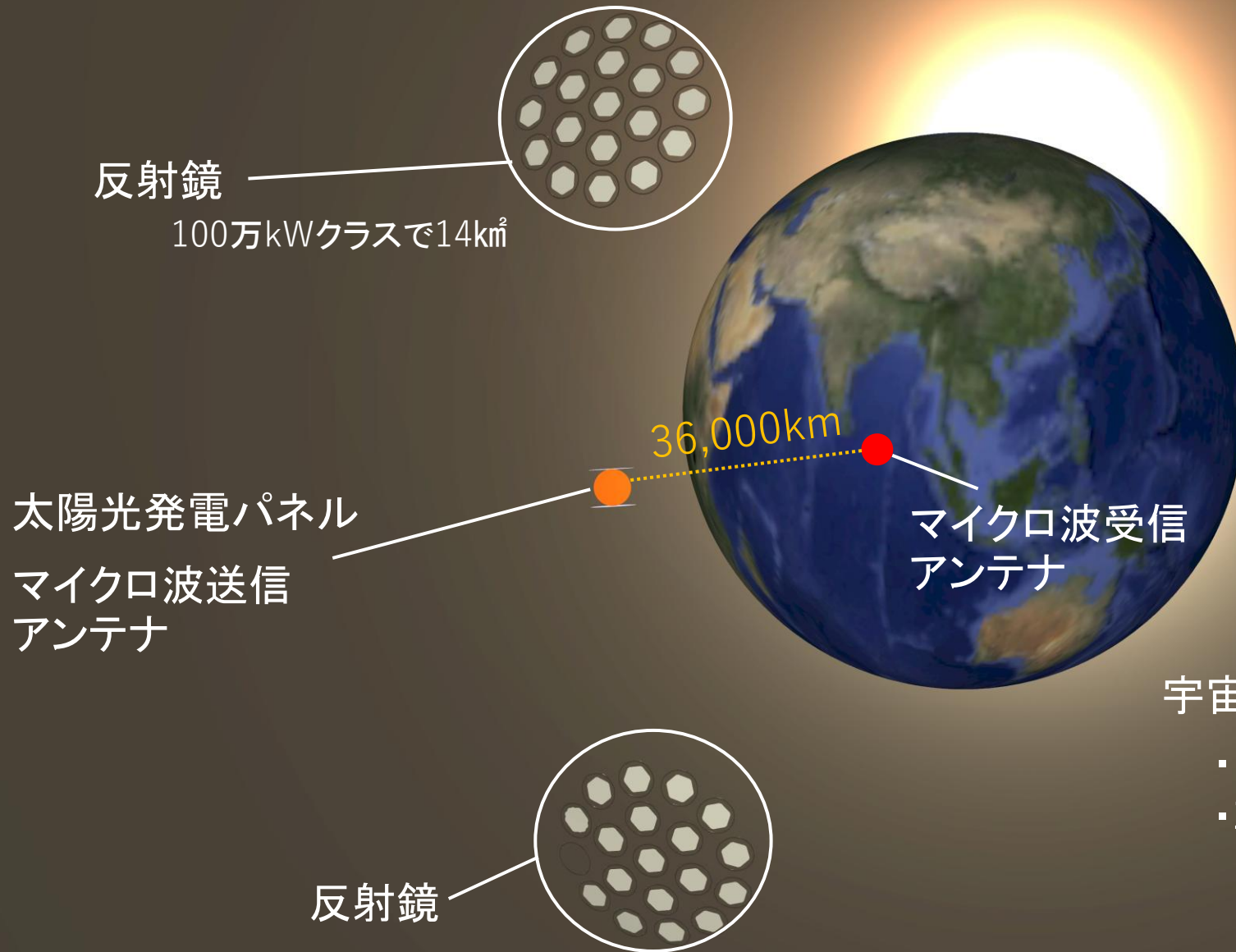
- ・発電効率が低い
- ・天候・時間に左右される



宇宙太陽光発電

- ・発電効率高い
- ・年間を通じて安定した発電

# 1. 宇宙太陽光発電



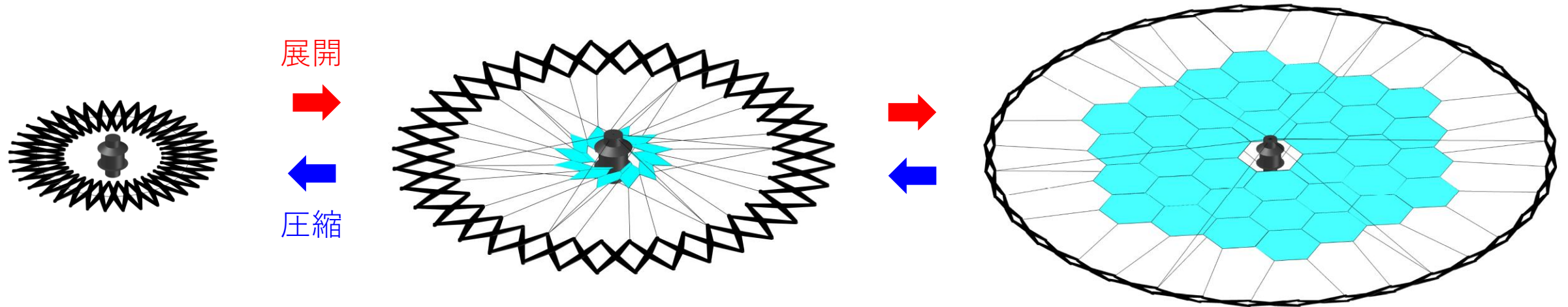
## 宇宙太陽光発電の技術的課題

- ・大型の平面構造物の構築技術
- ・軌道上において長期間運用・維持する技術

## 2. 液体膜による反射鏡の提案

②軌道上において長期間運用・維持する技術

展開の方法



展開とともに液体膜を張る

液体膜が割れた場合には圧縮、再度展開を行うことで再生が可能

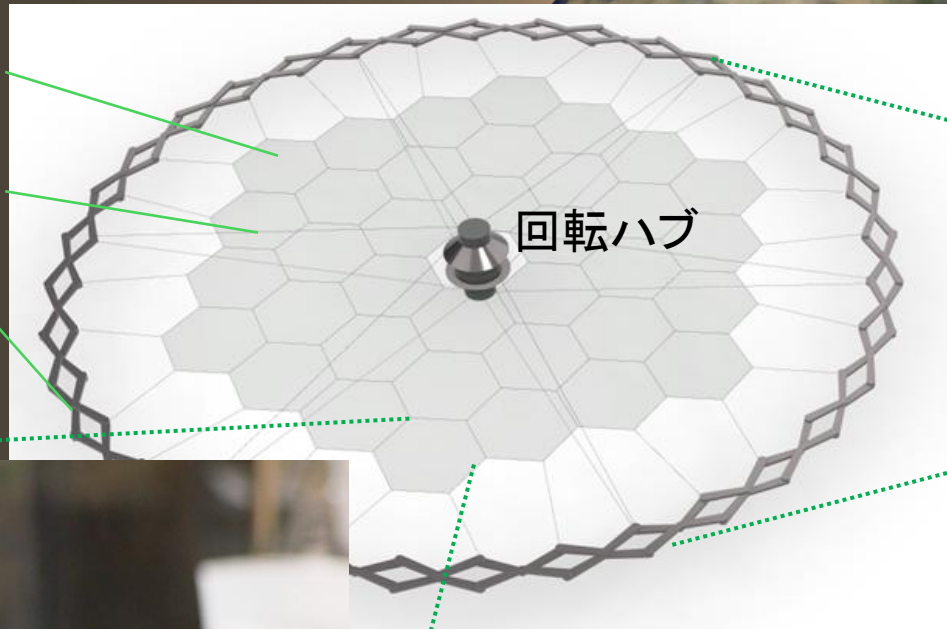
## 2. 液体膜による反射鏡の提案

大型の反射鏡として液体膜による展開構造物を開発する

六角形ケーブルネット  
+ 液体の薄膜

放射状ケーブル

展開圧縮リング



- ・薄膜による軽量の平面構造物
- ・一般的な液体は真空中で沸騰・蒸発し利用できない

## 2. 液体膜による反射鏡の提案—研究目的

### A. 反射させる方法

液体は一般的に透明



- ・液体膜の表面に金属膜を張り付ける(蒸着など)
- ・液体に金属粉を混ぜる

### B. 液体の蒸発

液体の蒸気圧が周囲の圧力より高ければ蒸発する  
通常の液体は真空中で利用できない

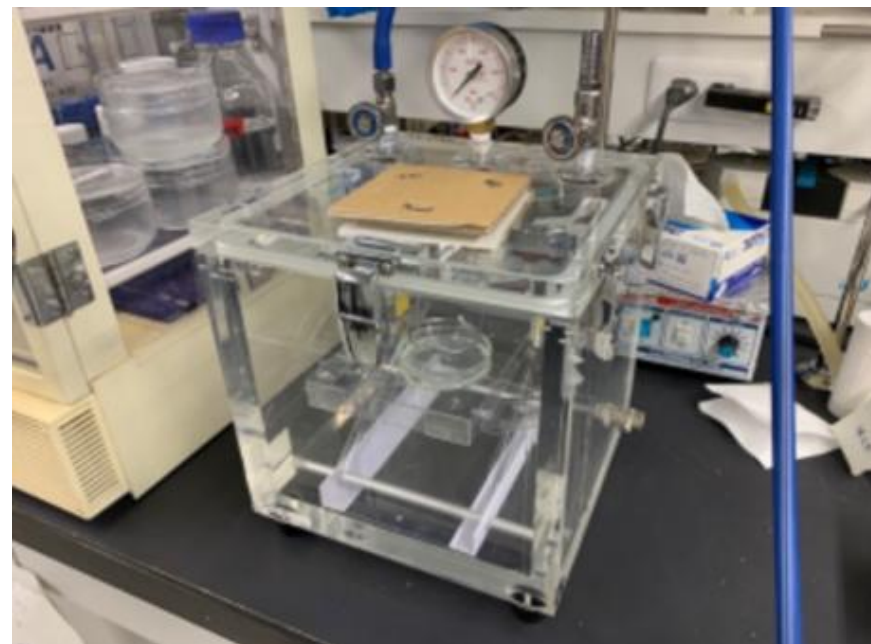
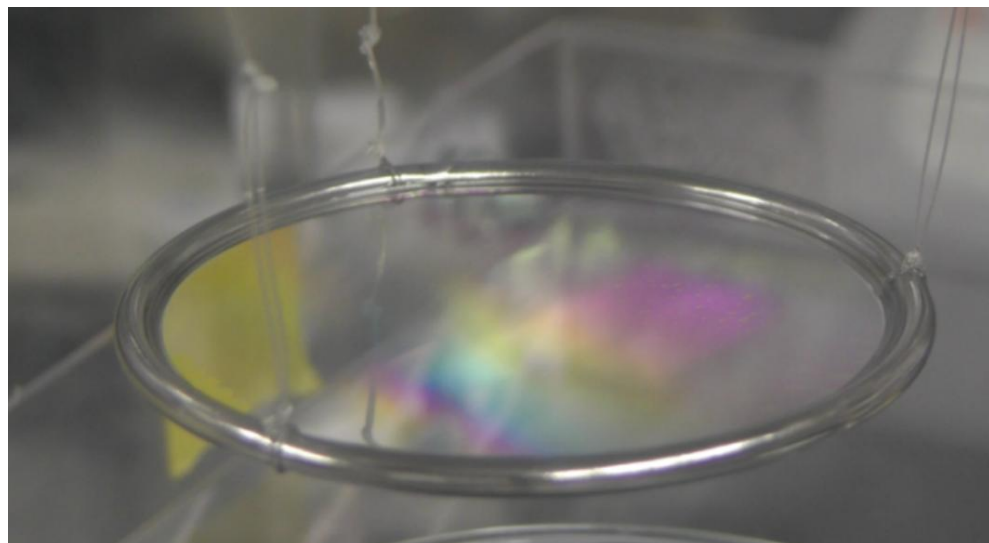


### C. 温度変化

宇宙空間では大きな温度変化が発生する  
液体は物性の変化が大きく、検討する必要がある  
状態の変化(液体→固体)も検討する必要がある

### 3. 既往研究

真空中でも液体として存在するイオン液体を用いる



- ・内径50mm  $\phi$  2.5mm ステンレスリングに液体膜を生成
- ・6種類のイオン液体について実験を行い最も液体膜を生成しやすく、安定して持続する液体を選定  
EMIM[BF<sub>4</sub>]が選定された

樋端 怜矢ほか“宇宙での利用を目指したイオン液体膜の表面張力と定量的評価に関する基礎的研究 その2”,建築学会大会(関東),日本建築学会,2024.

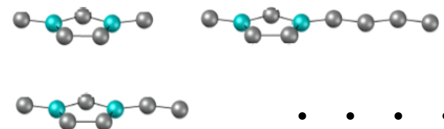
### 3. 既往研究



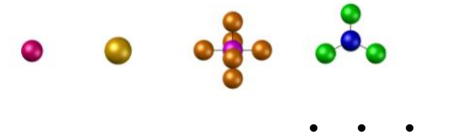
イオン液体 = カチオン + アニオン

↑  
多様な種類  
が存在

Ex)



Ex)



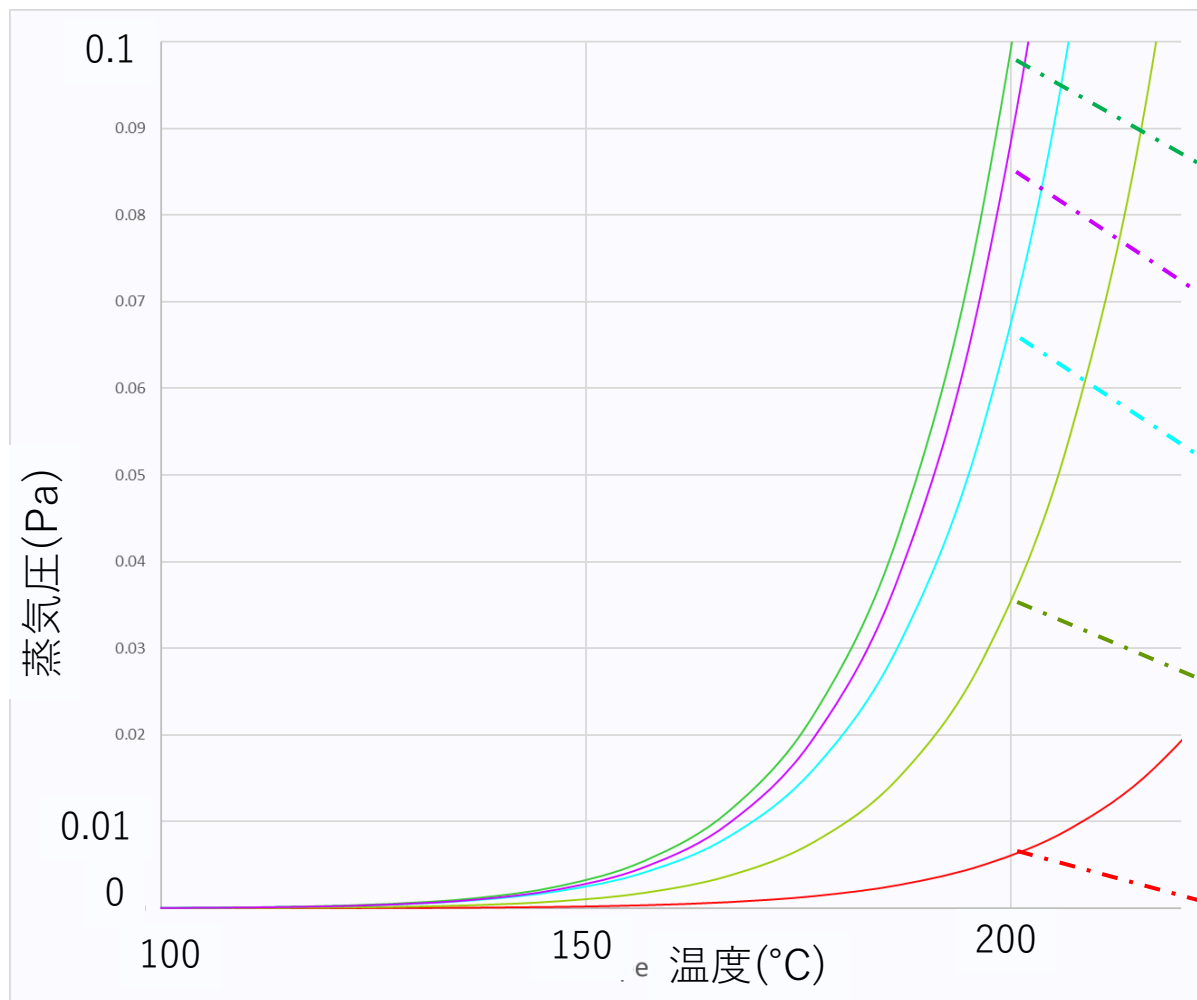
常温で液体となる塩

蒸気圧がほぼ0  
化学的に安定  
不燃性



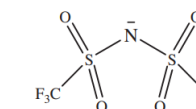
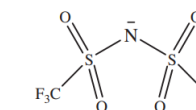
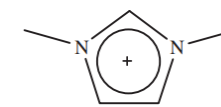
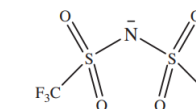
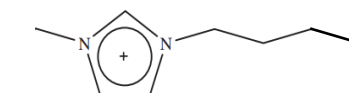
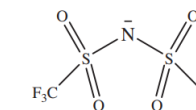
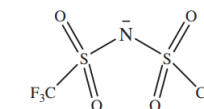
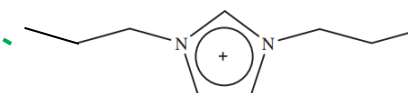
宇宙空間でも利用できる

### 3. 既往研究一蒸気圧



アニオン

カチオン



Shohei Horike etc, "Thermodynamics of Ionic Liquid Evaporation under Vacuum,"  
JSAP Annual Meetings Extended Abstracts, vol.79,11-451, 2018

Marisa A.A. Rocha etc, "Volatility study of [C1C1im][NTf2] and [C2C3im][NTf2]  
ionic liquids" J. Chem. Thermodynamics 68,317-321,2014

Marisa A. A. Rocha etc, "Cation Symmetry effect on the Volatility of Ionic Liquids",  
The Journal of Physical Chemistry B, Vol 116/Issue 35,2012

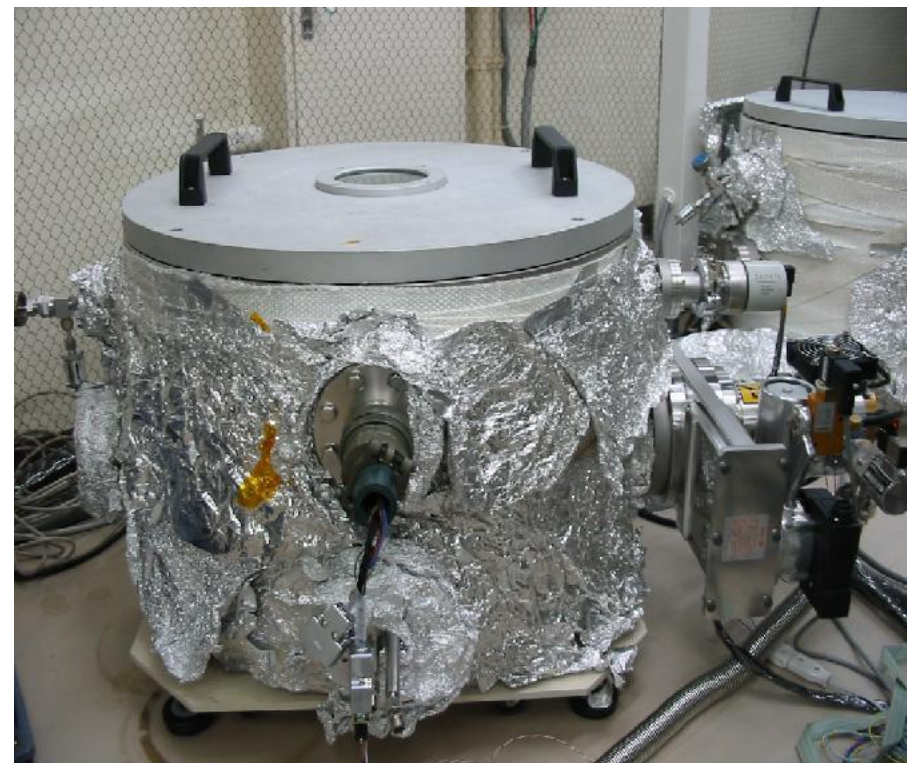
## 4. ATCでの研究の目的

既往研究では常温低真空での実験を行っていた

- ・宇宙空間は大きな温度変化が存在し、温度に関する検討が必要
- ・より高い真空度での実験が必要

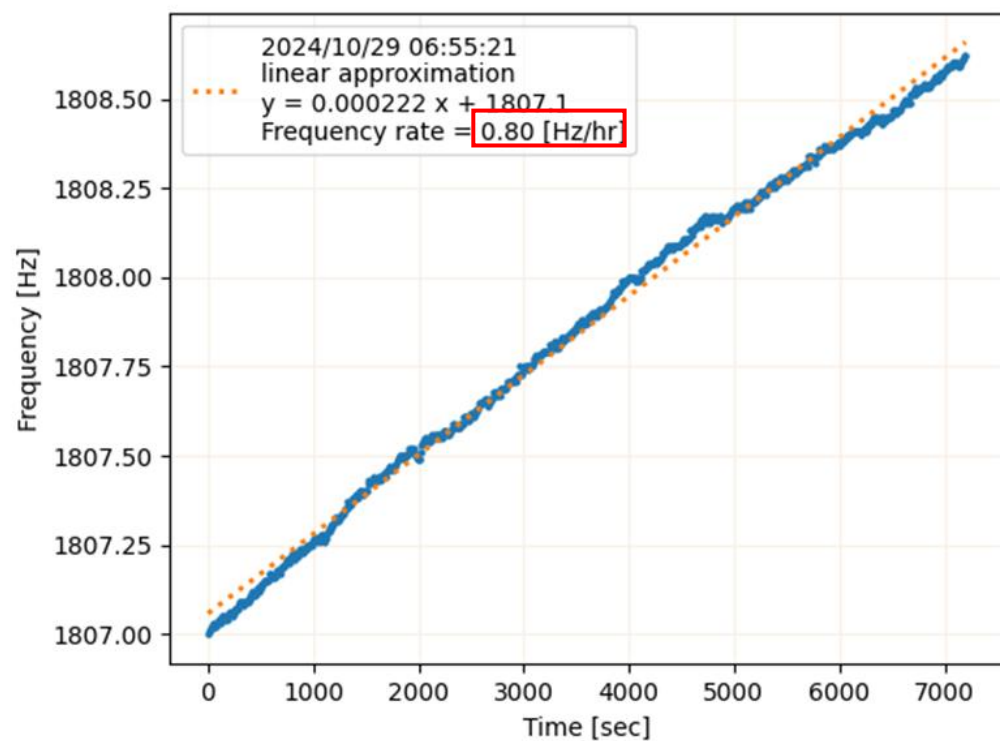
ATCにて小型真空チャンバーをお借りし、実験を行った  
(昨年11月～12月)

	真空	温度
既往研究	200Pa	常温
本研究	0.00001Pa	低温

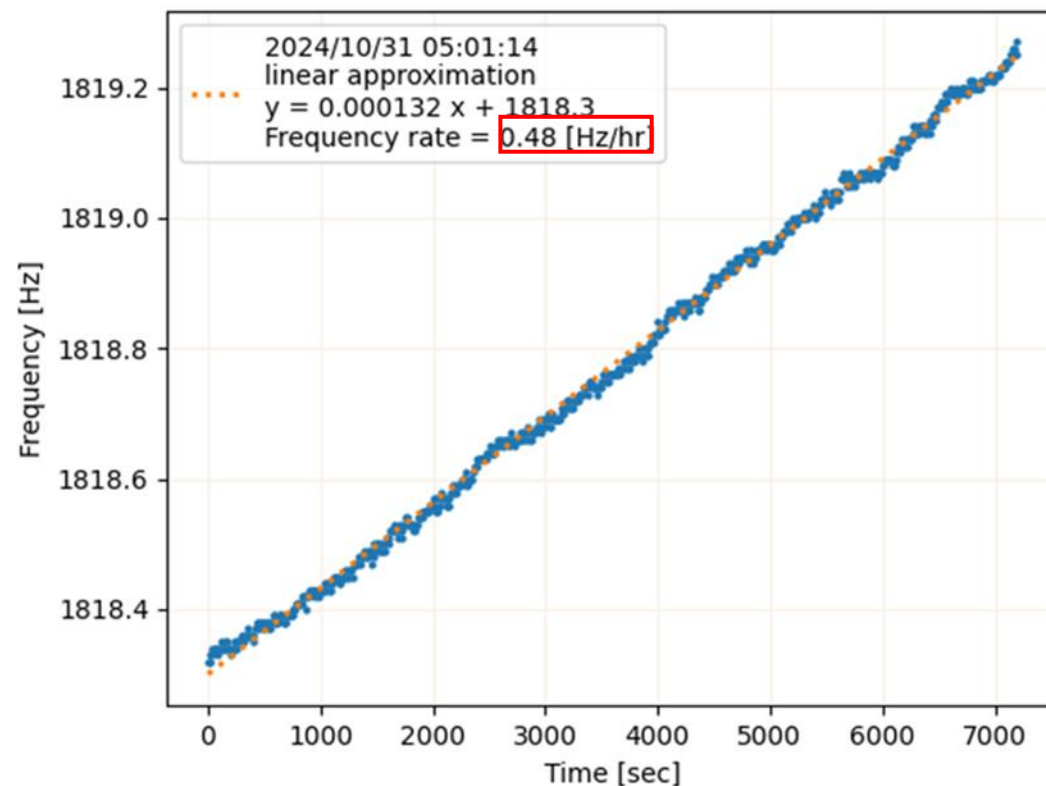


## 5. アウトガス測定結果

液体を入れなかった時



液体を入れた時



液体の蒸発がないか確認するためアウトガスによる確認を行った。  
振動数変化の傾きの差がアウトガス量を示す  
アウトガスは検出されなかった

## 6. 液体膜の実験—実験方法

液体膜を生成し、  
ステンレス鍋に入れ  
ステンレス鍋をチャンバー内  
に入れる

温度については冷凍機を用  
いて温度を下げる

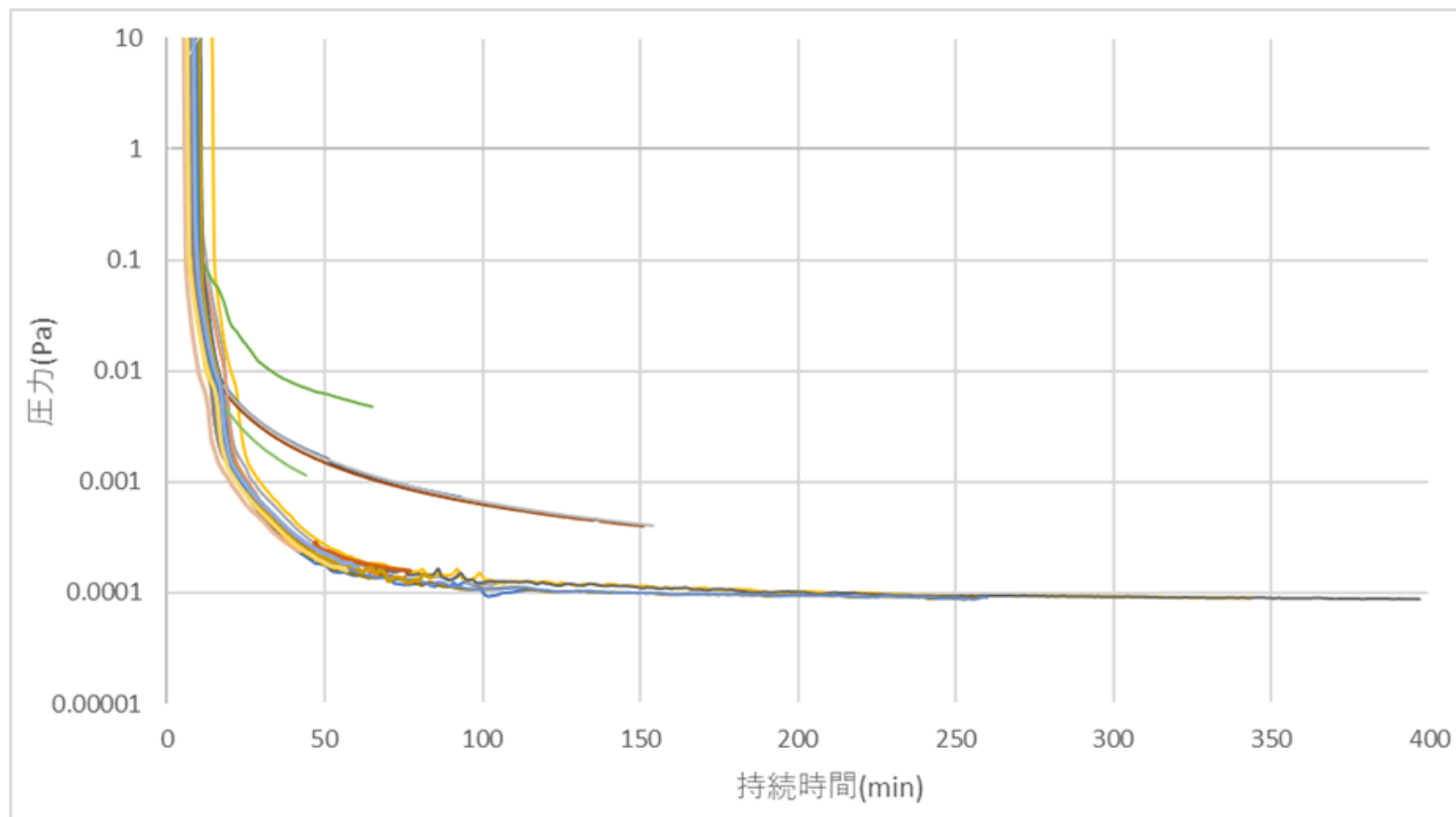


## 6. 液体膜の実験—実験結果

$10^{-4}$ Paでも  
液体膜が持続するこ  
とを確認した。

・最長で398分持続す  
ることが確認できた

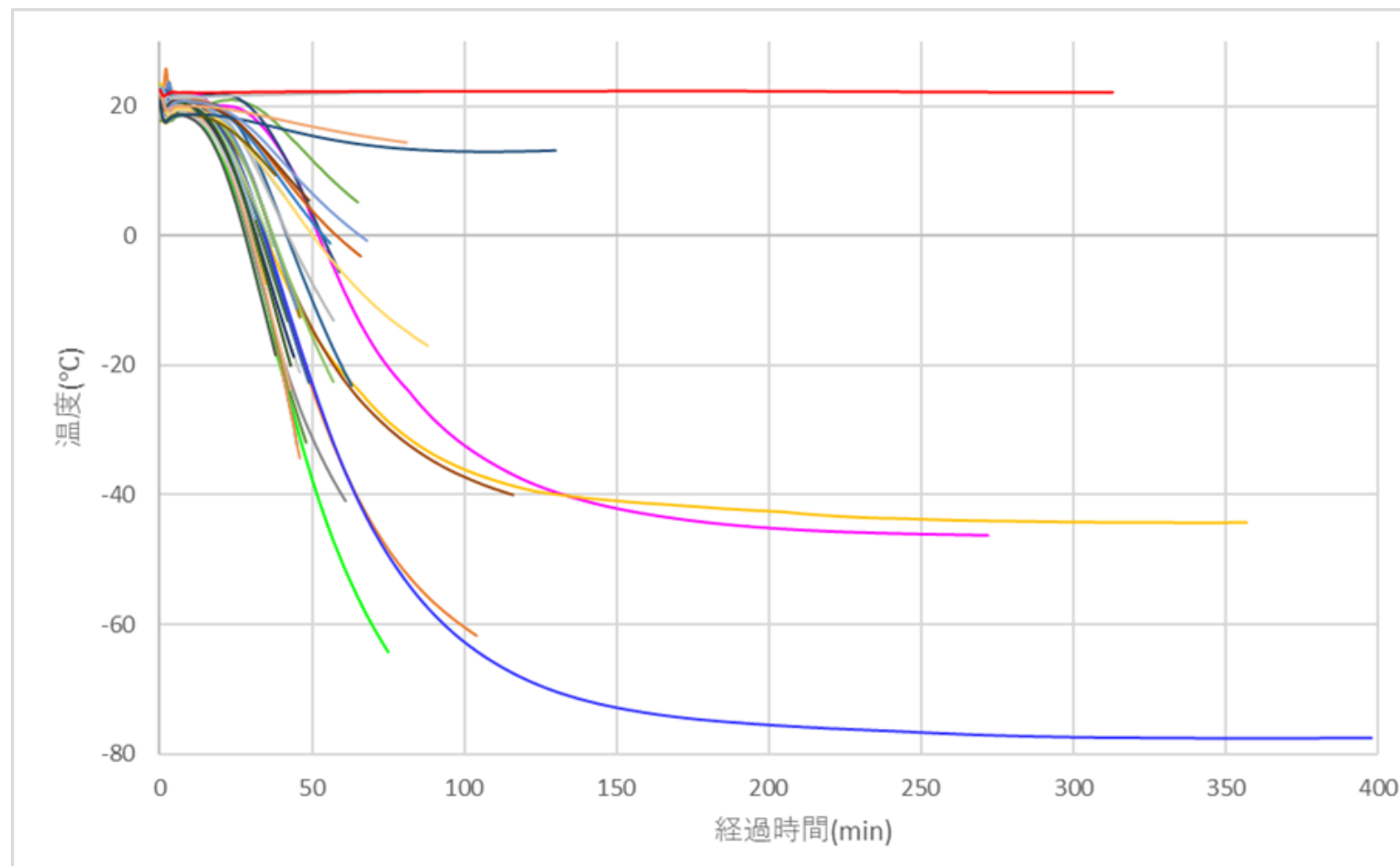
・低真空時よりも持続  
時間が短い傾向が見  
られた



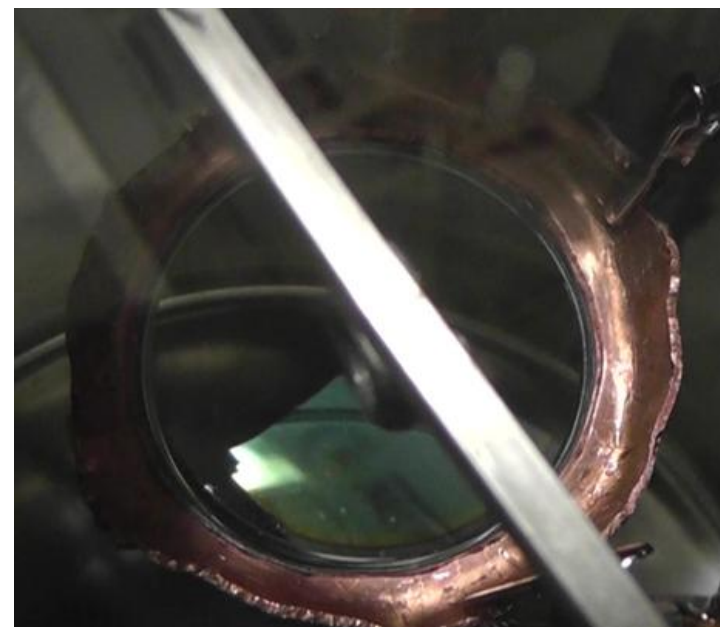
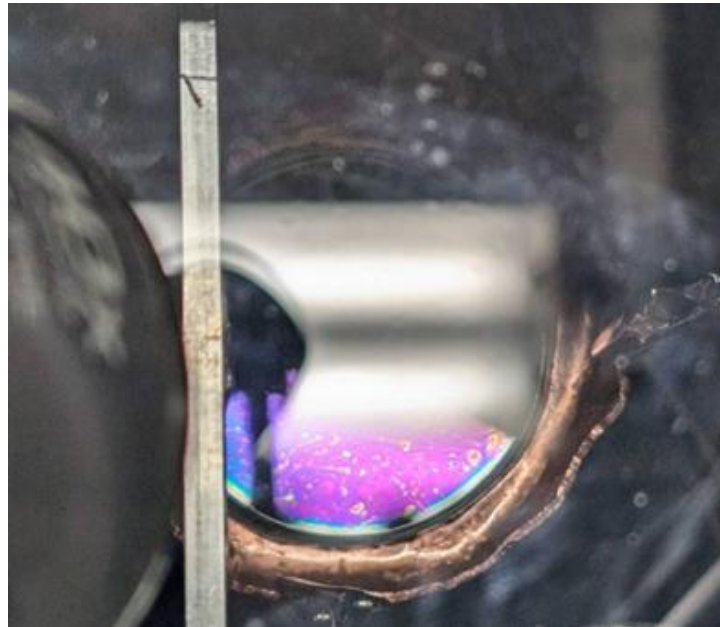
## 6. 液体膜の実験—実験結果

- ・温度は $-78^{\circ}\text{C}$ まで液体膜の持続が確認できた

- ・一方で温度が低い場合液体膜が持続しにくいことが分かる

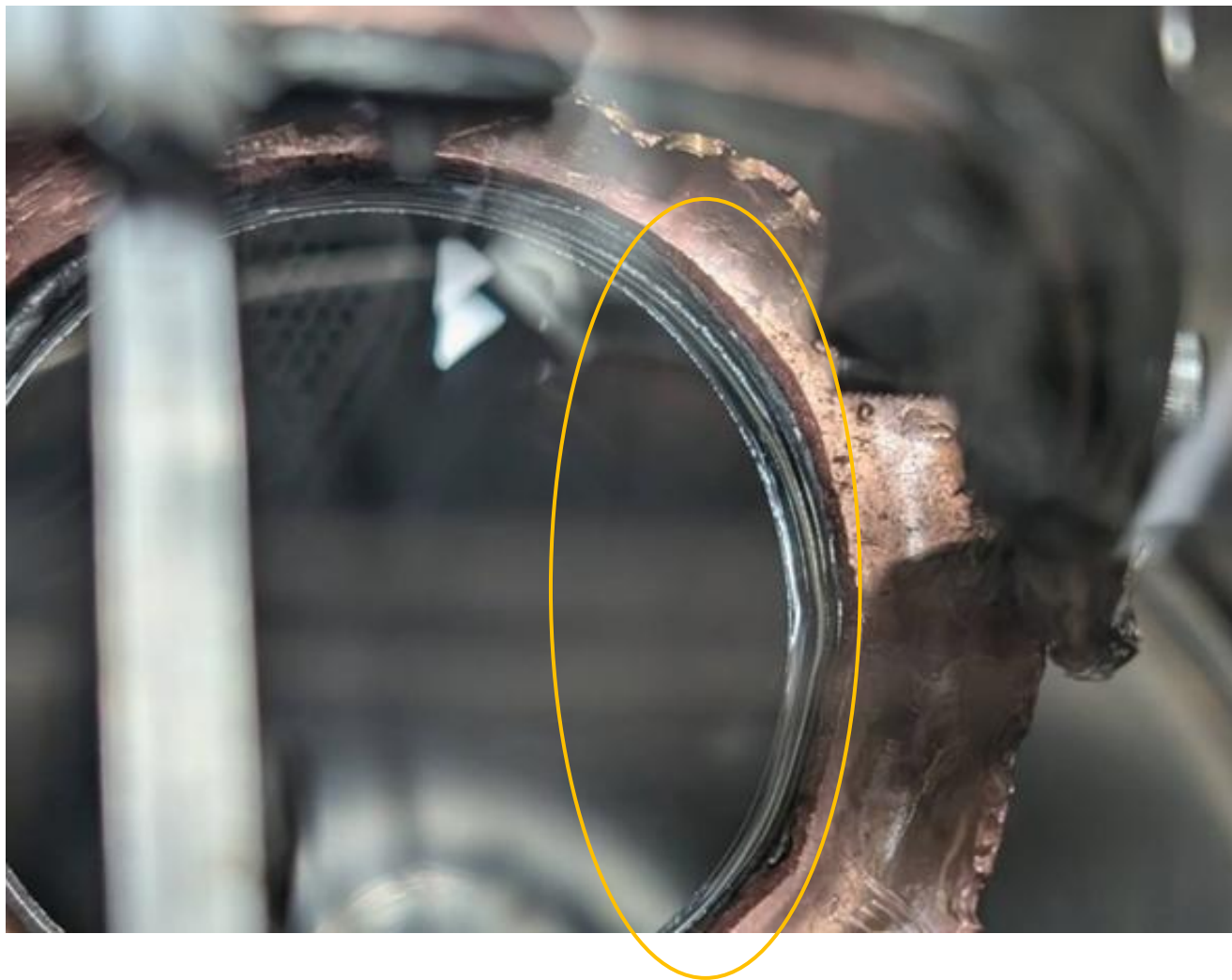


## 液体膜の様子



厚さの変化により色が変化している

## 割れた後のリングの様子



- ・リング周辺に固体が残っていることが分かる

- ・液体が固体となることで液体膜が持続しなかったと考えられる

## まとめ

- ・アウトガス測定によりイオン液体 (EMIMBF<sub>4</sub>)が高真空中でも液体として維持できることを確認した
- ・真空中でも液体膜を持続することが確認できた
- ・低温で液体が凍り、液体膜が持続しにくいことが考えられる
- ・融点が高いイオン液体を利用することでより低温でも持続しやすいと考えられる



## 6. 今後の展望

### 将来的な目標

- ・大型の反射鏡として液体膜による展開構造物の実現
- ・より大きい試験体、より低い気圧での実験を目指す
- ・今回行った実験を現在論文に執筆中です
- ・利用させていただきありがとうございました。

