

1. イントロダクション

燃料電池搭載大型・商用モビリティ（HDV）の普及を目指し、高い運転温度（広範な温湿度下）や耐久性、発電性能等の実現に資する電解質膜の要素技術開発に取り組む

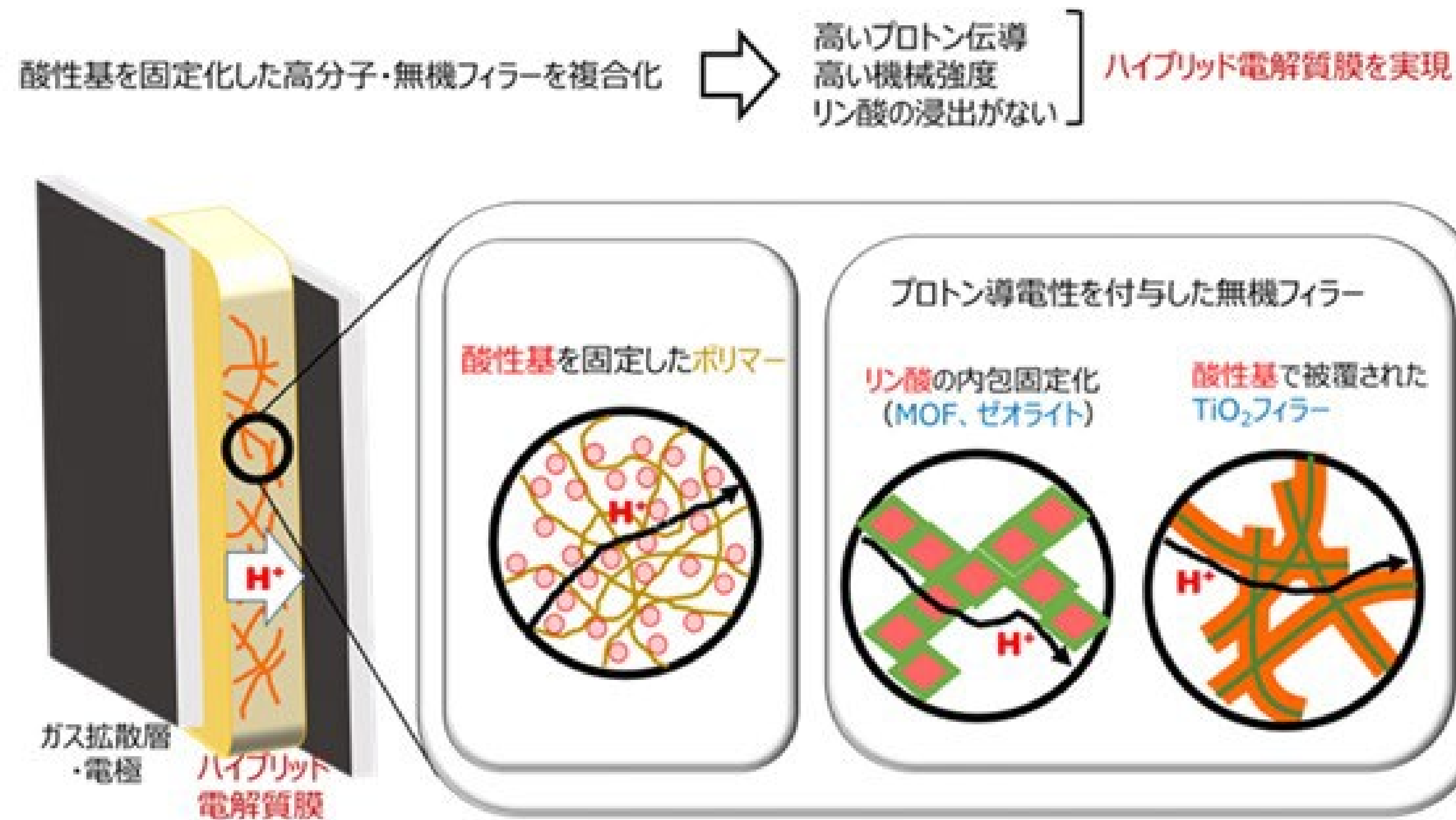
最終目標値（2025年3月）

電解質膜プロトン導電率： $> 10^{-2} \text{ Scm}^{-1}$ （80~120°C・極低加湿：水蒸気分圧~38kPa【120°C-19%RH相当】以下）で、60~135°Cで安定動作

膜厚： $< 10 \mu\text{m}$ 引張最大強度： $> 50 \text{ MPa}$ 最終目標値

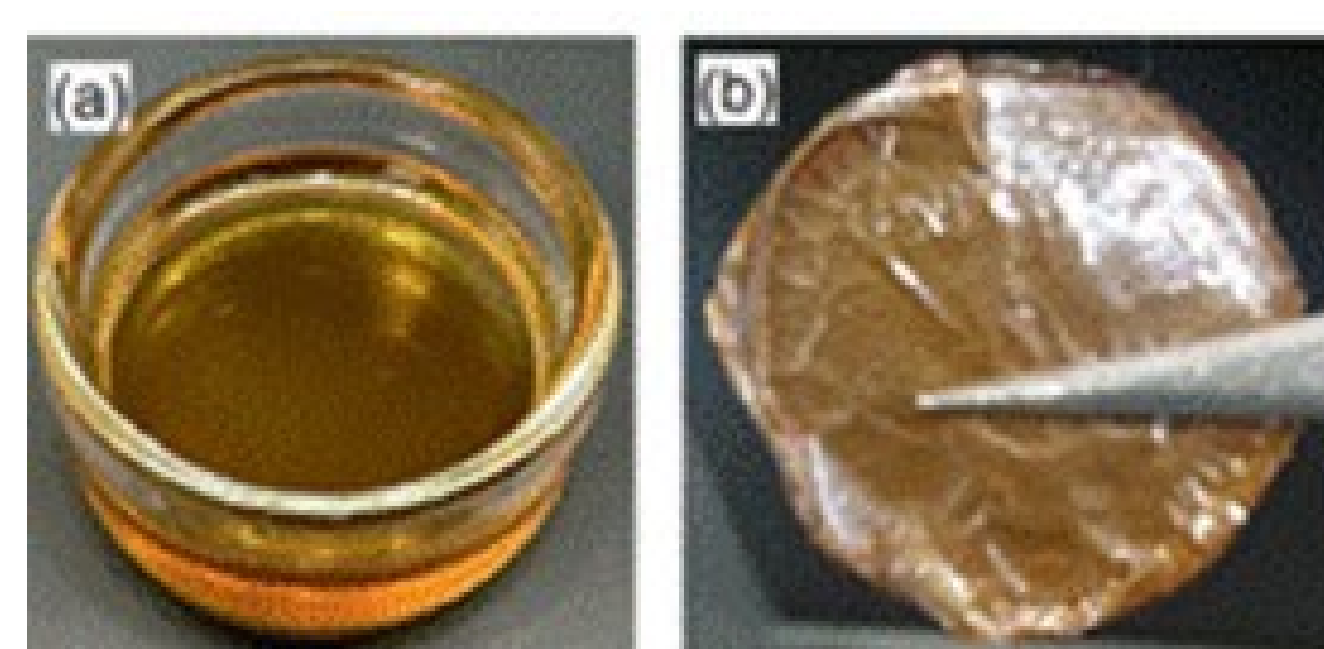
ホスホン酸固定化ポリベンゾイミダゾール（PBI）の合成

- ① 酸塩基相互作用によるPBIへの極少量のリン酸固定化
- ② 金属酸化物ナノワイヤーの作製
- ③ プロトン伝導性MOFの作製
- ④ ①~④の統合によるハイブリッド電解質膜の開発



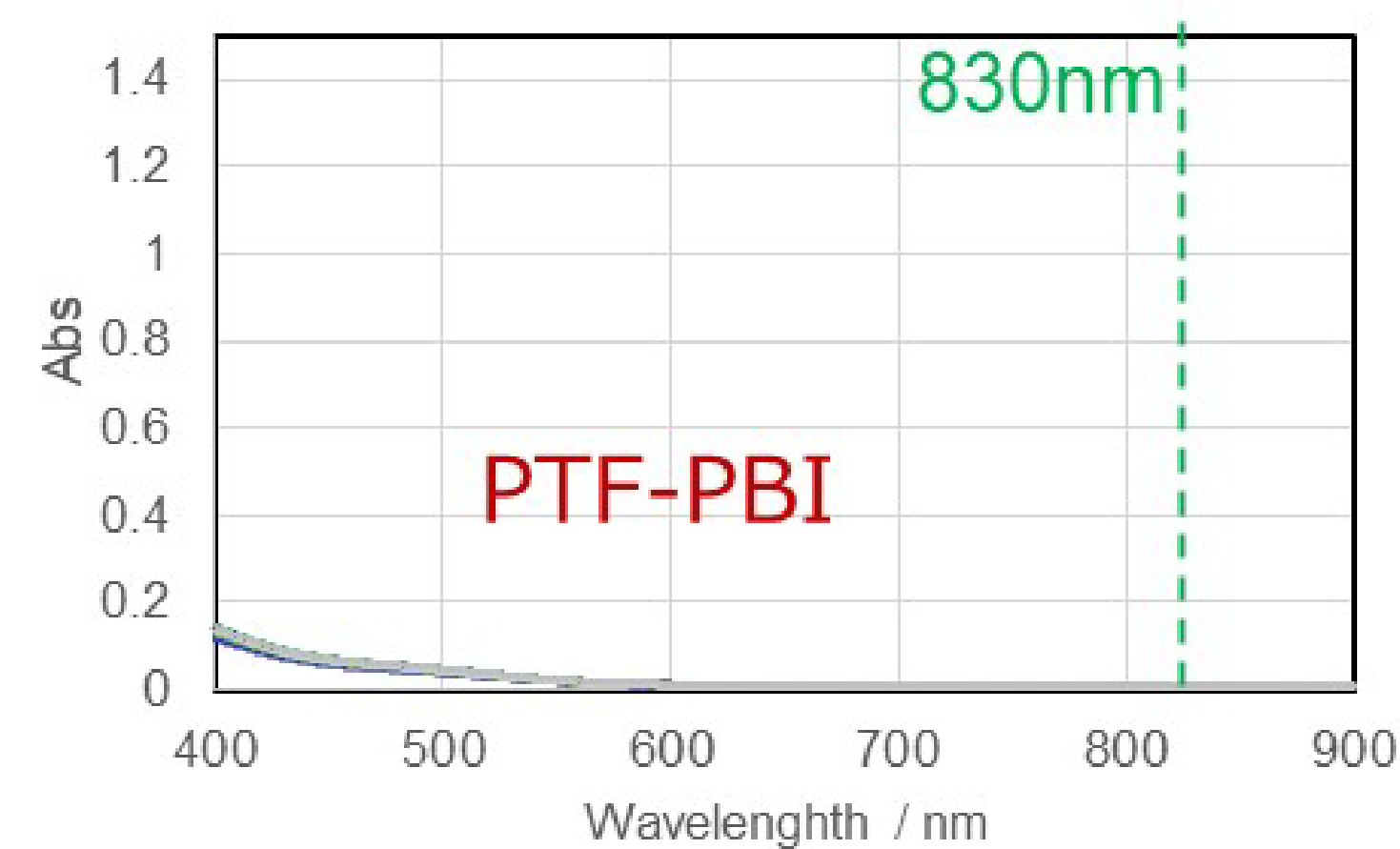
2. 兵庫県立大学での開発項目

リン酸を共有結合でPBIに導入したPTF-PBIの成膜



PTF-PBIを2 wt%でN,N-ジメチルアセトアミド（DMAc）に溶解して、100°Cでキャスト法により膜を作製

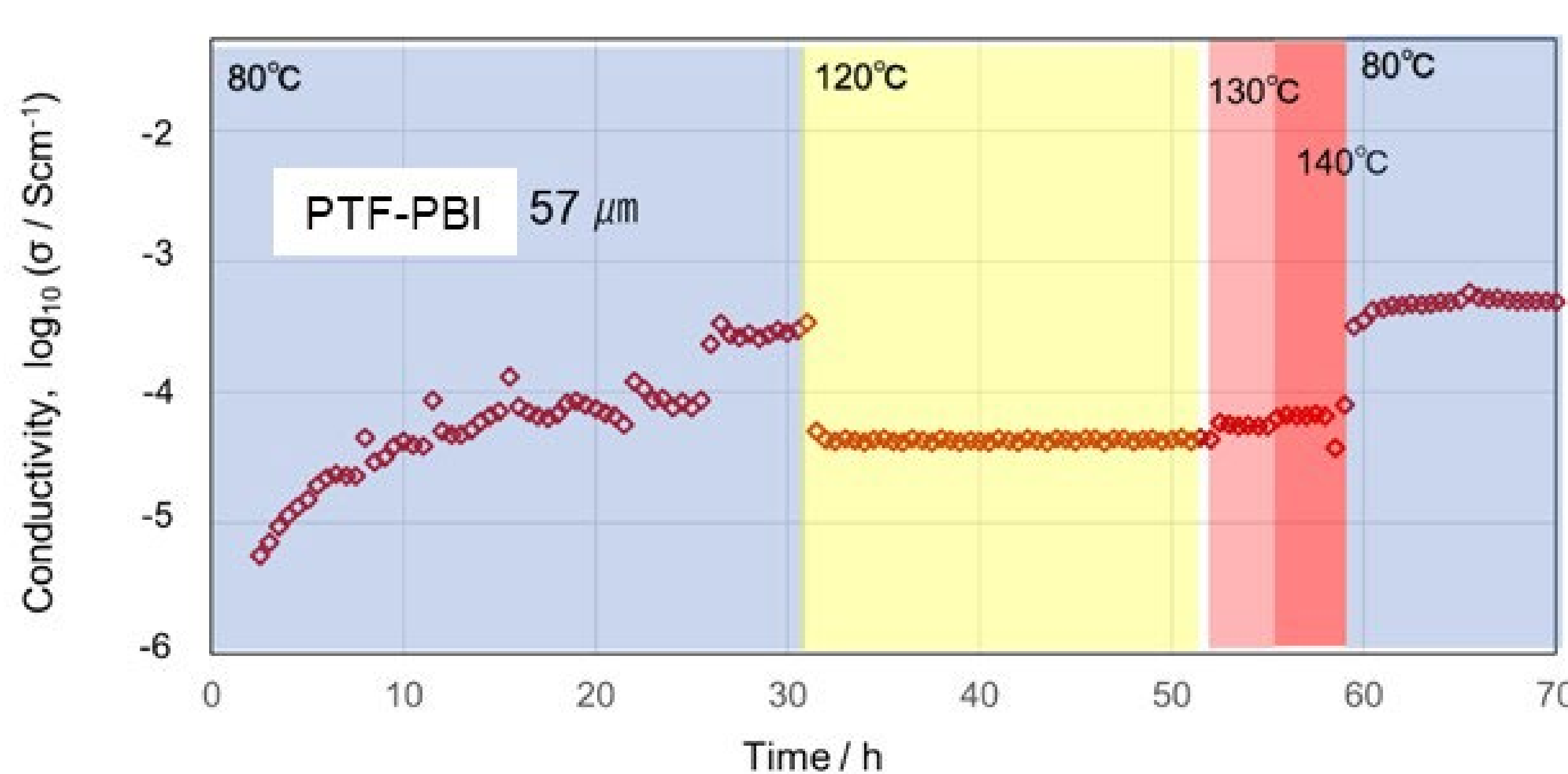
PTF-PBI膜のリン酸浸出加速試験（リンモリブデン酸法）



純水に5時間まで浸漬して溶液を採取して滴定

モリブデンブルー法から、PTF-PBI膜からのリン酸の浸出は全く認められない

PTF-PBIの導電率測定



1昼夜 80°C 80%RHに保持することで導電率向上

120°C 19%RH~ 130°C 14%RH~ 140°C 11%RHでも導電率が向上

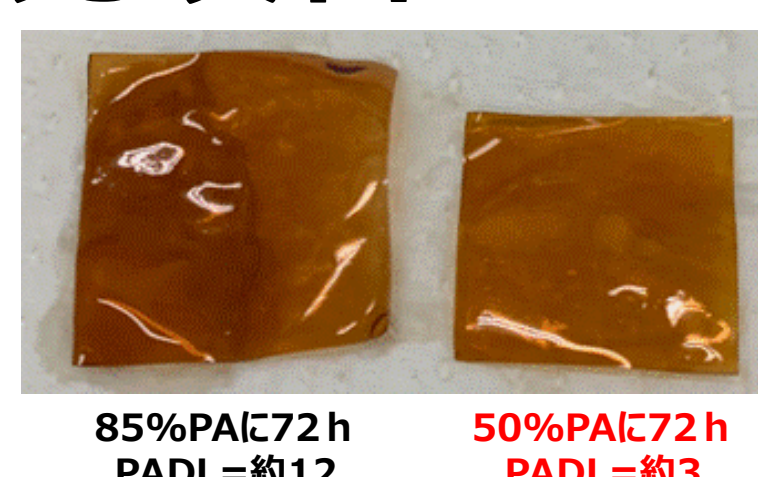
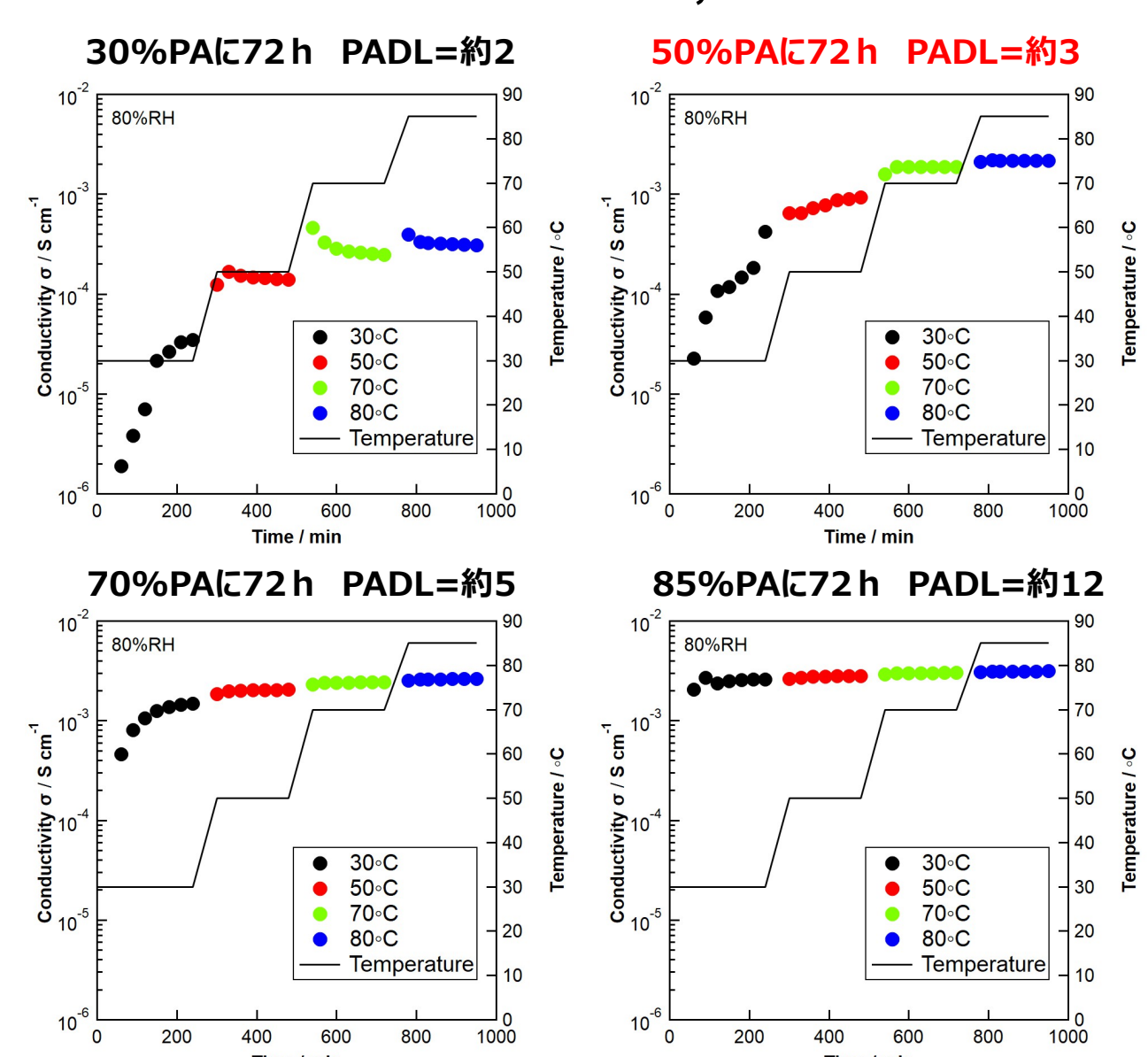
PF-PBI undoped (PADL=0)/ 膜評価装置と JARI セルによる連続測定/TUT

○80°C・1860min 保持：ave. $2.8 \times 10^{-4} \text{ Scm}^{-1}$ @80%RH → 120°C・1200min 保持：ave. $4.3 \times 10^{-5} \text{ Scm}^{-1}$ @19%RH → 130°C・180min 保持：ave. $5.6 \times 10^{-5} \text{ Scm}^{-1}$ @14%RH → 140°C・180min 保持：ave. $6.6 \times 10^{-5} \text{ Scm}^{-1}$ @11%RH → 80°C・720min 保持：ave. $4.8 \times 10^{-4} \text{ Scm}^{-1}$ @80%RH

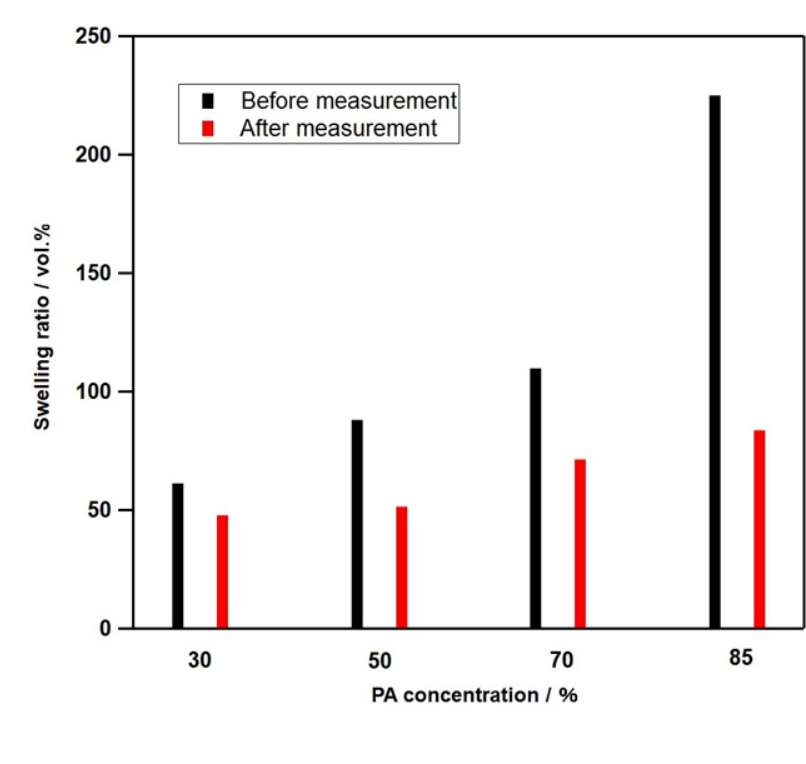
3. 豊橋技術科学大学での開発項目

リン酸ドーパ量を変えたPBI電解質膜の特性評価

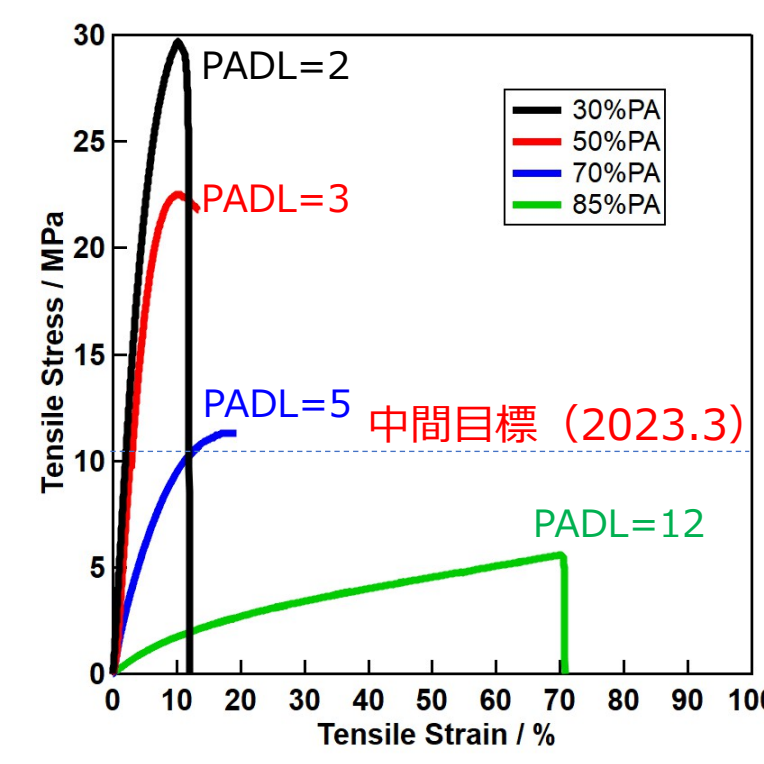
導電率測定. 温度: 30-80°C, 湿度: 80%



PAドーパに伴う膨潤率変化

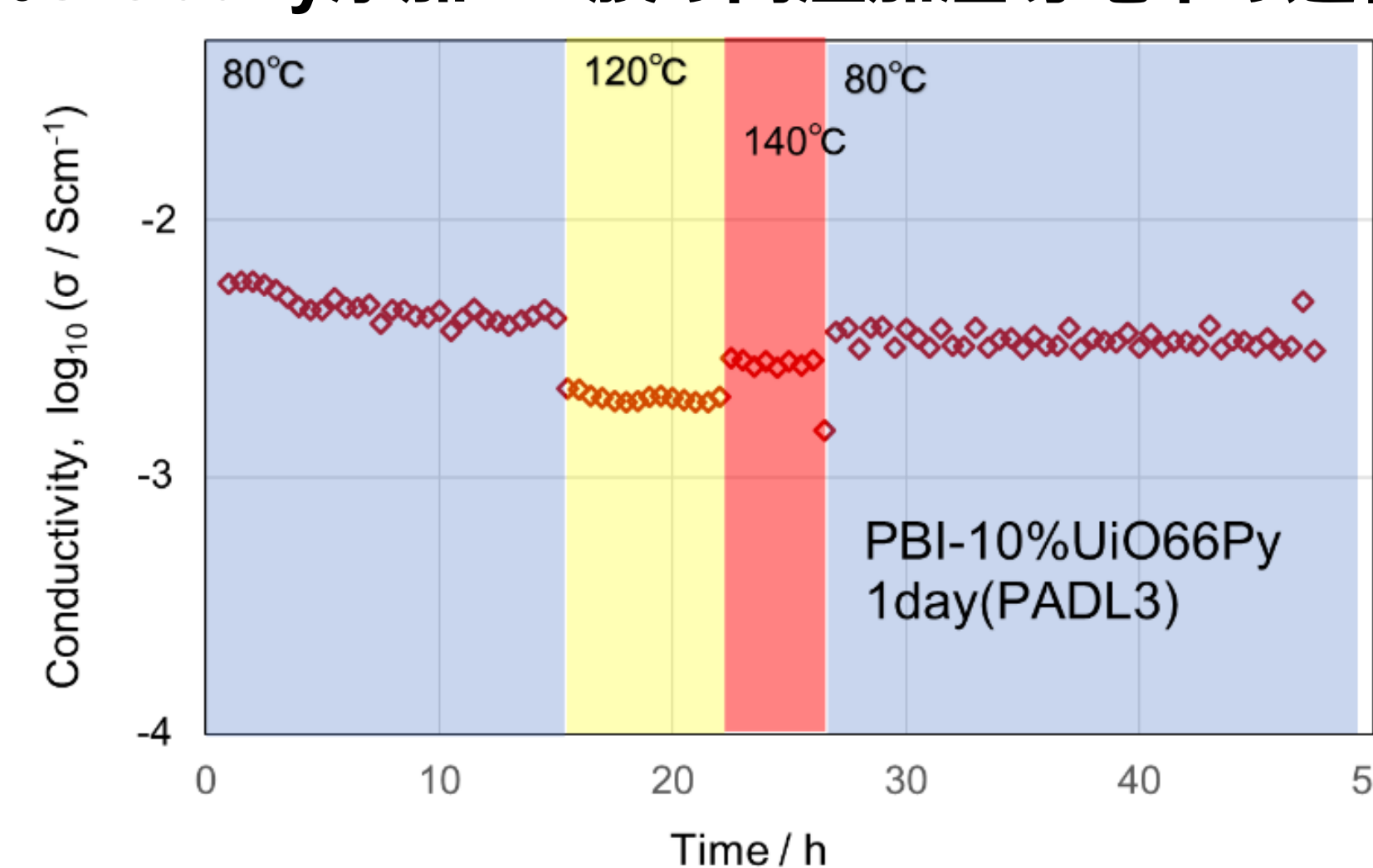


室温での引張試験



・50%PAドーパ（PADL=3）PBI膜は高濃度PAドーパ膜より高い機械強度及び同程度の導電率を示した

10%UiO66Py添加PBI膜の高温加湿導電率の連続測定



UiO66Pyを10wt%添加したPBI膜（PADL=3）の広温・低湿度導電率（面直JARI/TUT）

80°C 80%RH 450min： $4.6 \times 10^{-3} \text{ Scm}^{-1}$
 120°C 19%RH 420min： $2.0 \times 10^{-3} \text{ Scm}^{-1}$
 ☆ 140°C 11%RH 240min： $2.8 \times 10^{-3} \text{ Scm}^{-1}$
 80°C 80%RH 1290min： $3.5 \times 10^{-3} \text{ Scm}^{-1}$

80°C 80%RH~140°C 11%RHの広温度・低湿度条件下で導電率 $\sigma > 10^{-3} \text{ Scm}^{-1}$ を維持する PTF-PBIにリン酸ドーパ（PADL=3 水素結合）すればさらに導電率の向上が見込まれる

4. Conclusions

- ホスホン酸を共有結合で導入した新規ポリマー（PTF-PBI）を合成した。リン酸の溶出は認められなかった。
- 80°C-80%RHでPTF-PBIは、 $4.8 \times 10^{-4} \text{ Scm}^{-1}$ の導電率を示した
- 膜の導電率と膨潤から低濃度PAドーパによって、PAを浸出しないPAドーパPBI膜が作製できる可能性がある
- UiO66系MOF添加PBI膜は高い導電性を示した
- リン酸溶出：まずはリンモリブデン酸法で無視できる程度に低減しながら、NEDO および当該技術のユーザー企業等とも実用化に向けたリン酸溶出抑制の必要レベルを確認・議論した上で、溶出抑制を目指す。NEDOロードマップ2040年物性目標達成に向け、リン酸溶出抑制を担保した系で科学的に妥当論拠に基づく開発シナリオを構築する。