

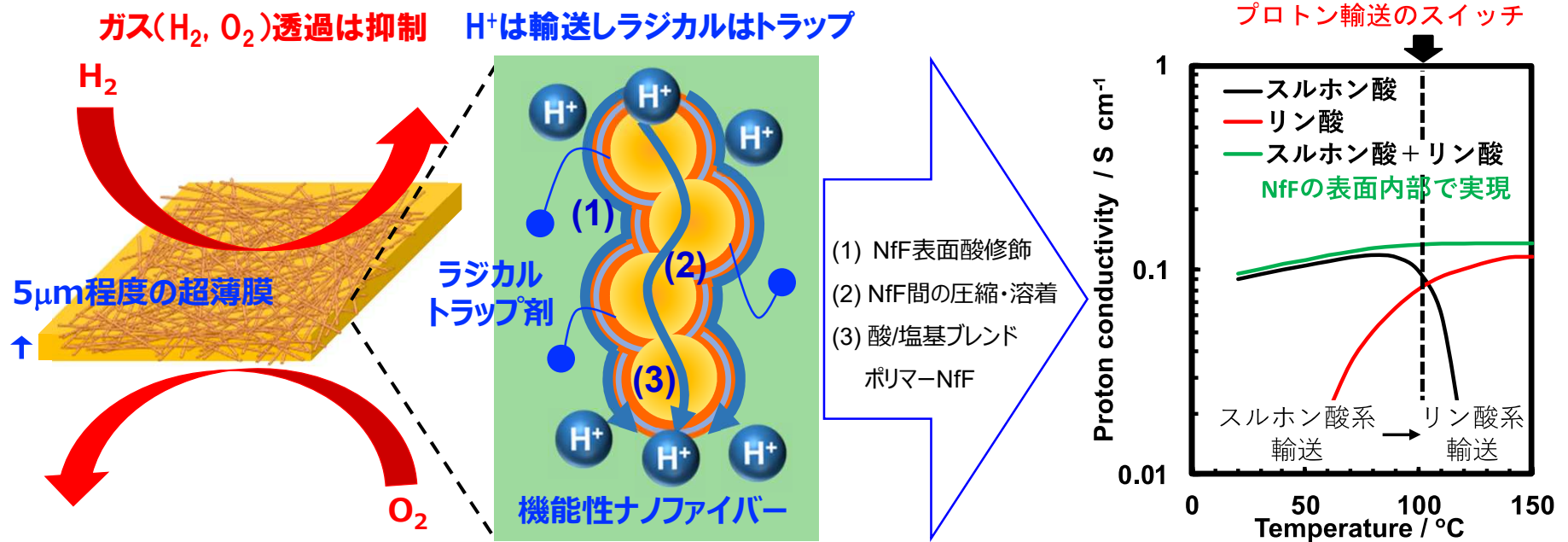
事業名：「燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業／水素利用等高度化先端技術開発/機能性ナノファイバーフレームワークを基本骨格とする低コスト・高耐久性電解質複合膜の研究開発」

発表者名：川上浩良（東京都立大学法人）

○事業概要

本事業は、120℃高温下の低加湿、無加湿下において高いプロトン伝導性を示し、かつガスバリア性、膜強度さらにはラジカルトラップ能を有する機能性ナノファイバーフレーム（NfF）を合成、それを基本骨格としてNfFにフッ素系高分子形電解質、炭化水素系高分子形電解質などの高分子マトリックスを組み込んだ新規NfF含有電解質複合膜を開発することを目的としている。その結果、開発したNfF電解質膜でFCCJ2040年目標値を達成し、さらに超薄膜化(5μm程度)とスリットダイコーター方式を用いた製造法による低コスト化、ラジカルトラップ剤による電解質膜の高耐久性を目指す。

【研究のコンセプト】

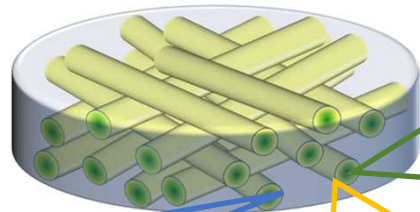


連絡先 川上浩良 (東京都立大学) E-mail: kawakami-hiroyoshi@tmu.ac.jp Phone: 042-677-1111 (Ext:4972)

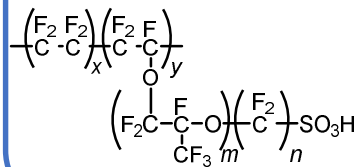
【今回報告する内容】

120℃高温、低加湿でプロトン伝導性を維持するには、スルホン酸（低温型）に加えてリン酸系（高温型）のプロトン輸送経路を電解質膜内に形成させる必要がある。今回はNfF表面へのフィチン酸修飾に加え、ホスホン化ポリマーをブレンドしたNfFを作製し、そのプロトン輸送機序の解明とガスバリア性を評価した。

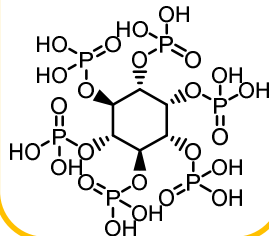
ナノファイバーフレームワーク(NfF)複合電解質膜



マトリクス電解質
(Nafionほか)



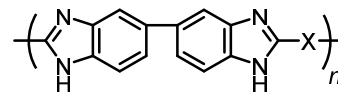
表面ドーブ酸
(Phy:フィチン酸)



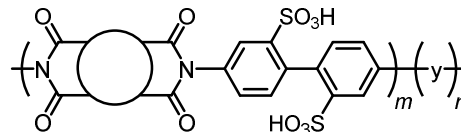
マトリクス／ナノファイバー
界面に効率的なプロトン
伝導パスを形成
(スルホン酸+リン酸)

プロトン伝導性NfF
【2元ブレンドナノファイバー】

- ① 塩基性ポリマー
(PBI: ポリベンズイミダゾール)

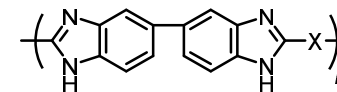


- ② スルホン化ポリマー
(SPI: スルホン化ポリイミド)

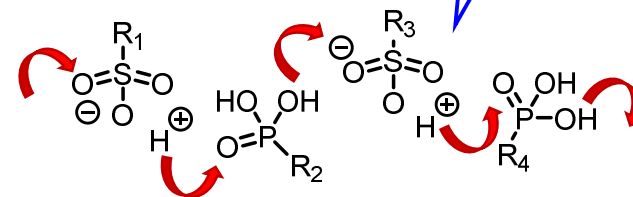


プロトン伝導性NfF
【3元ブレンドナノファイバー】

- ① 塩基性ポリマー
(PBI: ポリベンズイミダゾール)



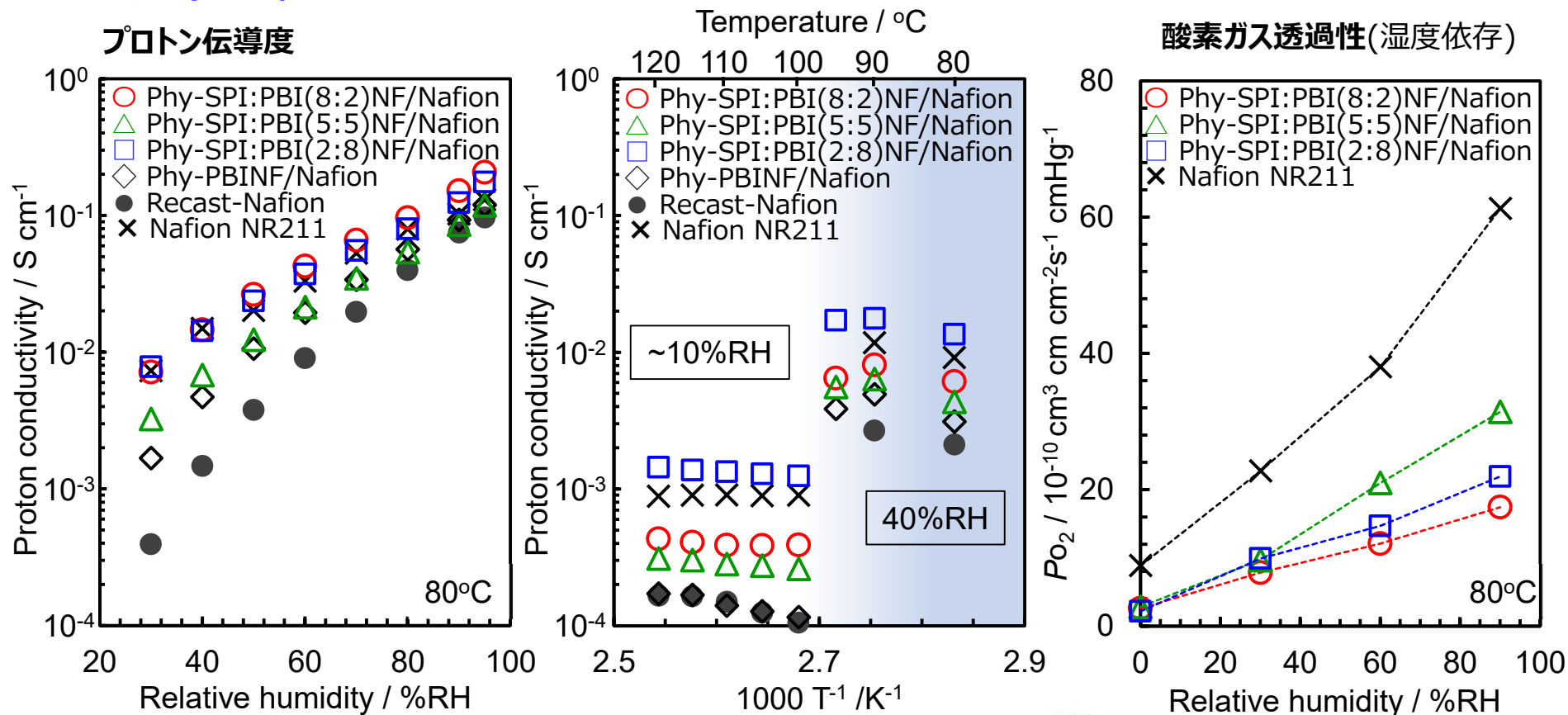
- ② スルホン化ポリマー
- ③ ホスホン化ポリマー



ナノファイバー内部に高温・低湿度におけるスルホン酸-ホスホン酸基間の効率的なホッピング伝導パスを形成¹⁾

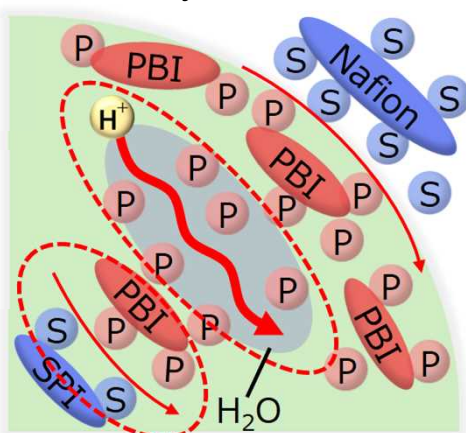
¹⁾ H. Kawakami, et al., *J. Mater. Chem.* **22**, 23767 (2012)

2元ブレンドNfF複合膜



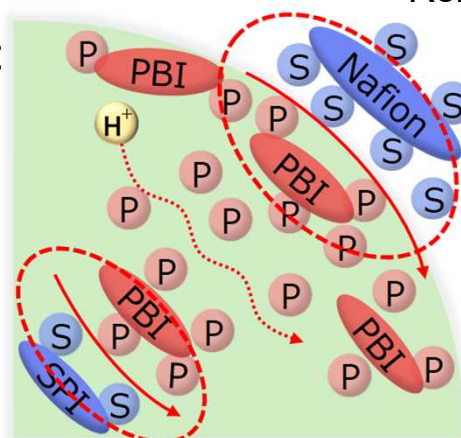
<100°C
 ~40%RH

水を介した
 プロトン伝導
 が存在



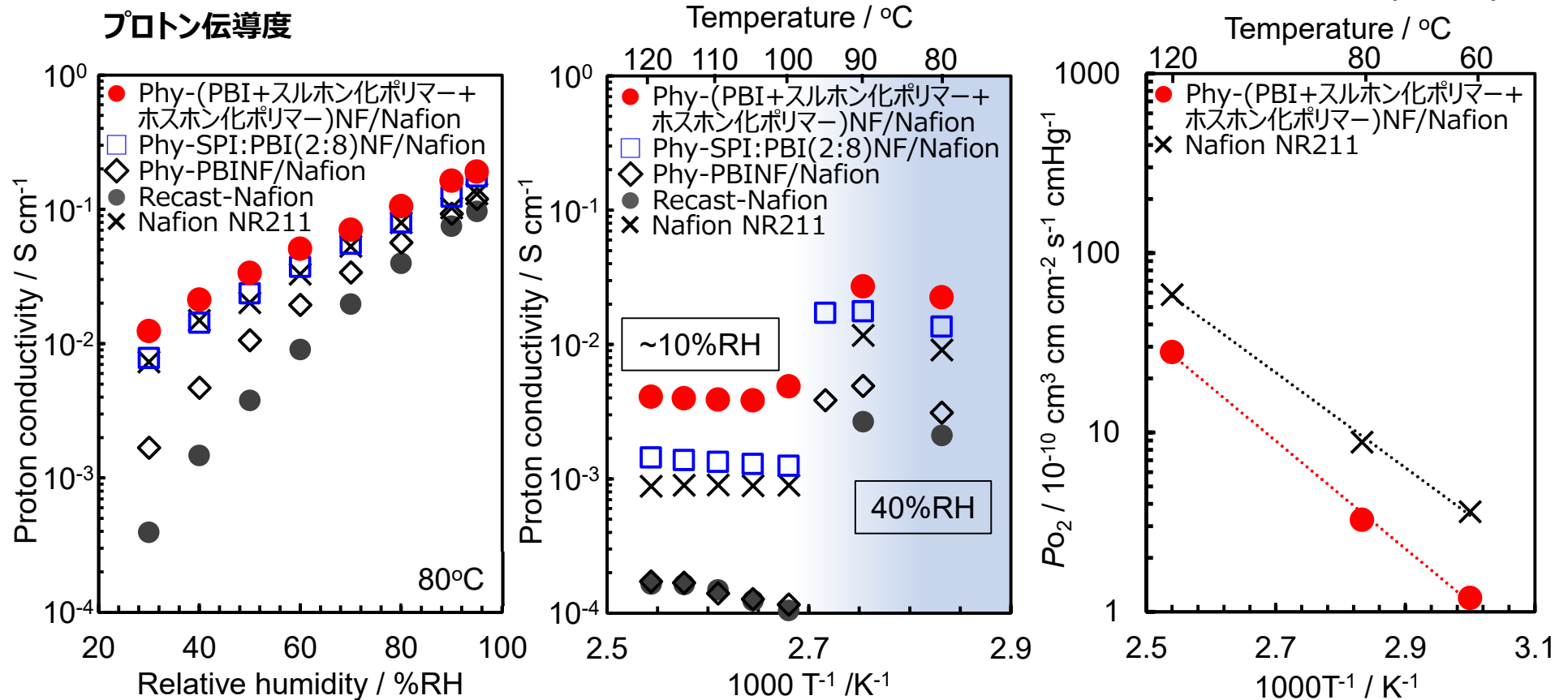
100-120°C
 ~10%RH

スルホン酸-
 ホスホン酸
 基間のプロ
 トン伝導が
 支配的



NfF複合化により
 高いガスバリア性

3元ブレンドNfF複合膜



【結論】

- (1) NfFにフィチン酸表面修飾あるいはホスホン化ポリマーを導入することで、NfF含有複合膜のプロトン輸送は高温低加湿においても良好な伝導性を示した。3元ブレンドNfF単独のプロトン伝導性(計算値)は、 $3 \times 10^{-2} (S\text{ cm}^{-1})$ 程度であった。
- (2) NfF含有複合膜はNfFの導入効果によりガスクロスオーバーを抑制した。また、NfF含有複合膜の機械的強度はNR211に比べ著しく向上した(Data not shown)。

【今後の予定】

- (1) NfFを改善することで、さらに高温低加湿、無加湿下でのプロトン伝導性を向上させ、かつガスバリア性を高める。
- (2) ラジカルクエンチ機能を有するNfFを開発する。