

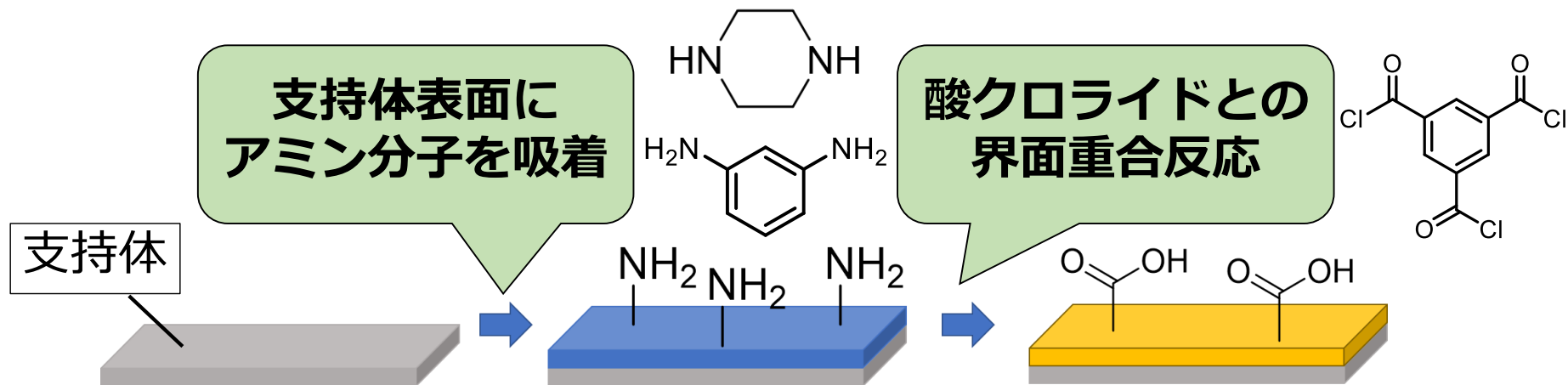
# ナノ材料フリーで実現した 高透水性・高分離性能のナノろ過膜

信州大学 工学部 物質化学科  
助教 佐伯大輔

- Å～数nmの孔をもつ水処理膜
- イオンの分離や低分子化合物の分離に用いることができ、海水淡水化の前処理などにも用いられる。
- 分離対象を選択することで、逆浸透膜よりも高い透水性を実現しやすい。

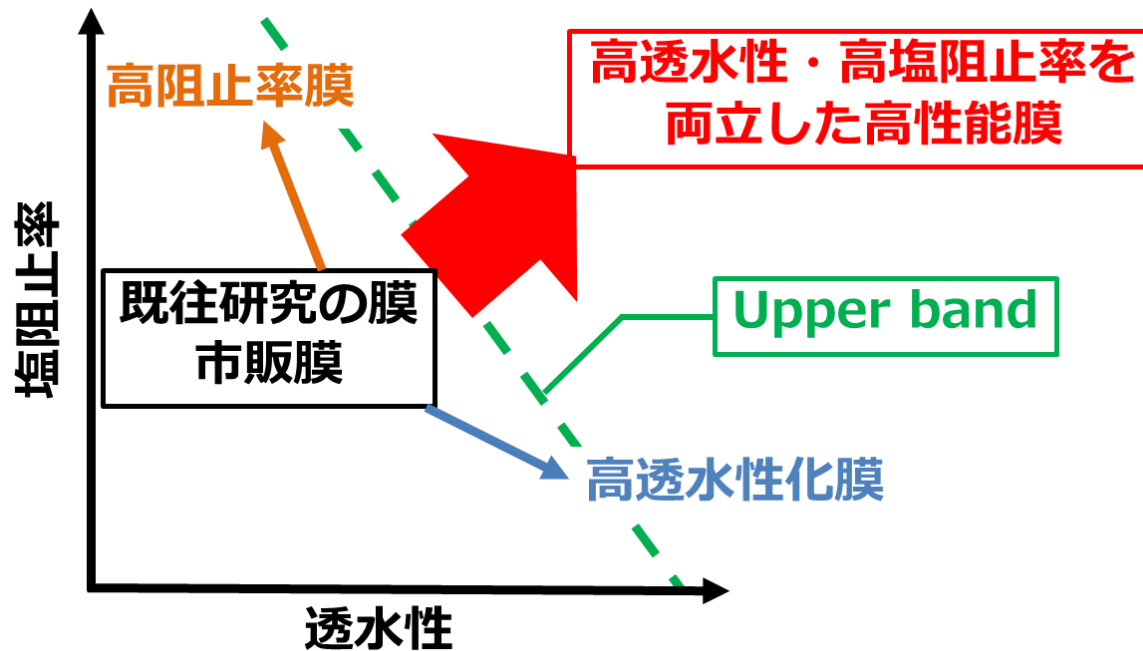
# ポリアミドナノろ過膜とは

- アミン化合物と酸ハロゲン化合物の界面重合により得られる。
- 材料の分子組成により、分子構造および透過性を制御できる。



# ポリアミドナノろ過膜の課題

- 膜性能の重要な指標として、透水性とイオンなどの分離性能（塩阻止率）が挙げられる。



- 透水性と塩阻止率がトレードオフの関係にあり、両立が難しい。

カーボンナノチューブやグラフェンなどの構造が制御されたナノ材料を透過孔として用いたナノろ過膜が報告されているが、

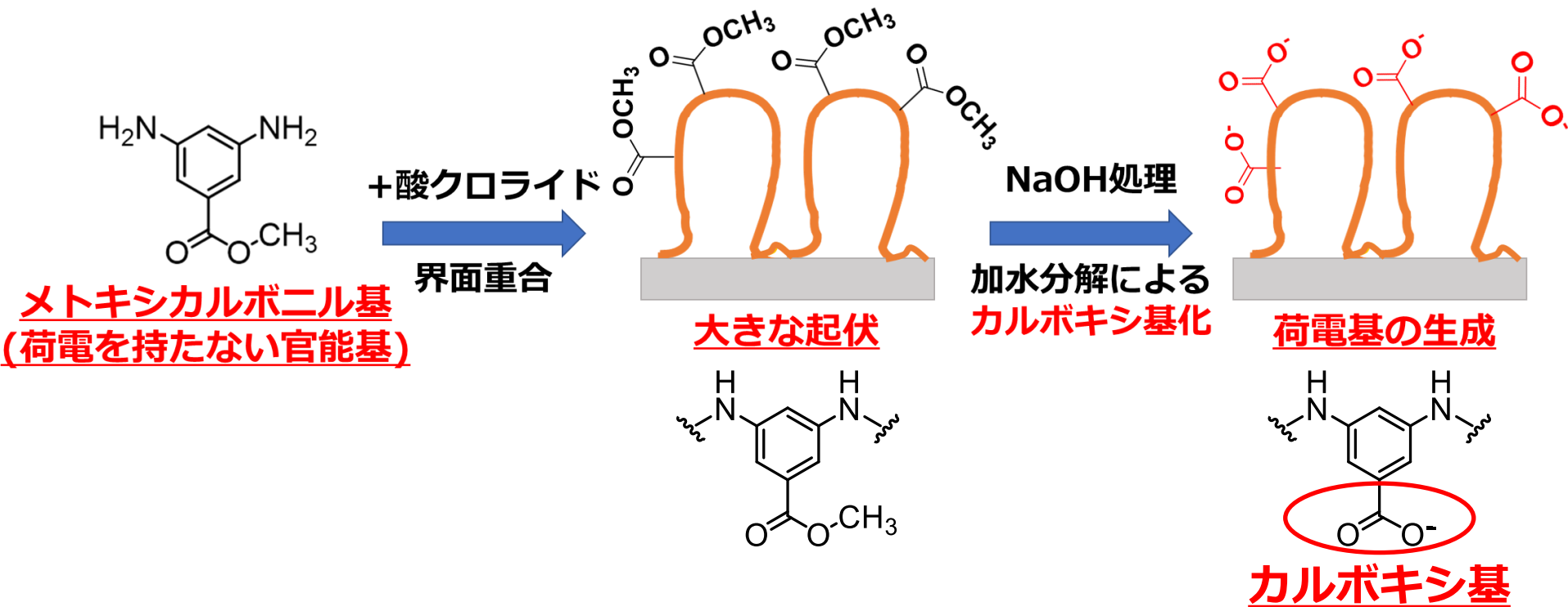
- ▶ 大幅な性能向上は実現できていない
- ▶ ナノ材料自体のコストが高い
- ▶ ナノ材料の漏洩リスクがある

等の問題があり、従来のナノろ過膜を置き換えるには至っていない。

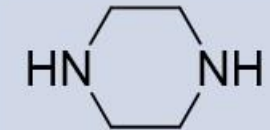
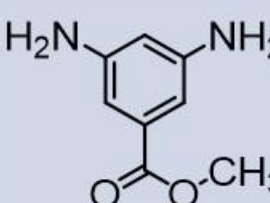
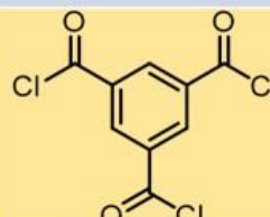
- 既存の製膜手法である界面重合法を用いて、容易に製膜することができる。
- 後処理により膜の分子構造を変化させ、透過孔の大きさを制御することに成功した。
- ナノ材料を用いることなく高い透水性、高分離性能を実現することができる。
- 従来在市販膜より1桁高い透水性を有するため、分離に必要なエネルギーを大幅に低減することができる。

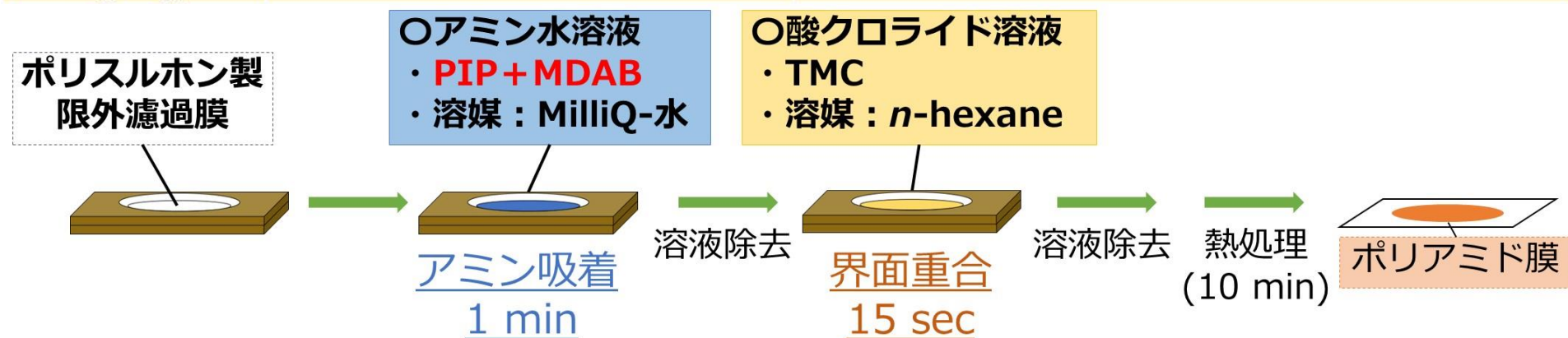
# 本手法のコンセプト

メトキシカルボニル基を有するアミンを用いて界面重合を行い  
界面重合後に後処理によりカルボキシ基を生成  
→荷電基の導入 + 孔径の拡張



# 従来の界面重合法で製膜が可能

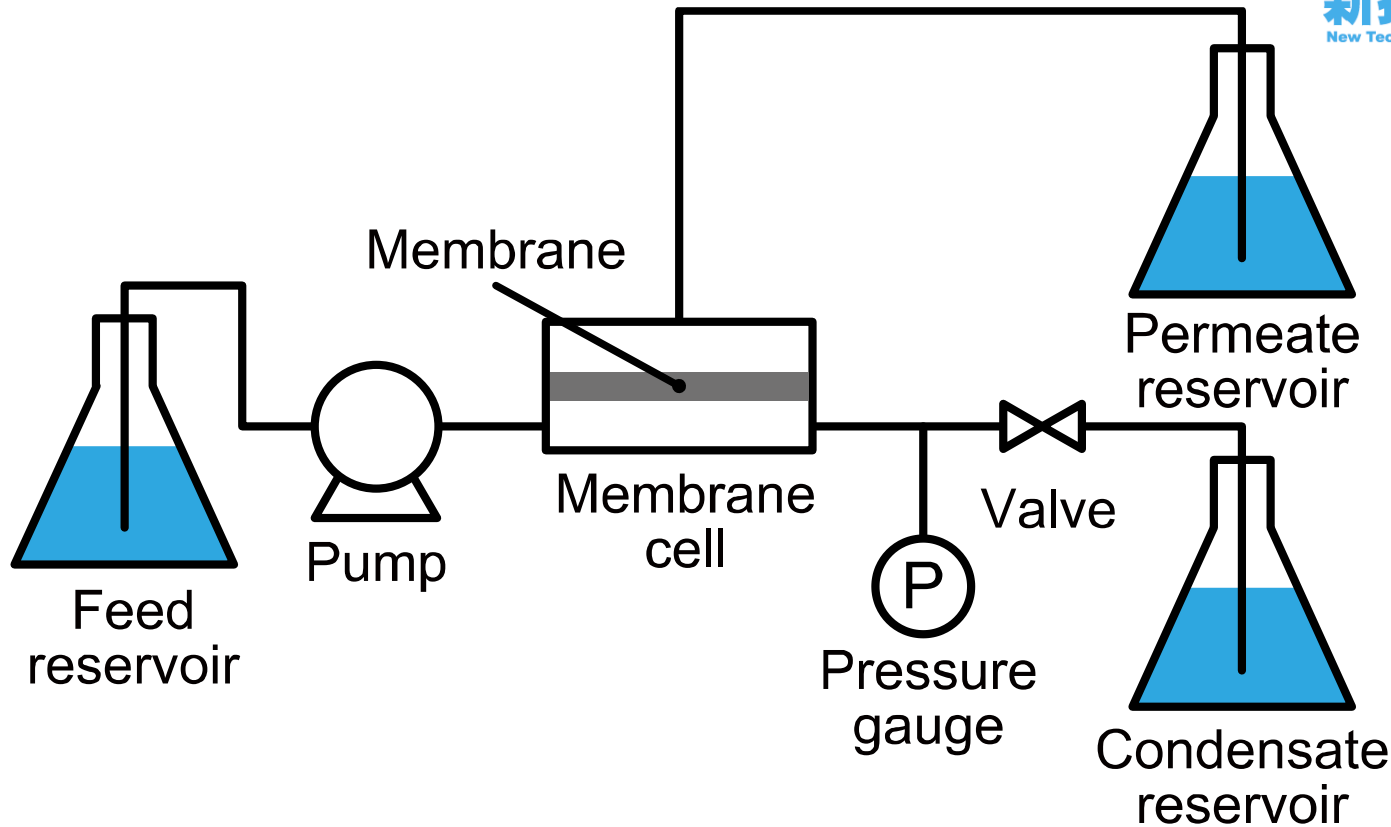
	<b>Piperazine (PIP)</b>	一般的にNFに用いられる柔軟な構造 →組み合わせるアミンとして利用
	<b>Methyl 3,5-diaminobenzoate (MDAB)</b>	メトキシカルボニル基を有するアミン → <b>NaOH処理でカルボキシル化</b>
	<b>Trimesoyl chloride (TMC)</b>	アミンモノマーと重合反応させる 酸クロライドモノマー





# クロスフロー型透水試験装置を用いた膜性能評価

新技術説明会  
New Technology Presentation Meetings!



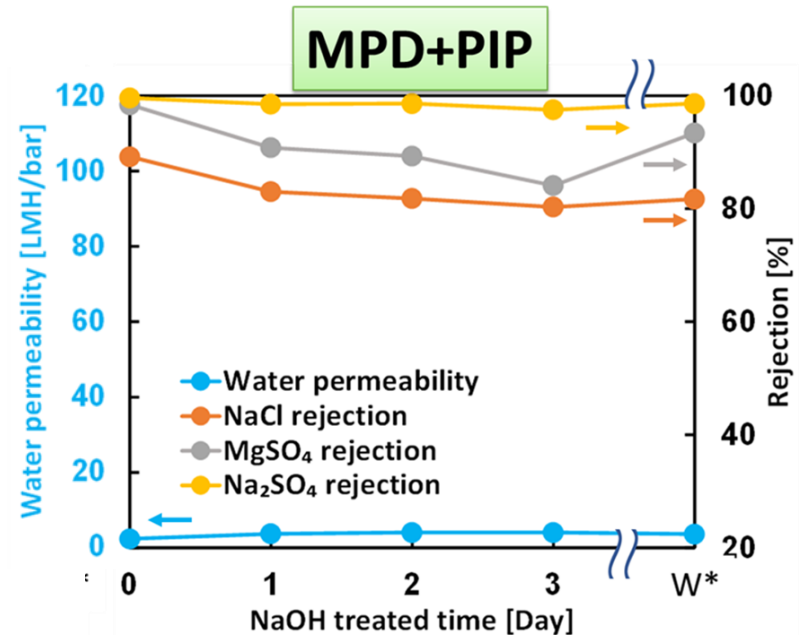
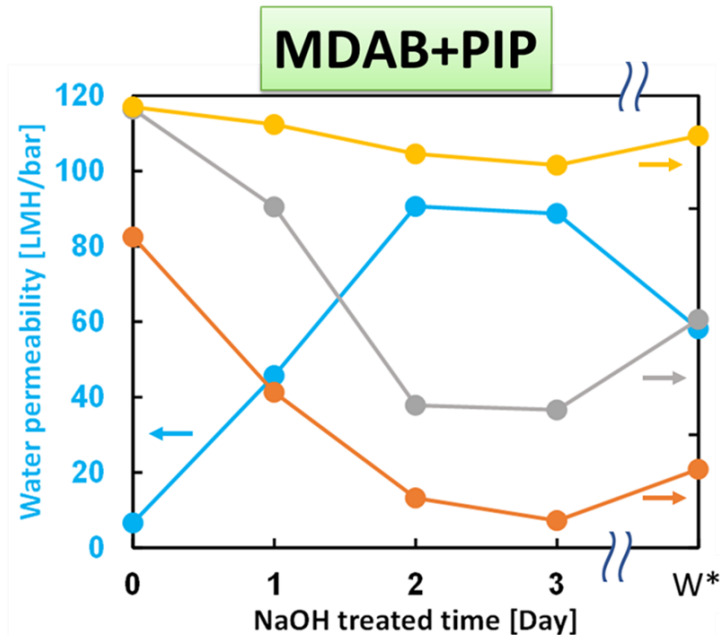
## 透水性 ( $PWP$ )

$$PWP = \frac{\text{透過液量[L]}}{\text{膜面積[m}^2\text{]} \times \text{時間[h]} \times \text{圧力[bar]}}$$

## 塩阻止率 ( $R$ )

$$R = \frac{C_p \text{ (透過液側の水溶液の濃度)}}{C_b \text{ (濃縮液側の水溶液の濃度)}}$$

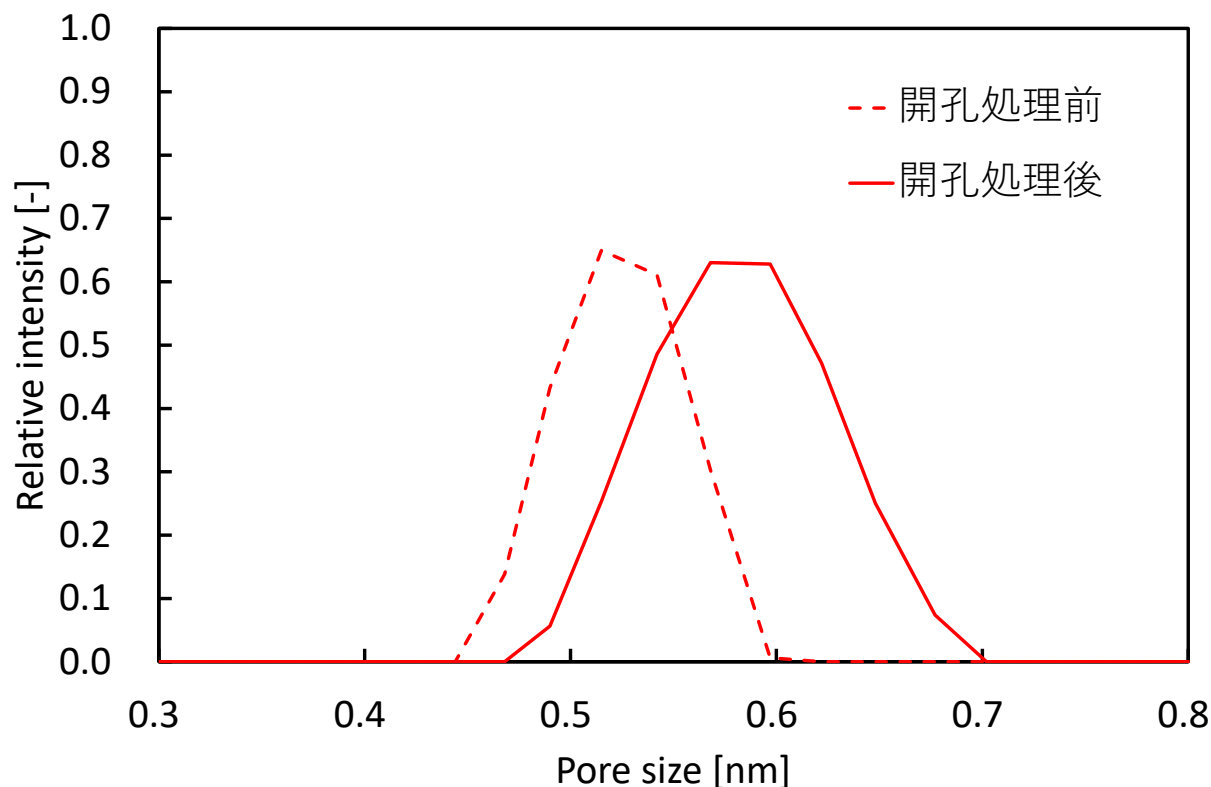
# アルカリ処理による分離特性の制御



W\* = After rinsing with ultrapure water for 2 days

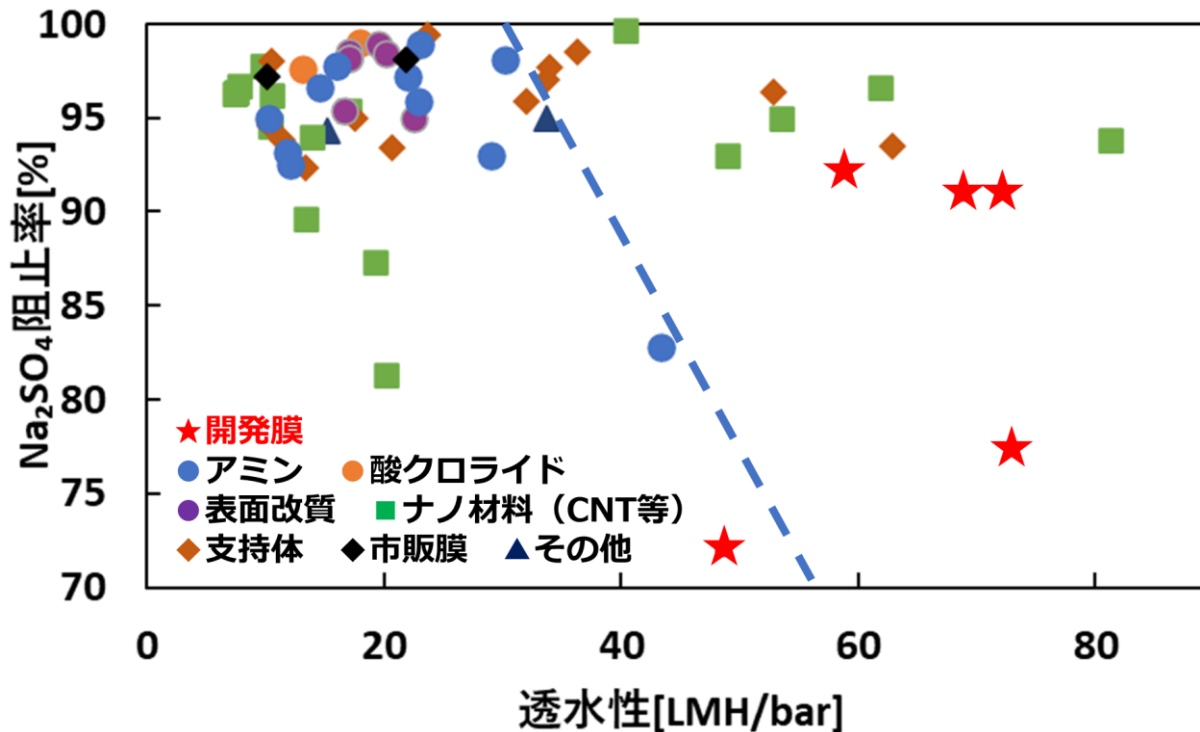
- アルカリ処理という簡単な処理により、分離特性を変化させることができる。
- 従来のポリアミド膜では、分離特性は変化しない。

# 陽電子消滅寿命測定法(PALS)による孔径評価



- 信州大学が所有する、Åレベルの孔径測定が可能なPALSを用いて孔径を測定したところ、実際に孔径が変化していることが確認できた。

# 市販膜やナノ材料複合膜との性能の比較



- 独自の孔形成技術により、従来の市販膜 (◆) より 1 桁高い透水性を実現 (★)
- ポリアミドのみからなり、最新のナノ材料 (CNT、グラフェン等) を用いた膜に匹敵する性能を実現
  - ナノリスクなどの問題もない

- 非常に高い透水性、塩阻止性を有するため、低エネルギーで目的の物質の除去や濃縮を行うことができる。
- 分離特性を制御することができる。
- CNTやグラフェンなどのナノ材料を用いないため、ナノ材料の漏洩リスク、すなわちナノリスクの心配が無く、従来の浄水分野だけでなく安全面への配慮が必要なファインケミカルや食品、化粧品、医薬品など、幅広い分野へ適用することができる。

## 実用化に向けた課題

- 既存のポリアミド膜の製膜プロセスへの適用について検証する必要がある。
- 分離対象に対する目詰まりについて検証する必要がある。

## 企業への期待

- 分離膜を用いた機能性材料（ファインケミカル、食品、化粧品、医薬品、etc）の分離・濃縮技術に関心を有する企業との共同研究を希望。

発明の名称：選択性透過膜の製造方法及び水処理方法

出願番号：特願2020-078340

出願人：信州大学、栗田工業株式会社

発明者：佐伯大輔、川勝孝博、藤村侑

# 産学連携の経歴

- 2011年～ 水処理関連企業（複数社）と共同研究・技術相談実施
- 2016-2017年 NEDOエネルギー・環境新技術先導プログラムに参画（分担）
- 2020-2021年 JST A-STEPトライアウトに参画（分担）



株式会社信州TLO



**T E L    0268 – 25 – 5181**

**F A X    0268 – 25 – 5188**

**e-mail   info@shinshu-tlo.co.jp**