

# 強アルカリ条件に耐える 高分子電解質膜をつくる

量子科学技術研究開発機構

量子ビーム科学研究部門 高崎量子応用研究所

先端機能材料研究部プロジェクト「高分子機能材料研究」

主幹研究員 廣木 章博

# 発表の内容

- ビニルモノマーの分子設計・合成、放射線グラフト重合技術を活用した高分子の高次構造制御により、**強アルカリ条件に耐えられるアニオン伝導性の高分子電解質膜を開発**
- 高分子電解質膜の用途
  - 用途①：アルカリ形燃料電池
  - 用途②：水電解水素製造
  - 用途③：溶液からの金属イオン分離・回収

# 1-1. 緒言 / 燃料電池

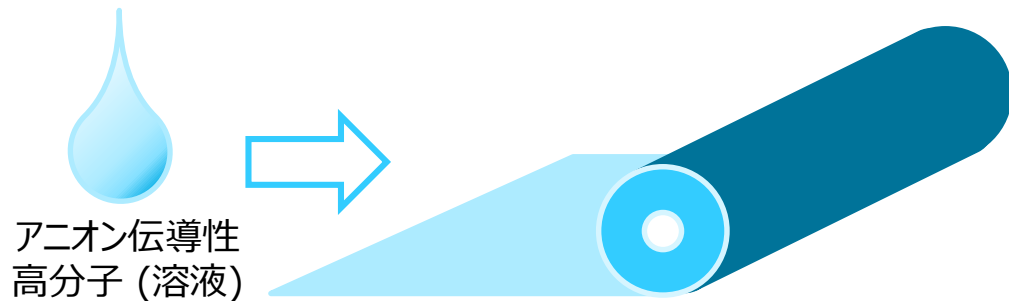
プロトン形	タイプ	アルカリ形
	<p>模式図</p>	
<p>強酸性</p>	<p>使用環境</p>	<p>強アルカリ性</p>
<p>白金</p>	<p>触媒</p>	<p>コバルトや鉄</p>
<p>白金に代わる触媒の開発</p>	<p>課題</p>	<p>耐アルカリ性に優れた膜の開発</p>

低コスト

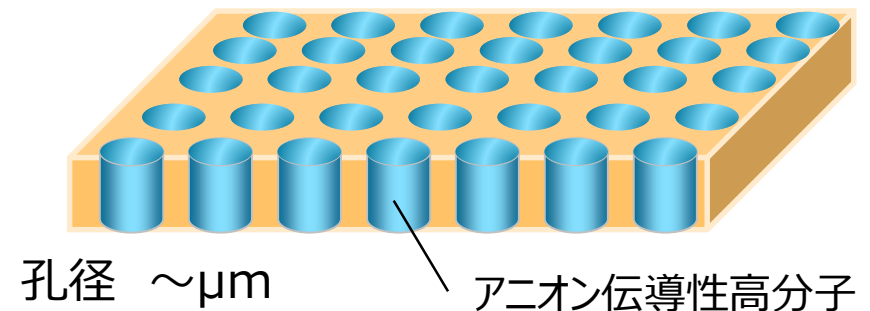
# 1-2. 従来技術と電解質膜の問題点

## アニオン伝導性高分子電解質膜の作製方法

キャスト・成膜



多孔膜への充填



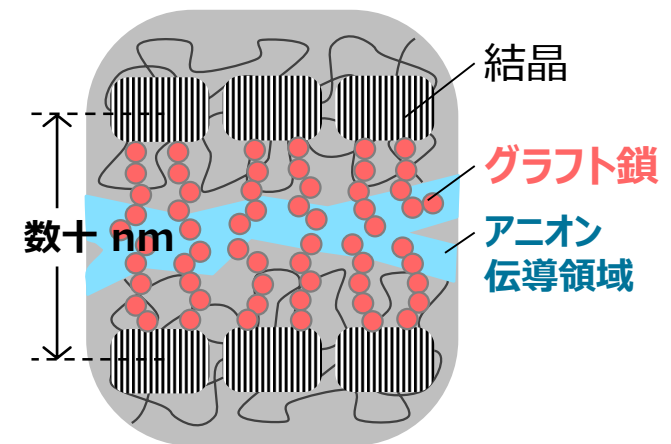
## 電解質膜の問題点

- ✓ 主鎖切断による膜強度低下：破膜やクラック発生
- ✓ 官能基分解によるアニオン伝導性の低下

## 2-1. 新技術の特徴・従来技術との比較

1. アニオン伝導性 + 耐アルカリ性を考慮したモノマーの分子設計・合成
2. 放射線グラフト重合技術による高分子の高次構造制御

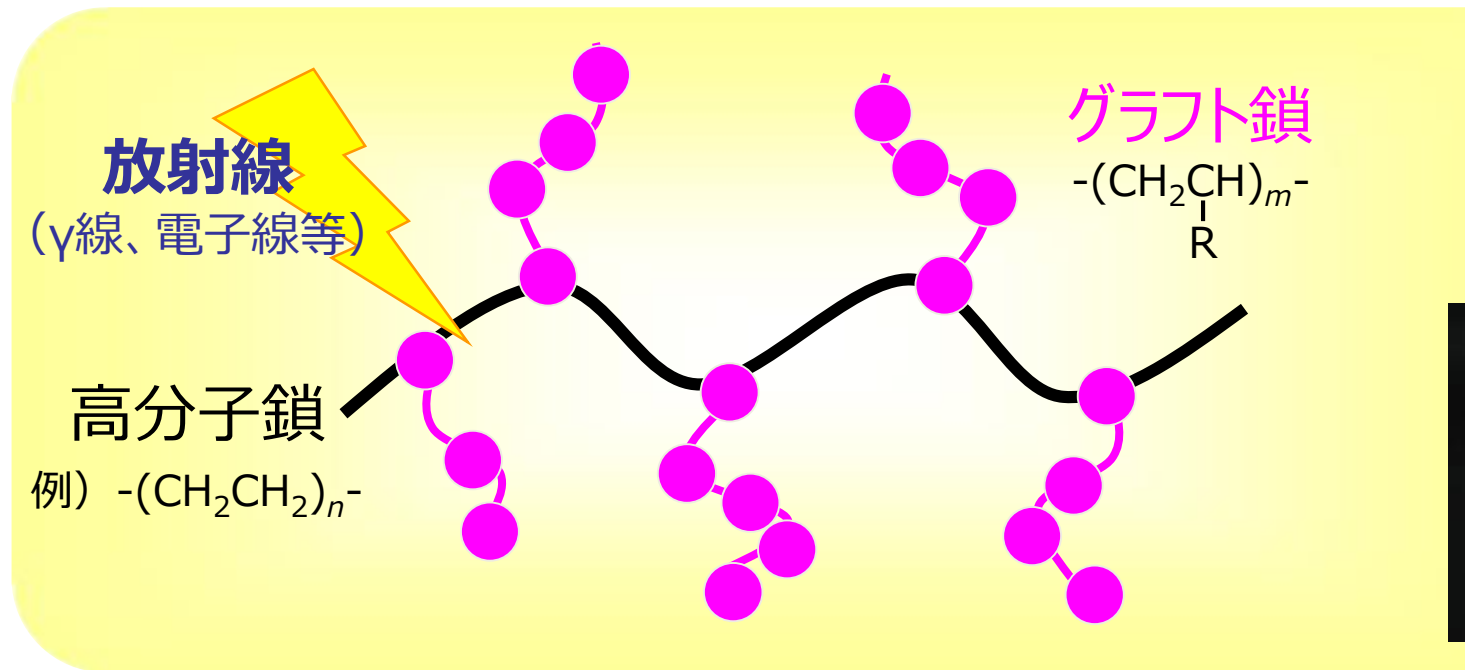
⇒ 高耐久性基材膜にナノスケールの伝導領域を形成させることで、**耐アルカリ性に優れたアニオン伝導電解質膜の作製に成功**



膜のイメージ図

# 2-2. 放射線グラフト重合技術

工業的に利用されている高分子改質技術



ボタン電池



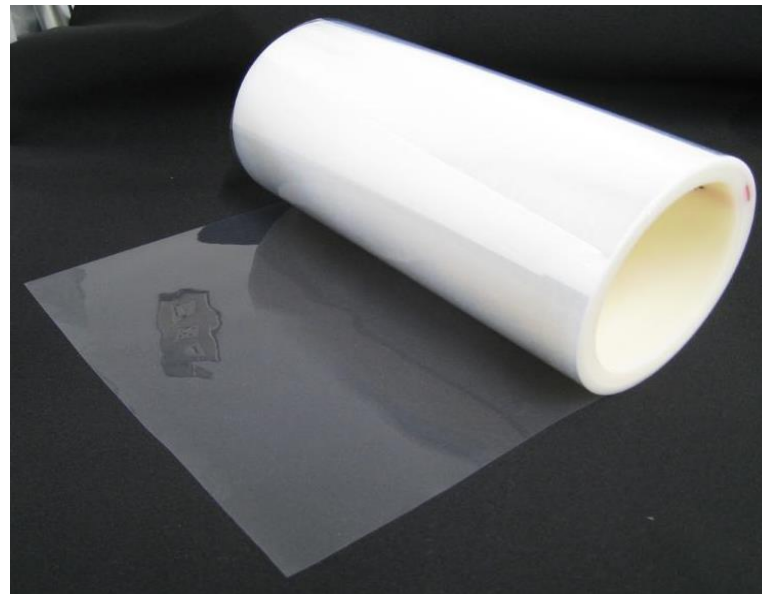
セシウム除去用給水器  
(クランセル®)

- ・触媒不要
- ・大量処理可能
- ・幅広い適用条件

◎ 基材の形状・特性を保持して、別の機能を付与できる

## 2-3. 基材の特性を活かした改質

基材の要求特性：耐アルカリ性、機械的強度（結晶性）

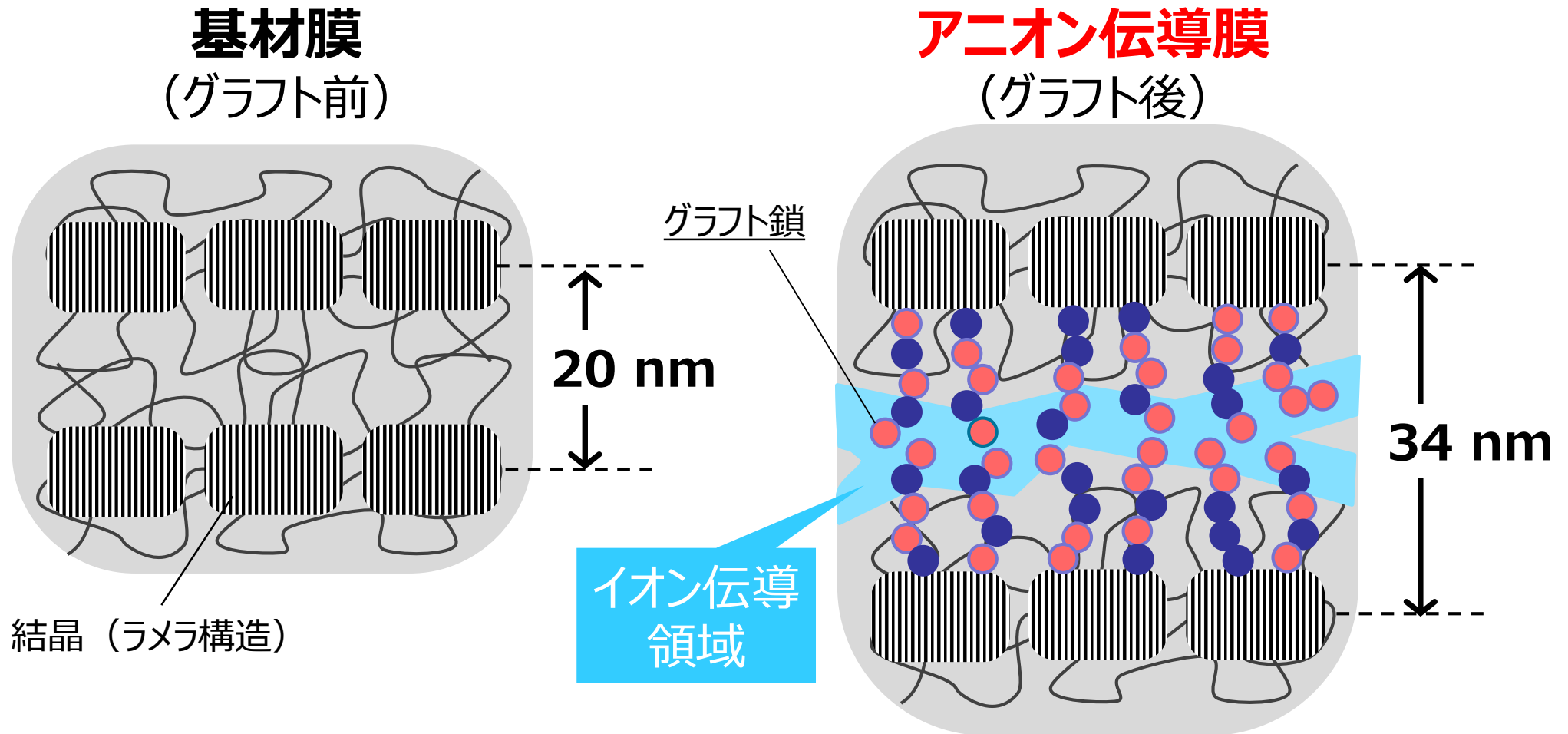


基材膜に フッ素系高分子膜 を選定



グラフト重合により、アニオン伝導性を付与

# 3-1. ナノスケールのイオン伝導領域の形成



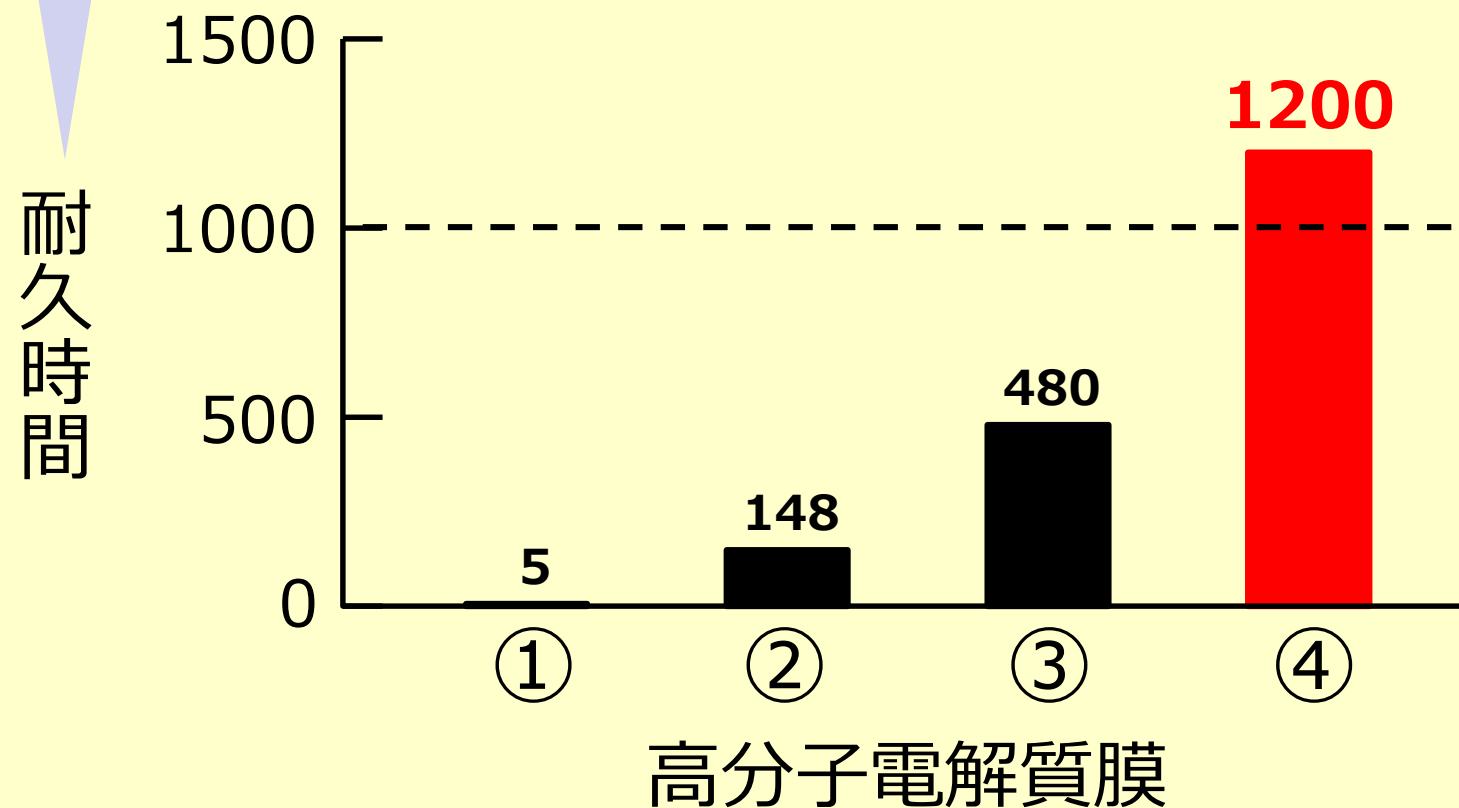
グラフト鎖 (●, ●) の組成、ランダム・交互性、イオン伝導領域の制御  
→ 耐アルカリ性改善



## 3-2. 高分子電解質膜の耐アルカリ性

強アルカリ条件：1M 水酸化カリウム水溶液, 80℃

イオン伝導度が、15 mS/cm<sup>2</sup> 以下になる時間



## 3-3. 高分子電解質膜の外観

強アルカリ条件で処理した後の様子

膜①



形状保持困難

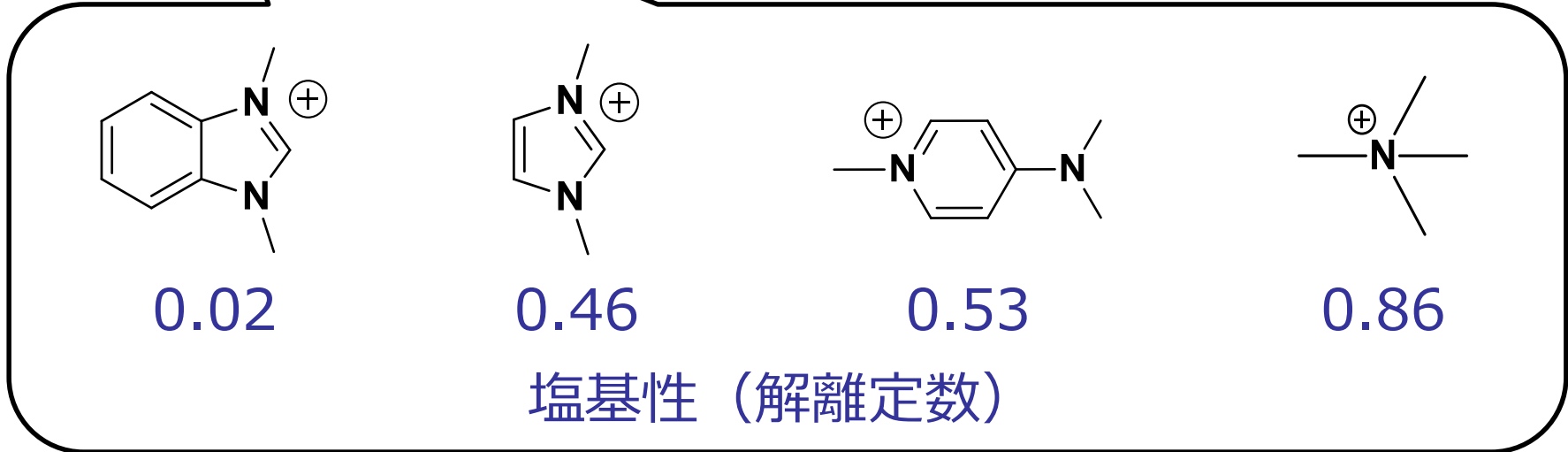
膜④



形状(弾性)保持

# 3-4. モノマー選定により多用途へ適用可能

モノマーの分子設計 + 放射線グラフト重合技術



- ・塩基性
- ・酸性
- ・親水性
- ・疎水性

用途に応じた特性の制御 → 広がる未来

## 4. 用途① アルカリ形燃料電池

白金フリー、水素の代わりに液体燃料を使用できる  
次世代の発電システム

実用化が切望されており、市場規模は大きい

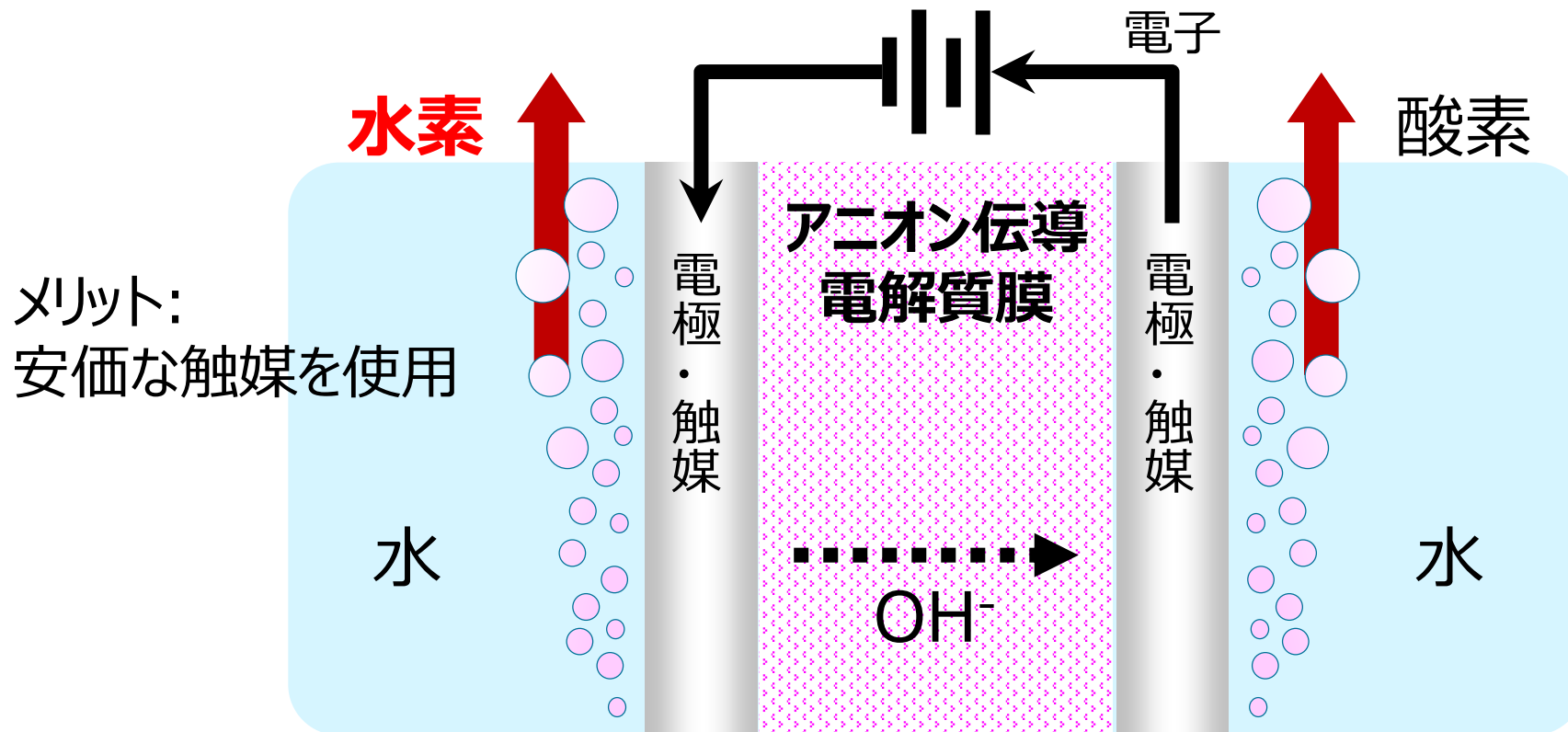


東京モーターショーに展示された  
アルカリ形燃料電池搭載の自動車

画像提供：ダイハツ工業

# 4. 用途② 水電解水素製造

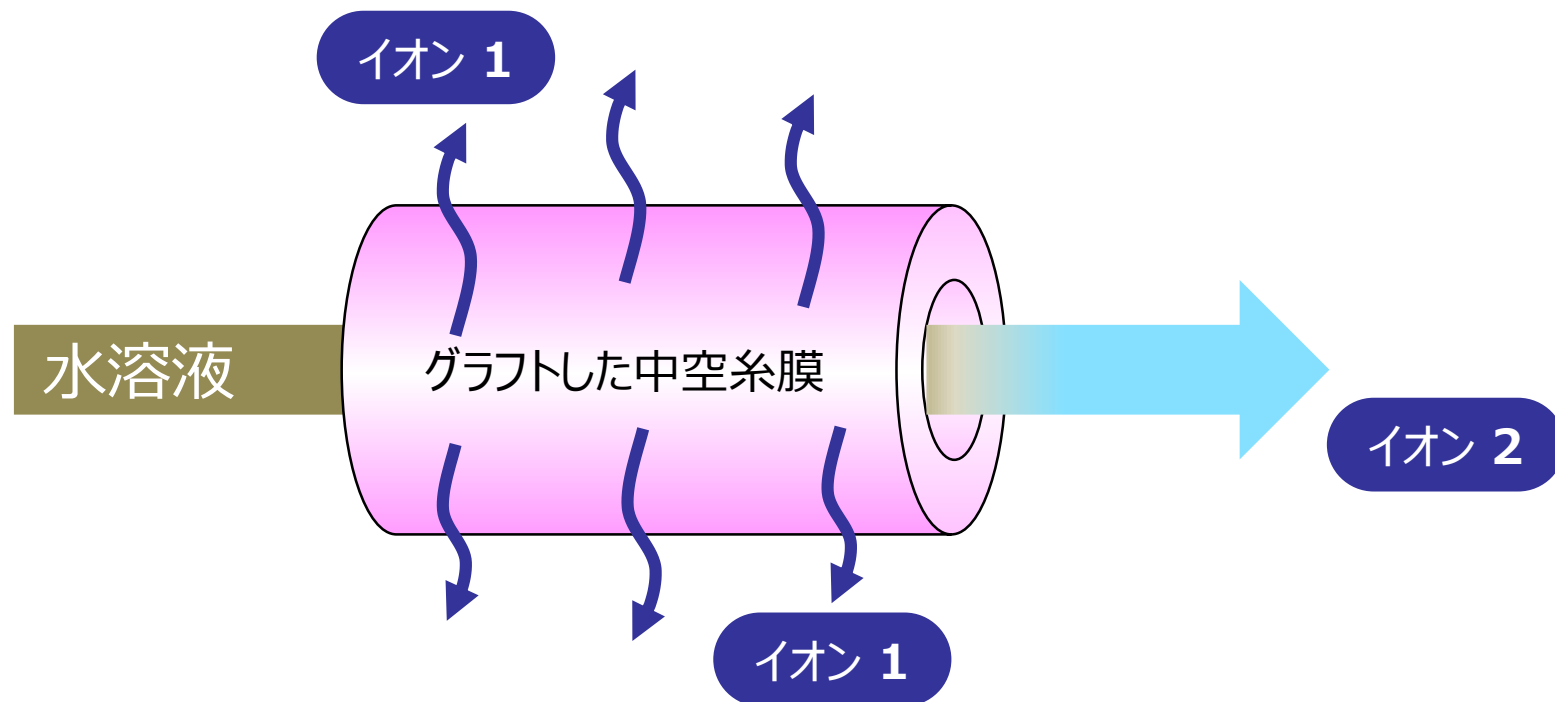
## 水電解による水素製造システム



メタノール製造への適用も可能

## 4. 用途③ 金属イオン分離

### 溶液中の欲しいイオンを分離・回収するシステム

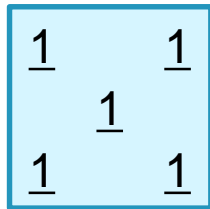


目的のイオン  $\Leftrightarrow$  モノマー（官能基）間の親和性  
制御により、高効率の選択分離が期待

# 5. 実用化に向けた課題

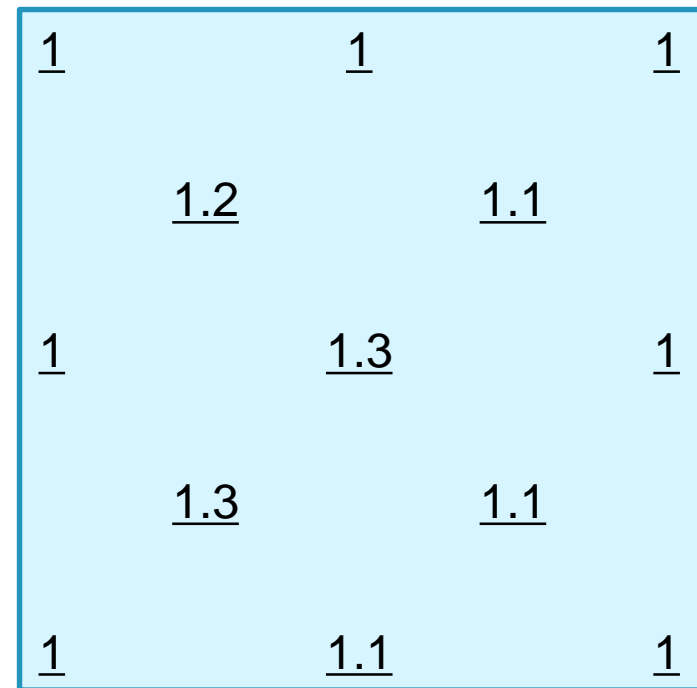
- 照射、グラフト重合時の条件の最適化
- 均質な大判の電解質膜を製造する方法の確立

イオン伝導度の分布



5 x 5 cm<sup>2</sup>

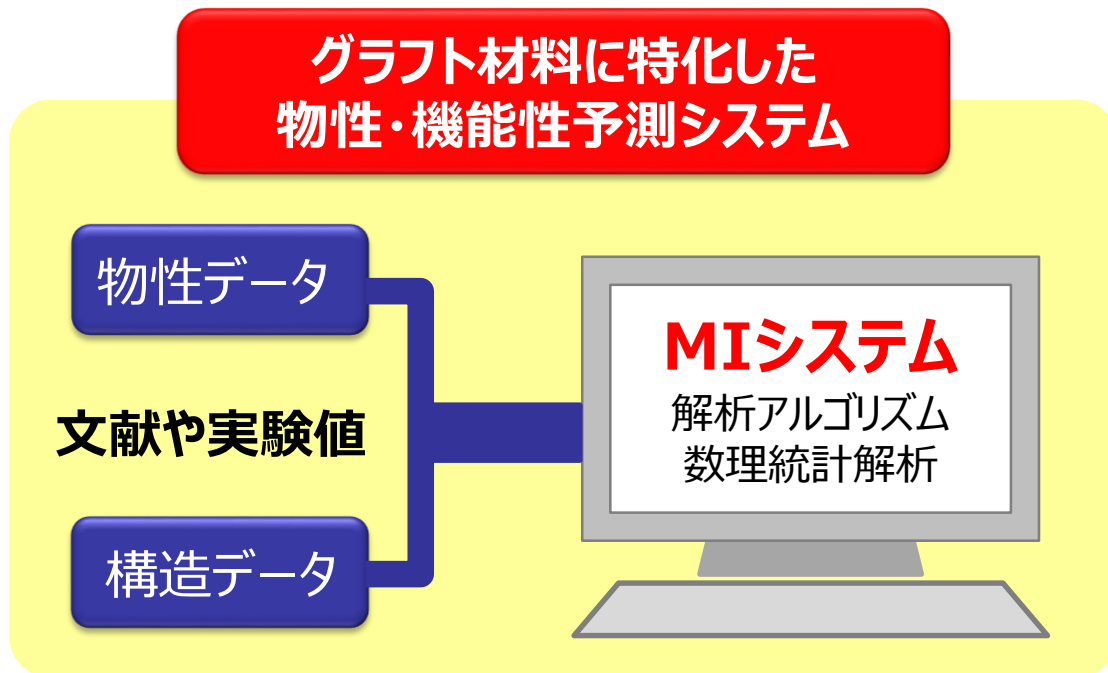
スケールアップ



30 x 30 cm<sup>2</sup>

# 6. グラフト重合アライアンス

高崎研では、マテリアルズ・インフォマティクス（MI）によるグラフト材料の物性・機能性予測システムの研究開発のため、企業や大学とともに、アライアンス活動を始動



## 材料の機能性予測

〔イオン伝導性 金属吸着性  
ガス透過性 など〕



目的の高分子材料を選定し、合成

材料開発に要する期間の短縮  
(研究コストの低減)



## 7. 企業への期待

- QSTの技術・知見 と 企業の生産技術（モノ作りのノウハウ）を活用し、実用化を目指しましょう。

想定される企業：機能性高分子材料（膜）を製造・開発している企業  
環境・エネルギー分野への新展開を考えている企業

- グラフト重合アライアンス活動の取り組みにご賛同いただける企業との共同研究も希望します。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：アニオン伝導電解質膜の製造方法
- 登録番号：特許第6028312号
- 出願人：日本原子力研究開発機構、ダイハツ工業株式会社
- 発明者：前川康成、吉村公男、越川 博、他 7 名
  
- 発明の名称：陰イオン交換樹脂、及びアルカリ型燃料電池用電解質膜
- 出願番号：出願手続き中
- 出願人：量子科学技術研究開発機構、ダイハツ工業株式会社
- 発明者：前川康成、吉村公男、廣木章博、他 5 名

# まとめ

## 耐アルカリ性に優れる電解質膜の開発に成功

### ポイント

- ① モノマーの分子設計・合成
- ② 放射線グラフト重合技術による高分子の高次構造制御



**多用途への適用も可能**

**高分子材料の改質に関心のある企業からの  
お問い合わせをお待ちしています。**

# お問い合わせ先

**国立研究開発法人**

**量子科学技術研究開発機構**

**イノベーションセンター 研究推進課**

TEL: 043-206-3146 (共同研究), 3027 (ライセンス)

FAX: 043-206-4061

E-mail: [innov-prom1@qst.go.jp](mailto:innov-prom1@qst.go.jp) (共同研究),  
[innov-ip@qst.go.jp](mailto:innov-ip@qst.go.jp) (ライセンス)

ご清聴ありがとうございました



量子科学技術研究開発機構（QST）は、量子科学技術による「調和ある多様性の創造」により、平和で心豊かな人類社会の発展への貢献を理念とし、「世界トップクラスの量子科学技術研究開発プラットフォーム」の構築を志します。

- QSTホームページ：<http://www.qst.go.jp/>
- QST未来戦略2016：<http://www.qst.go.jp/about/welcome/plan2016.html>