

14:35 ～ 産業科学研究所からの発表

海水と淡水から電力を生み出す ブルーエネルギーを拓く極薄ナノポア膜

産業科学研究所 バイオナノテクノロジー研究分野
筒井 真楠 (つつい まくす) 准教授
(専門領域: ナノ材料科学、ナノマイクロシステム)



【ポイント】

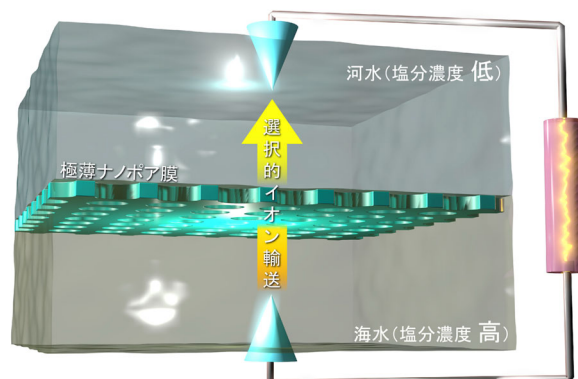
- ◆ 海水と淡水の塩分差を利用して電気を生み出す「ブルーエネルギー」の実用化に向けて、逆電気透析発電に应用可能なイオン交換膜※1である「極薄ナノポア※2膜」を開発
- ◆ エネルギー変換効率の課題を解決するため、発電性能に対する極薄ナノポア膜の最適設計や、イオン選択性制御法を創成
- ◆ 淡水の分離も可能とする極薄ナノポア膜により、日本の豊かな海洋資源を活かした持続可能な社会の実現に向けた広がりが期待される

【概要】

大阪大学産業科学研究所の筒井真楠(つつい・まくす)准教授は、海水と淡水の塩分差を利用して電気を生み出す「ブルーエネルギー」の実用化に向けた技術として、逆電気透析発電に应用可能な「極薄ナノポア膜」の研究開発に取り組んでいます。

逆電気透析発電は、2025 年版『The Top 10 Emerging Technologies』（世界経済フォーラム）の1 つにも選ばれており、いま世界が注目する新しい発電技術です。

本発表では、この技術の実用化の鍵とされるイオン交換膜について、作製した極薄ナノポア膜の実物をお見せしながら、研究の最前線を紹介します。



図： 極薄ナノポア膜を用いた逆電気透析発電のイメージ

【研究内容】

私たちは化学の実験で、真水と塩水を薄い膜で隔てると、真水側から食塩水側へ水分子が移動し浸透圧が生じることを学びます。逆電気透析とは、この自然現象を発電に応用する技術です。陽イオンや陰イオンだけを通すイオン交換膜を用い、塩分濃度の異なる水を隔てて配置すると、イオンが濃い側から薄い側へと自発的に移動し、その動きによって生じる電位差を介して、塩分濃度差から直接電気エネルギーを生み出すことができます。

逆電気透析発電の実用化に向けては、イオン交換膜の性能、つまりエネルギー変換効率の向上が大きな課題です。研究グループは、半導体加工技術を応用し、厚さ 50 ナノメートル 以下の極薄窒化シリコン膜に、ナノポアを精密に加工する技術を確立しました。また、コンピュータの集積回路に使われるトランジスタをヒントに、簡単な電圧制御でイオンフィルタ機能が自在に変化する極薄ナノポア膜を創製しました。このナノポア膜を逆電気透析発電に応用した結果、発電効率が従来の素子性能と比較して 10 倍近く向上することを実証しています。

【今後の展望】

ブルーエネルギーは、地球規模で原子力発電所 1000～2000 基分に相当する潜在力を持つと報告されています。これはあくまで理論上の値ではありますが、新しい技術の進展によって、その一部を効率よく取り出す道が開けつつあります。何より、風力や太陽光発電とは異なり、天候に左右されず、膜と塩分濃度差があれば安定した電力供給ができることが大きな特徴です。膜を通してイオンを移動させる仕組みは、淡水の分離や浄化も可能なことから、単独の発電以上の価値を生む事業モデルも期待できるなど、世界的な研究開発競争が展開されています。

実用化の鍵となるのは、大面積かつ高効率な逆電気透析発電を可能にするイオン交換膜の実現です。研究グループでは、民間企業との共同研究も進めながら発電効率とコストの両面で課題解決に取り組んでおり、日本の豊かな海洋資源を活かした、持続可能な社会の実現に貢献する技術としての広がりが期待されています。

※1 イオン交換膜

水中のイオンまでろ過可能な膜。膜電荷と同符号のイオンは透過させず、異符号のイオンだけを透過させる機能を持つ。

※2 ナノポア

ナノメートル(1メートルの10億分の1)サイズの微小な孔(ポア)のこと。固体ナノポアと生体ナノポアに分類される。固体ナノポアは、硬い材料でできた膜に半導体加工技術を用いて人工的に作られる細孔。それに対し、生体ナノポアは特殊なタンパク質の構造に含まれる微小孔のことを指す。