

鳥取県環境学術研究等振興事業費補助金研究実績報告書（環境部門）

研究期間（ 3年目/ 3年間）

研究者 又は 研究代表者	氏名	(ふりがな) たにふじ なおき 谷藤 尚貴	
	所属研究機関 部局・職	米子工業高等専門学校 物質工学科・准教授 電話番号 0859-24-5158 電子メール tanifuji@yonago-k.ac.jp	
研究課題名	食品廃棄物を機能性材料としてリサイクルする発電デバイス材料の新規開発		
研究結果	<p>身の回りに存在する天然膜（イモ・タマネギの皮、卵殻膜等）を燃料電池の電解質部分として活用し、発電させるために以下の素材改良を行った。</p> <p>(1)天然薄膜の発電デバイス化：身の回りの食品等から取り出した薄膜に両面白金コートしたものを作製した。これに燃料を添加した後、発電特性について評価を行った。</p> <p>(2)薄膜の性能改善：各薄膜に対して染色などの手法を用いて化学試薬を導入して(1)と同じ評価試験を行い、比較検討を行った。</p> <p>電池は同一条件で4個以上の電池を作製する手順を開発し、その条件に最適化した素子構造を作製することで性能ムラを低減させ、性能計測時の安定化が実現した。その他の検討条件として、膜の裏表の違いや膜の種類別の化学構造を考慮し、添加物を導入することによる性能向上を目指した。</p>		
研究成果	<p>動植物の薄膜のうち、タマネギ・サツマイモ・ジャガイモ・ニンニク・卵殻膜については、白金塗布した部位にメタノールを滴下すると、直ちに発電が確認された。この発電現象は市販の燃料電池キットの電解質膜部分を置き換えた構造でも維持可能であり、電極へ導電性の両面テープによる固定を行う等の装置内の条件検討によって、電圧・電流値の両方を改善することができた。また、発電時の性能安定性や製造ムラも抑制された。膜の種類別の性能特性に関しては、植物の中ではサツマイモの電力が最も高い結果が得られた。卵殻膜は植物の4種に比べて電流値は高くなかったが、食品色素を吸着させた膜では電力が二倍程度上昇した。さらに、金属イオンを吸着させた膜では約30倍性能が改善される結果が得られた。植物の薄膜における食品色素、金属イオンの添加による性能改善効果はわずかであった。</p> <p>今回用いた素材が電解質膜としてプロトン伝導特性を示し、燃料電池としての機能が発現した理由は、植物の外皮ではリグニンとセルロースが主成分であることと、卵殻膜がタンパク質でできていることに由来しているためだと予想している。それぞれの化学構造はプロトン移動が可能であり、今回の燃料電池の電解質作製においてはその性質が発電に寄与したと考えている。また、卵殻膜のタンパク質は食品色素と静電的な相互作用で結合する他、側鎖が金属イオンと配位結合が可能であることが知られており、本研究ではそれらの部分が膜のプロトン伝導特性を高めたと考えている。その一方で、植物の外皮のうちサツマイモ、タマネギの皮では湯銭をすると性能低下が見られた。これは膜の着色成分であり、プロトン伝導への寄与が予想されるアントシアニンが流出してしまったことに由来すると考えている。今後は、植物の外皮へ沈着する色素等によって機能を強化する予定である。</p>		
次年度研究計画	〔次年度の研究計画について簡潔に記すこと〕		
報告責任者	所属・職 氏名	総務課企画・社会連携係 木下 裕子 電話番号 0859-24-5007 電子メール kikaku@yonago-k.ac.jp	

注1) 表題には、環境部門、地域部門、北東アジア学術交流部門のいずれかを記載すること。

2) 「研究期間（ 年目/ 年間）」及び「次年度研究計画」は、環境部門のみ記載すること。

3) 研究者の知的財産権などに関する内容等で、非公開としたい部分は、罫線で囲うなど明確にし、その理由を記すこと。

4) 研究実績のサマリーを併せて提出すること。

研究課題「食品廃棄物を機能性材料としてリサイクルする発電デバイス材料の新規開発」

米子工業高等専門学校・物質工学科・谷藤尚貴

■要約

タマネギ・サツマイモ・ジャガイモ等の皮、卵の殻の皮等、身の回りに存在する天然薄膜が内部の生命活動を守るために機能する仕組みに興味を持ち、その機能を別の用途として活用するための探索研究を実施した。その結果、燃料電池の電解質膜として天然膜を加工して適用することで、燃料の添加により発電する膜へと変換させることに成功した。実験は安全性の観点から、主に直接メタノール型燃料電池として動作させて各種検討を行ったが、水素ガスでも動作することも確認した。発電性能の評価では、サツマイモの皮では電流値が高く、タマネギの皮では電圧が高くなる傾向がある等、膜の種類による特徴が現れることが分かった。次に、発電性能を改良するための検討を行った。植物由来の薄膜に含まれるアントシアニンが水処理で抜けていくと、電池とした際の性能は低下する傾向が見られた。その一方で、卵殻膜は様々な化学物質を吸着する作用を示すとともに、その吸着された物質との相互作用によって発電の要となるプロトン伝導性が向上したことを示唆する、発電性能の大幅な改善に成功した。これらの結果から、身近な物質で次世代型発電装置の開発ができる可能性を示した。

■方法

はじめに、身の回りに存在する天然膜（イモ・タマネギの皮、卵殻膜等）を燃料電池の電解質部分として活用し、発電させるための加工を行った。膜を電極へ適合する大きさに切って揃え、その両面に電子顕微鏡用のスパッタコート装置で一定時間白金触媒を塗布し、それを導電性テープで電極へ固定した。次に、膜の片面に 3%メタノールを添加した際の変化をテスターで評価した。発電が生じた際の評価は I-V 特性で数値化し、天然膜についての発電特性について比較した。電池は一つの条件で最低 4 個の電池を作製することで性能ムラを無くし、データの安定を図った。その他の検討条件として、膜の裏表の違いや膜の種類別の化学構造を考慮し、添加物を導入することによる性能向上を目指した。

■結果及び考察

身の回りに存在する動植物の薄膜のうち、タマネギ・サツマイモ・ジャガイモ・ニンニク・卵殻膜については、白金塗布した部位にメタノールを滴下すると、直ちに発電が確認された。この発電現象は市販の燃料電池キットの電解質膜部分を置き換えた構造でも維持可能であり、電極へ導電性の両面テープによる固定を行う等の装置内の条件検討によって、電圧・電流値の両方を改善することができた。また、発電時の性能安定性や製造ムラも抑制された。膜の種類別の性能特性に関しては、植物の中ではサツマイモの電力が最も高い結果が得られた。卵殻膜は植物の 4 種に比べて電流値は高くなかったが、食品色素を吸着させた膜では電力が二倍程度上昇した。さらに、金属イオンを吸着させた膜では約 30 倍性能が改善される結果が得られた。植物の薄膜における食品色素、金属イオンの添加による性能改善効果はわずかであった。

■考察

今回用いた素材が電解質膜としてプロトン伝導特性を示し、燃料電池としての機能が発現した理由は、植物の外皮ではリグニンとセルロースが主成分であることと、卵殻膜がタンパク質でできていることに由来しているためだと予想している。それぞれの化学構造はプロトン移動が可能であり、今回の燃料電池の電解質作製においてはその性質が発電に寄与したと考えている。また、

卵殻膜のタンパク質は食品色素と静電的な相互作用で結合する他、側鎖が金属イオンと配位結合が可能であることが知られており、本研究ではそれらの部分が膜のプロトン伝導特性を高めたと考えている。その一方で、植物の外皮のうちサツマイモ、タマネギの皮では湯銭をすると性能低下が見られた。これは膜の着色成分であり、プロトン伝導への寄与が予想されるアントシアニンが流出してしまったことに由来すると考えている。今後は、植物の外皮へ沈着する色素等によって機能を強化する予定である。

■今後の展開

本研究により、身の回りの天然膜が燃料電池の電解質としても動作する知見を得たが、現時点におけるデバイス構造では従来の燃料電池の素材と比べて内部抵抗が大きく性能が低下しやすいという課題が見つかった。今後の展開としては、膜の厚みの調節を行うことでプロトンの移動距離を短縮することや、膜にプロトン伝導をし易くする化学試薬の添加をしたり、加熱など物理的効果を与えることで内部抵抗を下げたり、プロトン伝導度の向上を目指していく予定である。現状では、ナフィオンにせまる性能を示す電解質膜が卵殻膜から作製可能であり、今後の加工法の改善によって性能を極限まで高め、天然膜を電解質膜として用いた際の有効性を証明していく。