

B5-10P 天然膜を用いて発電装置の素材を開発する研究



山本 美空・前田 千澄・谷藤 尚貴

米子工業高等専門学校 Biology & Chemistry 研究同好会

研究の背景

昨年の植物学会：卵殻膜の中身を守る機能を食品保存に応用

アボカド果肉切片は劣化が速い！



身の回りの天然膜のとり出し1

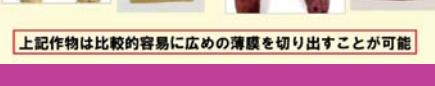
①タマネギ



②ニンニク



③ジャガイモ



④サツマイモ

上記作物は比較的容易に広めの薄膜を切り出すことが可能

身の回りの天然膜のとり出し2

⑤キウイ



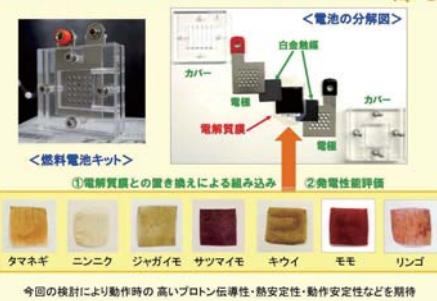
⑥モモ



⑦リンゴ



実験概要:作物の皮で燃料電池作製



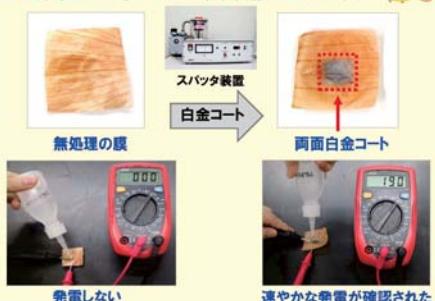
燃料電池の問題点と先行研究

燃料電池実用化のカギ:電解質膜の改善

- 出力の低下が克服できていない
- 40年以上新素材が出現していない



基礎実験:電極-電解質膜構造の作製



植物の薄皮を電池にする手順



- 植物から切り出した薄膜*を3.0~2.8cm四方に切り整えて切片中央にスパッタコート装置を用いて白金コート※
- ①で作成した膜に両面導電テープを格子状に貼りつけた
- ②の膜を電極間に挿入して燃料電池キットを組み立てた
- 3%メタノールをセル内に導入した後に起電力の経時変化を2時間測定して0分と120分のI-V測定を行った

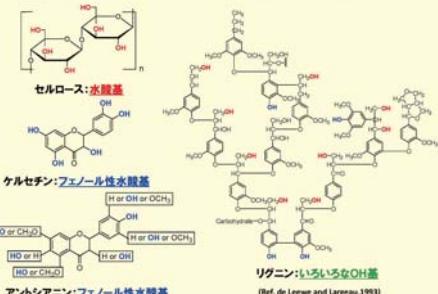
*未使用した膜は、たまねぎ、もも、りんご、キウイ
※実験市条件: 真空デバイス社製MSP-1STに両面に十分なスパッタコートを実施(両面で約30μg裏布)
※作成したセル: 同一構成のセルを4個作製して明確な差異のあるものを見除いた平均値を求めた

実験結果

| 試料 | 燃料種類 | 絶縁電流 (mA) | 開路電圧 (mV) | 最大出力 (mV) | 最大出力時 電流 (mA) | 最大出力時 電圧 (mV) | 内部抵抗 |
|---------|------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|--------|
| タマネギ 表 | 表 | 39.8 | 464.5 | 1.0 | 6.6 | 235.5 | 34.7 |
| (未洗浄) 裏 | 裏 | 0.6 | 885.0 | 0.2 | 0.4 | 417.3 | 1169.2 |
| タマネギ 表 | 表 | 2.7 | 673.8 | 0.4 | 1.2 | 361.0 | 260.7 |
| (洗浄後) 裏 | 裏 | 5.2 | 723.7 | 0.4 | 2.0 | 428.7 | 147.5 |
| ニンニク 表 | 表 | 52.1 | 668.0 | 7.1 | 24.3 | 400.8 | 11.0 |
| (未洗浄) 裏 | 裏 | 81.7 | 407.8 | 5.4 | 27.8 | 207.0 | 7.22 |
| ニンニク 表 | 表 | 16.6 | 279.3 | 0.8 | 6.3 | 174.7 | 16.6 |
| (洗浄後) 裏 | 裏 | 11.1 | 329.6 | 0.5 | 3.1 | 193.0 | 44.1 |
| サツマイモ 表 | 表 | 46.3 | 240.1 | 2.0 | 14.7 | 134.3 | 7.2 |
| (未洗浄) 裏 | 裏 | 40.6 | 237.8 | 1.8 | 14.2 | 131.0 | 7.52 |
| サツマイモ 表 | 表 | 33.1 | 326.5 | 2.1 | 11.5 | 183.8 | 12.4 |
| (洗浄後) 裏 | 裏 | 7.4 | 349.4 | 0.5 | 3.1 | 193.4 | 50.3 |
| ジャガイモ 表 | 表 | 20.5 | 336.3 | 1.2 | 7.3 | 172.3 | 22.5 |
| (未洗浄) 裏 | 裏 | 9.7 | 122 | 0.27 | 2.7 | 102 | 7.4 |
| ジャガイモ 表 | 表 | 5.2 | 331.6 | 0.3 | 2.5 | 183.5 | 59.2 |
| (洗浄後) 裏 | 裏 | 5.1 | 380.2 | 0.4 | 2.1 | 253.9 | 60.1 |
| モモ 表 | 表 | 5.9 | 261.3 | 0.6 | 5.0 | 125.2 | 27.2 |
| (未洗浄) 裏 | 裏 | 36.2 | 205.8 | 1.3 | 10.0 | 129.8 | 7.6 |
| キウイ 表 | 表 | 22.8 | 444.8 | 1.6 | 7.4 | 255.2 | 25.6 |
| (未洗浄) 裏 | 裏 | 7.5 | 516.7 | 1.1 | 4.3 | 279.8 | 55.1 |
| リンゴ 表 | 表 | 34.3 | 340.6 | 2.1 | 10.8 | 190.0 | 13.9 |
| (未洗浄) 裏 | 裏 | 27.4 | 367.8 | 1.4 | 8.7 | 205.8 | 18.6 |

*細胞壁で3回洗浄することで内側の澱粉質ができる限り除去した

考察1:プロトン伝導性を生み出す化学構造



測定原理

①I-V特性

- 発電装置に欠かせない基本的な性能
- 評価方法の一つ
- 電圧と電流を軸にしてグラフに示す
- 電流が高くなるほど内部抵抗は増える

②内部抵抗

- <電池の直流等価回路図> ※電池の内部抵抗が高いと電圧値は下がる傾向有

r: 内部抵抗

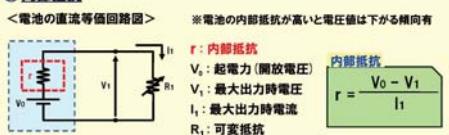
V₀: 起電力(開放電圧)

V₁: 最大出力時電圧

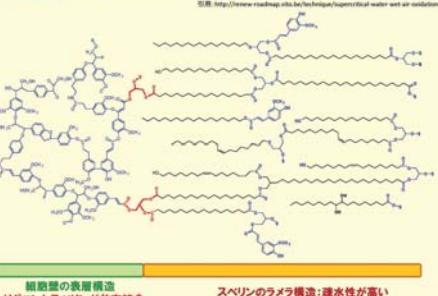
I₁: 最大出力時電流

R₁: 可変抵抗

③電池の構成

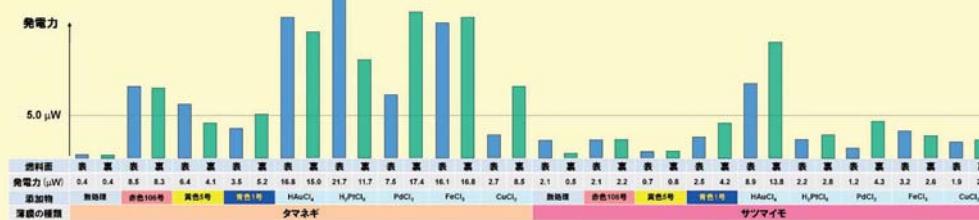


考察2:クロスオーバーを防ぐ膜の表面構造



添加物導入時の発電性能改善

| 試料 | 燃料接触 | 無処理 | 赤色106号 | 黄色5号 | 青色1号 | HAuCl ₄ | H ₂ PtCl ₆ | PdCl ₂ | FeCl ₃ | CuCl ₂ |
|-------|------|------|--------|--------|--------|--------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| タマネギ | 表 | 0.4 | 8.5 | 8.3 | 4.1 | 3.5 | 5.2 | 16.3 | 15.0 | 21.7 |
| | 裏 | 0.4 | 8.3 | 4.1 | 2.7 | 5.2 | 15.7 | 11.7 | 16.1 | 16.8 |
| 性質良い裏 | 裏 | 1.0倍 | 表が1.0倍 | 表が1.5倍 | 裏が1.5倍 | 裏が2.5倍 | 裏が3.5倍 | 裏が4.5倍 | 裏が3.5倍 | 裏が4.5倍 |
| サツマイモ | 表 | 2.1 | 2.1 | 0.7 | 2.5 | 8.9 | 2.2 | 1.2 | 3.2 | 1.9 |
| | 裏 | 0.5 | 2.2 | 0.8 | 4.2 | 13.8 | 2.8 | 4.3 | 2.6 | 2.2 |
| 性質良い裏 | 裏 | 4.2倍 | 裏が1.0倍 | 裏が1.1倍 | 裏が1.7倍 | 裏が1.6倍 | 裏が3.6倍 | 裏が1.2倍 | 裏が1.2倍 | 裏が1.2倍 |



本研究のまとめ

①植物の薄膜構造を燃料電池の電解質膜として用いることに成功

- 天然薄膜のとり出し方での工夫
- 膜への白金コーティング法の開発
- 電極への貼り付け固定法の改善

②膜に化学物質を吸着させて発電性能の改善に成功

- 有機色素分子・金属塩化物を吸着作用で添加



③今回用いた膜はクロスオーバーににくかった

→実用的な利点有

今後の展開

実用化を目指した発電性能(出力)の改善

- 発電時の耐熱性に関する検討
- ナフィオンを超える発電条件の探索