

| | |
|----------|-----------|
| ディビジョン番号 | 14 |
| ディビジョン名 | ナノテク・材料化学 |

| | |
|-----|------------|
| 大項目 | 4. ナノ機能・応用 |
| 中項目 | 4-3. エネルギー |
| 小項目 | 4-3-3. 電池 |

| | |
|--|--|
| 概要（200字以内） | |
| <p>地球温暖化が現実問題として危機感を伴っている昨今、化石燃料を用いずクリーンなエネルギーを提供できる電池が非常に精力的に研究されている。特に、効率の良い燃料電池や太陽電池の開発が望まれており、また大電力の観点から Li 電池も再度大きく見直されている。電池は基本的にアノード、カソード、電解質からなるが、各界面の構築も含めたセル全体の包括的な設計・開発が重要であり、ナノメートルレベルからの材料開発が非常に重要となる。</p> | |
| 現状と最前線 | |
| <p>太陽電池はシリコン及び無機半導体系、色素増感系、有機薄膜系に分類できる。シリコン系は結晶、アモルファス等、種々の形態を持つシリコンが利用されているが、近年では変換効率を上げるため異なる波長に対応するセルを積層している。無機半導体においても同様な検討がなされており、小面積で感度波長の異なる3接合型のセルを用いた系では変換効率で40%近いもの（理論的には80%以上が可能）も報告されている。色素増感系はまだ研究段階の域を抜け出せていない感があるものの、製造工程が簡単で材料を安価にできる可能性を有しているため世界中の企業、研究所をはじめとする研究機関で検討がなされている。現時点では10%程度の効率がチャンピオンデータであり、シリコンをはじめとする無機系に対して効率面では劣る。今後材料分野でのブレークスルーがなされれば大きく進展する可能性を有している。有機薄膜系は製法の容易さから注目を集めているが、効率の点から考えると、上記二つには現時点では劣る。バルクヘテロ接合等高効率な接合界面の形成とナノ材料開発が不可欠といえる。</p> <p>燃料電池にもリン酸形、酸化物固体電解質形、固体高分子形、熔融炭酸塩形等、様々な種類があり、200℃以上の高温で動作させるものは既に実用化されている。水素と酸素による水の生成反応でエネルギーを取り出す系が多く、40%程度の高い発電効率、および高い廃熱回収率（40%程度）を有する特徴を持つ。現在最もその開発が望まれているのが固体高分子形燃料電池で、室温動作、軽量薄型化に期待が持たれることから、特に携帯機器、自動車への応用を中</p> | |

心に活発な研究展開がなされている。時代の要求が非常に強く、また世間での期待感も非常に高いため、明日にでも実用化量産できるように報告されることが多いが、解決しなければならない問題点は非常に多い。プロトン移動に基づく固体高分子形燃料電池も電池である限り、アノード（燃料極）、固体高分子（電解質）、カソード（空気極）からなる。燃料極と空気極ではそれぞれ水素またはメタノールの酸化、ならびに酸素の4電子還元が行われなければならない。この効率を上げるために現時点では高価な白金触媒を用いなければならない。また、それでも効率が十分でないため、単セルの起電力は約0.7Vしか得られず、実際に電源として用いる場合はセルを積層して用いなければならない。そのため、白金の使用量は増え、電池の単価は天井知らずとなる。また、燃料としてメタノールなどの有機物を使用した場合、変換効率が悪いと一酸化炭素が生成するが、これが白金の触媒活性を大きく低下させる。一方、電解質においても問題がある。一般的な燃料電池用固体高分子膜には高プロトン伝導度が不可欠だが、それには水の存在が現時点では必要であり、これが動作温度に制限を与える。また、燃料が特にメタノールなどの液体の場合、それが高分子膜を透過し（クロスオーバー）、空気極でも電気化学反応を引き起こすため、出力低下を引き起こす問題もある。実用量産化には解決すべき問題点は多い。

将来予測と方向性

・5年後までに解決・実現が望まれる課題

色素増感太陽電池・・材料の長寿命化、増感反応の高効率化、対極反応の高効率化

燃料電池・・電池内で燃料を危険性低く安定貯蔵・供給できる技術、白金に代わる触媒開発

・10年後までに解決・実現が望まれる課題

色素増感太陽電池・・逆電子移動の抑制と高効率化、セルとしての安定性

燃料電池・・高性能固体高分子膜の開発、セルとしての完成度

キーワード

正極材料、負極材料、電解質、触媒、燃料

(執筆者：小林範久)