

(1) 高性能二次電池用機能高分子材料の開発と新型電池への応用展開

研究代表者 工学部 堤 宏 守

研究目的

情報化社会を支えている機器として広く使用されている携帯電話、ノート型コンピュータなどの電子機器の携帯性の実現のために、様々な電子部品が、小型化、低消費電力化されてきている。これらの機器の携帯性のさらなる向上には、その電源となる二次電池の高性能化・軽量化などが大きな課題となっている。

一方、電池の国内生産量は、年間60億個を越え[1]、さらに上述のような機器の普及、発展に伴い、その量が増加するものと考えられている。

また、二酸化炭素の排出量を低減するために今後量産されると考えられる電気自動車などに電池が使用される場合には、電池自身が大型化すると共に使用される材料の量も膨大な値となる。このため、近い将来において使用済電池の処理問題が大きな課題となってくることも明らかである。これを解決するためには、大きく分けて2つの手法が考えられる。

- (1)電池材料のリサイクル促進、資源再利用率の向上
- (2)環境中に廃棄された場合にも自然界の大きなリサイクルの流れにのることが可能な材料の開発

(1)については、リサイクルに対する意識の向上と実行を消費者に求めるものであり、現時点における消費者の意識では、まだ完全に実施することは難しいものと考えられる。実際、自動車に広く使用されている鉛蓄電池の回収率は、90%以上[2]と比較的高いものの、他の電池では、回収コストがかかりすぎ、そのほとんどはリサイクルされることなく廃棄、あるいは廃棄物処理場に蓄積されていることが多い。従って、今後、消費者の意識改革、リサイクルシステムの完備、リサイクルコストの低減などが解決すべき大きな問題となってくるものと考えられる。

(2)の方法は、(1)が完全に実施できない場合においても廃棄物問題をある程度軽減できるものと考えられ、その効果が期待できるが、既存の材料では、その実現は困難である。

そこで本研究では、(2)を可能とする電池系を構築するための新しい電池材料の開発を試みようとする

ものである。このためには、いくつかの特色を有する材料の開発が不可欠である。(2)を実現するためには、電池を構成する材料に微生物などによる分解が可能な性質、即ち生分解性を有する電池用材料が必要となってくる。言うまでもなく、これらの材料を使用して構築される電池性能が十分なものである必要もある。

本研究で、特に開発を試みる正極活物質の原理図を図1に示す。

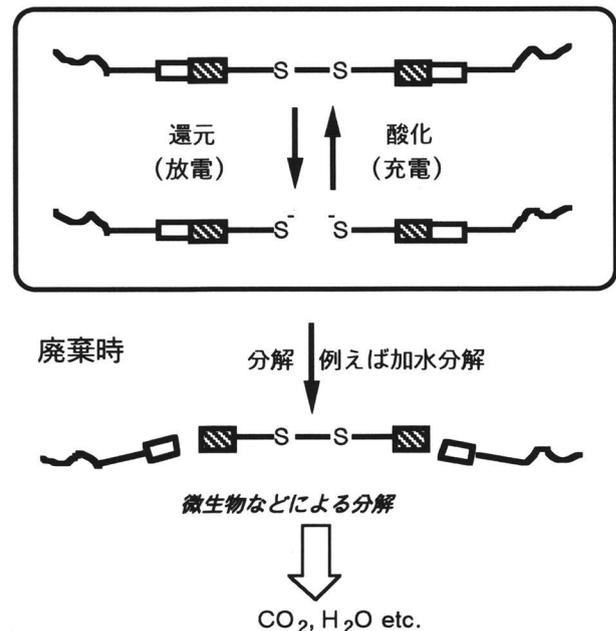


図1 本研究で開発する正極材料の基本概念

正極活物質は、電池内においては、電池充電時に酸化、電池放電時には還元されるような材料である必要があり、金属系の活物質では、金属の酸化還元やそれに伴う物質の挿入・脱離などが使用されるが、本研究で用いようとする活物質は、有機材料であり、化合物中のジスルフィド結合(-S-S-)の可逆的な還元-再酸化を利用して、電子を貯蔵あるいは放出するように機能する。さらに、廃棄後は、加水分解による主鎖の切断と微生物による分解により、自然界の大きなリサイクルの中に組み込まれる、という特徴を有している。電解質もほぼ同様な考え方を取り入れることにより、その実現を図る。

研究計画

既存のリチウムイオン電池に準ずる性能を有する全固体型電池を生分解性材料で作製することを目指す。具体的には、以下のような研究計画となる。

(1) 生分解性を有する正極活物質の開発

加水分解性の主鎖構造と酸化還元可能な官能基を併せ持つ高分子化合物を合成し、その基本的な物性、構造、電気化学的特性等を調べ、電池系に適した高分子化合物を選択する。また、この化合物の分解性なども併せて検討する。特にジスルフィド系化合物の理論容量は、現在、広く使用されているコバルト酸リチウムの容量の2倍から5倍程度とかなり高い理論容量を持つことが知られている。現在対象となる高分子化合物としては、図2に示すような構造のものが考えられ、既に合成及び基本的な電気化学的挙動について既に検討を行っている [3-6]。

(2) 生分解性を有する高分子固体電解質の開発

加水分解性の主鎖構造と無機塩の溶媒和能を持つ官能基を併せ持つ高分子化合物を合成し、その基本的な物性、構造、伝導度、電気化学的特性等を調べ、電池系に適した高分子化合物を選択する。また、この化合物の分解性なども併せて検討する。具体的な高分子化合物の構造としては、ポリアミド、ポリエステル系のポリマーを考えている。

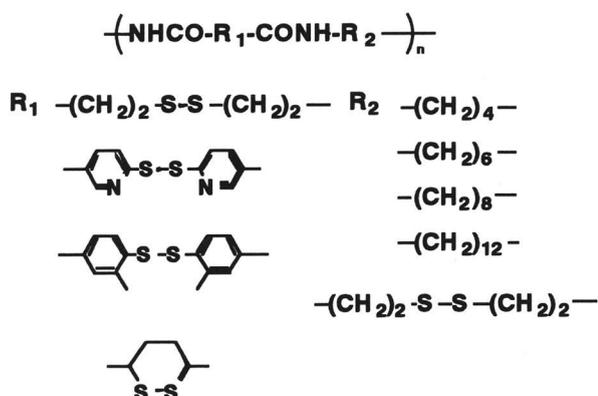


図2 ジスルフィド結合を含むポリアミド

(3) 二次電池の構築とその特性評価

(1)、(2)で合成・選択された材料および負極材料(主として炭素材料)を組み合わせて電池を構築し、その特性評価について検討を加える。また、電池構造の単純化とユニット化を計り、電池のリサイクル性を高めたセル構造の構築を試みる。

産業技術への貢献

本研究の基本概念である生分解性を有する活物質あるいは電解質については、産官学のいずれの中においても研究はほとんど行われてきていない。これは、電池性能の性能向上が主な研究対象となっているためであり、本研究のような考え方は、いわばその盲点となっている。従って、その新規性は、高いものと考えられる。

一方、高性能な電池に関する関心は、極めて高く、平成10年4月から現在までの特許出願件数は、リチウム電池に限ってみても64件となっている。従って本研究において開発された材料が実用レベルに達するものであれば、広く使用される可能性が高い。

参考文献および研究発表

- (1) (社)電池工業会、でんち、429、4 (1998)。
- (2) (財)クリーンジャパンセンター編「最新リサイクルキーワード・第3版」、(財)経済調査会、1997。
- (3) H. Tsutsumi and K. Fujita
Electrochimica Acta, **40**, 879 (1995)。
- (4) H. Tsutsumi, K. Okada, T. Oishi
Electrochimica Acta, **41**, 2657-2659 (1996)。
- (5) H. Tsutsumi, S. Okada, and T. Oishi
Electrochimica Acta, **43**, 427 (1997)。
- (6) H. Tsutsumi, S. Okada, K. Toda, K. Onimura, and T. Oishi, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* **496**, 323 (1998)。

グループメンバー

氏名	所属	職 (学年)
堤 宏守	工・応用化学	助教授
高瀬 公男	理工・応用化学	M1
中川 知之	理工・応用化学	M1

連絡先

TEL 0836-35-9426 (ダイヤルイン)

FAX 0836-35-9933 (学科事務室)

E-mail: tsutsumi@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp

hiro.tsutsumi@nifty.ne.jp