

■ 展 望 ■

電池材料の将来展望

A Bird-Eye View on Some of Important Battery Materials

宮崎 和英*・今田 宣之**・植村 豊秀***・賀川 恵市****

Kazuhide Miyazaki, Nobuyuki Imada, Toyohide Uemura, Keiichi Kagawa

西浜 秀樹*****・住田 守正*****・尾上 正治*****

Hideki Nishihama, Morimasa Sumida, Masaharu Onoue

標題のような課題をいただいたが、これはたいへんにむつかしい問題である。とくに素材メーカーの立場で電池材料の展望を論ずるのは、めくら蛇に怖じずの感さえる。しかし、電池プロパーの方々とは違った観点をむしろ編集部の方々が期待しておられるのかも知れないと考えて、敢えて浅学非才を省みず、本稿をお引受することにした。

1. 緒 言

電池材料は電池の構成部材という意味にとると、電解液やセパレータや導電剤や外筒などを含めてその材質・部品の数は極めて多数にのぼる。しかしここでは電池の電圧-電流の発現物質が一番重要であるという意味で、活物質と称されるものに主眼を置き、その中でも、一番ポピュラーなものの代表選手として亜鉛、鉛、二酸化マンガンを取りあげ、また近年普及したりチウム電池の陽極活物質について触れる程度にしたい。

もちろん活物質以外でも重要な電池材料があり得るので、その例として、将来に実現の可能性を託して現在鋭意研究が各方面でおこなわれているナトリウム-硫黄電池に着目し、それを構成する二、三の重要な材質についても技術的問題点を考察した。

ところで、亜鉛や鉛やマンガンを使う立場にある人々は、このような金属は無限に入手できると考えがちのようだが、実は非常に貴重な資源なのである。クラーク数からいっても表1に示す通りで、鉄やアルミニウムにくらべるとこれらは格段に希少であることがわ

表1 関連主要元素のクラーク数(*)

元 素	クラークら (1924), テイラー (1964)	
亜鉛	230	165
アルミニウム	75,100	82,300
イオウ	480	260
インジウム	$x \times 10^{-5}$	0.1
カドミウム	$0. x$	0.2
カリウム	24,000	20,900
鉄	47,000	56,300
銅	100	55
ナトリウム	26,400	23,600
鉛	20	12.5
ニッケル	180	75
マンガン	800	950
リチウム	40	20

(*) H. J. Rösler および H. Lange, "Geochemical Tables", Elsevier 刊, (1972) p.230-231 より抜萃。

かる。比較的多量に存在すると考えられている鉄やアルミニウムでさえ、戦時中われわれ国民は徹底した節約やいわゆる供出に努力したし、こんにちの平和な日々での物質の豊かさの極点に達したかにみえる状況下でもそれらのリサイクルや再生使用が部分的であれおこなわれていることなどを考えあわせると、亜鉛、鉛、マンガン、などの使用や消費にあたっては、無駄な消耗をなるべく避けるよう、われわれは心すべきである。

これに関連して、わが国のこれら資源に対する輸入依存度が、亜鉛約70%、鉛約80%、マンガン約90%、であることを肝に銘ずべきであろう。

日本での亜鉛と鉛の需要量は、それぞれほぼ74~75万トン/年、および35~36万トン/年で、そのうちそれぞれ概略5パーセント、および57~58パーセントが電池用に使用されている。マンガンについては、世界の埋蔵量が地域的に偏在していることは有名な話で、

* 三井金属鉱業株式会社電池材料研究所所長

〒725 広島県竹原市竹原町1436-3

** 三井金属鉱業株式会社電池材料研究所研究員

*** 三井金属鉱業株式会社電池材料研究所研究員

**** 三井金属鉱業株式会社電池材料研究所研究員

***** 三井金属鉱業株式会社電池材料研究所主任技師

***** 三井金属鉱業株式会社電池材料研究所主任技師

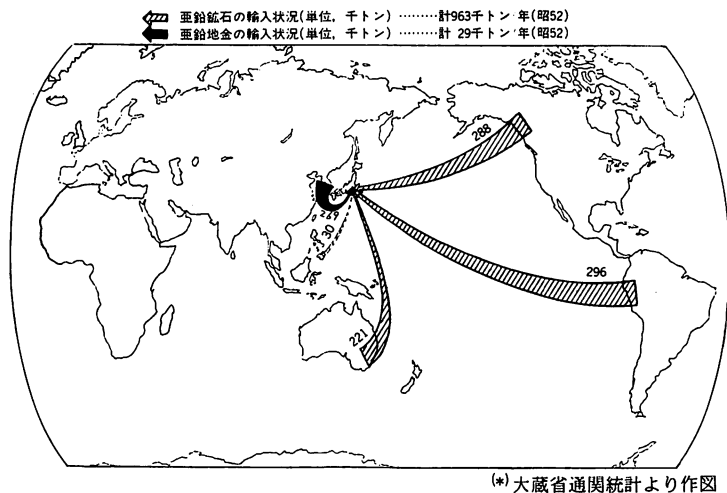


図-1 亜鉛をもとめて(*)

南アフリカ、ソ連、カナダ、チリ、中国の5ヶ国で全世界埋蔵量の97.7%を占める¹⁾といわれる。さすがの資源国アメリカもマンガンには恵まれず、戦略備蓄物質のひとつに指定しているほどだ。

わが国に輸入しているマンガン鉱石は年間約240～250万トンのオーダーであり、それらのMn品位はいろいろあるが平均すると概略26～32%である。大部分が鉄鋼用に使用され、電池用に向けられるのはそのうちの10%以下の量であると考えられる。鉄鋼用のおこぼれを電池用にまわしてもらっていると考えこともできようし、逆に、電池用に向くマンガン資源が品位、物性ともに極めて希少であるためと考えることもできよう。いずれにしても貴重なものである。

図-1は、わが国での輸入依存度が約70%と比較的低い値である亜鉛についてすら、はるばる海を越えて世界の各地から資源や地金を日本に運び込んで製錬あるいは加工して需要家に供給している実情を理解して頂くための参考図で、すこし統計は古いが、このような資源獲得努力が前提になっているのだというイメージが、すこしでも出ていれればさいわいである。

2. 亜鉛

2.1 電池用亜鉛の各種形態

亜鉛は電池用負極活物質として様々な形態で使われているが、代表的な使用例の概要を以下に述べる。

電池に使われる亜鉛としては従来主として使われてきたのはマンガン乾電池の負極活物質としての亜鉛缶である。ちなみに1983年における乾電池の全生産個数の8割にも相当する22億個がこのマンガン乾電池であ

り、これに使われた亜鉛も約3万トンであった。これに対して、亜鉛粉末を負極活物質に用いて、電解液にか性アルカリを用いるアルカリ・マンガン電池が年間約1,000トンの亜鉛粉を使用しているが、これは近年著しい伸びを見せている。亜鉛を粉末状にすると反応表面積が増加して大電流が取り出せ、温度特性が向上するため、ヘッドホンステレオや燈火用などに好んで用いられている。また電卓やカメラ用にはボタン型のアルカリ電池が多く使われているが、この場合使われる亜鉛も粉末状である。この他にも亜鉛粉が負極活物質として用いられる電池として、

- 水銀電池：電圧安定性および高出力・高エネルギー密度の特性を示すことから補聴器・腕時計などに使われてきた。
- 酸化銀電池：電圧が高く、高出力・高エネルギー密度の特性を示すことから腕時計などに使われる。
- 空気-亜鉛乾電池：長寿命、電圧安定性の特性を示すことから補聴器などに使われる。

などの各種アルカリ電池がある。これらアルカリ電池用として使われる亜鉛粉は約1,000トンである。

次に、亜鉛をインゴット状で使っているものに空気-亜鉛湿電池がある。これは正極活物質として空気を利用するため安価で構造が簡単というメリットがあり、電話などの通信用電源、鉄道などの信号用電源などに据置用として用いられている。また、この空気-亜鉛電池を二次電池化して、電気自動車用の電源として用いるという研究も、かなりの歴史をもっている。

2.2 アルカリ電池中の水銀問題

最近、電池内の水銀問題がとりあげられている。特

に、水銀電池においては酸化水銀を正極活物質として用いているが、この他にも2.1で述べた各種アルカリ電池の負極活物質に用いられている亜鉛に水銀を合金化させて使われている。その場合の水銀量は亜鉛粉量の5～10%程度である。これは亜鉛に水銀を合金化させることにより、亜鉛の自己放電による H_2 ガスの発生を防止することができ、これによって電池の液洩れ事故を防止する。また亜鉛に合金化された水銀は、電池性能の向上にも一役買っている。

このように、アルカリ電池にとって水銀は重要な役割を果たしているが、一方では、この水銀量を極力減少させるための研究も、電池メーカー、亜鉛粉製造メーカーによって行われている。日本電池・器具工業会ではすでにアルカリ乾電池の水銀減量の研究など5項目の対策を公表している²⁾。一方、当社においては、亜鉛に水銀以外の金属元素を種々加えて水銀量を低減した合金亜鉛粉の開発をいろいろ行った。これらは電池中の水銀の低減化を実現できるものとして、各電池メーカーから期待されている。

ただ、それまで水銀が発揮していた機能を他の物質が完全に代替し得るかどうかは未知数と言わざるを得ないが、水銀添加を極少化した場合の乾電池内部の水素ガス発生抑制ならびに電池性能維持についての努力は、乾電池システム全体の問題として、いろいろの面から今後進められて行くだろう。

3. 二酸化マンガン

一次電池の中でマンガン乾電池は、歴史も古く、最も身近な電池である。マンガン乾電池の生産量は、図-2に示されるように³⁾、昭和30年代より急速に伸び、昭和40年代半ばまでは年平均約20%の伸び率で来ている。最近の成長率は年間約5%に留まっているが、今後もこの程度には成長していくものと思われる。

昭和50年代より生産されたアルカリ・マンガン電池は、カセットテープレコーダなど重負荷と耐寒性の良好な電池として需要が増大し、ボタン型を含め年間約30%の割合で急速な成長を示している。

一次電池の中でマンガン電池の割合は、昭和58年において76%を占め、アルカリ・マンガン電池を含めると実に90%にも達しており、二酸化マンガンを使用する乾電池は、一次電池の中で主流であることは、今も昔も変わらない。

マンガン乾電池に使用される二酸化マンガン種としては、天然二酸化マンガン(通称：天満)、化学二酸化

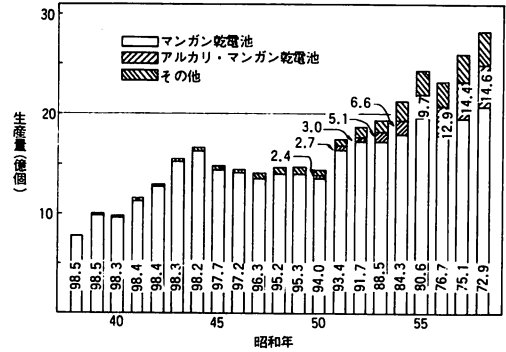


図-2 日本における一次電池生産量

マンガン(通称：化満)、電解二酸化マンガン(通称：電満)がある。日本の乾電池では、大きな電流を取り出せる、いわゆる重負荷放電指向であることから高活性で、高純度である電満が使用されている。よって、マンガン乾電池の生産量の増大に伴って、電満の生産量も伸びてきている。

電満は $MnSO_4$ 溶液の電解により正極側に析出して得られ、X線的には γ 型である。電満製造工程には、後に洗滌、中和、粉碎工程などがあるが、電解工程は、電満の品質を左右する最も重要な工程である。日本は電満の生産量では世界一を誇り、品質的にも最高クラスのものである。

現在、急成長をしているアルカリ・マンガン乾電池には、漏液の面から高純度である電満が使用されている。この電池は、一次電池の中では現在15%を占めるにすぎないが、50%以上を占める米国並になるのはそう遠くないと思われる。電満の品質も、その趨勢に沿った品質が求められてこよう。

また、最近廃電池中の水銀が問題となってきているが、アルカリ・マンガン乾電池には、マンガン乾電池と比べて数100倍の水銀が含有されており、2項でも述べたように、負極活物質である亜鉛の水銀の低減化が要求されてきている。低水銀アルカリ・マンガン乾電池では、亜鉛の開発は勿論のことではあるが、正極活物質としての電満も負極に適合した品質のものとし、そのほか総合的に電池の低水銀化が指向されよう。

またリチウム電池用として、電満は一般的に加熱処理して使われてきており、数量的には徐々にではあるが伸びてくるものと思われる。

4. 鉛蓄電池

鉛蓄電池の正極と負極は、それぞれの集電体や活物

質が、いずれも鉛で構成されている。この構成は、他の電池のそれと比較して非常に特徴的である。この事は、資源のリサイクルという面からみて素晴らしいことだと思われる。何故ならば、リサイクルの為に特別に複雑な処理工程を用意しなくても、例えば、「熔鋸炉と電気分解」というごく一般的な製錬の処理工程によって再生が可能だからである。電池に用いられた素材が容易に回収再生され得るということもこれからは「品質」の一つに評価されるようになるかも知れない。

さて、鉛蓄電池がその将来方向として目指している事の一つは、「小型化、軽量化」である。長年の使用実績による信頼に加えて、更に小型軽量化が推進されれば、一つの飛躍であろう。小型軽量化に向っての努力は、活物質の利用率の向上や、集電体の改良や電池構成の改善等によって達成されるべく研究が進んでいる。活物質に用いる鉛は、出所により鉛蓄電池用としての素質上の差異があり得るという研究⁴⁾もなされており、この知見をもとに新活物質製造も期待される⁵⁾。鉛は、電池材料として用いられる他の元素の中では最も比重が大きく、その為、軽量化の点では難しい面がある。その隘路を開ける為には、活物質の利用率を向上させる事が最優先であろう。他の電池の例において、活物質利用率の高いものに銀電池があり、90~98%であるとされている。その例では、放電生成物が導電性の良い金属銀であるという事が大きく貢献しているものとみられている。鉛蓄電池の活物質利用率は、大略30~60%程度であるから、これを70~80%に高めたものが出現すればこの上ない事である。飛躍した話で申し訳ないが、鉛電池においても、活物質中の放電生成物が少しでも導電性を帯びるような技術開発が行われたならば、鉛蓄電池の性能は大きく前進すると思われる。しかしながら、一次電池と異なり何百サイクルの充放電に耐えなければならないから、活物質の単なる改良では目的を達成し得ないであろう。鉛活物質には、もう一つの問題がある。それは充放電サイクルを繰り返すと、だんだんと活物質が老化又は軟化脱落して性能が劣化する事である。これについては種々の研究がなされつつあり、地道に一步一步前進している。

世に、「鉄文明」という言葉がある。鉄の使われ方や、その生産量からの表現であると思われる。電池の分野においても、同じように見れば、「鉛蓄電池文明」という表現があってもおかしくない。鉛蓄電池はこれまでの大きな貢献に加えて、更に大きく発展しよ

うとしている。活物質の利用率向上に加えて、電解液の流動性防止技術と集電体をメンテナンスフリーに好適な材質に置換える事、及びそれらをバックアップする部材の支援を得て、確実に鉛蓄電池文明を拡大しようとしている。

一方、鉛蓄電池製造技術は、色々の部門から成り立っていて、原理的にも製造工程的にも確立されたかに見えるが、活物質自体についても、新しい観点からの研究⁵⁾⁶⁾⁷⁾が行われており、このような変革が総合されると、今後一步前進した製造体系の中で、より優れた製品が生まれる事が期待される。鉛蓄電池の性能は、勿論、それが使用される側の変化や進歩にも無縁ではなく、これらの有機的連関が、今後どのように進むかによっても影響されるであろう。冒頭にも述べたごとく「資源リサイクル」は、これからの重要な課題であることは論をまたないが、少なくとも鉛蓄電池においては、この点において先進であり、他の模範であることは強調されてよい。

5. 有機電解液系電池

有機電解液系電池は、近年新種の電池系として、市場に登場してきた。

有機電解液が、水溶液に比べ非常に高価でかつ導電率も極めて低い等の問題点が多いにもかかわらず広く研究されるようになった理由として、①水の理論分解電圧より高い電圧の電池系の電解液として適応が可能なこと、②水溶液では簡単に劣化してしまう材質にも適応が可能なこと等が挙げられる。

この有機電解液を用いた電池の例としては、現在市場に出回り始めたリチウム電池の一群が挙げられる。リチウム電池のメリットとしては、従来から数多く出回っている水溶液系電池（例えば、マンガン電池、アルカリ・マンガン電池、酸化銀電池等）と比較すると次のようである。

- ①単位重量(容量)当りのエネルギー密度が高い。
- ②有機電解液を用いる為、作動温度範囲が広い。
- ③長期保存が理論的に可能である。

この点を材料の立場から表現すると、上記特徴を十分に発揮できるような電池を構成する材料が、この目的に適した材料ということになる。

例えば現在最も市場に出回っているLi/MnO₂電池、Li/(CF)_n電池は、いずれも作動電圧が3V前後と高く、単位重量当りのエネルギー密度もマンガン電池等よりはるかに高い。またMnO₂は古くからマンガン電

池の陽極活物質として利用されており、比較的大量に生産されている為安価であるというメリットもある。この用途に適する MnO_2 としては過去数多くの提案がなされているが、現在実用化されているものは、含水率の高いEMD(γ - MnO_2)よりは加熱、脱水して得られる α - β - MnO_2 がよいとされている⁸⁾⁹⁾。筆者らもこの面の研究を行ったが、その結果、EMDを湿式処理して得られる結晶水の極めて低い β - MnO_2 がこの用途として適していることを提案した¹⁰⁾。また(CF)_nは黒鉛のもつ導電性とフッ素のもつ高エネルギー性をうまく発揮させる材料として好ましいが、最近新たに、(CF)_nよりは作動電圧が高くなる(C₂F)_nをLi/(C₂F)_n電池として使用することが提案されている^{11) 12)}。

また、さらにリチウム電池を、1.5V系電池として構成しようとする動きもさかんである。この目的に適する陽極材料としては、FeS₂、FeS、CuO¹³⁾、CuFeS₂等が上げられる¹⁴⁾。これらの陽極材料を用いた電池系はいずれも、①単位重量当りのエネルギー密度が高い。②作動電圧が1.5V付近を示すため、従来から用いられている1.5V系電池と互換性がある、等のメリットがある。これら材料を比較してみると、FeS₂が、エネルギー密度が最も高く安価である。しかし、放電時において、陽極側活物質の膨れが大きい等の一部問題点を残しているようだ。

また、リチウムを有機電解液以外で用いるものとしては、Li/SOCl₂電池が開発され、この電池の成長も期待されている。

また、リチウム電池を二次電池として用いようとする動きも活発である。過去、金属リチウムは、充放電を繰り返すとデンドライトを起す問題があり、大きな難点であったが、Li-Al合金やウッド合金¹⁵⁾の使用により実用化の段階に達しつつある。また、二次電池用の陽極材としては、充放電により結晶構造が大きく変わらないものが適しているが、その材料としてはTiS₂等が使用されている¹⁶⁾。

この他の研究としては、最近、プラスチックを陽極材料又は負極材料として用いようとする動きが活発化してきている。これは、プラスチックを二次電池の材料として用いることで、鉛バッテリーに比べ理論エネルギー密度が、単位重量当り10倍ほど期待できる点にある。現在、研究対象とされる材料は、ポリアセチレン、ポリピロール、ポリチオフェン等であるが、ポリアセチレンは空気に弱い、ポリピロール、ポリチオフェンは、エネルギー密度が小さい等の問題点があ

り、今後の研究が期待される。

以上のように、リチウムを負極とする電池の研究、開発は意気さかんである。にもかかわらず、市場動向に目をうつしてみると、1981年当初考えられていたほどの伸びは、必ずしも示していない(表2)。その伸

表2 リチウム電池生産予想と生産実績(推定)の推移

年度	生産予想 ⁽¹⁾	生産実績(推定) ⁽²⁾⁽³⁾
1979年	2,000 万個/年	1,300 万個/年
80年	2,800	2,800
81年	4,950	4,900
82年	9,000	6,200
83年	12,000	8,200
84年	16,000	
85年	20,000	

(1)引用 通産省通商政策局国際経済部、希少金属と先端技術(1982)、日刊工業新聞社

(2)引用 日経産業新聞、1983年 11月16日付

(3)引用 金属時評編集部、金属時評、1136(1983) p.247-248

びが小さかった理由として「金属時評」¹⁷⁾は次の点をあげている。

①銀価格の値下りで、酸化銀電池からの代替がうまくいかなかった。

②経済の低成長化に伴い、低コストの電池(アルカリ・マンガン電池)が根強さをみせた。

③太陽電池の低価格化で、市場の一部が侵されている。

等である。

とはいっても、数字の上では年率20~100%前後伸びてきたのも事実である。また、今後の市場開拓いかなんでは、バックアップ電源用やカメラ用等の用途も大いに期待できる。そして、1.5V系電池や、二次電池化は、新規の市場を開拓することにもつながり、今後の研究、開発のいかなんでは、大いに成長が期待できる電池系分野であることも考えられる。

6. ナトリウム-硫黄電池

この電池は、電力貯蔵システムあるいは電気自動車用として、現在研究が進められている電池の一つである。図-9¹⁸⁾に示すように負極に熔融金属ナトリウム、正極にグラファイトフェルト等の集電体に含浸させた熔融硫黄、多硫化ナトリウムを用いており、これらの間をNa⁺伝導性の固体電解質で隔離することにより構成されている。固体電解質としては、Na⁺伝導性の大

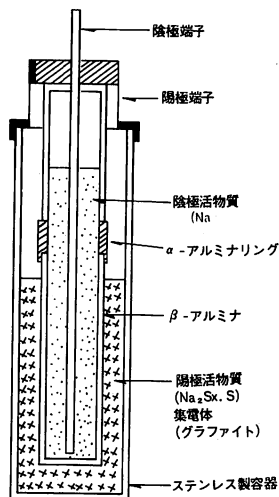


図-3 Na/S電池の単電池構造図例

きい β -あるいは β'' -アルミナが主に使用されている。この電池の特徴は、正極活物質の融点の関係上 $300 \sim 350^\circ\text{C}$ の高温で作動する点と、電池構成材料であるナトリウム、硫黄、アルミニウムが資源的に豊富で安く、かつ、エネルギー密度が高い（理論エネルギー密度は鉛蓄電池の4.3倍である。）という点である。

このように、Na/S電池は、将来有望な電池ではあるが、現段階ではいくつかの問題点を有している¹⁸⁾。以下これらの問題点について触れてみたいと思う。

6.1 正極容器・集電体の腐食

正極容器・集電体材料としては、活物質である多硫化ナトリウムに対して耐食性をもつことが要求される。単純に考えても、化学反応速度が温度の上昇とともに指数関数的に速くなることを考えると、電池の作動温度が高くなるほど、容器・集電体材料の選択が困難になることが予想される。

これに加えてNa/S電池の場合、正極金属が腐食されると、正極活物質の硫黄と結びつき金属硫化物が形成される。これにより、電池容量が減少し、寿命の原因となることがわかっている。現在、モリブデン、クロム、クロム系ステンレス鋼、ニッケル-コバルト系合金、グラファイト及びこれらの複合材料等が主に研究、使用されているが、満足するものは得られていない¹⁹⁾。

6.2 完全密閉の技術

電池活物質であるNaと Na_2S_x は、水や空気の混入により酸化され、電池性能に悪影響を及ぼす。従って、Na/S電池には、純粋なNaと再結晶及び脱水処理した

Sを用い、完全密閉して空気の混入を防ぐ必要がある。密閉する場合、電池組立て時と作動時の温度差が 300°C 以上あるため、使用材料の選択は、熱膨張率、耐食性、固体電解質との接合を考慮しなければならない。とりわけ、 β -アルミナ管と金属との接合が問題で、通常、ガラスはんだによって β -アルミナ管開口部と α -アルミナリングを接着し、その α -アルミナをさらにガラスはんだでシールするか、パッキングを用いて外部から締めつける方法がとられる。しかし、寿命原因の一つに接合部の破損が挙げられるのを考えると、まだ不十分で、今後さらに検討の余地があると思われる。

6.3 固体電解質

Na/S電池の固体電解質には、主に β -アルミナ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 11\text{Al}_2\text{O}_3$)、あるいは β'' -アルミナ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$)の多結晶体が用いられている。共にAlとOからなるスピネル構造のブロック(Al_{11}O_6)とNaOの層がC軸方向に積み重なった構造となっており、 Na^+ の伝導は、C軸と垂直な、NaO層内で二次元的に起こる²⁰⁾。最近では技術の向上により 350°C で $3 \sim 4 \Omega\text{cm}$ の比抵抗値をもつ β'' -アルミナが作成されている²¹⁾。しかしながら製造コストが高くつき、これがNa/S電池の価格を引き上げているのが現状である。Na/S電池の潜在的特徴を生かすためには、信頼性の高い β -アルミナ管を量産体制下で製造し、大幅なコストダウンを計ることが必要だと思われる。

以上のように、Na/S電池の実用化のためには、耐食材料の開発と、固体電解質のコストダウンが重要な課題であり、今後の研究が期待される。

7. おわりに

電池はエネルギーのパッケージである。と同時に、エネルギー変換装置である。電池の発達はこの百年間の歴史を振り返ってみても、人間がエネルギーをいつでもどこでも使えるような便利な道具の実現に向けて拂ってきた努力と苦心の成果であることに間違いない。そのような足跡の延長として、今後も電池は人間社会に奉仕し続けるだろう。

原子炉は単にエネルギーの変換装置であるが、それ自身がエネルギーのパッケージではあり得ない。まして、小型、軽量、ポータブル化、家庭用電気機器などへの一体化、といった諸点をもあわせ考えると、各種電池は、人類の生活水準を格段に飛躍させた発明のなかの最高傑作のひとつであるといえよう。この意味で、

電池を構成する各素材の個々の特性の向上と相俟って、電池システム全体の構成の革新とその機能の飛躍とが、今後も一層期待されるゆえんである。

参 考 文 献

- 1) 国際資源問題研究会, 「国際資源」53年10月号.
- 2) 例えば日刊工業新聞, 59年1月14日版.
- 3) 通産省機械統計より作図.
- 4) 宮崎和英, 住田守正; 第24回電池討論会要旨集 (1983) p.141.
- 5) K. Miyazaki and M. Sumida, Extended Abstracts of The 166th Meeting of Electrochemical Society, New Orleans, (October 1984) p.9.
- 6) E. J. Taylor et al ; J. Electrochem. Soc., Vol. 131, (1984) p.483.
- 7) 宮崎和英, 住田守正; 第25回電池討論会要旨集 (1984) p.128.
- 8) 池田宏之助, 他 2 名; 電気化学および工業物理化学, 45巻, (1977) p.314.
- 9) 池田宏之助, 他 4 名; 電気化学および工業物理化学, 45巻, (1977) p.391.
- 10) 宮崎和英, 西浜秀樹; 第24回電池討論会要旨集 (1983) p.105.
- 11) 渡辺信淳, 他 4 名; 電気化学および工業物理化学, 51巻, (1983) p.183.
- 12) 渡辺信淳; 機能材料, 3号 (1984) p.11.
- 13) T. Iijima et al; J. Power Sources, Vol. 5, (1983) p.99.
- 14) 宮崎和英, 西浜秀樹; 第25回電池討論会要旨集 (1984) p.284.
- 15) 豊口吉徳, 他 4 名; 第24回電池討論会要旨集 (1984) p.205.
- 16) T. Yamamoto et al ; J. Electrochem. Soc., Vol. 131, (1984) p.1343.
- 17) 金属事評編集部; 金属時評, 1136 (1983) p.247.
- 18) 電気化学協会エネルギー会議電力貯蔵委員会; 電気化学工業と電力貯蔵方式調査報告書, 1980年6月, p.69.
- 19) W. Fischer et al; Progress in Batteries and Solar Cells, Vol. 1, (1980) p.168.
- 20) 吉沢一郎編著; 新しい電池, 東京電機大学出版局, (昭54) p.199.
- 21) T. G. Pearson and P. L. Robinson ; J. Chem. Soc., Vol. 132, (1930) p.1473.

国際会議案内

循環流動床に関する第1回国際会議

(The First International Conference on Circulating Fluidized Beds)

- <会 期> 1985年11月18日(月)~20日(水)
- <会 場> Nova Scotia 工業大学(カナダ)
- <主 催> カナダ化学工学会
- <幹事団体> Nova Scotia 工業大学エネルギー研究センター
- <内 容> 水力学, 熱と物質の伝達, 燃焼, プロセスアプリケーション, コンポーネント デベロップメント, 環境といった問題について, 最近の研究結果の発表と技術交流の場が提供されます。席上14か国から約40件の研究発表が予定されています。な

お, ポスターセッションへの申込は10月15日となっておりますので, 関係者は奮って御参下下さい。詳細は下記の事務局までご照会下さい。

Dr. Prabir Basu
Conference Chairman
The First International Conference
on Circulating Fluidized Beds
Centre for Energy Studies
Technical University of Nova Scotia
1360, Barrington Street
Halifax, NS, B3J 2X4
CANADA