

UPS用電池の技術動向

福田 英治(ふくだ えいじ)

保坂 一喜(ほさか かずまし)

藤原 良生(ふじわら よしお)

1 まえがき

UPSは蓄電池を使用して短時間の停電に対応し、長時間の停電に対しては自家発電設備を接続していることは衆知のとおりである。

我が国の電力事情は諸外国に比べ非常に安定しており、長時間の停電は少なくなってきたが、落雷や風雪などの自然災害による瞬時電圧降下（瞬断）は年間10回にも及ぶ所がある。

このような瞬断対策を考えた場合は、数秒程度の短時間をカバーするUPSで十分であるが、現状の蓄電池の放電特性では、2秒間放電のものも5分間放電のものもほとんど大差はない。エネルギー蓄積の観点から、蓄電池に代わるコンデンサやフライホイールを用いたものを設備コストの面で比較すると図1の傾向にあり、極めて短時間の領域を除くと蓄電池が有利である。

本稿では、UPS用電池の現状と最近の技術動向について述べる。

2 UPS用蓄電池の種類

UPSの停電時バックアップ用蓄電池として現在一般に使用されているのは、高率放電用据置鉛蓄電池(HS形)、焼結式据置アルカリ蓄電池(AHH形)、及び小形シール鉛蓄電池(M形)であり、その外観を図2、3に示す。

これらの蓄電池は、いずれも短時間、大電流負荷に適した特性を有するもので、これはUPSの停電時負荷補償時間要求が、多くの場合5~10分程度と比較的短時間であることから選定されている。

このうち、最も広範囲に使用されるのは経済性の高いHS形で、耐久性あるいは低温下での信頼性が特に要求される用途ではAHH形が使用される。

また、負荷補償時間の要求がこれより長い場合には、クラッド式据置鉛蓄電池(CS形)やポケット式据置アルカリ蓄電池(AH-P形)などが採用されることもある。

小形シール鉛蓄電池(M形)は、最近需要の急増してい

図1 設備コストと停電時間

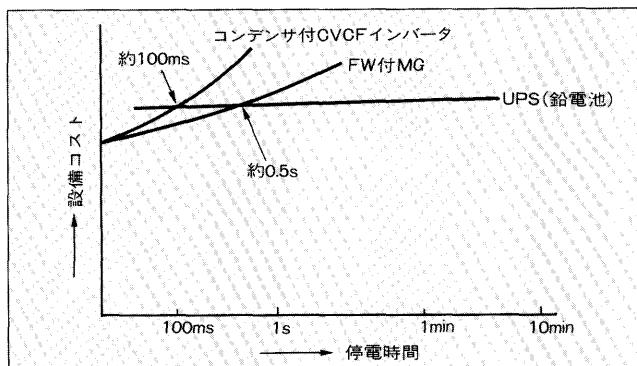


図2 UPS用蓄電池（各種単電池）

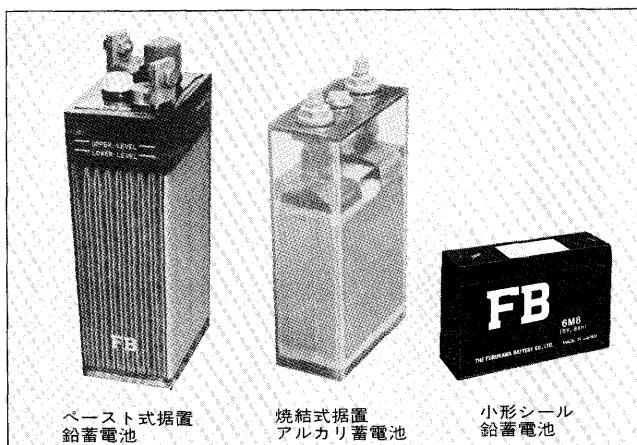
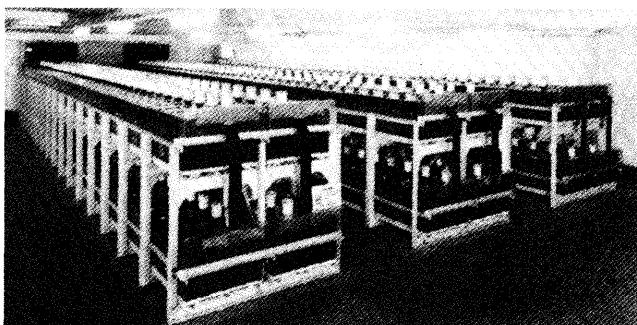


図3 UPS用蓄電池（組電池の一例）



福田 英治

昭和48年入社。施設用電源設備(主としてUPS)の技術企画に従事。現在、設備機器事業部技術部課長補佐。



保坂 一喜

昭和49年入社。UPSの開発、設計業務に従事。現在、東京工場Wプロジェクト推進部主任。



藤原 良生

現在、古河電池(株)産業電池事業部技術課長。

表1 現用のUPS用各種蓄電池

| | | 鉛蓄電池 | | | アルカリ蓄電池 | |
|-------|-----------|---|---|-----------------------------|--|-------------------------------|
| | | ペースト式高率放電用 据置鉛蓄電池 | クラッド式一般用 据置鉛蓄電池 | 小形シール蓄電池 | 焼結式 据置アルカリ蓄電池 | ポケット式 据置アルカリ蓄電池 |
| 形式名 | | HS | CS | M | AHH | AH-P |
| 活物質 | 陽極 | 二酸化鉛 (PbO_2) | | | 水酸化ニッケル ($Ni(OH)_2$) | |
| | 陰極 | 海綿状鉛 (Pb) | | | カドミウム (Cd) | |
| 電解液 | | 稀硫酸 (H_2SO_4) | | | カセイカリ溶液 (KOH) | |
| 電解液比重 | | 1.24/20°C | 1.215/20°C | ----- | 1.20~1.30/20°C | |
| 反応式 | | $PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb = PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$ | | | $2Ni(OH)_2 + Cd = 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$ | |
| 公称電圧 | | 2.0V | | | 1.2V | |
| 極板構造 | 陽極板 | 鉛-アンチモン合金の格子に陽極活性物質を充てんしたもの | 鉛-アンチモン合金の心金にガラス繊維などからなるチューブをかぶせ、心金とチューブの間に陽極活性物質を充てんしたもの | 鉛-カルシウム合金の格子に陽極活性物質を充てんしたもの | ニッケルを主体とする金属粉末を焼結して作った多孔性基板の細孔中に陽極活性物質を充てんしたもの | せん孔した薄鋼板製ポケット中に陽極活性物質を充てんしたもの |
| | 陰極板 | 鉛-アンチモン合金の格子に陰極活性物質を充てんしたもの | 鉛-カルシウム合金の格子に陰極活性物質を充てんしたもの | 上記基板中に陰極活性物質を充てんしたもの | 上記ポケット中に陰極活性物質を充てんしたもの | 上記ポケット中に陰極活性物質を充てんしたもの |
| 特長 | 高率放電性能 | ◎ | ○ | ◎ | ◎(特に低温下で良) | ○ |
| | 寿命 | ○ | ◎ | △ | ◎ | ◎ |
| | 重量効率・容積効率 | ◎ | △ | ◎ | ○ | ○ |
| | 保守性 | ○ | ○ | ◎ | ○ | ○ |
| | コスト | ◎ | ○ | ◎ | △ | △ |
| | その他 | | | 自己放電少 | | |

る小容量UPS用である。

以上の各種蓄電池の構造、原理、特長などの比較を表1に示す。

蓄電池は、UPSに接続された状態では、自己放電を補う程度の微小電流で常時充電し、完全充電状態を維持しつつ停電に備える、いわゆる「浮動充電方式」で使用される。

③ UPS用蓄電池の最近の技術動向

据置形の鉛蓄電池及びアルカリ蓄電池については、過去に様々な技術改良が重ねられてきた。

これらの改良は、主に小形、軽量、高性能化を目的としたもので、特に昭和30年代前半から40年代後半にかけて、プラスチック材料の応用や極板製造技術の進歩により大幅な向上がみられたが、現在の原理・構造においては、既に限界に近いレベルに達した感があり、ここ10年間は、この面での大きな技術変化はない。

代わって、最近では蓄電池の保守管理を省力化しようとする技術的な動きが目立ってきた。

据置蓄電池は、常時待機形で使用されるが、いつ、いかなる時にも所定の性能を発揮できることが生命であり、待機中、常にその状態を維持するための保守・管理が不可欠である。従来、この作業のためにかなりの人手を要しており、その省力化が強く望まれていた。目下の技術改良は、この要望にこたえようとするものである。その概況を以下に述べる。

3.1 触媒栓の採用による補水間隔の延長

蓄電池の電解液中の水分は、浮動充電中、あるいは均等充電の末期に酸素ガスと水素ガスに電気分解され、徐々に消失するため、定期的に水の補充（補水）を行わなければならない。この水分の消耗を少なくし、補水間隔の延長を図るために開発されたのが触媒栓である。

触媒栓は、蓄電池の排気口部に取り付け、電気分解によって発生した酸素ガスと水素ガスを触媒（パラジウムなど）の作用により再結合させ、再び水として蓄電池内に還流するもので、これにより、従来6か月ないし1年であった補水の必要間隔を3年ないし5年に延長することが可能となった。

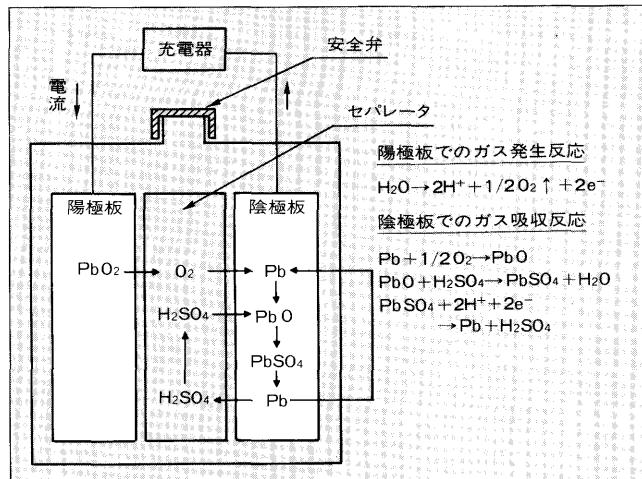
触媒栓は、現在では、鉛蓄電池、アルカリ蓄電池を問わず、既に大部分のUPS用蓄電池に採用されている。

3.2 陰極吸収方式によるシール化

触媒方式による補水間隔の延長を更に一步進め、蓄電池の寿命期間中は補水を全く不要としたのが、陰極吸収方式のシール形蓄電池である。

陰極吸収方式の原理は、図4に示すとおりで、充電中、陽極板で発生する酸素ガスを陰極板に導き、吸収、消失するとともに、陰極板を部分放電状態として、陰極板からの水素の発生も抑制するものである。この作用を十分に行わせるためには、充電中の水の電気分解量をできるだけ少なくすること、自己放電量を少なくすること、陽極板から陰極板へのガス透過が容易な構造とすることなどが主な要

図4 陰極吸収方式の原理



件となる。このため、主に陽極板格子合金、セパレータの材料、電解液の保持方法などに技術改良が加えられている。

この方式は、正常な使用条件の下では、水分の消失はほとんどなく、寿命が尽きるまで補水を行わずに使用できることが最大の特長である。また、自己放電が極めて少ないと、これに関連して均等充電が不要となること、また、組電池を構成する際、従来電池のように電池上部に補水作業のためのスペースを設ける必要がなく、設置スペースの節約が図れること（特にキュービックル収納方式の場合に有利）なども大きな特長となる。

この方式は、約20年前にポータブル電気機器用として開発されたのが最初で、数年前までは技術的な制約により、20Ah以下の比較的小容量に限定して生産が行われていた。その後の改良研究により、昭和58年には、据置蓄電池として100Ahまで生産が可能となり、更に、先ごろ500Ahまでの開発が完了したところである。図5に陰極吸収式鉛蓄電池の外観を示す。

このように、容量の小さいものから次第に大きいものへ段階的に拡大しつつあり、近い将来、3,000Ahクラスまで製品化される見込みである。

現在までに開発が完了したこの種蓄電池は、国内では、表2に示すように分類され、標準化も進んでいる。UPS用としては、前述のとおり、M形が小容量のUPSに標準的に採用されているほか、HSE形も一部に採用され始めており、今後、蓄電池側の開発、機種充実の進行とともに適用範囲も拡大してゆくと考えられる。

一方、アルカリ蓄電池においては、鉛蓄電池より早く乾電池形の小容量のものに陰極吸収方式が採用され、据置蓄電池においてもこの方式のシール形が製品化されている。しかし、充電方法が若干複雑であり、UPS用として採用される例は少ない。

3.3 保守管理項目の遠隔監視

前述のとおり、据置蓄電池には保守管理は重要不可欠であり、一般に次の項目について、1か月、6か月、1年の周期で点検が行われている（蓄電池の種類によって、点検

図5 陰極吸収式シール形据置鉛蓄電池

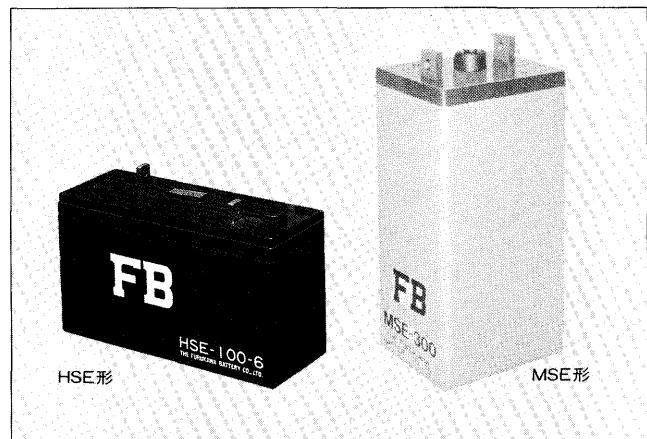


表2 陰極吸収式シール形鉛蓄電池の種類

| 名 称 | 小形シール 鉛蓄電池 | | 陰極吸収式シール形 据置鉛蓄電池 |
|---------------------|--|--|--|
| | M | HSE | MSE |
| 機種 (電圧) (容 量) | 6V : (11機種) 1.0~24Ah/20HR 12V : (8機種) 0.7~24Ah/20HR | 6V : 60Ah/10h 80Ah/10h 100Ah/10h 12V : 30Ah/10h 40Ah/10h 50Ah/10h | 2V : 200Ah/10h 300Ah/10h 500Ah/10h |
| 日本蓄電池 工業会規格 | SBA-2010 (近くJIS化予定) | SBA-3018 | — |

必要項目と項目別の点検周期は異なる)。

- (1) 蓄電池総電圧（組電池の合計電圧）
- (2) 単電池電圧
- (3) 電解液面位置
- (4) 電解液比重
- (5) 電解液温度
- (6) その他（外観、端子の締付具合など）

上記項目のうち、(1)は充電器の盤メータで監視が容易に行えるが、他は蓄電池設置場所での点検作業を必要とする。もし、これらの項目を集中監視室又は点検者の常駐場所で遠隔監視ができれば、点検作業が省力化されることはもちろん、監視の密度が高くなり、蓄電池の信頼性向上にも寄与することとなる。

このような考え方の下に、まず開発されたのは、電解液面位置、電解液比重、電解液温度などの値が管理範囲を超えるか、あるいは限界に近づいた状態をセンサで検出し、遠隔場所に警報を発する方法及び装置である。センサとしては一般に次のものを用いる。

- (1) 液面センサ（液面低下検出）……フロートスイッチ又は電極式スイッチ
- (2) 比重センサ（比重低下検出）……フロートスイッチ
- (3) 温度センサ（温度上昇検出）……バイメタル式サーモスイッチ

これらの装置は構造が単純であり、比較的安価であることから、現在では、要求に応じてごく一般的に使用されている。

次の段階として、最近開発されたのが、液面位置、比重及び液温を遠隔場所で数値的に表示する方法及び装置で、ここ数年の間に各方面で採用され始めている。

この装置は、前記の警報だけの装置に比べて、より本格的な遠隔監視装置と言えるが、センサ及び表示装置が複雑となり、また方式の標準化や量産化が進んでいないこともあって、かなり高価である。現時点では、まだUPS用蓄電池に採用された実績はないが、全般に需要量は徐々に増加する傾向を見せており、今後、UPSへの適用拡大も考えられる。

図6に液面位置、比重、液温の各センサを一つのケースに収納した総合センサを一例として示す。

4 新形蓄電池

現在実用化されている蓄電池は、特殊用途のごく少量のものを除けば、鉛蓄電池及びアルカリ蓄電池（ニッケルーカドミウム蓄電池）の2種類である。この2種類が広く使用されるのは、安定した品質、高度の信頼性、適度の経済

図6 蓄電池の総合センサ

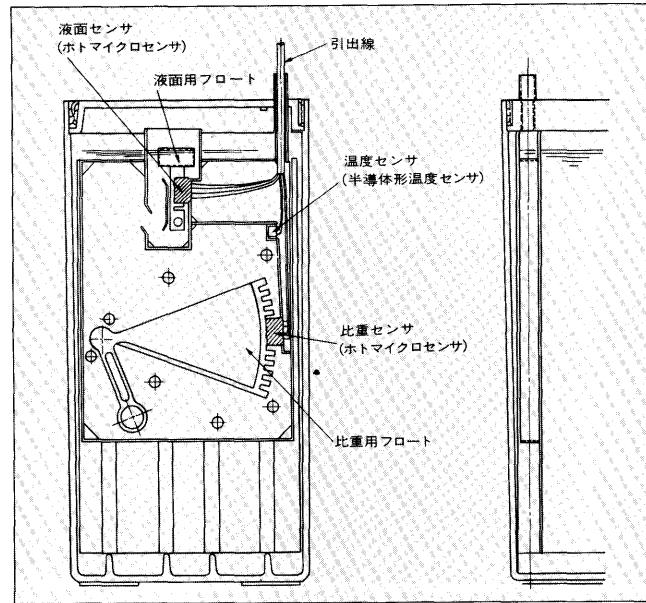


表3 電力貯蔵システム用新形蓄電池

| 項目 | ナトリウム-硫黄 | 亜鉛-塩素 | 亜鉛-臭素 | レドックスフロー |
|----------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| 理論エネルギー密度 (Wh/kg) | 780 | 828 | 423 | 103 |
| 開路電圧 (V) | 2.1 | 2.1 | 1.8 | 1.0 |
| 反応物質 (負極/正極) | Na (液) / S (液) | Zn (固) / Cl ₂ (気) | Zn (固) / Br ₂ (液) | Cr ²⁺ (液) / Fe ³⁺ (液) |
| 反応物質利用率 | 85% | 100% | 100% | 80~90% |
| 電解質 | 固体電解質 (β-アルミナ) | ZnCl ₂ 水溶液 | ZnBr ₂ 水溶液 (KCl 添加) | HCl 水溶液 |
| 作動温度 | 300~350°C | 20~50°C | 20~50°C | 40~60°C |
| 特長 | ・自己放電少 ・保守容易 | ・自己放電少 ・充電、放電の電圧安定 ・常温作動 | ・自己放電少 ・構造簡単 ・常温作動 | ・容量保有状態のモニタ容易 ・電解液タンクの変更により 容量変更容易 |

性を有するためである。しかし、最近、社会的要請として開発の行われている電気自動車や電力貯蔵（電力負荷平坦化、ピークカット）の用途では、現用蓄電池より高い特性と経済性が要求され、原理、構造の全く異なる高性能新形蓄電池の開発が進められている。

開発中の新形蓄電池の種類は、ナトリウム-硫黄、亜鉛-塩素、亜鉛-臭素、レドックスフロー、ニッケル-鉄、ニッケル-亜鉛などである。いずれもまだ開発途上にあり、それぞれ優れた特徴を持つ反面、現時点では、解決すべき課題が多く、実用化までにかなりの期間を要すると思われる。

ここでは、新形蓄電池の詳しい説明は省略するが、参考までに電力貯蔵システム用として開発中の4種類の蓄電池についてその概要を表3に示す。これらは、国家プロジェクト（ムーンライト計画）の一環として、昭和56年から開発が開始され、モデルシステムによる実証試験を経た上で、昭和65年に実用化のめどをたてることを目標としている。

新形蓄電池は、UPS用のように、浮動充電方式ではなく、サイクルサービス（放電と充電を交互に繰り返す使用法）を目的として開発中のものであるが、それらの特長の中には、UPS用にも適合する項目が多く含まれており、将来実用化が可能となれば、UPSへの応用も十分に期待できる。

5 燃料電池

富士電機は昭和36年に燃料電池の基礎研究に着手して以来、サンシャイン計画やムーンライト計画への参画、電力会社との協同研究などを中心に開発を進めてきた。

燃料電池の発電原理は水の電気分解の逆作用で、電解液の中に2枚の電極を設け、両電極に水素と酸素を供給すると電気が発生することはよく知られているとおりである。このことは、燃料となる水素と酸素を供給し続ければ電気を絶えることなく出し続けることができるので、蓄電池のような放電時間の制約は原則として無い。したがって、ディーゼル発電設備やガスタービン発電設備などと同様の長時間の発電設備ともなり得る。

燃料電池の種類は電解質によって表4のようにリン酸型、アルカリ型、溶融炭酸塩型、固体電解質型などがあり、UPSに適用する場合は常温瞬時起動の条件からアルカリ型が最適である。

アルカリ型燃料電池を用いたUPSの回路構成の一例を図7に示すが、燃料電池の場合、一般の蓄電池に比べ電流に対する電圧の変化（電圧変動率）が大きいので、インバータの前段にチョッパを設け、直流電圧の変動を補償している。

図8に燃料電池を使用したUPSの停電・復電時の波形を示す。一般の蓄電池を使用した場合と同様に、無瞬断の

表4 燃料電池の種類と特徴

| 種類 | リン酸型 | アルカリ型 | 溶融炭酸塩型 | 固体電解質型 |
|--------|---|------------------|----------------|----------|
| 作動温度 | 150~200°C | 常温~80°C | 650°C位 | 1,000°C位 |
| 使用燃料 | 天然ガス、メタノールなどからの改質水素 | 純水素 | 改質水素 石炭ガス | 同 左 |
| 特徴 | 触媒に白金が必要 焼料中にCO ₂ 含有可 排熱利用可能 | 白金不要 常温瞬時起動可能 | 白金不要 排熱利用可能 | 同 左 |
| 効率(目標) | 45% | 50%以上 | 50%以上 | 50%以上 |
| 実用化度 | 第一世代 | 第二世代 | 第三世代 | |

図7 燃料電池を用いたUPSの回路構成

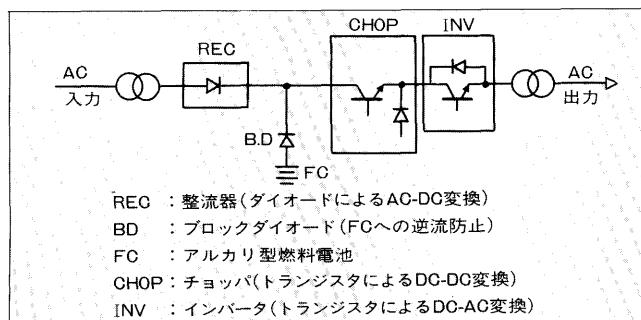
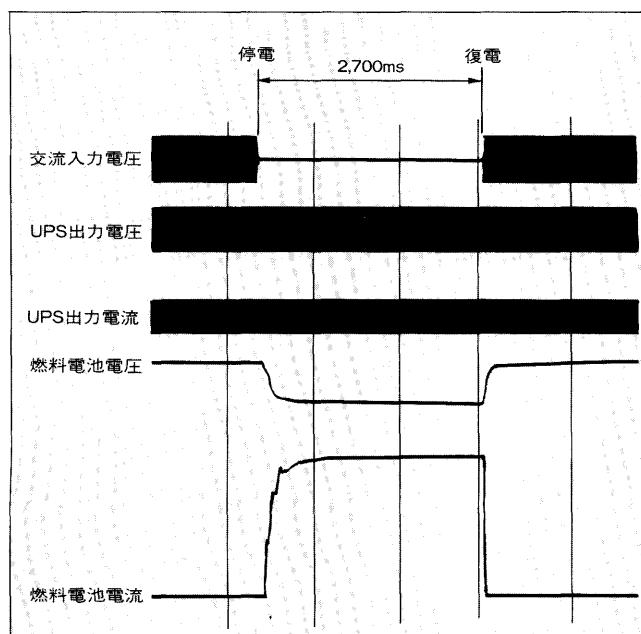


図8 停電・復電時の特性

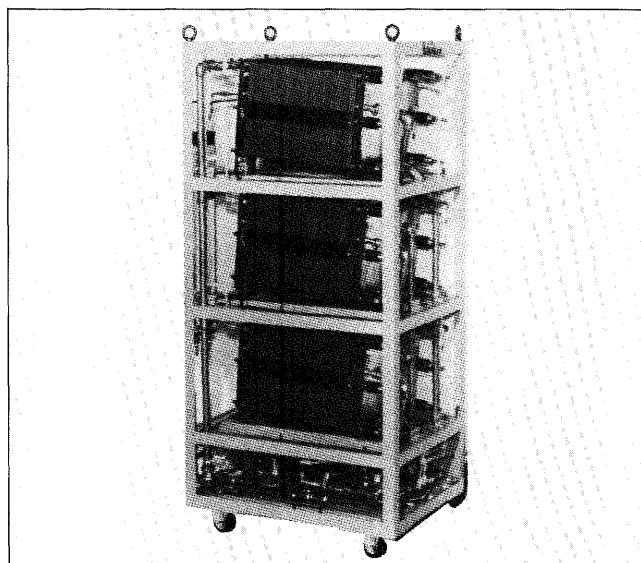


電力が供給されることがわかる。

図9に7.5kW出力のアルカリ型燃料電池の外観を示す。容積・重量とも鉛蓄電池に比べ1/2~2/3と小形である。

現状の問題点はコスト（鉛蓄電池の2倍程度）であるが、アルカリ型はセル構成材料がプラスチック材などの安価な材料が使用できるので、量産効果によるコストダウンの可能性は十分にある。したがって、今後はコスト低減を中心に努力していく所存である。

図9 アルカリ型燃料電池の外観(7.5 kW)



6 あとがき

我が国の電池の年間生産額は約4,000億円といわれており、そのうち鉛蓄電池が50%、マンガン乾電池が20%、アルカリ蓄電池が16%で、残りは他の種々の電池であり、鉛蓄電池が圧倒的に用いられている。

UPSを構成するCVCFインバータは、この10年間に外形寸法が約1/2に小形化されてきたが、UPS用蓄電池はほとんど変化が無い。このことは鉛蓄電池やアルカリ蓄電池は既に成熟期にある製品といえる。

このため、ここで概要を紹介した新形蓄電池や燃料電池などがUPSに適用される時期も迫っており、ユーザー各位の期待にこたえるべく努力していきたい。

参考文献

- (1) 新時代に即応した電力流通技術問題研究委員会報告書 (1984-7)
- (2) 定由征次：瞬停・瞬断とプロテクション、電気と管理、Vol. 61, No.5, p.31-37 (1986)
- (3) 穴原良司：燃料電池について、スペース、Vol.61, No.9, p. 2-9 (1986)
- (4) 近藤一夫ほか：非常用電源用のアルカリ型燃料電池について、電気協会、No.745, p.18-24 (1985)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。