

ネットワークカードを利用した 蓄電池搭載機器の運用監視について

Monitoring and Managing Power Supply Device with Battery by Network Card

今 泉 博 文* 内 堀 富 勝* 高 坂 幸 雄* 北 方 伸 明*

Hirofumi Imaizumi Tomikatsu Uchihori Yukio Takasaka Nobuaki Kitagata

Abstract

Until recently, it was very simply that managing power supply device with battery was just only monitoring the status. But since the Great East Japan Earthquake, it has been experienced that the tight electricity supply situation occurred actually even in Japan and it would limit people's basic and daily activities too, that's why the purpose to manage the device has started to be really changed such as it is not only to monitor the status but also to harness the energy in the device more efficiently, because of preventing the power shortage from affecting it's activities and stable social lives. For it, "EMS" (Energy Management System), making demand-supply balance of electric power by making full use of internet communication technology, is developing day by day and then is now being in practical use period from demonstration test of the technology. In this situation, power supply device with battery is also given new role as important equipment in "EMS" and the attempt to manage it in order to efficiently utilize the energy saved in the device has started to be implemented in addition to monitoring the status only. The next describes the diversifying management of power supply device with battery, as a sample of it installed with specialized management network card via IP network.

Key words: Battery; Network; Energy management system; Smart device

1 まえがき

従来、蓄電池搭載機器の運用監視は主に、その機器自身の状態を監視しているに過ぎなかった。しかし、先の震災後、国内の電力需給が逼迫し、日常生活にも支障をきたす経験をした今、エネルギーをもっと効率的に

利用することで、電力不足のリスクを低減し、安定した社会生活を維持することが急務となっている。そのため、ICT (Information and Communications Technology) 技術を駆使し電力需給のバランスをとるためのエネルギー管理システム (EMS: Energy Management System) が急速に発展しており、実証段階から実用段階へ移行しはじめている。このような背景により、蓄電池搭載機器は EMS の重要な装置として位置づけられ、その運用監視は「見える化」にとどまらず、電力の効

* 産業電池電源事業部 電源システム生産本部
開発部

率的な利用を実現するための試みがなされている。ここでは、ネットワークへ接続できる専用のカードを搭載した蓄電池搭載機器を例に挙げ、その運用監視の多様化について解説する。

2 従来の蓄電池搭載機器の運用監視

2.1 ネットワークカードの構成

ネットワークを利用した蓄電池搭載機器の運用監視において、従来から専用のネットワークカードが利用されてきた。そのネットワークカードは、一般のパーソナルコンピュータ用のそれとは異なり、EthernetのLAN インタフェースだけでなく、CPU、ROM、メモリおよびRS232Cのシリアルポートが搭載されている。また、そのアプリケーション部には、シリアルポートで機器の状態情報の取得や制御をおこなう機器通信プログラムと、その情報を保存するデータベース、ログファイルシステム、HTTP/HTTPS ベースのユーザインタフェースを提供するWEBサーバ、遠隔監視のためのSNMP(Simple Network Management Protocol)プログラム、E-mail送信プログラム等で構成されている。このような構成により、ネットワーク経由で運用監視をおこなうシステムと蓄電池搭載機器とのインタフェースの役割を果たすとともに、機器の運用制御もおこなえるエージェントとしての役割も果たすることができる。

Fig. 1 に蓄電池搭載機器監視用ネットワークカード

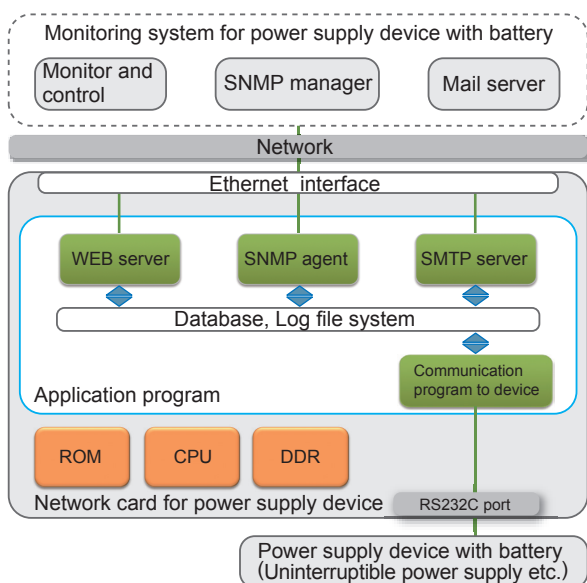


Fig. 1 System architect and monitoring chart of existing network card.

の構成と運用監視イメージを示す。

2.2 従来の運用監視方法

従来の蓄電池搭載機器は、システムを含む一次側の停電時に負荷装置やシステムに電力を供給するバックアップ電源用途として使用されてきた。そのため、機器の運用監視は主に入出力の計測情報、停電検出情報、蓄電池の容量、電圧情報、温度情報、機器の警告や異常情報等機器の状態を「見える化」することが主な運用監視方法であった。また、機器に変化（イベント発生）があった場合に監視要員が機器を確認し、メンテナンスをおこなうという運用がおこなわれてきた。

「見える化」をおこなう主な方法は、管理用コンピュータのWEBブラウザから、蓄電池搭載機器に搭載されているネットワークカードに設定されているURL (Uniform Resource Locator) にアクセスし、機器の状態を確認する方法、サーバやネットワーク機器の遠隔監視の標準プロトコルであるSNMPを使った監視マネージャより監視する方法および機器の状態が変化したときに送信するE-mail機能を利用してきた。

また、一部の無停電電源装置では、長時間停電時に、専用シャットダウンソフトウェアやSSH(Secure Shell)にて負荷装置のシャットダウンをおこない、蓄電池によるバックアップ可能時間内に負荷装置を安全に停止する運用やスケジュール機能により、出力をオンオフすることで、負荷システムのスケジュール運転の運用もおこなわれてきた。

3 多様化する蓄電池搭載機器の運用監視

蓄電池搭載機器の運用監視の多様化について、主にEMSでの運用監視、リチウムイオン電池の監視、スマートデバイスによる運用監視および、セキュリティ強化の点から述べる。

3.1 EMSでの運用監視

EMSが実証され実用化がおこなえる段階になり、その中で利用される蓄電池搭載機器の運用監視は、新たな方法が必要になってきた。

3.1.1 蓄電池搭載機器の用途

エネルギーを効率的かつ安定して利用するために、以下の二つの課題が挙げられる。

課題1 昼夜の電力需給ギャップの改善

課題2 需給逼迫時の電力使用量の抑制

これらの課題解決のために、EMSで利用される蓄電池搭載機器は、次のような運用上の実証が進められている。

(i) 昼夜の電力需給ギャップの改善

電力制御をおこなうパワーコンディショナと充放電特性に優れたリチウムイオン電池を組み合わせた蓄電池システムでは、蓄電池の充放電を細かくおこない、電力使用量を平準化する負荷平準化（ロードレベリング）機能により、昼夜の電力需給ギャップを改善している¹。

また、リチウムイオン電池を搭載した無停電電源装置においても、負荷システムの停電時のバックアップ時間分を除く蓄電池の余力電力を、昼間の電力使用量のピーク時に放電させ、負荷システム全体のピークを抑制することにより、同様の改善が可能になる。

(ii) 需給逼迫時の電力使用量の抑制

需給逼迫時の電力使用量の抑制については、需給逼迫時に各蓄電池搭載機器に搭載された前述 (i) の負荷平準化やピークシフトの補完機能を使用して、電力使用量を抑制する。

3.1.2 EMSの管理範囲

EMSには、電力制御の管理範囲がある。主な範囲として、町や地域を管理するCEMS(Community Energy Management System)、ビル全体のBEMS(Building Energy Management System)、工場のFEMS(Factory Energy Management System)、家庭のHEMS(Home Energy Management System)等がある。このEMSの管理範囲ごとに、EMSコントローラが配置され、管理範囲内の電力管理をおこなう。Fig. 2にEMSのネットワークイメージを示す。蓄電池搭載機器は、管理範囲内での昼夜の電力需給ギャップを改善するために、負荷平準化やピークシフト補完機能を効果的に実行することになる。また、特にシステムに直接接続されるEMSは、電力需給の逼迫時に電力会社からの要請（DR：デマンドレスポンス指令）により、管理範囲内の電力制御を

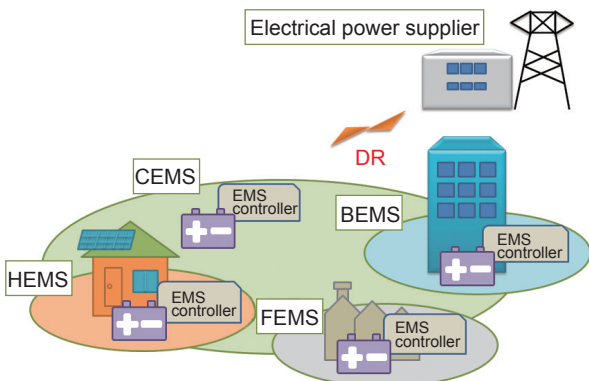


Fig. 2 Network system image of "EMS".

おこなうことになる。

EMSコントローラと各機器は、その構成の一つとして、専用のネットワークで接続され、運用監視はそのネットワーク経由でおこなわれる。蓄電池搭載機器は、そのためのネットワークインタフェースを搭載し、EMSコントローラからの指令を基に、負荷平準化やピークシフト補完機能を実行していく運用が求められている。Fig. 3にEMSの蓄電池搭載機器の構成イメージを示す。

3.1.3 蓄電池の充放電アルゴリズムの配布と更新

EMSの管理範囲の電力制御の目標値は、電力需給機器の構成（蓄電池の容量や負荷装置の種類、太陽光発電装置の有無等）や使用条件（昼夜、春夏秋冬、寒暖、日照時間等）、電力制御目的（昼夜の電力需給ギャップの改善の割合や災害時への備え、ネガワット取引等）の各要素により異なる。その電力制御の目標値を達成するためには、各要素を考慮し、効果的に蓄電池の充放電を繰り返す電力制御の方法（アルゴリズム）が必要となる。更に、要素の変化により、適時更新が必要となる。

この電力制御アルゴリズムは、主にEMSの電力制御を管理するシステムで各要素のデータを蓄積し、分析することで生成され、適時更新がおこなわれる。EMSコントローラは、そのアルゴリズムに従い電力制御をおこなうことになる。

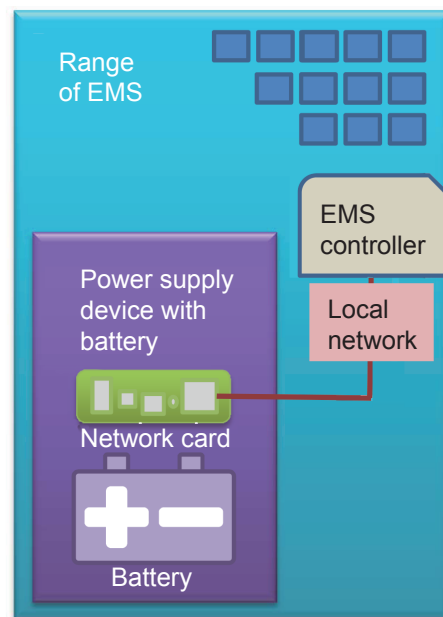


Fig. 3 System image of power supply device with battery in "EMS".

ただし、EMS コントローラは蓄電池搭載機器の電力制御だけでなく、空調や照明の機器制御等もおこなうため、EMS コントローラの担う作業量は増加し、煩雑化することが予想される。よって、電力制御については、あらかじめ準備している電力制御アルゴリズムを蓄電池搭載機器のネットワークカード側に配布し、ネットワークカードがそのアルゴリズムに従い蓄電池の充放電を実行していくこと（機器のエージェント化）でEMS コントローラの作業は軽減される。また、電力制御アルゴリズムが更新された場合は、EMS コントローラからネットワークカードに更新アルゴリズムが再配布され、常に最新の電力制御が実行される。加えて、蓄電池の状態により、アルゴリズムで予定された充放電がおこなえない場合は、ネットワークカード側からEMS コントローラへアルゴリズムの更新を要求する。これにより、各EMS の状況に合致した安全で安定した蓄電池の運用が強化される。Fig. 4 に電力制御アルゴリズムの配布と更新イメージを示す。

3.2 リチウムイオン蓄電池の監視

EMS では、リチウムイオン電池の充放電を有効に繰り返すこと（サイクルユース）で効率的な電力利用を実現できるが、このためには、蓄電池の安全を踏まえた運用監視が必須となる。

リチウムイオン電池は、複数セルで構成される蓄電池モジュールにセル監視回路を内蔵し、各セルの電圧とその電圧バランス制御および、温度監視により、安全性と信頼性が確保されている²。

これらのセル情報を蓄電池搭載機器よりネットワーク経由で、遠隔監視サーバに集め、傾向を分析するこ

とで、蓄電池の状態や寿命予測がおこなわれる。

蓄電池の充放電回数、放電深度および温度等の使用条件はEMS ごとに異なる。個々の蓄電池の状態監視をおこなうことは、さらなる安全性の向上や効率的な保守運用をおこなう上で、不可避である。

3.3 スマートデバイスによる監視と操作

スマートフォンやタブレット等の端末であるスマートデバイスは、そのセキュリティ対策が進み、ビジネス需要にも利用が広がっている。EMS 対応としてネットワークとの接続がおこなえるようになった蓄電池搭載機器の運用監視においても、スマートデバイスが利用されはじめている。

3.3.1 無線による保守運用

スマートデバイスは、無線（WiFi や Bluetooth）のインタフェースによりネットワークに接続できる。通常の運用監視は、Ethernet の有線 LAN インタフェースを利用し、無線インタフェースは、保守専用のネットワークとして保守作業時に使用される。昨今、エンドユーザ側で監視用有線ネットワークに、部外者の保守員がアクセスすることを制限することが多く、特に緊急時の作業は困難を要する。よって、保守用の無線ネットワークをセキュリティ対策がおこなわれているスマートデバイスで利用することができれば、効率良く作業がおこなえる。

また、電話回線を有しインターネットに接続できるスマートデバイスにより、無線で蓄電池搭載機器の情報やログを取得し、インターネット経由で保守運用管理サーバに転送する。サーバ側で、転送された情報やログをもとに機器の状態解析をおこない、さらにその

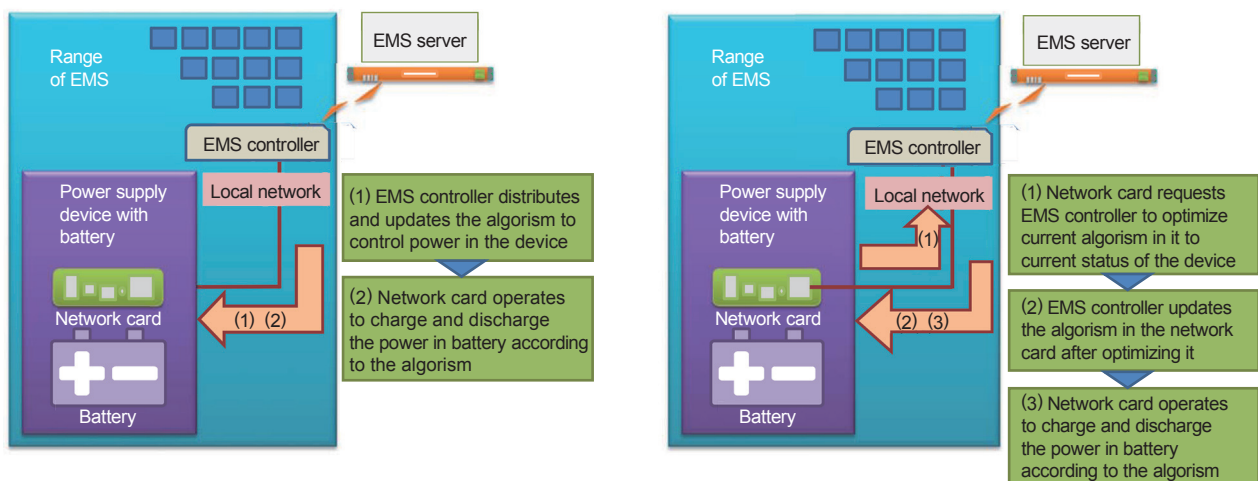


Fig. 4 Chart of distributing and updating algorithm system image of power supply device with battery in “EMS”.

結果から必要な保守作業情報を保守員に提示することで、保守作業の時間短縮と正確性の向上をはかることができる。Fig. 5に無線による保守運用イメージを示す。

3.3.2 スマートデバイス用インターフェース

一般的にスマートデバイスのインターフェースは、画面サイズが小さく、操作はタッチ操作が主となっている。蓄電池搭載機器の運用監視においても、状態監視や操作が快適におこなえる専用のインターフェースが使用されるようになった。Fig. 6にその専用インターフェースの例を示す。

3.4 セキュリティ強化した運用監視

蓄電池搭載機器は、無停電電源装置を代表するように公共インフラを含む社会の重要なシステム電源となっており、そのネットワークからの運用監視には、強固なセキュリティ対策が常に求められている。

蓄電池搭載機器のネットワークカードでは、各インターフェースのアクセス制御や通信データの暗号化によるセキュアな運用管理がおこなわれている。

4 新ネットワークカードの開発

運用監視の多様化に対応するため、当社では、新ネットワークカード”Acroware-iGYnetworkAgent”を開発した。Fig. 7にその新ネットワークカードの外観を示す。

この新ネットワークカードにより蓄電池搭載機器である無停電電源装置や太陽光発電システムおよびリチウムイオン電池モジュール等の運用監視をおこなうことができる。また、多くのリチウムイオン電池モジュールとパワーコンディショナを組合わせた大規模な蓄電池システムへの対応も検討している。

従来の運用監視機能に加え、EMS対応としてHEMSの標準プロトコルであるECHONET Lite、ピー



Fig. 6 Interface image to monitor and management for smart device.



Fig. 7 Appearance of "Acroware-iGYnetworkAgent".

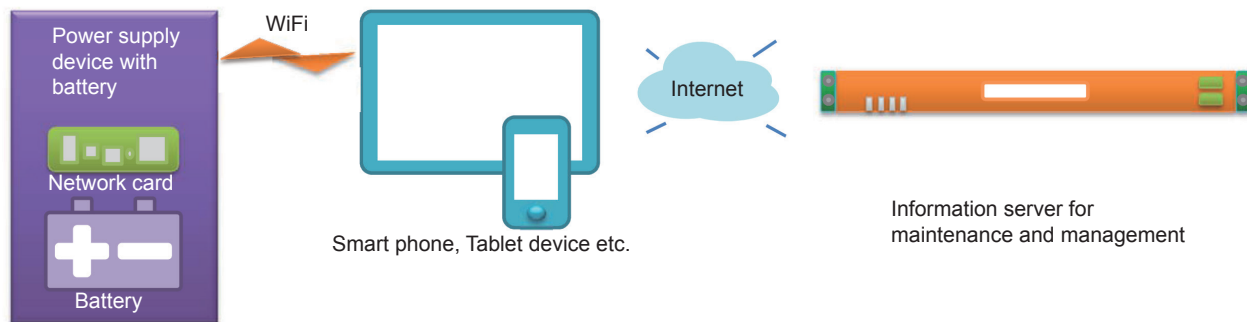


Fig. 5 Chart of maintaining power supply device with battery by smart device via wireless network.

Table 1 Outline of specifications of Acroware-iGYnetworkAgent.

Items	Specifications	
Device	Uninterruptible power supply Power solar system with battery Lithium-ion battery module	
Physical interface	Communication with device	RS232C x 1
	Cable LAN	Ethernet LAN port 10/100MB x1
	USB host (Wireless LAN etc.)	USB1.1 typeA x1 WiFi device USB memory
	USB device	USB2.0 miniB x1 (For Console)
Application interface	Communication protocol	ARP, ICMP, IPv4/IPv6, TCP/UDP, SNMPv1/v3, SMTP, SSHv2, SSL, HTTP/HTTPS, ECHONET Lite, NTP
New function	Energy management system	ECHONET Lite (Household Solar Power Generation Class, Storage Battery Class) Peak shift schedule by UPS Update algorithm for energy management system Display power consumption and demand
	Monitor status lithium-ion battery	Displaying status, power and temperature of each cell Management by remote monitoring system
	Smart device	WiFi, Bluetooth, Web interface for smart device
	Security	HTTPS, SSHv2, SSL-VPN, IPsec-VPN, SNMPv3
System time	RTC, NTP	
External dimensions	Size (mm)	W : (66) x D : (60) x H : (43)
	Weight (g)	(60)

クシフト補完機能(無停電電源装置向け)を搭載した。また、ネットワーク経由でのネットワークカード自体および蓄電池搭載機器本体のファームウェアの更新機能も備えた。この更新機能を利用することで、外部からの電力制御アルゴリズムの更新もおこなえる。

また、スマートデバイス向けの専用WEBインタフェースを標準装備し、保守専用無線ネットワークも搭載可能にした。

セキュリティの強化としてIP通信レベルでのVPN(Virtual Private Network)、WEBインタフェースには、SSL(Secure Socket Layer)、リモートシェルインタフェースにはSSH(Secure Shell)、遠隔監視にはSNMPv3をサポートし、各通信を暗号化できるようにした。Table 1に“Acroware-iGYnetworkAgent”の主な仕様を示す。

5 まとめ

今後、よりよい社会生活を実現するには、電力を効率的かつ安定して利用する必要があり、電力の需要と供給のバランスを制御できるEMSの実用化と普及が

不可欠である。現在、EMSで求められる蓄電池搭載機器は、単なる電力のバックアップ機能から積極的な繰り返し充放電が可能な電力需給機能を有する装置へと変化している。また、これら蓄電池搭載機器の運用監視も「見える化」に加え、効率的な「電力制御」という新たな要件が加わった。このように蓄電池搭載機器に対して大きなパラダイムシフトがおきており、これに呼応した新しい運用監視の多様化が実際に始まっている。

当社は、長きに渡り蓄電池と電源装置を生産、販売してきており、今後もその技術とノウハウに新たな技術を加え、EMSの発展に不可欠なリチウムイオン電池と蓄電池搭載機器を開発し、その運用監視も含めて提供することで、効率的で快適なエネルギーマネジメント社会の実現に貢献していく。

文献

1. 詫間隆史, 電気評論, (585), 42-45 (2013).
2. 石本孔律, 電気評論, (575), 44-48 (2012).