

電源装置遠隔監視システムの開発

Development of Remote Monitoring System for Power Supply Systems

多田幸生* 山城裕史* 美馬正明*
川島秋芳** 水田治彦** 山口雅英*

Yukio Tada Hiroshi Yamashiro Masaaki Mima
Akiyoshi Kawashima Haruhiko Mizuta Masahide Yamaguchi

Abstract

The power supply remote monitoring system with the diagnostic function of storage battery deterioration has been developed. This system has the function of remote monitoring of the power supplies operated in the field by a server installed in our company via network. The architecture of system and its operation is economically available by use of the Internet and radio packet communication network. The deterioration diagnostic function is capable to show the dischargeable capacity and the remained life for assembled battery by diagnostics on the basis of measurement data of cell voltage, internal resistance, and temperature. The collected measurement data is to be viewed as Web data. The result of diagnostics is then sent to users as a report. By this system, we aim to provide users additional values such as preventive maintenance, date/breakage control, remote control and the integrated control.

1 まえがき

社会の各所で運用されている様々な電気設備に電力を供給する産業用の蓄電池・電源装置には、商用電源停電時などの非常時にも安定した電力を絶え間なく確実に供給し続ける機能が求められる。この機能を全うするためには、蓄電池・電源装置が非常時にも確実に動作できるよう定期的にメンテナンスをおこなうことが重要で、特に蓄電池については寿命期に達して放電可能容量が減少した場合には速やかに新品に取り換えることが必要である。蓄電池の放電可能容量を正確に把握する方法としては容量試験が知られているが、実

際にフィールドで容量試験をおこなうのは作業負担が大きいため、より簡便な方法で蓄電池の劣化状態を診断する方法が求められるようになってきた。

一方、蓄電池・電源装置のメンテナンスを省力化するため、これらを遠隔で監視したいというニーズが近年増加してきている。かつては遠隔監視をおこなおうとするとシステムの構築や運用に多大なコストがかかる場合が多かったが、近年では通信ネットワーク技術やコンピュータシステム技術が著しい発達を遂げてきており、遠隔監視システムを安価に構築して運用できる環境が整ってきた。日本電池（株）ではこれらの市場ニーズに応えるとともに、従来にない新たな付加価値をユーザに提供することを目的として、組電池としての放電可能容量と余寿命を診断できる蓄電池劣化診断機能を有し、インターネット網や無線パケット通信

* 電源装置生産カンパニー 技術部

** 産業電池生産カンパニー 産業電池技術部

網を利用した電源装置遠隔監視システムを開発したので、ここに報告する。

2 仕様と特長

今回開発した電源装置遠隔監視システムは、蓄積した監視データの解析による劣化・寿命診断(予防保全)、運用時における信頼性の向上(日次・故障時管理)、蓄電池・電源装置の日常管理の省力化(リモート管理)、中央における集中監視(管理の一元化)を実現することを目的としている。その主な仕様を表1に示す。また、本システムは以下の特長を備えている。

- (1) フィールドの蓄電池・電源装置との通信に無線を使用するので、回線敷設工事が不要でユーザ設備に負担をかけることなく、初期投資が安価である。
- (2) インターネット網とパケット通信網を使用するので、通信料が安価である。
- (3) 監視画面の閲覧に業界標準のWebブラウザを使用するので、システム構築および保守費用が不要である。

表1 今回開発した電源装置遠隔監視システムの主な仕様

Table 1 Main specifications of developed remote monitoring system for power supply systems.

対象機器	① 制御弁式鉛蓄電池 当社形名：MSE/SNS-50 ～1000 Ah ② 電源装置(制御・始動・通信・CVCF用) 当社形名：現時点ではBROS-GKのみ対応 TELEPOWER-F、BIROS-F IIについて順次対応予定 ③ ①と②のセット 注：当面は既設装置への取り付けが困難なため新設のみの対応とする。	
監視項目	蓄電池	全セル電圧、全セル内部抵抗(一部例外あり)、総電圧、電流、温度
	電源装置	BROS-GKの場合：運転状態、計測値、現在故障、故障履歴、状態履歴、装置履歴、設定情報
データ通信周期	1回/1日(1回/6時間、2回/週、1回/週、1回/月も選択可能) 注：当面は通信安定性の検証を兼ねて1回/1日の計測を必須とする。	
故障時通信	故障発生時にフィールドから監視室に通報、監視室から通報メールを発信可能	
	電源装置	蓄電池
監視項目	BROS-GKの場合：運転状態、計測値、現在故障、故障履歴、状態履歴、装置履歴、設定情報	全セル電圧、全セル内部抵抗(一部例外あり)、総電圧、電流、温度
診断方法	出力電圧のトレンド監視 出力電流の増加の監視	内部抵抗測定などによる容量・余寿命推定 セル電圧監視による異常セルの検出
診断出力	トレンド変化に応じた点検の提案 負荷増設に応じた電源増設の提案	放電可能容量の数値表示 余寿命の数値表示 寿命曲線のグラフ セル電圧異常の表示
出力方法	報告書 メール Web	月1回の月報を文書にしてユーザ宛てに提出する。 異常発生時、容量減少時などにユーザ宛てに自動送信する。 ユーザがWebにて現在の運転状態などを閲覧することが可能。

3 システム構成

今回開発した電源装置遠隔監視システムの構成を図1に示す。フィールドにて稼働している電源装置を日本電池（株）社内に設置したサーバがネットワーク経由で遠隔監視するシステムとした。通信経路となるネットワークにはNTTドコモグループが提供する無線パケット通信網“DoPa”とNTT西日本のISDN網とを使用しており、電源装置とサーバがTCP/IPをベースにSNMPを使用して相互通信をおこなう。

電源装置には遠隔監視をおこなうための機器として通信ユニットと蓄電池監視装置を内蔵する。通信ユニットはデータ通信専用のDoPa端末機である「モバイルアーク」と、TCP/IPプロトコルスタックを内蔵したネットワークカードとからなり、電源装置をTCP/IPによる遠隔監視に対応させる機能を持つ。ネットワークカードにはSNMP, TCP, UDP, IP, PPPなどの各プロトコルをソフトウェアにて実装しており、DoPa網との接続性が良好になるよう設定している。また、蓄電池監視装置は蓄電池各セルの電圧と内部抵抗を測定する装置であり、詳細は後述する。

DoPaのサービス形態にはLAN接続サービスとインターネット接続サービスとがあるが、本システムではLAN接続サービスを利用している。このサービス形態では、DoPa端末機に接続した機器が社内LANの1ノードとして取り扱われ、社内LAN上の任意のコンピュータと相互に通信することができる。本システムでは遠隔監視用使用するIPアドレスをクラスBのプライベートアドレス領域内に確保し、各通信ユニットに割り当てて運用している。

本システムの遠隔監視サーバは日本電池（株）社内に設置している。サーバは2台構成とし、1台は各電源装置と実際に通信してデータを収集するデータ収集サーバで、もう1台は収集したデータをWeb画面に展開して社内外に公開するWebサーバである。2台のサーバで処理を分散することで、サーバの負荷軽減を図っている。また、データ収集サーバが収集した監視データは、データ収集サーバ自身のハードディスクに保存されるのとほぼ同時にWebサーバにもコピーされるので、万一片方のサーバがクラッシュしてもデータが失われることはない。

データ収集サーバにはテレフォニーカードを内蔵し

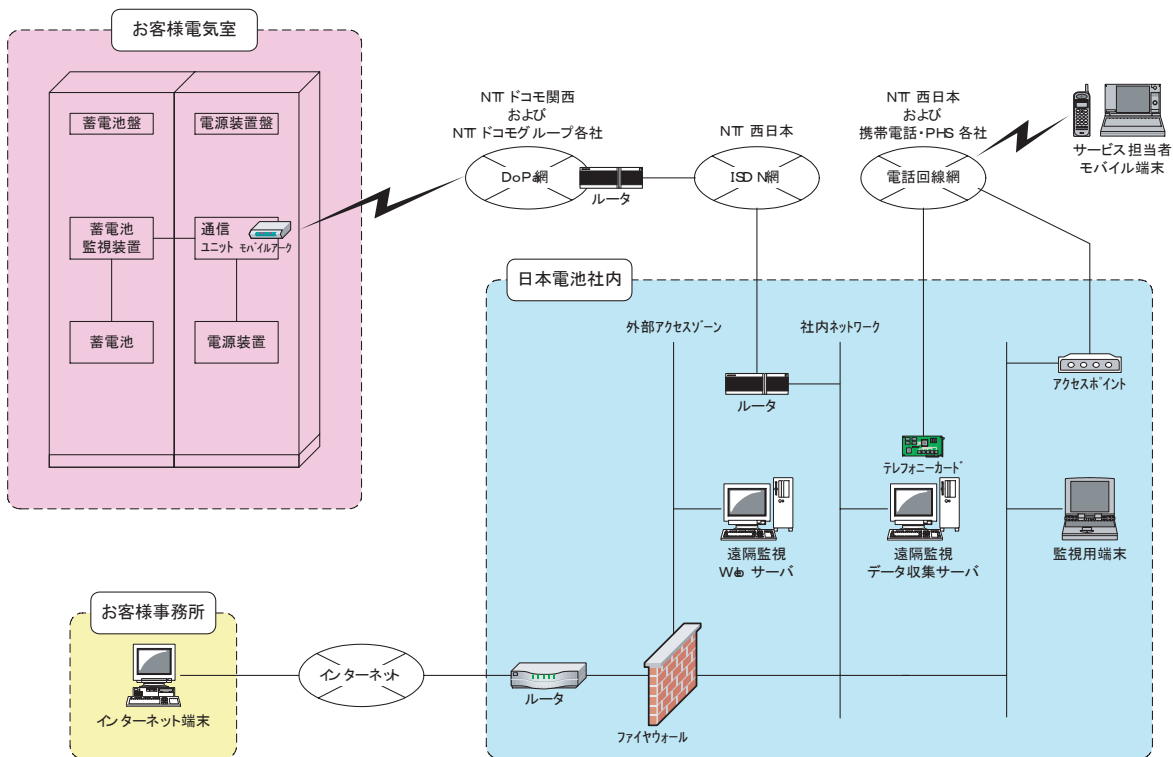


図1 開発した電源装置遠隔監視システムの構成

Fig. 1 Diagram of developed remote monitoring system for power supply systems.

ており、監視している電源装置に故障が発生したことを検出した場合には、直ちに日本電池（株）サービス担当者のモバイル端末に音声通話およびメールで通報するシステムとしている。ここで、音声通話とメールの2系統で通報するのは、より速く確実にサービス担当者へ情報が届くようにするためである。通報を受けたサービス担当者は直ちに社内LANにダイヤルアップ接続をおこない、Webサーバの監視画面にて故障状況などを確認して然るべき対応を取る。

Webサーバは社内LANの外部アクセスゾーンに設置し、社内からだけでなく社外からも監視画面を閲覧できるようにしている。ユーザは任意のインターネット端末よりインターネット経由でWebサーバにアクセスすることができ、自らが所有する電源装置の監視画面を自由に閲覧できる。一方のデータ収集サーバは社外からはアクセスできない社内ネットワーク上に設置しており、悪意を持ったクラッカーの攻撃から保護している。なお、Webサーバが攻撃を受けて万が一クラッシュした場合は、データ収集サーバを原本として復旧させることが可能である。なお、「DoPa」と「モバイルアーク」はNTTドコモの登録商標である。

4 蓄電池の診断

今回開発した蓄電池監視装置の構成を図2に示す。この蓄電池監視装置は蓄電池各セルの電圧と内部抵抗を測定する装置であり、電流端子スキャナ、電圧端子スキャナ、電流発生部、セル電圧測定部、内部抵抗測定部、CPU部から構成される。蓄電池各セルについてデータ測定するために電流端子スキャナと電圧端子スキャナを備え、CPU部から切替指令を送りながら

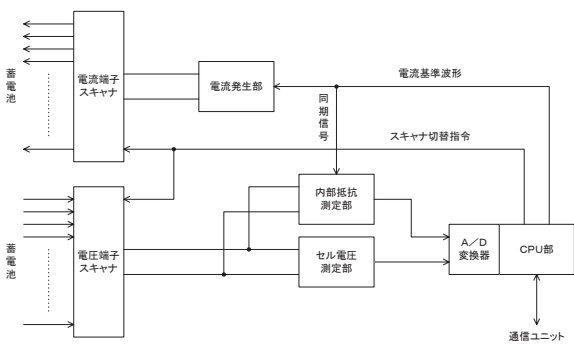


図2 開発した蓄電池監視装置の構成

Fig. 2 Diagram of developed battery watching device.

電流発生部、セル電圧測定部、内部抵抗測定部が動作して測定をおこなう。測定したデータはCPU部から通信ユニットに送られ、ネットワーク経由でデータ収集サーバに取り込まれて蓄積される。なお、蓄電池の総電圧、電流、温度の各データについては通常は電源装置本体にて測定しており、これらのデータも同様に通信ユニットからネットワーク経由でデータ収集サーバに送られる。

蓄電池の劣化診断方法のアウトラインを図3に、またそのアルゴリズムを図4に示す。内部抵抗と温度の測定データに設計時の想定放電レートを加味して放電持続時間と放電可能容量の推定をおこない、さらに余寿命を推定して寿命期の予告と警報を出力する。また、セル電圧の測定データから浮動充電電圧の許容上下限を超えるものを異常セルとして判定する。

内部抵抗の測定データから余寿命を推定するアルゴリズムは以下のとおりである。

- (1) 各セルの内部抵抗Rを測定する。
- (2) 測定値Rと「標準放電特性」より各セルの放電特性V(t)を推定する。
- (3) 各セルの放電特性V(t)を合計して組電池の放電特性V(t)を求め、ここから放電持続時間と放電可能容量を導く。
- (4) 組電池の放電持続時間と「放電持続時間劣化特性」より組電池の余寿命Lを推定する。

ここで、「標準放電特性」と「放電持続時間劣化特性」は、予め日本電池（株）にて実施した高温加速寿命試験の結果よりデータを作成し、データ収集サーバにインストールしている。本システムによる劣化診断方法は従来の可搬型の劣化診断器を用いた方法に比べ、新品時からの推移を追跡して監視できること、組電池全

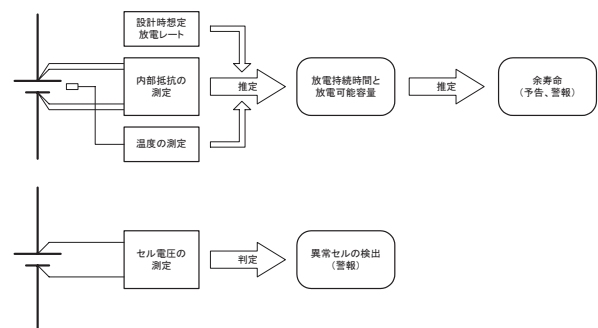


図3 開発した蓄電池の劣化診断アウトライン

Fig. 3 Outline of developed battery aging diagnosis.

体として診断できることが特長で、蓄電池の放電可能容量や余寿命の推定精度を向上させる効果がある。また、日本電池（株）社内のサーバに測定データを取り込んでから診断するので、診断に用いる「標準放電特性」と「放電持続時間劣化特性」をアップデートしたり診断アルゴリズム自体をバージョンアップしたりすることで、将来的に精度を更に向上させることも可能なシステムとなっている。

5 監視画面

本システムでは日本電池（株）社内に設置された Web サーバが、データ収集サーバの収集データを Web 画面に展開して社内外に公開している。画面の表示例を図 5 に、表示メニューの構成を図 6 に示す。

ユーザが Web サーバのホームページにアクセスするとログイン画面が表示されるので、予め日本電池（株）より割り当てられているユーザ ID とパスワードを入力して本システムにログインする。ログイン後は自らが所有する電源装置の監視画面を自由に閲覧できる。ここで、ユーザ ID と個々の電源装置との関連付け、すなわち、どのユーザがどの電源装置を所有しているのかという情報は日本電池（株）システム管理者が本システムに登録・管理しており、当然ながら他のユーザが所有する電源装置の情報は一切閲覧できないようになっている。また、日本電池（株）従業員用のユーザ ID も別途用意されており、こちらのユーザ

ID では本システムで遠隔監視している全ての電源装置の情報が閲覧できるが、従業員用ユーザ ID はシステム管理者やサービス担当者など業務上必要な者のみ割り当てられており、従業員であっても本システムに無関係な者はログインすらできない。なお、本システムの Web 画面はダイヤルアップ回線などのナローバンド経由のアクセスでも軽快に表示できるよう、画像などの使用を極力控えてテキスト中心で構成している。表示メッセージや操作性などについてもわかりやすく使いやすいものになるよう留意して開発した。

6 監視・診断結果の報告

本システムではデータ収集サーバが収集・蓄積した監視データを解析・診断して報告書を作成し、PDF ファイル化して電子メールでユーザに送信する。報告書の例を図 7 および図 8 に示す。報告書は蓄電池測定データ、電源装置測定データ、蓄電池余寿命診断、蓄電池トレンド診断、電源装置トレンド診断などの内容で構成され、測定データは毎月（図 7）、診断結果は 6 ヶ月毎に（図 8）報告される。ユーザはこの報告書から蓄電池や電源装置の状態を把握し、予防保全に役立てることができる。なお、報告書は電子メールで送信されるだけでなく Web サーバにもアップロードされるので、ユーザは受信した報告書を万一紛失しても Web サーバにアクセスすれば再び入手できる。

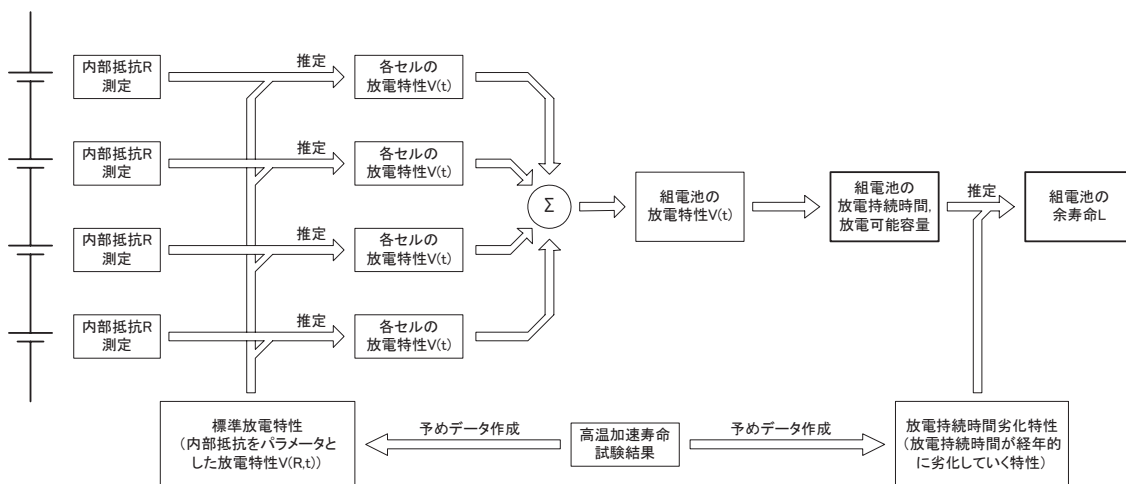


図 4 開発した蓄電池の劣化診断アルゴリズム

Fig. 4 Algorithm of developed battery aging diagnosis method.

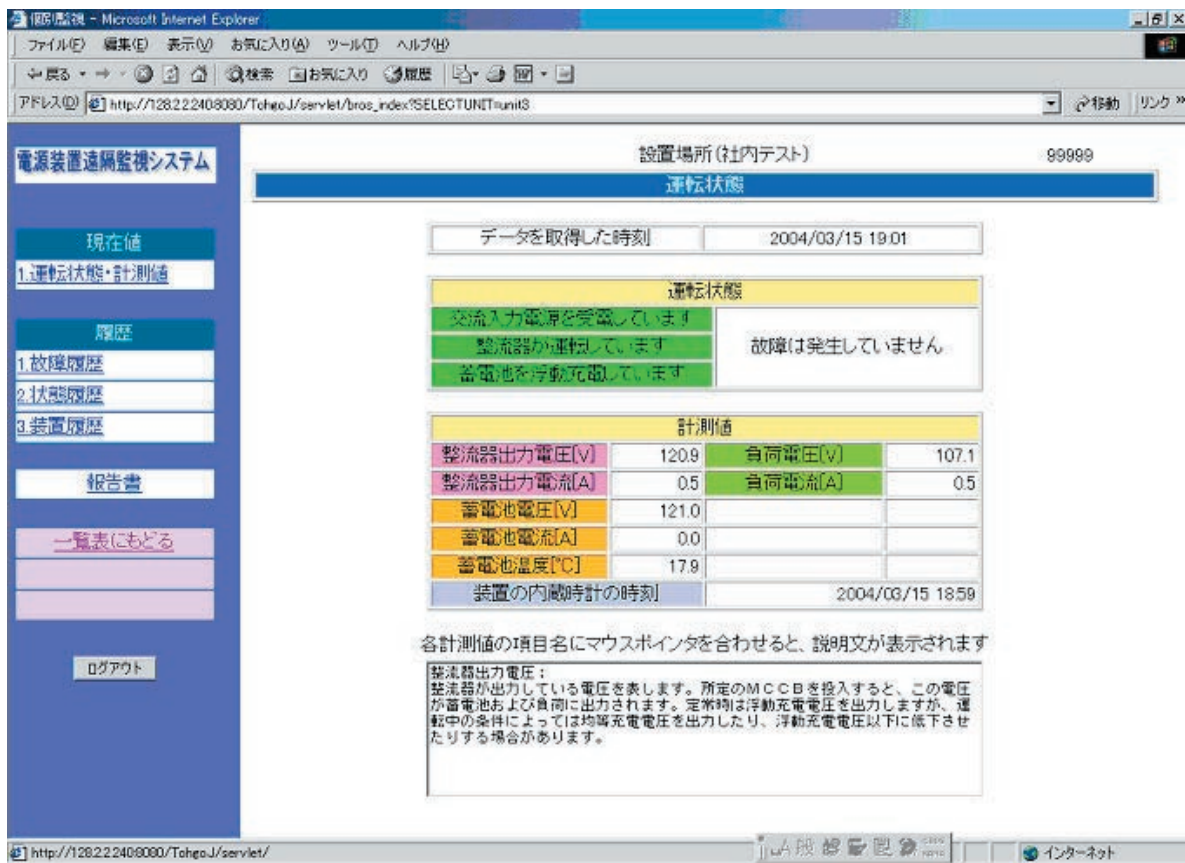


図5 Web画面の表示例

Fig. 5 Example for web display screen.

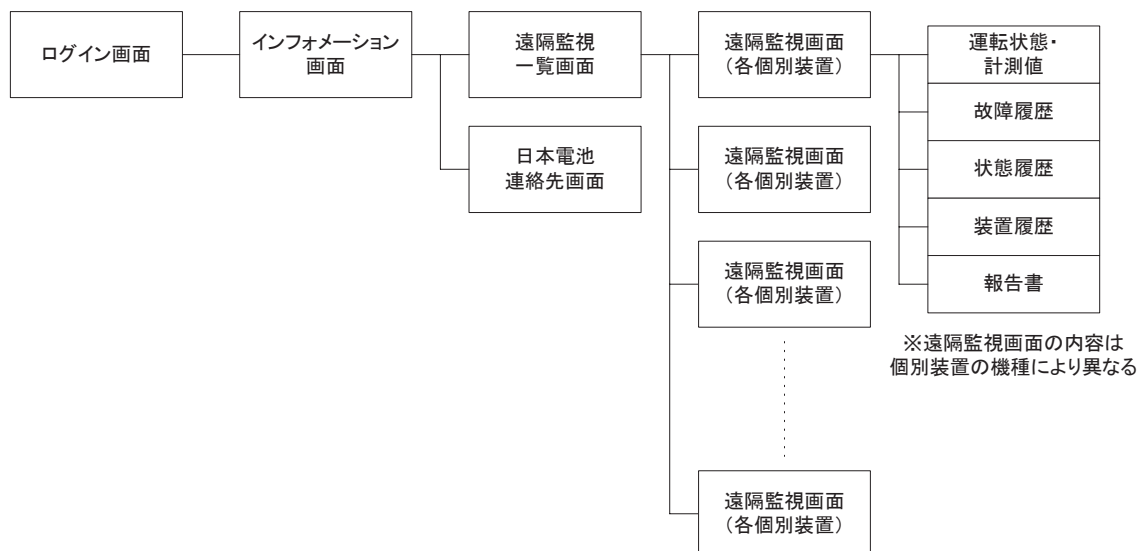


図6 表示メニューの構成

Fig. 6 Diagram of web display screen menu.

(毎月提出する報告書)

□□□株式会社 2004年4月5日
 株式会社 ジーエス・ユアサ パワーサプライ

遠隔監視サービス報告書

お客様 □□□株式会社
 設置場所(用途) ○○事業所△△電気室(非常照明)

遠隔監視機器	名称	型式	製造年月	製造番号	遠隔監視期間
電源装置	SGR-128-50CAMB		1998年8月	H77777	5年7ヶ月
蓄電池	MSEX-150		1998年8月	12345	

診断結果

- 蓄電池
特に異常は認められません。引き続き監視を行います。
(データは後述。)
- 電源装置
特に異常は認められません。引き続き監視を行います。
(データは後述。)

<弊社連絡先>
 お客様情報シートの内容に変更があった場合は、下記にご連絡下さい。
 ・(担当部署)
 ・(電話番号)
 ・(メールアドレス)

蓄電池測定記録

蓄電池型式:MSEX-150 個数:54個 測定時刻 2004年3月31日 10時00分

蓄電池温度:25°C

セルNO	充電電圧 (V)	備考	セルNO	充電電圧 (V)	備考
1	2.23		28	2.23	
2	2.21		29	2.24	
3	2.22		30	2.25	
4	2.23		31	2.21	
5	2.24		32	2.24	
6	2.23		33	2.23	
7	2.23		34	2.23	
8	2.21		35	2.21	
9	2.22		36	2.22	
10	2.23		37	2.23	
11	2.24		38	2.24	
12	2.23		39	2.23	
13	2.23		40	2.25	
14	2.21		41	2.21	
15	2.22		42	2.22	
16	2.23		43	2.23	
17	2.24		44	2.24	
18	2.23		45	2.23	
19	2.23		46	2.23	
20	2.23		47	2.23	
21	2.21		48	2.21	
22	2.22		49	2.22	
23	2.23		50	2.23	
24	2.24		51	2.24	
25	2.23		52	2.23	
26	2.23		53	2.23	
27	2.23		54	2.23	

電源装置測定記録

測定時刻 2004年3月31日 10時00分

<設定情報>

【蓄電池設定】	【警報設定】
蓄電池種類 :MSE	浮動低電圧異常 116.8V 60秒
蓄電池容量[Ah]:180	浮動高電圧異常 124.0V 300秒
放電終止電圧[V]:1.60	逆流過電圧異常 130.1V 8秒
	負荷低電圧異常 90.0V 5秒
	負荷高電圧異常 112.0V 60秒
	負荷過電圧異常 115.0V 5秒
	蓄電池電圧低下異常 86.4V 30秒
	蓄電池異常放電 10.0A 30秒
	蓄電池温度異常 80.0°C 30秒
	出力リレー a接点[ON]

<計測情報>

【整流器】	【負荷】
電圧 120.9V	電圧 100.8V
電流 0.5A	電流 0.5A

<蓄電池>

電圧 120.9V
電流 0.0A(充電)
温度 +15°C

<履歴情報>

【故障履歴】(最新10項目)	【状態履歴】(最新10項目)
NO. 発生時刻 内容	NO. 発生時刻 内容
1(最新) 2004/5/31 8:34 蓄電池温度上昇 警報発生	1(最新) 2004/5/31 8:34 浮動充電
2 2004/5/30 9:24 蓄電池温度上昇 警報発生	2 2004/5/31 8:25 整流器運転
3 2004/5/28 7:21 MCCBリップ 警報発生	3 2004/5/30 8:34 整流器停止
4 2004/5/21 18:31 蓄電池温度上昇 警報発生	4 2004/5/25 8:34 浮動充電
5 2004/5/15 9:28 MCCBリップ 警報発生	5 2004/5/25 8:25 整流器運転
6 2004/5/12 17:56 MCCBリップ 警報発生	6 2004/5/23 8:34 整流器停止
7 2004/5/10 9:31 蓄電池温度上昇 警報発生	7 2004/5/11 8:34 浮動充電
8 2004/5/9 11:17 MCCBリップ 警報発生	8 2004/5/11 8:25 整流器運転
9 2004/5/5 23:35 蓄電池温度上昇 警報発生	9 2004/5/9 8:34 整流器停止
10 2004/5/3 9:12 蓄電池温度上昇 警報発生	10 2004/5/2 8:34 浮動充電

【装置履歴】

稼働回数	33
稼働電圧時間	12分
稼働電流時間	40時間10分
蓄電池平均温度[°C]	20.2
蓄電池1-10セル放電量[Ah]	0
ROMバージョン	DP12 Ver. 1.08A

図7 月次報告書の例

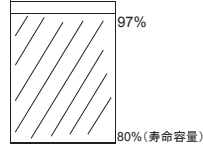
Fig. 7 Example for remote monitoring monthly report.

(毎月提出に加えて半年毎に提出する報告書)

蓄電池容量および蓄電池寿命

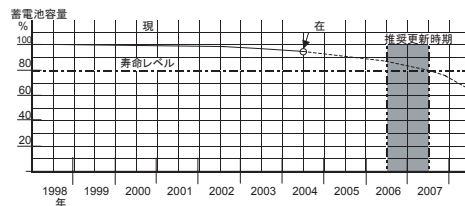
<2004年3月31日時点での蓄電池容量および蓄電池寿命>

A. 蓄電池容量



現在の蓄電池容量は97%と推定されます。

B. 蓄電池寿命



コメント: 通常の寿命レベルの推移であり、問題ありません。
 寿命: 蓄電池の寿命は2年以上と推定されます。

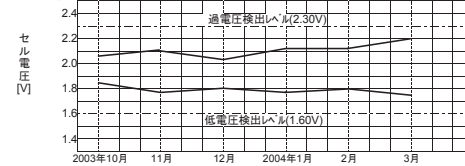
<推定条件>

- 推定容量は弊社の開発した容量推定法に基づいて推定した現時点での組電池容量であり、将来を保証するものではありません。
- 推定容量は各電池温度で各電流で放電したときに各終止電圧に達するまでの計算値であり、条件が異なる場合はこの限りではありません。
- 蓄電池寿命は蓄電池容量が80%以下に達した時点を示します。
- 推奨更新時期は更新までに残された目安時間であり、保証値ではありません。期待寿命域に達した蓄電池は劣化が加速的に進行しますので、早めの更新が必要です。

トレンド診断

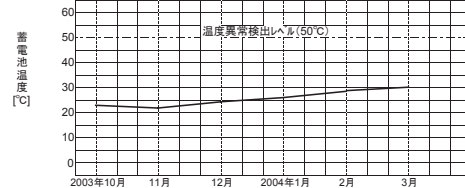
1 蓄電池

A. セル電圧分布範囲のトレンド



コメント: セル電圧は、管理レベル以内で推移しており、問題はありません。蓄電池群全体として、セル電圧のバラつきが大きくなりつつあります。

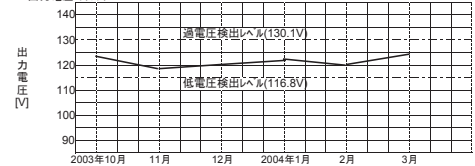
B. 蓄電池温度のトレンド



コメント: 蓄電池温度は、管理レベル以内で推移しており、問題はありません。

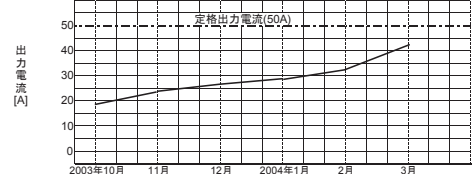
2 電源装置

A. 出力電圧のトレンド



コメント: 出力電圧は、管理レベル以内で推移しており、問題はありません。

B. 出力電流のトレンド



コメント: 出力電流は管理レベル以内ですが、電源装置の定格値の80%を超えています。負荷の削減もしくは、電源装置の増設の検討を要します。

図8 半年毎の報告書の例

Fig. 8 Example for remote monitoring report on every 6 months.

7 まとめ

今回開発した電源装置遠隔監視システムについて報告した。通信ネットワークにインターネット網や無線パケット通信網を利用することで、安価に構築・運用できる電源装置遠隔監視システムを開発した。また、このシステム上で蓄電池の測定データを収集・蓄積することを前提に、組電池としての放電可能容量と余寿命を診断できる蓄電池劣化診断機能を開発した。これらの開発により、予防保全、日次・故障時管理、リモート管理、管理の一元化といった新たな付加価値をユーザに提供する体制を構築できた。

本システムは従来にない形態のものであり、製品というよりサービスと言うべき性質の商品である。また、通信ネットワーク技術やコンピュータシステム技術の発達は今後もとどまるところを知らずに継続していくものと予想される。日本電池（株）では本システムを一層価値の高いものに発展させるべく、市場ニーズを分析してさらなる研究・開発を積み重ねていく所存である。

文献

- 1) 道永勝久, 佐井真也, 河原林一王, 菊田重則, 山本利男, *GS News Technical Report*, 62(2), 79, (2003)