

長寿命サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池の 分散電源システムへの適用

Applications of Cycle-Use VRLA Batteries for Distributed Power Supply

籾本 俊昭^{*1} 加納 哲也^{*1} 竹島 修平^{*1}
 Toshiaki Yabumoto Tetsuya Kanou Shuuhei Takeshima
 白川 亮偕^{*1} 熊谷 枝折^{*2}
 Ryoutomo Shirakawa Shiori Kumagai

Abstract

There are many non electrified areas in the world. To electrify these areas, RAPS (Remote Area Power Supply) system with renewable energy sources and energy storage devices such as VRLA are so hopeful that many plans are progressing.
 In "RAPS" plant constructed in Viet Num in 2000, our long life cycle use VRLA batteries were applied and operated for over 2 years. without any clues of deterioration.

1. はじめに

アジア、中南米、アフリカ等の発展途上国においては電力網（送電網）の未整備から無電化地域が多数点在している。この地域に住む人口は図1に示すように2000年統計で全世界人口約60億人のうち約16億人強であり、全世界人口の約27%に当たる¹⁾。更にこの地域での人口増加率が高いため、この比率は増加する傾向にある。

この対策として、限定した地域単位あるいは集落単位で小規模な独立した電力網（RAPS：Remote Area Power Supply）を構築し、無電化地域を電化して地域住民の生活レベル向上を目指す活動が進められている。従来これらシステムでの発電手段としてディーゼルエンジン発電機等の内燃機関が適用されていたが、購入・輸送費用の問題、燃料入手の困難性などから普及促進の障害となっていた。

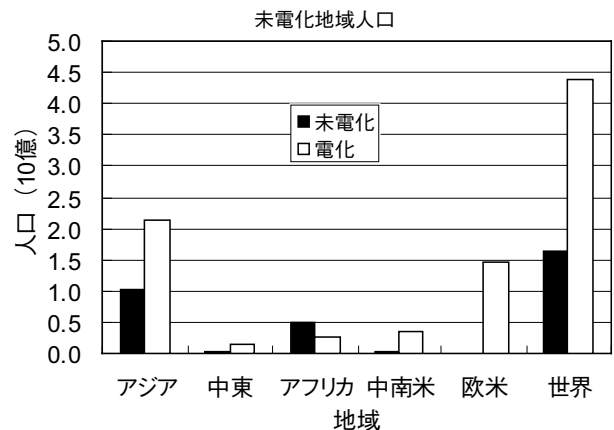


図1 未電化地域人口 (2000年)
 Fig.1 Non electrified population

このような背景から、地球環境問題にも対応できかつ燃料を必要とする内燃機関に替わる再生エネルギーの活用が提案されてきている。

再生（自然）可能エネルギーの主な構成は、太陽光発電、風力発電、小規模水力発電等を単独ないしは複合したシステムである。

これらの発電方式は自然エネルギーを利用することから環境に優しく無限である特徴を有するが、一方では「お天気次第」であり、必要な時に必要な発電量の確保が困難であると同時に、需要と発電に時

^{*1} 技術開発部
^{*2} 東北支店

間のズレなどがあり、安定供給の面から大きな課題がある。これらの課題を解決し安定供給できるシステムとするためには電力貯蔵手段が不可欠である。

電力貯蔵手段としては各種のものが提案されているが、蓄電池を利用するシステムが最も現実性が高く技術的にも確立されている。

電力貯蔵としての蓄電池はどの電池でも適用可能であるが、150年の実績を持つ鉛蓄電池がコスト面、入手の容易さ、適用例の多さの面で優れている。更に駆動系が無く待機電力を必要とせず、自己放電も極めて少ない利点から無電化地域の電化システムへの適用は最も適している。

鉛蓄電池ではベント形あるいは制御弁式（シール形）のいずれも適用可能であるが、補水を必要とせず保守が不要であることから制御弁式鉛蓄電池（VRLA）を採用することが進んでいる。

しかし、充放電を繰り返すサイクルユース用途では従来の制御弁式鉛蓄電池は相対的に短寿命であったが、超寿命化の開発によって、障害は解消されている⁴⁾。

南米ペルー アマゾン川流域で進行中の大規模な導入計画「IRP：ILZRO RAPS PERU」では、現在ディーゼル発電により1日当たり5時間の電力供給を行っている地域に、太陽光発電設備と鉛蓄電池による大規模な蓄電設備を追加することにより、24時間給電可能なシステムとする計画である。

本計画は90kWの太陽光発電と1日当たり900kWh放電可能な鉛蓄電池の組み合わせにより、2つの村落に合計900kWh/日の電力が安定供給できるものであり、更に、夜間の電力の供給に利用されていた既設のディーゼル発電機（300kW）は、夜間の電力供給に加え、蓄電池の充電に使用されている。このシステムの運用により地域住民の生活レベルの向上や経済活性化につながるとともに、従来の運用方法と比較して排出される二酸化炭素が削減できるという試算もあり、地球環境にも優しいシステムである。なお、本計画は現在一部試運転を開始した段階にある^{2) 3)}。

以上の再生可能エネルギー利用の分散電源は、生活用電力としてばかりでなく、通信用電源などとし

てむしろ電化地域に分散される先進国で、山岳や島礁地域で有力視されている。

2. システム適用例

弊社での開発成果を踏まえて製作した長寿命サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池⁴⁾を適用し、規模や構成の異なる幾つかのシステムを構成し、運用評価を継続している。

その一つであるハイブリッドシステムについては本誌No.58に概要を紹介した⁵⁾。

本報ではそれ以外の①150W太陽光発電システム、②ベトナムでの部落電化システムの2例について、これまでの途中経過や運転実績について報告する。

2.1 小規模独立電源システム

(1) システム構成

モンゴル地域のように遊牧生活をする人たちを対象とした可搬式の小規模太陽光発電システムとして、表1に示す小規模独立電源システムを構築し運用評価を実施している。このシステムは戸別単位での電力供給を目指す小規模なものである。

表1 基本仕様
Table.1 Specification

項目	仕様
太陽光発電	単結晶シリコン 12V 75W 2並列
蓄電池	サイクルユース用VRLA電池 12V 50Ah 2並列
制御	充放電コントローラ（DC12V 12A）
システム	DC12V系 模擬負荷 55W 電灯
計測項目	データロガー PV出力電流 電池電圧、電流、温度

(2) 運転状況

55Wのハロゲン電灯を模擬負荷とし、点灯時間を調整することにより発電量と負荷量を整合させるような条件で運用試験を継続している。太陽光発電量の少ない冬季でも6時間の点灯の実績がある。

平均発電量は約310Wh/日であり、照明、ラジオ、テレビ等の電源をまかなうことは充分可能である。また、戸別での電力供給を目的とする可搬式小型独立電源としての有効性を検証した。

2.2 ベトナムでの部落電化

(1) 計画概要

ベトナム電力公社殿と東北電力株式会社殿との間で平成12年度に開始された共同研究「ベトナムにおける地方電化の促進などを目的として、太陽光と風力発電および蓄電池を組み合わせた分散型電源による電力供給方式についての実証試験」の中で採用された蓄電池は、弊社製長寿命サイクルユース用VRLA電池である。

現地で2年間の実証運転試験を行い、システムが所期の性能を安定して満足できることが確認された。現在は共同研究も完了し、設備はベトナム電力公社殿へ引渡され実用運転中である⁶⁾。

2年間の実証運転試験におい弊社も蓄電池に関するデータ収集・解析に参加し、蓄電池が2年間にわたり正常に動作していることを確認した。

あわせて、今後のシステム設計のための有用な知見を得た。

このシステムの基本仕様を表2に、またシステム構成模式図を図2に示す。

現地での設置状況を図3に示す。

表2 基本仕様
Table.2 Plant Specification

	仕様
風力発電機	定格出力：1.8kW 羽根：3枚羽根（直径3.6m）
太陽光発電	最大出力：6.72kW 種類：多結晶シリコン
蓄電池	種類：VRLA電池 容量・電圧：1200Ah (1000Ah + 200Ah 並列) DC100V (50セル直列)
システム	パワーコンディショナ (10kVA) DC120V インバータ (7.5kVA) DC100V/AC220V (50Hz) 供給電力：5kW AC220V 50Hz 単相
計測	気象観測：風向・風速、日射量、外気温度 電力計測：風力発電出力、太陽光発電出力、負荷出力 電池計測：充放電電流、電池電圧、電池温度

設置場所は中部ベトナム山間部のコントゥム省コングの2村（39戸）であり、太陽光発電と風力発電により発電された電力を蓄電池に貯蔵し、研究期間の中で朝方1時間・夜間3時間の合計4時間、最大5kWの電力（20kWh）を供給するシステムとしてスタートしたが、発電量や蓄電池の性能から現在の運用としては、夜間6時から11時までの5時間運用としている。用途は主に照明、ラジオ、テレビ等の電源である。

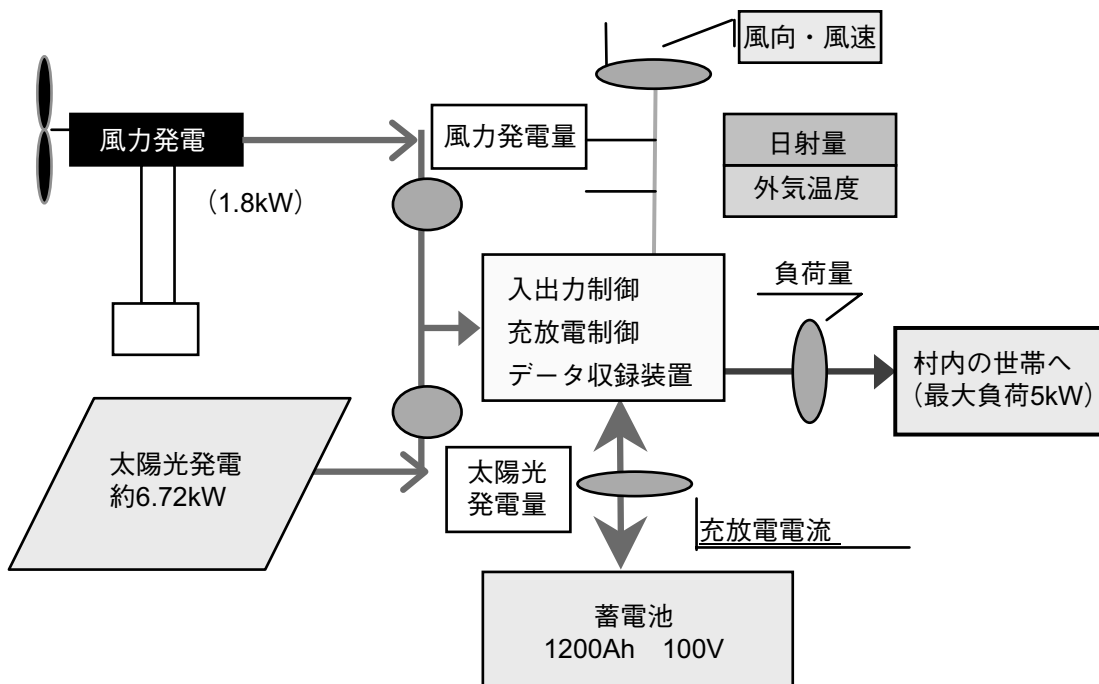


図2 システム構成
Fig.2 System Configuration



システム外観 (System View)



蓄電池 (Battery Module)



点検状況 (Battery Checking)

図 3 現地設置状況
Fig.3 Outside View Of the Plant

(2) システム設計

現地の気象条件を調査し、平均日照時間と不日照日数より必要な太陽光発電パネル容量、蓄電池容量を算出し、蓄電池容量としては1200Ah、電圧としては直流100Vが必要であることから、1000Ahセルと200Ahセルを並列接続したものを50組直列接続した電池構成である。1000Ahセルは500Ahセルを2個並列接続したものを一つの電槽に収納した構成であることから並列接続での各セル間の容量比率は2.5倍であり、3倍以内となるため電流分配に問題のない範囲としている。特に、長期間の運用を図ることから電流分配を更に完全とするためセル間接続用ブスバーの抵抗値を容量比相当の電流分配となるよう設計した。

(3) 運転状況

代表的な一日の運転状況を図4、5に示す。図4は晴天時、図5は曇天時の状況である。晴天時は正午頃までの日照で前日の放電分を充電することができるが、曇天時は太陽光発電量が少ないため、日中充電が継続しても前日の放電分を充電できない。このような天候が続けば充電不足状態 (PSOC: Partial State Of Charge) となり、特に蓄電池の寿命に悪影響を与えることとなるが、図6に示すように月間での充放電収支はほぼ均衡しており、前記の問題は認められなかった。逆に過充電も抑制されている。現地日照時間が最小の条件をもとに太陽光発電パネル容量を設計したことから雨季においても著しい充電不足にはならないことも確認できた。

図5において深夜に発電が確認されているがこれは風力発電によるものである。風況の影響もあり、風力発電の寄与が小さいことも確認できた。

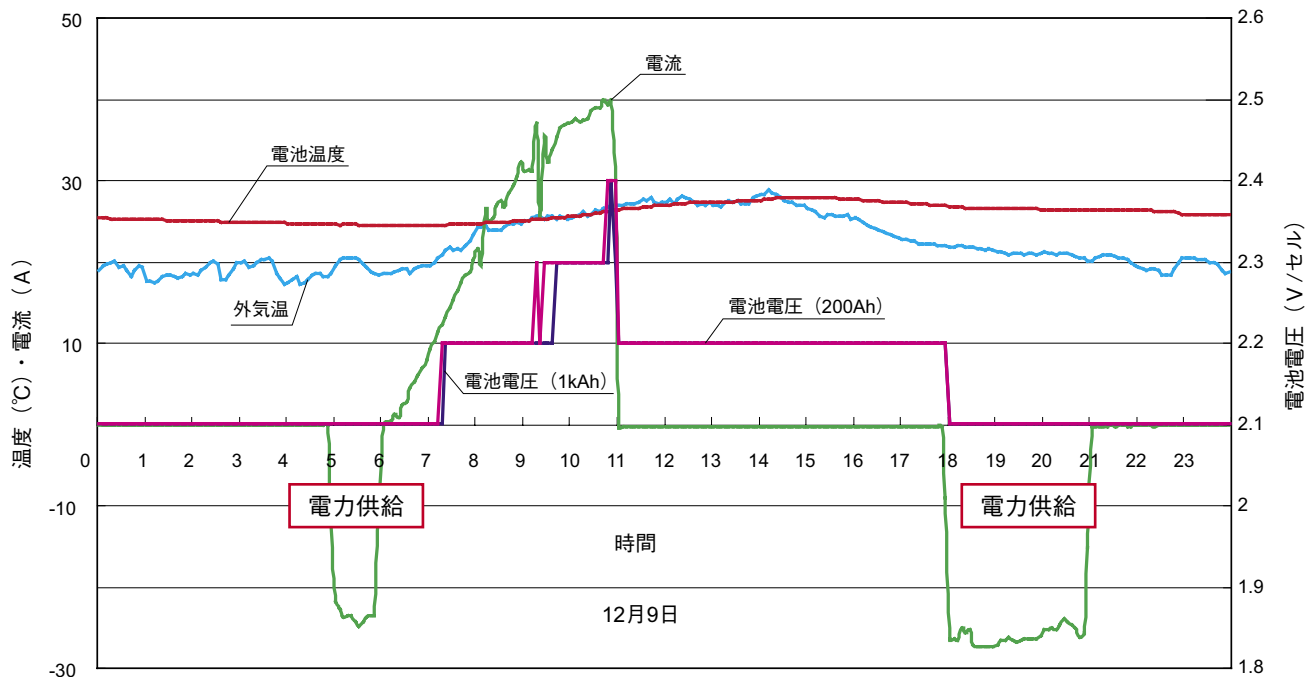


図4 運転状況 (晴天時)
Fig.4 Operation Profile (fair)

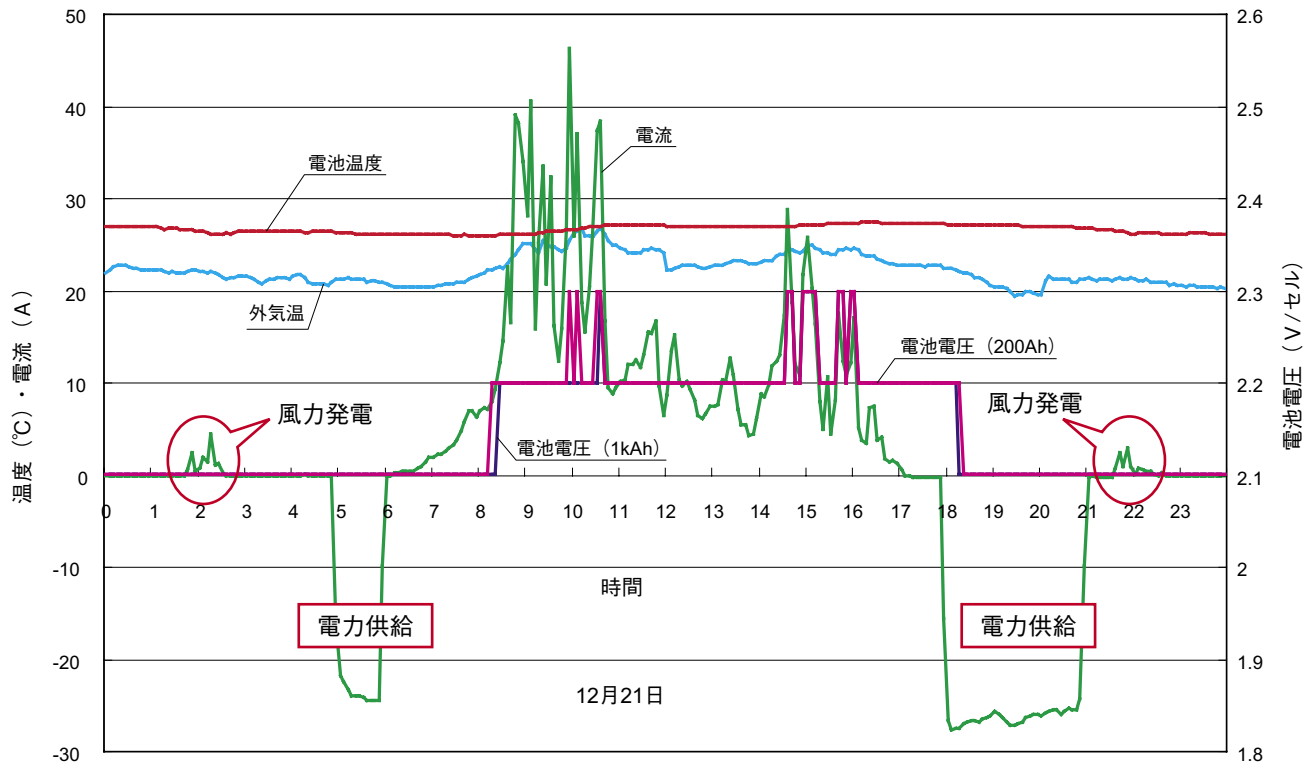


図5 運転状況 (曇天)
Fig.5 Operation Profile (cloudy)

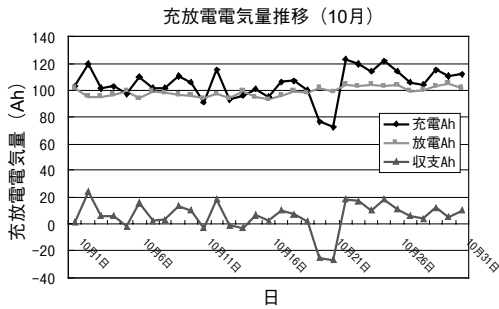


図6 月間電力バランス
Fig.6 Electricity Balance (Monthly)

(4) 電池性能確認

2年間の実証運転後、現地で個別電池データの取得、外観検査等を実施した。

外観等に特に異常は認められず、また充放電時の並列セル間の電流バランスも初期値と同レベルに維持できていることも確認できた。

各セルの開路電圧の測定結果を図7に、内部抵抗測定結果を表3に示す。

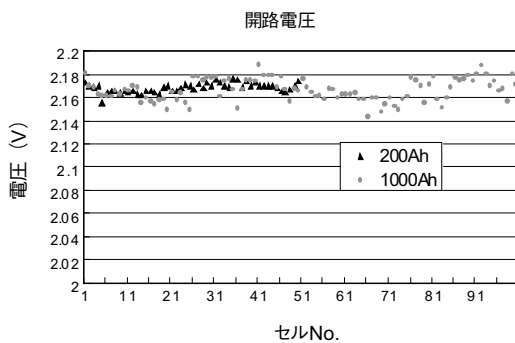


図7 セル開路電圧 (2年経過後)
Fig.7 Cell Voltage (after 2 years operation)

表3 内部抵抗*
Table.3 Cell Inner Resistance

電池容量	平均値 (mΩ)	最小 (mΩ)	最大 (mΩ)
1000Ah	0.378	0.340	0.406
200Ah	0.609	0.585	0.631

* : HIOKI ハイテスターで測定

** : 1000Ah 電池は 500Ah 電池の並列接続構成であるため 500Ah 電池の値で表示 (100 セルデータ)

図表より明らかなように、各セル電圧・内部抵抗ともばらつきは少なく、組電池として安定した特性を維持していることが確認できた。

なお、内部抵抗については出荷時データより若干低下傾向にあった。これはサイクルユース運用による活性化の影響と考えられる。

3. まとめ

各種規模での独立型自然エネルギー利用発電システムを構築し、安定的な運転を継続しており、実運用評価を実施している。

特にベトナムでのハイブリッドシステムの実運用において2年間以上にわたり所期の性能が維持されていることは、適用した蓄電池が安定した性能を発揮していることが大きいことを確認できた。

今後とも自然エネルギーを利用した発電システムの重要な構成要素となるサイクルユース用 VRLA 電池のサイクル性能改善に取り組み、環境に優しい自然エネルギー利用拡大に向けて努力を継続していく。

謝辞

ベトナム電化システムでの蓄電池設計及び運用評価にあたり、ご指導いただきました東北電力株式会社海外事業プロジェクトチーム及び研究開発センターの皆様にご心より感謝申し上げます。

なお、本件につきましては平成13年度地球温暖化防止活動 大臣表彰〔国際貢献部門〕を東北電力株式会社殿が受賞されております。

(参考文献)

- 1) IEA World Energy Outlook 2003
- 2) <http://www.ilzrorapsperu.org/index.htm>
- 3) J.F.Cole, Journal of Power Source, **116**, 243 (2003)
- 4) 野口 博正、菊池 大介、高田 利通、松本 正幸、萬ヶ原 徹、飯塚 博幸、根兵 靖之、FB テクニカルニュース、No.57、13 (2001)
- 5) 藪本 俊昭、FB テクニカルニュース、No.58、57 (2002)
- 6) 東北電力(株) 広報部、電力情報、No.68 (平成13年12月5日)