

低温下におけるニッケル水素蓄電池のモデル化  
—低温下の電圧応答モデル—

Modeling of Ni-MH Battery at Low Temperature  
—Voltage Reply Model under Low Temperature—

○関戸鴻太<sup>1</sup>, 浅香輝成<sup>2</sup>, 西川省吾<sup>3</sup>

\*Kohta Sekito<sup>1</sup>, Terumasa Asaka<sup>2</sup>, Shogo Nishikawa<sup>3</sup>

Abstract: Utilization of renewable energy such as photovoltaic power generation and wind power generation is useful to reduce the consumption volume of fuel at Showa Base in the Antarctica. However, when a lot of renewable energy systems are connected to the small electric system of the Showa Base, it is possible that the frequency of electric system of Showa Base is not stable. Though the use of battery is thought as these preventative measures, the performance of battery decreases at low temperature. The purpose of this study is to build appropriate battery facilities in the Syowa Base.

1. はじめに

南極の昭和基地では現在基地に必要な熱や電気エネルギーを化石燃料で賄っている。しかし今後、様々な実験や研究などで大型観測装置の導入が見込まれており、必要な燃料を全て日本から輸送することは困難である。そこで現地で太陽光発電や風力発電を活用することが考えられている。しかし、太陽光発電や風力発電は出力変動が激しく、小規模系統である昭和基地の電気系統に接続すると周波数変動が懸念される。対策として出力変動を制御する蓄電池の適用が考えられるが、蓄電池は低温になると機能が低下してしまう。

本研究では、昭和基地で使用する蓄電池設備の適切な設計を可能とするため低温時の詳細な充放電特性を明らかにする。本稿ではニッケル水素蓄電池の低温下における電圧応答モデルを作成したので報告する。

2. 試験条件

今回使用した蓄電池の仕様を表 1 に示す。

Table1. Specification of Ni-NH Battery

Type	Ni-NH Battery
Model number	GP1000DH
Number of cells	1
Rated voltage[V]	1.2
Rated capacity[Ah]	10
Rated time rate[Hr]	5

ニッケル水素蓄電池の試験回路を図 1(a),(b)に示す。図 1(a)は充放電試験の試験回路であり、図 1(b)はインピーダンス測定の試験回路である。

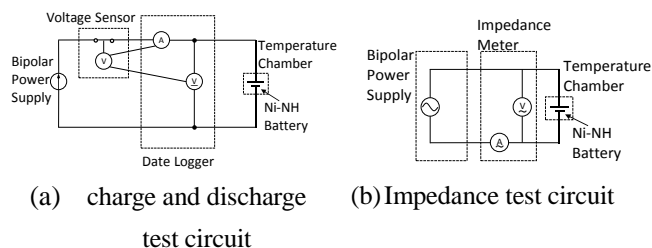


Fig 1. Test circuit

3. 等価回路

蓄電池の等価回路は参考文献[1]より図 2 のように示した。

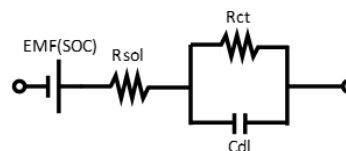


Fig 2. Equivalent circuit

但し、 $R_{sol}$ :溶液抵抗[Ω]  $R_{ct}$ :電荷移動抵抗[Ω]  
 $C_{dl}$ :電気二重層容量[F] EMF(SOC):起電力[V]

4. 試験内容

起電力測定、インピーダンス測定にて得られたデータをもとに作ったモデル式を用いてシミュレーションを行った。また、端子電圧  $V_t$  の実測値とシミュレーション結果の比較検討を行った。SOC0%~10%の間に内部抵抗が大きく変化してモデル化が難しいので、基礎検討として内部抵抗の変化が小さな SOC50%~100%の間で比較を行った。  $V_t$  は参考文献[2]より図 2 のとおり時間  $t[h]$ 、電流  $I[A]$  を用いて以下の式で求めた。

1: 日大理工・学部・電気 2: 日大理工・院・電気 3: 日大理工・教員・電気

$$V_t = EMF(SOC) + I \times R_{sol} + I \times \frac{t}{C_{dl} + \frac{t}{R_{ct}}} \quad (1)$$

#### 4. 1 充放電試験

##### 4. 1. 1 充電試験

図 1(a)の試験回路で、周囲温度が 20°C, -10°C, -20°C それぞれの場合において 2A での定電流充電を行い、その際の電圧、電流、周囲温度、表面温度を 1 秒ごとに計測した。

##### 4. 1. 2 放電試験

図 1(a)の試験回路で、周囲温度が 20°C, -10°C, -20°C それぞれの場合において 2A での定電流放電を行い、その際の電圧、電流、周囲温度、表面温度を 1 秒ごと計測した。また、過放電を防止するため、端子電圧 1V までの測定とした。

#### 4. 2 起電力測定

##### 4. 2. 1 充電試験

図 1(a)の試験回路で、周囲温度が 20°C の場合において 2A での定電流充電を行い、その際の電圧、電流、周囲温度、表面温度を 1 秒ごとに計測した。その際、充電 1 時間ごとに 3 時間の静置を行った。但し、State Of Charge (SOC) が 100% になるまで行った。

##### 4. 2. 2 放電試験

図 1(a)の試験回路で、周囲温度が 20°C の場合において 2A での定電流放電を行い、その際の電圧、電流、周囲温度、表面温度を 1 秒ごと計測した。その際、放電 1 時間ごとに 3 時間の静置を行った。但し、Depth Of Discharge (DOD) が 100% になるまで行った。

#### 4. 3 インピーダンス測定

図 1(b)の試験回路で、周囲温度が 20°C, 15°C, 10°C, 5°C, 0°C, -5°C, -10°C, -15°C, -20°C の場合においてインピーダンス測定を行った。また、この測定を SOC が 0%, 50%, 100% それぞれの場合において行った。なお、実験は 2A の定電流充電で行った。

測定結果の再現性をとるため、同じ条件でのインピーダンス測定をそれぞれ 2 回行った。

#### 5. 実験結果

図 3 に充電試験の結果、図 4 に放電試験の結果、表 2 にモデルの精度評価の結果を示す。

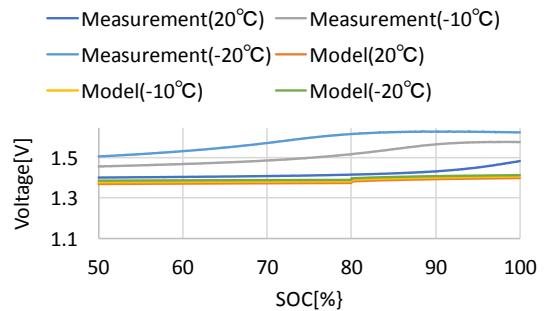


Fig 3. Charge test

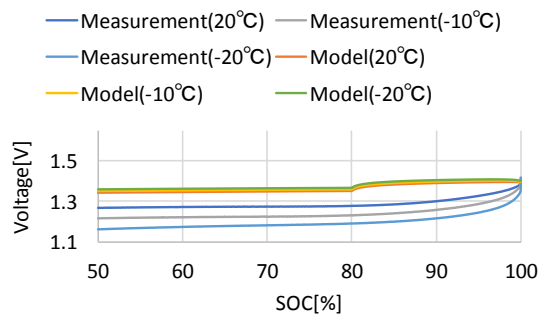


Fig 4. Discharge test

Table 2. Accuracy evaluation

	Temperature[°C]	RMSE[V]
Charge test	20	0.040816
	-10	0.127263
	-20	0.191311
Discharge test	20	0.077174
	-10	0.130649
	-20	0.181986

図 3, 4 より実測値とモデル式によるシミュレーション結果は大きく離れている。また、表 2 より周囲温度が小さいほどモデルの精度が悪くなっていることが分かる。これらは今回想定した等価回路の内部インピーダンスモデルに原因があると考えられる。

#### 6. まとめ

今回の実験を通して、ニッケル水素蓄電池の等価回路のモデルの製作方法を学んだ。

#### 7. 参考文献

- [1] 板垣昌幸：「電気化学インピーダンス法」，丸善 p119~123, 2008/8
- [2] 大附辰夫：「過渡回路解析」，電気学会, p.1~p.6, 1989/03