

## 一般演題6-4

## 高気圧環境下におけるリチウムイオンバッテリーおよびニッケルカドミウムバッテリーの温度変化

山本遼太郎<sup>1)</sup> 盛本真司<sup>1)</sup> 小村 寛<sup>1)</sup>川田慎一<sup>1)</sup> 改元敏行<sup>1)</sup> 尾崎修一<sup>1)</sup>有村敏明<sup>2)</sup>

- |    |           |          |
|----|-----------|----------|
| 1) | 鹿児島市医師会病院 | 高気圧酸素治療室 |
| 2) | 鹿児島市医師会病院 | 麻酔科      |

## 【背景】

高気圧酸素治療装置内への機器持込みは、安全基準第26条に「所定の機能と安全性を備え、かつ、気圧変動に対応できる精度が保障されていなければならない」と記されている。当院では、高気圧酸素治療時に輸液ポンプ、シリンジポンプを持ち込んで治療を行うことがある。そこで今回、当院の高気圧酸素治療装置内で使用している輸液ポンプおよびシリンジポンプに使用されているリチウムイオンバッテリー(以下、Li-ion)とニッケルカドミウムバッテリー(以下、Ni-Cd)の加圧時の温度変化について検討を行ったので報告する。

## 【対象と方法】

対象として、当院で使用している「テルモ社製輸液ポンプTE-161S(以下、TE-161S)【Ni-Cd】」20台、「テルモ社製シリンジポンプTE-331S(以下、TE-331S)【Ni-Cd】」20台、「テルモ社製シリンジポンプTE-351Q(以下、TE-351Q)【Li-ion】」20台。実験方法として、シリンジポンプ流量を5ml/h、輸液ポンプの流量を25ml/hとした。HBOTの条件は、川崎エンジニアリング社製KHO-300S-1で2.0ATA 90分標準治療(加圧15分-保圧60分-減圧15分)、内室温度25.6℃、内室湿度60%、内室換気70NL/h、内室空調機888rpmとした。温度の測定には、KNラボラトリーズのサーモクロンSLタイプを使用し、測定は5秒間隔とした。

## 【結果】

TE-161SおよびTE-331S(Ni-Cd)は、開始直後に温度上昇し、その後低下する傾向が見られた。TE-351Q(Li-ion)では、温度が上昇し続ける傾向が見られた。開始時を基準として、1ATAの際TE-161Sでは最高値+10.00℃±1.56、最低値-5.10℃±8.50、TE-331Sでは最高値+8.20℃±3.60、最低値-2.10℃±5.00、TE-351Qでは最高値+3.40℃±3.13、最低値-1.40℃±4.09であった。2ATAの際TE-161Sでは最高値+7.10℃±3.00、最低値-2.30℃

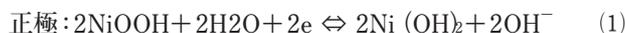
±4.30

TE-331Sでは最高値+7.10℃±3.83、最低値-5.3℃±3.64

TE-351Qでは最高値+3.60℃±2.23、最低値-1.40℃±3.23であった。

## 【考察】

Ni-Cdの反応を式(1)-(3)に示す。

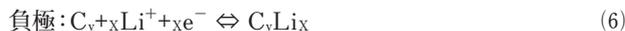
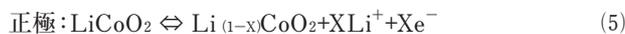


正極は水酸化ニッケル、負極はカドミウムから構成され、水酸化カリウムの電解液で反応が進行する。充電時には、負極側で還元反応(吸熱反応)が起こり、内部抵抗の発熱を打ち消すため充電時は温度が安定的に推移することになる。放電時には、酸化反応(発熱反応)が起こり、電池の温度上昇が起こる。さらに、充放電時に発生する電池の熱量Pは、以下の式(4)で表せられる。

$$P = IT \left( \frac{\Delta E}{\Delta T} \right)_p + I(V - E) + P_0 = P_S + P_P + P_O \quad (4)$$

このとき、I:定電流、V:電圧、E:起電力、T:温度、PS:化学反応時のエントロピー変化に伴う発熱、PP:分極に伴う発熱、PO:その他の熱である。式(4)より、電圧が低下することにより発熱量が低下することが分かる。TE-161S(Ni-Cd)では、開始直後から5分間温度が上昇し、その後電池容量の低下により、温度が下がる傾向が見られたと推察できる。1.0ATAのスタート後からの温度上昇の最高値は+10.00℃±1.56、2.0ATAのスタート後からの温度上昇の最高値は+7.10℃±3.00であり、有意差は見られなかった。TE-331S(Ni-Cd)でも、TE-161S(Ni-Cd)と同じような傾向が見られ、1.0ATAのスタート後からの温度上昇の最高値は+8.20℃±3.60、2.0ATAのスタート後からの温度上昇の最高値は+7.10℃±3.83であり、有意差は見られなかった。このことから、Ni-Cdでは2.0ATAでも異常発熱を起こしにくいと推察できる。

次にLi-ionの反応を式(5)-(7)に示す。



放電時には、酸化反応(発熱反応)が起こり、電池の温度上昇が起こる。1.0ATAのスタート後からの温度上昇の最高値は+3.40℃±3.13、2.0ATAのスタート後からの温度上昇の最高値は+3.60℃±2.23であり、有意差は見られなかった。このことから、Li-ionは2.0ATAで異常発熱を起こしにくいと推察できる。

## 【結語】

Li-ion、Ni-Cdともに1.0ATA、2.0ATAでは有意差がなく、異常発熱は起こしにくいと考えられる。