

在宅患者の災害支援

～非常電源を考える～

京都府臨床工学技士会 災害対策部 いのうえ 井上 かつや 勝哉



<はじめに>

私の所属施設は、京都府の北部に位置し古くから水災害で有名な1級河川の由良川が市中を流れる福知山市に在る。2004年の台風23号翌年に京都府中丹西保健所より、在宅医療の被災状況を振り返りたいとの要請で関係者による会議が開催され、多くの問題・反省点が出た。その会議を起点に京都府臨床工学技士会として在宅医療の災害対策支援活動を始めた。

この10年間、広域保健所・政令指定都市保健所・難病支援センター・患者会・病院・企業・技士会等々の依頼を受け、講演・訓練計画・訪問による個別計画の提案及び学習会・機器用具の実技研修など幅広く啓蒙活動している。

今回紙面をお借りして、人工呼吸器を例に非常電源について考える。

1. 災害による在宅患者への影響

災害により在宅医療には様々な影響が出るが、その影響の度合いは規模や内容により異なる。災害と言えば「震災」や「水害」をすぐに思い浮かべるが、在宅医療を受ける患者、特に電源を必要とする医療機器を使用している患者においては、近隣の火災や交通事故による電柱の倒壊、また豪雪地においては架線への積雪等による断線による停電でも場合によっては生死にかかわる。何かしらの理由で「停電」が起こればそのものが災害と言える。

1) 在宅用人工呼吸器

最近の呼吸器は小型・軽量で高機能だけでなく、緊急時を考えバッテリー稼働時間も長くなっている。災害時の対策を考えるのであれば、呼吸器の性能よりむしろその地域での供給会社(各メーカー)

のネットワークや緊急時の対応能力により選定することも必要である。

対策を考える上で、停電時のバッテリー駆動時間については注意が払われているが、「充電時間」や「充電方法」また、「放電順位」「充電順位」についても同様に確認しておく必要がある。これは、以前は、発災後にいかに素早く医療施設へ搬送するかを考えた対策を策定してきたが、東日本大震災以後は、数日～在宅避難の対応も考えなくてはならなくなり、複数の非常電源を駆使して電源供給を計画する必要が出てきたためである。

広域災害が発生すると、医療施設、特に災害基幹病院や地域災害拠点病院等は災害による受傷者を中心に受け入れするために在宅患者は医療施設に入れなくなる。だが、逆に十分な準備が事前にできていれば在宅避難は可能であるという実績も宮城県で出来上がったということが背景にある。

患者自身に災害時に病院避難を希望するかと問うと「自宅が無事であれば自宅にいたい」という希望も想定より多く、今後は「在宅避難」も一つの対策に取り入れる必要があるだろう。

参考として、以下に数機種の稼働・充電時間・充電方法を提示する(表1)。

2. 非常電源について

非常電源としては、装置専用で供給会社が提供するものから市販の非常電源まで様々であるが、保証されているのはメーカーが提供するものだけであっ

表 1 主な人工呼吸器の稼働・充電時間・充電方法

			
型式・名称	ベネット 560*4	トリロジー100	アストラル 150
取扱メーカー	日本コヴィディエン(株)	フィリップス・レスピロ 共同会社	フクダ電子(株) (レスメド社製)
電源(バッテリー) 内蔵バッテリー 稼働時間 充電時間 充電方法	リチウム 4~11 時間 非使用時 6 時間	リチウム×2*1 3~4 時間×2 3~4 時間×2	リチウム 8 時間 4 時間
外部バッテリー 稼働時間 充電時間 充電方法	リチウム 4~11 時間 6 時間 人工呼吸器接続 専用充電器で充電	鉛蓄電池*1 5 時間 5 時間 専用充電器で充電	リチウム(専用)*3 8 時間 6 時間 人工呼吸器接続
消費電力 3 電源 電源消費順位*2 停電時 充電時	180VA ○ 外部→内部 内部→外部	210VA ○ 外部→着脱→内部 内部 50%→着脱 50% 後平行充電 100% 着脱専用充電器有	120VA ○ 外部→内部 内部→外部

- ※ 1. トリロジー 100 のバッテリーにおいては、カタログ上 内部バッテリーと着脱バッテリーの二つ装着されており、外部バッテリーは別に用意されているので注意。外部バッテリーの提供数は実際には少なく、脱着式バッテリーを追加支給している件数が多い、着脱式バッテリーは本体経由で充電するか、専用の充電器を用いれば単独で充電可能。
- ※ 2. 電源消費順とは、AC 電源接続、内蔵バッテリー、外部バッテリーを接続した場合にどの順番で電源を消費していくのかを示したものである。
- ※ 3. アストラル専用バッテリー以外にレスメド社製パワーステーションIIもメーカーで用意している。使用時間 8 時間、充電時間 4 時間、充電方法は単独で AC 接続 (インバーター・発電機 100 V 可)。
- ※ 4. ベネット 560 では、外部バッテリーの準備だけでなく、一定の条件もあるが本体の 2 台提供を実施しているケースもある。また、新しく出されたバッテリーは専用充電器のみの充電となっているので注意。

て、市販品の場合には保証されず、患者本人(在宅側)の責任において使用することが前提となる。

また、非常電源が用意できたとしても、それによる呼吸器の故障や用意した非常電源そのものの故障が発生した事例も過去にあるので、患者を取り巻く多くの方がバッグバルブマスク換気が行えるように準備しておくことは必須である。

1) 発電機

発電機を個人で購入された方、また、行政からの配布(補助)で準備された方などがあるが、注意すべき点がある。電気の「質」の問題、「管理」の問題、「燃料」の問題、「場所」の問題、「操作」の問題についてである。

用意しても使用できなければ無用の長物となるの

で、事前に十分検討する。発電機があれば「もう大丈夫」ではなく、用意してからしっかり管理をする必要がある。

①電気の「質」の問題

医療機器は精密機器であり電気の「質」により影響を受けやすい。ひとつはノイズの問題であり、もうひとつは電圧の安定性の問題である。場合によっては呼吸器が故障したりフリーズしたりすることを知っておく。

原因は発電機的能力や管理の不十分によるものであり、購入するだけではなくその後の管理も怠らないようにしてほしい。トラブルが起こる可能性があるため発電機の説明書には「医療機器」に使用しないでくださいと記載されている機種も少なくない。取扱説書に従い適切に管理してほしいものである。安価な発電機が販売されているが、発電機的能力から考えるとあまりお勧めは出来ない。

②「管理」の問題

基本的な管理内容は

- (1) 月 1 回程度 20 ~ 30 分運転を行う
 - (2) 水が出ないように定期的に燃料を入れ替える
 - (3) 6 か月に一度程度オイル交換をする
 - (4) 定期的にメーカー点検を受ける
- などが記載されている。

指示のとおり行わないと始動できないわけではないが、管理をせずにいきなり始動させた場合は何が起きてもおかしくない。

例えば老々介護の家庭で管理可能なのは疑問であり、そのような家庭ではどう管理していくのかも購入前にしっかりと考える必要がある。

③発電機の「燃料」の問題

「無鉛ガソリン」「LP ガス」「ブタンガス」それぞれに一長一短があり選定にも注意が必要である。

＜無鉛ガソリン仕様＞

予備の燃料の確保や備蓄について検討が必要である。家庭で保管する場合は 20 l までで、専用のガソリン缶が発売されている。ガソリンは 3 か月程度で変性が始まると言われているので、大体 3 か月毎にローテーションする必要がある。また、空気が多く入っていると水も分離しやすくなるので注意が必要である。

自家用車の燃料を予備にすることも可能であるが、その場合には手動のポンプにホースを取り付け汲み出す道具を用意しておく。最近は盗難予防にホースが挿入できなくなっている車も多いようなので確認しておく必要がある。また、自家用車の燃料が半分程度になったら給油するようにしておかないと、必要な時にカラでは使用できない。災害時にはガソリンスタンドでも販売制限があったり長時間待たないと給油できないこともあるので、その点も注意が必要である。

なお、無鉛ガソリンは通信販売で真空にした缶詰で販売もされている。この缶詰は 3 年程度保存可能であるので、家庭で保管するのであればこの方法がおすすめである。

＜L P ガス仕様＞

家庭用燃料が L P ガスの地域ではおすすめである。通常 2 本のボンベで 1 本が空になれば交換するサイクルのため、最低でも 1 本は満タン状態なので安心である。また 50 K ボンベで 110 時間程度と長時間発電できることも利点である。但しホースの長さにより始動できる場所が限られてくるので注意。

＜ボタンガス仕様＞

ボタンガスは家庭でよく使われているガスパックコンロに用いられているガスであり、購入や保管も容易である。しかし、低温（4℃以下）では始動が悪く、寒冷地では季節により使えない可能性もあるので注意が必要である。

④ 始動「場所」の問題

発電機はエンジンであり、屋内で駆

動させると一酸化炭素中毒に陥る危険があるため、屋内での使用は厳禁である。特に大雨の際にはどこで駆動させるか事前に検討する必要がある。メーカーによっては防水・防音の専用のボックスを販売しているが、高価である。

地方では一戸建てにお住まいの方が多いが、都市部では集合住宅が多く、この「場所」の問題は大きい。「騒音」「排気ガス」により近隣より苦情が出ることも考えられる。発災より数日間は日頃の近所付き合いにより理解を得られても、徐々に「音がうるさくて眠れない」「臭くて困る」などの苦情が出てきてもおかしくはない。始動場所も、1階であれば外での使用も可能であるが、上階ではベランダか玄関前の通路ということになる。

⑤ 「操作」の問題

購入される発電機はおおむねリコイルスターター方式と言って、紐を引きエンジンをかけるタイプ（セル式もあるが高額）となっている。特に冬場などは、高齢者や女性にはかなり難しい操作に思われる。そのため、「誰が」始動するのか・できるのかなども事前に検討しておく必要がある。

その他、発電機を使用する場合には必ず延長コードも必要となるが、一般的な家庭用の延長コードではなく、建築現場等でよく見かけるドラムに巻かれたキャプタイヤコードを使用するほうが長さも安全性も上がる。

災害対策として発電機を準備するのであれば「いつ」「どこで」「だれが」を事前に計画し、支援者は以上の内容も考え提案をしていただきたい。

例として以下にホンダの発電機を示す。（表 2）

表 2 ホンダの発電機（ホンダのホームページより¹⁾）

			
型式	EU9i	EU9iGP	EU9iGU
出力	900VA	900VA	900VA
連続運転時間（満タンで）	3.2～7.1 時間	110 時間	1.2～2.2 時間
燃料（容量）	無鉛ガソリン 2.1l	L P ガス 50Kg	ボタン 250× 2
乾燥重量	13K g	13.5K g	19.5K g
始動方式	リコイルスターター	リコイルスターター	リコイルスターター

2) インバーター

インバーターとは、直流 12V もしくは 24V を交流の 100V に変換する装置である。東日本大震災においても 100 台程度が在宅で使用されたとの報告もある。一般的な使い方は、車のシガーライターソケットに接続し使用する。バッテリーに直接接続するタイプや交流式発電機に接続して使用することもある。

インバーターには大きく分けると「正弦波インバーター」と「矩形波インバーター」がある。

商用交流（家庭用電源）は正弦波であり、精密医療機器を使用するにはできれば正弦波を用いてほしい。矩形波インバーターはブロック状電流波形であり違いがある。精密医療機器は正弦波の電源を用いることになっており、トラブルが起こる危険性は正弦波インバーターより矩形波のほうが高いといえる。事例的には、人工呼吸器が故障したとの報告は聞いていないが、インバーターの方が使用中に故障した事例はある。実際には正弦波のインバーターより矩形波のインバーターが使用されているケースが多いが、これは正弦波インバーターのほうが高額なことが理由である。

インバーターの使用上の注意としては、シガーライターソケットに接続するときにはしっかり差し込むこと。長時間使用していると徐々に抜けてくることもあり、自動車火災の原因になることもあるので、定期的に確認する必要がある。当然、車を使用する

のであればエンジンをかけて使用することになるので、自家用車燃料の確保も必要である。また、車から屋内に延長コードで引き込む必要があり、集合住宅ではその距離が問題となる。もちろん、車内避難（車内生活）するのであればその限りではない。

※インバーター及びバッテリーを販売している（株）電菱では東日本大震災での経験をもとに医療機器との対応表並び使用事例をホームページにUPしている。（表3）

3) 専用外部バッテリー

専用外部バッテリーは、人工呼吸器のメーカーが提供している、検証され保証されたバッテリーである。保険で明記されるまでは個人で購入して準備していたケースもあるが、明記後は呼吸器にセットで装備されることが多くなった。しかしまだ装備されていないケースも少なくない。

専用バッテリーは、最近の機種ではリチウムイオン電池が採用されており、軽量で取り扱いも容易である。以前一般的に装備されていたものは鉛蓄電池のディープサイクルバッテリーであるが、重量もあり移動の際に同時に持ち運ぶには苦勞する。しかし現在でも外部バッテリーとして準備されているメーカーもある。

専用バッテリーの充電方法は各社で違いがあるので、非常時の使用方法や充電方法は十分に理解しておく必要がある。また、普段切り替え操作をしたこ

表3 （株）電菱による医療機器とバッテリーの対応表 一部改²⁾

型式	消費電力	弊社製品対応機器		
		DC-ACインバーター	鉛バッテリー	バッテリー充電器
レジェンドエア	90VA	SK200-112 / 200W	PVX-690T / 55Ah12V	BP-1210
Tバード	200VA	SK350-112 / 350W	PVX-1080T / 88Ah12V	BP-1210
LP6	200VA	SK350-112 / 350W	PVX-1080T / 88Ah12V	BP-1210 PANcharge1k
アチーバ	200VA	SK350-112 / 350W	PVX-1080T / 88Ah12V	BP-1210 PANcharge1k
LTV	100VA	SK200-112 / 200W	PVX-690T / 55Ah12V	BP-1210
トリロジー	210VA	SK350-112 / 350W	PVX-1080T / 88Ah12V	BP-1210 PANcharge1k
HT-50	200VA	SK350-112 / 350W	PVX-1080T / 88Ah12V	BP-1210
ViVo40	160VA	SK200-112 / 200W	PVX-840T / 68Ah12V	BP-1210

※ご利用の前には、医療機器製品メーカーでの動作確認および、実際の負荷になる医療機器製品での動作確認をお願いします。上記はあくまで参考資料としてご利用ください。また、負荷の電化製品の改良や仕様の変更により上記の動作確認表が適用できない場合があります。必ず、ご利用の前には利用する機器での動作確認をお願いします。

表4 ディープサイクルとスターターバッテリーの違い

ディープサイクルバッテリー	：繰り返し充電しながら使用することを考え作られているバッテリーで、シニアカーや電動車いすなどに用いられている。
スターターバッテリー	：車などのエンジンをかけるため（セルモーターを回す）に使用するバッテリーで、エンジンがかかれば、車は取り付けられている発電機で発電しながらその電気を使用し、余った電気ですべてバッテリーを常にフル充電状態にしている。

とがないという話もよく聞くので、日常の中で定期的に切り替え操作を行って、忘れないように工夫することも必要である。

可能であれば外部バッテリーを2個持ちし、発電機やインバーターで空きバッテリーを充電しながら、交互に接続して使用するのが呼吸器の故障を避けるためには最良の方法と考えている。

4) 市販バッテリー

市販バッテリーとしては一般的には自動車用のバッテリーを考えるとところであるが、車用のバッテリーは医療機器メーカーが用意しているディープサイクルバッテリーと違い、スターターバッテリーと言われるものがほとんどで、メーカーによるとその充電能力は、2～3回完全放電するとその後は保証されていない（表4）。できればディープサイクルバッテリーを用意することをお勧めする。但し、市販品を用意する場合は接続方法や充電方法について十分な知識が必要になるので、メーカーとも十分に打合せをしていただきたい。

ALS協会では、車のバッテリー（スターターバッテリー）をうまく活用するシステムを考案しており提供されている。安価で操作も複雑ではなく、東日本大震災でも使用されていたと聞いている（詳しくはALS協会へ問い合わせ下さい）。

5) シガーライターコード（専用）

各呼吸器専用のシガーライターコードは、基本的には車での移動を考えたコードであり、さほど長くない。その長さで考えると車内避難する場合や長距離移動による避難の際には有用である。使用法としては、車のシガーライターソケットに接続し、もう一方を呼吸器の後方か側面の専用接続口に接続することになる（ソケットの取り扱いにはインバーターの項に記載した）。実用的ではないが、内部バッテリー・外部バッテリーが無くなる前に車中に移動し、充電されるまで車中避難により充電を行い、充電ができ

たら屋内に戻るということも考えられる。

6) 無停電電源装置

無停電電源装置とは、もともとはコンピューターなどの停電時に途切れることなく電気の供給をするためのバッテリーで、鉛蓄電池のものが多く。内容的にはバッテリーであり、精密機器への使用も可能である。但し、使用時間としては数時間程度である。内蔵バッテリーが装備されていない機種で使用されていることが多い。

7) 今後の非常電源

先に記載したものは別に、最近、家庭の停電対策や節電等に開発販売されている装置、また、そのような用途に用いることが可能な装置が出ているので、今後医療器の電力供給方法として期待される。

太陽光発電、家庭用蓄電池、ハイブリッドカー、電気自動車など、災害対策に活用することも十分可能である。但し、高額な費用が掛かるので、新築や改築、また、自家用車の買い替えの時期などに検討してみていただきたい。

3. おわりに

今回、日頃より啓蒙している一部を執筆したが、難病に関わられる支援者の方々が対策を講じられるヒントになれば幸いである。

啓蒙活動を続ける最大の目的は「防ぎ得た災害死（PDD：Preventable Disaster Death）」を一人でも減らすことである。一人で支援できるのは数人であるが、啓蒙活動をすることで支援する手を増やせばそれだけ多くの方を支援できる。今回この紙面をお借りすることができたことを感謝する。

文献等

- 1) 本田発電機ホームページ www.honda.co.jp/generator/
- 2) (株) 電菱 www.denryo.com/

筆者連絡先：ceki@renaiss.jp