

大規模災害時に生命維持管理装置を運用するための課題と今後の展望

研究分担者 平山隆浩 岡山大学大学院医歯薬学域災害医療マネジメント学講座 助教
(現 岡山大学学術研究院 医歯薬学域 地域二次救急・災害医療推進講座 助教)

研究要旨

現代の医療では医療機器が必要不可欠であり、使用の場は病院から在宅へと拡大している。近年、自然災害は激甚化しており大規模災害に伴う停電は、病院機能の維持、生命維持管理装置を運用する上でクリティカルな影響を及ぼす。本研究では、有事の際に医療機関、在宅医療、自治体や企業などのステークホルダーがもつ課題、多機関連携のために必要な情報収集方法を現地ヒアリングや論文・報告をもとに検討した。北海道胆振東部地震では、災害拠点病院でも非常電源容量の不足がおこった。非災害拠点病院ではさらに多くの医療機関で医療設備や人材の課題で患者受け入れが困難な現状がある。また在宅医療の災害対策は不足しており、対応は企業に依存している。有事の際は、医療ニーズの増加に対して、医療資源の不足が起こるため、各医療機関が業務継続計画(BCP)に基づき事前に備え、地域全体で多機関が連携して準備や訓練を行うことが重要である。しかし、多機関連携の課題として平時では協働する機会が少ないこと、運営母体が違うことや異なったシステムを使用していることから、情報の集約化やデータの効率的な活用ができていない。今後は病院のインフラや資機材情報や在宅患者の個別避難計画の電子化情報をもとにして、有効な多機関連携情報収集モデルの確立及び、実証実験を行なっていく。

A. 研究背景

現代の医療で医療機器は診断や治療を行う上で必要不可欠となっている。その中でも、特に人工呼吸器は国内の小規模から大規模まで多くの医療機関で使用されている(表 1)。

表 1. 一般病床・療養病床を有する病院における人工呼吸器等の取扱台数の推定 ¹⁾

	病床数（施設）	人工呼吸器
99床以下	3,145	4,736
100-199床	2,291	11,138
200-299床	730	6,055
300-399床	498	6,760
400-499床	266	5,059
500-599床	215	6,209
700床以上	99	5,337
合計	7,244	45,293

また、医療は在宅へシフトしており、在宅医療の人工呼吸器装着患者は、2013 年から患者数は、気管切開下陽圧人工呼吸器装着者で約 1.5 倍、非侵襲的陽圧人工呼吸装着者で約 1.3 倍へと増加している ²⁾。また、恒常的に医療的ケア(人工呼吸管理、喀痰吸引、その他医療行為)を受けている児童は、年々増加している ³⁾。

近年、自然災害は激甚化しており、2018 年に発生した北海道胆振東部地震では、広範囲に長時間の停電が発生し、医療機関や在宅医療の現場で医療継続が危ぶまれる事例が発生した。また、新型コロナウイルスパンデミックでは、世界的に人工呼吸器の不足がおこった。本邦においても、人工呼吸器や消耗品の国内在庫数の把握が困難であったことや、ほとんどの医療機器や消耗品を外国からの輸入に依存していることから、サプライチェーンの脆弱性の課題が浮き彫りとなった。このように、災害や新興感染症パンデミック時は、医療需給バランスが崩れてしまうため、自治体、災害拠点病院や感染症指定医療機関及び地域の企業を含めた各種ステークホルダーが一丸となり、医療ニーズに対して限りある資源を適正に分配することが重要である。しかし、現状はそれぞれの運営母体が異なること、情報共有システムが整っていないことなど多機関連携には課題がある。

本研究では、有事の際に医療を継続させるために必要な情報収集や多機関連携モデルを構築するために、A-MACSとして情報共有や連携する上で重要な項目について、生命維持管理装置に重点を置き、調査及び検討した。

B. 研究方法

生命維持管理装置を運用するために必要な、医療設備、医療機器/消耗品の把握、人材、多機関連携に関する課題を、現地ヒアリングや論文や報告から抽出した。

1. 北海道の災害拠点病院及び、在宅医療事業者へのヒアリング及び論文・報告をもとに課題を抽出した。
2. 厚生労働省にて行われた調査、「病院における災害対策に関わる設備状況等について」⁴⁾から、災害時に患者を受け入れる可能性がある二次救急病院を抽出し、停電時における緊急度が高いと予測される人工呼吸器を使用することを想定して、インフラに関わる項目、病院機能などのリスクを算出した。
3. 医療機関における災害時の医療機器供給体制の課題を、論文及び報告をとおして検討を行った。
4. 保健所と在宅人工呼吸器メーカーにヒアリングをおこない、多機関連携を効率的に行うための仕組み作りについて検討した。

C. 結果

1. 北海道胆振東部地震のヒアリング及び調査
2018年9月6日(木)午前3時7分、北海道胆振東部地震が発生し、苫東厚真火力発電所の停止を発端として、道北、函館で停電が発生した。さらに、午前3時25分に本州からの電力が停止し、ブラックアウトが発生した。

調査した札幌市内の災害拠点病院では、近隣3施設から2日間で195人の透析患者を受け入れた。非常時消費電力は災害拠点病院として72時間の対応能力を備えていたが、他院からの紹介や在宅患者のバックアップなど、想定より電力需要が増えたため、急遽燃料重油の補給が行われた。そのほか、患者の避難対応などの、災害時患者受け入れのシステム作りやマニュアル作成が必要であった、と指摘している⁵⁾。

また、北海道札幌市の医療法人では、対象とする在宅患者が190名おり、そのうち156名が在宅人工呼吸器を使用していた。そのなかで38名(24%)が生命維持装置として24時間人工呼

吸器を使用していた。残る118名(76%)は就寝時のみに人工呼吸器を利用する患者であった。これらの患者は、人工呼吸器以外にも喀痰吸引器、機械式排痰補助装置、酸素吸入器など多くの医療機器を日常的に用いて生活しており、それらはすべて電源を必要としているため、電気依存度が高かった。停電の長期化に伴う電源確保のために避難入院した在宅患者は41名で、うち29名が24時間の人工呼吸器患者であった。これら在宅患者の受け入れをした医療機関は16施設であった(内災害拠点病院は33%)。これら多くの医療機関は、非常電源を稼働させながら患者対応にあたっていた。在宅医療患者の病院への避難時の課題として、病院への避難の指示が出された。しかし、病院側の受け入れ体制が整っておらず、入院を断られた事例も発生しており、非常時の避難先や入院打診方法を事前に検討しておく必要性が再認識された。他の電源確保手段については、日頃から利用している事業所や知人・親戚宅に身を寄せた在宅患者が12名、医療機器のみを自宅以外の場所で充電して賄った在宅患者が38名にのぼった⁶⁾。一方、電源が確保できる場所の情報はSNS上などで誤ったものが流れるなど、混乱した。充電が可能な場所を事前に指定することや、リアルタイムに把握できるようにすることが必要である。

2. 二次救急医療機関の設備等における課題の抽出

厚労省の調査によると、調査対象施設数は8,175施設で、そのうち3,414施設が二次・三次救急医療施設であった(内災害拠点病院836施設)。

非常電源は多くの医療機関で保有をしている(図1)。しかし、平時の消費電力に対する蓄電容量や、水害時を想定した発電機設置場所の検討については、評価できない。

また、在宅医療患者数の把握がなされておらず、停電時の病院への避難が可能か否かを判断するための体制も不足している(図2)。加えて、在宅人工呼吸器の災害時対応は個々の医療機器製造販売業者によって依存されている場合もあるために、情報が共有できない課題もある。

災害時にこれらのような情報を取り扱う上では、情報の電子化およびインターネット通信は必要

不可欠であるが、災害時にインターネットが使用できる医療機関は限定されている(図3)。

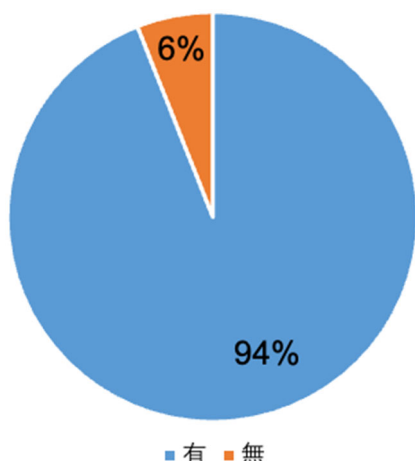


図1. 自家発電の有無

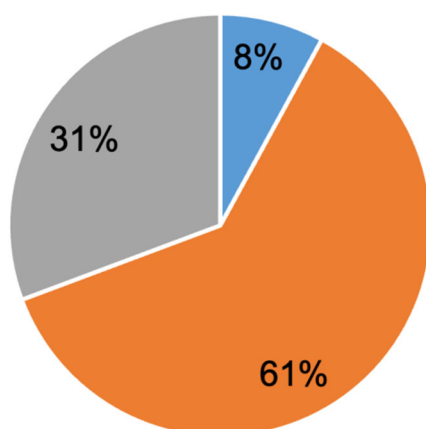


図2. 在宅人工呼吸患者の安否確認の体制の有無

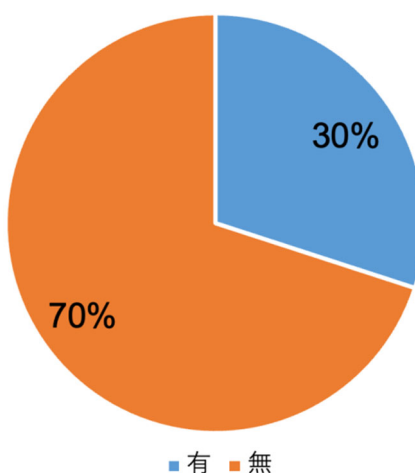


図3. 災害時に使用できるインターネット回線の有無

3-1. 保健所へのヒアリング

保健所は、在宅人工呼吸管理が行なわれている在宅患者に対して、災害時個別計画の作成を行なっている。この計画は、患者自身が災害時に行動するときに必要な情報の集約、支援人材や収容施設の情報の記載がなされており、自助・共助を促すことにつながる可能性がある。

一方、この計画は、災害時の医療ニーズを把握する上で有用なデータであるが、多くの自治体で災害時に情報を共有するために電子化が必要である。また、個人情報の観点から情報提供を拒む在宅患者も存在する。

3-2. 在宅人工呼吸器医療機器製造販売業者の災害時情報共有について

各社、在宅人工呼吸患者の情報を多く持っており、医療機器製造販売業者によっては自社開発ソフトウェアを用いて、患者のマッピングを行ない、情報共有するシステムを構築している(図4)。これらは医療ニーズや人工呼吸器を管理する上で有用であり、災害時対応の重要なカウンターパートとなる。一方では、それぞれの企業ごとにシステムが異なることや、個人情報のセキュリティなど情報共有に向けての障壁は多い。また、電源や通信が途絶えた環境では使用できなくなる可能性もある。



図4. 在宅人工呼吸器メーカーの災害時情報共有システム

4. COVID-19 パンデミックでの医療機器供給体制について

欧米では人工呼吸器の不足が起こり、人命に影響を及ぼす事態も発生した。本邦においても、医療機器の国内在庫が把握できず、世界的なサプライ・チェーンの途絶による生命維持管理装置の不足のために、機器供給逼迫が懸念された。

医療機器の在庫の把握に関しては、Gathering Medical Information System:GMIS が開発され、入院病床を有する病院(20 床以上)の全国の医療機関から情報が提供され、政府 CIO ポータルで公開されている。これにより、人工呼吸器や ECMO などの装置や消耗品の在庫数や稼働数などを把握することができる。しかし、それぞれの医療機器消耗品在庫数情報の把握は人海で集められ、高度な医療を提供するための人材不足も課題となっている。

D. 考察

■病院施設の課題 (非常電源の課題)

これまで、病院での災害対応は災害拠点病院にフォーカスして行われていた。しかし、北海道胆振東部地震の災害拠点病院では、医療資源を多く必要とする透析患者の治療が行われるなど、医療ニーズの増加によって非常時用電力を想定外に使用した。大規模災害時の患者数の増加を想定し、災害拠点病院のみならず、地域の二次救急病院でも医療を維持し、患者を受け入れるための体制作りが重要と考える。

厚労省の調査によると非常電源はほとんどの医療機関に配置されている。しかし、「非災害拠点病院」の燃料の備蓄量は義務づけられては無いが、「災害拠点病院」については、3日分程度の備蓄が定められている。非災害拠点病院では電源を確保している病院は 30%未満であり、1～3 日分の燃料備蓄しかない病院が全体の 23%、10 時間未満しか燃料備蓄をしていない病院が 26%であった⁷⁾。燃料貯蔵タンクの拡張が解決策となりえるが、用地や資金確保が困難なために諦めざるを得ない病院が多いと報告されている⁷⁾。

北海道で調査結果では、24 時間在宅人工呼吸療法が必要な在宅患者は電源が必要なため、病院への避難が必要な場合がある。しかし、①現状では受け入れ体制は不十分であり、②人工呼吸器の医療機器製造販売業者に平時から緊急時対応を依存しており、③災害時に在宅患者の状況を把握するためのツールが存在しない、などの課題がある。

大規模災害時には、災害拠点病院のみでは患者対応が困難であるため、二次救急医療機関においても大規模停電時の受け入れ体制の構築

が必要である。また現状は大規模災害が発生してから各医療機関が病院内の電力状態を調査し、広域災害救急医療情報システム(EMIS)に入力しているが、情報取得までに時間がかかり、正確性にも課題がある。電力状況をリアルタイムに情報把握できる仕組み(図 5)や、平時からの停電時シミュレーションを行うことが必要と考える。

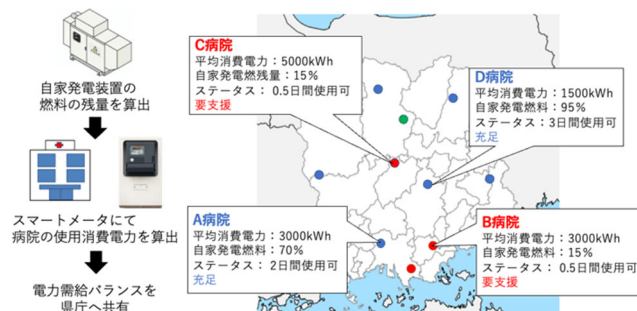


図 5. 動的データを使用した電源管理のイメージ

(通信の課題)

災害時は様々な情報をインターネットで共有しているが、厚労省のアンケートによると、「停電時に使用できる回線を有している」と答えた医療機関は少ない。災害拠点病院では、衛星電話を有しているが、老朽化に伴い快適な回線速度を維持することが困難な場合もある。

次世代の衛星通信システムなどへの更新が必要である。

■医療機器／消耗品の把握の課題

(医療機器の専門人材と管理システムの活用)

現代の医療の進歩は目覚ましく、多くの医療機器が開発され、患者の予後の改善に寄与しているが、医療機器の操作や管理は複雑になっており、専門職として臨床工学技士が安全な医療の提供を担っている。一方、医療機器管理システムによって、医療機器の稼働率、SPD センターのデータベースから消耗品の情報などを自動的に出力し、共有する仕組みは大規模災害時に有効であると考え(図 6)。

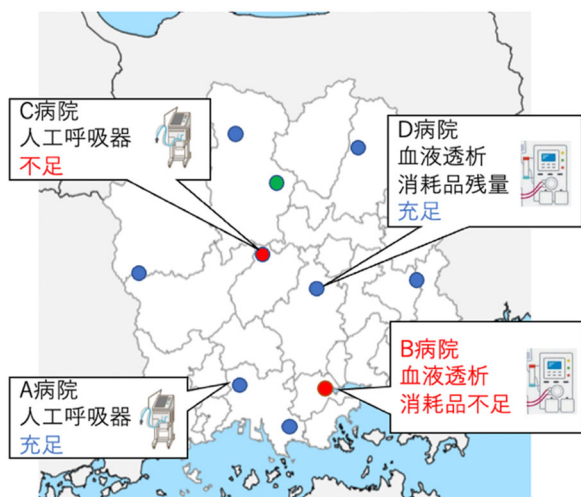


図 6. 地域医療資源マッピング

■人材

災害時の医療機器の運用は、患者にあった装置を、適切なインフラ環境で、安全に医療機器管理を包括的に行うことができる人材が、マネジメントを行うこと、で効果を発揮する。特に人工呼吸器のような高度医療機器を扱い、有事の備えおよび対応を行うためには、臨床工学技士のような専門職が各医療機関に必要不可欠である。

また、臨床工学技士会などの職能団体が医療機器の専門家として災害時に都道府県保健医療福祉調整本部と連携する必要があると考える。

■多機関連携

近年の災害においても、多くの高齢者や障害者等の方々が被害に遭われている状況を踏まえ、災害時の避難支援等を実効性のあるものとするためには個別避難計画の作成が有効とされたことから、令和3年の災害対策基本法の改正により、避難行動要支援者について、個別避難計画を作成することが市町村の努力義務とされた。これを用いれば、患者の状態や医療機器情報などを把握することができる。そして災害時の病院避難の必要性が検討できるため、病院側の受け入れ体制の構築にもつながる。

また、医療を提供する地域には人工呼吸器医療機器製造販売業者、医薬品卸売業協会など多くのステークホルダーがあり、それぞれが情報をもっている。これらの情報を収集し、多機関が連携することで、災害対応は効率的になる可能性がある(図 7)。

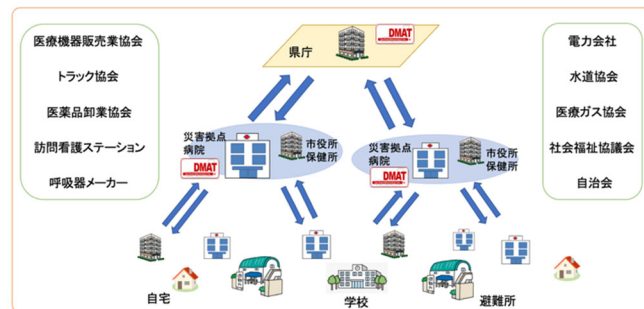


図 7. 多機関連携による情報収集

例えば大阪府では、約 750 人の人工呼吸器使用の在宅患者があり、災害対策として個別災害対策の策定・推進に取り組んでいる。2020 年 1 月に大阪府在宅患者災害時支援体制整備事業により府内の訪問看護ステーションをブロック分けし、44 カ所に簡易発電機 88 台、蓄電機 88 台、医療資材が設置された。また、災害時に発電機や医療機器を安全に使用するための研修や訓練を自治体、医師会、大阪府臨床工学技士会など多機関で開催し、地域全体で支援の体制構築に取り組んでいる⁸⁾。

これらのような活動を通して、地域ごとのニーズや資源に沿った個別避難計画の策定や、病院への避難体制の構築などが行われていく必要がある。このような災害対応体制構築のための予算確保や臨床工学技士による管理に係る診療報酬の改定は、安全性の向上や持続可能な事業にするための仕組みづくりとなるであろう。

E. 結論

災害時等でも安全で適切な医療を提供していくためには、有事を想定し BCP として施設、資機材、人材、多機関連携の備えをすることが必要である。北海道胆振東部地震では、長時間の停電が発生した。生命維持管理装置を使用する患者は、電力依存が高いため、災害拠点病院のみならず、地域の医療機関でも受け入れられるような対策が必要である。それには、各医療機関の電力需給や残量の見える化、個別避難計画に基づく患者情報のマッピングと事前の医療機関との連携が重要である。また、新型コロナウイルスパンデミックでは、医療機器と消耗品の数の把握や医療機器を扱う人材不足が課題となった。

今後は医療機関のインフラや資機材情報を IoT やデジタル化したデータを用いた情報収集システムの構築及び、A-MACS への搭載を行なっていきたい。

F. 学会発表

1. 平山 隆浩, 吉田 哲也, 渡邊 暁洋, 中尾 博之: パネルディスカッション, 災害時の医療機器供給体制について, 第 27 回日本災害医学会総会・学術集会, 広島, 2022 年
2. 平山 隆浩, 吉田 哲也, 稲垣大輔, 渡邊 暁洋, 中尾 博之: パネルディスカッション, COVID-19 対応で見た医療機器供給体制の課題と臨床工学技士の可能性, 第 32 回日本臨床工学会, 茨城, 2022 年
3. 平山 隆浩, 渡邊 暁洋, 中尾 博之: 一般演題, 在宅医療における災害時の課題と対策の検討: 厚生労働省研究 A-MACS の取り組み, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年

参考文献

- 1) 国内の病院における人工呼吸器等の取扱台数推計値
https://www.jsicm.org/news/upload/jsicm_info_ventilator_200514.pdf
- 2) 宮地隆史. 全国都道府県別在宅人工呼吸器調査 2021. 厚生労働行政推進調査事業費補助金(難治性疾患政策研究事業) 厚労省報告 2020 年
- 3) 中村知夫. 医療的ケア児に対する小児在宅医療の現状と将来像. Organ Biology VOL.27 NO.1 2020
- 4) 第 21 回救急・災害医療提供体制等の在り方に関する検討会. 病院における災害対策に関わる設備状況等について
<https://www.mhlw.go.jp/content/10802000/000661209.pdf>
- 5) 千葉二三夫. 臨床工学技士と災害対策 2020 北海道胆振東部地震の経験から～透析患者受け入れへの対応～. メディカル秀潤社,『Clinical Engineering』Vol.31, No.1, 2020.
- 6) 北海道胆振東部地震に伴うブラックアウトにおける在宅人工呼吸器患者への対応に関する研究(医療法人稲生会). 北海道医師会 地域保健などに関する調査研究事業
- 7) 「災害時等非常時における病院の電源確保に関する現況調査とこれに基づく課題の整理と対策の方向について」

平成 31 年東京都医師会調査研究委託事業より引用

<https://tha.or.jp/user/news/338/n5lzaf59zhk68bax8kkpi1s2m24c9ovx.pdf>

8) みんなでかんがえ、つくりあげる人工呼吸器装着者の予備電源確保推進にむけた災害対策マニュアル(大阪府在宅患者災害支援整備事業)

<https://daihoukan.or.jp/wp-content/uploads/2020/05/6a0157155302e8e5eea69f00e66de24d.pdf>