

特集

臨床工学技士と災害対策 2020

編集責任：廣瀬 稔

巻頭言

廣瀬 稔

● 7

医療機関でのBCPの必要性和 策定時に考慮すべきポイント

江島 豊

● 9

臨床工学技士からみたBCPの考え方 —透析関連を中心に—

高橋良光

● 16

北海道胆振東部地震の経験から

▶ 大規模停電—ブラックアウト—における 透析センター稼働不能への対応

高橋直紀

● 22

▶ 透析患者受け入れへの対応

千葉二三夫ほか

● 29

西日本豪雨の経験から

▶ 断水による水不足への対応

近藤隆司

● 35

透析室の浸水・土砂災害対策—装置設置の面から—

森上辰哉

● 44

災害を想定したシミュレーション訓練 —臨床工学技士参加の重要性—

島田俊樹

● 49

日本透析医会災害時情報ネットワーク —情報伝達システムの概要—

岡田直人ほか

● 57

日本医療機器販売業協会が取り組む災害対策 —流通の立場における東日本大震災の経験より—

五嶋淳夫

● 62

設備設計者からみた災害対策で考慮すべき病院設備

- ▶ 自然災害の教訓を踏まえた医療施設のBCP ● 68
鈴木明文
- ▶ BCPを考慮した電源系統の計画ポイント ● 75
川合満男
- ▶ 供給を維持するための医療ガス設備におけるBCP ● 82
岡田 正

特集関連記事

- 日本災害時透析医療協働支援チーム（JHAT）の活動 ● 42
山家敏彦
- BCP 対策のための UPS の選定 ● 88
筒井慶枝

連載

-  第41回第2種ME技術実力検定試験全問解説 ● 91
第1回 午前の部 問題1～30 試験問題研究会

- 執筆者紹介 今号から開始! ● 4
- 養成施設卒業研究コンペ2019 結果発表 ● 112

- | | | |
|--------------|-----------------|--------------------|
| お知らせ ●115 | 投稿に関するお知らせ ●120 | 編集協力者／養成施設代表者 ●122 |
| バックナンバー ●118 | 安全性情報 ●121 | 次号予告 ●124 |

■編集顧問（50音順）Advisory Editors

阿岸鉄三 AGISHI, Tetsuzo Emeritus Professor, Tokyo Women's Medical University

小野哲章 ONO, Noriaki Graduate School of Health Care Sciences, Jikei Institute Master Course of Management in Health Care Sciences

■編集主幹（50音順）Editors-in-chief

唐田 裕 USUDA, Yutaka Department of Intensive Care Medicine, Yokosuka Kyosai Hospital

加納 隆 KANO, Takashi Master course of Management in Health Care Sciences, Graduate School of Health Care Sciences, Jikei Institute

篠田俊雄 SHINODA, Toshio Tsukuba International University, Faculty of Medical and Health Science, Department of Medical Care Technology

嶋津秀昭 SHIMAZU, Hideaki Faculty of Health and Medical Sciences, Hokuriku University

廣瀬 稔 HIROSE, Minoru Department of Clinical Engineering, School of Allied Health Sciences, Kitasato University

峰島三千男 MINESHIMA, Michio Department of Clinical Engineering, Tokyo Women's Medical University

百瀬直樹 MOMOSE, Naoki Medical Engineering, Jichi Medical University Saitama Medical Center

*本書に記載されている内容は、出版時の最新情報に基づくとともに、臨床例をもとに正確かつ普遍化すべく、著者、編者、監修者、編集委員ならびに出版社それぞれの最善の努力をしております。しかし、本書の記載内容によりトラブルや損害、不測の事故等が生じた場合、著者、編者、監修者、編集委員ならびに出版社は、その責を負いかねます。また、本書に記載されている医薬品や機器等の使用にあたっては、常に最新の各々の添付文書や取り扱い説明書を参照のうえ、適応や使用方法等をご確認ください。

株式会社 学研メディカル秀潤社

江島 豊

EJIMA, Yutaka



ご専門：麻酔科学，手術医学
読者へ：災害医療は多職種チームワーク。まずは，自施設の災害対策状況を確認しよう。不明なときは，貴施設の災害対策委員やDMAT 隊員がきっと知っている。ご質問は気軽に私までメールまたは学会会場で。

高橋良光

TAKAHASHI, Yoshimitsu



ご専門：血液浄化療法，人工呼吸療法
読者へ：専門分野は血液浄化療法で，バスキュラアクセスの研究をしております。日本で起こる自然災害，実は海外の協力者により何度も助けられています。国際緊急援助隊の1人として，今後起こるであろう災害時に少しでもお役に立ちたいと考えています。

高橋直紀

TAKAHASHI, Naoki



ご専門：血液浄化（急性期・慢性期）
読者へ：今回は大規模停電により透析センター稼働不能に陥った際の経験を中心に執筆させていただきました。停電というものが，電気だけではなくさまざまなことに影響を及ぼすのだと，身をもって知りました。自然災害が多い昨今，この経験が少しでも皆様の参考になれば幸いです。

千葉二三夫

CHIBA, Fumio



ご専門：体外循環，補助循環，急性血液浄化
読者へ：異常気象が当たり前となりつつある日本列島で，災害は必ず起こるものと考え，今回得られた貴重な体験が，少しでも皆様のお役に立ててもらえれば幸いです。これからの備えに向けて情報を共有し，災害時の医療体制を高めていきましょう。

近藤隆司

KONDOU, Takashi



ご専門：血液浄化領域 人工呼吸器領域
読者へ：西日本豪雨災害後の水不足への対応を執筆させていただきました。豪雨からの断水は予想がつかない災害で，当初はどうしていいかわかりませんでした。災害時は，臨床工学技士としてはもちろん，人として，全力で行動するべきであると考えています。

山家敏彦

YAMAKA, Toshihiko



ご専門：血液浄化装置学，医療安全，災害医療
読者へ：近年，地震のみならず集中豪雨，台風などによるライフラインの途絶が社会問題となっています。臨床工学技士は，特別な修練を要する業務が多く，これまで以上に横の関係を広げた互助が求められています。災害に負けない透析医療をJHAT とともに目指しましょう。

森上辰哉

MORIGAMI, Tatsuya

ご専門：透析器性能評価、
on-line HDF、災害対策

読者へ：自然災害は常に記録更新を狙っています。よって、それらに対応するためには、常に進化した対策を講じていく必要があります。地球環境の変化を敏感に受け止め、柔軟な対策を講じていくことが、被害を軽減するために重要です。



島田俊樹

SHIMADA, Toshiki

ご専門：手術室、集中治療室

読者へ：私は危機管理学部を卒

業し、防災や緊急時対応について取り組んで参りました。この先災害が起こらないことは残念ながらありません。災害対策は全国の意見を結集して向上させ、日本全体で取り組むべきだと思います。今回の拙著が、1つの参考になれば幸いです。



岡田直人

OKADA, Naohito

ご専門：情報管理、災害時情報ネットワーク

読者へ：昨今、地震による災害に加え、大雨や台風など気象に関する災害が増えており、被災した施設、被災しなかった施設に関する状況の情報報告・収集するツールを紹介したい。



五嶋淳夫

GOTO, Atsuo

読者へ：私は現在、協会で総務部
会リーダーとして災害対策などを検

討、推進している。ところで、不意に緊急対応を迫られたとき大きな力となるのは、日ごろから目的を意識しその遂行に信念を持つことだと思う。もちろん、協会の場合は「医療を支える～すべては患者さんのために～」ですが、皆さんのところはでしょうか。



鈴村明文

SUZUMURA, Akifumi

ご専門：病院建築設備の設計・
監理

読者へ：災害時に医療機能のどの部分をどのように生かすのかを検討する際は、医療従事者だけでなく、設備設計者・医療機器メーカーと一緒に考える必要があります。そして検討した対策を、災害時を想定して訓練する必要があります。



川合満男

KAWAI, Mitsuo

ご専門：建築設備の設計・監理、電気設備設計

読者へ：「電気」はあって当たり前の存在になってきています。しかし、近年の傾向では、一度災害が発生すると経験したことのない被害が発生しています。BCPの一環として日ごろから少しでも停電への意識をもっていただき、議論や訓練などに活用いただければ幸いです。

岡田 正

OKADA, Tadashi

ご専門：医療ガス配管設備、手術室設備の設計・開発

読者へ：免許更新時に「かもしれない運転」という言葉を聞いた。たとえば、車の陰から子供が飛び出してくるかもしれない。常にそう心掛けるということで、災害に対しても、設備などの備えに加えて心の備えを万全にし、「想定外だった」という言葉を言わないようにしたい。



筒井慶枝

TSUTSUI, Yoshie

ご専門：医用無停電電源装置
(UPS)、営業・販売

読者へ：医用の規格(UL 60601-1)を取得したUPSを営業・販売してから約8年になります。性能がますます高度化するME機器に対して、医用UPSの必要性を強く感じており、臨床工学技士の方々にご認識いただけるよう、日々、研鑽に励んでおります。



特集 臨床工学技士と 災害対策 2020



編集責任

北里大学医療衛生学部医療工学科臨床工学専攻

廣瀬 稔 HIROSE, Minoru

2020年の新春を迎え、心よりお喜び申し上げます。昨年は「平成」から「令和」に元号が変わり、新たな時代を迎えた。「平成」を振り返ると、自然災害が多く発生した時代であったと感じている方が多いのではないだろうか。地震で考えても、平成の時代にはマグニチュード7以上の大地震が16回も発生したとのことである。さらに、最近では、地球温暖化の影響により大型台風による暴風被害や、短時間での記録的な豪雨（ゲリラ豪雨）をもたらし、広範囲にわたる浸水被害が相次いで発生している。これらの自然災害による被害は、「未曾有」「甚大」「過去最大級」「想定外」などといわれるように大きくなる傾向があり、それによって人命や社会活動に深刻な影響を及ぼすようになってきている。

このような状況下で、平常時とは比較できない傷病者が来院することが予想される災害拠点病院を中心とした医療機関では、可能な限り継続して医療が行えるように対策をとることが求められている。この自然災害に対する備えとして、2011年の東日本大震災を契機に医療機関における事業継続計画(business continuity plan: BCP)*の重要性が認識され、災害拠点病院では、BCPの策定と訓練が指定要件として組み込まれるまでになり、また各医療機関で整備が進められてきている。

しかし、最近の自然災害を振り返ってみると、著しく医療機能が制限された医療機関や機能不全に陥った医療機関もある。また、記

憶に新しい2019年9月に関東地方を直撃した台風第15号や第19号では、停電や断水で危機的な状況に陥り、地域の医療機能がマヒするという状況も発生した。これらから考えると、あまりにも想定外の自然災害であることから、「BCPは最大限にその効果を発揮したのか」、また「これからの備えはどうあるべきか」悩まれている方も多いのではないだろうか。

BCPは、起こり得るさまざまな事象の検討から導き出した想定の上で成り立っている。そのため、経験を通して、方針とマニュアルの策定、教育や訓練の実施とその検証、対応策の改善と見直しを継続して行い、BCPの実効性を高めていく必要がある。臨床工学技士が携わる生命維持管理装置などは病院設備と大きくかわりをもつことから、臨床工学技士がBCPの策定・整備に参加することは非常に重要である。

本号では、血液浄化業務での災害事例と対応、(一社)日本医療機器販売業協会や病院設計者からみた災害対策などに関する特集を組んだ。これまでに、2012年5月号「東日本大震災から学んだこと」、2018年9月号「臨床工学技士と災害対策」の特集がある。本号と併せて、今後のBCP策定に役立てば幸いである。

最後に、ご多忙にもかかわらず短期間に本特集に執筆していただいた方々に、この場を借りてお礼を申し上げます。

*医療機関でのBCPとは：自然災害、感染症の蔓延、テロなどの事件、大事故、供給網の途絶などの不測の事態が発生しても、医療提供機能を中断させない、または中断しても可能な限り短時間で復旧させるための方針、体制、手順などをまとめた計画のこと。

臨床工学技士と災害対策 2020

医療機関での BCP の必要性和 策定時に考慮すべきポイント

東北大学病院 手術部・材料部

江島 豊 EJIMA, Yutaka



概要

災害には、代償性災害と非代償性災害がある。通常の緊急業務で対応可能な代償性災害ならば、医療継続可能であるが、巨大地震など、病院自体も被災し病院機能の低下を伴う非代償性災害では、病院へ増加した要求レベルの医療を実施することが困難である。したがって、自組織の災害に対する脆弱性をあらかじめ把握し、災害時に少しでもよい医療が提供できるように計画 (BCP) を立てる必要がある。



Key Word

BCP BCM 策定

1

はじめに

近年、大災害が発生しない年はない。2019 年も台風 15 号に引き続き 19 号が未曾有の水害をもたらした。甚大な被害を受けた医療機関は少数にとどまったが、それでも当院では、「地下に設置してある MRI が壊れるのでは」「非常用発電装置が作動しなくなるのでは」という危機にさらされた。災害医療の難しさは、いつ発災するかかわからない、災害の種類もさまざまであるうえに、同じ種類の災害でも経過が異なる、時間経過とともに問題点 (焦点) が変化するなど、想定外の事態が引き起こされることで

ある。そのため、災害に対する医療施設の考え方は大きく変化し、大企業が取り入れている BCP を災害対策として導入する施設が増えていく。また、災害拠点病院の指定要件に、2018 年 3 月末までに BCP の整備を行っていること、整備された BCP に基づいて被災した状況を想定した研修および訓練を実施することが、義務付けられている¹⁾。

医療者側から分類する災害は、病院の通常の

BCM: business continuity management

BCP: business continuity plan(ning)

CBRNE: chemical, biological, radiological, nuclear, explosive

IT: information technology

MRI: magnetic resonance imaging

PDCA: plan, do, check, action

緊急業務で対応可能な「代償性災害」と対応不能な「非代償性災害」とに分けられる。問題となるのは、非代償性災害である。日ごろから災害に備えておくことは、医療者にとってごく当たり前のことであるが、病院自体が被災し機能低下が生じれば、代償性災害が非代償性災害へ変化し得る。また、東日本大震災のように想定外の規模の災害が生じた場合は、災害マニュアルで対応することは困難である。すべてを想定することは不可能であり、すべての想定に対応することも不可能である。そこでBCPが必要となる。

2

BCP とは

さて、肝心のBCPであるが、business continuity plan (ning) の略であり、地震・その他の災害発生時の対応計画（業務継続計画）のことである。内閣府が策定した「事業継続ガイドライン」では、「大地震等の自然災害、感染症のまん延、テロ等の事件、大事故、サプライチェーン（供給網）の途絶、突発的な経営環境の変化など不測の事態が発生しても、重要な事業を中断させない、または中断しても可能な限り短い期間で復旧させるための方針、体制、手順等を示した計画」^{2), 3)}とされており、元来、企業や団体などの組織が「自然災害、大火災、テロ攻撃などの緊急事態に遭遇した場合において、事業資産の損害を最小限にとどめつつ、中核となる事業の継続あるいは早期復旧を可能とするために、平常時に行うべき活動や緊急時における事業継続のための方法、手段などを取り決めておく計画」である⁴⁾。

企業などのBCPでは、中断による損失とそれを立て直すプランという経済的概念が入るが、病院には、「災害によって生じた病院への需要に応える」という使命があるため、病院が

策定すべきBCPは企業のそれとはやや趣を異にする。

3

発災後の経過とBCPの役割

災害が発生すると病院への需要は増大する。病院自体が被災すれば、病院が供給できる医療と病院を必要とする需要とのギャップは大きくなる。このギャップを少なくするのがBCPの役割と考えればよい（図1）⁵⁾。

たとえば、商用電源の供給の代替手段が発電電源であり、手術業務を継続するには、発電可能な電源を備えておく。この備えがBCPの考え方である。しかし、発電機の熱源がガスの場合、ガス供給が途絶えれば使用できない。そこで、強化ガス供給管の配備（中圧ガス）や別の熱源を利用できる発電機を準備する。災害時の発電量が低下した状況でどの程度業務を遂行できるかは、あらかじめ発電量の低下の程度を把握しておかなければ不明である。BCPを策定する大きな意義はここにある。

BCPは、病院機能を継続するために必要なインフラなどを把握し、脆弱性に備えることで、病院機能の低下を減弱させることを目的としている。BCPを策定するうえで最も重要なことは、前提を明確に決定することである。

4

災害マニュアルとBCPは何が異なるのか

前述したように、近年、災害対策は大きく変化してきた。従来の「災害被害を未然に防ごう、災害が生じたときの被害を最小限にしよう」という考え方から、「想定外の災害は生じるものであり、ある程度の被害はやむを得ない」と考え、「災害が生じて、少しでも業務

許諾の都合により、この電子版では図は掲載しておりません

図1 発災後の経過とBCP⁵⁾

を継続できるようにする、被害からの回復を促進させる」という考え方へと変化した(図2)。

対策の1つとして一般的な災害マニュアルは、初動対応などの「現場」の行動手順を記したもので、災害の種類によってマニュアルが異なる。たとえば、災害の種類を地震と想定するか、火災と想定するか、水害と想定するか、はたまたテロ災害と想定するかで現場の行動手順は大きく異なるため、それぞれの対応マニュアルが必要となるのである。一方、BCPは、事前に何を備えれば病院業務が継続できるのかを「管理」の立場で検討し自施設の脆弱な点に備えることで、あくまでも plan (ing)、すなわち計画(すること)なのである。地震や火災が発災しようとも、病院という施設が存続する限り、病院事業を継続するための計画なのである。

では、災害マニュアルは不要かという決してそうではなく、BCPの一部であり(図3)、重要な構成要素である。医療者の使命は、災害が生じたときに少しでも多くの医療を実践する

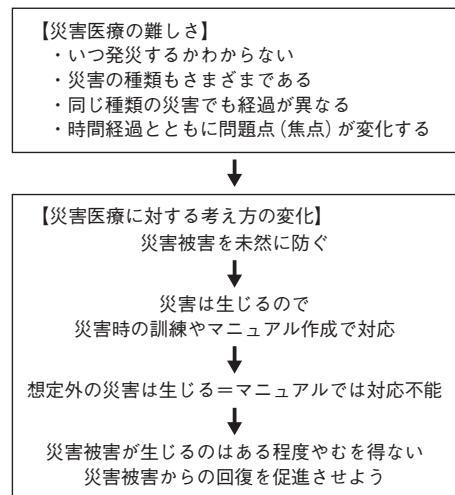


図2 災害医療に対する考え方の変化とBCPの必要性

ことであり、それが可能になるように日頃から備えておく、これがBCPであり、災害マニュアルは、それを大いに手助けするものである。

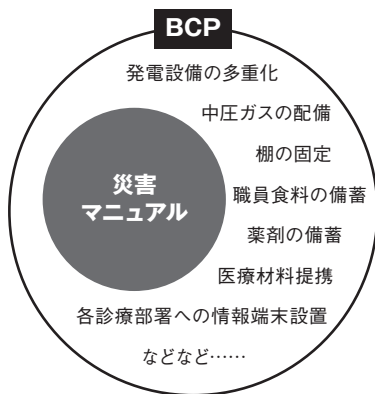


図3 BCPと災害マニュアルの関係

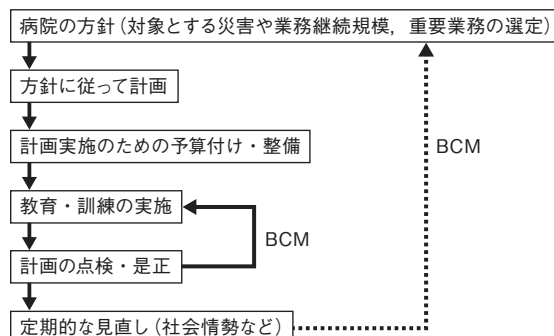


図4 BCP策定の流れ⁶⁾

5

BCPの策定(図4)⁶⁾

BCPの策定では、まず対応すべき災害を想定する。次いで通常行っている業務から災害時にも継続すべき業務を選定する。災害を想定し重要業務を選定したら、重要業務を遂行するための計画を立て、予算付けをする。そして、その計画に沿って教育や訓練を行い、その結果を基に策定したBCPを点検・是正する。そして再び教育・訓練を実施する。すなわちBCM(業務継続マネジメント)を行う。

5-1 災害を想定する

初めてBCPを策定する場合は、まず想定する災害を決定する。「想定外のことが生じるからBCPを策定する必要がある」と前述しておきながら矛盾していると思われるかもしれないが、まずは想定する災害がないと策定すること自体が難しいため、とりあえず想定する災害を決めて策定する。いったん策定してしまえば、そのほかの災害に対しても対応可能なプランがみえてくる。想定する際は、「直下型震度6の地震が発災した」「CBRNE災害^{*1}が大観衆の

グラウンドで発災した」など、まずは地域で生じる可能性が高い災害について想定してみる。

次に、どの程度の業務規模を何日間継続するかを考える。手術室であれば、手術室の半分を稼働させる、集中治療室や透析室であれば、満床で稼働させる、もしくは患者を全員移送させる、などである。これは、病院の機能(特定機能病院、2次救急病院など)やその地域での役割に応じて考えることであり、自部署のみで決定することではない。自施設の災害対策会議やBCP策定委員会の協議に参加して、病院全体の方針に合わせて考える。継続規模は、100%稼働できることに越したことはないが、災害に対する予算は限られており、既存資源を極力活かすことによって、継続期間と併せて稼働規模を考える。

5-2 重要業務の選定

自部署の平時の業務と災害時に新たに必要となる業務を洗い出す。たとえば臨床工学部門では、生命維持管理装置の維持は平時から行っている重要業務である。人工心肺装置、補助循環装置、人工呼吸器、麻酔器、透析装置、医療ガス設備などの維持があげられるだろう。自施設の業務を1つひとつ丁寧に書き出してみると

意外に多いことがわかる。また、発災時に新たに必要となる業務には、機器や設備の点検・修理対応、新たに受け入れる患者に使用する機器の準備や維持があるだろう。

これらの業務を洗い出した後に、「5-1 災害を想定する」で想定した災害に対応するための業務を選定する。たとえば、平時の業務の継続としては、稼働中の人工心肺や人工呼吸器、透析器の維持などとする。新たに必要となる業務には、医療ガスの供給確認、酸素残量のチェックと酸素供給スケジュールの確認、非常用電源の作動確認などと列挙する。

5-3 重要業務を遂行するうえでの律速因子(ボトルネック)・脆弱性の洗い出し(表1)

重要業務を選定した後は、それぞれの業務を実施する際の律速因子(ボトルネック)と脆弱性を洗い出す。これらを洗い出し、かつ事前に備えておくことによって、災害時でも業務が継続可能となる。律速因子には、スタッフ、ライフライン、建物、機器の稼働、材料の供給などに関する因子があげられる。たとえばスタッフの勤務については、発災が勤務時間内・時間外なのかで大きく異なるであろう。勤務時間外に発災した場合には、誰が登院するのか、登院手段や登院経路は問題ないかを調査し、実際に登院できることを確認する。発電設備であれば、発電機は複数あり、かつ設置場所は分かれている(地下への設置は、今年の洪水においてその脆弱性が報道されている)、燃料は重油またはガスなどの別のものになっているなど、多重化がなされているかも整備として必要だろう。もちろん、生命維持管理装置が発電回路につながっていることも再確認する。万が一、生命維持管理装置が稼働している部署に発電回路がない場合は、新たな設置を災害対策委員会などで要望する。

表1 災害に対する律速因子(ボトルネック)や脆弱性の点検項目例

項目	点検内容
スタッフ	安全確保 勤務状況 派遣委託職員 寝食
ライフライン	電気 水道 ガス IT 蒸気
建築	損壊 エレベーター
機器の稼働	機器メーカーや販売ディーラとの連携
材料供給	製造業者や販売ディーラとの連携

5-4 BCM(業務継続マネジメント)(図5)

さて「病院の方針」が決定した後は、実際に整備し教育・訓練を実施する。BCPを策定することは大変重要だが、それに勝るとも劣らず重要なことは、教育・訓練を通じて、部署の脆弱性をさらに洗い出すことと、病院全体の連携における問題点の抽出を行い、BCPを見直すことである。これをBCMという。BCMは、いわゆるPDCAサイクルと同じである。たとえば、「当初は見込んでいなかった医療ガスのシャットオフバルブへのガスボンベの接続を考慮する」「考慮したけれど接続キット(図6)が高価であり、別の代替手段を考えて対応した」など、実際に訓練や点検をすることによって、漏れの少ないBCPを立てることができる。

6

おわりに

BCPは、災害について学び、自施設の弱点

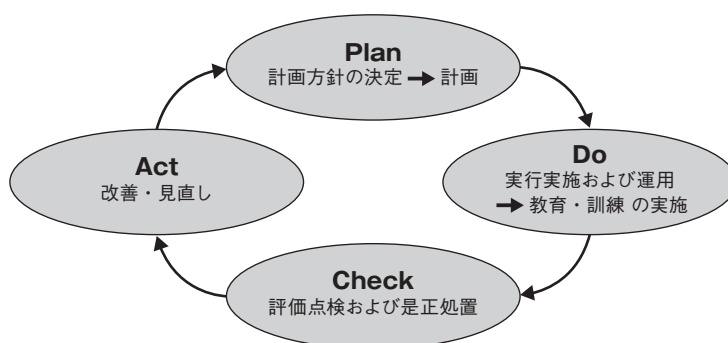


図5 病院のBCPの維持・改善〔業務継続マネジメント(BCM)〕
BCP策定後も計画的にPDCAサイクルを回すこと(BCM)が必要。

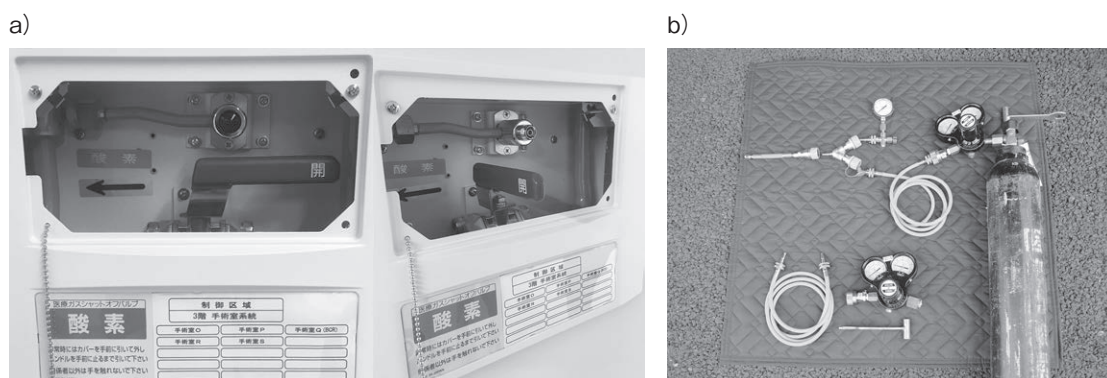


図6 当院手術部内で使用しているシャットオフバルブ(a)と医療ガスボンベ接続器材(b)

を知ること、すなわち「敵を識り己を知れば」と同じ考えであり、既存の医療資源を有効利用し、かつ自施設の脆弱性や律速因子に備えた災害対策を施すことで、災害時に少しでもよい医療の提供を可能にするための計画である。そのためには、発災してからではなく、日ごろから

BCMを行い、常に改善を試みる不断の対策が重要である。

■著者連絡先メールアドレス
y-ejima@tohoku.ac.jp

用語解説

*1 CBRNE 災害

化学 (chemical)、生物 (biological)、放射線 (radiological)、核 (nuclear)、爆発 (explosive) を使用したテロ災害のこと。

■文献

- 1) 厚生労働省：災害拠点病院指定要件の一部改正及び医療機関の平時からの協定締結の必要性について（医政発 0905 第 8 号），平成 30 年 9 月 5 日
<https://www.mhlw.go.jp/content/12601000/000360531.pdf> (2019 年 11 月 13 日現在)
- 2) 内閣府防災担当：事業継続ガイドライン 第三版—あらゆる危機的事象を乗り越えるための戦略と対応—，平成 25 年 8 月
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyoku/keizoku/sk_04.html (2019 年 11 月 13 日現在)
- 3) 内閣府（防災担当）：事業継続ガイドライン 第三版—あらゆる危機的事象を乗り越えるための戦略と対応— 解説書，平成 26 年 7 月
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyoku/pdf/guideline03_ex.pdf (2019 年 11 月 13 日現在)
- 4) 中小企業庁：BCP（事業継続計画）とは，中小企業 BCP 策定運用指針—緊急事態を生き抜くために—
http://www.chusho.meti.go.jp/bcp/contents/level_c/bcppl_01_1.html (2019 年 11 月 13 日現在)
- 5) 江島 豊：非日常を日常にする力—BCP で考える災害対策—，日臨麻会誌 39(3): 321-325, 2019
- 6) BCP の考え方に基づいた病院災害対応計画作成の手引き，平成 24 年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）「東日本大震災における疾病構造と死因に関する研究」（主任研究者：小井土雄一（独立行政法人国立病院機構災害医療センター））報告書（別添），平成 25 年 3 月

臨床工学技士と災害対策 2020

臨床工学技士からみた BCP の考え方 —透析関連を中心に—

新潟医療福祉大学 医療技術学部 臨床技術学科

高橋 良光 TAKAHASHI, Yoshimitsu



概要

近年、全国各地で生命にかかわる自然災害が多発している。これらの自然災害、そしてこれから起こるであろう自然災害に屈することなく、透析医療を守る臨床工学技士に今後新たに求められる対応および、考慮すべき BCP の考え方について言及する。



Key Word

BCP 透析 ライフライン

1

はじめに

東日本大震災が起きた 2011 年当時、筆者は埼玉県にある透析クリニックで血液透析部門の責任者を任されていた。透析用ベッドは 30 床、透析患者数は 100 名を超えていた。発災当日の 3 月 11 日、埼玉県は震度 5 強を記録した。筆者は休暇中だったが、勤務先のことが気になり電話をするも通信は途絶状態のため、ただちに勤務先へ向かった。幸い、患者やスタッフにケガはなく、治療は継続されていたため、一抹の不安からは解放されたが、震源地でない地域でさえ連絡が取れなくなるものなのだと、通信

手段の脆さに不安を感じた。

その後、計画停電が実行され、医療機関は除外されるだろうという考えは甘く、容赦なく電源が遮断された。停電と同時に自家発電装置が稼働し、非常電源は使用できるようになったが、エレベーターや照明は機能しなくなった。車椅子を使用している患者や足の不自由な患者は、スタッフがライトで照らしながら一緒に階段の昇降を行うことになり、患者には大変な負担をかけた。

本稿では、このときの経験を基に、臨床工学

BCM: business continuity management

BCP: business continuity plan

GPS: global positioning system

MCA: multi-channel access

SNS: social networking service

技士に今後新たに求められる対応、および考慮すべきBCPについて、透析医療を中心に述べる。

2

事業継続計画(BCP)と 事業継続マネジメント(BCM)の必要性

このときの経験から、筆者は事業継続計画(BCP)の大切さを学んだ。震災以降、血液透析医療で考えるべき本質は何かと考えるようになった。血液透析装置などは、適切にメンテナンスされていても、電気や水がないと鉄の塊と化す。我々臨床工学技士は、医療機器のみならずライフラインについてもっとよく考えるべきであると感じた。(一社)日本透析医学会の調査によると、東日本大震災において透析医療が操業不能になった原因の約80%は「ライフラインの毀損」、約15%が血液透析監視装置や水処理装置を含む「施設・機器損壊」、約5%が「津波・原発による事象」と「供給能力の低下」であった¹⁾。この結果より、おのずと各施設が何に重点的に取り組むべきかみえてくる。

多くの工場などにも被害が生じ、部品や原料の供給が滞りサプライチェーン(供給網)が途絶したことにより、本邦のみならず海外にも影響を及ぼした。2007年の新潟県中越沖地震では、エンジン部品の工場が被害を受けたことにより、多くの自動車メーカーでの製造に大きな影響を及ぼした。これらの災害の経験より、わが国でBCPや事業継続マネジメント(BCM)の必要性が高まったとされている。災害により血液透析治療が継続できなくなることは人命に直結するため、医療機関におけるBCPとBCMの必要性は明白である。災害が発生すると医療スタッフも被災するため、少ない人数で血液透析治療を継続するための人員配置の方法、優先する業務の選択、医薬品・医用材料などの調達経路の確認など、BCPに基づき行動できるようにしておくことが重要である。

3

BCPとBCMの関係について

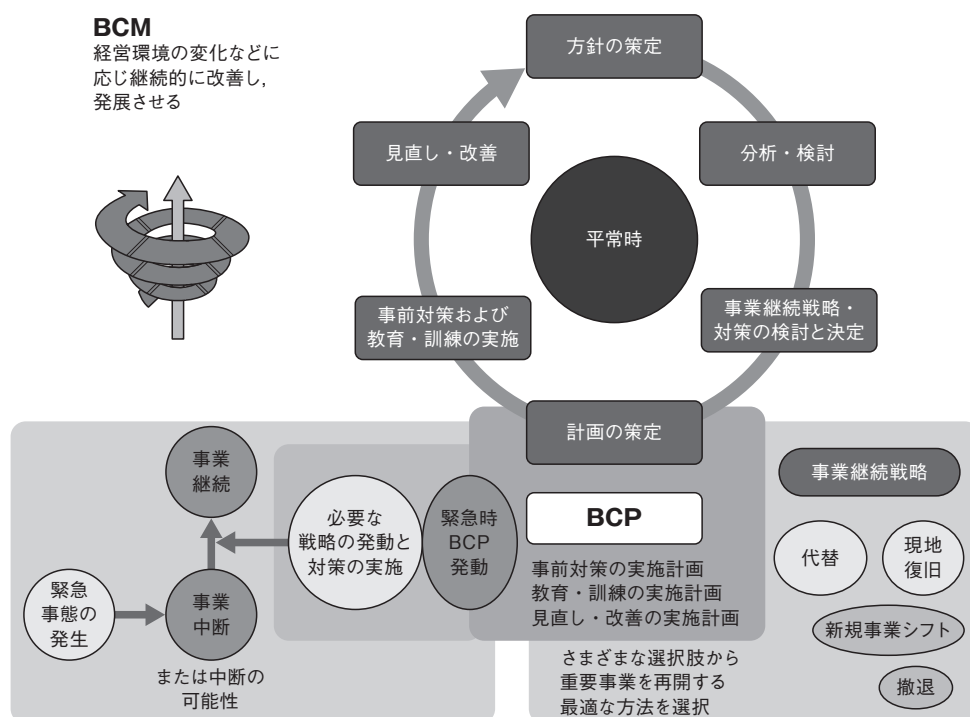
BCPは、「大地震等の自然災害、感染症のまん延、テロ等の事件、大事故、サプライチェーンの途絶、突発的な経営環境の変化など不測の事態が発生しても、重要な事業を中断させない、または中断しても可能な限り短い期間で復旧させるための方針、体制、手順等を示した計画」のことを指す^{2), 3)}。

一方、BCMは、「BCP策定や維持・更新、事業継続を実現するための予算・資源の確保、事前対策の実施、取組を浸透させるための教育・訓練の実施、点検、継続的な改善などを行う平常時からのマネジメント活動」のことである³⁾。すなわち、経営レベルの戦略的活動として位置付けられており、「企業・組織全体としてBCMを進めている場合、必要に応じ、部門や拠点別、役割別にも計画書として文書に落とし込むことが重要」とされている²⁾。図1³⁾に示す通り、BCPには、緊急時や事前対策、および教育・訓練の計画と、その見直し・改善の計画が含まれている。

4

透析施設におけるBCP策定の意義

災害が発生して透析施設が被害を受けた場合、平時の人員や環境を前提とした業務を行うことができない場合がある。前述のように、災害時に優先して遂行する業務を事前に決めておき、限られた人員や資源を効率的に投入できるようにするため、各医療機関でBCPを策定しておく必要がある。BCPの策定に当たっては、病院の業務に著しい損害を与えかねない重大被害を想定して、継続すべき重要業務を絞り込み、必要となる人員、施設設備、資源、情報の



洗い出しを行うことが重要である。

BCP は前述のように、有事の際に事業リソース（スタッフや施設、医療機器など）が損傷を受け、通常の事業活動が中断した場合に、残存する能力で優先すべき業務を継続させ、許容されるサービスレベルを保ち、かつ許容される期間内に復旧できるように、前もって代替リソースの準備を行い、災害発生時の対応方法や組織を規定したものである⁴⁾。

透析施設において BCP を策定する場合、透析治療の特徴を踏まえる必要があり、その 1 つは大量の水を使用することである。1 回の血液透析治療で患者 1 人あたりに供給される透析用水は、おおよそ 150～200 L である。原水中から透析用水を精製する際に原水の 10～40% が排水として処理されるため、原水の必要量はさらに多くなる。しかし、血液透析治療に多くの水を要することは行政に周知されておらず、有事の際に混乱が生じる要因となっているた

め、行政を交えた BCP の策定が急務である。

血液透析治療のもう 1 つの特徴として、水処理装置や溶解装置、透析液供給装置、透析監視装置は連動して稼働することがある。この一連のシステムのうち 1 カ所でも途絶えると治療は継続できなくなるため、有事の際には、すべてが正常に機能するかどうかを迅速に判断する必要がある。

5

患者・スタッフの安全確認

患者の安全を確認するには、医療スタッフの参集が欠かせない。有事の際には、災害の程度に応じて参集するスタッフを決めておくことが重要である。たとえば地震では、震度 5 以上の場合は管理職、震度 6 以上の場合は全職員が自主出勤するようになっている施設もある⁵⁾。

一方、スタッフの安全確認用としては、携帯電話や固定電話などを使用する最低限の連絡網を作成しておき、状況に応じてSNSや災害時優先電話、衛星携帯電話などの多様な連絡手段も準備しておくことが望ましい。また、災害用伝言サービス（災害用伝言ダイヤル 171、災害用伝言板 web171 など）を利用する場合は、災害時に活用できるよう、日ごろから患者に説明したり訓練を実施し準備しておくことが重要である。

6

ライフラインの点検と対応

災害時に特に大きな問題となるのは、断水と停電である。透析施設では、ライフラインの遮断が続く場合、その間治療を「自助で継続できるか・できないか」を判断する必要がある。自助で継続できる場合は、貯水槽や自家発電装置を用いて対応する。継続できない場合は、ライフラインが正常に稼働している地域へ患者を搬送させることになる。このような対応を迅速に行うためのBCPの策定を各施設で検討し、実施すべきである。

6-1 血液透析に必要な水について

有事の際には、水道管の損傷や破裂により水の確保が困難になることが予測される。東日本大震災当時、貯水槽の有無について「なし」と答えた施設は41.4%、貯水槽はあるが「透析使用は想定せず」と答えた施設は17.5%であった。また、貯水槽「あり」の場合、「通常透析業務1日分未満」「通常透析1～3日分未満」「通常透析3～5日未満」「通常透析5日以上」と答えた施設は、それぞれ15.3%、14.8%、2.2%、6.0%であった⁶⁾。ただし、水をポンプでくみ上げて使用する施設もあるため、電気の復旧が

遅れた場合は、水の供給はさらに遅れることになる。

行政は基本的に公平性を旨としているため、水の援助を考慮する場合、血液透析の特殊性についての理解がなければ、透析施設への優先的な給水は困難であると考えられる。東日本大震災において、水が5t必要なのに1tしか出せないと判断されたり、優先して透析施設に給水することに対して批判が出た事例が報告されている¹⁾。各透析施設は、地域の行政機関と平時から意思疎通ができる環境の構築に努めることが大切である。東日本大震災での透析不能理由の46.1%が断水による¹⁾ことを考慮すると、今後、貯水槽の必要性が高まると思われる。

その一方で、給水時のトラブル事例がある。給水車に加圧ポンプがなく給水できない事例⁵⁾や、給水車内の汚れが流れ込み水処理装置のフィルタが目詰まりを起こした事例⁷⁾などである。共助を受けようとする場合は、行政に求める可能性がある水の供給量や供給方法について情報交換をしておくなど、有事にBCPが効力を発揮するように準備しておきたい。

6-2 血液透析に必要な電気について

東日本大震災後の計画停電において、筆者は自家発電装置の重要性を初めて感じた。（一社）日本透析医学会の調べでは、東日本大震災当時、自家発電装置を設置していないと回答した施設は45.7%であり¹⁾、半数以上が自家発電装置を有しているという結果であった。しかし、東日本大震災で必ずしも保有している自家発電装置が順調に機能したとは限らない。1階に設置していた施設では津波による影響で故障したり、血液透析への使用を想定していたが必要な発電量を賄えなかったり、地震の揺れによる破損故障、燃料の補給が間に合わないなどさまざまな理由で、想定通りに稼働しないことがあった。東日本大震災では、自家発電装置を通常通

り使えた施設は5.3%しかなく、被害状況を考えると、稼働したことそのものが奇跡だったのかもしれない。その一方で、北海道胆振東部地震では広範囲に停電が生じたブラックアウトが大きな問題となったが、自家発電装置について一定の有用性があることが明らかとなった⁸⁾。

復旧にかかる日数について、停電の場合は時間単位で進むのに対して、断水は日単位で回復することが示されており、これまでの経験から断水よりも停電のほうが早く復旧することがわかっている。2004年の新潟県中越地震では、停電は24~72時間以内に解消されており、断水について一部地域は7日程度を要したものの、おおむね3日程度で復旧している¹⁾。ここで我々が考えなければならないことは、各施設で自助がどこまでできるのかということである。自家発電装置の発電量や燃料の調達方法と準備する量、そして計画は事前にすべきことであり、発災後に行うことではない。

6-3 血液透析に必要な通信について

災害発生直後、多くの場合、固定電話と携帯電話は通話が困難となる。1995年の阪神・淡路大震災では、自施設で透析を受けることができなくなった患者は3000名に上った⁹⁾。被災地で通信手段がなくなると、患者やスタッフの安否確認、医用材料の調達先や関係各所への連絡に支障をきたす。災害時に役立つ通信手段は何か考えておく必要がある。

宮城県の透析施設ではMCA無線を基本にした通信手段を確立しており、過去の災害において一定の有用性が確認されている。(一社)日本透析医学会は、震災時に透析施設が使用した情報伝達システムを調査した。その結果は、日本透析医会災害時情報ネットワーク49.6%、NTT伝言ダイヤル36.8%、災害時優先固定電話32.5%であったが、衛星携帯電話、災害用無線、災害時優先携帯電話はそれぞれ5.6%、

8.7%、8.1%と浸透度が低かった¹⁾。

福島腎不全研究会では、すべての透析施設を対象にしてMCA無線あるいは衛星電話の配備を進めた。2012年には県内施設の88%に配備を完了することができ、MCA無線が53施設に、衛星電話が17施設に設置された¹⁰⁾。近年は、総務省の事業計画で、D-STAR[®]〔アイコム(株)〕がアマチュア無線のネットワークとして利用され始めている⁵⁾。D-STAR[®]は、音声だけでなくGPS位置情報やテキストデータ、圧縮データもやり取りできる、効率のよい通信が可能なシステムである。

7

医薬品・医用材料等備品の確認と確保

血液透析治療に欠かせない医薬品・医用材料として、ダイアライザ、血液回路、透析針、透析液、抗凝固薬、消毒薬などがあげられるが、これらは有事の際にサプライチェーンの途絶により安定した調達ができなくなる可能性がある。そもそも平時の在庫として、現状で何日分あるかを確認しておくことが大切である。これまでの災害支援状況を踏まえると、3日分は確保しておくべき¹⁾と考えられる。ただし、危機的事象が発生してから調達方法を考えるのでは、迅速に確保することが困難となるため、あらかじめ調達先について調査しておく必要がある。調達先が1社のみの場合、その企業が被災して長期間供給が停止すると、血液透析治療を中断せざるを得ない可能性があることに注意したい。その対策として、離れた地域で災害が同時に起こる可能性はきわめて低いことを踏まえ、自施設と離れた地域の調達先を検討することも1つの対策である。

協力医療機関との連携

日本透析医学会災害時情報ネットワークを通じて、被災した施設は患者の移送先を探し、被災していない施設は受け入れ可能であることなどを共有できるように情報発信をすることが重要である。共助努力によって、近隣の施設の被災状況を把握しながら相互にやりくりすることが効果的であると考えられる。その場合、定期的に関連する施設とBCPの策定について協議する必要があると考えられる。

ただし、近隣の施設は同様に被災する場合もあるため、同時に被災する可能性の低い遠隔地の施設と協力する方法がある。医療施設ではないが、「災害相互協力協定」を結び、自施設がすぐに復旧できなかった場合に協定先に代替供給をしてもらい、供給責任を果たして成功した事例がある。東日本大震災において、病院の廃棄物などの処理を営む宮城県の会社では、自社

の処理施設が津波によって被害を受けたが、BCPに基づき、他県の同業他社に協力を依頼し、業務を継続することができた。

おわりに

臨床工学技士からみたBCPの考え方ということで、本稿では、透析関連のインフラ整備に関する点に焦点を絞った。そもそもインフラが確保できなければ、自施設で何もできないためである。これまで発生した災害を考えると、自施設が使用できる状況なのか、そうでないのかでBCPの対応が大きく分かれる。各施設が実現可能なBCPを現状に合わせて作成し、定期的に確認と見直しも行う必要がある。

■著者連絡先メールアドレス
yoshimitsu2003@gmail.com

文献

- 1) 一般社団法人日本透析医学会東日本大震災学術調査ワーキンググループ(編著): 各論 第1章 震災による透析医療の被災の実態—日本透析医学会統計調査に基づく分析—, 東日本大震災学術調査報告書—災害時透析医療展開への提言—, p49-84, 平成25年12月10日
<https://www.jsdt.or.jp/jsdt/1641.html> (2019年11月13日現在)
- 2) 内閣府防災担当: 事業継続ガイドライン 第三版—あらゆる危機的事象を乗り越えるための戦略と対応—, 平成25年8月
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyoku/keizoku/sk_04.html (2019年11月13日現在)
- 3) 内閣府(防災担当): 事業継続ガイドライン 第三版—あらゆる危機的事象を乗り越えるための戦略と対応— 解説書, 平成26年7月
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyoku/pdf/guideline03_ex.pdf (2019年11月13日現在)
- 4) 指田朝久: 残念なBCPとこれからのBCP, 2018年3月14日
https://www.saa.or.jp/kenkyu/pdf/kenkyukai230_20180314.pdf (2019年11月13日現在)
- 5) 下條隆史: 震災の経験と今後の課題, 透析室の災害対策, クリニカルエンジニアリング 29(9): 779-786, 2018
- 6) 日本透析医学会統計調査委員会: 図説 わが国の慢性透析療法の現況 2011年12月31日現在
<https://docs.jsdt.or.jp/overview/index2012.html> (2019年11月30日現在)
- 7) 島崎大, 金見拓, 岸田直裕ほか: 医療における水供給の課題—災害時の医療用水確保および人工透析用水の利用を例として, 保健医療科学 59(2): 100-108, 2010
- 8) 中田智明: 北海道胆振東部地震 その時, 函館五稜郭病院は…?, 北海道医報 1206: 27, 2019
- 9) 関田憲一: 阪神・淡路大震災における兵庫県下透析施設の被害状況—兵庫県当透析医学会アンケート集計結果より—, 兵庫県透析医学会誌 8: 43-55, 1995
- 10) 一般社団法人日本透析医学会東日本大震災学術調査ワーキンググループ(編著): 各論 第7章 地域の防災対策の構築・情報手段・患者教育, 東日本大震災学術調査報告書—災害時透析医療展開への提言—, p227-245, 平成25年12月10日
<https://www.jsdt.or.jp/jsdt/1641.html> (2019年11月13日現在)

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】 大規模停電—ブラックアウト—における 透析センター稼働不能への対応

社会医療法人製鉄記念室蘭病院 診療技術部 臨床工学科

高橋 直紀 TAKAHASHI, Naoki



概要

2018年9月6日、北海道胆振地方中東部を震源地とする大地震が発生し、北海道全域が一斉に停電となった。当院も例外ではなく、透析センター（サテライトクリニック）が稼働不能に陥った。本稿では、大規模停電という状況下で当院臨床工学科はどのように対応したか、また、この経験を踏まえた当院およびサテライトクリニックでの災害対策について述べる。



Key Word

ブラックアウト メッセージアプリ ローリングストック

1

はじめに

当院は北海道胆振地方西部の室蘭市にあり、病床数347床を有する総合病院である。透析患者は入院患者のみで、外来透析患者は当法人透析センターである「サテライトクリニック知利別」（以下、サテライトクリニック）で受け入れている。当院臨床工学科では、サテライトクリニックを含め、ICU、手術室、心臓カテーテル室、当院透析室をローテーションにより勤務している。

本稿では、北海道胆振東部地震により発生した大規模停電で透析センターが稼働不能に陥った際の経験を述べる。

2

地震発生と停電

2018年9月6日（木）午前3時7分、北海道胆振地方中東部を震源地とする最大震度7、マ

ICU: intensive care unit
RO: reverse osmosis

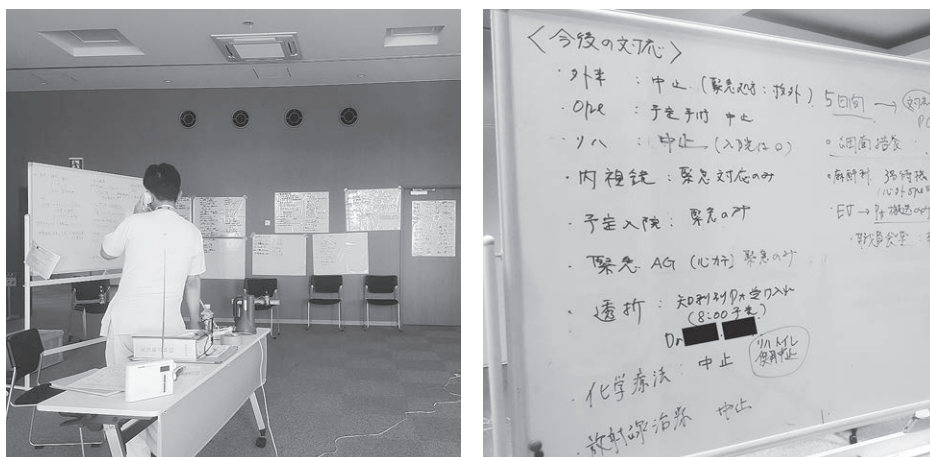


図 1 災害対策本部

地震発生から約 1 時間後、災害対策本部が大講堂に設置された。設置から約 1 時間で、サテライトクリニックの全透析患者の受け入れを決定した。

表 1 地震発生後 3 日間の当院における対応

9 月 6 日 (木)	午前 3 時 7 分	・北海道胆振地方中東部を震源とする地震が発生
	午前 3 時 25 分	・北海道全域で停電発生 (ブラックアウト)。当院では非常電源稼働
	午前 3 時 38 分～	・臨床工学科スタッフの安否確認 (メッセージアプリ (iMessage) を使用)
	午前 4 時ころ	・災害対策本部設置
	午前 4 時 50 分	・サテライトクリニック全透析患者の受け入れが決定し、職員へ通達 ・職員は夜明けを待って出勤し、受け入れ準備を開始
	午前 8 時ころ	・透析 (第 1 クール) を開始し、計 4 クール実施
	午前 9 時 30 分	・当院では通常電源に切り替わった (一部施設を除く)
9 月 7 日 (金)		・引き続き、当院にて透析を実施 (計 6 クール)
	午後 8 時半ころ	・サテライトクリニックがある地域一帯の電気が復旧 ・ただし、翌 8 日も当院で透析を行うことが決定
9 月 8 日 (土)		・引き続き、当院にて透析を実施 (計 5 クール)
		・サテライトクリニックにて、機器や設備などの被害状況の確認 ・機器の洗浄、および RO 装置のプレフィルタ交換を実施
9 月 10 日 (月)		・当院、サテライトクリニックともに、通常業務を再開

マグニチュード 6.7 の地震が発生し、それに伴い北海道全域が停電した。ブラックアウト^{*1}と呼ばれる現象であり、わが国で初めてのことであった¹⁾。

当院がある室蘭市は震度 5 弱であったが市内が停電し、当院も非常電源が稼働した。当院

では、地震発生から約 1 時間後に災害対策本部が設置された (図 1)。しかし、サテライトクリニックは非常用発電機を所有していなかったため、透析センターが稼働不能となった。

表 1 に、地震発生後の当院の対応を示す。

安否確認

地震発生から約 30 分後、所属長より安否確認の連絡が入った。当時、当院の臨床工学科職員は 16 名で、全員オンコール用に iPhone® が支給されており、メッセージアプリ (iMessage*) で一斉連絡が可能だったため、10 分程で全員の無事を確認・共有することができた (図 2)。

サテライトクリニックの透析患者の受け入れの決定

サテライトクリニックで当日勤務予定だった臨床工学技士が出勤し、責任者と協議した結果、透析不可能と判断した。それを受け、6 日 (木) 午前 4 時 50 分に、当院透析室でサテライトクリニックの全透析患者 134 名 (当時) を受け入れるとの通達があり、当院災害対策本部から所属長を通じ職員にあった。当院臨床工学科職員は夜明けを待ち、安全の確保を確認次第、随時出勤した。

外来診療と手術、心臓カテーテルは休止が決定していたので、人員を透析室に集約し、当院勤務者とサテライトクリニック勤務者に分かれて、受け入れ準備を開始した。当院勤務者は、透析室の立ち上げやプライミングなどの準備を行い、サテライトクリニック勤務者は、患者カルテやダイアライザなどをサテライトクリニックから当院へ運搬した。当院とサテライトクリニックは約 150 m しか離れていないので、透析が始まってからは事務員や看護助手が随時、必要物品を運搬した。一通り運搬が終了した時点で、サテライトクリニック勤務者も準備に当たり、午前 8 時前に第 1 クールの透析を開始した。

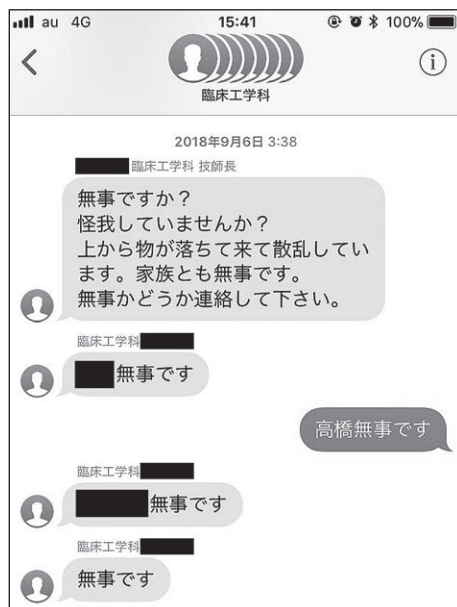


図 2 地震当日の iMessage を使った安否確認
臨床工学科のグループがあり、地震発生から約 30 分後に所属長からの安否確認の連絡に対し次々に返信した。出勤するまではこのメッセージアプリを通じてやり取りをし、サテライトクリニックが透析不能であること、当院透析室でサテライトクリニックの患者を受け入れることなども、このメッセージアプリを通じて連絡された。迅速な情報共有が可能であり、普段の業務連絡でも使用している。

サテライトクリニックの透析患者の受け入れに当たって

サテライトクリニックの全患者を当院透析室 (図 3) で受け入れることになったが、当院透析室とサテライトクリニックではさまざまな違いがあった (表 2)。その違いによる問題点と対応を示す。

5-1 キャパシティ (ベッド数)

当院透析室は 15 床、サテライトクリニックの透析室は 60 床と、キャパシティに大きな差



図3 当院透析室

9月6日、8日の透析は、サテライトクリニックスタッフと当院臨床工学科が対応した。7日は入院透析患者が5名(当時)いたため、サテライトクリニックスタッフと当院臨床工学科に加え、当院透析室の看護師も加わって対応した。

があった。そこで、全患者2時間の血液透析で対応することになった。

5-2 スタッフ数

ベッド数が違えば、当然、働くスタッフ数も大きく異なる。当院透析室では、通常、看護師2~3名、臨床工学技士2名で対応していたが、当然この人数では対応できない。そのため、サテライトクリニックの看護師と当院臨床工学技士総出で、透析室の対応を行った。

5-3 使用器材

表2に示したように、当院透析室とサテライトクリニックでは使用しているコンソールが異なり、それに伴い回路も異なっていた。当院透析室では、通常、10日~2週間分の回路をストックしていたが、地震発生当日の透析だけで、当院のストックを使い切ってしまった。しかし、ブラックアウトの影響で物流がストップしてしまったため、回路を発注しても、すぐには届かないとディーラから連絡があった。

表2 当院透析室とサテライトクリニックの違い

	当院透析室	サテライトクリニック
ベッド数	15床	60床
使用コンソール (使用回路)	DCS-27 〔日機装(株)〕 (川澄カーミーライン)	GC-110N, GC-X01 〔(株)ジェイ・エム・エス〕 (JMS 専用回路)
患者数	入院患者によって推移 (4~20名) (月・水・金のみ)	134名 (月・水・金2クール 火・木・土1クール)
スタッフ数	看護師2~3名 臨床工学技士2名	看護師17名 臨床工学技士4名

当院透析室のベッド数はサテライトクリニックの4分の1しかなかったため、すべての患者を、2時間透析で対応することになった。透析材料は、回路と透析液以外はサテライトクリニックのものを使用した。当院で使用している生理食塩液回路の在庫だけでは透析を継続できなかった。そこでやむなく、逆濾過専用回路を使用することになった。入院透析患者は5名(当時)だったので、より多くのサテライトクリニックの患者を受け入れることができた。

ほかに 100 人以上の患者を受け入れ可能な透析施設がある保証もないため、サテライトクリニックで使用している逆濾過専用回路を当院で使用し、透析を継続することが決定した。ただし、ポンプ径が異なるため、患者入れ替えのタイミングでポンプオクルージョンを調整し、使用した。

5-4 透析支援システムの違い

当院透析室とサテライトクリニックは、前述のようにコンソールが異なっていたが、透析支援システムも異なるものを使用していた。当院のシステムでは 130 名を超える患者のシステムを組む時間はなかったもので、システムダウンが生じた場合に備えて用意していた、手書きの記録用紙で記録を行った。しかし、手書きで記録をしたことがないスタッフがいたり、前述のようにコンソールも異なったため、穿刺はサテライトクリニックの看護師が、穿刺介助・返血・準備は臨床工学技士が行い、記録も臨床工学技士がサポートした。

6

当院の電気復旧

6 日(木)午前 9 時 30 分、当院の電気が一部施設を除き通常電源に切り替わった。北海道では比較的早い復旧であった。これは、当院が元々、新日本製鐵〔現・(株)日本製鉄〕の企業病院であり、医療法人化して独立した後も電力会社と日本製鉄から送電を受けており、地震直後は日本製鉄(当時・新日鐵住金)からの送電を受けたためである。しかし、問題がすべて解決された訳ではない。

7

物流の停滞

「5-3 使用器材」で述べたように、地震発生から 3 日間はダイアライザなどの透析材料は配送されなかった。幸い、サテライトクリニックに在庫があったため、透析ができなくなるという事態は避けられたが、通常なら配送されているはずの器材が配送されず、在庫が除々に減っていく様子に、「週明けに透析ができるのか」という不安に駆られた。

8

情報の錯綜

地震発生当日に「室蘭市内が断水する」という情報が入った。混乱のなかではその情報の真偽を確かめる余裕はなく、スタッフの不安は高まった。サテライトクリニック事務員が迅速に行政に確認をしたところ、そのような事実はないとの情報を得られたため無用なパニックを防ぐことができた。「断水する」という情報源がどこであったのかは今現在も不明である。電気や水道などのライフラインは病院運営においてはもちろん、透析でも欠かすことができないため、このような情報に敏感になるのは当然のことであった。しかし、情報の取り扱い方について考えさせられるできごとでもあった。

9

その後の経過

地震発生当日、サテライトクリニックがある地域一帯の電気は復旧しなかったため、翌日も当院で透析を行うこととなった。7 日(金)午後 8 時半ころ、サテライトクリニックがある

地域一帯の電気が復旧したことを確認したが、その時点で、スタッフの疲弊を考慮し8日(土)の透析も当院で行うことが災害対策本部会議で決定した。8日(土)は当院透析室とサテライトクリニックに人員を割り振り、サテライトクリニックの透析機器類に破損などがないか確認し、洗浄とRO装置のプレフィルタ交換を行った。

地震発生当日の6日(木)から8日(土)の3日間で、当院でそれぞれ4クール、6クール、5クルールの透析を行い、一度も透析ができなかったという患者は1名もいなかった。週明けの10日(月)からは、当院、サテライトクリニックともに通常業務に移行した。

10

課題と対策

災害対策として、当院では年2回、法定で義務付けられている避難訓練と並行して、透析中に災害が起きた場合を想定した緊急離脱訓練を行ってきた。しかし、今回の地震のように、業務時間外に災害が起こった場合の明確なプロトコールは存在しなかった。また、当院臨床工学科とサテライトクリニックスタッフのなかに、「サテライトクリニック透析不可→まず当院へ依頼」という認識はあったが、マニュアルは存在しなかった。よって、業務時間外に災害

が起こった場合のマニュアルを作成した。また、透析中に災害が起こった場合のマニュアルもこれを機に改めて作成し、サテライトクリニック内に数カ所掲示するようにした。さらに、当院とサテライトクリニック間で話し合いの機会を設け、災害時の患者受け入れ体制について再確認した。

職員間の連絡方法について、当院臨床工学科内では、一斉に情報共有できるという強みから、「iPhone®のiMessageにて一斉送信」を、今後も第一選択とすることにした。

透析器材は、当院透析室、サテライトクリニックとともに臨床工学技士が発注・管理を行っている。今回の震災以前も最低1週間分は多く在庫をもつように発注・管理していたが、いま一度、ローリングストック*3を徹底して行うよう心掛けている。

11

おわりに

本稿では、北海道胆振東部地震における当法人の経験について述べた。少しでも読者の方の参考となれば幸いである。

■著者連絡先メールアドレス
takahashi-naoki@nshp-muroran.or.jp

用語解説

*1 ブラックアウト

大手電力会社の管轄する地域のすべてで停電が起こる現象(全域停電)。北海道胆振東部地震に伴い、わが国で初めてブラックアウトが発生した¹⁾。

*2 iMessage

iPhone®などのApple社製品間で送受信できる、無料のメッセージサービス。

*3 ローリングストック

日常のなかに食料備蓄を取り込む考え方。普段から食料を多めに買って置き、使ったらその分だけ新しく買い足していくことで、常に一定量の食料を家に備蓄しておく方法。本稿では、透析資材に置き換えている²⁾。

■文献

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁：日本初の“ブラックアウト”，その時一体何が起きたのか，2018年11月2日
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/blackout.html> (2019年11月11日現在)
- 2) 一般財団法人日本気象協会：備蓄の心得 ローリングストックについて，トクする！防災
<https://tokusuru-bosai.jp/stock/stock03.html> (2019年11月11日現在)

Clinical Engineering

●月刊誌・毎月25日発行 ●B5判
定価：本体 1,900円(税別)

2019年3月号 (Vol.30 No.3) ・好評発売中

【特集】透析療法における医療安全 ーレジリエントな透析ケアを目指してー

[編集責任] 篠田俊雄 (つくば国際大学医療保健学部医療技術学科)

- | | |
|---|--|
| ● 透析医療における
レジリエンス・エンジニアリングの適用
..... 北村温美ほか | ● 治療中の安全・円滑な透析装置の稼働を目指して
..... 本間 崇 |
| ● 血液透析の手技，治療中の患者観察における
安全・円滑な業務手順を目指して
..... 佐藤久光 | ● 治療の安全性を担保する透析液清浄化を目指して
..... 内野順司 |
| ● 安全な通院への支援ー送迎と通院介護ー
..... 水内恵子 | ● 透析事故のトラブルシューティング
..... 山家敏彦 |

[創刊 30 周年記念コーナー]
月刊『Clinical Engineering』
編集顧問からのメッセージ

[連載]
第 40 回 第 2 種 ME 技術実力検定試験全問解説
連載第 3 回 午後の部 問題 1～30 試験問題研究会

学研メディカル秀潤社

〒141-8414 東京都品川区西五反田2-11-8 TEL: 03-6431-1234(営業部) FAX: 03-6431-1790
URL: <https://gakken-mesh.jp/>

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

医療法人溪仁会手稲溪仁会病院 臨床工学部

千葉 二三夫 CHIBA, Fumio

医療法人溪仁会手稲溪仁会病院 腎臓内科

滝沢 英毅 TAKIZAWA, Hideki



概要

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震による停電により、当院では初めて近隣の施設から2日間で195名の透析患者を受け入れた。この経験から、災害時受け入れ体制のシステムや医材料の確保・流通方法を明確にしておくこと、災害時に働くスタッフの人員配置や役割分担などが今後の課題として明らかになった。



Key Word

地震 ブラックアウト 災害拠点病院 透析患者受け入れ

1

はじめに

当院は北海道札幌市手稲区に位置し、病床数670床(ICUは16床)を有する総合病院である。臨床工学部は25名の臨床工学技士と専任事務員1名から成り、体外循環、心臓カテーテル室、ペースメーカ管理、血液浄化、呼吸管理、手術室、ME機器管理の業務を短期ローテーションにて担当している。2014年より当直を開始し、24時間、院内に臨床工学技士が常駐し、緊急業務に対応している。また、透析室はベッド数20床で、月曜～土曜は午前中1クール(1部透析)、月・水・金は午前・午後の2クール(2部透析)透析を行っており、1クール

につき、臨床工学技士5名、看護師5名で対応している。

2018年9月6日(木)午前3時7分、北海道胆振地方中東部を震源地とするマグニチュード6.7、震源の深さ37km(いずれも推定)、最大震度7の地震が発生し、午前3時25分には北海道全域でブラックアウト(大規模な停電)が発生した。当院では、高圧自家発電機4機が始動し、午前3時50分に災害対策本部を発足した。災害拠点病院として25名の在宅患者の

ACS: acute coronary syndrome
BCP: business continuity plan
DMAT: Disaster Medical Assistance Team
HD: hemodialysis
HDF: hemodiafiltration
ICU: intensive care unit
LVAD: left ventricular assist device
PCI: percutaneous coronary intervention

表 1 地震発生後 3 日間の臨床工学部の対応

2018 年 9 月 6 日 (木)	
午前 3 時 7 分の被災直後	- 当直の臨床工学技士 1 名が以下対応を行った ・ ICU と病棟にて人工呼吸器装着患者の作動確認 ・ 透析室, 手術室, 血管造影室, 内視鏡センターをラウンドし, 被害状況を確認
午前 3 時 50 分	・ 災害対策本部が発足
午前 5 時	・ 災害対策本部へ被害状況を報告
午前 6 時	・ 循環器内科からのコールにより, ACS への緊急 PCI 施行 ・ 臨床工学技士 25 名と専任事務員 1 名の安否確認・出勤可否の確認 (18 名が出勤, うち 1 名は DMAT 活動)
午前 8 時	・ 透析室のみ通常稼働が決定 ・ 近隣施設への輸液ポンプ・シリンジポンプの貸し出し ・ 院内における酸素バイピングの貸し出し ・ 来院した LVAD 装着患者のバッテリー充電 ・ ICU への他院からの人工呼吸器装着患者受け入れ対応
午前 10 時	・ 札幌市透析医会から当院へ, 近隣 3 施設の透析患者受け入れ要請 ・ 災害対策本部および透析室室長からの受け入れ指示
午後～翌 7 日午前 1 時 40 分	・ 透析室 (20 床) で 5 クールの透析を実施 (当院臨床工学技士は 12 名対応)
2018 年 9 月 7 日 (金)	
午前 4 時～翌 8 日午前 0 時 30 分	・ 透析室 (20 床) で 8 クールの透析を実施 (当院臨床工学技士は 8 名対応)

酸素・電源供給を行い, 他院から 11 名の人工呼吸器装着患者, 9 名の妊婦, そして近隣施設の透析患者 195 名を受け入れた。

2

災害発生当日の臨床工学部の対応

被災直後, 臨床工学技士の当直者 1 名が ICU と病棟にて人工呼吸器装着患者の作動を確認後, 透析室, 手術室, 血管造影室, 内視鏡センターをラウンドして状況を確認し, 災害対策本部へ報告した。幸いにも停電のみで, 各医療機器に被害はなかった。また, 午前 6 時には循環器内科からコールがあり, 緊急カテーテル治療に対応した。その後, 数名が出勤し, 緊急連絡網で臨床工学部スタッフの安否と出勤の可否を確認し, 26 名中 18 名が出勤した (うち 1 名は DMAT 活動)。

災害対策本部が, 通常外来と定期手術の中止

を決定した。透析室のみ通常稼働することが決定し, 臨床工学技士 5 名で対応することになった。そのほかにも, 患者受け入れ体制を整えるための酸素バイピングの貸し出しや, 来院した補助人工心臓 (LVAD) 装着患者のバッテリー充電, 他院から移送された人工呼吸器装着患者の ICU での受け入れ対応を行った。さらに, 近隣施設に対しても, バックアップ機器としてバッテリー駆動可能な輸液ポンプ・シリンジポンプの貸し出しを行った。

1 部透析中の午前 10 時に, 札幌市透析医会より近隣 3 施設からの透析患者受け入れ要請があり, 災害対策本部および透析室室長から受け入れ指示があった (表 1)。

3

他施設からの透析患者受け入れと透析条件および対応

近隣の 3 施設から透析患者の受け入れを開

a)



b)



c)



d)



図1 騒然とした透析室

近隣の3施設から透析患者を受け入れた(a)。ホワイトボードに透析開始時間とベッド番号、患者氏名・生年月日および施設名を記入して、情報を整理した(b)。透析回路は当院の回路を使用し(c)、各施設から持ち込んだダイアライザなどは施設ごとにダンボールに入れて管理した(d)。

始するに当たって、1部透析終了後より、医材料(透析回路、ダイアライザ、透析液、穿刺針、抗凝固薬、注射薬)などの在庫を確認して透析室室長に報告した。右の透析条件として、多人数用透析装置のベッド19床と個人用透析装置のベッド1床の20床で、被災当日6日(木)の午後から翌7日(金)の午前1時40分まで5クルールの透析を行った(図1)。

【透析条件】

- ・2時間透析(延長なし)
- ・注射なし
- ・透析回路以外(ダイアライザ、穿刺針、抗凝固薬など)は各施設からの持ち込み

当院では、電子カルテに透析管理システム ERGOTRI®〔株〕ジェイ・エム・エス〕を用い

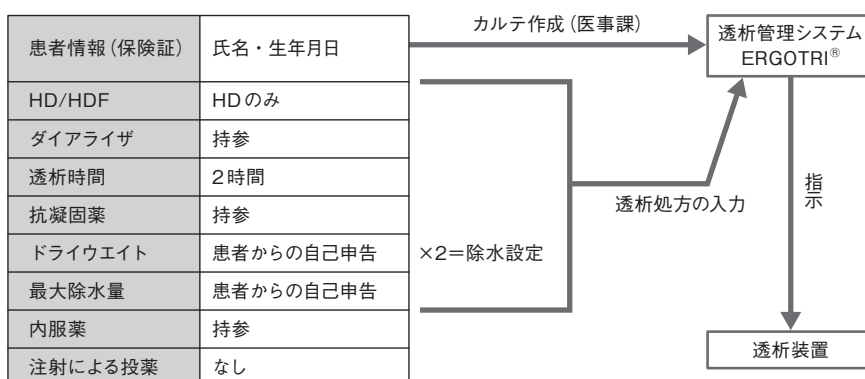


図2 透析条件とシステム

表2 近隣3施設からの受け入れ透析患者数・応援スタッフ数(a)，および施行した透析数(b)

a)

		施設 A	施設 B	施設 C	計
受け入れ透析患者数 [名]		73	96	26	195
応援スタッフ数 [名]	医師	2	—	—	2
	臨床工学技士	5	4	2	11
	看護師	6	9	4	19

b)

	9月6日午前9時 ～7日午前1時40分 (5クール)	9月7日午前4時 ～8日午前0時30分 (8クール)
他施設からの患者 [名]	85	110
当院の患者 [名]	23	20

ているため、受け入れ患者についてもカルテを作成して ERGOTRI® で管理した(図2)。

なお、透析開始当初は当院の臨床工学技士のみで対応していたが、業務量が多いため、後述のように他施設のスタッフに応援要請を行い、対応してもらった。

近隣の施設の電力が徐々に復旧したため、受け入れ透析は8日(土)午前0時30分で終了した。2日間で当院の透析患者43名と受け入れ患者195名の延べ238名の透析を、大きなトラブルなく無事行うことができた(表2)。

なお、被災当日6日(木)の1部透析(当院患者の透析)～8日(土)の他施設からの受け入れ

透析終了まで、当院臨床工学技士は以下人数・勤務にて対応した。

- ・6～7日(5クール)：計12名
〔6日午前8時半～午後7時半：2名、6日午前8時半～午後10時：3名、6日午前8時半～7日午前0時：2名、6日午前8時半～7日午前8時半(7日午前4時から透析を開始するため)：5名〕
- ・7～8日(8クール)：計8名

役割分担

前述のように、透析開始当初は当院の臨床工学技士が中心となって対応していたが、患者誘導、体重測定、穿刺や透析装置の操作、バイタルサインのチェックなど業務量が多いため、他施設に要請し、医師2名、臨床工学技士11名、看護師19名に応援にきてもらい、交代で対応してもらった(表2)。他施設からの応援スタッフには、患者の送迎と誘導、カルテがない患者についての透析条件などの申し送り、患者から自己申告されたドライウエイトによる除水量の確認、および穿刺とバイタルサインのチェック、止血操作などを行ってもらい、当院の臨床工学技士は透析装置の操作や記録などを行った(表3)。

このように役割分担を明確化することで、スムーズな運用が可能となった。また、患者にとっても、他施設で透析治療を受ける不安な状況のなか、いつもの慣れた自施設のスタッフが穿刺やバイタルサインのチェックを行うことで、安心して治療を受けてもらうことができたのではないかと感じた。

保険診療の取り扱いおよび対応

今回の受け入れ透析において、保険診療の手技料は請求し、他施設から持参した材料費については返却とした。他施設からの応援スタッフに対する人件費の支払いについては、先方が辞退された。また、他施設からの応援スタッフは当院への派遣職員として登録し、当院が災害拠点病院として加入している責任賠償保険の範疇で対応したので、安心して業務を行ってもらうことができた。

表3 役割分担

当院臨床工学技士
・透析装置の操作
・記録
他施設からの応援スタッフ
・患者連絡
・患者送迎
・患者誘導
・透析条件の申し送り
・除水量の確認
・引率、介助
・穿刺
・バイタルサインのチェック
・止血

自家発電能力と電力供給

当院では、1000 kVA・2基と750 kVA・2基の自家発電機を4基保有し、72時間の自家発電対応能力を備えている。しかし、災害時には、当院のような災害拠点病院では想定より消費電力が増える可能性(他院からの紹介、在宅患者のバックアップなど)がある。当院の重油タンク貯蔵量は33,000 Lであるが、今回の災害対策中の重油消費量は1000 L/hrであったため、急遽、重油の補給を行った。幸い、自家発電稼働開始から約14時間後に電力が復旧したため、貯蔵および補給により間に合った。

今後の課題

北海道胆振東部地震において、当院は初めて他施設から透析患者を受け入れた。当院の災害時マニュアルは「患者の避難対応」が主に作られており、透析患者受け入れに対するマニュアルがなかったことから、次の課題が明らかになった。

- ・災害時受け入れのシステムやマニュアルの作成
- ・透析液や血液回路などの医薬品や物品を含めた医材料の確保や流通方法の明確化
- ・関連施設との、透析装置や回路の共有化についての検討
- ・災害時に勤務するスタッフの人員配置と役割分担
- ・スタッフへの食事提供や休憩時間の確保

当院の事業継続計画 (BCP) を基に、臨床工学技士の役割を明確化し、迅速かつ安全な対応ができるシステムの構築が必要である。

いつ起こるかわからない災害への対応としては、各地域で透析医学会や臨床工学技士会と協議し、地域ごとに災害時に各施設で受け入れ可能な施設の確保と受け入れ可能な人数を把握し、情報を共有できる災害時透析ネットワーク作りの構築が急務である。

■著者連絡先メールアドレス

千葉二三夫：fwke7416@mb.infoweb.ne.jp

Clinical Engineering

●月刊誌・毎月25日発行 ●B5判
定価：本体 1,900円(税別)

2019年11月号 (Vol.30 No.11) ・好評発売中

特集

血液浄化療法をめぐる最近の話題

[編集責任] 篠田俊雄 (つくば国際大学医療保健学部医療技術学科)

- アルブミン漏出量を安定させる濾過法 一定圧濾過，定速濾過，濾過 / 置換コントロール 田岡正宏
- 間歇補充型血液透析濾過 (I-HDF) における適正な補充量と頻度 長尾尋智ほか
- オンライン HDF におけるドナン効果は後希釈法で増強し，前希釈法では減弱する：
Na 出納の数値モデルによる定量的解析 篠田俊雄
- いわゆる「非自己管理型在宅血液透析」の問題と在宅血液透析管理マニュアルの改訂について 山川智之
- 透析医療機関の酸性排水による下水道管損傷とその対策 穴戸寛治

学研メディカル秀潤社

〒141-8414 東京都品川区西五反田2-11-8 TEL: 03-6431-1234(営業部) FAX: 03-6431-1790
URL: <https://gakken-mesh.jp/>

臨床工学技士と災害対策 2020

【西日本豪雨の経験から】 断水による水不足への対応

日立造船健康保険組合因島総合病院 診療技術部門 臨床工学部

近藤 隆司 KONDOU, Takashi



概要

2018年6月末～7月初旬に、わが国は大雨による大災害を経験した。特に7月5日(木)から8日(日)にかけては西日本を中心に記録的な豪雨となり、河川の氾濫や洪水、土砂災害が生じ、断水など甚大な被害をもたらした。血液透析を行っている医療機関では、今後は断水への対策も重要となると考えられる。



Key Word

大雨 断水 血液透析 初動 RO排水

1

はじめに

当院は、広島県尾道市因島土生町に位置する、病床数160床の総合病院である(図1)。1982年に2床から血液透析を開始し、2002年に職員の社宅に隣接する形で本館とは別棟として透析棟(透析センター)を新築し、2011年には30床に増床した。107名の透析患者(2018年7月末時点)に対し、月曜～土曜の週6日、全日2クールで透析治療を行っている。

臨床工学技士は13名所属し、血液浄化業務、人工呼吸業務、医療機器の点検業務、内視鏡関連業務、手術室関連業務を行っており、また医療機器についての院内研修会なども実施している。

2

西日本豪雨がもたらした断水と 当院における初動

2018年6月末～7月初旬に発生した豪雨では、特に7月5日(木)から8日(日)にかけて西日本を中心に記録的な雨量となり、7月6日(金)の朝から山陽新幹線に遅れが出た。当院でも、山陽新幹線遅延により非常勤医師の出勤に影響があり、小児科診療の開始が遅れる事態となった。6日(金)午後3時ころからはさらに強い雨が降り出し、7日(土)午前6時30分には、山陽道と瀬戸内しまなみ海道(広島県尾

DMAT: Disaster Medical Assistance Team
HDF: hemodiafiltration
RO: reverse osmosis

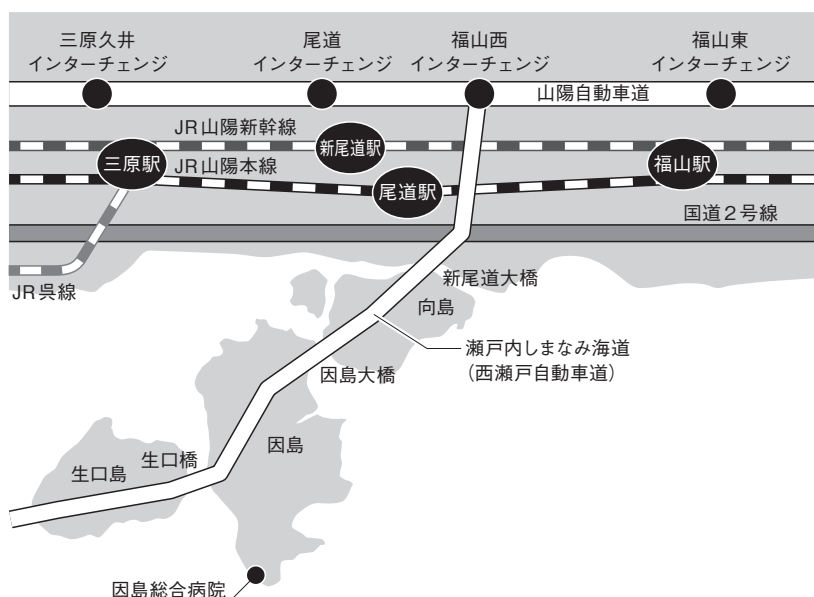


図1 当院の立地と交通機関との関係

道市と愛媛県今治市を結ぶ西瀬戸自動車道)の通行止め、および新幹線の運転見合わせが発表された。そのため、瀬戸内しまなみ海道を交通手段としている当院職員も出勤できず、休診とする診療科もあった。

一方、7日(土)に、尾道市水道局より午後12時から断水するとの連絡があったが「断水は数時間で終わる」とする見解だったことから、その時点では当院は対策を行っていなかった。しかし、後にこれが初動の遅れとなった。実際には、大雨により広島県本郷取水場が冠水したことにより水道水や工業用水の送水が停止し、7日(土)午後12時より尾道全域が断水した。復旧の目処が立たない状況だったため、当院では同日午後2時に連絡体制を災害対策本部チームへ移行し、断水対策会議メンバーを招集した。その時点で、当院本館の貯水槽水量は125t、透析棟の貯水槽水量は不明であった。

同時刻、日本透析医会災害時情報ネットワーク、および広島県透析連絡協議会災害ネットワークに被災状況を登録した。その後、本館の

高架槽から透析棟の高架槽へ水を送るため、消火用ホース7本を接続し、給水路を作製した(図2)。

3

当院における断水後の給水状況(表1)

前述のように当院地域を含む西日本の各地で断水が発生したため、近隣の自治体から給水支援を受けることは困難であった。しかし、日本透析医会災害時情報ネットワークへ登録したことにより、7月9日(月)には、さまざまな団体からの給水支援が始まった。尾道市からも給水車により6t、急遽手配した当院給水車(図3)により11.8tの給水を行うことができた(図4)。10日(火)午後12時ころからは大分市上下水道局の給水車による給水が始まり、また福岡和白病院のDMAT4名が到着、さらに午後5時30分に到着した自衛隊の給水車から60t、当院給水車により34.4tの給水を行うことができた。

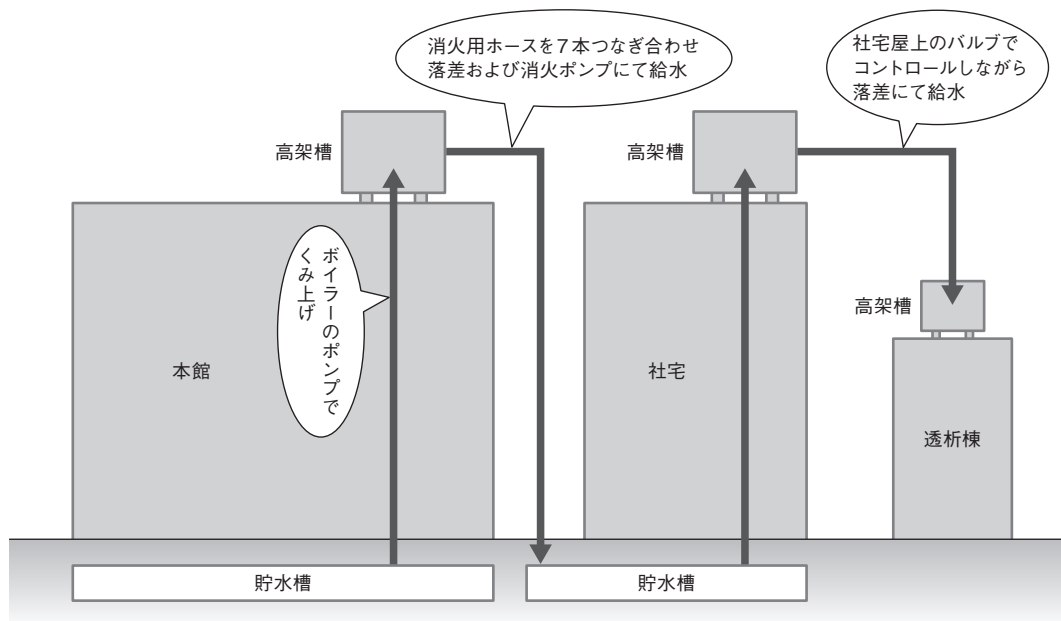


図2 本館の貯水槽から透析棟までの給水路確保模式図

本館の高架槽から社宅の貯水槽まで消火用ホースで緊急の給水路をつくった。透析棟高架槽にはあらかじめ社宅高架槽からの給水路を作製していたため、スムーズな給水が行えた。

表1 発生した断水に対する当院の対応

7月7日(土)	午前6時30分ころ	・山陽道、瀬戸内しまなみ海道が通行止め ・山陽新幹線の運転見合わせ
	午後12時	・尾道市水道局より、同日正午から断水予定との連絡あり
	午後2時	・当院断水対策会議メンバーを招集 ・日本透析医会災害時情報ネットワーク、および広島県透析連絡協議会災害ネットワークに被災状況を登録 ・本館の貯水槽から透析棟の高架槽への給水路を作製
		・各団体からの給水支援開始 ・治療条件を変更し、透析治療を継続
7月10日(火)	午後12時ころ	・大分市上下水道局給水車による給水開始 ・福岡和白病院 DMAT 到着
	午後5時30分	・自衛隊給水車到着
7月17日(火)		・断水解除の日処が立ち、透析時間と透析液流量を通常時の条件に変更し、血液透析を続行
7月19日(木)		・RO装置の活性炭フィルタを交換
7月20日(金)		・断水解除、水道からの給水が再開
7月25日(水)		・エンドトキシンと生菌数の測定(エンドトキシンの結果は「未検出」)
8月1日(水)		・生菌の結果は「未検出」
8月2日(木)		・通常の条件での透析治療を再開



図3 当院の給水車

今回の断水では、当院で所有していたトラックの荷台に急遽購入した給水用タンクを配置し、給水車として使用した。なお、因島島内にも給水場所(貯水池)が設けられ、病院や介護施設などはそこに行けば給水を受けることができた。

4

血液浄化療法で使用する水量と注意点

4-1 通常の血液浄化療法で使用する水量 (表2)

通常使用する透析液量は当院の場合、1日に55人の血液透析患者を4時間、600 mL/minの条件で行うと、7920 Lとなる[55人×600 mL/min×240分(4時間)]。さらに、消毒に

使用する水量を当院の条件で計算すると、5820 Lとなる[透析監視装置30台の事後消毒・事前消毒および透析液準備工程(流量600 mL/min)に4時間(ただし、消毒内容により時間は異なる)かかり、多人数透析液供給装置およびA・B原液作製装置の消毒に使用する水量を1500 Lとする]。すなわち、1日に血液浄化療法で使用する水量は、合計13,740 L(7920 L+5820 L)となる。

しかし、この数字はRO水として使用される

水量で、実際には、水道水を逆浸透法精製水製造装置 (RO 装置) で RO 水を作製する工程には排水が含まれるため、回収率は 50~75% に設定するとされている¹⁾。当院では通常、回収率は 65% 程度に設定しているため、実際に使用する水道水量は約 21 t ($13,740 \text{ L} \div 0.65 = 21,138 \text{ L}$) である。

4-2 断水状態での血液浄化療法で使用した水量 (表 2)

当院では断水発生後、給水支援を受けて 7 月



図 4 本館貯水槽への給水
写真奥のマンホールから貯水槽へ給水した。

9 日 (月) から透析を再開したが、Pre-Online-HDF で治療していた患者は医師の許可を得て血液透析へ変更し、透析時間は、週 3 回の患者の場合、週初めと週終わりの透析を 3 時間 30 分、週中の透析を 3 時間とした。なお、医師の指示により、治療条件変更についての患者への説明は臨床工学技士が行った。

ここで、透析液流量を 300 mL/min として通常と同じ 1 日 55 人の患者に血液透析を行う場合で計算すると、3 時間 30 分の透析で使用する水量は 3465 L となる [$55 \text{ 人} \times 300 \text{ mL/min} \times 210 \text{ 分 (3 時間 30 分)}$]。また、3 時間の透析の場合は 2970 L となる [$55 \text{ 人} \times 300 \text{ mL/min} \times 180 \text{ 分 (3 時間)}$]。

多人数透析液供給装置、A、B 原液作製装置の消毒の条件は、前述した通常の血液透析時と変わらないため、使用する水量も 1500 L で同じである。一方、各透析監視装置の消毒では、流量を 300 mL/min としたため、使用する水量は 2160 L である [$300 \text{ mL/min} \times 240 \text{ 分 (4 時間)} \times 30 \text{ 台}$]。よって、消毒で使用する全水量は 3660 L となる。

以上より、治療時間が 3 時間 30 分の場合、使用する水量は計 7125 L ($3465 \text{ L} + 3660 \text{ L}$)、3 時間の場合は 6630 L となる ($2970 \text{ L} + 3660 \text{ L}$)。この数字は通常の血液透析時と同様に RO 水として使用される水量となるため、RO 装置での回収率を 75% まで上昇させると、実際に使用する水道水量は、治療時間が 3 時間 30 分の場合は 9.5 t ($7125 \text{ L} \div 0.75 = 9500 \text{ L}$)、治療時間

表 2 当院の血液浄化療法で使用する 1 日の水量
(1 日 55 人としたとき)

	通常時	断水時
血液透析の RO 水量	7920 L	2970 L
消毒、事前準備の RO 水量	5820 L	3660 L
必要水道水量	21,138 L	8840 L
手洗い	330 L	330 L
合計	21,468 L	9170 L

が3時間の場合は約9 t ($6630 \text{ L} \div 0.75 = 8840 \text{ L}$)となる。

このように、断水した場合、治療時間や透析液流量の条件を変更すると、通常の治療時の半分以下の水量で血液透析を行えることがわかる。しかし、これは血液透析のみに使用する水量であり、手洗いなどに使用する水量は含まれていない。血液透析では、手洗いは穿刺前・穿刺後、返血前・返血後の最低4回行う必要がある。水道水流量を6 L/minとし、15秒間流水で洗い流す設定とし、55人の患者に血液透析を行う場合を考えると、330 Lの水がさらに必要になる[$55 \text{ 人} \times 4 \text{ 処置} \times 6 \text{ L/min} \div 4 \text{ (60秒} \div 15 \text{ 秒)}$]。

以上より、断水状態でも血液透析を継続するためには、1日10 t近い水が必要になることがわかる。

4-3 消毒条件

透析液流量を減らすと消毒時の透析液流量も自動的に減少させる透析監視装置もあれば、透析液流量と消毒時の流量を異なる量に設定できる透析監視装置もある。断水時は、給水状態にもよるが、消毒は基本的に通常時と同じ条件で行うことが望ましいと考えられる。今回の断水において、当院では前述のようにPre-Online-HDFから血液透析へ治療方法を変更した。(一社)日本透析医学会の透析液水質基準²⁾と血液浄化器性能評価基準³⁾では、透析用水はエンドトキシン0.05 EU/mL未満、細菌数100 CFU/mL未満と定められており、当院の水質では問題なく血液透析が継続可能であった。

4-4 治療方法を血液透析からPre-Online-HDFへ戻す基準

7月20日(金)に水道からの給水が開始され、断水状態は解除された。当院では、断水対策会議での決定により、断水解除の目的が立った

7月17日(火)午前の血液透析から、透析時間は医師の指示通りとし、透析液流量も断水時の300 mL/minから医師の指示(600 mL/min)に変更した。しかし、治療方法は血液透析のままとした。

当院の透析液水質管理は、透析機器安全管理委員会規程により定められている。その規程では、エンドトキシンが0.001 EU/mL未満かつ生菌0.02 CFU/mL未満になれば透析液安全管理者(臨床工学技士)へ報告を行い、コンソールの使用許可を得た後、翌日より逆濾過プライミング、Online-HDFを開始するとしている。7月25日(水)にエンドトキシン、生菌数測定のための採取を行ったところ、エンドトキシンの結果は「未検出」であった。1週間後の8月1日(水)に結果が出た生菌も「未検出」であったことから、透析液安全管理者へ報告し、翌2日(木)より逆濾過プライミング、Pre-Online-HDFを再開した。

4-5 残留塩素の確認と対策

水道水の消毒は、水道法第22条に基づく水道法施行規則(厚生労働省令)第17条3号では、「給水栓における水が、遊離残留塩素を0.1 mg/L(結合残留塩素の場合は、0.4 mg/L)以上保持するように塩素消毒をすること」とされている。当院の水質検査では、7月18日(水)時点で結合残留塩素は0.4 mg/L(共立理化学研究所のパックテストを使用)であったため、基準を満たす水を供給できていたと考える。断水解除後も塩素測定を行ったところ、0.4~0.8 mg/Lの間を推移し、断水解除後も1カ月近く、高い濃度で推移した(図5)。当院では断水後の塩素対策として、断水解除1日前にRO装置の活性炭フィルタを交換した。各メーカーにより異なるが、活性炭での塩素除去能力はおおよそ1 mg/Lであるため、RO膜に負荷をかけることなく塩素除去ができていたと考えられる。

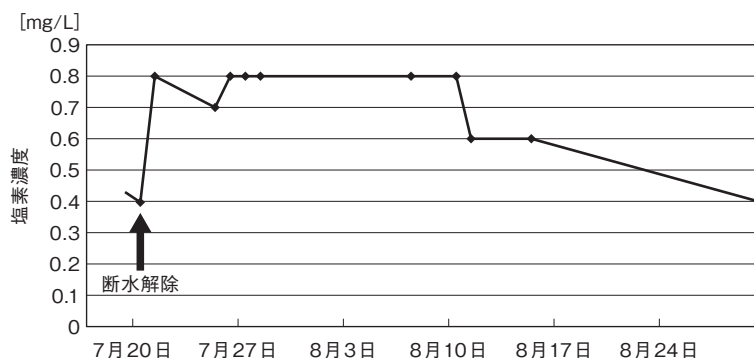


図5 水道水の結合残留塩素濃度の推移

断水が解除されてからも、約1カ月近く塩素濃度が高かったことがわかる。

5

おわりに

2018年の西日本を中心とした豪雨では、地域全体が断水したことにより、患者やその家族はもちろんのこと、スタッフのなかにも自宅が断水した者が多かった。そのような状況でも、さまざまな団体・地域から支援を受けたことにより、透析患者・入院患者をほかの医療機関に移送することなく断水を乗り越えることができ

た。また、当院スタッフの努力と情熱により支えられたことも間違いなさだろう。

豪雨による断水を想定することは難しい。よって、考えられるすべての災害に対してできる限りの準備と、地域の透析患者に安全な医療を継続して提供するための対策を行うことが重要であると考え。

■著者連絡先メールアドレス

kondoh_ta@hitachizosen.co.jp

■文献

- 1) 公益社団法人日本臨床工学技士会 透析液等安全委員会：透析液清浄化ガイドライン Ver. 2.01, 2014年3月11日 <https://www.ja-ces.or.jp/ce/wp-content/uploads/2013/03/72ca45279a884fa1f4faa647058754f5.pdf> (2019年11月12日現在)
- 2) 峰島三千男, 川西秀樹, 阿瀬智暢ほか：2016年版 透析液水質基準, 日本透析医学会雑誌 49(11): 697-725, 2016
- 3) 秋葉 隆, 川西秀樹, 峰島三千男ほか：透析液水質基準と血液浄化器性能評価基準 2008, 日本透析医学会雑誌 41(3): 159-167, 2008

日本災害時透析医療 協働支援チーム (JHAT)の活動

神奈川工科大学 工学部臨床工学科
同大学院 工学研究科
同地域連携災害ケア研究センター長
日本災害時透析医療協働支援チーム 事務局長

山家 敏彦 YAMAKA, Toshihiko

1. 日本災害時透析医療協働支援チーム (JHAT)の必要性と活動目的

透析医療は、医師、看護師、臨床工学技士などの異なる職種によるチーム医療によって支えられている。それぞれの職種ごとに高い専門性と技術を要することから、数年以上の経験と幅広い領域の知識が必要とされる。

災害時には、被災状況の把握が迅速に行われなければならないが、透析医療においては、日本透析医会災害時情報ネットワークによる情報伝達システムが構築されている。このシステムは、2011年3月11日に発災した東日本大震災においても、被災状況の把握や支援活動にきわめて重要な役割を果たした。このような情報システムは、支援活動に活用されることで最終目的が達成される。透析医療においては、専門的な知識と技術に習熟した医療者によってのみ支援が可能であることから、各専門職種によって組織的な災害支援を実践しなければ、広域災害への対応は困難である。

そこで、透析医療関連団体が一致協力して災害時における透析医療を支援することで透析治療が途切れることなく継続されることを目的に、「日本災害時透析医療協働支援チーム(JHAT)」が2015年12月に設立された。構成団体は、(公社)日本透析医会、(一社)日本腎不全看護学会、(公社)日本臨床工学技士会、そして(一社)日本血液浄

化技術学会の4団体である。

被災地では医療者も被災者である。しかし、被災者である前に医療者であることを優先する高い志をもってしても、昼夜の別なく診療に当たる者の気力と体力の消耗を止めることはできず、やがて大きな疲弊感に襲われ、診療の継続に大きな支障をきたすこととなる。このような状況に至る前に組織的に支援していく、これがJHATの活動目的である。

2. JHATによる支援活動

JHATの構成団体からもわかるように、看護師、臨床工学技士が透析医療災害支援活動の中心的な職種となる。おもな活動は、「被災地の先遣調査」「支援物資供給センターの運営」「透析医療支援者の派遣」などである。

災害が発生したら、まず「先遣隊」を組織して被災状況の調査を行う。調査に向かう隊員は、被災地の地理に詳しい者を選抜し、施設やスタッフの被災状況、食料調達の有無などの状況を調査して本部へ報告する。食料、生活物資が長期にわたって不足することが懸念される場合は、「支援物資供給センター」を設置し、物資の受け入れや仕分け、配送などを行う。「業務支援者の派遣」は、被災地の施設から要請があった場合に、おもに看護師と臨床工学技士に対して出動要請を行う。この場合、派遣する施設で使用している装置の操作や運転が可能であることを原則に、支援先への出務を決定している。なお、「先遣隊」や「業務支援者派遣」では、5年以上透析医療に従事し、原則としてJHAT隊員養成研修を受けた者をJHAT隊員として登録し、出務要請をすることになる。以上の流れを図1に示す。

3. これまでに行った災害支援活動

JHAT設立から約4カ月後の2016年4月に熊本地震が発災し、JHATとして最初の活動となった。

JHAT: Japan Hemodialysis Assistance Team in disaster

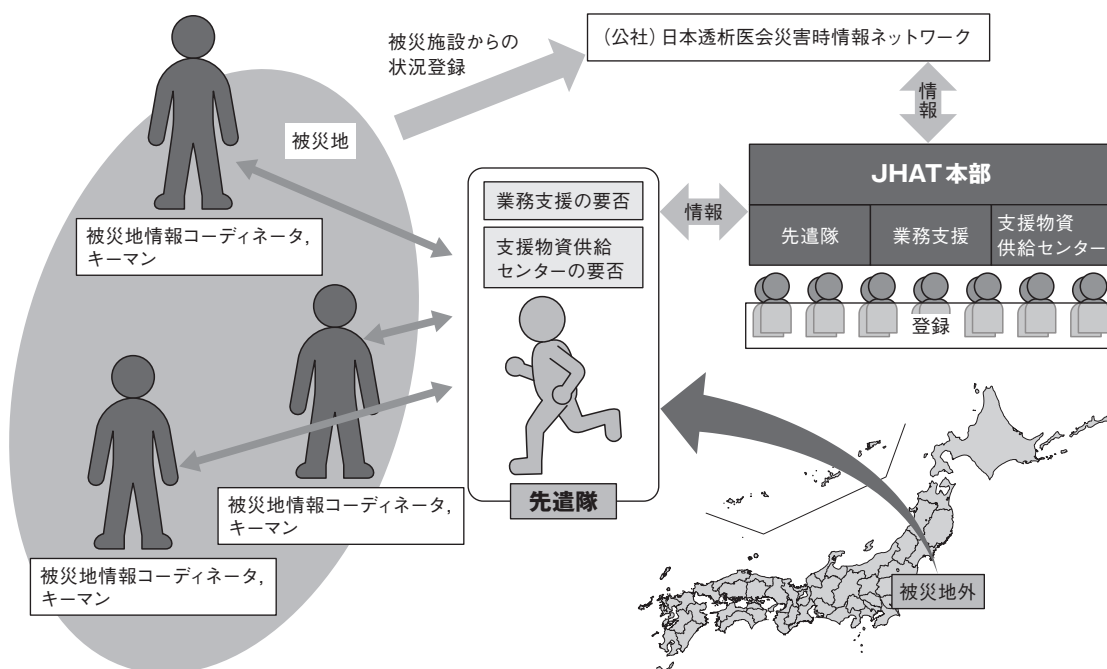


図1 JHAT 活動の流れ

た。熊本地震は、熊本地方を震央として4月14日午後9時26分、および4月16日未明に発生し、震度は気象庁の震度階級で最も大きい震度7であった。この災害においては、先遣隊として4人の臨床工学技士を派遣した。これにより、診療支援を要する施設が複数報告され、4月19日～5月14日までの26日間で7カ所の透析施設に対し、延べ193名の看護師と臨床工学技士を業務支援として派遣した。同時に、支援物資供給センターを福岡県久留米市の聖マリア病院の協力を得て同敷地内に設置し、4月18日～5月4日の17日間に、人がもてる程度の段ボール箱に換算して1949箱の集配を行った。

熊本地震後も、毎年のように自然災害が発生し医療機関も被災している。JHATは、2018年7月の西日本を中心とした豪雨災害では先遣隊4名、2019年9月の台風第15号による千葉県南房総地域の停電、断水被害に対しては先遣隊4名を派遣したが、この場合はいずれも調査のみで活動は完結した。その後、2019年の台風第19号により大規模な浸水被害がみられた福島県本宮市

の病院へ、10月23日～11月9日の期間、臨床工学技士2名と看護師3名を業務支援として派遣した。

4. 今後の課題

透析医療におけるこれまでの災害対策は、地震に対するものが多かった。しかし、この数年、地震のみならず火山噴火や台風などの自然災害が多発しており、2019年に発生した台風への対応を通して、JHATの態勢(体制)のあり方など多くの教訓を得た。「隊員の確保」「迅速な先遣調査」「支援・受援マニュアルの整備と普及」「物流業者との協力体制の構築」「各地の透析医療災害対策団体、行政との連携」などである。これらは、新たな課題ではなく、これまで明らかになっていた未解決問題でもあり、猛省して対応しなければならないと考えている。

■著者連絡先メールアドレス
yamaka@cet.kanagawa-it.ac.jp

臨床工学技士と災害対策 2020

透析室の浸水・土砂災害対策 —装置設置の面から—

特定医療法人五仁会元町 HD クリニック 臨床工学部
公益社団法人日本透析医会 災害時透析医療対策委員会
公益社団法人日本臨床工学技士会 災害対策委員会

森上 辰哉 MORIGAMI, Tatsuya



概要

本邦では、地震災害対策に比べて、浸水・土砂災害に関連する対策は進んでいない。昨今の台風による洪水・土砂災害では、浸水により停電と断水がきわめて高い頻度で発生している。今後は、洪水・土砂災害への対策を見つめ直す必要があり、本稿では、透析室における機器や装置の設置方法について述べる。



Key Word

ハザードマップ 土のう 止水板 嵩上げ

1

はじめに

日本透析医会災害時情報ネットワークは2000年に運用が開始され、以降、本邦の透析医療にかかわる情報集約の中心的役割を担ってきた¹⁾。本ネットワークの運用開始以降、多くの災害が発生したが、情報収集活動を行った災害は全37回で、その内訳は地震災害が18回、台風などの豪雨や豪雪による水害・雪害が19回であり、水害・雪害のうち透析医療に影響を及ぼした災害は14回であった(表1)。

支援が必要になるような広域災害は地震によるものが圧倒的に多いと考えており、台風など

地震以外の災害がこれだけ多く発生するという認識はなかった。本稿では、透析室における浸水・土砂災害対策としての機器設置方法について概説する。

2

ハザードマップの重要性

2018年6月28日～7月8日に西日本を中心に降り続いた大雨(平成30年7月豪雨)で被害が拡大した原因は想定外の雨量にあり、死者・行方不明者の数は200名を超えた。多くの医

BCP: business continuity plan

表 1 透析医療が影響を受けた近年の水害・雪害

◆ 1999 年 6 月	梅雨前線による西日本～北日本を中心とした豪雨
◆ 2000 年 9 月	秋雨前線と台風第 14 号による東海豪雨
◆ 2004 年 7 月	新潟・福島豪雨
◆ 2004 年 10 月	台風第 23 号による近畿地方を中心とした豪雨
◆ 2011 年 3 月	東日本大震災における津波
◆ 2011 年 8 月	台風第 12 号による紀伊半島大水害
◆ 2014 年 2 月	関東・甲信越を中心とした豪雪
◆ 2017 年 7 月	九州北部豪雨
◆ 2018 年 2 月	北陸豪雪
◆ 2018 年 6～7 月	梅雨前線と台風第 7 号による西日本を中心とした豪雨
◆ 2018 年 9 月	台風第 21 号による近畿地方を中心とした豪雨
◆ 2018 年 9 月	台風第 24 号による東海地方を中心とした豪雨
◆ 2019 年 9 月	台風第 15 号による関東地方を中心とした豪雨・暴風
◆ 2019 年 10 月	台風第 19 号による東日本を中心とした豪雨・暴風

療機関でも、浸水などにより医療機器や病院設備が被害を受けた。各地域で大雨時の排水能力の向上や河川の改修など治水対策に取り組んでいるが、さらに 2005 年、土砂災害防止法〔正式名称「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（平成 12 年法律第 57 号）」〕の改正により、浸水のリスクと避難所の場所を示す「ハザードマップ」の作成が地方自治体に義務付けられた。医療機関も、このハザードマップの重要性を十分に理解し、対策を講じることが必要である。

3

施設（建物）についての 浸水・土砂災害対策²⁾

3-1 施設の立地状況の把握と人命優先の対策

施設（建物）の地震対策としての機能保持方法はさまざまあり、実行している施設は多いが、浸水・土砂災害に対して対策を講じている施設は少ない。浸水・土砂災害で被害を被る被害は、多くがその施設の立地条件（地域）に左右される。河川や排水溝の整備は公的機関にゆだね

るを得ないが、施設がある地域の状況を、洪水ハザードマップや土砂災害ハザードマップで把握しておくことが重要である。また、水害・土砂災害はある程度事前に状況変化が予想されることが多いので、その情報に基づいて避難を優先させる。

3-2 浸水への対策

建物内への浸水を完封することは難しい。しかし、浸水を少しでも遅延させることができれば、その間に対応できることもある。その方法を次に示す。

1) 土のう

浸水対策として、土のうを積み上げている災害現場の光景を報道などでよく目にする。土のうは比較的手に入りやすいが、中身の土砂をストックしておくことが難しい。基本的には、有事の際に地方自治体から提供されるが、最近では中詰めの土砂を必要としない高吸水性ポリマーを素材として、これに水をかけることによって土のうとして機能するものも市販されている。



図1 止水板²⁾

2) 止水板

有事の際に地下鉄の入り口(乗降階段など)などに設置される止水板を、浸水が考えられる施設入口などに設置する準備をしておく(図1)²⁾。高さや強度に限界があるため、数十センチ程度の浸水にしか対応できないと思われるが、浸水を遅延させるための手段としては効果がある。

3) 排水口逆流防止キャップ

洪水が発生すると、排水口からの逆流が起こることがある。逆流が予測される箇所には、その形状に合ったキャップを準備しておく。

3-3 土砂災害への対策

土砂災害への対応としては、市町村が作成した土砂災害ハザードマップで、施設の立地状況を把握しておく。ハザードマップには、土砂災害警戒区域を基に市町村地域防災計画で定められた必要事項および避難場所などが記載されているが、インフラへの対応法は記載されていない。これは人命が優先されるためである。

4

各装置についての浸水・土砂災害対策

医療機器や装置は浸水すると使えなくなる。医療機器や装置を水害から守る手段は、一言でいえば低層階に設置しないことに尽きる。しかし、施設の立地状況から考えて移設が困難な場合は、浸水を防ぐ、または遅らせる手段を別に考える。たとえば、前述の土のうや止水板である。ここでは、各装置における対策を述べる。

4-1 機械室内大型装置(水処理装置、透析液供給装置、原液溶解装置など)

機械室内に設置する大型装置への影響としては、地震による転倒や浸水被害が考えられる。転倒防止対策^{3), 4)}は進んでおり、東日本大震災においても対策を講じていた多くの施設で効果を示したが、浸水に対する有効な対策ははまだ構築されていない。

できることは、浸水を想定して設置場所を高上げするか、2階以上の上層階に設置することしかない。



図2 浸水を想定して高上げた架台に設置したキュービクルと自家発電装置
〔写真提供：高瀬正章氏（まび記念病院臨床工学科）〕

4-2 透析監視装置など

地震災害と異なり水害はある程度予見できる。2000年9月の東海豪雨で1階が浸水した施設では、浸水する直前にフロア型監視装置をベッドの上に持ち上げた。この作業は限られた時間内で、しかも大きな労力を要するが、装置を守るための判断としては評価できる。

また、カウンター設置型の監視装置は地震対策を考えた場合は推奨されないが、浸水を考えた場合は有用といえる。監視装置も浸水には無防備であるので、大型装置と同様に、透析室を2階以上の上層階に設置することが最も有効な手段である。

4-3 電気設備（キュービクル）

2011年の東日本大震災で津波に襲われた施設や、2018年の西日本を中心とした豪雨で河川の氾濫により浸水した施設では、1階に設置していた電気設備が浸水した。電気設備が浸水すると早期の復旧が困難で、施設全体の機能に

影響を及ぼす。電気設備は屋外に設置することが多いので、高さ1m程度の架台の上に設置したり、屋上に設置する施設もある（図2）。これらの対応は浸水に対して最も効果的であるが、装置の重量に耐えるための建物（架台）の補強が必要である。

4-4 給水設備

受水槽は1階もしくは地階に設置されることが多く、特に地階の場合は簡単に浸水する。阪神・淡路大震災で被災した筆者の施設は震度7の激震地区にあり、建物の地下の受水槽室の壁の亀裂から地下水が流入し、受水槽室が水没した。限られたスペースしか確保できない施設では受水槽の移設は困難であるが、せめて浸水した場合の対応策を考えておきたい。

最近の給水方式である、水道管から直接配管をつないでポンプにより加圧する水道管直結増圧方式を採用している施設でも、ポンプを浸水しない位置（高さ）に設置することを考えなければならない。

本邦の河川に関する治水対策は、68年前に制定された公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法(昭和26年法律第97号)に基づく。制定当時はまだ十分な経済力がなかった時代であったため、基本的に災害の復旧は最低限元に戻す、いわゆる原形復旧であった。原形復旧では、再び同じ規模の災害またはそれ以上の災害が発生した場合、被害を防ぐことは望めない。

今後の治水対策では、現状復旧から改良を加えた復旧方法を考えていかなければならない。しかし、現状で対応しなければならない現実を考えると、それぞれの施設単位での対応が重要になる。被害が及ぶ確率の高い地域にある施設は、浸水対策を中心に、災害発生時には治療への影響を最小限に食い止められるBCP(事業継続計画)を策定し、有事の際に対応できるようにしておくことが望まれる。

■著者連絡先メールアドレス
XLX04274@nifty.ne.jp

■文献

- 1) 厚生労働省：厚生労働省防災業務計画，平成13年2月14日厚生労働省発総第11号制定，(最終修正)令和元年9月30日厚生労働省発科0930第1号改正
<https://www.mhlw.go.jp/content/000556282.pdf> (2019年11月8日現在)
- 2) 森上辰哉：透析室の洪水・土砂災害対策(2)洪水・土砂災害対策としての機器設置方法は？，臨牀透析34(12): 1501-1506, 2018
- 3) 赤塚東司雄：適切な透析室災害対策，透析室の災害対策マニュアル，p26-27，メディカ出版，2008
- 4) 森上辰哉，三井友成：(公社)日本臨床工学技士会災害対策委員会2014年度事業「血液透析装置等の転倒防止に関する意見交換会実施報告」，日本臨床工学技士会会誌55: 46-49, 2015

臨床工学技士と災害対策 2020

災害を想定した シミュレーション訓練 —臨床工学技士参加の重要性—

医療法人豊田会刈谷豊田総合病院 診療技術部臨床工学科手術室 G

島田 俊樹 SHIMADA, Toshiki



概要

病院施設には、消防法に則り年2回以上の避難訓練が義務付けられている¹⁾、当院では、消防法で義務付けられている「病院全体」の訓練のほか、「部署」に焦点を合わせた多種多様なシミュレーション訓練を、臨床工学科のみならず、多職種、他部署とともにを行っている。これにより、災害時や緊急時に備えた豊富な知識を効率的に習得することができる。



Key Word

シミュレーション 協同 正常性バイアス 役割

1

はじめに

わが国での自然災害の発生数は、近年増加傾向にある。将来的には南海トラフの巨大地震も予測され、2011年3月に発生した東日本大震災の被害を上回ると想定されている²⁾。当院は災害拠点病院に指定されており、災害対策において最善を尽くすことはもちろん、災害時には緊急時と同様の対応を迫られることもあるため、緊急時対策にも力を注いでいる。

臨床工学技士は、医療機器についてはもちろ

ん、電気設備について唯一教育を受けている医療職であり、医療ガス配管や建物の構造についての知識も有している。また、1つの部署にとどまらず、多くの部署に出入りしていることが多い。このことから、他の医療スタッフと多くの知識を共有し、向上させるため、自部署以外の、多職種、他部署で行われるさまざまな訓練へ参加していかなければならない。本稿では、

CHDF: continuous hemodiafiltration

ECMO: extracorporeal membrane oxygenation

IABP: intra-aortic balloon pump (ing)

ICU: intensive care unit

NICE: National Institute for health and Care Excellence

PMDA: Pharmaceuticals and Medical Devices Agency

CE 当番用アクションカード

使用可能ME機器台数把握表(最低限必要ME機器対象)

1. 麻酔器	台 / 12 台
2. 電気メス	台 / 17 台
3. 无影灯	台 / 12 台
4. シリンジポンプ	台 / 37 台
5. 酸素ボンベ	台
6. 二酸化炭素ボンベ	台

災害時 CE 当番用アクションカード

- ☐ 4F,3Fの医療ガスモニターにて中央配管の医療ガス供給状況を把握する
- ☐ 各部屋の医療ガス供給、電気系統の状況を把握する
- ☐ 手術で使用中のME機器点検を行う
- ☐ 手術室リーダー、臨床工学科所属長にME機器の被害状況を報告する
- ☐ 医療ガス、電気系統の状況によっては設備管理室と連絡を図る
(設備管理室 PHS 6XXX OPリーダー 6XXX CEリーダー 6XXX)

【医療ガスNGの場合】

- ☐ 麻酔器の酸素ボンベを全て開く

【電気系統NGの場合】

- ☐ 術野の光を確保するため懐中電灯の使用を促す

※ 原則、集合場所は4Fスタッフステーションとする

図1 CE 当番用のアクションカード

当院における災害時/緊急時シミュレーションと、臨床工学技士の役割について述べる。

2

手術室における災害時シミュレーション

手術室では日常業務を制限しにくいいため、部門全体で災害訓練を行うことは容易ではないが、過去の災害時における職員の動きは訓練の有用性を示しているとされる³⁾。当院では、手術室に勤務している臨床工学技士を含む全スタッフが参加する災害時シミュレーションを、年に1回以上実施している。

1回目のシミュレーションでは机上形式を採用し、班に分かれて災害時に不足が想定される医療機器について検討している。知識向上につながるるとともに、アクションカード*1や実践形式の重要性を看護師と臨床工学技士で協議することで、各部屋、看護師リーダー、「CE 当番用」のアクションカードの作成につながった。図1に、作成したCE 当番用のアクションカードを示す。なお、「CE 当番」とは、当院手術室において日替わりで医療機器管理を担当する臨床工学技士のことで、術中ラウンドや機器

の準備、不具合への対応業務などを行っている。

2回目のシミュレーションでは実践形式を採用している。アクションカードに該当する場所へ実際に人を配置し、緊急地震速報の院内放送が流れる場面から訓練を開始する。臨床工学技士は、清潔補助業務(ここでは器械出し業務をいう)やCE 当番として参加する。全員がアクションカードに従って行動し、活用できるか確認を行う。

3回目以降も2回目と同様の形式でアクションカードの内容の再確認を行うが、人が少ない時間帯を想定した少人数制にしたり、手術室内のことだけに焦点を当てるなど、方法を変えながら継続的に実施している(図2)。

なお、毎回、終了後に検討会を実施し、適宜、ルールの一貫やアクションカードの改善を行っている。

3

手術室および救命救急センター/ ICU 合同災害時シミュレーション

救命救急センターやICUも、手術室同様に日常業務を制限しにくいだが、当院では年に1回、災害時シミュレーションを実施している。



図2 手術室災害時シミュレーション(実践形式)の様子

表1 手術室および救命救急センター/ICU 合同災害時シミュレーション(机上形式)における結果

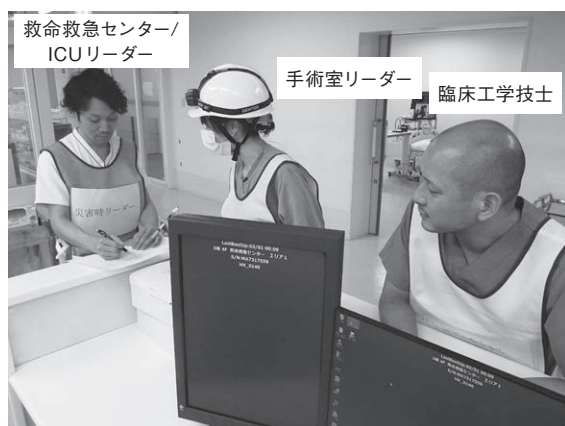
	患者受け入れ人数						平均
	チーム A	チーム B	チーム C	チーム D	チーム E	チーム F	
看護師のみのチーム	7 名	5 名	6 名	-	-	-	6 名
看護師と臨床工学技士 混合チーム	9 名	7 名	8 名	7 名	8 名	9 名	8 名

初めて行ったシミュレーションでは、机上形式を採用した。経験年数や人数を平均化し、手術室と救命救急センター/ICU の看護師のみの班と、さらに臨床工学技士も加えた班を作成した。病棟マップを用い、各部屋に配置された仮想患者を動かしながら、救命救急センターに次々と搬送されてくる患者への対応をシミュレーションした。そのなかで、「他病棟および電気設備や医療ガス配管設備の整った手術室へ移送することにより、多くの患者を受け入れることができる」というアイデアが出された。また、院内の人工呼吸器や ECMO、IABP、CHDF などを行うための生命維持管理装置の残りの台数や、バッテリーを搭載していない CHDF 用の機器に関しては一時離脱するため

の時間も考慮する必要があることから、患者を移動する順番や優先度を看護師と臨床工学技士で協議しながらシミュレーションを行った。その結果、看護師のみの班より臨床工学技士が加わった班のほうが、平均で 2 名多く患者を受け入れられることがわかった(表 1)。

2 回目のシミュレーションより実践形式へ移行した。当院の救命救急センター/ICU は耐震構造であるが、想定外の地震では倒壊の危険性も否めないことから、隣接する免震構造の手術室へ患者を移送する想定とした。空室を利用し、模擬患者と実際の機器を配置した。生命維持管理装置を装着した患者を移送するに当たっては医療ガス配管を考慮し、移送先や搬送順は、手術室および救命救急センター/ICU の

a)



b)

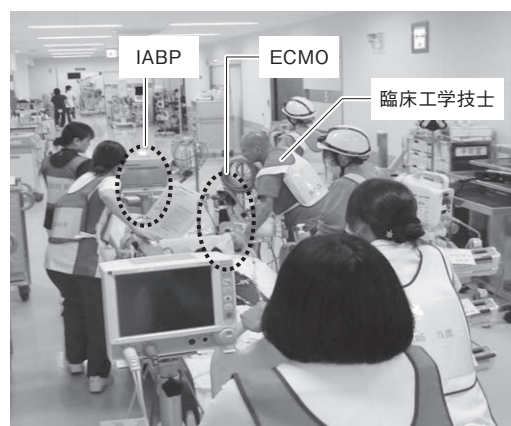


図3 生命維持管理装置を装着した患者を移送する訓練

患者の移送先や搬送順は、手術室および救命救急センター/ICUのリーダー（医師）と臨床工学技士で協議して決定し（a）、その後、実際に救命救急センター/ICUから手術室へ移送を行った（b）。

リーダー（医師）と臨床工学技士で協議して決定し（図3a）、それぞれの部署へ戻り伝達した。その後、実際に移送を行った（図3b）。

その結果、手術室は比較的広く、医療ガス配管や電源も多くあるため、軽症な患者は1部屋に2名収容できることがわかった。また、生命維持管理装置も搬送したことで、実際にかかる時間や移送までに必要な準備もシミュレーションすることができた。しかし、「生体情報モニタをもう1台準備する必要がある」「スペースを確保するために手術室内の医療機器と手術台を搬出するのに時間がかかる」などの問題点や注意点があがった。

以上より、救命救急センター/ICUの業務はもちろん、手術室内の構造を理解する臨床工学技士が移送先や搬送順の決定に関与する意義は大きく、シミュレーションへの参加が重要であることがわかった。

4

臨床工学科の災害時および緊急時対応シミュレーション

当院臨床工学科では、災害時や緊急時の想定のほか、過去のインシデントやアクシデント、PMDAの医療安全情報^{*2}を基に作成したシナリオを用いた実践形式のシミュレーションを年2回実施している。このシミュレーションでは、経験年数や担当部署など関係なく複数人で班を構成し、各班で「実施者」1名を選出する。実施者とは、シナリオの内容を知らされずに対応する者で、実施者以外は与えられた役を演じる（図4）。実際には、事前オリエンテーションで作成したシナリオを実施者以外の参加者に説明する。その後、実施者に電話をかけてシミュレーションを行う場所へ向かわせることでシミュレーション開始となる（図5）。

実施者はシナリオで想定したさまざまな問題について、1人で考え、早急かつ的確に判断する必要があるため、非常にリアルで緊迫感があり、実践に近い心理状態を作り出すことができる。シミュレーション実施後は、班ごとに反省

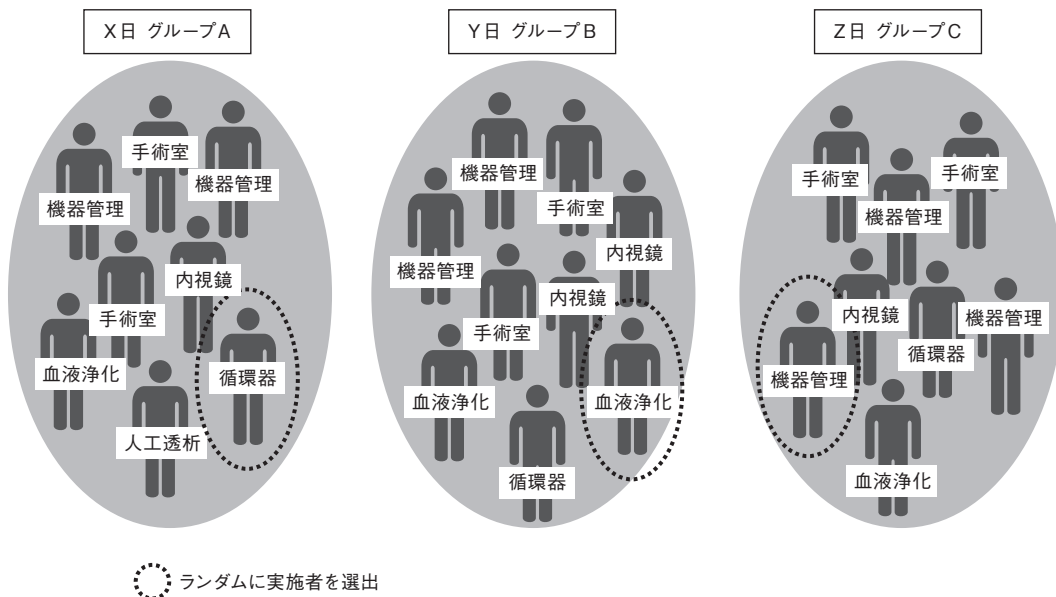


図 4 臨床工学科緊急時対応シミュレーションにおけるチーム分けの例

会を行い、その内容をほかの班とも共有することで、臨床工学科全体で知識や経験値を上げることができる。また、反省会であがった改善すべき点は、検討した後、統一化している。

シミュレーションで行った内容と同様の事例が発生したことがあるが、落ち着いた行動により問題なく適切に対処することができ、シミュレーションの効果がみられた。

5

手術室超緊急帝王切開（グレードA）シミュレーション

当院では、災害時シミュレーション同様、臨床工学技士を含む手術室に勤務する全スタッフが参加する手術室超緊急帝王切開（グレードA）シミュレーションを年1回実施している。本シミュレーションでは実践形式を採用し、経験年数2年以上の外回りおよび清潔補助業務を担当する看護師と手術室臨床工学技士、産婦人

超緊急帝王切開への対応

英国の国立医療技術評価機構（NICE）のクリニカルガイドラインでは、帝王切開の緊急度を4段階に分類し、超緊急に分類される「母体あるいは胎児に生命の危機が迫っている状態」をグレードAとし、手術決定から娩出までを30分で行うことを推奨している⁴⁾。しかし、当院では手術決定から娩出まで平均39分かかっており、2015年度の地域周産期母子医療センター認定の取得を機に対応が求められた。そこで、事前部屋準備の実施と、婦人科や小児科、麻酔科の医師や助産師が、「どこの部屋で事前部屋準備が行われているのか」ひと目で確認できるよう手術室入口に表を掲示し、さらに、手術器械準備方法の変更と統一、グレードA用常備置薬剤（麻薬含む）の作成、助産師の協力業務統一などを実施した。臨床工学技士も、余剰ガスの常時稼働、各種モニタの常時点灯、電気メスの常時電源ON、移動用生体情報モニタの常備置きについて助言した。

＊IABP 緊急対応シミュレーション＊

・（主治医 1 名）
・麻酔科医 1 名（2 名）
・（研修医 1 名）
・病棟看護師 3 名
・臨床工学士 1 名

【シチュエーション】

旦寝夜間当直番。ICU より IABP に関する CALL がくるところからスタートします。

申し送り内容として、IABP 挿入中の患者背景は 70 代男性で急性心筋梗塞にて入院。高度冠動脈狭窄にて外科的治療方針となり IABP を入れて待機中（IABP 挿入より 2 日目）。石灰化狭窄が強いよう挿入には少々難渋したようだが、大きな問題なく終了。（←電子カルテからの情報）

前日も、本日行ったラウンドチェック時にも特に問題なく動いており、ヘリウムガスはほぼ満タン状態であった。

トラブル内容が伝えられるので、到着してからの対応を考え、実施してください。

~~~~~以下、セリフ~~~~~

病棟看護師 A「ICU 看護師へ～です。IABP のリークアラームが鳴り止まないのですが、対応をお願いしますでしょうか。」

～臨床工学士到着後～

病棟看護師 B「CE さん、見てくださいますとアラームなってるんですけど。スタートしても、すぐ！ほら！ほら！（ボタンボチボチ押す）」

麻酔科 A「ST 上がってきちゃってるじゃん！ちょっと血ガス取るわー！IABP どうですか？スタートできますか！？」

～答えを待つ～ ↓以下答えを考へる間の行動

主治医「いやぁどうしよう・・・いやぁどうしよう・・・まいったなあまいったなあ・・・（焦る演技を続ける）」

研修医「何か手伝いますか？」とか言う。

病棟看護師 C「機械をスタートさせようとするときはアラーム音を言う。」

病棟看護師 A、B 悩んで「う～ん……」という感じ。

～バルーンを入れ直して！という答えが来たら～

○麻酔科 A（B）

じゃあ抜いてもう入れなおすから、新しいバルーン取ってきてもらっていいですか？どこにありますか？どれくらいかかりますか？

心電図

55

回路リーク?  
IAB回路の漏れ(ガス損失)  
オークレーション圧が低い

II  
III  
aVR  
aVL  
aVF  
V1  
V2  
V3  
V4  
V5  
V6

自動

ポンプ

Datastream

ガス残圧はク方より減っている。

このシミュレーションでは、シナリオ (a) 上の  
医師や看護師の役は臨床工学技士が担当する。  
機器の状況も想定し、その内容を記入した資料  
(b) を機器に貼付して行っている。

手術室へグレードAを宣言する連絡をしてから3~5分後に婦人科病棟より患者が入室し、手術を開始するまでの時間を計測する。本シミュレーションを実施する前は、実際のグレードA事例において手術決定~娩出まで平均39分かかっていたが、実施後は平均19分となり、約20分短縮することができた。このようなシミュレーションの実施や、前ページの欄外コラム「超緊急帝王切開への対応」に示した取り組みによる事前準備や娩出までの動きの統一化により、安定した娩出ができる。これは災害時に緊急帝王切開を行うことになった場合にも有用であるといえる。

## 訓練とシミュレーションの実施、 および臨床工学技士参加の重要性

当院では、さまざまなシミュレーションを実施し、その重要性や多職種とのコミュニケーションの重要性はもちろんのこと、ライフラインの重要性についても再認識することができた。我々の心は、予期せぬ異常や危険に対してある範囲までは異常を異常と感じず、正常の範囲の事象として処理できるようにつくられている。このような心理メカニズムは「正常性バイアス」と呼ばれ、身に迫る危険や異常を迅速に感知することを妨げてしまっている<sup>5)</sup>。しかし、この正常性バイアスについては、平時に対策を講じ、繰り返し訓練やシミュレーションを

行うことで乗り越えられるため、これらは非常に重要なものとなる。「消防法で年2回以上の避難訓練が義務付けられている」のは、「行動や方法を忘れないようにする最低ライン」であると考え、実践形式で、なおかつ即断即決の判断力も身に付くさまざまなシミュレーションを年2回以上実施するのが望ましいと考える。

災害時のみならず、正常性バイアスを防ぐシミュレーションとして、術中の大量出血に伴う対応や近年増加している手術支援ロボット使用時の緊急離脱シミュレーションなど、さまざまなものが報告されている。これらのシミュレーションはすべて実施すべきであるが、日常業務を制限して実施することはできないため、当院では、アクションカードでの対応、フェイルセーフとなるような事前の対策、インシデント分析による再発防止策の検討を取捨選択し、行っている。

また、看護師のみならず、医師や助産師など多職種とシミュレーションするとさまざまな角度からの意見を得られるため、相乗効果を生み、非常に有用であるといえる。特に、看護師は医療機器や電気設備などに苦手意識をもっている場合もあるため、シミュレーションに臨床工学技士が参加することにより補うことができる。また、災害時対応の知識向上につながるため、協同して実施するべきである。

電気設備の点検は、当院ではおもに設備管理課が実施しているが、電気設備の知識をもつ臨床工学技士も積極的にかかわる必要がある。たとえば、自家発電は3日以上発電量を賄え

る燃料を備えることが望ましいとされているが、多くの医療機器を取り扱う臨床工学技士が関与することで、どのような燃料をどれだけ備蓄し、平時と比較して消費をどれだけ抑えればどれくらいの期間、維持できるのかなどを把握できる。そして、これらの情報を発信していかなければならない。

## 7

### おわりに

当院では、震度5弱の地震が発生した場合に全職員が登院することになっているが、実際にどれだけの職員が登院できるかは未知数である。災害時には普段より患者の需要が増えることは容易に想定できるが、その需要に対し平時より少ない職員で対応(供給)しなければいけないため、その状況を想定した院内独自のルールを取り決めるべきである。

我々臨床工学技士の職務の1つに、医療機器の「安全性の確保」と「有効性の維持」がある<sup>6)</sup>。平時の保守や点検は当然ながら、災害訓練を含め、医療機器に関連する物事に臨床工学技士が積極的に向き合い参加することで、その役割の拡大につながっていくと考える。

■著者連絡先メールアドレス

ktgh\_orcet@yahoo.co.jp

### 用語解説

#### \*1 アクションカード

大きな問題が発生した際に活用し、その後の行動や判断を導く事前行動指示書。

#### \*2 PMDAの医療安全情報

ヒヤリ・ハット事例や副作用、不具合報告などを医療従事者へ周知する目的で、PMDA(医薬品医療機器総合機構)が作成したもの。

## ■文献

- 1) 一般社団法人日本病院会災害医療対策委員会：Ⅶ消防法の火災時対応訓練と避難誘導マップに基づく火災時対応訓練，病院等における実践的防災訓練ガイドライン，p55，平成30年4月
- 2) 佐藤大輔：災害時の患者情報管理や要救護者への支援の現状と課題，医療機器学 89(1)：39-45，2019
- 3) 堀田哲夫，臼杵尚志：手術医療の実践ガイドライン（改訂第三版），日本手術医学会誌 40(suppl)：S185-S185，2019
- 4) 角倉弘行：超緊急帝王切開の麻酔，日本妊娠高血圧学会雑誌 21：40-41，2014
- 5) 広瀬弘忠：正常性バイアスに陥らないためのリスク・コミュニケーション—事故リスクを軽減するために—，日本臨床救急医学会雑誌 8(2)：76-76，2005
- 6) 公益社団法人日本臨床工学技士会：臨床工学技士の業務  
<https://www.ja-ces.or.jp/for-general-public/business/> (2019年11月18日現在)

# Clinical Engineering

●月刊誌・毎月25日発行 ●B5判  
 ●定価：本体 1,900円(税別)

2019年9月号 (Vol.30 No.9) ・好評発売中

特集

## 医療安全元年から20年を経て 人工心肺トラブルシューティング

[編集責任] 許 俊鋭 (東京都健康長寿医療センターセンター長)

- 人工心肺トラブルの成因におけるヒューマンエラーとシステムエラー ..... 許 俊鋭
- 体外循環における空気誤送のメカニズムと対応策 ..... 百瀬直樹
- 人工肺の目詰まりによる内圧上昇の対応策 ..... 岩城秀平ほか
- 体外循環の災害対策 ..... 鈴木一郎
- 心筋保護に関連したトラブルと合併症 —reprise— ..... 吉田 譲
- 補助循環に関連したトラブルと合併症 —IABP, PCPS, IMPELLA, VAD— ..... 柏 公一ほか
- 人工心肺トラブルシューティングにおけるシミュレーション実践と教育の重要性 ..... 富澤康子
- 人工心肺における安全装置設置に関する勧告 —第6版，2018—を中心に ..... 堤 善充

学研メディカル秀潤社

〒141-8414 東京都品川区西五反田2-11-8 TEL: 03-6431-1234(営業部) FAX: 03-6431-1790  
 URL: <https://gakken-mesh.jp/>

# 臨床工学技士と災害対策 2020

## 日本透析医会災害時情報ネットワーク —情報伝達システムの概要—

公益社団法人日本透析医会 災害時情報ネットワーク本部、仁真会白鷺病院

**岡田 直人** OKADA, Naohito

公益社団法人日本透析医会、仁真会白鷺病院

**山川 智之** YAMAKAWA, Tomoyuki



### 概要

災害発生時に情報を収集することになった経緯と、収集システムがどのような流れで運用されているか、そしてシステムの仕組みについて説明する。



### Key Word

災害 情報収集 システム 情報共有

### 1

#### はじめに

(公社)日本透析医会は、1985年の設立当時から災害対策をその活動の柱の1つとして取り組み、1987年には、災害時救急透析医療小委員会を発足した。そして、災害時の情報収集およびバックアップ体制として、臨床データの保存や解析など、災害時以外にも活用できる透析データバンクを目指して、「災害時緊急透析医療システム」を導入し、1991年には、施設および患者登録、患者カードの発行を開始した。その結果、1995年には全国で1243施設(対全国比43.4%)、患者数48,389人(同31.3%)まで登録は進んだ。

しかしながら、1995年に発生した阪神・淡路大震災では、患者登録内容の照会は数件のみで、氏名も断定できなかった。また、被災患者受け入れ施設からの紹介依頼も十数件にすぎなかった。さらに、発行された患者カードが有効に利用されたという報告もなく、有効に活用されたという実績を残すことができなかった。この結果を踏まえ、翌1996年には新規登録を中止し、2000年問題によるハード更新が必要になっていた時期でもあったため、最終的にはこのシステムの運用を中止することになった。

ID: identification



## 災害対策の立ち上げ

1996年に、阪神・淡路大震災の経験も踏まえ、(公社)日本透析医会災害対策の骨子を「災害時、維持透析患者及び急性腎不全(控減症候群)患者の透析確保を主目的」と定め、会員施設に都道府県単位での災害対策の確立とそのための支部設立をお願いした。1999年には、「災害時救急透析医療小委員会」を「危機管理委員会災害時透析医療対策部会」と改組し、千葉県で使われていた災害時情報システムをベースにした現行システムの採用を決定し、導入することになった。

## 災害時情報ネットワークの構築と発展

2000年より毎年、災害時情報の伝達訓練を実施することになり、現在も年1回行っている。訓練の参加施設は年々増え続け、2019年9月に実施した訓練においては、44都道府県・2029施設の参加を得た。支部の結成も進み、2019年9月現在で45支部が結成され、支部のある都道府県では、これらの支部を中心に地域単位でのネットワークが構築されていった。

2003年には「危機管理委員会」を「医療安全対策委員会」に改称、2011年には日本透析医会が公益法人に認可され、公益事業の1つとして災害対策を含む人工透析療法に関する安全対策事業を定款に掲げたこともあり、「災害時透析医療対策部会」を独立した委員会に昇格させ、現在は、「災害時透析医療対策委員会」として活動している。

## 災害時情報ネットワーク

「日本透析医会災害時情報ネットワーク」は、前述の千葉方式の、災害時に被災地、支援地、行政間で迅速に正確な情報を共有するというコンセプトの下に構築した、webベースの災害時情報ネットワーク情報共有システム〔<https://www.saigai-touseki.net/> (2019年11月7日現在)〕と、2003年に全国規模の情報共有ツールとして整備した危機管理メーリングリストの2つの、インターネットを利用した情報共有ツールを基本にしている(図1)。現在、災害時情報ネットワークは、原則震度6弱以上の地震(2018年6月に震度5強から改訂)、国または地方公共団体が災害救助法を適用とする広範囲にわたる被害発生時に運用することになっている。

1995年に厚生省(現・厚生労働省)から示された防災業務計画のなかの人工透析提供体制では、日本透析医会が、行政および各透析医療機関と連携をとり対応に当たることが記された。しかしながら、都道府県の透析担当部署と透析関係者については、災害時の連携の認識に地域によって温度差があった。2005年9月に、厚生労働省健康局疾病対策課から各都道府県難病担当課へ事務連絡「災害時の人工透析提供体制の確保について」<sup>1)</sup>が発出され、日本透析医会メーリングリストへの加入を呼びかけてもらった結果、全都道府県の透析担当部署がメーリングリストに参加するに至った。このような流れもあり、危機管理メーリングリストは、行政担当者も含めた限定された参加者による情報共有と議論の場としての要素と、災害発生時の状況などに関する情報を広く共有する場としての要素を分ける必要性が生じたため、前者の目的で「透析医療災害対策メーリングリスト(略称: taisaku\_ml)」, 後者の目的で「災害情報ネット

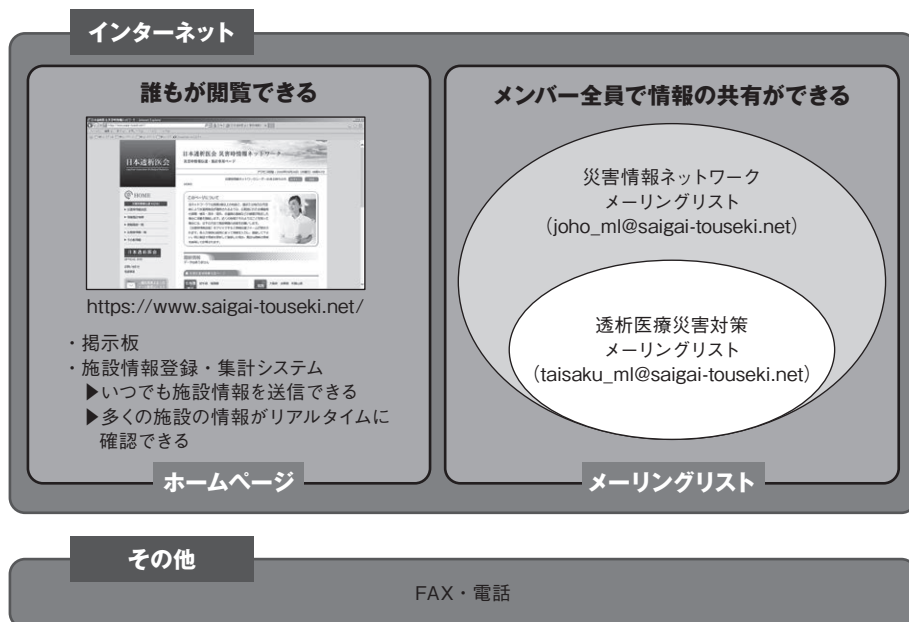


図1 災害時情報ネットワークによる災害情報伝達・共有の手段

ワークメーリングリスト(略称:joho\_ml)」の2つに2005年に分割することになった。

## 5

### 東日本大震災における対応

2011年3月11日、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の地震が発生した。この地震により、東北地方の広い範囲で強い揺れが観測され、太平洋沿岸を中心に津波が発生し、特に東北地方から関東地方の太平洋沿岸で大きな被害が生じた。地震発生時、情報登録のお願いをjoho\_mlにて行ったところ、本部サーバへのアクセスが増え、地震発生翌日にNHKのニュースでURLが紹介されたことをきっかけにアクセス集中でサーバがダウンし、ホームページが一時応答不能となった。これについては、サーバ増強を運営会社に要請し対応した。また、本部ホームページが携帯電話の表示に対応していなかったため、3月13日に、緊急対

応として携帯電話からの書き込みと参照を行えるようにした。

災害時情報ネットワーク情報共有システムは東日本大震災で認知度がきわめて向上し、ピーク時(3月14日)には758施設から情報提供があったが、「膨大な情報をどのように集約し被災地に伝えるか」などの運用面・システム面では、さまざまな課題を残した。

## 6

### リニューアル

東日本大震災における災害時情報ネットワークの運用の経験と反省を踏まえ、同ネットワークの機能向上について検討を行い、2012年8月に同ネットワークのwebページを全面リニューアルした。

具体的には、サーバは高負荷に耐える高機能型へ変更、ホームページはデザインを変更して視認性の向上を図った。また携帯電話、スマー

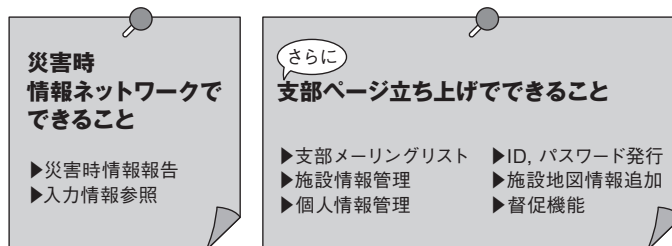


図2 災害時情報ネットワーク

トフォンに対応し、災害時におけるモバイルツールによるホームページへの書き込み、参照を可能とした。

## 7

### 臨床工学技士会の参加

東日本大震災の経験を踏まえて、災害情報の収集には、地域単位での迅速さと正確性が求められることから、2013年に日本臨床工学技士会に災害時情報ネットワークへの参加を依頼し、2014年より参加してもらうことになった。各都道府県の臨床工学技士会災害対策委員をjoho\_mlへ追加したことにより、以後の情報収集に際しては迅速な収集活動や報告がなされるようになり、現在では災害時の情報共有において欠くことのできないものになっている。

## 8

### 現在の災害時情報ネットワークについて (図2)

災害時の報告方法は、災害時情報ネットワークホームページ (<https://www.saigai-touseki.net/>) を開き、左側のメニューで「災害時情報送信」を選択して入力を進める方式になっている。入力した情報は「登録施設一覧」「全登録情報一覧」から確認することが可能である。

この機能以外にも災害時情報ネットワーク

ホームページを活用する方法があり、災害時情報ネットワークページ内へ支部ページを立ち上げることで、支部内の透析施設を登録し、さらにその透析施設の災害担当者が登録できる。この登録にはログインIDとパスワードが必要で、支部より発行を行っている。ただし、支部ページを運営していても施設、担当者登録を行っていない場合は、IDは発行していない。

## 9

### IDとパスワードについて

IDがあると、「災害時情報送信」を入力する際に「都道府県名選択」「施設名入力」「報告担当者入力」を省くことが可能になる。追加機能としては、施設情報を登録する際に座標を登録しておく、ログインして「災害時情報送信」へ登録した際に入力した施設名の横に所在位置を示す地図を表示させることが可能になる。

また督促機能を有しており、施設の災害担当者を個人情報管理で登録する際に連絡先のメールアドレスを登録しておく、登録されたメールアドレスに対し督促メールが送信される仕組みとなっている。送られたメールには、災害時情報ネットワークへ移動するURLを記載しており、リンクから災害状況を登録すると、「都道府県」「施設名」「報告担当者名」が連動して登録される仕組みとなっている。

## おわりに

これまでは巨大地震の発生時に情報収集を行うことが多かったが、昨今は異常気象や大型台風によって収集することが増加している。災害時情報ネットワークは、共有ツールとして重要なものになってきている。しかし、大災害時の被災地においては情報発信が困難であることに留意する必要がある。したがって、災害発生直後においては、被災地周辺施設の「被災なし」

という情報が重要であることを強調したい。「支援可能」という情報は重要であるが、被災施設の特定が可能になるという点で「被災なし」の情報も重要である。

災害時情報ネットワークの機能をより一層使うために、多くの施設、支部に利用してもらう必要がある。今後、日本透析医会災害時情報ネットワークをより周知してもらえよう、活動していきたいと考えている。

### ■著者連絡先メールアドレス

岡田直人: okada@shirasagi-hp.or.jp

### ■文献

- 1) 厚生労働省: 災害時の人工透析提供体制の確保について (医政指発第 0823001 号, 医政経発第 0823001 号, 健疾発第 0823001 号, 健水発第 0823001 号, 社援総発第 0823001 号), 平成 19 年 8 月 23 日

# Clinical Engineering

●月刊誌・毎月25日発行 ●B5判  
●定価: 本体 1,900円(税別)

2019年12月号 (Vol.30 No.12) ・好評発売中

特集

## 今求められている病院内の電波管理

—総務省が進める電波管理の具体策とグッドプラクティス—

[編集責任] 加納 隆 (滋慶医療科学大学院大学医療管理学研究科)

- 総務省による病院内電波管理の推進… 加納 隆
- 医用テレメータにおける諸問題と具体策
  - ・臨床現場から …… 藤井清孝
  - ・テレメータ企業から …… 椎野雄介
- 無線 LAN における混信対策
  - ・実際の病院における運用と対策 …… 山下芳範
  - ・無線 LAN 企業から …… 松口幸弘
- 携帯電話における諸問題と具体策
  - ・スマートフォン導入による院内通信環境の整備と臨床工学技士業務の改善 …… 原田 学
  - ・病院内での携帯電話遮蔽対策による安全性と利便性の向上 …… 近藤克幸

- 病院内電波管理体制の構築 …… 石丸茂秀 / 松田真太郎ほか

### 【特集関連記事】

- JEITA「小電力医用テレメータの運用規定」の見直しについて …… 平野 知
- 総務省が進める電波遮へい対策の取り組み …… 渡邊修宏
- 病院内の電波問題を解決する新技術  
一次世代 PHS「sXGP」 — …… 播口仁朗

学研メディカル秀潤社

〒141-8414 東京都品川区西五反田2-11-8 TEL: 03-6431-1234(営業部) FAX: 03-6431-1790  
URL: <https://gakken-mesh.jp/>

## 臨床工学技士と災害対策 2020

日本医療機器販売業協会が  
取り組む災害対策

—流通の立場における東日本大震災の経験より—

一般社団法人日本医療機器販売業協会 常任理事（総務部会長）

五嶋 淳夫 GOTO, Atsuo



## 概要

自然災害が多いわが国では、BCP 策定に当たり災害時の対応マニュアルなどの検討は有効であろう。そこで、当協会が東日本大震災に際し災害時の SOP などないなかで対応した状況を述べ、なぜ供給を止められないのかも示すことにより、医療に関係する方々に、今後 BCP の策定を検討するうえで参考にしていただけたら幸いである。



## Key Word

災害時安定供給（集積、手段、ルート、提供）すべては患者の皆様のため医療を支える

## 1

## はじめに

（一社）日本医療機器販売業協会（以下、医器販協）は、医療機器・材料の医療機関等への安定供給および適正使用支援業務（表1）による安全使用を通じて地域医療の安全を目指す、（安定供給と適正使用支援業務による安全使用の2本柱で医療の安全を支える）販売事業者による本邦唯一の全国団体であり、20有余年の活動実績がある。安定供給への取り組みにより医療を支え続けることは、病と向き合う個々の

患者の病状から考慮すれば、通常時はもとより急変などの緊急時にも対応しなければならないことを意味する。それは大規模災害発生時も例外ではなく、いかにして医療現場への安定供給を確保するかは、販売業界にとって大変重要なテーマである。

一方で、近年、地球温暖化などの影響による気候変動により、安定供給の取り組みが脅かされるような事態が頻発しており、医器販協では、ミッションである安定供給の遂行に支障を

BCP: business continuity plan  
SOP: standard operation procedure



表 1 適正使用支援業務

|               |                                                                                                                                                              |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 預託在庫管理業務      | 医療機関では症例数が限られ、また手術で使用されない医療機器は使用期限が過ぎるため、医療機関は限られた在庫しか置かない、そのため医療機関の施設内に、医療機器販売業が所有する医療機器（預託商品）を預け置き、販売業が在庫管理業務を代行している。医療機関が預託商品を使用した時点で、医療機関と販売業者間の売買が成立する。 |
| 短期貸し出し・持ち込み業務 | 手術、手技ごとに使用する医療機器が異なるため、そのつど必要となる医療機器を手配・納品し、使用後の引き上げ、回収までを行っている。                                                                                             |
| 立会い業務         | 手術、検査時における医療機器の説明、あるいは手術、検査などに立ち会い医療安全の体制をサポートしている。                                                                                                          |
| 保守・修理業務       | 医療機器の保守・修理などの対応を行っている。                                                                                                                                       |
| 緊急対応          | 緊急症例対応、手技中の不具合などのため、通常営業日だけではなく、休日深夜に至る 24 時間の対応を行っている。                                                                                                      |

適正使用支援業務とは、医療機器の特性を踏まえ、医療機関におけるその適正な使用を総合的に支援する業務である。

きたすことなく持続的に医療サービスを提供できるよう、これまで以上に災害を意識した対応を検討する必要があると考えている。全国に展開している医器販協の協会員による医療を支えるネットワークを有効に機能させるにはどうしたらよいか、特に地域と密接に連携して地域医療に貢献していくために、今後どのようなセーフティネットを備えることが効果的であるか、これらの課題に取り組みながら、今後も発生が予想される大規模災害に向けた体制を整備し、医療機器・材料の医療現場への安定供給が滞らない仕組みの確立を目指している。

本稿では、医器販協において、医療を支え続けるために必要な安定供給の流れを止めない災害対策（ネットワーク）を検討するに当たり、そのきっかけとなった東日本大震災における取り組みを考察する。さらに、今後、発生が予想される大規模災害への備えについても検討することで、地域に根差した業界組織として、そこに暮らす人々のニーズに、医療機器の安定供給による安心・安全な医療の提供を通じて応えていくための体制の構築を考察した。

## 2

### 東日本大震災における 医器販協の取り組み

東日本大震災では、岩手県、宮城県、福島県の沿岸地方を中心に死者 16,131 人、行方不明者 3240 人（2012 年 1 月 11 日消防庁災害対策本部発表）の大変多くの尊い命が失われる甚大な被害が発生した。当時、医器販協では体系的な災害対応ネットワークを備えていなかったが、発生後間もなく東日本大震災対策プロジェクトを立ち上げ、負傷者などの治療に必要な医療機器・材料を提供するため「東北関東大震災緊急輸送 医療機器 基本計画」を策定し、本プロジェクトの確実な実施をマネジメントすることにより、被災地から届く緊急供給要請に対応した。ここでは、当時、どのように目の前の課題に緊急対応したか、宮城県医療機器販売業協会所属会員の報告を基に述べる。

#### 2-1 地震発生直後から 安定供給への支障発生まで

2011 年 3 月 11 日（金）午後 2 時 46 分に、三陸沖を震源とするマグニチュード 9.0 という大地震が起こり、宮城県の一部では震度 7 を計

測し、北は青森県から南は千葉県に至る広域な沿岸地域を、最大15mとも20mともいわれる大津波が襲った。津波の直接的な被害の及ばなかった仙台市中心部においても電気や水道、ガスなどのインフラがすべて停止し、空港や港、高速道路、高速鉄道、地下鉄などの移動手段もすべて寸断された。仙台では地震の発生後すぐに、3月半ばにもかかわらず雪が降り始め、やがて吹雪のような大雪になっていった。移動しようにも地下鉄は動かず、信号の停止した道路では渋滞が生じていた。また、電気が止まったため固定電話やFAXが使用できなくなり、携帯電話も通信規制がかかったため通信手段がほぼ機能しなくなった。家族の安否確認もままならない状況下で、まず自社の被害状況を確認し、次々と会社に戻ってくる営業担当者から、担当する医療機関の被害状況や市内の状況について報告を受けた。当日は従業員たちを帰宅させ、翌12日(土)に、自宅や家族の状況を報告に来よう指示した。

12日(土)および13日(日)は、電気が通じずシステムなどはまったく使えない状況であったが、一次救急に必要と思われる医療機器を営業担当者たちがそれぞれの車に積んで、各地の医療機関に向かった。現地では緊急に必要な医療機器や医療機関の状況を確認し、積んでいた医療機器を救援物資として提供した後、会社に戻るという作業を行った。

14日(月)午前中に担当エリアの電気が復旧し、システムおよび電話・FAXが稼働可能となり、東京やその他地域の医療機器製造販売業者と連絡が行えるようになった。やっと観ることのできたテレビのニュースなどから被害の甚大さを改めて知った。東京やその他地域の医療機器製造販売業者から通常の輸送経路が使えないという連絡が入るなか、地震発生後3、4日で、自社倉庫や仙台市内に営業所のある製造販売業者から入ってきた医療機器はほとんどなくなった。

仙台市内の稼働可能な病院では、津波の被害を受けた地域の医療機関から搬送されてくる患者を次々と受け入れ24時間体制で対応していた。しかし、その治療を行うための医療機器がどんどん足りなくなっていく。そんな状況に対して、大手の医療機器製造販売業者はそれぞれ独自にチャーター便を手配して緊急指定車両の認可を取り、被災地各地へ医療機器の搬送を行ったが、すべての医療機器製造販売業者が同様の対応をできるわけではなかった。

## 2-2 東日本大震災対策プロジェクト 発足～終結までの動き

被災した県や団体から状況報告を受けた医器販協では、このままでは安定供給に支障をきたすおそれがあり、人命にかかわる事態になる可能性がきわめて高いと判断し、厚生労働省および経済産業省に働きかけ、独自の搬送ルートをもたない製造販売業者の医療機器を一括搬送する計画を立てた(図1)。この計画を実行するために立ち上げたのが「東日本大震災対策プロジェクト」で、この立ち上げから終結に至る過程と様子を表2、図2に示す。

## 2-3 東日本大震災対策プロジェクトの成果

震災発生当時は決められたSOP(標準手順書)などがまったくなかったが、考え得る最善の策を尽くしたと考えている。非常事態を前に短時間で目的遂行に必要な行動計画を作り、それを実行できた要因としては、大震災対策プロジェクトを立ち上げたことがあげられる。また、情報は錯綜し、道路やインフラが寸断、燃料確保の不安など悪条件が重なるなかでも、とるべき方策の判断においてやみくもに手を広げず、ピンポイントで的確に問題解決の要にアクセス・調整が可能となったのは、本業界が日ごろからもち合わせる、医療を支えるために安定供給をどこまでも追求するという「使命遂行意

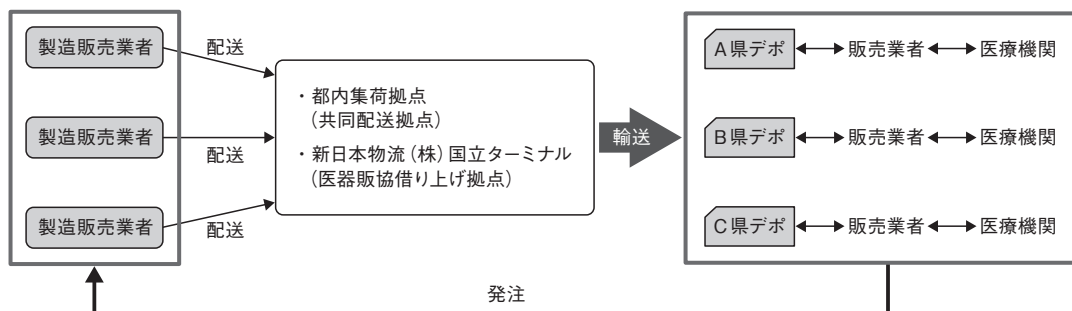


図1 東日本大震災対策プロジェクトにおける医療機器の緊急輸送体制

医器販協は、独自の搬送ルートをもたない製造販売業者からの医療機器を集荷する拠点を設けた。集荷した医療機器は独自に確保した緊急車両で被災各県の搬送ポイント（デポ）に一括輸送し、そこから現地の販売業者が各医療機関に搬送した。なお、販売業者は医療機関で必要な医療機器の情報を収集し、各製造販売業者に発注した。

識」および「資質」の高さが大きく起因したのではないかと考える。表3に、本プロジェクトにおける成果を示す。

### 3

#### 大災害対策プロジェクト遂行を振り返って

医器販協の本部ならびに東北地域会員の連携という点では医療機器流通業の本領（地域密着）が発揮され、患者などの生命への危機的状況の回避に大きく貢献したといえる。また、厚生労働省、経済産業省、医器販協の協力体制が緊急時にも円滑に行われ、プロジェクト立ち上げ・企画提案において関係者間の調整に時間をとることはなかった。これらは、日ごろから意見交換できる環境づくり、いわゆる風通しのよい関係の構築を目指していた点が、有効に機能したといえる。

一方、民間の物流企業と負傷者・患者のために医療を支えるという意義を共有したことで、本プロジェクトの流れを左右する物流拠点（倉庫）と輸送手段の確保という実務上の大きな課題を迅速にクリアできたと考えており、プロジェクト遂行のうえで重要な点だった。

### 4

#### 今後の課題

大規模な災害が発生すると、人的・物的被害を受け業務継続が不可能となった医療施設から、診察、治療の継続可能な医療機関に負傷者や患者が移送される。これに連動して、受け入れ施設では医療に必要な物資の消耗が加速し、補給物資の要請も増加する。一方、電力供給に支障が生じて電気の安定供給が得られなくなると通信などの連絡網も途絶える。これにより、「いつ、どこに、何がどれだけ必要なのか」という流通の要ともいべきベース情報（受発注情報）のやりとりが円滑にできなくなる。混乱・錯綜する情報から、いかに齟齬や重複なく必要な情報を正確に拾い上げて対応するかが重要であり、情報一元化への取り組みを進める必要がある。

東日本大震災では、行政機関から医器販協にリアルタイムで寄せられる大量の緊急調達要請リストの整理・仕分けが大きな課題の1つであった。また、必要な情報が整理でき供給する機器などを特定できても、それをどのようにして届けるかという課題に直面し、速やかに対応

表2 東日本大震災対策プロジェクト立ち上げから解散まで

a)

|                                              | 3月  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 4月 |    |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
|                                              | 11日 | 12日 | 13日 | 14日 | 15日 | 16日 | 17日 | 18日 | 19日 | 20日 | 21日 | 22日 | 23日 | 24日 | 25日 | 26日 | 27日 | 28日 | 29日 | 30日 | 31日 | 1日 | 2日 |
| 震災発生                                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 被災地の病院などからの<br>緊急医療物資輸送要請                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 厚生労働省、経済産業省と<br>緊急輸送についての打ち合わせ               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| プロジェクトの発足と<br>実行計画の立案                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 倉庫・配送業者と契約集荷場所<br>の候補先視察、確保                  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 独自の緊急配送車両確保                                  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 基本計画を関係省庁、医器販協<br>会員、(一社)日本医療器材工業<br>会へ配布・通知 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 集荷場稼働                                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
| 医療物資緊急輸送                                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |

b)

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3月<br>15日(火)、16日(水) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・厚生労働省経済課および経済産業省医療・福祉機器産業室と緊急輸送についての打ち合わせ</li> <li>・被災地から要請の医療緊急輸送物資の仕分け作業</li> <li>・緊急輸送車両認可の手続き、および事前調査</li> <li>・都内集荷拠点候補先の視察</li> </ul>                                                                                                                                              |
| 17日(木)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・医器販協内にて、プロジェクトの発足と実行計画の立案、作業分担について協議</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          |
| 18日(金)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・基本計画書の取りまとめ、厚生労働省、経済産業省および東北地方の医器販協会員、(一社)日本医療器材工業会への配布・通知</li> <li>・倉庫・配送業者の新日本物流(株)と契約、医療機器の集荷場の確保</li> <li>・独自の緊急車両を確保(所轄警察署より災害時における緊急通行車両許可証交付)</li> <li>・東北地方の医器販協会員に通知し、配送先のデポを指定してもらう(青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島にて各県1カ所)</li> <li>・(一社)日本医療器材工業会を通じて、今回の取り組みと集荷場を医療機器製造販売業者に通知</li> </ul> |
| 19日(土)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・集荷場が機能を開始</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 23日(水)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・被災地への医療機器緊急輸送開始</li> <li>・緊急車両については、災害時における緊急通行車両許可証の交付を受け、新日本物流(株)の車両を利用</li> </ul>                                                                                                                                                                                                     |
| 31日(木)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・東北地方の道路状況の回復の見通しが立ったことにより、医器販協会員および医療機器製造販売業者にプロジェクトの終結宣言を通知</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  |
| 4月1日(金)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新日本物流(株)と契約解除</li> <li>・プロジェクトを終結</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                             |



図2 集荷場に集まる緊急要請物資

表3 東日本大震災対策プロジェクトの成果

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 集積場の稼働                      | 15日間(3月19日～4月2日)           |
| 医療機器を出荷した期間                 | 7日間(3月23日～29日)(うち緊急輸送は4日間) |
| 被災地(青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島)への供給量 | 延べ9台で対応(最大1回につき10t車4台)     |

する必要があった。さらに、東京電力福島第一原子力発電所の被災の影響も踏まえつつ安定供給を果たすための対応は、本プロジェクトにおいて重要であった。

そのような状況において、緊急時に最も有効と思われる提供システムとして、関係行政機関や民間物流企業、製造販売業者と連携・調整し、被災地への「緊急供給医療機器・材料の集荷場確保、搬送手段確保、通行証とルート確保、搬送ポイントの設定、医療機関への提供」を実現させたことは、大きな成果といえる。また、想定していた以上の災害・被害が発生したなか、短時間で行政機関、製造販売業者、物流会社、医器販協会員をはじめとする関係者が連携し1つの目的のため協力できたことは、日ごろから医療を支える活動を真摯に続けた姿に賛同いただけた結果もあるのではないかと考える。

## 5

### おわりに

本稿では、被災地域に配送ルートをもたない製造販売業者に代わり一括輸送する計画を立て、業種の壁を越えて民間物流企業と協力して遂行した大震災対策プロジェクトについて述べた。このプロジェクト遂行では、優先すべきは患者、市民の安心・安全の確保という、本業界が日ごろから目指す取り組みが理解・評価され、多くの関係者の協力につながったと考えている。

医器販協は、全国に張り巡らされたネットワークの重要性を再認識し、さらに有効活用することにより、離島、僻地へも医療機器を安定的に供給するとともに、平時はもちろん災害発生時においても安全な使用を担保できる流通業として、今後も医療を支えていきたいと考える。



## 臨床工学技士と災害対策 2020

**【設備設計者からみた災害対策で考慮すべき病院設備】  
自然災害の教訓を踏まえた  
医療施設の BCP**

株式会社長大 社会創生事業本部 まちづくり事業部

鈴木 明文 SUZUMURA, Akifumi



## 概要

災害時に医療機能を継続させるにはどの機能を生かすのかを見極め、ハード対策と、災害時を想定した教育・訓練および地域連携などのソフト対策の両面から、医療従事者・施設管理者・設備設計者・医療機器メーカーが協働してシステムの検証を行うことが必要である。



## Key Word

医療機能 ハード対策 ソフト対策 水の確保

## 1

## はじめに

昨今、自然災害が多発している。2011年の東日本大震災以降、2014年の広島土砂災害、2015年の関東・東北豪雨、2016年の熊本地震、2017年の九州北部豪雨、2018年は大阪府北部地震や7月豪雨、台風第21号、北海道胆振東部地震、そして2019年も台風第15号、第19号、第21号と立て続けに発生し、深刻な河川氾濫などが発生した。

これまで、「災害対策」というと大地震を対象としていたが、今後は気候変動に伴う台風な

どの激甚化による水害対策も十分考慮していかなければならない。医療機関では、揺れて、浸水して、停電して、断水して、内外との通信が途絶した場合でも医療機能の継続を支える建築設備システム（電気、空調、給排水、医療ガス設備など）とともに、病院としてどのような事前対応が必要か考慮すべきである。

筆者は、病院建築設備設計者を対象とした災害対策（耐震性能の強化、バックアップ、二重化、備蓄などのハード面の対策）を専門として

BCP: business continuity planning

MCA: multi-channel access

MRI: magnetic resonance imaging

PHS: personal handyphone system

表 1 新耐震基準が目標とする耐震レベル<sup>1)</sup>

| 対象とする地震                         | 発生頻度                      | 目標                       |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 中地震 (80~250 Gal, 震度 5 程度)       | 建物の耐用年限中に数度は遭遇する程度        | 建物の損傷はほとんど生じない           |
| 大地震 (250~400 Gal, 震度 6 強 ~7 程度) | 建物の耐用年限中に 1 度遭遇するかもしれない程度 | 人命に危害を及ぼすような倒壊などの被害は生じない |

Gal: 地震の揺れの強さを表すのに用いる加速度の単位で, 1 Gal = 1 cm/s<sup>2</sup>.

いるが、本号は、臨床工学技士を対象にした災害対策への取り組みを紹介する特集であることを踏まえ、「医療機能を継続させる」という運用・施設管理のソフト面から、医療施設のBCPについて概説する。

本稿では、まずはじめにこれまでの自然災害から得た教訓と課題・問題点を整理し、次に災害時に継続させる医療機能と建築設備対応を考える際の手順を、そして3番目に、災害時に最も必要とされる「水」の供給方法、非常時の必要水量・備蓄の考え方などについて説明する。なお、電気・医療ガスについては他稿にて説明があるので、ここでは割愛する。

## 2

### これまでの自然災害から得た教訓

わが国は、過去幾多の巨大地震に見舞われ、そのたびにさまざまな教訓を得、建築基準法、建築・設備関連団体の耐震計画基準、建築設備耐震設計・施工指針などの改正・改訂が行われてきた。1978年の宮城県沖地震発生から3年後の1981年に建築基準法が改正され(以下、新耐震基準)、本格的な耐震基準の強化がなされた。この改正では、建物本体と設備機器の強度、建物と設備機器との固定方法、建物と地盤・建物と建物間で発生する変位の吸収方法など、ハード面の強化が中心であった。新耐震基準が目標とする耐震レベルを表1<sup>1)</sup>に示す。この基準は、人命、健康および財産の保護を図る

ため、大地震発生時に建物の倒壊などを防止することを目標としており、阪神・淡路大震災では優位性が実証された。しかし、大地震発生後も機能維持が求められる医療施設に対しては不十分であった。

その後、教訓を基に幾多の検討がなされ、ライフライン(電力、通信、水道、排水、都市ガスなど)の途絶、構造体の破壊、非構造部材(壁、天井、ガラス窓、設備機材など)の損傷、エキスパンションジョイント部分の損傷、家具・什器・備品の転倒、建築設備や医療機器への被害など、ハードとしての問題点や解決方法がみえてきた(表2)<sup>2), 3)</sup>。

ところが、2011年の東日本大震災において、災害時に実際に医療機能を継続できるかどうかは、「単に施設としてのハード面だけでなく運用面(ソフト面)に負うところが大きい」ことが明らかになった。たとえば手術室では、災害時に室内の電源や照明、空調、換気、医療ガスなどの供給が確保されたとしても(それまでは設備設計者はここだけを考えていた)、患者・スタッフの動線確保や医療器材・医薬品の供給、スタッフの確保などがなされないと手術機能(手術室機能ではない)が満足されない。実際に、天井からの漏水により手術を断念した病院もあった。「医療機能を支えるシステム」と「設備システム」が両立して初めて、医療継続が可能となるのである。一方、災害時に使用する機器・備品類などの使い方がわからなかった事象や、充電切れで使えなかったなどの事象もみられた。これらは維持管理上の問題である。防災

表2 設備の被災と病院の機能の低下・施設計画例(東日本大震災までの教訓)(文献2, 3より作成)

| 事項      | 設備の被災                                            | 医療機能の低下概要                                                                                                                           | 施設計画例                                                         |
|---------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 給水設備    | 水道管破損<br>受水槽破損<br>(接続管を含む)<br>高架水槽破損<br>(接続管を含む) | 医療 透析治療の停止<br>滅菌業務不能<br>外傷患部洗浄不能<br>検査機能停止<br>手術部機能停止(滅菌・手洗いの不能)<br>看護 手洗い不能による感染症拡大の懸念<br>生活 便所洗浄不能(悪臭・不潔)<br>暖房停止<br>自家発電機(水冷式)停止 | 備蓄<br>井水・雨水の利用<br>濁水の混入・漏水を防止する遮断弁の設置<br>使用可能な場所を限定できる給水系統の構築 |
| 電力設備    | 送電線破損<br>自家発電機の停止<br>(水冷式)                       | 医療 医療機能の停止<br>(人工呼吸器・輸液ポンプなど)<br>医療情報の検索不能<br>(病歴・医事情報, 患者情報)<br>看護 患者観察が困難<br>患者看護情報の読み取り不能<br>患者搬送(転出・転入)が危険であり, 困難<br>院内物品搬送不能   | 引込系統の二重化<br>非常用発電機の容量把握, 燃料の備蓄<br>非常用電源の供給先の明確化               |
| ガス設備    | ガス会社・管の被災<br>院内配管の破損                             | 生活 給食(調理)不能(患者の不満大)<br>暖房不可                                                                                                         | 中圧ガス配管<br>熱源設備の油燃料への切り替え                                      |
| 通信設備    | コンピュータの停止<br>電話の不通                               | マンパワーの確保<br>(職員の安否確認が困難)<br>診療・運営方針の決定情報の不足<br>他病院の状況がつかめず, 重症患者の移送不能<br>来院患者のスクリーニング基準設定が困難<br>応援体制の確認が困難                          | 引込系統の二重化<br>主装置・配線系統の二重化<br>複数の通信手段の確保<br>(固定電話, 携帯電話, 簡易無線)  |
| 自動搬送設備  | レール破損<br>台車の脱落<br>冠水                             | 物品搬送能力の大幅低下<br>一人手不足, 担当者不在<br>薬品・診療材料・給食・洗浄水などの搬送困難                                                                                | 昇降機へのP波検知による自動停止機能の追加<br>早期復旧体制の確立                            |
| 給食設備    | ガス停止                                             | 調理不能<br>プロパン・油使用への切り替えが困難                                                                                                           | ランニングストック型<br>備蓄食品<br>加熱調理器具・冷凍庫・冷蔵庫への非常電源供給                  |
| スプリンクラー | ヘッドの破損<br>管の寸断                                   | 諸室の浸水                                                                                                                               | 耐震振れ止めの設置<br>フレキシブル巻き出し管の使用                                   |
| 医療機器    | 検査・診断機器の移動・破損                                    | 医療・診断機能の低下<br>復旧(修理・移動・調整)期間中の使用不能<br>壁面・床面の破損                                                                                      | 日本画像医療システム<br>工業会の報告書など参照                                     |

訓練だけでなく、災害時の被災状況を想定した停電訓練や通信訓練、断水訓練などによる検証も必要である。

熊本地震の教訓からは、「地域連携」と「備え」の重要性が確認できた。医療施設の被害は、立地場所や施設の耐震性の違いによりさまざまであったが、地域全体としては医療は継続して行われた。「地域連携」では、常日頃から病院間で顔の見えるネットワークを構築していたため、要請をしなくても被災病院へ定期的に物資・人材が供給されたり、大規模な外部への患者移送がなされた。エネルギーについても、代替設備（電源車、移動式ガス発生装置、給水車）が速やかに投入された。「備え」については、停電への備え（エレベーターを使用しない食事搬送、ランタンなどの備品の常備など）により少なからず被害を少なくしたのではないだろうか。

2018年7月の豪雨において、1階が床上240 cmまで浸水しながら、その3日後に病院機能を仮復旧して診療を開始、次の日には予定していた手術を開始した病院がある。この病院では、浸水の影響を極力受けない仕組みや浸水を防止する仕組みなど、水害多発地域ならではのハード対策（設定地盤を高くする、防水板・防水シートの設置、排水逆流防止弁の設置、重要部門の2階以上の階への配置、機器類の屋上設置など）を行うとともに、年1回「防水訓練」を実施してそれらの仕組みが災害時に役立つかどうか検証し、誰が何をしなければいけないか病院関係者が身に付けていたという。これが何より重要であったのではないだろうか。

### 3

#### 災害時に継続する医療機能と 建築設備対応

災害時に医療機能を継続させるためのポイントについて、5つの視点から次に述べる。

### 3-1 災害時に生かす医療機能はどこまでか

災害時に継続する医療機能は、各医療施設の規模や特徴、社会的位置付けなどにより大きく異なる。図1<sup>1)</sup>に、災害時に継続する医療機能を示す。大きくは、入院患者への対応(②～④)と救急患者への対応(⑤～⑦)という2つの機能があり、これを患者・スタッフの安全確保・避難というベース機能(①)が支えている。しかし、実際にはこのように単純なものではないため、さらに多くの機能を同時並行で稼働する必要がある。

よって、BCPを検討する場合は、災害時医療の全体像をまず把握し、継続する機能をベース機能(①)に積み上げる形で分類すると、自施設が災害時に医療機能のどの部分をカバーするのかということが理解しやすい。また災害時に限られたスタッフ・資材で、何をどこまで機能させなければならないのかが明確になる。

### 3-2 医療機能を継続させるための 「設備システム」の検討

災害時の設備対応については、図1①～⑦の医療機能に対応する設備機能を順に積み上げていくという考えで進める。たとえば、①に対しては、火災報知設備・消火設備・排煙設備・非常照明・特殊室の換気(感染・MRIなど)など、③に対しては、各室の照明・給水・排水・非常用電源・電話のほかにナースコール・医療ガス・処置灯など、⑦に対しては、各室の照明・給水・排水・非常用電源・医療ガス・院内情報システム・透析機器用電源・給水などがあげられる。また、階段や廊下、トイレなどの機能サポート空間、給食機能などとの連携も忘れてはならない。

### 3-3 「設備システム」は 備品・代替設備での対応も考えておく

災害時は、「設備システム」が健全な状態で

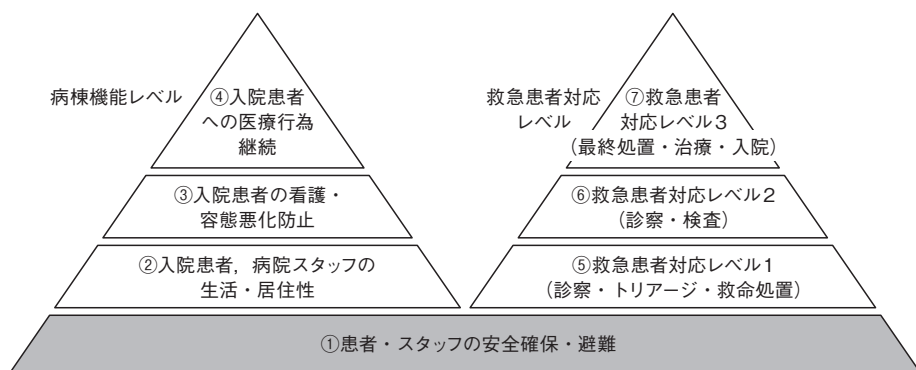


図 1 災害時に継続する病院機能<sup>1)</sup>

表 3 施設側対応と運用側対応

| 機能       | 施設側                       | 運用側                            |
|----------|---------------------------|--------------------------------|
| 病院内外情報伝達 | 電話・PHS                    | 衛星電話・防災無線・MCA無線・インターネット        |
| 病院内上下移動  | エレベーター・エスカレーター            | 階段                             |
| 給水       | 給水システム                    | ペットボトル・給水車                     |
| 給湯       | セントラル給湯システム・電気温水器・ガス湯沸かし器 | 電気ポット・やかん                      |
| トイレ      | 大便器・小便器                   | 簡易トイレ・マンホールトイレ                 |
| 滅菌       | 蒸気供給システム                  | プラズマ滅菌器・薬品                     |
| 冷房       | セントラル冷房システム・パッケージ空調機・エアコン | 扇風機・お絞り・保冷剤                    |
| 暖房       | セントラル暖房システム・パッケージ空調機・エアコン | ストーブ・使い捨てカイロ・毛布・厚着             |
| 調理       | 厨房器具                      | カセットコンロ・プロパン対応調理器具・調理不要食材の備蓄など |
| 医療ガス     | 医療ガス供給システム                | 予備(酸素)ボンベ・ポータブル吸引機など           |
| 電気       | 商用電源・自家発電設備・コージェネレーション    | ポータブル発電機・プロパンガス利用発電機           |

機能を発揮するかどうかの保証はない。「AはだめになってもBは動く」「Bが止まってもCがある」「Cが使えなくなった場合、最悪でもDの手段で切り抜ける」という考えの下、運用側対応(備品)(表3)や代替設備(表4)<sup>1)</sup>の受け口を設けておく。

表 4 インフラ途絶時の代替設備

| 設備   | 代替設備                       |
|------|----------------------------|
| 給水   | 給水車～受水槽までの配管<br>井戸水など他水源利用 |
| 電気   | 移動式電源車                     |
| 都市ガス | 移動式ガス発生装置                  |
| 医療ガス | 緊急導入用遮断弁                   |



3-4

自院単独で乗り切るのではなく  
「地域連携」を考えておく

エネルギー・食料・資材・薬品の供給、転院先や搬送手段、廃棄物処理など、地域での連携が必要になる。よって、関係各所と担当者と事前に顔の見える関係を構築しておく。

3-5

「教育・訓練」により、災害時に  
真に機能する「医療」「設備システム」で  
あることを確認しておく

医療従事者、施設管理者、設備設計者、医療機器メーカーが協働して、災害時対応システムの性能を検証しておくことが重要である。

4

## 水の確保

給水設備が被災し、院内各所に水が供給されなくなると、透析治療や検査が停止したり、滅菌が不能になるなど、医療業務を継続することが難しくなる。さらに、便所洗浄や手洗いなどもできなくなる。このように、水は電気と同じように災害時であっても医療には欠かすことができない。

院内で水がどのように供給されるかを示したものが図2である。道路下の水道本管より、水道メータを経由して受水槽（通常は屋外か地階の機械室に設置）に貯水される。病院にもよるが、有効容量は1日使用水量〔500～800 L/（床・日）×ベッド数〕の約半日分である。給水システムを飲料水などの上水と便所洗浄水などの雑

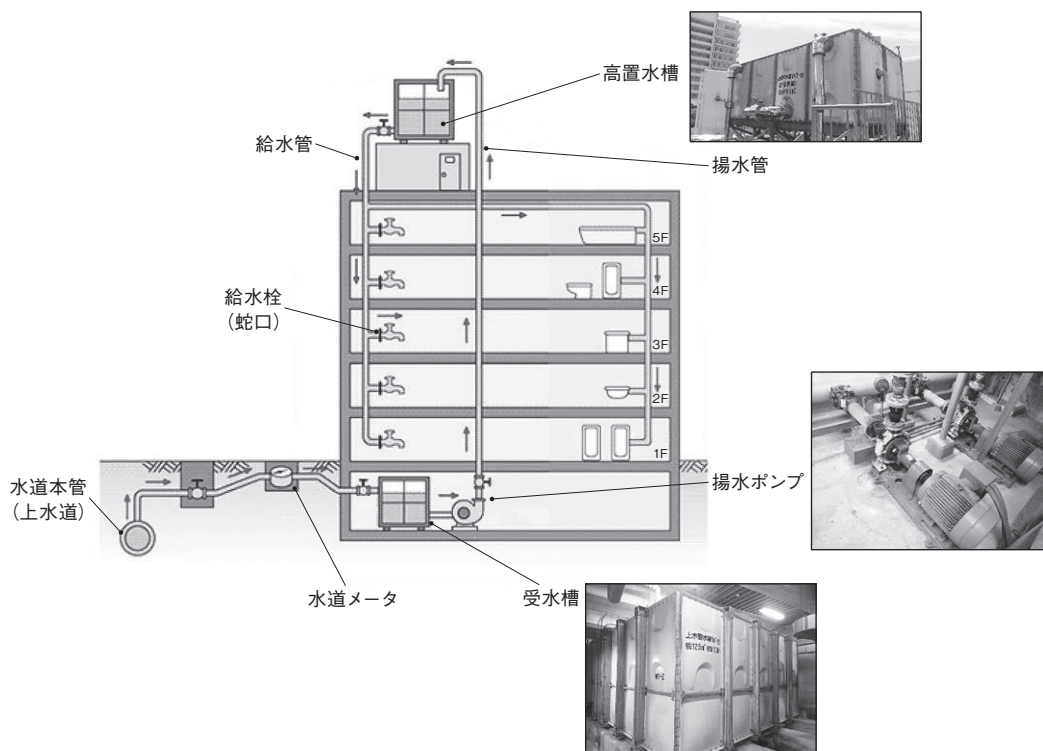


図2 給水設備系統図

表5 非常時における1人当たりの必要水量<sup>1)</sup>

| 項目  | 官庁施設の耐震指針 | 京都市          | 推奨値          |
|-----|-----------|--------------|--------------|
| 飲料水 | 4 L/人/日   | 3 L/人/日      | 3~4 L/人/日    |
| 雑用水 | 30 L/人/日  | 13 L/人/日     | 13~30 L/人/日  |
| 医療水 | 記載なし      | 20 L/床/日     | 20 L/床/日     |
| 透析水 | 記載なし      | 150 L/透析患者1人 | 150 L/透析患者1人 |

用水の2系統に分ける場合は、雑用水用の受水槽の容量に制限はない(通常は3日分くらい貯水している)。貯水槽の水は、揚水ポンプにより屋上の高置水槽へ送水され、院内の給水必要箇所へ重力で供給される。

災害時に必要とされる給水量を表5<sup>1)</sup>に示す。病院の特性や災害が起きる時間帯にもよるが、1日使用水量の半日分の水でも、使用を制限することにより1~3日もたせることが可能である。災害時に「何日分の備蓄がある」という表現が使われているのをみかけるが、「何に対しての水を何日分か」、十分に理解する必要がある。

貯水された水をどの場所で、いかに有効に使うか(医療機能を継続させるところはどこか、患者・医療スタッフの安全性・居住性や衛生管理を確保する設備は何か)を検討するととも

に、給水車からの補給ルート、井戸水や雨水などの利用も考えたい。

## 5

### おわりに

自然災害に対するハードとしての問題点や解決手法はほぼみえてきている。後は実践あるのみであるが、災害時に真に医療機能を継続させるためには、維持管理、教育と訓練、地域連携といったソフト面との連携が必要である。そのためには、医療従事者、施設管理者、設備設計者、医療機器メーカーの協働が不可欠である。

■著者連絡先メールアドレス  
suzumura-a@chodai.co.jp

### ■文献

- 1) 一般社団法人日本医療福祉設備協会：病院設備設計ガイドライン(BCP編) HEAS-05-2012
- 2) 特集 巨大地震に備える, 病院設備 46(4), 2004
- 3) 特集 新しい防災の考え方と病院のBCP, 病院設備 52(5), 2010

# 臨床工学技士と災害対策 2020

## 【設備設計者からみた災害対策で考慮すべき病院設備】 BCP を考慮した 電源システムの計画ポイント

株式会社日建設計 エンジニアリング部門

川合 満男 KAWAI, Mitsuo



### 概要

近年の自然災害の傾向として、過去に経験のない規模の災害が各所で多数発生していることがあげられる。しかし医療施設では、大規模自然災害が発生した場合においても、可能な限り継続して医療を行えるようにすることが求められてきている。本稿では、設備設計者からみた BCP のポイントや注意点などについて述べる。



### Key Word

電源供給 電気設備計画 負荷選定

### 1

#### はじめに

医療施設では、医療の高度化や医療機器の電化・情報化などを受けて電気設備の重要性が増してきており、高い信頼性と安全性、および継続性の下、電源は供給されている。これらの要求は、平常時はもちろんのこと災害時においても必要な事項とされるため、本稿では、まず近年発生した災害による停電被害や復旧状況を整理し、医療施設で取り入れられている災害対策の事例、JIS T 1022 : 2018 病院電気設備の安全基準<sup>1)</sup>を踏まえた電源供給の考え方、およ

び BCP を考慮した負荷選定などについて述べる。

### 2

#### 近年に発生した災害における 停電被害の状況

BCP は、1995 年に発生した阪神・淡路大震

BCP: business continuity planning  
CT: computed tomography  
ICU: intensive care unit  
JIS: Japanese Industrial Standards  
LDR: labor, delivery, recovery  
MRI: magnetic resonance imaging  
PHS: personal handyphone system  
UPS: uninterruptible power systems

表 1 近年に発生した災害の停電規模と復旧状況の概要<sup>4)</sup>

| 災害            | 被災年  | 停電戸数<br>[万戸] | 復旧時間<br>(99%以上) | 復旧時間<br>(約 80%) * |
|---------------|------|--------------|-----------------|-------------------|
| 阪神・淡路大震災      | 1995 | 260          | 7 日             | 1 日               |
| 東日本大震災        | 2011 | 891          | 約 3 カ月          | 3 日               |
| 熊本地震          | 2016 | 48           | 4 日             | 1 日               |
| 西日本豪雨 (7 月)   | 2018 | 8            | 4 日             | 2.5 日             |
| 台風第 21 号 (近畿) | 2018 | 240          | 5 日             | 1 日               |
| 北海道胆振東部地震     | 2018 | 295          | 2 日             | 2 日               |

\* : 関連公表資料<sup>2), 3)</sup>などのグラフより, 目測にて計測した概略値。

災が大きなきっかけになったのではないかと考える。その後も津波による甚大な被害が生じた東日本大震災 (2011 年), 大きな揺れが 2 回発生した熊本地震 (2016 年), 中国・四国地方に広範囲な被害をもたらした西日本豪雨 (2018 年), 近畿地方を中心に大きな風害をもたらした台風第 21 号 (2018 年), 北海道全域が停電した北海道胆振東部地震 (2018 年) など, これまでに経験したことのない規模や地域で災害が発生している。これらの災害では広範囲に停電が発生したが, BCP を見直すうえでは, その状況を把握する必要がある。

表 1 に, 近年発生した災害における停電の規模と復旧状況の概要を示す<sup>2)~4)</sup>。自然災害により広範囲な規模で停電が発生した場合, 電力会社などは早期に停電を解消すべく, 電源の仮設対応も含め迅速に作業を行っている。よって, 被災・停電した範囲の 8 割程度までであれば比較的早い時期に復旧がなされていることがわかる。しかし実際には, 被災中心部もしくは遠隔地となっている場合は, 長期にわたり停電状況が継続することとなる。停電になると日常当たり前に使用していた電気機器などが使用できなくなり, バックアップ電源などで稼働する建物設備 (照明や空調など) や医療機器のみを用いるため, 限定的な範囲で医療継続することになる。よって, 周囲の被災状況や医療スタッフの出勤状況なども考慮した医療継続の対

応可否なども踏まえた BCP が必要となる。

### 3

#### BCP を考慮した電気設備計画の事例

医療施設では, 周辺地域で災害が発生した場合でもできるだけ混乱を避け, 可能な範囲で医療を継続するように求められることが多くなってきている。図 1 に, BCP を考慮した電気設備計画の事例を示す。この計画でのポイントは, 以下 4 つの対策などがなされていることである。

- ①電気室や非常用発電機を上層階に設け, 浸水被害の最小化や早期復旧に対応可能
- ②電源供給エリアを浸水想定エリアとそれ以外のエリアに区分し, 万が一浸水した場合でも, 上層階には電源供給が可能
- ③非常用発電機の燃料備蓄量は 72 時間以上を想定し, また水没した場合も使用可能な地下埋設タンクと油中オイルポンプを採用 (浸水時に移送ポンプを蓋などで覆うタイプを採用している事例もある)
- ④上層階に中央監視室を配置し, 防災設備や設備監視システムの主装置を設け, 浸水時においても監視制御機能を確保

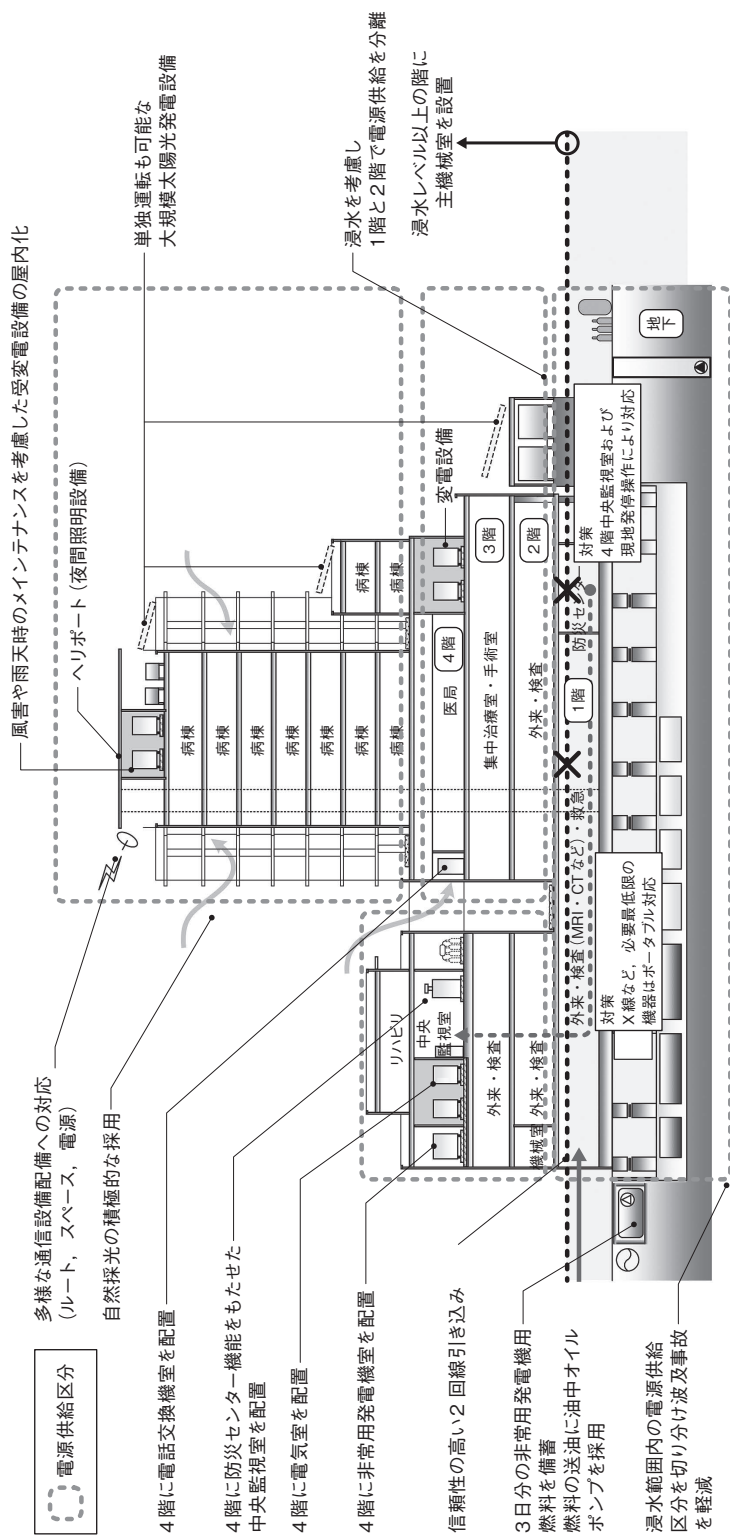


図1 BCPを考慮した電気設備計画の事例



## 電源供給の方式と負荷分類

電源供給については、負荷の電源種別に分類・整理することが重要になってくる。たとえば、以下のような条件下での、建物の設備（照明や空調）や医療機器の稼働について考える。

- ・ 停電時に稼働させる必要があるのか
- ・ 停電時に稼働させる場合は、瞬時停電をしてもよいのか
- ・ 火災発生時にも稼働させる必要があるのか
- ・ 火災でかつ停電が発生した場合に稼働させる必要があるのか
- ・ 年次点検など事前に停電することがわかっている場合に稼働させる必要があるのか

など。

また、以上を踏まえ各負荷を分類・整理したら、それらが正常に稼働するためのシステムが成り立っているかどうかなど、災害を想定しながら、さらに電源供給方法や分類を整理していく必要がある。図2に、電源供給分類と負荷分類の例<sup>5)</sup>を示す。

## 停電時の電源供給負荷についての注意点

医療施設を建設する場合、その計画段階から完成に至るまでに、さまざまなタイミングで、停電発生時の状態を想定した検討が講じられている。しかし竣工後、実際に停電が発生した際に、想定から外れていたものや見落とし、思い違いを発見したり、後で追加された機器などにより思いがけない不具合が発生することなどがある。これらの不具合をなくすために、竣工時に停復電試験などが行われているが、医療機器

などを配置した段階での停復電試験などは、残念ながら行われていないことが多いのが現状である。やはり竣工後の、医療機器を実際に配置したときや年次点検時に、停電を伴った点検・検査を行うことが大切である。また、そのような点検・検査で実際に状況を体験し把握することは、災害発生に備えた訓練になるとも考える。表2(80ページ)に、医療施設におけるBCPに関連する設備と、停電時に注意すべきポイントを示す<sup>6)</sup>。

## おわりに

東日本大震災で実施されたことを機に、計画停電という概念が一般に知られるようになった。また、2018年の北海道胆振東部地震では、北海道全域の停電（ブラックアウト）、2019年の神奈川・千葉における暴風雨による広範囲かつ長期間の停電など、これまでに経験したことがない事象が発生し、それらは今後も発生する可能性がある。そのときに電気設備が可能な限り安定した電気を継続して供給できるように、平時から最新情報の収集や訓練、メンテナンス、バックアップ回路の確認を行い、また仮設対応の想定など、柔軟な発想でBCPを見直すことが大切である。

本稿では、多様な検討ポイントから事例や注意点を述べた。しかしあくまでも概要であり、該当する施設特有の事項ではない。今後、BCPを策定・見直す際に、紹介した事項が参考になれば幸いである。

■著者連絡先メールアドレス  
kawaim@nikken.jp

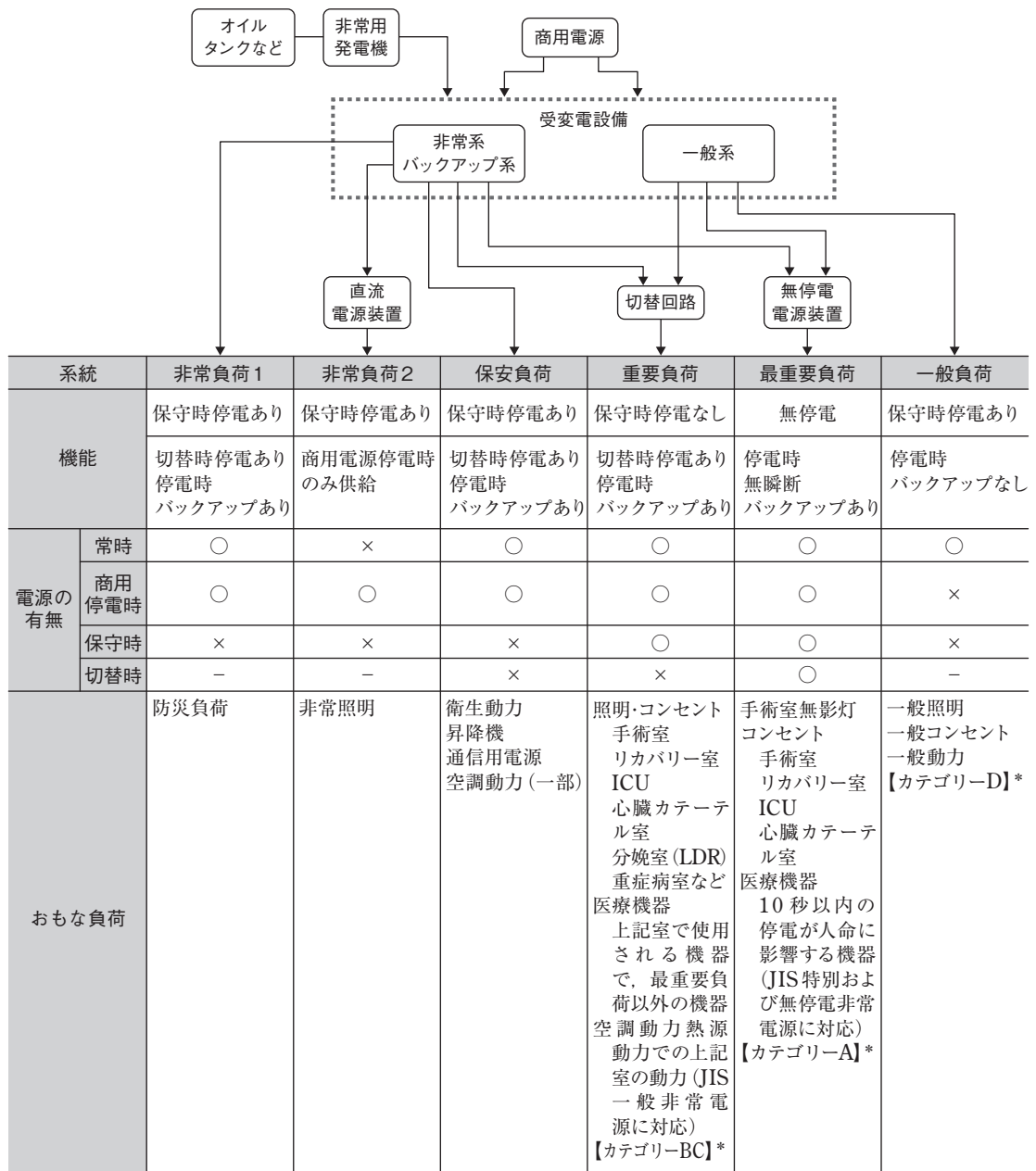


図2 電源供給分類と負荷分類の例<sup>5)</sup>

\*：本表内のカテゴリーは、以下に示す JIS T 1022：2018<sup>1)</sup> における医用室のカテゴリー分類を参考に示した。

A：心臓内処置、心臓外科手術及び生命維持装置の適用に当たって、電極などを心臓区域内に挿入又は接触し使用する医用室。

B：電極などを体内に挿入又は接触し使用するが、心臓には適用しない体内処理、外科処置などを行う医用室。

C：電極などを使用するが、体内に適用することのない医用室。

D：患者に電極などを使用することのない医用室。

表2 医療施設におけるBCPに関連する設備と停電時に注意すべきポイント<sup>6)</sup>

| 設備項目                    |                | 注意ポイント                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 給排水<br>空調<br>医療ガス<br>防災 | 給水             | ・給水のためにポンプを使用している場合、停電時は使えない。<br>・排水も同様にポンプを使用している場合、停電時は使えない。                                                                                                                                                                                                                                 |
|                         | 給湯・蒸気          | ・給湯器、ボイラーは、ガスの途絶以外での停電時も使えない。                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                         | 衛生機器<br>(蛇口など) | ・非接触型感知水洗は停電すると使えない。<br>(電池式、非常用電源が送られているものは使用可)                                                                                                                                                                                                                                               |
|                         | トイレ            | ・感知式フラッシュバルブを使用した大便器は停電時は使えない(水を流せない)場合がある。<br>・手動ボタンが併設されているものは使用可。                                                                                                                                                                                                                           |
|                         | 冷暖房・空調・換気      | ・停電時は使えない。<br>・電力が供給可能であっても、ガス・油などの燃料が枯渇すれば使えない。また、冷却水を熱源とする場合には断水にも注意が必要。<br>・マルチエアコンの場合、室外機系統と室内機系統の電源種別や停電範囲を合わせておかないと、状態不一致で稼働しない。                                                                                                                                                         |
|                         | 医療ガス           | ・電源が必要なほか、給水が必要なタイプもある。                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 情報通信<br>弱電              | 電話             | ・建屋内に交換機を設置している場合、交換機へも非常電源が送られていないと停電時は使えない。                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                         | 医療情報システム       | ・サーバ用UPS(無停電電源装置)があっても使えない場合がある(HUBへの電源が必要)。<br>・分散されている放射線画像装置や各種サーバでは、瞬時停電してしまうと再起動までに時間を要することがあるため、小型のシャットダウン用UPSを備えておくのがよい。                                                                                                                                                                |
|                         | セキュリティ         | ・電子錠は停電時、閉まったまま(または開いたまま)になる(設定による)。                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                         | テレビ            | ・非常電源回路コンセントを使っても映らない場合がある(ブースタへの電源供給が必要)。                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 電灯<br>コンセント             | 照明             | ・非常用照明のないエリア(病室、トイレなど)は停電時に真っ暗になる。バッテリーで点灯する非常用照明や誘導灯は一定時間点灯後に消灯してしまう。<br>・照明の点滅をリモコンで行う場合には、照明器具自体と照明制御機器との電源種別を合わせておかないと、点滅させることができない。                                                                                                                                                       |
|                         | コンセント          | ・PHSや携帯電話のバッテリー充電用の非常電源系統のコンセントを決めておくことと便利。                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 建築設備                    | 自動ドア           | ・電源が送られていないと停電時は使えない(手動で開閉する)。                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                         | エレベーター         | ・地震を感知して地震時管制システムにより停止した場合、地震の規模によっては管理会社による点検が必要(それまで動かない)。<br>・大地震の場合、大都市では停止するエレベーターの数が膨大になるため、管理会社が点検に来るまでに時間を要することが予想される。点検後も余震がある場合は、使えないケースがある。<br>・長時間の停電時にも搬送ニーズは高く、地震以外の原因による停電には非常電源から送電できるようにしておくことは有効。<br>(使用できるエレベーターの台数制限をしてもよい)<br>・停電信号の取り方と電源供給を整合させておかないと、状態不一致で稼働しないことがある。 |

## ■文献

- 1) JIS T 1022 : 2018 病院電気設備の安全基準
- 2) 地震工学委員会：ライフラインに係わる都市減災対策技術の高度化に関する研究小委員会・活動報告，平成 29 年度 第 1 回研究会，2017 年 5 月 23 日
- 3) 電力レジリエンスワーキンググループ：電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめ，2018 年 11 月 27 日  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/denryoku\\_gas/resilience\\_wg/20181127\\_report.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/resilience_wg/20181127_report.html)  
(2019 年 11 月 12 日現在)
- 4) 川合満男：停電への対応，病院設備 61(3): 45-49, 2019
- 5) 「病院電気設備の設計・施工指針」- JIS T 1022 : 2018 に基づく病院電気設備のあり方 - , p65, 一般社団法人電気設備学会, 2018
- 6) 病院設備設計ガイドライン (コージェネレーション編) HEAS-06-2017, 一般社団法人日本医療福祉設備協会, 2017

# Clinical Engineering

●月刊誌・毎月25日発行 ●B5判  
●定価：本体 1,900円(税別)

2019年10月号 (Vol.30 No.10) ・好評発売中

特集

## 臨床工学技士が知りたい 医療ガスのすべて

【編集責任】廣瀬 稔 (北里大学医療衛生学部医療工学科臨床工学専攻)

- 医療ガスの安全使用のために  
臨床工学技士はどうかかわるか ..... 高倉照彦
- 医療ガスの安全管理を適切に行うために  
一通知のポイントを押さえて実務に活かす ..... 大杉 隆
- ここが知りたい！  
・ 医療ガスの製造方法 ..... 田邊浩義  
・ 医療ガス配管設備の基礎 ..... 元田忠磨  
・ 医療ガスに適用される高圧ガス保安法 ..... 大沼倫晃
- 事例から学ぶ  
医療ガスに関連したトラブル ..... 江場大二
- なぜ起こる？ どのように改善する？  
医療用ガスボンベの  
インシデント・アクシデント ..... 梶原吉春
- 通知を遵守！  
医療ガス設備の保守管理業務 ..... 小室克夫

### 【特集関連記事】

- 安全への取り組みに活かしたい！  
医療ガス安全管理者講習会 ..... 出澤由紀子
- 原理と構造を押さえよう！  
圧力調整器による事故を防止するために ..... 小川貴康
- 酸素ボンベアラームの開発と活用 ..... 吉岡 淳
- 医療ガスの認定制度  
—MGRを知っていますか？— ..... 白坪隆文

養成施設卒業研究コンペ 2019  
採用論文発表

学研メディカル秀潤社

〒141-8414 東京都品川区西五反田2-11-8 TEL: 03-6431-1234(営業部) FAX: 03-6431-1790  
URL: <https://gakken-mesh.jp/>

# 臨床工学技士と災害対策 2020

## 【設備設計者からみた災害対策で考慮すべき病院設備】 供給を維持するための 医療ガス設備における BCP

美和医療電機株式会社

岡田 正 OKADA, Tadashi



### 概要

種々の災害が発生した場合も医療ガスの供給を継続するためには、設備の充実はもとより、自施設の設備の実態を把握し最良の状態に維持しておくこと、そして災害発生時に何をすべきかをマニュアル化し、周知し訓練しておくことが重要である。訓練により体で覚えていないと、いざというときに必要な行動をとることができない。



### Key Word

医療ガス 災害対策 マニュアル 訓練

## 1

### はじめに

災害というと過去には地震が主体であったが、昨今では台風や豪雨など多様化し、風雨による被害やがけ崩れ、川の氾濫などが発生しており、想定外という言葉が頻繁に耳にするようになった。本稿では、いかなる事態においても医療ガスの供給を継続するためにはどうあるべきかという、設備面において日ごろから心がけておくべき備えについて解説する。

## 2

### 地震への備え

#### 2-1 供給源設備

##### 1) 高圧ガス容器

高圧ガス容器は、地震による揺れに備えて1～2本ごとにチェーンなどで上下2カ所をしっかりと固定し(図1)、転倒を防止する。チェーン

BCP: business continuity planning

CE: cold evaporator

ICU: intensive care unit

JIS: Japanese Industrial Standards

UPS: uninterruptible power systems





図1 高圧ガス容器の上下2カ所をチェーンで固定した例

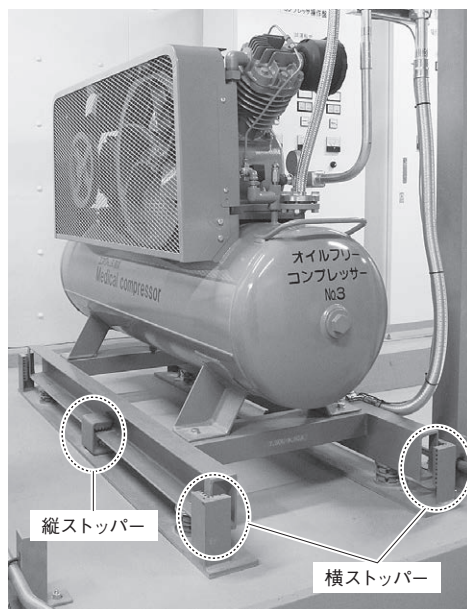


図2 空気圧縮機における揺れ対策の例

1本だけでは、揺れにより容器が下からすり抜けてしまうことがある。また、容器保管庫の扉は、万一容器が転倒した場合に備えて外開きとする。

高圧ガスの供給では、停電時も送気は継続するが、ガス残量警報は非常電源が供給されないで機能を失う。よって、アナログ式圧力計や液面計などを備えて、残量を確認できるようにする。

## 2) 定置式超低温液化ガス貯槽 (CE)

CEは耐震性が高く貯蔵量も大きいですが、災害時には道路状況などによりローリーがアクセスできないことがある。災害発生に備え、次の項目を確認しておく。

### ①ローリー停止位置周辺の確認

災害発生時にローリー停止位置にほかの車が駐車していると、ローリーが正規の位置にアクセスできない。この場合には長い充填用ホースが必要になる。よって、ローリー停止位置周辺について確認しておくことが必要である。

### ②ローリーからCEに供給するのに必要な電気の確保

通常、ローリーからCEに供給するためには電気が必要である。よって、災害時に停電などで電気が供給されない場合に備えて、発電機や加圧式ローリーなどを確保しておく必要がある。

### 3) 空気圧縮機・吸引ポンプ

高圧ガス容器が転倒し機械に損傷を与えた例があるため、高圧ガス容器と機械類は同一の部屋に設置しない。また、防振架台の上に設置されていた空気圧縮機が地震で架台から外れた例がある。よって、上下方向や横方向の揺れへの対策(図2)を行う必要がある。

水封式吸引ポンプは、断水しても一定期間は稼働できるが、保有するタンク内の水がなくなると能力を失う。よって、補給用の水槽を設置するか、適宜、補給水口から補給する必要がある。

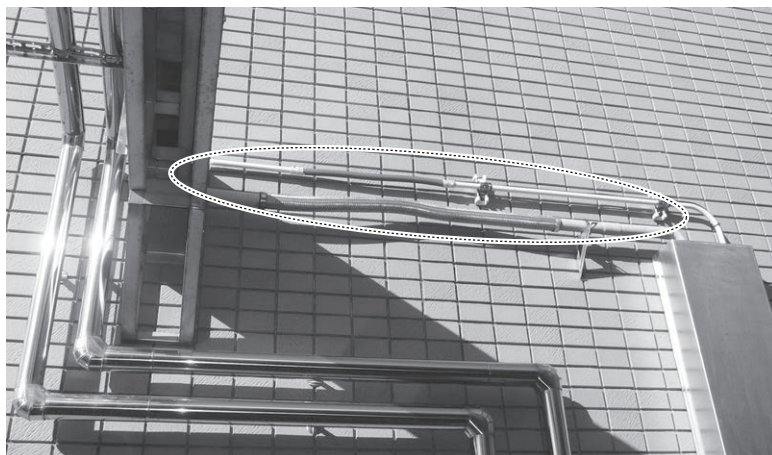


図3 可とう性(伸縮性)配管の例

## 2-2 配管

配管には銅管を使用しており柔軟性があるが、建物間などには必要に応じて可とう性(伸縮性)配管(図3)を採用する。また、屋外配管や立ち上がり配管は二系統化<sup>\*1</sup>することにより、安全性が高まる。

## 2-3 遮断弁

ガス漏れなどが生じ遮断弁の操作が必要になった場合に迅速かつ確実に行うことができるよう、遮断弁下流の供給区域を図などで明示しておく。なお、配管自体はロウ付けなどの永久接続であるが、遮断弁の前後はねじ接続であるため、災害発生時には遮断弁前後でガス漏れのチェックが必要であることを認識しておく。また、医療ガス安全管理委員会の指示を含め、遮断弁の操作前に必要となる酸素吸入を行っている患者への対応などについてのマニュアルを作成し、周知しておく。

## 2-4 緊急導入口付き遮断弁

供給源から医療ガスの供給が途絶えた場合、高圧ガス容器を遮断弁に接続することで緊急的にガスを供給できるよう、手術室やICUなどの重要なエリアの遮断弁は「緊急導入口付き遮断弁」にしておく(図4)。また、高圧ガス容器と供給用器具を備蓄しておく(図5)。

なお、緊急導入においては、上流の遮断弁を閉止し、配管端末器からガスを逆送することにより供給することも可能である。

## 2-5 配管端末器

ロッカーなどが倒れて配管端末器や器具に損傷を与えることを防ぐため、使用していない配管端末器からは器具を外しておく。また、被災地では診療可能な施設に患者が殺到するため、そのような場合に備えて待合室や廊下、会議室などに、普段は案内板などで見えないようにして、配管端末器を設置する施設も増えている。



図4 緊急導入口付き遮断弁とそこからの医療ガスの導入



図5 緊急導入用供給器具の例

### 3

#### 津波への備え

津波に対しては、前述の地震の揺れに対する対策に加えて、CEでは、予備マニフォールドへの切り換えバルブを上層階に設けるようにしておく。ボンベマニフォールドによる亜酸化窒素、窒素などの供給については、必要なエリアが限られているため、前述の緊急導入口付き遮断弁を設け、さらに予備ボンベと供給用器具を備蓄しておく。また、空気圧縮機や吸引ポンプは上層階に設置する。非常用発電機や制御盤なども上層階に設置し、燃料の搬入手段も確保しておく。

### 4

#### 水害への備え

近年は地震災害に加え、河川の氾濫などによる水害も大きな問題となっている。機器に関しては、津波への対策と同様である。ただし、ダムの一斉放水など、予期しない事態が発生することがあるので、ハザードマップなどで自施設の危険度合いを事前にしっかり把握しておく。

### 5

#### 火災への備え

酸素、亜酸化窒素、空気は可燃性ガスであるため、火災発生時には、状況によって当該区域の遮断弁を閉止したり、供給を停止する必要がある。患者の安全を確保したうえでの対応が求められる。

### 6

#### 停電への備え

近年、地震や台風により長期に及ぶ停電が発生している。病院には非常用発電機が設置されているが、医療ガス同様、まずは設備の容量を把握しておかなければならない。復電までの予想時間などに応じて、電気の使用制限も必要になる。自施設の発電機の燃料の種類および備蓄量を把握し、燃料を補給するための手段を講じておくことなども重要である。近年では、電気自動車やプラグインハイブリッド車を活用することも可能である。

自家発電機は、停電後起動するまでに一定の時間を要する。人工呼吸器など瞬時の停電も許

されない医療機器については、バッテリーを内蔵しているかどうかを確認し、内蔵していない場合は、無停電電源 (UPS) へ接続しているか確認する。

## 7

### 医療ガスの備蓄

医療ガスに関する日本産業規格 (JIS T 7101)<sup>1)</sup>では、「供給設備の第一供給源及び第二供給源は、それぞれが7日分、CEでは満量の2/3が10日分、予備供給源は1日分以上になるよう算出する。」と規定されている。加えて、「災害拠点病院など災害時対応が必要な施設は、それを考慮に入れて備蓄能力を決定することが望ましい。」とされている。しかしながら、これは「設備設計時の推定使用量と配送頻度に基づいて算出されたもの」であることに注意しなければならない。開院後の患者数や実際の治療方法などにより、消費量が変化している可能性を含んでいる。

## 8

### 自施設の把握と確実な保守点検

夜間に主供給設備の異常で配管圧力が低下し、予備供給設備を備えていたものの、当直の職員が切り換え方法を知らず重大な事態に陥った事例がある<sup>2)</sup>。よって、災害時の備えとして、供給設備の実態、予備供給の有無、予備供給への切り換え方法など、自施設の状況を把握することが重要である。また、日常点検でガスの残量を確認し記録することが医療法で定められているので、それをグラフ化しておく消費量の傾向がわかり、さらに災害が発生した場合には、その時点から何日供給できるかがひと目で把握できる。ただし、災害時には、普段の消

表1 災害発生時のマニュアルに必要な項目

- ・災害対策体制
- ・災害対策マニュアルの周知徹底および訓練
- ・緊急連絡体制 (医療ガス納入業者、設備機器納入業者とその代行業者を含む)
- ・医療ガスの被災状況確認方法
- ・医療ガスの供給停止方法、手順
- ・緊急用 (予備用) 医療ガス供給への切り替え方法、手順
- ・復旧方法

費量より多くなることを考慮しなければならない。最近ではデータを自動的に取得・グラフ化して出力できる設備もある。

医療ガス設備の保守点検は、厚生労働省の通知「医療ガスの安全管理について」<sup>3)</sup>のなかで、医療施設自身が実施すべきこととして詳細に記されている。点検は外部委託が認められているが、施設自身が管理監督し、その記録を保存することが求められている。保守点検を確実にを行い、設備を最善の状態に維持しておくことは、災害発生時の素早い復旧につながる。

## 9

### マニュアルの整備と周知、訓練

災害対策では、各施設でのマニュアル作成が必要であり、その整備も欠かすことができない。マニュアルは表1に示した項目に沿って作成する。

マニュアルについては医療ガス安全管理委員

### 日本工業規格から日本産業規格へ

2019年7月1日、わが国における標準化活動の基盤である工業標準化法が改正されたことにより、「日本工業規格」は「日本産業規格」に名称が変更になった。なお、英語名称 (Japanese Industrial Standards: JIS) は継続使用される。



会や職員研修会などで周知するとともに、マニュアルに沿って訓練することが重要である。なぜなら、体で覚えていないと、いざというときに必要な行動をとることができないためである。また、過去の大きな地震は、早朝か夜間に発生したことが多かったことから、訓練は夜間にも行っておきたい。なお、夜間の訓練は、家庭の事情や交通手段などにより対応できない職員もいることを想定した内容にする。

## 10

### おわりに

本稿で述べた、医療ガスの供給を継続するた

めに必要な設備を自施設で備えているか、まずは確認してほしい。もし備えが不十分であれば、今すぐできることと、予算を確保して行わなければならないことに分け、計画的に備えを充実させることが必要である。また、備えが十分になるまでには時間がかかることもあるため、その間にできる対応方法も考えておく。さらに、保守点検をしっかりと行って設備を常に最良の状態にしておくとともに、ガスの消費量ならびに備蓄量の把握、災害発生時の対応マニュアルの整備と周知、そして訓練も実施しておくべきである。

### 用語解説

#### \*1 配管の二系統化

供給源から建物への屋外配管を二系統化する、あるいは、建物内の立ち上がり配管を離れた2カ所のパイプシャフトから供給するなどにより安全性を高めること。

#### ■文献

- 1) JIS T 7101 : 2014 医療ガス配管設備
- 2) 公益財団法人医療機器センター：令和元年度(2019年度)医療ガス安全管理者講習会テキスト p.83
- 3) 厚生労働省：医療ガスの安全管理について(医政発 0906 第3号), 平成 29 年 9 月 6 日  
<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/isei/i-anzen/hourei/dl/170906-1.pdf> (2019 年 11 月 15 日現在)



# BCP 対策のための UPS の選定

ニシム電子工業株式会社 東京支店  
病院ソリューションチーム営業グループ

筒井 慶枝 TSUTSUI, Yoshie

## 1. はじめに

近年、わが国では地震・台風・豪雨などによる大災害が、これまで起きたことのない地域で起きている。2019年の台風第15号では、千葉県を中心に暴風による屋根の飛散や倒木、電柱や鉄塔の倒壊が、また、台風第19号では、関東、甲信越、東北地方で河川決壊による浸水、記録的豪雨となった台風第21号では河川決壊による浸水や道路の崩落により集落が孤立するなど、多大な被害をもたらした。これらの災害では停電や断水が発生し、日常生活に多大な支障を生じた。

医療施設でも同様にインフラが停止したことで、治療に影響が生じた。自家発電設備を備えていても、停電が長期に及ぶと燃料のガソリンや重油の入手にも問題が生じるなど、インフラの元となる電気がいかに重要か、再認識した施設も多いのではないだろうか。

本稿では、以上の観点より、無停電電源装置(UPS)の必要性和その選定条件について述べる。

## 2. 無停電電源装置(UPS)の必要性

医療施設は、安全性を保つことを目的に、商用電源が停止した場合の電源確保のための非常電源を備えており、これはJIS T 1022:2018 病院電気設備の安全基準<sup>1)</sup>に示されている。旧JIS(2006年版)では、商用電源の停止から0.5秒以内に電力を供給する「瞬時特別非常電源」が示されていたが、2018年の改正で、無瞬断で電力を供給する「無停電非常電源」が定義された。その背景には、現在の医用電気機器は内部にコン

ピュータを搭載したものや、漏れ電流などに影響を受けるものが多くなってきており、従来の0.5秒以内の電源回復では、電源がOFFになりリセットされたり、アラームが鳴ったりして、医療に支障が発生する可能性が出てきたことがあげられる(図1)<sup>2)</sup>。

特に、JIS T 1022:2018<sup>1)</sup>で示されているカテゴリA(手術室、ICU、CCU、NICU、PICU、心臓カテーテル室)の医用室では、停電時に自家発電機が無瞬断で動くことはないで、そのタイムラグをUPSでカバーする必要がある。バッテリーを搭載している生命維持管理装置が多くなってきたが、すべてではない。BCP対策として、緊急時に医療施設内で患者の命を守るため、また医用電気機器を継続的に使用するためにも、UPSの必要性が高まっている。

## 3. UPSの選定条件および設置方法

医用電気機器に接続するUPSは、次を踏まえて選定する必要がある。

- ・バックアップ電源として、非常電源と連動し、商用電源が停止しても安定して電力を供給できること。
- ・非常電源へ切り替わるまでに必要な時間(10分)以上の蓄電池容量を有すること。
- ・医療用と情報用に分類して選択すること。
- ・医用電気機器が正常に稼働できる、安定した電流を流せること。
- ・無瞬断で保守が可能なこと。

また、JIS T 1022:2018〔解説 3.4.3〕<sup>1)</sup>では、「3.4.3) 無停電電源装置は、通常、医療の用途に

BCP: business continuity planning  
CCU: coronary care unit  
IABP: intra-aortic balloon pump  
ICU: intensive care unit  
JIS: Japanese Industrial Standards  
NICU: neonatal intensive care unit  
PICU: pediatric intensive care unit  
PL: product liability  
UL: Underwriters Laboratories Inc.  
UPS: uninterruptible power systems

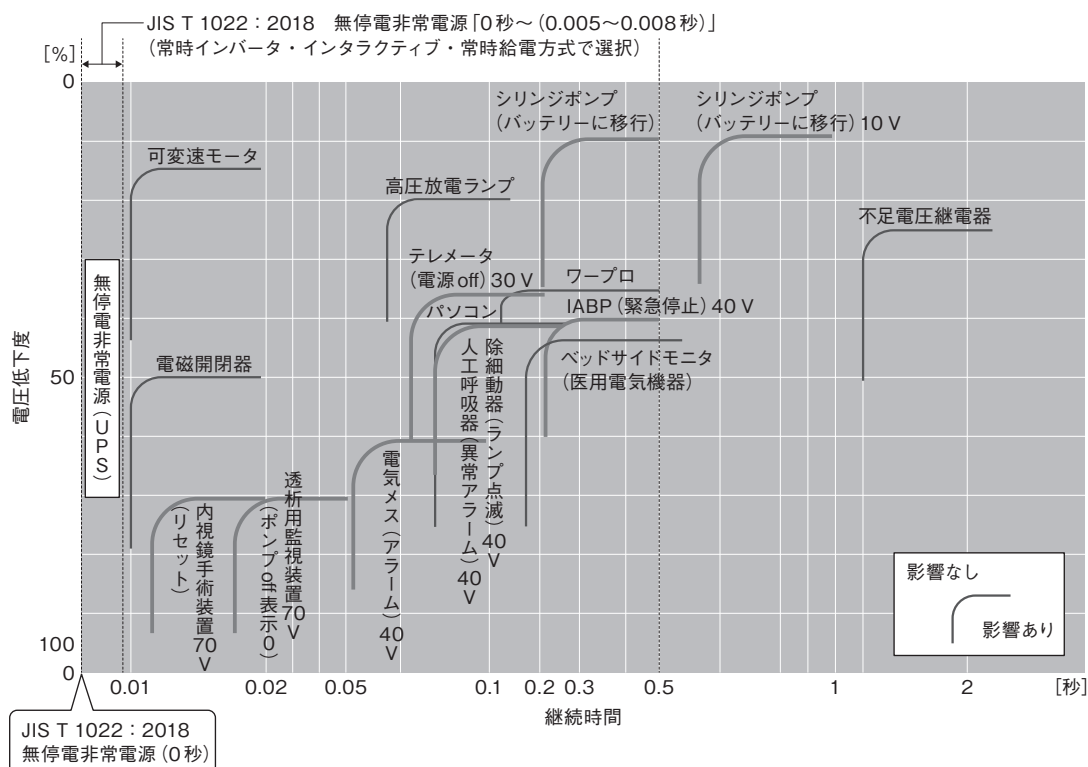


図1 医用電気機器への影響 (文献2より)

適さないため、医療用でないものは、製品カタログ、取扱説明書などに、医療の用途に使用しないように使用者に求める注意書きがあることが一般的である。医療用として適用可能な無停電電源装置は、特別な配慮がなされており、製造物責任法 (PL法) 及び使用者側責任 (UL) の観点からも、医療用として認められた製品を選別する必要がある。」とされている。

一般的に、UPSの設置方法は、大きく次の3つに分けることができる。

- ①重要医用室のすべてを容量の大きいUPS 1台でまかなう「大規模集中方式」
- ②重要医用室のフロアや重要医用室のみをまかなえる容量のUPSを設置する「中規模集中方式」
- ③手術室など、個々の重要医用室に合う容量のUPSを設置する「分散方式」

#### 4. 今後の病院ソリューション

災害が発生し停電した場合でも、医療施設では通常のように医用電気機器を使い診療行為ができるように備えておくことが、BCP対策として必要である。災害拠点となる医療施設においては、72時間 (3日間) または168時間 (7日間) の運転継続が可能な自家発電設備の設置および備蓄燃料の確保が必要と考えられるようになった。生命維持管理装置は、瞬停もなく稼働しなくてはならないので、UPSが必要になってくる。

医用として安定し、安全な電力を供給できる国産医用無停電電源装置 (医用UPS) として、JIS T 1022 : 2018において患者の命に最もかかわる医用室に分類されているカテゴリAの医用室にコンセント用回路を用いて設置するタイプMACHAON (負荷容量 : 3 kVA, 5 kVA, 8 kVA) (図2a) と、医用電気機器に直接つなげて使

a) MACHAON



b) REMiO



図2 医用無停電電源装置〔ニシム電子工業(株)製〕

用でき、可搬可能なタイプ<sup>レミオ</sup>REMiO(負荷容量:1 kVA, 1.5 kVA)(図2b)(いずれも弊社製)がある。これらは、前述の分散方式に分類され、電気絶縁性や漏れ電流に非常に厳しい制限が設けられている医用電気機器を対象とした規格(UL 60601-1)<sup>3)</sup>、\*1を取得したものであるため、設置計画を作成する際には、製造業者に相談されることを薦める。

## 5. おわりに

災害などにより停電することが少なくない昨今、医療施設では安定した電源を確保し、医療行為を継続する必要がある。医療施設が停電時にどのように対応し、患者の命を守るか、これまでの経験を基に、BCPのなかでも特に電源についていま一度深く考えなければならない。

■著者連絡先メールアドレス  
yoshie-tsutsui@nishimu.co.jp

## 用語解説

### \*1 UL 規格

米国保険業者安全試験所(Underwriters Laboratories Inc.: UL)という民間組織が策定する安全規格である。医療機器(患者に直接接触し、医療行為を行うことを目的とした装置)を対象とした安全規格で、患者に直接接触するため、特に電気絶縁性や漏れ電流に対しては非常に厳しい制限が設けられている。

### ■文献

- 1) JIS T 1022: 2018 病院電気設備の安全基準
- 2) 瞬時電圧低下対策専門委員会: 瞬時電圧低下対策, 電気共同研究 46(3): 1990
- 3) UL 60601-1 Medical Electrical Equipment, Part 1: General Requirements for Safety