

医療施設の災害対応準備状況の全国調査結果： インフラストラクチャの災害対応整備状況

福田 幾 夫¹⁾ 池 内 淳 子²⁾

【目的】災害被災を前提とした病院の Business Continuity Plan (BCP) 準備状況を評価する。【対象と方法】日本病院会所属の病院および大学病院2,537 病院に BCP に関するアンケート調査用紙を郵送し、495 病院の回答を立地、電気、水などのインフラストラクチャについて解析した。【結果】救命救急センター設置105 病院。災害リスクの認識として、直下型地震283, プレート型地震230, 洪水205, 津波118, 液状化108 病院。職員への病院周辺の震度5 以上の地震リスク周知70 病院 (14%), 病院周囲のハザードマップ周知55 病院 (11%) であった。非常用発電燃料備蓄は1~3 日が293 病院と最多、非常用電源の点検は年1 回がもっとも多く50% で、2 月に1 回以上行っている病院が38% あった。65% の病院で浸水リスクの高い屋上高架水槽を保持していた。【結論】災害リスクの職員への周知は十分ではない。非常用電源の保守点検は十分に行われていたが、高架水槽の設置率は高く、補強、移動など災害時の対応を検討する必要がある。

キーワード：自然災害、病院被災、事業継続計画、南海トラフ地震

I. 序 文

近年、我が国では、地震活動の活発化、温暖化による気候変動などで激甚災害が増加し、災害により病院が被災する事例が多く見受けられるようになった。1995 年の阪神淡路大震災では、災害時に中心的救護活動を行うべき旧神戸西市民病院の5 階病棟部分が圧壊したほか、旧神戸中央市民病院が屋上受水槽の破損による浸水でエレベーターが停止するとともに、停電、交通路の遮断で災害医療機能を失っている。被災中心地では多数の傷病者が被災により機能低下した病院に殺到した一方で、機能が維持され人員も充足した医療施設への受診者は比較的少なかった¹⁾。2011 年東日本大震災では津波で岩手県・

宮城県沿岸部の病院が被災し、多くの入院患者と医療スタッフの生命が失われるとともに、広域停電などで医療供給機能の障害をきたした病院が多数見られた²⁾。2016 年熊本地震では、震度7 の地震が2 回連続して起こり、10 以上の病院で診療継続ができなくなり入院患者の避難が必要となった。2018 年北海道胆振東部地震では、北海道電力苫東厚真火力発電所が被災をしたことをきっかけに北海道全域で停電が発生し、北海道内の病院の運営に大きな支障をきたした³⁾。地震以外にも風水害の被害も多発しており、2015 年9 月関東・東北豪雨では鬼怒川上流の線状降水帯での集中豪雨により、茨城県常総市で堤防が決壊し、浸水により2 病院が孤立して船で患者を避難させている⁴⁾。

大災害時の病院運営では長期間の広域停電、断水などの非構造的障害により診療活動が継続困難になる場合がある。厚生労働省からは、病院に対して災

¹⁾ 吹田徳洲会病院

²⁾ 摂南大学理工学部建築学科

害時にも病院機能を維持するべく災害時事業継続計画 (Business Continuity Plan, 以下 BCP と略) の作成が求められている⁵⁾。本調査研究では、病院の災害対応力と BCP の実施状況を評価することを目的として、全国の病院を対象としたアンケート調査から、インフラストラクチャの災害対応の整備状況を中心に検討した。

II. 対象と方法

2018年1月に日本病院会所属の病院・診療所および大学病院2,537病院の事務担当者宛にアンケート調査用紙を郵送した。日本病院会会員は同学会のホームページで公開されていた会員名簿(2018年1月当時)を参照した⁶⁾。大学病院は医育機関名簿から抽出した。質問は大設問として医療施設の概要、病床数、立地、災害リスク、建物の耐震性、インフラストラクチャ被災時の対応、被災時のBCP、医薬品・食料の備蓄などについて質問を設定し、各大設問の下に詳細な設問を設定して医療施設の災害時BCPの現状について調査を行った(表1)。回答は無記名とした。回答があった502施設(回答率19.8%)中、無床診療所を除く有床診療所・病院495施設の回答から、医療施設のインフラストラクチャの災害対応力について解析した。本論文では、有床診療所を含む入院施設を有する医療施設を広義の病院とし

て検討した。

III. 結果

A. 回答病院の背景

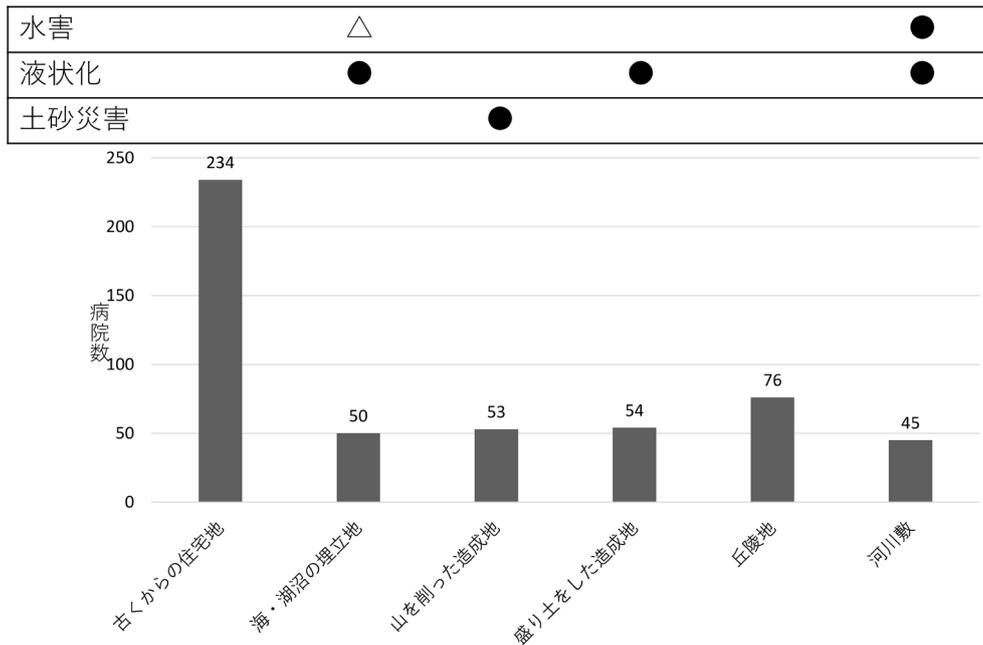
回答病院の設立母体は私立病院が37.2%、自治体病院23.2%、大学付属病院8.3%、日本赤十字社5.1%、農協系病院3.6%、国立病院機構2.0%であった。その他と回答した病院が104病院21.0%であった。病床数の分布は20床以下の有床診療所2施設、1,000床以上の病院4施設を含み、病床数平均320.6床(標準偏差260床)、中央値227床である。対象病院のうち、災害時に傷病者収容の中心となる救命救急センターを設置している病院は105病院、全体の21.2%であった。

B. 立地と災害リスク

病院の立地について、地盤、海岸線および河川からの距離、海拔について質問した(複数回答可)。234病院(47.3%)は古くからの住宅地、76病院(15.4%)は丘陵地であった。一方、盛り土をした造成地に立地する病院は54病院(10.9%)、山を削った造成地に立地する病院が53病院(10.7%)、海・湖沼の埋立地に立地する病院が50病院(10.1%)、河川敷に立地する病院が45病院(9.1%)あった(図1)。海岸・河川からの距離が1km未満に立地す

表1 調査項目一覧

調査項目
1. 病院の概要 設立母体、救命救急センター設置有無、病院の規模、立地(地盤、標高、河川海岸からの距離)、病院建物の耐震性・免震性の有無、看護師宿舎の耐震性 インフラストラクチャの確保
2. 病院の災害リスク 災害環境(発生可能性のある災害)、病院周辺ハザードマップの認識(地震ハザードマップ、30年以内の震度5強以上の地震発生確率、洪水・土砂災害ハザードマップ等の認識、周知)
3. 上水道 給水設備の系統、上水のタンクの備蓄量、病棟屋上に給水タンクの有無
4. 電気 自家発電装置保有の有無、燃料備蓄、自家発電装置の定期的動作点検、エネルギーセンターの場所
5. エレベーター エレベーター停止時の病棟からの患者移送手段、エレベーター停止による閉じ込めの対応
6. 病院被災時の業務継続計画 病院の災害被災を想定したマニュアル・手順書作成、災害によるライフライン障害を想定した防災訓練有無、病院被災時の職員用非常食を確保、災害時職員確保、避難住民対応、自家発電で作動しない医療機器、病院被災時の職員の院内待機場所、非常時の物資備蓄・調達、医療用消耗物品(ディスプレイ注射器、手術用手袋、手術ガウンなど)の備蓄、被災時の必要物資の調達計画、患者用非常食の備蓄場所、エレベーター停止時の患者用非常食の配膳方法



●リスクが極めて高い, △リスクがやや高い。

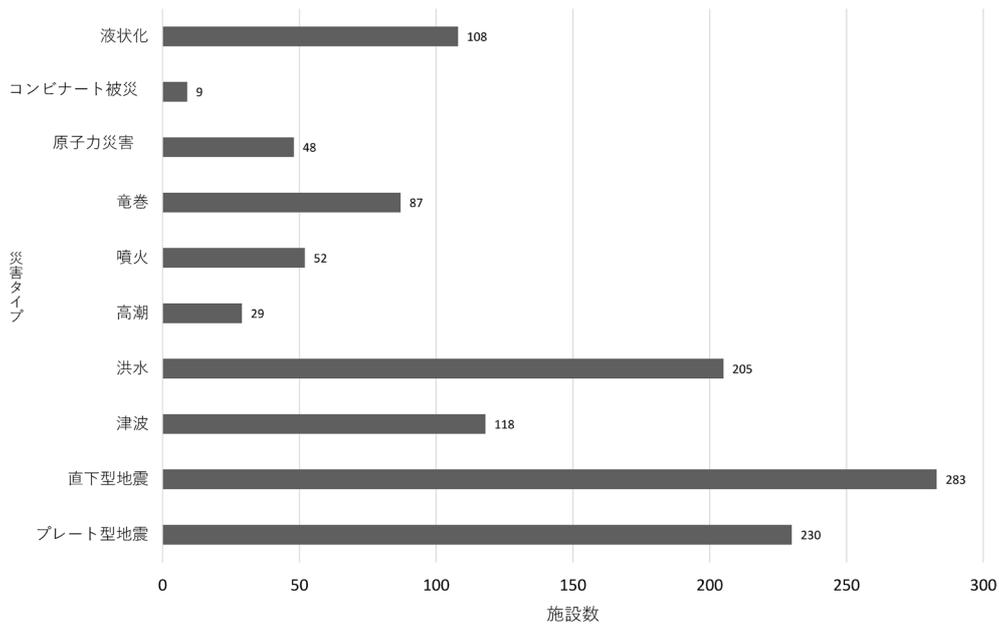


図2 病院周辺の災害リスクについての認識 (複数回答あり)

る病院は278病院(56%)で、このうち海拔0m以下が3病院(0.6%)、海拔1~5mが97病院(19.6%)、海拔6~10mが124病院(25.1%)であった。

C. 災害リスクの認識

各病院が自施設の災害リスクとして認識しているものは、直下型地震が最も多く283病院(57.2%)、続いてプレート型地震で230病院(46.5%)、洪水

205病院(41.4%)、以下津波、液状化、竜巻、噴火、原子力災害、高潮、コンビナート被災の順であった(図2)。自由記載で土砂災害を災害リスクにあげた病院が13病院(2.6%)あり、その地盤は6病院が山を削った造成地、3病院が住宅地、3病院が丘陵地、1病院は記載なしであった。

病院周辺のハザードマップの認識及び周知について、病院周辺のハザードマップについて知っている

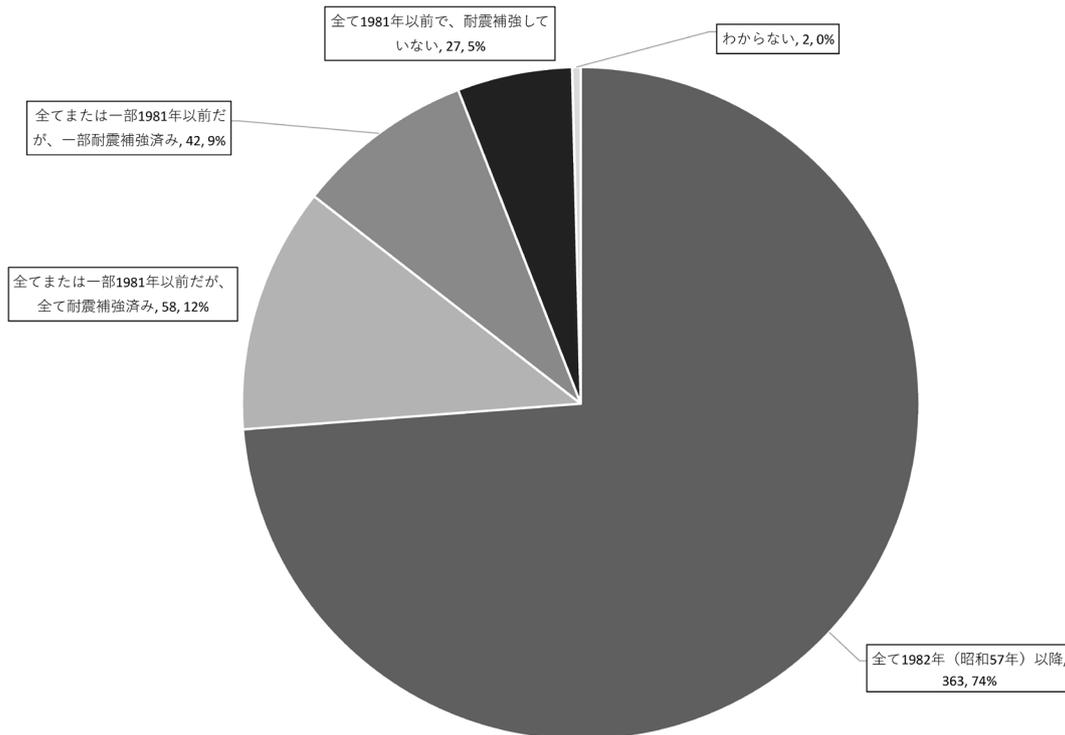


図3 病院の建設時期。新建築基準法が施行された1981年以前か否かについて

か聞いたところ、「職員のほとんどが知っている」、「病院上層部のみ知っている」という答えが全体の31.5%であった。一方、残りの68.5%は「防災担当者しか知らない」、「全く知らない」であった。

D. 建物の耐震性に関する質問

367病院（74.6%）がすべての病棟が建築基準法改正（新耐震基準設計法）後の1982年以降の建築であると答えた。全てまたは一部1981年以前の建築であるが耐震補強済みの病院が58病院（11.7%）であり、全体の86.3%は耐震性が十分保たれていると考えられた。一方、全てまたは一部が1981年以前の建築で、一部のみの耐震補強45病院（9.1%）、全て1981年以前で耐震補強なし27病院（5.5%）であった（図3）。1981年以前の建築で耐震補強をしていない病院の病床規模および設立母体について検討すると、病床数は19～1,208床、平均221床（標準偏差246床）、中央値151床であった。設立母体別に見ると、大学付属病院2/41（4.9%）、国立病院機構0/10（0%）、自治体病院5/115（4.3%）、私立病院9/179（5.0%）、日本赤十字社1/25（4%）、農協系病院0/18（0%）、その他8/104（7.7%）であった。

病院の耐震性能については、制震構造を採用しているものが82病院（16.6%）、免震構造134病院

（27.1%）、一部免震構造35病院（7.1%）、無回答6病院（1.2%）であった。236病院（47.7%）では免震・制震機能を有していないと答えている。

病院の中には外来診療棟や手術室等が入る中央診療棟が別棟のところも少なくない。160病院は別棟ではなく、残りの335病院を解析した。全ての建物が1981年以降の建築335病院中205病院（61.2%）、全てまたは一部が1981年以前だが全て耐震補強が済み33病院（9.9%）、全てまたは一部が1981年以前で一部耐震補強済み16病院（4.8%）、全て1981年以前の建築で耐震補強していない病院が27病院（8.1%）あった（図4）。

E. 病院のインフラストラクチャに関する分析

1. 水

上水タンクの備蓄量は、1日分201病院、2日分76病院、3日分133病院、4日分以上44病院、わからない31病院、無回答10病院と1日分が最も多かった。病棟屋上に給水タンクを設置しているかどうかについて、はい320病院（64.6%）、いいえ169病院（34.1%）、わからない2病院（0.4%）、無回答4病院（0.8%）であった。

2. 電気

自家発電装置は保有ありが473病院と保有なし22

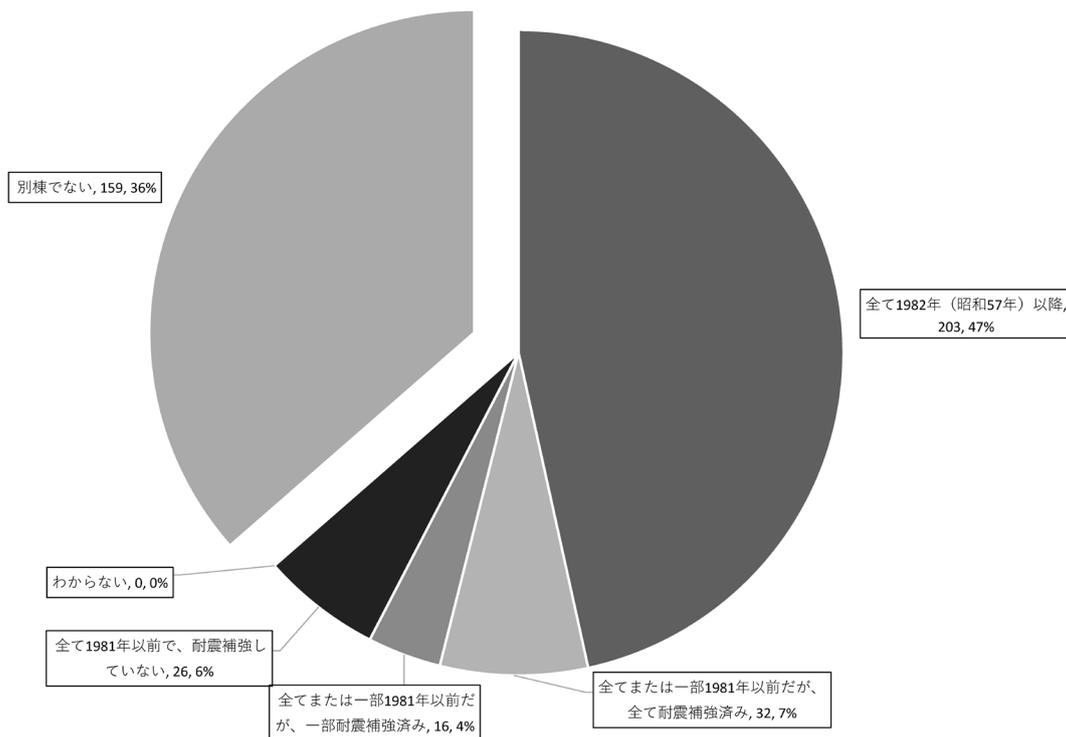


図4 外来診療棟、中央診療等が別の場合、その建築時期がそれぞれ1981年以前か否かについて

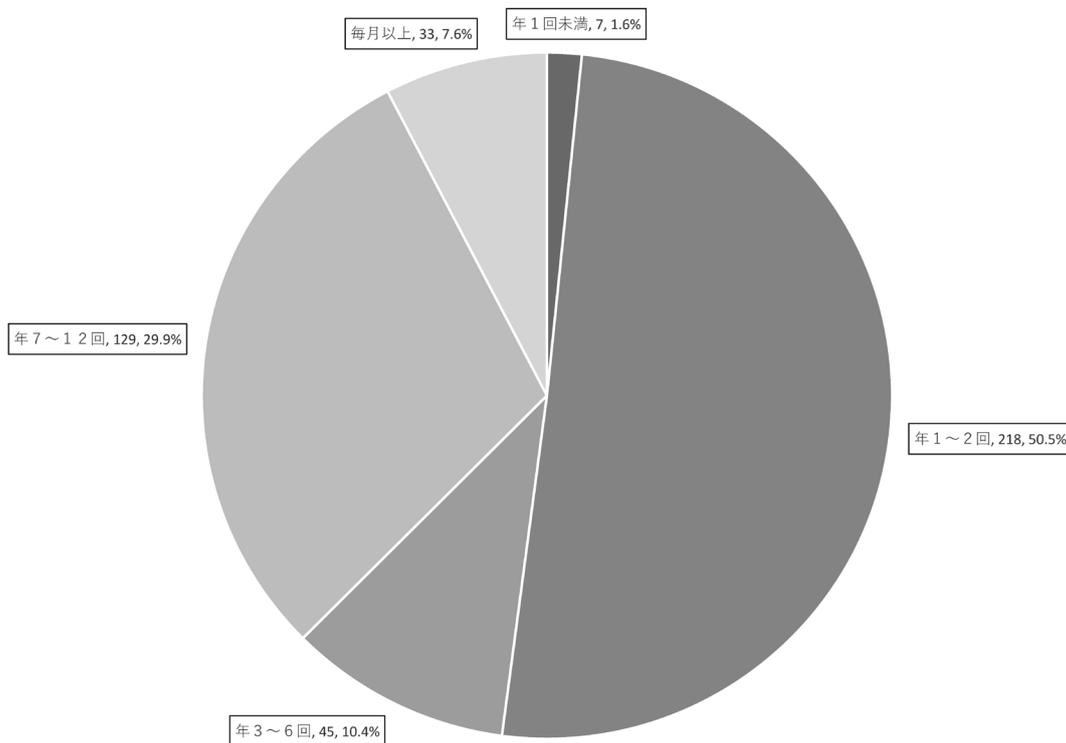


図5 非常用電源の点検回数

病院より圧倒的に多数であった。自家発電用の燃料備蓄量(ボイラーでの使用分も含む)は、1日分未満112病院、1~3日分293病院、4日分以上79病院、わからない5病院、無回答6病院であった。自

家発電装置を保有していないと答えた病院の規模は200床以下10、201~500床9、501~1,000床3病院であった。自家発電装置の定期的動作点検を行なっているのは461病院、行っていない病院15病院であ

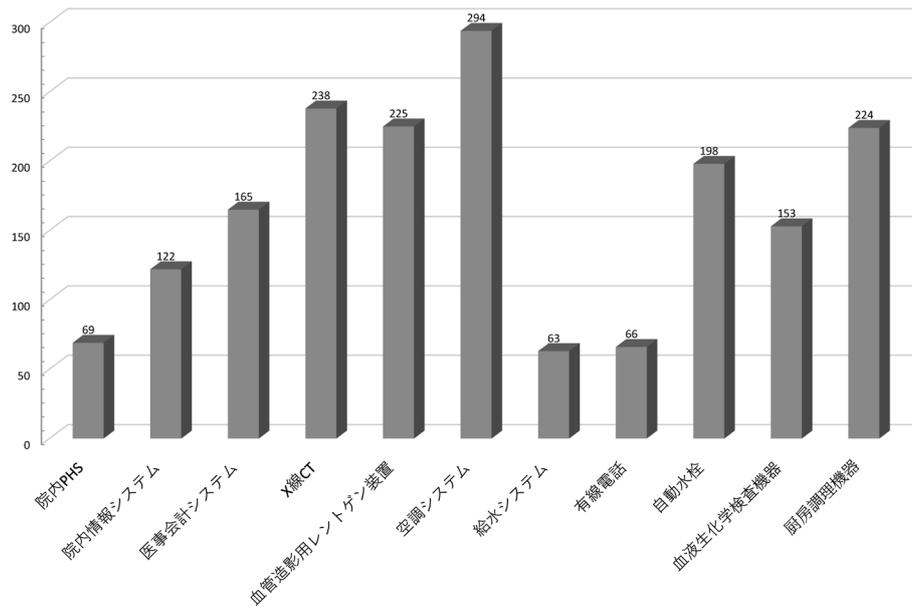


図6 自家発電で作動しない医療機器（複数回答）

り、コジェネ発電で常に使用していると回答した病院が21病院であった（重複回答あり）。非常用電源の点検を行っていると感じた病院にその頻度を尋ねたところ、年1回未満7病院、年1～2回218病院、年3～6回45病院、年7～12回129病院、毎月以上33病院であった（図5）。

自家発電装置を保有する病院において、自家発電で作動しない主な医療機器の一覧を示した（図6）。最も多い機器は空調システム、続いてX線CTであった。血管造影用レントゲン装置もX線CTとほぼ同等の割合である。

3. 電気の引き込み系統とエネルギー源

電気の引き込み系統については1系統が221病院と最も多かったが、2系統導入している病院も145病院あり、コジェネ発電を導入している病院が102病院あった。熱源としては重油が最も多く、災害に比較的強い都市ガス（中圧）がそれに次いでいた（図7）。エネルギーセンターの場所は病棟地下が最も多く、別棟1階、病棟1階、病棟2階以上との回答が続いた（図8）。自家発電用燃料備蓄は1日分未満22.6%、1～3日分59.2%、4日以上16.0%、わからない、無回答がそれぞれ5,6病院あった。

IV. 考 察

厚生労働省から発表された「平成30（2018）年医療施設（動態）調査・病院報告の概況」によれば、2018年10月現在、我が国の病院数は8,372病院であ

り、これを分母とすると30.3%の病院に調査票を送り、回答を得たのは全体の5.9%に相当する⁷⁾。回答病院の設立母体を見ると救命救急センターを有する病院が21%をしめ、公的背景を有する病院からのものが多く、新しい備えのある病院が回答を寄せていると考えられる。日本病院会に加盟している病院は急性期病院が主体であり、療養型病院は少ない。

東日本大震災をきっかけに、「BCPの考え方に基づいた病院災害対応計画作成の手引き」が発表され、病院は災害時のBCPを整備するように厚生労働省から指導されている⁵⁾。BCPとは、「震災などの緊急時に低下する業務遂行能力を補う非常時優先業務を開始するための計画で、遂行のための指揮命令系統を確立し、業務遂行に必要な人材・資源、その配分を準備・計画し、タイムラインに乗せて確実に遂行するためのもの」と定義されている。この計画立案にあたって、自施設の立地、規模、特性、地域性に根ざし、考えられる災害に対して、どのような目的で、どのように備えるのかをまず明記する必要がある。病院のインフラストラクチャのチェックは、BCP立案の土台となる部分である。

自然災害時に病院被災の大きなポイントになるのは病院の立地である。その中でも海岸線や河川からの距離と標高は重要である。東日本大震災では、石巻市中心地にあった石巻市立病院は津波のために孤立したが、市街地から高台に移転していた石巻日赤

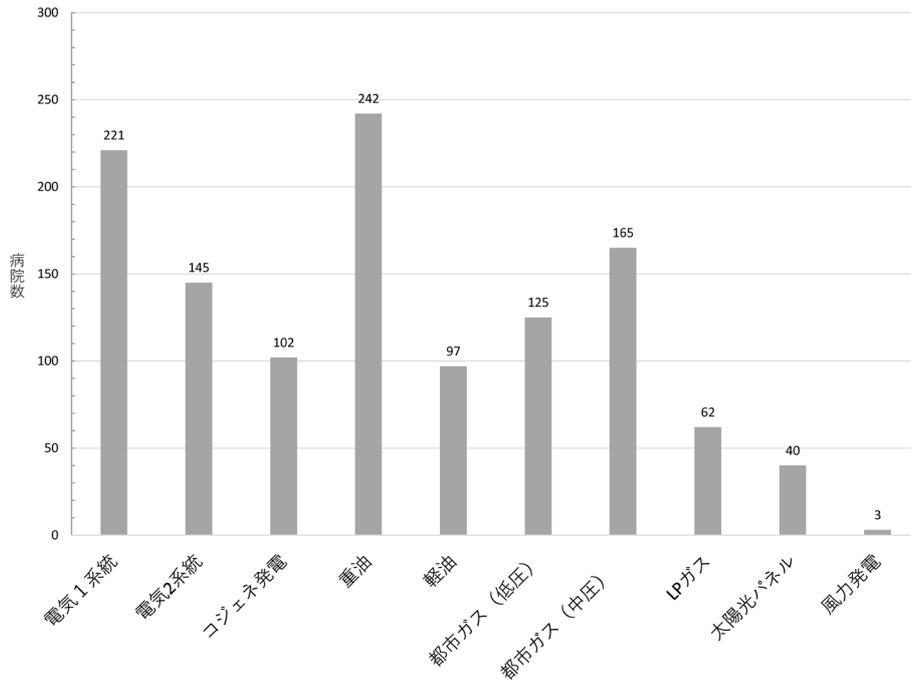
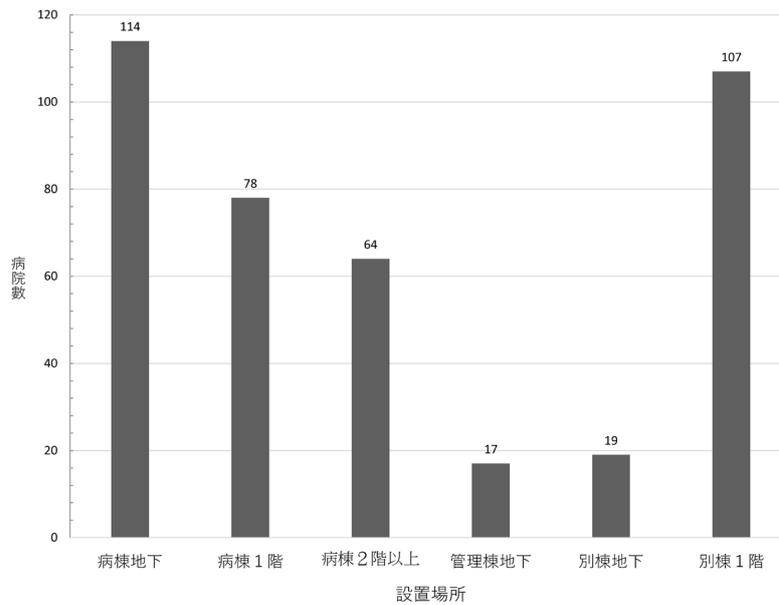


図7 エネルギー源の種類(複数回答可)



水没	●	△	●	●	△
土砂流入	●		●	●	

図8 エネルギーセンターの場所と災害リスク

病院は地域の災害支援の中心として活動することができた。埋立地等では軟弱な地盤が液状化するリスクもある。本調査結果では、液状化のリスクがあり災害脆弱性が高いと考えられる盛り土をした造成地に立地する病院が10.9%、土砂災害のリスクの可能性のある山を削った造成地に立地する病院が10.7%

あり、これらの施設では自施設の災害リスクを検討しながら対応を考えておく必要がある。また、液状化のリスクがあると考えられる海・湖沼の埋立地に立地する病院が10.1%、水害リスクと液状化リスクが高いと考えられる河川敷に立地する病院が9.1%、海岸・河川からの距離が近く、海拔も低い病院が

20.2%あり、このような病院ではBCPの策定の中に被災時の避難計画も考慮すべきである。

立地地域の地震リスクや地盤の硬さ（表層地盤増幅率）などは防災科学研究所の地震ハザードステーションのホームページで、浸水の危険性は自治体のほか国土交通省から「ハザードマップポータルサイト」としてそれぞれ公表されているが、本調査結果では、69%の施設で職員へ十分な周知がなされていなかった。病院の防災担当者は病院およびその周辺の災害リスクを職員に伝え、いざという時の対応を周知しておくべきである。密集した市街地での地震では、火災や患者避難の際に倒壊した建物が避難路を塞ぐ危険性もある²⁾。首都直下型地震での想定では、東京圏において約26万人の入院患者がおり、多数の入院患者の安全確保、治療継続のための対応が必要となる⁸⁾。交通網の遮断や大量の帰宅困難者などが出現する可能性も指摘されており、病院機能の維持のためには自らの病院の立地上の問題点を認識し、職員の確保などの対応を考慮しておくことが重要である。

病院が被災した場合、業務を継続できるかどうかは、病院のインフラストラクチャの災害に対する抵抗力、災害発生後の迅速な反応と復旧の早さに依存する⁹⁾。建物の災害耐性の基本は耐震性能である。厚生労働省の調査では平成30年度の病院の耐震化率は全体の74.5%と報告されている¹⁰⁾。本調査では5%、27病院が新建築基準法施行の1981年以前の建築でありながら耐震補強が行われておらず、建物の倒壊などのリスクを有すると思われる、早急な耐震診断と改修が必要である。新建築基準法の耐震建築とは、「建物の柱、梁、外枠などの病院構造体が建築物の存在期間中に1度は遭遇することを考慮すべき極めて稀に発生する地震動（震度6強～7）に対して倒壊・崩壊するおそれのないこと」とされている。2016年熊本地震では、震度7の揺れが短期間に2回連続したために、1回目の余震に耐えたが、2回目の本震で建物が損壊し患者避難を要した病院があった。病院に求められる耐震強度は、一般住宅の1.25倍とされており、警察署・消防署など災害対応施設の1.5倍より低い¹¹⁾。市中の病院ではこのような連続した強い揺れに対して対応が不十分な施設が相当数あることが予想される。入院患者の安全のためにも耐震化未対応の病院では耐震診断および補強を急ぐべきである。可能なら耐震強度がどの程度なの

かも知っておくことが望ましい。また、建物内部の天井や壁の落下に関しては考慮されておらず、免震機能を有しない病院では入院継続ができなくなるため、天井・壁の補強改修も検討が必要である。

病院では飲料水だけでなく、下水、入浴・清拭、手術手洗い、器械洗浄、空調設備、透析装置の稼働にも水が必要となる。断水時は受水槽の水の管理が重要であるが、受水槽のつなぎ目等で配管が破損する可能性がある。屋上高架水槽は回答施設の約2/3で採用していたが、高所にあるため地震災害時には大きな揺れによる破損のリスクが高い。過去の災害では、高架水槽の破損のために、屋上からエレベーター塔に水が入ってエレベーターが使用不能（1995年阪神淡路大震災）、同じく屋上から病棟に水が流れ込んで病棟が使用不能になり患者避難を要したことが報告されている（2004年中越地震、2018年大阪府北部地震）²⁾。高架水槽を移設する、耐震補強を行うなどの対策が重要である。受水槽の管理では、非常電源によるくみ上げポンプ等の設置等、電源が遮断されても水が供給できることの確認も重要である。断水のためトイレの水が流れず、病棟機能の維持が困難になった事例も報告されている²⁾。上水道の供給が得られない場合には、井戸等からの雑水で対応できるかも重要である。また下水道管の破断防止措置がなされているかもチェックが必要である。

電気は病院機能の維持には欠かすことができない。回答病院のほとんどは非常用電源を保有しており、定期点検も大半の施設で行われていた。災害時の非常用電源非作動の大きな要因は点検の不足と報告されており、多くの病院でこれを意識して点検していると思われた。医療機器の中では血管造影装置など電力消費量が大きく、非常用の自家発電装置に繋がられていない機器がある。東日本大震災の経験から、多くの施設で血管造影装置などは非常用電源に接続されるようになり、治療を完遂できるようになったが、停電時に継続的に非常用発電装置で使用することはできない¹⁰⁾。南海トラフ地震のライフライン障害予測では、地震直後に東海から九州にかけて広範囲の停電が発生し、3日後まで継続する可能性が指摘されている。津波による被災地では1週間後でも停電が解消しない可能性があり、3日分以上の非常用燃料備蓄も検討すべきである¹²⁾。2018年北海道胆振東部地震のように、局地災害でも発電

システムの障害により広域で長期間の電力供給障害が発生する可能性もあることにも留意し、「自分のところは大丈夫」という正常化バイアスに陥らないようにしておく¹³⁻¹⁵⁾。

首都直下地震では、停電、上下水道の停止、交通網の遮断、がれきや放置車両による道路の不通など病院および周囲環境は厳しい運営状況に直面せざるを得ない¹⁶⁾。病院は、公的施設として電力供給は優先され、水も給水車で供給されるが、それまでの間機能を維持する必要があるとともに、被災中心地では医療需要は大きく増加するため、これに対応できるだけの反応力を整備しておくことが重要である。

V. 結 語

本調査研究から立地において災害リスクを有する病院は少なくないが、職員への周知は十分ではないことが明らかとなった。非常用電源の保守点検は十分に行われていたが、非常用電源確保のための燃料確保は3日分以内が多数を占め、広域災害で停電が長期化した場合の燃料調達手段を検討しておく必要がある。大きな揺れで損傷する可能性のある高架水槽の設置率は高く、災害時の対応を検討する必要がある。

COIに関する事項

本研究に関して利益相反はない。

謝 辞

本研究は内閣府特別研究補助金「被災者のヘルスリテラシー向上を目的とした地域の医療防災ネットワークの構築—避難所・病院・自治体・薬局をつなぐ新たな試み—」(主任研究者 池内淳子, 平成26年10月~平成30年3月)の補助を受けて行った。

文 献

- 池内淳子, 矢田雅子, 権丈英理子, 他, 大規模地震災害時における病院間の傷病者搬送に関する考察—阪神淡路大震災時における分析を通して—, 地域安全学会論文集, 19(1), 1-9, 2012
- 福田幾夫, 小渡亮介, 東日本大震災における病院被害, 災害に強い病院であるために—被災者であり救援者でもある病院—, 福田幾夫, 池内淳子, 鶴飼卓編, 医薬ジャーナル社(大阪), 59-97, 2015
- 池内淳子, 宇賀光太郎, 病院の電源喪失対策推進を目的とした評価手法の提案—台風21号(2018)・北海道胆振東部地震における院内発生事案を基に—, 地域安全学会論文集, 37, 89-92, 2020
- 柴田智行, 常総水害での病院避難, 病院からの全患者避難, 災害医療フォーラム全講演, 福田幾夫編, 医薬ジャーナル社(大阪), 100-114, 2017
- 厚生労働省医政局指導課長, 病院におけるBCPの考え方に基づいた災害対策マニュアルについて, 医政指発0904第2号, 平成25年9月4日 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/0000089048.pdf> (アクセス2020年12月24日)
- 日本病院会, 都道府県別会員一覧インデックス, http://www.hospital.or.jp/shibu_kaiin/member.cgi (アクセス2018年1月10日)
- 厚生労働省, 平成30(2018)年医療施設(動態)調査・病院報告の概況 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryosd/18/dl/09gaikyo30.pdf> (アクセス2021年11月3日)
- 内閣府, 首都直下地震時における災害応急対策の主な課題, http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/5/pdf/4.pdf (アクセス2020年12月1日)
- 池内淳子, 武井英理子, 鶴飼卓, 他, 災害拠点病院を対象とした病院情報管理手法の構築—大地震の災害医療活動支援と病院防災力向上を目的として—, 地域安全学会論文集, 11, 393-402, 2009
- 厚生労働省, 病院の耐震改修状況調査の結果, <https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000533695.pdf> (アクセス2021年10月12日)
- 池内淳子, 病院建築と災害, 災害に強い病院であるために, —被災者であり救援者でもある病院—, 福田幾夫, 池内淳子, 鶴飼卓編, 医薬ジャーナル社(大阪), 145, 2015
- 中央防災会議防災対策推進検討会議, 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ, 南海トラフ巨大地震の被害想定について(第二次報告)—施設等の被害—【被害の様相】平成25年3月18日, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_shiryo2_1.pdf (アクセス2020年12月24日)
- 鈴木保之, 福田幾夫, 東日本大震災における手術・手術室への影響—東北・関東地域のアンケート調査より—, 日本医療マネジメント学会雑誌, 14, 189-196, 2014
- 平成30年北海道胆振東部地震に伴う大規模停電に関する検証委員会最終報告, https://www.occto.or.jp/iinkai/hokkaido_kensho/hokkaidokensho_saishuhoukoku.html (アクセス2021年11月2日)
- 野口亮輔, 宮島昌克, 2018年北海道胆振東部地震におけるライフライン機能被害が医療機能に及ぼす影響, 自然災害科学特別号, 38, 123-132, 2019
- 首都直下地震の被害想定と対策について(最終報告), 内閣府防災情報のページ, http://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h25/74/special_01.html (アクセス2020年12月3日)

(令和3.6.1受付, 令和3.11.18採用)

連絡先: 〒565-0814 大阪府吹田市千里丘西21-1

吹田徳洲会病院

福田 幾夫

E-mail: ikuofuku@hirosaki-u.ac.jp

Hospital disaster preparedness in Japan: Infrastructure maintenance strategy for disasters

Ikuo Fukuda¹⁾ and Junko Ikeuchi²⁾

Hospital preparedness for disaster is important in the present “mega”-disaster era.

Purpose: To evaluate the infrastructure preparedness of Japanese hospitals.

Methods: A disaster preparedness questionnaire was sent to 2537 hospitals including university hospitals and members of the Japan Hospital Association in Japan in 2018, and the completed responses of 495 hospitals were analyzed.

Results: A tertiary emergency center was present in 105 hospitals. The potential disaster risks included earthquake directly above the center of the building in 283, plate-boundary quake in 230, flood in 205, tsunami in 118, and soil liquefaction in 108. Despite the high probability of future disasters, notification of hospital staff to the potential risk was poor for disasters such as earthquake greater than seismic intensity scale 5 in 14% and risk of flood around the hospital in 11%. Emergency electric generators were checked annually by 50% of hospitals and every two months in 38%. In 65% of hospitals, a water reservoir was located on the rooftop. In the event of an earthquake, damage to the reservoir would risk flooding the hospital below.

Conclusions: Many of the hospitals that responded had high vulnerability to disasters; however, medical staff were not satisfactorily informed of the risks. The frequency of checking emergency electric generators was adequate. To avert flooding from the top of the hospital building, rooftop water reservoirs should undergo reinforcement or be relocated.

Key words : natural disaster / hospital damage / business continuity program / Nankai Trough mega earthquake

¹⁾ Suita Tokushukai Hospital

²⁾ Department of Architecture, Faculty of Science and Engineering, Setsunan University