

病院防災能力簡易評価システムの開発

龍神 弘明*1・齊藤 芳人*1・河原 博之*2・今林 憲一*3・山口 福太郎*1・水谷 守*4

Development of a Simple Evaluation System for Disaster Prevention Performance of Hospital

Hiroaki RYUJIN, Yoshihito SAITO, Hiroyuki KAWAHARA, Kenichi IMABAYASHI, Fukutaro YAMAGUCHI, Mamoru MIZUTANI

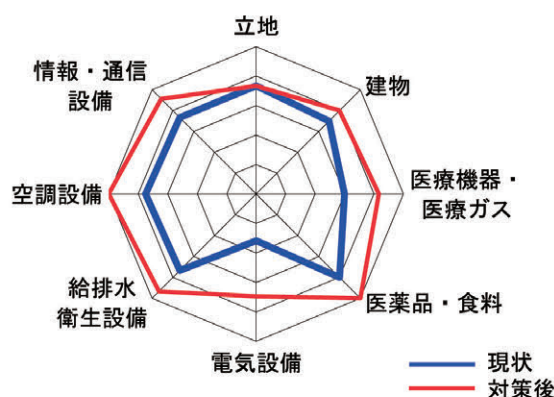


図-1 施設防災能力

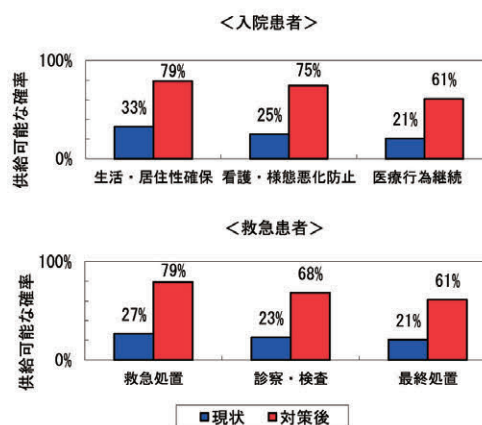


図-2 医療供給能力

研究の目的

東日本大震災では多くの病院が被災し、医療活動ができないあるいは制限された病院も多く、地震災害後の病院機能維持（BCP）への関心が非常に高まってきている。しかしながら、BCP策定に対して対策済み・対策中の割合は、大規模病院でも40%程度（平成25年内閣府調査）、中小規模病院においてその割合は僅かで、BCPを実行に移しているところがそれほど多くないのが現状である。顧客がBCP対策を検討する際の支援を目的に、現状の防災能力の把握と対策効果を定量的かつ簡易的に評価できるシステムを開発した。

技術の説明

本システムは、評価する建物の立地条件および建設年や規模などの建物条件と、簡単なアンケート（設備的・運用的項目）結果を入力することにより、具体的な対策の効果を評価できる。病院施設の構成要因について、地震に対する備えがどの程度できているか（施設防災能力）の診断（図-1）、「入院患者」および「救急患者」に対する医療行為がどの程度供給できるか（医療供給能力：3レベル）を定量的に評価（図-2）でき、目標とする医療供給能力に効果的な対策を示すことができる。

評価にあたっては、過去の被害事例をもとに病院の機能被害をイベントツリーでモデル化し、各エンドブランチに医療供給能力レベルを設定して評価している。その際、被害要因の発生確率はフォールトツリー解析より算定している。ケーススタディにより、評価傾向の妥当性を確認した。

主な結論

病院の防災能力を簡易評価するシステムの概要を示した。ケーススタディにより、建物および設備の耐震対策、物資の備蓄効果などを表現できることを確認した。今後は本システムの他の用途への展開も目指していく。

*1 本店 技術研究所

*2 本店 建築技術部 技術開発グループ

*3 本店 設備設計部

*4 (株)モダンエンジニアリングアンドデザイン

病院防災能力簡易評価システムの開発

龍 神 弘 明*¹ 齊 藤 芳 人*¹
 河 原 博 之*² 今 林 憲 一*³
 山 口 福太郎*¹ 水 谷 守*⁴

要 旨

震災時の病院では、負傷者を含む平常時より多くの患者への対応が求められる一方で、地震による建物や設備の損傷により医療行為を提供する能力が低下する。病院は震災時にも医療行為が継続できるように、医療供給能力の低下を抑制し、需要と供給の乖離を小さくするために、積極的に事業継続計画（BCP）に取り組むことが望まれている。病院のBCP策定のサポートを行う際に、多大な時間とコストを費やさずに施設の地震対策を検討することを目的に、簡単な入力から即座に防災能力を定量的に評価でき、現状の弱点や対策効果を視覚的に示すことができる病院防災能力簡易評価システムを開発した。本評価システムは、評価する建物の立地条件および建設年や規模などの建物条件と、簡単なアンケート（設備的・運用的項目）結果を入力することにより、地震に対する備えがどの程度できているか（施設防災能力）、医療行為をどの程度供給することができるか（医療供給能力）を定量的に評価でき、効果的な対策を示すことができる。本論文では、まずシステムの特徴、構成及び評価フローを示す。次に、建物・設備の耐震性が異なる幾つかのモデル建物を対象としたケーススタディによる評価結果の傾向比較および考察を行い、最後に本評価システムの今後の展開について述べる。

キーワード 病院／防災能力／医療供給能力／BCP／イベントツリー／フォールトツリー／地震

目 次

- | | |
|--------------|------------|
| 1. はじめに | 3. ケーススタディ |
| 2. 評価システムの概要 | 4. おわりに |

DEVELOPMENT OF A SIMPLE EVALUATION SYSTEM FOR DISASTER PREVENTION PERFORMANCE OF HOSPITAL

Hiroaki RYUJIN Yoshihito SAITO
 Hiroyuki KAWAHARA Kenichi IMABAYASHI
 Fukutaro YAMAGUCHI Mamoru MIZUTANI

Synopsis:

Hospital capacity and performance will reduce when earthquake disaster happen, though the patients includes injured will increase. Hospitals are desired to face to the BCP positively in order to keep continuity of medical supply. The authors have developed a simple evaluation system which is able to indicate the disaster prevention performance and countermeasure effect visually and quickly to support the BCP formulation of the hospital. This system is possible to evaluate the disaster prevention ability quantitatively from simple input into a questionnaire, such as the building conditions, scale and age of building. This system is also possible to evaluate a possibility of the capacity of medical treatment, the grade of preparation to an earthquake and effective measures of damage reduction for earthquake quantitatively. In this paper, the features of the system and system structure are explained first. Secondly comparison results of the evaluation of a case study on the model buildings are discussed. Finally the development of this evaluation system is described.

* 1 本店 技術研究所

* 2 本店 建築技術部 技術開発グループ

* 3 本店 設備設計部

* 4 株式会社 モダンエンジニアリングアンドデザイン

1. はじめに

震災時の病院では、平常時医療に加え災害時医療対応が求められる。しかし、負傷者を含む平常時より多くの患者への対応が求められる一方で、地震により医療行為を提供する能力（医療供給能力）が低下する。

厚生労働省の平成 25 年調査結果では、病院の耐震化率は 64.2%（平成 17 年調査結果では 36.4%）¹⁾と順調に進んでいる。しかし、構造部材以外の建築部材や建築設備の被害は震度 6 を超えると急激に増加するとの被災状況に関するアンケート報告^{例えば 2)}があることなどより、建物の構造的な耐震性だけでは、医療供給が継続できなくなる可能性が高いと推測できる。東日本大震災直後に、地震対策の意識が高く他の地域より耐震化率が進んでいた（平成 21 年調査結果では 64.5%）³⁾被災 3 県において、災害拠点病院の約 60%の病院で外来の受け入れ制限、約 55%の病院で入院の受け入れ制限が行われた⁴⁾。

東京都では、医療機関の防災対応能力を向上させ、より効率的・機能的な体制整備の支援のために、平成 24 年に医療機関の事業継続計画（BCP）策定ガイドラインを作成した⁵⁾。しかし、平成 25 年に内閣府が病院規模別に BCP 策定状況を調査した結果⁶⁾によると、策定済みおよび策定中を合わせて、大施設（病床数 500 床以上）では約 40%、中施設（病床数 100 床以上 500 床未満）では約 20%、その他の施設（病床数 100 床未満）では約 10%であった。東日本大震災の後、医療施設で BCP への関心が高まってきているが、まだ実行に移しているところそれほど多くないのが現実である。

今後、首都直下地震、南海トラフの地震などの大地震の発生が危惧されている⁷⁾⁸⁾中で、病院は震災時に医療行為が継続できるように医療供給能力の低下を抑制し、需要と供給の乖離を小さくする（図-1）ために、積極的に BCP に取り組むことが望まれている。

病院 BCP の概念図（図-1）が示すように、本来の BCP の観点から考えると、病院の防災能力は「医療供給能力低下の抑制（抵抗力）」と「平常時の機能への復旧時間（回復力）」で判断されるべきである。回復力は、医療スタッフの参集状況、公共インフラの復旧状況、物資の補給確保などの取引先の状況などに影響されるところが大きいため、本評価システムでは抵抗力を病院防災能力と定義した。

本論文は、病院の BCP 策定をサポートする際に、速やかに防災能力を向上させる効果的な対策を提案するために開発した評価システムの概要を示す。まず初めに、システムの特徴、構成および評価フローを示す。次に、建物や設備の耐震性が異なる幾つかの建物モデルによるケーススタディの評価結果の傾向を比較し、考察を行う。最後に本評価システムの今後の課題と展開について述べる。

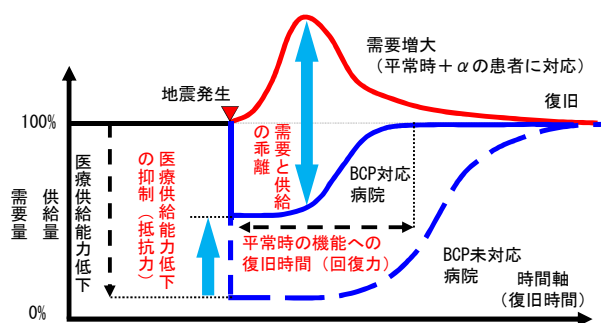
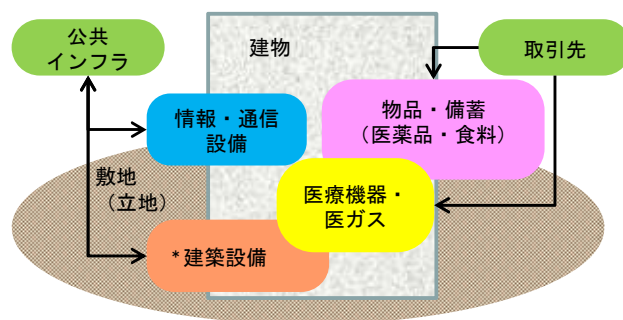


図-1 病院 BCP の概念図



* 建築設備（電気設備、給排水衛生設備、空調設備）

図-2 病院の構成要因（システムの評価対象）

2. 評価システムの概要

2.1 評価システムの特徴

病院施設の地震に対する対策を考える際に、防災能力などを評価する取り組みは行われているが、詳細なモデルで高精度に評価を行うには多大な時間とコストが必要で、顧客が気軽に検討を依頼しにくい現状がある。そこで簡単な建物の基本情報と顧客へのアンケート結果を入力するだけで、即座に防災能力を定量的に評価し、現状の弱点や対策効果を視覚的に示すことができるシステムを開発した。簡易なデータを入力するだけで即座に評価結果が得られるため、計画初期段階で様々なケースを比較検討する際に有効なツールとなる。

本評価システムは、病院の防災能力を地震に対する備えがどの程度できているかを示す「施設防災能力」、医療行為がどの程度供給できるかを示す「医療供給能力」の 2 つの指標で評価する。ただし、医療スタッフ不足などによって医療供給の継続ができなくなるといった、人員的な要因は考慮していない。

(1) 施設防災能力

図-2 に示すように、病院は様々な構成要因がそれぞれ密接に関連しながら成立している。敷地の上に建物があり、建物に建築設備、医療機器・医療ガス、情報・通信設備が付随し、物品・備蓄が保管されている。建築設備や情報・通信設備は、建物外の敷地に設置されるものもあり、公共のインフラとのつながりをもっている。医療機器・医療ガスは、建築設備や医薬品との関連もある。

また、物品・備蓄は、補給を考えると敷地外（取引先）との関係もある。これらの構成要因が使用できる状態で、初めて病院としての機能が成立する。本評価システムでは、8つの構成要因（「立地」、「建物」、「医療機器・医療ガス」、「医薬品・食料」、「電気設備」、「給排水衛生設備」、「空調設備」、「情報・通信設備」）ごとに評価を行い、レーダーチャートで評価結果を表示する。表-1 に評価項目を、図-3 に施設防災能力の評価結果の表示例を示す。評価項目の機器や設備の機能損傷が発生する確率（損傷確率）の大小あるいは備蓄や代替策の有無などによって、減点法で評価している。

損傷確率は、評価項目を頂上事象としたフォールトツリー（FT）を作成し、基本事象の耐力と想定した地震の大きさより算定している。例えば ICU の FT を図-4 に例示する。「ICU 機能喪失」を頂上事象として、「天井落下」、「躯体損傷」、「外部電源喪失」、「非常用電源喪失」、「空調機器損傷」、「配管損傷」、「医療機器損傷」を基本事象としている。FT 作成にあたっては、機能損傷の原因となる事象をもれなく抽出する必要がある。なお、下位事象のいずれか 1 つが発生すれば上位事象が発生する関係を OR ゲート、下位事象の全てが同時に発生した場合に限って上位事象が発生する関係を AND ゲートと呼ぶ。OR ゲートの場合は、1 つの下位事象の損傷を大きく低減させるより、すべての下位事象をバランスよく低減させる方が効率的である。また、AND ゲートの場合は、下位事象の損傷を低減させる対策のほか、代替案を準備することも効果的である。

(2) 医療供給能力レベル

本評価システムでは、主に医療活動に必要なハード的な環境（建物、設備など）が維持できているかに主眼を置いて評価している。このハード的な環境をどの程度維持できているかを示す指標として「医療供給能力」を定義している。

病院には様々な構成要因があり、それぞれ密接に関連しながら医療を供給している。実際の被害としては構成要因が相互に影響しあうために単体機能ではなく、複数の構成要因が繋がっているシステムとして評価する必要がある。本評価システムでは、病院機能が維持できる（医療行為が供給できる）可能性を確率で表示する。

病院機能は文献 9) に準拠し、入院患者対応と救急患者対応に分け、それぞれ医療行為を 3 レベルに設定した（図-5）。入院患者対応は、食事、排泄などの最低限の生活ができるレベル「生活・居住性確保」、酸素供給や吸引（医療ガス供給）、医療機器などが確保でき患者の様態悪化を防止できるレベル「看護・様態悪化防止」、積極的に投薬や治療を行えるレベル「医療行為継続」とした。また、救急患者対応は、トリアージスペースの確保および応急処置に必要な酸素ボンベや医薬品が確保で

表-1 施設防災能力評価項目

構成要因	評価項目
立地	地震ハザードの大小、地盤増幅率の大きさ、大規模液化化可能性、浸水可能性、周辺環境
建物	建物、ICU、天井、エレベータ
医療機器・医療ガス	検査機器、画像診断機器、洗浄滅菌設備、透析設備、医療ガス設備
医薬品・食料	食料、飲料水、医薬品、医療資材
電気設備	変電設備、外部電力供給、非常用電源設備、非常用電源負荷容量、燃料備蓄・協定
給排水衛生設備	給水設備、給湯設備、排水設備、ガス設備
空調設備	空調設備
情報・通信設備	衛星電話、防災無線、院内情報システム

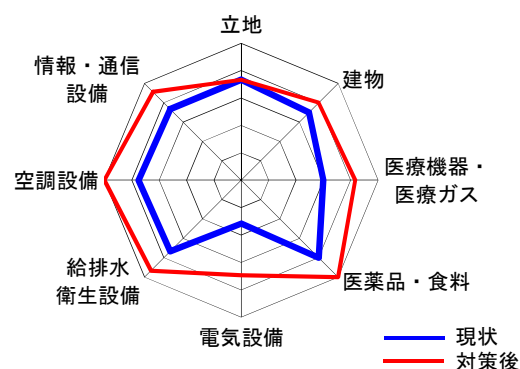


図-3 施設防災能力表示例

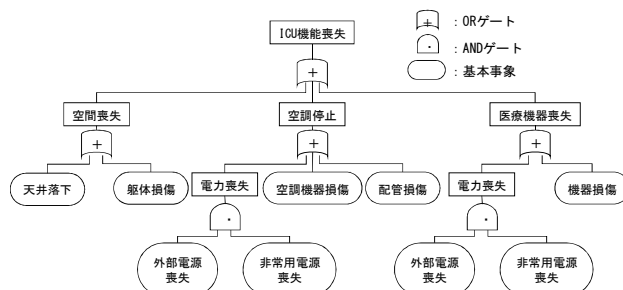


図-4 フォールトツリー例（ICU）

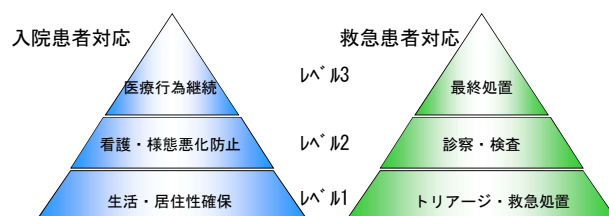


図-5 病院機能（医療供給能力レベル）

きるレベル「トリアージ・救急処置」、レントゲンや検査機器が利用できるレベル「診察・検査」、手術など通常に近い医療行為ができるレベル「最終処置」とした。それぞれのレベルでの医療スタッフの行動を洗い出し、その行動に支障をきたす被害およびそれに効果的な対策、さらに使用する空間を洗い出して、それぞれの医療レベ

ルの活動ができるかの判断対象としている。例えば、救急患者対応の「診察・検査」レベルの事例を表-2 に示す。具体的には、表-3 の項目を被害要因としたイベントツリー（ET）解析より算定している。図-6 に 4 つの被害要因で作成した ET の概念図を示す。使用できる機能の組み合わせによって医療供給能力レベルを判定している。本評価システムは、15 の被害要因より、エンドブランチが 2661 通りの ET を作成し、各エンドブランチに医療供給能力レベルを設定して、それぞれの医療供給能力レベルが維持できる可能性を確率で算定、現状と対策後の評価結果を棒グラフで比較表示することができる（図-7）。

2.2 システムの構成

本評価システムの全体構成を図-8 に示す。基本情報（「病院概要」、「建物概要」）および顧客へのアンケート結果を入力すると、システム内部にある ET、FT のモデル DB を参照し、対象施設の ET および被害要因の FT を自動で生成する。

想定震度を設定すると、過去の被害事例や建物モデルの応答解析による検討結果をもとに、あらかじめ作成している機能被害に対する判定基準 DB を基に、現状の施設防災能力と医療供給能力を評価する。当該施設で設定した震災時の医療供給能力レベルの目標を達成できるように、対策項目リストより対策を選択して再度評価を行う。対策前後の評価を比較することにより、効果的な対策が把握できる。

2.3 システムの評価フロー

本評価システムは、(1)建物の基本情報入力、(2)主に設備に関するアンケート結果の入力、(3)現状評価、(4)対策選択、(5)対策効果の評価、という流れになっている。

(1) 基本情報入力

想定震度、地震ハザードや地盤増幅率などの立地条件、手術室の有無や給食、検査業務などを外注しているかなどの病院概要、建設年代、階数、構造種別などの建物概要を入力する。なお、本評価システムは想定震度に対応した評価を行うため、設定した想定震度の大きさに応じた効果的な対策を検討することができる。

(2) アンケート結果の入力

表-4 に項目を示すアンケート（10 項目 25 個の質問）を実施し、その結果をシステムに入力する。アンケート項目は、設備の耐震性の有無、井戸水・雨水設備などの代替設備の有無、医療ガスや食料などの備蓄に関するもので、ほとんど「はい」、「いいえ」での回答となる。

(3) 現状評価

基本情報とアンケート結果を入力すると、現状の施設

表-2 行動内容と必要空間・機器（診察・検査）

病院スタッフの行動	行動に支障をきたす被害	必要な対策	主な対応空間
1 検査機器を稼働する	・医療機器の転倒 ・電源不足 ・水供給不可	・検査機器の耐震化 ・非常用電源の確保 ・給水機能の確保	・検査室
2 トリージングスペースから検査部までの動線確保し、患者を搬送する	・電源不足 ・エレベータ停止	・非常用電源の確保 ・エレベーターとの協定	・階段 ・廊下
3 検査実施し処置を行なう	・検査機器の損傷 ・停電による機器の停止 ・検査機器に必要な環境不足 ・天井被害によるダクト破壊 ・薬品瓶などの転落、散乱 ・外部委託検査の不能	・検査機器の耐震化 ・非常用電源の確保 ・空調機能（医療用）の確保 ・換気機能の確保 ・給水機能の確保 ・天井の耐震化 ・保管棚の固定 ・検査機器メーカーとの協定	・検査室
4 病室確保	・床頭台、点滴スタンドの転倒 ・医療ガスが不足	・転倒、落下防止 ・空調機能（一般用）の確保 ・ボイラール医療ガスの確保	・病室

液化化	給水機能	画像診断機能
建物躯体	排水(生活、特殊)	ICU
変電配電設備	医療ガス	ガス
外部電源	医薬品	洗浄滅菌機能
非常用発電設備	検査機能	給食機能

表-3 ET 被害要因

建物	非常用発電設備	検査機能	給食機能	建物	非常用発電設備	検査機能	給食機能	入院患者対応	救急患者対応
N	N	N	N	○	○	○	○	レベル3	レベル3
		Y	Y	○	○	○	x	不可	不可
		Y	N	○	○	x	○	レベル2	レベル1
			Y	○	○	x	x	不可	不可
	Y			○	x	-	-	不可	不可
Y				x	-	-	-	不可	不可

N:健全、Y:被害あり

図-6 ET 概念図

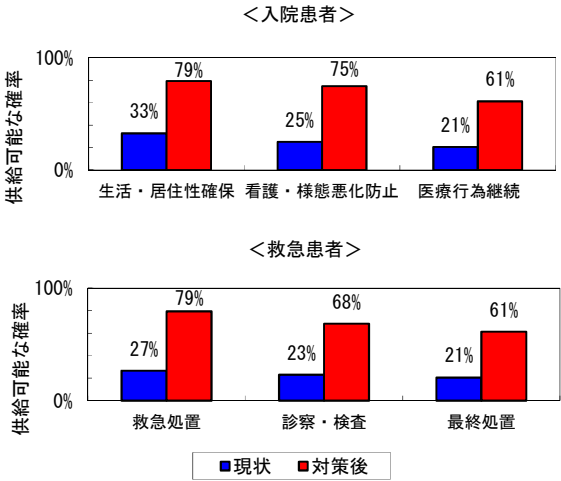


図-7 医療供給能力表示例

防災能力と医療供給能力が評価される。レーダーチャートにより構成要因の中での弱点を、また、医療供給能力レベルごとに供給できる確率を確認する。

(4) 対策選択

表-5 に示す対策案から選択する仕様になっている。当該施設が目標とする医療供給能力レベルを設定すると、対策ごとに効果（「大」、「中」、「小」）が表示され、対策を選択する際の判断基準となる。現状は、対策を行った場合に目標とした医療供給能力レベルが 5%以上向上するものを「大」、2%以上 5%未満のものを「中」、2%未満のものを「小」としている。想定震度の大きさ、建物や設備の耐震性などの要因を考慮して対策効果を評価している。

(5) 対策効果の評価

対策を選択すると、評価条件、選択した対策および評価結果を、報告書形式で出力することができる。

3. ケーススタディ

3.1 建物モデル

ケーススタディに用いるモデル建物諸元を表-6 に示す。耐震基準、構造形式、設備機器の耐震性、および燃料、食料などの備蓄の有無をパラメータとし、医療供給能力レベルについて比較・考察を行う。

建物 A および建物 B は旧耐震基準相当の建物、建物 C および建物 D は新耐震基準相当の建物である。保有している設備は同じで、建物 A と建物 C は耐震性能を普通としたモデル、建物 B と建物 D は耐震性を高めたモデルとする。なお、建物 A～建物 D は食料や医薬品などの備蓄が十分あるものとする。一方、建物 E と建物 F は免震建物で、構造性能および設備の耐震性能も同じとする。免震建物 E は備蓄が十分にない建物、免震建物 F は非常用発電の燃料、飲料水・雑用水、医療ガス、医薬品および食料の備蓄が十分かあるいは不足する前に供給できる協定などが結ばれているとする。

3.2 評価結果

(1) 建物および設備の耐震対策の効果

建物 A～建物 D に対する想定震度 6 弱および想定震度 6 強の評価結果を図-9 に示す。入院患者対応および救急患者対応とも同じような傾向を示しているため、ここでは救急患者対応の医療供給能力レベルの算定結果を示す。新耐震基準相当の建物 C および建物 D の方が、旧耐震基準相当の建物 A と建物 B に比較して、医療供給能力が高くなっており、建物の耐震性の効果が表現できている。また、設備の耐震性を向上させた効果も、旧耐震基準相当の建物 B に比べ、新耐震基準相当の建物 D の方が医療供給能力の向上率が高くなっており、また、想定震度が大きい震度 6 強の方がその傾向が大きく表れている。耐震性の高い建物の方が、設備の耐震化の効果が高くなること、想定震度が大きくなると構造的な対応が効果的であるという傾向が示せている。

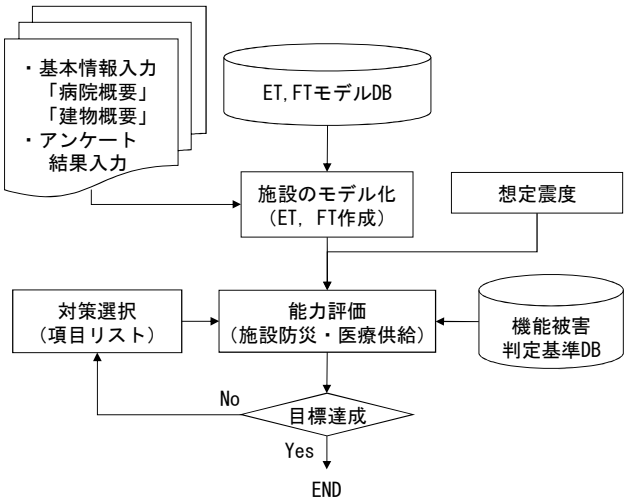


図-8 システムの構成

表-4 アンケート項目

No.	項目	質問の数
1	共通	3
2	受変電・配電設備	2
3	非常用発電設備	5
4	給水設備	4
5	排水設備	2
6	空調熱源設備	2
7	医療機器・医ガス	2
8	医薬品	1
9	食料	2
10	通信・院内情報システム	2

表-5 対策項目リスト

項目	対策
建物	耐震性向上（耐震補強、耐震強度1.25倍、免震構造） 非構造部材対策
電力供給	変電設備耐震化 供給の二重化
非常用電源設備	発電機の耐震化、二重化 空冷式発電機の導入、燃料の備蓄
給水設備	受水槽、配管の耐震化 井水・雨水の利用
排水設備	配管の耐震化 災害用排水槽
ガス	中圧引き込み、配管の耐震化 ガスボンベ備蓄
医療ガス	設備の耐震化 備蓄確保
通信	二重化（衛星電話、防災無線）
マニュアル・協定	マニュアル整備 協定

表-6 建物モデル諸元

		建物A	建物B	建物C	建物D	建物E	建物F	
建物概要	耐震基準	旧耐震基準		新耐震基準				
	階数	7						
	構造形式	鉄筋コンクリート造				免震構造		
設備機器	ガス供給仕様	低圧供給						
	位置	受変電設備	1階					
		非常用発電機	1階					
		受水槽	R階					
		空調・熱源設備	R階					
	耐震性	普通	向上	普通	向上	普通	普通	
備考		あり				なし	あり	

(2) 物資の備蓄効果

備蓄やバックアップの重要性を確認するために、建物 E と建物 F の比較を行った。想定震度 6 弱の場合の救急

患者対応の医療供給能力レベルの評価結果を図-10 に示す。

備蓄の不足の可能性のある建物 E の医療供給能力がすべてのレベルで 40%程度になっているのに対し、備蓄が十分にある建物 F では、医療供給能力が、すべてのレベルで 95%となった。免震構造で建物や設備の被害が小さくても、食料や医薬品などの物資の供給が停止すると、医療行為を供給し続けることが難しくなることが想定される。免震建物であっても物資の備蓄、井戸水・雨水の利用などの代替策の準備や、これらの供給を優先的に受けることができる協定締結などが重要であることを表現している。

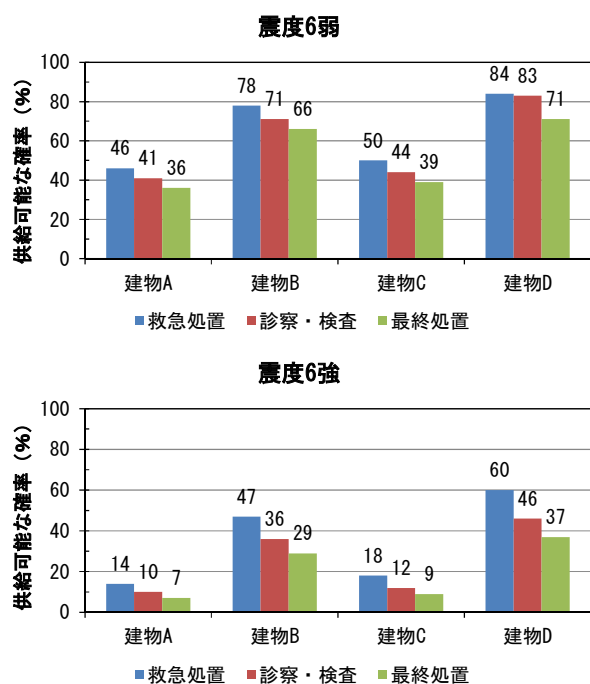


図-9 耐震対策の比較

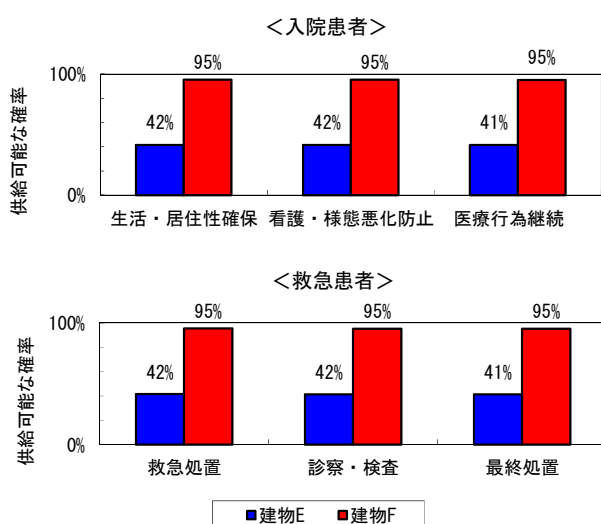


図-10 医療供給能力（建物Eおよび建物F）

4. おわりに

病院の BCP 策定をサポートする際に、防災能力を向上させる効果的な対策を速やかに提案できる評価システムの概要を示した。本評価システムは、対策前後の評価結果を相対的に比較することで、対策の効果を把握するものである。建物概要、病院概要などの基本情報と簡易な顧客へのアンケート結果を入力するだけで、即座に防災能力を定量的に評価でき、現状の弱点や対策効果を視覚的に示すことができるため、計画初期段階で様々なケースの比較を行うことができる。

本評価システムを用いたケーススタディにより、建物および設備の耐震対策効果、物資の備蓄効果などを表現できることを確認した。なお、システム内では、FT や ET を詳細に設定できる構成としており、入力項目を増やすことによって、より詳細に評価することが可能となっている。今後、今回評価対象としなかった「平常時の機能への復旧時間（回復力）」の評価の追加および病院以外の他の用途への展開を検討する。

謝辞：医療福祉エンジニアリンググループの伊藤グループ長、南チーム長をはじめ病院 BCP ワーキングのメンバーには貴重なご意見を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 厚生労働省：病院の耐震改修状況調査の結果，2014年3月28日
- 2) 中山茂樹：医療機関の被災状況に関するアンケート調査，平成23年度 厚生労働科学研究費補助金（厚生労働科学特別研究事業）報告書，2012年3月
- 3) 厚生労働省：病院の耐震改修状況調査の結果，2010年1月5日
- 4) 厚生労働省：第1回災害医療などのあり方に関する検討会 資料1，2011年7月13日
- 5) 東京都福祉保健局：大規模地震発生時における医療機関の事業継続計画（BCP）策定ガイドライン，2012年7月
- 6) 内閣府：特定分野における事業継続に関する実態調査＜参考＞医療施設・福祉施設，2013年8月
- 7) 内閣府：首都直下の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震などの震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書，2013年12月
- 8) 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）津波断層モデル編ー津波断層モデルと津波高・浸水域等についてー，2012年8月29日
- 9) 日本医療福祉設備協会：病院設備設計ガイドライン（BCP 編），2012年12月20日