

### 3.1.3 機器の重要度および災害復旧における緊急性の分類

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

大地震時における救急救命、被災後の生命維持の拠点となる医療施設など重要施設の、機能保持および耐震性向上を目的として、医療機器など重要機器およびシステムの耐震性に関して調査検討を行い、地震災害に対する脆弱性を定量的に評価する。

##### (b) 平成19年度業務目的

地震災害時に救急医療活動における重要度および優先度の高い機器の整理分類を行う。またそれらの機器の既存耐震基準について関連機関等への調査を行うとともに、機器単体での振動実験の必要な機器を選定する。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名
独立行政法人防災科学技術研究所	主任研究員	佐藤 栄児
兵庫耐震工学研究センター		
国立保健医療科学院	施設科学部長	笥 淳夫
	主任研究官	小林 健一
千葉大学	教授	中山 茂樹
名古屋大学(現工学院大)	准教授	山下 哲郎

#### (2) 平成19年度の成果

##### (a) 業務の要約

病院において災害時に医療機能を維持するために必要と思われる、医療機器の重要度および災害復旧における緊急性について、既往文献および専門家の意見を踏まえて検討した。

医療機器の災害対策に関する既往文献としては、宮城県沖地震（1978年6月）の発生を受けて調査された研究報告書<sup>1)</sup>がある。本研究では、この報告書にて提示されている医療機器の分類指標を参照し、さらに医療機器の最近の状況を反映させるために、専門家へのヒアリングを実施した。ヒアリング対象者は病院を専門とする建築計画研究者である。また3.1.1および3.1.2で述べた病院でのヒアリング調査の結果も踏まえて検討を行った。

##### (b) 業務の成果

#### 1) 医療機器の影響度と重要度・緊急性について

既往文献1では、耐震性を考慮すべき機器の分類として、表1の指標を提示している。さらに機器の据付方法について、固定型（床・壁・天井の建築構成部材に固定するもの）および非固定型（床置（車付・車無）あるいは台置の固定しないもの）の2種に分類している。

表1 既往文献における医療機器の分類指標

I (危害型) : 機器の移動・転倒・落下等により、現に使用中の患者や職員に対して重大な人的危害を与えるおそれがあるもの
II (緊急型) : 機器震害での機能停止により、診療機能に重大な影響を与えるものであり、かつ他に代替できるものがないか、使用中の患者や新たな患者に対して緊急の用途に供する必要があるもの
III (機能型) : IIと同様に診療機能に重大な影響を与えるものであるが、そのうち代替性のあるもの、あるいは比較的緊急の用途に供する必要の少ないもの
IV (混乱型) : 機器震害により設置場所周辺を混乱状態に陥れる等、他に与える影響の大きいもの
V (その他)

文献1)において具体的に挙げられている機器の種類は以下のようである。

- I (危害型) : 固定型として各種放射線装置、無影灯、手術台、分娩台など。非固定型として新生児用ベッド、処置台、保育器、集中治療装置など。
- II (緊急型) : 固定型として滅菌器、蒸留水製造装置。非固定型として検査関係機器。
- III (機能型) : 非固定型として検査部の機器類。
- IV (混乱型) : 固定型として外来診察ユニット、リハビリテーション用浴槽など。
- V (その他) : 体温計やピーカーなどの小物類。

表1は、人的危害や混乱を招く等を含めた、各機器が診療におよぼすいわば「影響度」を表した分類指標として捉えることが出来るが、災害発生後に医療提供機能を維持するための重要度・緊急性を必ずしも表してはいないと思われる。そこで本研究では、まず既往文献に倣って医療機器の「影響度」を検討し、次に「重要度」を検討するという2段階の議論を行った。なお災害復旧における緊急性という観点は、「重要度」の指標に含めるものとして検討した。

まず、「影響度」の指標について最近の状況を反映させるべく、表1の分類をベースに専門家（病院を専門とする建築計画研究者）の意見を聴取した。その結果、RI（放射線同位体）や廃棄物など、「管理が困難になることにより人的危害を加えるおそれがあるもの」を、類型のひとつとして加えるべきとの意見が出された。この議論をふまえて策定した表2の分類指標を用いて、医療機器の「影響度」を整理することとした。

表2 医療機器の影響度（下線は本研究において新たに設けた指標）

I（危害型）：機器の移動・転倒・落下等により、現に使用中の患者や職員に対して重大な人的危害を与えるおそれがあるもの
<u>I B（危害型-管理系）：管理が困難になることで人的危害を与えるおそれがあるもの。R</u> <u>Iや廃棄物などの関連施設</u>
II（緊急型）：機器震害での機能停止により、診療機能に重大な影響を与えるものであり、かつ他に代替できるものがないか、使用中の患者や新たな患者に対して緊急の用途に供する必要があるもの
III（機能型）：IIと同様に診療機能に重大な影響を与えるものであるが、そのうち代替性のあるもの、あるいは比較的緊急の用途に供する必要の少ないもの
IV（混乱型）：機器震害により設置場所周辺を混乱状態に陥れる等、他に与える影響の大きいもの
V（その他）：

次に、地震発生後の医療提供における各機器の「重要度」について、過去の震災被害調査（3.1.1）および軽減化対策のニーズ（3.1.2）にて聴取した専門家（救急医療従事者）の意見を参照しながら検討した。検討にあたっては、先に述べた「影響度」を加味しつつ議論をし、とくに重要と思われるものを抽出した。

## 2) 医療機器の重要度に関する検討結果

検討結果を表3に示す。検討対象は、兵庫県南部地震および新潟県中越沖地震の調査において被害が報告されている医療機器を中心として選択したが、医療機器に関連が深い建築設備についても併せて対象とした。

機器は使用される部門ごとに記載しており、部門・機器名称・重要度・影響度・過去の地震による被害状況、の各項目と、過去の地震により当該機器が被害を受けたと報告があった病院事例を列記している。

「重要度」については、災害時に医療機能を維持するにあたり、特に重要と思われる機器に◎をつけて示した。また、重要な要素ではあるが今回の振動台実験においては検証することが難しいものに○をつけて示した。○に該当するのは主にライフライン関係の建築設備となっている。

「影響度」については、先述の表2の指標を用いて各機器を性格付けた。

「過去の地震による被害状況」については、既往調査報告書において当該機器が「1日以上使用不可（機能停止）」であったと報告されているものを2点（表中「病院事例」の欄に×で示す）、「数時間で復旧あるいは能力低下」と報告されているものを1点（同、△で示す）としてカウントし、点数化して示した。

「病院事例」については、1～20は兵庫県南部地震の被災病院、21～24は新潟県中越沖地震の被災病院である。

表3に示した、災害発生後の医療提供機能維持という観点からみて重要度が高い(◎)と思われる機器について、部門別に述べる。

病院全体におよぶ建築設備については、コンピュータと搬送機が特に重要と思われる。コンピュータは近年の診療活動について欠かせないものとなっており、多くの医療機器は操作のためにコンピュータと組み合わせて使用されることから、特に重要度が高いといえる。また搬送機は、高層化した病院建物では必要不可欠である。

病棟部門では、レスピレータ(人工呼吸器)が特に重要な機器と思われる。

放射線部門では、CT、X線テレビ、一般撮影、画像読取装置などが、災害発生後の医療提供に必要と思われる。重量機器であるCTは、過去の震災で移動により使用不可能となった事例が多く報告されていることから、機器の耐震性に加えて据付方法の検討が必要といえる。

手術部門は、災害発生後の医療提供に重要な部門であり、機器洗浄や手洗いのための装置を含めて、重要度が高いといえる。手術に関連して、滅菌装置・オートクレーヴの重要度も高いであろう。

検査部門では、生化学自動分析器、保冷庫が重要と思われる。

薬剤部門では、ガラス瓶などを収納する棚の固定が重要と思われる。

その他、病歴室の棚の安全性、近年ICUや手術部門を中心に増えている天井懸垂型のユニットなどについても、耐震性を検証しておくべき必要性が高いと考えられる。

表3 医療機器の重要度および災害復旧における緊急性の検討結果

部門	機器名称	重要度	影響度	過去の地震による被害状況(ポイント)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
					a病院	b病院	c病院	d病院	e病院	f病院	g病院	h病院	i病院	j病院	k病院	l病院	m病院	n病院	o病院	p病院	q病院	r病院	s病院	t病院	A病院	B病院	C病院	D病院
建築設備	給水	○	Ⅱ(緊急型)	40	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	△	
建築設備	ガス	○	Ⅲ(機能型)	32	×	×			×	×		×	×	×	×	×	×	×	×				×	×	×		×	
建築設備	空調	○	Ⅲ(機能型)	29		×	×		×	×	×		×	×	×	×	×	×	△	×			×		×			
建築設備	エレベータ	○	Ⅱ(緊急型)	23	△	△		△	×	×	△	×	×		△	△	△	×	×			×		△			△	
建築設備	給湯		Ⅲ(機能型)	21		×	×		×	×	×	×	×	×		×				△			×					
建築設備	電気	○	Ⅲ(機能型)	21			×	△	△	×	△	×	△	×		△	△	△	△		△	△	△				×	
建築設備	情報設備(電話の輻射ふくむ)		Ⅱ(緊急型)	17		×			×			×		×		×	△		×							×	×	
建築設備	非常用電源	○	Ⅱ(緊急型)	12						×	△	×	×				×	△	×									
建築設備	コンピュータ	◎	Ⅱ(緊急型)	9		×							×				×	×		△								
建築設備	搬送機	◎	Ⅲ(機能型)	9	△		×					×					×	×										
建築設備	スプリンクラー		Ⅱ(緊急型)	8		×						×						×						×				
医療設備	医療ガス	○	Ⅱ(緊急型)	7					△			×	×				△			△								
医療設備	R1排水設備		I B(危害型-管理系)	4	×					×																		
医療設備	高電圧発生装置		Ⅱ(緊急型)	4			×			×																		
医療設備	感染性廃棄物保管		I B(危害型-管理系)	2						×																		
医療設備	特殊廃液保管		I B(危害型-管理系)	1								△																
医療設備	高圧酸素		I B(危害型-管理系)	0																								
病棟	テレビ落下		I(危害型)	6						×						×		×										
病棟	レスピレータ(アンビューバック対応含む)	◎	Ⅱ(緊急型)	6													×		×								×	
病棟	ナースコール断線		Ⅲ(機能型)	4						×		×																
病棟	家具・什器・書類の散乱		IV(混乱型)	4								×							×									
病棟	コンピュータ落下		Ⅱ(緊急型)	2																					×			
病棟	公衆電話断線		Ⅲ(機能型)	2						×																		
病棟	汚物洗浄機の通気管		IV(混乱型)	2								×																
病棟	特浴の給湯管接続部		IV(混乱型)	2								×																
放射線	MR I(移動含む)		Ⅲ(機能型)	19	△	×					×	×			×		×	×	×					×	×			
放射線	CT(移動含む)	◎	Ⅱ(緊急型)	14		△				×	×	×			×		×	×						△				
放射線	X線TV、一般撮影	◎	Ⅱ(緊急型)	11						×		×						×	×					×	△			
放射線	アンギオ天井走行レール脱落		I(危害型)	8	×						×					×						×						
放射線	X線TV制御盤		Ⅲ(機能型)	7		△							×					×						×				
放射線	自動現像機		Ⅲ(機能型)	7							×							×		×				△				
放射線	画像読取装置	◎	Ⅱ(緊急型)	5										×		△								×				
放射線	リニアック		Ⅲ(機能型)	5		×					×										△							
放射線	R I装置(シンチカメラ)		Ⅱ(緊急型)	4																				×	×			
放射線	心臓カテーテル(Cアーム)		I(危害型)	2							×																	
放射線	CT操作盤		Ⅱ(緊急型)	2																			×					
放射線	トランス		Ⅱ(緊急型)	2																				×				
放射線	リレーボックス		Ⅱ(緊急型)	2																				×				
放射線	万能撮影台		Ⅱ(緊急型)	2																				×				
放射線	CR装置		Ⅱ(緊急型)	2																					×			
放射線	アンギオ用コントロール部		Ⅲ(機能型)	2																	×							
放射線	床台		Ⅲ(機能型)	2														×										
放射線	乳房撮影機		Ⅲ(機能型)	2																				×				
放射線	血管造影装置モニター		Ⅲ(機能型)	1		△																						
放射線	血管造影剤注入装置		Ⅲ(機能型)	1		△																						

表3 医療機器の重要度および災害復旧における緊急性の検討結果（続き）

部門	機器名称	重要度	影響度	過去の地震による被害状況（ポイント）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
					a病院	b病院	c病院	d病院	e病院	f病院	g病院	h病院	i病院	j病院	k病院	l病院	m病院	n病院	o病院	p病院	q病院	r病院	s病院	t病院	A病院	B病院	C病院	D病院
手術	（断水による機能停止）		II（緊急型）	12			x	x				x					x		x									x
手術	棚の転倒・破損	◎	II（緊急型）	4							x		x															
手術	洗浄機破損による機能停止	◎	II（緊急型）	4											x			x										
手術	壁面クラック・タイルの崩落		IV（混乱型）	4															x	x								
手術	手術台の電動式ケーブル断線	◎	II（緊急型）	2							x																	
手術	手洗い装置	◎	II（緊急型）	2															x									
手術	パネルの被害		II（緊急型）	0																								
検査	顕微鏡		III（機能型）	10			x		x		x				x		x											
検査	（断水による機能停止）		III（機能型）	9				x			x			x				△								x		
検査	生化学自動分析器	◎	III（機能型）	8						x					x								x				x	
検査	保冷库	◎	II（緊急型）	6			x					x	x															
検査	内視鏡		III（機能型）	4											x											x		
検査	卓上型分析装置		II（緊急型）	2			x																					
検査	コンピュータ		II（緊急型）	2			x																					
検査	血液ガス測定器		II（緊急型）	2			x																					
検査	超音波減菌装置		II（緊急型）	2																						x		
検査	プリンタ		III（機能型）	2			x																					
検査	腫瘍マーカー測定器		III（機能型）	2			x																					
検査	白血球分類装置		III（機能型）	2								x																
検査	ドラフトチャンバーの排水管		III（機能型）	2										x														
検査	エコー		III（機能型）	2												x												
検査	水ガス配管接続部		III（機能型）	2															x									
検査	標本撮影装置		III（機能型）	2																					x			
薬剤	収納棚の転倒	◎	IV（混乱型）	14					x			x	x	x			x	x				x						
薬剤	自動分包機		III（機能型）	6														x				x						
薬剤	卓上型クリーンベンチ		III（機能型）	2															x									
薬剤	蒸留水製造装置		III（機能型）	2																x						x		
薬剤	瓶類の落下・破損		IV（混乱型）	2									x															
材料滅菌	（水・ガスの供給停止による機能低下）		II（緊急型）	14						x				x	x		x	x	x					x				
材料滅菌	滅菌装置・オートクレーブ	◎	II（緊急型）	9					x							x				△	x					x		
材料滅菌	自動洗浄機		II（緊急型）	2											x													
中央診療	結石破砕装置		III（機能型）	6		x													x						x			
その他	病室の棚（転倒・変形）	◎	IV（混乱型）	5										x										x				△
その他	透析（断水による機能停止含む）		II（緊急型）	4															x		x							
その他	I・C・U等の天井懸垂型ユニット	◎	I（危害型）																									

(c) 結論ならびに今後の課題

災害時にはインフラ関係の建築設備のほか、放射線・手術・検査関係の医療機器が特に重要と考えられ、これらの機器について、設置の方法を含めて耐震性を検証する必要性が高く、機器単体での振動実験の対象となる。しかし、それらの機器調達については、単体実験の実現とあわせて検討を進める。

(d) 引用文献

- 1) 財団法人日本建築センター：医療機器・医療用特殊配管設備の耐震設置指針、昭和 54 年度厚生省委託災害対策関係調査業務研究報告書、1980 年。

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国内・外の別
震災時の医療・情報通信施設の機能保持に関する研究 －震災時における建物の機能保持に関する研究開発（その1）－ 口頭発表	佐藤栄児、中島正愛、井上貴仁、酒井久伸、笈淳夫、小林健一、鎌田崇義	広島大学 2008年度日本建築学会大会（中国）	2008年9月	国内
震災時における医療施設の重要機器の分類調査 -震災時における建物の機能保持に関する研究開発（その2）- 口頭発表	小林健一、笈淳夫、中山茂樹、山下哲郎、佐藤栄児、井上貴仁、鎌田崇義	広島大学 2008年度日本建築学会大会（中国）	2008年9月	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所（雑誌等名）	発表時期	国内・外の別
なし				

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果（記事タイトル）	対応者氏名	報道・掲載機関（新聞名・TV名）	発表時期	国内・外の別
なし				

(f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1)特許出願

なし

2)ソフトウェア開発

なし

### 3) 仕様・標準等の策定

なし

### **(3) 平成 20 年度業務計画案**

地震災害時の救急医療活動および情報発信等における重要度および優先度の高い機器（システム）の整理分類を行う。また、それらの機器の既存耐震基準について関連機関等への調査を行うとともに、実規模実験に必要な機器選定や実規模実験計画に反映する。