

2007 年能登半島地震および新潟県中越沖地震における医療施設の被害分析

宮島昌克¹・島崎 剛²

¹金沢大学理工研究域環境デザイン学系教授（〒920-1192 石川県金沢市角間町）

E-mail:miyajima@t.kanazawa-u.ac.jp

²甲府市都市建設部（〒400-8585 山梨県甲府市丸の内1-18-1）

本論文は地震時に救命救急活動の拠点となる医療施設を取り上げ、地震時の被害状況を調査、分析し、今後の耐震対策への教訓を読み取ろうとしたものである。そこで、2007年に発生した能登半島地震と新潟県中越沖地震を対象に、被災地の医療機関に対してアンケート調査を行い、回収したアンケート結果を整理し、医療施設の被害分析を行うとともに、今後の医療施設に対する地震対策について考察した。その結果、診察や手術などの医療行為は震度5強以下ではほぼ通常通り行えており、患者の搬送を工夫することで被災地における医療活動の効率化を図ることができると考えられること、地域の規模にもよるが、能登半島においては、給水車による給水活動の強化により、透析治療以外の治療行為に必要な水は補えることなどが明らかとなった。

Key Words : earthquake damage, healthcare facilities, 2007 Noto-hanto Earthquake, 2007 Niigata-ken Chuetsu-oki Earthquake

1. はじめに

2007年3月25日、能登半島沖を震源とする地震が発生した。さらに4ヵ月後の7月16日には新潟県上中越沖を震源とする地震が発生した。両地震は石川県能登地方および新潟県中越地方を中心に、各地に大きな被害をもたらした。

2004年に発生した新潟県中越地震では、建物被害により手術室等の医療空間の使用不可やライフラインの途絶による医療機器の使用不可といった被害が生じ、被災地の医療施設において医療機能の低下が見られた¹⁾。医療施設は地震などの災害発生時に救命救急活動の拠点となる施設である。このため、医療施設に被害が及び医療機能が低下すると、人的被害が拡大する恐れがある。そこで、本研究では2007年に発生した能登半島地震および新潟県中越沖地震を対象とし、被災地の医療施設に対してアンケート調査を行った。本論文では、回収したアンケートを元に、地震による医療施設の被害分析を行うとともに、分析結果から今後の医療施設における地震対策について考察する。

2. 地震の概要

(1) 能登半島地震の概要

能登半島地震は2007年3月25日9時42分に能登半島沖を震源として発生した。マグニチュードは6.9であり、石川県の七尾市、輪島市、穴水町において最大震度6強を記録している。この地震により、輪島市で1名が死亡した他、重傷者が72名、軽傷者が287名に及んだ。住家被害は全壊が638棟、半壊が1,563棟、一部破損が13,556棟である。また、北陸本線の終日運転見合わせ、能登有料道路における数箇所の道路崩落など、交通機能に対しても大きな被害を及ぼしている²⁾。

(2) 新潟県中越沖地震の被害概要

新潟県中越沖地震は2007年7月16日10時13分に新潟県上中越沖を震源として発生した。この地震のマグニチュードは6.8であり、新潟県長岡市、柏崎市、刈羽村および長野県飯綱町において最大震度6強を記録した。柏崎市を中心として14名の死者(関連死を含まず)を生じたほか、重傷者192名、軽傷者2,153名と甚大な人的被害が発生した。住家被害も全壊1,244棟、半壊5,250棟、一部破損34,401棟を大きな被害となった。さらに、新潟、長野両県の計6万戸で断水を生じるなど、広範囲にわたってライフライン被害が生じた³⁾。

3. アンケート調査の概要

(1) 実施方法およびアンケートの内容

アンケート調査は郵送により行った。能登半島地震でのアンケート調査は地震発生から半月後、新潟県中越沖地震でのアンケート調査は2ヵ月後にアンケートを各医療施設に送付した。また、両地震とも、最初にアンケートを送付した2ヵ月後に、未回収の施設に対して再度アンケートを送付した。アンケートは2004年新潟県中越地震の際に当研究室で行ったアンケート¹⁾とほぼ同様のものを用いた。アンケートの主な質問項目は建物被害、生活機能被害、設備被害、医療機能被害、地震発生後の医療活動の5項目に大別されており、設問数は全部で46問である。以下に各項目の主な質問内容について説明する。

a) 建物被害

：建物の建築形式、壁や柱、窓などの被害状況、机や本棚などの室内の家具の被害状況

b) 生活機能被害

：ライフライン被害の有無、被害原因、ライフラインが医療機能に及ぼした影響の有無

c) 設備被害

：照明設備や空調設備、エレベータなどの被害状況

d) 医療機能被害

：医療機器への被害の有無や使用できなくなった原因、手術等の医療行為の可否、医療、薬品棚の被害状況

e) 地震発生後の医療活動

：地震発生当日の外来患者数、制限された医療行為とその原因

(2) 調査対象と回収率

能登半島地震のアンケート調査では、調査対象を最大震度6強を記録した輪島市、七尾市、穴水町、比較的震源に近く、最大震度6弱を記録した志賀町にある64の医療施設および最大震度5弱以上を記録した地域にある3つの公立病院とし、合計で67の医療施設にアンケートを送付した。このうち51の施設から回答が得られたため、回収率は76.1%である。

新潟県中越沖地震でのアンケート調査では、最大震度6強を記録した新潟県長岡市、柏崎市、刈羽村、長野県飯綱町、最大震度6弱を記録した新潟県上越市、小千谷市、出雲崎町、最大震度5強を記録した新潟県三条市、十日町市、南魚沼市、燕市、長野県中野市、飯山市、信濃町にある医療施設を調査対象とした。ただし、眼科や歯科を専門としている施設や比較的規模が小さいと見られる施設を除外し、285の医療施設に対してアンケートを送付した。このうち99の施設から回答が得られたため、回収率は34.7%である。

両地震の震度ごとの有効回答数を図1および図2

に示す。なお、各施設の震度は、気象庁の観測所および自治体で観測された震度⁴⁾を参考にし、決定した。図1より、能登半島地震で震度5弱を記録した医療施設からの有効回答数は1件である。したがって、本論文において能登半島地震の被害を震度ごとに比較する場合、震度5強以上についてのみ比較を行う。

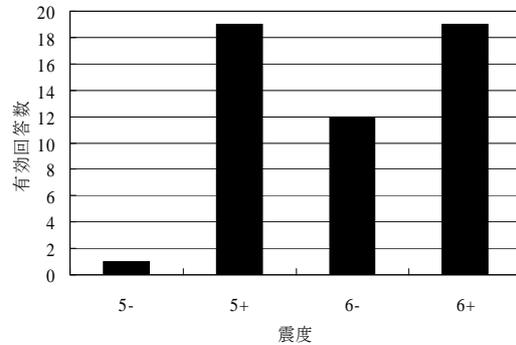


図1 アンケートの有効回答数
(能登半島地震)

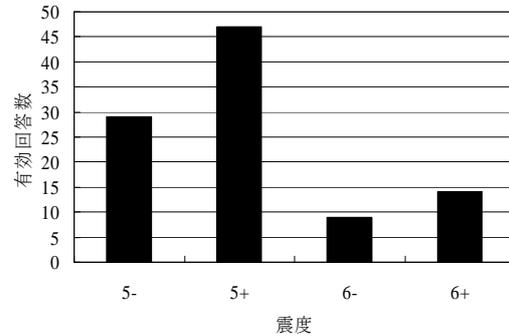


図2 震度ごとの有効回答数
(新潟県中越沖地震)

4. ライフライン被害

医療活動を行うにあたり、ライフラインは欠かすことのできないものである。例えば人工透析や傷の洗浄には水が必要であり、電気がなければ医療機器を動かすことができない。そこで、ここでは両地震における医療施設のライフライン被害およびそれによる医療機能の低下について考察する。能登半島地震および新潟県中越沖地震に関して医療施設におけるライフラインの被害率を図3および図4にそれぞれ示す。ここで被害率とは、各ライフラインの機能が停止した医療施設の割合を表す。また、図5および図6にはライフライン被害を生じた施設のうち、「そのライフライン被害が医療機能に影響を及ぼした」と回答した施設の割合を示す。なお、能登半島地震の震度5弱に関しては有効回答数が1であるため、被害率は算出していない。

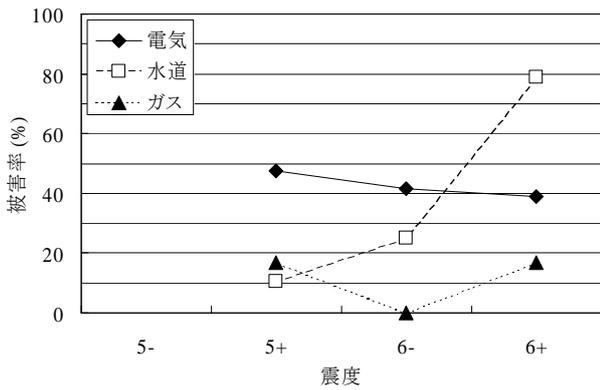


図3 ライフラインの被害率
(能登半島地震)

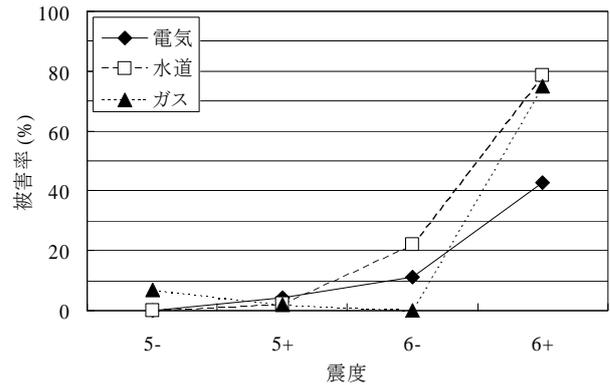


図4 ライフラインの被害率
(新潟県中越沖地震)

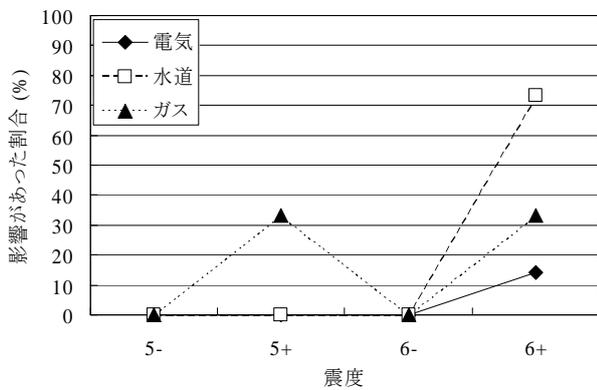


図5 医療機能への被害率
(能登半島地震)

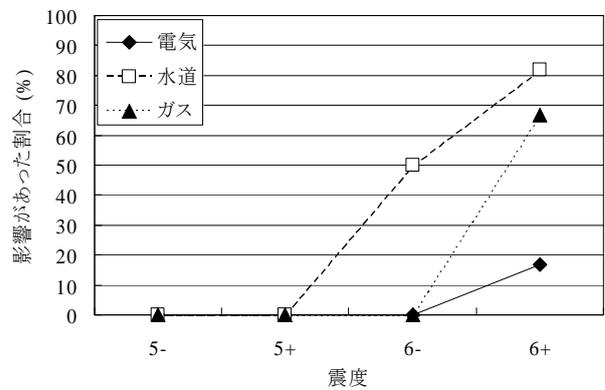


図6 医療機能への被害率
(新潟県中越沖地震)

(1) 電気に対する被害

図3より、能登半島地震では震度によらず40～50%の医療施設で停電被害を生じていることがわかる。一方で、図4より新潟県中越沖地震では震度6強で40%の被害率となっているものの、震度が小さくなるに従い被害率も減少している。しかし、電気に関しては両地震ともに、多くの病院で当日のうちに復旧しており、震度5強以下では「数十分で復旧した」との回答も少なくなかった。また、図5および図6より、「停電が医療機能に影響を及ぼした」と回答した施設は震度6強でも20%未満である。これより、今回の地震においては、停電被害の影響は他のライフライン被害と比較して軽微であったと考えられる。

停電被害に対しては、非常用発電機のようなバックアップ電源により主要な機器を稼働させ、医療機能への影響を最低限に抑えることができる。対象とした2つの地震はともに停電期間が短く、バックアップ電源等により対応できたために、医療機能に対する被害が小さかったと考えられる。

(2) ガス供給に関する被害

図3および図4より、ガス供給に関しては、新潟県中越沖地震で震度6強を記録した地域のみ、その被害率が大きくなっていることがわかる。能登地域ではプロパンガスを使用しているのに対して、中越地域は都市ガスが使われている。このため、能登半島地震では一定の地域全体で被害が発生することはない。一方で、新潟県中越沖地震では地域全体でガス供給が遮断されるため、被害率が大きくなったと考えられる。被害継続日数に関しても、新潟県中越沖地震で震度6強を記録した施設で最長34日間と長期間に及んでいる。

医療機能への影響についても、「影響があった」と回答した施設の割合は、新潟県中越沖地震で震度6強を記録した地域のみが突出している。しかし、具体的な影響は空調や給湯器が使用できないといった生活機能に関するものが多く、診察や治療行為に関するものは少なかった。医療器具の消毒や煮沸ができなくなったと回答している施設もあったことから、何らかの対策を講じていく必要はあるが、医療活動はガスよりも電気や水道に依存することが多く、それらの地震対策を重点的に強化することが必要であると考えられる。

(3) 水道に関する被害

図3および図4より、水道の被害率に関しては能登半島地震、新潟県中越沖地震ともに同様の傾向を示しており、震度6強ではおよそ80%と、電気やガスに比べ大きな被害率となっている。断水の継続日数についても能登半島地震で最長8日間、新潟県中越沖地震で最長17日間となっており、その影響が大きかったと考えられる。

図5および図6を見ると、断水被害を生じた震度6強の施設のうち、およそ80%が「医療機能に影響があった」と回答しており、医療機能の面から見てもその影響が大きかったと考えられる。具体的な影響としては、トイレの使用不可などの生活機能への影響から、検査機器の使用不可や人工透析の実施不可などの医療機能への影響までに及び、医療施設における水の重要性、水供給に対する地震対策の必要性が伺える。

(4) 断水時の水供給と医療活動

本研究では能登半島地震で震度6強を記録した輪島市内の医療施設に対してヒアリング調査も行った。この医療施設は輪島市内で最も規模の大きな病院であり、地震発生当日も約80名の患者が来院している。断水期間は3日間であり、その間は受水槽（容量112トン）の水の他は給水車による給水のみが供給源であった。しかし、透析治療以外の医療活動については給水を給水車に限られる状況でも、ほぼ通常通りに実施できたとの回答を得た。これより、断水が生じても給水車などによる給水活動を強化することで、断水が医療機能に及ぼす影響を大きく軽減できると考えられる。

一方、透析治療に関しては断水時に継続することはできなかったとの回答が得られている。この病院では人工透析用に25床の病床を有しており、1日に2サイクル、50人程度の患者の治療を行う。透析治療は大量の水を必要とするため、供給が給水車のみに限られる状況では継続が難しい、とのことであった。したがって、上記のように給水活動を強化を行っても透析治療まで継続して行くことは難しいと考えられる。

5. 医療機器に対する被害

アンケート調査では具体的な医療機器について、その被害の有無および被害原因についての質問項目を設けている。質問項目を設けた主な医療機器はX線透視装置、フィルム現像機、血液検査機、人工透析器である。このうち、X線透視装置、フィルム現像機、血液検査機に関して、その震度ごとの被害率を図7に示す。なお、被害率とはその医療機器を所有している施設のうち、何らかの被害が生じ、使用できなくなった施設の割合とする。なお、今回対象

とした医療機関は、いくつかの総合病院を除き2階建ての建物の1階で診療している場合がほとんどであるので、建物における地震動の増幅の影響をほとんど受けていないと考えられ、直接、震度との関係について検討した。

図7より、フィルム現像機は震度6弱から6強で約50%の被害率となっており、他の医療機器に比べ大きな被害率となっていることがわかる。両地震合わせて27箇所の医療施設でフィルム現像機が使用できなくなっており、このうち11箇所で「現像液の漏れ」や「現像液と定着液の混合」を被害原因として挙げている。フィルム現像機は骨折などの診察に欠かすことのできないものであり、災害時の医療活動において非常に重要な機器であると言える。能登半島地震ではフィルム現像機が使用できなくなったために、骨折の疑いのある患者を他の病院へ搬送したといった事例も見られた。

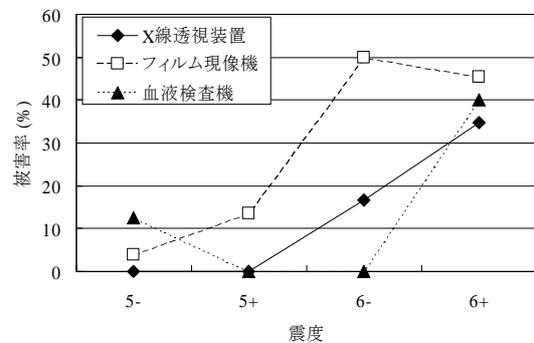


図7 主な医療機器の被害率

血液検査機は震度6弱以下では被害率は小さいが、震度6強では40%と、大きな被害率となっている。手術を行う際は血液検査が不可欠であることから、フィルム現像機と同様に災害時の救急活動において非常に重要な機器であると言える。血液検査機に関しては、机などの上に固定をしないで置かれていることも少なくない。今回のアンケート調査でも、血液検査機の被害原因について回答があった施設の半数が落下などによる機器の故障を原因としていた。こういったことから、医療従事者が防災意識を持ち、施設内における地震対策を積極的に強化していくことも今後の課題である。

人工透析器については、所有している医療施設が少なかったため、図7において震度ごとの比較を行っていない。震度6強および6弱を記録した施設で人工透析器を有するのは6施設であり、このうち3施設で被害が生じた。被害原因はいずれの施設も断水であった。人工透析器に関しては、日本透析協会によって機器の固定方法など、詳細な地震対策が示されており⁵⁾、他の医療機器に比べると地震対策は進んでいると言える。しかし、断水が生じてしまえば人工透析の継続が困難であることは前述した通りである。以上より、人工透析に関する地震対策としては、透析患者を治療の行える施設へ誘導するなど、

患者への対応を迅速に行える体制を作ることが重要であると考えられる。

6. 医療行為の可否と患者の搬送

前章までは医療施設におけるライフライン被害および医療機器に対する被害について考察してきた。これらの被害が医療機能の低下を招き、診察や治療、手術などの医療行為が実施できなくなるといった事態に繋がる。そこで、ここでは「一般診察・治療」、「手術」、「傷の洗浄」、および「医療器具の消毒」の4つの医療行為について、地震により実施できなくなった医療施設の割合（図8）、実施できなくなった原因（図9）について考察する。なお、図8および図9は能登半島地震および新潟県中越沖地震の被害データを合わせて集計したものである。また、図9に関しては複数回答を許しているが、回答件数が少なかったため震度による比較を行っていない。

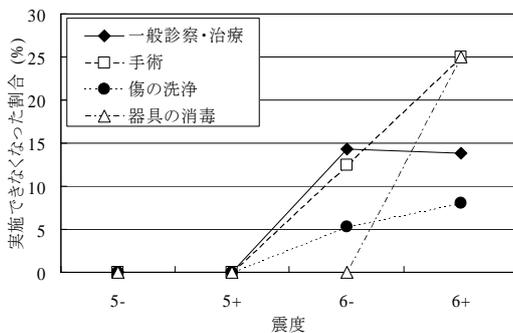


図8 医療行為を実施できなくなった割合

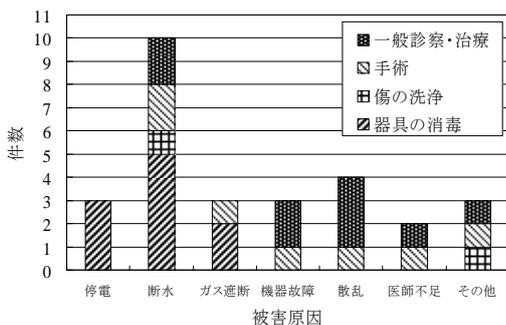


図9 医療行為を実施できなくなった原因

(1) 医療行為の可否

図9より、一般診察・治療および手術は震度6弱では15%程度の施設で実施不可となっている。一方、震度6強では器具の消毒が実施できなくなった施設の割合が大きくなっており、手術とともにその割合は25%となっている。

被害の件数は震度6強、6弱を合わせて一般診察・治療および器具の消毒が7件、手術が5件、傷の洗浄が3件と両地震の被害を合わせても件数が多

くないため、被害原因の傾向を把握することは難しい。それでも図9を見ると、断水を被害原因としている医療施設は多くなっており、4.(3)で述べた通り断水が医療機能に及ぼす影響が大きかったことが伺える。しかし、断水に関しては4.(4)で述べたように、給水車等による給水活動を強化することで医療機能への影響を大きく軽減できる。

被害原因としては、断水の他に機器の故障や器具等の散乱のような室内の物品への被害も目立つ。機器や器具などの設置や収納に関しては利便性が重視され、耐震性に関してはそれほど考えられていない。このため、機器などに対する被害が多く見られるものと考えられる。地震発生時は多くの患者に対応するため、ロビーなどを診察室として利用するケースもあるため、器具やカルテの散乱が一般診察・治療の致命的な被害となることは少ないと考えられる。しかし、手術に関しては専門的な機器が設置されている手術室が使用不可となると、その実施は非常に困難になる。したがって、器具類の散乱への対策は手術室など代替性のない医療空間に対してより重点的に行う必要があると言える。また、機器の故障に関しては、ワゴン上に置かれた心電図モニターが落下したなどが見られた。医療活動に際して、機器類の移動がスムーズに行えることは重要であるが、ワゴン上に機器を置く場合はワゴンと機器を固定するなど、最低限の対策を講じる必要がある。

ここで、図8において震度5強・5弱について見ると、ともに被害が生じていないことがわかる。4章のライフライン被害の項を見ると震度5強および5弱でライフライン被害が生じていないわけではないが、継続日数が短かったなどの理由から医療行為を実施不可にするほどの被害ではなかったものと考えられる。ただし、5章の医療機器への被害を見ると、震度5強や5弱でもフィルム現像機や血液検査機、MRIが使用できなくなっている。したがって、一般診察や手術などの医療行為に関しては震度5強および5弱では完璧とまではいかないまでも、ほぼ通常通りに実施することができていたことがわかった。

(2) 患者の搬送

前述したように、震度5強および震度5弱を記録した医療施設では、一般診察や手術といった医療行為はほぼ通常通り実施できた。一方で、震度6強を記録した施設の25%で手術が実施できなくなるなど、震度6強や6弱では何らかの医療行為が実施できなくなる、制限されるなどの被害が生じる可能性がある。これより、震度の大きな地域から救急車や家用車で患者を搬送する場合、震度5強以下を記録した地域の医療施設へ搬送することで、よりスムーズに治療を受けることができると考えられる。本来なら、医療施設に対して直接、患者の治療が行えるか確認することができれば良いが、地震発生直後は電話の輻輳が生じ、こういった連絡が十分に取れないといった事態が生じる可能性が高い。したがって、

一般市民を含め、最初に発信される情報である震度を頼りにすることは有効な対応策であると言える。これにより、被害の大きな地域の医療施設に対する負担を軽減することができ、また、医療施設への被害により十分な治療が行えず、施設から施設へ患者を搬送するといったケースを減少させることもできる。すなわち、患者の搬送先を工夫することは、搬送患者がスムーズに治療を受けることができるだけでなく、被災地における医療活動の効率化を図ることができるといったメリットにも繋がる。

7. 地震発生当日の外来患者

図 10 に能登半島地震および新潟県中越沖地震で震度 6 強や 6 弱を記録した医療施設における地震発生当日の外来患者の症状の内訳を示す。なお、回答のあった医療施設の外来患者数は合計で 379 人であった。図 10 より、最も人数の多かった症状は創傷で、全体の 30.6%である。続いて打撲が 27.4%、骨折が 11.6%を占める。これより、創傷、打撲、骨折で全体のおよそ 70%に及ぶことがわかる。創傷や打撲は程度にもよるが、比較的小さい規模の医療施設でも扱うことができる。骨折に関しては、診察に X 線透視装置やフィルム現像機などが必要となり、整形外科を扱う施設での治療が必要となる。

対象とした両地震の発生日はともに休日であり、多くの施設が休診日であった。このため、特に規模の小さい個人病院などでは、地震発生当日は医療活動を行わなかったという施設が少なくなかった。しかし、前述したように、外来患者の症状は創傷や打撲、骨折といった比較的規模の小さな施設でも処置のできるものが多く、被災地では小さな規模の医療施設の医療活動も重要となる。この様に、規模の小さな施設において医療活動を行うことで、その地域の患者が一定の医療施設に集中することがなくなり、より効率よく医療活動を行うことができる。したがって、地震発生時の医療活動に関しては、その地域の基幹病院のみを対象とするのではなく、個人で経営するような医療施設も対象として、救急医療の体制を整えることが必要であると言える。

8. 結論

能登半島地震および新潟県中越沖地震では、医療施設において生活機能、医療機能の両面に対して断水被害の影響が目立った。ただし、能登半島地震での事例から、給水車による給水活動の強化により、透析治療以外の治療行為に必要な水は補えることがわかった。また、診察や手術などの医療行為は震度

5 強以下ではほぼ通常通り行えており、患者の搬送を工夫することで被災地における医療活動の効率化を図ることができると考えられる。地震発生当日の外来患者の症状に関しては、規模の小さい施設でも扱えるようなものが多かった。地震時の医療体制を整える際には、個人で経営するような小さな医療施設も対象に入れることで、基幹病院に対する患者の集中を緩和することができると考えられる。

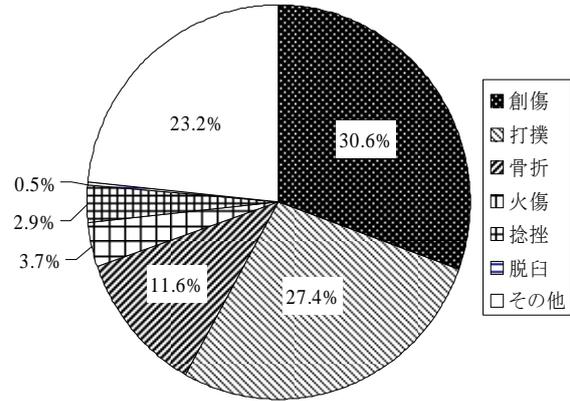


図 10 地震発生当日の外来患者の症状

謝辞：アンケート調査およびヒアリング調査を行うに当たり、能登半島地震および新潟県中越沖地震の被災地にある医療施設の関係者の方々にご協力頂いた。また、金沢大学工学部人間・機械工学科の田中志信教授にはアンケート調査に関してご協力いただきとともに、研究に関する有益な情報をいただいた。ここに、厚く謝意を表します。本研究の一部が科学研究費基盤研究基盤研究(B) (No. 17310107, 研究代表者：宮島昌克)の補助によって行われたことを記して、感謝いたします。

参考文献

- 1) Achour, N., 宮島昌克, 池本敏和, 稲垣潤一：2004 年新潟県中越地震における医療機関の被害分析, 土木学会地震工学論文集, Vol. 28, No. 164, CD-ROM, 2005. 8.
- 2) 消防庁, 平成 19 年(2007 年)能登半島地震(第 47 報), <http://www.fdma.go.jp/detail/710.html>, 2007 年 12 月 23 日
- 3) 消防庁, 平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震(第 48 報), <http://www.fdma.go.jp/detail/751.html>, 2007 年 12 月 23 日
- 4) 気象庁, 主な地震の強震観測データ, <http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/kyoshin/jishin/index.html>, 2007 年 12 月 23 日
- 5) 赤塚東司雄：能登半島地震報告, 透析ケア 2007 年 7 月号, メディカ出版, pp. 51-55, 2007.

DAMAGE ANALYSIS OF HEALTH CARE FACILITIES IN THE 2007 NOTO-HANTO AND NIIGATA-KEN CHUETSU-OKI EARTHQUAKES

Masakatsu MIYAJIMA and Takeshi SHIMAZAKI

The present paper is focusing on the damage to health care facilities in the 2007 Noto-hanto and Niigata-ken Chuetsu-oki Earthquakes. Health care facilities such as hospitals carry great importance following a disaster. Questionnaire survey was conducted for the hospitals suffering damage due to both earthquakes. The effect of the damage to lifeline and medical instruments on the performance of treatment just after the earthquake was investigated by using the result of questionnaire survey.