



# 新潟県中越地震における病院ライフラインの被害と分析

高田, 至郎  
鋤田, 泰子  
中尾, 真紀

---

**(Citation)**

神戸大学都市安全研究センター研究報告, 9:377-390

**(Issue Date)**

2005-03

**(Resource Type)**

departmental bulletin paper

**(Version)**

Version of Record

**(JaLCD0I)**

<https://doi.org/10.24546/00422552>

**(URL)**

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00422552>



# 新潟県中越地震における 病院ライフラインの被害と分析

Damage Analysis on Hospital Lifelines during the Niigata Chuetsu Earthquake

高田 至郎<sup>1)</sup>

Shiro Takada

鎌田 泰子<sup>2)</sup>

Yasuko Kuwata

中尾 真紀<sup>3)</sup>

Maki Nakao

概要：2004年10月23日に発生した新潟県中越地震において、被災地の10病院では、病院建物の損傷以外にも、ライフラインの供給停止により、医療活動に大きな影響を与えた。本稿では、被災地の病院の被災状況、および病院内外のライフラインの被害状況について、現地調査を行った結果を報告するものである。また、ライフライン供給停止時における病院の緊急対応・復旧過程についてもまとめた。さらに、ライフラインの相互依存関係についても述べている。

キーワード：病院ライフライン、新潟県中越地震、緊急対応

## 1. 調査目的と概要

本稿では、2004年10月に発生した新潟県中越地震による小千谷市、長岡市の10箇所の病院の被害事例について整理した。病院内部ライフライン施設の地震被害だけではなく、医療活動に影響をもたらす院外ライフラインの被害にも着目して分析を行った。

新潟県中越地震は、2004年10月23日17時56分に発生した。新潟県中越地方を震源とするマグニチュード6.8の地震である。震源は北緯37.3度、東経138.8度、深さ13kmであった。新潟県川口町では最大震度7が観測された。また、本地震による死者は46人、重傷者は631人、建物全壊は2,864棟、半壊は11,095棟と報告されている(2005年4月12日現在)<sup>1)</sup>。地震の被災状況は、表-1に示すとおりである。表-1中の小千谷市、長岡市は、著者らが病院被害について現地調査で行った地域である。死者の多くは、山間部で強震動や地すべりなどによって家屋が倒壊したことによるもの、精神的なショックによるもの、そして高レベルの余震が続き自家用車内での避難生活による疲労等によるものであった。直接的な被害による死者は少ないことが特徴的であった。

新潟県災害対策本部によってまとめられた県内全139病院の被災状況では、壁に亀裂が入ったり、窓ガラスが割れたりするなど軽微な被害も含めて、47病院で被害があったことが報告されている。とくに、中条病院、中条第二病院、小千谷総合病院では、病院建物に甚大な被害を受けたために全入院患者を他の病院へ移送する措置がとられた。この他、栃尾郷病院、県立十日町病院でも一部入院患者を移送している。表-2は、

表-1 新潟県中越地震の被害概要<sup>1)</sup> (2005年4月12日現在)

地域	最大震度	死者(人)	重傷者(人)	建物全壊(棟)	建物半壊(棟)
全被災地域	7(川口町)	46	631	2,827	12,851
長岡市	6弱	7	260	923	5,788
小千谷市	6強	13	118	610	2,346

表-2 新潟県内の病院被害（新潟県医薬国保課<sup>2), 3)</sup> 2004年10月7日現在

圏域	県内病院				透析実施機関			
	被害あり	被害なし	総計	被災率	被害あり	被害なし	総計	被災率
十日町	5	0	5	100%	1	0	1	100%
小出	5	1	6	83%	1	1	2	50%
長岡	9	3	12	75%	2	3	5	40%
柏崎	4	2	6	67%	0	1	1	0%
六日町	4	2	6	67%	0	1	1	0%
三条	4	4	8	50%	0	8	8	0%
上越	5	10	15	33%	0	6	6	0%
新発田	3	8	11	27%	0	5	5	0%
佐渡	1	5	6	17%	0	1	1	0%
新潟	5	31	36	14%	0	11	11	0%
巻	1	6	7	14%	三条市を含む			
村上	1	6	7	14%				
糸魚川	0	4	4	0%	0	1	1	0%
新津	0	10	10	0%	1	3	4	25%
総計	48	91	139	35%	5	45	50	10%

(注)長岡市の病院は長岡圏域、小千谷市の病院は小出圏域に含まれる。

地域ごとに新潟県内の病院の被災率、および透析実施機関の被災率を示している。新潟圏域の十日町、小出、長岡は、震源に近い地域であり、被害も甚大であった。これらの病院の中で、本研究は長岡市8病院、小千谷市2病院、合計10病院の被災調査を行った。調査時期は、2004年11月5～7日である。調査方法は、各病院の施設関係又は事務関係の職員と対面し、直接被災状況についてヒアリングを行うか、予め用意していた調査票への回答を依頼する方法をとった。質問項目は、施設に関する項目（病院建物・水道・電力・ガス、通信）と、施設の地震被災状況、病院での緊急対応に関する項目である。表-3は調査対象病院を示しており、図-1はこれら病院の位置を示している。以降、各病院は表-3に示すアルファベット（A～J）で示す。

表-3 調査病院の概要

市	病院	病院名	病床数
長岡市	A	県立精神医療センター	400
	B	長岡赤十字病院	748
	C	長岡中央総合病院	531
	D	吉田病院	131
	E	立川総合病院	529
	F	田宮病院	497
	G	長岡西病院	240
	H	悠遊健康村病院	300
小千谷市	I	魚沼病院	191
	J	小千谷総合病院	287

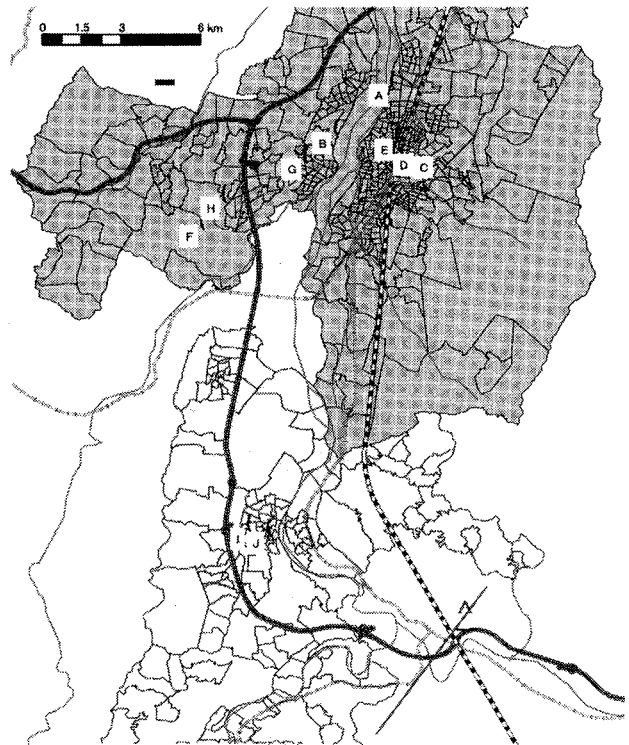


図-1 調査対象病院

## 2. 建物被害

調査病院の中でもっとも甚大な被害を受けたのは、小千谷総合病院(J)であった。本病院施設でもっとも古い建物は昭和40年代(写真-2)に建てられたものであり、せん断耐力が十分では無かったと思われる。ここでは、亀裂した壁が面外にせり出すという甚大な被害を受けた。しかし、同じ病院施設内でも、近年建設された免震構造をもつ老人施設病棟では、地下の免震ゴムが歪み、残留変形がみられたが、上部構造にはほとんど被害が見られなかった。また、この病棟では、柵のカルテや本も落ちなかった。最大加速度1,300galを超える強震動が周辺で観測されていたが、免震構造の建物では被害も出ず、その効果が発揮されたといえる。比較的新しい建物である県立精神医療センター、長岡赤十字病院、悠遊健康村病院ではとくに大きな被害は無かった。

しかし、病院内のエレベーターは、震度が4もしくは5になると自動停止するように設定されているために、今回の地震のように余震が長く続く場合、物理的被害は少ないがほとんど機能を失ってしまった。中には、エレベーターの管理作業員が常駐して修理に当たっている病院もあった。そのため、患者輸送に大変苦勞した病院が多かった。また、高層の病室やベッドの患者を一階の床に寝かせ、患者全員を限られた数の医師や看護婦で見られるようにしている病院もあった。

表-4 病院建物の被害

病院	建築物概要			建物被害状況
	建築年度	階数(地下階)	耐震補強の有無	
A	平成14年	3	有	夜間入口の床タイルにひびが入った。
B	平成9年	12(1)	-	壁にクラックが入り、天井板が崩落した。
C	昭和41年	6	-	壁にクラック、天井板崩落、ガラス戸に被害があった。
	昭和56年	6(1)	-	
	昭和46年	4	-	
	昭和62年	4(1)	-	
D	昭和45年	5	無	壁にクラックが入った。
	昭和62年	5	有	
E	昭和56年	8(1)	有	南館と東館の継ぎ目部分で段差が発生した。
	平成6年	8(1)	有	
F	昭和10年	3(1)	有	とくになし
	昭和11年	2(1)	有	
	昭和59年	3	有	
	昭和42年	1	有	
G	平成4年	6	無	壁にクラック、トイレ内のタイル破損があった。
	平成15年	2	無	
H	平成9年	-	-	とくになし
I	昭和53年	3	無	天井板崩落、ガラス戸に被害があった。
	平成4年	2	無	
J	昭和60年代	4(1)	-	壁にクラック、天井板崩落、ガラス戸に被害があった。エレベーターはガイドレールがはずれた。
	昭和40年代	8(1)	-	
	昭和50年代	8(1)	-	
	昭和40年代	4(1)	-	

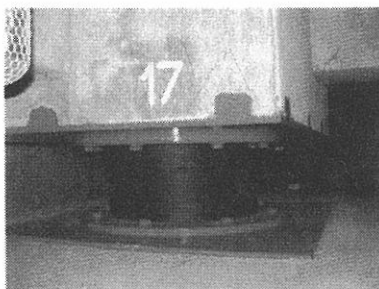


写真-1 免震システム(J)

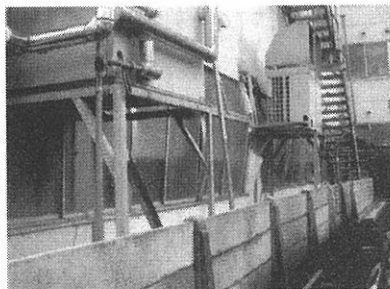


写真-2 検査棟壁のせん断亀裂(J)

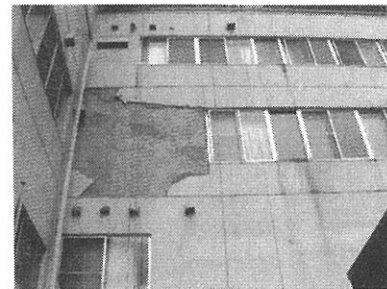


写真-3 外壁の剥離(J)

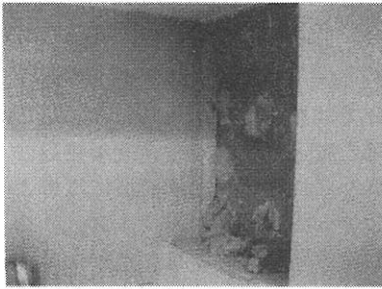


写真-4 内壁の剥離(J)

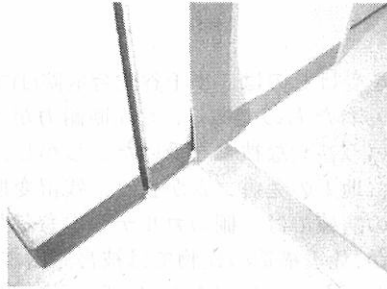


写真-5 壁の亀裂(C)

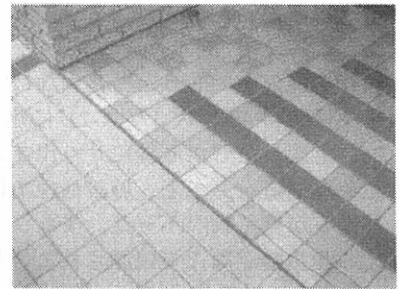


写真-6 玄関床タイルの亀裂(A)

### 3. 水道設備被害

ほぼ全ての病院で、病院外部の水道施設に被害があり、水供給が停止した。長岡市では取水堰が損傷し、市内の取水機能が停止した。また、緊急遮断弁のある配水池では配水管被害による漏水や消火用水確保のために、緊急遮断弁のある水槽のバルブを閉めたために、一部の地域では減圧供給が行われた場所も多い。一方、小千谷市では、浄水場が停電のために機能せず、自家発電装置も地下水冠水のために使用できなかったために、取水できなかった。また、市内に配水している主要な配水池までのルートを復旧するのに地震から5日程度かかっていることも小千谷市内の水復旧が遅れた原因であるといえる。また、山間部の小都市であったために、地震に対応できるだけの水道局職員が少なかった。しかし、地震発生直後から全国の水道事業者の応援部隊が被災地に入り、病院等に応急給水にあたったため、10月24日もしくは25日には応急給水車が各病院に行っている。病院への応急給水の場合、受水槽や高架水槽に給水することになるために、給水車にはポンプが付属されたものでなければ有効に働かない。新潟県中越地震では、兵庫県南部地震の教訓を踏まえ、加圧式給水車を備えているものが多く派遣されたために、大きな問題にはならなかった。応急給水車による給水量は、病院の一日平均使用量からみれば、通常時の半分程度と多い病院もあったが、多くは約1～2割程度の水量であったことがわかる。病院側も特別入浴を中止するなど、さまざまな節水対策がとられた。とくに透析患者のケアには大量の水を要するので、水供給が復旧するまでは他の病院から水をもらうという事例も見られた。また、断水時に備えて、近隣の酒造会社から水を供給してもらうように対策をとっている病院もあった。また、病院内部でも、受水槽や高架水槽の倒壊などの被害が生じている。写真-10は、高架水槽が震動により架台からずれた状況を示している。この滑りにより、高架水槽に接続されている配管が抜けた(写真-11)。設備間の相対移動対策に、写真-12のような伸縮継手を部分的には使用している箇所もあった。



写真-7 受水槽までの道路損傷(J)



写真-8 消火栓の損傷(J)

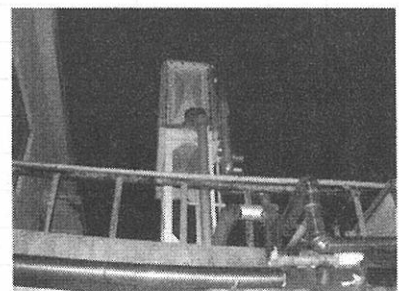


写真-9 高架水槽(C)

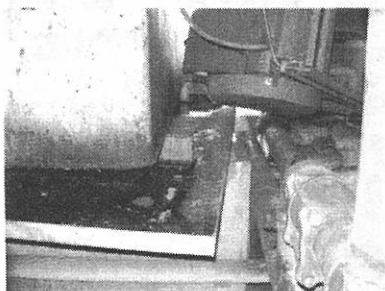


写真-10 高架水槽の架台ずれ(J)



写真-11 高架水槽の接続管(J)



写真-12 伸縮継手の利用(J)

表-5 病院水道施設の被害と復旧

病院	一日平均 使用水量 (t)	受水槽 の容量 (t)	受水槽 の数	高架水 槽の容 量(t)	高架水 槽の数	被害	緊急対応と復旧
A	181	196	1	35	1	病院外部水道施設に被害があった。10/23は断水した。	10/23は貯水を利用した。10/24に開栓。
B	—	—	—	—	—	病院外部水道施設に被害があり、短時間断水した。	少し供給停止し、一時治療以外の水の使用を制限した。給水車により対応した。
C	470	54(上)	2	5	1	病院外部水道施設に被害があった。水圧が低下したため、貯水槽の水量が減少した。屋内配管に被害あった。	10/24の朝、水供給が復旧した。しかし、水が濁っているため、ミルクには使えないため、ミルク用には救済物資のミネラルウォーターを使用した。
		6.75(上)	1				
		150(井)	1				
		80(井)	1				
D	48	30	1	16	1	配管に被害があった。	10/30に修繕し、復旧完了した。
		13.5	1	4	1		
E	250	108	1	17.5	1	被害はなし。	
		36	1	8	1		
F	230	100	1	24	1	病院外部水道施設に被害があり断水した。受水槽、高架水槽に被害があった。	水道局より、10/25から一日平均20t分の給水があった。受水槽は11/15現在未修理・受注中である。高架水槽は10/28に修理完了したが11/4の余震で完全破壊。
				20	1		
G	112	100	1	24	1	病院外部水道施設に被害があり断水した。	10/24に県外から給水車が来たため、特浴などの制限は行ったが、とくに支障はなかった。10/24から一日平均6t分の給水。水道局からの管路配水は10/25に復旧。
H	—	—	—	—	—	病院外部水道施設に被害があり断水した。高架水槽に被害があった。	水道局より、10/25から一日平均60t分の給水があった。10/27に高架水槽が復旧した。10/29に水道局からの水供給が復旧した。
I	110	30	2	なし	なし	病院外部水道施設に被害があり断水した。受水槽に被害があった。柵の倒壊により給水管が破断した。	水道局より、10/25から一日平均10t分の給水があった。病院内部は一部修繕した。10/28に水道局からの管路配水が復旧した。
J	—	10	1	—	—	病院外部水道施設に被害があり断水した。高架水槽、配管、スプリンクラーに被害があった。	水道局より、10/24から一日平均20t分の給水があった。一回の人工透析で20t使うので、日によって必要水量の変動が激しい。100tくらい欲しかった。水道局からの管路配水は11/1に復旧。病院内部は11/8に復旧。
		20(上)	1				
		12(雑)	1				

注) (上)は上水、(井)は井戸水、(雑)は雑用水

また、病院にとって迅速な管路復旧が望まれるが、復旧直後の水は濁っていてミルクには衛生面から使用できず、救援物資のミネラルウォーターのボトル水を利用した病院もあった。

#### 4. 電力関連設備

長岡市の病院ではほとんど停電には至らなかったが、市内西側の病院 F、H では停電になった。しかし、地震発生から 2、3 日後には通電している。また、小千谷市では、2 病院とも停電になり、復旧までに 5 日以上を要した。いずれの病院でも非常時用に自家発電設備を備えているが、数時間までしか電源を確保できない。しかし、今回のように数日間も停電した状況では、医療設備や機器の多くは電気に関連しているものが多く、大きな影響を受けたと考えられる。また、病院の中には水冷式の自家発電機を備えている病院があり、市水が断水することにより自家発電機も作動しない状況に陥っていた。例えば、小千谷総合病院(J)では、冷却水タンク内(写真-14)の水不足のために地下の貯水槽から人力でバケツに入れた水を自家発電機まで運ぶなどの多大な労力を要した。また、東北電力では災害時のために電源車を備えているが、これらは通常、支店管内の技術センターに配備されている。今回の被災地では、長岡市内のみにあり、電源車を派遣しなければ小千谷市にはなかった。そのため、東北電力は、地震後、東北電力内の電源車が被災地に派遣し、10月24日の朝には51台の電源車を集結するように対応した。病院にも通電までは電源車による給電が行われた(写真-15)。

表-6 病院電力関連設備の被害と復旧

病院	自家発電設備	停電時の非常電源利用時間	地震被害	対応
A	ガス・空冷式	6H		
B	ガス・水冷式、空冷式	8H		
C	ディーゼル・水冷式	6~8H	地震発生後、数秒間の停電が2回発生したが、その他の余震では供給支障はなかった。非常用予備発電装置は短時間のため自動起動はしなかった。	
D	ディーゼル・水冷式	8H	被害はなかった。	
E	ディーゼル・水冷式、空冷式	17H		
F	ディーゼル・水冷式	12H	通常時電気施設、非常電源、エレベーター、暖房、空調に被害があった。	10/24 病院外部の電力供給が復旧した。10/28 病院内部施設の一部を修繕した。
G	ディーゼル・空冷式	2H	空調に被害があった。	
H	—	—	通常時電気施設に被害があった。	10/25 病院外部の電力供給が復旧した。
I	ディーゼル・空冷式	—	通常時電気施設、暖房、空調、トランスに被害があった。	10/28 病院外部の電力供給が復旧した。
J	ディーゼル・水冷式	—	通常時電気施設、エレベーター、暖房、空調に被害があった。	11/1 病院外部の電力供給が復旧。11/5 病院内部の施設が復旧した。

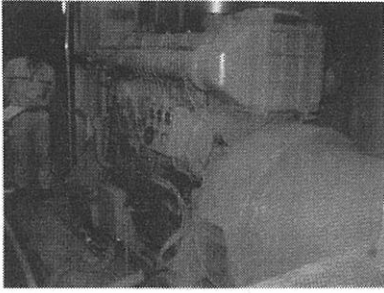


写真-13 自家発電機(J)

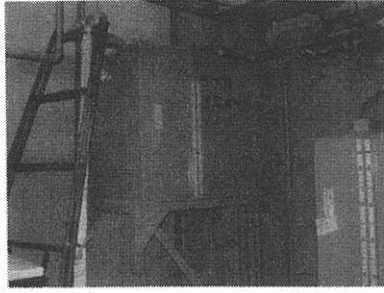


写真-14 自家発電機(J)



写真-15 電源車

## 5. ガス関連設備

長岡市では、北陸ガスのブロック停止は東山地域のブロックのみの停止であった。しかし、長岡市内のいくつかの病院では都市ガスが停止しており、病院施設内もしくは周辺で被害があったものと考えられる。小千谷市では、調査を行った時点でもまだ復旧されていない病院もあった。ほとんど病院では、医療設備を電気に頼っており、ガスは主に給食に用いられている。そのため、暖かい食事が用意できずに非常時用の食事になるなどの給食の点では困ったが、他の医療活動に大きな支障は無かったと思われる。

表-7 病院ガス関連設備の被害と復旧

病院	地震被害	対応
A	都市ガス供給停止	10/25 に一旦復旧した。余震のため再度停止したが、10/25 の夜には復旧した。
B	被害なし	
C	都市ガス供給停止	10/26 の昼にプロパンガスで供給再開した。10/28 本館棟及び新館棟のガス供給が再開した。10/30 健診センターのガス供給が再開。
D	被害なし	
E	都市ガス供給停止	すぐに業者に依頼した。10/25 に復旧した。
F	給湯設備に被害あり	水供給が開始された後に、給湯設備を修繕した。
G	被害なし	
H	都市ガス供給停止	10/24 に復旧した。
I	都市ガス供給停止	11/8 現在、未復旧である。
J	都市ガス供給停止	11/4 に復旧した。

## 6. 通信関連設備

通信システム自体が被害を受けた病院はほとんど無かったが、地震直後は輻輳のため、なかなかスタッフに連絡が取れないという状態になった。病院 A では、通話通信は繋がりにくかったが、メール等は比較的連絡を取りやすかったために、病院間の連絡に用いられた。データ通信は、今後の通信手段に有効であるといえる。また、消防との連絡に防災無線がよく用いられていることがわかった。



表-7 病院通信関連設備の被害と復旧

病院	被害と対応	停電対策	病院間の連絡	消防との連絡
A	輻輳により連絡が取れなかった。 電子メールは有効に働いた。	無	デジタル回線	防災無線
B		自家発電	—	防災無線
C	輻輳のため連絡は取れなかった。	UPS	電話、無線	防災無線
D		無	防災無線	防災無線
E		交換機バッテリー	防災無線	防災無線
F		UPS	デジタル回線	直通電話
G	輻輳のため職員に連絡が取れず、 招集が遅れた。	UPS・自家発電	電話、FAX、専用線	火災通報システム、 防災無線
H		—	—	—
I		防災無線	防災無線	優先電話
J	11/1に復旧した。	—	—	—

### 7. 医療関連機器、医療スタッフ、患者輸送

多くの病院では、室内散乱により一時混乱状態になった。病院建物の甚大な亀裂に至らないとしても、天井や壁のボード類が剥落したり、窓ガラスが割れたりした。

長岡市の病院では、被災して避難生活を強いられている医療スタッフも多くいたために、地震直後に全スタッフが登院できなかった。そのため、病院全体では人員不足であったが、大規模病院を除いては、被災地外からの応援医療要員は来なかった。また、新潟県は全体として医者の充足率が低く、普段から東京など首都圏から医者が来ている病院もあった。しかし、新幹線が不通となったために来ることができず、さらに医者不足になった。また、地震から3週間後の調査であったが、多くの病院では患者だけでなく、医療スタッフも長引く避難生活と余震のために疲労が溜まっており、精神的なケアも必要であると感じている病院もあった。

立川総合病院(病院 E)では、地震発生後多くの外来患者を受入れた。この病院では、今後、受入体制を改善し、日常時から訓練をしていく必要性を感じていた。一方、長岡赤十字病院(病院 B)では、災害拠点病院の基幹病院であることもあり受入体制は整っていた。しかし、被害が甚大であった長岡市の東山地域からは少し離れており、交通事情が悪かったためか、すぐには患者が来なかったという事例もあった。

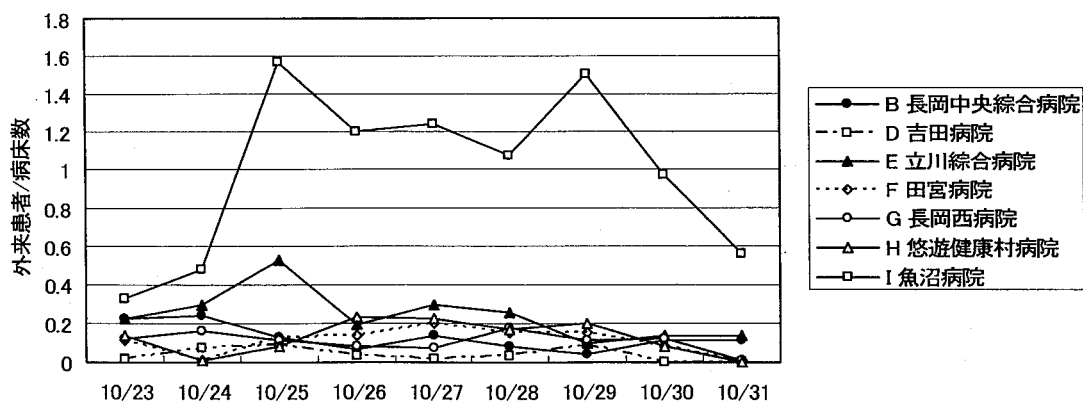


図-2 外来患者数の推移

表-8 病院の医療機器、スタッフ、緊急対応

病院	
B	震度 5 以上の地震時には自主登院が定められている。職員約 1,000 人中、本震発生後 1 時間で 100 人、2 時間で 300 人程度が登院した。医療スタッフが不足していたということはない。
	マスコミ等への広報対応が必要だった。 本震発生一週間前に行った訓練が活かされた。新潟県災害拠点病院の基幹病院であり、よく訓練も行っている。
C	職員は自主的に登院して、対応にあたった。医師 20~30 人、看護師 50 人程度。新潟大病院から整形外科医師 2 人が 10/24~26 に応援に来た。
D	医療スタッフの人員は十分であり、救援のスタッフは必要なかった。
E	東京にいる非常勤医師が新幹線不通のため来られなかった。一日平均 3 人の医師が来られなかった。10/23~27 新潟大から整形外科の医師が応援に来た。人工透析の医師が約 7 人応援に来た。ボランティア (OG) の看護婦さんが手伝いに来た。従業員数は約 650 人。通常時、平均昼間 400 人が勤務している。10/23 には 60 人欠席、10/25 に 60 人、10/26 に 40 人、11/5 現在で 3 人欠席。
	被害を受けて困ったものはガス設備。地震後に地震対策で一番気になるのは電気。
	基本的に電気で病院施設は稼働しており、停電しなかったため病院運営には支障はなかった。
	お米だけはガスを使って炊いていた。一回の食事で 400~500 食くらい作らなければいけないので、付属の専門学校からお釜を借りてきて何回かに分けて炊いた。
	不妊センターで検査機器 (顕微鏡など) が壊れて業務が停止した。緊急患者対応の業務でないため、さほど問題にはならなかった。
	10/23~25 は緊急体制であったが、10/26、27、28 は通常体制に戻した。しかし、10/28 に起きた余震のため、また緊急体制に入ったが、その後は通常体制。
	小児科病室は 7 階であるが、子供たちが非常に怖がったため、一時的に一階で布団を敷き寝かせた。その後元に戻したが、余震による子供たちの精神ケアが問題。
	地震後、多くの患者対応の他に、調査、マスコミの電話などの対応に困った。今後、広報対策を考えるべきである。 一度に数多くの患者が来たときにどのように受入体制を整えるか、日ごろの訓練を含めて対策が必要。
F	医療スタッフの人員は十分ではなかったが、救援の医療スタッフは来なかった。
	被害を受けて困ったものは水道設備・電気設備・通信設備・医療スタッフの数。
	応急手当程度は地震当日も行えた。生活用水が不足したので入院患者の生活維持がやっとなかった。
	余震対策は、水の備蓄、薬品・紙おむつ・生理用品・濡れティッシュ・医療材料の多めの備蓄。 他病院への搬送はなし。
G	医療スタッフの人員は十分ではなかったが、救援の医療スタッフは来なかった。
	被害を受けて困ったものは水道設備・医療スタッフの数。
	全てのレベルの医療活動が可能であった。 余震対策には、備品の固定、書庫の整理等。
H	医療スタッフの人員は十分ではなかったが、救援の医療スタッフは来なかった。
	被害を受けて困ったものは水。
	通常通りの医療活動が可能であった。 余震に対する配慮としては、特にないが、職員の心のケアが必要。
I	医療スタッフの人員は十分ではなく、10/24 から一日平均 4~5 人の救援の医療スタッフ came。
	被害を受けて困ったものはガス設備。
	10/23~24 応急手当程度の医療活動が不可能。10/23~11/3 入院設備程度が不可能。 長岡市他の病院へ患者を搬送した。
J	10/24 から一日平均 20 人の救援の医療スタッフ came。
	水道設備・電気設備・ガス設備・通信設備・医療設備の被害、医療スタッフの不足が困った。
	10/23~11/7 高度医療程度の医療活動及び入院設備不可能。電気・水・建築物の被害のため。11/8~病床の 2/3 を稼働。 余震対策には、患者の安全対策。

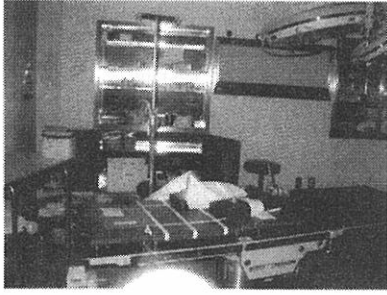


写真-16 院内の被害(J)

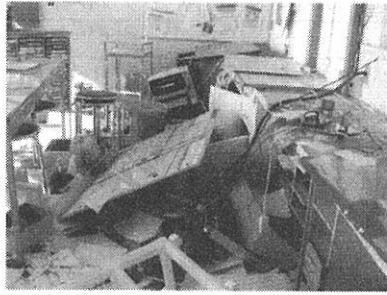


写真-17 院内の被害(J)

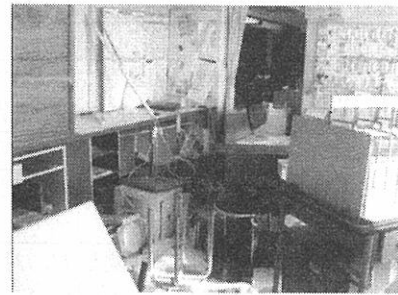


写真-18 院内の被害(J)

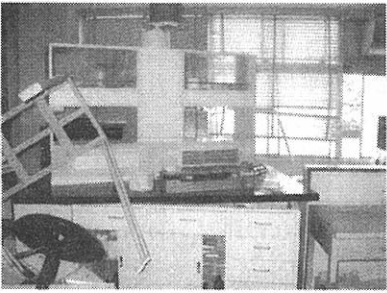


写真-19 院内の被害(J)

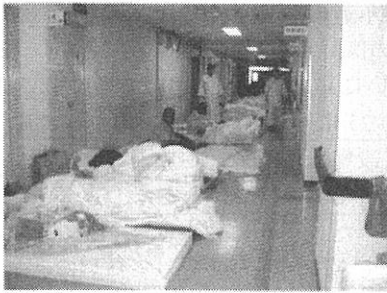


写真-20 廊下での入院患者(J)



写真-21 廊下での入院患者(J)

小千谷市の病院では、長岡市の病院とは異なり、病院内の散乱や医療体制の混乱から患者を他の医療機関に搬送させる必要が生じた。また、外部応援の医師団やボランティアを受入れた。図-2は、地震後の各病院での病床数に対する外来患者数の比を示している。長岡市の病院（病院B、D、E、F、G、H）では、外来患者数が病床数に対して1~2割程度であったにも関わらず、小千谷市の病院（I）では病床数の1~1.5倍程度の外来患者が地震後に来ていたことがわかる。このうち、最初の2日間は約4割程度と少なかった。これは、本地震では道路が崩壊した箇所が多く、小千谷市中心部にある病院に地震直後には簡単には行けなかったことが考えられる。また、小千谷市全体で電気や水道が停止して、町全体が機能していなかったことも考えられる。

## 8. 病院ライフラインの相互依存

病院ライフラインの復旧状況を地震からの時系列に合わせて整理した。例として、長岡中央総合病院(C)と魚沼病院(I)、小千谷総合病院(J)の復旧状況を図-3、4、5に示す。水道、電気、ガスの復旧状況については、各ライフライン事業者の被害復旧報告を一部参考としている。長岡市では、水道やガスの復旧には2、3日要したが、長くとも地震から1週間以内に復旧している。これらの供給系ライフラインの代替物資（ペットボトル、給水タンク、プロパンガス）やその他の救援物資は、長岡市の病院には地震直後から配布されていたために、ライフラインの供給停止が他のライフラインに影響を及ぼすような事例が顕著にあらわれなかった。

一方、小千谷市の病院では、いずれの院外のライフライン施設も復旧に1週間以上かかっている。小千谷市水道局では、浄水場の停電および自家発電装置の地下水冠水のために、浄水場は地震直後に機能を失った。病院へ配水している船岡配水池へは25日に送水が再開され、西小千谷地区へは27日に配水が再開された。小千谷総合病院のアンケートによると11月1日に病院への給水が再開している。また、魚沼病院では、10月28日に病院への給水が再開している。つまり、病院外部の電力、水道復旧の遅れが、院内のライフライン復旧を遅らせた。高レベルの余震が続発したこと、道路寸断により復旧応援車・応援要員が被災地に入れなかったことは、地震防災対策上で改めて注意する点である。さらに、管路被害による配水機能損傷以前に、浄水場被害により送水再開が長引いたことも同様である。病院内の非常電源に水冷式の自家発電機を備えている病院が多いので、停電後に断水のために自家発電機にも支障が出ている。このような状況下、アンケートによると、魚沼病院では地震発生から数日間は応急手当程度の医療活動も困難な状態であったと答えている。また、小千谷市の両病院では、水道・電力のライフラインが復旧するまでは、入院設備にも支障があったこともわかる。院内のライフライン施設にも被害が見られたが、院内よりも院外のライフライン施設の方が、復旧に時間を要しており、病院内の医療活動に大きな影響を与えた。

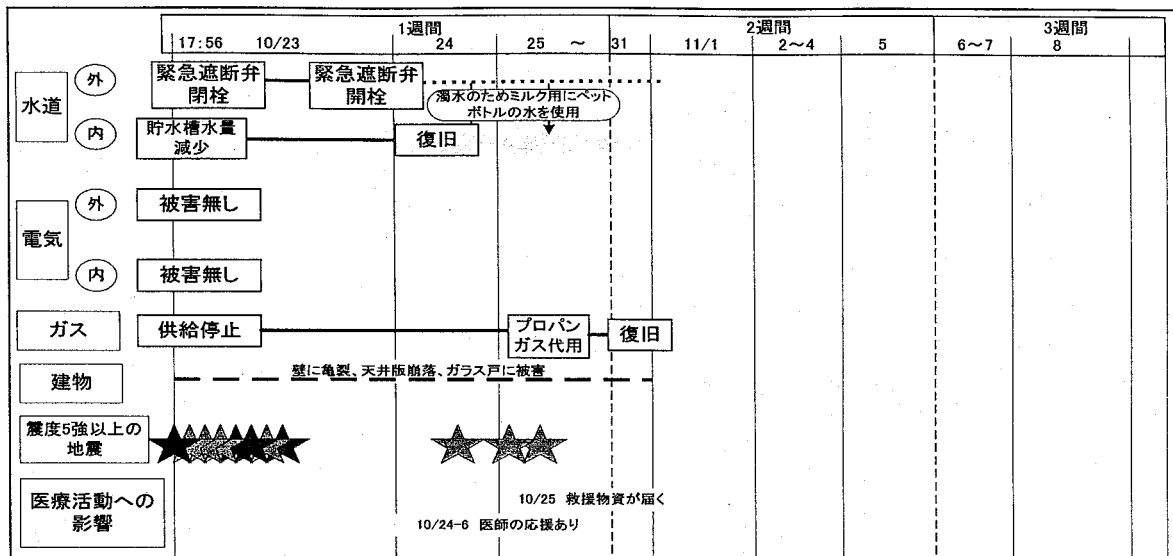


図-3 長岡中央総合病院のライフライン連関

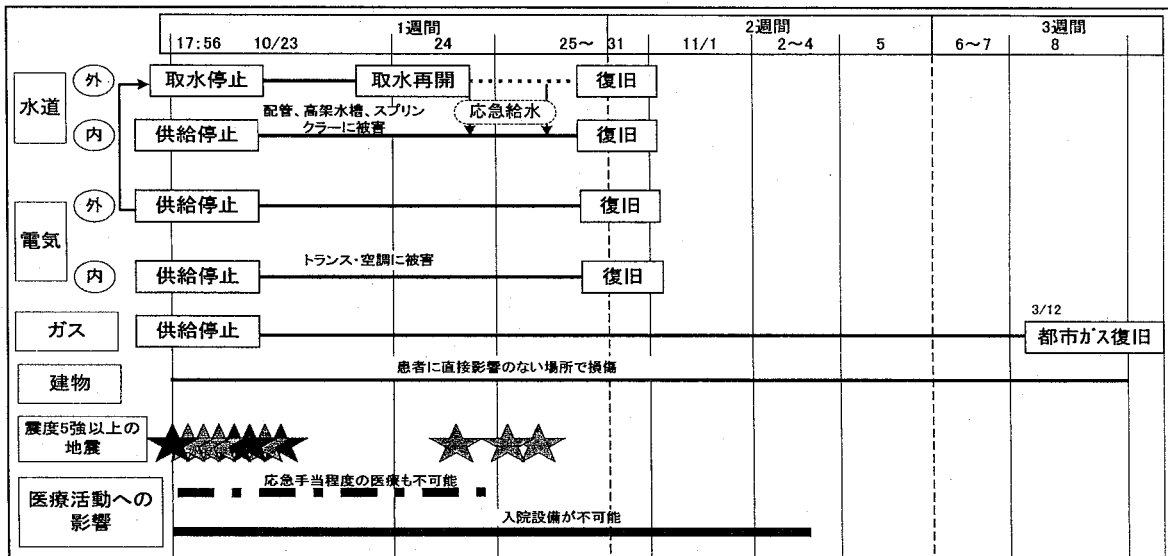


図-4 魚沼病院のライフライン連関

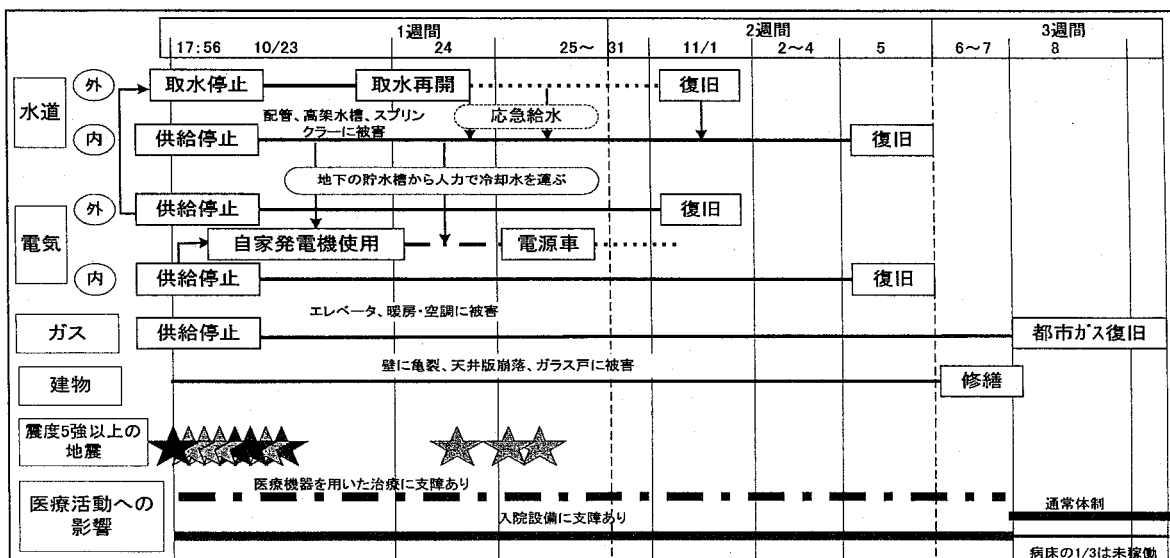


図-5 小千谷総合病院のライフライン連関図

## 9. ライフラインのバックアップシステム

本地震では、都市域の地震災害とは異なり、被災地域が山間地であったために道路が物理的に寸断しすぐに救援できず、町全体が孤立した状態になった。都市におけるライフラインシステムの信頼性を向上させるためには、リンクを増やし冗長性を高めることやバックアップシステムを持つことが有効である。しかし、山間地では道路や管路を多く建設して冗長性を持たせることは、経済的に良くない。病院のライフライン供給が機能停止した場合に、効果的であると考えられるシステムについて下記にまとめる。

### 9.1 井戸水

井戸は水供給のバックアップとなり、上水の代替機能をなす。しかし、表-9に示すように本調査の対象病院では、貯蓄水の容量は一日の使用水量とほぼ同じ程度になる施設が備わっている。つまり、地震後に通常時と同量の水を使用するとすれば、病院は半日から2日しか持続できない。また、調査した病院の中で5病院は井戸水を利用している(アンケートで回答が得られている病院のみを集計)。井戸の利用目的には、緊急時の利用、コスト削減のため、その他、融雪用水のために利用されており、日本でも有数の豪雪地であるため、この地域特有の利用用途といえる。しかし、井戸水の用途が直接医療活動に関わるものではなく、病院内の衛生や設備の冷却水、融雪水などである。停電時には水冷式の発電機には使用できる。しかし、断水時に井戸水を使用することはできるが、患者への医療行為には用いられていない。地震時、家屋閉じ込めなどによって生じるクラッシュ・シンドロームには、人工透析による治療が必要である。この人工透析には大量の浄水が必要となる。本調査の病院では取水した井戸水をろ過膜に通して浄水化する「膜濾過浄水システム」を導入している病院がなかったが、全国的には100箇所以上の病院で用いられている。長期的にも、大容量の水を購入するよりも経済的であるとの意見もある<sup>4)</sup>。今後は、このようなシステムも地震時には期待できる。

表-9 病院通信関連設備の被害と復旧

病院	水道施設以外の水	井戸水利用目的	井戸水使用用途	断水時の貯水量(t)/一日使用水量(t)	地震対策
A	井戸水	融雪	融雪	231/181	—
B	なし	—	—	620/438	とくになし
C	井戸水	コストダウン	トイレの洗浄水、空調の冷却水、消雪	90/470	とくになし
D	なし	—	—	43.5/48	—
E	井戸水	災害時等の非常用、コストダウン	トイレ洗浄水、空調の冷却水、散水、消火用、空調冷温水	—/250	—
F	井戸水	消雪用	消雪用	144/230	給水車による、酒造会社と提携して水を供給してもらっていたが、今回は酒造会社でも被害があり機能しなかった
G	なし	—	—	136/112	—
H	—	—	—	—	—
I	井戸水	コストダウン・消雪・空調用水冷却・スプリンクラー用水	トイレ洗浄水・空調の冷却水	60/110	井戸は2基あるが、対策なし(1基は消雪用)
J	なし	—	—	—	—

## 9.2 電源車

4. で上述したように、停電した病院には東北電力から電源車による電力供給が行われた。小千谷市へは、10月24日の朝には54台の電源車が到達した。また、東北電力は、地震発生を受け「非常災害時の応援復旧要綱」に基づき速やかに連絡体制を構築し、他電力からの電源車の応援を依頼した。表-10、11は最大時の電源車数を示している。関西以西の電力会社から電源車の応援はなかった。本地震の被災圏は電圧の周波数が60Hzであるため、関西圏の電源車が応援に行く場合には50/60Hzの周波数を調整できる電源車が必要となる。兵庫県南部地震以降、このような両周波数に対応できる電源車が導入されている。

表-10 電源車の数（東北電力）

	要員(人) (最大時)	車両(台)	
		電源車	その他
送電	196	—	65
変電	150	0	35
配電	2,100	70	1,050

表-11 電源車の数（東北電力以外の応援）

	要員(人) (最大時)	車両(台)	
		電源車	その他
東京電力	115	29	24
中部電力	15	2	6
北陸電力	24	3	9
合計	154	34	39

また、東北電力では新型の電源車「高圧応急用電源車」を2台導入していた。この新型車は、4t積のディーゼル車で400KVAの発電容量を持った発電機を積載している。また、配電線の電圧の周波数など、作業に必要なデータを無線で受信する方式を採用し、内部回路を簡素化したもので、直接配電線とつないでデータを取得する有線式の従来車両より、約400kg軽くなっている。また、東北電力ではこれにともなって、高圧線側の要所に電圧、周波数などのデータを無線で送信する「同期制御装置」を取り付けており、従来の車両のように電柱付近でしか作業できないといった場所の制約をなくし、1回の送電作業にかかる時間を2~3時間短縮できるようにしている。つまり、道路交通状況が悪くても、目的とする場所に電源車を駐車できる。

こうした新型の電源車によって駐車場所と問わず電力供給できるが、このような営業所などにしか配備されておらず、山間地の被災地に行くまでに1日程度かかる。

## 9.3 発電機

本調査では、自家発電機には空冷式のもの、または水冷式のものを使用されていた。しかし、水冷式発電機の冷却水には、上水または雑水（ほとんどの病院で上水）が用いられているが、本地震の断水により発電機に供給される水もなくなった。病院などの災害対応拠点では、断水と停電の二重のリスクをもつより、空冷式の自家発電機を導入し、リスクを軽くすることが望まれる。

また、コンピュータや医療機器などには、突然の停電によりデータの破損やハードディスクの破損を防ぐために、無停電電源装置（UPS, uninterruptible power supply）を導入して安全にシステムをシャットダウンさせる必要がある。

## 10. まとめ

本研究では、新潟県中越地震における被災地の病院ライフライン施設の被害調査を行い、被害状況および緊急対応、復旧過程について分析した。本研究結果は、以下に示すようにまとめられる。

- 旧耐震基準で設計された建物はせん断破壊したが、同じ施設内で近年建設された免震構造をもつ老人施設病棟では、地下の免震ゴムが歪み、残留変形がみられたが、上部構造にはほとんど被害が見られなかった。
- 病院内のエレベーターは、震度が4以上になると自動停止するように設定されているために、余震が長く続く場合、物理的な被害はないがエレベーターの機能はほとんど失ってしまうことが分かった。
- 応急給水車による給水量は、病院の一日平均使用量からみれば、約1~2割程度の水量であった。そのため、病院側としても特別入浴を中止するなど、さまざまな節水対策がとられた。
- 透析患者のケアには大量の水を要するので、水供給が再開するまでは他の病院から水をもらうという病院があった。

- 病院の中には水冷式の自家発電機を備えている病院があり、市水が断水することにより自家発電機も作動しない状況に追われていた。空冷式自家発電機の導入が有効と考えられる。
- 長岡市の病院では、外来患者数が病床数に対して 1～2 割程度であったにも関わらず、小千谷市の病院では病床数の 1～1.5 倍程度の外来患者が地震後に来院していた。
- 病院外部の電力、水道復旧の遅れが、院内のライフライン復旧を遅らせた。水道・電力のライフラインが復旧するまでは、入院設備にも支障があった。
- 井戸水を使用している病院もあったが、浄水化システムがなく、雑水、融雪水としての利用しかされていなかった。浄水化システムを取り入れることで、医療用にも使用できると考えられる。

**謝辞：**本調査の遂行にあたり、被災地の病院から多くのご協力を得た。また、写真のキャプションに「\*」印のついているものは、小千谷市総合病院から提供していただいたものである。ここに記して感謝の意を示す。

**参考文献：**

- 1) 新潟県災害対策本部：平成 16 年新潟県中越大震災における被害状況について(第 152 報) (平成 17 年 4 月 12 日) ([http://bosai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai0412\\_0900.pdf](http://bosai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai0412_0900.pdf))
- 2) 新潟県医薬国保課：平成 16 年新潟県中越地震における病院の状況 (平成 16 年 10 月 27 日)
- 3) 新潟県医薬国保課：平成 16 年新潟県中越地震 人工透析実施機関被害状況 (第 8 報) (平成 16 年 10 月 30 日) ([http://bosai.pref.niigata.jp/content/jishin/touseki\\_1030\\_1800.pdf](http://bosai.pref.niigata.jp/content/jishin/touseki_1030_1800.pdf))
- 4) 杉本順子：増える病院の地下水利用～ライフライン確保とコストメリットに貢献～、新医療、2004 年 10 月

**著者：**1) 神戸大学工学部、教授、2) 神戸大学工学部、助手、3) 神戸大学工学部、学生

# DAMAGE ANALYSIS ON HOSPITAL LIFELINES DURING THE NIIGATA CHUETSU EARTHQUAKE

Shiro Takada  
Yasuko Kuwata  
Maki Nakao

## Abstract

Present paper summarizes on an investigation of hospital facilities and lifeline functions during the Niigata Chuetsu Earthquake. After the earthquake, we had interviews and questionnaire surveys to 10 hospitals in Ojiya and Nagaoka Cities. Besides building failures, interruption of lifeline service had a great influence on medical service. This paper reports on emergency response of hospitals under interruption of lifeline service, and addresses buck-up system of lifeline at hospital.



