

東日本大震災における診療活動の問題点と 新たな災害対策の提言

宮城県内各医療機関へのアンケート調査報告

東北大学病院 高度救命救急センター

はじめに

未曾有の災害をもたらした東日本大震災から 6 年近くが経ちました。地震発生後、多くの宮城県の医療機関・スタッフが一人でも多くの患者を救うために懸命な医療活動をされました。私ども東北大学病院におきましても全職員が一丸となり、一医療機関として災害医療を支えました。多くの患者が発生した沿岸部の医療機関、被災して診療継続が困難となった医療機関などから可能な限り患者を引き受けた当院の活動は、診療科の垣根を越えて病院を挙げた活動のひとつであり、多少なりとも最前線で活動されたみなさまのお役に立てたのではないかと考えております。しかし、これまで大きな地震を経験し、それらを反映させて建てられた大学病院ですら、地震発生直後は数々の想定外の事態に見舞われて、病院機能が低下した状態で診療しなければなりませんでした。エレベーターの停止、CT スキャンが非常用電源と繋がっておらず発災直後は使用できなかったなど、明らかになった問題点は数多く挙げられます。阪神淡路大震災以降の建築物耐震化により、建物倒壊による被害を小さくすることはできましたが、ライフライン途絶などによる病院機能低下は、災害時に活動しなければならない医療機関として課題が残ったといえます。

そこで、東日本大震災時の活動で明らかになった問題点を洗い出して、災害急性期の病院機能を維持するために必要な要素を検討したところ、次の点が挙げられました。すなわち、①被災急性期(冬期災害)における患者像の把握、②重要設備(ライフライン・エレベーター・通信)の被災、および③それらに対する事前対策（災害備蓄など）です。これらの重要要素について、宮城県内の各医療機関にご協力いただいてアンケート形式の調査を実施しました。お忙しい中ご協力いただきました各医療機関関係者のみなさまに厚く御礼申し上げますとともに、調査結果をご報告申し上げます。

低体温症患者宮城県調査

[目的] 東日本大震災後に発生した低体温症患者の特徴について明らかにすること、および震災後のインフラ喪失下における低体温症患者の転帰について評価することを目的に調査を行った。[方法] 対象患者は震災発生後 72 時間以内に来院し、入院加療した体温 36℃未満の患者とした。宮城県内二次三次救急医療機関 72 施設にアンケートを送付

し、対象患者の来院時体温・加温方法・転帰等について回答を求めた。[結果]64 施設から回答を得た。対象患者は 16 施設で認め、合計 134 名であった。記録不備等により 43 名を除外

し、13 施設 91 名の患者について解析した。73%の患者は津波が原因であった。また、91

名中 66 名は震災発生後 24 時間以内に受診していた。このうち 83.3%は後遺症なく退院した。13 施設うち、72 時間以内に暖房施設が回復したのは 43%であった。[結論] 東日本大震災後 72 時間以内に発生した低体温症患者は主に津波に巻き込まれたことが原因であった。震災直後の医療機関は暖房機能が不十分であったが、医療機関において加療した多くの患者は後遺症なく回復し、良好な転帰であった。

(Disaster Med Public Health Prep. 2014;1:11)

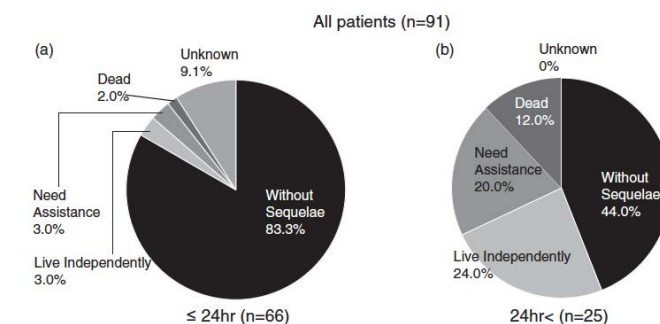


図 1 地震発生後 24 時間以内と 24 時間以降に入院した低体温症患者の転帰の比較. 24 時間以内入院した患者は良好な転帰が多かった.

災害拠点病院の事業継続の見地からみたエレベーターの現状と課題

エレベーターは患者搬送や給食、医療資器材を円滑に行うためには欠かせない重要な設備である。しかし、地震が発生すると安全確認まで運用停止を余儀なくされるため、災害時の病院機能に影響をもたらす。宮城県内の災害拠点病院 (14 施設) を対象にエレベーターの現状と課題についてアンケートとヒアリング調査を行った。[結果]13 施設から回答が得られた。13 施設で保有するエレベーターは 126 機であった。耐震基準別で見ると、阪神淡路大震災後に策定された新耐震指针对応(1998 年施行)、宮城県沖地震後に策定された新耐震指针对応(1981 年施行)、それ以前の耐震基準対応のエレベーターは、それぞれ 74 機、42

機、10 機であった。発災後は全機停止したが、当日復旧したのは 2 施設、12 機であった。閉じ込め症例はなく、耐震指針別による復帰状況には明らかな差を認めなかった(図 2)。東北大学病院においては発災翌日から順次復旧したが、それまでの患者搬送・医療資器材搬送は階段を使っておこなわれた。**[結論]**エレベーター復旧は安全上の観点から迅速化することは難しく、一定の時間を要する。災害拠点病院には、発災直後はエレベーターが使用不可能になるとの前提で患者搬送や物流計画を立てることが求められる。(日本集団災害医学会誌. 2013;18(1):9-17)

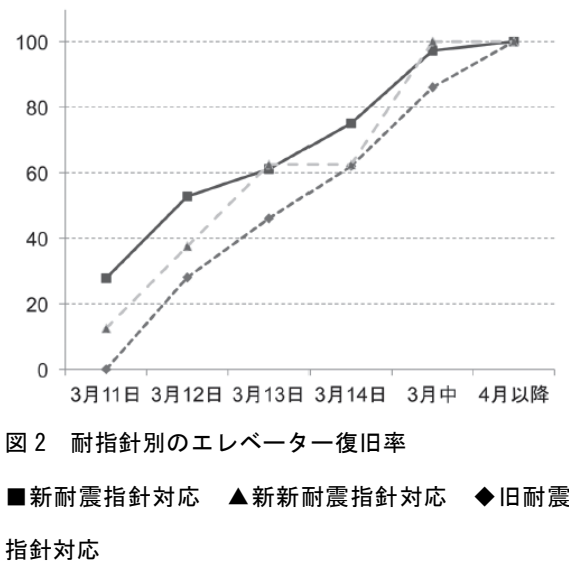


図 2 耐指針別のエレベーター復旧率

■新耐震指针对应 ▲新耐震指针对应 ◆旧耐震指针对应

東日本大震災時の通信手段についての調査

災害発生後の通信手段の確保は情報共有のために重要である。東日本大震災後の宮城県内 72 医療機関が使用した通信手段について

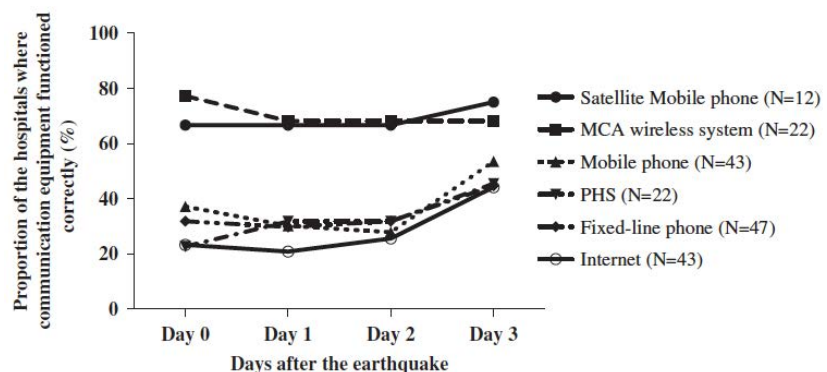


図 3 通信手段別の機能した割合。衛星電話と MCA 無線は他の通信手段(携帯電話/PHS/固定電話/インターネット)と比較して通信できた割合が高かった。

で調査を行った **[結果]**災害時用の衛星電話と MCA 無線を

有する医療機関では、これらの機器が通信可能である割合が高かった(図 3)。一方、携帯電話/PHS/固定電話/インターネットは通信できた割合が低かった。これらに地域差はなく、停電と基地局の損壊が主な原因であった。今回の震災では、衛星電話と MCA 無線が有用であった。

(Prehospital and disaster medicine. 2014:1-5)

東日本大震災時、災害拠点病院における燃料ガス運用状況と課題

主要なライフラインの一つである燃料ガス（以下、ガス）について、東日本大震災時宮城県の災害拠点病院における供給と運用に関連する状況と今後の課題を明らかにすることを目的として調査を行った。[方法]各災害拠点病院のクロノロジー記録からガスに関する項目を抽出し、同時に書面調査を行った。また、都市ガス事業者(仙台市ガス局)に対するヒアリングを実施した。[結果]宮城県内災害拠点病院 14 施設中、12 施設がガス供給を受けていた(都市ガス; 9 施設、プロパンガス; 3 施設)。震災発生後、都市ガス供給を受けていた 9 施設中 8 施設で供給停止となった。主

な原因は、ガス局の供給体制や管轄地域内の導管損傷であり、各施設内配管の大きな損壊を受けた施設はなかった。ガス供給再開までに要した期間は、中圧ガス 8～14 日、低圧ガス 20～36 日であった(表 2)。各施設におけるガスの主な用途は、機器滅菌、空調、厨房であった。供給停止中の代替手段は、エ

医療機関	病院所在地	ガスの種類	供給圧力	ガス使用用途	ガス供給停止	ガス設備の損壊	復旧日	滅菌に対する対応	空調に対する対応	厨房に対する対応
A	仙台市内	都市ガス	中圧	医療用・空調用	あり	なし	8 日目 (3/18)	電気切り替え式滅菌。外部への委託。用手洗浄	電気ストーブ・毛布	非常食、電気調理器具の使用
			低圧	厨房機器・空調機器・医療機器			27 日目 (4/6)			
B	仙台市内	都市ガス	中圧	医療用・空調用	あり	なし	13 日目 (3/23)	外部委託		非常食、電気調理器具、プロパンガス設置
			低圧	厨房機器・空調機器・医療機器			33 日目 (4/12)			
C	仙台市内	都市ガス	中圧	医療用・空調用	あり	敷地内中圧管・低圧管・ガバナリーに軽微な損壊あり	14 日目 (3/24)	重油ボイラーで対応	重油ボイラーで対応	非常食、電気調理器具使用
			低圧	厨房機器・空調機器・医療機器			36 日目 (4/15)			
D	仙台市内	都市ガス	中圧	医療用・空調用	あり	不明	14 日目 (3/24)	電気式滅菌器で対応	重油へ切り替えて対応	
			低圧	厨房機器・医療機器			24 日目 (4/3)			
E	仙台市内	都市ガス	低圧	厨房機器・医療機器	あり	なし	23 日目 (4/2)			
F	仙台市内	都市ガス	中圧	医療用・空調用	あり	なし	供給継続			
			低圧	厨房機器・空調機器・医療(研究)			20 日目 (3/30)			
G	沿岸部	都市ガス	中圧	厨房機器・空調機器	あり	なし	31 日目 (4/10)	フラッシュ滅菌、プラズマ滅菌で対応	空冷チラーによる暖房供給。夜間は病棟、日中は限定部署	非常食、電気調理器具使用
H	沿岸部	都市ガス	低圧	厨房機器	あり	なし	31 日目 (4/10)			プロパンガス交換機設置
I	仙台市外内陸部	都市ガス	中圧	厨房機器・空調・医療機器	なし	なし	2 日目 (3/12)			
J	仙台市外内陸部	プロパンガス		厨房機器	なし	なし				
K	仙台市外内陸部	プロパンガス		厨房機器・空調機器	なし	なし				
L	仙台市外内陸部	プロパンガス		厨房機器	なし	なし				

表 2 東日本大震災時の宮城県内災害拠点病院におけるガス設備の被災状況と対応方法。

ネルギーソースの切り替え(電気・重油・プロパンガス)、外部への業務委託が主であった。[結論]都市ガス供給を受けている災害拠点病院では自施設内のガス設備損傷がなかったにもかかわらず供給停止となり、長期間にわたって代替手段を取っていたことが明らかとなった。ガス供給(特に都市ガス)は、震災発生後に長期間にわたり停止するとの前提のうえで、病院事業継続計画を立てる必要があることが示唆された。

(Japanese Journal of Disaster Medicine. 2015;20(1):23-29)

災害拠点病院における水道設備被害と水確保状況について

病院機能継続の観点から水道設備の問題点を明らかにするために宮城県内災害拠点病院を対象に、東日本大震災後の水道設備の使用状況についてアンケート調査を行った。14 施設中 9 施設が断水した。復旧までの期間は中央値 3 日(1-20 日)であった。断水中に井戸水を使用できた病院では、震災前とほぼ同量の水が使用可能であった。水道設備が損壊した病院では透析、機器滅菌、患者食などの病院業務が著しく滞ったが、井戸水が使用できて設備の損壊がない病院は

病院	断水	水道設備の損壊	診療への影響	透析	給食	滅菌	衛生	外来診療
A	有	有	有	a	b	a	b	a
B	有	有	有	b	b	b	b	b
C	有	有	有	-	b	a	b	a
D	有	有	有	-	c	c	b	c
F	有	有	有	b	b	a	b	b
J	無	有	有	-	a	a	c	a
E	有	無	有	b	a	a	a	a
K	無	有	無	a	a	a	a	a
G	有	無	無	-	a	a	a	a
H	有	無	無	a	a	a	a	a
I	有	無	無	a	a	a	a	a
L	無	無	無	a	a	a	a	a
M	無	無	無	a	a	a	a	a
N	無	無	無	a	a	a	a	a

図4 凡例: a: 影響なし; b: 一部影響; c: 不可

ほとんど影響を受けなかった(図4)。全ての病院において、平時における水必要量は算出されておらず、災害時の水配分計画も立てられていなかった。今回の調査から、水道設備の耐震化を行い、井戸水や災害時の水の優先供給契約といった代替水源を確保することにより、災害時の病院機能低下を最小限にできる可能性が示唆された。また、配分計画策定を事前に行っておくことが望ましいと考えられた。

(Prehospital and disaster medicine. 2015;30(2):193-198)

災害拠点病院の備蓄についての調査

阪神淡路大震災後、厚生労働省により災害発生に備えて自家発電装置や水分/食料/医薬品などを備蓄するように示されたが、具体的事項は示されていない。東日本大震災時、宮城県内災害拠点病院におけるこれらの不足状況を調査した。【結果】

震災前の備蓄が 1 日未満の医療機関数は、電力 7 施設(50%)、水 8 施設(57.1%)、医薬品 6 施設(42.9%)、食料 6 施設(42.9%)であった。震災発生後、

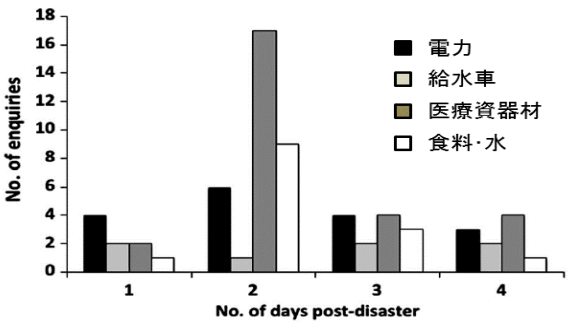


図5 医療活動継続に必要な4物資について、災害拠点病院から宮城県庁への要請・照会件数.

震災発生後、

電力と水供給復旧が発災 2 日後以降は 8 施設(61.5%)であった。震災後 4 日までに、全 14 施設が宮城県庁に対して電力/水/医薬品/食料のいずれかの支援を要請した(図 5)。【結論】 支援を要請したことより、それらが不足したことが推測できる。 宮城県内の多くの災害拠点病院では震災時に十分量の非常発電用燃料、医薬品、水、食料を有しておらず不足に陥ったと考えられる。大規模災害に備えた病院事業継続計画の必要性を示した。

(Disaster Med Public Health Prep. 2013;7(5):461-466)

非常時電力とレントゲン・CT スキャンに関する調査

Proportion of Radiological Diagnostic Devices in Operation and Reasons for Not Being in Operation			
	X-ray	Portable X-ray	CT ^a
Operated, n (%)	9 (64%)	14 (100%)	8 (57%)
Broken, n (%)	1 (7%)	0	1 (7%)
Not planned to operate, n (%)	4 (29%)	0	5 (36%)

表 2 レントゲン撮影と CT スキャンが使用可能であった病院の割合と、使用できなかった理由

宮城県内の災害拠点病院を対象に、東日本大震災時のレントゲン撮影機器についてアンケート調査を実施した。ポータブル X 線撮影機は全 14 病院で使用可能であった。通常の X 線撮影が行えたのは 9 施設 (64.3%)、CT スキャンが使用できた

のは 8 施設(57.1%)であった(表 2)。これらの機器が利用できなかった理由として、非常電源使用時はこれらの機器に電力を供給する計画がなかったと回答した施設が最も多かった。非常電源の供給先について事前に計画を立てていたと回答したのは 2 施設(14.3%)であり、いずれも X 線と CT スキャンが使用可能であった。災害時病院機能維持の観点からは CT スキャンは重要な診断機器であり、事前に非常用電力配分計画を策定しておくのが望ましいと考えられた。

(Disaster Med Public Health Prep. 2014;8(6):548-552)

まとめ

今回の調査で明らかになった問題点は、病院業務に必要なマンパワー・設備・ライフラインなどが使用できなくなった場合に、業務を維持するための代替プランが策定されていないことです。企業におけるこのようなプランは事業継続計画(Business Continuity Plan: BCP)と呼ばれており、企業存続のうえで欠かせないものです。今回の震災を通じて、医療機関にとっても BCP が重要であることが明らかにされました。建物の耐震化がハード面の強化ならば BCP はソフト面の強化であり、地震に限らずさまざまな危機が発生した場合に医療を提供できるようにすることが、今後の新たな課題といえます。

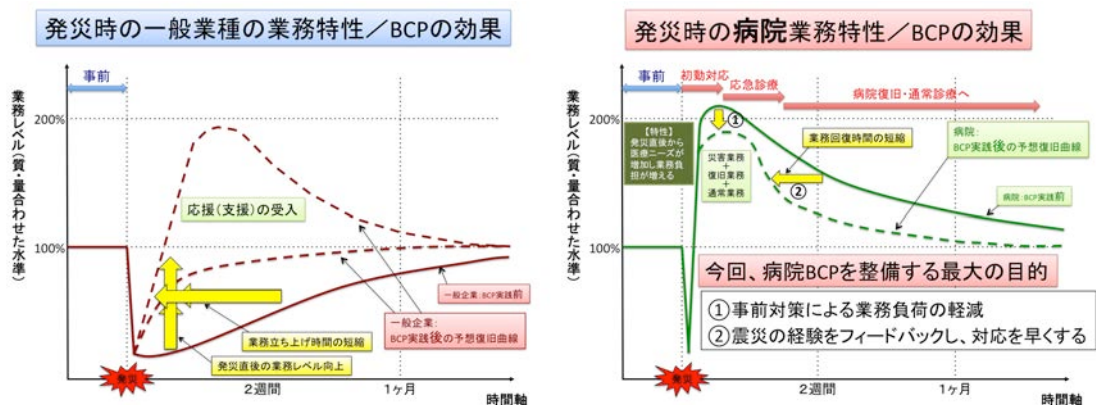


図 6 災害時における一般企業の業務特性(左)と病院の業務特性(右)のイメージ. 病院には発災直後に最大の業務負荷がかかるため、この時期をいかに乗り切ることが病院版 BCP の大きなポイントである(東北大学災害科学国際研究所 佐々木宏之先生より許可をいただき転載)。

災害時の病院業務が企業業務と大きく異なるのは、災害発生直後の医療ニーズが格段に高くなることです。今回の調査からは、この時期は病院機能が低下していることが明らかになりました。この初期の大きなミスマッチを解消することが病院版 BCP のポイントになると考えられます(図 6)。さらに震災の経過をクロノロジー等で振り返ると、発災後 72 時間程度経過した頃から外部からの支援などによって復旧が本格化し、ミスマッチが解消してくることがわかりました。このことから、病院版 BCP を作成するに当たり、発災後 72 時間のミスマッチ状態をいかに乗り切るかということが最も重要な課題であると結論付けました。

具体的にはこの 72 時間乗り切るため、各部署が以下のようなプランを立て

- ておくことが病院版 **BCP** 作成につながるのではないかと考えます。すなわち、
- ①病院機能維持に重要な業務をあらかじめ洗い出し、優先順位を付けておく
 - ②重要業務を遂行するための手段をなるべく多く持つておく(代替手段)

以上のような調査結果をもとに、東北大学病院は新たな災害対策として、病院版 **BCP** の作成に取り組んで参ります。

最後になりましたが、今回の調査にご協力いただきました宮城県内各医療機関関係者のみなさまに重ねて御礼申し上げます。みなさまの益々のご発展をお祈り申し上げます。

2016 年 12 月

東北大学病院 高度救命救急センター

部長 久志本 成樹

古川 宗 (現、みやぎ県南中核病院 救急科)

中川 敦寛(東北大学病院脳神経外科/高度救命救急センター)

工藤 大介 (救急科)

阿部 喜子 (災害対応マネジメントセンター)

松村 隆志 (現、大崎市民病院 救急科)

前澤 翔太 (現、大崎市民病院 外科)

山内 聡 (現、大崎市民病院 救急科)

東北大学災害科学国際研究所 災害医療国際協力学

教授 江川 新一

佐々木 宏之

論文リスト

2011

1. 山内聡、赤松順寛、阿部喜子、後藤えり子、佐藤大、北野夕佳、久志本成樹. DMAT 活動拠点本部としての受け入れの準備：東日本大震災前における準備態勢と震災時における活動経験から. 日本集団災害医学会誌 16 (2):231-236, 2011

2012

2. 中川敦寛、古川宗、工藤大介、阿部喜子、佐藤大、鷲尾利克、荒船龍彦、遠藤智之、山内聡、久志本成樹、**富永悌二**. 東日本大震災発災後 72 時間の東北大学病院：クロノロジー—解析から学ぶもの. 日本神経救急医学会雑誌 J Jpn Congress Neurol Emerg 24: 24-31, 2012
3. 中川敦寛、**富永悌二**. 東日本大震災発災直後の神経救急：東北大学病院クロノロジーからの考察. 分子脳血管病 11(2): 108-114, 2012
4. 北村聖、成田徳雄、小笠原敏浩、中川敦寛. 座談会 東日本大震災は医療に何をもたらしたか. VOICE. 田中博編. 災害と IT. 株式会社 ライフメディコム p 32-45, 2012
5. 古川宗、中川敦寛、工藤大介、山内聡、阿部喜子、鷲尾利克、荒船龍彦、久志本成樹、**富永悌二**. 病院における震災直後から情報通信の復旧まで：ヒトとモノの流れ. 電子情報通信学会大会講演論文集 2012: SS22-23, 2012
6. Nakagawa A, Furukawa H, Kudo D, Matsumura T, Yamanouchi S, Egawa S, Kushimoto S, **Tominaga T**. How to maintain functioning as Disaster Base Hospitals? Lessons from Great East Japan Earthquake and implications toward future preparedness. Abstract of the 8 th APRU Research Symposium, 48-49, 2012
7. 久志本成樹、山内聡、中川敦寛、古川宗. 被災地大学病院として成すべきことは何か？ 日救急医学会誌 23: 821-822, 2012
8. 山内聡、石井正、久志本成樹. 大規模災害における急性期以降の医療支援としての“エリア・ライン 制” の提言. 日臨救医誌 15: 27-31, 2012
9. 山内聡、井上潤一、山田康雄、富岡譲二、大庭正敏、森野一真、久志本成樹. 東日本大震災での DMAT 宮城県調整本部の活動. 日本集団災害医学会誌 17 (1):38-44, 2012

2013

10. **Nakagawa A**, Furukawa H, Kudo D, Abe Y, Sato D, Washio T, Arafune T, Arii M, Yamanouchi S, Kushimoto S, **Tominaga T**. Chronological analysis in Tohoku University Hospital during the first 72 hours after the Great East Japan Earthquake. **IEEE PULSE** 4(3):20-27, 2013
11. Kudo D, Furukawa H, Nakagawa A, Yamanouchi S, Koido Y, Matsumura T, Abe Y, Konishi R, Matoba M, **Tominaga T**, Kushimoto S. Resources for business continuity in disaster base hospitals in the Great East Japan Earthquake: Survey of Miyagi Prefecture disaster base hospitals and the Prefectural Disaster Medicine Headquarters. **Disast Med Pub Preparedness**7(5): 461-466, 2013

12. 中川敦寛、古川宗、阿部喜子、工藤大介、松村隆志、丹野寛大 岡本智子、久道周彦、山内聡、久志本成樹、**富永悌二**. 災害拠点病院の事業継続におけるエレベーター：東日本大震災宮城県下災害拠点病院調査から 日本集団災害医学会誌 18(1): 9-17, 2013

2014

13. Kudo D, Furukawa H, Nakagawa A, Abe Y, Washio T, Arafune T, Sato D, Yamanouchi S, Ochi S, **Tominaga T**, Kushimoto S. Reliability of Telecommunications Systems Following a Major Disaster: Survey of Secondary and Tertiary Emergency Institutions in Miyagi Prefecture During the Acute Phase of the 2011 Great East Japan Earthquake. **Prehosp Disaster Med** 29(2):204-8, 2014
14. Ochi S, Nakagawa A, Lewis J, Hodgson S, Murray V. The great East Japan earthquake disaster: distribution of hospital damage in miyagi prefecture. *Prehosp Disaster Med*. 2014 Jun;29(3):245-53. doi: 10.1017/S1049023X14000521. Epub 2014 Jun 9.
15. Furukawa H, Kudo D, Nakagawa A, Matsumura T, Abe Y, Konishi R, Yamanouchi S, Ishibashi S, Kobayashi M, Narita N, Washio T, Arafune T, **Tominaga T**, Kushimoto S. Hypothermia in Victims of the Great East Japan Earthquake: A Survey in Miyagi Prefecture. **Disaster Med Public Health Prep** 8(5): 379-89, 2014
16. Maezawa S, Kudo D, Furukawa H, Nakagawa A, Yamanouchi S, Matsumura T, Egawa S, **Tominaga T**, Kushimoto S. Radiology Diagnostic Devices Under Emergency Electricity Power at Disaster Base Hospitals during acute phase of the Great East Japan Earthquake: Results of a Survey for All of Disaster Base Hospitals in Miyagi Prefecture. **Disaster Med Public Health Prep** 2014 Dec 10: 1-5 [Epub ahead of print]
17. Yamanouchi S, Ishii T, Morino K, Furukawa H, Hozawa A, Ochi S, Kushimoto S. Streamlining of medical relief to areas affected by the Great East Japan Earthquake with the “Area-Based / Line-Linking support System” . *Prehosp Disaster Med*, 2014 2014:1-9.

2015

18. Matsumura T, Osaki S, Furukawa H, Nakagawa A, Kudo D, Abe Y, Yamanouchi S, Egawa S, **Tominaga T**, Kushimoto S. Water Supply Facility Damage and Water Resource Operation at Disaster Base Hospitals in Miyagi Prefecture in the Wake of the Great East Japan Earthquake. **Pehosp Disaster Med** Feb 9: 1-6 [Epub ahead of print]
19. 阿部喜子、中川敦寛、古川宗、工藤大介、小西竜太、越智小枝、的場匡亮、大崎静香、前澤翔太 松村隆志、岡本智子、江川新一、**富永悌二**、久志本成樹. 災害拠点病院の事業継続の見地からみた燃料ガス運用の現状と課題：東日本大震災宮城県災害拠点病院調査. *Japanese Journal of Disaster Medicine*. 2015;20(1):23-29.
20. Satoshi Yamanouchi, Hiroyuki Sasak, Miho Tsuruwa, Yuzuru Ueki, Yoshitaka Kohayagawa, Hisayoshi Kondo, Yasuhiro Otomo, Yuichi Koido, Shigeki Kushimoto. Survey of preventable disaster death at medical institutions in areas affected by the Great East Japan Earthquake: a retrospective preliminary investigation of medical institutions in Miyagi Prefecture. *Prehosp Disaster Med*, 2015 Apr;30(2):145-51.