

特集

災害医療体制での生命維持：臨床工学技士が果たす重要な役割

吉川 貴則

純真学園大学 保健医療学部 医療工学科

Life Support in a Disaster Medical System: The Critical Role of Clinical Engineers

Takanori YOSHIKAWA

Department of Medical Engineering, Faculty of Health Sciences, JUNSHIN GAKUEN University

【要旨】「日本国は、世界有数の自然災害が多い国として知られている。そのため、多様な災害に対応するため複数の課題に直面している。被災地における災害医療も課題の一つである。災害医療は、被災時だけの医療ではなく、復興後も人々の健康に影響をおよぼすため、長期にわたりケアを行なっていくものである。そのため、災害医療は発展と変遷が幾度も行われ進化しており、それに関わる医療従事者も同様である。現代の高度医療技術に依存した医療システムにおいて、今後それらをどのように維持し、進化させ活用していくかが重要となる。将来は、人工知能（AI）、モノのインターネット（IoT）、ロボティクスなどの先端技術の導入により、災害時の医療対応はより迅速かつ効果的になると予想される。テクノロジーの進化により、より迅速かつ効果的な医療提供が可能になる一方で、人間の判断力や倫理観、そして「命を救う」という医療の本質的な使命を常に念頭に置く必要があると考える。

キーワード：自然災害、災害医療、災害関連死、臨床工学技士、DMAT

日本の災害医療：自然災害大国における挑戦と展望

わが国、日本は地理的・地質的特性から、世界有数の自然災害多発国として知られている（図1）。台風、地震、火山噴火など、多様な災害リスクに常に直面しているこの国では、災害医療の重要性が特に高い。近年の事例を見ても、2024年1月の能登半島地震、2011年の東日本大震災、そして2016年の熊本地震など、大規模災害が頻発している現状が浮き彫りとなる。特に東日本大震災では、地震と津波に加え原子力発電所の事故という複合災害が発生し、災害医療の新たな課題を提示した。これらの経験は、日本のどこでも、いつでも国民が被災者となる可能性があることを如実に示している。さらに重要なのは、災害による直接的な被害だけでなく、その後の避難生活による健康状態の悪化が原因で亡くなる「災害関連死」の問題である。統計によれば、災害関連死は被災後3ヶ月以内に起こる確率が高いことが明らかになっており、この期間の医療支援の重要性を強調している¹⁻⁵⁾。

災害時の医療は、通常の医療とは大きく異なる環境下で行われる。時間や医療資源が極めて限られる中、多様な傷病者に対応しなければならない。この状況下で「救える命を救う」という最大の目標を達成するためには、通常の医療体制とは異なるアプローチが必要となる。そのため、災害時の医療連携の強化は喫緊の課題である。これには以下のような要素が含まれる：

1. 迅速な初動対応：DMATなどの専門チームの迅速な派遣と効果的な活動。
2. 情報共有システムの整備：被災地の状況や必要な医療資源の迅速かつ正確な把握と共有。
3. トリアージの効率化：限られた資源を最大限に活用するための適切な優先順位付け。
4. 長期的視点での医療支援：災害関連死を減らすための継続的なケアと健康管理。
5. 複合災害への対応力強化：地震、津波、原子力災害など、複数の脅威に同時に対応する能力の向上。
6. メンタルヘルスケアの充実：被災者だけでなく、支援者のメンタルヘルスにも配慮した体制づくり。

これらの課題に取り組むためには、医療従事者だけでなく、行政、地域コミュニティ、そして国民

全体の協力が不可欠である（図2）。特に重要なのは、災害医療に関する認識と倫理観の共有である。「救える命を救う」という大きな目標に向かって、社会全体が一丸となって取り組む姿勢が求められる。

日本の災害医療は、自然災害大国ならではの複数の課題に直面している。しかし、これまでの経験と教訓を活かし、継続的な改善と革新を重ねることで、世界をリードする災害医療システムを構築する可能性を秘めている。今後は、技術革新や社会の変化に柔軟に対応しつつ、人命尊重の理念を基盤とした災害医療体制の更なる強化が期待される。この取り組みは、単に医療の問題にとどまらず、日本社会全体の resilience（回復力）を高める重要な要素となるであろう。

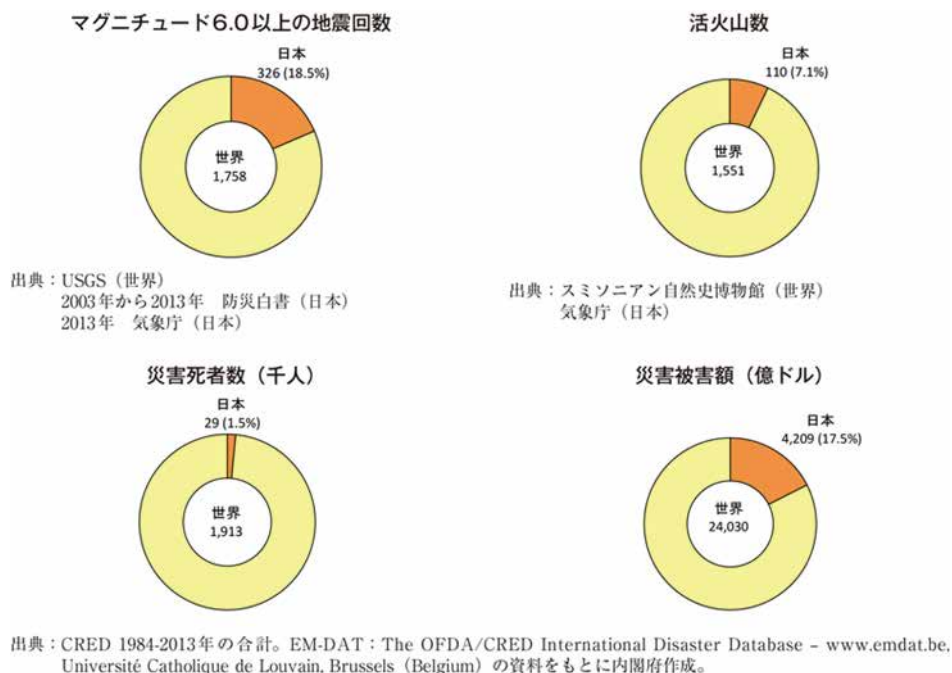


図1 世界の災害に比較する日本の災害

(出典：内閣府ウェブページ https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h26/honbun/3b_6s_01_00.html)

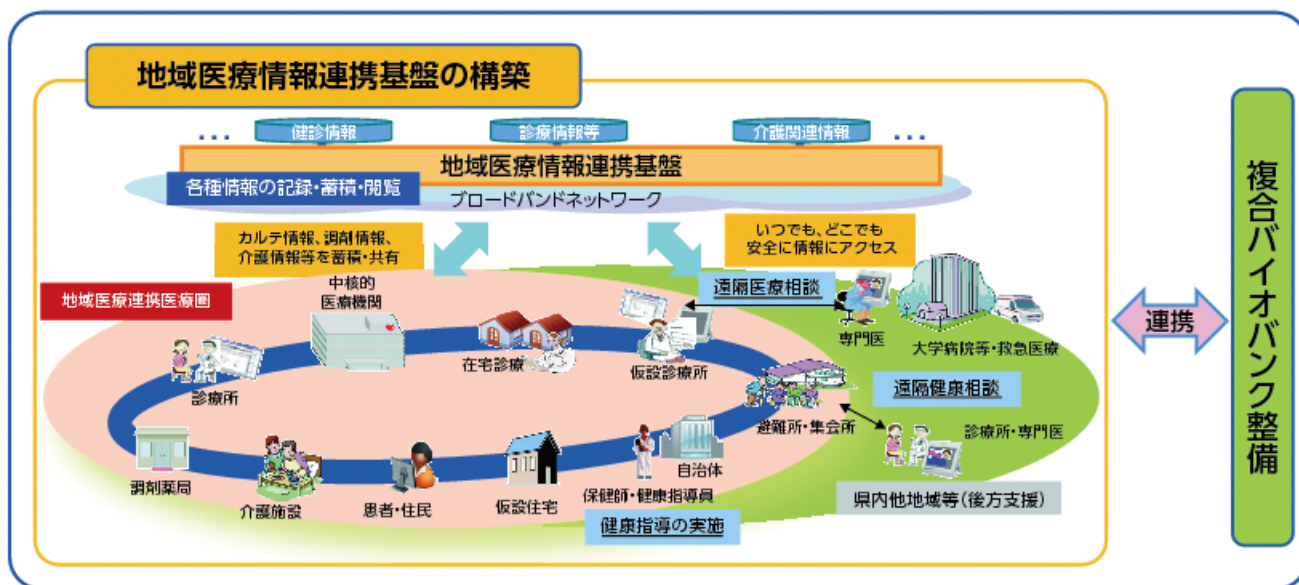


図2 東北地域医療情報連携基盤構築事業

(出典：内閣府ウェブページ <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/html/nc114850.html>)

災害医療の進化：古代から現代までの道のり⁶⁻¹⁰⁾

災害医療は、人類の歴史とともに発展してきた重要な医療分野である。その本質は、大規模災害時に「救える命を最大限に救う」という崇高な目的にある。この目的を達成するために、限られた資源と時間の中で、適切かつ迅速な判断と行動が求められる。災害医療の歴史を振り返ることで、その進化の過程と現代の課題が浮き彫りになる。

災害医療の起源は古代にまで遡る。古代エジプト、ギリシャ、ローマ帝国時代から、戦争や疫病といった災害時の医療提供の記録が残されている。特に軍事医学の発展が、後の災害医療の基礎を形成した。中世では、十字軍の遠征に伴い、騎士修道会による野戦病院の設立など、組織的な医療支援の萌芽が見られた。

18世紀から19世紀にかけて、災害医療は大きな進展を遂げた。フランス革命軍の軍医ドミニク・ジャン・ラレーによる「トリアージ」システムの考案は、現代の災害医療でも核心的な概念となっている。また、アンリ・デュナンの提唱により設立された赤十字国際委員会は、戦時下での組織的な医療支援の基盤を整備した。20世紀に入ると、災害医療はより体系的に発展していく。第一次世界大戦での大規模な野戦病院システムの発展、1950年代の米国における災害医療概念の確立、WHOによる国際的な災害医療の標準化など、重要な進展が見られた¹¹⁻¹⁴⁾。1970年代には災害医学が独立した学問分野として認識され始め、専門的な災害医療チームの派遣システムも整備された。

日本の場合、1995年の阪神・淡路大震災が災害医療体制の大きな転換点となった¹⁵⁻²⁰⁾。この経験を踏まえ、災害拠点病院の整備や日本DMATの発足など、迅速かつ効果的な医療支援体制が構築された。2011年の東日本大震災では、これらの新しい体制の有効性が実証されると同時に、長期的支援や複合災害への対応など、新たな課題も浮き彫りとなった。21世紀に入り、災害医療はさらに多様化している。テロ攻撃への対応、CBRN災害への準備、ICTを活用した情報システムの高度化など、新たな課題に直面している。特に2020年からの新型コロナウイルスパンデミックは、感染症対策を含む新たな災害医療の概念を提示し、大規模感染症流行への準備と対応が災害医療の重要な一部として認識されるようになった。

この歴史的変遷を通じて、災害医療は常に社会の変化や新たな脅威に対応しながら発展してきたことがわかる。その核心にあるのは、限られた資源の中で最大限の生命を救うという不変の目的である。今後も技術の進歩や社会構造の変化に応じて、災害医療はさらなる進化を遂げていくことが予想される。災害医療の歴史は人類の **resilience** と創造性を示すものであり、同時に常に新たな課題に直面し続ける分野であることを物語っている。今後の災害医療の発展には、過去の教訓を活かしつつ、未来の脅威を予測し準備する柔軟な姿勢が不可欠であろう。この継続的な進化こそが、将来の災害に対する社会の強靱性を高める鍵となるのである。

災害医療と救急医療：類似点と決定的な相違点^{17-19,21-24)}

災害医療と救急医療は、共に緊急性の高い医療サービスを提供するという点で類似性を持つが、その実施環境と直面する課題には決定的な違いがある。この相違を理解することは、効果的な医療提供体制の構築に不可欠である。

まず、両者の共通点として、迅速な対応と高度な医療技術が要求される点が挙げられる。生命の危機に直面した患者に対して、時間との競争の中で最善の医療を提供することが求められる。この点においては、災害医療と救急医療は同じ目標を共有している。しかし、その実施環境には顕著な違いがある。通常、救急医療は整備された医療機関内で行われる。ここでは、十分な医療資源と訓練された医療従事者が確保されており、比較的冷静な判断のもとで診療を行うことができる。患者は個別に対応され、各々の状態に応じた最適な治療が提供される。

一方、災害医療はこれとは全く異なる環境下で行われる。災害現場では、医療資源や人員が極めて

限られている中で、多数の傷病者に同時に対応しなければならない。さらに、医療機関自体が被災している可能性もあり、通常の医療提供体制が機能しない状況下での対応が求められる。この環境の違いは、医療提供の方法論にも大きな影響を与える。災害医療では、限られた時間・人員・資機材を最大限に活用し、可能な限り多くの命を救うことが最優先される。これは個々の患者に対する最善の医療提供を目指す通常の医療とは異なるアプローチである。具体的には、災害医療ではトリアージが極めて重要な役割を果たす。限られた資源を効果的に配分するため、患者の重症度と緊急度を迅速に判断し、治療の優先順位を決定する必要がある。これは、すべての患者に平等に高度な医療を提供することが困難な状況下での、苦渋の選択とも言える。さらに、災害医療では医療従事者自身も被災者となる可能性があり、極度のストレスや危険な環境下での判断を強いられることがある。この点も、比較的安全で整備された環境下で行われる救急医療とは大きく異なる。災害医療と救急医療は、緊急性の高い医療サービスを提供するという共通の目標を持ちながらも、その実施環境と直面する課題には本質的な違いがある。災害医療では、限られた資源を最大限に活用し、可能な限り多くの命を救うという、より広範な視点からの医療提供が求められる。この認識は、効果的な災害医療体制の構築と、医療従事者の適切な訓練において極めて重要である。

今後の医療システムの発展においては、これらの相違点を十分に理解し、各々の特性に応じた対策を講じていくことが不可欠である。

災害医療の実際：緊急対応から体系的アプローチまで^{19,25,26)}

災害医療は、極めて困難な状況下で人命を救助し、被災者の健康を維持するという重要な役割を担っている。その実践には、迅速な判断力と体系的なアプローチが不可欠であり、主に「緊急救命処置」と「災害医療の3Ts」という二つの柱で構成されている。

まず、緊急救命処置は災害発生直後の最重要タスクの一つである。この段階では、医療従事者は限られた資源と時間の中で、重傷者に対して即座に生命維持のための処置を行う。具体的には、気道確保、人工呼吸、心肺蘇生、止血などが含まれる。この過程では、医療者の迅速かつ的確な判断が、生死を分ける鍵となる。

次に、「災害医療の3Ts」は、より体系的なアプローチを示している。これは「トリアージ (Triage)」「治療 (Treatment)」「搬送 (Transportation)」から成り、災害医療の基本的な枠組みを形成している。

トリアージは、フランス語で「選別」を意味し、災害医療の最初の関門と言われる。多数の傷病者が同時に発生する災害時には、限られた医療資源を効果的に配分する必要がある。トリアージでは、傷病者の重症度と緊急度を迅速に評価し、治療の優先順位を決定する。この過程は色分けされたタグを用いて行われ、赤（即時治療必要）、黄（治療は必要だが待機可能）、緑（軽症）、黒（死亡または救命困難）の4段階に分類される。この分類は継続的に再評価され、状況の変化に応じて更新される。

治療段階では、トリアージで判断された優先順位に基づいて、応急的な処置が行われる。これには、出血の止血、気道確保、骨折の固定、胸腔ドレナージ、補液療法などが含まれる。この段階の目的は、患者の状態を安定させ、本格的な治療を受けるまでの生存率を高めることにある。

搬送は、適切な医療機関への迅速かつ安全な移動を確保する段階である。ここでは、患者の状態と必要とされる治療、受け入れ先の医療機関の特性、搬送に要する時間などを総合的に判断する必要がある。単に患者を移動させるだけでなく、各患者に最適な医療を提供できる施設への効率的な搬送が求められる。

これらの要素は相互に関連し合い、一連の流れとして機能することで、災害医療の効果を最大化する。しかし、その実践には高度な専門知識と経験、そして厳しい状況下での冷静な判断力が要求される。

災害医療の成功は、これらの要素を適切に組み合わせ、限られた資源を最大限に活用する能力にかかっている。さらに、平時からの訓練や準備、そして過去の経験からの学習が、実際の災害時におけ

る効果的な医療提供の基盤となる。

今後も、新たな知見や技術の導入により、災害医療の質と効率性のさらなる向上が期待される。

被災地における医療提供体制の課題と進化^{15,16,28-28)}

大規模災害時、被災地の既存医療機関が機能不全に陥る事態は珍しくない。このような危機的状況下で、迅速かつ効果的な医療提供を実現するためには、災害医療チームの派遣と仮設医療施設の設置が不可欠となる。これらの臨時的な医療体制は、重症患者の治療から軽症者の処置に至るまで、幅広い医療サービスを提供する重要な役割を担う。同時に、慢性疾患患者への対応や感染症の予防・管理も重要な任務となる。注目すべきは、災害救助法に基づいて派遣される「DMAT (Disaster Medical Assistance Team)」の存在である。DMATは災害発生から48時間以内という極めて初期の段階で適切な医療を提供することを主眼としており、その機動力と専門性は被災地医療の要となっている。さらに、被災地の状況に応じて、これらの医療チームが巡回診療を行うことで、医療へのアクセスが困難な被災者にも支援の手を差し伸べることが可能となる。しかしながら、2011年の東日本大震災は、被災地における医療提供体制の重大な課題を浮き彫りにした。その最たるものが診療記録の管理問題である。当時、標準化されたカルテ様式が存在しなかったため、各災害医療チームが独自の記録方式を用いた結果、診療情報の引き継ぎや継続的な患者ケアに大きな支障をきたした。さらに、診療日報様式の未整備により、疾病集計や医療調整にも困難が生じた。この経験を踏まえ、2011年に「災害時の診療録のあり方に関する合同委員会」が発足し、標準化された災害診療記録とJ-SPEED（災害診療記録と診療日報標準様式）が提唱された。これらのツールは2016年の熊本地震で初めて実戦投入され、その有効性が実証された。J-SPEEDの導入により、災害対策本部が医療チームの活動状況を一元的に把握し、データに基づく効率的な医療調整と意思決定が可能となった。また、被災自治体の受援負担軽減にも大きく寄与した。J-SPEEDの運用経験を通じて、このシステムの本質的意義が明らかになった。それは単なる診療情報の報告システムではなく、被災地（受援側）をサポートする包括的な受援支援システムとしての機能である。この認識は、今後の災害医療体制の在り方に大きな影響を与えると考えられる。

被災地における医療提供体制は、過去の教訓を活かしながら着実に進化を遂げている。DMATのような専門チームの活用、標準化された診療記録システムの導入、そして受援側に焦点を当てたアプローチの採用など、多面的な改善が図られている。

今後も、技術の進歩や新たな災害経験を踏まえ、より効果的で柔軟な医療提供体制の構築が求められるだろう。このような継続的な改善努力こそが、将来の災害時における人命救助と健康維持の成否を左右する重要な要素となるのである。

被災地での公衆衛生²⁹⁻³⁶⁾

大規模災害発生時、地方公共団体は災害応急対策や復旧・復興対策において重要な役割を担う。しかし、地方公共団体や医療体制自体が被災し、庁舎や医療施設、電気・通信機器の使用不能等により、適切な対応が困難になる可能性がある。これにより、指揮系統の不明瞭化、対策決定・発動の遅れ、情報の錯綜、受援側と支援側の連携不足などの問題が生じ、限りある医療資源の効果的な配分が困難になることが予想される。また、大規模災害は、短期的な直接的被害だけでなく、長期にわたって地域の健康状態に影響を与える。災害直後の緊急対応段階では、傷病者の治療や救助が最優先される。この段階では、トリアージシステムの確立、応急処置の提供、感染症の拡大防止が必要となる。特に避難所などの集団生活環境では、衛生状態の維持が極めて重要である。新型コロナウイルス感染症の世界的流行を踏まえ、避難所での感染拡大が災害医療の妨げになることは容易に想像できる。そのため、災害医療の現場では、傷病者が感染者である可能性を考慮し、マスクやガウンの着用、手指

消毒など、徹底した標準的感染対策が基本となる。感染者が多い地域では、状況に応じて防護服が必要となるケースも少なくない。診療の際には「3密」を避け、換気や患者間の距離にも注意を払うことが重要である。

つぎに、ライフラインとなる水や食料の安全性確保も公衆衛生の重要課題である。災害により水道システムが破壊されると、安全な飲料水の確保が困難となり、汚染された水の使用によって水系感染症のリスクが高まる。同様に、食品の安全な保管や調理が難しくなり、食中毒のリスクも上昇する。さらに、被災者の慢性疾患管理も重要な課題となる。医療機関の機能喪失により、糖尿病や高血圧、腎不全などの慢性疾患患者が適切な治療を受けられなくなるリスクが高まる。これらの患者が災害を契機に病状が悪化し、被災生活中に命を落とす「災害関連死」が過去の災害でも繰り返し発生している。

内閣府の調査によると、2011年の東日本大震災では78%が3カ月以内に、2016年の熊本地震では災害関連死の81%が3カ月以内に発生しており（表1）、熊本地震においては、2024年3月13日時点で災害関連死が218人と未だに認定される被災者が続いており、直接死の4倍を超える調査結果となっていることから、災害後の長期にわたるケアの必要性が明らかになっている。

精神衛生も災害後の重要な公衆衛生課題である。トラウマ、不安、うつ病などの精神的問題が増加する傾向にあり、特に子供や高齢者、既存の精神疾患を持つ人々に大きな影響を与えている。これらの問題に対しては、早期からの心理的応急処置（サイコロジカル・ファーストエイド）の提供や長期的な精神衛生サポートシステムの構築、およびコミュニティの再建を通じた社会的なサポートの提供が不可欠である。

被災地における公衆衛生の維持は、緊急医療から長期的な健康管理、そして精神衛生に至るまで、多岐にわたる課題に直面する。これらの課題に効果的に対応するためには、平時からの準備と訓練、災害時の柔軟な対応能力、そして長期的視野に立った復興計画が必要不可欠である。さらに、行政、医療機関、地域コミュニティが一体となった包括的なアプローチが、被災地の公衆衛生を守る上で決定的な役割を果たすことになる。

表1 災害関連死（3カ月以内の死亡）

東日本大震災 3か月以内の死亡者 1,263名中986名(約78%)

	～H23.3.18 (1週間以内)	H23.3.19～H23.4.11 (1か月以内)	H23.4.12～H23.6.11 (3か月以内)	H23.6.12～H23.9.11 (6か月以内)	H23.9.12～H24.3.10 (1年以内)	H23.4.11～ (1年超)	合計
岩手県及び宮城県	144	196	134	40	15		529
福島県	86	182	244	174	48		734
合計	230	378	378	214	63		1,263
累計	230(約 18%)	608(約 48%)	986(約 78%)	986名(約78%)			

熊本地震 3か月以内の死亡者 218名中177名(約81%)

	1週間以内 H28.4.14～ H28.4.21	1ヶ月以内 H28.4.22～ H28.5.13	3ヶ月以内 H28.5.14～ H28.7.13	6ヶ月以内 H28.7.14～ H28.10.13	1年以内 H28.10.14～ H29.4.13	1年以上 H29.4.14～	合計
人数	53	71	53	27	9	5	218
割合	24.3%	32.6%	24.3%	12.4%	4.1%	2.3%	

177名(約81%)

災害医療とメディカルスタッフ^{25,37-42)}

災害医療の過程では、医師だけでなく、多岐にわたる医療専門職が重要な役割を果たさなければならない。一見、災害現場での活動が想像しにくい、医薬品や医療機器の調達・管理、患者の搬送調整などを担当するロジスティックスの専門家も医療チーム一員として構成することが重要である。さらに、災害の各段階（フェーズ）に応じて、臨床工学技士、救急救命士、薬剤師、臨床検査技師など、異なる専門性を持つメディカルスタッフが、刻々と変化する現場の状況やニーズに柔軟に対応しながら、適切なサポートを提供することが大切である。また、被災地での活動が長期化した場合など、管理栄養士、精神保健福祉士、理学療法士、作業療法士など、多種多様な専門家の協力が必要不可欠となる。

災害医療とメディカルスタッフについて、詳細は次のとおりである。

1. 災害医療の特徴と課題：

前述したように災害医療は、通常の医療とは大きく異なる環境下で行われるため、その特徴と課題をまとめる。

- a) 医療資源の制限：医薬品、医療機器、電力、水などが不足する中での医療提供。
- b) 多数傷病者への対応：同時に多くの患者を扱う必要性。
- c) 劣悪な環境：衛生状態の悪化、診療スペースの不足など。
- d) 時間との戦い：特に災害発生直後の「黄金の72時間（72時間の壁）」における迅速な対応の必要性。
- e) 継続的な医療の確保：慢性疾患患者のケアを含む中長期的な医療支援。

2. 災害医療に関わるメディカルスタッフ：

災害医療には多岐にわたる専門家の参加が重要である。主な職種と役割は以下のとおりである。

- a) 医師：診断、治療方針の決定。
- b) 看護師：患者のケア、処置補助、健康状態の観察。
- c) 救急救命士：現場での応急処置、搬送。
- d) 薬剤師：医薬品の管理、調剤、服薬指導。
- e) 臨床工学技士：医療機器の管理と操作、医療材料と電力確保。
- f) 臨床検査技師：各種検査の実施と結果の解析。
- g) 放射線技師：X線撮影などの画像診断支援。
- h) 理学療法士・作業療法士：リハビリテーション、ADL（日常生活動作）の改善支援。
- i) 管理栄養士：被災者の栄養状態の評価と改善。
- j) 精神保健福祉士・臨床心理士：心のケア、PTSDへの対応。
- k) 歯科医師・歯科衛生士：口腔ケア、歯科治療。
- l) ロジスティシャン：物資の調達・管理、人員配置の調整。

3. 災害医療におけるチーム医療の重要性：

- a) 多職種連携：各専門家の知識と技能を統合し、総合的な医療を提供。
- b) 効率的な資源活用：限られた資源を最大限に活用するための協力体制。
- c) 情報共有：刻々と変化する状況に対する迅速な対応。
- d) 役割分担：各職種の特性を活かした効果的な業務分担。

4. 災害医療の各フェーズとメディカルスタッフの役割：

- a) 超急性期（～48時間）：トリアージ、救命処置。救急医、救急看護師、救急救命士が主となる。
- b) 急性期（48時間～2週間）：重症患者の集中治療、慢性疾患への対応。各専門医、看護師、薬剤師、血液透析等では臨床工学技士が中心となる。
- c) 亜急性期（2週間～1ヶ月）：避難所等での医療提供、感染症対策。プライマリケア医、保健師、管理栄養士などが重要となる。

- d) 慢性期（1ヶ月～）：地域医療の再建、心のケア、精神科医、臨床心理士、理学療法士などの役割が増大する。

5. 災害医療における教育と訓練：

- a) DMAT（災害派遣医療チーム）など、専門的な訓練を受けたチームの育成。
- b) 定期的な災害訓練の実施。
- c) 災害医療に関する継続的な教育と研究。

このように災害医療では、通常の医療体制では対応しきれない状況下で、多種多様なメディカルスタッフが協力して人命を救助し、被災者の健康を守る活動が重要となることがわかる。各職種の専門性を活かしつつ、柔軟な連携を図ることが、効果的な災害医療の提供には不可欠となる。

災害派遣医療チームは、1チーム4名で構成され、専門の訓練を受けているものの、災害時に招集された場合は他チームと連携を図り、医療活動を行うこととなる。いわば急ごしらえのチームである。しかし、多チームで協働活動できているのは、通常医療の中で各医療従事者が、各々の技術の研鑽や様々な経験を積みあげ、それを多職種でのチーム医療の中で実践きたからであろう。それと、災害という非日常的かつ極めて困難な状況下で、こうしたチーム医療の精神と技能を十分に発揮できたことは、医療従事者たちの「人々の健康と生命を守る」という医療の本質的な使命、すなわち「医療の原点」への強い認識と使命感が、このような特殊環境での医療の源になっていると言える。

臨床工学技士と災害医療⁴³⁻⁵⁰⁾

臨床工学技士の災害医療における役割と活動は、現代の高度医療技術に依存した医療システムにおいて、極めて重要かつ不可欠なものとなっている。この役割の重要性は次のとおりである。

1. 技術的専門性の重要性：

災害時においても、生命維持管理装置や診断機器などの高度医療機器は不可欠となる。臨床工学技士は、これらの機器を適切に運用し、限られた資源の中で最大限の効果を引き出す専門的知識と技術を有している。この専門性は、特に電力や医療ガスの供給が不安定な災害現場において、患者の生命を守るための重要な要素となる。

2. 災害時の医療の質の維持：

臨床工学技士の存在により、災害時においても可能な限り通常に近い医療の質を維持することが可能となる。例えば、人工呼吸器や血液浄化装置の適切な管理は、重症患者の生存率を左右する。また、医療機器のトラブルシューティングや応急修理能力は、限られた機器を最大限に活用でき、結果として多くの患者に対して医療提供が可能となる。

3. チーム医療における重要な一員：

災害医療においては、多職種連携によるチーム医療が不可欠である。臨床工学技士は、医師や看護師とは異なる視点からチーム医療への貢献を可能とする。例えば、トリアージや応急処置の場面での医療機器を用いた患者評価支援は、より正確で迅速な医師の医療判断を支援することができる。また、他の医療スタッフへの機器操作の指導や、安全使用のためのアドバイスは、チーム全体の効率と安全性向上に貢献する。

4. 柔軟性と創造性の発揮：

災害時の制限された環境下では、通常とは異なる柔軟な対応が必要となる。臨床工学技士は、その専門知識を活かし、代替品の使用や簡易的な方法の開発など、創造的な解決策を提供可能とします。この能力は、予期せぬ状況が多発する災害医療において極めて重要となる。

5. 長期的視点での貢献：

災害医療は急性期の対応だけでなく、中長期的な支援も重要となる。臨床工学技士は、被災地の医療機関の機能回復支援や、現地スタッフへの技術移転など、長期的な視点での貢献を行う。これは、

被災地の医療システムの再建と強化に大きく寄与することになる。

6. 災害医療体制の強化：

臨床工学技士が災害医療に積極的に関与することで、災害時の医療体制全体の強化が望める。例えば、DMATなどの専門チームへの参加や、災害訓練への関与は、これまで述べてきたとおり実践的で効果的な災害対応能力の向上が望めることになる。

一方で、臨床工学技士の災害医療における活動にはいくつかの課題も存在することも事実である：

1. 認知度と理解の不足：

臨床工学技士の役割や能力が、他の医療従事者や災害対策関係者に十分に理解されていない実情がある。これは、災害時の効果的な人員配置や役割分担を妨げる可能性がある。

2. 専門的訓練の必要性：

災害医療特有の状況に対応するためには、通常の臨床業務とは異なる知識やスキルが必要である。専門的な災害医療訓練の機会を増やし、より多くの臨床工学技士が災害対応能力を身につける必要がある。

3. 法的・制度的な位置づけ：

災害医療における臨床工学技士の役割や権限が、法的・制度的に明確に定義されていない。これは、現場での迅速かつ効果的な活動を制限することにつながる。

臨床工学技士は災害医療においても、極めて重要な役割を果たすポテンシャルを有している。その専門性は、高度医療機器を必要とする現代医療システムを災害時にも機能させるために不可欠である。しかし、その潜在能力を最大限に発揮するためには、認知度の向上、専門的訓練の充実、法的・制度的な整備など、いくつか乗り越えなくてはならない課題に取り組む必要がある。

今後、災害の多様化や医療技術のさらなる進歩に伴い、臨床工学技士の災害医療における役割はさらに重要性を増すと考えられる。そのため、臨床工学技士自身の積極的な関与と、医療システム全体での役割の再評価と強化が必要である。これにより、より強固で効果的な災害医療体制の構築が可能となり、結果として災害時の人命救助と健康維持に大きく貢献することができる。

臨床工学技士と災害医療の実例（東日本大震災における）⁵¹⁻⁵⁵⁾

1. 医療機器の管理と運用：

震災直後、多くの病院が停電に見舞われた。宮城県石巻市の石巻赤十字病院では、臨床工学技士が中心となり、非常用電源を用いて人工呼吸器や透析装置などの生命維持装置を継続的に稼働させている。彼らは72時間以上にわたり交代で機器を監視し、燃料補給や機器の調整を行った。また、福島県いわき市の総合磐城共立病院では、臨床工学技士が浸水した地下の医療ガス供給設備を復旧させ、酸素療法を必要とする患者の治療を可能にしている。

2. 透析患者への対応：

宮城県仙台市の仙台社会保険病院（現 JCHO 仙台病院）では、被災した近隣の透析施設から患者を受け入れ、通常の3倍以上の患者に対して透析を実施した。臨床工学技士は限られた水と透析液を効率的に使用するため、透析時間の短縮や透析回数の調整を行った。岩手県釜石市では、臨床工学技士が中心となり、被災した透析患者を内陸部の病院へ搬送する体制を構築した。彼らは患者の医療情報を管理し、搬送中の機器操作も行った。

3. 災害支援チームへの参加：

東京都の日本医科大学付属病院から DMAT の一員として派遣された臨床工学技士は、宮城県南三陸町の避難所で簡易的な人工呼吸器を設置し、重症患者の管理を行っている。また、日本臨床工学技士会は独自の支援チームを組織し、被災地の医療機関に派遣を行った。一例をあげると、福島県南相馬市立総合病院では、この支援チームが透析室の復旧作業を行い、約1週間で透析治療の再開を実現させ

ている。

4. 代替機器の確保と運用：

岩手県大船渡市の県立大船渡病院では、津波で多くの医療機器が流出した。臨床工学技士は全国の医療機器メーカーや他の医療機関と連携し、代替機器を迅速に確保した。特に、人工呼吸器や輸液ポンプなどの重要機器を優先的に調達し、24時間以内に稼働させている。

5. 情報収集と共有：

宮城県の東北大学病院の臨床工学技士たちは、県内の医療機関の機器状況を電話やメールで収集し、データベース化を行った。この情報は、日本臨床工学技士会を通じて全国に共有され、効率的な支援物資の配分に貢献した。

6. 長期的な取り組み：

震災後、多くの臨床工学技士が災害時の医療機器管理の重要性を再認識し、各地で防災訓練や研修会を実施した。2012年から宮城県臨床工学技士会は年1回、大規模災害を想定した実践的な訓練を実施している。

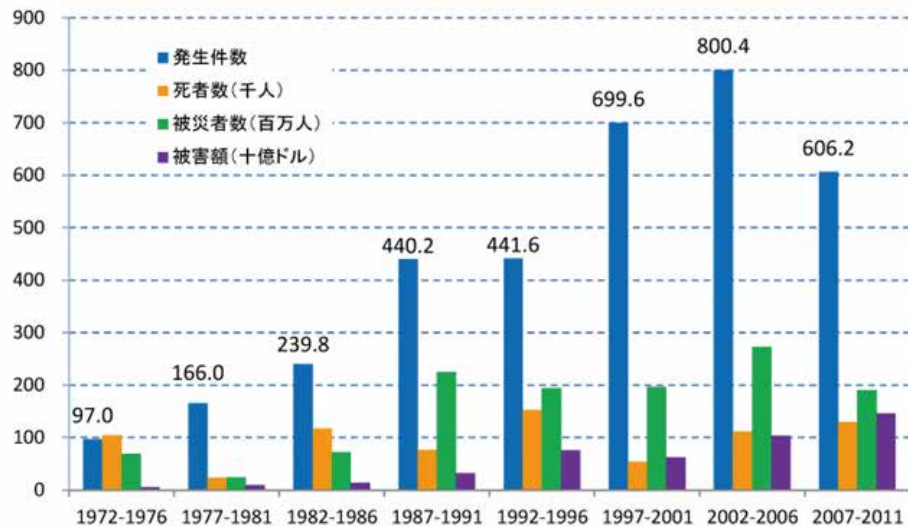
これらの活動は、臨床工学技士の専門性が災害時の医療体制維持に不可欠であることを示している。彼らの献身的な努力は、多くの患者の命を救い、被災地の医療再建に大きく貢献している。

災害医療の未来

災害医療は、自然災害や人為的災害の発生時に被災者の生命を守り、健康被害を最小限に抑えるための重要な分野である。近年の科学技術の急速な進歩と社会環境の変化に伴い、災害医療の未来像も大きく変わりつつある。まず、テクノロジーの進化が災害医療にもたらす影響は計り知れない。人工知能（AI）、モノのインターネット（IoT）、ロボティクスなどの先端技術の導入により、災害時の医療対応はより迅速かつ効果的になると予想される。例えば、AIによるトリアージシステムは、患者の状態を瞬時に分析し、適切な優先順位付けを行うことで、限られた医療資源の効率的な配分を可能にするであろう。また、IoTセンサーを活用した患者モニタリングシステムは、被災者の健康状態をリアルタイムで把握し、早期の異常検知や適切な治療介入を可能にする。さらに、自律型ロボットによる医療物資の搬送や、遠隔操作型医療ロボットによる危険地域での医療行為など、これまで人間が直接行うことが困難だった業務の自動化も進むと考えられる。

次に、通信技術の発展も災害医療に革新をもたらす。5G/6G通信や高度な衛星通信技術の普及により、被災地での高度な遠隔医療が可能となる。これにより、専門医不足の問題や地理的な制約を克服し、高度な医療を迅速に提供することが可能となる。さらに、グローバルな医療支援ネットワークの構築も進み、国境を越えた医療資源の共有と迅速な展開が可能になると考えられる（図3、4）。

一方で、社会の変化に対応した新たな災害医療システムの構築も求められる。気候変動に伴う極端な気象現象の増加、高齢化社会の進展、都市化の加速など、社会環境の変化は災害医療にも新たな課題をもたらす。例えば、高齢者に特化した災害時医療ケアシステムの開発や、高密度都市における効率的な医療提供システムの構築などが重要となるだろう。また、新たな感染症リスクに備えた医療体制の構築も不可欠である。しかしながら、こうした技術の進歩や社会の変化に対応するだけでは、真に効果的な災害医療は実現できない。最も重要なのは、これらの変化の中で人間の役割を再定義し、技術と人間の英知を融合させることである。例えば、AI診断支援システムを導入しても、最終的な判断は医療従事者が行う必要がある。また、高度な技術を適切に運用し、倫理的な問題に対処するためには、人間の判断力と倫理観が不可欠である。さらに、災害医療の未来において重要となるのは、「resilience」の概念である。ただ災害時の医療対応を改善するだけでなく、社会全体の災害に対する回復力を高めることが求められる。これには、平時からの防災教育、コミュニティの絆の強化、そして個人の健康管理能力の向上などが含まれる。災害医療の未来は、医療システムの強化だけでなく、社



出典：CRED、アジア防災センター資料をもとに内閣府作成

図3 世界の自然災害発生頻度および被害状況の推移（年平均値）

（出典：内閣府ウェブページ https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h25/zuhyo/zuhyo01_00_09.htm?ss_ad_code=m_wacorp）

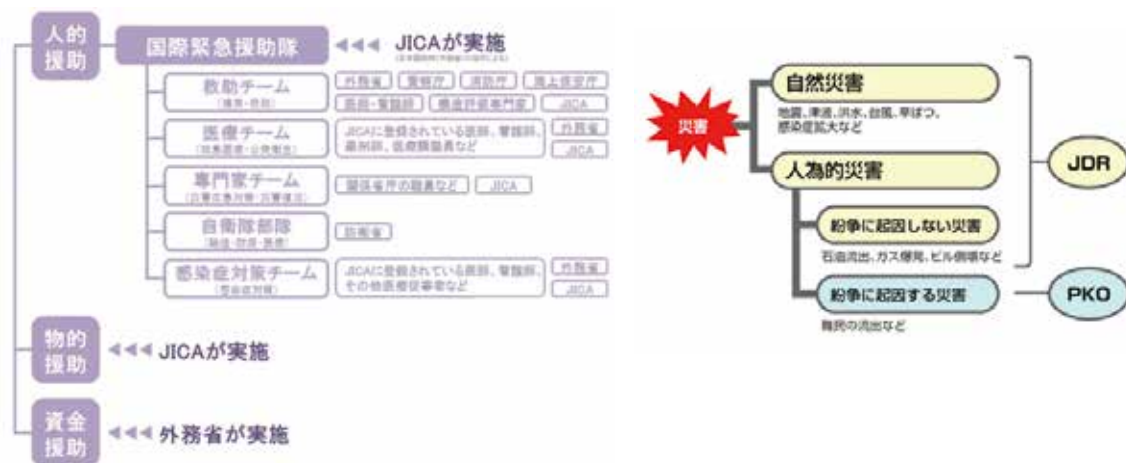


図4 日本の国際緊急援助

（出典：JICA ウェブページ <https://www.jica.go.jp/activities/schemes/jdr/about/index.html>）

会全体の災害対応能力の向上と密接に結びついているのである。

災害医療の未来は、高度な科学技術と人間の英知が融合した、より強靱で包括的な医療システムの構築を目指すものとなるだろう。テクノロジーの進化により、より迅速かつ効果的な医療提供が可能になる一方で、人間の判断力や倫理観、そして「命を救う」という医療の本質的な使命を常に念頭に置く必要がある。また、社会の変化に柔軟に対応し、resilienceを高めていくことも重要である。この未来の実現に向けては、継続的な研究開発はもちろん、医療従事者、研究者、政策立案者、そして市民一人一人が、この重要な課題に取り組む意識を持ち続けることが不可欠である。

災害医療は常に進化し続ける分野であり、新たな課題に直面するたびに、そこから学び、改善を重ねていく必要がある。こうした不断の努力こそが、より安全で強靱な社会の実現につながるといえる。

【参考文献】

- 1) 内閣府. “災害関連死事例集” 防災情報のページ.
<https://www.bousai.go.jp/taisaku/hisaisyagyousei/kanrenshijirei.html>
2024年7月10日
- 2) 復興庁. “東日本大震災における震災関連死に関する報告” 震災関連死に関する検討会.
- 3) https://www.reconstruction.go.jp/topics/20120821_shinsaikanrenshihoukoku.pdf
2024年7月10日
- 4) 復興庁. “東日本大震災における震災関連死の死者数” 震災関連死の死者数.
https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat2/sub-cat2-6/20240301_kanrenshi.pdf
2024年7月10日
- 5) 内閣府. “平成 28 年（2016 年）熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について” 防災情報のページ.
平成28年熊本地震に関する対応状況等.
https://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_55.pdf
2024年7月11日
- 6) 内閣府. “石川県能登地方を震源とする地震に係る被害状況等について” 防災情報のページ. 石川県能登地方を震源とする地震に係る被害状況等について.
https://www.bousai.go.jp/updates/r50505ishikawajishin/pdf/r50505ishikawajishin_07.pdf
2024年7月11日
- 7) Suner S. History of Disaster Medicine. Turk J Emerg Med. 2016 Mar 9;15 (Suppl 1) :P.1-4.
- 8) Stehrenberger CS, Goltermann S. Disaster medicine: Genealogy of a concept. Social Science&Medicine 120 (2014) P.317-324.
- 9) 吉中 文志, 西山 勝夫 戦争と医学に関する医療倫理教育の課題－日本とドイツの医療倫理教育調査を踏まえて 医学教育 = Medical education (Japan) / 日本医学教育学会 編, 2010, 41 (1), P.13-16.
- 10) Sever MS, Vanholder R, Lameire N. Acute Kidney Injury in Active Wars and Other Man-Made Disasters. Semin Nephrol. 2020 Jul;40 (4) :P.341-353.
- 11) Liebow AA. Encounter with disaster: a medical diary of Hiroshima, 1945. Condensed from the original publication, 1965. Yale J Biol Med. 1983 Jan-Feb;56 (1) :P.23-38.
- 12) Dara SI, Ashton RW, Farmer JC, Carlton PK Jr. Worldwide disaster medical response: an historical perspective. Crit Care Med 2005;33 (1 Suppl) :S2-6.
- 13) Franco C, Toner E, Waldhorn R, Inglesby TV, O'Toole T. The national disaster medical system: past, present, and suggestions for the future Biosecur Bioterror. 2007;5:319-25.
- 14) Stehrenberger CS, Goltermann S. Disaster medicine: genealogy of a concept. Soc Sci Med. 2014 Nov;120:P.317-24.
- 15) 鶴飼 卓, 国際災害救援医療の現状と課題 日本救急医学会雑誌, 2008, 19 (12), P.1069-1079.
- 16) 中田 敬司, 日本における災害医療の新たな課題とその対策について 現代社会研究, Kobe Gakuin journal of contemporary social studies 1 2015, P.20-42.
- 17) 丸茂裕和, わが国救急医療体制発展の歩み 日本救急医学会雑誌, 2000, 11 (7), P.311-322.
- 18) 神戸市消防局「雪」編集部, 川井龍介編, 1995, 『阪神大震災消防隊員死闘の記』労働旬報社, 東京.
- 19) 田中 裕, 「阪神・淡路大震災時の疾病構造 調査方法および結果の概要」吉岡敏治他編著『集団災害医療マニュアル』へるす出版, 東京, 2000, P.19-23.
- 20) 鶴飼卓, 「阪神・淡路大震災」鶴飼卓, 高橋有二, 青野允編『事例から学ぶ災害医療』南江堂, 東京, 1995, P.35-48.
- 21) 呂恒俊, 宮城道雄, 1993, 「地震時の人的被害に関するやや詳細な検討」『大阪市立大学生生活科学部紀要』, 1993, 41: P.67-80.
- 22) 山本保博, 災害医学と災害医療 日本救急医学会雑誌 1995, 6巻4号, P.95-308.
- 23) 吉岡敏治, 「災害医療の特徴について」吉岡敏治他編著『集団災害医療マニュアル』へるす出版, 東京, 2000, P.1-17.
- 24) Pingree CS, Newberry TR, McMains KC, Holt GR. Medical Ethics in Extreme and Austere Environments. HEC Forum. 2020 Dec;32 (4), 345-356.
- 25) 和藤幸弘, 「災害医学と関連領域」山本保博, 鶴飼卓, 杉本勝彦編『災害医学 改訂2 版』南山堂, 東京, 2009, P.11-21.

- 26) 市川 学, 石峯康浩, 近藤祐史, 出口 弘, 金谷泰宏 災害時における保健医療支援活動プログラムとマネジメント 国際 P2M 学会誌, 2017, 12 (1), 21-35,
- 27) 厚生労働省, 2011, 『災害医療等のあり方に関する検討会報告書』.
- 28) 「平成21年度に防災に関してとった措置の概況及び平成23 年度の防災に関する計画」内閣府『平成23年版 防災白書』2011.
- 29) 吉村高尚, 月岡一馬, 鍛冶有登, 他, 「大阪市総合医療センターの場合」『救急医学』, 1995, 19: P.1686-1692.
- 30) Emmerik AA, Kamphuis JH, Hulsbosch AM, Single session debriefing after psychological trauma ; Ameta-analysis. Lancet , 360 (9335) : P.766-771.
- 31) Jenkins SR, Baird S : Secondary traumatic stress and vicarious trauma ; a validation study. J Trauma Stress, 2002, 15 (5), P.423-432.
- 32) Kenardy JA, Webster RA, Lewin TJ, et al. Stress debriefing and patterns of recovery following a natural disaster. J Trauma Stress , 1996, 9 (1), P.37-49.
- 33) 国立感染症研究所昆虫医科学部：被災地・避難所の感染症対策における衛生昆虫の問題点, 2011, <http://idsc.nih.go.jp/earthquake2011/RiskAssessment/20110602musi.html>
- 34) 深谷弘和, 山本耕平, 大型地域災害時ノンプロ外部支援者を対象とした支援前後のケア検討. 立命館人間科学研究, 2013, 26, P.77-88.
- 35) 西郷達雄, 中島 俊, 小川さやか, 他, 東日本大震災における災害医療支援者の外傷後ストレス症状；侵入的想起症状に対するコントロール可能性と外傷後ストレス症状の関連. 行動医学研究, 2013, 19 (1), P.3-10.
- 36) 加藤 寛, 惨事ストレスと代理受傷；支援者が受ける心理的影響. 新薬と臨床, 2013, 62 (3) : 5P.90-591.
- 37) 新福洋子, 原田奈穂子, 東日本大震災における災害医療支援者の心理状況 聖路加看護学会誌, Journal of St. Luke's Society for Nursing Research, 2015, 18 (2), P.14-22.
- 38) 和藤幸弘, 日本 DMAT と今後の災害医療体制 日本臨床麻酔学会誌, 2014, 34 (5), P.692-698.
- 39) 日本 DMAT テキスト編集委員会, 2015, 『日本 DMAT 標準テキスト改訂第2版』へるす出版, 1-24.
- 40) 山川智之, 村上和春, 川合 徹, 奥田重之, 古谷隆一, 戸澤修平, 鶴屋和彦, 危機管理委員会報告 経験に学ぶ透析医療の災害対応 日本透析医学会雑誌, 2021, 54 (4), P.171-176.
- 41) Aoki T, Fukumoto Y, Yasuda S, et al, 2012, "The GreatEast Japan Earthquake Disaster and cardiovascular diseases." Eur Heart J, 33: P.2796-2803.
- 42) 大友康裕 (分担研究), 「災害時における広域緊急医療のあり方に関する研究」『平成15年度厚生労働科学研究費補助金医療技術評価総合研究事業報告書』, 2004.
- 43) 加藤 寛, 飛鳥井望, 災害救援者の心理的影響；阪神・淡路大地震で活動した消防隊員の大規模調査から.トラウマティック・ストレス, 2004, 2, P.51-59.
- 44) 森 正樹, 鳥越和就, 黒田彰紀, 曾條恭裕, 豊田麻理子, 熊本地震における臨床工学技士の初動対応 日本災害医学会雑誌, 2024, 29 (2), P.141-146.
- 45) 廣畑由樹子, 前田真由美, 弓削 聡, 高寄裕貴, ほか, 透析室における多職種連携による地震災害・患者急変シミュレーションの取り組み, 加古川市民病院機構学術誌, 2023, 12巻, P.42-45.
- 46) 矢田哲康, 石井美恵子, 内海清乃, 平山隆浩, ほか, 大規模災害時の圧挫症候群（クラッシュ症候群）における臨床工学技士の役割と課題, 日本災害医学会雑誌, 2024, 28 (suppl), 259-259,
- 47) 平山隆浩, 樋口知之, 臨床工学技士の救急領域業務の確立に向けた課題と今後の展望, 日本臨床救急医学会雑誌, 2023, 26 (3), P.288-288.
- 48) 岡田真澄, 平山隆浩, 渡邊暁洋, 上田浩平, ほか, 大規模地震訓練に対する臨床工学技士の取り組みと課題, 日本臨床救急医学会雑誌, 2023, 26 (3), P.372-372.
- 49) 平石英司, 宮田陽子, 大場淳一, 臨床工学技士 (CE) による災害時の「医療機器トリアージ」の提唱, 日本臨床救急医学会雑誌, 2020, 24 (3), P.268-268.
- 50) 新居優貴, 重野高儀, 杉本憲治, 菅原直子, 関塚美穂, EMT type2の導入に向けた臨床工学技士の取組み, 日本臨床救急医学会雑誌, 2020, 24 (3), P.293-293.
- 51) 山川智之, 森野一真, 渡邊 潤, 水政 透, ほか, 危機管理委員会報告 透析災害対策の課題, と先進事例, 透析会誌, 2023, 56 (5), P.151-159.
- 52) 入間田悌二, 熊谷一治, 武山早苗, 石巻赤十字病院の震災時の被害状況と対応－医療ガスを中心として－, Medical Gases, 2012, 14 (1), P.25-28.

-
- 53) 岡美智代, 川名篤子, 麓 真一, 東日本大震災における透析医療への影響とそこから見えてきた「備え」について, 日本保健医療行動科学会雑誌, 2014, 29 (1), P.78-87.
- 54) 山野目辰味, 東日本大震災岩手県大船渡市・岩手県立大船渡病院の災害医療保健活動の記録, <https://www.scribd.com/presentation/425389564/> 東日本大震災岩手県大船渡市－岩手県立大船渡病院の災害医療保健活動の記録, 2024年8月9日
- 55) 東北大学病院 地域医療連携センター編集発行, With 東北大学病院 地域医療連携センター通信, 第20号 2011.