

広域緊急災害医療プロセスの調整、 指揮統括技法と BCP

神藤 猛

広域緊急災害医療は、厳しい時間的制約の中で傷病者を判定し、重傷者と軽傷者を選別する意思決定を行う。広域多方面の医療資源を総動員して組織化し、トリアージ、搬送、治療の各医療モジュールの正確な情報伝達と活動を調整・指揮統括する。本稿では、広域災害医療を、傷病者の生命危機がまだ芽の段階でそのシグナルを察知し、防ぎ得る外傷死を阻止する事業継続性に優れたプロセスとして捉え、災害医療システムの構築に必要な自律分散型の調整、指揮統括技法から見た、事業継続に優れたマインドのあり方を論究する。

キーワード：BCP、災害医療プロセス、高信頼性組織

1. はじめに

首都直下型の巨大地震やテロ等の災害事故 (Major Incident) では、広域緊急医療の成否が、医療システムの自律的で迅速な運用に強くかかわるという点で、平常時とは大きく異なることが知られている。災害医療を必要とする被災地では、傷病者が大量に発生し、医療の収容能力をはるかに超え、さらに被害が拡大する危険性を胚胎している[1]。大規模災害に遭遇した場合、医療を確実に継続できる BCP (運用継続計画) の整備は、安全安心な社会の構築と国家経済を支える人的資源の確保にとり、死活的に重要な問題となる。

災害医療支援方式の世界標準ともいえる英国の MIMMS (大事故災害への医療管理支援: Major Incident Medical Management and Support) では、自然災害、大事故、テロ攻撃などあらゆるハザードを想定し、医療資源の損害を最小限に止め、中核となる医療プロセスの継続と早期復旧を目標に、平常時の活動と緊急時の調整・指揮統括技法を設定し、いかなるインシデントにも対応可能なように構成されている。

そこでは、第1に被災現場を正確に評価 (Assessment) し、安全 (Safety) を確保して、トリアージ (Triage: 重軽傷のふり分けと緊急度に応じた並び替え) を行う。第2に傷病者搬送 (Transport) と病院の治療 (Treatment) を行う中核の 3T 医療システムを特定する。第3に指揮情報伝達 (Command &

Communication) を含む CSCATTT の全過程が、目標時間内に優先して継続・復旧すべき災害医療プロセスとして構築される。

その結果、(1)緊急時、時間と医療資源の厳しい制約の中で、傷病者は提供可能な医療サービスのレベルに応じ、緊急群と非緊急群に選別される。(2)災害拠点病院等の医療施設とその能力の代替案に従い、搬送、治療に携わる派遣医療チームおよび病院に情報を伝達し、活動が割当てられる。(3)重篤の傷病者に対しては、限られた医療資源を集中する高度集約型の医療プロセスを準備し、大量に発生する軽傷者に対しては、標準治療を効率よく行う医療プロセスを速やかに割り当て、医療継続のコミュニケーションが図られる[2]。

大規模災害では、自治体、医療機関、消防、警察、自衛隊、あるいは民間の災害医療派遣チーム DMAT (Disaster Medical Assistance Team) などの、多くの組織が関与し、非常に複雑なオペレーションが展開される。

米国 FEMA の多機関協働調整システム (MACS: Multi-Agency Coordination System) [3]に見られる、地域の災害支援活動に大きな影響を与える調整、指揮統括機構は、大規模災害の破壊的影響を早期に阻止し、国や自治体の関係機関の円滑な協働を可能にする。その場合、被災状況の共通の知識情報基盤 (Awareness) と、関係各機関のコラボレーションから生まれる Sensemaking (今何が起きているかの体験を、互いに理解可能な被災観に織り込み、共有すること) は、広域災害緊急医療活動を成功させる重要な鍵となる[4]。

しんどう たけし

(独)防災科学技術研究所

〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1-5-2

本研究は、災害医療組織の母体となる救急医療拠点を、極めて過酷な、負荷の大きい環境でシステムを運用しながら、障害や事故を極低率に抑制し、オペレーションを継続して遂行できる、航空路管制システム、原子力発電所、原子力空母と同様の、事業継続性に優れたマインドを備えた高信頼性組織 (High Reliability Organization) として捉え[5]、英国の MIMMS を参考に、災害医療システムの調整、指揮統括技法と医療継続との関係を論究する。特に、国家危機管理に貢献する高信頼性組織の最大の資産ともいえる、事業継続性に優れたマインドのあり方を明らかにすることを目的とする。

2. 災害医療プロセスの継続

広域緊急災害医療システムで重要なことは、傷病者が適切な病院で確定的治療を受けられるよう、継続的な医療プロセスの意思決定サイクルの流れと、最速の組織行動を創り出す点にあり、これが円滑にいくことで救命率は大きく向上する。図1に示すように、3Tの流れを構成するモジュールを機能連結的に見れば、被災現場での捜索救助、現場救護所での Triage、医療搬送拠点 (SCU: Staging Care Unit) での安定化と航空機内のケアを行う医療搬送、病院での確定的治療を行う Treatment の3つのモジュールからなるサブシステムで構成され、災害医療派遣チームは各モジュールに増強される。ここで各モジュール間の活動を調整する組織ルーチンとして[6]、現場のトリアージでは、救出された傷病者のうち、早期に治療を要する者の選別を行い、緊急および非緊急 (緑, 黒) に区分し、さらに重症者を緊急 (赤) と待機可能 (黄) に分け、4段階に識別する[7]。

緊急度に応じ、医療コーディネータは傷病者と適切な医療機関を結びつけ、広域に散在する搬送先病院を決定する。広域災害医療のプロセスの中で、医療搬送は、時間的な変動要素のリスクが最も高く、航空輸送 (気圧, G, 震動, 騒音) の負荷が傷病者および医療行為に加わる。また地理的条件や交通条件あるいは天候・気象等の搬送の限界や、移動中の通信状況の混乱等の技術的要素も影響し、搬送以降の状況は、後方遠距離になればなるほど把握が困難になる[8]。したがって、搬送手段、経路、拠点病院のデータを正確に把握し、治療機関の収容能力、SCU 待機と広域搬送に要する時間を考慮し、搬送の適否を総合的に判定した決断が求められる。

最も重要な確定的治療を行う病院の Treatment の機能は、緊急時に実効性の高い理学的検査を行う Primary Survey, 精密な解剖学的検査を行う Secondary Survey, 様々な専門医療が高度に集約された手術等の根本治療から構成される。災害時には病院の電気・ガス・水道等のライフラインの寸断、道路、通信の大幅な損壊が予想されるため、傷病者を現場から迅速に救急診療部門や検査部門に搬送するだけでなく、傷病者のトラッキングデータ等の制御情報を、可能な限り先行的に搬送部門、救急診療部門、検査部門に提供するシステムが求められる。

実際、トリアージでは、専門医が傷病者の脈拍、血圧、呼吸等のバイタルサインの監視とともに、災害の規模と種類、傷病者の総数、被災現場から拠点病院までの距離、搬送経路の事情を勘案し、受け入れ先病院の、検査・手術能力や収容能力等の制約を、総合的に拮んで治療優先順位を決定する。災害医療プロセスの調整統括の基礎となるトリアージは、限られた医療資源の中で、救命の可能性のある重篤の傷病者を選別し、医療を継続させ、救命に最大の効果を上げるための技術である。このため、災害医療組織は、救急活動の情報伝達とそれに基づく行動の統一した解釈と一定の基準を整え、災害医療プロセスの調整・指揮統括技法の基盤となる、トリアージの色区分を通じて、共通の表現、理解、行動を結びつける、特別な社会的情報構造を備えている[9]。

3. 災害医療プロセスの調整、指揮統括の定式化

災害急性期には、重篤な傷病者に対する希少な医療資源の割当てと搬送、緊急治療の計画が意思決定の中心

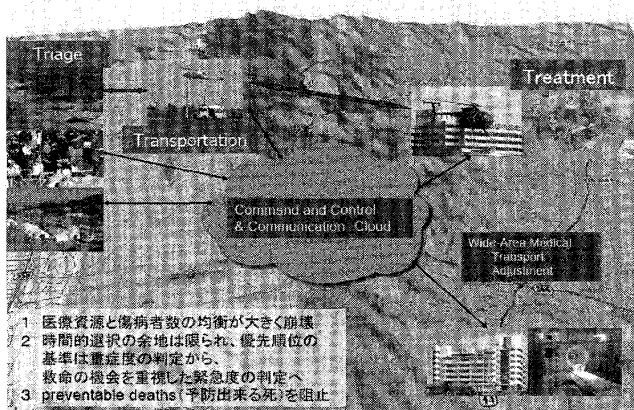


図1 災害医療の基本プロセス

問題になる。不確実な情報と評価すべき傷病者の変数の組合せ数が急増する中で、通常、効率的な解の探索は困難を極める。ここでは、トリアージを基礎とする医療プロセスの調整、指揮統括の構造を、 n 人の傷病者傷病者の予測死亡率 $F_j(t_j)$ の総和 $F\{t_j\} = \sum F_j(t_j)$ を目的関数として、これを最小化する治療優先順位を決定する組合せ問題として定式化する。

t_j : j 番目の傷病者のトリアージ開始時間

p_j : j 番目の傷病者のトリアージ時間 (一定= p)

λ_j : j 番目の傷病者 ($j=1 \dots n$) の Lagrange 乗数

目的関数: $F\{t_j\} = \sum F_j(t_j)$ ($j \in N, N = \{1, 2, 3, \dots, n\}$) (1)

制約条件: $(t_j + p_j) \leq t_{j+1}$ ($\forall j \in N$) (2)

$(t_i + p_i \leq t_k) \vee (t_k + p_k \leq t_i)$ ($i \neq k, (\forall i, k \in N)$) (3)

$t_j \geq 0$ ($\forall j \in N$) (4)

求められる意思決定の問題は、制約条件式(2)(3)(4)と、かつ傷病者 $j \in N$ の評価待ち時間 $h\{t_j\} = \sum (t_j + p_j - t_{j+1}) \leq 0$ の制約条件を満たし、全傷病者の予測死亡率の総和 $F\{t_j\} = \sum F_j(t_j)$ を最小化する治療優先順位 $C = \{t_j\}$ を求める、社会的最適解を得る問題、式(5)に帰着する。

Min $\{F\{t_j\} | h(C) \leq 0\}$ (5)

非線形計画問題式(5)に対して、式(6)で定義される Lagrange 関数 L の局所最適解を C_0 とするならば、KKT (Karush-Kuhn-Tucker) 条件、式(7)を満たす λ_j が存在する [10]。

$$L = \sum_{j \in N} F_j(t_j) + \sum_{j \in M} \{\lambda_j(t_{j-1} + p_{j-1} - t_j)\} \quad (6)$$

$$(N = \{1, 2, 3, \dots, n\}, M = \{1, 2, 3, \dots, n+1\},$$

$$t_0 = p_0 = 0)$$

$$\nabla \cdot L = \sum_{j \in N} \nabla \cdot F_j(t_j) + \sum_{j \in M} \nabla \cdot \{\lambda_j(t_{j-1} + p_{j-1} - t_j)\} = 0 \quad (7)$$

$$(\lambda_j \geq 0, (t_{j-1} + p_{j-1} - t_j) \leq 0, \lambda_j(t_{j-1} + p_{j-1} - t_j) = 0)$$

式(7)を解くことにより、局所的最適解 C_0 では、Lagrange 乗数 λ_j に式(8)の関係が成立する。

$$\lambda_j = \frac{\partial F_j}{\partial t_j} + \lambda_{j+1} \quad (j \in N, N = \{1, 2, 3, \dots, n\}) \quad (8)$$

式(6)の λ_j に関係式(8)を代入し、 j 番目の傷病者の評価に必要な時間を標準単位時間 $p_j = 1$ とすると、式(9)を得る。

$$L = \sum_{j \in N} \frac{\partial F_j}{\partial t_j}(j) + \sum_{j \in M} t_j \left(\frac{F_j(t_j)}{t_j} - \frac{\partial F_j}{\partial t_j} \right) \quad (9)$$

式(9)の第2項は、 $F_j(t_j)$ が凸関数であることから、任意の j ($\forall j \in N, N = \{1, 2, 3, \dots, n\}$) について負 (≤ 0)

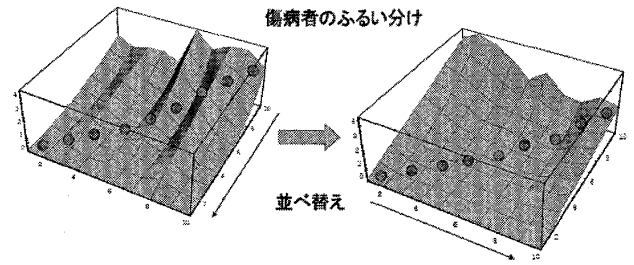


図2 傷病者の治療優先順位の決定

となる。また第1項は、傷病者の治療優先順位の配列の中で、時間的に後方に配置された傷病者ほど、傷病の緊急度の重み付け (j) が大きく影響する。したがって、時間軸上の値の遠方から緊急度の最も低い傷病者を配置することで、急速に L を低下させるふり分けを行い、社会的な最適解に至る探索空間を大幅に絞り込むことが可能になる。また第2項は、常に負 (≤ 0) であることから、さらに並び替えを行い、予測死亡率の総和 $\sum F_j(t_j)$ を極小化する余地を意味する。

ここで広い症候学的知識と、十分な臨床経験を有する救急専門医が、生命の危機がまだ芽の段階で、その微弱なシグナル $\frac{\partial F_j}{\partial t_j}$ を察知し、わずかな兆候から重要な意味を察知して、防ぎ得る外傷死 (Preventable Trauma Death) [11] を未然に阻止するトリアージを前提とするならば、離散化した予測死亡率関数 $F_j(k)$ を用いて Lagrange 関数 L を最小化する治療優先順位の決定が、メタ戦略の適用により可能となる [12]。

メタ戦略 [13] として、(1)過去の傷病者 ($n-1$) 人の探索の履歴を利用し、新たな n 人の傷病者からなる治療優先順位として関数 L を最小化する解 $C(n)$ を生成する。(2)生成した解 $C(n)$ を評価し、次の ($n+1$) 人の優先順位の解 $C(n+1)$ の探索に必要な情報を取り出す。任意の n 人 ($n \leq N$) について(1)(2)を反復する枠組みを使用した数値例を図2に示す。

4. 災害医療と事業継続のマインドセット

災害医療では、重篤の傷病者に残された、限られた時間内で確実に医療を継続する、高い信頼性が求められる。図3に示す不断の情報収集と、傷病者の位置・バイタルサインを追跡監視する搬送制御が行われる。不測事態が多発する被災環境では、搬送計画は乱れがちであり、受け入れ先病院の緊急事態の発生など、過酷な制約条件の変動にシステムが素早く対応する、変化に強いシステムが求められる [14]。また一度システ

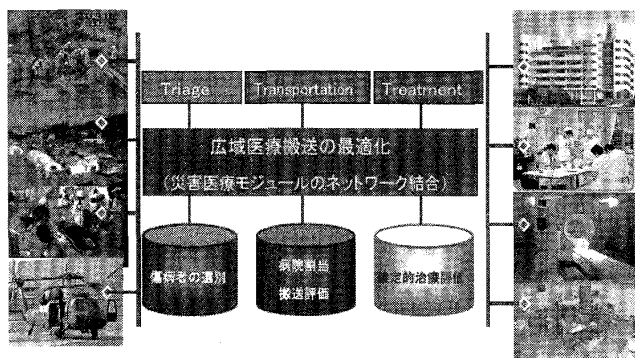


図3 調整統括技法と治療優先順位の決定

ムが立ち上がれば、休むことなく24時間運用され、運用を継続しながら、被災状況に合わせてプロセスを臨機に構成できる、段階的な拡張性が求められる。

災害医療では、対策本部等の中核から指示を待つことなく、プロセスを自律的に構成し運用することが、医療継続のキーポイントとなる。その結果、常時環境に適合しながら医療を継続する、Robustな自律分散型システムが求められる[15]。自律的運用に着目する理由は、急性期の災害医療が孤立した医療組織の集合体からなり、大規模災害への耐性を考えた場合、常に順調に稼働するサブシステムだけを前提にすることができない点にある。自律性の概念は、様々な状態のサブシステムを含みながら運用を継続する、広域災害医療の要求と合致する。すなわち、各医療モジュールはそれぞれ独立した状態で作業し、その場の状況に応じて適応的な対応を行いながら、全体としてまとまった破綻のないプロセス処理を継続する。

自律分散型の災害医療システムがこのような要件に優れているのは(1)自律的制御性：他のいかなる医療モジュールが機能不全であってもそれ以外の医療モジュールは原則的に影響を受けず、自己完結的に運用を継続する(2)自律的協調性：他のモジュールが機能不全であっても、残余のモジュールが、相互に各々の目的を充たしながら協調する(3)自律的機能性：災害医療のシステム内に、機能変更・拡張、不調の各モジュールが常在する前提に立ち、どの程度の機能があれば、時々の医療の総需要を満たし、医療を継続できるかを重視した段階的な運用を行う、という3つの特性による[16]。

重要なことは、システムの深層に、不測の事態をいまだ芽の段階（軽微なインシデントの段階）で察知し、拡大を防ぐ体制が敷かれている点にある。拡大防止が困難な場合には、抑制に力を注ぎ、抑制が効かないと

ときには、システム機能の復元力を活用し速やかに復旧を図る、人的資源ベースの「高信頼性組織のマインド」が運用継続性を担保している点にある[17]。

実際、救急医療は医の原点として、かつすべての国民が生命保持の最終的な拠り所としている、根源的な医療として位置付けられている[18]。災害時には、俊敏な意思決定と生命の危機管理が必須となる。特にトリアージと搬送を含む病院前救護は、救急医療の際だった特徴であり、傷病者の生死を左右する極めて重要な領域となる。重篤の傷病者が搬入されれば、拠点病院は一転して戦場に化す。災害医療プロセスは、現在の状況で、何が問題なのか、いかなる対策があるのか、妥当と思われる解釈を絶えず更新し、深めようとする、次のマインドセットがフルに働いている。

(1) 失敗の微弱なシグナルを見逃さない

医療プロセスの破綻のわずかな徴候は、医療の複雑な社会技術的システムの深部を覗き見る窓となる。失敗の因果関係の連鎖は、長くシステムの深層部にまで達する。失敗の徴候は、かなりの時間システム内に隠れ、やがて局所的誘発要因と結合されシステムの防御層を破る。そのため救急医療組織は、システムのわずかな不具合、事故発生前から存在していながら、その悪影響が表面化していない些細な兆候を深刻にうけとめ、そこから学ぶ能力が極めて高い。

「組織が知らないことは何か、組織には見えない」という経験則に基づき、自らの組織とその環境の真の姿を徹底的に追求する。そのため些細な失敗に組織は強く反応する。いまだ問題が深刻化しない初期の段階で、その微弱なシグナルの重要な意味を察知する。間一髪成功や、長期間の安定的運用という成功の影に隠された、通常からのわずかの逸脱こそ、ハイスタークス（突発的）な医療環境の最も危険な潜在的危機のシグナルとして捉えられる。高信頼性組織は、誤った仮説を認め、意思決定を修正する能力は有能であり、弱さのしるしではないことを理解している。

(2) 単純化を許さない

サービス・ドミナントな医療システムは[19]、人間の行動と、組織の複雑な基盤が相互作用する独自性がある。人間が環境の変化を予想する場合、状況を単純化して解釈しがちであり、予想しないものを無視する傾向に強い警戒心を抱き、状況に迎合した単純化を許さない。複雑な事象を広く深く理解するためには、多様な概念が必要であり、知識を得るたびに新たな疑問が生まれることを組織として理解する。

特に救急医療は横断的なチーム医療であり、多様な経験を有する部門横断の人的ネットワークとそのインターアクションから問題の微妙な意味合いを理解し、的確な治療戦略に基づく一貫した治療方針とチーム能力の結集が可能な、組織の複雑な内部イメージを共有している。

(3) オペレーションの現場を重視する

医療価値の創造が行われる現場を極めて重視する。組織行動の成功の鍵は、最新の運用の常統的把握にあり、わずかなオペレーションの滞りにも組織全体が注意を集中する。なぜならば、現場のオペレーションを重視することと、現場の人間関係は密接不可分の関係にあり、人間関係が破綻している組織では、緊急時に、システムが有効に機能するために必要な、深い知識を手に入れることは期待できない。率直な発言を封じ込めるような雰囲気は現場を支配し、オペレーションで生じつつある問題の兆候が中枢部に伝わらなければ、システムの全体像は把握できず、実際に現場で行われているオペレーションが、トップが考えていることと全く違うような状況が出現する。人と人の間で生じていることを理解せずに、現場のオペレーションの問題がどうして理解できるだろうか。

このため医療組織では、円滑なコミュニケーションから全体像を常時、認知できる仕組みを確立し、頻繁なインターアクションの中で見過ごされていた、現場の複雑な相互依存作用の理解を深める努力が行われる。部門間の調整に不可欠な、人間関係の信用と信頼に基づくチームワークから、高品質で安全な医療を提供する。その結果、過失が重なることで、思いもかけない相互作用が生じる危険性を減らし、危機と不測事態への対処を、真に有効で柔軟なものにしている。

(4) 考えながら行動し、考えるために行動する

時に失敗を覚悟し、過去、不意をつかれた経験を基に、足りない部分を復旧能力により補う創発型の戦略をとる。実際、重篤な急性病態とクリティカル・ケアの両方に精通した救急専門医を核とする診療チーム（救急科、外傷外科、集中治療科、麻酔科等）は、診療中に突然状況が急変し、診療行為が例外的な最悪の事態に変化しうることを予期する[20]。

その根底には、本来、危機の予測こそ困難であり、解決法を事前に知ることに限界があり、危機が発生した段階では、最早、危機を予測し対処するのは、抜本的に異なる方法を必要とする、防止（Prevention）よりも緩和（Reduction）を重視する姿勢がある。

プロセスに問題が発生するとスタッフは頻繁にコミュニケーションをとり、他部門の解釈を質問し、互いに提案する対策の危険性を確認する。臨機のインターアクションを通じて、危機対策とシステムへの影響の仮説が構築される。予測よりも事態緩和を優先し、プロセスに異常が発見されれば、原因究明を待たずに復旧が行われる。その結果、迅速な意思決定が要求されているにもかかわらず、思慮深い行動を生み出す「考えながら行動し、深く考えるために行動する」意思決定のサイクルが確立される。問題解決に向けた、高度の専門技術・知識により、即興的対応が取り入れられる。問題に気付く能力を保持しながら、多様な選択が可能となり、自由度の高い臨床状態を常に追求する、余地を生み出す。

(5) 高度な専門家の決定を尊重する

突発的な被災環境の急性期医療では、思考に費やすことのできる時間は不足し、不十分な行動は医療プロセスに重大な支障を与える。このため専門的知識が尊重され多様性が重視される。直面する問題の専門的解決策をもつ人物が意思決定の重要な役割を担い、階層性と専門性の両要素を結合したポジションに決定権が移行する。

特に不測事態が発生し、プロセスのリズムが乱れたときには、問題解決と能力発見に向け、組織の階層的制約を微妙に緩め、決定者の選定を弾力的に行い、その内容に最も適合した高度な専門家やチームに意思決定が委ねられる。問題解決に自由裁量を与えられた者は、自らの周囲に精巧な独自の認知メカニズムを作り上げ対処し、その意思決定の妥当性は、緊急の要求を満たす能力により評価される。

5. おわりに

今日の大規模災害の環境を乗り切る、最新の危機管理システムでは、BCPを維持して被害局限を図り、複雑な社会構造を波状伝播する2次被害を最小限に抑えることが求められる[21]。このように大きく複雑な現象を捉えるには、広くかつ複雑な考え方が必要となる。不意を突かれたと悟った直後が、知らなかったことを発見する数少ない機会となる。

災害医療プロセスの調整、指揮・統括の研究から明らかとなる組織問題の核心は、複数の自律的で強力な、3Tプロセスを中心に協働連携する医療チームの保持に尽きる。この解決のための基本的な鍵は、危機の見方の修正を頻繁に行い、何をもって危険と見なすか定

義を絶えず更新し、些細な失敗や成功のかげに潜む罣を、事前に察知するチームのマインドにある。

一つは、平常時、予想に反して生じた些細なインシデントの知識を蓄積するのではあるが、その規模がいまだ小さい芽の段階で危機を察知する能力。予想と違っているという事実、その意味するところを理解し、最も効果的な解決策を執行する分権と、局所での対応の調整や学習を共有する集権とが平行して行われる。

他の一つは、学習する組織の基礎を、人間と組織の相互作用におき、チームが共同して状況掌握に当たり変化を学習する能力。それは、個人の学習を遥かに超えるものであり、各人の認知能力が統合され、互いに補完し合う形で、チーム内のどの単位の個人よりも賢明な「システム」を創り上げる。

参考文献

- [1] 小栗頭二他・吉岡敏治・杉本燾 監訳, 甲斐達朗・嶋津岳 西野正人・鍛冶有登・定光大海 訳, 『MIMMS 大事故災害への医療対応, 現場活動と医療支援』永井書店, (2005) 4-15.
- [2] 神藤猛, 「ネットワークセントリックな災害医療システムの研究」日本経営学会誌, 21 (2008) 68-79.
- [3] Governor's Office of Emergency Services, Field Operation Guide, Incident Command System Publication ICS420-1, Firescope California, (2004) 2-1-2-5.
- [4] K. Weick and D. Coutu, Sense and Reliability; A Conversation with Celebrated Psychologist K. Weick, *Harvard Business Review*, Apr. (2003) 84-90 (K. ワイク, D. クーツ「不測の事態の心理学」『ハーバード・ビジネス・レビュー』第28巻, 第10号 (2003) 86-95).
- [5] K. Weick and K. Sutcliffe, *Managing the Unexpected*, John Wiley, (2001). 西村行功訳, 『不確実性のマネジメント』ダイヤモンド社, (2002) 5-6.
- [6] R. ネルソン, S. ウインター (角南篤・田中辰雄・後藤晃訳), 『経済変動の進化理論』慶應義塾大学出版会, (2007) 123.
- [7] JATEC: 日本外傷学会・日本救急医学会, 『外傷初期診療ガイドライン』へるす出版, (2004) 221-223, 231-237, 260-263.
- [8] 大友康裕, 『災害時における広域緊急医療のあり方に関する研究』厚生労働科学研究 平成15年度分担研究報告書, (2003) 3-20.
- [9] 辺見弘, 『救急・災害現場のトリアージ』東京救急協会, (2000) 2-9. 山本保博・鶴飼卓, 『トリアージ』国際災害研究会, (2003) 2-17.
- [10] 福島雅夫, 『非線形最適化の基礎』朝倉書店, (2001) 107-112.
- [11] JPTEC 協議会編, 『JPTEC: 外傷病院前救護ガイドライン』プラネット, (2004) 186-203.
- [12] 室田一雄, 『離散型凸解析の考え方』共立出版, (2007) 19-24.
- [13] 柳浦陸憲, 茨木俊秀, 『組合せ最適化—メタ戦略を中心として—』朝倉書店, (2001) 53-55.
- [14] D. スノウドン, M. ブーン, 「臨機応変の意思決定手法」『ハーバード・ビジネス・レビュー』第33巻, 第3号 (2008) 108-119.
- [15] A. Tanenbaum and M. Steen, "Distributed Systems" (水野忠則他訳) 『分散システム』Pearson Education, (2006) 2-25.
- [16] 青木昌彦, 安藤晴彦編著, 『モジュール化』東洋経済新報社, (2002) 3-18.
- [17] 神藤猛, 『ネットワークセントリックな危機管理組織』内外出版, (2008) 33-48.
- [18] 日本救急医学会監修, 『救急診療指針』へるす出版, (2005) 3-7, 485-487.
- [19] 文部科学省サービス科学・工学の推進に関する検討会, 『サービスに新たな可能性を求めて—サービスイノベーションのための提言—』科学技術学術政策局 報告書, (2009) 3. H. チェスブロー, 「サービスの科学を拓く」『ハーバード・ビジネス・レビュー』第30巻, 第6号 (2005) 27-29.
- [20] M. Pierre, G. Hofinger and C. Buerschaper, *Crisis Management in Acute Care Setting*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2008) (澤智博監訳, 『急性期医療の危機管理』シュプリンガー・ジャパン, (2009) 18-27, 198-199).
- [21] 内閣府防災, 『事業継続ガイドライン第一版』(2005) 3-10.