

千葉工業大学
博士学位論文

倒壊構造物からの救助活動の向上に関する研究
- エビデンスに基づく実活動・訓練の実現方策 -

Study on Improvement Measures for
Structural Collapse Rescue
-Implementation of Evidence-Based Training and Operations-

令和2年9月
加古 嘉信

1995年1月17日午前5時46分、当時大学生であった筆者は、神戸市内の自宅で1995年兵庫県南部地震を経験した。幸いにして自宅は倒壊を免れたものの、一瞬にして壊滅的な被害を受けた神戸の街で、親戚や友人の安否を確認しながら歩き回った時の悲惨な光景が、今なお鮮明な記憶として頭に残っている。

倒壊した家屋を前に着の身着のままの姿で呆然と立ち尽くす人の姿、倒壊家屋内に向かって大声で呼び掛ける人の姿、倒壊家屋の上に登って手作業で黙々と瓦礫を排除する人の姿などを目の当たりにしながら、自らの無力さを痛感した。また、そうした状況の中で、自らも被災者であろう地元の警察官や消防士が、そして県内外から駆け付けた多くの救援部隊が黙々とその責務を全うする姿に、強い感動と安心感を覚えた。

あれから25年8ヶ月の歳月が流れた。1995年兵庫県南部地震の翌年に警察官を拝命した筆者は、現在に至るまでの間、広域緊急援助隊、国際緊急援助隊の隊員などとして災害救助活動に直接的に携わる業務のほか、警察本部や管区警察局、警察庁の災害対策担当者などとして勤務しながら、多くの時間を災害救助、特に倒壊構造物からの救助活動の向上に関する検討・研究に費やしてきた。これらの原動力となったのは、1995年兵庫県南部地震で経験した無力さ、そして「公助」の一翼を担う者としての使命感であったと考えている。本論文は、公私にわたるこれまでの検討・研究の一到達点であり、また、将来の災害に備えた取組を今後継続していく上での通過点でもある。

本論文執筆に至る過程で、いくつかのターニングポイントとなる出来事があった。

2003年8月に参加した国際緊急援助隊救助チームの総合訓練では、当時では極めて先進的な「瓦礫の下の医療」(Confined Space Medicine : CSM)を取り入れた救助訓練が実施された。その訓練では、模擬的に倒壊建物の内部を再現した空間に、医師がヘルメット、ゴーグル、プロテクターなどを装着して進入する。そして、高さ1mにも満たない狭隘な空間内で、救助隊員と連携しながら、重量物の下敷きとなった要救助者に対して点滴などの医療処置(CSM)を実施する。これは、1995年兵庫県南部地震時に多くみられた「クラッシュ症候群」の発症を回避するための高度な災害救助戦略であった。そこで指導的役割を担っていた医師は「命を救うためには災害医療の最前線を瓦礫の下の患者のもとへ届けなければならないケースが存在する」と語り、その熱意ある言葉・姿勢に強い衝撃を受けた。要救助者の救助・救命という共通の目的達成のために、「救助」「医療」という職能の壁を越えて協同することの意義・重要性を改めて痛感する機会となった。

この経験を端緒として、倒壊構造物からの救助活動の向上に関する検討・研究を始めることとなった。また、人命に関わる検討・研究を推進するための医学的な知識基盤を築くべく、2004年から救急救命士の国家資格を取得するための取組を始めた。

2005年4月には、兵庫県尼崎市において、JR福知山線列車脱線事故が発生した。この大規模な事故災害では、列車内に閉じ込められた要救助者に対し、我が国初の実践・成功例となるCSMが先駆的医師らによって行われた。以後、CSMならびにこれと並行して行われるConfined Space Rescue（CSR）の意義・重要性が専門家の間で広く認識されるようになり、これらCSR／CSM活動を安全かつ効果的・効率的に実践するための体制構築、訓練環境の整備などに向けた機運が高まった。

2006年4月には、災害医療に精通する医師や救急救命士の国家資格を持つ東京消防庁および海上保安庁の救助隊員らとともに、CSR／CSM活動を含むUrban Search & Rescueの先進国である米国・カリフォルニア州で開催されたFEMA National USAR System Medical Specialist Trainingに参加する機会を得た。そこで実見した訓練施設や体系的な訓練カリキュラムは、我が国のそれとは大きく異なるものであり、驚きと感動、そして、災害常襲国日本で活動する災害救助関係者の一人として強い危機感を覚えた。

2006年6月には、1995年兵庫県南部地震およびJR福知山線列車脱線事故の両方の発生地となった兵庫県が、県広域防災センターの敷地内にCSR／CSMに対応する専門的訓練施設の整備を計画している旨の連絡をいただき、その整備プロジェクトに携わる機会を得た。ここでは、施設整備委員会のメンバーであった工学専門家の指導・助言を仰ぎながら、上記米国の訓練施設や訓練カリキュラムについて分析を行い、施設基本計画案の策定や人間工学的検討に基づく施設詳細寸法の考察等を行った。

2007年3月には上記基本計画案に基づく「兵庫県瓦礫救助訓練施設」が竣工し、同訓練施設を活用するなどして、また、災害救助・災害医療分野の専門家、工学専門家等の指導・助言を仰ぎながら、倒壊構造物からの救助活動の向上に関する様々な検討・研究を推進した。

2011年3月、2011年東北地方太平洋沖地震が発生した。この未曾有の大災害では、地震に続く津波、そしてこれに続く原子力発電所事故の発生など、災害の多様性を痛感させられるとともに、我が国における災害救助体制向上に向けた取組の重要性を再認識する機会となった。

2012年5月には、2011年東北地方太平洋沖地震における災害警備活動に関する反省

・教訓を踏まえて発足した「近畿管区警察局災害警備訓練施設整備プロジェクト」に携わる機会を得た。このプロジェクトでは、工学分野（建築・土木）および災害医療分野の専門家の協力を得て段階的に検討を重ね、プロジェクトの発足から約3年半の歳月を経た2016年1月、全国警察初となる災害救助専用の訓練施設（「近畿管区警察局災害警備訓練施設」）が完成した。この訓練施設に採用された計画理念・施設構想，施設構成，特に木造倒壊建物からの救助訓練に活用することを主眼として開発した「可変式訓練ユニット」は，2006年頃から続けた公私にわたる検討・研究の一つの「かたち」となるものであった。

そしてその3カ月後の2016年4月，2016年熊本地震が発生した。当時，警察庁警備課の災害対策室で勤務していた筆者は，一連の初動対応が終了した後，同災害における警察の全救助活動事例（111現場，要救助者160人）に関する検証を行い，特に，層崩壊を伴う倒壊建物現場で行われた救助活動事例（39現場，要救助者60人）に関する実態調査・分析を行った。その結果は，2016年熊本地震の発生から1年後の2017年4月に警察庁のwebサイト上で公開された。しかし，公開までの時間的な制約もあり，同調査・分析に際して開発した実態調査手法に関する詳細な報告や，得られた実態データの詳細な分析・考察までには至らなかった。

そこで，2017年9月より，学位取得を目指すプロセスの中で更なる分析等に取り組むこととし，3年の月日を経て，ここに，過去の検討・研究成果を含む一編の論文としてまとめたものである。

災害常襲国である我が国では，各種防災・減災対策の取組を推進することが普遍的な課題である。災害に備えるための取組は幅広く，様々な角度からのアプローチ・取組が重要となる。筆者が取り組む分野は，各種防災・減災対策の一端に過ぎない。ただ，人命救助の最前線ともいえる倒壊構造物の内部で実施されるCSR／CSM活動に焦点を当てた本研究は，災害救助に直接的に関わる行政機関のみならず，災害医療，地域防災，工学など，幅広い分野に関連する有用な知見を含んでいると考えている。本論文による知見が，将来の災害による被害軽減の一助として幅広い分野で活用されることを希望するとともに，本論文を自らの今後の取組推進に向けた出発地点にしたいと考えている。

2020年9月

加古 嘉信

要旨

災害によって倒壊した建造物の内部に閉じ込められた被災者に対しては、CSR (Confined Space Rescue) / CSM (Confined Space Medicine) という極めて高度な救助活動が的確に実践されなければ救命困難なケースがしばしば存在する。そのため、救助実動機関やこれと連携する災害派遣医療チーム (DMAT) 等の専門部隊の対処能力向上が重要な課題である。災害対処能力の向上を図るためには、現場活動に必要な知識・技術要素を精査して訓練を体系化し、また、その訓練を推進するための訓練環境 (施設・設定・カリキュラム等) を設計する必要がある。そして、災害が発生して救助活動が実践された場合には、その救助活動の実例から得られる実態データを収集・整理して次の災害に備えた取組の改善・向上へと繋げていくことが重要である。

本論文は、将来我が国で発生する災害によって、倒壊建造物の内部という極めて危険・劣悪な環境下に置かれた要救助者を安全かつ的確に救助・救命するための体制向上に資することを目的として、特に救助実動機関やこれと連携する DMAT 等の専門部隊による CSR / CSM の対処能力向上のための方策について検討を行ったものである。

本論文は 2 部構成となっている。まず、論文全体の序論にあたる「序」に始まり、第 1 部は 2006 年から 2016 年熊本地震発生以前に実施した検討・研究を、第 2 部は 2016 年熊本地震発生以降に行った検討・研究を示し、「結」において論文全体の総括を行っている。以下に各部の概要を示す。

「序」では、まず、研究の背景・問題意識を述べた上で、本論文の軸となる「災害対処能力の向上モデル」について概説している。その後、本研究の目的を述べ、関連する既往研究を整理している。

第 1 部は「訓練内容の精査・体系化と訓練施設・設定・カリキュラムの設計」と題し、全 6 章で構成されている。

まず第 1 部・1 章「第 1 部・序論」では、第 1 部の位置付けと構成を示している。

第 1 部・2 章「米国 CSR / CSM 訓練プログラムの実見調査に基づく検討」では、CSR / CSM を含む Urban Search & Rescue 活動の先進国である米国の取組事例について、2006 年に実見調査を行った FEMA National USAR System Medical Specialist Training のカリキュラム構成、訓練施設の特徴等を示した上で、各訓練項目の概要等を踏まえて整理した、CSR / CSM の活動プロセスとその特徴を示している。

第1部・3章「CSR／CSM 訓練施設に求められる要件に関する検討」では、我が国初の専門的な CSR／CSM 対応訓練施設（「兵庫県瓦礫救助訓練施設」, 2007年3月竣工）の整備に際して行った、同種訓練施設に求められる意義, 要件, 構成要素, ならびに詳細寸法（模擬的に設定する閉鎖的空間の水平経路高さ）に関する検討の結果を示している。

第1部・4章「CSR／CSM 訓練の高度化・標準化に向けた検討」では、第1部・2章による知見を踏まえて考案した訓練カリキュラム案の概要を示すとともに、CSR／CSM 活動の現場における劣悪な環境条件（「閉所（空間・寸法制限）」, 「騒音」等）を訓練負荷として設定した総合訓練について、その訓練負荷が CSR／CSM 活動に従事する個人・部隊の活動や訓練効果に及ぼす影響に関する検証結果を示している。

第1部・5章「『可変式訓練ユニット』の開発に向けた検討」では、我が国で最も倒壊リスクが高い木造建物の倒壊・閉じ込め事案への対処能力向上を主眼として開発した訓練設備（「可変式訓練ユニット」, 2016年1月本運用開始）について、その開発経緯, 検討プロセスならびに同訓練ユニットの機能等を示している。

そして第1部・6章「第1部・総括」で第1部のまとめを行っている。

第2部は「2016年熊本地震における木造倒壊建物からの救助活動に関する調査・分析」と題し、全5章で構成されている。

まず第2部・1章「第2部・序論」では、第2部の目的と構成を示している。

第2部・2章「警察の災害救助活動の概略と2016年熊本地震の特徴・特殊性」では、調査・分析の対象とした警察の災害救助活動について、特に1995年兵庫県南部地震の反省教訓を踏まえて創設された災害救助部隊の変遷を整理した上で、災害発生時における警察の一般的な初動対応の流れを示している。その後、2016年熊本地震の特徴・特殊性を「揺れ」および「被害」の観点から概観し、同災害における警察の初動対応の特徴を前震・本震別に整理している。

第2部・3章「調査票の開発ならびに現場状況・活動の実態把握と傾向分析」では、まず、本研究を通じて開発した調査票について、その開発段階で実施した「模型による状況再現手法を用いたヒアリング」, 同ヒアリングの結果を踏まえて開発した「閉じ込め空間のパターンチャート」の概要等を示している。そして、同調査票による調査結果のうち、CSR／CSM の実践に際して特に重要な状況評価項目となる①活動対象建物

の破壊程度，②要救助者の閉じ込め位置，③閉じ込め空間の寸法・形状および④要救助者の被挟圧状況について，その傾向の分析と考察の結果を示している。

第2部・4章「救助活動の困難度を構成する要因に関する検討」では，調査票によって得られた実態データを基に，救助活動の所要時間と活動現場の状況等の関連性を分析することにより，木造倒壊建物からの救助活動の困難度に影響を及ぼす要因について検討を行い，災害初動対応に当たる実務者が各建物倒壊・閉じ込め現場の救助困難度を評価する上で，また，部隊レベルに応じた訓練を企画・実施する上で参考となり得る指標を整理している。

そして，第2部・5章「第2部・総括」で第2部のまとめを行っている。

以上を踏まえ「結」では，本論文の意義・成果を示すとともに，今後の展望について述べている。

ABSTRACT

It is often challenging to save the lives of victims trapped inside collapsed structures in the event of disasters, unless highly advanced rescue activities, such as confined space rescue/confined space medicine (CSR/CSM), are properly practiced. Therefore, improving the capabilities of specialized units, such as rescue teams and disaster medical assistance teams (DMATs), is vital. To improve disaster response capabilities, it is important to effectively and efficiently promote systematic training during the disaster preparation period. Additionally, when a disaster occurs and the rescue activities are put into practice, it is crucial to collect and organize the actual data of the rescue activities to improve the rescue measures in the event of future disasters. This study aims to improve the system for the safe and appropriate rescue of victims trapped in extremely dangerous and poor environments inside collapsed structures in the event of disasters that may occur in Japan in the future. In particular, we examine ways to improve the response capabilities of CSR/CSM by rescue teams and specialized teams, such as DMAT.

This study is divided into two parts. Part 1 presents the introduction of the entire paper and then presents the studies conducted before the 2016 Kumamoto earthquakes, whereas Part 2 presents the studies conducted after the 2016 Kumamoto earthquakes, and finally summarizes the entire paper. In the introduction, first, the background of the research and the awareness of the problem is described, and then the model for improving the disaster response capacity, which is the focus of this paper is outlined. Next, the purpose of this study and the organization of the related past studies are presented.

Part I is titled “Scrutinization/systematization of training contents and design of training facilities/settings/curriculum” and comprises six chapters.

Part I · Chapter 1 – “Introduction”

This chapter outlines the structure of Part I.

Part I · Chapter 2 – “Empirical Survey of US CSR/CSM Training Program”

In this chapter, the curriculum structure of the FEMA National USAR System Medical Specialist Training conducted in 2006 in a case study of the United States, which is a developed country of the USAR, is presented, indicating the characteristics of the training facility. Then,

we describe the CSR/CSM activity process and its characteristics, which are organized based on the outline of each training item.

Part I · Chapter 3 – “Investigation of Requirements for CSR/CSM Training Facilities”

In this chapter, the first specialized CSR/CSM training facility in Japan (Hyogo Prefecture CSR/CSM Training Facility, completed in March 2007) is presented. Additionally, the results of the investigation on the significance, requirements, constituent elements, and detailed dimensions (height of the horizontal path of the closed space to be simulated) required for a similar training facility are presented.

Part I · Chapter 4 – “Upgrading/Standardization of CSR/CSM Training”

Here, the training curriculum devised based on the findings of Part I · Chapter 2 is outlined and the CSR/CSM activities are described. Regarding the comprehensive training wherein poor environmental conditions (such as closed space and noise) in the field were set as the training load, the verification results of the effect of the training load on the activities and training effects of individuals and the engaged units are presented.

Part I · Chapter 5 – “Development of Variable Training Unit”

The training equipment (the variable training unit was developed with the aim of improving the ability to deal with the collapse/confinement of the wooden building with the highest collapse risk in Japan; the operation began in 2016), development history, development process, and functions of the training unit are presented.

Part I · Chapter 6 – “Summary”

This chapter summarizes Part I of the paper.

Part II is titled “Survey/Analysis of Rescue Activities in Wooden Collapsed Buildings during the 2016 Kumamoto Earthquakes” and comprises five chapters.

Part II · Chapter 1 – “Introduction”

This chapter outlines the purpose and structure of Part II.

Part II · Chapter 2 – “Disaster Relief Activities of Police and Characteristics of 2016 Kumamoto Earthquakes”

This chapter presents the outline of the disaster rescue activities of the police, particularly the disaster rescue team created based on the learnings from the 1995 Hyogoken Nanbu Earthquake, to better understand the preconditions for the investigation and analysis regarding the rescue

activities of the police during the 2016 Kumamoto earthquakes. Additionally, it describes the transition of the unit and the flow of the general initial response in the event of a disaster. Subsequently, the outline and characteristics of the 2016 Kumamoto earthquakes are reviewed, the initial responses of the police to the foreshock and mainshock are also surveyed, and the prerequisites for the investigation and analysis are clarified.

Part II · Chapter 3 – “Survey Methodology Development and Site Situation Trend Analysis”

Herein, first, we report on the “interview methods using miniature models to reproduce the rescue site situations” and the “space-scale-pattern-chart of the confined space” developed based on the interview results. Among the survey results of the developed questionnaire, we analyze and consider the (1) damage grade of buildings that became the sites for confined space rescues; (2) locations of victims trapped inside collapsed houses; (3) scale and shape configurations of spaces inside collapsed houses; and (4) concrete entrapment situations, including whether victims were being pressed by heavy objects, which are particularly important items for the situation evaluation in the practice of CSR activities at building collapse/confinement sites.

Part II · Chapter 4 – “Factors Composing Rescue Difficulty”

In this chapter, the relationship between the duration of rescue operations and the situation of the activity site is analyzed based on the actual data described in the investigation report by the National Police Agency, as well as the factors making the rescue at collapsed wooden buildings challenging during the 2016 Kumamoto earthquakes. Then, situations that can be used as a reference for practitioners in the initial disaster response evaluation and classification of the difficulty level of rescue operations are investigated.

Part II · Chapter 5 “Summary”

This chapter summarizes Part II of the paper, and the “Conclusion” presents the findings and significance, as well as future prospects, of this study.

目 次

| | |
|---|----|
| 序 | 1 |
| 序.1 研究の背景・問題意識 | |
| 序.1.1 「瓦礫災害」における閉じ込めと CSR/CSM | |
| 序.1.2 問題意識と着眼点 | |
| 序.2 研究目的と本論文の構成 | |
| 序.3 既往研究 | |
| 序.3.1 1995年兵庫県南部地震に関する調査報告 | |
| 序.3.2 米国の USAR に関する報告等 | |
| 第1部 訓練内容の精査・体系化と訓練施設・設定・カリキュラムの設計 | |
| 第1章 第1部・序論 | 16 |
| 1.1 第1部の構成 | |
| 第2章 米国 CSR/CSM 訓練プログラムの実見調査に基づく検討 | 19 |
| 2.1 米国 FEMA Medical Specialist Training Course の目的, カリキュラム構成等 | |
| 2.2 実動訓練の概要 | |
| 2.2.1 Skill Stations (個別技能習得訓練) | |
| 2.2.2 Scenarios (想定訓練) | |
| 2.2.3 Full Field Exercise (総合訓練) | |
| 2.3 CSR/CSM の活動プロセスの整理とその特徴点の抽出 | |
| 2.4 小括 | |
| 第3章 CSR/CSM 訓練施設に求められる要件に関する検討 | 42 |
| 3.1 兵庫県瓦礫救助訓練施設整備検討の概要 | |
| 3.2 施設コンセプトに関する検討 | |
| 3.2.1 高度な実動訓練施設として | |
| 3.2.2 機関・職能横断的な共同利用施設として | |
| 3.2.3 検証・発展の場として | |
| 3.3 基本計画に関する検討 | |
| 3.3.1 展示・検証施設 | |

- 3.3.2 個別技能習得訓練施設
- 3.3.3 想定訓練施設
- 3.3.4 総合訓練施設
- 3.4 詳細寸法に関する人間工学的検討
- 3.5 小括

第4章 CSR/GSM 訓練の高度化・標準化に向けた検討 -----55

- 4.1 訓練カリキュラム案と実証研究の概要
 - 4.1.1 基礎座学
 - 4.1.2 個別技能習熟訓練
 - 4.1.3 想定訓練
 - 4.1.4 総合訓練
- 4.2 「訓練負荷」の種類・負荷方法
 - 4.2.1 閉所（空間・寸法制限）
 - 4.2.2 騒音
 - 4.2.3 時間帯・気象環境
- 4.3 検証方法
- 4.4 検証結果
 - 4.4.1 「閉所（空間・寸法制限）」による影響・効果
 - 4.4.2 「騒音」による影響・効果
- 4.5 小括

第5章 「可変式訓練ユニット」の開発に向けた検討 -----82

- 5.1 検討プロセス
 - 5.1.1 木造建物の倒壊パターンの分類と活動対象空間の特定
 - 5.1.2 活動対象空間における救助活動プロセスの抽出
 - 5.1.3 「管理型」訓練施設・設備の発想とシステム設計
- 5.2 「可変式訓練ユニット」の概要
- 5.3 小括

第6章 第1部・総括 -----95

| | |
|--|-----|
| 第2部 2016年熊本地震における木造倒壊建物からの救助活動に関する調査・分析 | |
| 第1章 第2部・序論 ----- | 99 |
| 1.1 第2部の構成 | |
| 第2章 警察の災害救助活動の概略と2016年熊本地震の特徴・特殊性 ----- | 103 |
| 2.1 警察の災害救助活動の概略 | |
| 2.1.1 警察における災害救助部隊の変遷 | |
| 2.1.2 災害発生時における警察の一般的な初動対応の流れ | |
| 2.2 2016年熊本地震の概要・特徴 | |
| 2.3 2016年熊本地震における警察の初動対応 | |
| 2.3.1 前震後の初動対応 | |
| 2.3.2 本震後の初動対応 | |
| 2.4 小括 | |
| 第3章 調査票の開発ならびに現場状況・活動の実態把握と傾向分析 ----- | 120 |
| 3.1 対象事例 | |
| 3.1.1 調査対象事例 | |
| 3.1.2 調査対象部隊 | |
| 3.2 研究方法 | |
| 3.2.1 予備調査（模型による状況再現手法を用いたヒアリング） | |
| 3.2.2 調査票の設計 | |
| 3.2.3 アンケート調査（本調査） | |
| 3.3 調査結果 | |
| 3.3.1 活動対象建物の破壊程度 | |
| 3.3.2 閉じ込め位置 | |
| 3.3.3 閉じ込め空間の寸法・形状 | |
| 3.3.4 要救助者の被挟圧状況 | |
| 3.4 考察 | |
| 3.4.1 活動対象建物の破壊程度 | |
| 3.4.2 閉じ込め位置 | |
| 3.4.3 閉じ込め空間の寸法・形状 | |

| | | |
|-------|----------------------------|----------|
| 3.4.4 | 要救助者の被挟圧状況 | |
| 3.5 | 小括 | |
| 第4章 | 救助活動の困難度を構成する要因に関する検討 | -----158 |
| 4.1 | 研究対象 | |
| 4.2 | 研究方法 | |
| 4.2.1 | 使用するデータ | |
| 4.2.2 | 着眼点 | |
| 4.2.3 | 「活動所要時間」の定義 | |
| 4.2.4 | 活動所要時間との関連性を調べるデータ | |
| 4.3 | 結果 | |
| 4.3.1 | 活動所要時間の分布 | |
| 4.3.2 | 活動人数と活動所要時間の関連性 | |
| 4.3.3 | 活動現場の状況と活動所要時間の関連性 | |
| 4.4 | 考察 | |
| 4.4.1 | 要救助者の被挟圧状況（挟圧の有無）について | |
| 4.4.2 | 要救助者の被挟圧状況（被挟圧部位）について | |
| 4.4.3 | 要救助者の被挟圧状況（圧迫物）について | |
| 4.4.4 | 要救助者の被挟圧状況（圧迫物）と挟圧解除作業について | |
| 4.5 | 小括 | |
| 第5章 | 第2部・総括 | -----183 |
| 結 | | -----186 |
| 参考文献 | | -----189 |
| 謝辞 | | -----193 |

序

我が国は地震，台風，豪雨，火山噴火等多種多様な災害が頻発する災害常襲国であり，古くから多くの尊い人命や財産が災害によって失われてきた．このように災害と関係の深い我が国においては，防災・減災のための各種取組の推進が普遍的な課題である．災害に備えるための方法論や領域，適用範囲は，分野や立場の違いにより異なる．しかし，いずれの取組にも共通する最大の目的は，災害による死者を最小限に抑えることである．

平成7年1月17日午前5時46分に発生した1995年兵庫県南部地震は，我が国の防災・減災対策の一つのターニングポイントとなった．高度経済成長期を経て発展した市街地をマグニチュード7.3の強烈な揺れが直撃し，神戸市を中心に約十数万棟の家屋が一瞬にして倒壊した．発生時間が早朝だったことから，就寝中の住民等4,823人（この災害の直接死者15,502人のうち88%）が倒壊した家や家具の下敷きとなって圧死したほか，地震直後から発生した火災により550人が焼死するなどの甚大な被害が発生した¹⁾．この震災を契機に，同年12月には耐震改修促進法が施行されるなど，建物の耐震対策の取組が加速的に進むこととなったほか，災害対策基本法をはじめとした各種法令の改正や制定，防災基本計画の大幅な修正，各種情報システムの整備，災害医療体制の充実強化等，様々な取組が加速度的に進められてきた．また，これらの取組と並行して，災害発生時に人命救助活動に従事する警察，消防等の実動機関（以下「救助実動機関」）では，広域応援派遣体制を備えた災害救助部隊²⁾の創設，災害対策用資機材の整備，各種訓練の推進等，災害発生時の人命救助体制（以下「災害救助体制」）の向上に向けた様々な取組が推進されてきており²⁾⁻⁴⁾，1995年兵庫県南部地震以降に我が国で発生した内陸型地震の中で最も多くの建物倒壊・閉じ込めが発生した2016年熊本地震では，これら救助実動機関の部隊によって数多くの救助活動が展開された⁵⁾．

¹⁾ ハザードに直接起因する死者を表し，避難生活等に伴う関連死者を含まない．

²⁾ 国内で発生した大規模災害時に広域的に派遣される救援部隊．消防においては「緊急消防援助隊」が，警察においては「広域緊急援助隊」等が整備されている（このうち「広域緊急援助隊」については第2部2章1節で詳述）．

筆者は、1995年兵庫県南部地震の翌年に警察官を拝命して以降、現在に至るまでの間に、災害救助の現場活動に直接的に携わる業務のほか、警察本部や管区警察局、警察庁の災害対策担当者などとして勤務しながら、公私を通じて、これら災害救助体制の向上に向けた取組に携わってきた。本論文は、これらの取組の中から、筆者が2006年から継続的に行ってきた倒壊構造物からの救助活動の向上に関する研究の成果を取りまとめたものである。

序.1 研究の背景・問題意識

序.1.1 「瓦礫災害」における閉じ込めとCSR/CSM

一般に、災害はその生じる原因によって「自然災害」と「人為災害」に大別される。「自然災害」は地殻変動や気象上の変化によって引き起こされるものであり、地震、津波、火山噴火、台風、集中豪雨、土石流、豪雪などが挙げられる。また「人為災害」は、大型交通事故（列車、航空機、船舶、車両多重衝突など）の頻度が比較的多く、その他工場爆発、化学物質漏洩、ガス爆発、放射線事故などが挙げられる。これら多種多様な災害の内、構造物が倒壊し、その内部にできた残余空間に生存者が存在する類の災害（Collapsed-Structure Disaster）を、山田（2002）⁶⁾は「瓦礫災害」と呼んだ。これは、人命救助の観点から見た災害の分類方法の一種であり、限られた時間内に適切な救助・医療活動が実践されることで、そのトラップされた生存者を救命可能であることが最大の特徴の一つである。

災害救助の分野では、倒壊構造物の内部などの閉鎖的空間で行う救助活動を Confined Space Rescue（以下「CSR」）という。CSRは、二次災害の発生が懸念される中で、救助者が倒壊構造物の内部に進入し、要救助者が閉じ込められている狭隘な空間（以下「閉じ込め空間」）で、限られた人員・資機材により、また限定的な活動姿勢・方法によって実行しなければならない。また、要救助者の身体が崩落した梁などの下敷きになっているようなケースでは、クラッシュ症候群³の発症を回避するため、医

³ クラッシュ症候群は、筋肉が長時間圧迫を受け、その圧迫解除後に起こる全身障害。圧迫によって壊死した筋細胞内の物質が圧迫解除によって血中に放出され、急性の腎不全、心不全等を引き起こす。我が国では、1995年兵庫県南部地震において、救出以前は意識清明で会話も可能であった要救助者が、救出（挟圧解除）の直後に容態が急変して死に至る事例等が複数みられたことによって広く知られるようになった。

療者が倒壊構造物の内部に進入して輸液等の医療処置を実施する、いわゆる「瓦礫の下の医療」（Confined Space Medicine, 以下「CSM」）と同時並行で実施することが想定される⁶⁾。そのため CSR は、極めて危険度・困難度が高い救助活動に分類されており⁷⁾、その実践には、高度な救助戦略に基づいて安全かつ的確に救助活動を遂行するための能力が、活動者個人、そして救助者・医療者を含む隊全体に必要となる。

なお、CSR を要するような瓦礫災害の現場においても、閉じ込め空間内部の要救助者の状態などから CSM を必要としない（あるいは物理的に実践不可能な）ケース等も想定される。しかし多くの場合、当該活動現場の状況を実際に確認しなければその判断は困難である。そこで本論文では、CSR または CSM について単体で論じる場合を除き、救助者（状況に応じて医療者）が倒壊構造物の内部に進入して行う極めて危険度・困難度が高い救助活動を「CSR/CSM」と表記して議論を進める。

CSR/CSM を含む瓦礫災害に伴う救助・救命活動（Urban Search and Rescue, 以下「USAR（ユーザーと発音⁴⁾）」の先進国である米国では、1990年以降、FEMA（Federal Emergency Management Agency：連邦緊急事態管理庁）が中心となって、USARに関する専門分野別のワーキング・グループが結成され、各種体制の整備が進められた。米国では、USARを「救出された要救助者の予後の改善までをも包括した総合的な救助・救命活動」として明確に定義しており、日本の防災基本計画に相当する Federal Response Plan の USAR の項においても、倒壊構造物内で身動きできない要救助者への医療の提供、すなわち CSM が USAR の本来的活動の一部として明記されている。

我が国において CSM の意義・重要性が災害救助活動に従事する実務者の間で広く周知され始めたのは、1995年兵庫県南部地震から5年の歳月が経過した2000年頃である。この年の2月、「日本集団災害医学会（現日本災害医学会）」の総会に米国の専門家である Berbera 医師が招聘され、その機会を利用して、国立病院機構災害医療センターおよび東京消防庁の主催で、我が国初の米国式 CSM のデモンストレーションおよび実技体験訓練が行われた⁸⁾。これ以降、先駆的な災害医療関係者や国際緊急援助隊（Japan Disaster Relief Team. 警察、消防、海上保安庁の隊員らで構成）、東京消防庁第八本部消防救助機動部隊（通称：ハイパーレスキュー）等の特に高度な救助部隊の間で CSM の意義・重要性が徐々に共有されるようになった。

⁴⁾ Urban Search & Rescue の略称は、米国の公式文書では US&R、英国では USAR であり、いずれも「ユーザー」と発音する。本論文では、発音との繋がりを重視して全て USAR と表記している。

この頃、災害医療の分野においても大きな変革があった。厚生労働省は、「防ぎ得る災害死」⁵を最小化することなどを目的として、2001年に「日本における災害時派遣医療チーム（Disaster Medical Assistance Team：DMAT）の標準化に関する研究」を開始した。元来DMATという名称は、米国の国家災害医療システム（National Disaster Medical System：NDMS）の中で整備されている災害派遣医療チームの名称から流用されたものである。しかし、米国と我が国では行政制度、医療制度等が異なっており、そのまま米国の体制を導入することはできないため、我が国の諸体制に適合する日本版DMATの整備構想が立ち上がったものである⁹⁾¹⁰⁾。そして、2004年新潟県中越地震による被害を受けた平成16年度補正予算によって日本版DMATの編成・整備が決定され、国立病院機構災害医療センターおよび兵庫県災害医療センターにおいて、2005年3月から「日本DMAT隊員養成研修」が開始された。日本DMATは、「災害発生直後の急性期（概ね48時間以内）に活動を開始できる機動性を持った、専門的な研修・訓練を受けた医療チーム」と定義されている¹¹⁾。しかし、発足当初の日本DMAT隊員養成研修においてCSMは体験訓練としての位置付けであり、実際の災害救助の現場にこれを実装するためには、米国のUSARのような各種体制の構築が先行的に必要と考えられていた。

そのような情勢の中、2005年4月25日、兵庫県尼崎市においてJR福知山線列車脱線事故⁶が発生した。この大規模事故災害の現場では、列車内に閉じ込められた要救助者に対して、我が国初の実践・成功例となるCSMが先駆的医師らによって実施された¹²⁾。この事例が一つの嚆矢となり、以後、救助実動機関やDMATの実動者の間でCSR/CSMに対する関心が特に高まった。そして2006年3月には、1995年兵庫県南部地震およびJR福知山線列車脱線事故の両方の発生地となった兵庫県が、同県三木市の兵庫県広域防災センターの一角に、専門的なCSR/CSM対応訓練施設を整備するための検討会議を立ち上げるなど、自治体単位での取組も本格化し始めた。

⁵ 「防ぎ得る災害死」とは、医療が適切に介入すれば避けられた可能性のある災害死を指す。

⁶ 2005年4月25日午前9時18分頃、兵庫県尼崎市のJR西日本福知山線尼崎駅～塚口駅間において発生した列車脱線事故（死者107人、負傷者460人）。

序. 1.2 問題意識と着眼点

前述のとおり，CSR／CSMは極めて危険度・困難度が高い救助・医療活動であり，その実践には，高度な救助戦略に基づいて安全かつ的確にこれを遂行するための能力が，救助者・医療者の各個人に，また救助者・医療者を含む隊全体に必要となる．では，その対処能力の向上を図るためにはどのような取組が必要となるのか．この問題意識に対し，本論文を構成する一連の研究は，図 i に示す「災害対処能力の向上モデル」に基づいて実証的な研究を行ったものである．以下，本モデルについて説明を加える．

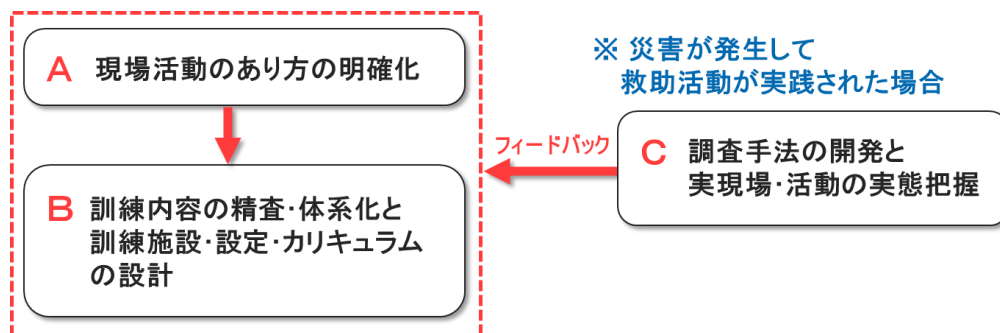


図 i 災害対処能力の向上モデル

各種災害発生時に，救助実動機関やこれと連携する DMAT 等の専門部隊が安全かつ的確な救助活動を実践するためには，災害準備期において，まず現場活動のあり方，すなわち「想定される各種の要救助事案に対して，どのような救助戦略・戦術に基づき，どのような技術・資機材によって救助活動を実行するのか」といったことについて検討を行い，これらを明確化することが重要である（図 i の A）．

次に，そうした現場活動を安全かつ的確に実践する上で必要となる訓練の内容を精査・体系化し，それらの訓練を効率的に実践するための訓練施設や訓練設定，訓練カリキュラム等を設計することが重要となる（図 i の B）．

そして，災害が発生して救助活動が実践された場合には，活動現場の状況や活動の実態を調査・把握し（図 i の C），次の災害に備えた取組（図 i の A および B）にフィードバックすることによって，その改善・向上へと繋げていくことが重要である．

しかし，本論文を構成する一連の研究を始めた 2006 年当時，CSR／CSM に関連するようなエビデンス資料（図 i では C に該当）はほとんど整理されてきていなかったほ

か、CSR/CSMを含むような高度な現場活動のあり方やその対処能力向上に向けた訓練方策に関する検討（図 i では A および B に該当）が十分に行われてきておらず、たとえば CSR/CSM 訓練を実施する際に最も重要な要素となる訓練現場の設定（模擬的に設定する閉じ込め空間の寸法・形状等）については、「狭隘」などの定性的・抽象的な表現を参考とするほか、その詳細については実務者の経験則・想像力に頼らざるを得ないという課題があった。

序.2 研究目的と本論文の構成

本論文を構成する一連の研究は、将来我が国で発生する「瓦礫災害」によって、倒壊建造物の内部という極めて危険・劣悪な環境下に置かれた要救助者を安全かつ的確に救助・救命するための体制向上に資することを目的として、特に救助実動機関やこれと連携する DMAT 等の専門部隊による CSR/CSM の対処能力向上のための方策について検討を行ったものである。

本論文は 2 部構成となっている。

第 1 部は「訓練内容の精査・体系化と訓練施設・設定・カリキュラムの設計」と題し、まだ我が国の CSR/CSM に関する取組が萌芽的段階にあった 2006 年から 2016 年熊本地震発生以前に実施した研究による知見の整理を行っており、全 6 章で構成されている。

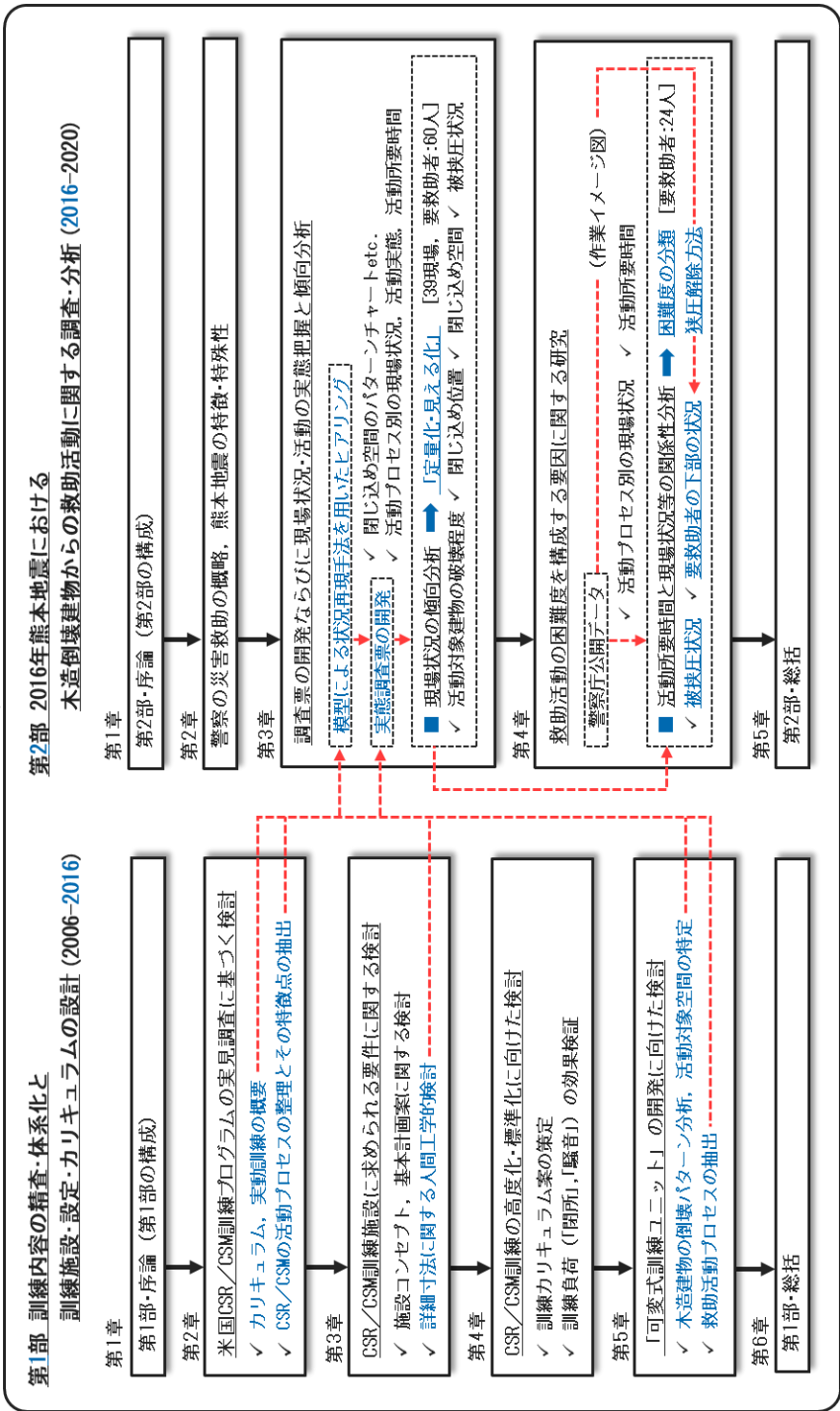
第 2 部は「2016 年熊本地震における木造倒壊建物からの救助活動に関する調査・分析」と題し、筆者が警察庁の災害対策担当者（当時）として企画および調査・分析を担当した「熊本地震における警察の救助活動に関する調査分析」¹³⁾に関連して、警察庁による公表（2017 年 4 月）以降に、更なる検討・分析を行って発表した 2 報の査読論文の内容を軸として、全 5 章で構成されている。

本論文の構成フローチャートを図 ii に示す。

第 1 部は、図 i に示した「災害救助活動の向上方策モデル」の赤色点線枠内（「A」および「B」）に該当する研究であり、第 2 部は、同モデルの「C」に該当する研究となっている。

なお、本検討は、主に救助・工学の観点から行ったものであり、上記「C」は、医学的観点からのエビデンスについて言及するものではない。

序 (背景・問題意識, 研究目的・論文の構成, 既往研究)



結 (本論文の意義と成果, 今後の展望)

図 ii 本論文の構成フローチャート

序.3 既往研究

前述のとおり、本論文を構成する一連の研究を始めた 2006 年当時、我が国の CSR/CSM に関する取組はまだ萌芽的段階にあり、現場活動や訓練のあり方に関する検討は十分に行われてきていない状況であった。図 i で示したとおり、本来これらの検討は、過去の災害における実態データのフィードバックを踏まえて推進することが理想的である。しかし、多数の建物倒壊・閉じ込めが発生した 1995 年兵庫県南部地震に関する調査報告の多くは、建物倒壊に伴う人的被害発生メカニズムの解明や減災手法の開発などに着目しており^{たとえば 14-17)}、人命救助実施側の観点から行われた調査報告は少ない。特に、CSR/CSM を伴うような建物倒壊・閉じ込め現場の状況は複雑・多様である上、救助活動の進行に伴って変化することが多いため事後的に調査・把握することが困難であり、救助実動機関やこれと連携する DMAT 等の専門部隊がその対処能力向上に向けた取組を推進する際のエビデンス資料として活用できるような実態データが収集・蓄積されてきているとは言い難い。また、同地震において救助活動に従事した警察や消防機関による活動記録^{たとえば 19),20)}も数多く残されてきているが、エピソードベースの記述が中心となっている（図 iii に例示）。

| | |
|--|--|
| <p>(1) 搜索活動</p> <p>1月17日</p> <p>1月17日午前7時30分ごろ、「生き埋めになっている人がいる」との110番通報により、直轄警ら隊員4名が現場であるA文化に急行した。<u>A文化（3階建）の1・2階の鉄骨が北から南に向かって折れ曲がり、押しつぶされるように倒れ、南隣の家に支えられて、かろうじて3階部分が残っている状態だった。</u></p> <p><u>隊員らはバールや警棒で声のする部屋の周辺からガレキ等を除去し、3名を救出した。</u></p> <p><u>その後も救助を求める声がするため、生田消防署レスキュー隊5名の応援を得て3階から入り、散乱した3階の部屋の畳をはがし、チェーンソーで床板を切断して2階への進入路を北と南に2箇所確保し、7名を救出（1名死亡）した。</u></p> | <p>1月20日</p> <p>朝、作業再開前、自衛隊・消防と大型重機導入の検討をしたが、「現場周辺の道路が狭くて進入不能」と判断して手作業による救出作業を再開した。作業と並行して情報収集班3名を投入して徹底した聞き込みを実施し、生き埋め人員等の確認作業を行った。この間、通報者のB氏は小雨の降る寒いなか、現場を離れず隊員らの作業状況をじっと見守っていた。</p> <p>午後3時50分ごろ、人を発見したが、鉄骨に阻まれ搬出作業が困難であった。ようやく午後11時ごろ遺体で搬出したが、別人（男）であった。</p> <p>作業が長時間となったため、B氏の了解を得て本日の作業を中断することにした。</p> <p>1月21日</p> <p>消防レスキューの応援を得て作業再開するも</p> |
|--|--|

図 iii 1995 年兵庫県南部地震における救助活動に関する記録の一例
(出典：参考文献 19, 赤線を加筆)

本節では、まず 1995 年兵庫県南部地震に関する先行研究のうち、倒壊構造物からの救助活動に関連する調査報告を 3 点取り上げ、人命救助の観点からその意義と課題を指摘する。その後、CSR/CSM を含む USAR の先進国である米国の取組に関する報告に触れ、本研究開始時点における既往の知見を整理する。

なお、本研究開始以降、今日までに、CSR/CSM を含む倒壊構造物から救助活動の向上に向けた検討・取組は各方面で進んできており、たとえば、総務省消防庁国民保護・防災部参事官付による「平成 22 年度救助技術の高度化等検討会報告書(2011)」⁷⁾や、全国救護活動研究会による「CSRM ベーシックガイド(2013)」²¹⁾等に現場対処能力向上に資する有用な知見が整理されてきているが、これらの報告等は既往研究としては取り扱わないこととする。

序. 3.1 1995 年兵庫県南部地震に関する調査報告

太田・小山・和藤¹⁴⁾は、建物倒壊・閉じ込め事案に対する救助活動の向上に資すること等を主眼として、1995 年兵庫県南部地震における神戸市の事例を対象に「余命特性曲線と SAR 活動の比較」を整理している(図 iv)。これは、同災害発生時に神戸市内で実施された救助活動の活動主体に着目し、救助活動が実施された時間帯の推移を、閉じ込め事案発生後の余命特性(死に至るまでの持ち時間)とともに表したものである。倒壊構造物からの救助活動の向上方策を考えると、この図は以下 3 点の重要な事項を示唆している。まず 1 点目は、倒壊建物内などに閉じ込められた要救助者は時

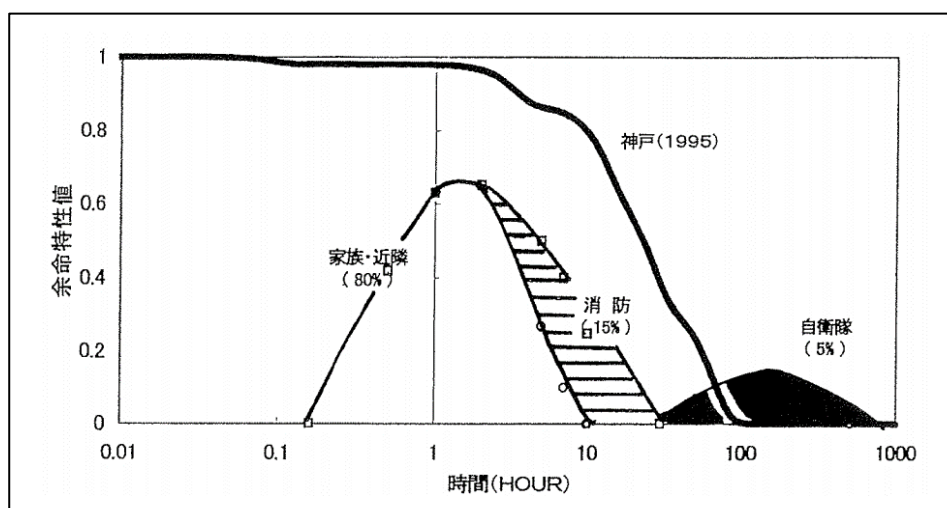
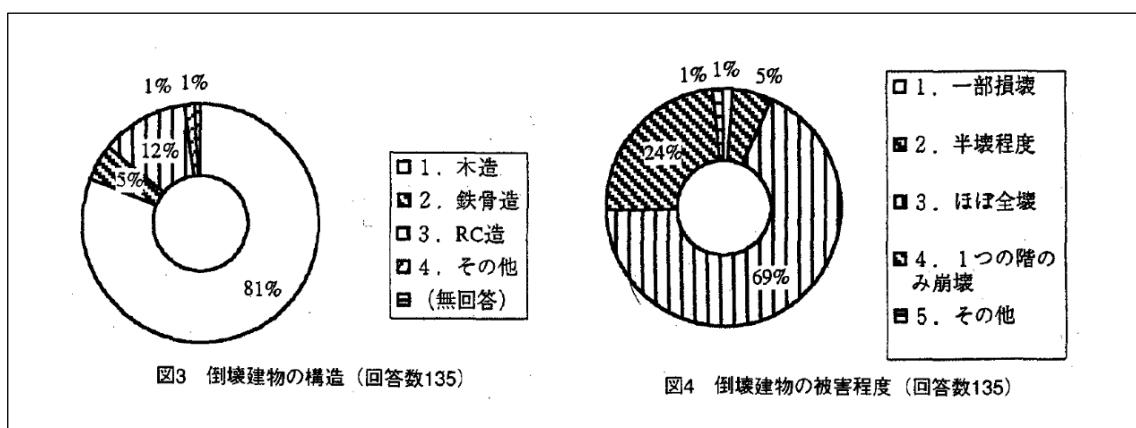


図 iv 太田・小山・和藤による「余命特性曲線と SAR 活動の比較」
(出典：参考文献 14)

間経過とともに急速に生存確率が低下⁷することから、可能な限り早期に救出する必要があること。2点目は、多数の建物倒壊・閉じ込めが発生した場合でも、物理的に容易に救助可能な状況下にある要救助者の多く（本図では80%）は、ごく近距離に位置する家族や近隣住民によって救出される蓋然性が高いこと。そして3点目は、現場臨場に一定以上の時間（本図では数時間以上）を要する救助実動機関の部隊による活動の対象は、特別な救助技能や救助資機材を有していない家族や近隣住民には救助できない事例、いわゆる「救助困難事例」に該当する蓋然性が高いということである。これらのことは、自助・共助の意義・重要性を示すとともに、公助を担う救助実動機関に対しては、「救助困難事例」への対処能力向上が重要な課題であることを示している。しかし、具体的にどのような要救助現場が「救助困難事例」に該当していたのかという点については言及しておらず、この点については他の報告に求めなければならない。

佐土原・岡西¹⁶⁾は、倒壊建物内に閉じ込められた要救助者を救助するための機器の開発を目的として、1995年兵庫県南部地震で救助活動に従事した神戸市（長田区および東灘区）、芦屋市、西宮市、北淡町の消防職員および住民に対してアンケート調査を行い、活動対象建物の構造や被害程度などを定量的に整理している（たとえば図v）。また、アンケート回収時に一部の消防職員および住民に対してヒアリングを行い、木造倒壊建物・閉じ込め現場における救助活動の手順・課題をチャート図に取りまとめている（図vi）。



図v 佐土原・岡西による倒壊建物の被害程度に関する調査結果
(出典：参考文献16)

⁷ 一般的には、発災から24時間を経過すると急速に生存確率が低下すると言われている。

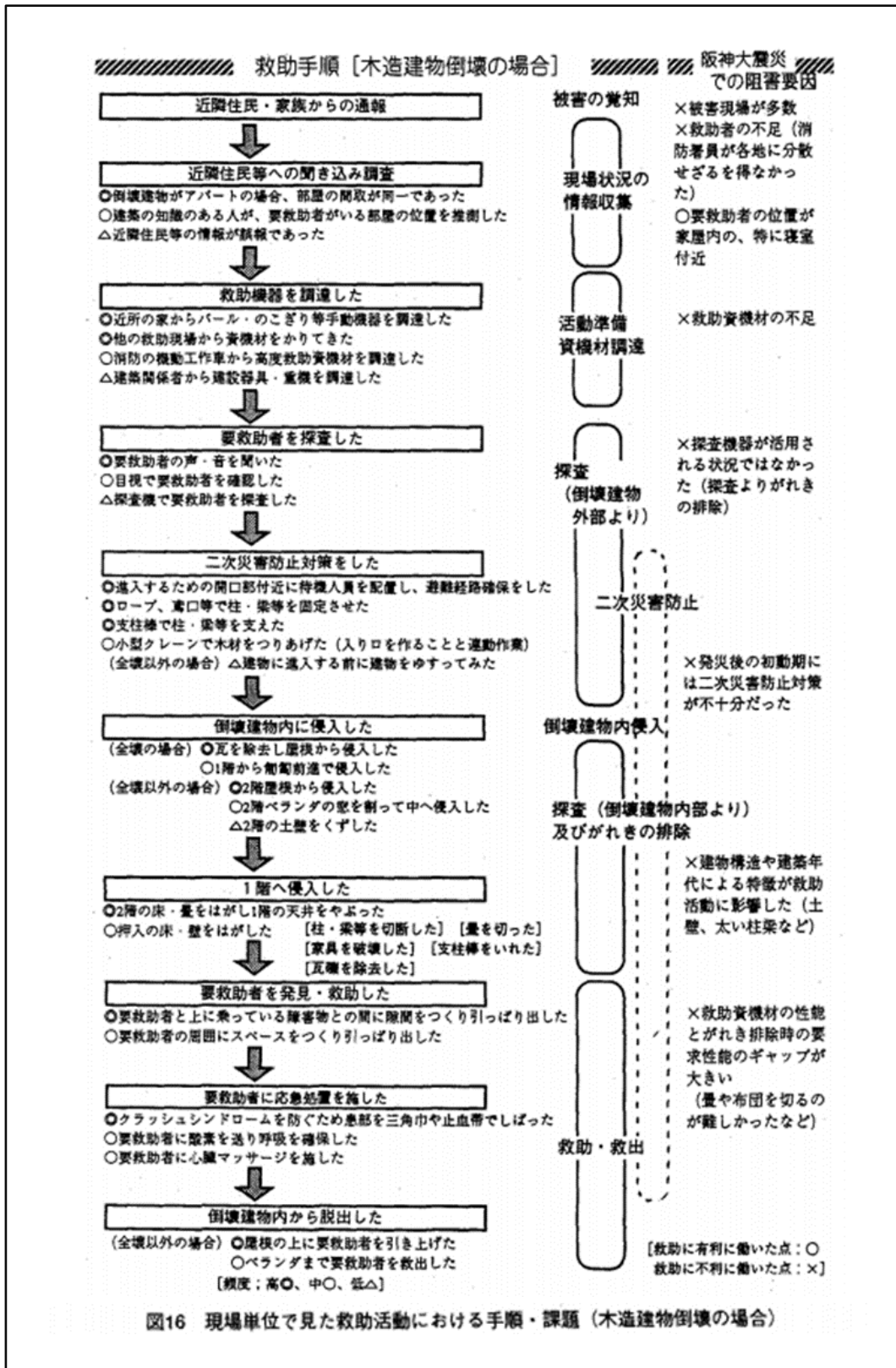


図 vi 佐土原・岡西による木造倒壊建物からの救助活動における手順・課題のチャート図
（出典：参考文献 16）

しかし、この報告には CSR/CSM の実践に際して特に重要となる情報、すなわち要救助者が閉じ込められていた位置（以下「閉じ込め位置」）の浅深程度や閉じ込め空間の寸法・形状、要救助者の被挟圧状況等に関する情報は示されておらず、また、たとえば図 v の右側の円グラフでは、活動対象建物の被害程度を「一部損壊/半壊程度/ほぼ全壊/1つの階のみ崩壊/その他」の 5 パターンに分類した調査結果が示されているが、活動対象建物の破壊程度は救助戦術を検討する上で極めて重要な意味を持つためより詳細かつ明確な分類による実態データであることが望ましく、救助活動に関する分析を行う上では課題が認められる。

また、図 vi のチャート図については、一連の救助活動のプロセス・概要が明解に整理されているほか、図の右段には、各活動段階における救助活動上の「阻害要因」が整理されており、前述の太田・小山・和藤¹⁴⁾による調査研究の課題として挙げた「救助困難事例」に該当する現場の状況を類推できるような記述がみられる。しかし、あくまでヒアリングに基づいて整理されていることから、エピソードベースの定性的な内容にとどまっているほか、「消防職員」および「地域住民」という、明らかに属性が異なる（保有する救助資機材や救助技能等が異なる）活動主体を調査対象にしているため、救助活動の前提条件が異なっていた可能性が高く、救助実動機関における取組のエビデンス資料とする際には注意が必要となる。

井宮・太田¹⁷⁾は、淡路島北淡町の 3 地域（富島・野島墓浦・石田地区）の死者発生世帯等を対象にした聞き取りの結果を、視覚的かつ簡潔なスケッチ形式の資料にまとめている（たとえば図 vii）。この資料には、要救助者の閉じ込め位置（1 階・2 階といった階層分類）、要救助者を直接圧迫していたもの（梁・壁など）、被災時の状況（建物の倒壊から閉じ込めに至る状況など）、死因等が文字によって示されているほか、閉じ込め空間内部の状況がスケッチにより視覚的に示されている。この資料は、倒壊建物の外観を捉えた記録写真などからでは知り得ない閉じ込め空間内部の状況等を具体的に示す極めて貴重な資料である。しかし、このスケッチは死者の発生原因探求などを主眼として、いわば被災者側の視点に立って作成されており、また、線描によって簡潔に示されていることから、救助活動実施側の観点から重要となる情報、たとえば、閉じ込め空間内で活動可能な隊員数や、救助作業中に強いられる姿勢・動作、あるいは要救助者の被挟圧状況等を具体的に読み取ることは難しく、救助実動機関における取組のエビデンス資料として活用するためには課題が認められる。

表 i CSM の実践に係る特殊要因 (出典 : 参考文献 6)

- ① 非日常的空間(暗い, 狭い, 暑い, 粉塵が舞うなど)
- ② 危険物の存在(先の尖った障害物など)
- ③ ゴーグル, プロテクターなどによる体動の制限
- ④ 作業の中断などを伴う厳格な安全管理
- ⑤ 捜索・救助などのその他の USAR 活動との緊密な連携(チーム・プレイ)
- ⑥ 医療者自身が「瓦礫の下」にいること
- ⑦ 極めて長時間に及ぶプレホスピタル・ケア的対応

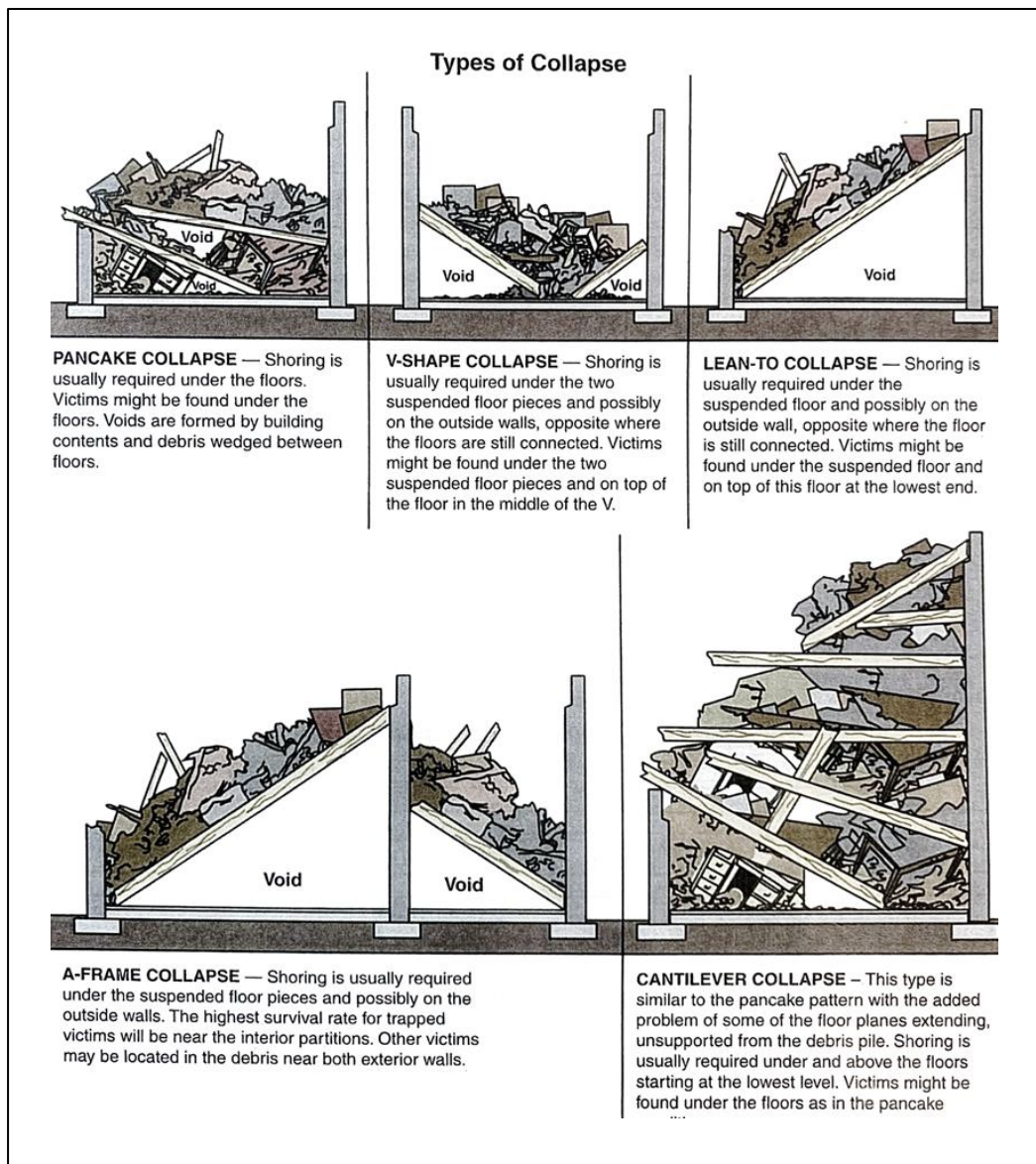


図 viii 米国の USAR に関連する実務資料の一例
(出典 : 参考文献 23)

第 1 部 訓練内容の精査・体系化と

訓練施設・設定・カリキュラムの設計

第 1 章 第 1 部・序論

第1章

第1部・序論

第1部は「訓練内容の精査・体系化と訓練施設・設定・カリキュラムの設計」と題し、まだ我が国のCSR/CSMに関する取組が萌芽的段階にあった2006年から2016年熊本地震発生以前に実施した研究による知見の整理を行っており、以下に示す全6章で構成されている。

1.1 第1部の構成

まず本章「第1部・序論」では、第1部の位置付けと構成を示す。

第1部・2章「米国CSR/CSM訓練プログラムの実見調査に基づく検討」では、CSR/CSMを含むUSAR活動の先進国である米国の取組事例について、筆者が2006年に実見調査を行ったFEMA National USAR System Medical Specialist Trainingのカリキュラム構成、実動訓練の概要等を示した上で、同実見調査を踏まえて整理したCSR/CSMの活動プロセスとその特徴点を示している。

第1部・3章「CSR/CSM訓練施設に求められる要件に関する検討」では、我が国初の専門的なCSR/CSM対応訓練施設（「兵庫県瓦礫救助訓練施設」、2007年3月竣工）の整備に際して行った、同種訓練施設に求められる意義、要件、構成要素ならびに詳細寸法に関する検討の結果を示している。

第1部・4章「CSR/CSM訓練の高度化・標準化に向けた検討」では、第1部・2章および3章における検討の結果を踏まえて考案した訓練カリキュラム案の概要を示すとともに、CSR/CSM活動の現場における劣悪な環境条件（「閉所（空間・寸法制限）」、「騒音」等）を訓練負荷として設定した総合訓練について、それらの訓練負荷がCSR/CSM活動に従事する個人・部隊活動や訓練効果に及ぼす影響に関する検証結果を示している。

第1部・5章「『可変式訓練ユニット』の開発に向けた検討」では、我が国で最も倒壊リスクが高い木造建物の倒壊・閉じ込め事案への対処能力向上を主眼として開発し

た訓練設備（「可変式訓練ユニット」，2016年1月本運用開始）について，その開発経緯，検討プロセスおよび設計思想，ならびに開発した訓練ユニットの機能と活用方法を示している．

そして第1部・6章「第1部・総括」で第1部のまとめを行っている．

第 2 章 CSR／CSM 訓練プログラムの実見調査 に基づく検討

第2章

米国 CSR/CSM 訓練プログラムの実見調査に基づく検討

前述のとおり、CSR/CSMを含むUSARの先進国である米国では1990年以降、FEMAが中心となって、瓦礫災害（Collapsed-Structure Disaster）に伴う要救助者を救助・救命する活動（USAR）に関する専門分野別のワーキング・グループが結成され、各種体制の整備が進められた。

米国のUSARにおけるCSMは、USAR機動部隊（以下「USAR-Task Force」）の中に編制された医療チームによって行われる（図1-2-1の赤点線枠部分）。その医療チームにおけるCSMの実動要員は、主に消防機関に所属するパラメディックである。米国のパラメディックは、我が国の救急救命士と比較して、実施可能な医療処置の範囲が圧倒的に広い（表1-2-2）⁹。そのため、職種・職能の特性から安全管理能力に長けたパラメディックが同チームの医師（メディカル・コントロール医）の管理下においてCSMを行い、医師自らが倒壊建造物の内部に進入してCSMを行うことは極力回避される。また、USAR-Task Forceの一員として災害現場に派遣される医療チームのメンバーは、一時的に国家災害医療システムの臨時連邦政府職員となって身分保障（対医療保障対策、二次災害時の補償など）が担保される。そして、これらのメンバーは、本章で詳述するように、FEMAが主催する体系的な教育訓練プログラム（FEMA Medical Specialist Training Course）によって、現場活動に必要な知識・技能を体系的に習得した上で派遣に備える⁶。このように、米国のCSMは、国家によるUSAR体制という包括的な枠組みの中で実践される点に特徴が見られる。

本章では、我が国におけるCSR/CSMの対処能力向上に向けた取組がまだ萌芽的段階にあった2006年当時、その対処能力向上に必要な訓練内容を精査し、またその訓練を効果的かつ円滑に実施するための訓練施設・訓練設定・カリキュラムの設計に関する検討に資するために行った米国CSR/CSM訓練プログラムの実見調査について、まず1節において同プログラムの概要とカリキュラム構成を示し、2節において同プログラ

⁹ 2014年の救急救命士法施行規則の一部改正により、「ショックが疑われる又はクラッシュ症候群が疑われる若しくはクラッシュ症候群に至る可能性がある傷病者」に対する静脈路確保及び輸液が救急救命士による救急救命処置（特定行為）に追加されている。

ムの実動訓練の概要と使用した訓練施設の特徴等を整理する。そして3節において、実見調査の結果を基に整理したCSR/CSMの活動プロセスとその特徴点を示し、4節においてこれらのまとめを行う。

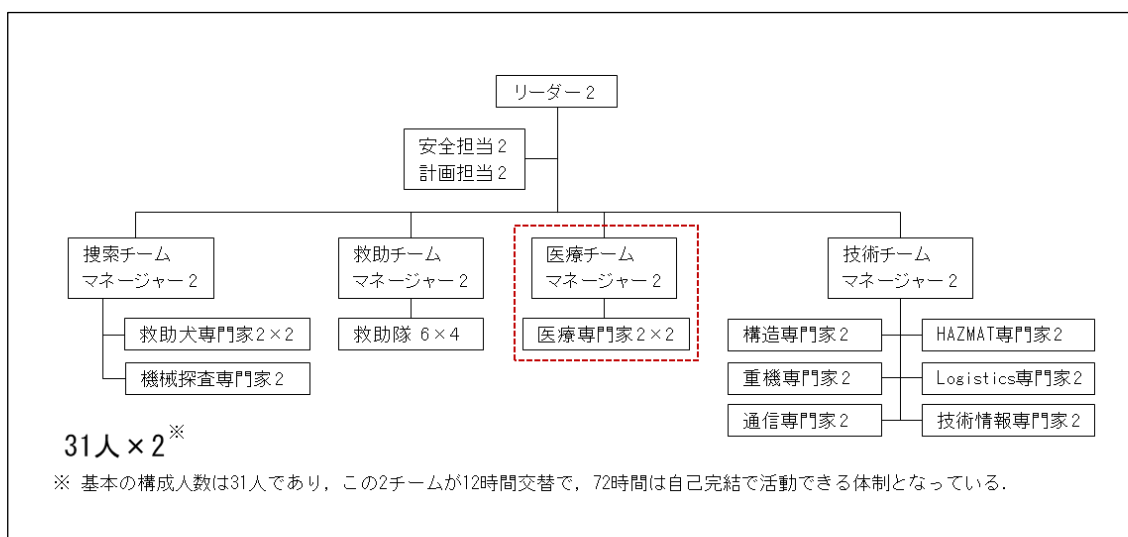


図 1-2-1 米国の USAR-Task Force の構成
 (出典：参考文献 24，一部加工)

表 1-2-1 瓦礫災害でよくみられる病態とパラメディック/救急救命士が可能な措置^{注)}

| 瓦礫災害でよくみられる病態 | 必要な医療的支援 | 米国 | 日本 |
|---------------|-----------|---------|-------|
| | | パラメディック | 救急救命士 |
| 骨折、頭部外傷、脊椎損傷 | 固定・保護 | ○ | ○ |
| 気胸等 | 胸腔穿刺 | ○ | × |
| 低体温 | 毛布等で保温 | ○ | ○ |
| | 温めた輸液 | ○ | × |
| 脱水 | 経口投与 | ○ | ○ |
| | 輸液 | ○ | × |
| クラッシュ症候群 | 輸液 | ○ | × |
| | 薬剤投与 | ○ | × |
| 気道障害 | 気道確保、気管挿管 | ○ | × |
| | 輪状甲状靱帯穿刺 | ○ | × |
| 疼痛 | 鎮痛剤投与 | ○ | × |
| 精神的ダメージ | 声掛け、励まし | ○ | ○ |

凡例：○実施可能、×実施可能範囲外

注) 心肺停止者への医療処置を含まない。

なお、本表における救急救命士が可能な処置は、2006年当時の救急救命士法施行規則に基づく。

2.1 米国 FEMA Medical Specialist Training Course の目的, カリキュラム構成等

米国 FEMA Medical Specialist Training Course (以下「米国 CSR/CSM 訓練プログラム」) は, USAR-Task Force の医療チームメンバーを対象に, USAR 活動に従事する際の基本的な心構え, 安全管理対策の基本, CSM 特有の医療手技, 部隊による CSR/CSM 活動など, USAR-Task Force の医療チームメンバーとして必要な知識・技能等を体系的に習得させることを目的としている。

2006 年 4 月, FEMA およびカリフォルニア州緊急事態業務局 (California Governor's Office of Emergency Services) の好意により, 日本から災害医療に精通する医師 (3 人), 東京消防庁第八消防救助機動部隊の救急救命士有資格隊員等 (6 人), 海上保安庁特殊救難隊の救急救命士有資格隊員 (1 人), 救助活動に精通する通訳担当者 (1 人), および筆者の計 12 人が同プログラムに参加した。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムが開催された会場は, 米国カリフォルニア州・サクラメント市に所在する NASA (米国航空宇宙局) の DART (Disaster Assistance Rescue Team: 災害支援救助チーム) が所有する訓練施設であった (図 1-2-2)。本訓練施設には, 約 25,000 m²の敷地の中に, 事務室, 教室建物, 想定訓練用建物, 総合演習用の瓦礫訓練施設が配置され, 空地部分に個別技能習得訓練のための施設が配置されていた (次項で詳述)。



図 1-2-2 NASA DART 訓練施設 (遠景)

米国 CSR／CSM 訓練プログラムのカリキュラム構成を表 1-2-2 に示す。「室内研修」および「実動訓練」で構成されたカリキュラムとなっており、室内研修は「座学講義」が 24 単位（各 60-90 分間）、「机上訓練」が 1 単位（60 分間）、続く実動訓練は「個別技能習得訓練」が 6 単位（各 90 分間）、「想定訓練」が 3 単位（各 90 分間）、「総合訓練」が 1 単位（300 分間）という体系的なカリキュラム構成であった。このカリキュラムの特長として、室内研修（座学講義および机上訓練）に多くの時間を費やして所要の知識を習得させてから実動訓練に移行する点が挙げられる。

実動訓練は、基礎（個別技能習得訓練）から応用（想定訓練、総合訓練）へと段階的・体系的に進められ、4 日間（早朝から深夜まで）で必要な知識・技能を習得できるよう、綿密に設計されたカリキュラム構成であった。なお、各訓練には豊富な経験を持つ地元消防機関のパラメディック等がインストラクターとして複数名帯同し、技術的指導のほか、訓練事故防止のための安全管理者としての役割も担っていた。

表 1-2-2 米国 CSR／CSM 訓練プログラムのカリキュラム構成

| 種別 | 研修項目 | 単位数 | 単位時間 |
|------|---------------------------|-----|----------|
| 室内研修 | Units（座学講義） | 24 | 60-90min |
| | Tabletop Exercise（机上訓練） | 1 | 60min |
| 実動訓練 | Skill Stations（個別技能習得訓練） | 6 | 90min |
| | Scenarios（想定訓練） | 3 | 90min |
| | Full Field Exercise（総合訓練） | 1 | 300min |

2.2 実動訓練の概要

2.2.1 Skill Stations（個別技能習得訓練）

Skill Stations（個別技能習得訓練）は、CSR／CSM 活動において必要となる専門的な技術要素を 6 項目に分割し（表 1-2-3）、それぞれ 90 分間を 1 コマとして段階的に進められた。いずれの研修項目についても、まず「導入・技術要素等の説明」に始まり、「技能習得訓練」を経て、訓練内容等の「振り返り」、「撤収」というプログラムの進行管理（表 1-2-4）が徹底されており、効率的に研修効果を上げるための工夫・配慮が感じられた。以下、各訓練項目の概要を示す。

表 1-2-3 Skill Stations (個別技能習得訓練) の項目

| |
|--|
| 1. Confined Space Maneuvers (CSR/CSM の戦術) |
| 2. Evaluation of the Partially Accessible Patient (部分的にアクセス可能な要救助者の評価) |
| 3. Patient Monitoring and Packing (要救助者のモニタリングと保温・保護) |
| 4. Vascular Access and Fluid Administration (輸液ルートの確保と輸液管理) |
| 5. Airway Management (気道管理) |
| 6. Immobilization & Extrication (要救助者の固定と搬出) |

表 1-2-4 Skill Stations (個別技能習得訓練) の進行要領

| | |
|----------------|-------|
| ■ 導入・技術要素等の説明等 | 15min |
| ■ 技能習得訓練 | 50min |
| ■ 振り返り | 10min |
| ■ 撤収(片付け) | 10min |
| ■ 次のサイトへの移動 | 5min |

○ Confined Space Maneuvers (CSR/CSM の戦術)

訓練時の状況を図 1-2-3 に示す。この訓練項目は、CSR/CSM 活動を安全かつ効率的に実践するための「戦術検討」に関するものであった。

図 1-2-3 の a に示すような倒壊構造物を模した要素施設¹⁰ (概ね縦・横各 5m, 高さ 1m 未満) において、図 1-2-3 の b に示すような作戦板 (ホワイトボード) を活用し、内部に配置されている模擬要救助者にアプローチする隊員の情報 (名前, 職能, 進入・退出時刻) やハザード (危険要因) の状況等を見える化して管理するとともに、倒壊構造物の内部の空間特性や要救助者までの経路, 閉じ込め位置, 要救助者の被挟圧状況や容態等をスケッチおよび文字情報により見える化し (図 1-2-3 の c), 安全かつ効率的に要救助者を救助・救命するための戦術を組み立てるという訓練要素であった。

特に閉鎖的空間への進入を伴う CSR/CSM においては、活動に必要な情報を随時見える化して部隊内で共有し、経時的に戦術を検討・調整し続けることが重要であり、この活動要素が的確に行われなかった場合、二次災害や非効率な活動に直結してしまうということが繰り返し強調された。

¹⁰ 訓練施設を構成するそれぞれの要素施設のことを、米国では Prop と表す。たとえば、想定訓練用の模擬倒壊構造物は一つの Prop であるが、挙上訓練に使用するためのコンクリート板であったとしても、それが訓練用の施設の一部となっている場合には、一つの Prop となる。本論文において「要素施設」と表すものは、この Prop を表すものである。

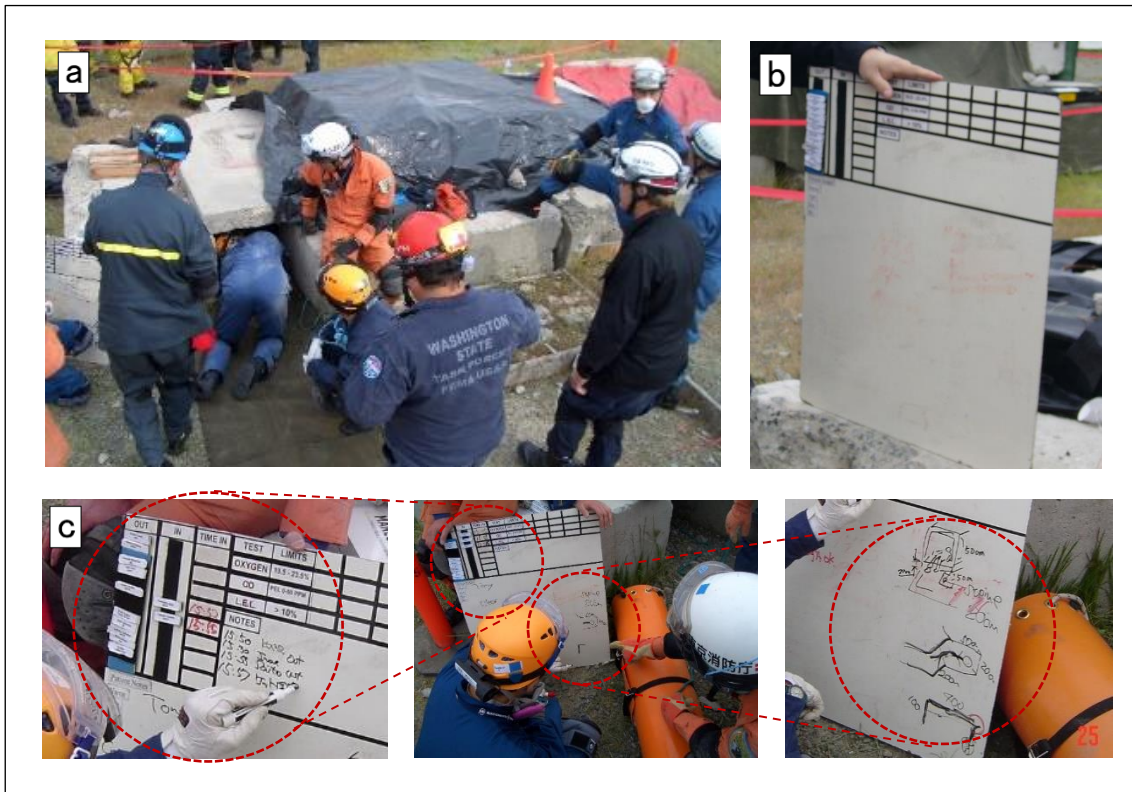


図 1-2-3 Skill Station : 1 Confined Space Maneuvers
(CSR/CSM の戦術)

○ Evaluation of the Partially Accessible Patient (部分的にアクセス可能な要救助者の評価)

訓練時の状況を図 1-2-4 に示す。この訓練項目は、倒壊建造物の内部に閉じ込められている要救助者に対し、部分的にアクセスできた段階からその状況・状態の評価を行うための手技・手法に関するものであった。

図 1-2-4 の a 赤色点線内には、模擬要救助者の後頭部が見えている。このように、部分的に要救助者に接触可能となった段階から、可能な限りの容態観察（意識状態、気道開通状況、呼吸状況、循環状況、その他低体温症の疑いの有無等）と要救助者が置かれた状況（被挟圧状況等）の評価を行うという訓練であった。また、要救助者に対して部分的にすらアクセスできない状況下においても、図 1-2-4 の b で示すように、ファイバースコープ等の救助資機材を活用して可能な限り早期かつ安全に要救助者の状況・状態を評価すること、そして図 1-2-4 の c で示すように、ライトや防塵マスクが入った容器（図では空きペットボトルを半分に切ったもの）などを届けるといった工夫

により、要救助者の心理的・身体的な負荷を可能な限り軽減しながら救助活動を組み立てていくことの意義が強調された。

本訓練項目に使用した施設は、図 1-2-3 の a と同様に、コンクリートスラブなどで組み立てられた、シンプルかつ小規模（概ね縦・横各 7m、高さ 1.5m 未満）な要素施設であった。

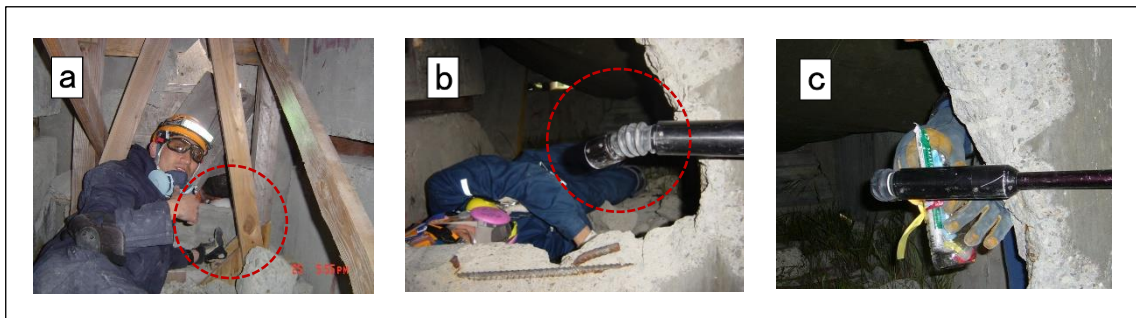


図 1-2-4 Skill Station : 2 Evaluation of the Partially Accessible Patient
（部分的にアクセス可能な要救助者の評価）

○ Patient Monitoring and Packing（要救助者のモニタリングと保温・保護）

訓練時の状況を図 1-2-5 に示す。この訓練項目では、まずオープンスペースにおいて、倒壊建造物の内部に閉じ込められている要救助者に対する医療機器（パルスオキシメーター、血圧計、心電図モニター、聴診器、輸液セット、酸素ボンベ等）の取り付け要領（図 1-2-5 の a）、アルミシート・毛布・ブルーシートによる保温・保護要領（図 1-2-5 の b）、および閉鎖的空間における担架への移乗要領（図 1-2-5 の c）に関するデモンストレーションが行われた上で、図 1-2-5 の d および e に示すような極めて狭隘な空間制限下でこの一連の作業を実施する訓練が行われた（図 1-2-5 の e および f）。

本訓練項目に使用した施設は、図 1-2-5 の c の奥側に見えるような、井桁状に組んだ木材の上にコンクリートスラブを配置し、これをシートで覆うといったシンプルかつ小規模（概ね縦・横各 3m、高さ 1m 未満）な要素施設であった。地面にはコンクリートが打設されており、デモンストレーションが円滑に実施可能となっていたほか、活動の困難度を高め過ぎず（注：下部が瓦礫等の不整地面であった場合には活動の困難度が大幅に上がる）、ここで習得すべき技術要素に絞った訓練を安全かつ効率的に実施するという訓練設計が感じ取れるものであった。

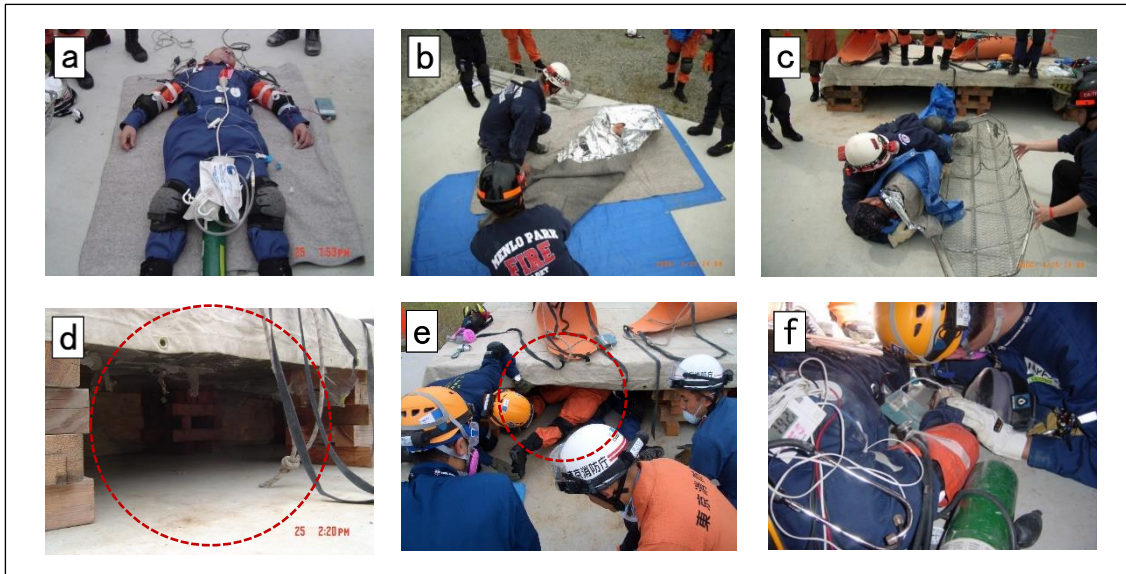


図 1-2-5 Skill Station : 3 Patient Monitoring and Packing
(要救助者のモニタリングと保温・保護)

○ Vascular Access and Fluid Administration (輸液ルート確保と輸液管理)

訓練時の状況を図 1-2-6 に示す。この訓練項目は、倒壊構造物の内部に閉じ込められている要救助者に対し、輸液ルートを確保し、また、長時間に及ぶ救助活動中、その輸液を管理するための技術要素や工夫に関するものであった。

通常の医療環境下において輸液ルートを確保する際には、図 1-2-6 の a に示すように末梢側から穿刺を行うこととなる。しかし、閉じ込め状態にある要救助者に対しては、必ずしも末梢側から穿刺を行えるとは考えられず、したがって図 1-2-6 の b に示すように、中枢側から逆向きに穿刺を行うなどの手技が必要となるケースが想定される。また、倒壊構造物の内部という暗く・狭い特殊環境下では、肌の上から静脈を確認することが困難な状況も想定されるため、そのような環境下でも比較的容易に輸液を行える手法の一つとして、骨髄ニードルを電動ドライバーで穿刺・挿入する骨髄路確保システムに関する紹介もあった(図 1-2-6 の c)。また、狭隘な閉じ込め空間に大掛かりな救急医療バッグを持ち込むことは現実的ではないことから、閉じ込め空間内で医療資機材を広げて作業する必要があるようにするための工夫として、図 1-2-6 の d,e および f に示すように、透明のラップ上に感染防護用のゴム手袋、駆血帯、輸液バッグ(低い位置からでも滴下できるように加圧バッグで包んだもの)、注射針廃棄箱などを順に

並べて小さく巻き取り，使い捨てのビニールパックに入れて閉じ込め空間内に持ち込む工夫などが紹介された。

本訓練項目に使用した施設は，訓練施設の空地に建てられた簡易な小屋（収容可能人数 20 人程度）であり，他の個別技能習得訓練の実施場所との移動時間の短縮に配慮した施設配置となっていた。

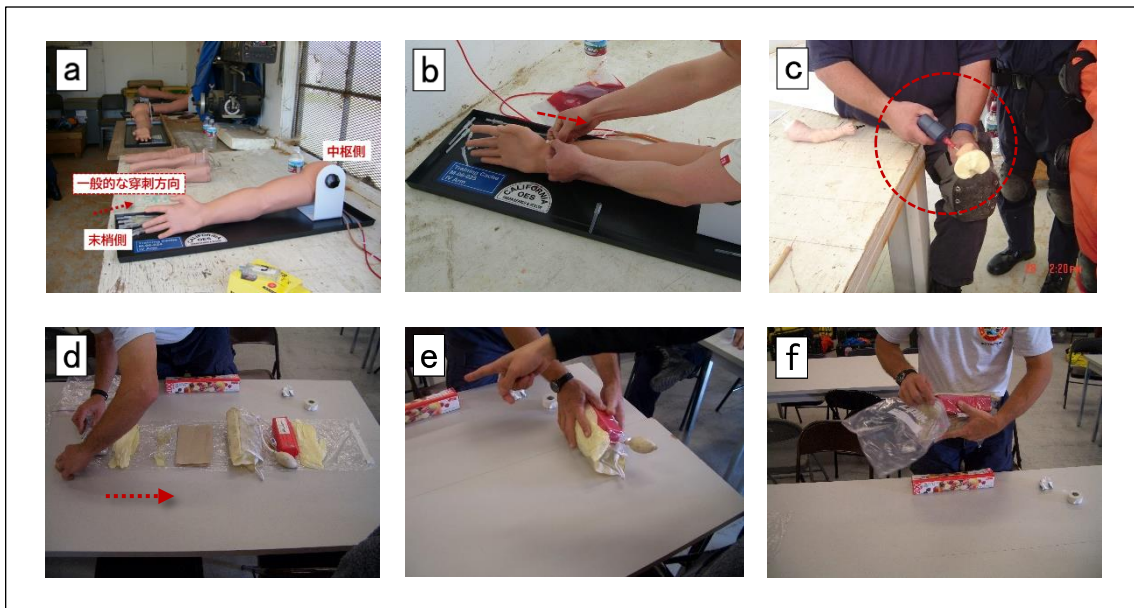


図 1-2-6 Skill Station : 4 Vascular Access and Fluid Administration
(輸液ルートの確保と輸液管理)

○ Airway Management (気道管理)

訓練時の状況を図 1-2-7 に示す。この訓練項目は，倒壊構造物の内部に閉じ込められている要救助者に対して気管内挿管により気道を確保・管理するための技術要素に関するものであった。

この訓練項目では，まず気道管理トレーニング用の人形を使用して基本手技の確認（図 1-2-7 の a）を行った後，木製の訓練用装置（図 1-2-7 の b）の内部に上記の気道管理トレーニング用の人形を様々な角度・向きで設定し（図 1-2-7 の c），様々な角度・姿勢で気管内挿管を行う訓練が実施された（図 1-2-7 の d,e および f）。

本訓練項目に使用した施設は，訓練施設の中央部に位置する RC 造構造物（図 1-2-2）の 1 階部分（収容可能人数 20 人程度）であり，上記木製の訓練用装置をうまく配置することで狭隘・不安定な閉じ込め空間の状況が効率的に設定されていた。



図 1-2-7 Skill Station : 5 Airway Management
(気道管理)

○ Immobilization & Extrication (要救助者の固定と搬出)

訓練時の状況を図 1-2-8 に示す。この訓練項目は、倒壊構造物の内部に閉じ込められている要救助者の脊椎などを多様な固定具によって保護する手技や（図 1-2-8 の a,b および c）、高さ制限のある閉じ込め空間内で引き摺りながら搬出用の担架類に移乗する技術要素（図 1-2-8 の d および e）、担架類に固定した要救助者を様々な方向・角度に移動させる技術要素（図 1-2-8 の f および g）等に関するものであった。

本訓練項目に使用した場所は、砂利敷きのオープンスペースであり、そこに木製のパレット等を活用して段差を設定して簡易な現場設定が行われていた。

2.2.2 Scenarios (想定訓練)

個別技能習得訓練に続く想定訓練は、表 1-2-5 に示す 3 つの状況設定の下で、それぞれ 90 分間を 1 コマとして進められた。いずれの想定においても、まず「訓練想定の説明と諸注意」に始まり、設定された想定の下で現場到着後の一連の救助活動の流れを実践する「想定訓練」を経て、訓練内容等の「振り返り」、「撤収・次のサイトへの移動」というプログラムの進行管理（表 1-2-6）が徹底されており、効率的に研修効果を上げるための工夫・配慮が感じられた。



図 1-2-8 Skill Station : 6 Immobilization & Extrication
(要救助者の固定と搬出)

なお、想定訓練は、基礎座学や個別技能習得訓練で得た知識・技能を組み合わせながら、チームで一体となって CSR/CSM 活動を実践するという明確な位置付けの下で実施された。さらに、実現場における CSR/CSM 活動中に二次災害の発生が想定されるような状況(たとえば大規模な余震の発生等)に対する迅速・的確な対処に資するため、また訓練中における事故発生時の適切な対応に資するため、表 1-2-7 に示す「緊急サイン」が訓練実施上のルールとして周知されるなど、危険と隣り合わせの活動となる CSR/CSM の特性を踏まえた安全管理に配慮がなされていた。

表 1-2-5 Scenarios (想定訓練) の状況設定

- | |
|--|
| 1. Windy Room (漏水している倒壊建物内での活動) |
| 2. 48 hours (閉じ込めから 48 時間経過した要救助者への対応) |
| 3. Tunnel (トンネル状の経路の現場での活動) |

表 1-2-6 Scenarios (想定訓練) の進行要領

| | |
|----------------------|-------|
| ■ 訓練想定の説明と諸注意 | 5min |
| ■ 想定訓練 | 60min |
| ■ 振り返り | 15min |
| ■ 撤収(片付け), 次のサイトへの移動 | 10min |

表 1-2-7 訓練中の緊急サインルール

| ホイッスル吹鳴要領 | 行動ルール |
|-------------------|-----------------|
| 3回・短く吹鳴 | 模擬倒壊建物の内部から緊急退避 |
| 1回・長く吹鳴 | 全ての活動を停止して静粛に |
| 1回・長く吹鳴 ⇒ 1回・短く吹鳴 | 活動を再開 |

以下では、想定訓練の3つの状況設定のうち、訓練現場設定に特に工夫がみられた「Windy Room (漏水している倒壊建物内での活動)」について、使用した施設の概略、訓練効果を高めるための工夫等に着目して整理を行う。

「Windy Room」で使用された施設の外観を図 1-2-9 の a に示す。コンクリート製のカルバートを組み合わせて模擬倒壊建物が簡易的に再現され、インストラクターが指定する「進入口(開口部)」から最も離れた位置に配置された模擬要救助者(プログラム参加者の内の1名が担当)を救助するという訓練想定であった。模擬要救助者の配置場所は GL より下の位置となっており、上部に設置された木製の蓋を取り除くことで、地上から安全管理や訓練状況の検証が行えるよう工夫が施されていた(図 1-2-9 の b および c)。また、図 1-2-9 の a 赤色点線で囲んだ部分には、「風」・「騒音」を発生させるための送風機および「粉塵」を模擬的に発生させるための小麦粉入りボトルが、また、黒色ビニールシートで覆われた部分や要救助者の配置場所付近には「漏水」を発生させるためのホースが設置されており、インストラクターによって、適宜活動者への訓練負荷(活動困難要因の負荷)が課された(たとえば図 1-2-9 の d および e)。

以上の訓練状況設定を図 1-2-9 の f に整理する。構造はシンプルなものであったが、CSR/CSM 活動現場の劣悪な環境要因を安全かつ効率的に再現しようとする設計思想が体感的に理解できる設定となっていた。



※ 赤色ヘルメット着装者はインストラクター



※ GLからの視認状況



※ 漏水環境負荷の状況. 訓練の進行に伴って, 閉じ込め空間内が浸水する想定となっていた.

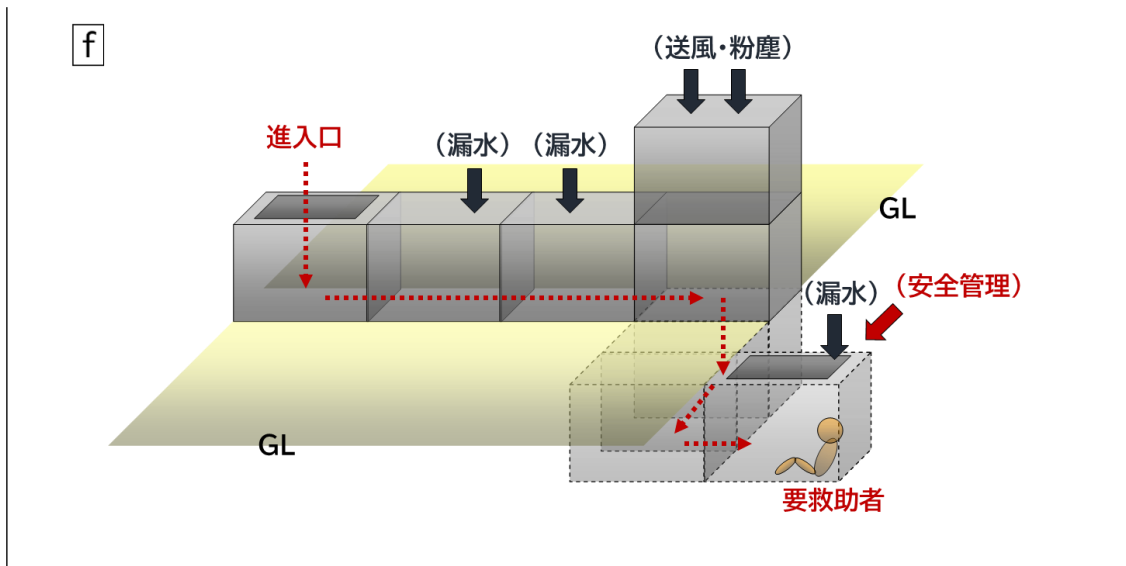


図 1-2-9 「Windy Room」の訓練現場設定状況

2.2.3 Full Field Exercise (総合訓練)

以上の実動訓練の総仕上げとして実施された総合訓練の実施状況を図 1-2-10 に、総合訓練が行われた訓練現場の経路図および外観写真（訓練プログラム終了後に撮影）を図 1-2-11 に示す。

総合訓練は、日没後に開始され、照明器具を用いなければ一切視野が確保できないような暗環境下で、約 5 時間かけて実施された。また、他国から参加しているチームと合同で同一の訓練想定に臨み、各チームに配分された無線機により、チーム間で情報共有を行いながら救助活動を展開するという状況設定であった。

室内研修、実動訓練（個別技能習得訓練および想定訓練）で得た知識・技能を全て活用しなければ救助できない状況設定となっており、綿密な訓練設計を体感的に理解できる訓練想定となっていた。



※ 最下部 2 枚の写真は、総合演習終了後の振り返り時の状況

図 1-2-10 Full Field Exercise (総合訓練)



図 1-2-11 Full Field Exercise を実施した訓練現場の経路図，現場写真（経路図は，訓練プログラム終了時に主催者側から提供を受けたものを加工）

2.3 CSR/CSM 活動のプロセスの整理とその特徴点の抽出

以上の実見調査結果を踏まえ、本節では、まず、CSR/CSM の活動プロセスの典型例を表 1-2-8 に整理し、以下に説明を加える。

なお、米国の USAR 体制においては、これを USAR の活動プロセスととらえることとなるが、我が国には米国のような USAR 体制は存在しないため、本論文ではこれを「CSR/CSM の活動プロセス」として取り扱う。

表 1-2-8 CSR/CSM の活動プロセス（典型例）

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| ①安全管理・二次災害防止措置 (活動開始から終始継続) | ②戦術検討 (活動開始から終始継続) | ③探索・閉じ込め位置の特定 | |
| | | ④容態評価・安定化 (部分的接触でも終始継続) | ⑤進入路確保 |
| | | | ⑥進入・アプローチ |
| | | | ⑦要救助者およびその周辺の状況評価 |
| | | | ⑧保温・保護 |
| | | | ⑨医療処置 |
| | | | ⑩狭圧解除 |
| | | ⑪固定 | |
| | | ⑫搬出 | |

①「安全管理・二次災害防止措置」

災害の態様によって危険要因の種類や探索・排除に要する知識・技能に違いが認められるものの、危険と隣り合わせで実施する災害救助活動全般において必要不可欠な活動要素と言える。特に倒壊構造物内部での活動を伴う CSR/CSM においては、活動者個人としても、また医療者を含む隊全体としても極めて重要な活動要素となる。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは、カリキュラム全般を通じてこの点について繰り返し強調された。

②「戦術検討」

瓦礫災害によらず、部隊活動として行う災害救助活動全般を安全かつ効果的に実践する上で極めて重要な活動要素と言える。特に倒壊構造物の内部への進入を伴う CSR/CSM においては、活動に必要な情報を随時見える化して部隊内で共有し、経時的に

戦術を検討・調整し続けることが重要であり、この活動要素が的確に行われなかった場合、二次災害や非効率な活動に直結してしまう事となる。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは「Confined Space Maneuvers」という項目の個別技能習得訓練（図 1-2-3）が設けられており、作戦板（ホワイトボード）を活用して内部に配置されている模擬要救助者にアプローチする隊員の情報（名前、職能、進入・退出時刻）やハザード（危険要因）の状況等が見える化して管理するとともに、倒壊構造物の内部の空間特性や要救助者までの経路、閉じ込め位置、要救助者の被挟圧状況や容態等をスケッチおよび文字情報により見える化し、安全かつ効率的に要救助者を救助・救命するための戦術を組み立てるといった訓練が行われた。

③「探索・閉じ込め位置の特定」

要救助者の閉じ込め位置を特定するための活動要素であり、具体的には、外部からの呼び掛けへの反応（声・音・動き等）を確認する場合やファイバースコープなどの救助資機材を使用する場合、救助犬を活用する場合などが想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムは USAR-Task Force（図 1-2-1）の医療チームを主な対象としていたことから、USAR-Task Force の救助チームや救助犬専門家が行うこの活動要素に関する個別技能習得訓練の項目は設けられておらず、「Evaluation of the Partially Accessible Patient」という項目の個別技能習得訓練（図 1-2-4）においてその意義等が紹介された。

④「容態評価・安定化」

要救助者に部分的接触が可能となった段階から、あるいは部分的な接触が不可能であったとしても呼び掛けに対する反応状況などから可能な限りの容態評価を行い、状況に応じて所要の容態安定化措置（輸液等の医療処置を含む）を開始・継続するという活動要素である。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは「Evaluation of the Partially Accessible Patient」という項目の個別技能習得訓練（図 1-2-4）が設けられており、限られた人員により、通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によってこれを実践するための技術要素が紹介された。

⑤「進入路確保」

倒壊構造物の内部に閉じ込められた要救助者にアプローチするために倒壊構造物の内部への進入口を設定するという活動要素であり、具体的には、障害物（構造物の外

壁や床等)の破壊・切除などが想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムは USAR-Task Force の医療チームを主な対象としていたことから、USAR-Task Force の救助チームが行うこの活動要素に関する個別技能習得訓練は設けられておらず、想定訓練および総合訓練においては、インストラクターが指定する開口部から倒壊構造物の内部へ進入することとされていた。

⑥「進入・アプローチ」

倒壊構造物の内部に進入し、障害物（瓦礫、床面等）を破壊・排除しながら要救助者にアプローチするという活動要素であり、限られた人員により、通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって実施することが想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムは USAR-Task Force の医療チームを主な対象としていたことから、USAR-Task Force の救助チームが行う障害物の破壊・排除作業に関する個別技能習得訓練は設けられていなかったが、想定訓練（図 1-2-9）や総合訓練（図 1-2-10,-11）において、限られた人員により、窮屈な姿勢（ほふく前進等）で要救助者にアプローチするという活動要素が求められた。

⑦「要救助者およびその周辺の状況評価」

要救助者に接触した後に、要救助者の置かれた状況（容態、負傷の有無・程度、被挟圧状況、体位等）、ならびに要救助者の周辺の状況（閉じ込め空間の規模・形状、危険因子の存在等）を評価するという活動要素であり、限られた人員により、通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって実施することが想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは、次に示す⑧「保温・保護」と合わせて「Patient Monitoring and Packing」という項目の個別技能習得訓練（図 1-2-5）が設けられていた。

⑧「保温・保護」

低体温症の発症を防止（またはその症状を改善）し、また、救助活動（搬出作業等）に伴う要救助者の負担軽減（たとえば瓦礫の上を引き摺ることに伴う負傷の予防等）を目的として、要救助者を保温・保護するという活動要素であり、限られた人員により、通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって実践することが想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは、⑦「要救助者およびその周辺の状況評価」と合わせて「Patient Monitoring and Packing」という項目の個別技能習得訓練（図 1-2-5）が設けられていた。

⑨「医療処置」

クラッシュ症候群の発症を防止するための輸液・薬剤投与，あるいは気道管理のための気管内挿管等の医療処置であり，限られた人員により，通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって実施することが想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは「Vascular Access and Fluid Administration」（図 1-2-6）および「Airway Management」（図 1-2-7）という項目の個別技能習得訓練が設けられていた。

⑩「狭圧解除」

重量物等の下敷きとなっている要救助者の被挟圧状態を解除するという活動要素であり，CSR/CSM 活動において最も緊迫する活動要素の一つである。具体的には重量物等の挙上・切除などの作業が想定され，限られた人員により，通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって実践することが想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムは USAR-Task Force の医療チームを対象としていたことから，主に USAR-Task Force の救助チームが行うこの活動要素に関する個別技能習得訓練の項目は設けられておらず，想定訓練や総合訓練においては，救助資機材を活用しなくとも，用手によって圧迫物を排除可能な訓練設定となっていた。ただし，座学において，挟圧解除作業に伴う倒壊構造物の崩落等を防止するための安全管理措置が不可欠となることや，狭圧解除に伴う要救助者の容態変化に即座に対応できるような体制を確保しながらこの作業を実施することの重要性が強調された。

⑪「固定」

救出作業に伴って要救助者が頸椎・脊椎を損傷することを防止するため，脊柱固定具などの救助資機材等を用いて要救助者を固定するという活動要素であり，限られた人員により，通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって実践することが想定される。

この活動要素は，現場状況等に応じて，要救助者に接触後より早期に，たとえば⑧「保温・保護」と並行して実施されることも想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは，次に示す⑫「搬出」と合わせて「Immobilization & Extrication」という項目の個別技能習得訓練（図 1-2-8）が設けられていた。

⑫「搬出」

要救助者を倒壊構造物の外部へ搬出するという活動要素であり、具体的には、担架類などに固定した要救助者を水平方向に引き摺って移動させる作業や、ロープ等を利用して引上げる・引下げる等の垂直方向の移動などを、通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって実践することが想定される。

米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは、⑪「固定」と合わせて「Immobilization & Extrication」という項目の個別技能習得訓練（図 1-2-8）が設けられていた。

以上①～⑫に整理した CSR/CSM の活動プロセスを踏まえ、CSR/CSM 活動に特徴的な要素を 2 点抽出し、以下にこれを示す。

○ CSR/CSM 活動の特徴点(1)

1 点目は「戦術検討(表 1-2-8 の②)に伴う現場状況・活動状況の見える化」である。倒壊構造物の内部への進入を伴う CSR/CSM においては、その外部から内部の状況を把握することが困難であるため、作戦板（ホワイトボード）などを活用して随時内部の状況（閉じ込め位置、閉じ込め空間の寸法・形状、要救助者の被挟圧状況等）や活動状況（隊員の進入・退出状況、救助活動の進捗状況等）を見える化することによって、医療者を含む活動部隊全体として状況認識を統一し、これに基づいて戦術を検討・調整することが重要となる。

戦術検討や活動の調整は、瓦礫災害に伴う倒壊構造物・閉じ込めの現場のみならず、各種災害現場での救助活動に必要な要素である。しかし、CSR/CSM は倒壊構造物の内部、すなわち外部からは見えない閉鎖的空間への進入を伴い、また救助者・医療者という異なる機関・職能の活動者が緊密に連携しながら救助活動を組み立てていく必要があることから、この「見える化」の作業は、各種災害現場での活動に比べて一層重要な活動要素であり、したがってこの点が CSR/CSM 活動の特徴の一つと言える。

○ CSR/CSM 活動の特徴点(2)

2 点目は「劣悪な空間制限下での救助作業・医療処置」である。倒壊構造物の内部へ進入して以降は、常に劣悪な空間制限下での活動を強いられることとなり、閉鎖的空間内で実施するいずれの活動要素（表 1-2-8 の⑥「進入・アプローチ」、⑦「要救助者およびその周辺の状況評価」、⑧「保温・保護」、⑨「医療処置」、⑩「挟圧解除」、

⑪「固定」および⑫「搬出」)においても、限られた人員により、通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって実践することが想定され、この点が CSR／CSM 活動の特徴の一つと言える。

2.4 小括

以上、本章では、我が国における CSR／CSM の対処能力向上に向けた取組がまだ萌芽的段階にあった 2006 年当時、その対処能力向上に必要な訓練内容を精査し、またその訓練を効果的かつ円滑に実施するための訓練施設・訓練設定・カリキュラムの設計に関する検討に資するために行った米国 CSR／CSM 訓練プログラムの実見調査について、まず 1 節において同プログラムの概要とカリキュラム構成を示し、2 節において同プログラムの実動訓練の概要と使用した訓練施設の特徴等を整理した。そして 3 節において、実見調査の結果を基に整理した CSR／CSM の活動プロセス (12 項目) とその特徴点 (2 点) を示した。

本実見調査を行った 2006 年当時、CSR／CSM を含む USAR に関する枠組みが既に存在し、それをより高度化していく段階にあった米国と、まだ萌芽的段階にあった我が国とでは、訓練プログラム、訓練施設等の充実具合に大きな開きが認められた。

我が国の災害救助に CSM を実装し、クラッシュ症候群などに伴う「防ぎ得る災害死」を最小化していくためには、CSR／CSM の対処能力向上に向けた訓練の推進が不可欠である。本実見調査を通じて、災害救助体制や災害特性、建物事情等が米国と我が国では異なるものの、CSR／CSM 訓練カリキュラムや訓練施設・訓練設定のあり方に関する検討材料を得られたこと、そして一般的な CSR／CSM の活動プロセスとその特徴点を抽出・整理できたことは、我が国において CSR／CSM の対処能力向上に向けた取組を推進していく上での有用な成果を得ることができたと考えている。

次章以降、第 1 部を構成する各研究については、本実見調査を通じて得た知見を活用し、我が国の災害救助体制や災害特性、建物事情等に適した訓練のあり方に関する検討を段階的に行ったものである。

第 3 章 CSR／CSM 訓練施設に求められる 要件に関する検討

第3章

CSR／CSM 訓練施設に求められる要件に関する検討

本章に係る検討を行った 2006-2007 年当時、米国、英国を始めとする USAR 実動体制が整備されている諸外国では、たとえば米国ではカリフォルニア州だけでも公式認定を受けた CSR／CSM 対応訓練施設が 42 箇所存在するなど、充実した訓練実施環境がみられた。他方我が国では、一定の規模を持つ専門的な CSR／CSM 対応訓練施設が東京に 1 箇所¹¹あったものの、CSR／CSM の専門知識・技能の習得に必要な種々の訓練項目を把握・整理した上で設計された施設は存在しなかった^{25),26)}。

そのような中、1995 年兵庫県南部地震を経験し、また 2005 年 JR 福知山線列車脱線事故の発生地となった兵庫県が、同県三木市の県広域防災センター南グラウンドの一角に専門的な CSR／CSM 対応訓練施設を整備することを決定し、2006 年 3 月、整備検討会議を立ち上げた。筆者は 2006 年 6 月から同会議に参加し、共同研究者である吉村とともに、当時、我が国では CSR／CSM 導入までに制度や体制面で課題が山積する中で、前章で示した米国 CSR／CSM 訓練プログラムのカリキュラム構成、使用した訓練施設の特徴、ならびに同プログラムの実見調査を踏まえて整理した CSR／CSM の活動プロセス・特徴点等を踏まえ、妥当な整備案を模索していく過程を経験した。

そして、2007 年 3 月、筆者らが立案した施設コンセプトおよび基本計画案に基づき、我が国初の本格的な CSR／CSM 対応訓練施設（兵庫県瓦礫救助訓練施設。以下、文脈に応じて「兵庫瓦礫訓練施設」と略記）が竣工した。

本章では、この兵庫瓦礫訓練施設の整備に係る検討から、まず 1 節において施設整備検討の概要を示し、2 節および 3 節において、上述の施設コンセプトおよび基本計画案に関する検討結果を示す。続く 4 節において、CSR／CSM 活動に特徴的な空間制限の詳細寸法に関する検討結果を示し、5 節においてこれらのまとめを行う。

¹¹ 東京消防庁第八消防方面訓練場内の瓦礫訓練施設を指す。

3.1 兵庫県瓦礫救助訓練施設整備検討の概要

三木市の兵庫県広域防災センター南グラウンドの一角に設定された整備計画地は、同センターのヘリポート、兵庫県消防学校および防災科学技術研究所 E-ディフェンス（実大三次元震動破壊実験施設）に囲まれた場所に位置する。兵庫県消防学校は、充実した訓練棟、宿泊棟その他の施設を備え、西日本の訓練拠点となっており、新たに整備する訓練施設は、消防学校専科教育や消防救助隊訓練、また兵庫県災害医療センターが厚生労働省から委託を受け西日本分の研修を担当する DMAT 研修等において使用することが目された。

兵庫県が開催した瓦礫救助訓練施設整備検討会議には、消防・警察・医療関係者および防災関係研究者が参加した。前章までに述べてきたとおり、米国などに比べてまだ CSR/CSM に関する検討・取組が萌芽的段階にあった当時の我が国において、何を前提に検討を進めるかは難題であったが、将来的に必要となるであろう訓練項目も含め、CSR/CSM の技能習得のために必要な訓練施設をできる限り用意したいという兵庫県の意向から、筆者らは、施設コンセプトを考察検討した上で、1/20、1/50、1/80 模型を用いて空間レイアウトを検討し、最終的に図 1-3-1 の模型案を提出した。この模型案

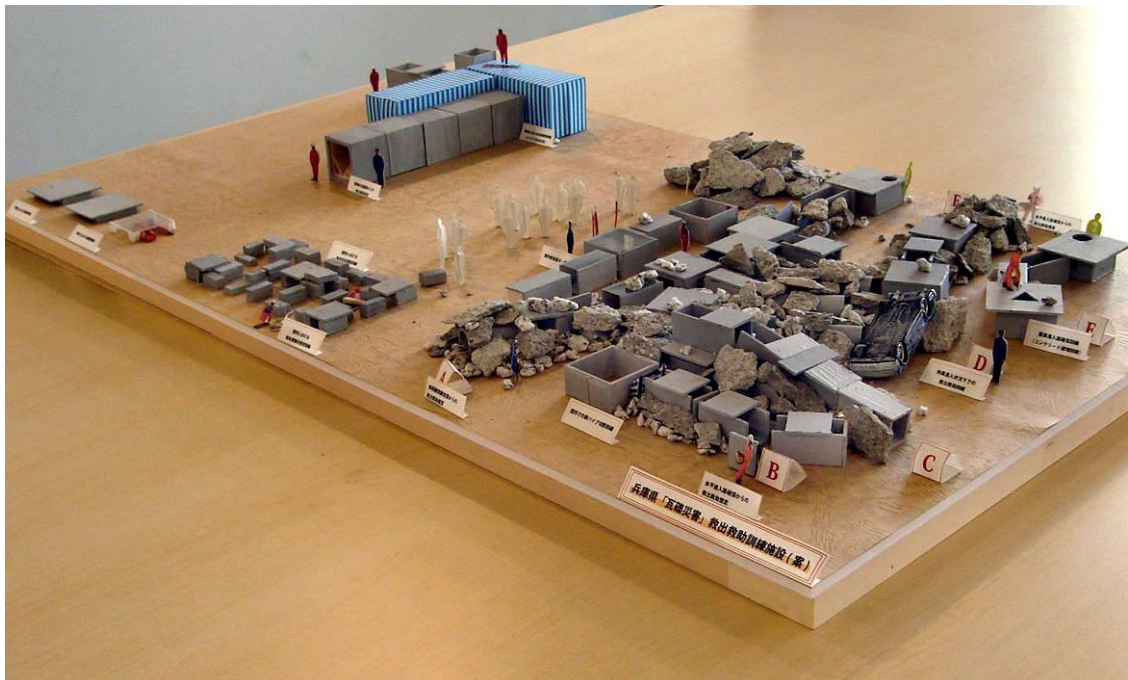


図 1-3-1 兵庫県瓦礫救助訓練施設 1/50 模型案

は、施設の基本計画を示す原案として採用され、兵庫県は本案の趣旨を活かして実際の施設の設計・整備を推進し、その結果、2007年3月に竣工した実際の施設は、かなり原案に近い形で整備された（図 1-3-2）。



図 1-3-2 「兵庫県瓦礫救助医療訓練施設」の概要
（施設内覧会（2007年5月）における配布資料）

3.2 施設コンセプトに関する検討

訓練施設の計画検討に際しては、まず整備を目指す訓練施設のコンセプトを明確化することが前提条件となる。本検討では、以下に挙げる3つの施設コンセプトを立案し、続く基本計画の立案へと繋げることにした。

3.2.1 高度な実動訓練施設として

前章までに示してきたように、CSR/CSM活動は、救助実動機関やこれと連携するDMAT等の専門部隊によって実践される極めて困難度が高い救助活動である。そのた

め、新たに整備する訓練施設は、それら高度な専門知識・技術を習得可能な訓練施設とする必要があり、具体的には、少なくとも前章で整理した CSR/CSM の活動プロセス（表 1-3-1）に係る一連の実動訓練を実践可能とすることを施設コンセプトの一つとして提案した。

表 1-3-1 CSR/CSM の活動プロセス(典型例) (再掲)

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| ①安全管理・二次災害防止措置 (活動開始から終始継続) | ②戦術検討 (活動開始から終始継続) | ③ 捜索・閉じ込め位置の特定 | |
| | | ④ 容態評価・安定化 (部分的接触でも終始継続) | ⑤ 進入路確保 |
| | | | ⑥ 進入・アプローチ |
| | | | ⑦ 要救助者およびその周辺の状況評価 |
| | | | ⑧ 保温・保護 |
| | | | ⑨ 医療処置 |
| | | | ⑩ 狭圧解除 |
| | | ⑪ 固定 | |
| ⑫ 搬出 | | | |

なお、前章で示した米国 CSR/CSM 訓練プログラムでは、実動訓練の前に相当数の室内研修（座学講義等）を行って所要の知識を習得させるというカリキュラム構成となっており、我が国においても同様の考え方で訓練カリキュラムが設計されていくことが想定された。しかし幸い、隣接する県消防学校には数多くの屋内研修施設が存在していたことから、別途の屋内研修施設は整備せず、新たに整備する訓練施設は、実動訓練に特化した施設とする方針を固めた。

3.2.2 機関・職能横断的な共同利用施設として

CSR/CSM は、救助者・医療者という異職能にある活動者が緊密に連携しながら実践していくことが想定される特殊な救助活動である。そこから、新たに整備する訓練施設を、単なる実動訓練施設としてではなく、機関・職能横断的な共同利用施設、すなわち多様な機関に所属する関係者が訓練を通じて一堂に会し、連携の下地を築くことができる場所としてとらえ、この点を施設コンセプトの一つとすることを考えた。もちろん、CSR/CSM 活動の実践に必要な高度な専門知識・技術を習得可能な訓練施設とするべきことは前項で示したとおりである。また逆に、そのような高度な専門知識・技術を習得可能な訓練施設としなければ、そもそも関係者が集い合う場とはなり

得ない。しかしここで、我が国における CSR／CSM 訓練施設の意義を、限られた専門家のための施設ととらえることは、施設の持つ可能性を見逃すこととなりかねないと考えられた。すなわち、異種の機関に属する災害対応関係者が同じ施設を使って訓練することにより、お互いの活動内容や資機材、さらには組織文化や行動原理、言語などを相互に知り合っておくことができれば、現場における連携活動の効率が飛躍的に向上するものと考えられ、また、合同・連携訓練を通じて「顔の見える関係」が構築できることは、物理的・心理的に極限状態となる実現場における災害対応に決定的な違いを与え得ると考えられた。よって、横断的な共同利用施設、つまり、連携の下地づくりのためのプラットフォームとして位置付けられることが意義深く、また実効性が高いと考えられ、この点を施設コンセプトの一つとして提案した。

3.2.3 検証・発展の場として

施設整備検討会議における議論の中で、本物のコンクリートなどの部材を用いて訓練施設を整備するか、あるいは、この種の施設において重要な性格の一つとして考えられた経路等の「可変性」を確保するために、プレスト管などの軽量部材を用いて整備するかといった点について検討がなされた。確かに、軽量の部材を用いる方が重機等を用いなくても可変性を確保できるという観点からの利点大きい。しかし、たとえば実際のコンクリートは、触れている部位（たとえば仰臥位である場合には背中や臀部等）から体温を奪いやすいという特性を持ち、そのことは、CSR／CSM の戦術を検討する上において大きな意味を持つ。すなわち、倒壊構造物内の要救助者に特徴的な病態の一つである低体温症に対して「保温」を行うことの必要性について体感的な理解を得られやすいという意味において、また、そうした実際の現場に近い環境を設定しておくことにより、現場活動の安全性向上や効率化に資する技術や資機材等の検討・開発に繋げて行き得るという発展性から、実際の部材を用いることの利点も大きい。これらのことを総合的に勘案し、この施設には、可変性確保のために必要な軽量部材を適宜用意しつつ、施設の大部分は重量のある本物の部材を用いる方向で検討を進めた。また、CSR／CSM 活動においては、活動者の身を守るための PPE¹² の装着が必須となるが、これらは視野や身体の動きを大きく制限する。たとえば、十分に頭部を挙

¹² CSR／CSM 活動で装備する PPE は現場の状況によって異なり得るが、一般的にはヘルメット、ゴーグル、防塵マスク、プロテクター（肘当て・脛当て）、グローブ（救助作業用・感染防護用）などが挙げられる。

上できない状態ではふく前進する場合、通常であれば上目遣いをすれば前方を確認できるが、PPE を装着している場合には、ヘルメットやゴーグルにより周囲の視界が遮られて確認しづらく、進行方向ではなく下だけを見ながら前進せざるを得ない状況が想定される。また可燃性ガス等の存在が懸念される場合、ライトの使用が制限されることが想定されるほか、粉塵による視界の制限やマスクによるゴーグルの曇り等も想定される。さらに、倒壊建造物の内部の経路上にある障害物でプロテクターやマスクが引っ掛かったりして外れると、活動者の身に危険が及ぶこととなる。そのほか、倒壊建造物の内部と外部の隊員同士の情報伝達に関しても、マスク越しである上、障害物の多さから声が伝わりにくく、また、狭隘さゆえ無線機がうまく使用できないような状況も想定される。以上のような瓦礫災害現場の状況想定を考慮し、実現場に近似した瓦礫環境が設定できれば、訓練そのものだけでなく、装備や資機材の耐性や使い勝手に関する検証を行うことができ、さらには瓦礫の下という特殊環境下における人間の身体的心理的側面を研究・検証することにより、内部に進入する隊員の適性をみる際の参考になるものと期待され、これら技術・資機材開発、研究・検証の場としての利活用を図ることを施設コンセプト案の一つとして提案した。

さらに、前項で述べたように、訓練を通じた「顔の見える関係」は実災害時においても極めて有効であるが、将来的には、たとえ「顔の見える関係」が構築できていなかったとしても、標準化された活動要領によって安全かつ的確に活動できることが望ましく、そのためには、我が国の災害救助体制に応じた CSR/CSM 活動のあり方に関する研究が進み、標準的な活動要領が開発されることが望まれる。そのための検証フィールドとしても、またその理解普及の場としても当該訓練施設は大きな役割を果たすと考えられたことから、この点を施設コンセプト案の一つとして提案した。

3.3 基本計画に関する検討

以上に示した3つの施設コンセプト案を前提として、基本計画に関する検討を行った。前章で示したように、米国 CSR/CSM 訓練プログラムにおける実動訓練の構成は、Skill Stations（個別技能習得訓練）、Scenarios（想定訓練）、Full Field Exercise（総合訓練）の3段階となっていたが、我が国の消防、警察などの救助実動機関や国際緊急援助隊等の実動訓練においても、大まかな訓練の段階・流れは同様である。まず、手本

となるようなデモンストレーション（展示）を行って活動のイメージを持たせ、次に基礎技能を習得・習熟するための「個別技能習得訓練」、次に一連の活動を含み応用的な「想定訓練」、さらに複数部隊あるいは多職種・多職能の連携による「総合訓練」といったような流れである。よって、少なくとも米国 CSR／CSM 訓練プログラムと同様の段階的・体系的な実動訓練を実現可能とし、さらに、その詳細について、前節で示した施設コンセプトを実現する施設とするため、以下 4 つの施設構成要素を基本計画案に盛り込むこととした。

3.3.1 展示・検証施設

本検討当時において、CSR／CSM は我が国の救助関係者、災害医療関係者のどちらにとっても新しい分野であった。そのためデモンストレーション（展示）用の施設は、理解を促す普及装置として、また手本を示す場として重要と考えられた。また、たとえば救助活動に高度な技術を要するケースにおける活動方法が、救助側の観点や医療側の観点から見て妥当か否かに関する検証・評価の場としても重要な役割を担うものと考えられた。ただしここで難しいのは、狭隘・複雑な閉鎖的空間の内部環境を模擬する訓練施設で、どのようにして外部に位置する見学者、指導者等から内部が見えるようにするかという点である。閉鎖的空間という特徴を完全に保持するのであれば、カメラやセンサー類を取り付け、活動者や要救助者の動きをモニタリングできるシステムを構築する方法が考えられたが、兵庫瓦礫訓練施設を含め、実際にはコスト面から実現が難しい場合が多いと考えられた。しかし、簡易な方法で可視化を実現できれば、単に救助活動の所要時間を測ることは把握できない、本質的な活動内容の検証・評価・訓練指導が可能となるものと考えられた。そのためには、たとえば、側壁を取り外して施設の一部を開放するなどの方法も考えられたが、あまり開放しすぎてしまうとリアリティが失われてしまうだけでなく、閉鎖的空間内で実施する活動の意義や困難性が分かりにくくなるというデメリットが考えられ、やはり閉鎖的空間内部という特殊な環境との関係の基に行われる活動であることを一目瞭然に示すことができる展示方法を考案する必要性が感じられた。そこで筆者らの案では、その解決策の一案として、たとえば頑丈な金網やグレーチング等によって視線透過性を確保しつつ空間を制限する工夫を提案した。

3.3.2 個別技能習得訓練施設

個別技能習得訓練の意義は、一連の活動の中から取り出された部分場面における技術要素の習得・習熟にあるととらえられた。そのため、単にリアリティを追求して現場を再現するのではなく、米国の訓練施設で見たように、各要素施設としてはシンプルに現場のエッセンスを再現した個々の場面を設定し（たとえば前章図 1-2-5）、極力安全かつ効果的・効率的な訓練を実施可能とする方針を立てた。すなわち、実際の災害現場を模した訓練施設とはいえ、訓練者をいきなり複雑・困難な局面において混乱させるのではなく、単純な状況で初心者にも安全かつ効果的・効率的に基礎技術の習得を図ることができる箇所を確保し、また、訓練実施者のレベルに応じて段階的に訓練負荷を高めていけるような工夫を施すという考え方であり、この点を基本計画案に盛り込んだ。

3.3.3 想定訓練施設

想定訓練の意義は、個別技能習得訓練で得た個々の技術をどのようにして組み合わせ、救助活動を組み立てていくかという、「組み立て方」を養うための訓練であるととらえられた。すなわち、個別技能習得訓練のように、ある場面が所与されているという状態ではなく、それがどういう場面なのか、そこでどのような技術・方法を用いるべきかということを読み取る力を養うことが本質的であると考えられた。またその時、次の活動ステップを予測する能力も必要となる。そのため、これに対応する訓練施設としては、できるだけ「想定外」の状況を設定する必要がある、相応の悪条件の環境を設定可能としておくことによって、応用力という面でも、また活動の限界を知るといった意味においても訓練効果が高いと考えられた。これらを踏まえ、想定訓練は、「現場適応能力の養成」という側面と、「活動負荷をかけたトレーニング」という二つの側面から位置付けられると解釈し、これらの考え方を基本計画案に盛り込んだ。

3.3.4 総合訓練施設

総合訓練は、「現場臨場」、「情報収集」に始まり、表 1-3-1 に整理したような一連の活動プロセスを経て、救助した要救助者を「搬送」または「引継ぎ」するまでの一連の活動を通して実践することにより、災害現場活動の時系列的進行、活動スケール等を体感的に理解させることや、複数の部隊が同時に、また連携しながら活動する際に不可欠となる活動調整能力や情報伝達能力、また、自らの部隊の活動の進捗状況を客観的に把握し、時宜を得て報告するための能力などを習得させることが本質的に重要であると考えられた。そこで、より活動スケールを広げるという視点から、「現地指揮

所」や「トリアージポスト」,「応急救護所」などを設置できるスペースを確保することとし, 模型(図 1-3-1 など)を活用しつつ, 整備予定地の空間的広がりを利用した施設レイアウトを検討し提案した。

以上を踏まえた施設コンセプトおよび基本計画案の概略を示したイメージチャートを図 1-3-3 に示す。

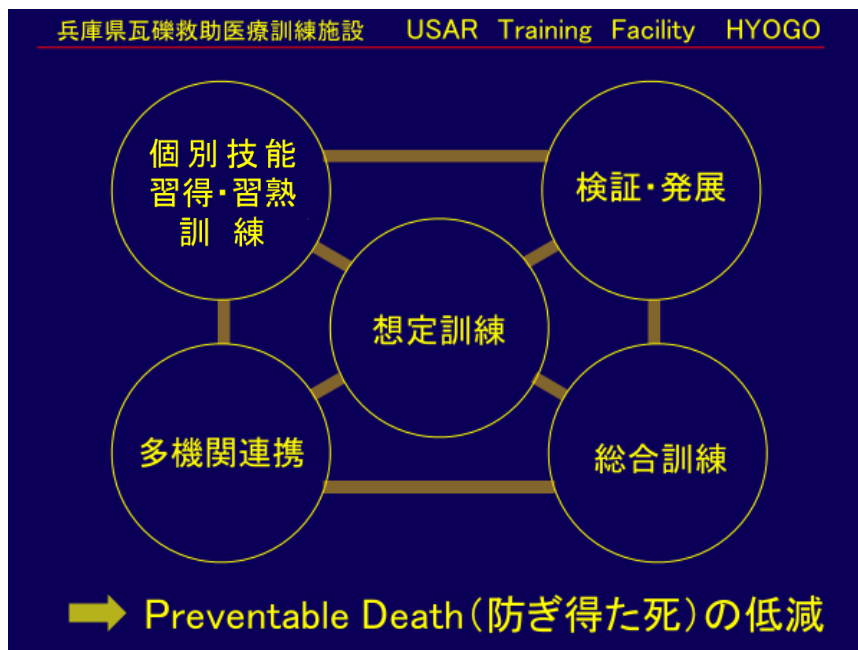


図 1-3-3 兵庫県瓦礫救助訓練施設のコンセプト・基本計画案のイメージチャート

3.4 詳細寸法に関する人間工学的検討

施設の計画を具体化させていくに当たり, CSR/CSM 活動の特徴の一つである「劣悪な空間制限」について, そもそも, 具体的にどの程度の寸法・形状がこれに該当するのかという問題意識があった。そこで, 「狭隘」などと定性的に表現されることが多い閉鎖的空間について, 同空間内で活動する救助隊員や医療者の活動姿勢・作業動作などからこれを検討・分析し, より効果的な訓練効果を得られる寸法・形状を設定可能としておくことが重要と考えられた。また, 先にも述べたとおり, 兵庫瓦礫訓練施設の整備構想が立ち上がった 2006 年当時, CSR/CSM に関する訓練環境の整備, 訓練カリ

キュラムの開発などに向けた機運が高まっており、兵庫瓦礫訓練施設の完成後には、同種施設の整備に向けた自治体等の取組が進むものと考えられ、その検討に際して参考とできる指標寸法を得ておくことが有用と考えられた。

そこで、「水平経路高さ」に関する基礎的・予備的な人間工学的検討を試みることにした。図 1-3-4 にその検討図を示し、以下で説明を加える。

まず、比較基準となると思われる基本姿勢寸法の高さを抽出・確認するため、建築設計資料集成²⁷⁾から、平座位・臥位の基本姿勢のうち、しゃがみ、四つん這い、伏臥・ひじ立て、仰臥の各姿勢を選び、基本寸法を確認した(図 1-3-4 の a,b および c に表示)。さらに、同資料から、空間的な制限のある通路や入口の記載を検索したところ、「最小通路」および「にじり口」の標準寸法が得られたため、これらを図 1-3-4 の a に示した。次に、国内の訓練や研修のうち、内容に CSR/CSM 活動を含むものを抽出し、それぞれの訓練・研修で使用されている施設の寸法等を調査・把握し、図 1-3-4 の b に示した。

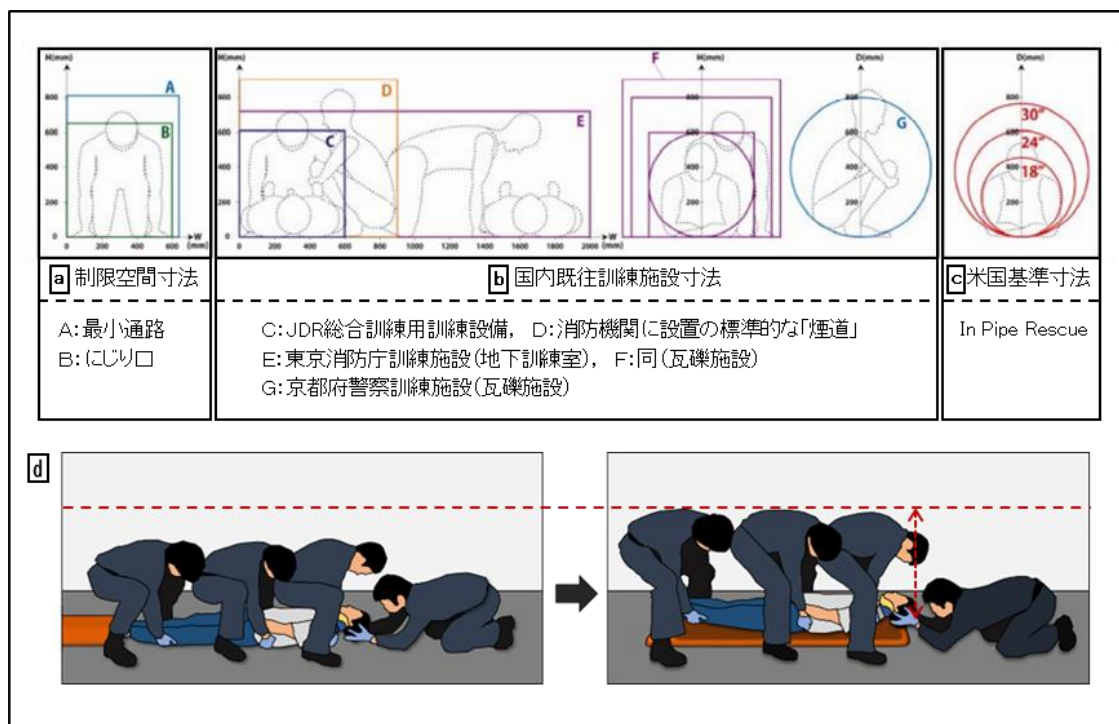


図 1-3-4 閉鎖的空間内における活動寸法に関する人間工学的検討例

さらに、米国の CSR 訓練施設の認定基準寸法のうち「In Pipe Rescue」の訓練用経路および出入り口の寸法基準²⁸⁾を抽出し、図 1-3-4 の c に示した。

以上の寸法について、消防および警察の訓練指導者等に聴取を行ったところ、「高さ 900mm×幅 900mm の経路では余裕がありすぎて訓練効果が低い」「高さ 720mm の経路では一定の訓練効果がある」「内径 800mm のフューム管では、横たわった状態の傷病者を持ち上げ、下にバックボードを差し込む活動（図 1-3-4 の d. いわゆる「ログリフト」²⁹⁾）がほぼ不可能である」等の意見が聞かれた。これらの意見の内、特に着目したのは、ログリフトが不可能となる高さ制限に関する意見であった。要救助者が成人体重であった場合、閉鎖的空間の内部にたとえ数人が活動できるスペースが確保できたとしても、膝の屈伸によらず腕力のみで要救助者を挙上して担架に移乗することは物理的に困難である。そのため、前章の図 1-2-5 の c で示したような、通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法によって担架に移乗することが必要となる。以上より、この内径 800mm のフューム管寸法は、CSR/CSM 特有の活動方法が必要となる一つの閾値を示と考えられた。フューム管は丸いので、内径 800mm であれば足の感覚が 40～50cm のとき足から頭頂までの高さは計算上 710～750mm 程度となることから、活動寸法高さとしては、概ね 730mm 程度が一つの指標値として提案された。

本検討では、水平経路高さに絞り、ごく基礎的予備的な活動寸法に関する人間工学的検討を試みたが、こうした人間工学的検討を多様な角度から進め、CSR/CSM に係る寸法系についての知見蓄積が望まれ、これを訓練の現場にフィードバックしつつ検討が重ねられることが重要と考えられた。

3.5 小括

以上、本章では、2006-2007 年に行った兵庫県瓦礫救助訓練施設の整備に係る検討から、まず 1 節において施設整備検討の概要を示し、2 節および 3 節において、施設コンセプトおよび基本計画案に関する検討結果を示した。そして 4 節において、CSR/CSM 活動に特徴的な空間制限の詳細寸法に関する検討結果を示した。

本検討を行った当時、我が国では、CSR/CSM に関する参考資料が少なかったことから、具体の先行実践例としての米国の取組を参考としながら検討を進めた。その中で、USAR、CSR/CSM に関する枠組みが既に存在し、それをより高度化する段階にあ

った米国と、枠組みも含めて創り上げていかなければならない段階の日本とでは、自
ずと施設に求められる要件が異なろうことが考えられ、そのことに着目して施設の意
義を吟味した。

特に、かねてからその重要性が指摘されている災害時における「機関連携」に関す
る究極の縮図が CSR/CSM 活動においてみるができることは、施設の意義と可能
性をとらえる上での大きなヒントとなった。つまり、本検討により提案した施設は、
従来提案されてきた連携のための方策³⁰⁾とは一步違う形での提案、すなわち連携づく
りのための「場」を提供する、というアプローチであった。このように考えていくこ
とが可能であったのは、当該訓練施設が敷地条件に恵まれたものであり、かつ兵庫県
という自治体による整備であったことが大きい。このような条件であれば、多機関参
加型の大規模総合訓練が企画・実行されやすいほか、小規模な連携訓練においても、
様々な機関・職能の組み合わせで日常的に「顔の見える関係」づくりを進めていける可
能性を見出せると考えられた。このような異種機関・職能の共同利用施設としての「場」
には、顔の見える関係となるきっかけを生む接着剤としての役割が期待でき、またこ
の「場」を共通言語の蓄積や、現場活動のあり方に関する様々なノウハウを検討・蓄積
していくための核として活用していくという展望にも期待が持てると思う。

さらに本検討では、「劣悪な空間制限」を設定することが求められる CSR/CSM の
訓練施設・訓練設定に関し、一般に「狭隘」などと定性的に表現される閉鎖的空間の詳
細寸法について、同空間内における活動姿勢・作業動作などから人間工学的にこれを検
討・分析し、CSR/CSM 特有の活動方法が必要となる水平経路高さの閾値を定量的な
数値（730mm）として提案した。なおこの数値は、次章で示す多職能参加型の CSR/
CSM 訓練会を通じた実証研究^{31),32)}において、また、続く 5 章で示す「可変式訓練ユニ
ット」の開発に向けた検討における参考値として活用したほか、第 2 部「2016 年熊本
地震における木造倒壊建物からの救助活動に関する調査・分析」における考察におい
ても、調査結果との比較検討対象として活用している。

こうした訓練空間の設定に係る寸法系は、CSR/CSM の対処能力向上に向けた取組
を推進する上で本質的に重要な意味を持つ。したがって、今後も多様な角度からの検
討を推進し、有効な知見蓄積と訓練現場へのフィードバックを継続していくことが重
要と考える。

第 4 章 CSR／CSM 訓練の高度化・標準化に向けた検討

第4章

CSR／CSM 訓練の高度化・標準化に向けた検討

CSR／CSM を含む USAR に関する対処能力向上のための体制や訓練環境の整備は、世界的にみても、特に 2001 年米国同時多発テロ事件（図 1-4-1）以降急速な発展と充実をとげ²⁶⁾、我が国においても、米国の訓練施設を参考にした日本初となる専門的 CSR／CSM 訓練施設（「兵庫県瓦礫救助訓練施設」）が 2007 年に整備された（図 1-4-2）。

またその頃、数多くの消防本部や自治体によって同種訓練施設の整備に向けた検討・取組が進められたほか、特に消防救助に関しては、USAR に関する取組が急速に活発化し、たとえば「救助技術の高度化等検討会」における USAR 関連技術の導入検討（2008 年度および 2009 年度）、USAR をテーマとする「全国消防救助シンポジウム」の開催（2008 年度および 2009 年度）等を通じ、検討・検証が図られつつあった。また、実技訓練としても、「実戦的な特殊災害対応訓練」でのショアリング（構造物の緊急補強・不安定構造の静定化技術）やブリーチング（倒壊構造物への進入のための障害物破壊・穿孔・開口技術）の導入（2008 年度および 2009 年度）などが進み、これら関連技術の紹介および技術習得訓練が本格化し始めた³³⁾。ただし、これら公的取組はあくまで USAR 関連技術等に関する紹介段階にあり³⁴⁾、技術の標準化や教育訓練体制の確立は未然であった。



図 1-4-1 米国同時多発テロ事件現場における米国 USAR-Task Force の活動状況
（出典：FEMA Medical specialist Training course, 2006. 配布資料）



図 1-4-2 兵庫県瓦礫救助訓練施設
(警察, 消防, 救助犬団体による合同訓練の状況)

他方, 前章で詳述した「兵庫県瓦礫救助訓練施設」の利用も活発に進み, 竣工の翌年度には計 65 回, さらにその翌年度には 86 回, 多様な主体(消防, 警察, 自主訓練会等)によって利用(図 1-4-3)されるなど, 我が国における USAR 訓練の取組が, 多様な角度から進み始めた(たとえば 31),32),35)。

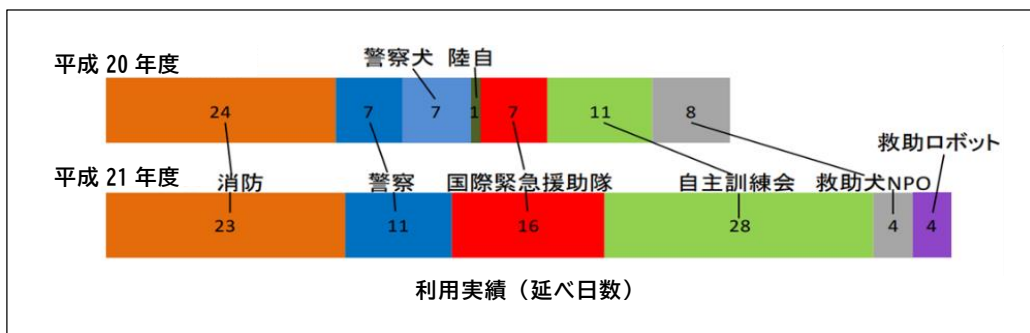


図 1-4-3 竣工翌年度から 2 年間における兵庫県瓦礫救助訓練施設の利用状況³³⁾
注 兵庫県広域防災センター公表資料に基づく

以上のような状況の中, 筆者は, 兵庫瓦礫訓練施設が完成した 2007 年以降 2011 年東北地方太平洋沖地震が発生するまでの間に, 消防機関をはじめとする救助実動機関の専門家や, 災害医療専門家, 工学専門家とともに, 諸外国の USAR 体制(訓練実施体制を含む)に関する調査研究^{26),33)}や, 多職能参加型の CSR/CSM 訓練を通じた実証

研究^{31),32)}などを進めた。

本章では、これらの検討・研究の中から、2008年に兵庫瓦礫訓練施設を活用して実施した多職能参加型のCSR/CSM訓練会を通じた実証研究³¹⁾について、まず1章において、同訓練会に際して作成した訓練カリキュラム案と実証研究の概要を示し、続く2章および3章において、同実証研究で設定した「訓練負荷」の種類・負荷方法および検証方法を示す。そして4章において検証結果を示し、5章でこれらのまとめを行う。

4.1 訓練カリキュラム案と実証研究の概要

我が国初のCSM実践・成功例となった2005年のJR福知山線列車脱線事故の報告³⁶⁾にもあるように、閉鎖的空間への進入を伴うCSR/CSM活動は困難を極め、その現場環境は極めて危険・劣悪であることが想定される。そのような現場環境下であっても要救助者の救助・救命という大きな目的を達成するためには、その閉鎖的空間内で、限られた人員により、通常とは異なる活動姿勢・作業手順・資機材活用方法を取りながら、また暑熱/寒冷等の気象条件や光環境、あるいは騒音環境等の状況が極端に劣悪であったとしても、安全かつ的確に活動できる能力が、活動者個人としても、また隊全体の組織的活動としても求められると言え、その現場活動のあり方に関する検討、そしてそれら能力養成のための訓練実施方法の開発と標準化が求められる。しかし、そのように制限され劣悪な現場の環境が、物理量としてはどの程度のものであり、その状況下でどこまで活動できるものなのか、またそのような劣悪な現場環境を模擬的に設定して訓練を行うことでどのような訓練効果を得ることができるのかといったことについては、訓練企画者をはじめとする実務者の経験則や想像力に頼らざるを得ない状況であった。これらを的確に把握し、そのような現場環境下でも十分に活動できる能力を養成し、また有効な資機材を整備してその取り扱いに習熟しておくことが極めて重要である。

ここで、図1-4-4に、USAR実動体制が整備されている米国と我が国の災害派遣・現場活動体制をイメージ図により比較する。図1-4-4の左図に示すように、米国においては、救助や医療の専門家を始めとする多職能の構成員からなるUSAR-Task Force（第1部・2章・図1-2-1）が編制され、そのUSAR-Task Forceが一体的に派遣される仕組みとなっているため、災害現場に到着後、一元的な指揮・命令系統の下で、速やかに組織的な人命救助活動を展開可能となっている⁶⁾。これに対して我が国では、USAR-Task Force

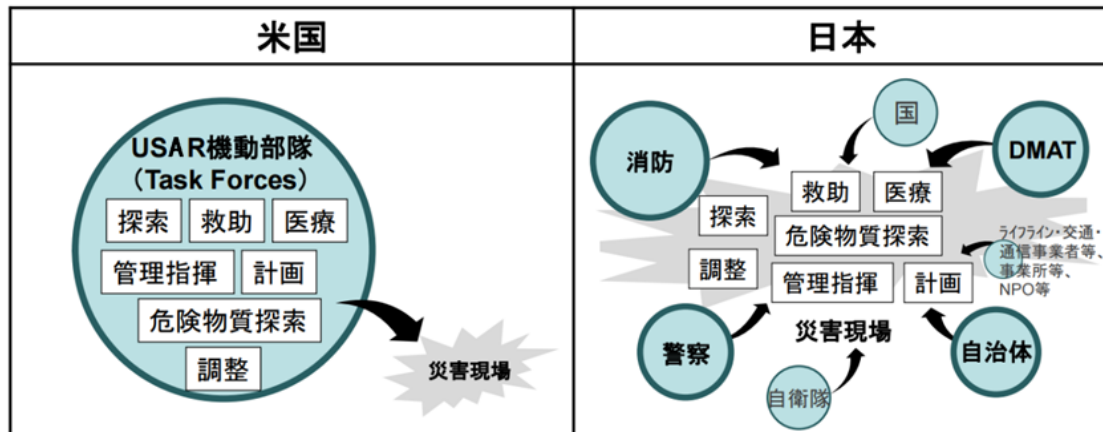


図 1-4-4 米国と日本における災害派遣・現場活動体制の比較³¹⁾

のように、救助・医療を包括するような多職能の構成員からなる災害派遣チームは存在しない¹³⁾ことから、図 1-4-4 の右図に示すように、災害発生時には、各機関・職能の専門家等がそれぞれ災害現場に向かい、現場到着後に機関・職能間の現場連携が開始される。すなわち、我が国における災害派遣・現場活動体制は「現地集結型」であると言え、米国と比較して、特に現場到着後における連携体制の確立が重要な課題となる。こうした点に着目すると、各職能の現場活動者には、個人としての活動能力に加え、高い調整能力が必要となり、さらに、大規模な災害現場を想定した場合には、同一の活動エリアで同時多発的に複数の部隊が活動することも想定されることから、他の部隊と緊密に連携を図りながら、安全かつ効率的・効果的に活動を展開するための情報伝達能力、指揮統制・連絡調整能力等が必要となる。以上から、我が国の災害派遣・現場活動体制においては、他機関・職能の部隊・活動者との「現場連携力」の向上に資する訓練手法について検討を行うことが重要であると考えられた。

以上の背景・問題意識を踏まえ、第 1 部・2 章で詳述した米国 CSR/CSM 訓練プログラムを参考にした 1.5 日間の訓練カリキュラム案を策定し、2008 年 8 月 2 日～3 日、兵庫瓦礫訓練施設において、有志（表 1-4-1）による多職能参加型の CSR/CSM 訓練会を開催するとともに、消防機関をはじめとする救助実動機関の専門家（訓練指導員・安全管理要員を担当）、災害医療分野の専門家（訓練指導員を担当）および工学専門家等で構成する検証チームを組織して、活動現場で想定される現場環境の一部を模擬的

¹³⁾ 海外派遣の場合には、USAR チームとしての機能を包括的に備えた国際緊急援助隊（Japan Disaster Relief Team）が対応することとなり、このチームには、警察、消防、海上保安庁から選抜された登録隊員により構成された救助班のほか、医療班を含む専門班（救助犬を含む）が帯同する。

に設定し、その模した現場環境（以下「訓練負荷」）が CSR/CSM 活動を実践する「個人」に、また「部隊」に、さらには複数部隊で連携しながら行う「組織的活動」に及ぼす影響、ならびにその「訓練負荷」が及ぼす「訓練効果」に関する検証を実施した。

表 1-4-2 に、本訓練会用に策定した訓練カリキュラム案の構成を示す。本表の内、赤枠で示した訓練項目（総合訓練（1 日目））において上記検証を行った。

検証を行った「総合訓練」の位置付け等を明らかにするため、訓練カリキュラム案の概要について以下に説明を加える。

表 1-4-1 CSR/CSM 訓練会（2008 年 8 月 2 日～3 日）の職能別の訓練参加人数

| |
|-----------------------------------|
| ・ 救助関係者:29 人(主に消防機関に所属) |
| ・ 医療関係者:21 人(医師 13, 看護師 7, 調整員 1) |
| ・ 救助犬団体:4 人 |

表 1-4-2 訓練カリキュラム案の構成

| 日程 | 項目 | 概要・訓練重点等 | 時間 |
|------|-----------------|---------------------------------|-------|
| 1 日目 | 基礎座学 ※午前中 | A CSR/CSM 活動の特殊性と特徴, PPE の重要性 | 30 分 |
| | | B CSR/CSM 活動における医学的留意事項 | 30 分 |
| | | C CSR/CSM 活動における指揮統制・職能間連携・情報伝達 | 30 分 |
| | 個別技能 習得訓練 | A 部分的接触による容態観察・安定化措置 | 50 分 |
| | | B CSR/CSM の戦術 | 50 分 |
| | | C 「閉所」における保温・保護 | 50 分 |
| | | D 脊柱固定と搬出 | 50 分 |
| | 想定訓練 | 瓦礫災害現場での小隊活動 | 60 分 |
| | 総合訓練 ※薄暮時～夜間 | 瓦礫災害現場での組織的活動 | 180 分 |
| | 2 日目 | 総合訓練 | 訓練の総括 |

4.1.1 基礎座学

1 日目の午前中、隣接する県消防学校の教場において、基本的な知識と認識を得るための「基礎座学」を 3 コマ（各 30 分間）行った。まず「基礎座学 A」において、劣悪な現場環境下で実施する CSR/CSM 活動の特殊性・特徴に関する共通認識を訓練参加者全員で図るとともに、午後からの実動訓練中における PPE の着装を義務付けるなど、訓練全般にわたる安全管理上の諸注意を示した。

続く「基礎座学 B」は、瓦礫災害の現場で想定される要救助者の病態（表 1-4-3）に対し、救助・医療の現場連携によってどのように対処していくことが望ましいのかといった点について、災害医療の専門家から具体的に教示する内容とした。

「基礎座学 C」は、部隊活動の前提となる「指揮統制」や、CSR/CSM の実践に不可欠となる救助・医療の「職能間連携」、そしてこれらに不可欠となる「情報伝達」の重要性について基本的な概念を示す内容とした。

表 1-4-3 「瓦礫災害」の現場で想定される病態（出典：参考文献 6）

「瓦礫災害」でよくみられる一般的病態

①骨折、裂傷 ②多発外傷 ③頭部外傷 ④低体温症 ⑤脱水

「瓦礫災害」にほぼ特異的な稀な病態

①クラッシュ症候群 ②浮遊ダストによる気道障害 ③危険物質による障害

4.1.2 個別技能習得訓練

午後からは屋外の瓦礫訓練施設に移動し、「個別技能習得訓練」を 4 コマ（各 50 分間）実施した。ここでは、訓練参加者を救助隊・医療班の混成による 4 つのチーム（以下、本論ではこれを「小隊」と表記）に編制してローテーション形式で進行した。

「個別技能習得訓練 A」では、米国 CSR/CSM 訓練プログラムの「Evaluation of the Partially Accessible Patient」の訓練内容および現場設定（第 1 部・2 章・図 1-2-4）を参考に、部分的に接触可能な要救助者の容態観察手法および容態安定化のための（不安定姿勢での）輸液等の手技について確認を行った。なお、非医療者である救助隊員については容態観察手法の確認のみとし（図 1-4-5 の左）、医療者については不安定姿勢での輸液等の手技について実体験する内容とした（図 1-4-5 の右）。



図 1-4-5 「個別技能習得訓練 A」の実施状況

「個別技能習得訓練 B」では、米国 CSR／CSM 訓練プログラムの「Confined Space Maneuvers」の訓練内容および現場設定（第 1 部・2 章・図 1-2-3）を参考に、CSR／CSM の戦術について、主に作戦板（ホワイトボード）を活用した安全管理・情報共有の方法等に関する確認を行った（図 1-4-6）。



図 1-4-6 「個別技能習得訓練 B」の実施状況

「個別技能習得訓練 C」では、米国 CSR／CSM 訓練プログラムの「Patient Monitoring and Packing」の訓練内容および現場設定（第 1 部・2 章・図 1-2-5）を参考に、閉鎖的空間における保温・保護の手法等について確認を行った（図 1-4-7）。



図 1-4-7 「個別技能習得訓練 C」の実施状況

「個別技能習得訓練 D」では、米国 CSR／CSM 訓練プログラムの「Immobilization & Extrication」の訓練内容および現場設定（第 1 部・2 章・図 1-2-8）を参考に、要救助者の脊柱固定と搬出の手法について確認を行った（図 1-4-8）。



図 1-4-8 「個別技能習得訓 D」の実施状況

4.1.3 想定訓練

以上の「基礎座学」および「個別技能習得訓練」を経て、「想定訓練」を 60 分間実施した。想定訓練では、訓練施設内に 4 箇所の模擬現場を設定し、前述の 4 つの小隊ごとに 1 箇所の模擬現場を割り当てて、現場到着後の一連の現場活動（「探索・閉じ込め位置の特定」から「搬出」まで、第 1 部・2 章・表 1-2-8 参照）を実践し、想定時間終了後に訓練指導員・安全管理要員を交えた振り返りを実施した（図 1-4-9）。



※ 進入口付近での活動状況



※ 要救助者救出後の状況

図 1-4-9 「想定訓練」の実施状況

4.1.4 総合訓練

そして以上の訓練の仕上げとして、4つの小隊が同時多発的かつ組織的に活動を行う「総合訓練」を、1日目の薄暮時から夜間（18:30～21:30）にかけて180分間、そして2日目の午前中に90分間実施した（総合訓練の現場設定状況については次節で詳述）。なお、総合訓練時には、4つの小隊を指揮・統制する「現地指揮所」を設定するとともに、その現地指揮所の指揮下で救助犬を運用できることとした。

総合訓練（1日目）の実施状況を図1-4-10に示す（2項にまたがる）。



※ 救助犬による搜索状況



※ 現場配置時の状況



※ 活動状況遠景



※ 進入口付近での活動状況



※ 閉鎖的空間内の状況



※ 戦術検討時の状況



※ 要救助者救出後の状況



※ 同上



※ 部分的接触による容態安定化処置の実施状況

図 1-4-10 「総合訓練」(1日目)の実施状況

4.2 「訓練負荷」の種類・負荷方法

本訓練会の参加者は（表 1-4-1）は、そのほとんどが消防、警察の現役救助隊員（指揮官を含む）または DMAT 隊員であり、実際の災害発生時には、救助困難度の高い現場に割り当てられる可能性が高いメンバーであった。

そこで、総合訓練（1 日目）における「訓練負荷」は、相応の高度な活動困難要因を設定することとした。図 1-4-11 に、総合訓練（1 日目）で使用した施設の概略図を示し、以下でその概要を示す。

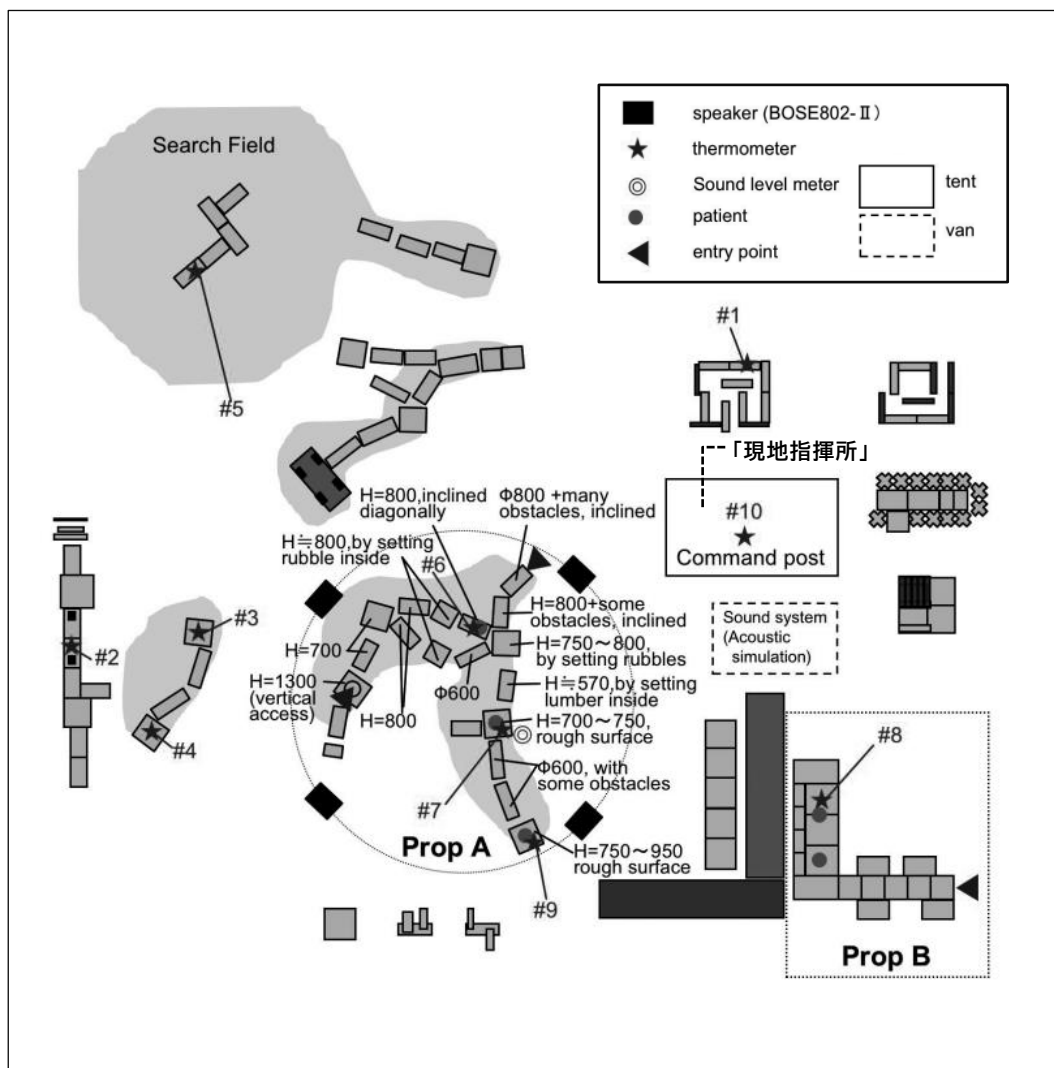


図 1-4-11 「総合訓練」で使用した施設の概略図³¹⁾

4.2.1 閉所（空間・寸法制限）

瓦礫災害における CSR/CSM 活動では、倒壊建造物の内部に閉じ込められた要救助者がその活動対象となる。そこで、図 1-4-11 の Prop A および Prop B と示したエリア¹⁴に、様々な空間寸法・形状の閉鎖的空間（以下、この訓練負荷を「閉所」と表記）を設定し、そこでの活動状況等について検証を行うこととした。



図 1-4-12 Prop A

¹⁴ 訓練施設を構成する要素施設を表す。図 1-4-11 の Prop A および B は、総合訓練に使用した要素施設として、点線で囲んだエリアを示している。

Prop A (図 1-4-12) では、米国の訓練施設認定基準で規定されている管状経路の寸法最小値 (18inch : 約 46cm) 以上の寸法を最低限確保することとし、その上で高度な訓練負荷となり得る障害物 (様々な形状・寸法・重量のもの) を内部に投入した。なお、この設定寸法を検討する際には、筆者らの先行研究 (第 1 部・3 章・図 1-3-4 参照) で推定された指標値 (ログロールの要領で要救助者を持ち上げる動作の限界寸法は水平経路高さ 73cm 近辺と推定) を参考とし、内部の空間高さを概ね 70~75cm に設定した。

Prop B (図 1-4-13) では、Prop A とは対照的に所々に障害物を投入する程度にとどめ、比較的緩やかな空間制限である施設寸法をそのまま残す形とした。ただし Prop B の一部には、米国 CSR/CSM 訓練プログラムの想定訓練 (「Windy Room」) の現場設定 (第 1 部・2 章・図 1-2-9) を参考に、有孔管に水道ホースを繋ぐことにより「漏水」という訓練負荷をかけることとした (図 1-4-13・下段)。



図 1-4-13 Prop B

4.2.2 騒音

現場活動では、要救助者にアプローチするために、エンジン系の救助資機材を用いて鉄筋コンクリート等の構造部材を破壊・排除するような活動が想定され、また、周辺や上空には、多数の緊急車両やヘリが往来しているような状況が想定される。これらにより発せられる「騒音」は、要救助者の「捜索・閉じ込め位置の特定」（第1部・2章・表1-2-8・③）を行う際に、要救助者が発する「声」や壁等を叩く「音」を聞き取る上で大きな障害となるほか、救助犬を投入する際にも犬の集中力に悪影響を与えかねない。また、CSR／CSM活動において最も重要な局面とも言える「挟圧解除」（第1部・2章・表1-2-8・⑩）を実施する際の救助者・医療者の現場連携作業に大きな障害となる。そのため、現場活動時には必要に応じて、いわゆる「サイレントタイム（騒音を発する資機材等の使用を制限する時間）」を確保するための「指揮統制」を行うことが想定される。この点、活動現場一帯に「サイレントタイム」を設定するためには、その一帯で活動中の多機関の部隊に対してもその旨を周知徹底する必要があり、そのためには、いわゆる「ブロンズエリア（小隊活動の現場のスケール）」よりもっと大きな空間スケール、すなわち「シルバーエリア（たとえば多機関の部隊が同時多発的に活動するような空間スケール）」での活動調整が必要となり、多機関の調整員等が集う「現地指揮所」等でその調整が図られることが一般的である。そこで、検証の対象とした総合訓練では、こうした「指揮統制」や「連携」に不可欠な「情報伝達」に負荷をかけてそこでの活動状況や訓練効果等について検証を行うこととし、音響分野の専門家の協力を得て、現場活動中に想定される「騒音」を音響的にシミュレーションすることを試みた。なお、音響専門家の介入により騒音負荷を行ったCSR／CSM訓練はこの訓練会が我が国初の試みであった。

図1-4-14に、騒音シミュレーションの再生システムの概要を示す。騒音シミュレーションは、Prop Aを4つのスピーカーで取り囲む形で実施することとした。

表1-4-4にシミュレーションに使用した騒音源の概要を示す。騒音のシミュレーションは、10種類の音源を使用することとし、各騒音源の測定時の音圧レベルや音源からの距離を参考に、実際の活動現場で起こり得るであろう音量に調整し、音源毎に4つのスピーカーへの割り当てを変化させることとした。なお、音源再生の際、重機音の発生や停止（信号のon/offの切り替え）、緊急車両やヘリコプターの往来（フェードインやフェードアウト）のタイミングについては、実際の現場を想定して任意に行

った。また、総合訓練中に「現地指揮所」の統括者から「サイレントタイム」を設定する旨の合図があった際には、その合図に基づいてサイレントタイムを設けることとした。ただし実際の現場では、サイレントタイム設定時においても緊急車両のアイドリングは発電に必要となるため停止させないことも想定される。そのため、全トラックを停止したサイレントタイムのほか、アイドリング音のみ出力のサイレントタイムの2通りを設けた。



図 1-4-14 騒音負荷訓練の現場と再生システムの概要

表 1-4-4 使用した騒音源

| 音源名称 | | 録音場所 | 音源からの距離(m) | 騒音レベル(dB) |
|---------------------------------------|------------------------|--------------|------------|-----------|
| ブレーカー(コンクリート破碎音) | | 東京消防庁 | 15 | 85.0 |
| ブレーカー(コンクリート破碎音) +エンジンカッター(金属切断音) | | 東京消防庁 | 15 | 87.0 |
| 緊急車両(アイドリング音) | | 東京消防庁 | 15 | 74.0 |
| ブレーカー+エンジンカッター+緊急車両+チェーンソー (角材切断音) | | 東京消防庁 | 15 | 95.0 |
| ヘリコプター(着陸音) | | 東京消防庁 | 21 | 107.0 |
| 油圧救助機器(エンジン音) | | 神戸市消防局 | 5 | 70.0 |
| サウンド ライブラ リより | ジャイアントブレーカー(コンクリート破碎音) | 千葉県成田市 | 7 | 89.6 |
| | 雷(落雷音) | 熊本大学工学部 | 30 | 101.7 |
| | 救急車(サイレン音) | PC(シミュレーション) | 7.5 | 98.3 |
| | 消防車(サイレン音) | 千葉県柏市 | 4 | 104.1 |

4.2.3 時間帯・気象環境

以上の「閉所」および「騒音」に加え、薄暮時間帯から夜間(18:30~21:30)にかけて総合訓練を実施することにより、徐々に照明器具が必要となるような段階的な光環境に関する負荷をかけることとした(以下、この訓練負荷を「暗所」と表記)。また、訓練実施時期が猛暑期(8月前半)であったことから、気象環境による訓練負荷がかかっていた(以下、この訓練負荷を「暑熱」と表記)。

4.3 検証方法

前項で示した「閉所」(一部は「漏水」を付加)、「騒音」、「暗所」および「暑熱」といった訓練負荷がCSR/CSM活動に従事する個人・小隊、そして複数の小隊が同時多発的に行う組織的活動に及ぼす影響を検証するため、検証チームや訓練指導員・安全管理要員等が訓練中に行った目視による観察およびヒアリング(訓練中の実動者にコメントを求める形式)のほか、訓練終了後に訓練参加者へのアンケート調査を実施した。

アンケート調査の質問項目は、まず基礎的な属性として、年齢や性別、身長、体重、視力を尋ねる項目を設けた。また、活動者としての経験や能力の参考とするため、職種(所属機関)、経験年数、保有する資格や専門研修等の受講歴、災害出動経験、災害関係の隊員登録状況(国際緊急援助隊、広域災害派遣部隊、DMAT等)を尋ねる項目を設けた。その上で、表1-4-5に示す調査項目を設定した。

表 1-4-5 アンケートの調査項目

| No. | 設問内容 |
|------|---|
| Q1 | 総合演習訓練について回答してください。 |
| Q1-1 | どのような活動でどんな作業を担当したか |
| Q1-2 | 作業の難易度(5段階評価) |
| Q1-3 | どんな困難・障害があったか(その障害が何に影響したか) |
| Q1-4 | その原因は何だと思うか(通常の活動との違いは何だったか) |
| Q1-5 | 活動環境(音・光・熱・空間の状態)から受けた影響について |
| Q2 | これまで書いてくださった回答の他にもお気づきの点がありましたらご自由にお書きください。今回の訓練に限らず、日頃の活動での問題についてでも結構です。 |
| Q2-1 | 「騒音」 |
| Q2-2 | 「暗さ」 |
| Q2-3 | 「暑さ」 |
| Q2-4 | 「狭さ、漏水」 |
| Q3 | 「全体を通じての意見や感想」 |

このうち Q1 は、総合訓練時に発生した活動困難・障害の内容とその要因を尋ねる項目、Q2 は、活動環境から受けた影響を尋ねる項目、Q3 は、事後の訓練の高度化等に資するための訓練全体に関する意見・感想を尋ねる項目となっている。これらの項目については、なるべく広範な回答を得るため、自由記述方式とした。アンケート調査票は、訓練終了後に電子メールにて配布・回収した。

アンケートの回答率は、救助関係者 41.4% (29 人中 12 人)、医療関係者 57.1% (21 人中 12 人) となっており、それほど高い回答率は得られなかったが、得られた回答は分量が多く (平均約 1,100 文字、平均センテンス数は約 11)、また、内容についても詳細に記載されていた。

訓練負荷が現場活動に与える影響を把握するため、活動中に生じた障害の要因について、得られた回答をセンテンスごとに分割し、分類・整理した。Q1 については、Q1-3 および Q1-4 から「活動中に生じた障害」に関するセンテンスを拾い上げた。Q2 については、訓練に関するコメントを除き、「活動中に生じた障害」に関するセンテンスがみられた場合は拾い上げた。この際、重複的表現と思われる表現が数例みられたが、回答者にとって重要度が高いものと考え、それら数例もカウントすることとした。なお、Q3 は「意見や感想」についての項目であるが、「活動中に生じた障害」に関するセンテンスがみられた場合は拾い上げた。

また、CSR／CSM 活動の現状や改善点、訓練施設への要望等の「意見や感想」に関するセンテンスを Q2 および Q3 から拾い上げ、分類・整理した。

4.4 検証結果

アンケート調査の回答を前述の方法で集計した結果、「活動中に生じた障害」に関するセンテンス数は、Q1 と Q2 からは 143 件、Q3 からは 22 件となった。それらを要因別に整理した結果を図 1-4-15 に、職能別に整理した結果を図 1-4-16 に示す。なお、図 1-4-16 の横軸は、救助隊については 107 件に対する割合、医療班については 58 件

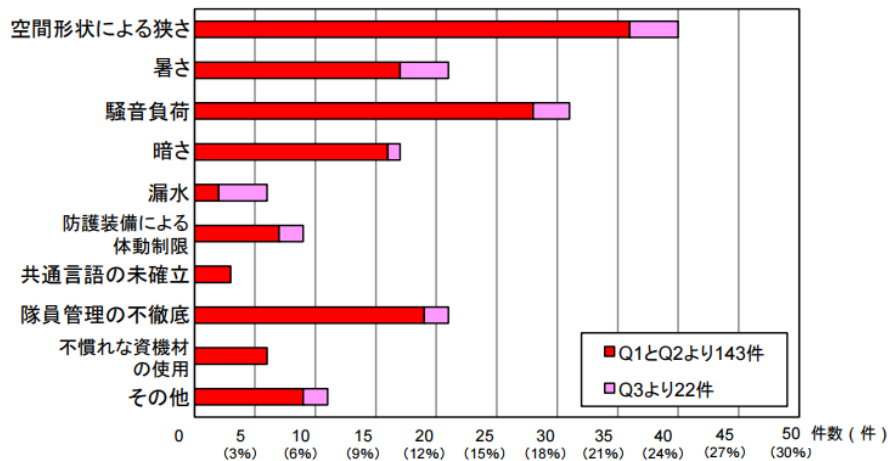


図 1-4-15 「活動中に生じた障害」にみられた各要因の件数

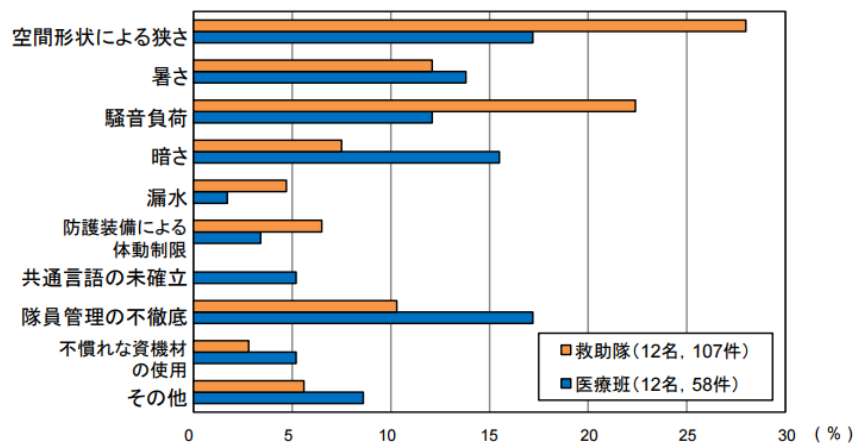


図 1-4-16 「活動中に生じた障害」にみられた各要因の職能別の比較
注 救助隊は 107 件、医療班は 58 件に対する割合

に対する割合となっている。以下では、特に活動の障害としての回答が多かった「閉所」および「騒音」に関する訓練負荷に関し、CSR/CSM活動に与えた影響および訓練効果についての検証結果を示す。

4.4.1 「閉所（空間・寸法制限）」による影響・効果

「空間形状による狭さ」（「閉所」）を要因とした記述が合計40件（約24%）で最多となった。この点については、特に内部の空間高さを70～75cm内外に設定したProp Aで活動した救助隊員へのヒアリングにおいて、「この高さでは、通常の（注：空間制限がない）場合と比べて4～10倍の時間がかかる」「見かけ上は広いように見えるところでも、ちょっとした動作で壁や天井にPPEが当たってしまい思うように活動できない」といった声が聞かれた。また、アンケート結果から、「狭くて資機材（脊柱固定具等）の展開ができなかったことは想定外であった」「瓦礫の内部ではパーシャルアクセス（要救助者への部分的接触）しかできなかったことから、全身を順に観察できず、観察の手順がバラバラになって時間がかかった」等の回答が見られた。これらは、通常の（空間制限がない）現場活動では十分な能力をもった活動者であっても、閉鎖的空間での活動を伴うCSR/CSMには、別途専門的な訓練が必要であることを裏付ける回答であった。

また、上記の「通常の場合と比べて4～10倍の時間がかかる」というヒアリング結果については、訓練状況の観察結果から見ても概ね妥当な数値であると推定できた。

さらに、吉村³⁷⁾が別途行った閉鎖的空間における救助医療活動に関する人間工学的観点からの実験（図1-4-17）では、進行方向の反転というごく単純な動作であっても、

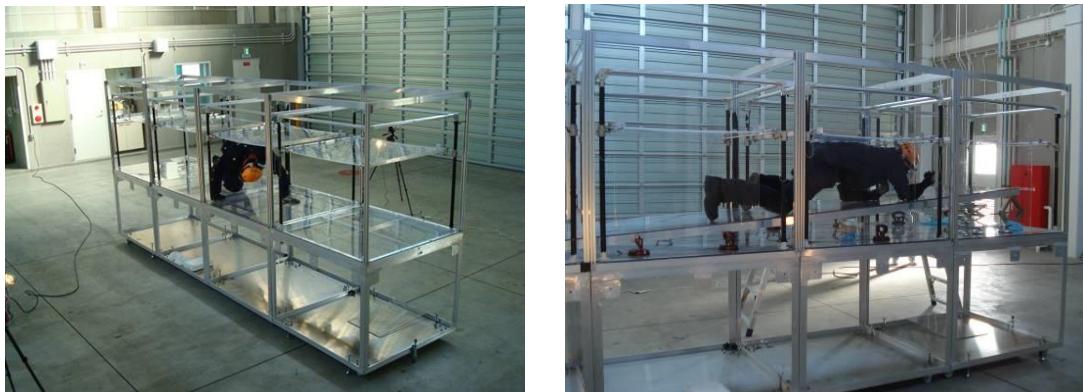


図1-4-17 吉村³⁷⁾による実験の状況（図の被験者は筆者）

空間制限がない場合と比べ、高さ 50cm 以下の空間では約 2 倍、高さ 40cm 以下では約 2.6 倍の時間がかかったことが報告されており、Prop A の閉鎖的空間の内部が不整面であったことや、内部に大小の瓦礫が散乱していた状況を加味すると、この実験結果とも概ね矛盾しないものであった。

閉鎖的空間における特定の活動動作にどの程度の時間がかかるのか、またある特定の資機材の展開・使用がその空間内で可能か否かといった予測・判断ができる能力は、隊員個人の能力としても、また、小隊としての CSR/CSM 活動の戦術検討においても極めて重要である。また、そうした閉鎖的空間で起こり得る不足の事態について体感的に理解しておくこと、そしてそのような不測の事態に対してどのような対応や備えを行うべきかという点について検討を行っておくことは極めて有益であり、綿密な検討に基づく寸法・形状の「閉所」を設定することによる訓練効果を確認できた。

4.4.2 「騒音」による影響・効果

次に多かったのが「騒音」に関する記述 31 件（約 19%）であり、訓練が猛暑の中、夜間に行われたにも関わらず、「暑さ」や「暗さ」よりも多い結果となった。

特に、図 1-4-16 で注目されるのは、「騒音負荷」と「暗さ」について、救助隊と医療班とでその評価の傾向が異なることである。救助隊は、無線機などを使用して「現地指揮所」と頻りに連絡を取り合うといった、「情報伝達」に関する活動が多い。これに対して医療班は、要救助者の容態観察や医療処置を主な活動とし、そこでは皮膚所見を確認するなどの視診や、輸液のために穿刺部位を確認するなどの行為が重要となる。このような職能ごとの活動内容の相違が結果に反映しているものと推察された。

活動障害の要因が「騒音」にあったという記述のうち、「情報伝達の障害」に関するものが多く見られた。回答例を表 1-4-6 に示す。この内容から、騒音負荷は CSR/CSM

表 1-4-6 「情報伝達の障害」に関する記述の一例

-
- ・ 騒音が連携をかなり妨げた。
 - ・ 2～3 分警笛とライトで試みたが外部の者が誰も気付かずに情報伝達に時間を要した。
 - ・ 要救助者を発見した際、騒音により隊長へ発見の旨の連絡が届きにくかった。
 - ・ 無線も調子が悪く連携をとるのが大変難しかった。
 - ・ 指示、合図および報告の伝達を阻害される。
 - ・ 簡単にコミュニケーションがとれないということは非常にストレスであった。
 - ・ 常に大きい声を出したり、繰り返さなければならないので、救出作業以外にも疲労が感じられた。
-

活動において重要な要素である小隊内の「指揮統制」や「連携」、また、活動現場一帯で実施する組織的活動に必要な「指揮統制」や「連絡調整」に障害を与えていることが確認できた。その他、騒音の負荷に対して、コミュニケーションがとれないことによる「ストレス」、「不安」、常に大きな声を出すことによる「疲労」などの意見もみられた。また、「情報伝達手段」に関する記述もみられた。その回答例を表 1-4-7 に示す。回答者の多くが現状に不備を感じており、劣悪環境下でも情報伝達を確保するための手段の確立を望んでいることが分かった。ここで重要視すべきは、「警笛による合図では CSR/CSM では不十分であると感じた」という記述である。倒壊構造物内部への進入を伴う CSR/CSM 活動においては、二次災害防止の観点から、作業を中断して緊急退避しなければならない場合が想定され、米国 CSR/CSM 訓練プログラムにおいても警笛（ホイッスル）による合図とそれへの迅速・的確な対応（第 1 部・2 章・表 1-2-7）の重要性が繰り返し強調されていた。たとえ近接する現場において他の活動部隊によってコンクリート破砕などが実施されている状況下であっても、この合図を確実に伝達できる手法について検討を進めることの必要性が示される結果であった。

表 1-4-7 「情報伝達手段」に関する記述の一例

-
- ・ 情報伝達手段の確立を痛感した。
 - ・ 通常のコミュニケーション手段では情報伝達が不可能に近い。
 - ・ コミュニケーションツールの性能があまり多様ではない。
 - ・ コミュニケーションの工夫が必要であることが分かった。
 - ・ 過酷な状況下でのコミュニケーションの取り方について、もう少しノウハウを持つべきかもしれない。
 - ・ イヤホンもしくはインカムタイプの通信機器が情報伝達においては不可欠である（消防では、手信号・警笛・ロープによる合図が決められているが、CSR/CSM においては不十分であると感じた）。
 - ・ 骨伝導あるいはイヤホン式＋咽頭マイクのコンパクトで騒音に左右されにくい無線機器。
-

また、「職能間の連携」の課題に関する記述も多く見られた。その回答例を表 1-4-8 に示す。連携に関する課題は、騒音によるコミュニケーションの遮断によりもたらされたものばかりではなく、実際の災害現場と同様に、救助隊と医療班が初対面の状態で直ちに活動を開始せざるを得なかったことが「職能間連携」に支障をきたす要因となっていたことが読み取れ、この点は、救助隊よりも医療班による記述が多く見られた。これは、「情報を伝える側」と「受け取って処理する側」との立場の違いとも考えられた。すなわち、一般に、倒壊構造物の外部と比較して危険度が高い倒壊構造物の

表 1-4-8 「職能間の連携」に関する記述の一例

【救助隊からの意見】

- ・ 連携のためには容態観察や医療についても勉強しておく必要がある。
- ・ 安全管理上、医師等も知っておけば有効な資機材の説明を行うべき(たとえば地震警報器、個人警報器、測定器具…。逆に医療側から傾向資機材の簡単な説明等もしてほしい)。
- ・ 医師による救命措置を考慮して救出活動を考えなければならないと思うが、医師の閉鎖空間への進入は極力避けた方が良く思う。

【医療班からの意見】

- ・ 真の意味で顔が見える関係になるには相当な合同訓練が必要と思われる。
- ・ 救助隊から医療班への声掛けがあまりなかった。これは活動の違いから、かなり遠慮があったと思われる。
- ・ 救助隊と医療班とでよく相談を行う必要がある(救助隊は救助隊同士のみで相談していた)。
- ・ 今までの枠を取り除いて、その場で話し合う機会をどんどん作っていくと良いと思う。
- ・ 二日間でお互いの遠慮というものが取り払われ連携できたと思う。
- ・ 救助隊の方と一緒に活動でき有意義であったと思う。
- ・ 資機材のことでお互いが情報交換できたし、二日間で遠慮の壁が取れた。
- ・ 現場統括者は隊員の疲労度を十分に観察し、必要に応じて応援要請、休憩をとる必要性を感じた。
- ・ 非常に質の高い訓練になったと思う。救助隊員のレベルの高さを痛感した。
- ・ 医療者には救助隊員の変わりは絶対にできない。CSM を実践できる安全の確保と、速やかに医療者を退出させる意識が救助隊員、医療者双方に必要である。

内部へ進入して行う一連の救助活動は、原則的に「救助者」という職能が担うものである。しかし、救助活動の対象となる要救助者の容態や被挟圧状況から、救出前における医療処置の必要性が判断された場合には、CSM を行うために「医療者」という職能にある医師等が倒壊構造物の内部に進入することが想定される。すなわち、医療者がCSM を行うために倒壊構造物の内部へ進入するのは、救助活動の開始から途中以降の段階であることが想定される(第1部・2章・表1-2-8・⑨)。そのため、先に倒壊構造物の内部に進入して要救助者の容態観察等を行った救助隊員からもたらされる情報共有の「質」が重要となるが、この情報共有が曖昧であった場合には、推測を交えた状態で内部に進入せざるを得ない状況があったのではないかと推察された。これは、CSR／CSM 活動においては致命的なミスにつながりかねない。すなわち、倒壊構造物の外部で想定していた状況と実際の閉鎖的空間内部の状況が大きく異なっていた場合には、二次災害発生のリスクが高まるほか、適切な医療処置を要救助者に届けることができないことが想定される。この点を踏まえると、「個別技能習得訓練 B：CSR／CSM の

戦術」で実施したような、作戦板などを用いた情報共有訓練を繰り返し実施し、その練度を「救助者」「医療者」の双方が高めておくことが重要であるということが示唆された。

以上本項では、騒音負荷が CSR/CSM 活動を実践する際の「指揮統制」や「職能間連携」に障害を与えていたという点について見てきたが、この点は、騒音負荷がかかっていない時（サイレントタイム設定時）と騒音負荷がかかっている時の活動状況を比較することによっても確認された（図 1-4-18）。CSR/CSM 活動においては、その戦術を検討・確認・調整するためのブリーフィングが繰り返し必要となるが、騒音負荷がかかっているときには、隊員らが身を乗り出すような様相となっており（図 1-4-18 の右）、活動者相互の距離関係が異なっていたことが分かる。この点、訓練参加者からのヒアリング結果から、「不正面や傾斜面がほとんどとなる瓦礫災害現場において、部隊の位置取りや隊員の安全管理をどのようにするかといった問題に対処しなければならない指揮官にとって、現場管理の方法について考えさせられる機会となった」との意見が聞かれ、騒音負荷がもたらした訓練効果の一つと考えられた。



図 1-4-18 ブリーフィング時の隊員間の距離関係
（左：騒音負荷無し 右：騒音負荷有り）

また、サイレントタイムに関して、騒音負荷がもたらした訓練効果を肯定的に評価した記述がいくつか見られた。その回答例を表 1-4-9 に示す。「サイレントタイム時に行うべき作業を把握できた」といった記述が見られたほか、訓練参加者からのヒアリング結果から、「どのようなタイミングでサイレントタイムを設けると適切かを考えさせられた」といった、状況判断に係る「気付き」に関する意見が多く聞かれた。

また、「サイレントタイムを設けるための情報伝達や連携の重要性を改めて認識する機会となった」との意見も多く聞かれ、サイレントタイム設定のための「指揮統制」や「活動調整」を訓練要素として取り入れることの有効性が確認できた。

表 1-4-9 サイレントタイムに関する意見や感想

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ サイレントタイムに行うべき作業を把握できた。 ・ 騒音がとても邪魔になり、サイレントタイムを設けて何とか可能となった状況であった。 ・ 今回の訓練で非常に効果的なサイレントタイムの存在を知ることができて良かった。 ・ 時間経過により騒音に慣れた気がしたが、サイレントタイムの時に感じた静けさが、逆にストレスの確認になったような気がする。 |
|---|

次に、訓練中に見られた「情報伝達」の体系に関し、訓練指導員・安全管理要員を担った災害救助・災害医療分野の専門家へのヒアリングにより把握・確認できた状況を図 1-4-19 に例示する。まず、総合訓練の開始当初は、騒音負荷の影響によって情報伝達体系に混乱が生じ、左図に典型例を示すように、情報が錯綜状態に陥った状況がみられた。しかし、訓練が進むにつれて、騒音の中でも必要な情報を効果的・効率的に伝達しようとする工夫が見られ、たとえば情報集約担当の隊員（右図赤枠）を設定してその内容を作戦板（ホワイトボード）に記入させた上でその情報を隊員間で共有する体

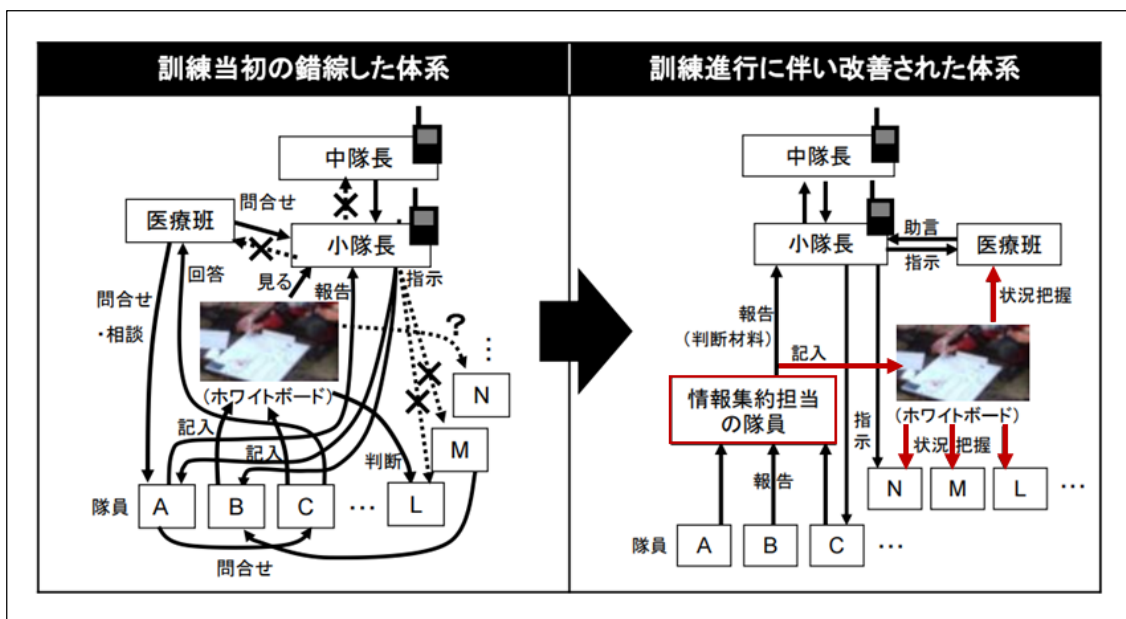


図 1-4-19 騒音負荷訓練による情報伝達体系の改善状況³¹⁾

系（右図赤矢印）を確立していくなど、「情報伝達」や「連携」を的確に行うための措置が図られていったことが分かった。訓練参加者へのヒアリングにおいても、「騒音環境下で訓練を実施したことにより、情報伝達や連携の確立に重要なポイントが体感的に理解でき、非常に勉強になった」などの意見が多く聞かれた。ここから、騒音負荷は「情報伝達の体系改善に向けたトレーニング」としての訓練効果が期待できるものと考えられた。

さらに、訓練指導員・安全管理要員を含む訓練参加者へのヒアリングにおいて、「情報伝達手段の不備・改善」に関する意見も多く聞かれた。この点は、騒音負荷による影響の改善策としてのみならず、CSR/CSM活動に特徴的な閉鎖的空間内で体動が制限されている場合、いわゆる「プレストークボタン¹⁵」を押すことが物理的に困難な状況が多くあったとの意見が多く聞かれた。このように、「閉所」+「騒音」といった複数の訓練負荷を与えることによって、より効果的な活動要領や資機材のあり方についても具体的検討が進むものと考えられ、この点についても重要な訓練効果の一つと考えられた。

4.5 小括

以上、本章では、2008年から2011年までの間に実施した検討・研究の中から、2008年に兵庫瓦礫訓練施設を活用して実施した多職能参加型のCSR/CSM訓練会を通じた実証研究³¹⁾について、まず1章において、同訓練会に際して作成した訓練カリキュラム案と実証研究の概要を示し、2章および3章において、同実証研究で設定した訓練負荷の種類・負荷方法および検証方法を、そして4章においてその検証結果を示した。本検討による成果は以下のとおりである。

本検討では、CSR/CSM活動で想定される高度な訓練負荷（「閉所」「騒音」「暗所」「暑熱」など）を設定し、それら負荷状況下でなければ把握不能な事項（情報伝達・共有体制確立の重要性、装備資機材の特性、現場管理の重要性等）を体感的に理解させる訓練効果を得ることができた。また、その訓練負荷を設定する手法および検証手法に関する一定の知見を得ることができた。さらに、瓦礫災害の現場で想定される特殊環境に起因する活動上の課題事項を抽出できた。

¹⁵ プレストークボタン（送信ボタン）は、通常の無線機でよく採用されている方式であり、音声を送信している間は同ボタンを押し続けておく必要があるため、片手がとられることになる。

本検討では、米国 CSR/CSM 訓練プログラムを参考にした 1.5 日間の訓練カリキュラム案に基づく一連の訓練を円滑に実施可能な「兵庫県瓦礫救助訓練施設」を活用できたこと、そして、災害救助・災害医療分野の専門家の協力を得られたことが有効な成果に繋がった。

我が国では、今日（2020 年 9 月）においても、未だ専門的訓練施設は限定的であり、また CSR/CSM に関する職能横断的な教育訓練プログラムや指導体制が十分に整備されているとは言い難い現状にある。今後、我が国において訓練環境の整備をはじめとする訓練実施体制の向上に係る検討が一層進む際には、CSR/CSM 活動に特徴的な劣悪な空間制限を効果的に設定する手法やそこでの対処能力向上に向けた訓練手法の確立に加え、我が国の災害派遣・現場活動体制に適した訓練手法の確立が求められる。すなわち、我が国の災害派遣・現場活動体制は「現地集結型」（図 1-4-4）であることから、特に多機関・多職能間の「現場連携力の強化」が重要な課題となる。この点に十分配慮した訓練手法や教育訓練プログラムの確立が強く望まれ、具体的には、実動訓練に先立って座学等の時間を設け、現場連携活動に必要な共通認識や共通言語の確立を図っておくことが重要であり、その上で個別技能習得訓練、想定訓練、総合訓練へと体系的・段階的に「現場連携力」を高めることができるようなプログラムが理想的と言えよう。その際、実際の現場で想定される劣悪な環境条件を「訓練負荷」として設定することにより、通常では把握困難な「気付き」を体感的に得ることにより、それら困難な状況を前提とした隊員管理方法や現場安全管理方策、活動隊全体としての組織的活動における課題や対策の検討が進むものと考えられる。その訓練負荷の一つとして、現場連携の根幹を担う「情報伝達」に大きな悪影響を及ぼす「騒音」を負荷する総合訓練は、一つの有効な現場連携力向上方策になり得ると考えられる。

第 5 章 「可変式訓練ユニット」の開発に係る検討

第 5 章

「可変式訓練ユニット」の開発に係る検討

2011年3月11日に発生した2011年東北地方太平洋沖地震の反省教訓を踏まえ、警察の災害救助部隊の現場対処能力を一層強化することを目的として、2012年5月、近畿管区警察局に、全国警察で初となる災害救助専用訓練施設（「近畿管区警察局災害警備訓練施設」¹⁶）（図1-5-1・上段）の整備プロジェクトが立ち上がった¹⁷。筆者は、プロジェクトの立ち上げ当初からこれに携わり、同施設の基本構想立案、基本計画立案、基本・実施設計に係る検討、施設運用に係る規程策定に係る検討、同施設で実施する訓練カリキュラムの策定に係る検討、訓練指導體制の確立に係る検討など、訓練施設の整備検討から運用開始（2016年1月開所）に至る一連の検討プロセスを経験した。

本章は、この一連の検討プロセスの内、本研究の主眼である倒壊構造物からの救助活動の向上に資することを目的として開発した訓練設備（「可変式訓練ユニット」（図1-5-1・下段））について、開発の経緯、検討のプロセス、同ユニットの機能等を整理し、2016年熊本地震発生以前における検討・研究の一つの到達点を示すものである。

瓦礫災害現場を模擬的に再現・設定する専門的訓練施設については、本整備プロジェクトが始まった2012年当時、第1部3章および4章でみた「兵庫県瓦礫救助訓練施設」のような、RC造構造物の崩壊現場を模した訓練施設が一般的であり、米・英のUSARに関する主要訓練施設（図1-5-2,-3,-4）においても主要な訓練エリアは同様の形態となっていた^{26),33)}。こうしたRC造構造物の崩壊を伴うような災害は、大地震をはじめとする自然災害のほか、テロや爆発事故などの人為災害においても起こり得る。しかしながら、我が国における瓦礫災害現場の典型例は、地震などに伴う木造建物の倒壊・閉

¹⁶ 「近畿管区警察局災害警備訓練施設」は、大阪府堺市北区の近畿管区警察学校隣接地内に所在し、地震をはじめとする瓦礫災害以外にも、土砂災害、水害、火山噴火災害に対応する複合的な災害救助訓練施設となっている。なお、訓練施設全体の概略については、近畿管区警察局のウェブサイトを確認されたい。（https://www.kinki.npa.go.jp/osusume_only/saigaikeibikunrensisetu.pdf）

¹⁷ 本プロジェクトは、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う警察の災害警備活動を東北管区警察局長（当時）として指揮した熊崎警視監（2012年から近畿管区警察局長に就任。2013年に退官）の発案による。なお、本プロジェクトの推進に際しては、千葉工業大学創造工学部の佐藤教授および吉村教授（現名城大学理工学部教授）、日本大学理工学部の関教授および宮里教授、杉山学園大学生生活科学部の清水講師、岐阜大学流域圏科学研究センターの小山准教授、および都立広尾病院減災対策室の中島医師の協力を得た。

込め事案であると考えられ、したがって、同事案への対処能力向上が第一義的に重要であると考えられた。

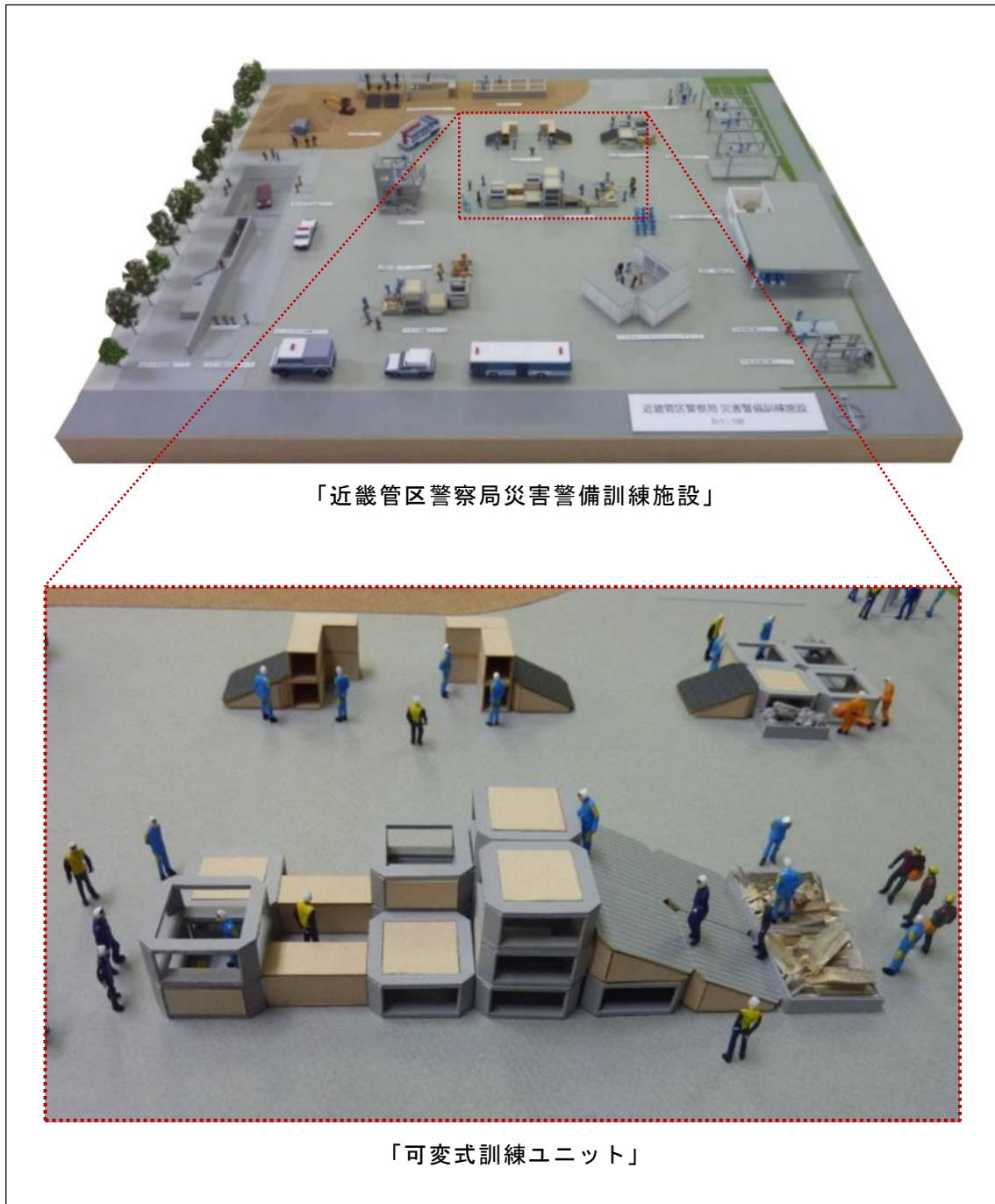


図 1-5-1 「近畿管区警察局災害警備訓練施設」 「可変式訓練ユニット」
(模型 : S=1/100)



図 1-5-2 米国 サンフランシスコ消防局訓練施設²⁶⁾



図 1-5-3 英国 消防大学校訓練施設²⁶⁾



図 1-5-4 米国 Disaster City^{®33)}

5.1 検討プロセス

2012年の近畿管区警察局災害警備訓練施設整備プロジェクト発足当時、既に前章までに示した検討・研究等を通じて、瓦礫災害現場を想定した訓練施設・設備に求められる要件、計画設計における寸法諸元、施設の運用に関する課題とその解決の方向性について、かなり明確に把握しつつあった。

本検討では、さらにそこから、以下のプロセスによる検討を通じて、主に木造倒壊建物からの救助活動を想定した訓練に活用するための訓練現場設定用設備（「可変式訓練ユニット」）を開発した。

5.1.1 木造建物の倒壊パターンの分類と活動対象空間特定

真に実効性ある訓練を効果的・効率的に実施していくためには、災害救助部隊の活動対象となる蓋然性が高い現場状況を推定し、そこで必要となる技術要素を抽出・整理しておくことが重要である。

そこで図 1-5-5 に示すように、まず、木造建物の倒壊パターンを建物被害の観点から①1階のみ崩壊、②上下階崩壊、③半崩壊に分類し、ここから、災害救助部隊の活動対象となる蓋然性が高い閉じ込め空間の位置関係について検討を行った。まず①の2階部分や、③の2階部分・1階部分の場合、建物内の残余空間が十分に確保されているため、地震発生時にそこに被災者が居たとしても自力脱出できる、あるいは近隣住民により救出できる蓋然性が高いと考えられる。一方、①の1階部分や②の瓦礫の内部は、生存空間がかろうじてでも確保されている場合には、そこに取り残された要救助者が存在する可能性があるものの、特別な救助資機材や救助技能を持たない近隣住民では救出が困難な状況が多く想定される。

さらにここから、要救助者が存在するケースを詳しく検討すると、残余空間が小さい場合でも、比較的表層部分（たとえば図 1-5-6 の a）に要救助者が存在する場合には、倒壊建物への進入を伴わずとも、人海戦術で瓦礫を除去することにより倒壊建物の表層から要救助者にアプローチ可能と考えられるため、専門的な訓練を受けた災害救助部隊の到着以前の段階で、地域の防災力によって救助可能なケースが多く存在し得ると考えられる。一方、図 1-5-6 の b のように、倒壊建物の表層から要救助者にアプローチすることができず、倒壊建物内への進入を伴わざるを得ないケース、すなわち CSR を必要とするケースでは、二次災害の危険性が格段に高くなるほか、その倒壊建物内

の狭隘な空間において、要救助者にアプローチするための障害物排除作業や、要救助者の容態観察、挟圧解除作業等を実践せざるを得なくなることから、専門的な訓練を受けた救助部隊でなければ対処できない可能性が高いと考えられる。



図 1-5-5 被災建物の分類と要救助者が存在する蓋然性
(写真：2007年能登半島地震 提供：清水秀丸氏)

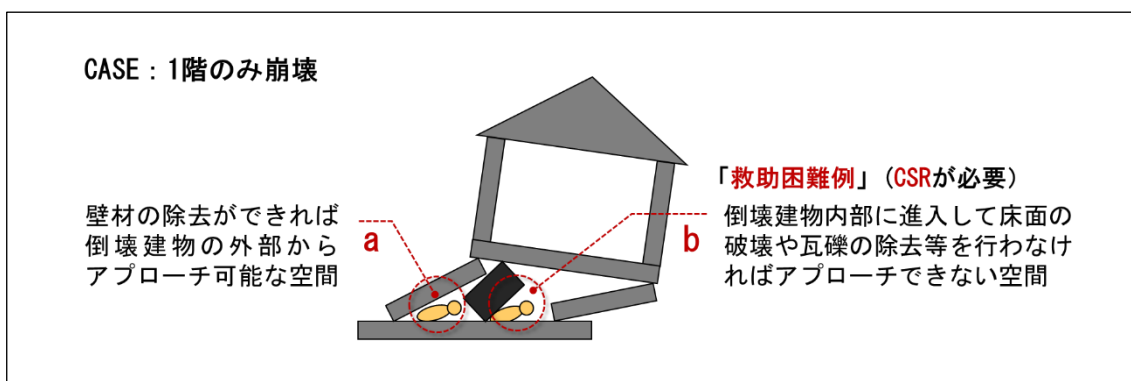


図 1-5-6 活動対象空間の検討概念図

5.1.2 活動対象空間における救助活動プロセスの抽出

以上のような論理的検討に基づいて災害救助部隊の活動対象となる蓋然性の高いケースを特定し、さらにそこから、救助活動プロセスを検討していくことで、木造倒壊建物からの救助活動に関する活動要素の洗い出しを行った(図 1-5-7 に例示)。以下、第 1 部・2 章で整理した CSR/CSM の活動プロセスを表 1-5-1 に再掲し、本表を参照しながら図 1-5-7 に説明を加える。



図 1-5-7 「1 階のみ倒壊」の場合の救助活動プロセスの想定（例示）
 （写真：E-Defense における振動破壊実験時の状況 提供：清水秀丸氏）

表 1-5-1 CSR/CSM の活動プロセス（典型例）（再掲）

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| ①安全管理・二次災害防止措置 （活動開始から終始継続） | ②戦術検討 （活動開始から終始継続） | ③ 搜索・閉じ込め位置の特定 | |
| | | ④ 容態評価・安定化 （部分的接触でも終始継続） | ⑤ 進入路確保 |
| | | | ⑥ 進入・アプローチ |
| | | | ⑦ 要救助者およびその周辺の状況評価 |
| | | | ⑧ 保温・保護 |
| | | | ⑨ 医療処置 |
| | | | ⑩ 狭圧解除 |
| | | | ⑪ 固定 |
| ⑫ 搬出 | | | |

なお、表 1-5-1 の①「安全管理・二次災害防止措置」および②「戦術検討」は、現場活動開始から活動終了まで終始継続する必要があるため、図 1-5-7 では、活動プロセス全般に係るものとして表記している。

まず、③「搜索・閉じ込め位置の特定」によって、要救助者が図示した位置に閉じ込められていることを特定したと仮定し、この時点で要救助者に部分的に接触できる場合（たとえば瓦礫の隙間から要救助者の体の一部に接触できる場合など）は、④「（部分的接触による）容態評価・安定化」を開始することが想定される。そして、⑤「進入路確保」のための作業（図 1-5-7 の場合は窓枠の排除など）が実施され、安全管理・二次災害防止措置などを施しながら、⑥「進入・アプローチ」（図 1-5-7 の場合は、2 階の窓から進入し、床面を破壊・排除してアプローチ）へと続く。そして、要救助者に接触し、⑦「要救助者およびその周辺の状況評価」、⑧「保温・保護」（必要に応じて実施）、⑨「医療処置」（必要に応じて実施）、⑩「挟圧解除」（必要に応じて実施）、⑪「固定」（必要に応じて実施）、そして⑫「搬出」へと繋がっている。

5.1.3 「管理型」訓練施設・設備の発想とシステム設計

図 1-5-5 および図 1-5-6 に例示したようなプロセスを経て特定した「災害救助部隊の活動対象となる蓋然性の高い閉じ込め空間」を訓練現場として設定し、図 1-5-7 で例示したような救助活動プロセスの想定に対応する訓練を実施するに当たり、そのための訓練施設・設備の整備、訓練の実施（設定変更や訓練準備・撤収を含む）、維持・管理（メンテナンスを含む）に多くのコストや人員を要する施設設計とすることは効率的とは言えない。整備・運用に係るコスト縮減、安全かつ効果的な施設運用などに資するためには、これら全体をマネジメントできる「管理型」の訓練施設・設備を設計するという発想に立つ必要がある。そこで、訓練空間をユニット化してシステム設計を行うことで、整備・運用コストを縮減するとともに、十分な可変性を確保し、また、各ユニットに着脱式の外壁や安全管理用の小窓（開閉式）を設けることなどによって十分な可視性を確保することで、安全かつ効果的な訓練の実現を目指す方針を固めた。

この検討に際しては、訓練ユニットのスタディ模型および同縮尺の人体模型を製作して三次元的な検討を行い（図 1-5-8）、複雑な建物倒壊・閉じ込め現場の状況や、そこで閉じ込められている要救助者の状況、救助者の活動状況等を「見える化」しながら設計の精度を高めた。なお、この模型を用いた検討手法は、第 2 部・3 章 2 節で詳述する「模型による状況再現手法を用いたヒアリング」に至る起点となっている。



(2013年12月～2014年1月モデル)



(2014年2月モデル)

図 1-5-8 スタディ模型を用いた「可変式訓練ユニット」の検討状況

5.2 「可変式訓練ユニット」の概要

以上の検討を踏まえて完成した「可変式訓練ユニット」は、個々の単位としては小型のモジュール化された訓練ユニットであり（図 1-5-9）、これらを組み合わせることで訓練目的や訓練部隊の規模等に応じて様々な訓練現場設定が可能となっている（図 1-5-10）。

なお、訓練ユニットの移動、組み換え作業はフォークリフトによって円滑に実施可能となっており（図 1-5-11）、各訓練ユニットを他の訓練エリア（土砂災害や水害を想定した訓練エリア等）に配置することによって、訓練現場設定のバリエーションを広げることが可能となっている（図 1-5-12）。



図 1-5-9 「可変式訓練ユニット」



図 1-5-10 「可変式訓練ユニット」の組み換え例



図 1-5-11 「可変式訓練ユニット」の移動状況



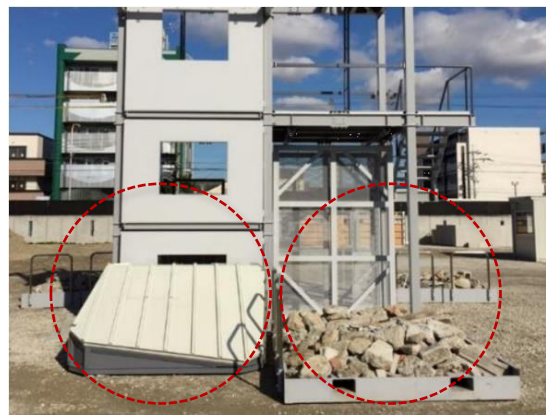
※土砂災害対応訓練エリアへの設置例



※左同(訓練状況)



※水害対応訓練エリアへの設置例(訓練状況)



※高所訓練棟への設置例

図 1-5-12 「可変式訓練ユニット」の活用例

また、訓練ユニットの内部には、畳・床等を設定可能となっており、これらを破壊・排除しながら要救助者にアプローチする訓練が実施可能となっているほか、天井部の高さ・角度設定を調整可能とする仕組みが施されており（図 1-5-13）、訓練目的等に応じて内部の空間寸法・形状を変更可能となっている。さらに、各ユニットの外壁を容易に取り外せるような仕組みとなっており、また、壁を取り外すことなく閉鎖的空間を設定したままとする場合でも、開閉式の小窓により可視性を確保している（図 1-5-14）。

なお、これら各ユニットのモジュールサイズは、大型トラックの荷台の寸法を考慮して設計しており、別会場に搬送して運用することも可能となっている。



図 1-5-13 「可変式訓練ユニット」の活用例

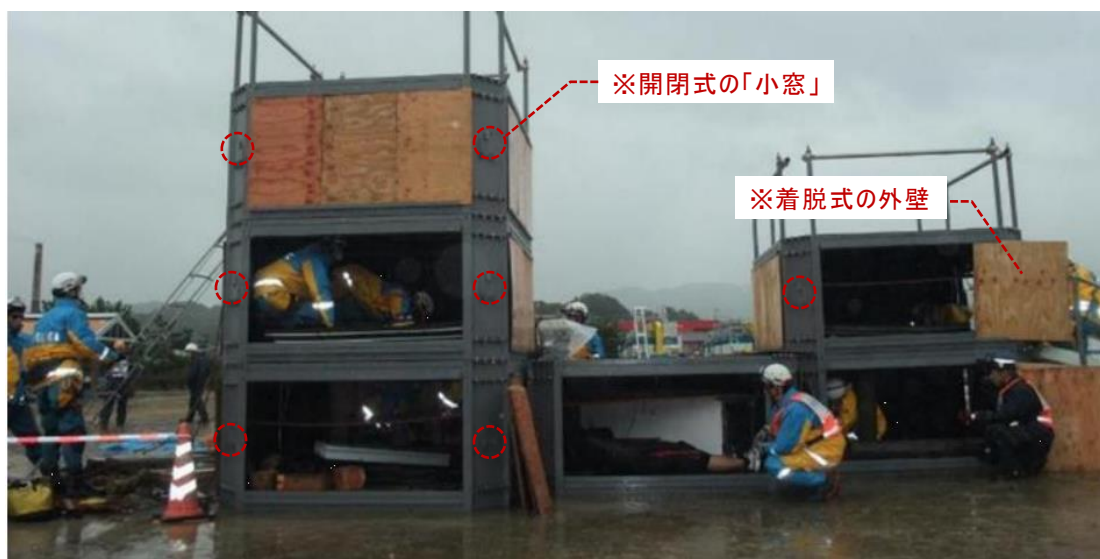


図 1-5-14 「可変式訓練ユニット」の可視性能

5.3 小括

以上本章では「近畿管区警察局災害警備訓練施設」の整備検討に当たり開発した「可変式訓練ユニット」の開発経緯，検討プロセス，同ユニットの機能等を整理し，2016年熊本地震発生以前における検討・研究の一つの到達点を示した。

本検討では，我が国における瓦礫災害現場の典型例とも言える木造倒壊建物・閉じ込め現場における対処能力向上を主眼とし，木造建物の倒壊パターンの分類と活動対象空間の特定，活動対象空間における救助活動プロセスの抽出，そして「管理型」訓練施設・設備の発想とシステム設計により，「兵庫県瓦礫救助訓練施設」や米・英などの同種訓練施設には見られない，極めて新規性・有用性が高い訓練設備を開発することができた。

特に，モジュール化された各訓練ユニットは大型トラックの荷台に積載して搬送可能であり，また，各訓練ユニットの設置・組み換え作業はフォークリフトによって円滑に実施できることから，たとえば，大規模な訓練会場に多種・多様な倒壊建物現場を数多く設置・設定して，多機関・多職能の部隊が連携しながら同時多発的に救助活動を行うような大規模総合訓練などに活用することによって，我が国の災害派遣・現場活動体制における課題の一つである「現場連携力の強化」に資する運用も想定され，我が国の災害対処能力の向上に向けて有効な運用が図られていくことを期待したい。

なお，2016年1月から本格運用が始まったこのユニットによる訓練に参加していた某県警察の広域緊急援助隊の小隊長が，第2部で示す「2016年熊本地震における木造倒壊建物からの救助活動に関する調査・分析」に際して行ったヒアリングにおいて，「熊本地震の現場（倒壊建物内）が訓練ユニットの内部のように感じた」とコメントするなど，同ユニットによる訓練現場設定の有効性が確認されているほか，現在では，第2部で示す調査・分析の結果等を踏まえて一層有効に活用されており^{13),38)}，この点については本論文全体の総括に当たる「結」で触れることとする。

第 6 章 第 1 部・総括

第 6 章

第 1 部・総括

以上、第 1 部は「訓練内容の精査・体系化と訓練施設・設定・カリキュラムの設計」と題し、まだ我が国の CSR/CSM に関する取組が萌芽的段階にあった 2006 年から 2016 年熊本地震発生以前に実施した研究による知見の整理を行った。

第 1 部・1 章「第 1 部・序論」では、第 1 部の位置付けと構成を示した。

第 1 部・2 章「米国 CSR/CSM 訓練プログラムの実見調査に基づく検討」では、CSR/CSM を含む USAR 活動の先進国である米国の取組事例について、筆者が 2006 年に実見調査を行った FEMA National USAR System Medical Specialist Training のカリキュラム構成、実動訓練の概要等を示した上で、同実見調査を踏まえて整理した CSR/CSM の活動プロセスとその特徴点を示した。

第 1 部・3 章「CSR/CSM 訓練施設に求められる要件に関する検討」では、我が国初の専門的な CSR/CSM 対応訓練施設（「兵庫県瓦礫救助訓練施設」、2007 年 3 月竣工）の整備に際して行った、同種訓練施設に求められる意義、要件、構成要素ならびに詳細寸法に関する検討の結果を示した。

第 1 部・4 章「CSR/CSM 訓練の高度化・標準化に向けた検討」では、第 1 部・2 章および 3 章における検討の結果を踏まえて考案した訓練カリキュラム案の概要を示すとともに、CSR/CSM 活動の現場における劣悪な環境条件（「閉所（空間・寸法制限）」、「騒音」等）を訓練負荷として設定した総合訓練について、それらの訓練負荷が CSR/CSM 活動に従事する個人・部隊活動や訓練効果に及ぼす影響に関する検証結果を示した。

第 1 部・5 章「『可変式訓練ユニット』の開発に向けた検討」では、我が国で最も倒壊リスクが高い木造建物の倒壊・閉じ込め事案への対処能力向上を主眼として開発した訓練設備（「可変式訓練ユニット」、2016 年 1 月本運用開始）について、その開発経緯、検討プロセスおよび設計思想、ならびに開発した訓練ユニットの機能と活用方法を示した。

災害常襲国である我が国では，災害準備期における対処能力向上に向けた取組が普遍的に重要な課題である．第 1 部の各章における検討・研究の意義・成果は各章の小括で示した通りであるが，これら各検討・研究を通じた第 1 部の意義は，救助実動機関等における CSR／CSM の対処能力向上に向けた取組の推進に当たり，従前は，災害救助活動に関わる実務者の経験則や想像力に頼らざるを得ない部分が多く認められた訓練のあり方について，工学的観点からの検討を推進することによって，より効果的かつ効率的な訓練の実現方策の一端を提案できたことにある．

ただし，本検討の対象とした災害は「瓦礫災害」に限定されており，また，対象とした事例は，CSR／CSM を要するような救助困難度の高い現場に限定されている．災害の種類・態様は幅広く，想定される現場状況や救助活動の主体は多様である．今後も様々な災害，現場状況，活動主体を想定した検討を推進する必要がある，引き続き検討・研究に取り組みたいと考えている．

第 2 部 2016 年熊本地震における

木造倒壊建物からの救助活動に関する調査・分析

第 1 章 第 2 部・序論

第 1 章

第 2 部・序論

2016 年 4 月 14 日午後 9 時 26 分、熊本県熊本地方を震央とする震源の深さ 11km の 2016 年熊本地震（前震）が発生し、マグニチュード 6.5、最大震度 7 を観測した。そしてその僅か 28 時間後に当たる 4 月 16 日午前 1 時 25 分、同じ熊本県熊本地方を震央として、より大きなマグニチュード 7.3（震源の深さ 12km）の地震（本震）が発生し、最大震度 7 を観測した。この地震によって多数の建物倒壊・閉じ込めが発生し、警察、消防等の救助実動機関の部隊によって数多くの救助活動が展開された⁵⁾。

これまでに、地震による建物倒壊・閉じ込めに関する調査報告は数多くなされている（たとえば 14-17）。しかし、その多くは建物倒壊に伴う人的被害発生メカニズムの解明や減災手法の開発などに着目しており、救助活動に着目した調査報告は少ない。特に、救助実動機関の部隊の活動対象となるような建物倒壊・閉じ込め現場の状況は複雑・多様である上、救助活動の進行に伴って変化することが多いため事後的に調査・把握することが困難であり、わずかに、1995 年兵庫県南部地震における倒壊建物からの人命救助活動に関する調査結果を取りまとめた佐土原ら¹⁶⁾の報告や、同じく 1995 年兵庫県南部地震における倒壊住家内の死者発生状況等をスケッチ形式の資料にまとめた井宮ら¹⁷⁾の報告などに建物倒壊・閉じ込め現場の状況等を表す資料がみられるものの、救助実動機関がその対処能力向上に向けた取組を推進する際のエビデンスとして活用できるような実態データがこれまでに蓄積されてきたとは言い難い。そのため、対処能力向上に向けた取組を推進する上で最も重要な要素である被災現場の具体的想定、たとえば CSR/CSM 訓練を企画・実施する際の訓練状況設定（模擬的に設定する閉じ込め空間の寸法・形状等）については、多くの場合、「狭隘」などの定性的・抽象的な空間表現を参考とするほか、その詳細については、実務者の経験則・想像力に頼らざるを得ないという課題があった。

2016 年熊本地震は、1995 年兵庫県南部地震以降に我が国で発生した内陸型地震の中で最も多くの建物倒壊・閉じ込めが発生した災害であり^{39),40)}、従ってそこで実施された救助活動の事例数も最多であったと考えられる。この災害の救助活動の実例から得

られる実態データは極めて貴重であり、救助実動機関等における今後の取組のエビデンス資料として整理することができれば極めて有用である。

第2部の目的は、2016年熊本地震において木造倒壊建物・閉じ込め現場で救助活動に従事した警察部隊への実態調査を通じて、活動現場の状況や現場活動に関する実態データを収集・分析し、救助実動機関等における今後の対処能力向上に向けた取組をエビデンス・ベースドに推進可能とするための基礎資料を整理することである。

なお、第2部で示す検討・研究は、2017年4月に警察庁がwebサイトで公表した「熊本地震における警察の救助活動に関する調査分析」¹³⁾（以下「警察庁による調査報告(2017)」）に関連して実施したものである。筆者は、警察庁の災害対策担当者（当時）として、上述の報告の企画および調査・分析を担当した。ただし上述の報告は、2016年熊本地震における警察の救助活動の全体像について、活動事例の紹介等を交えて速報的に報告することを主眼としていたのに対し、本研究では、学術的観点から、調査設計時の問題意識や調査・分析に際して開発した実態調査のための手法を詳細に示すとともに、警察庁による公表後、その公表データを用いて更なる分析を進めて発表した2報の査読論文を軸に、その分析結果が救助活動上意味するところについて具体的に議論し、またその結果から導かれる今後の災害救助体制の向上に向けた取組に有効と考えられる事項等について議論を行う。

1.1 第2部の構成

まず本章「第2部・序論」では、第2部の背景・目的・位置付けおよび構成を示し、第2部・2章「警察の災害救助活動の概略と2016年熊本地震の特徴・特殊性」では、調査・分析の対象とした警察の災害救助活動について、特に1995年兵庫県南部地震の反省教訓を踏まえて創設された災害救助部隊の変遷を整理した上で、災害発生時における警察の一般的な初動対応の流れを示している。その後、2016年熊本地震の特徴・特殊性を「揺れ」および「被害」の観点から概観し、同災害における警察の初動対応の特徴を前震・本震別に整理している。

第2部・3章「調査票の開発ならびに現場状況・活動の実態把握と傾向分析」では、まず、本研究を通じて開発した調査票について、その開発段階で実施した「模型による状況再現手法を用いたヒアリング」、同ヒアリングの結果を踏まえて開発した「閉じ

込め空間のパターンチャート」の概要等を示している。そして、同調査票による調査結果のうち、CSR／CSMの実践に際して特に重要な状況評価項目となる①活動対象建物の破壊程度、②要救助者の閉じ込め位置、③閉じ込め空間の寸法・形状および④要救助者の被挟圧状況について、その傾向の分析と考察の結果を示している。

第2部・4章「救助活動の困難度を構成する要因に関する検討」では、調査票によって得られた実態データを基に、救助活動の所要時間と活動現場の状況等の関連性を分析することにより、木造倒壊建物からの救助活動の困難度に影響を及ぼす要因について検討を行い、災害初動対応に当たる実務者が各建物倒壊・閉じ込め現場の救助困難度を評価する上で、また、部隊レベルに応じた訓練を企画・実施する上で参考となり得る指標を整理している。

そして、第2部・5章「第2部・総括」で第2部のまとめを行っている。

第 2 章 警察の災害救助活動の概略と 2016 年熊本地震の特徴・特殊性

第 2 章

警察の災害救助活動の概略と 2016 年熊本地震の特徴・特殊性

次章以降で議論する実態データを適切・妥当に議論するためには、調査・分析の前提となる諸条件を把握しておく必要がある。そこで本章では、まず次節において、警察の災害救助活動の概略、特に 1995 年兵庫県南部地震の教訓を踏まえて創設された災害救助部隊の変遷と災害発生時における警察の一般的な初動対応の流れを整理する。続く 2 節では、2016 年熊本地震の発生・被害の特徴を「揺れ」および「被害」の観点から概観する。3 節では、2016 年熊本地震発生時における警察の初動対応を前震・本震別に概観・比較し、4 節において以上のまとめを行う。

2.1 警察の災害救助活動の概略

2.1.1 警察における災害救助部隊の変遷

2016 年熊本地震発生時における警察の災害救助部隊は、概ね以下のような変遷を経て編成されてきた¹³⁾。

まず、1995 年 1 月に発生した 1995 年兵庫県南部地震において、全国から被災地に派遣された機動隊等に救助能力の不足が認められたことを踏まえ、大規模災害時に都道府県警察の枠を越えて広域的に即応し、高度の救助能力と自活能力を有する専門部隊として、1995 年 6 月、各都道府県警察の機動隊等に「広域緊急援助隊（警備部隊）」（以下「広域緊急援助隊」と略記）¹⁸が約 2,600 人体制で設置された。

また、2005 年 4 月には、前年の 10 月に発生した 2004 年新潟県中越地震の反省・教訓を踏まえ、12 都道府県警察の広域緊急援助隊の中に、特に高度な救助資機材・技能等を持つ部隊として「特別救助班」（約 200 人体制）が設置された。

そして、2012 年 5 月には、2011 年東北地方太平洋沖地震の反省・教訓を踏まえ、各都道府県警察の管区機動隊等に、被災地を管轄する都道府県警察（以下「被災県警察」）

¹⁸ 1995 年 6 月の広域緊急援助隊発足時、交通対策を行う「広域緊急援助隊（交通部）」が約 1,500 人体制で設置され、また 2006 年 3 月には、2005 年 4 月発生した JR 福知山線列車脱線事故を踏まえ、遺体の検視や遺族対策を行う「広域緊急援助隊（刑事部隊）」が約 600 人体制で新設された。

本論では、人命救助活動を主な任務とする「広域緊急援助隊（警備部隊）」のみを取り扱い、これを「広域緊急援助隊」と略記する。

のニーズに応じて救出救助活動，行方不明者の捜索，警戒警ら等の幅広い業務に従事する部隊として「緊急災害警備隊」（約 3,000 人体制）が設置された。

なお，これらの部隊は，保有資機材，救助技能等によって特別救助班－広域緊急援助隊－緊急災害警備隊という三段階の構成となっている（図 2-2-1）。

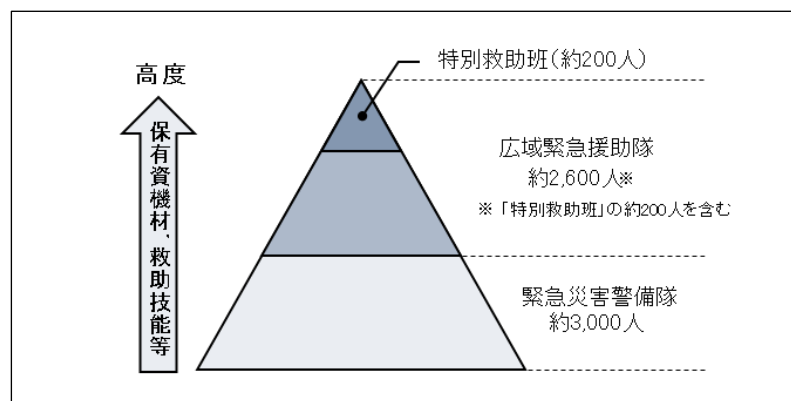


図 2-2-1 2016 年熊本地震発生時における警察の災害派遣部隊の編制^注
注) 本図には，2016 年熊本地震以降の体制変更を含まない。
(参考文献 2 ほかを基に作成)

2.1.2 災害発生時における警察の一般的な初動対応の流れ

災害発生時，警察では，一般的に以下のような流れで救助活動を展開する¹³⁾。

まず，被災県警察では，発災直後から，110 番通報等により認知した被災情報や救助要請に対応するため，警察署員（交番勤務員等）や警察本部の自動車警ら隊員等（以下，これらを合わせて「警察署員等」と表記）を被災現場に派遣する。なお，警察署員等は概ね 2～4 人単位で活動し，災害救助用資機材を十分に所有していないほか，一部を除き特別な救助訓練を受けていない。

続いて被災県警察では，機動隊（平素は警察署等で勤務している「管区機動隊」を含む）に対して被災現場への出動指示を行う。なお，機動隊は，自県以外で大規模災害が発生した場合には広域緊急援助隊等として応援派遣される部隊であり，高度な災害救助資機材と救助能力を持った部隊である。災害現場での機動隊等の標準的な活動単位（指揮官以下の活動人数）は概ね 15 人前後であり，活動現場の状況等に応じて部隊を分割または結合して運用される。そして災害の規模に応じて，被災県警察以外の都道府県警察から，広域緊急援助隊等の災害派遣部隊が順次派遣され，警察航空機（ヘリ）と連携しつつ，被災県警察と共に救助活動を行う。災害現場での広域緊急援助隊

等の標準的な活動単位は概ね 25 人前後であり，活動現場の状況等に応じて部隊を分割または結合して運用される。

2.2 2016 年熊本地震の概要・特徴

2016 年 4 月 14 日（木）午後 9 時 26 分，熊本県熊本地方を震央とする震源の深さ 11km の地震（前震）が発生し，マグニチュード 6.5，最大震度 7（益城町宮園）を観測した。そしてその僅か 28 時間後に当たる 4 月 16 日（土）午前 1 時 25 分，同じ熊本県熊本地方を震央として，より大きなマグニチュード 7.3（震源の深さ 12km）の地震（本震）が発生し，最大震度 7（益城町宮園，西原町小森）を観測した。これらに伴う余震も特筆すべき頻度で発生し，本震翌日までに，震度 6 強が 2 回，震度 6 弱が 3 回発生したほか，震度 4 以上が 70 回超，震度 1 以上が 400 回超発生した。本震の規模（マグニチュード 7.3）は，1995 年兵庫県南部地震と同規模であり，また，2 日間のうちに同一観測地点で 2 度も震度 7 が観測されたのは，気象庁の観測史上初であった。

図 2-2-2 に，2016 年熊本地震の推計震度分布図⁴¹⁾を示す。また，図 2-2-3 に，前震発生から 4 日後までの余震発生回数を過去の災害と比較して示す⁴⁰⁾。

次に，地震波の特性をみると，前震・本震それぞれで観測された地震波は，多数の建物倒壊を伴った 1995 年兵庫県南部地震と同様に，いわゆるキラ・パルス（木造家屋を破壊しやすい周期 1～2 秒付近の成分）を多く含み，擬似応答スペクトルは，1995 年兵庫県南部地震の際に JR 鷹取駅で観測された最大値を超える強さであった³⁹⁾。

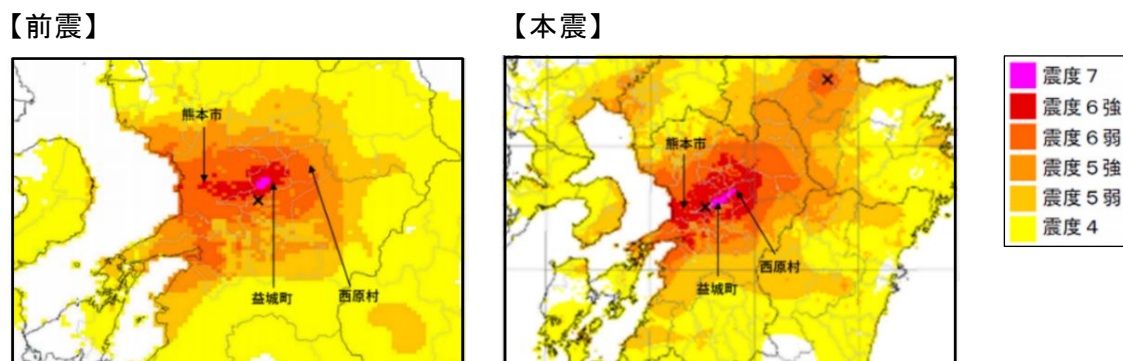


図 2-2-2 2016 年熊本地震の推計震度分布図

注) 本震の図には，本震の直後に大分県中部で発生した M5.7 の地震の揺れを含む。
（出典：参考文献 41）

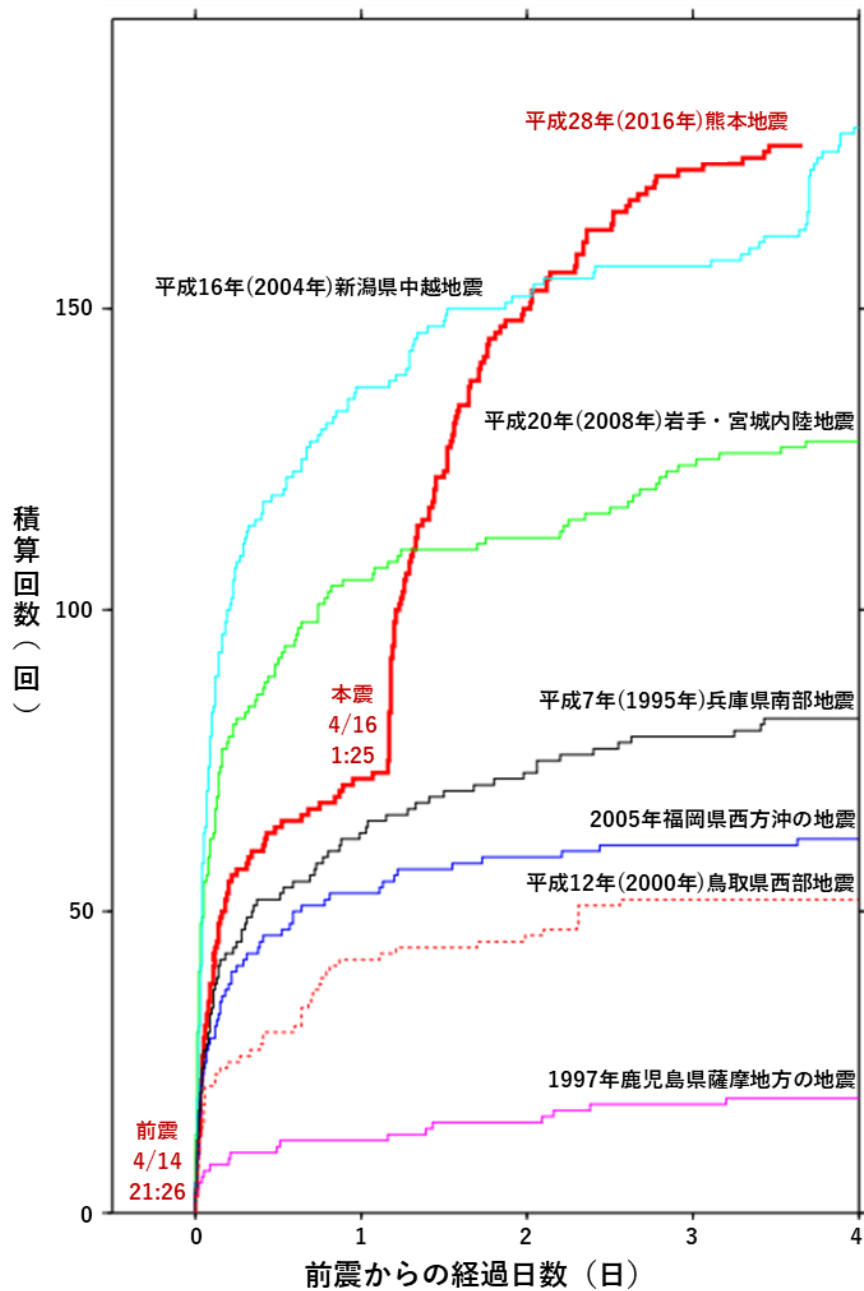
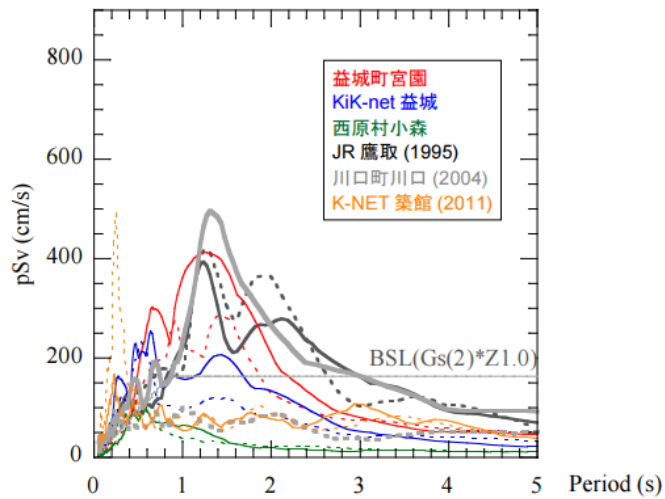


図 2-2-3 2016 年熊本地震と過去の地震の余震回数の比較
(出典：参考文献 40)

図 2-2-4 に、過去の地震の記録と比較した擬似速度応答スペクトルを前震・本震別に示す。前震については「JR 鷹取 (1995)」等の過去地震と同程度かそれ以下であったが、本震時に益城町宮園で観測された記録は、周期 0.6 秒～1.8 秒付近において 1995 年兵庫県南部地震で観測された JR 鷹取の記録を超えていたことが分かる。

【前震】 (2016年4月14日午後9時26分発生)



【本震】 (2016年4月16日午前1時25分発生)

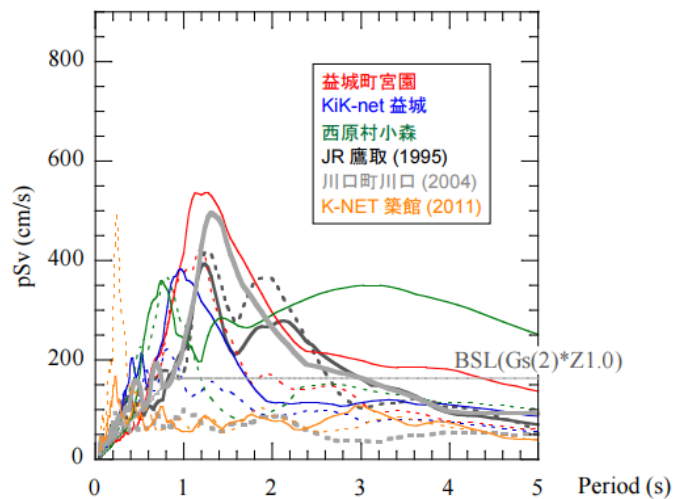


図 2-2-4 2016 年熊本地震と過去の地震の擬似速度応答スペクトル^注の比較

注) 赤字・赤線が 2016 年熊本地震。破線は NS 方向，実線は EW 方向を表す。

(出典：参考文献 39)

2016 年熊本地震による住宅被害は、全壊 8,667 棟、半壊 34,719 棟、一部損壊 163,500 棟であり、直接死者¹⁹は 50 人、負傷者 2,809 人（重傷 1,203 人、軽傷 1,606 人）であった⁴⁰。特に震度 7 を記録した益城町を中心として、多数の建物被害、特に木造建物の倒壊が発生した（図 2-2-5）。図 2-2-6 に、日本建築学会によって実施された益城町の悉皆調査結果に基づく倒壊率の分布³⁹)を示す。なお、建物被害の中心地となった益

¹⁹ ハザードに直接起因する死者を表し、避難生活等に伴う関連死者を含まない。

城町は、1995年兵庫県南部地震の被災地域と比べて、人口過密とは言えない地域⁴²⁾であったことから（表 2-2-1）、被害の規模は1995年兵庫県南部地震と比較して小さかった。



図 2-2-5 益城町における建物倒壊状況
（出典：参考文献 13）

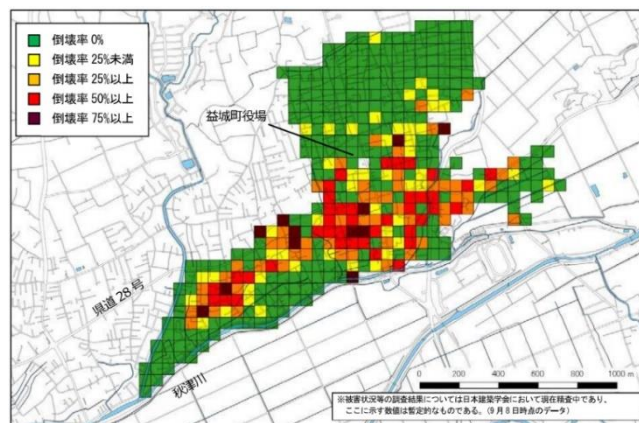


図 2-2-6 日本建築学会による益城町の悉皆調査結果に基づく倒壊率の分布
（出典：参考文献 39）

表 2-2-1 1995年兵庫県南部地震と2016年熊本地震の被災地域の人口密度の比較
（益城町および神戸市の統計資料から抜粋して作成）

| 地震別 | 地域別 | 人口密度 |
|--------------|---------------------|------------------------|
| 2016年熊本地震 | 益城町 | 516人/㎢(平成26年2月1日現在) |
| 1995年兵庫県南部地震 | 神戸市長田区 [※] | 11,293人/㎢(平成7年1月17日現在) |

※被害が大きかった地域のうち、特に人口密度が高かった地域を比較対象とした。

図 2-2-7 に、2016 年熊本地震と近年の内陸型地震の直接死者と原因別分類の比較を示す。直接死者数は、1995 年兵庫県南部地震以降に我が国で発生した内陸型地震では最多であり、いわゆる生活圏で被害が生じた 1995 年兵庫県南部地震、2004 年新潟県中越地震表、2007 年新潟県中越沖地震と同様に、直接死者の発生原因は牛山ら⁴³⁾による地震関連犠牲者の原因別分類²⁰⁾において「倒壊」が大半（直接死者の 76%）を占めた。また、直接死者数を全壊棟数に対する比率で見ると、主に山間部の屋外で行楽客が犠牲となった岩手・宮城内陸地震とは値が大きく異なるが、1995 年兵庫県南部地震よりはやや少なく、他の 3 つの地震とは大きな違いは見られなかった。

また、火山灰の堆積地である南阿蘇村では、本震後に多数の土砂災害が発生し、多数の建物の流失・埋没等が発生して 10 人（直接死者の 20%）が犠牲となった（図 2-2-8）。

なお、1995 年兵庫県南部地震では、火災により 550 人（直接死者の 10%）が犠牲となったが、2016 年熊本地震では、広範囲にわたる火災は発生しておらず、火災による死者は 1 人（直接死者の 2%）であった。

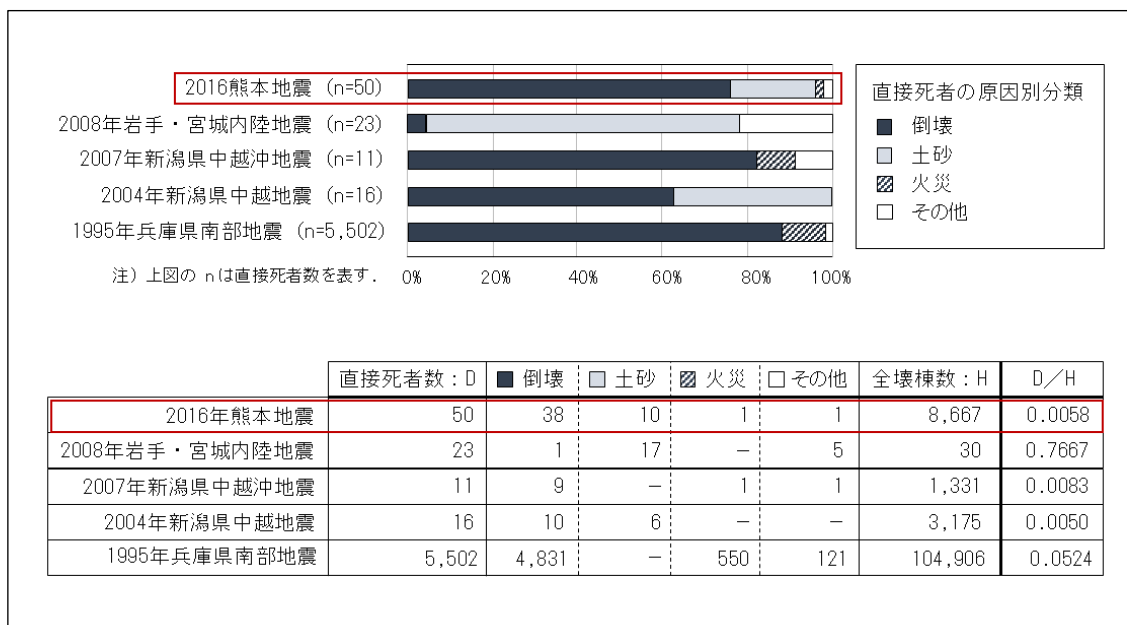


図 2-2-7 2016 年熊本地震と近年の内陸型地震における被害の比較
(参考文献 43 を基に作成)

²⁰⁾ 牛山らによる地震関連犠牲者の原因分類法では、地震に関連する直接死者を「倒壊」「土砂」「火災」および「その他」の 4 つに分類している。



図 2-2-8 南阿蘇村における土砂災害現場での行方不明者捜索活動
(出典：参考文献 13)

2.3 2016 年熊本地震における警察の初動対応

本節では，警察庁による調査報告¹³⁾の記録を基に，2016 年熊本地震における警察の初動対応を，前震・本震別，被災地警察・派遣部隊別に概観・比較し，同災害における警察の初動対応の特徴を把握する。

2.3.1 前震後の初動対応

○ 被災地警察の指揮体制

2016 年 4 月 14 日午後 9 時 26 分に発生した前震に伴い，熊本県警察本部は，直ちに警察本部長を長とする災害警備本部を設置して情報収集等を行った。また，関係警察との情報共有や活動調整を円滑に行うため，熊本県庁および被害が大きかった益城町役場の災害対策本部に連絡要員を派遣するとともに，他県から応援派遣された広域緊急援助隊等の進出拠点となった施設（熊本県上益城郡益城町福富 1010「グランメッセ熊本」²¹⁾）にも要員を派遣し，順次到着する部隊への任務付与等を行った。

○ 熊本県警察の警察署等

建物の倒壊等の被害が発生した益城町，熊本市および宇城市では，まず発災直後から，熊本県警察の警察署員等が 110 番通報等に基づいて被災現場に臨場し，救助活動を展開した。

²¹⁾ 部隊の進出拠点は，平成 28 年 4 月 15 日午前 3 時頃に，熊本市東区石原 2 丁目 9-1 に所在する「熊本県民総合運動公園」の駐車場にその機能を移した。

熊本県警察の警察署員等が救助活動に従事した時間帯は、前震発生から約 15 分後に当たる 4 月 14 日午後 9 時 40 分頃から翌 15 日午前 0 時頃までの間であり、活動現場の多くは、救助活動に特別な技術や資機材を必要としない被災現場（家具の転倒や扉の損壊による閉じ込め事案等）であった。他方、一部の活動現場（3 現場：要救助者 6 人（生存 5 人，心肺停止 1 人））では、活動対象建物が層崩壊を伴っており、十分な活動体制、救助資機材等がない状況下で救助活動を実施していた。なお、上記の「現場」の数は活動対象となった層崩壊を伴う倒壊建物の数を表し、「生存」および「心肺停止」の数は、救助者が要救助者に接触した時点における生存者または心肺停止者の数を表している（以下同じ）。

○ 熊本県警察の機動隊

熊本県警察の機動隊（所在地：熊本市中央区渡鹿 4 丁目 2-1，体制：機動隊長以下 60 人）では、前震発生後、直ちに全員が機動隊庁舎に参集し、熊本県警察本部の指示を受けて益城町および熊本市の倒壊建物現場に出動して救助活動を展開した（図 2-2-9）。

熊本県警察の機動隊が救助活動に従事した時間帯は、前震発生から約 1 時間 30 分後に当たる 4 月 14 日午後 11 時頃から翌 15 日午前 5 時頃までの間であった。熊本県警察の機動隊は、110 番通報等の内容や現場活動中の警察署員等からの情報等を踏まえてより救助活動の困難度が高いと推定された被災現場に優先的に配置されたため、全ての活動現場（5 現場：要救助者 9 人（生存 7 人，心肺停止 2 人））が層崩壊を伴う倒壊建物であった。



図 2-2-9 前震後における熊本県警察機動隊による救助活動の状況
（出典：参考文献 13）

○ 広域緊急援助隊等

前震の発生に伴って、18 都府県警察から計 972 人の広域緊急援助隊等が派遣された。これらの部隊のうち、比較的近距离に位置する福岡県警察、長崎県警察及び大分県警察の部隊（計 286 人）が熊本県警察による救助活動に合流した。しかし、その他の都府県から派遣された部隊（計 686 人）は、熊本県入りした時点で既に一連の救助活動が終了していたため、救助活動には従事しなかった。

福岡県警察、長崎県警察及び大分県警察の広域緊急援助隊等が救助活動に従事した時間帯は、前震発生から約 3 時間後に当たる 4 月 15 日午前 0 時 30 分頃から同日午前 5 時頃までの間であり、これらの部隊が活動した被災現場（2 現場：要救助者 2 人（心肺停止 2 人）²²は、全て層崩壊を伴う倒壊建物であった。

なお、前震の発生に伴って派遣された広域緊急援助隊等は、一連の救助活動が終了した 4 月 15 日午前 7 時以降、地元機動隊等、消防、自衛隊の部隊と合同で、倒壊建物内に取り残された被災者の有無の確認（いわゆる「ローラー捜索」）や避難を要する

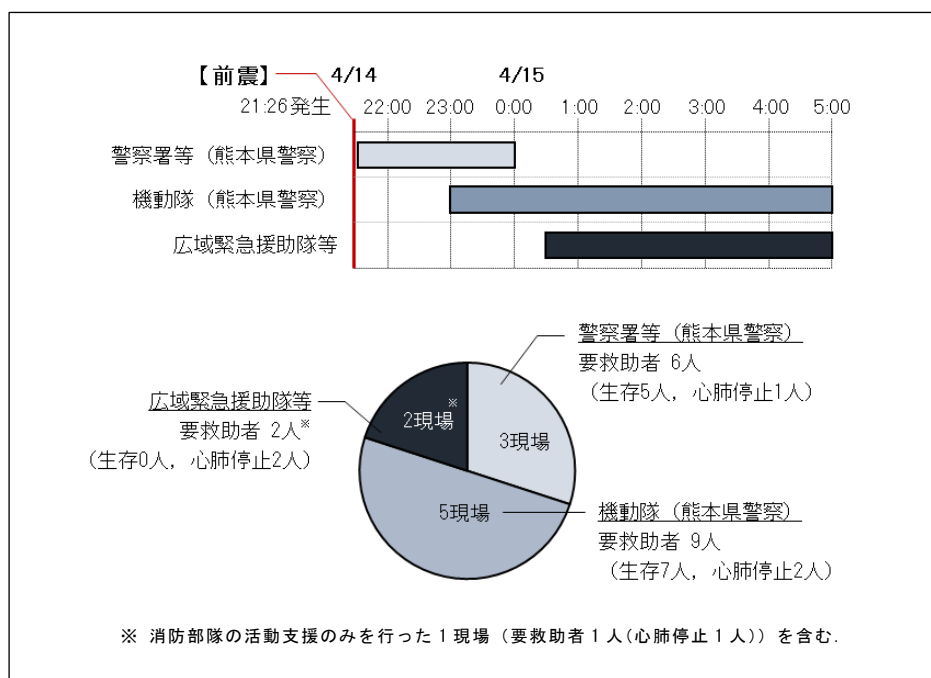


図 2-2-10 前震後の救助活動が行われた時間帯・現場数・救助した要救助者数
(参考文献 13 を基に作成)

²² 広域緊急援助隊等が救助活動に従事した 2 現場のうち 1 現場（要救助者 1 人（心肺停止））では、既に消防の救助部隊が活動中であったため、その活動支援のみを行った。

入院患者の移送等に従事し、同日夕刻以降は、熊本県民総合運動公園駐車場を拠点として、益城町を中心とする被災地域内の警戒活動に従事した。

○ 部隊分類別の救助活動が行われた時間帯・活動現場数・救助した要救助者数

図 2-2-10 に、前震後の救助活動が行われた時間帯、現場数および救助した要救助者数を整理して示す。なお、本図には、層崩壊を伴わない被災建物での救助活動（家具の転倒や扉の損壊による閉じ込め事案等）は示しておらず、層崩壊を伴う倒壊建物での救助活動のみを示している。本図から、前震後の初動対応は、前節 2 項で示した一般的な警察の初動対応の流れによって、救助活動が展開されていたことが分かる。

2.3.2 本震後の初動対応

○ 被災地警察の指揮体制

平成 28 年 4 月 16 日午前 1 時 25 分に発生した本震に伴い、熊本県警察本部は、直ちに機動隊および活動拠点（熊本県民総合運動公園）で待機中の広域緊急援助隊等（前震の発生に伴って派遣されていた部隊（計 972 人））に対して被災地域内への出動を指示した。また、110 番通報等に基づいて被災情報を収集・整理するとともに、前震発生時に熊本県庁および益城町役場の災害対策本部に派遣していた連絡要員を通じて、関係機関（消防、自衛隊、DMAT 等）との情報共有・活動調整等を図りながら、被災地域内に展開中の部隊に対する現場配置指示や、現場活動中の部隊からの応援派遣要請への対応等に従事した（図 2-2-11）。



図 2-2-11 益城町役場に設置された災害対策本部の状況
（出典：参考文献 42）

注）庁舎の被災により、本震発生後は役場の駐車場に仮設置された⁴²⁾。

○ 熊本県警察の警察署等

建物の倒壊や土砂災害が発生していた益城町，熊本市，嘉島町，西原村および南阿蘇村では，発災直後から，熊本県警察の警察署員等が 110 番通報等を受けて被災現場に臨場し，救助活動を展開した。熊本県警察の警察署員等が本震後の急性期に救助活動に従事した時間帯²³は，本震発生から約 20 分後に当たる 4 月 16 日午前 1 時 45 分頃から同日翌 15 日午前 0 時頃までの間であり，それらの活動現場の多くは，前震発生時と同様に，救助活動に特別な技術や資機材を必要としない被災現場（家具の転倒や扉の損壊による閉じ込め事案等）であった。他方，一部の活動現場（6 現場：要救助者 12 人（生存 12 人，心肺停止 0 人））では，活動対象建物が層崩壊を伴っており，十分な活動体制，救助資機材等がない状況下で救助活動を実施していた。

○ 熊本県警察の機動隊

熊本県警察の機動隊では，前震発生時と同様に，発災後直ちに全員が機動隊庁舎に参集し，熊本県警察本部の指示を受けて，順次，益城町，嘉島町および熊本市の被災現場に出動して救助活動を実施した。

熊本県警察の機動隊が本震後の急性期に救助活動に従事した時間帯²³は，本震発生から約 1 時間 30 分後に当たる 4 月 16 日午前 3 時頃から同日午前 6 時 30 分頃であった。熊本県警察の機動隊は，前震発生時と同様に，110 番通報の内容や現場活動中の警察署員等からの情報等を踏まえてより救助活動の困難度が高いと推定された被災現場に優先的に配置されたため，救助活動に従事した全ての現場（5 現場：要救助者 5 人（生存 3 人，心肺停止 2 人））が「層崩壊を伴う倒壊建物」であった。

○ 広域緊急援助隊等

前震の発生に伴って派遣され，活動拠点（熊本県民総合運動公園）で待機していた広域緊急援助隊等（計 972 人）は，熊本県警察本部からの出動指示を受け，直ちに益城町，西原村および南阿蘇村の被災地域に展開し，順次救助活動を開始した（図 2-2-12）。また，本震の発生後直ちに 10 都府県から計 547 人の広域緊急援助隊等が熊本県警察に追加派遣され，活動拠点に到着した部隊から順次救助活動に合流した。

広域緊急援助隊等が本震発生後の急性期に救助活動に従事した時間帯²³は，本震発生から約 30 分後に当たる 4 月 16 日午前 2 時頃から同日午後 3 時 30 分頃までの間であ

²³ 同年 4 月 25 日（一部 8 月 11 日）まで続いた土砂災害現場における行方不明者の捜索・救助活動は含まない。



図 2-2-12 本震後における広域緊急援助隊(兵庫県警察部隊)による救助活動の状況
(出典：参考文献 13)

った。広域緊急援助隊等は、110 番通報の内容や現場活動中の警察署員等からの情報等を踏まえてより救助活動の困難度が高いと推定された被災現場に優先的に配置されたため、救助活動に従事した現場の大半（19 現場：要救助者 27 人（生存 15 人，心肺停止 12 人））が層崩壊を伴う倒壊建物であった。

○ 部隊分類別の救助活動が行われた時間帯・活動現場数・救助した要救助者数

図 2-2-13 に、本震後の急性期に救助活動が行われた時間帯²³，現場数および救助した要救助者数を整理して示す。なお、本図には、層崩壊を伴わない被災建物での救助活動（家具の転倒や扉の損壊による閉じ込め事案等）は示しておらず、層崩壊を伴う倒壊建物での救助活動のみを示している。本震発生後には、前震の発生に伴って被災地入りしていた広域緊急援助隊等（計 972 人）が発災直後から被災現場に展開して救助活動を実施したことから、前震発生後の活動時系列（図 2-2-10）や前節 2 項で示した一般的な警察の初動対応の流れとは明らかに異なっていたことが分かる。

以上の位置関係図を図 2-2-14 に示す。

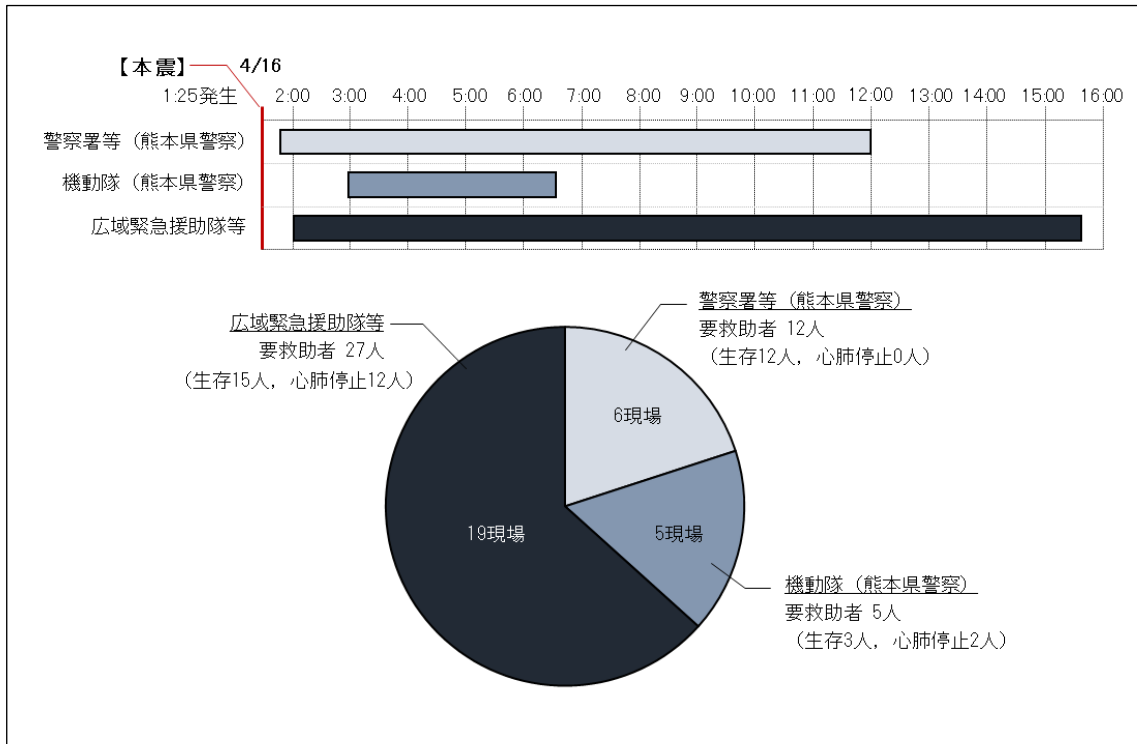


図 2-2-13 本震後の救助活動が行われた時間帯・現場数・救助した要救助者数
 注) 同年 4 月 25 日 (一部 8 月 11 日) まで続いた土砂災害現場における捜索救助活動を除く。
 (参考文献 13 を基に作成)

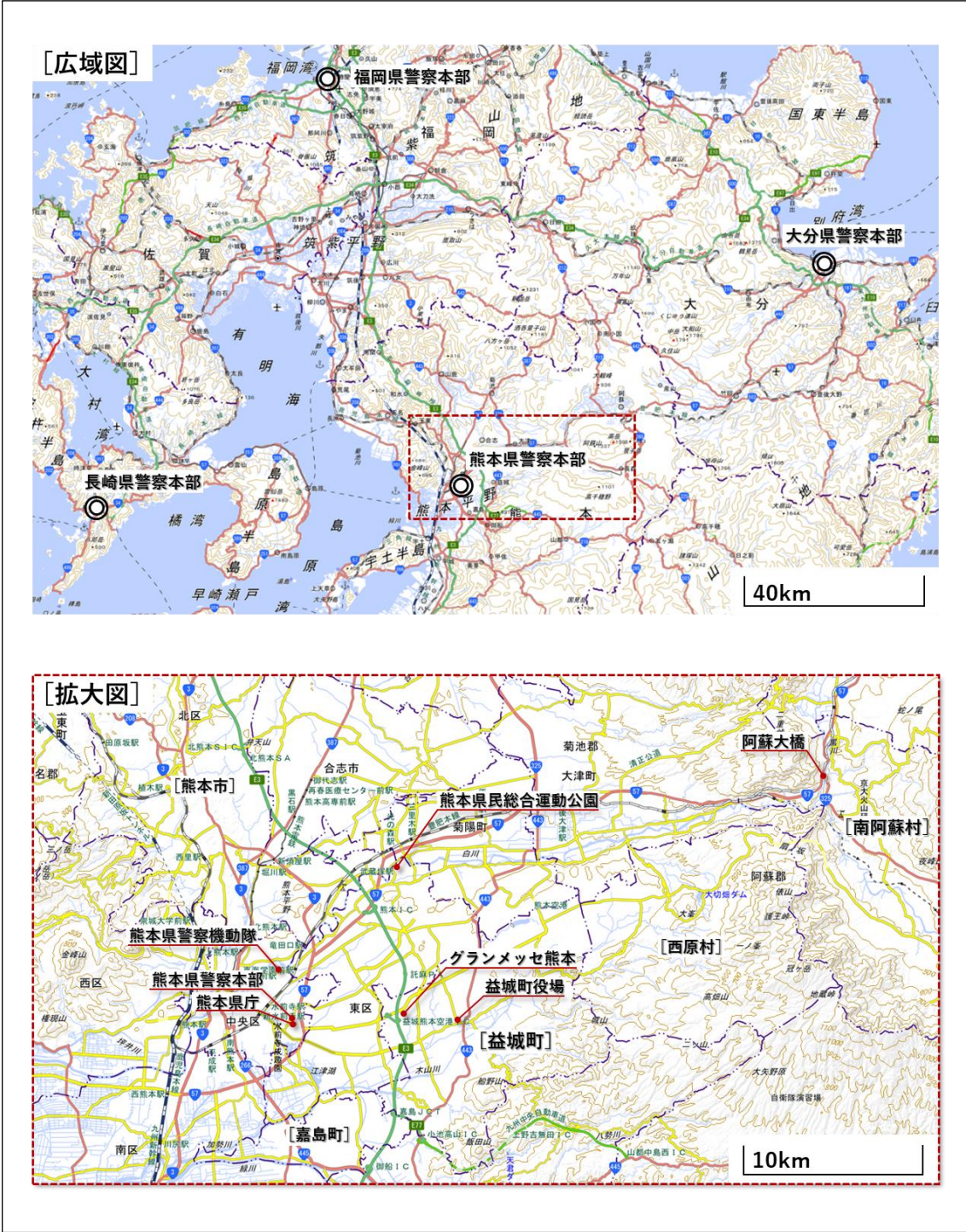


図 2-3-14 位置関係図
(背景図は地理院地図による)

2.4 小括

本章では、次章以降で取り扱う実態データを適切・妥当に議論するため、警察の災害救助活動の概略、2016年熊本地震の発生・被害の特徴、および2016年熊本地震発生時における警察の初動対応を前震・本震別に概観・比較し、調査・分析の前提条件を整理した。以下にこれらのまとめを行う。

- 2016年熊本地震は、2日間のうちに同一観測地点（益城町宮園）で2度も震度7を観測する地震（前震および本震）が発生するという、気象庁の観測史上類を見ない極めて特徴的な災害であった。
- 2016年熊本地震の本震の規模（マグニチュード7.3）は、1995年兵庫県南部地震と同規模であり、前震・本震それぞれで観測された地震波は、1995年兵庫県南部地震と同様にいわゆるキラ・パルスを多く含んでいたことから、特に震度7を記録した益城町を中心として多数の木造建物が倒壊した。
- 2016年熊本地震における直接死者の内訳は、1995年兵庫県南部地震と同様に建物の倒壊によるものが大半（直接死者の76%）を占めた。他方、広範囲の火災が発生しなかったことから火災による死者は少なく（直接死者の2%）、火山灰の堆積地である南阿蘇村において多数の土砂災害が発生したことから、土砂災害による死者が直接死者全体の20%を占めたという点で、1995年兵庫県南部地震の人的被害の傾向と異なる。
- 被害の中心地となった益城町は、1995年兵庫県南部地震の被災地域に比べて人口過密とは言えない地域であったことから、人的・物的被害の規模は1995年兵庫県南部地震と比較すると小さかった。
- 1995年兵庫県南部地震以降、災害救助部隊を創設・増強してきた警察では、2016年熊本地震の発生に際して、前震の発生直後から、被災地を管轄する熊本県警察および他の都府県から応援派遣された広域緊急援助隊等が時間的な切れ目を生じさせることなく救助活動を展開した。
- 特に、本震時には、前震に伴って派遣されていた多数の広域緊急援助隊等が被災地域内で待機していたことから、発災後即座に救助活動を展開し得るという稀有な状況があった。

第3章 調査票の開発ならびに現場状況・活動の 実態把握と傾向分析

第3章

調査票の開発ならびに現場状況・活動の実態把握と傾向分析

本章では、まず1節において、本研究の調査対象とした事例・部隊を明確化する。2章では、本研究を通じて開発した調査票について、調査設計時の問題意識ならびにその開発段階で実施した「模型による状況再現手法を用いたヒアリング」、同ヒアリングの結果を踏まえて開発した「閉じ込め空間のパターンチャート」の概要等を示すとともに、その開発した調査票を掲載する。続く3節では、調査結果のうち、CSR/CSMの実践に際して特に重要な情報となる①活動対象建物の破壊程度、②要救助者の閉じ込め位置、③閉じ込め空間の寸法・形状および④要救助者の被挟圧状況に関する調査結果を示し、4節でこれらに関する考察を行う。そして5節でまとめを行う。

3.1 対象事例

3.1.1 調査対象事例

本研究の調査対象とした救助事例（以下「調査対象事例」）は、2016年熊本地震において警察が主体となって実施した全救助活動（111現場：要救助者160人（生存128人、心肺停止32人））のうち、層崩壊を伴う建物倒壊現場において警察が主導的に実施した救助活動（39現場：要救助者60人（生存42人、心肺停止18人））である（図2-3-1）。なお、層崩壊を伴わない被災建物現場における救助活動（52現場：要救助者77人（全て生存））については、全て数分から数十分で救助活動が終了しており、また救助活動に特別な救助資機材や技術を使用していなかったことから、調査対象事例から除外した。また、警察が他機関の部隊を支援する形で実施した救助活動（9現場：要救助者10人（生存6人、心肺停止4人））については、その詳細な把握が困難であったことから調査対象事例から除外した。

調査対象事例の「現場」の数は、活動対象となった倒壊建物の数を表し、「生存」および「心肺停止」の数は、救助者が要救助者に接触した時点における生存者/心肺停止者の数を表している。調査対象事例の活動対象建物は、全て木造の戸建て住宅または共同住宅であり、火災・土砂災害・浸水被害を伴わない被災建物であった。

なお、2016年熊本地震では、他の大規模災害時と同様に、高い専門性を有する消防、自衛隊等の部隊をはじめ、被災地域の消防団、住民等を主体として実施された救助活動が多数存在する。そのため、本研究で示す救助活動事例は、同災害における救助活動の一部に過ぎない点に留意する必要がある。

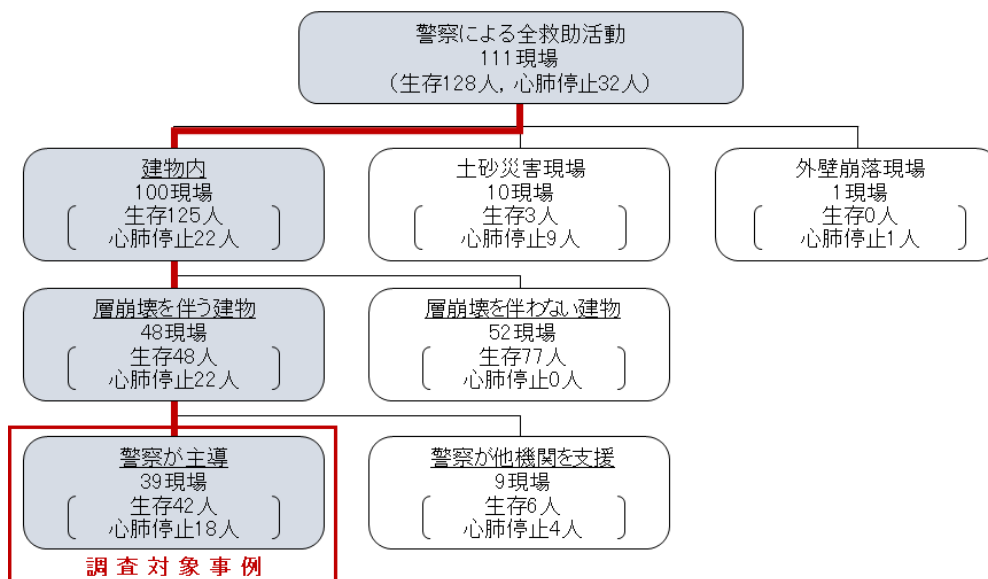


図 2-3-1 調査対象事例

図 2-3-2 および図 2-3-3 に調査対象事例の現場所在地を前震・本震の別とともに示す。前震では、熊本市東区から益城町西部に至る東西 5km，南北約 2km の範囲（概ね震度 7 の範囲）に集中しており，本震では，益城町が多数を占めるものの，熊本市西区から南阿蘇に至る東西約 30km，南北約 15km の広い範囲（震度 5 強から 7 までの範囲）に概ね一直線に分布していた。

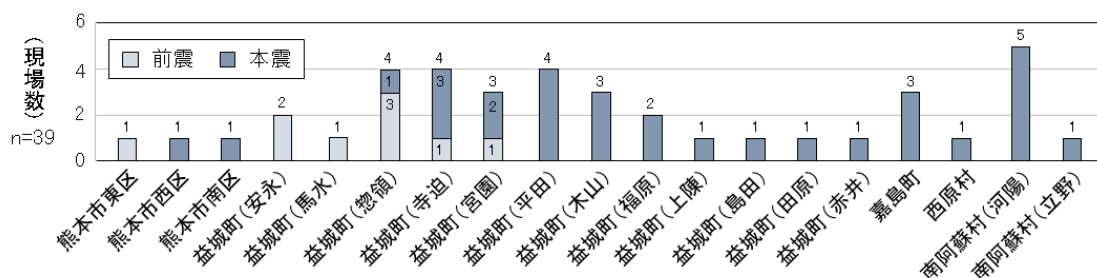


図 2-3-2 調査対象事例の現場所在地

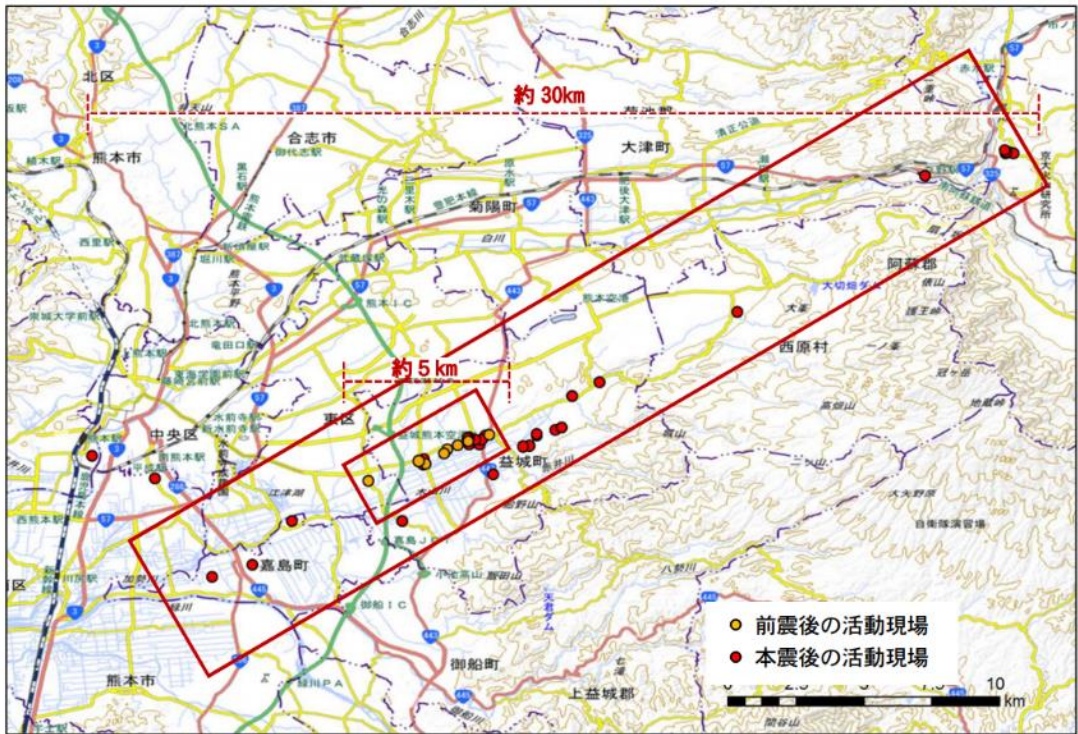


図 2-3-3 調査対象事例の現場所在地（背景地図は地理院地図による）
（出典：参考文献 13）

図 2-3-4 に調査対象事例において救助活動が実施された時間帯（現場到着から現場活動後の転進に至るまで）、現場数、および救助した要救助者の人数を前震・本震それぞれで集計して示す。前震では、地震発生間もなくから翌日の午前 5 時頃までの間に、9 箇所の現場において、要救助者 16 人（生存 12 人，心肺停止 4 人）を救助した事例であった。また本震では、地震発生から約 15 分後に当たる午前 1 時 40 分頃から同日の午後 3 時 30 分頃までの間に、30 箇所の現場において、要救助者 44 人（生存 30 人，心肺停止 14 人）を救助した事例であった。

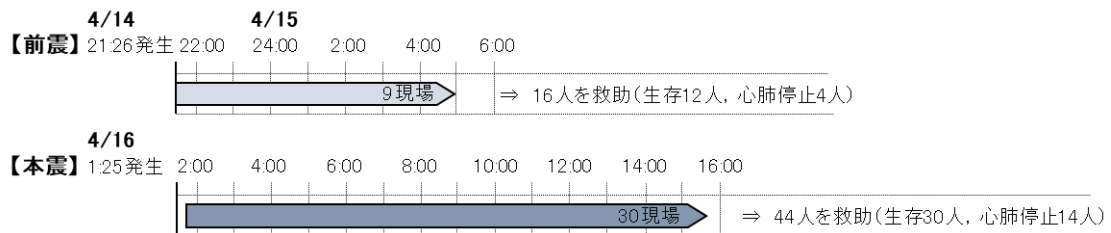


図 2-3-4 調査対象事例が実施された時間帯・現場数・救助人数

3.1.2 調査対象部隊

本研究の調査対象とした活動主体（以下「調査対象部隊」）は、調査対象事例で救助活動を実施した警察部隊（警察署員等 2～3 人の活動単位を含む）延べ 39 部隊である。調査対象部隊の内訳は、被災地外の都府県警察から派遣された「広域緊急援助隊等」が延べ 20 部隊、「機動隊（熊本県警察）」が延べ 10 部隊、同じく「警察署員等（熊本県警察）」が延べ 9 部隊であった。なお、複数の部隊が合同で活動した現場では、中心的に活動した部隊を調査対象部隊とした。また、警察が消防などの他機関の部隊と合同で活動した現場では、他機関部隊の所属などが詳細に判明しない事例が多かったことから、今回は調査・分析対象に含めないこととし、警察部隊のみを対象とした。

調査対象部隊の災害救助活動に関する属性は概ね表 2-3-1 のとおりであった。

表 2-3-1 調査対象部隊の災害救助活動に関する属性

| 部隊分類 | 災害救助活動に関する属性 |
|----------------------------------|--|
| 広域緊急援助隊等 （被災地外の都府県 警察より派遣） | <ul style="list-style-type: none"> ・ 平素は派遣元警察の機動隊等に所属。所要の救助資機材を保有。 ・ 概ね 10～40 人単位で活動。 ・ 平素から相応の災害救助訓練を実施。 |
| 機動隊 （熊本県警察） | <ul style="list-style-type: none"> ・ 平素は機動隊等に所属。所要の救助資機材を保有。 ・ 概ね 10～30 人単位で活動。 ・ 平素から相応の災害救助訓練を実施。 <p>※他県で大規模災害が発生した場合には広域緊急援助隊等として派遣。</p> |
| 警察署員等 （熊本県警察） | <ul style="list-style-type: none"> ・ 平素は交番等で勤務。救助資機材はほとんど保有なし。 ・ 概ね 2～4 人単位で活動。 ・ 一部を除きほとんど災害救助訓練を未実施。 |

3.2 研究方法

3.2.1 予備調査（模型による状況再現手法を用いたヒアリング）

まず、2016 年 10 月初旬～11 月初旬、調査対象部隊のうち 8 部隊（広域緊急援助隊等:4 部隊、機動隊（熊本県警察）:2 部隊、警察署員等（熊本県警察）:2 部隊）の部隊長および当該現場で中心的な役割を担った隊員に対するヒアリングを実施した。ヒアリングでは、現場臨場（緊急車両等で活動現場へ移動すること）の段階から現場活動、現場活動後の転進（次の活動現場等へ移動すること）に至るまでのプロセス、使用資

機材，救助方法や現場の状況について時系列に沿って詳細に聴取し，現場活動と現場状況の全体的な傾向を把握した。

本ヒアリングに際し，閉じ込め空間の寸法・形状，要救助者の被挟圧状況および閉じ込め空間内部での活動状況については，その空間形状・状況の複雑さゆえ，ヒアリング対象者が言語化して表現することが困難，また，仮にヒアリング対象者が言語化して表現できたとしても，ヒアリング実施側がこれを正確に理解することが困難と考えられた。そこで，あらかじめ要救助者・救助隊員に見立てた人体模型（全高：約 140mm，材質：ABS・PVC 製，30 箇所以上の関節が可動），活動対象建物の構造部材などに見立てた積み木状の木材，寝具に見立てた布切れ等を所要数準備してヒアリング実施場所に持参し，ヒアリング対象者と共に閉じ込め空間内部の状況などを可能な限り忠実に再現して視覚的に把握することを試みた（図 2-3-5, -6）。



図 2-3-5 状況再現に使用した人体模型および積み木状の木材



図 2-3-6 模型による状況再現例

3.2.2 調査票の設計

次に、2016年11月初旬～11月中旬、ヒアリングにより把握した現場活動と現場状況の傾向を踏まえて調査票の設計を行った。調査項目は、活動日時・場所・活動対象建物の破壊程度などの基礎情報に加え、現場臨場から現場活動、現場活動後の転進までの各プロセスにおける現場状況、活動内容、使用資機材、所要時間などに関する実態データを幅広く把握できるよう設定した。

なお、調査対象部隊が調査票の質問に対し迷いなく回答でき、また回答に過度な負担を要さないことがデータの信頼性を確保するうえで重要と考えたため、本調査票の設計段階において、ヒアリングを行った調査対象部隊に対して調査票の案を送付し、迷いなく回答できるか、また回答に過度な負担を要さないかを数次確認し、適宜修正を行って調査票を完成させた。

完成した調査票を図 2-3-7 に示す（3項にまたがる。ただし、調査票の別紙については後掲するため省略）。

00 基礎情報

| | | |
|------------|--|-----------------------------|
| 00.1 活動部隊 | | [指揮官:] 以下 []人 |
| 00.2 活動日時 | | |
| 00.3 活動場所 | | |
| 00.4 倒壊状況 | [番号:] ※別紙1「木造建物の倒壊パターン」から選択してください。 | |
| 00.5 要救助者 | []歳 <input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性 <input type="checkbox"/> 生存 <input type="checkbox"/> 心肺停止 | |
| 00.6 他機関連携 | <input type="checkbox"/> 有り ⇒ [機関・人数] | <input type="checkbox"/> なし |

01 現場臨場

| | | |
|-----------|---|--|
| 01.1 認知手段 | <input type="checkbox"/> 無線指示 <input type="checkbox"/> 口頭指示(指示者:) <input type="checkbox"/> 部隊による現認 <input type="checkbox"/> 口頭申告(申告者:) <input type="checkbox"/> その他() | |
| 01.2 出発地点 | | |
| 01.3 駐車場所 | 活動現場から概ね[]m離れた地点に駐車 | |

02 現場関係者からの情報収集

| | | |
|------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 02.1 情報提供 | <input type="checkbox"/> 有り ⇒[提供者:] | <input type="checkbox"/> なし |
| 02.2 具体的状況 | | |

03 活動現場の危険要因

| | | |
|------------|---|--|
| 03.1 危険要因 | <input type="checkbox"/> 不安定建物・落下危険物 <input type="checkbox"/> 視界不良 <input type="checkbox"/> 粉塵 <input type="checkbox"/> 散乱瓦礫 <input type="checkbox"/> その他() | |
| 03.2 安全監視 | <input type="checkbox"/> 専従の安全監視要員を配置 <input type="checkbox"/> 専従の安全監視要員の配置なし | |
| 03.3 具体的状況 | | |

04 倒壊建物外からの呼び掛け

| | | |
|-------------|---|-----------------------------|
| 04.1 呼び掛け反応 | <input type="checkbox"/> 有り (口声 <input type="checkbox"/> 音) で反応 | <input type="checkbox"/> なし |
| 04.2 反応状況 | <input type="checkbox"/> はっきり聞き取れた <input type="checkbox"/> かすかに聞き取れた <input type="checkbox"/> その他 [] | |
| 04.3 視認可否 | <input type="checkbox"/> 倒壊建物外から要救助者の一部〔部位: 〕が視認できた | <input type="checkbox"/> 不可 |
| 04.4 具体的状況 | | |

05 要救助者へのアプローチ

| | | |
|------------|---|-------------------------------|
| 05.1 進入箇所 | <input type="checkbox"/> 2階部分⇒ <input type="checkbox"/> 外壁 <input type="checkbox"/> 窓 <input type="checkbox"/> ベランダ <input type="checkbox"/> 崩壊箇所の隙間 <input type="checkbox"/> 屋根 <input type="checkbox"/> 1階部分⇒ <input type="checkbox"/> 外壁 <input type="checkbox"/> 窓 <input type="checkbox"/> ベランダ <input type="checkbox"/> 崩壊箇所の隙間 <input type="checkbox"/> 屋根 <input type="checkbox"/> その他() | <input type="checkbox"/> 進入なし |
| 05.2 使用資機材 | <input type="checkbox"/> 単梯子 <input type="checkbox"/> 三段梯子 <input type="checkbox"/> その他() | |
| 05.3 応急補強 | <input type="checkbox"/> 倒壊建物進入前に実施 <input type="checkbox"/> 倒壊建物進入後に実施 | <input type="checkbox"/> 実施なし |
| 05.4 使用資機材 | <input type="checkbox"/> 救助用支柱器具 <input type="checkbox"/> レスキューブロック <input type="checkbox"/> 角材 <input type="checkbox"/> 単管パイプ <input type="checkbox"/> その他() | |
| 05.5 具体的状況 | | |
| 05.6 実施作業 | <input type="checkbox"/> 破壊・切断(<input type="checkbox"/> 屋根 <input type="checkbox"/> 外壁 <input type="checkbox"/> 窓 <input type="checkbox"/> 床 <input type="checkbox"/> その他()) <input type="checkbox"/> 排除(<input type="checkbox"/> ベッド <input type="checkbox"/> 家具 <input type="checkbox"/> 畳 <input type="checkbox"/> 瓦礫 <input type="checkbox"/> その他()) <input type="checkbox"/> その他() | <input type="checkbox"/> 作業なし |
| 05.7 所要時間 | 約[]分間 | |
| 05.8 使用資機材 | <input type="checkbox"/> レスキューツール <input type="checkbox"/> 電動コンビツール <input type="checkbox"/> エアジャッキ <input type="checkbox"/> チェーンソー <input type="checkbox"/> エンジンカッター <input type="checkbox"/> パール <input type="checkbox"/> ノコギリ <input type="checkbox"/> ハンマー <input type="checkbox"/> ボルトクリッパー <input type="checkbox"/> フォース <input type="checkbox"/> その他() | |

06 接触時の要救助者の状況

| | | |
|-------------|---|--------------------------------|
| 06.1 閉じ込め空間 | [位置] ※別紙1を活用し、要救助者が閉じ込められていた概ねの位置に●印をつけてください。 また、概ねの「進入ルート」を赤→で示してください。 | |
| | [空間] ※別紙2から選択してください。 (該当するものがない場合は、別紙3に簡単なイラストを描いてください。) | |
| | [下部] <input type="checkbox"/> 畳 <input type="checkbox"/> フローリング <input type="checkbox"/> ベッド <input type="checkbox"/> 布団 <input type="checkbox"/> その他[] | |
| | [作業スペース] ⇒要救助者の周辺で[]人程度が作業可能であった | |
| 06.2 体位 | <input type="checkbox"/> 仰向け <input type="checkbox"/> うつ伏せ <input type="checkbox"/> 横向き <input type="checkbox"/> その他[] | |
| 06.3 挟まれ状況 | <input type="checkbox"/> 梁材 <input type="checkbox"/> 天井 <input type="checkbox"/> その他[]に[部位:]が挟まれていた ※別紙3に簡単なイラストを描いてください。 | <input type="checkbox"/> 挟まれなし |
| 06.4 容態等 | <input type="checkbox"/> 意識に異常 ⇒[具体的状況:] <input type="checkbox"/> 気道・呼吸に異常 ⇒[具体的状況:] <input type="checkbox"/> 循環(脈拍、顔色等に)異常 ⇒[具体的状況:] <input type="checkbox"/> 外傷 ⇒[部位:]/[具体的状況:] <input type="checkbox"/> 痛み ⇒[部位:]/[程度: <input type="checkbox"/> 強 <input type="checkbox"/> 弱] <input type="checkbox"/> 麻痺 ⇒[部位:]/[具体的状況:] <input type="checkbox"/> 寒さ・暑さに関する訴え ⇒[具体的状況:] <input type="checkbox"/> 失禁 <input type="checkbox"/> その他 ⇒[具体的状況:] | <input type="checkbox"/> 心肺停止 |
| 06.5 会話内容 | ※要救助者との会話の内容を具体的に記載してください。 | |

07 救急救命士、医師等の現場連携

| | | |
|----------------|--|-------------------------------|
| 07.1 現場連携した医療者 | <input type="checkbox"/> 医師(人) <input type="checkbox"/> 看護師(人) <input type="checkbox"/> 救急救命士(人) | <input type="checkbox"/> 連携なし |
| 07.2 現場連携の内容 | <input type="checkbox"/> 倒壊建物外で連携(救助プランの調整などを実施) <input type="checkbox"/> 倒壊建物外で連携 ⇒ <input type="checkbox"/> 点滴 <input type="checkbox"/> 酸素投与 <input type="checkbox"/> その他[] | |
| 07.3 具体的状況 | | |

08 挟まれ・圧迫の解除

| | | |
|------------|---|--------------------------------|
| 08.1 解除方法 | <input type="checkbox"/> 挙上(要救助者の上に乗った梁材、天井板等を持ち上げた) <input type="checkbox"/> 切除(要救助者の上に乗った梁材、天井板等を切断・排除した) <input type="checkbox"/> 下部に空間を確保(ベッドを破壊するなどして要救助者の下部に空間を作った) | <input type="checkbox"/> 挟まれなし |
| 08.2 所要時間 | 約[]分間 | |
| 08.3 使用資機材 | <input type="checkbox"/> レスキューツール <input type="checkbox"/> 電動コンビツール <input type="checkbox"/> エアジャッキ <input type="checkbox"/> チェーンソー <input type="checkbox"/> エンジンカッター <input type="checkbox"/> パール <input type="checkbox"/> ノコギリ <input type="checkbox"/> ハンマー <input type="checkbox"/> ボルトクリッパー <input type="checkbox"/> フォース <input type="checkbox"/> 角材 <input type="checkbox"/> パンタグラフジャッキ <input type="checkbox"/> ダルマジャッキ <input type="checkbox"/> その他[] | |
| 08.4 具体的状況 | | |

09 倒壊建物内からの搬出

| | |
|-------------|--|
| 09.1 搬出経路 | <input type="checkbox"/> 進入経路と同一 <input type="checkbox"/> その他〔 〕 |
| 09.2 搬出後の容態 | <input type="checkbox"/> 搬出前から変化なし <input type="checkbox"/> その他〔 〕 |
| 09.3 使用資機材 | <input type="checkbox"/> 単梯子 <input type="checkbox"/> 三段梯子 <input type="checkbox"/> その他〔 〕 |
| 09.4 具体的状況 | |

10 引継ぎ・搬送

| | |
|------------|--|
| 10.1 引継ぎ先 | <input type="checkbox"/> 引継ぎ先 <input type="checkbox"/> 医師、看護師等 <input type="checkbox"/> その他〔 〕 |
| 10.2 引継ぎ場所 | <input type="checkbox"/> 現場付近 <input type="checkbox"/> 救護所〔場所： 〕 <input type="checkbox"/> 警察施設〔場所： 〕 |
| 10.3 搬送手段 | <input type="checkbox"/> 救急車 <input type="checkbox"/> 警察車両 <input type="checkbox"/> その他〔 〕 |

11 転進

| | |
|-----------|--|
| 11.1 転進先 | <input type="checkbox"/> 引継ぎ先 <input type="checkbox"/> 医師、看護師等 <input type="checkbox"/> その他〔 〕 |
| 11.2 転進目的 | <input type="checkbox"/> 現場付近 <input type="checkbox"/> 救護所〔場所： 〕 <input type="checkbox"/> 警察施設〔場所： 〕 |

12 活動時系列

| 時刻 | 活動内容 | 備考 |
|----|--------------|--------------------------------|
| : | 認知 | ← 本件事案を認知した時刻 |
| : | 現場到着 | ← 本件活動現場に到着した時刻 |
| : | 要救助者の反応確認 | ← 呼び掛け等への反応を確認した時刻 |
| : | 倒壊建物内への進入開始 | ← 要救助者を救助するために倒壊建物内への進入を開始した時刻 |
| : | 要救助者への接触 | ← 要救助者の体(体の一部を含む)に最初に触れた時刻 |
| : | 倒壊建物内からの搬出開始 | ← 要救助者を倒壊建物外へ搬出し始めた時刻 |
| : | 倒壊建物内からの搬出完了 | ← 要救助者の体(全身)が倒壊建物内から出た時刻 |
| : | 引継ぎ | ← 要救助者を引き継いだ時刻 |
| : | 転進開始 | ← 別の活動現場、活動拠点等への転進を開始した時刻 |
| : | 転進先到着 | ← 別の活動現場、活動拠点等に到着した時刻 |

【特記事項】 ※時系列に関する特記事項があれば記載してください。

13 本件現場を振り返っての所感

| | |
|------------|--|
| 13.1 活動人数 | <input type="checkbox"/> 現場に対して活動人数が多かった <input type="checkbox"/> 現場に対してちょうど良い活動人数であった <input type="checkbox"/> 現場に対して活動人数が足りなかった <input type="checkbox"/> その他〔 〕 |
| | 【その理由】 |
| 13.2 装備資機材 | 【有効であった資機材】 |
| | 【不足していた資機材】 |
| 13.3 その他 | ※本件現場活動を通じての反省点、良好点、今後改善すべき点などについて簡記してください。 |

図 2-3-7 開発した調査票^注

注) 調査票の別紙 1, 2, 3 は、それぞれ図 2-3-10, -13, -14 に示す

以下では、本研究の主眼である CSR/CSM の活動対象となった①倒壊建物の破壊程度、②要救助者の閉じ込め位置、③閉じ込め空間の寸法・形状および④要救助者の被挟圧状況に関する調査項目について、救助活動上の重要性からみた問題意識に基づく調査設計および調査手法の概略を示す。

○ 活動対象建物の破壊程度

一般に、救助活動における活動対象建物の破壊程度の評価は、救助隊員が目視により行う。そのため、調査票では、その目視による状況評価結果を問うこととした。近年、救助隊員に対する倒壊建物の危険度評価や緊急補強要領に関する教育・訓練が進められている⁴⁴⁾。しかし、様々な勤務環境にある救助隊員が、限られた教育・訓練時間の中で建築士のような専門的知識を修得しているとは考え難く、また、各救助隊員の経験年数等によって知識レベルにばらつきがあることが想定された。そのため、十分な教育・訓練を受けていない隊員であっても、できる限り迷いなく、正しく回答を行えるようにするための方策について検討を行う必要があった。

1995年兵庫県南部地震で救助活動に従事した消防職員などに対して調査を行った佐土原ら¹⁶⁾は、倒壊建物の破壊程度を「一部損壊/半壊程度/ほぼ全壊/1つの階のみ崩壊/その他」の5パターンに分類している(図2-3-8)。

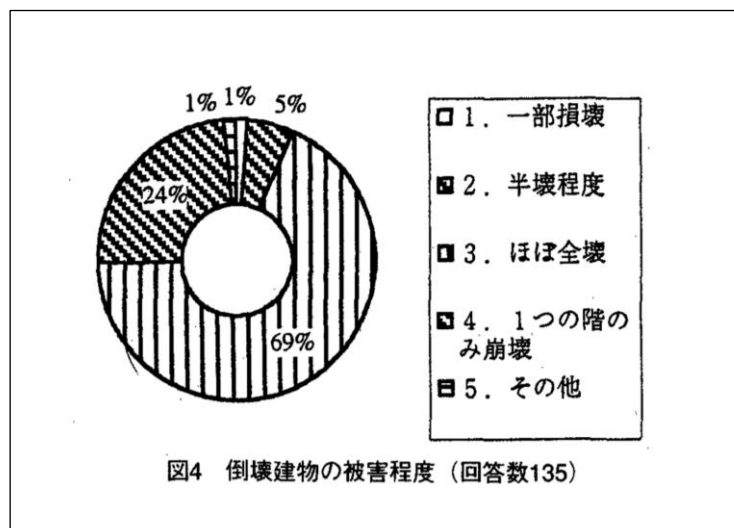


図 2-3-8 佐土原・岡西による倒壊建物の被害程度の調査結果 (再掲)
(出典：参考文献 16)

しかし、これらの分類はそれぞれの定義に曖昧さを含んでいるため、同程度の被害であっても回答者の主観によって異なった回答結果となる可能性がある。また、倒壊建物内部へ進入を伴う CSR/CSM においては、建物の破壊程度により救助戦略が大きく異なる可能性があり、破壊程度を正しく把握することは救助戦略上極めて重要な意味を持つため、可能な限り明確な分類による実態データの把握が望ましい。そこで、本調査では、岡田・高井⁴⁵⁾により開発された木造建物の破壊パターン分類（図 2-3-9）（堀江ら⁴⁶⁾による細分類を反映。以下「木造建物の破壊パターン」または単に「破壊パターン」と呼ぶ。）を活用し、本調査用に一部改変して調査票の別紙に組み込むこととした（図 2-3-10）。

木造建物の破壊パターンは、元々建物崩壊に伴う人的被害発生メカニズム解明および減災手法の開発を発端として開発されたものである。しかし、詳細かつ視覚化されたパターンチャートであり、また、各パターンの定義が明確に示されているため、救助隊員を対象とした実態調査においても有効と考えた。

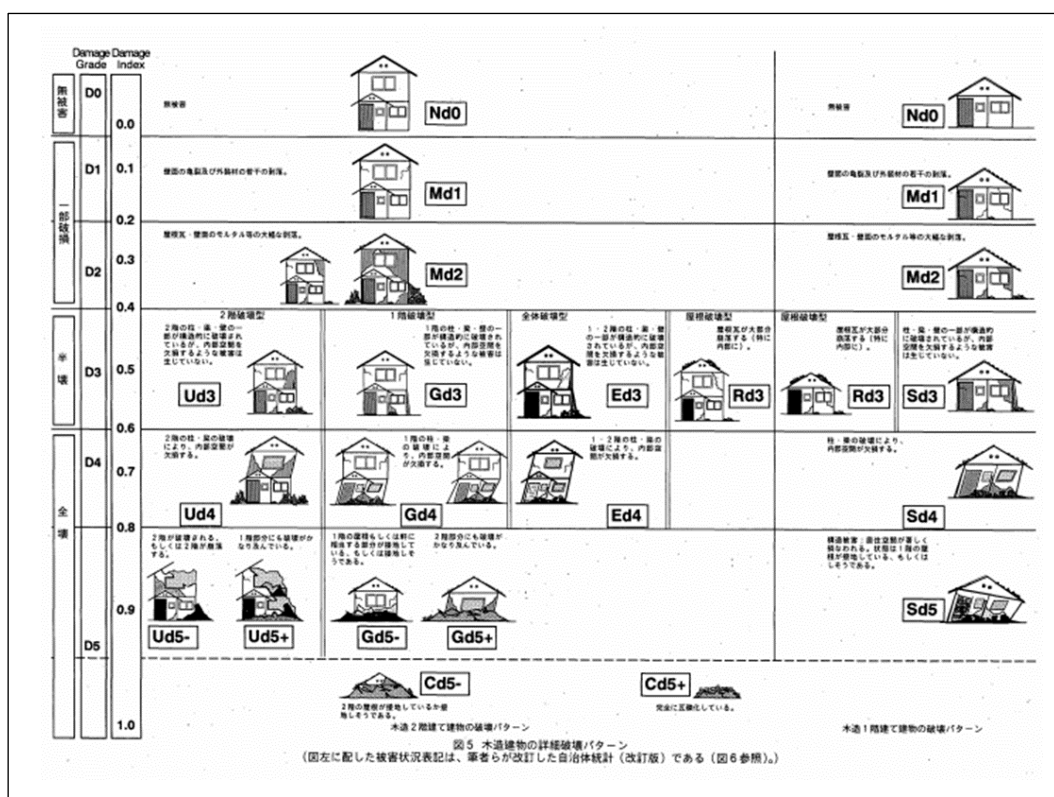















図 2-3-9 岡田・高井により開発された木造建物の詳細破壊パターン
 (出典：参考文献 45)

| 木造2階建て建物の倒壊パターン | | |
|--|--|---|
| 1  無被害 | 7  全壊（1階破壊型） 1階の柱・梁・壁の一部が構造的に破壊されているが、内部空間を欠損するような被害はない。 | 13  全壊（2階破壊型） 2階の柱・梁・壁の一部が構造的に破壊されているが、内部空間を欠損するような被害はない。 |
| 2  一部損壊 壁面の亀裂及び外装材の若干の剥落がみられる。 | 8  全壊（1階破壊型） 1階の柱・梁の破壊により、内部空間が欠損する。 | 14  全壊（2階破壊型） 2階の柱・梁の破壊により、内部空間が欠損する。 |
| 3  一部損壊 屋根瓦・壁面のモルタル等の大幅な剥落がみられる。 | 9  全壊（1階破壊型） 1階の屋根もしくは軒に相当する部分が接地している。もしくは接地しそである。 | 15  全壊（2階破壊型） 2階が完全に破壊される。もしくは2階が崩落する。 |
| 4  全壊（屋根破壊型） 屋根瓦が大部分崩落する。 | 10  全壊（1階破壊型） 1階の屋根もしくは軒に相当する部分が接地している。もしくは接地しそである。2階部分にも破壊がかなり及んでいる。 | 16  全壊（2階破壊型） 2階が破壊される。もしくは2階が崩落する。 |
| 5  全壊（全体破壊型） 1・2階の柱・梁・壁の一部が構造的に破壊されているが、内部空間を欠損するような被害はない。 | 11  全壊（1階破壊型） 2階の屋根が接地しているが接地しそである。 | 17  全壊（2階破壊型） 2階が破壊される。もしくは2階が崩落する。1階部分にも破壊がかなり及んでいる。また、1階も大きく損傷する。 |
| 6  全壊（全体破壊型） 1・2階の柱・梁の破壊により、内部空間が欠損する。 | 12  全壊 完全に瓦礫化している。 | 18  全壊（2階破壊型） 2階が破壊される。もしくは2階が崩落する。また、1階も大きく損傷する。 |

| 木造平屋建て建物の倒壊パターン | | |
|--|--|---|
| 19  無被害 | 22  全壊（屋根破壊型） 屋根瓦が大部分崩落する。 | 25  全壊 居住空間が著しく損なわれる。1階の屋根が接地している。もしくは接地しそである。 |
| 20  一部損壊 壁面の亀裂および外装材の若干の剥落がみられる。 | 23  全壊 柱・梁・壁の一部が構造的に破壊されているが、内部空間を欠損するような被害はない。 | 26  全壊 完全に瓦礫化している。 |
| 21  一部損壊 屋根瓦・壁面のモルタル等の大幅な剥落がみられる。 | 24  全壊 柱・梁の破壊により、内部空間が欠損する。 | |

※ 要救助者の閉じ込め位置を●印で、「進入ルート」を→で記入してください(記入例参照)

【記入例】


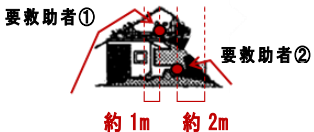
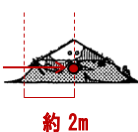
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
|---|---|---|

図 2-3-10 木造建物の破壊パターン（調査票一別紙 1）

（岡田・高井⁴⁵⁾ の木造建物の破壊パターンに堀江ら⁴⁶⁾ による細分類を反映したものを本調査用に一部改変）

○ 閉じ込め位置

1995年兵庫県南部地震における建物倒壊と閉じ込めに関する複数の調査報告^{16), 17)}により、同災害における被災者の閉じ込め位置は、倒壊建物内部の1階部分に多くみられたことが知られている。救助活動においては、上述の調査報告にみられるような「1階」「2階」などの階層分類に加え、その閉じ込め位置が倒壊建物の表層からどの程度の「深さ」にあるかという情報が重要となる。ここで「深さ」とは、どの程度倒壊建物の奥側にあるか、つまり救助隊員が要救助者にアプローチするまでの距離・位置関係を指し、空間的な距離のほか、時間的距離に影響する要素として、障害物（外壁、屋根、床、いわゆる瓦礫等）の種類などが挙げられる。CSR/CSMにおいては、この「深さ」の違いにより救助戦略が大きく異なるため、現場活動時には作戦板（ホワイトボードなど）に倒壊建物内への進入箇所（進入口）から閉じ込め位置までの空間的距離や障害物の種類などを図で表して部隊内で共通認識を図りながら救助活動が進められることが一般的である（図2-3-11）。そこで本調査では、階層分類に加え、進入口から要救助者までの距離・位置関係、要救助者にアプローチする過程で破壊・排除した障害物の種類を調査することで、閉じ込め位置の浅深程度を把握することとした。なお、進入口から要救助者までの距離・位置関係については、三次元的な調査事項であり、言語化して調査・把握することが困難と考えられた。そこで、前述の木造建物の破壊パターン（図2-3-10）を活用して視覚的に調査・把握することとし、該当する破壊パターンのイラストに進入口から要救助者に到達するまでの経路（以下「進入ルート」）および概ねの水平距離を図示するよう求めた（図2-3-10・下段）。



図 2-3-11 進入口から閉じ込め位置までの空間状況等を図示している作戦板
(CSR/CSM 訓練時の状況)

○ 閉じ込め空間の寸法・形状

前述したとおり、閉じ込め空間の寸法・形状を言語化して表現することは困難であり、また、これらは救助活動の進行に伴って変化することが多いため、事後的に調査することも困難である。この点、井宮ら¹⁷⁾は、1995年兵庫県南部地震において死者が発生した倒壊住家の家人への聞き取り結果を基に、閉じ込めによる死者発生状況などをスケッチ形式の資料にまとめている（図 2-3-12）。この資料は、倒壊建物の外観からでは把握不可能な閉じ込め空間内部の状況を視覚的に示す極めて貴重な資料であり、救助実動機関の隊員が学び取るところも大きい。しかしこの資料は、あくまで死者発生の原因探求などを主眼として、いわば被災者側の視点に立って作成されており、また、線描によって簡潔に示されていることから、閉じ込め空間内で救助活動を実施可能な

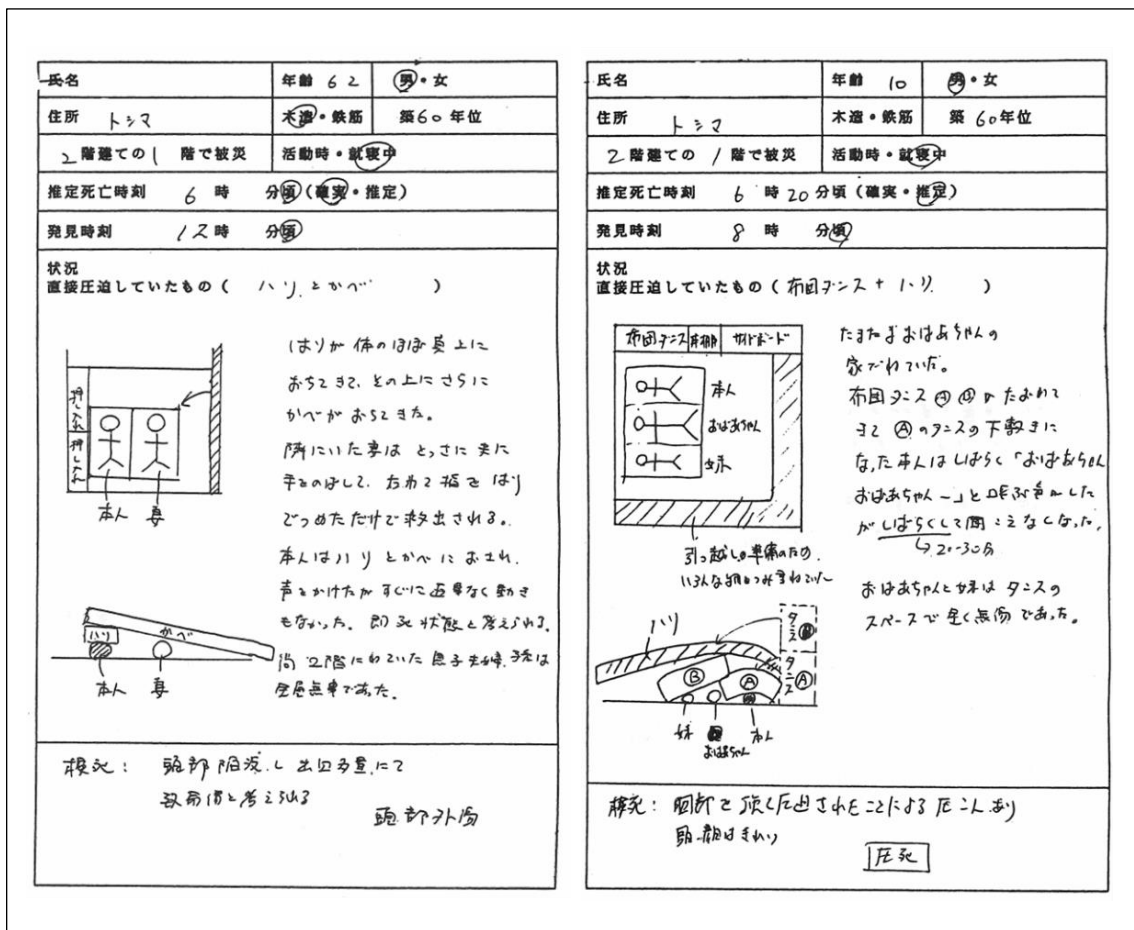


図 2-3-12 井宮・太田による死者発生状況などのスケッチ（再掲）
（出典：参考資料 17）

隊員数，使用可能な資機材，救助作業中に強いられる姿勢・動作などを読み取ることは難しい。

そこで本調査では，予備調査ヒアリングの際に実施したモデルによる状況再現結果を踏まえて救助実施側の観点，すなわちどのような寸法・形状が救助活動の方法や所要時間などに影響を及ぼしていたのかという観点から閉じ込め空間の寸法・形状を整理し，①床面から要救助者の上部（天井等，空間的余地の上部終端面．以下同じ）までの高さ，②要救助者の下部がベッドまたはソファであるか否か，③要救助者の上部が傾斜しているか否かという3つの観点でとらえた30通りのパターンチャート（以下「閉じ込め空間パターン」または単に「空間パターン」と呼ぶ．）を作成して調査票の別紙に組み込んだ（図 2-3-13）．本パターンチャートにおける各パターンは，数字（1～8）とアルファベット（a, b, c）の組で表される．数字は床面から要救助者の上部までの概ねの高さを25cm間隔（最小値：25cm未満／最大値：175cm以上）で分類したものである．この数字にアルファベットが付いていない場合は，要救助者の上部が概ね水平であり，かつ要救助者の下部が床面または布団であったことを意味する．また「a」が付いている場合は要救助者の上部が概ね水平であり，かつ要救助者の下部がベッドまたはソファであったことを，「b」が付いている場合は要救助者の上部がいずれかの方向に傾斜しており，かつ要救助者の下部が床面または布団であったことを，そして「c」が付いている場合は要救助者の上部がいずれかの方向に傾斜しており，かつ要救助者の下部がベッドまたはソファであったことを意味する．要救助者の下部がベッドまたはソファであった場合には，床面から上部までの高さが同一の場合でも，ベッドなどの存在により実際には一層厳しい空間制限がかかっていたことを表している一方で，救助戦略上の観点からは，ベッドなどを破壊することによって要救助者の下部に空間を確保できる可能性があったことを示している．また，要救助者の上部が傾斜していた場合には，傾斜によって同一空間内に空間制限が緩い場所と厳しい場所が存在していたことを表しており，救助戦略上の観点からは，要救助者にアプローチしやすい方向と困難な方向が存在していたことを示している．

なお，本空間パターンに該当するものがない場合に備え，イラストによってその状況を示すための欄（図 2-2-14・上段）を設けた．そのほか，救助戦略上の観点から，閉じ込め空間内で同時に救助作業に従事できた隊員数（現場連携した消防等他機関の救助部隊や医療者（医師，救急救命士等）を含む．）に関する調査項目を設定した．

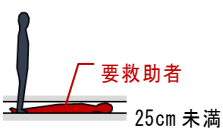
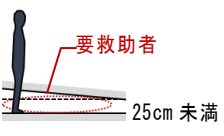
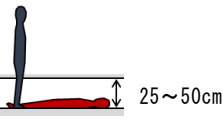
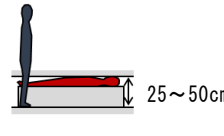
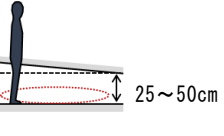
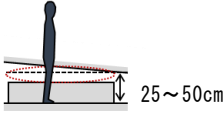
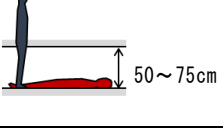
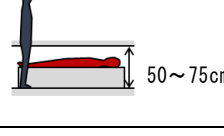
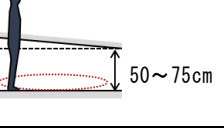
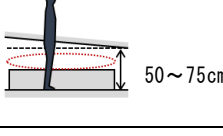
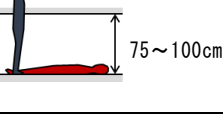
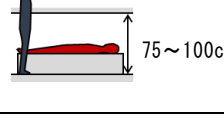
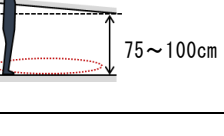
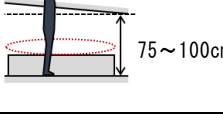
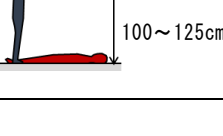
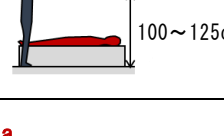
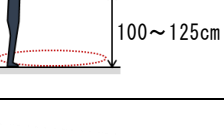
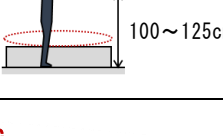
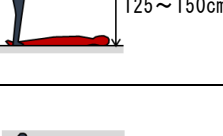
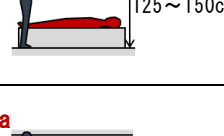
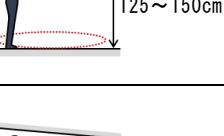
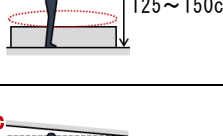
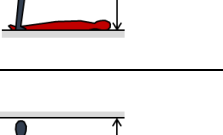
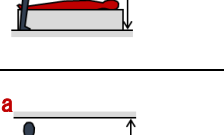
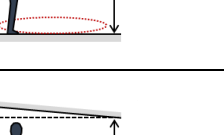
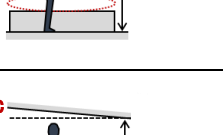
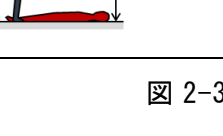
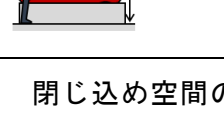
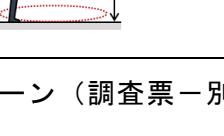
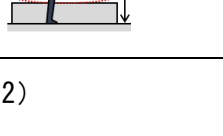
| 閉じ込め空間のパターン | | | |
|---|--|---|--|
| 要救助者の上部(1階天井, 2階床面等)が概ね水平 床面又は布団 | | 要救助者の上部(1階天井, 2階床面等)が傾斜 ベッド又はソファ上 | |
| 1  要救助者 25cm 未満 | | 1b  要救助者 25cm 未満 | |
| 2  25~50cm | 2a  25~50cm | 2b  25~50cm | 2c  25~50cm |
| 3  50~75cm | 3a  50~75cm | 3b  50~75cm | 3c  50~75cm |
| 4  75~100cm | 4a  75~100cm | 4b  75~100cm | 4  75~100cm |
| 5  100~125cm | 5a  100~125cm | 5b  100~125cm | 5  100~125cm |
| 6  125~150cm | 6a  125~150cm | 6b  125~150cm | 6c  125~150cm |
| 7  150~175cm | 7a  150~175cm | 7b  150~175cm | 7c  150~175cm |
| 8  175cm 以上 | 8a  175cm 以上 | 8b  175cm 以上 | 8c  175cm 以上 |

図 2-3-13 閉じ込め空間のパターン (調査票-別紙 2)

| 閉じ込め空間 |
|--|
| ※ 別紙 2 に該当するものがない場合は、下に簡単なイラストを描いてください(手描きでも可) |

| 挟まれ状況 |
|---------------------------------------|
| ※ 挟まれ状況について、下に簡単なイラストを描いてください(手描きでも可) |

図 2-3-14 閉じ込め空間・被挟圧状況に関するイラスト記載欄（調査票－別紙 3）

○ 要救助者の被挟圧状況

1995年兵庫県南部地震における直接死者の大半が倒壊建物に伴う圧迫死であったことはよく知られているが⁴⁷⁾、実災害におけるCSR/CSMの実践例において、どの程度の割合の要救助者が挟圧を受けていたのか、また具体的にどのような被挟圧状況であったのかといったデータはこれまでに残されてきていない。わずかに、前述の井宮¹⁷⁾らによるスケッチ資料(図2-3-12)から、死亡事例および生存事例の被挟圧状況をみることができるが、線描により簡潔に示されたこの資料からでは、救助活動に必要な情報(クラッシュ症候群発症の危険性の程度、挟圧解除のために必要となる技術要素等)を読み取ることは難しい。

そこで本調査では、救助実施側の観点から必要となる情報を可能な限り詳細に調査することとし、要救助者が挟圧を受けていたか否か(以下「挟圧あり/なし」)、挟圧を受けていた部位(以下「被挟圧部位」)、要救助者を直接圧迫していた物(以下「圧迫物」)のほか、圧迫物が要救助者に及ぼしていた身体的影響の有無・程度を客観的に把握するため、挟圧に伴って要救助者が疼痛を訴えたか否か、およびその程度に関する調査項目を設定した。さらに、要救助者の被挟圧状況(被挟圧部位と圧迫物の位置関係など)は、その複雑さゆえ言語化して詳細に調査・把握することは困難と考えられたため、井宮ら¹⁷⁾の調査報告に倣い、イラストによってその状況を示すための欄(図2-3-14・下段)を設けることで、視覚的に把握することとした。

3.2.3 アンケート調査(本調査)

2016年11月中旬、調査対象部隊が所属する都府県警察本部の災害対策担当者を通じて、調査票を電子データにより配布し、また調査の趣旨などに関する説明を行った。なお、本調査における回答作成は、活動者個人単位ではなく部隊単位で行うよう依頼した。これは、救助活動では各隊員が担当する作業が異なるため、活動者個人単位では断片的事項しか回答を得られず、現場活動と現場状況に関する全体像の把握が困難と考えたことによる。回答期限は、調査対象部隊の日常業務への負担軽減に配慮して最長2ヶ月間とした。

3.3 調査結果

アンケート調査の回収率は100% (n=39)であった。当初、一部の回答で記載漏れや矛盾、不明瞭な記載などがみられたが、それらの点については回答を作成した部隊の指揮官などに電話確認を行い、2016年12月末までに全ての調査項目について有効な回答を得た。以下、本研究の主眼であるCSR/CSMの実践に際して特に重要な情報となる①活動対象建物の破壊程度、②要救助者の閉じ込め位置、③閉じ込め空間の寸法・形状および④要救助者の被挟圧状況に関する調査結果を示す。

3.3.1 活動対象建物の破壊程度

活動対象建物の破壊程度を木造建物の破壊パターン（図2-3-10）により調査した結果を、前震・本震別に図2-3-15に示す。前震・本震ともに「Gd5-」「Gd5+」および「Cd5-」の3パターン（図2-3-9では「9」「10」および「11」）に集中しており、「Cd5-」の1現場において、救助活動中に発生した震度6強の余震（4/15 0:03発生）により、まだ要救助者が倒壊建物内に閉じ込められている状況下で破壊パターンが「Cd5+」に進行していた（幸いこの事例では二次災害は発生していない）。

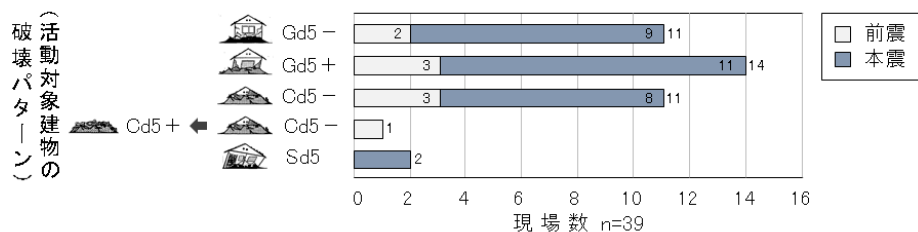


図2-3-15 活動対象建物の破壊程度

3.3.2 閉じ込め位置

○ 閉じ込め位置の階層分類

活動対象建物の破壊パターンと閉じ込め位置の階層分類の関係を図2-3-16に示す。要救助者60人のうち48人（80%）が1階に閉じ込められており、特に2階部分の構造が残存している「Gd5-」および「Gd5+」の現場では、97%（38人中37人）が1階に閉じ込められていた。なお「階層不明」の5例は、建物の損傷程度から階層の特定が困難であったケースと救助者が現場で階層の特定を行わなかったため事後的に特

定できなかったケースが含まれている。「庭先等」の3例は、自宅の庭先または玄関先で倒壊建物の下敷きになっていた事例であり、「閉じ込めなし」の1例は、倒壊建物の2階ベランダで救助を待っていた事例であった。

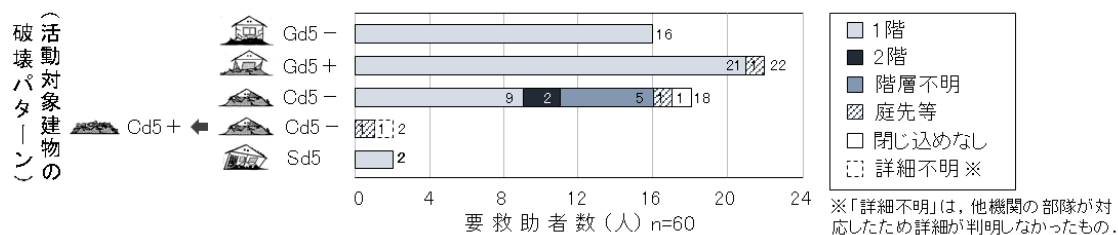


図 2-3-16 活動対象建物の破壊程度と閉じ込め位置

○ 閉じ込め位置の浅深程度

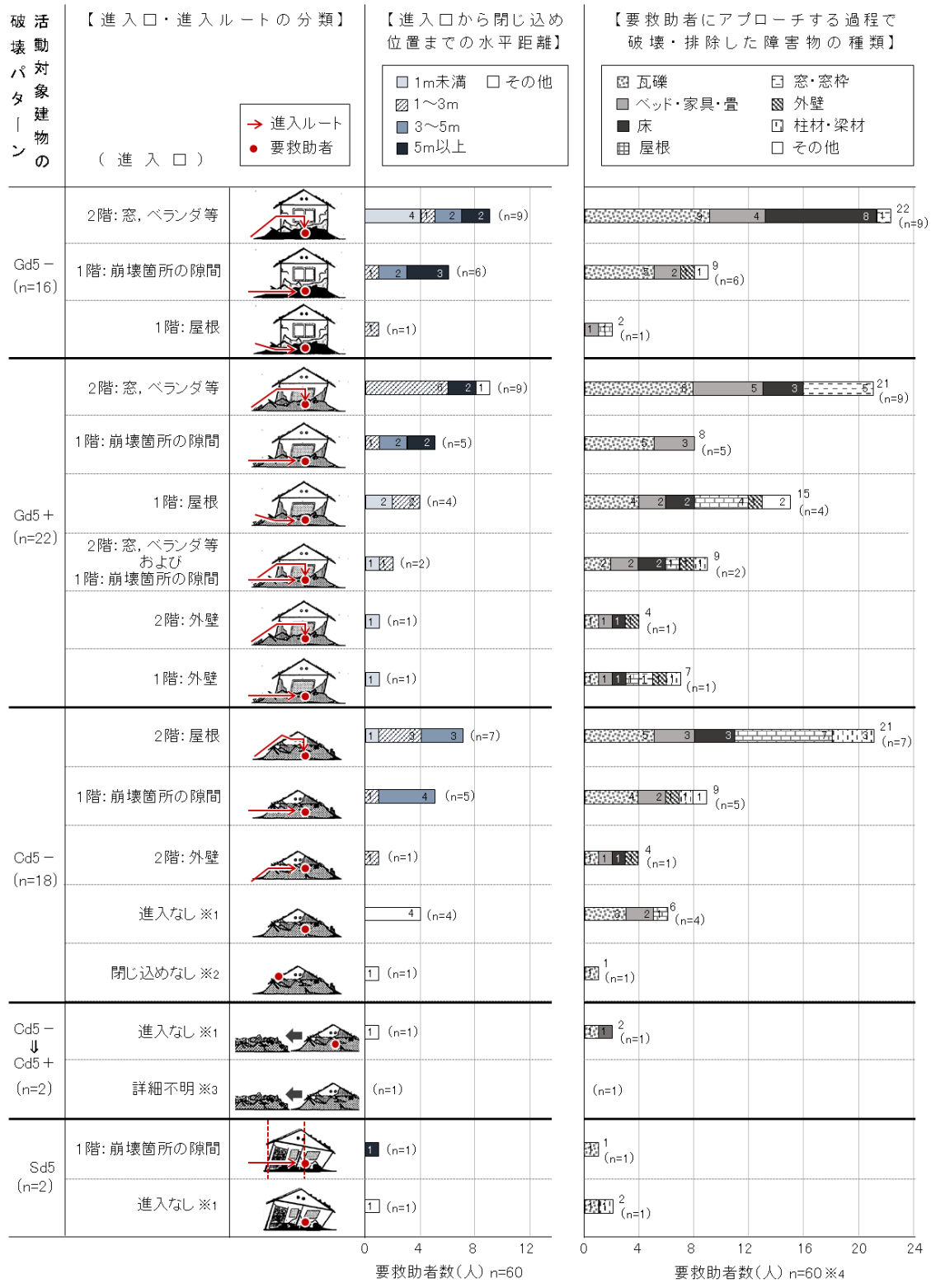
閉じ込め位置の浅深程度を、進入口から要救助者までの水平距離および要救助者にアプローチする過程で破壊・排除した障害物の種類により調査した結果を、活動対象建物の破壊パターン別、進入口・進入ルートのカテゴリ別に図 2-3-17 に整理し、以下で分析結果を述べる。

なお、進入口・進入ルートのカテゴリは、調査票に組みこんだ破壊パターンのイラストに図示された結果を踏まえて調査後に分類したものである（図 2-3-10・下段参照）。

○ 進入口から要救助者までの水平距離

破壊パターンが「Gd5-」の現場（要救助者 16 人（閉じ込め位置の階層分類は全て 1 階））では、「2 階：窓、ベランダ等」から要救助者にアプローチした事例が最も多く 16 例のうち 9 例（56%）、「1 階：崩壊箇所の隙間」からアプローチした事例（図 2-3-18）が 16 例のうち 6 例（38%）、「1 階：屋根」からアプローチした事例（図 2-3-19）が 16 例のうち 1 例（6%）となっていた。進入口から閉じ込め位置までの水平距離は「5m 以上」が最も多く 16 例のうち 5 例（31%）、「3～5m」が 16 例のうち 4 例（25%）、「1m 未満」が 16 例のうち 4 例（25%）、「1～3m」が 16 例のうち 3 例（19%）と続いた。

破壊パターンが「Gd5+」の現場（要救助者 22 人（閉じ込め位置の階層分類は庭先等に閉じ込められていた 1 人を除き全て 1 階））では、「Gd5-」の現場と同様に「2 階：窓、ベランダ等」から要救助者にアプローチした事例（図 2-3-20）が最も多く 22 例の



※1「進入なし」は、建物外から瓦礫を排除するなどして要救助者に接触・救助した事例。
 ※2「閉じ込めなし」は、倒壊建物の2階ベランダで救助を待っていた事例。
 ※3「詳細不明」は、他機関の部隊が対応したため詳細が判明しなかったもの。
 ※4 1人の要救助者に対して複数種の障害物を破壊・排除した現場があるため、総数は要救助者数を超える。

図 2-3-17 閉じ込め位置の浅深程度
 (進 入 口 から 閉 じ 込 め 位 置 まで の 水 平 距 離 と 要 救 助 者 に ア プ ロ ー チ す る 過 程 で 破 壊 ・ 排 除 し た 障 害 物 の 種 類)



図 2-3-18 1階の崩壊箇所の隙間から要救助者にアプローチする際の状況（一例）
（出典：参考文献 13）



図 2-3-19 1階の屋根から要救助者にアプローチする際の状況（一例）
（出典：参考文献 13）



図 2-3-20 2階の窓から要救助者にアプローチする際の状況（一例）
（出典：参考文献 13）

うち9例（41%）、「1階：崩壊箇所の隙間」からアプローチした事例が22例のうち5例（23%）、「1階：屋根」からアプローチした事例が22例のうち4例（18%）と続き、「2階：窓，ベランダ等」および「1階：崩壊箇所の隙間」の2通りの進入口から1人の要救助者にアプローチした事例が22例のうち2例（9%）みられるなど、「Gd5-」の現場に比べて多様な進入ルートがとられていたことがわかった。なお、2通りの進入ルートをとった2事例は、救助活動中に活動現場の状況等を踏まえてより安全かつ効率的に救助可能な進入ルートに切り替えた事例であった。進入口から閉じ込め位置までの水平距離は「1～3m」が最も多く22例のうち10例（45%）、「1m未満」が22例のうち5例（23%）と続き、「Gd5+」の現場で最も多くみられた「5m以上」は22例のうち4例（18%）にとどまっていた。

破壊パターンが「Cd5-」の現場および救助活動中に破壊パターンが「Cd5-」から「Cd5+」に進行した現場（合わせて要救助者20人（閉じ込め位置の階層分類は約半数が1階，その他階層不明であった事例や2階，庭先等もあり））では、「2階：屋根」から要救助者にアプローチした事例（図2-3-21）が最も多く20例のうち7例（35%）、「1階：崩壊箇所の隙間」からアプローチした事例が20例のうち5例（25%）と続き、倒壊建物内への進入を伴わずに人海戦術や重機によって建物外から瓦礫を排除するなどして要救助者に接触・救助した事例（図2-3-22）が22例のうち5例（25%）みられた。



図 2-3-21 2階の屋根から要救助者にアプローチする際の状況（一例）
（出典：参考文献13）

進入口から閉じ込め位置までの水平距離は「3～5m」が最も多く 13 例のうち 7 例（54%）、「1～3m」が 13 例のうち 5 例（38%）、「1m未満」が 13 例のうち 1 例（8%）となっており、「5m以上」は 1 例もみられなかった。

破壊パターンが「Sd5」の現場（要救助者 2 人（閉じ込め位置の階層分類は全て 1 階））では、「1 階：崩壊箇所の隙間」から進入して要救助者にアプローチした事例（進入口から閉じ込め位置までの水平距離は「5m以上」）および倒壊建物内への進入を伴わずに人海戦術によって建物外から瓦礫を排除して要救助者に接触・救助した事例が各 1 例（50%）であった。



図 2-3-22 建物外から瓦礫を排除して要救助者にアプローチする際の状況（一例）
（出典：参考文献 13）

○ 要救助者にアプローチする過程で破壊・排除した障害物の種類

いずれの破壊パターン，進入口・進入ルートにおいても、「瓦礫」を破壊・排除した事例が多くみられ（60 事例のうち 52 例（87%）），次いで「ベッド・家具・畳」を破壊・排除した事例が多くみられた（60 事例のうち 29 例（48%））。進入口・進入ルートの分類別にみると，屋根部分（1 階または 2 階）から進入した事例では，12 例全てで屋根の破壊・排除作業を伴っており，また，2 階部分（窓・ベランダ等，外壁または屋根）から進入して 1 階部分の要救助者にアプローチした事例では，28 事例のうち 17 例（61%）で床の破壊・排除作業を伴っていた。

要救助者にアプローチする過程で破壊・排除した障害物の延べ数に着目すると，破壊パターンが「Gd5-」の現場では，要救助者 1 人当たり概ね 2 種類（要救助者 16 人に対して延べ 33 種類）の障害物を，「Gd5+」の現場では，要救助者 1 人当たり概ね 3 種類（要救助者 22 人に対して延べ 64 種類）の障害物を，「Cd5-」の現場および救助活

動中に破壊パターンが「Cd5-」から「Cd5+」に進行した現場では、要救助者1人当たり概ね2種類の障害物（要救助者20人に対して延べ43種類）を、「Sd5」の現場では、要救助者1人当たり1.5種類（要救助者2人に対して延べ3種類）の障害物を破壊・排除しており、「Gd5+」の現場では他の破壊パターンの現場より1.5～2倍程度多種類の障害物を破壊・排除していた。

3.3.3 閉じ込め空間の寸法・形状

閉じ込め空間の寸法・形状を閉じ込め空間パターン（図2-3-13）により調査した結果を、救助者が要救助者に接触した時点における生存／心肺停止の別に図2-3-23に示す。パターン番号の数字別（閉じ込め空間の高さ別）でみると「2」以下（高さ50cm未満）が60%（要救助者60人のうち36人）を占め、「3」以下（高さ75cm未満）が80%（60人のうち48人）を占めた。

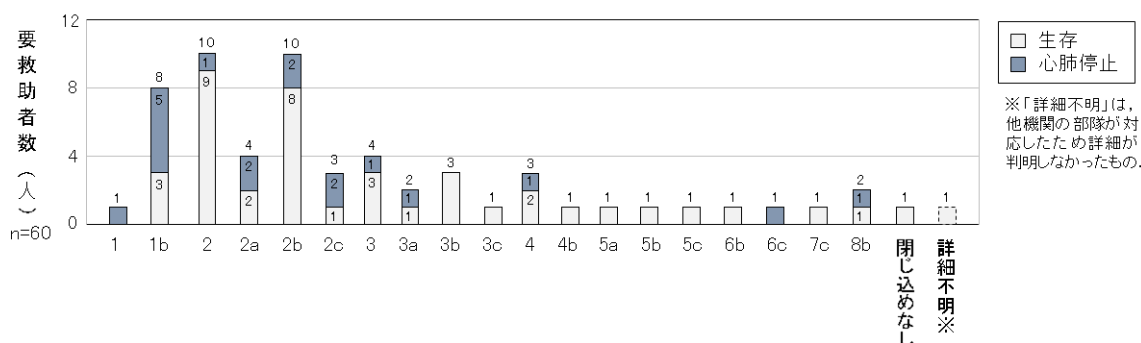


図 2-3-23 閉じ込め空間のパターン分類

アルファベット別（要救助者の上下の面の状況別）でみると、アルファベット無しまたは「a」（要救助者の上部が水平）が42%（要救助者60人のうち25人）、「b」または「c」（要救助者の上部が傾斜）が55%（60人のうち33人）、アルファベット無しまたは「b」（要救助者の下部が床面または布団）が73%（60人のうち44人）、「a」または「c」（要救助者の下部がベッドまたはソファ）が23%（60人のうち14人）であった。なお、「閉じ込めなし」および「詳細不明」の事例を除き、本空間パターンのいずれの分類にも該当しないという回答は1例もみられなかった。

閉じ込め空間内で同時に救助作業に従事できた隊員数を調査した結果を、救助者が要救助者に接触した時点における生存／心肺停止の別に図2-3-24に示す。「1人以下」が最も多く要救助者60人のうち24人（40%）、以下「1～2人」が60人のうち16人

(27%)、「2～3人」が60人のうち9人(15%)と続き、累計して「2～3人以下」が全体の82%(要救助者60人のうち49人)を占めたことがわかった。

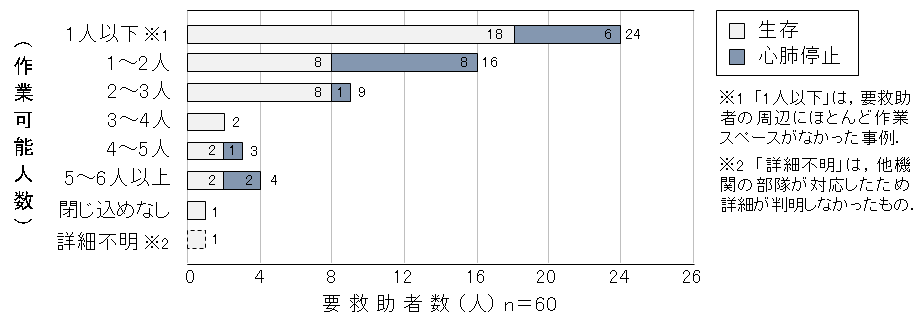


図 2-3-24 閉じ込め空間で同時に救助作業に従事できた隊員数

3.3.4 要救助者の被挟圧状況

要救助者の被挟圧状況を、挟圧の有無、被挟圧部位、圧迫物および挟圧に伴う疼痛の有無・程度により調査した結果を、活動対象建物の破壊パターン別、閉じ込め空間のパターン別および救助者が要救助者に接触した時点における生存／心肺停止の別に表 2-3-2 に整理し、以下で分析結果について述べる。

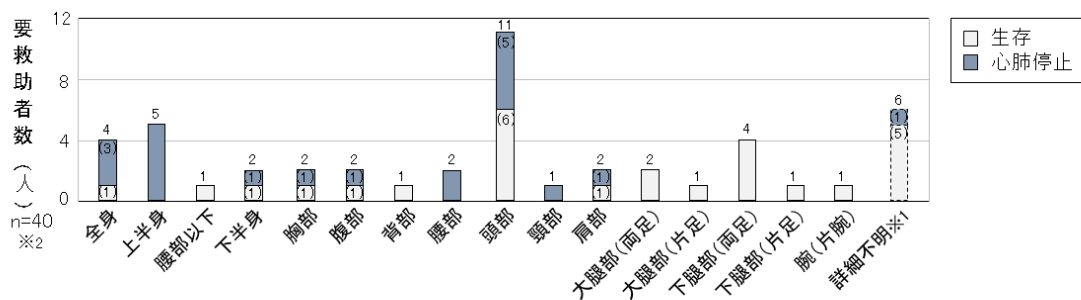
○ 挟圧の有無、被挟圧部位および圧迫物

要救助者 60 人のうち「挟圧あり」は 40 人 (67%) であり、そのうち 23 人 (58%) が生存者、17 人 (42%) が心肺停止者であった。「挟圧なし」の要救助者は全員が生存者であった。

被挟圧部位は、頭部、頸部、肩部などを部分的に挟まれていた事例や、全身、上半身などの広範囲に及んだ事例がみられた。被挟圧部位の別を集計した結果を、救助者が要救助者に接触した時点における生存／心肺停止の別とともに図 2-3-25 に示す。頭部を挟まれていた要救助者が突出して多くみられた(要救助者 40 人のうち 11 人(28%))ほか、全身、上半身、腰部、頸部など上半身の中枢部分が挟まれていた事例では心肺停止の割合が高くなる傾向がみられた。

○ 挟圧に伴う疼痛の有無・程度

「挟圧あり・生存」の要救助者 23 人のうち 12 人 (52%) が挟圧に伴う強い疼痛を訴え、3 人 (13%) が挟圧に伴う弱い疼痛を訴えていた。「挟圧あり・生存」の要救助者 23 人のうち 8 人 (35%) は挟圧に伴う疼痛を訴えておらず、圧迫物に被挟圧部位が接していたものの、ほとんど圧迫を受けていない状況であった。



※1「詳細不明」は、閉じ込め空間が狭隘・複雑で物理的に確認できなかったもの、または他機関の部隊が対応したため詳細が判明しなかったもの。
 ※2 複数部位を挟まれていた事例があるため、総数は40人を超える。

図 2-3-25 被挟圧部位

挟圧に伴う強い疼痛を訴えた事例に関するヒアリング結果の例を表 2-3-3 に示す。要救助者の訴える疼痛が、閉じ込め空間内部での救助活動の戦略・方法に少なからず影響与えていたことを示す結果であった。

表 2-3-3 挟圧に伴う強い疼痛を訴えた事例に関するヒアリング結果（例示）

- 救助活動中、要救助者が「とにかく痛い。早く梁(圧迫物)を何とかしてくれ」と訴え続け、救助活動に非協力的になる状況がみられた。
- 圧迫物(梁)を切除するため、要救助者から数メートル離れた箇所を切断しようとする時、要救助者が「痛い、痛い」と繰り返し叫んだため、別の救助方法に切り替えざるを得なかった。

○ 活動対象建物の破壊パターン、閉じ込め空間のパターンと被挟圧状況の関係性

破壊パターンが「Gd5-」の現場では、「挟圧あり」の要救助者（11人）は全て閉じ込め空間のパターンの数字別が「3」以下（高さ 75 cm未満）であったのに対し、「Gd5+」の現場では、パターンの数字別が「4」（高さ 75～100cm）や「6」（高さ 125～150cm）の事例でも「挟圧あり」の要救助者がみられ、さらに「Cd5-」の現場では、「7」（高さ 150～175cm）や「8」（高さ 175cm以上）の事例でも「挟圧あり」の要救助者がみられるなど、活動対象建物の破壊程度が深刻になるほど閉じ込め空間の高さに余裕がある状況下でも「挟圧あり」の要救助者がみられた。そこで、閉じ込め空間の高さ別に、要救助者が挟圧を受けていたか否か・救助者が要救助者に接触した時点における生存／心肺停止の割合を図 2-3-26 に示す。閉じ込め空間の高さが 25cm 未満（パターンの数字別が「1」）の要救助者および高さ 125cm 以上（同「6」以上）の要救助者 14 人は全

員が挟圧を受けており、高さ 25～100cm（同「2」～「5」）の要救助者 44 人のうち 17 人（39%）は挟圧を受けていなかったことがわかった。

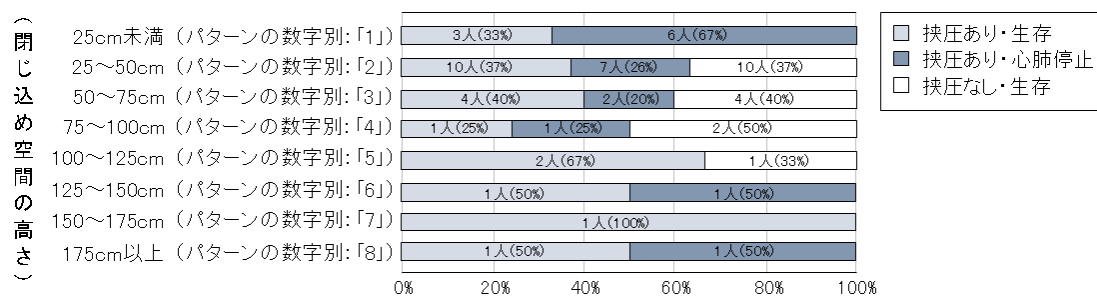


図 2-3-26 閉じ込め空間の高さ別の挟圧の有無・生存／心肺停止の割合

3.4 考察

3.4.1 活動対象建物の破壊程度

活動対象建物の破壊程度は、救助部隊や要救助者の安全性に大きく影響を及ぼす可能性があるため、CSR/CSMの実践に際して極めて重要な評価項目となる。今回の調査では、木造建物の破壊パターンを活用したことにより、これまで「一部損壊／半壊程度／ほぼ全壊／1つの階のみ崩壊」などといったように定性的・抽象的な分類により把握されてきた現場状況の傾向を、具体的かつ視覚的に整理することができた（図 2-3-15）。今回は調査対象が火災・土砂災害・浸水被害を受けていない木造倒壊建物に限定されるものの、CSR/CSMの活動対象となった倒壊建物の破壊程度を詳細な定量データとして把握したのは本研究が初の試みである。

今回の調査結果の中で特に注意喚起されるべき結果は、図 2-3-15 でみたとおり、調査対象事例 39 現場のうち 1 現場において救助活動中に発生した余震（4/15 0:03 発生）により破壊パターンが「Cd5-」から「Cd5+」に進行していたという点である。幸いこの事例では二次災害が発生しなかったが、CSR/CSMはまさに危険と隣り合わせの救助活動であることを示しており、その実践には、倒壊建物の構造評価や応急安定化措置に関する知識・技能、救助活動中の安全監視体制や余震発生時の緊急退避要領の確認・周知など、徹底した安全管理対策が極めて重要であることを再確認させる、重くとらえるべき調査結果といえよう。

3.4.2 閉じ込め位置

○ 閉じ込め位置の階層分類

今回の調査では、図 2-3-16 でみたように、大半の要救助者が層崩壊した 1 階部分に閉じ込められていた。これは、たとえ 2 階部分で被災したとしても、その 2 階部分の建物構造が一定以上残存しているようなケースでは自力脱出が可能であったり、または救助部隊到着までの間に家族や近隣住民などによって救出可能なケースがあることが関係していると考えられ、1995 年兵庫県南部地震における井宮ら¹⁵⁾調査でも同様の報告がなされている。しかし今回、(おそらく避難を試みた際に)自宅の庭先や玄関先で倒壊建物の下敷きとなっていた事例などもみられた。この調査結果は、現場活動時には、決して先入観を持つことなく、幅広い視野で閉じ込め位置を特定していくことが重要であるということを示す実態データといえよう。

○ 閉じ込め位置の浅深程度

今回の調査では、図 2-3-17 でみたように、要救助者が閉じ込められていた位置の多く(60 人のうち 45 人(75%))が進入口から 5m 未満の位置であった。一般的に考えると、倒壊建物外から閉じ込め空間内の要救助者にアプローチする際には、建物表層から最短の進入ルートをとることが最も効率的であると考えられる。この点、今回の調査対象事例は全て木造の戸建てまたは共同住宅であったことから、5m 未満の事例が大半を占めたという点については予想通りの結果であった。しかし今回、前節 2 項で詳しくみたように、進入口から閉じ込め位置までの水平距離が 5m 以上であった事例が複数みられ、これらの事例について活動対象建物の破壊パターン別の傾向をみると、「Gd5-」の現場では 16 例のうち 5 例(31%)が 5m 以上の水平距離に要救助者が位置していたのに対し、「Gd5+」の現場では 22 例のうち 4 例(18%)にとどまっており、さらに「Cd5-」の現場では 1 例もみられなかった。他方、「Cd5-」の現場では、倒壊建物内への進入を伴わずに人海戦術や重機によって建物外から瓦礫を排除するなどして要救助者に接触・救助した事例(「進入なし」. 図 2-3-22 参照)がみられるなど、進入口から要救助者までの水平距離は、活動対象建物の破壊程度により一定の傾向があったことがわかった。これは、救助部隊が、活動対象建物の破壊程度や要救助者の閉じ込め位置に関する情報等を踏まえて慎重に救助戦略を検討し、安全面・効率面から最適と考えられる進入ルートを選定していたことが影響していると考えられる。すなわち、2 階部分の構造が残存している「Gd5-」の現場では、建物表層から最短の進入ルート

によって要救助者にアプローチするより、2階の窓、ベランダ等の開口部から進入して2階部分の床面等を破壊・排除して要救助者にアプローチする方が安全かつ効率的との救助戦略によっていたものと考えられる。そして、2階部分の破壊程度が大きくなるほど極力最短の進入ルートが設定され、特に建物の破壊程度が大きい「Cd5-」の現場では、二次災害のリスクを回避するため、倒壊建物内への進入を回避する救助方法が選択されていたものと考えられる。

また今回、要救助者にアプローチする過程で破壊・排除した障害物の種類について調べたところ、活動対象建物の破壊程度によらず、大半（60事例のうち52例（87%））の事例で「瓦礫」を、約半数（60事例のうち29例（48%））で「ベッド・家具・畳」を破壊・排除していたことがわかったほか、2階部分から要救助者にアプローチした事例では、28事例のうち17例（61%）で床面の破壊・排除作業を伴っていたこと、屋根から要救助者にアプローチした事例（12事例）では全例で「屋根」の破壊・排除を伴っていたこと、そして「Cd5-」の現場では、他の破壊パターンの現場に比べて破壊・排除する障害物の種類が多くなっていたことなどがわかった（図2-3-17）。

これらの分析結果を踏まえると、救助訓練を企画・実施する際には、単に「模擬倒壊建物のどの程度奥側に模擬要救助者を配置するか」といった検討にとどまらず、訓練実施者が模擬倒壊建物の破壊程度等を踏まえて戦略的に検討を行い、図2-3-17でみたような進入ルートにより、実際の活動現場で想定される障害物を破壊・排除しながら要救助者にアプローチできるような訓練現場を設定することがCSR/CSMの対処能力向上につながるものと考えられる。

3.4.3 閉じ込め空間の寸法・形状

閉じ込め空間の寸法や形状は、その空間内で活動可能な隊員数や使用可能な資機材、要救助者にアプローチするための経路の方向性、あるいは救助作業中に強いられる姿勢・動作などに大きく影響する。今回の調査では、図2-3-23でみたように、床面から要救助者の上部までの高さが50cm未満であった事例が60%以上を占め、さらに、要救助者の下部にベッドやソファが存在してより厳しい空間制限がかかっていた事例や、上部の傾斜により部分的に一層厳しい空間制限がかかっていた事例も多くみられた。また、図2-3-24でみたように、閉じ込め空間内で救助作業に従事できた隊員数は、1人以下が最も多く（40%）、3人以下であった事例が80%以上を占めた。日常の事故現場などを想定した我が国の外傷病院前救護活動ガイドライン（JPTEC™）²⁹⁾では、1人の

要救助者に対して3人の救助者が対応することが基準となっており、また、第1部・3章で示した筆者らによる先行研究において、JPTEC™に基づき1人の要救助者を救助者4人（うち1人は頭部を保持）で持ち上げて担架に移乗させる作業（いわゆる「ログリフト」．図2-3-27参照）が人間工学的に困難となる水平経路高さの指標値が73cm程度と推定されている．こうした点を踏まえると、今回の調査対象事例の現場では、JPTEC™の基準どおりの活動ができないケースが大半を占めるといえる、まさにCSR／CSM特有の過酷な空間制限下での救助活動を強いられていた状況がうかがえる．

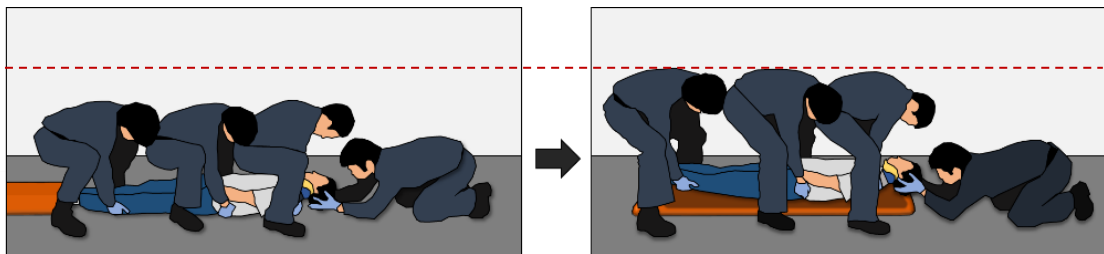


図 2-3-27 ログリフト²⁹⁾

これまで「狭隘」などといったように抽象的な表現で表されることが多かった閉じ込め空間の空間特性を、CSR／CSMの実例において定量的に把握したのは今回が初めての試みである．事例数は限定的であるものの、CSR／CSMの実践に際して最も重要なポイントとも言える閉じ込め空間の寸法・形状に関する傾向を把握できたこと、そして将来発生する災害においても比較検討可能となるような調査手法を開発できたことは、CSR／CSMの対処能力向上に向けた取組（訓練環境の整備、訓練の企画・実施、現場活動に必要な技術要素・資機材・体制に関する検討など）を今後も継続的に推進する上で有意義な成果であると考えている．

3.4.4 要救助者の被挟圧状況

要救助者が閉じ込め空間内で挟圧を受けていなければ、救助者が要救助者にアプローチした後、直ちに倒壊建物外へ搬出するための作業に取り掛かることが可能となるのに対し、要救助者が崩落した梁等によって挟圧を受けている場合には、本章4節の各項でみたような危険かつ厳しい条件下で、その挟圧を解除するための作業を実施する必要性が生じる．また、既に述べてきたとおり、クラッシュ症候群の発症が懸念されるようなケースでは、医療者によるCSMと同時並行でCSRを実施するような必要性も想定される（図2-3-28参照）．



図 2-3-28 倒壊建物内で CSM を実施する救急救命士との連携状況（一例）
（出典：参考文献 13）

今回の調査では，表 2-3-2 でみたとおり，要救助者 60 人のうち 67%にあたる 40 人（生存 23 人，心肺停止 17 人）が閉じ込め空間内で「梁材」や「天井」などの圧迫物によって挟圧を受けており，1995 年兵庫県南部地震における井宮¹⁷⁾らの調査報告と同様の傾向を示す結果であったという意味で，予想どおりの結果であった。しかし今回，被挟圧部位については，生存事例であっても「頭部」が突出して多くみられるという予想外の結果となった（図 2-3-25）。これは，頭部を挟まれた場合，他の部位を挟まれた場合に比べて身動きが取り辛く，自ら圧迫物を排除して脱出することが困難な状況が生じていたのではないかと推察するが，その原因解明については今後の研究を要する（図 2-3-29）。

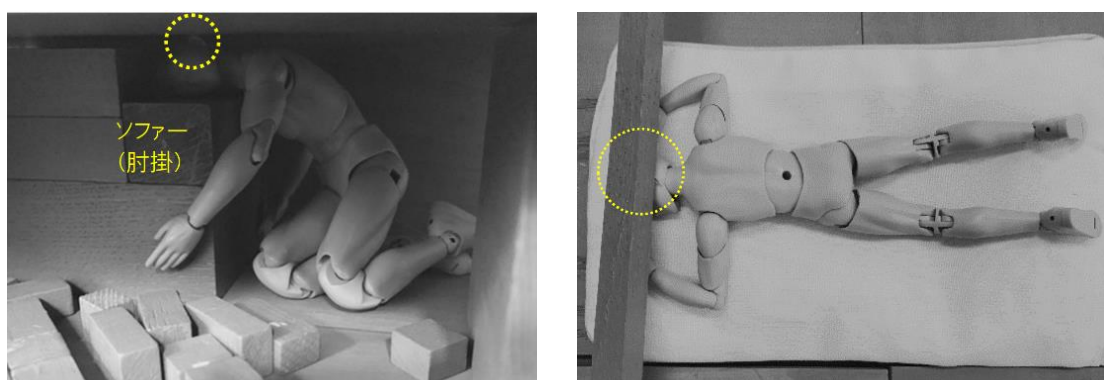


図 2-3-29 模型による頭部を挟まれた要救助者の状況再現例
（予備調査として実施したヒアリングにおいて模型で状況再現したもの）

また今回の調査では、「挟圧あり・生存」の要救助者 23 人のうち 12 人（52%）が被挟圧部位に関する強い疼痛を訴えており、これらの事例では、そのことにより救助活動に少なからず負荷がかかっていたことが分かった（表 2-3-3）。救助活動中の要救助者の疼痛管理や励ましの重要性についてはこれまでも指摘⁹⁾されてきたところであるが、今回の調査結果をみると、改めてその重要性が示されたといえる。しかしながら、非医療者である救助隊員による疼痛管理にはおのずと限界がある。今回の調査対象事例の現場で、もし疼痛管理に関する医療的支援を得ることができていれば、要救助者の負担軽減はもとより、一層効率的な救助活動にも繋がったのではないかと考えられる。

これまでも述べてきたとおり、近年、救助実動機関等において CSR/CSM の対処能力向上に向けた各種取組が進められているところ、これらの取組では、特に閉じ込め空間内における要救助者の容態観察・容態安定化、保護・保温、担架への移乗、搬出などの要領が重要な技術要素としてとらえられている^{7),21)}。今後さらにこれらの技術要素に加えて、本章 3 節の各項でみたような危険かつ厳しい条件下で安全かつ効率的・効果的に要救助者の挟圧を解除するための方策について、救助・工学・災害医療などの学際的観点から一層検討・研究が進められる必要があると考えられる。

さらに今回、活動対象建物の破壊パターンおよび閉じ込め空間のパターンと被挟圧状況の関係性を詳しくみたところ、2 階部分の構造がほとんど残存していない「Cd5-」の現場において、閉じ込め空間の高さが 175cm 以上あるような状況（パターンの数字別が「8」）でも挟圧を受けていた要救助者がみられたことなど、活動対象建物の破壊程度が深刻であるほど、閉じ込め空間内の高さに余裕がある状況下でも挟圧を受けていた要救助者が存在していたことがわかった（表 2-3-2）。また、閉じ込め空間の高さが 25cm 未満（パターンの数字別が「1」）の事例および 125cm 以上（パターンの数字別が「6」以上）の事例では要救助者全員（14 人）が挟圧を受けていたこと、そして、閉じ込め空間の高さが 25cm～125cm（パターンの数字別が「2」～「5」）の事例（要救助者 44 人）では 17 人（39%）が挟圧を受けていなかったことがわかった。これらの結果は、閉じ込め空間の高さが 25cm を下回るようなケースでは物理的に挟圧を回避できる空間余地が存在していなかったこと、そして閉じ込め空間の高さが 125cm 以上あるようなケースでは、挟圧を受けていなければ自力脱出を試みるための空間余地が存在していたこと、さらに閉じ込め空間の高さが 25cm～125cm のケースでは、挟圧を

受けていなかったとしても、転倒した家具や崩落した梁等が偶然に重なり合ってきた狭隘な空間内から自力脱出できない状況があったことを示す結果と考えられる。

1995年兵庫県南部地震における井宮¹⁷⁾らの調査報告においても、倒壊建物内に閉じ込められた要救助者の中に犠牲者と無傷の被災者が存在していたことが報告されている。しかし今回の調査では、さらに一步踏み込んでそれらの要救助者がどのような閉じ込め空間内に存在していたのかを具体的な数値として把握することができた。

今回得たデータは、CSR/CSMの対処能力向上に向けた救助訓練の企画・実施にあたり、模擬的に設定する閉じ込め空間の寸法・形状をより実践的に行う上で有効なエビデンス資料を提供するものと考えられる。また、活動対象建物の破壊程度や閉じ込め空間の寸法・形状と要救助者の被挟圧状況（挟圧の有無、生存/心肺停止の別、被挟圧部位、圧迫物、挟圧に伴う疼痛の有無・程度）の関係性を具体的に把握できたことにより、建物倒壊による人的被害発生メカニズム解明と減災手法の開発に向けた今後の検討・取組においても有用な実態データになり得ると考えられる。

なお、第1部・2章の冒頭（補注9）でも示したとおり、2014年の救急救命士法施行規則の一部改正により、「ショックが疑われる又はクラッシュ症候群が疑われる若しくはクラッシュ症候群に至る可能性がある傷病者」に対する静脈路確保及び輸液が救急救命士による救急救命処置（特定行為）に追加されており、調査対象事例において消防機関に所属する救急救命士によってCSMが実践された事例が複数みられた。この点については、次章においてその実態データを示し考察を加えている。

3.5 小括

以上、本章では、2016年熊本地震において救助活動に従事した警察部隊への実態調査を通じて、CSR/CSMの活動対象となった建物の破壊程度、要救助者の閉じ込め位置、閉じ込め空間の寸法・形状および要救助者の被挟圧状況に関する傾向を把握・分析した。本研究の主な成果は、以下の2点である。

1点目は、これまで「不安定」「狭隘」「倒壊建物の下敷き」などといったように定性的・抽象的な表現で表されてきた建物倒壊・閉じ込め現場の状況を具体的な実態データとして把握・整理できたことである。事例数は限定的であるものの、今回得たデータは、救助実動機関等においてCSR/CSMの対処能力向上に向けた各種取組を推進する上

で有効な検討材料となる一つのエビデンスを構成すると考えている。さらに今回の調査では、イラスト化されたパターンチャートなど（図 2-3-10, -13, -14）を調査票に組み込んだことにより、全ての調査対象事例において、図 2-3-30 に例示するような現場イメージ図を作成可能である。今後、全調査対象事例の現場イメージ図を作成し、視覚的に現場状況を表す資料集として訓練環境の整備、訓練の企画・実施、現場活動に必要な技術要素・資機材・体制に関する検討などに活用することが考えられ、CSR/CSM の対処能力向上に一層有用なエビデンス資料になると考える。

2 点目は、模型による状況再現手法を用いたヒアリングや、同ヒアリング結果を踏まえた閉じ込め空間のパターンチャートの開発など、CSR/CSM の実態調査手法に関する一定の知見が得られたことである。すなわち、調査票の標準化に資する成果が得られたことで、災害現場で活動した機関の別を問わず統一的な調査と知見蓄積が可能となる道を拓く第一歩としての成果が得られたと考えている。

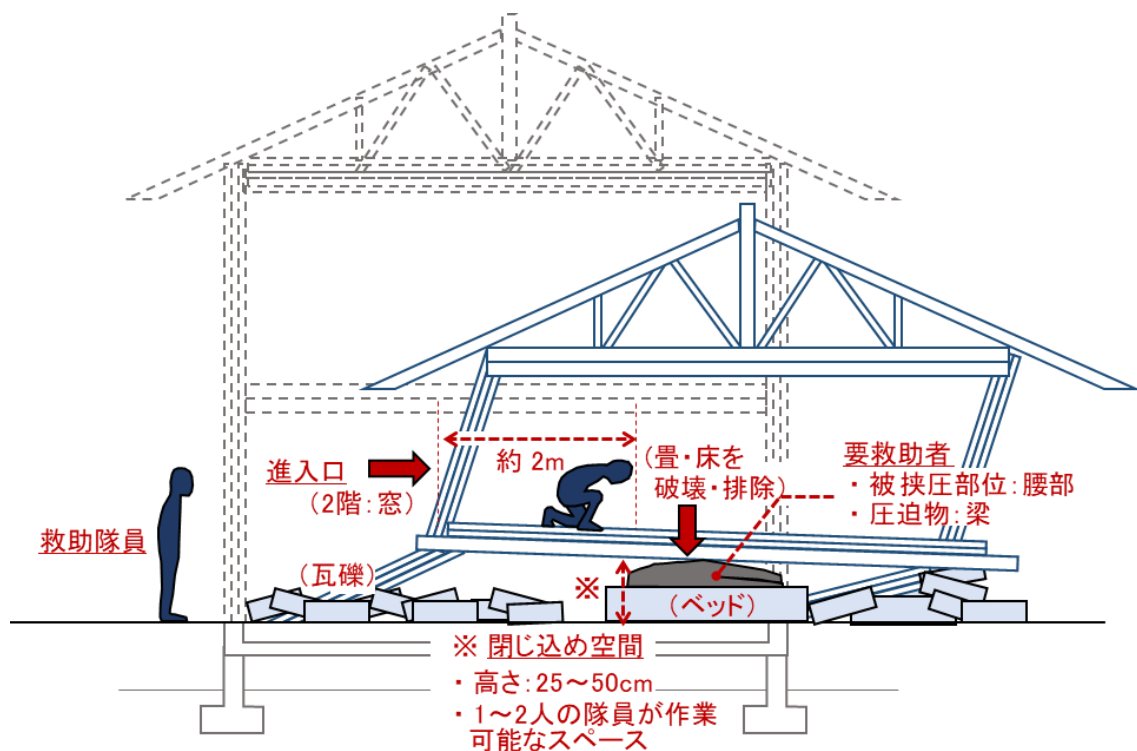


図 2-3-30 現場イメージ図（調査対象事例のうちの一例）

ただし、今回の調査対象事例は、火災・土砂災害・浸水被害などを伴わない木造倒壊建物において警察部隊が実施した救助活動に限定されており、その意味で将来発生する災害での適応範囲は限定的である。しかし、今回実施したような一連の調査設計プロセスを経ることで、様々な建物倒壊・閉じ込め現場または警察以外の救助実動機関等の部隊に対する実態調査に応用が可能と考えている。

将来発生する災害においても今回のような救助実施側の視点に立った実態調査が継続実施され、より多くの知見が蓄積されていくことが、我が国の一層の災害救助体制の向上に繋がるものと考えている。

第4章 救助活動の困難度を構成する要因に関する検討

第4章

救助活動の困難度を構成する要因に関する検討

地震によって倒壊した建物内に閉じ込められた被災者は24時間以内に救出しなければ生存確率が大きく減少することが指摘されている¹⁴⁾。この限られた時間を有効に活用するためには、限りある救助リソースを最大限効率的に活用することが重要である。

既に述べてきたとおり、災害発生時に被災現場に即応して人命救助活動に従事する警察、消防等の救助実動機関では、1995年兵庫県南部地震以降、災害救助体制の強化に向けた取組を継続的に推進しており、現在では、保有資機材や救助技能等のレベルによって階層化された広域災害救助体制²⁴⁾を構築している。多数の建物倒壊・閉じ込めが生じるような大地震発生後の急性期にこれらの部隊が最大限効率的に機能するためには、図2-4-1に示すように、それぞれの階層にある部隊が、その保有資機材、救助技能等に適合する困難度の被災現場に割り当てられ、各部隊が迅速・的確に救助活動を展開していくことが重要である。

大規模災害発生時、自治体、部隊進出拠点等に設置される災害対策本部や現地指揮所等（以下「災害指揮所等」）では、110番通報や要救助者の家族等からの事情聴取、現場活動中の救助部隊からの状況報告等に基づいて、各被災現場に関する情報を集約・整理し、救助部隊の配置・運用の指揮・調整を行う³⁾。

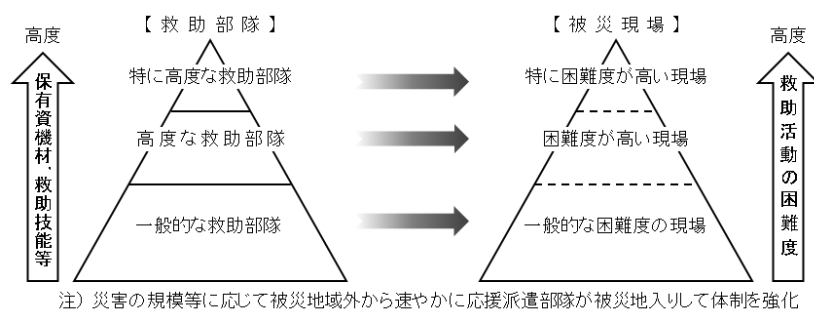


図2-4-1 救助部隊のレベルに応じた現場への割り当てイメージ
(参考文献13ほかを基に作成)

²⁴⁾ たとえば警察では、高度な部隊から順に「特別救助班」→「広域緊急援助隊」→「緊急災害警備隊」→「警察署員等」といったように、消防では、「特別高度救助隊」→「高度救助隊」→「特別救助隊」→「救助隊」といったように階層化された体制が構築されている。

しかしながら、これまでの地震災害において、どのような建物倒壊・閉じ込め現場での救助活動がより困難であったのか、また、比較的容易であったのかといった実態データは十分に残されてきていない。これを一因として、災害初動対応に当たる実務者が災害指揮所等において被災情報等を集約・整理して救助部隊の指揮・運用を行う際、あるいは、救助部隊の指揮官等が活動現場の困難度を評価して応援部隊要請の必要性を判断する際などの判断材料は、実務者の経験則や想像力に頼らざるを得ないという課題がみられる。そのため、実際には比較的容易な要救助事案に極めて高度な資機材・技能を持った救助部隊が対応し、結果として救助リソースの活用が十分効率的に行えない可能性が想定されるほか、極めて困難な被災現場に十分な資機材や技能を持たない救助部隊が対応し、結果として救助者・要救助者双方の安全性に重大な悪影響を及ぼすようなケースの発生が想定される。また、災害準備期において、現場対処能力強化に向けた訓練を推進するに当たり、訓練現場の難易度の設定（たとえば、訓練負荷として設定する閉じ込め空間の規模や形状、閉じ込め位置の浅深程度や要救助者の被狭圧状況等）については、訓練指導者等の経験則や想像力に頼らざるを得ないという課題がみられる。

そこで本章では、警察庁のウェブサイトで公表されている「警察庁による調査報告（2017）」¹³⁾の公開データを基に、2016年熊本地震における木造倒壊建物・閉じ込め現場での救助活動の困難度に影響を及ぼした要因について検討を行い、同種現場における救助活動の困難度を評価・分類する上で参考となり得る指標の整理を試みる。この指標を整理することができれば、大規模災害発生時に限りある救助リソースを効率的に活用するための一助になり得ると考えられ、また、災害準備期において、救助実動機関等がその対処能力向上に向けた取組を推進する上で有用な参考資料になり得ると考えられる。

本章の構成は以下のとおりである。まず1節において、分析の対象とした事例・部隊を明確化する。2節では、研究の方法・着眼点を示す。3節では分析結果を示し、4節でこれに対する考察を行う。そして5節でまとめを行う。

4.1 研究対象

本章において分析の対象とする救助活動事例（以下「分析対象事例」）は、前章1節で示した調査対象事例（図 2-4-2 赤色点線枠内）のうち、「広域緊急援助隊等」および

「機動隊(熊本県警察)」によって実施された、「生存者」(救助活動終了後、医療関係者に引き継いだ時点において生存していた要救助者)に対する救助活動事例(18現場:要救助者24人)である(図2-4-2赤色実線枠内)。「広域緊急援助隊等」は、大規模災害時に都道府県警察の枠を越えて広域的に即応し、高度な救助能力等を有する部隊である。「機動隊(熊本県警察)」は、他の都道府県で大規模災害が発生した場合には広域緊急援助隊等として派遣される部隊であり、同じく高度な救助資機材、救助能力等を持った部隊である(前章1節,表2-3-1参照)。なお、調査対象事例のうち、交番勤務員等による救助活動事例については、十分な救助資機材や救助技能を有していない数人単位の警察官によって実施されたものであったことから(前章1節,表2-3-1参照)、救助活動の前提条件が明らかに異なっていると考えられたため、分析対象事例に含めないこととした。また、救助者が接触した時点で既に心肺停止状態であった要救助者に対する救助活動事例については、救助活動の性質が異なるケース(生存者に対する救助活動に比較して迅速性を優先しないケース等)が想定されることから、分析対象事例に含めないこととした。

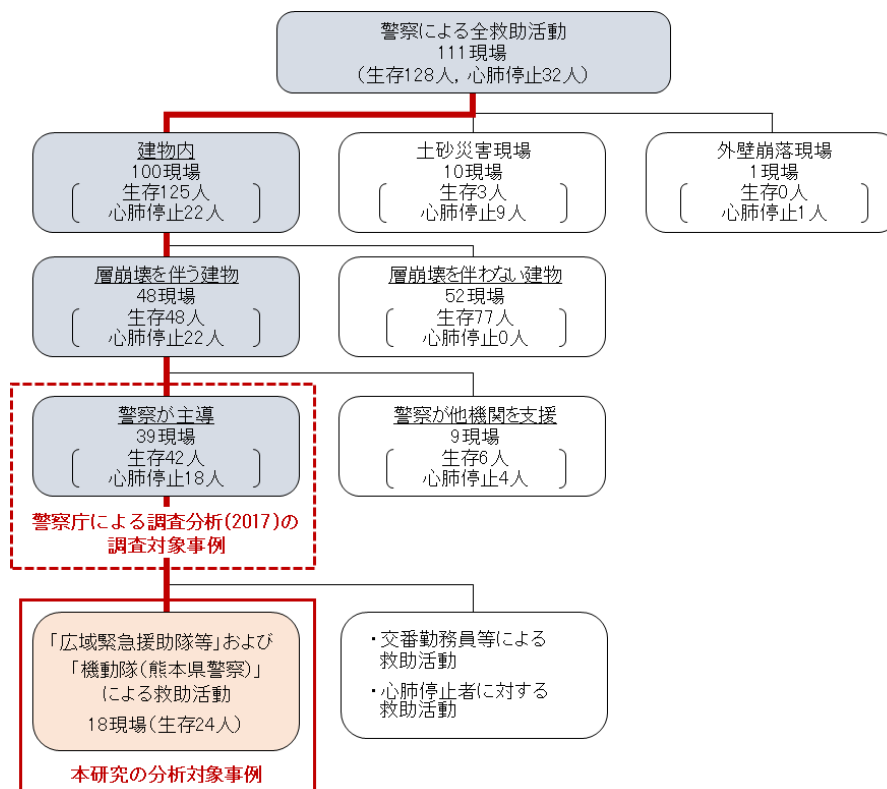


図 2-4-2 分析対象事例

図 2-4-3 に分析対象事例の救助活動が実施された時間帯、現場数、要救助者数および現場所在地を前震・本震の別で示す。前震では、地震発生から約 90 分後にあたる午後 11 時頃から翌日の午前 3 時 30 分頃までの間に、4 箇所の現場において、要救助者 6 人（益城町:5 人、熊本市東区:1 人）を救助した事例であり、本震では、地震発生から約 30 分後にあたる午前 2 時頃から同日の午前 8 時頃までの間に、14 箇所の現場において、要救助者 18 人（益城町:16 人、熊本市西区:1 人、嘉島町:1 人）を救助した事例であった。

図 2-4-4 に、分析対象事例で活動した部隊の人数²⁵（以下「活動人数」）を前震・本震の別で示す。前震では、最少:11 人、最多:27 人、平均:18 人、標準偏差:6 人、本震では、最少:7 人、最多:42 人、平均:21 人、標準偏差:12 人であった。

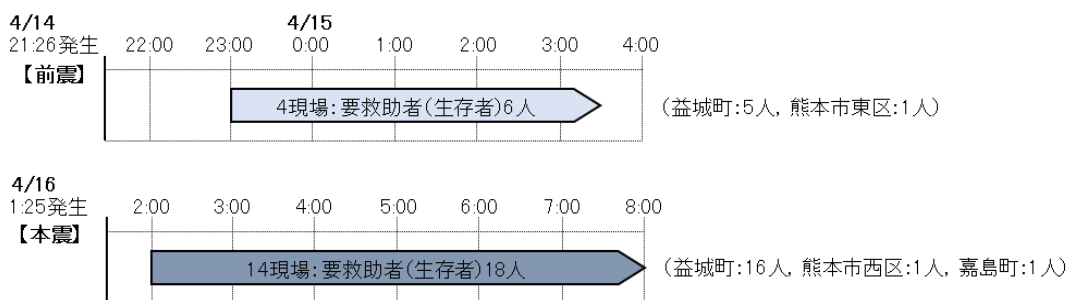


図 2-4-3 分析対象事例の救助活動が実施された時間帯、現場数、要救助者数および現場所在地

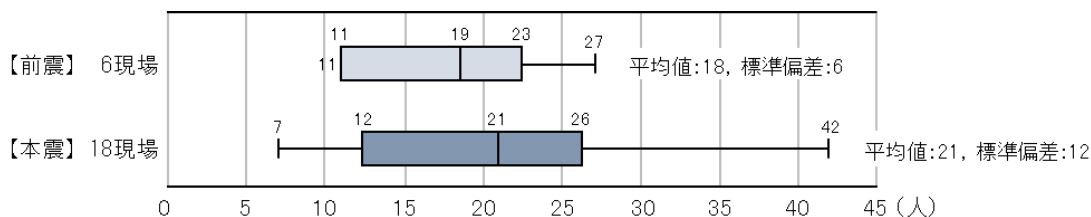


図 2-4-4 分析対象事例で活動した部隊の人数

²⁵ 現場連携した消防等他機関の救助部隊や医療者（医師、救急救命士等）を含まない。

4.2 研究方法

4.2.1 使用するデータ

本章では、警察庁による調査報告（2017）¹³⁾の「付録」として公開されている実態データ（以下「警察庁事例データ（2017）」）を使用した。警察庁事例データ（2017）は、同報告の調査対象事例（39 現場：要救助者 60 人（生存 42 人，心肺停止 18 人）。図 2-4-2 赤色点線枠内）の現場状況と活動実態に関する詳細なデータが，現場写真，イメージ図とともに公開されているものである。その一例を図 2-4-5 に示す（2 項にまたがる）。

また本章では、警察庁による調査報告（2017）¹³⁾の第 2 章に示されている「事例紹介」（以下「警察庁事例紹介（2017）」）を検討材料として活用した。警察庁事例紹介（2017）は、同報告の調査対象事例（図 2-4-2 赤色点線枠内）のうち，各調査項目の内容を網羅的に把握でき，調査結果のより正確な理解に資する救助活動事例（3 現場：要救助者 5 人（生存 4 人，心肺停止 1 人））について，警察庁事例データ（2017）よりさらに詳細な現場状況，活動実態，活動時系列等を，現場写真，イメージ図とともに公開しているものである。その一例を図 2-4-6 に示す（2 項にまたがる）。

4.2.2 着眼点

一般に，救助部隊の活動人数，保有資機材，救助技能等が同等であった場合，救助活動の困難度は活動所要時間の長短に表れると考えられる。そのため，救助活動の所要時間の長短に影響を及ぼした要因を把握することにより，救助活動の困難度に影響を及ぼす要因を推定できると考えた。そこで本研究では，分析対象事例の活動所要時間に関する実態データに着目し，本節 4 項に示す活動現場の状況等に関するデータとの関連性を調べることとした。

4.2.3 「活動所要時間」の定義

救助活動の所要時間について明確な定義は存在しない。そこで本研究では，警察庁事例データ（2017）に記された要救助者別の実態データ（図 2-4-5）のうち，表 2-4-1 に挙げる活動の所要時間の合計をもって「活動所要時間」と定義付けることとした。なお，その他の現場活動（現場関係者からの情報収集，危険要因の把握等）に要した時間については，警察庁事例データ（2017）に記されていないことから，本研究における「活動所要時間」には含んでいない。

事例4 [前震]

00 基礎情報

| | |
|--------------|--|
| 活動部隊 | 熊本県警 管区機動隊 (16人) |
| 活動日時 | 平成28年4月14日 23時5分頃～翌0時10分頃 |
| 活動場所 | 熊本市東区 (木造2階建て家屋) |
| 倒壊状況 [分類] | [11] ⇒ [12] ↓ ※ 活動中、余震(震度6強)により倒壊が進行 |
| 要救助者 | ① 80歳代 男性 [生存] ② 50歳代 男性 [生存] |
| 他機関連携 | 有り [消防(救急隊)] |
| 地域住民の協力 | 有り [情報提供] |

01 現場臨場

| | |
|------|------------|
| 認知手段 | 口頭指示 |
| 駐車場所 | 約100m離れた地点 |

02 現場関係者からの情報収集

| | |
|-------|---------------------------------|
| 現場関係者 | 有り [家族・活動中の部隊] |
| 具体的状況 | 家族から「倒壊建物内に夫と息子が取り残されている」旨の情報提供 |

03 活動現場の危険要因

| | |
|-----------------------|--|
| 主な危険要因 | 不安定建物・落下危険物・散乱瓦礫 視界不良・粉塵 |
| 現場活動中の余震発生状況 (益城町) | 17回 震度6強:1回 震度5強:1回 震度5弱:1回 震度4:2回 震度3:1回 震度2:6回 震度1:5回 |
| 安全監視体制 | 専従の安全監視要員を配置 |

04 倒壊建物外からの呼び掛け

| | |
|---------|--|
| 【要救助者①】 | |
| 呼び掛け反応 | 有り [わずかな「動き」を確認] |
| 所要時間 | ～3分 |
| 視認可否 | 外部から視認可能 ※ 先着していた救急隊の案内により倒壊建物の軒下から覗き込んだところ、約4m先に、呼び掛けに対して肩を動かして反応する要救助者を確認 |

【要救助者②】

| |
|-----------------------|
| 詳細不明 (主に消防部隊が担当)、以下同じ |
|-----------------------|

05 要救助者へのアプローチ

【要救助者①】

| | |
|---------------|--------------|
| 倒壊建物の安定化措置 | 実施なし |
| 進入箇所 | 1階 [崩壊箇所の隙間] |
| アプローチに伴う破壊・排除 | 排除 [瓦礫、家具] |
| 主な使用資機材 | ノコギリ |
| 所要時間 | 約1分 |

06 接触時の要救助者の状況

【要救助者①】

| | |
|-------------------|---|
| 閉じ込め位置 [イメージ図] | 1階庭先 (進入箇所から約4m先) |
| 閉じ込め空間 [分類] | [6b] |
| 閉じ込め空間の作業スペース | 4～5人が作業可能 |
| 体位 | 側臥位 |
| 要救助者の下部 | 地面 |
| 挟まれ状況 | 梁・外壁に、両大腿部が挟まれている |
| 容態、負傷等 | ・挟まれ部位に関する疼痛 [弱] ・挟まれ部位に関するしびれ [強] ・前額部に非活動性出血 [微量] |



写真5-4-1 閉じ込め状況[要救助者①] (模型による再現)

07 医師、救急救命士との現場連携

| | |
|--------------|---|
| 具体的状況 | 救急隊の救急救命士が倒壊建物内で要救助者の状況を確認し、倒壊建物外で救助方針を調整 |
| 現場連携までに要した時間 | 活動開始時点から連携 |

08 挟まれ・圧迫解除作業

【要救助者①】

| | |
|---------|--|
| 解除方法 | 挙上 |
| 主な使用資機材 | 電動コンビツール、パール、スコップ、角材（現場で調達） |
| 所要時間 | 約30分 |
| 具体的状況 | <p>(1) 当初、電動コンビツールの下部（地面）に角材を設定して挙上を試みたが、角材が地面にめり込んでしまい難航</p> <p>(2) そこで、下部（地面）に金属製のスコップを差し込んで挙上を試みたところ、要救助者への圧迫が徐々に緩和（図4-4-1）</p> <p>地面と梁の隙間に角材を差し込んで安定化し、徐々に要救助者に接近しながら挙上・角材による安定化の作業を数回繰り返し、挟まれ・圧迫を解除</p> |

09 倒壊建物内からの搬出

【要救助者①】

| | |
|---------|-------------------------------|
| 搬出経路 | 進入経路と同一 |
| 搬出方法 | 閉じ込め空間から引き出した後、抱きかかえて安全な場所へ搬出 |
| 主な使用資機材 | なし |
| 所要時間 | 約3分 |

※ 特記事項

要救助者①の搬出から約10分後、要救助者②の救助活動中に震度6強の余震が発生し、建物の倒壊が進行
幸い、要救助者、現場関係者（家族等）及び活動部隊に負傷なく、要救助者②については、倒壊の進行により生じた隙間から救出に至ったもの

10 引継ぎ・搬送

【要救助者①、②】

| | |
|-------|-------------------------|
| 引継ぎ場所 | 現場付近 |
| 引継ぎ先 | 救急隊 ※ 引継ぎ時、特段の容態変化なし |
| 搬送手段 | 救急車 |

11 転進

| | |
|------|-------|
| 転進先 | 益城町内 |
| 転進目的 | 救助活動等 |

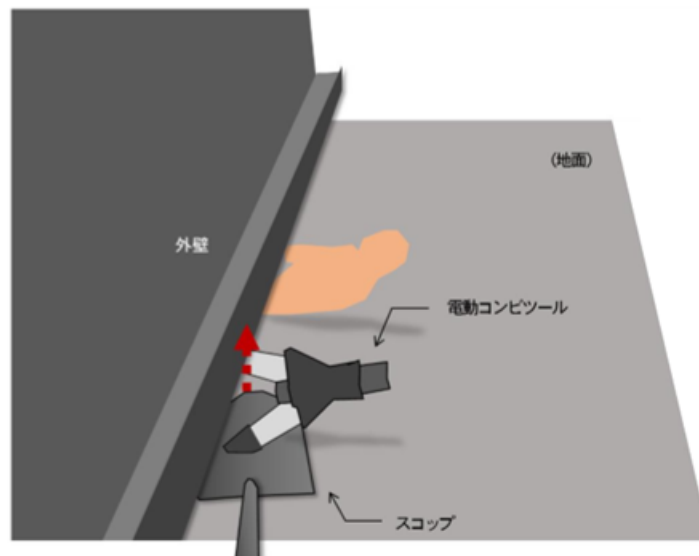


図5-4-1 挟まれ・圧迫解除作業の状況（イメージ図）

図2-4-5 警察庁事例データ(2017)の一例（出典：参考文献13）

第2章 事例紹介

7. 救急救命士との現場連携

要救助者の挟まれ状況からクラッシュ症候群の発症が懸念された。そこで、熊本県警察本部に医療関係者の派遣調整を要請しようとしたが、無線が輻湊していたため、110番に架電して災害警備本部への連絡を依頼した。約30分後、熊本市消防局の救急救命士が現場に到着した。直ちに救急救命士とのブリーフィングを実施し、CSM（Confined Space Medicine：いわゆる「瓦礫の下の医療」）実施の方針を固め、同救急救命士が輸液投与及び酸素投与を行った（写真2-1-10,11、表2-1-6）。



写真2-1-10 救急救命士のCSM実施状況



写真2-1-11 左同（右奥側の救急救命士が輸液を保持）

表2-1-6 倒壊建物内部での要救助者への措置内容

| | |
|-----------------|--|
| 警察部隊 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 粉塵対策（マスク、ゴーグルの着装） ・ 頭部保護（ヘルメットの着装） ・ 継続的な声掛け |
| 消防部隊 （救急救命士） | <ul style="list-style-type: none"> ・ 輸液（1,000ml） ・ 酸素投与 |

※ 救急救命士の措置内容は、総務省消防庁救急企画室からの情報提供による。

8. 挟まれ・圧迫の解除

当初、要救助者を圧迫する梁をエアジャッキにより挙上する方針で作業を進めたが、同梁に屋根から相当の荷重がかかり、梁の下部が布団であったこともあり、エアジャッキ自体が下方向に沈み込んでしまい、十分な挙上に至らなかったため、梁を切除して挟まれ・圧迫を解除する方針に変更した（写真2-1-12）。

この作業に伴う屋根の崩壊等に備えて、要救助者を圧迫する梁の下部の僅かな隙間にレスキューブロックを差し込むとともに、同梁に連結する梁で耐荷重を期待できる箇所に対して救助用支柱器具を鉛直方向に設置し、可能な限り梁の安定化を図った（写真2-1-13）。また、同梁が屋外に突出していたことから、倒壊建物外部において救助用支柱器具を鉛直方向に設置して安定化を図った（写真2-1-14,15、図2-1-4）。



写真 2-1-12 要救助者の状況（上方から撮影）



写真 2-1-13 救助用支柱器具等の設置箇所（梁の下部に設置）
（模型による再現）



写真 2-1-14 倒壊建物外の救助用支柱器具設置箇所
（設置作業中）



写真 2-1-15 左側（設置後）

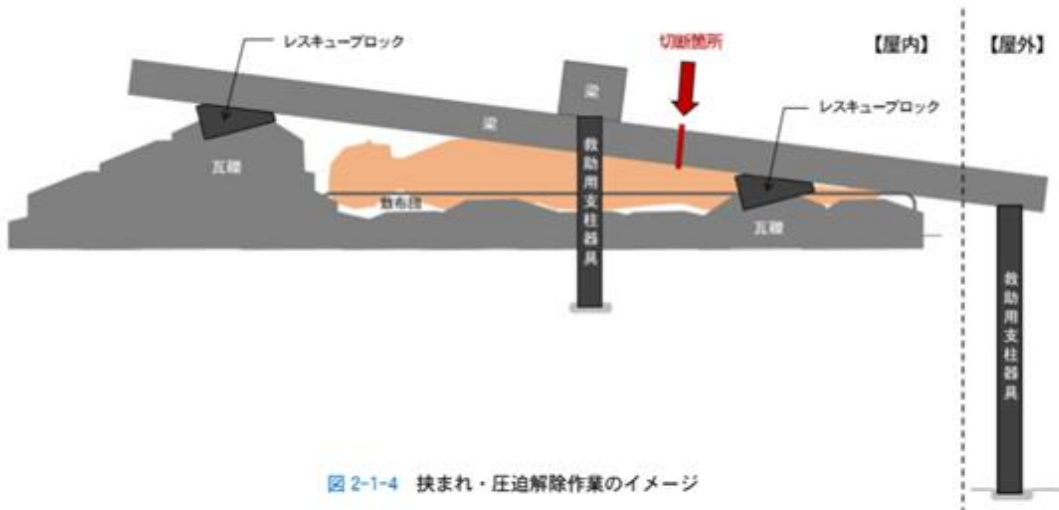


図 2-1-4 挟まれ・圧迫解除作業のイメージ

図 2-4-6 警察庁事例紹介(2017)の一例（出典：参考文献 13）

表 2-4-1 本章における「活動所要時間」の定義

| | | |
|--------|---|------------------------|
| 活動所要時間 | 倒壊建物外から呼び掛け捜索に要した時間 | 図 2-4-5 の例では 04 |
| | 要救助者にアプローチするための各種作業に要した時間 | 図 2-4-5 の例では 05 |
| | 医師、救急救命士等の医療者と現場連携を行うなどして要救助者の挟圧状態を解除する作業に要した時間 | 図 2-4-5 の例では 07 および 08 |
| | 倒壊建物外への搬出作業に要した時間 | 図 2-4-5 の例では 09 |

4.2.4 活動所要時間との関連性を調べるデータ

○ 活動人数

警察庁による調査報告(2017)¹³⁾によると、各現場における活動人数に関する部隊の感想を総合的に勘案した結果、「活動人数が5人以下であった事例では明らかに人員の不足を感じ、10人以上であれば人員の不足を感じることはないものの、逆に過剰と感じる事例があった」との考察が示されている。この点をデータにより確認するため、活動人数と活動所要時間の関連性を調べた。

○ 活動対象建物の破壊程度

活動対象建物の破壊程度は、救助部隊や要救助者の安全性に大きく影響を及ぼすものである。そのため、活動所要時間にも何らかの影響を及ぼす可能性があると考えた。

警察庁事例データ(2017)には、活動対象建物の破壊程度を岡田・高井⁴⁵⁾により開発された木造建物のパターン分類(堀江ら⁴⁶⁾による細分類を反映)を活用して調査した結果が記されている(図 2-4-5 の例では 00 の中段)。本章では、このパターン分類に関する実態データと活動所要時間の関連性を調べた。

○ 閉じ込め位置の浅深程度

閉じ込め位置(要救助者が閉じ込められている位置)の浅深程度は、救助活動の初期段階、すなわち倒壊建物外からの呼び掛け捜索(図 2-4-5 の例では 04)の段階から、要救助者にアプローチするための各種作業(図 2-4-5 の例では 05)、閉じ込め空間での挟圧解除作業(図 2-4-5 の例では 08)をはじめとする救出に向けた各種作業、そして倒壊建物外への搬出作業(図 2-4-5 の例では 09)に至るまで、救助活動全般に大きな影響を及ぼすものである。そのため、活動所要時間に何らかの影響を及ぼすのではないかと考えた。

警察庁事例データ(2017)には、進入口(救助部隊が倒壊建物内に進入した箇所)から要救助者までの距離・位置関係によって調査した結果が記されている(図 2-4-5 の例

では06の上段)。本章では、この実態データと活動所要時間の関連性を調べた。

○ 閉じ込め空間の規模

閉じ込め空間の規模の大小は、その空間内で活動可能な隊員数や使用可能な資機材、あるいは救助作業中に強えられる姿勢・動作などに大きく影響を及ぼすものである。そのため、活動所要時間に何らかの影響を及ぼすのではないかと考えた。

警察庁事例データ（2017）には、閉じ込め空間の規模を、独自のパターンチャート（前章2節、図2-3-13参照）により調査した結果、および閉じ込め空間内で同時に救助作業に従事できた隊員数²⁶について調査した結果が記されている（図2-4-5の例では06の中段）。本研究では、これらの実態データのうち、特に救助作業中に強えられる姿勢・動作などに影響を及ぼしやすいと考えられた「要救助者の上部までの高さ（天井等、空間的余地の上部終端面）」および閉じ込め空間内で同時に救助作業に従事できた隊員数に関する実態データと活動所要時間の関連性を調べた。

○ 要救助者の被挟圧状況とCSM実施の有無

要救助者が閉じ込め空間内で挟圧を受けていなければ、救助者が要救助者にアプローチした後、直ちに倒壊建物外へ搬出するための作業に取り掛かることが可能となる。他方、要救助者が崩落した梁等によって挟圧を受けている場合には、危険かつ狭隘な閉じ込め空間内で挟圧解除のための作業を実施する必要性が生じる。また、被挟圧状況などからクラッシュ症候群の発症が懸念されるようなケースでは、医療者（医師、救急救命士等）の臨場を要請し、医療者がCSMを実施するようなケースも想定されることから、活動所要時間に影響を及ぼすものと考えた。

警察庁事例データ（2017）には、救助者が要救助者に接触した時点における挟圧の有無、圧迫物の種類、被挟圧部位について調査した結果が記されている（図2-4-5の例では06の下段付近）。また、警察庁事例データ（2017）には、医療者と現場連携を行った事例について、その具体的状況（CSM実施の有無、実施主体、内容等）に関する調査結果が記されている（図2-4-5の例では07の上段）。本章では、これらの実態データと活動所要時間の関連性を調べた。

○ 要救助者の下部の状況と挟圧解除作業の方法

警察庁による調査報告（2017）には、調査対象事例において、挟圧解除作業として一般的と考えられた「圧迫物を挙上する方法」よりも「要救助者の下部に空間を確保

²⁶ 現場連携した消防等他機関の救助部隊や医療者（医師、救急救命士等）を含む。

する方法」が多く用いられていたという分析結果が示されており、また、同調査を通じて実施したヒアリングにおいて「（要救助者の被挟圧状態を解除する際に）まず挙上を試みたが、圧迫物の荷重が大きく難航したため下部に空間を確保する方法に切り替えた」という意見が多く聞かれたと記されている。さらにこの下部に空間を確保して挟圧を解除した際の状況が、警察庁事例紹介（2017）においてイメージ図を交えて詳しく紹介されている（図2-4-7に例示）。

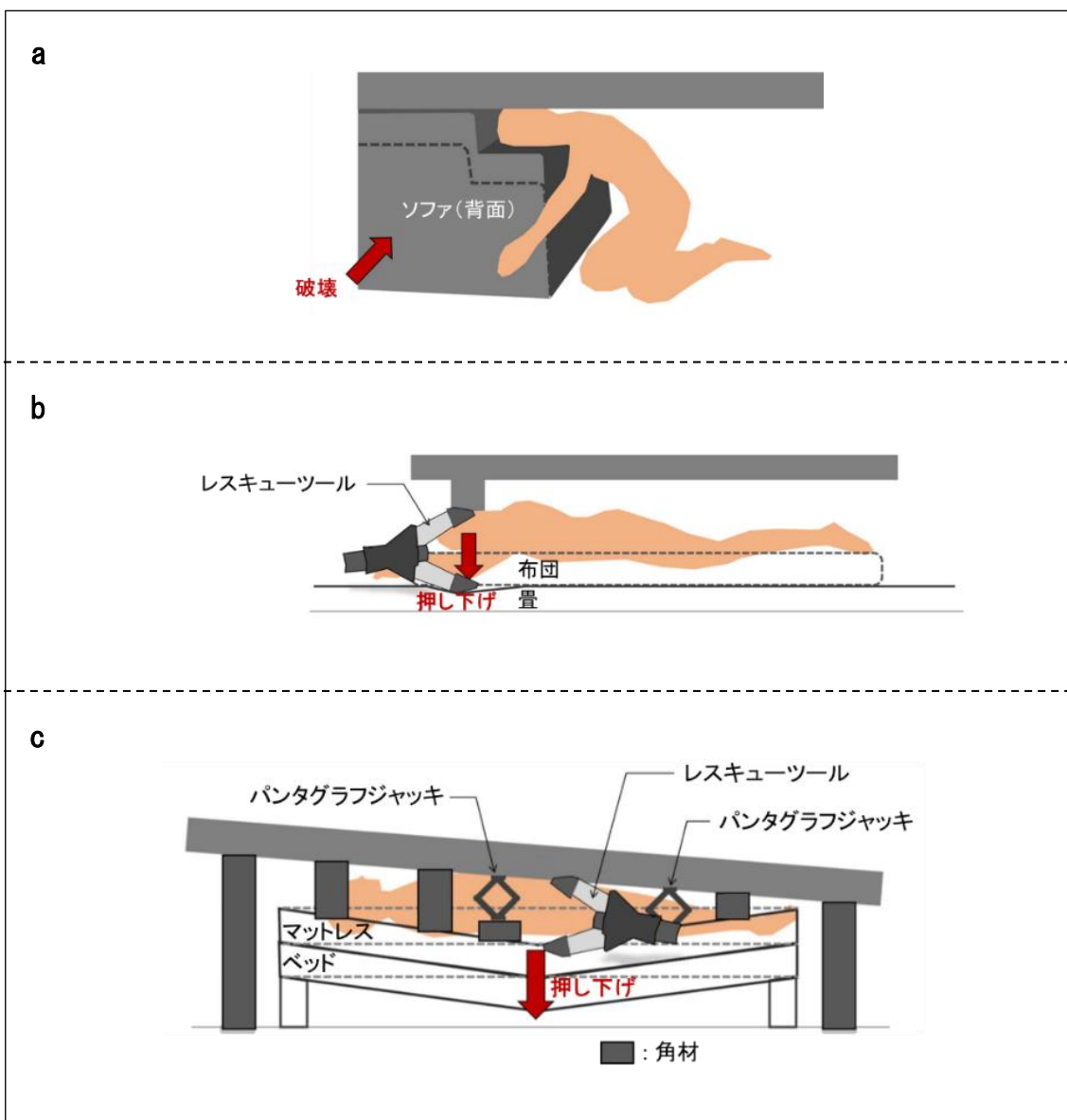


図2-4-7 要救助者の下部に空間を確保して挟圧を解除した事例の作業イメージ図
（出典：参考文献13）

なお、図 2-4-7 の a は、ソファにもたれ掛かるような姿勢で側頭部を挟圧されていた要救助者に対し、ソファの背柵部・脚部を破壊することによって要救助者の下部に空間を確保して挟圧解除に成功した事例、図 2-4-7 の b は、布団にうつ伏せで横たわった状態で側頭部を挟圧されていた要救助者に対し、救助資機材（レスキューツール）を用いて敷布団および敷布団直下の畳を押し下げて要救助者の下部に僅かな空間を確保することによって挟圧解除に成功した事例、そして図 2-4-7 の c は、ベッドに仰向けで横たわった状態で左大腿部を挟圧されていた要救助者に対し、救助資機材（レスキューツール）を用いてマットレスを押し下げ、できた隙間に角材およびパンタグラフジャッキを差し込んで徐々に要救助者の下部の空間を広げることによって挟圧解除に成功した事例であった。上記を踏まえて本研究では、要救助者の下部の状況および挟圧解除作業の方法が活動所要時間に何らかの影響を及ぼすのではないかと考え、それぞれの関連性を調べた。

さらに警察庁事例データ（2017）には、救助者が接触した時点における要救助者の下部の状況（図 2-4-5 の例では 06 の中～下段付近）、挟圧解除作業の方法の種別（図 2-4-5 の例では 08 の上段）が示されている。本章ではこれらの実態データと活動所要時間の関連性を調べた。

4.3 結果

4.3.1 活動所要時間の分布

分析対象事例の活動所要時間の分布について、平均値、標準偏差、中央値、最小値および最大値を図 2-4-8 に示す。活動所要時間が 10 分以内であった事例から 6 時間以上を要した事例まで、大きなばらつきがみられた。

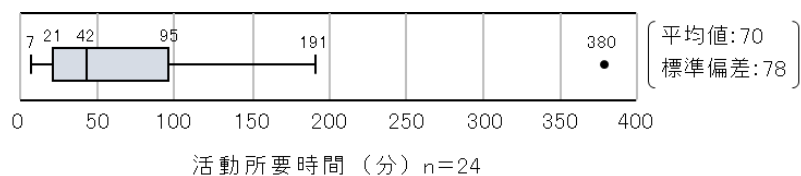
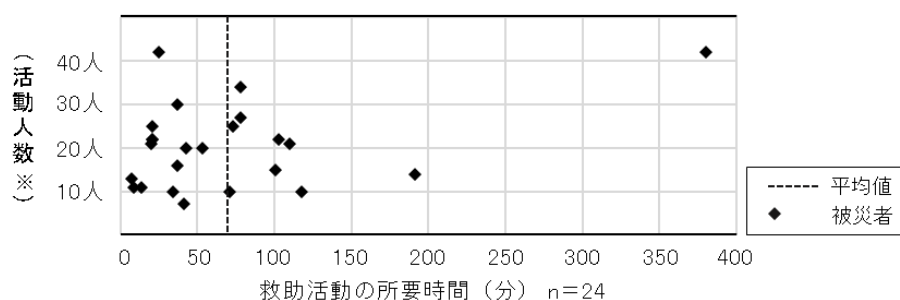


図 2-4-8 活動所要時間の分布

4.3.2 活動人数と活動所要時間の関連性

活動人数と活動所要時間の関連性を図 2-4-9 に示す。活動人数が 7 人（分析対象事例の中で最少）であった事例の活動所要時間が平均値（70 分）を下回っていたのに対し、活動人数が 42 人（分析対象事例の中で最多）の活動所要時間が最大値（380 分）を示すなど、分析対象事例における活動人数は、活動所要時間に顕著な影響を及ぼしていなかった。



※ 当該現場で協働した消防等他機関の救助部隊や医師、救急救命士等の医療者の人数を含まない。

図 2-4-9 活動人数と活動所要時間

4.3.3 活動現場の状況と活動所要時間の関連性

○ 活動対象建物の破壊程度と活動所要時間

活動対象建物の破壊程度別に活動所要時間を図 2-4-10 に示す。岡田・高井⁴⁵⁾の破壊パターンでは、当該建物が木造 2 階建てであった場合、「Gd5-」→「Gd5+」→「Cd6-」→「Cd6+」の順に破壊程度が大きくなるが（「Sd5-」は平屋建ての場合のパターン）、活動所要時間が最長の事例（380 分）の破壊パターンが「Gd5-」であったのに対し、最短の事例（7 分）の破壊パターンがより破壊程度が大きい「Cd6-」であったことなど、活動対象建物の破壊程度が活動所要時間に顕著な影響を及ぼしているとは言えない結果であった。なお、前章 3 節 1 項でも述べたとおり、分析対象事例のうち 1 事例（図 2-4-5 の事例）において、救助活動中に発生した震度 6 強の余震によって、活動対象建物の破壊程度が進行していた（幸いこの事例で二次災害は発生していない）。

○ 閉じ込め位置の浅深程度と活動所要時間

閉じ込め位置と活動所要時間の関係を図 2-4-11 に示す。進入口から 8m（分析対象事例の最長）の位置に要救助者が閉じ込められていた事例の活動所要時間が僅か 9 分（分析対象事例中二番目に最短）であったのに対し、1~2m 程度の距離に閉じ込めら

れていた事例でも平均値（70分）を上回る事例がみられるなど、閉じ込め位置の浅深程度が活動所要時間に顕著な影響を及ぼしているとは言えない結果であった。

○ 閉じ込め空間の規模と活動所要時間

閉じ込め空間の規模と活動所要時間の関係を図 2-4-12 および図 2-4-13 に示す。要救助者の上部までの高さが 175cm 以上あるような事例で活動所要時間が 191 分と平均値（70 分）を大きく上回っていたのに対し、50cm を下回るような状況で平均値内の事例が複数みられ、また、閉じ込め空間内で同時に救助作業に従事できた隊員数が 3～4 人と相対的に多いような事例で最大値（380 分）を示したのに対して、1 人がやっと活動できたような状況で平均値内の事例が複数みられるなど、閉じ込め空間の規模の大小が活動所要時間に顕著な影響を及ぼしているとは言えない結果であった。

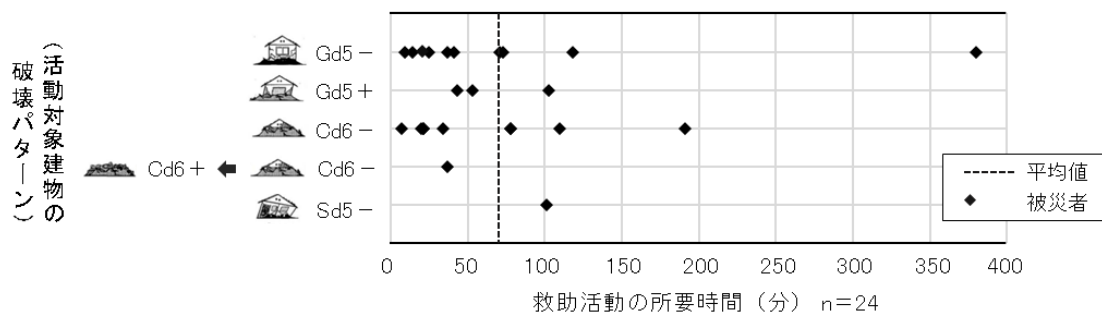
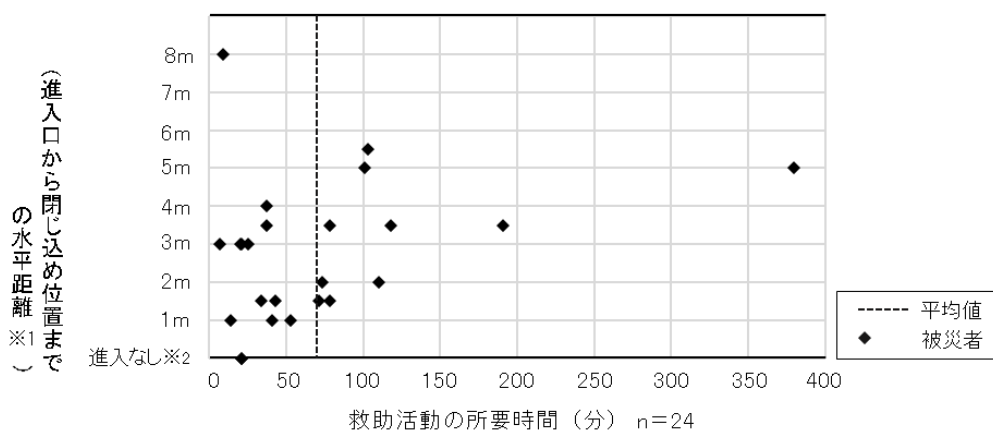


図 2-4-10 閉じ込め位置と活動所要時間



※1 「2～3m」など幅のある調査結果であった場合は中間値(2.5mなど)とした。
 ※2 「進入なし」は、瓦礫の表層から救助した事例である。

図 2-4-11 閉じ込め位置と活動所要時間

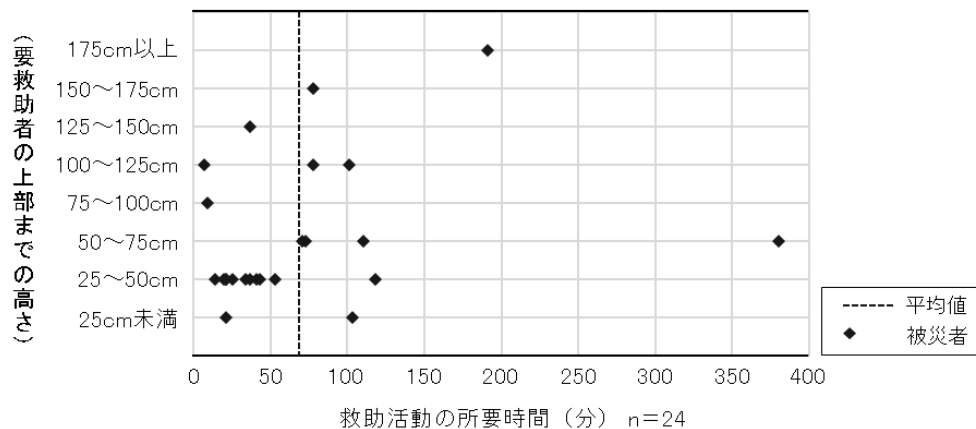
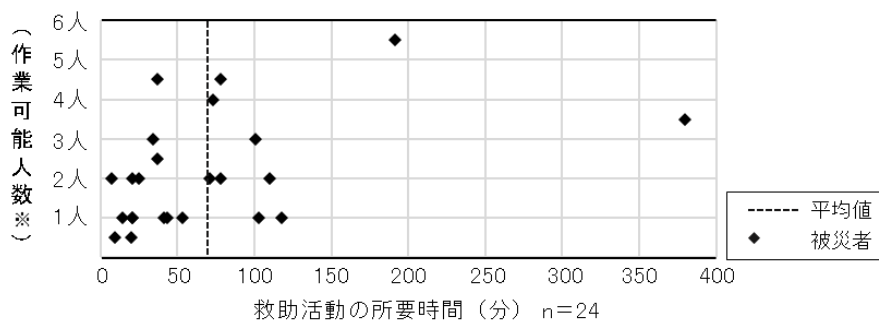


図 2-4-12 閉じ込め空間の規模（要救助者上部までの高さ）と活動所要時間



※「2~3人」など幅のある調査結果であった場合は中間値(2.5人など)とした。
 「ほとんど作業スペースなし」などの調査結果であった場合は「0.5人」とした。

図 2-4-13 閉じ込め空間の規模（閉じ込め空間内で同時に救助作業に従事できた隊員数）と活動所要時間

○ 要救助者の被挟圧状況および CSM 実施の有無と活動所要時間

図 2-4-14 に、要救助者の被挟圧状況別に活動所要時間を示し、圧迫物の種類、CSM 実施の有無、CSM の実施主体（医師または救急救命士の別）および医療者の派遣要請から医療者との連携開始までに要した時間を図示する。まず挟圧の有無について、「挟圧なし」の事例では平均値：25 分、標準偏差：15 分、最小値：7 分、最大値：53 分であった。「挟圧あり」の事例では平均値：102 分、標準偏差：88 分、最小値：21 分、最大値：380 分となっており、双方を比較すると、「挟圧あり」の事例では、「挟圧なし」の事例の 4 倍の平均値であった。また「挟圧あり」の事例では、「挟圧なし」の事例に比べて数値のばらつきが大きかった。圧迫物については「梁材」、「天井」および「瓦礫」に大別されたが、「梁材」であった事例で活動所要時間が長くなる傾向がみられた。

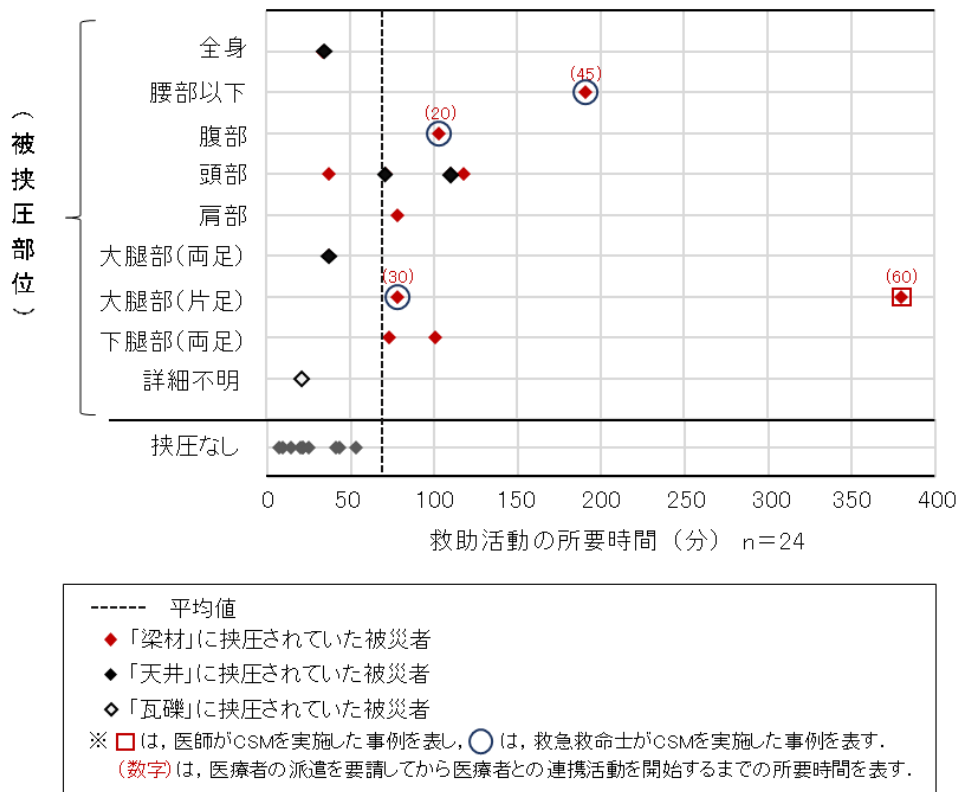


図 2-4-14 要救助者の被挟圧状況と活動所要時間

次に被挟圧部位については、「全身」を挟圧されていた事例から「肩部」のように体の一部分のみを挟圧されていた事例まで多様であったが、「腰部以下」,「腹部」および「大腿部(片足)(2例)」の計4事例でCSMが実践されており、これらの事例では活動所要時間が長くなっていた。これらの4事例において、医療者の現場臨場要請から医療者との現場連携を開始するまでに要した時間は、平均値:39分、最小値:20分、最大値:60分であり、救急救命士(いずれも消防機関所属の救急隊員)との現場連携開始に要した時間は、医師と比較して短くなる傾向がみられた。

なお、CSMが実践された事例は全て本震後の活動事例であった。

○ 要救助者の下部の状況および挟圧解除作業の方法と活動所要時間の関連性

要救助者が挟圧を受けていた事例(要救助者14人)について、要救助者の下部の状況と活動所要時間の関係を挟圧解除作業の方法別に図2-4-15に示す。要救助者の下部が「ベッド又はソファ」であった事例では、「床面又は布団」であった事例に比べて活動所要時間が短くなる傾向がみられた。また、要救助者の下部が「ベッド又はソファ」であった事例では「要救助者の下部に空間を確保」する方法によって挟圧を解除した

事例が多くみられ、これらの事例では、「圧迫物を挙上」または「圧迫物を切除」する方法を用いた事例に比べて活動所要時間が短くなる傾向がみられた。「要救助者の下部に空間を確保」した事例のうち、要救助者の下部が「床面又は布団」であった事例（活動所要時間：118分）が1例みられるが、この事例は、圧迫物（梁材）を挙上する作業に難航した結果、敷布団とその下の畳を押し下げることによって要救助者の下部に僅かな空間を確保して挟圧を解除した事例であった（図 2-4-7 の b で示した事例）。

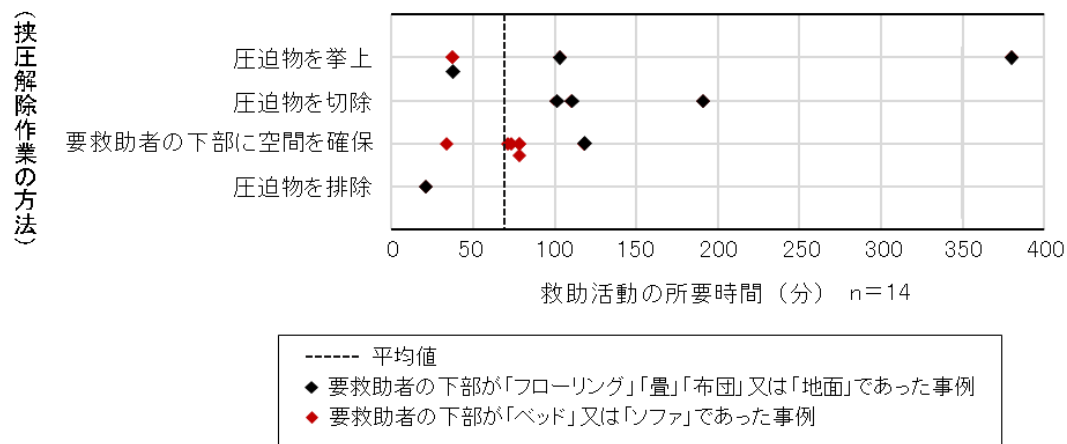


図 2-4-15 要救助者の下部の状況および挟圧解除作業の方法と活動所要時間

4.4 考察

前節 2 項（図 2-4-9）で確認したとおり、今回の分析対象事例において活動人数の不足によって活動所要時間に影響を及ぼした事例はなかったものと考えられる。その上で、今回の分析対象事例において活動所要時間に影響を活動所要時間に一定の影響を及ぼしていた要因は「要救助者の被挟圧状況」および「要救助者の下部の状況」であった（図 2-4-14, -15）。一方、活動所要時間に何らかの影響を及ぼすと考えられた「活動対象建物の破壊程度」、「閉じ込め位置の浅深程度」および「閉じ込め空間の規模の大小」については、必ずしも活動所要時間に影響を及ぼしていなかったことがわかった（図 2-4-10～2-4-13）。以下では、まず警察庁事例データ（2017）および警察庁事例紹介（2017）に基づいて、木造倒壊建物・閉じ込め事案における生存者に対する救助活動の一般的な流れをチャート図（図 2-4-16）に整理し、これを参照しながら、前節 3 項で示した結果について考察を行う。

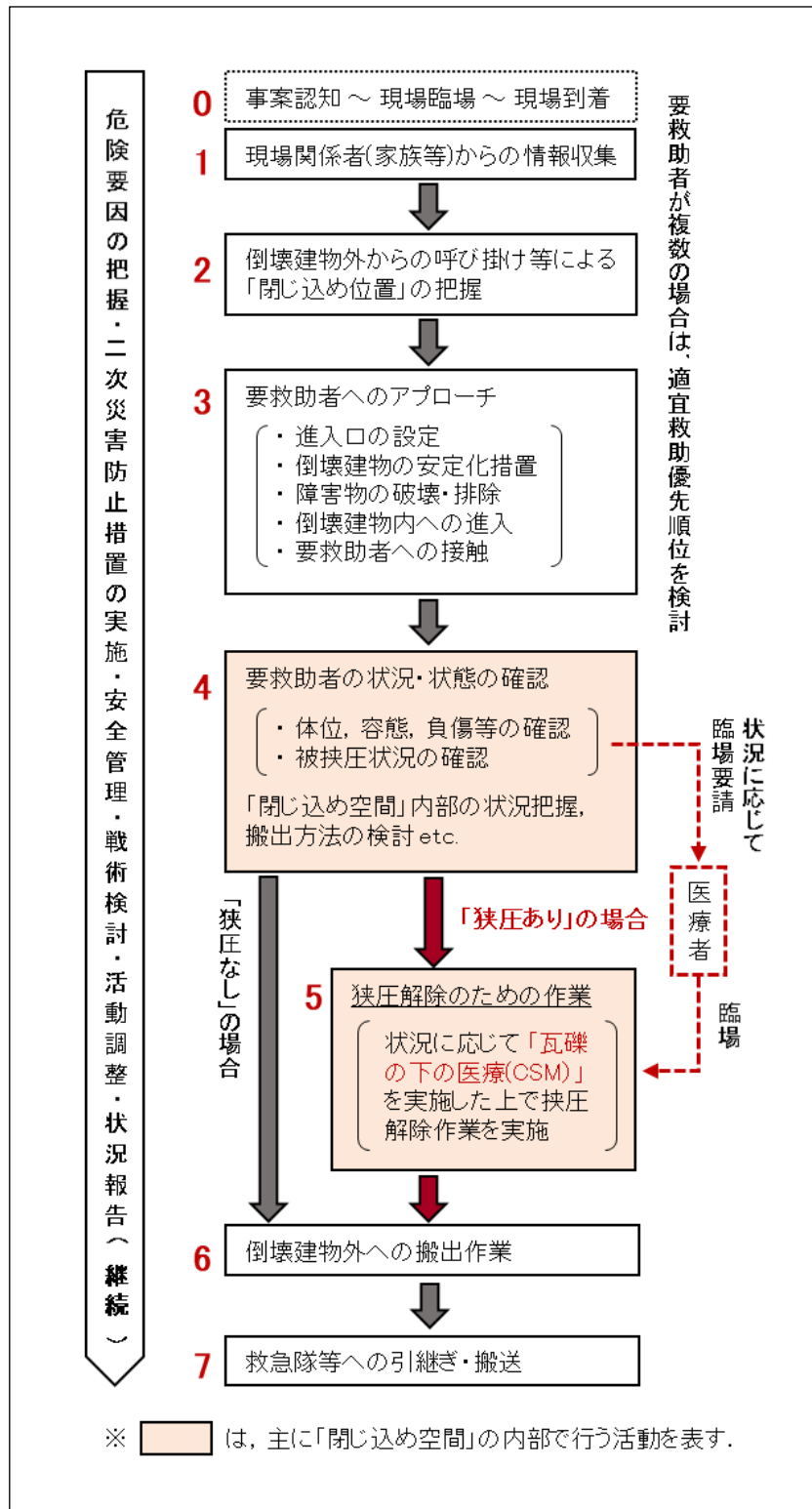


図 2-4-16 木造倒壊建物・閉じ込め事案における生存者に対する救助活動の段階別チャート図（参考文献 13 を基に作成）

4.4.1 要救助者の被挟圧状況（挟圧の有無）について

図 2-4-14 でみたように、「挟圧なし」の事例で活動所要時間が相対的に短くなっていたという結果については、そもそも要救助者が挟圧を受けていなければ、挟圧解除作業を実施する必要がないため自然な結果と考えられる（図 2-4-16 の 4 から 6 への灰色矢印を参照）。しかし、「挟圧あり」の事例との活動所要時間の開きが、平均値にして 4 倍という高値であったという結果をみると、まず「挟圧の有無」が救助活動の困難度に影響を及ぼす大きな要因の一つであると考えられる。また「挟圧あり」の事例の中でも、活動所要時間が概ね 20 分～40 分程度であった事例から、最長 380 分という事例まで大きなばらつきがあったという結果については、たとえ要救助者が挟圧を受けているようなケースでも、救助活動の困難度が「比較的低い事例」と「極めて高い事例」が存在していたことを表す結果であると考えられる。このことから、「挟圧あり」の要救助者については、その被挟圧状況を慎重に見極めることが重要と考えられる。この点について以下で詳しくみていくこととする。

4.4.2 要救助者の被挟圧状況（被挟圧部位）について

今回の分析対象事例において、特に活動所要時間が長かった事例については、クラッシュ症候群を回避するための CSM が実践されているケースが多かった（図 2-4-14）。CSM が実践された事例の被挟圧部位は、「腰部以下」、「腹部」、「大腿部（片足）」であり、平均値を上回っていたその他の事例の被挟圧部位（「頭部」、「肩部」、「下腿部（両足）」）に比べて、より広範囲の筋肉を圧挫されていた状況がうかがえる（図 2-4-17 参照）。

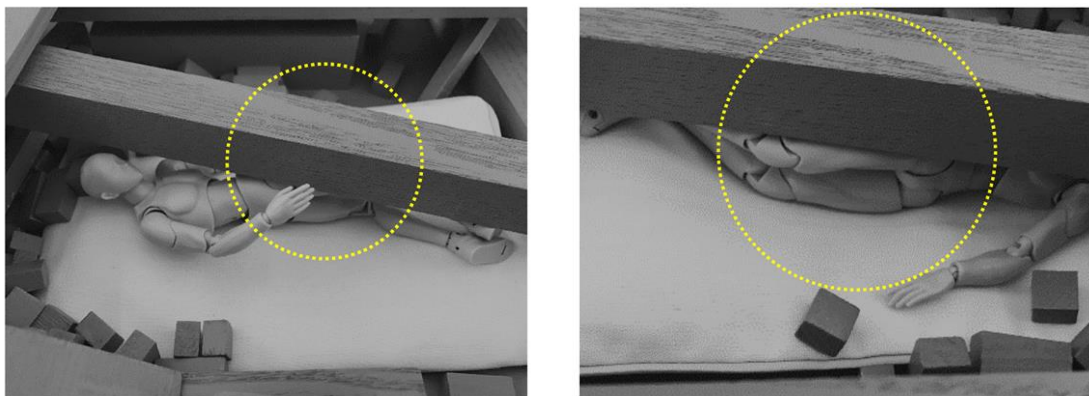


図 2-4-17 梁によって右大腿部を挟まれていた事例の被挟圧状況（模型による再現）
（出典：参考文献 13）

広範囲の筋肉の圧挫はクラッシュ症候群発症の危険性を高める要素の一つとして知られており²⁷、当該現場で活動した救助部隊は、この状況に着目して医療者の現場臨場を要請し、CSMと並行して救助活動を行ったものと推察される（図 2-4-16 の 4 から 5 に係る部分を参照）。繰り返し述べてきたとおり、CSM は倒壊建物内の閉じ込め空間という危険・劣悪な特殊環境下で実施される医療行為であり、その実践には高度な救助戦略に基づいて安全かつ的確に救助・医療活動を遂行するための能力が、救助・医療双方の活動者個人、そして医療者を含む隊全体に必要となる。以上を踏まえると、被挟圧部位から救助活動の困難度を推定する際には、クラッシュ症候群発症の危険度を踏まえて検討する必要があるといえよう。

なお、CSM を実施した 4 事例は全て本震後の事例であり、医療者の現場到着に要した時間は平均 39 分であったという点（図 2-4-14）については、2016 年熊本地震の特殊性が影響していると考えられる。すなわち、2016 年熊本地震は、前震の発生から僅か 28 時間後に本震が発生するという特殊な災害であったことから、「医療の需要と供給のアンバランス」が生じるとされる災害急性期に、前震の発生に伴って既に被災地入りしていた多数の医療チーム（DMAT 等）や救急隊が本震の発生後即座に現場対応を充足できるという稀有な状況があったと考えられる。よって、今回の医療者との現場連携開始までの所要時間をみる際には注意が必要である。

また、医療者との現場連携開始に要した時間について、今回、医師より救急救命士の方が短くなる傾向がみられた（図 2-4-14）。これは、そもそも救急隊は平素から緊急車両（救急車）でプレホスピタルケア（病院前救護活動）に従事しており、本震後も車両内で活動または待機していたことが影響していたと考えられる。この点については、今後の災害において、医療者との迅速な現場連携開始の可能性を見出し得る⁴⁹という観点から興味深い結果であると考えられる。

また、今回、「頭部」「肩部」「下腿部（両足）」を挟圧されていた計 7 事例では、上述のとおりクラッシュ症候群発症の可能性は相対的に低かったと推察されるものの、平均値の 1.5 倍程度の活動所要時間であった事例が数例みられた。これらは、そもそも挟圧解除作業そのものが困難であったのではないかと推察する。この点については、次項以降で詳しく考察を行う。

²⁷ 一般には、全身の骨格筋の 30%以上が障害されると重症度が高くなるといわれている。

4.4.3 要救助者の被挟圧状況（圧迫物）について

今回の分析対象事例では、圧迫物が「梁材」であった事例で活動所要時間が長くなっていた（図 2-4-14）。この結果は、そもそも「梁材」は建物の主要構造部材の一つであることから、崩落した建物自体の荷重が大きくこれに加わっており、前節 3 項でも触れたように、これを「挙上」して挟圧を解除する作業自体が難しく、あるいは「切除」して挟圧を解除する際には、図 2-4-6 の事例紹介でもイメージ図等で示されているように、同作業に伴って建物の破壊程度が進行することを防止するための措置に長時間を要したケースがあった。これらの点を踏まえると、「梁材」によって挟圧されているケースでは、挟圧解除作業に高度な救助資機材や建物の安定化を図るための知識・技能が必要となる状況が想定される。ここから、圧迫物から救助活動の困難度を推定する際には、圧迫物が「梁材」であるか否か、そしてその支える重量の軽重、挟圧解除作業に伴う二次災害の危険性等について、建物構造等を踏まえて慎重に検討する必要があるといえよう。

4.4.4 要救助者の被挟圧状況（圧迫物）と挟圧解除作業について

今回の分析対象事例では、図 2-4-15 でみたように「要救助者の下部の状況」が活動所要時間に一定の影響を及ぼしていたことがわかった。これは、たとえ上記のように相当な荷重がかかった梁材によって挟圧されているようなケースでも、要救助者の下部が「ソファ又はベッド」などのように、破壊または押し下げることなどによって要救助者の下部に空間を確保できるような状況であった場合（図 2-4-7 のイメージ図では a および c のようなケース）には、比較的短時間で挟圧を解除できる可能性があることを示す結果であると考えられ、事例数が限定的であり、また対象部隊が警察の救助部隊に限定されていることなどから更なる研究・検討の余地が認められるものの、要救助者の下部の状況についても、救助活動の困難度を推定する際の一つの指標になり得る情報ではないかと考える。なお、図 2-4-7 の b のイメージ図のように、要救助者の下部が「布団」「畳」などであった場合でも、相応の救助資機材を有していれば要救助者の下部に僅かな空間を確保して挟圧を解除できるケースが存在するものと考えられ、この点についても更なる研究・検討を進める必要がある。

4.5 小括

本章では、警察庁による調査報告¹³⁾に記された実態データを基に、救助活動の所要時間の長短に影響を及ぼした要因について検討を行い、木造倒壊建物からの救助活動の困難度を推定・分類する上で参考となり得る指標の整理を試みた。本研究で明らかになったことは以下の2点である。

- 救助活動の困難度に影響を及ぼしていたのは、閉じ込め空間の内部に位置している要救助者の「被挟圧状況」および「下部の状況」であった。
- 一方、救助活動の困難度に影響を及ぼすと考えられた「活動対象建物の破壊程度」、「閉じ込め位置の浅深程度」および「閉じ込め空間の規模の大小」は、救助活動の困難度に大きな影響を及ぼしていなかった。

ただし、今回は事例数が限定的であり、また、火災や土砂災害または浸水被害を伴わない木造倒壊建物・閉じ込め現場において、警察の救助部隊が実施した生存者に対する救助活動事例に限定されている。

以上を踏まえると、木造倒壊建物からの救助活動の困難度は、倒壊建物の外観上からの確に評価することは難しく、倒壊建物内部に位置する要救助者にアプローチするなどして（図 2-4-16 の 3 のプロセスを参照）、閉じ込め空間内に位置する要救助者が置かれた状況、具体的には「どのような圧迫物に、どの部位・範囲を挟まれているか」そして「要救助者の下部に空間を確保できる状況か否か」ということを確認・評価する必要があると言える（図 2-4-16 の 4 のプロセスを参照）。

今後、閉じ込め空間の内部に位置する要救助者の被挟圧状況や下部の状況をより安全かつ迅速・的確に確認することができるような手法について検討を行うことも重要な課題である。また、どのような困難度の被災現場に対してどの程度の資機材、技能等を持った部隊が対応することが最も効率的なのか、またさらに、救助活動の困難度が高い現場状況に対して、どのようにすれば、より安全かつ迅速・的確に救助作業を進めていけるのかといった点について検討を進め、それに応じた訓練施設・訓練設定・カリキュラムの設計を行って、より効果的・効率的な訓練の推進に繋げていくことが重要な課題である。

そして、前章 4 節 4 項でも述べたように、これまでの CSR/CSM の対処能力向上に向けた取組では、特に閉じ込め空間内における要救助者の容態観察・容態安定化、保

温・保護，担架への移乗，搬出などの要領が重要な技術要素としてとらえられてきたが^{7),21)}，今後さらにこれらの技術要素に加えて，前章3節の各項でみたような危険かつ厳しい環境条件下で安全かつ効果的・効率的に要救助者の挟圧を解除する方法について，救助・工学・災害医療などの学際的観点から一層検討・研究が進められることが必要と考えられる。

またさらに，引き続き DMAT との現場連携訓練の推進も重要な課題であるが，今後は，救急救命士が CSM の実施主体になり得ることも想定し⁴⁹⁾，救急救命士との現場連携訓練を通じて，CSR/CSM の連携要領等について確認し合うことも重要な課題と考えられる。

第 5 章 第 2 部・総括

第5章

第2部・総括

第2部は「2016年熊本地震における木造倒壊建物からの救助活動に関する調査・分析」と題し、2016年熊本地震において木造倒壊建物・閉じ込め現場で救助活動に従事した警察部隊への実態調査を通じて、活動現場の状況や現場活動に関する実態データを収集・分析し、救助実動機関等における今後の対処能力向上に向けた取組をエビデンス・ベースドに推進可能とするための基礎資料の整理を試みた。

第2部・1章「第2部・序論」では、第2部の背景・目的・位置付けおよび構成を示した。

第2部・2章「警察の災害救助活動の概略と2016年熊本地震の特徴・特殊性」では、調査・分析の対象とした2016年熊本地震における警察の救助活動に関して、まず、警察の災害救助活動の概略、特に1995年兵庫県南部地震の反省教訓を踏まえて創設した災害救助部隊の変遷および災害発生時における一般的な初動対応の流れを示した。その後、2016年熊本地震の概要・特徴を概観した上で、同災害における警察の初動対応を前震・本震別に概観し、調査・分析の前提条件を整理した。

第2部・3章「調査票の開発ならびに現場状況・活動の実態把握と傾向分析」では、まず、本研究を通じて開発した調査票について、その開発段階で実施した「模型による状況再現手法を用いたヒアリング」、同ヒアリングの結果を踏まえて開発した「閉じ込め空間のパターンチャート」の概要を示した。そして、同調査票による調査結果のうち、CSR/CSMの実践に際して特に重要な状況評価項目となる①活動対象建物の破壊程度、②要救助者の閉じ込め位置、③閉じ込め空間の寸法・形状および④要救助者の被挟圧状況について、その傾向の分析と考察の結果を示した。

第2部・4章「救助活動の困難度を構成する要因に関する検討」では、調査票によって得られた実態データを基に、救助活動の所要時間と活動現場の状況等の関連性を分析することにより、木造倒壊建物からの救助活動の困難度に影響を及ぼす要因について検討を行い、災害初動対応に当たる実務者が各建物倒壊・閉じ込め現場の救助困難度を評価する上で、また、部隊レベルに応じた訓練を企画・実施する上で参考となり得る指標を整理した。

以上、第2部による研究の成果は以下の3点である。

1点目は、これまで「不安定」「狭隘」「倒壊建物の下敷き」などといったように定性的・抽象的な表現で表されてきた建物倒壊・閉じ込め現場の状況を具体的な実態データとして把握・整理できたことである。事例数は限定的であるものの、今回得たデータは、救助実動機関等においてCSR/CSMの対処能力向上に向けた各種取組を推進する上で有効な検討材料となる一つのエビデンスを構成すると考えている。

2点目は、模型による状況再現手法を用いたヒアリングや、同ヒアリング結果を踏まえた閉じ込め空間のパターンチャートの開発など、CSR/CSMの実態調査手法に関する一定の知見が得られたことである。すなわち、調査票の標準化に資する成果が得られたことで、災害現場で活動した機関の別を問わず統一的な調査と知見蓄積が可能となる道を拓く第一歩としての成果が得られたと考えている。

3点目は、今回得た実態データの分析により、これまで明らかにされてきていなかった、「木造倒壊建物からの救助活動の困難度を推定・分類する際の指標」を整理できたことである。これは、大規模災害発生時に限りある救助リソースを効率的に活用する上で、また、災害準備期において、救助実動機関等がその対処能力向上に向けた取組を推進する上で有効な検討材料となる一つのエビデンスを構成すると考えている。

ただし、今回の調査対象事例は、火災・土砂災害・浸水被害などを伴わない木造倒壊建物において警察部隊が実施した救助活動に限定されており、その意味で将来発生する災害での適応範囲は限定的である。しかし、今回実施したような一連の調査設計プロセスを経ることで、様々な建物倒壊・閉じ込め現場または警察以外の救助実動機関等の部隊に対する実態調査に応用が可能と考えており、将来発生する災害においても今回のような救助実施側の視点に立った実態調査が継続実施され、より多くの知見が蓄積されていくことが、我が国の一層の災害救助体制の向上に繋がるものと考えられる。

今回の調査で得た実態データは、本研究で分析を行ったデータ以外にも広範にわたる。これらのデータは、救助実動機関のみならず、建築工学分野、災害医療分野、地域防災分野など、多様な立場・分野から防災・減災に向けた取組を推進する上で有用な知見を含んでいると考えており、今後、更に分析を進め、別稿にて報告することとした。

結

本論文では、将来我が国で発生する災害によって、倒壊建造物の内部という極めて危険・劣悪な環境下に置かれた要救助者を安全かつ的確に救助するための体制向上に資することを目的として、特に救助実動機関の専門部隊やこれと連携する DMAT 等による CSR/CSM の対処能力向上のための方策について検討を行った。

第 1 部「訓練内容の精査・体系化，訓練施設・設定・カリキュラムの設計」では、我が国においてまだ CSR/CSM に関する取組が萌芽的段階にあった 2006 年から 2016 年熊本地震発生以前に実施した研究による知見の整理を行った。その総括は、第 1 部・6 章に示したとおりである。

第 2 部「2016 年熊本地震における木造倒壊建物からの救助活動に関する調査・分析」では、1995 年兵庫県南部地震以降で最も多くの建物倒壊・閉じ込めが発生した 2016 年熊本地震に関して、層崩壊を伴う木造倒壊建物・閉じ込め現場における救助活動の実態調査手法ならびに調査・分析結果の一端を示した。その総括は、第 2 部・5 章に示したとおりである。

以上を踏まえ、以下に本論文の意義・成果と今後の展望を示し、結びとする。

本論文の意義は、災害救助・災害医療の専門家と工学専門家が一体となった検討を段階的かつ漸次的に推進することによって、従前は実務者の経験則や想像力に依拠せざるを得ない部分が多く認められた「瓦礫災害」に対する現場活動ならびに訓練のあり方に関する実務的・学術的知見を蓄積し（第 1 部）、2016 年熊本地震発生後、それらの知見を活用して実現場活動に関する調査手法を開発して調査・分析を行い（第 2 部）、その結果をフィードバックすることによって、次の災害に備えた取組の向上に繋げるという一連のモデル（序，図 i「災害対処能力の向上モデル」）の意義・有効性を実証したことにある。

この成果の一例を、図 ix に示す。第 2 部で示した調査・分析に基づくエビデンス資料は、既に広域緊急援助隊等による訓練の現場にフィードバックされており、第 1 部・5 章で示した「可変式訓練ユニット」の設置・設定などに反映され、訓練の質の向上へと繋がっている^{13),38)}。

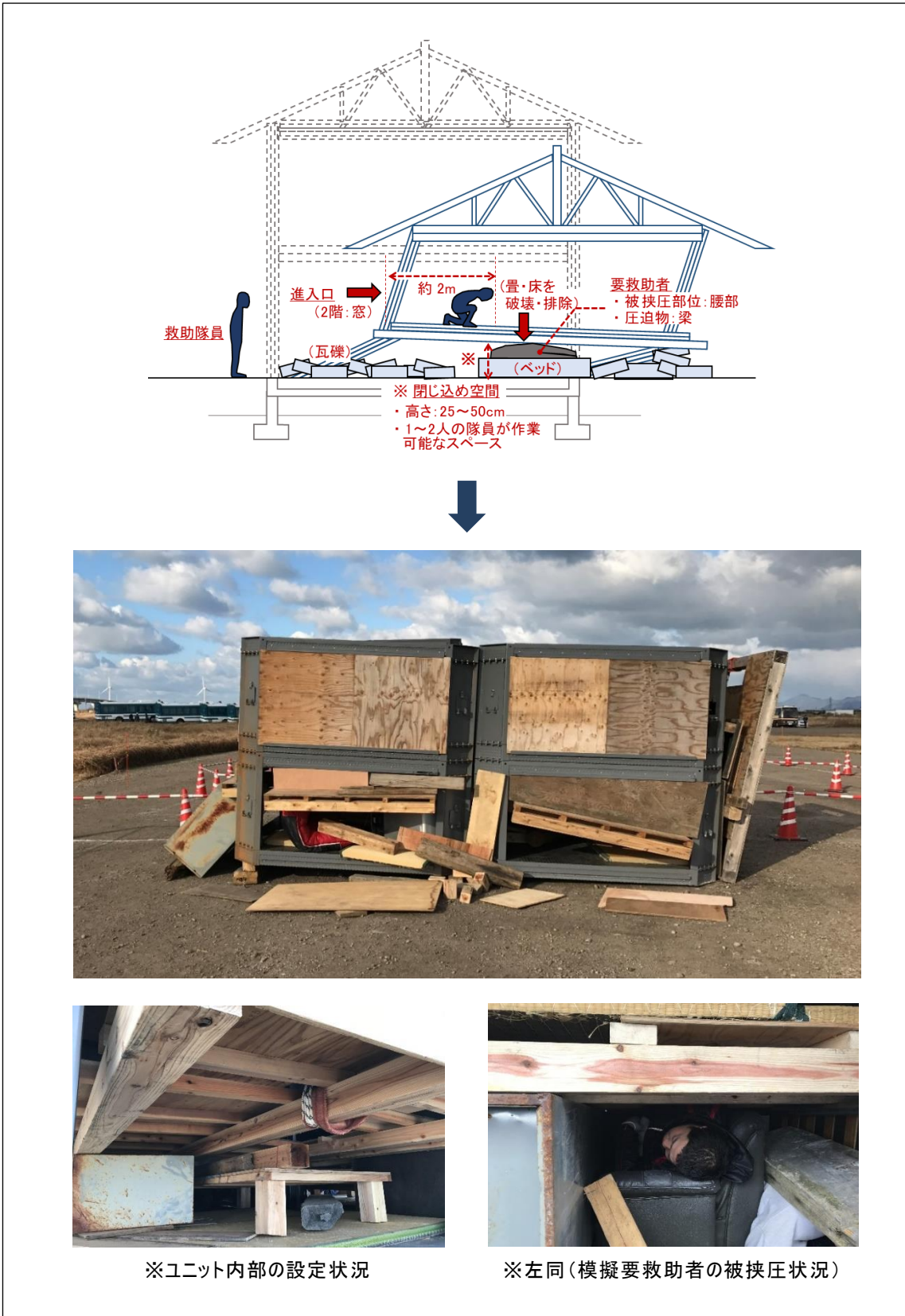


図 ix エビデンス資料を活用した「可変式訓練ユニット」の設定例

本研究で取り扱った災害は「瓦礫災害」に限定されており、また、第2部で示した調査・分析の対象事例は、2016年熊本地震という個別の災害において、火災・土砂災害・浸水被害などを伴わない木造倒壊建物現場で実施された救助活動に限られている。災害は一つ一つが異なるものであり、発生時期・時間・場所が異なれば、災害の様相は大きく異なり得る。そのような災害に備えるためには、災害準備期において、各種災害に対する現場活動ならびに訓練のあり方に関する検討を継続的に進めることが重要であり、そして、不幸にも災害が発生して救助活動が実践された場合には、その救助活動の実例から得られる実態データを収集・整理・蓄積していくことが重要である。

言うまでもなく、防災・減災に向けた取組の要諦は、過去の災害の反省・教訓を次の災害の備えとすることである。大きな犠牲を伴う災害の現場で、実活動者のみが知り得る活動現場の状況、活動の実態を、その活動者の体験談としてのみ残していくことがあってはならず、多様な分野、立場による防災・減災に向けた取組に資する学際的価値のあるデータとして蓄積・公開していくことが重要である。

災害常襲国である我が国では、今この瞬間にも大地震が発生するかも知れず、救助実動機関やDAMT等の実務者は、その災害現場で危険と隣り合わせの困難な現場活動に従事することが想定される。これらの実務者が、安全かつ的確な現場活動を遂行して救助・救命の目的を達成していくためには、これを実現可能とするための標準的教育訓練手法の確立と訓練環境の整備充実が求められる。

山田(2002)⁶⁾が指摘するように、「防ぎ得る災害死」の最小化は、災害対応に当たる実務者個人の課題ではなく、我が国の災害救助体制全体としての重要な課題である。二次災害の発生を防止し、また防ぎ得た災害死の最小化という大きな目標を達成するためには、災害準備期における効果的・効率的な教育・訓練の推進が不可欠であり、これは実務者個人ではなく、我が国の災害救助体制全体としての喫緊かつ重要な課題である。

この重要な課題に対し、救助実動機関に籍を置く実務者の一人として、そして工学者の一人として、今後も微力を尽くしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 警察庁：平成7年度版警察白書，第1章，サリン・銃・大震災に対峙した警察，第3節，阪神淡路大震災と警察活動，<https://www.npa.go.jp/hakusyo/h07/h070103.html>. (参照 2020_03_14) .
- 2) 児島洋平：大規模災害における災害警備の課題，現代警察，第150号，pp.4-9，2016.
- 3) 総務省消防庁：平成30年版消防白書，第2章，消防防災の組織と活動，pp.219-230，2019，https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/h30/items/part2_section7.pdf. (参照 2020_03_14) .
- 4) 総務省消防庁：全国から駆け付ける「緊急消防援助隊」，緊急消防援助隊の訓練，<https://www.fdma.go.jp/mission/prepare/rescue/rescue003.html>. (参照 2020_03_14) .
- 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，平成29年4月13日18時00分現在，非常災害対策本部，https://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_39.pdf (参照 2020_03_14) .
- 6) 山田憲彦：Confined Space Medicine，「災害医学」所収，南山堂，pp.188-197，2002.
- 7) 消防庁国民保護・防災参事官付：座屈耐火建物等における救助活動について（技術），平成22年救助技術の高度化等検討会報告書，2011.
- 8) 井上潤一，石川誠彦，松島俊介ほか：第5回日本集団災害医学会 Confined Space Medicine 実技体験セミナー総括報告書，第5回日本集団災害医学会事務局，2000.
- 9) 辺見弘ほか：平成13年度厚生科学特別研究最終報告書，第1部，「日本における災害時派遣医療チーム（DMAT）の標準化に関する研究」，2012.
- 10) 山口順子，丹正勝久：災害時のDMAT活動と役割，日大医誌，71(1)，pp.10-13，2012.
- 11) 厚生労働省 DMAT 事務局：DMAT とは，<http://www.dmat.jp/dmat/dmat.html> (参照 2020_06_27) .
- 12) 石井昇：災害医療の評価，「災害医療」所収，メディカ出版，pp.98-110，2007.
- 13) 警察庁：児嶋洋平，加古嘉信，小山真紀，吉村晶子，佐藤史明，関文夫，宮里直也，中島康：熊本地震における警察の救助活動に関する調査分析，警察庁，<https://www.npa.go.jp/bureau/security/kumamotojishin/kumamotojishin2.html> (参照 2019-03-14) .

- 14) 太田裕, 小山真紀, 和藤幸弘: 震災余命特性曲線の試算, -1995年兵庫県南部地震の場合-, 東濃地震科学研究所報告, seq.No.3, pp.93-100, 2000.
- 15) 太田裕, 小山真紀, 岡崎信弘: 資料: 兵庫県南部地震に伴う人間行動のアンケート調査-淡路島北淡町-, 東濃地震科学研究所報告, seq.No.11, pp.159-187, 2003.
- 16) 佐土原聡, 岡西靖: 阪神・淡路大震災における倒壊建物からの人命救助に関する調査研究, 総合都市研究, No.68, pp.33-43, 1999.
- 17) 井宮雅宏, 太田裕: 1995年兵庫県南部地震時の死者発生状況のスケッチ事例-淡路島北淡町-, 東濃地震科学研究所報告, seq.No.2, pp.24-45, 1999.
- 18) 村上ひとみ, 竹元道: 阪神・淡路大震災における消防救助記録に基づく救助労力定量化の試み, 東濃地震科学研究所報告, seq.No.2, pp.94-109, 1999.
- 19) 兵庫県警察本部: 阪神・淡路大震災 警察活動の記録-都市直下型地震との闘い-, 124p, 1996, <http://www.lib.kobe-u.ac.jp/directory/eqb/book/4-153/index.html> (参照 2020-03-08) .
- 20) 神戸市消防局予防部予防課: 神戸市消防局 阪神・淡路大震災 消防職員手記, 神戸市, <https://www.city.kobe.lg.jp/a10878/bosai/shobo/hanshinawaji/syuki/index.html> (参照 2020-03-14) .
- 21) 全国救護活動研究会: CSRМ ベーシックガイド, 東京法令出版, 2013.
- 22) Larry Collins: Technical Rescue operations, Planning, Training, & Command, PennWell Books, 254p, 2004.
- 23) Cindy Brakhage, Wes Kitchel, Santa Rosa: Urban Search and Rescue in Collapsed Structures, Institution of Fire Engineers, 368p.
- 24) 吉永和正: Confined Space Medicine (瓦礫の下の医療), 「災害医療」所収, メディカ出版, pp.204-210, 2007.
- 25) 吉村晶子, 加古嘉信, 佐藤史明: 日本における瓦礫救助医療訓練施設に求められる要件に関する研究, 地域安全学会論文集, No.9, pp.311-320, 2007.
- 26) 吉村晶子, 佐藤史明, 秋富慎司, サイモン・ロジャース, 大山太, 加古嘉信: 米国・英国との比較調査に基づく US&R 実働戦略に関する研究, 地域安全学会論文集, No.10, pp.125-135, 2008.
- 27) 日本建築学会: 建築設計資料集成【人間】, 丸善, 2003.
- 28) California State Fire Training Policies and Procedures Manual, Fifth Printing, 2006.

- 29) JPTEC 協議会：外傷病院前救護ガイドライン JPTEC, プラネット, 2005.
- 30) 総務省消防庁：災害時における消防と医療の連携に関する検討会報告書（中間とりまとめ）, 2007 など.
- 31) 佐藤史明, 吉村晶子, 高橋徹, 秋富慎司, 加古嘉信：瓦礫災害に対する救助医療活動訓練における音響シミュレーションの効果, 日本建築学会環境系論文集, Vol.75, No.649, pp.247-254, 2010.
- 32) 吉村晶子, 佐藤史明, 秋月有紀, 大山太, 加古嘉信, 秋富慎司, 中島康：瓦礫の下の現場環境の物理量計測と活動への影響評価－USAR 訓練を通じた CSR/CSM 活動向上のための実証的研究への試み－, 日本集団災害医学会誌, Vol.15, No.1,
- 33) 吉村晶子, 清水秀丸, 佐藤史明, 加古嘉信, 田所諭：US&R 訓練施設の整備と運用に関する研究－テキサス Disaster City®の調査を通じて－, 地域安全学会論文集, No.13, pp.265-274, 2011.
- 34) 総務省消防庁：都市型捜索救助等に係る調査業務報告書, 2009.
- 35) Jレスキュー, Vol. 46, pp.046-047, 2010.
- 36) 日本集団災害医学会尼崎 JR 脱線事故特別調査委員会：JR 福知山線事故における医療救護活動について, 日本集団災害医学会尼崎 JR 脱線事故特別調査委員会報告書, 2006.
- 37) 吉村晶子, 佐藤史明：閉鎖的空間での救助救命活動における空間寸法と活動制限の関係に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1, pp.981-982, 2009.
- 38) 警察庁：令和元年度版警察白書, 特集, 緊急事態への備えと対応, pp.16-17, 2019, https://www.npa.go.jp/hakusyo/r01/pdf/03_tokushu.pdf. (参照 2020_03_14) .
- 39) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：平成 28 年熊本地震建築物被害調査報（速報）, 国総研資料 第 929 号, 2016. <http://www.nilim.go.jp/lab/hbg/0929/pdf/issshiki.pdf> (参照 2020-03-08) .
- 40) 気象庁：平成 28 年（2016 年）熊本地震について（第 14 報）, 報道発表資料, <https://www.jma.go.jp/jma/press/1604/18b/kaisetsu201604181530.pdf> (参照 2020-03-08) .
- 41) 気象庁：平成 28 年（2016 年）熊本地震に関する観測・解析データ, 震度情報データベース,

- https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2016_04_14_kumamoto/index.html (参照 2020-03-08)
- 42) 益城町：平成 28 年熊本地震からの復旧・復興に向けた取組，震度 7×2 からの復興，https://www.town.mashiki.lg.jp/kiji0032076/3_2076_3082_up_xyjvzy05.pdf (参照 2020_03_14) .
- 43) 牛島素行・横幕早季・杉村晃一：平成 28 年熊本地震による人的被害の特徴，自然災害科学 J.JSNDS, 35-3, pp.203-215, 2016.
- 44) 前掲書 13), 寄稿, pp.202-217.
- 45) 岡田成幸, 高井伸雄：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン，日本建築学会構造系論文集, No.524, pp.65-72, 1999.
- 46) 堀江啓, 沖村孝, 鳥居宜之, 田中聡, 牧紀男, 林春男：木造建物を対象とした層破壊被害関数の適用性に関する考察，土木学会地震工学系論文集, Vol.27, pp.1-9, 2003.
- 47) 内閣府：阪神・淡路大震災教訓情報資料集, 02 人的被害, 内閣府, http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/data/detail/1-1-2.html (参照 2019-07-20) .
- 48) 山口芳裕：クラッシュ症候群の病態と治療，野口宏編，救急救命士標準テキスト追補版，へるす出版, pp.19-22, 2014.
- 49) 総務省消防庁：平成 28 年度救急業務のあり方に関する検討会報告書, 第 6 章, 大規模災害時等における救急業務の推進，総務省消防庁, pp.138-159, 2017.

謝辞

本学位論文をまとめるに当たり、主査をお引き受け下さった千葉工業大学の佐藤史明教授をはじめ、名城大学の吉村晶子教授、岐阜大学の小山真紀准教授には、研究計画の段階から研究の構成、研究の進め方、論文執筆のあり方など、細部に至る懇切丁寧なご指導を賜りました。先生方には、博士課程在学中の3年間はもとより、本研究を開始した2006年以降継続的にご指導を賜っており、先生方の存在無くしては、そもそも学位取得に挑戦することの意義すら見出せていなかったと考えています。ここに心より感謝申し上げます。

日本大学の関文夫教授、宮里直也教授には、2012年以降、本研究に関連するご指導を継続的に賜りました。先生方の熱意ある研究姿勢とご指導に、数え切れないほどの刺激を受けてまいりました。ここに心より感謝申し上げます。

千葉工業大学の鎌田元弘教授、鈴木比呂子教授には、本論文の審査をいただくに当たり、検討不足の点などについて丁寧な指摘をいただくとともに、今後の研究に対する視野を大きく広げていただきました。ここに心より感謝申し上げます。

東京都立広尾病院減災対策支援室の中島康先生には、本論の第1部・2章で示した米国CSR/CSM訓練プログラムの実見調査にご一緒させていただいて以降、本研究に関連するご指導を継続的に賜りました。また、医師でありながら工学の博士号を取得された先生の向上心・研究姿勢は、常に筆者の目標とするところでした。ここに心より感謝申し上げます。

本研究は、筆者が警察という組織に在籍する中で公私にわたって継続的に行ってきたものですが、この間、数え切れないほど多くの上司・同僚からご指導・ご助言を賜りました。中でも、山本将之警視長（現内閣参事官（国家安全保障局））には、警察庁の警備課災害対策室で勤務していた2014年より、本研究の意義について高く評価をいただき、また、公私を通じて継続的にご指導・ご助言を賜りました。そのほか、ここで全ての方のお名前を挙げて謝意を述べさせていただくことは到底できませんが、ご指導・ご助言を賜ってきた皆様方に心より感謝申し上げます。

また，消防や海上保安庁，医療機関等に所属される数多くの専門家の皆様から貴重なご指導・ご助言を賜りました．中でも，2003年度国際緊急援助隊救助チーム総合訓練で一緒させていただいた井上潤一先生（現山梨県立中央病院救命救急センター統括部長）には，本研究の開始に至るきっかけを与えていただき，以降，事あるごとに貴重なご指導・ご助言を賜りました．そのほか，ここで全ての方のお名前を挙げて謝意を述べさせていただくことは到底できませんが，ご指導・ご助言を賜ってきた皆様方に心より感謝申し上げます．

上記以外にも，実に多くの方々にご指導・ご助言・ご協力をいただきました．これらすべての方々的心より感謝申し上げます．

最後に，これまでの人生を支え，励まし，導いてくれた両親に心より感謝いたします．

2020年9月