

## 災害警備訓練施設の計画設計検討

千葉工業大学創造工学部都市環境工学科 吉村晶子  
 日本大学理工学部建築学科 宮里直也  
 日本大学理工学部土木工学科 関 文夫  
 嵯山女学園大学生生活科学部生活環境デザイン学科 清水秀丸  
 岐阜大学流域圏科学研究センター 小山真紀  
 千葉工業大学創造工学部建築学科 佐藤史明

### 1. はじめに

今回の熊本地震における警察による救出救助活動の調査分析結果は、既に訓練にフィードバックされつつある。通常これほどすぐには訓練に取り入れられないものだが、警察にそれができたのは、その素地として、危機管理体制の見直しと向上、中でも特に、災害に対処する部隊・隊員の教育訓練の向上にかける組織的な、また同時に熱意ある担当者による、粘り強い継続的な努力があったことが指摘される。まずはこれに敬意を表したい。我々は、この警察の努力により実現され、災害捜索救助医療の分野で一到達点となった訓練施設の計画・設計に携わる機会があったので、ここにその経緯と考え方を記しておきたい。

近畿管区警察局の災害警備訓練施設の設置構想について相談したいとの一報を受けたのは、2012年7月5日であった。警察庁は東日本大震災を受けて危機管理体制の再検討と再構築を行い、「警察災害派遣隊」を新設し、広域緊急援助隊を増員するとともに「緊急災害警備隊（約3,000人）」を新設した<sup>1)</sup>。これら部隊の新設に伴い、隊員の教育訓練施設が必要であることから、訓練施設の設置構想を立ち上げるとのことであった。

筆者吉村は2006年5月から、佐藤、清水はその翌年から、また、施設設計の主力を担った関、宮里は2011年1月から、消防、警察、自治体などの災害捜索救助医療訓練施設の計画・設計、訓練空間・環境の設定に対する技術的協力を行ってきた<sup>3)4)5)6)</sup>。この過程を通じ、相談を受けた時点で我々は、この種の訓練施設に求められる要件<sup>7)</sup>、計画設計における寸法諸元<sup>8)</sup>、訓練施設の整備と運用に関する課題<sup>9)10)</sup>、さらにその解決の方向性<sup>11)12)</sup>について、かなり明確に把握しつつあった。厳しい災害現場に出動する隊員らによりよい備えをしてもらうことができる訓練施設の実現、訓練カリキュラムや指導員養成など施設と一体に検討しなければいけない課題の解決、さらには装備資機材の試験や開発などを併せれば、より効果・効率も安全性も高い現場活動に貢献できるのではないかと考え、相談を受けた訓練施設の計画設計に際しては、できる限りの努力をしようとの気持ちで一同一致した。



近畿管区警察局災害警備訓練施設の計画設計検討風景

## 2. 訓練施設の計画理念・設計思想

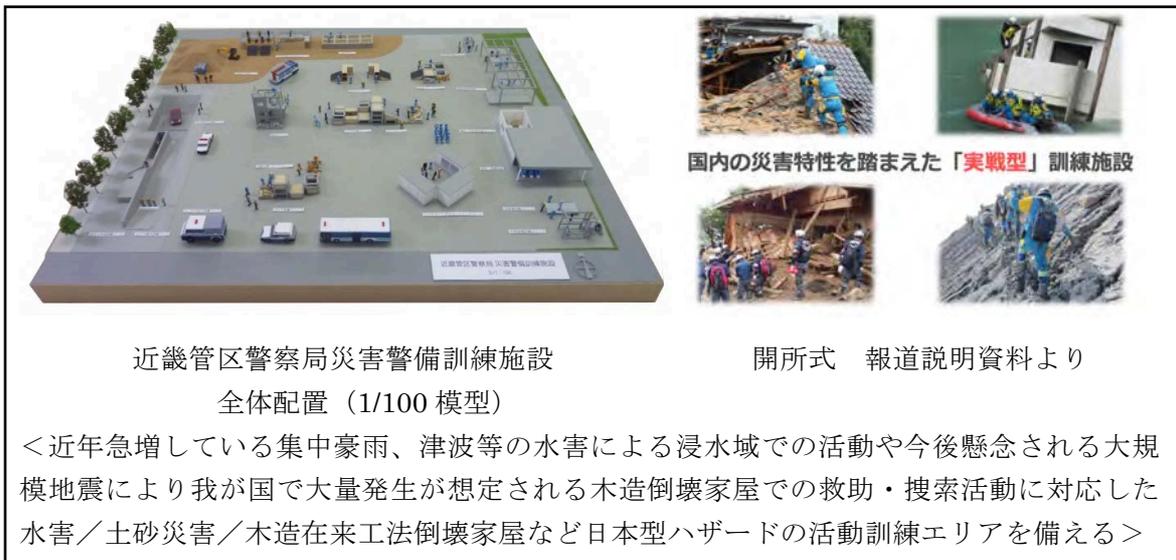
### ①日本型災害対応・実戦型訓練施設とすること

訓練施設の計画設計においては、実施すべき訓練の内容を質・両ともにできる限り把握し、施設の要求機能を把握・設定することが第一の段階となる。

計画設計時には今回の熊本地震調査分析のような詳細データまでは存在しなかったが、それでも大枠としては、日本で大規模地震が発生し多くの倒壊家屋が出た場合、救出救助部隊が求められるのは比率として被害を受ける可能性が高い新耐震基準以前築の木造家屋の倒壊現場や、頻発する台風や豪雨による浸水域や土砂災害現場などであろうと思われた。また、日本である以上、噴火による火山灰現場などにも十分に備えておく必要がある。

以上から、日本を襲う災害（誘因）の種類と被害特性、日本の各地域の状況（素因）をよくふまえて、警察の災害派遣部隊が遭遇・対処することになる蓋然性の高い現場を洗い出し、加えて、頻度は低い訓練しておくべきケースはどのようなものか、どこまでを想定するかをよく検討し、そこで必要となる活動技能（フィジカル・スキル）および知識・予測・判断等（メンタル・スキル）の内容を把握・整理し、それらを身につけて定着させる隊員養成訓練が実施可能な施設とすることが方針となった。

このような「日本型災害対応訓練施設」とする考えのもと、土砂災害訓練ゾーン、水害訓練ゾーン、倒壊建物訓練ゾーンなどの具体的検討が始まった。



検討においては、建築・土木の専門家としての視点から、土砂や火山灰の性質、建物の倒壊過程などを考慮し、訓練しておくべき活動現場として用意しておくべき典型的状況を数種類選定した<sup>13)</sup>。そのような現場において、災害対応部隊が何をしたいのか・何をしなければならないかについては、警察側も現場をよく知る隊員らを選抜した検討組織を準備して対応してくれ<sup>14)</sup>、ここに工学専門家と現場活動者の連携スキームによる検討体制を組んだ上で必要なフィジカル・メンタル両面のスキルを特定してカリキュラムに組み込んでいくことができるようになった。



## ②「考えて、動ける隊員」を養成する訓練施設とすること

災害はひとつひとつが異なり、どれひとつとして同じものはない。地震そのものとしては似たような揺れをもたらすものであっても、地域が違えば、あるいは少しの時間の差で、様相が全く異なってくる可能性もある（例えばもし阪神・淡路大震災が5時46分という早朝でなく通勤ラッシュアワーの頃、高架上に満員電車がおり高速上にも多くの車が走っている時刻に起こっていたら、相当に様相が異なっていたであろうことが容易に想像される）。

従って、マニュアル思考ではなく、原理原則を知り、現場で適用・応用できる隊員、すなわち「考えて、動ける隊員」の養成が重要であると思われた。そのためにどのような訓練施設とすべきかを検討していくことが、重要な方針として計画設計メンバーに共有された。原理原則を理解するための「ラボ」の構想はここから生まれ、重量物を移動する際の注意事項や緊急補強材の入れ方などについて実物による実験・展示や体感的理解が得られる施設の検討が始まった。また、住宅など活動対象として蓋然性の高い構造物を構成する床、天井、壁などの実物展示により理解を深められるよう、活動上のポイントをまとめたパネルとともに用意している。さらに、訓練場所の直近でこれから受ける訓練の内容、位置づけおよび技術解説などの説明を受けることができ、訓練後の反省検討を実施するためのレクチャー・デブリーフィング・ブースの確保もはかった。



構造・材質・重量物の特性と原理を  
実感的に理解できる特性ラボ

床、天井、壁などの実物展示と  
活動上のポイントをまとめたパネル



レクチャー・デブリーフィング・ブース

<倒壊建物現場での活動をより安全に行うために必要な、構造・材質・重量物の特性と原理を実感的に理解できる特性ラボ。建築・土木分野で蓄積された技法を活動に取り入れるための発想力を伸ばし、将来的にはコラボレーションにより近畿管区警察救助資機材セットの開発も視野に入れたものを備える>

### ③管理型訓練施設であること

既往の訓練施設によくみられた発想は、模擬的に災害現場を再現した訓練環境で場数を踏むという発想であった。これは米英の施設のように訓練施設に専属の技術者が存在する場合には有効であるが、そうでなければ非効率、さらには危険を孕んだ訓練環境となってしまう可能性もある。実際、できるだけリアルに災害現場を再現しようとするあまり、本当に危険な現場を再現してしまった例も見受けられた<sup>78)</sup>。また、実物でない再現は、あくまでも模擬的な再現環境であるため、実際の災害現場とは異なる面があると誤った認識を植え付けてしまうミスリードの懸念もあった。

そうではなく、フィジカルなスキル、メンタルなスキルなど訓練すべき項目を特定したうえで効率的効果的に身につけられるよう考えていく必要があるように思われた。警察の場合、特に訓練の効率性と効果は要求される。災害派遣隊のうち例えば管区機動隊の隊員が年間のうちどのくらい訓練受けるかをみると、年間 34 時間を半期 17 時間ずつに分けて受ける訓練となっていた。隊員としての登録期間自体が 2 年間ほどであるから、相当地に効率的な訓練を実施する必要がある。

**不安定・危険な災害現場を想定した訓練施設の課題**



**安全管理・技術指導が困難**      **準備・撤収が困難**

↓



＜災害現場への類似性を重視した従来の模擬現場型の訓練施設とくらべ、訓練対象部隊や訓練内容に応じて組み替えられ、訓練の事前事後は設定・撤収が容易、訓練中は指導や安全管理が可能、また維持管理面も優れた「管理型」訓練施設（訓練中はもちろん、設定・設置、撤収、管理・維持の安全な運用を最重要視。ハード的に二重、三重に安全配慮を施した詳細設計および運用手順策定も含めた総合デザインによる安全設計＞

④可変性、可視性により体系的・段階的で実効性の高い訓練ができる施設であること

訓練プログラムの開発は、施設の計画設計の前提となる。ここにおいて、現場をよく知る隊長・隊員らを、分析・整理に長ける研究者・技術者が支援することで、各々だけでは見落とされがちな点を補いあつてよい訓練プログラムを開発することができる。ここで、よい訓練プログラムとは、常に検証、改善を繰り返すものいい、そのフィードバックとスパイラルアップがなければ、決してよいプログラムではない。そこで、訓練プログラムの開発を行うための検討体制の確保を提案し、またそれを施設の整備検討と連動させることで、さらに効率と効果が出ることがめざされた。

保有資機材・活動対象、訓練時間数・頻度等から求められる活動能力を隊レベルごとに整理し、それに基づき訓練カリキュラムと必要施設を特定。以上により、管区機動隊（新設された緊急災害警備隊・広域緊急援助隊）、府県機動隊（広域緊急援助隊）、特別救助班（P-REX）の3レベルの段階的訓練を実施可能とした。

**訓練指導員の確保**

近畿管区内各府県警察に  
訓練指導員を養成

1/100スケール模型

### 段階的・体系的訓練を実現する「可変型」訓練施設

<地震災害の初期対応に必要な一連の訓練を実施可能な基礎訓練マルチシステムユニット（担当者が交代しても一定手順で上記が可能で、全国にも標準化して展開できる、システム化・ユニット化された安全設計）>

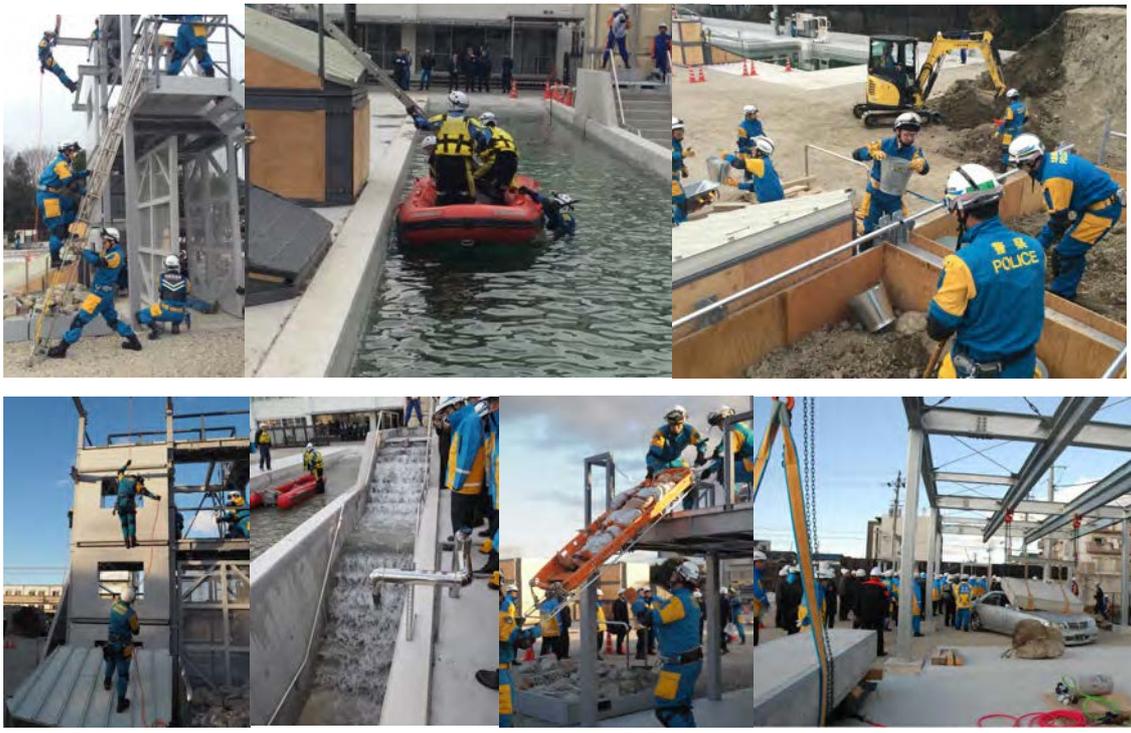
### 3. 施設の構成

以上により、実効的な訓練運用を最大限考慮し、1個大隊規模の大人数の訓練者に対し、効果的かつ効率的に訓練を実施するために必要な施設構成要素を特定したうえで配置した施設全体計画となった。主要訓練各施設に加え、レクチャーブース、デブリーフィングブース、車両資機材庫等を配置。訓練運用上必要な安全距離の確保、施設運用上必要な設置動線、見学スペース等も含めた多角的検討に基づく計画立案である。

近畿管区警察局災害警備訓練施設



- ①日本型災害対応・実戦型訓練施設
- ②「考えて、動ける隊員」を養成
- ③管理型訓練施設
- ④可変性、可視性により体系的・段階的で実効性の高い訓練ができる



＜参考＞ 原案段階での施設構成：

- 地震災害初期対応 基礎訓練マルチシステムユニット
- 倒壊建物現場対応 構造・材質・重量物 特性ラボ
- 豪雨・浸水域対応 水害・土砂ハザード活動訓練エリア
- 木造倒壊家屋対応 日本型ハザード活動訓練エリア



#### 4. 訓練ユニットの設計

既往の訓練施設によくみられた発想のひとつに、模擬的に災害現場を再現し、場数を踏むという発想があった。これは米英の施設のように訓練施設に専属の技術者が存在するなどの場合には有効であるが<sup>9)10)</sup>、技術者なしの状態では本当に災害現場並みに危険な訓練環境を生む可能性をはらむ<sup>8)</sup>。この種の訓練施設は建物等の床、壁、天井などの破壊による要救助者へのアプローチを含む訓練を行うものであるが、災害現場を模擬した訓練施設の構造的な安全性を確保する基準は存在せず、また、ともすれば訓練内容そのものよりも見た目の災害現場らしさを重視する本末転倒を引き起こしがちな状況もある<sup>8)</sup>。災害現場を模擬的に再現する方式の訓練施設では、瓦礫が散乱してこみいった状況や閉鎖的空間を設定した場合は特に、訓練している者の動きや活動を指導員が見たり声をかけたりすることが困難であるため、想定との付与、指導・助言、安全管理などが十分にできないこともある。

我々の設計した訓練施設は、これとは発想を異にする。訓練すべきスキルを構成する要素や、複数のスキルを組み合わせた一連の活動プロセスを丹念に把握・整理し、さらにそれらを段階的・体系的に習得・習熟、定着させることのできる訓練を運営できることを第一としている。その上で、指導員や安全管理員などによる想定との付与、指導・助言、安全管理などを十分に行うことができること、また設営・設定や撤収・維持管理などまでを含めた訓練運営サイクル全体が円滑にまわることを考慮している。加えて定期的に人事異動があり担当者が変わることが多い公的機関での運用となることを考慮し、管理のあり方を重視して計画設計に臨んでいる。

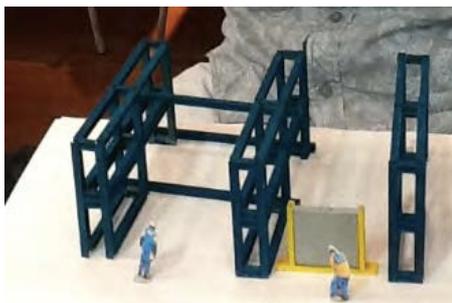
以下では宮里が中心となって設計し、またメンバー全員で検討した訓練ユニットについて特に詳しく紹介する。

##### ① 倒壊建物救助マルチ訓練ユニット プロトタイプ0号 (Late 2012 model)

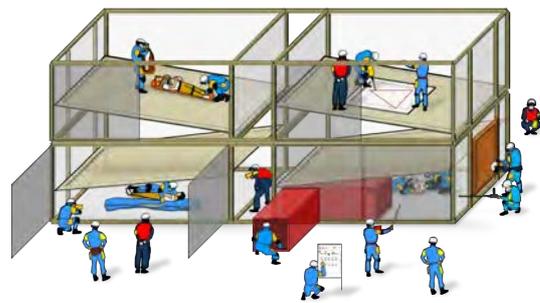
我々は訓練施設に関する最初の相談を2012年7月に受けた後、速やかに検討を開始し、8月末には最初のプロトタイプを提案した。

このプロトタイプ0号は、外枠にしっかりとしたフレームを作り、その中で必要な訓練設定を様々に自由に組めるようにする発想での訓練施設とするものであった。そのような作りになると、訓練空間を設定する際、どのように傾斜させたり落下した形に設定したりしても、壁、天井、床などは全て外枠のフレームで支えられているので、安全性が損なわれることがない。また、指導・助言や安全管理のためのスペースも自在に組み込める。

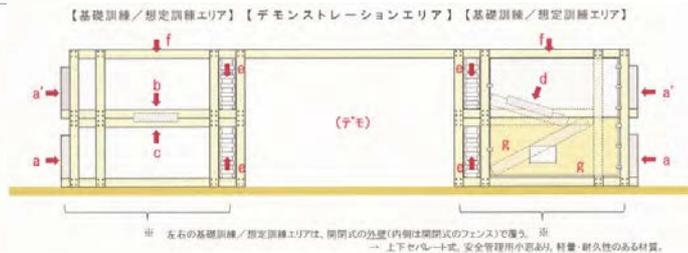
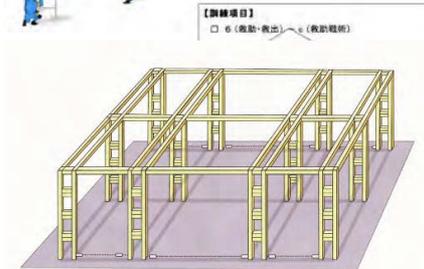
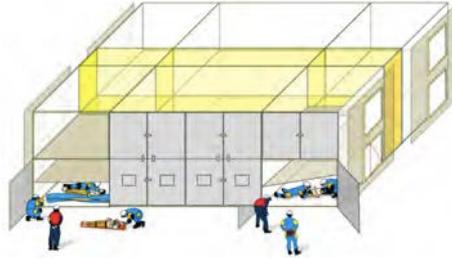
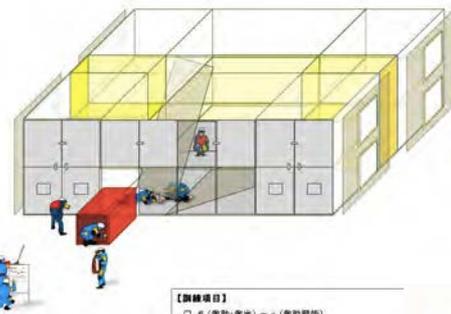
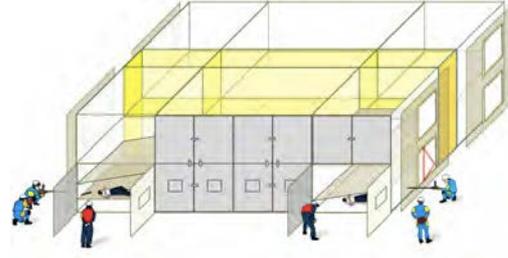
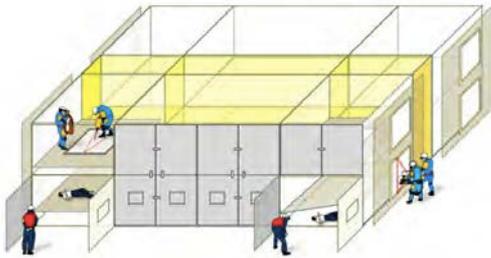
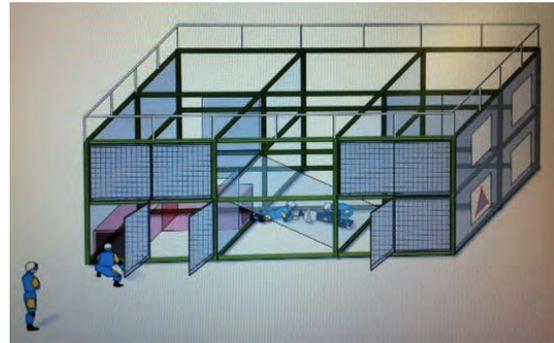
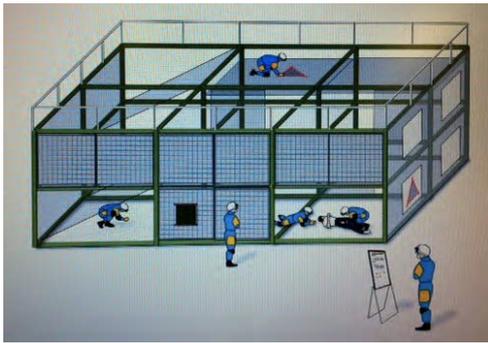
このように、管理型であり可視性、可変性を持たせるという発想は当初からあった。さらにモジュール化し組み換え可能にする発想が出てくるのは次の段階であった。



プロトタイプ0号 スタディ模型での検討

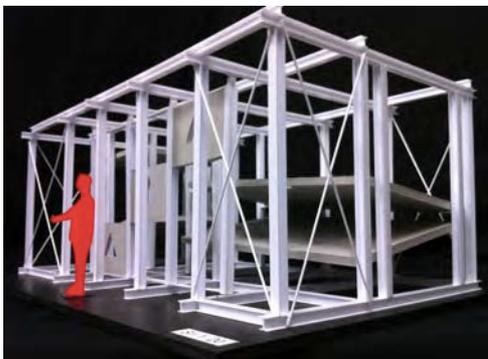


プロトタイプ0号使用訓練イメージ



検討過程でのユニット案と活用案

a ~ d ... 進入・退出確保(外壁等の破壊: RC造・木造)      a → g ... 救助・救出(救助空間での移動、保温・保護、救助機材、搬出)  
e ~ f ... 進入・退出確保(高所/低所へ): RC造・木造      (T'E) ... 危険要因の排除(重量物移動、建物等安定化、重量物安定化)



2012 年末ごろには、設計がかなり洗練できてきた

② 倒壊建物救助マルチ訓練ユニット プロトタイプ1号 (Early 2014 model)

2013年夏には災害警備訓練施設を東西に拠点として整備することが決定され、我々もさらに設計の精度を上げていった。

2013年12月～2014年2月には、宮里がさらに工夫を重ね、プロトタイプ1号を開発した。しっかりとした外枠を作りその中で様々な設定を行うことができるというプロトタイプ0号の発想を継承しつつ、プロトタイプ1号は、個々の単位としては小型の訓練ユニットを数種類用意し、組み合わせることで一連の訓練が可能な、ユニット化・システム設計の発想によるものである。このことにより、訓練の目的や内容、訓練対象者の部隊規模やレベルに応じて訓練設定を組み替えていくことが容易となる。安全性を確保した上で、効果・効率がさらに大きく高められるよう考えたものである。このとき同時に、訓練すべき内容についても精査が加えられ、木造建物の倒壊過程の既往知見をもとに分析を加え、建物倒壊現場での救助プロセスに沿った、より実践的で実効性の高い訓練内容<sup>13)15)</sup>をユニット内部で実施できるよう工夫が加えられた。

木造日本家屋の倒壊メカニズムの分析



木造軸組み工法2階建て（1階部分崩壊の場合）

木造日本家屋の倒壊メカニズムの分析

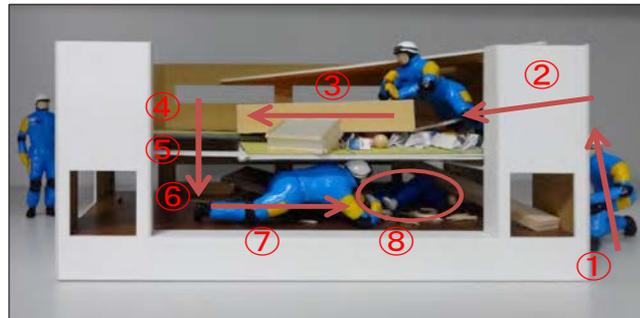


木造軸組み工法2階建て（1階部分崩壊の場合）



- ① 高所への進入      ② 水平方向の移動      ③ 床面の破壊、障害物排除
- ④ 上下方向への移動      ⑤ 構造物の安定化      ⑥ 狭隙空間の移動、捜索
- ⑦ 容態観察、保温・保護      ⑧ 重量物の排除      ⑨ 支柱固定・搬出

建物倒壊過程の分析、救助活動プロセスならびにそこで必要となるスキルの特定検討<sup>13)15)</sup>



各救助活動プロセスで必要となるスキルの訓練空間を内部で設定可能なユニットの開発



模型によるプロトタイプ1号訓練ユニットの検討



訓練ユニットの内部（接写カメラにより模型内部を撮影）

④ 倒壊建物救助マルチ訓練ユニット リリース1号 (Mid 2014/ Early 2016 model)

以上のように設計の精度を上げていくなかで、宮里のアイデアによりひとつのブレークスルーとなったのは、数種類あった訓練ユニットをモジュール化し、統一の規格寸法とすることで、さらに自在に組み替えられるシステム設計としたことである。これにより、訓練効果が高い訓練を実施可能であるとともに、管理型で設定・撤収や維持管理が容易で、可視性・安全性が確保され、可変型で運用が円滑なユニットがひとつとおり完成した。



モジュール化ユニットの模型での検討

実大ユニットの整備



モジュール化された屋内、屋根、瓦礫ハザード等の各活動現場に対応したユニット  
瓦礫ハザードユニットはフォークリフトにより運搬できるようフォーク用の穴が下にある。



部隊規模や訓練目的によって組み替えることで、訓練内容に応じた訓練設定が可能

## 5. ユニットを用いた訓練

### ① 合同訓練での使用

上記のプロトタイプ1号の時点より、各ユニットは車両運搬可能な寸法で設計する（可搬性）という考えを方針とすることとなった。そして2013年11月に丹波で開催された近畿管区広域緊急援助隊合同訓練では、プロトタイプ1号モデルのユニットのうち、小型でトンネル型のユニットを試作して導入することが試みられた。外観はただの箱のように見えて、その内部は、訓練目的に応じた設定を箱の骨組みとなっている部分に固定することで自在に行うことができ、実活動に近い負荷のあるかなり厳しい設定も可能である。また、照明・視環境が専門の富山大・秋月有紀教授の助言により、ユニット内部を光の反射率の低い黒色などの色に塗装することで、訓練効果をさらに向上させている。



プロトタイプ1号（小型 CSR ユニット）の試作ユニットを用いた広域緊急援助隊合同訓練

### ②熊本地震後の訓練への取り入れ

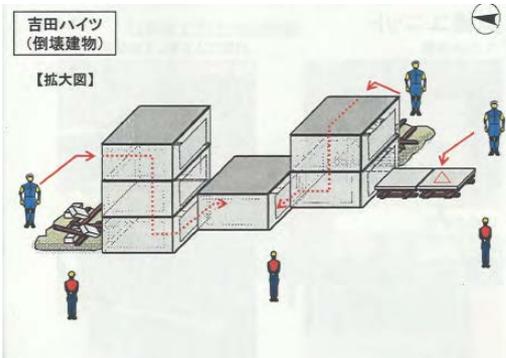
その後も試作ユニットを用いた合同訓練は毎年開催され、近畿管区災害警備訓練施設の竣工後も、開催地にユニットを搬入・設置しての訓練が行われてきている。ユニットがモジュール化されているため様々な想定等に対応した訓練設定が可能となっており、どのような倒壊建物を想定しているかを示す写真パネルをユニットの前に示すなどして訓練者にもその想定を示しながら訓練が行われてきている。ユニットは、外観は箱のように見えるが、内部は倒壊建物現場をよく模擬しており、例えば床面には実物の畳があり、畳を上げていかないと要救助者にアプローチできない状況や、狭小空間の設定などができる。この訓練施設で訓練を受けた後に熊本地震に派遣された隊員の中には「熊本の現場が、ユニットの中のように見えました」と報告してきた隊員もあった。熊本地震後もさらに、今回得られた知見を取り入れた訓練が実施されている。



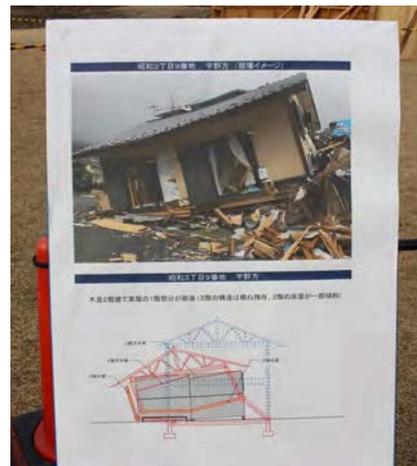
訓練ユニットの内部。床や天井が傾斜し、畳をはぎながら進んでいかななくてはならない



熊本地震後の訓練状況。瓦礫ハザードユニットを併用して現場周辺の状況も再現している。開口部への緊急補強の訓練なども調査分析結果の知見を活かし、行われている。



熊本地震前の訓練想定とユニット設定例。これでも十分に良い訓練を実施可能であるが、建物の倒壊状況と訓練設定の関連が、訓練者にはややわかりにくい。



熊本地震後の訓練想定とユニット設定例（2017年2月合同訓練）。熊本地震における救助活動の調査分析結果を活用し、活動現場における救助プロセスに関わる空間言語がユニットを用いて再現されており、より実戦的な訓練が実施できるようになっている。またそれを示すパネルもユニットの前に掲示し、訓練者が想定を理解しやすいようになっている。

## 参考文献

- 1) 「東日本大震災と警察」(「焦点」281号)  
<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/syouten/syouten281/index.html>
- 2) 警察庁「災害に係る危機管理体制の再構築に向けた規程の整備について」(広報資料)  
 平成24年5月31日
- 3) Akiko Yoshimura and Yoshinobu Kako: Can we build a system to save disaster victims trapped under rubble? Rising to the challenge at our first US&R training facility. Proc. 1st International Workshop on Disaster Casualty, Kyoto, Japan, 25pp., 2007.11
- 4) 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 75(649), pp.247-254, 2010.3
- 5) 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 15(1), pp.27-35, 2010.6
- 6) Akiko Yoshimura, Fumiaki Satoh, Tohru Takahashi: Acoustic simulation applied to Urban Search and Rescue (US&R). Inter-Noise 2011, Proceedings of 40th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Osaka, 9pp., in CD-ROM, 2011.9
- 7) 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(9); pp.311-320, 2007.11
- 8) 吉村晶子, 佐藤史明: 閉鎖的空間における救助医療活動に関する人間工学的研究: 人体計測および動作実験に基づく訓練経路の高さ寸法の指標に関する検討. 日本建築学会計画系論文集 77(673); pp.521-528, 2012.3
- 9) 吉村晶子, 梅山吾郎, 小山真紀, 清水秀丸, 加古嘉信, 佐藤史明, 関文夫: 日本で運用可能な US&R 訓練施設の設計資料集の作成検討. 地域安全学会梗概集 No.28, pp.73-76, 2011.5
- 10) 吉村晶子・小山真紀・関文夫・宮里直也・佐藤史明: 消防機関における US&R 訓練への取り組みおよび施設の設置・運用に関する現状と課題. 地域安全学会梗概集 30号 pp.99-102, 2012.6
- 11) 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(10); pp.125-135, 2008.11
- 12) 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(13); pp.265-274, 2010.11
- 13) 吉村晶子, 宮里直也, 関文夫: 災害対応訓練施設の設計に向けての考え方: 土木・建築の発想から災害対処能力向上をめざして. 警察学論集, 67(8); pp.39-60, 2014.8
- 14) 近畿管区警察局長「近畿管区災害警備訓練施設ワーキンググループの設置等について(通知)」、平成26年6月26日

- 15) 金子将大・高山慎太郎・吉村晶子・清水秀丸・宮里直也・関文夫・佐藤史明：効果的かつ効率的な災害対応訓練施設の設計に関する研究：その2 派遣部隊の活動対象となる木造倒壊建物の特定による機能要求の明確化．日本建築学会大会学術講演梗概集；防火，pp.37-38，2014.9