

Kinect を用いた災害時における搬送訓練システム

泉田 健斗^{1,a)} 田山 友紀^{2,b)} 加藤 隆雅^{2,c)} 岡田 謙一^{1,d)}

概要：近年、大規模災害に備えた訓練が重要であるとされている。救急隊員がすぐに現場に到着できない緊急の状況下においては一般市民が傷病者を適切に搬送する必要がある。事前に適切な搬送法を学ぶための訓練が実施されている。しかし、現状の搬送訓練は訓練者の他に傷病者役や正しい搬送体勢かを判定する役が必要であり、複数人で行わなければならないため、頻繁に訓練を行うことが難しい。また、訓練では傷病者役の人を実際に持ち上げて運ぶため、訓練者の身体的負担が大きいという問題点がある。そこで本研究では、Kinect を用いた搬送訓練システムを提案する。訓練者が搬送体勢を取ると、Kinect センサは骨格情報を読み取り、正しい搬送体勢を取れているかを自動判定するため、頻繁に訓練を行いやすい。また、傷病者役に関節可動式マネキンを用いることで、訓練者にかかる身体的負担が小さくなる上に、訓練の実施に必要な人数を削減できる。本システムによって、搬送訓練をより手軽に、少人数で行うことができると期待される。

A Transportation Training System for Emergencies Using Kinect

KENTO IZUMIDA^{1,a)} YUKI TAYAMA^{2,b)} RYUGA KATO^{2,c)} KEN-ICHI OKADA^{1,d)}

1. はじめに

災害が発生した時の傷病者の救助活動は的確に行われなければならない。そのため通常、災害発生時に傷病者を救助するのは救急隊など特別な技術を持つ者である。しかし、広範囲にわたる大災害の場合、救助隊は数多くの被災現場に対応しなければならず、また道路の寸断などによりすぐに救助に取り掛かることができないことも考えられる。このような状況では、一般市民が救助活動を行うことになる。1995年に発生した阪神・淡路大震災では、要救助者のおよそ8割が市民によって救助されたと推計されており[1]、大きな災害であればあるほど市民による救助活動が必要になる。救助活動の一つに、傷病者を安全な場所に移動させるための搬送作業がある。搬送作業は普通、担架やストレッチャーなどの器具を用いて行われるが、災害の程度や被災状況によっては器具をすぐに用意できない可能性が考えられ、その場合は器具を使わず、直接人の手による搬送を行う。これを徒手搬送といい、搬送者が一人であっても迅速に搬送作業に取り掛かることができる。

市民が災害時に徒手搬送を適切に行えるようにするためには、事前に訓練を行う必要がある。市民による徒手搬送の訓練は、各自治体などが主催する訓練の中で行われている[2]が、多くの場合他の種類の訓練と同時に総合防災訓練の中の一つとして行われており、総合防災訓練は頻繁には行われていないため、徒手搬送訓練の経験がある人は少ないのが現状である。訓練の経験がある人とならない人は徒手搬送に対する理解の程度が異なり、習熟度に差が出る。この差を小さくするためには訓練を複数回行う必要があるが、搬送訓練には搬送者の他に傷病者として搬送される人や正しい搬送かどうかを判定する人が必要であり、頻繁に揃えることは難しい。また、通常の担架を用いる搬送を含め、搬送訓練では人を持ち上げて運ぶ動作を伴うため、訓練者の身体にかかる負担が大きくなる。搬送の際には、特に腰に大きな負担がかかることが分かっており[3]、搬送

¹ 慶應義塾大学理工学部
Faculty of Science and Technology, Keio University
² 慶應義塾大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Keio University
^{a)} izumida@mos.ics.keio.ac.jp
^{b)} tayama@mos.ics.keio.ac.jp
^{c)} kato@mos.ics.keio.ac.jp
^{d)} okada@z2.keio.ac.jp

訓練を何度も行うことが難しい原因の一つとなっている。

このような背景から本研究では、身体の動きを自動検出するセンサである Kinect を使用した、徒手搬送を中心とした搬送訓練を行うことのできるシステムを提案する。本提案システムによる搬送体勢の自動検出や傷病者役におけるマネキンの利用により搬送訓練を一人でも行うことができるようになり、また訓練中の身体的負担を大きく軽減できる。そして、訓練の IT 化により搬送訓練を個人のペースに合わせて行うことができる。

以下本論文では、2 章において災害訓練の現状や関連研究、および問題点について言及する。3 章では問題点を解決するために必要な事柄を挙げ、本研究の提案内容を説明する。4 章では提案システムの実装について述べる。5 章では提案システムに対する評価実験案の概要を説明し、最後 6 章を本研究のまとめとする。

2. 関連研究

2.1 市民が参加する災害訓練の現状

災害は突発的に発生し、すぐに周囲の環境が普段とは異なる危機的な状況に変化する。我々は災害が起きた時の状況に慣れていないため、適切な行動を取るための判断力を失いがちである。また、災害の影響が広い範囲に及ぶものであれば、一般市民による助け合いがより重要な意味を持つようになる。

そこで、災害が発生した時に各々がどのように対処するかを訓練する機会が日本の各自治体のほか、町内会などの自治組織などにおいても設けられている。1995 年の阪神・淡路大震災、そして 2011 年の東日本大震災を経て、自治組織による災害対策活動が活発に行われている。全国における自主的な防災組織による活動カバー率（全世帯数のうち、自主防災組織の活動範囲に含まれている地域の世帯数の割合）は毎年増加しており、2014 年度には 80% に到達した [4]。訓練の内容は様々で、避難所までの経路を確認する避難訓練、AED（自動体外式除細動器）の使用法や応急救護を学ぶ応急救護訓練、被災状況に関する情報の伝達方法を確認する情報伝達訓練などが行われている。これらの訓練を一つ一つ個別に行う機会にはほとんど存在せず、総合防災訓練として同時に訓練の機会が設けられることが多い [5]。多様な防災訓練を同時に実施することで、防災に関する知識の定着や意識向上に繋がるほか、近隣の人とのコミュニティの形成促進や役割分担の確認ができる場となっている。

傷病者の搬送に関する訓練も同様に総合防災訓練の中で行われる。訓練者は傷病者役の人を担架や徒手によって搬送することで、災害時において救急隊がすぐに現場に駆けつけられない状況でも市民によって傷病者を搬送できるようにすることを狙いとしている。

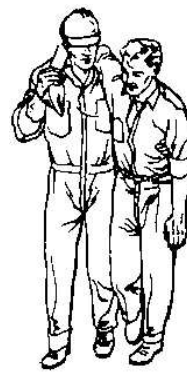


図 1 支持搬送



図 2 背負い搬送

2.2 徒手搬送の種類とボディメカニクス

徒手搬送を行う時の体勢にはいくつか種類がある。搬送者は傷病者の負傷状況や現場の環境などによって適切な搬送法を選び、搬送する必要がある。一人で行う徒手搬送の例として、図 1 は支持搬送と呼ばれる徒手搬送の体勢であり、比較的軽傷の傷病者を安全に搬送することができるが、歩けない、あるいは意識のない傷病者にこの搬送法を用いるのは危険であるため選択してはいけない [6]。また、図 2 の搬送体勢は背負い搬送と呼ばれ、意識の有無や歩行の可否に関係なく用いることのできる搬送法であるが、傷病者の全体重が搬送者にかかるため長距離の搬送には向かないというデメリットもある。この他、一人で行う搬送法に抱き上げ搬送や緊急搬送、二人で行う搬送法に組手搬送や両手搬送などがある。

徒手搬送では傷病者を搬送者の身体で支え、持ちあげて運ぶ方法が多く、搬送者にかかる負担が大きい。また、傷病者にも少なからず負担がかかる。担架などの傷病者を安全に搬送することのできる器具がすぐに用意できる場合は器具を用いた搬送を行うのが良い。しかしながら、緊急時には傷病者全員を安全に搬送できるだけの器具や人手が不足することが想定される。そのため、市民が徒手搬送を理解し、災害発生時に徒手搬送を行えるようにしておくことの意義は大きい。

また、搬送時に身体にかかる負担を減らすためには、ボディメカニクスを考慮して搬送することが大切である。ボディメカニクスとは、人の身体を構成する筋肉や骨の力学的な相互関係を活用する技術のことである。ボディメカニクスに基づく正しい足の位置や力のかけ方を意識することで、余分な力を使わずに搬送を行うことができると考えられている [6]。具体的には、支持基底面積（両足で囲まれた部分の面積）を広くする、重心を低くする、運ばれる人の身体を小さくまとめる、などである。ボディメカニクスは介護や医療の現場においては広く知られており、病院における看護師が身体を動かすことのできない人の移乗を行う時に意識することで、身体にかかる負担を軽減し、腰痛の発生を抑えられるという報告が為されている [7]。

2.3 学習ツールの IT 化

近年、いつでも繰り返し復習することができることを目的とした学習ツールの IT 化が進む中、災害に関する訓練についても同様に情報処理技術を取り入れたシステムが数多く構築されている。

Capuano ら [8] は、避難訓練を行うことのできる教育用ゲームを開発した。小中学生が対象であり、彼らが通う学校と同じ構造の 3D モデルをゲーム内で再現し、非常口までの経路をたどっていくという内容であるため、ゲームで学習したことをそのまま現実世界に活かすことができる。実際、今まで避難経路を知らなかった学生がこのゲームを体験したことにより非常口と避難経路を覚えることができた。浦野ら [9] は、スマートフォンに搭載されている GPS 機能と加速度センサを用いた、地域毎の災害リスクを反映させた訓練を行えるシステムを構築した。訓練者が現実世界において現在いる地点の環境と、スマートフォン内で発生するイベントがリンクするようになっている。この特長により、実際に災害が起きた時のイメージを掴みやすくなっている。

いずれも、これまでの訓練が形骸化し、訓練を行う動機が薄れていることを背景としており、IT 化によって臨場感を高め、訓練への動機付けに成功している。これにより、訓練の反復が期待され学習効果の向上にも繋がる。ただし、ここに挙げた関連研究はいずれも避難訓練に対応したものであり、搬送訓練を扱った研究ではない。

また、本研究では Kinect による人の身体の体勢を検出する技術を用いるが、これを利用したシステムに西脇ら [10] が開発したダンスの学習を支援するシステムがある。ユーザはシステムによる指示を受けて腰を落とすなどの動作を行うと、ユーザの関節の動きを Kinect が検出する。ユーザが指示通りに動いているか、あるいは動きの程度はどれほどかを自動で調べ、結果を基にしたフィードバックを音声と画面表示で行うことにより、ユーザは一人であっても、ダンスを練習しながら同時に指導を受けることができる。小原ら [11] は、Kinect の体勢検出を用いた心肺蘇生法の姿勢学習を行うシステムを構築した。心肺蘇生法は胸骨の圧迫を行う姿勢が重要である。適切な姿勢を実践的な訓練で学習するために、訓練者の肩、肘、手首を Kinect で検出する。得られたデータをあらかじめ用意した心肺蘇生法資格所有者のデータと比較することで、システムから指導を受けることができる。

2.4 問題点

現在自治体などで行われている災害訓練には、以下の問題点があると考えられる。

第一に、集団で訓練を行うため訓練自体を頻繁に行えないという点が挙げられる。災害訓練は訓練を行う人以外に、傷病者の役をする人、記録を取る人、そして訓練で使

用する多くの機材、これらすべてを用意する必要がある。実際多くの自治体において、合同訓練は年に一回から二回であり [12]、反復して学習することができない。学習機会の不足は災害発生時の対処に悪影響を及ぼす。

第二に、個人の訓練に対する理解度の違いを配慮できていないという点が挙げられる。現状の災害訓練は訓練を行う前に必ず訓練の内容を説明し、今までに訓練者がその訓練を体験したことがあるかどうかを考慮しない。既に体験したことがある人が、前回訓練した内容を忘れていないかを確認するために説明を受けずにいきなり訓練から始めたいと思っても、初めて訓練を体験する人に合わせなければならない。すなわち、訓練に際して知識を学習する段階と訓練を行う段階を分けられておらず、学習の効率が悪い。

第三に、搬送訓練、とりわけ徒手搬送の訓練では訓練者の身体にかかる負担が大きいという点が挙げられる。搬送体勢を覚えるには実際に搬送体勢を取ってみることが大切だが、搬送時には、傷病者の体重が搬送者にかかるため、腰を痛めるなど身体に怪我を負ってしまいかねない。

また、2.3 節で述べたように、実際の行動を伴った災害訓練に関するシステムには避難訓練に関するものが多く、実際に傷病者を持ち上げるなどの行動を伴う搬送訓練が行えるシステムはあまり見られない。本研究では、災害訓練の中でも搬送訓練に特化し、搬送法を自分で判断し実際に搬送体勢を取る訓練をシステム化することを試みた。

3. Kinect を用いた災害時における緊急搬送訓練システム

2.4 節で述べた問題点を解決する搬送訓練システムに必要な要件には、搬送訓練を一人でも行えるようにすること、個人の理解度に応じた学習と訓練ができるようにすること、そして搬送訓練を行う人にかかる身体的負担を軽くすることの三点が挙げられる。

3.1 体勢の自動検出

訓練は内容を正しく理解し、実践と振り返りを行うことが重要である。実践的な訓練中にフィードバックを得ることができれば、それをまた訓練に活かすことで習熟度が上がる。しかし、搬送訓練中に訓練者が、自分が正しい体勢で搬送できているのか、あるいはどの程度ボディメカニクスに基づいた搬送を行えているのか、といったことを認識するのは困難である。正しい搬送を行えているかどうか判定する人を用意しても良いが、目視では搬送者の重心や支持基底面積の変化を読み取るのは難しい。また、訓練効果を大きくするためには訓練の頻度を上げる必要がある。訓練の頻度を上げるためには訓練に必要な人の数をより少なくし、手軽に訓練を行えるようにしたい。

そこで、本研究では人の検出や動作の解析を自動で行う

ことができる Kinect を利用する。訓練を Kinect センサの前で実施することで、訓練中の搬送体勢を自動で検出し、正しい搬送体勢を取れているかを訓練者が確認しながら搬送訓練が行える。体勢の検出をシステム化することで、訓練に必要な人数を減らすことにも繋がる。

3.2 個人の学習ペースへの配慮

徒手搬送訓練は各地で行われているが、頻繁には行われておらず、徒手搬送のみを単独で扱う訓練はほとんど開催されていない現状を考慮すると、徒手搬送訓練を既に何回も行った経験がある人もいれば、徒手搬送がどういったものなのか知らない人もいよう。また、搬送法や適切な搬送法を選ぶための条件を一度で理解できる人もいれば、すぐには理解できず訓練を反復して覚えていく人もいと考えられる。すなわち、訓練システムはさまざまな習熟度の訓練者に合わせて構築する必要がある。

そこで本システムにおいては、搬送法や選択条件を提示して訓練者に学習してもらい、その後それぞれの搬送法を練習できるモードと、実際の災害現場を想定し、条件をもとに自分で適切な搬送を判断して体勢を取るといった実践的な訓練ができるモードの2種類のモードを用意し、個人の学習ペースに合わせて柔軟な訓練が行えるようにしてある。

3.3 搬送による身体的負担

傷病者を実際に搬送する時、搬送者自身の身体には大きな負担がかかる。搬送訓練においても傷病者役の人を運ぶことになるため、体重による負担は実際の搬送時とそれほど変わらない。搬送者に身体的負担のかかりにくい搬送体勢を学習するためには、訓練の時点では負担が少ないほうが体勢を取りやすくなり、学習しやすい。

そこで本システムでは、傷病者役にマネキンを利用し、訓練者が持ち上げる重量を軽くすることで負担を軽減させた。このことにより、搬送訓練を反復して行いやすくなっている。訓練に慣れてきたら、実際の人を傷病者役とすることで現場での搬送と環境を揃えて訓練することもできる。

4. 実装

3章で述べた3つの要件、すなわち体勢を自動で追跡できること、個人の学習ペースに合わせた訓練が行えること、搬送による身体的負担を軽減すること、以上を踏まえて提案システムを構築した。

4.1 システム構成

図3に本システムの全体構成を示す。使用する機材はPC、キーボード、マウス、Microsoft Kinect v2 センサ、および関節可動式マネキンである。訓練者はPC画面に表示された傷病者に関する情報を基に適切な搬送法を判断した

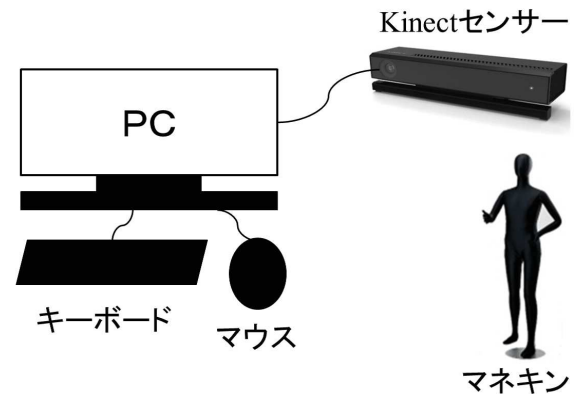


図3 システム構成

後、Kinect を起動しセンサに向かって搬送体勢を取る。この時マネキンを傷病者役として用いるため、訓練者はマネキンを搬送するような体勢になる。Kinect センサが読み取った体勢はPC画面に表示され、訓練者の動きを自動で検出する。訓練が終了すると、搬送法の選択の正誤や搬送時の重心位置の変化などの訓練結果が画面に表示される。画面の操作は Kinect が起動している場合はキーボードで、起動していない場合はマウスで行う。本システムで学習の対象とした搬送法は、支持搬送、抱き上げ搬送、背負い搬送、緊急搬送、組手搬送、両手搬送の以上6種類の徒手搬送、および毛布を担架の代用として搬送を行う緊急器具搬送の計7種類とした。

4.2 Kinect による体勢の検出と判定

搬送体勢の検出および体勢データの取得は Kinect によって行われ、得られた体勢データをもとに正しく搬送が行えているかを判定する。Kinect は膨大な数の人体の部位を機械学習しており、距離情報から人物の領域や頭、首、腰、手、足など図4に示す計25ヶ所の関節の動きを検出し、データとして記録することができる。このデータを基に重心位置や基底面積の変化を計算し、ボディメカニクスに関する指標として用いることでどれだけ負担をかけずに搬送できたかを訓練結果に反映させる。また、マネキンは人の形をしているため、マネキンの体勢もデータとして記録される。これを利用して搬送体勢を判定する。

Kinect は顔の検出を行うこともできる。Kinect はマネキンの顔を検出しないため、搬送者とマネキンの区別は顔検出によって行う。すなわち、本システムは人の形をしていて顔も検出される場合は人であると判定し、人の形をしているが顔は検出されない場合はマネキンであると判定する。

4.3 傷病者情報のランダム生成

本提案システムでは、搬送法を決めるのに必要な傷病者の情報はランダムに自動生成される。傷病者を正しく搬送

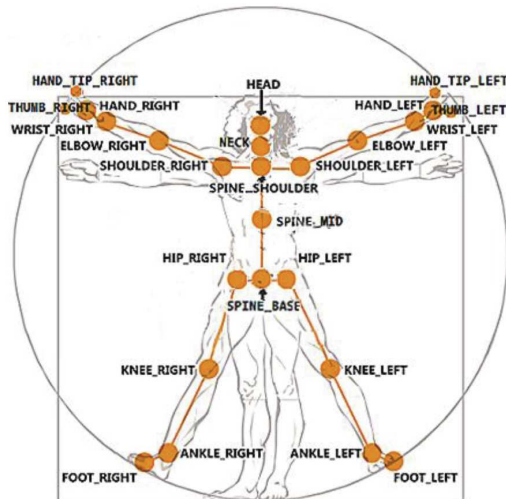


図 4 Kinect で検出できる関節

するには、最初に傷病者や周囲の様子についての情報を集めなければならない。訓練においても様々な傷病者に対応できる形式が望ましい。情報をランダムに生成することで、訓練モードでは様々なパターンの訓練を行うことができる。訓練の度に異なる情報が設定されるので、訓練者は毎回自分で考えて搬送法を選ばなければならない。そのため、より実践的な訓練が可能となる。

また、意識がないのに歩行可能であるなどといった現実には起こり得ない条件の組み合わせは訓練者を混乱させる要因になり得るので、設定されないようにしてある。

4.4 モード構成

本システムは学習モードと訓練モードの2つのモードで構成されている。システムを起動すると、最初にモードの選択画面が表示され、訓練者は2つのモードのどちらかを、マウスで選択することでそれぞれのモードに移る。

4.4.1 学習モード

学習モードでは、搬送法の種類、適切な搬送法を選択するための条件、そしてボディメカニクスについての説明が、文章やイラスト、動画によって提示される。それぞれの搬送法を説明するページでは、図5のように、画面左上には搬送体勢などを説明するイラスト、画面右上にはその搬送法を選択すべき時の条件や選択すべきでない時の条件、画面下には搬送法を説明する文章が表示される。各搬送法の説明が終わると、続いて Kinect を用いた各搬送法の練習を行うことができる。学習モードの最後に表示される「練習」ボタンを選択すると、Kinect が起動しセンサが捉えた画面が表示される。実際に搬送体勢を取りながら体勢を確認することができるので、学習したことを踏まえた練習が行えるようになっている。

4.4.2 訓練モード

訓練モードでは、搬送に関する知識が定着しているかどうかを確認するために、実践的な訓練を行う。学習モード



図 5 学習モード

では訓練者が練習したい搬送法を自分で選択することができたが、訓練モードでは傷病者の負傷状況や現場の環境がランダムに設定されるため、訓練者は条件に合った搬送法を自分の知識を基に判断しなければならない。

訓練を開始すると、最初に図6のように表示される。画面下の選択肢のいずれか一つを選び、「選択」ボタンを押すと開始時に設定された情報が画面右上に表示される。必要な情報を集めた後、「搬送法を決定する」を選択すると画面下の選択肢が搬送法の名前に変化する。適切な搬送法を判断して同様に選択すると、Kinect が起動するので訓練者はセンサに向かって選択した搬送体勢を取る。体勢の検出が完了したら、キーボードの Esc ボタンを押して Kinect を閉じる。これで傷病者1人分の搬送が終了したことになる。本システムでは5人の搬送が完了すると訓練終了となり、図7のような結果画面が表示される。傷病者ごとの搬送法選択の正誤や実際に行った搬送体勢に対する評価、および Kinect で取得したデータをもとに計算したボディメカニクスに関する指標を一覧で見ることができる。搬送体勢に対する評価については選択の正誤に関係なく、訓練者が選択し実際に行った搬送体勢に対して評価を行う。ボディメカニクスに関する指標を考慮してより身体に負担をかけずに搬送できたかどうかを○、△、×の三段階で示す。また、「解説へ」ボタンをクリックすると搬送法選択で間違っていた場合、正しい搬送法の判断の仕方を確認することができる。

5. 評価実験案

5.1 実験目的

本提案システムは訓練用であり、これを用いることで実際に災害が起きた時に適切な対応を取れるようにするためのシステムである。そこで本評価実験では、システムを用いて災害時の搬送について正しい知識をどれほど学習し、実践することができるかを検証し、訓練システムとしての有用性があるかどうか確かめることを目的とする。

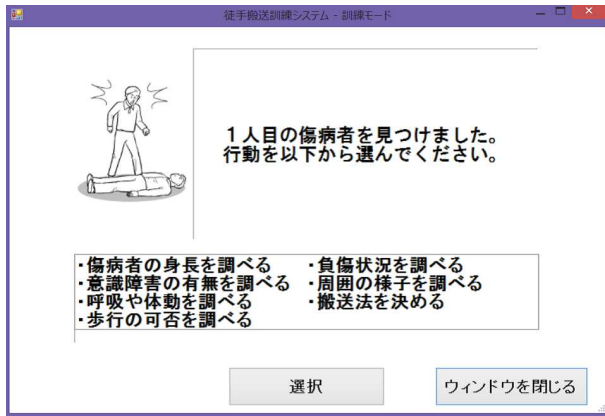


図 6 訓練モード

傷病者	正解	選択	体勢の評価	床と重心の距離	支持基底面積
1人目	組手	組手	○	78cm	549cm ²
2人目	両手	両手	×	68cm	783cm ²
3人目	緊急	背負	×	53cm	843cm ²
4人目	器具	器具	○	64cm	829cm ²
5人目	支持	両手	×	47cm	784cm ²

図 7 結果画面

5.2 実験内容

被験者数は 20 人程度を想定している。まず、搬送法の紹介を行う。この時、搬送法の名称と体勢のみを教え、搬送法を選ぶ時の条件は教えない。次に、被験者を二つのグループに分け、一方のグループの被験者には本提案システムの学習モードを用いて搬送法について学習してもらった後、訓練モードによる訓練を行う。もう一方のグループの被験者は訓練モードを二回連続で実施してもらい、学習モードは使用しない。訓練モードを二回行う理由は、双方のグループにおいてシステムを用いることで発生する、搬送訓練への「慣れ」の程度を揃えるためである。前者のグループは訓練モードの結果を、後者のグループは二回目の訓練モードの結果をそれぞれ採用し、比較することでシステムによる学習効果を評価する。

6. おわりに

被害が広域にわたる大災害が発生した時、救急隊による救助が困難になることが考えられ、救助に用いられる器具もすぐに用意できないという状況下では、一般市民が救助活動を行う可能性がある。この時、傷病者の搬送は徒手で行われる。自治体や町内会など、搬送訓練を実施している組織もあるが、現状では訓練を頻繁に行えていない。結果として搬送訓練を体験したことのある人でも、次に訓練で

きる時にはまた説明を聞くことから始まってしまい、搬送に関する知識が定着しているかどうかを確認できない。さらに、徒手搬送は搬送を行う人に大きな負担がかかる。何の事前情報もなしに徒手搬送を行うのは難しく、ボディメカニクスについて理解しておくことが重要である。

そこで本研究では、様々な搬送法を、実際に体勢を取ることで実践的に訓練できるシステムを提案した。システムには Kinect センサとマネキンを用いることで、他に人や機材を揃えなくても搬送訓練を一人でも行うことができる。また、システム化したことにより訓練を個人のペースに合わせて実施できる。訓練中にかかる身体への負担もマネキンの利用により軽減できる。実験では、提案システムによる学習の効果を、学習した後の訓練の結果と学習していない状態での訓練の結果で比較することによって検証する。提案システムが搬送法の学習に有用であれば、災害時において傷病者の搬送を市民によって安全に行えるようになることで一人でも多くの命を救うことに繋がると期待できる。

参考文献

- [1] 河田恵昭：大規模地震災害による人的被害の予測（阪神・淡路大震災＜特集＞），自然災害科学 vol. 16, no. 1, pp. 3-13, 1997.
- [2] 南砺市：あいにくの雨の中，実践的な訓練をととして万が一の災害発生に備える（online），入手先＜ <https://www.city.nanto.toyama.jp/cms-sypher/www/info/detail.jsp?id=14929> ＞（参照 2015-12-08）.
- [3] 安田康晴：救急活動時の身体負担の現状，日本臨床救急医学会雑誌 vol. 13, no. 5, pp. 604-610, 2010.
- [4] 消防庁：自主的な防火防災活動と災害に強い地域づくり（online），消防白書，第 4 章，入手先＜ <http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h26/h26/html/4b-1-2.html> ＞（参照 2015-12-10）.
- [5] 九都県市合同防災訓練：第 35 回九都県市合同防災訓練実施大綱（online），入手先＜ <http://www.9tokenshi-bousai.jp/kunren/2014/pdf2014/35kunren.taikou.pdf> ＞（参照 2015-12-13）.
- [6] 安田康晴：救急現場活動シリーズ（1）傷病者の搬送と移乗，へるす出版，2014.
- [7] Sandhya R. V., M. J. Kumari, Dr. Gopisankar, Angeline Mary Sheela : Prevalence of low back pain and knowledge on body mechanics among the staff nurses in a tertiary care hospital., International Journal of Advanced Research, vol. 3, Issue 9, pp. 928-934, 2015.
- [8] N. Capuano, R. King : Adaptive Serious Games for Emergency Evacuation Training, Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS), pp. 308-313, 2015.
- [9] 浦野幸，于沛超，遠藤靖典，星野准一：実環境における災害体験ゲームシステムの開発，情報処理学会論文誌，vol. 54, no. 1, pp. 357-366, 2013.
- [10] 西脇絵里子，小野澤理紗，北原鉄朗：ユーザーの習熟度に合わせて初心者向けダンス学習支援システム，情報処理学会第 76 回全国大会，第 4 分冊，pp. 623-624, 2014.
- [11] 小原拓也，平間大貴，皆月昭則：センサーカメラによる心肺蘇生法の姿勢学習支援アプリケーション，FIT2013（第 12 回情報科学技術フォーラム），第 4 分冊，pp. 459-460, 2013.

- [12] 静岡県地震防災センター:平成 21 年度自主
防災組織実態調査結果の概要 (online), 入
手 先 < [http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/e-
quakes/shiraberu/higai/jisyubou_jittai/documents/h21b.pdf](http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/e-
quakes/shiraberu/higai/jisyubou_jittai/documents/h21b.pdf)
> (参照 2015-12-12).