行進指揮のための教育訓練支援システムの試作

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-04-05 キーワード (Ja): キーワード (En): multi-agent simulation, e-learning, blended-learning, serious games 作成者: 飯干, 風生, 加賀谷, 凌也, 岩永, 佐織, IIHOSHI, Ryoya, KAGATANI, Ryoya メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15053/0000000091

【論文】

行進指揮のための教育訓練支援システムの試作

飯干　風生[1]　加賀谷　凌也[2]　岩永　佐織[3]

A Prototype of Educational Training Support System for Parade Command

Huki Iihoshi[1], Ryoya Kagatani[2], and Saori Iwanaga[3]

Abstract

A sophisticated parade shows how trained and strong they are. However, the parade is quite difficult because it is necessary to perfectly match the movements of the members. Each member has different height, physique, rhythm, etc., so training is necessary for the parade. In addition, there is only one commander who takes command in parade training, and opportunities for training as a commander are limited. On the other hand, serious games originating from e-learning have been attracting attention in recent years. It is a learning environment that applies digital games to school education and vocational training, and makes use of their superior characteristics for purposes other than play. The effect of blended learning, which utilizes the strengths of e-learning and compensates for the weaknesses of face-to-face learning, has been reported. For the purpose, we used multi-agent simulation (MAS) to prototype a parade educational training support system as a commander-focused serious game. MAS is a simulation in which multiple agents operate according to their own rules while interacting with each other, which is expected to create realistic serious games.

Keywords: multi-agent simulation, e-learning, blended-learning, serious games.

1　はじめに

海上保安大学校（広島県呉市）は、海上保安庁幹部職員に必要な知識及び技能を教授する教育訓練のため、1951年に創設された全寮制の国土交通省所管の省庁大学校である。海上保安大学校で学生は年に3回行われる総合指揮訓練や毎日の課業行進を通じて基本的な行進技術を習得している。そして、4月の入学式や3月の卒業式には、首相や国土交通大臣を視閲官として視閲行進が行われ訓練の成果を発揮している。視閲とは、長官などが隊の実情を点検することであり、海上保安大学校では式典に合わせて行われる。

総合指揮訓練とは、海上保安大学校の訓練科目の一つであり、学年ごとの訓練と全学年の訓練に分かれている。各学生は海上保安官としての基本動作（基本の姿勢や行進時の動作など）を繰り返し訓練して身につけ、上級生になると、学生で構成される隊に号令をかけて整列や行進を指揮し幹部職員に必要な指揮、統率力を実践的に習得する。課業行進とは、8:30から始まる課業（学業）の前に寮前に整列し、寮前から教室のある本館正面玄関に向かって行進することであり、指揮者の指揮、統率の訓練や各学生の行進間の動作の訓練のために行われる。

高度に洗練された行進はそれを見る者に対しその部隊がいかに訓練され精強であるかを示すことができる。しかし、美しい行進を行うためには全員が動きを完全に一致させることが必要であり大変困難である。図1に示すように、行進時には縦長の縦隊と呼ばれる隊形が用いられることが多い。隊の中では、最高身長の者を最前列の右端として、身長の高い順番（身幹順と呼ばれる）に整列している。図1には、身長の大きい順番を番号で示している。そして、隊の中の各個人（列員と呼ばれる）は周囲の者と左右の間隔と前後の距離を一定に保ちながら、リズムを合わせて同じ歩幅、同じ速度で行進する。それぞれの身長や体格、リズムなどが異なるため、隊として定まった行進をするのには個人としての訓練が必要である。特に、慣れていない1学年学生にとっては、隊の方向変換などの複雑な動作が加わると全体の動きを理解するのが難しいため、列員としての行進訓練は大切である。さらに、行進訓練時には、号令を発する指揮

Received November 15, 2022
[3] 海上保安大学校　s-iwanaga@jcga.ac.jp

者は1人だけであるため、指揮者としての訓練の機会は限られている。下級生の間は列員として行進すれば良いのだが、上級生になると隊を整列させ行進さるための号令をかけて指揮することが出てくる。執筆者らは事前に訓練することなく隊を指揮する機会があったため大変苦労した。そこで、本研究では、訓練機会の少ない指揮者側に焦点を当て、行進のための教育訓練支援システムを試作する。

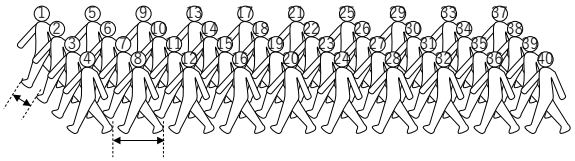


図 1　隊の行進の様子

2　行進について

2.1　行進とは

行進とは、隊を組んで進むことである。図1は横に4人が並んでいる4列縦隊の例である。海上保安大学校では、入学式や卒業式などの式典の際に視閲行進が行われている。同様の行進は、防衛大学校における式典時の観閲行進や警視庁年頭視閲式における徒歩部隊分列行進、東京消防出初式における徒列部隊等分列行進、陸上自衛隊の観閲式などでも見ることができる。観閲式は自衛隊などにおいて実施される式典および総合訓練であり、諸外国の観兵式に相当する。このように制服組織が日頃の訓練成果の展示や点検のために隊の行進が行われることが多い。

2.2　先行研究

行進の練度を上げるための科学的な訓練方法は確立されていないが、防衛大学校の研究者らによっていくつか研究がなされている。Okugawaらは振動子モデルであるKuramoto Modelを用いて行進をシミュレーションし、各列員の行動が自然に同期をとるようになる様子を再現している[1]。各列員はそれぞれの右と前の列員の動作を見て行進する。そして、列員の並び順について、現在採用されている身幹順よりも合理的な並び順があることを示している。また、行進時の足音を解析することによって練度の高い同期のとれた行進を判別することができることを示している[2]。そして、コサイン類似度よりも相関係数が行進の同調レベルを示すことを明らかにしている。さらに、Kuboら[2]は撮影した行進の動画からOpenPose（深層学習の姿勢推定技術）を用いて列員の骨格パターンを分析し、全学生の左腕の振り角度の標準偏差の小ささによって規則正しい腕の振りを評価できることを示している。また、防衛大学校で使用されている行進の評価のための採点用シートが科学的でないことに言及し、提案手法が行進の定量評価に応用可能であることをアンケートによって示している。これらの研究では、列員の行進訓練について多角的な観点から扱われている。

ところが、隊に号令をかける指揮者側の研究はほとんど見つからない。先述の採点用シートでは、「かしら右」の号令について、指揮者の声の大きさと敬礼姿勢の正しさについて評価しているのみである[2]。号令をかける指揮者側としては、隊の行進ではなく操船訓練についての研究がわずかにある。弓削商船高等学校では、操船シミュレータ訓練での操船技術の向上を評価し、初級者でも5回程度で操舵（船を思う方向に進めるために舵を操作する）号令の技術レベルが向上していることを示している[4]。操船シミュレータとは、図2に示すように、様々な気象海象条件下における船体の挙動を再現するものであり、仮想航海において操船訓練を繰り返し実施することができる。

図 2　操船シミュレータ[5]

2.3　海上保安庁における行進について

海上保安庁において、基本動作は基本的姿勢、動作を統一することにより、その行動の規律を確立することを目的としている[6]。特に、隊を組んで行動するときには自己の動作が隊の行動に占める役割を自覚し、隊の秩序を乱さないようにしなければならない。

隊を形成する際には、列員の左右の間隔は片肘間隔（1m弱）である。2列以降の者は順次前の者に正しく重なって整とんし、前後の距離は約1mである。停止している動作から行進の動作に移る場合には、左腕を後ろに引きながら左足から1歩前に踏み出す。行進時には、歩幅は約75cm、毎分約118歩の速度で前へ進み、腕はひじを曲げることなく左右交互に前方に約45度、後方に約15度に自然に振る。

指揮者は明快な号令により指揮の徹底を図る。号令は予令と動令に分かれ、動令の予告の役割を果たす予令は明瞭に長く、動令は活発に短くする。例えば、前へ進めの号令は予令の「前へ」と動令の「進め」に分けられており、指揮者は「まえへー」、「すすめっ」というように隊を指揮する。隊の行進時には、指揮者は列員の左足が地面についたときに予令または動令をかけなければならない。

3　教育訓練支援システムの概要について

3.1　eラーニング

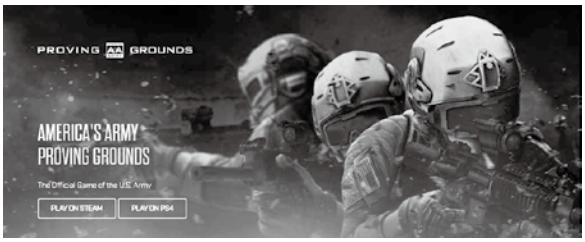
eラーニング[7]は、広義にはICTを活用して学習する環境を指し、1880年代の郵便を利用した通信教育がそのルーツと言われている。狭義にはネットワークを利用する学習環境のことを指し、場所や時間を選ばず自由に学習できる環境のことである。その利点は多く、インターネットと共に爆発的に普及したが、21世紀になって次のような短所が浮き彫りになっている[7]。

・学生が孤立してしまいがちで途中で挫折する者が多い。
・コンピュータに向かうだけでは学習意欲がわかない。
・コミュニケーションツールはあるが、強制されなければ使わない。
・コンピュータ操作が苦手な学生にはハードルが高い。
・管理の面からみても、金銭的負担、コンテンツ作成の負担、標準化されていない等の問題が多い。

3.2　シリアスゲーム

ディジタルゲームを学校教育や職業訓練などへ応用し、その優れた特性を生かして遊び以外に目的を置くのがシリアスゲーム[8]であり、eラーニングを源流の一つとしている。シリアスゲームはディジタルゲームのもつ双方向性や即時フィードバックなどの特性を持つため、従来の教育メディアでは実現できなかった学習環境を提供することができるとの認識が広まっている。例として、自動車教習所のドライブシミュレータ[9]（図3(a)）やアメリカ陸軍の入隊体験ができるAmerica's Army[10]（図3(b)）、先述の操船シミュレータ[5]（図2）などがある。

(a) ドライブシミュレータ[9]



(b) America's army[10]

図 3　シリアスゲームの例

3.3　ブレンディッドラーニング

eラーニングの持つ長所をそのまま生かし短所を対面学習で補う教育・学習方法がブレンディッドラーニングである[7]。広義には学習に関する様々なツールを最適な形で選択し統合することであり、狭義にはeラーニングと対面学習の融合、または、集合学習と個別学習の融合とされている。そして、英語による乗船実習とeラーニングによるブレンディッドラーニングの効果も報告されている[11]。

3.4　ディジタルゲームにおける人工知能

ディジタルゲームでは、プレイヤが操作する登場人物などはプレイヤキャラクタ、プレイヤが操作しない仲間や敵などはノンプレイヤキャラクタNPCと呼ばれる。ディジタルゲームの黎明期には、NPCは決められたパターンに従って動作していたが、現在では自律的に意思決定をするエージェント技術が導入されている[12]。NPCは単にAIと呼ばれることもあり、ディジタルゲームにおける最も大きな課題はキャラクタに搭載する人工知能の発展である[13]。そして、キャラクタどうしの協調や連携に関しては複数のエージェント（マルチエージェント）の問題が存在しているが、マルチエージェントの応用例や文献は少ない[13]。

3.5　マルチエージェントシミュレーション

内部状態を持ち他と相互作用しながら自律的に意思決定する主体をエージェントという。そして、複数のエージェントどうしの相互作用によって生まれる現象を分析するためのシミュレーションがマルチエージェントシミュレーション（以下、MASという）である。ところで、論理的推論には適切な仮定の基に論理的に結果を導く演繹推論、データを基に一般側を導こうとする帰納的推論、個別の事象を最も適切に説明しうる仮説を導出する仮説形成推論がある。そして、第3の仮説形成推論を支援する科学的方法がMASである[14]。例えば、歩行者をエージェントとして歩行者どうしの相互作用を取り入れたMASによって、2001年に発生した明石花火大会歩道橋事故での群衆なだれの様子を再現し、その予防策について検討がなされている[15]。また、COVID-19流行において、人間をエージェントとして扱い人々の社会的接触を取り入れたMASによって、感染者数の予測を行い、ワクチン接種の効果についての評価がなされている[16]。

4　教育訓練支援システムの試作について

4.1　概要

本研究では、行進を指揮するための教育訓練支援システムを試作する。先述の操船シミュレータと同様のシステムを隊の行進に導入することによって、指揮者の号令の技術レベルの向上が期待される。さらに、指揮者としての訓練の機会が限られている行進訓練を補完できる

と考えている。

そのために、ディジタルゲームを教育や訓練などへ応用するシリアスゲームとして新システムを構築する。そして、対面学習（集合学習）に新システムを加えてブレンディッドラーニングとすることによって教育効果を図る。シリアスゲームの作成時には、エージェントへの人工知能の導入、特にエージェントどうしの協調や連携についてマルチエージェント技術の導入が期待されている。そこで、本研究では、シリアスゲームをMASプラットフォーム上で作成し、プレイヤは指揮者としてエージェントで構成された隊を指揮するものとする。MASプラットフォームを用いることによって、将来的にエージェントどうしの相互作用による協調や連携を導入した現実に近いシリアスゲームを期待できる。例えば、エージェントがリズムや歩幅、速度をうまく合わせられず上手に行進ができない隊を作り出すことができる。また、Okugawaら[1)]の研究を導入して、エージェントどうしが自律的に意思決定をしながら自然に同期をとるようになる隊も再現できる。

さらに、ネットワークを利用する学習環境で新システムを構築することによって、eラーニングの特徴である場所や時間を選ばず自由に学習できる環境を提供することができる。将来的には、防衛大学校や警察、消防での訓練への応用も期待できる。

4.2 artisoc Cloud

本研究では、artisoc Cloud[17)]というMASプラットフォームを用いてMASを作成した。artisoc Cloudは、インストール版のソフトウェアであるartisocの次世代版である。artisoc Cloudでは、シミュレーションをWebブラウザ上で作成、実行、公開ができる。グラフ作成や二次元マップ表示などのGUIなども充実しており、基本的なプログラミング文法とプログラム言語Pythonを習得すればシミュレーションモデルの作成が可能である。

artisoc Cloudの利用には現在3つの形態があり、いずれもアカウントの登録が必要である。教育機関が発行したメールアドレスで登録するとacademicライセンスとなる。

(1) standard ライセンス（有償）
・シミュレーションモデルの作成、実行、公開ができる
・高速なサーバ上でシミュレーションを実行できる
・モジュールとパッケージを作成できる

(2) academic ライセンス（無償）
・シミュレーションモデルの作成、実行、公開ができる
・ブラウザ上でシミュレーションを実行できる

(3) player ライセンス（無償）
・公開されているシミュレーションモデルを実行できる
・ブラウザ上でシミュレーションを実行できる

4.3 シミュレーションモデルの作成

4.3.1 作成画面と実行画面

artisoc Cloud上で、「上手に歩けるもん[18)]」という名前でシミュレーションモデルを作成し、指揮者に焦点を当てた教育訓練支援システム（以下、本システムと呼ぶ）とした。artisoc Cloud上に作成するシミュレーションモデルは、図4に示すように、「エージェント」と呼ばれる行動主体、エージェントが相互作用する「空間」、「Universe」と呼ばれる全体で構成され、それぞれに変数を持つことができる。

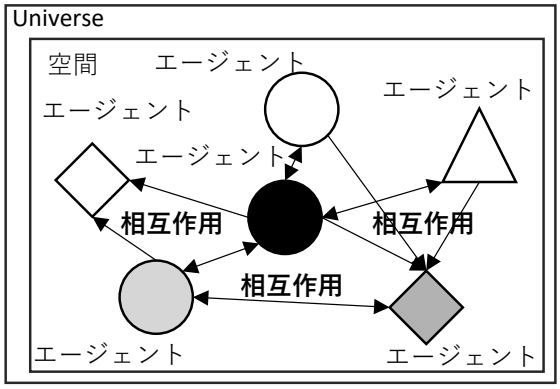


図 4 artisoc cloud の概要

図5にシミュレーションモデルの作成画面の例を表示する。シミュレーションモデルはツリー構造になっており、一番上がUniverseである。Universeはartisoc Cloudで決められた特別の名前であり変更できない。Universeの下に空間、空間の下にエージェントを設定することができ、それぞれにhiroba、gakuseiなどの名前を設定できる。Universeとエージェントにはそれぞれにルールを書き込むことができる。

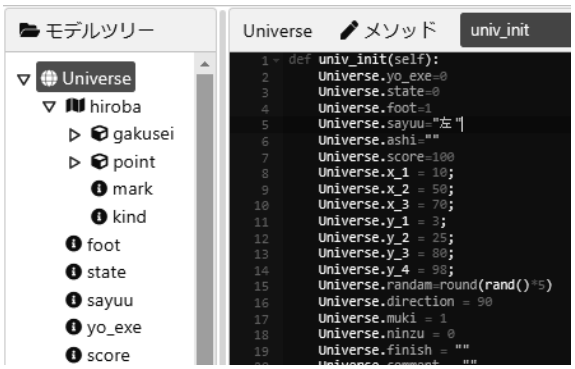


図 5 シミュレーションモデルの作成画面

図6にシミュレーションモデルの実行画面の例を示す。画面中央には、俯瞰図で示される二次元マップとしてhiroba空間を表示し、hiroba空間上にgakuseiエージェントをリアルタイムに表示することができる。左上のコントロールパネルでは変数やルールを設定できる。右上の出力画面や左下のコンソール画面には、変数値やメッセージなどを表示することができる。実行時間の単位である

1ステップの時間は、画面上中央のディレイ（遅延時間）を変更することによって調整ができる。本システムでは、ディレイを510msとし1分間に118回のリズムとした。

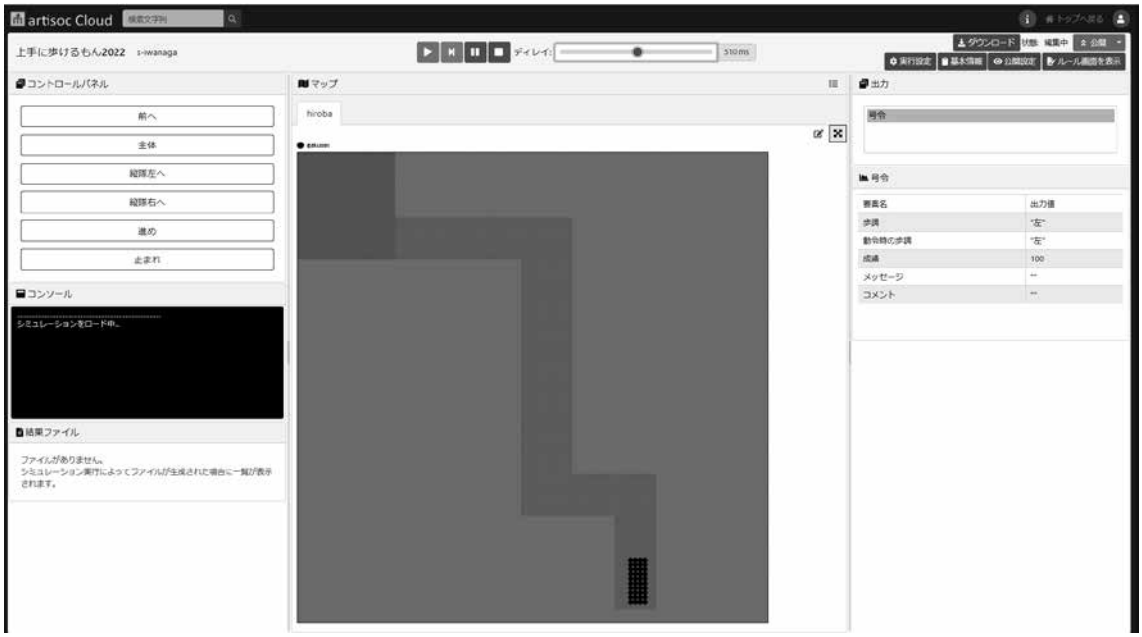


図 6　シミュレーションモデルの実行画面

4.3.2　Universe

Universeには、全体のルールを記述する。本研究では、特に、Universeで指揮者の号令の設定についてのプログラムを重点的に作成したため、後の節で別途記述する。

4.3.3　空間

空間として hiroba を作成した。図 6 の画面中央に示すように、hiroba 空間は 100m×100m の訓練区域とし、色のついている部分が隊の行進コースを示している。左上の領域を隊の行進のゴールゾーンとする。行進コースは後述する point エージェントを用いて作成し、後述する gakusei エージェントの隊が行進コース上に表示されている。

4.3.4　エージェント

空間上でpointエージェントを6個設定し、各pointエージェントをクランク状に結んで行進のスタート地点からゴール地点までを表現した。pointエージェントの位置を中心にして一定の幅を持たせた行進コースを作成し、後に採点などに使用する。pointエージェントは行進コースの設定だけに用いルールは設定していない。

空間上に行進するgakuseiエージェント40個を設定して丸で示す。gakuseiエージェントが停止している場合には黒色で表示した。gakuseiエージェントは4列縦隊（4×10）を形成し、最初は図6で上方向を向いて整列している。gakuseiエージェントの前後の距離を1mとし、左右の間隔は1mと簡単化している。

指揮者であるプレイヤの発する正しい予令と動令の組合せによって、各gakuseiエージェントは所定の正しい動作を行う。MASでは、各エージェントに自律的な動作を行わせることができるが、本研究では全員が規定の正しい動作をするようにする。MASプラットフォームで作成しているために、今後は各gakuseiエージェントにそれぞれ異なった動きを行わせるような拡張性がある。

正しい予令と動令の組合せを表1に示す。停止中に号令Aの号令「前へ」、「進め」がかかると、各gakuseiエージェントは左足から1歩前に踏み出し行進を始める。gakuseiエージェントは歩幅75cm、毎分118歩の速度で歩く。隊の行進時には、指揮者はgakuseiエージェントの左足が地面についたときに動令をかけなければならない。そこで、隊の歩調を視認しやすくするために、gakuseiエージェントを丸のみで表現し、左足を出している時は赤丸、右足を出している時は青丸とし2色を交互に表示して行進を表現している。行進中のgakuseiエージェントが左足を出している時に、号令Bの「全体」、「止まれ」がかかると、各gakuseiエージェントは右足を1歩前に踏み出し、次のステップで左足を引きつけて停止する。

行進中のgakuseiエージェントが左足を出している時に、号令Cの「縦隊左へ」、「進め」がかかると、右端先頭の者は行進の歩幅で、その他の先頭の者は左に順次短かい歩幅で円弧を作るようにして常に左に整とんしながら行進しつつ左に 90 度向きを変え、新方向に行進する。後方の者は、先頭の者が向きを変えたほぼ同じ場所まで前進し、そこから先頭の者と同じ方法で左に向きを変え、新方向に行進する。

簡単化のため、各gakuseiエージェントの動作は次のよ

うに設定している。最前列右端のgakuseiエージェントは円弧を作るようにして5歩で左に90度向きを変える。その他の先頭の者は左に順次短い歩幅で円弧を作るようにして常に左に整とんしながら行進しつつ左に 90 度向きを変え、新方向に行進する。後方の者は、先頭の者が向きを変えた同じ場所まで50cmまでの誤差を認めて前進し、そこから先頭の者と同じ方法で左に向きを変え、新方向に行進する。

行進中のgakuseiエージェントが左足を出している時に、号令Dの「縦隊右へ」、「進め」がかかると、号令Cの動作で左右を入れ替えて動作する。号令B、C、Dにおいて、指揮者がgakuseiエージェントの右足が地面についたときに動令をかけた場合には、gakuseiエージェントは左足を1歩前に踏み出した後に正しい動作を行う。その場合には指揮官であるプレイヤは減点される。

表 1　正しい号令（予令と動令の組合せ）

号令	予令	動令	動作
A	前へ	進め	左足から 1 歩前に踏み出し行進する
B	全体	止まれ	右足を1歩前に踏み出し左足を引きつけて停止する
C	縦 隊 左へ	進め	縦隊を左に90度方向変換する
D	縦 隊 右へ	進め	縦隊を右に90度方向変換する

5　指揮者の号令の設定

5.1　プレイヤの操作について

プレイヤは図7に示されるコントロールパネル上のボタンを押すことによって、指揮者として号令をかけ隊を指揮することができる。予令は「前へ」、「全体」、「縦隊左へ」、「縦隊右へ」の4つであり、動令は「進め」と「止まれ」の2つである。

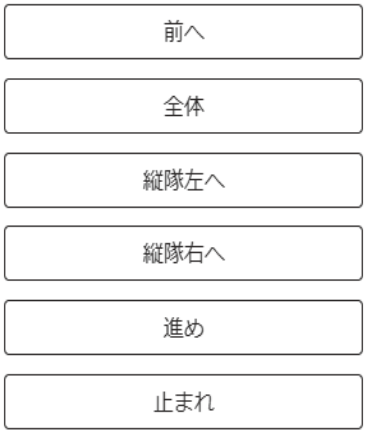


図 7　コントロールパネル上のボタン

5.2　号令による隊の指揮

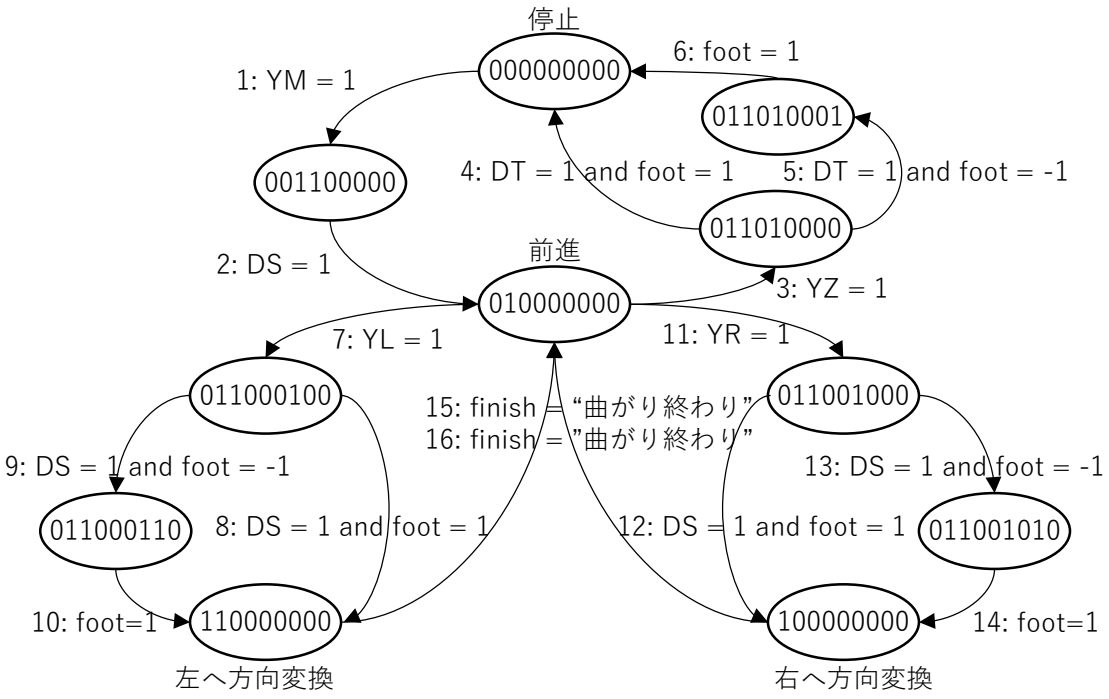
Universeには、号令により隊を指揮して隊の状態を遷移させるプログラムを記述した。号令は予令と動令の正しい順番と組合せによって成り立っている。すなわち、プレイヤは2段階でボタンを押すことによって隊を動作させなければならない。ボタンを押すことによって動作する隊の状態遷移を図8に示す。各変数の説明は表2に示す。行進時には、左足が地面についた場合に動令が押されることによって隊の状態が遷移し隊の行動が変化するものとした。

矢印1と2は「前へ」、「進め」の号令を示す。矢印1で示すように、停止している状態（state＝00）で「前へ」の予令ボタンを押す（yorei_maee＝1）と、予令が発せられた状態になる（yo_exe＝1）。その後、矢印2で示すように、「進め」の動令ボタンを押す（dourei_susume＝1）と、左足から行進を開始する（state＝01）。同時に、予令ボタンの状態と押されていたボタンの状態が初期化される（yo_exe＝0, yorei_maee＝0, dourei_tomare＝0）。

矢印3～6は「全体」、「止まれ」の号令を示す。矢印3で示すように、行進している状態（state = 10）で「全体」の予令ボタンを押す（yorei_zentai = 1）と、予令が発せられた状態になる（yo_exe＝1）。その後、矢印4で示すように、gakuseiエージェントの左足が地面についたとき（foot = 1）に「止まれ」の動令ボタンを押す（dourei_tomare = 1）と、停止動作を行う。同時に、予令ボタンの状態と押されていたボタンの状態が初期化される。しかし、矢印5で示すように、右足が地面についたとき（foot = -1）に「止まれ」の動令ボタンを押す（dourei_tomare = 1）と、状態が遷移するがそのまま行進を続け、左足が地面についたときに隊は停止する（矢印6）。

矢印7～10は「縦隊左へ」、「進め」、矢印11～14は「縦隊右へ」、「進め」の号令を示す。いずれも先ほどと同様に、行進している状態（state＝01）で予令ボタンを押す（yorei_left/ yorei_right＝1）と、予令が発せられた状態になる（yo_exe＝1）。その後、矢印8と12で示すように、gakuseiエージェントの左足が地面についたとき（foot＝1）に動令ボタンを押すと左や右に向きを変え、予令ボタンの状態と押されていたボタンの状態が初期化される。しかし、右足が地面についたとき（foot＝-1）に動令ボタンを押す（dourei_tomare = 1）と、状態が遷移するがそのまま行進を続け、左足が地面についたときに左や右に向きを変える（矢印10と14）。

矢印15と16は隊の最後尾の方向変換が終了した場合（finish＝“曲がり終わり”）を示し、状態を前進に変更する（state＝01）。ここでは、隊の最後尾が方向変換を終了するまでは、プレイヤは新しく号令をかけることはできないものとしている。



隊の状態は次の 8 個の変数を用いて 9 桁の数字で示す。state, yo_exe, yorei_maee: YM, yorei_zentai: YZ, yorei_right: YR, yorei_left: YL, dourei_susume: DS, dourei_tomare: DT。各変数は表 2 で説明する。

図 8　状態遷移図

表 2　変数の説明

	変数名	概要	詳細	初期値
隊の状態	state	動作に関する状態	00：停止 01：前進 10：右へ方向変換 11：左へ方向変換	00
	yo_exe	予令ボタンの状態	0：押されていない 1：押されている	0
	yorei_maee : YM	「前へ」ボタンの状態	0：押されていない 1：押されている	0
	yorei_zentai : YZ	「全体」ボタンの状態	0：押されていない 1：押されている	0
	yorei_right : YR	「縦隊右へ」ボタンの状態	0：押されていない 1：押されている	0
	yorei_left : YL	「縦隊左へ」ボタンの状態	0：押されていない 1：押されている	0
	dourei_susume :DS	「進め」ボタンの状態	0：押されていない 1：押されている	0
	dourei_tomare :DT	「止まれ」ボタンの状態	0：押されていない 1：押されている	0
その他	foot	歩調に関する状態	1：左足 -1：右足	1
	finish	方向変換時に使用する	“”：方向変換の途中 “曲がり終わり”：最後尾が曲がり終わり	“”

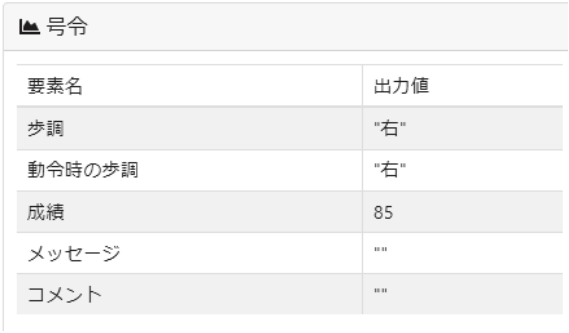
5.3　採点と出力について

号令のタイミングが不適切だったり、隊が行進コースから逸脱してしまったりした場合には、図9(a)に示すように、コメントなどがリアルタイムに出力画面に表示される。gakuseiエージェントの歩調（出している足）なども表示される。

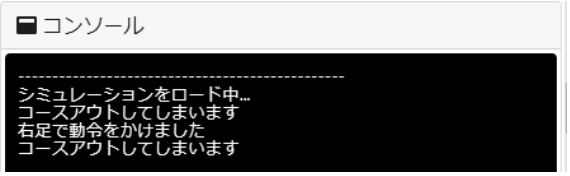
隊がゴールゾーンで停止すると、図9(b)に示すように最終的な得点とコメントがコンソール画面に表示され

る。採点は100点からの減点方式とし、減点行為と減点される点数は表3のように設定した。

本システムのマニュアルを付録に添付する。



(a)　出力画面



(b)　コンソール画面

図 9　メッセージやコメントなどの出力

表 3　減点表

減点行為	減点
右足で動令をかける	-5
曲がる場所を間違える	-5
コースを逸脱	修正されるまで毎歩-1
止まる位置を間違える	-10

6　アンケート

6.1　アンケート調査

令和 3 年 10 月 25 日に海上保安大学校の 4 学年第三群（情報通信）学生 4 名を実習室に集め、「上手に歩けるもん」を 15 分程度使用してもらい、使いやすさや有効性などついてアンケートを実施した。シリアスゲームについては、プレイヤが十分に慣れる時間をとることが必要である[19]と言われているため、執筆者が本システムに慣れるために要した時間を採用した。令和 3 年度の当該学生は 6 名であり、執筆者である飯干、加賀谷を除く 4 名を対象とした。本システムの使用後にアンケート票を配布し自分で回答を記入してもらった。

6.2　アンケート票

アンケート票の作成時には、誘導質問にならないよう注意し、回答者が答えやすい順序になるようにした[20]。アンケートとして、選択式の質問を 9 問用意し、使いやすさ、有効性について質問した。また、自由記述式の自由意見の質問を 1 問用意し、本システムに対する意見や提案を書いてもらった。

アンケートの内容は次のとおりである。

質問 1　画面の見やすさはどうでしたか？
　A 見やすい　B 普通　C 見にくい
質問 2　ボタンなどの配置はどうでしたか？
　A 使いやすい　B 普通　C 使いにくい
質問 3　入力操作はスムーズでしたか？
　A はい　B どちらでもない
　C いいえ
質問 4　本システムの反応速度はどうでしたか？
　A 速い　B 普通　C 遅い
質問 5　号令の候補についてどう思いますか？
　A 増やしてほしい
　B このままで良い
　C 減らしてほしい
質問 6　コースは適切でしたか？
　A 難しい　B 普通　C 簡単
質問 7　採点基準はどうでしたか？
　A 厳しい　B 普通　C 易しい
質問 8　15 分程度で本システムには慣れましたか？
　A はい　B いいえ
質問 9　指揮者の教育訓練支援に役立つと思いましたか？
　A 思う　B 分からない　C 思わない
質問 10　自由意見（コースの追加希望など、提案があればお願いします）

6.3　アンケート結果

アンケート結果を図10に示す。質問1～4は使いやすさに関する質問であり、全員が画面は見やすい、ボタンの配置は使いやすい、入力操作はスムーズと回答し、本システムの反応速度には75%の者が速いと回答した。

質問5～9は有効性に関する質問であり、75%の者が号令の候補は増やしてほしい、コースは適切、採点基準は普通と回答した。また、全員が約15分で本システムに十分に慣れることができた。指揮者の教育訓練に役立つと思った者は75%であった。

質問10の自由意見では、次のような回答があった。

・列の長さを変更できるようにしたい
・予令と動令の間の間延びによる減点などの減点ルールがあればよい
・ほかにも号令があってもよい
・列員の訓練に用いることができるかもしれない

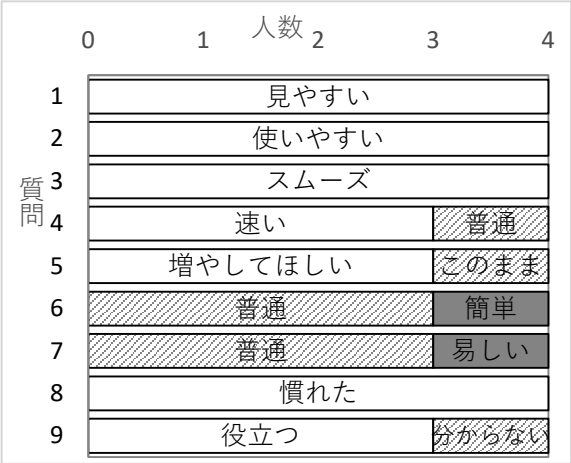


図 10　アンケート結果

7　おわりに

MASの特徴を生かしてMASプラットフォームartisoc Cloud上で「上手に歩けるもん」という教育訓練支援システムを試作した。そして、artisoc Cloud上で「上手に歩けるもん」を公開し、場所や時間を選ばず自由に学習できるようにした[18]。

今後の課題として、号令候補の追加、複数の行進コースの設定などの改良が必要である。MASの長所を生かして、gakuseiエージェントが動作を間違える、全員の動きが完全に一致しないなどの追加も実際の教育訓練支援に必要である。さらに、防衛大学校や警察、消防での訓練にも応用できると考えている。

参考文献

1) Y. Okugawa, M. Kubo, T. Shimohagi, T. Ishihara, H. Sato, Analysis of a Parade with the Kuramoto Model - For Better Performance without Trainings, 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) (2018), 4005-4010.
2) Y. Okugawa, M. Kubo, H. Sato, S. Sakai, Footstep Analysis for the Military Parade, Proceedings of the 23rd Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems. IES 2019, 12 (2020).
3) M. Kubo, Y. Okugawa, H. Sato, Automatic quality evaluation of parade by variance of postures of a platoon on single video camera logs, Artificial Life Robotics, 25 (2020), 537–543.
4) 高岡俊輔, 石川祐二, シミュレータ訓練による操船技術向上の検証～錨泊操船の検証について～, 弓削商船高等専門学校紀要, 29(2007), 31-38.
5) 海上保安大学校、https://jcga.ac.jp、2022 年 1 月 11 日.
6) 海上保安庁, 海上保安庁訓令第3号, 海上保安庁職員基本動作規則, 昭和 39 年 2 月 7 日.
7) 高岡詠子, e-learning と教育の相互関係, 情報処理, 53(3)(2012), 310-315.
8) 白鳥和人, 星野准一, シリアスゲーム, Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence, 23(1)(2008), 79-84.
9) 八日市場自動車教習所, https://yds.or.jp、2022 年 1 月 11 日.
10) U.S. ARMY, https://www.americasarmy.com, 2022 年 11 月 15 日.
11) 杉本昌弘, 吉留文男, 実践的コミュニケーション能力向上を目指す海事英語教育の取組み～英語による乗船実習と E-ラーニングによる Blended Learning～, 独立行政法人国立高等専門学校機構大島商船高等専門学校紀要, 40(2007), .9～19.
12) 三宅陽一郎, ディジタルゲームにおける人工知能技術の応用, 人工知能学会, vol23(1)(2008), p44-51.
13) 三宅陽一郎, ディジタルゲームにおける人工知能技術の応用の現在, 人工知能学会誌, vol30(1)(2015), pp45-64.
14) 寺野隆雄, 社会を計算するシミュレーションアプローチ, CUC view & vision, 51(2021),24-33.
15) 兼田 敏之, 歩行者流のエージェントシミュレーション, 計測と制御, 43(12)(2004), 944-949.
16) 倉橋節也, 横幕春樹, 矢嶋耕平, 永井秀幸, 地域への新型コロナウイルス感染者流入リスクとワクチン効果の影響評価, 人工知能学会論文誌, 37(1)(2022), C-L42_1-9.
17) 構造計画研究所, https://mas.kke.co.jp/, 2022 年 11 月 15 日.
18) 構造計画研究所, https://artisoc-cloud.kke.co.jp, 2022 年 11 月 15 日.
19) R. Weijs, G. Bekebrede, I. Nikolic, Sustainable competence development of business students: Effectiveness of using serious games. In Games and learning alliance (2016). (pp. 3-14). Springer.
20) 酒井隆, 「アンケート調査と統計解析がわかる本」, 日本能力協会マネジメントセンター, 2012.

付録（マニュアル）

概要

あなたは指揮者です。4 列縦隊に対し号令を発して正確に指揮し、ゴールゾーンに移動させてください。
列員は号令に対し正確な動作をします。縦隊の距離間隔は 1m、歩幅 75 ㎝、速度は毎分 118 歩です。

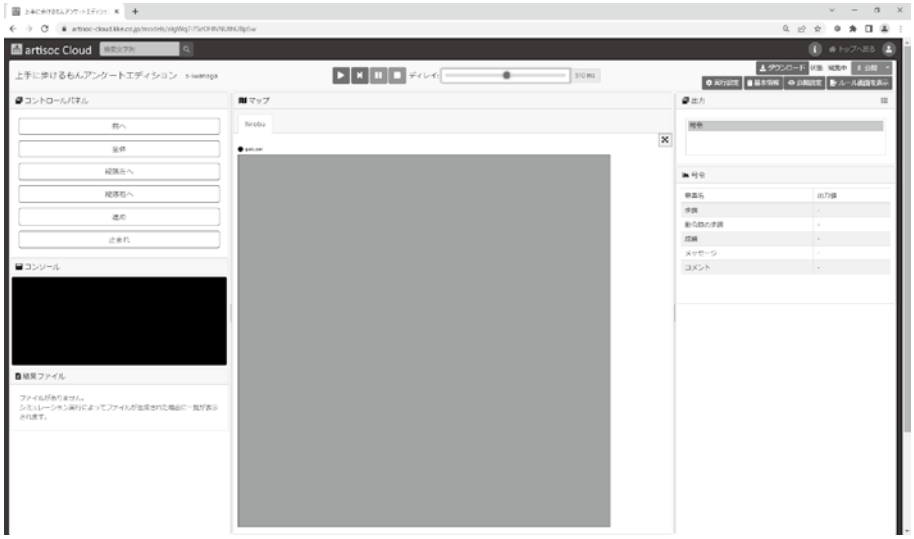
採点基準

成績は減点方式です。減点は次のとおりです。

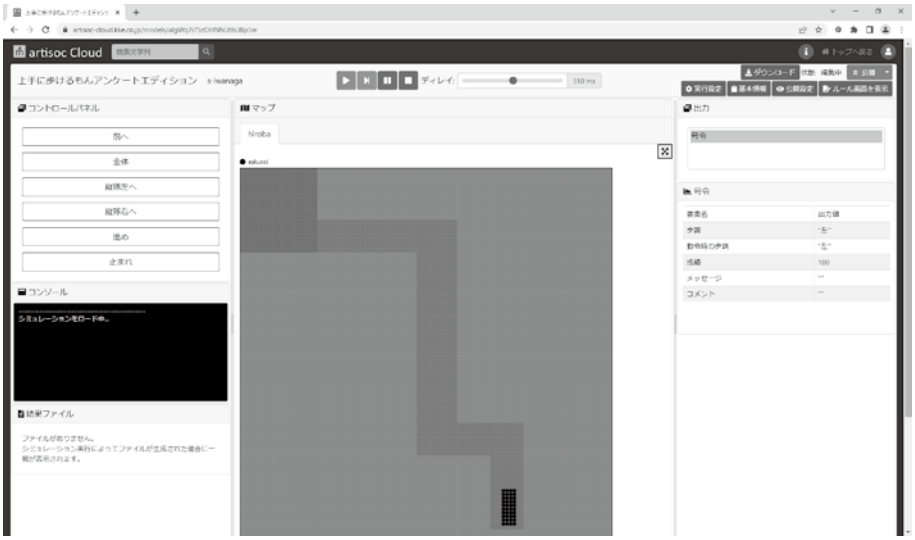
減点行為	減点
右足で動令をかける	-5
曲がる場所を間違える	-5
コースを逸脱	修正されるまで-1
止まる位置を間違える	-10

操作方法

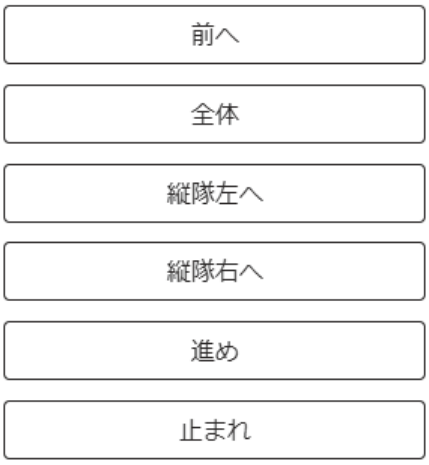
① 上部中央のスライドバーでディレイをマウスで動かし 510ms にします。



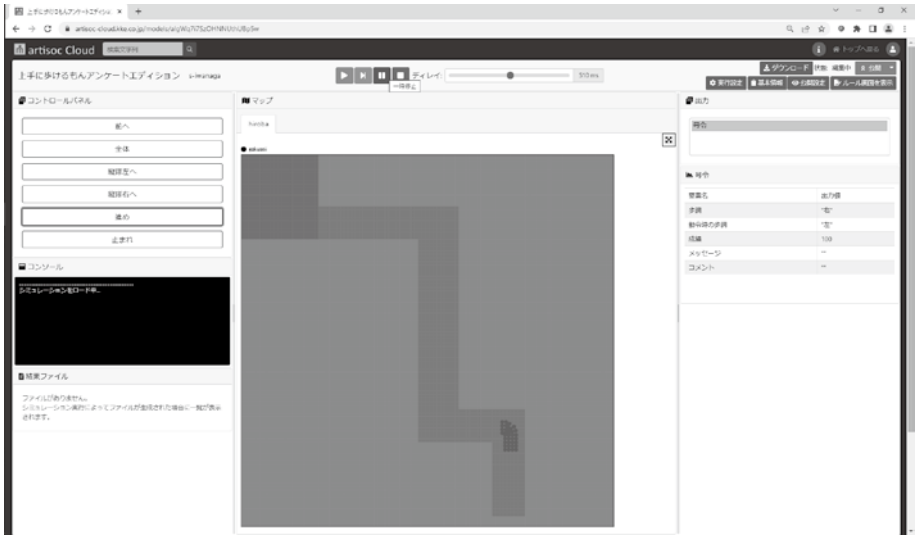
② 上部中央の再生ボタン▷を押すと、マップに訓練区域である hiroba が表示されます。
マップは行進コースの俯瞰図であり、初期状態では停止している上向きの 4 列縦隊が表示されています。



③　画面左上のコントロールパネルにある 4 つの予令と 2 つの動令から選択します。



縦隊は「前へ」、「進め」の号令で左足から行進を開始します。丸印は列員を示し、停止時には黒色、行進時に左足をついた時は赤色、右足をついた時は青色で表示されます。指揮者はタイミングと縦隊の位置を考慮しながら号令を選択して、マップ上の着色された行進コース上を行進させなければなりません。ゴールゾーンは左上の濃色の部分です。
例えば、「縦隊左へ」、「進め」を順番に押すと、図のように縦隊は左に 90 度方向変換します。

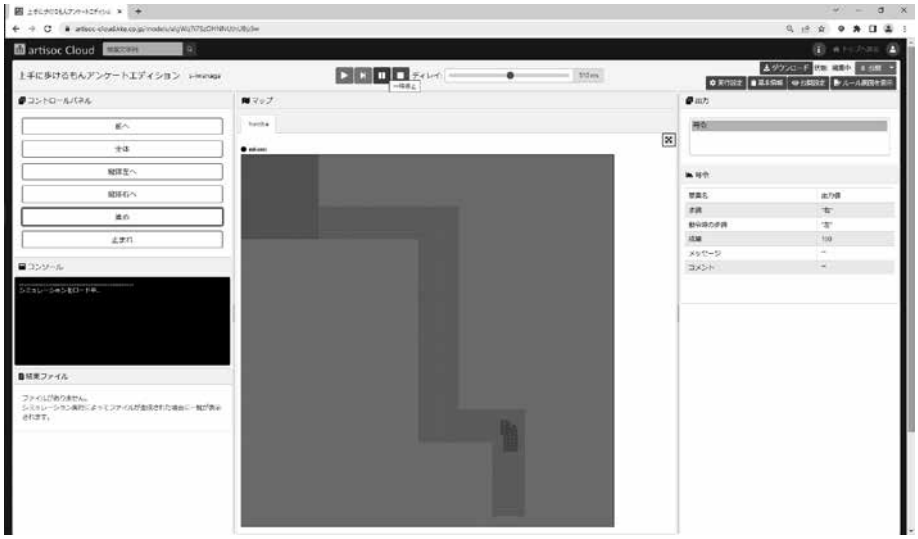
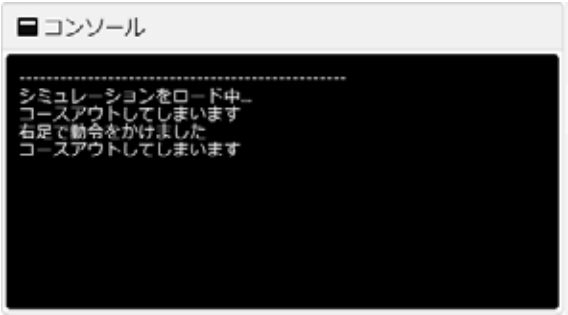


画面右側の出力値には以下の項目が表示されます。
・歩調：出している足
・動令時の足：動令発令時に出している足
・成績：現在の点数
・メッセージ：注意事項
・コメント：その他のコメント
注意事項：縦隊が曲がり終わると「曲がり終わり」と表示されます。縦隊は最後尾が曲がり終わるまで新しく号令をかけることはできません。

号令

要素名	出力値
歩調	"右"
動令時の歩調	"右"
成績	85
メッセージ	""
コメント	""

④ システムを一時停止するには、上部中央の一時停止ボタン‖、止めるには停止ボタン□を押します。最初からもう一度開始するには停止ボタン□を押した後に再生ボタン▷を押します。



⑤ 左上のゴールゾーンで縦隊を停止させると、左下のコンソール画面に最終的な成績が出力されます。