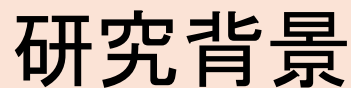


地震避難時における
視覚情報に基づく障害物回避を考慮した
人体の地震応答解析モデルの構築



電気の傘が落下
電球はぶら下がっていた

ペンダント

直付け

引出し散乱

懐中電灯を持って
2人で外へ
本震発生から15秒
くらいで脱出

傾いて扉が開いた

冷蔵庫の扉にコンロ

コンロの火を消す

流し

ブラケット

テレビ台の
中身が散乱

机の上にテレビ

机

棚

仏壇の中身が散乱

仏壇

天井灯

テ

テーブル上の
ガスコンロの
火を消す(夫)

扉が開いて
中から物が散乱

洗濯機

天井灯
40~50cm
移動

ペンダント

直付け 直付け

900mm

人の動き（2004年新潟県中越地震時）

地震時に避難する場合、人は視覚情報に基づき障害物を回避する。



既存研究

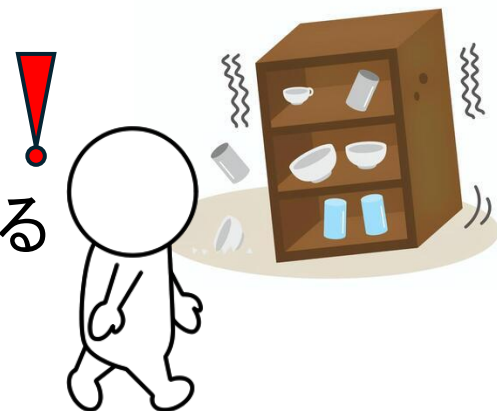
障害物回避を考慮した人体の挙動を予測



適切な避難経路の決定や人的被害の低減に繋がる



地震時における人体挙動についての研究



人間の地震時挙動を
予測する人体モデル
(肥田ら,2020)

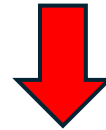
人体モデルを用いた
群衆避難シミュレーション
(佐藤ら,2023)

衝突を考慮した人体モデル
を用いた
群衆避難シミュレーション
(二本松ら,2024)



研究目的

既往研究



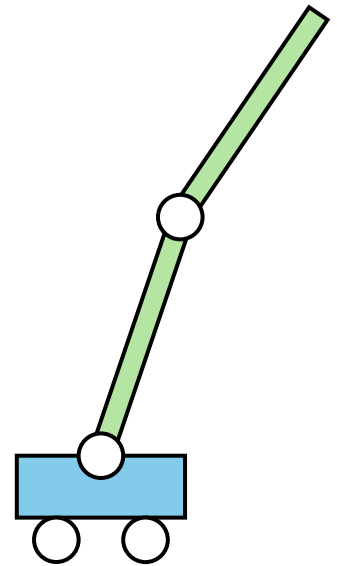
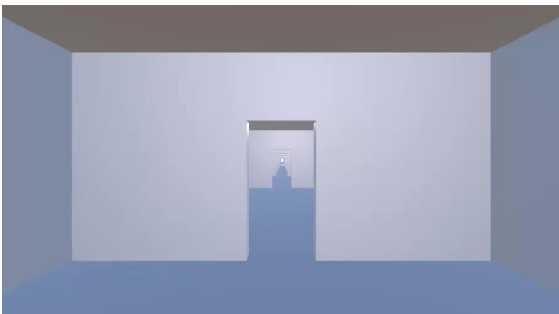
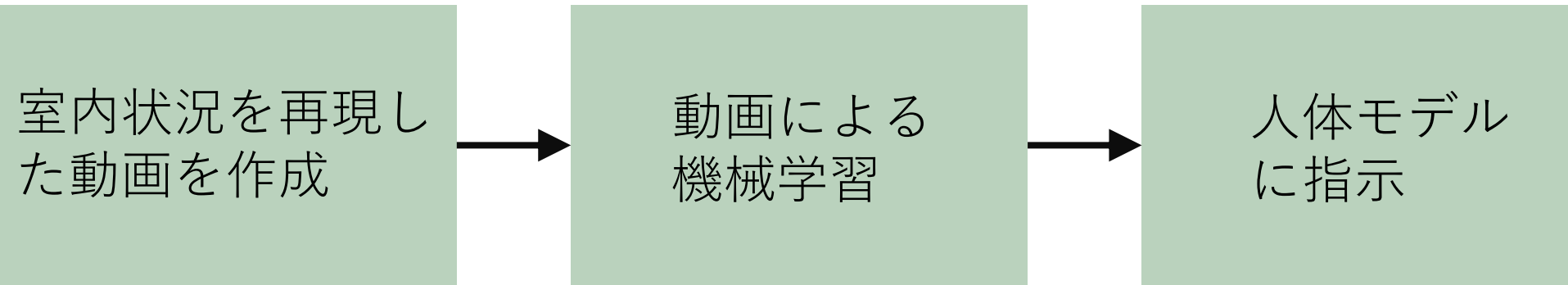
視覚情報に基づく障害物回避の考慮なし



視覚情報に基づく障害物回避を考慮した
人体の地震応答解析モデル構築

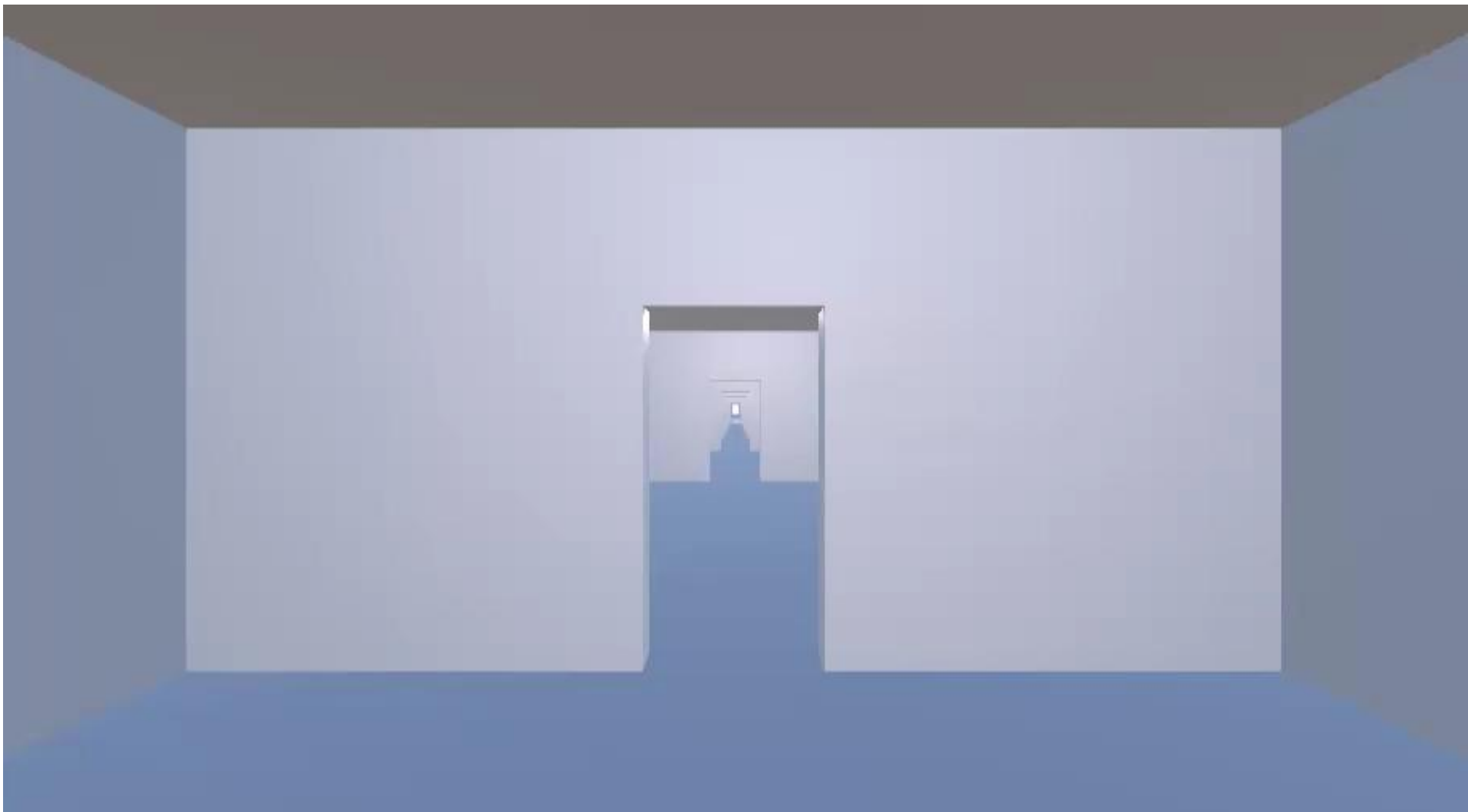


人体モデル構築の流れ



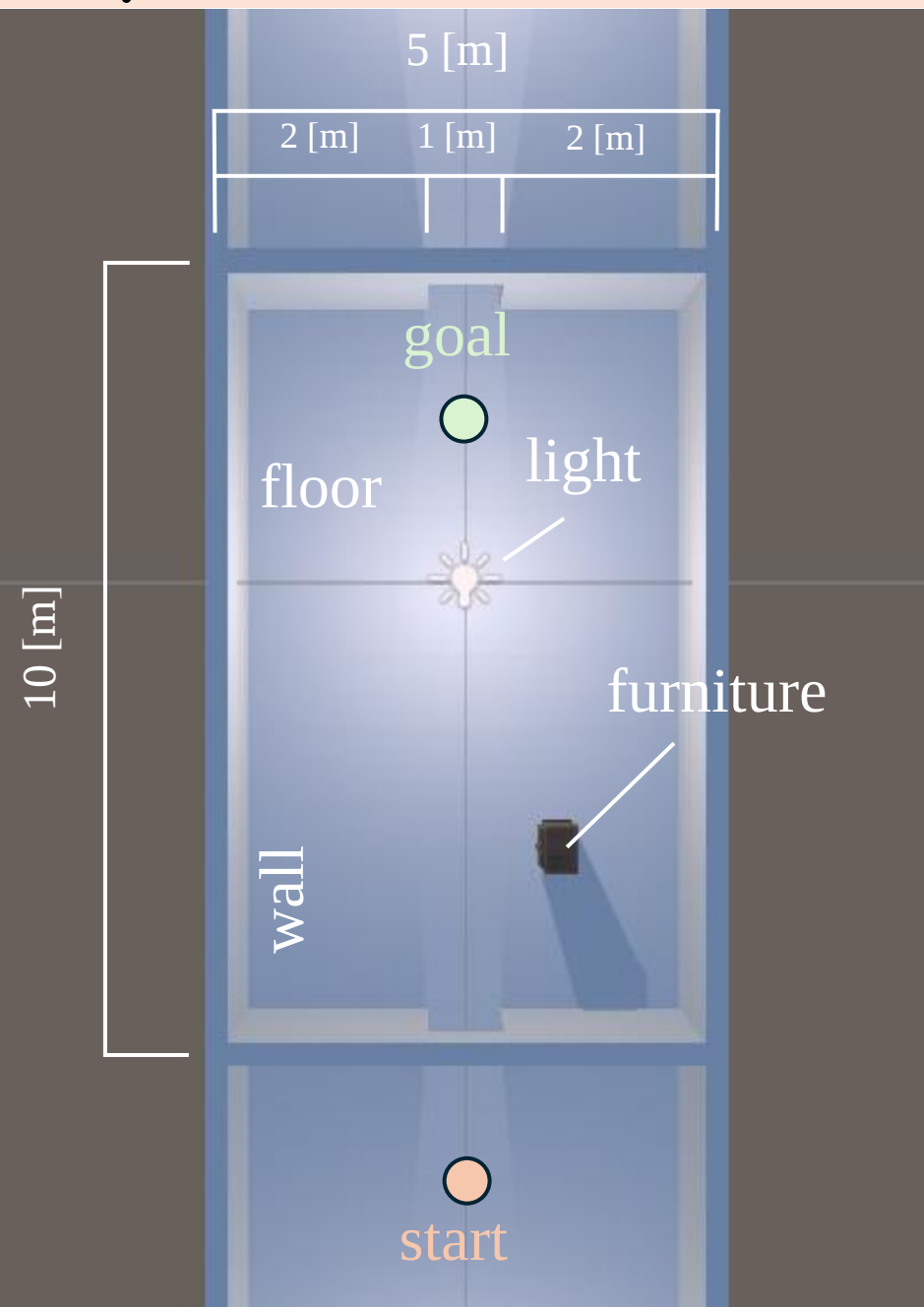


完成動画

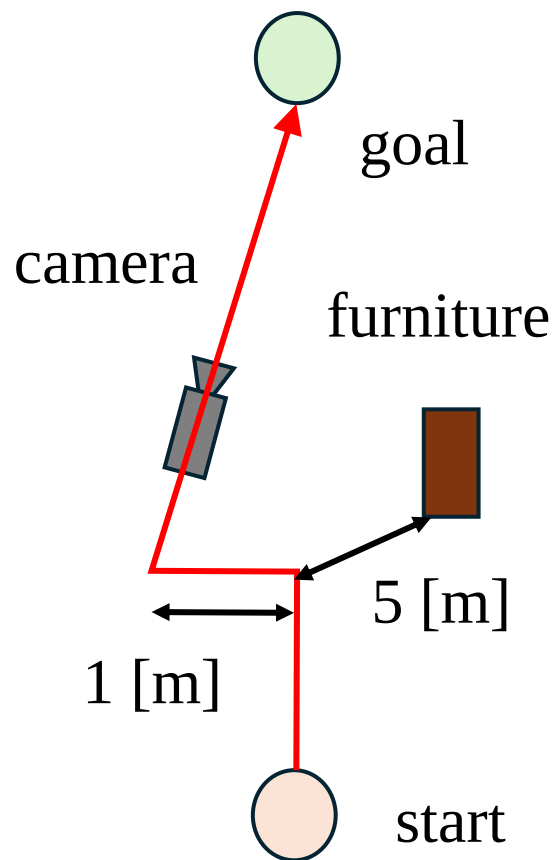




室内状況



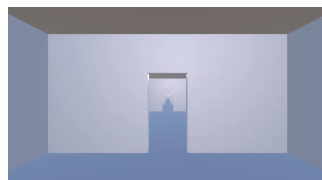
Unityを使用して，視覚情報を得るための室内状況を再現している.



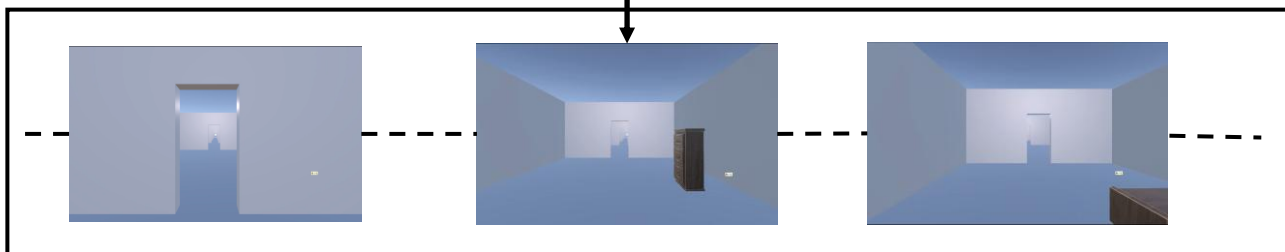


CNN-LSTM

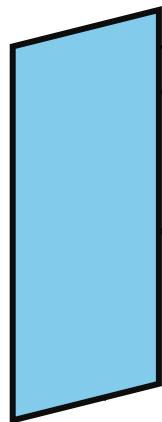
入力する
動画データ



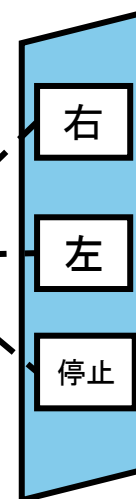
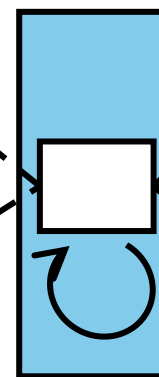
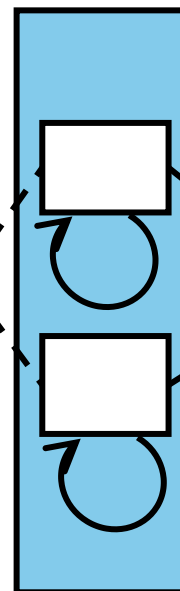
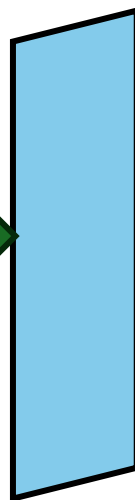
0.01秒
毎に分解



CNN



LSTM



input

convolution pooling

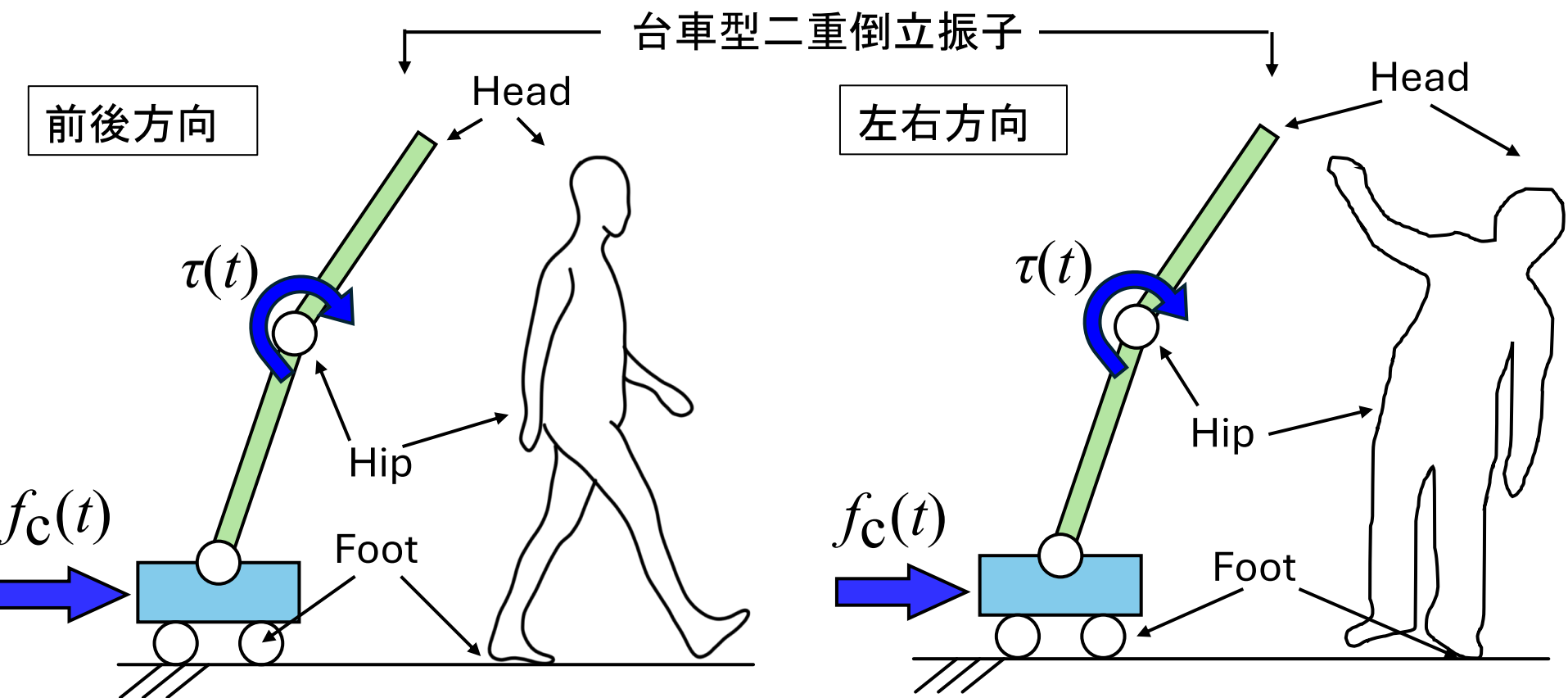
input

hidden layer

output



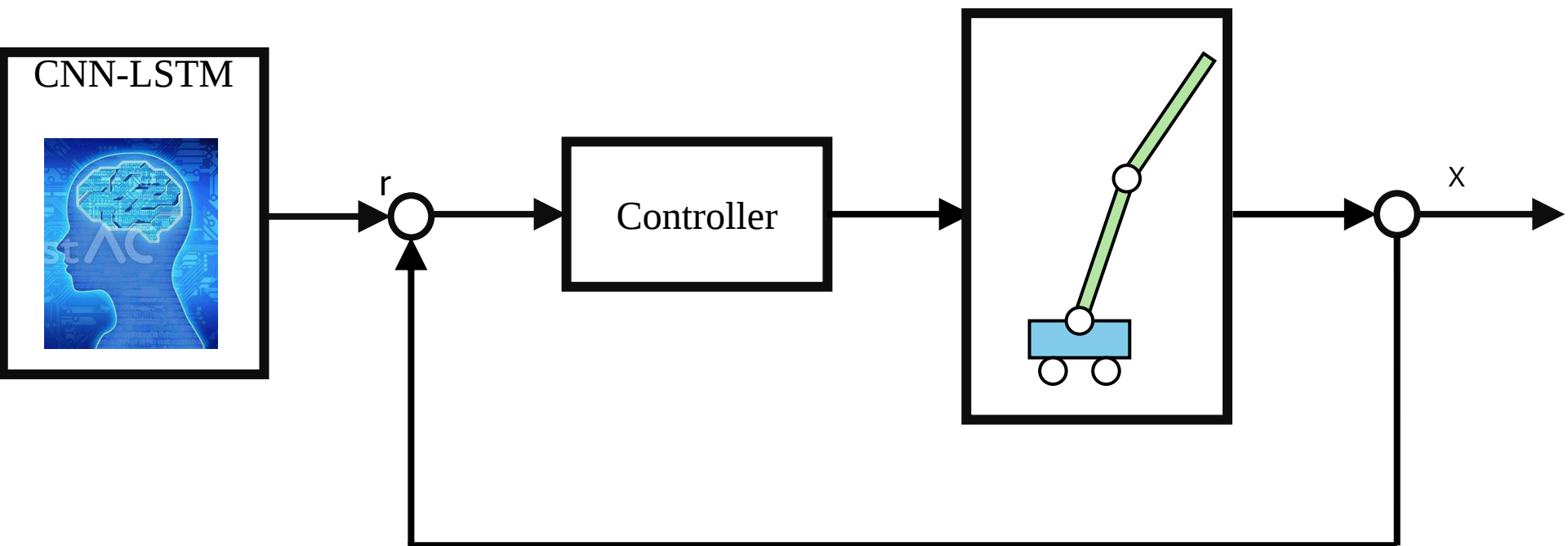
人体モデル



揺れに耐えながら平面上を歩行可能なモデル

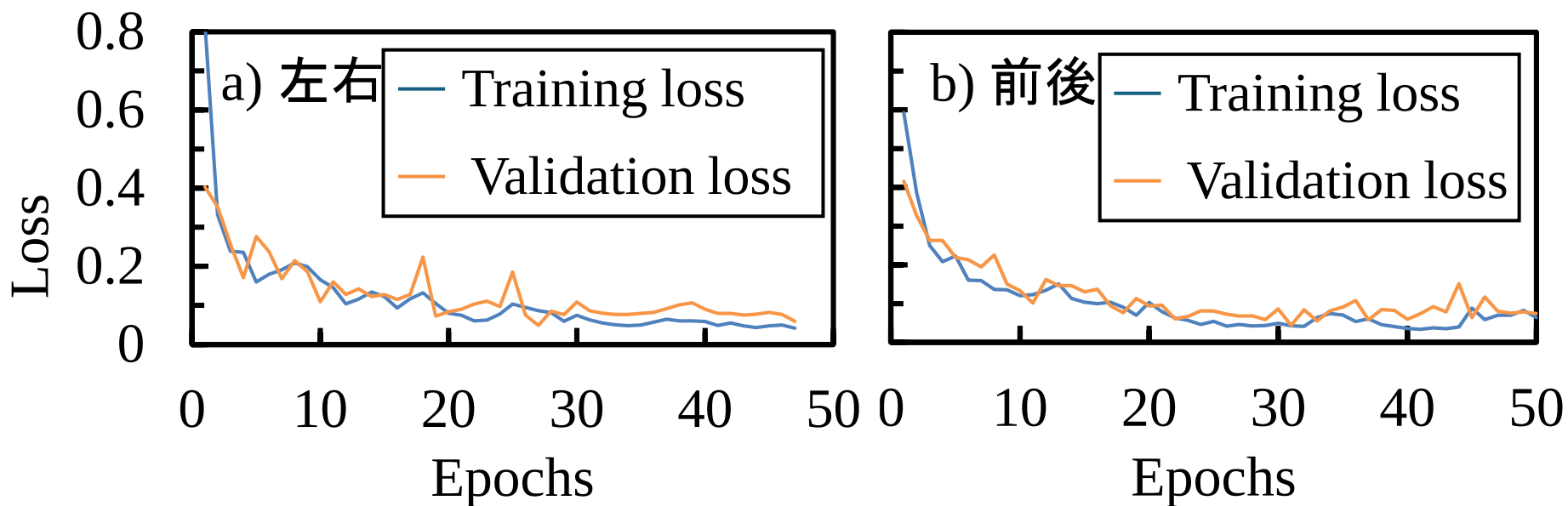


人体モデルの制御方法





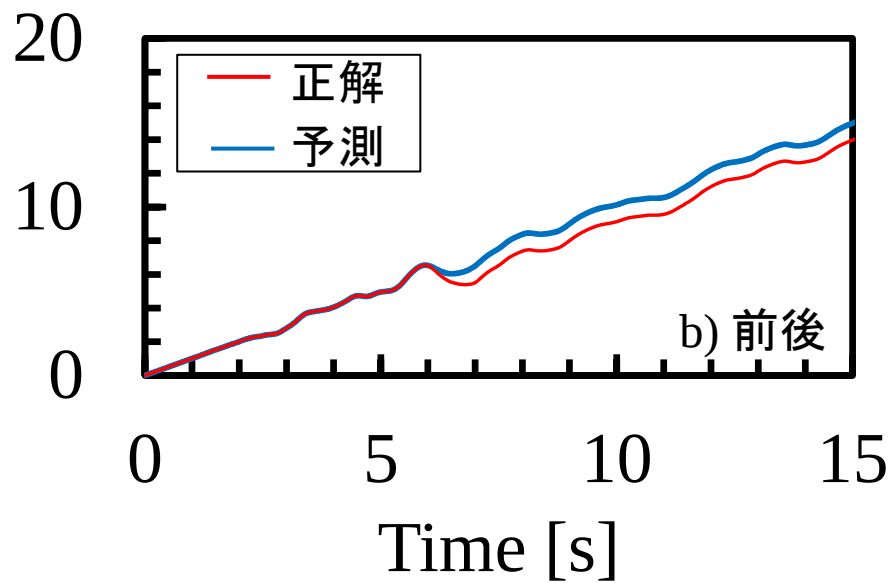
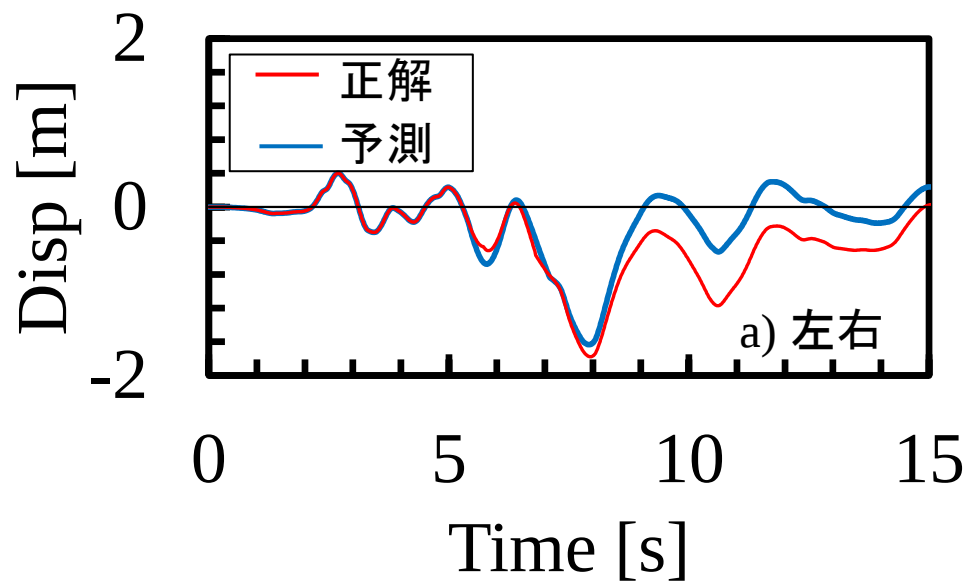
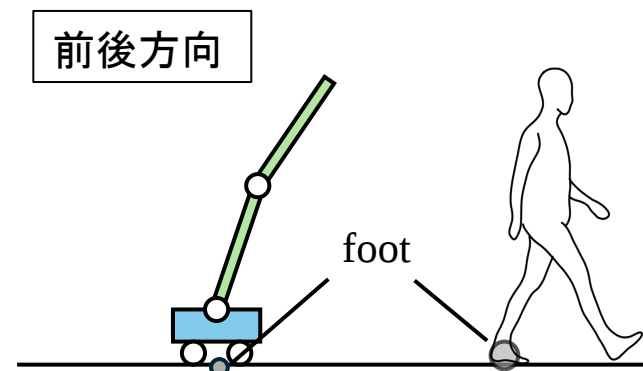
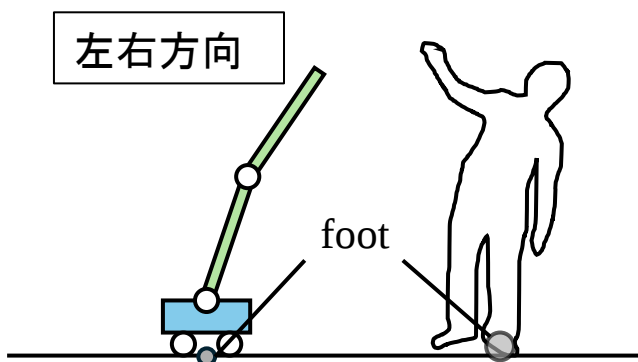
損失関数



- 学習回数が進むにつれて損失が小さな値に収束
- 過学習の兆候がない



妥当性の検証





妥当性の検証

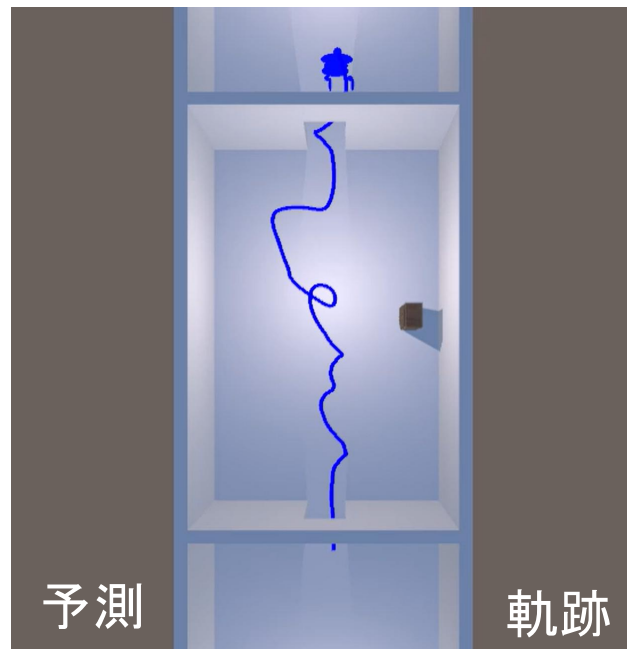
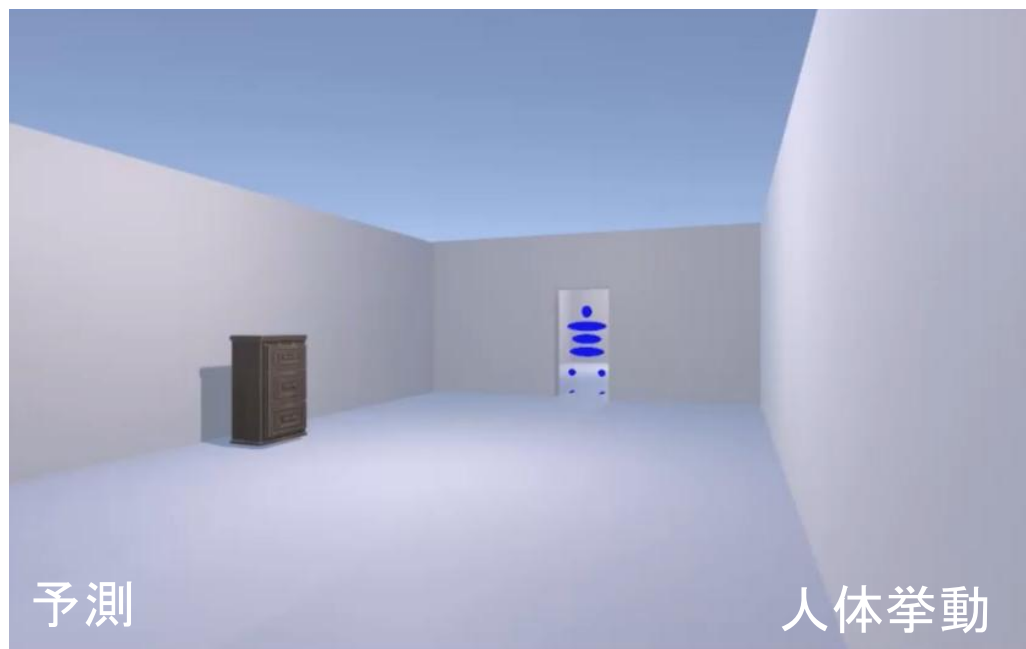
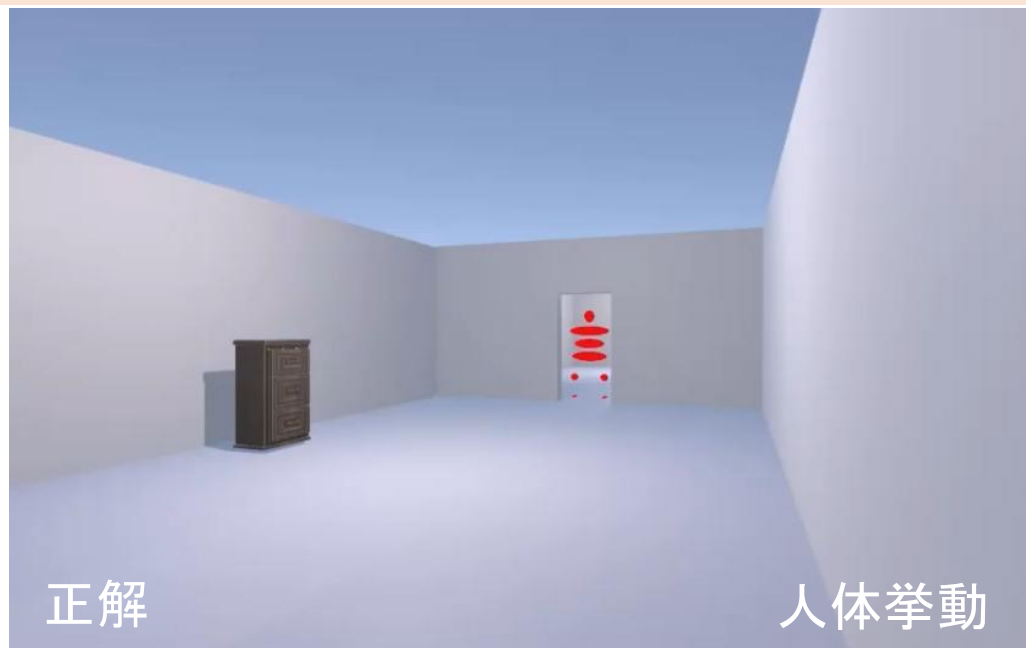


正解



予測

予測と正解の人体モデルの挙動と軌跡



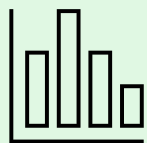


まとめ・今後の課題

まとめ



人間の視覚情報を基にした障害物回避行動を伴う地震避難時における人体挙動の予測モデルを提案.



予測値と正解値の時刻歴波形を比較すると、位相、振幅共に概ね対応した.



Unityにおいて、人体モデルの挙動・軌跡の再現を行い、人体モデルがどのように避難を行うかを再現した.

今後の展望

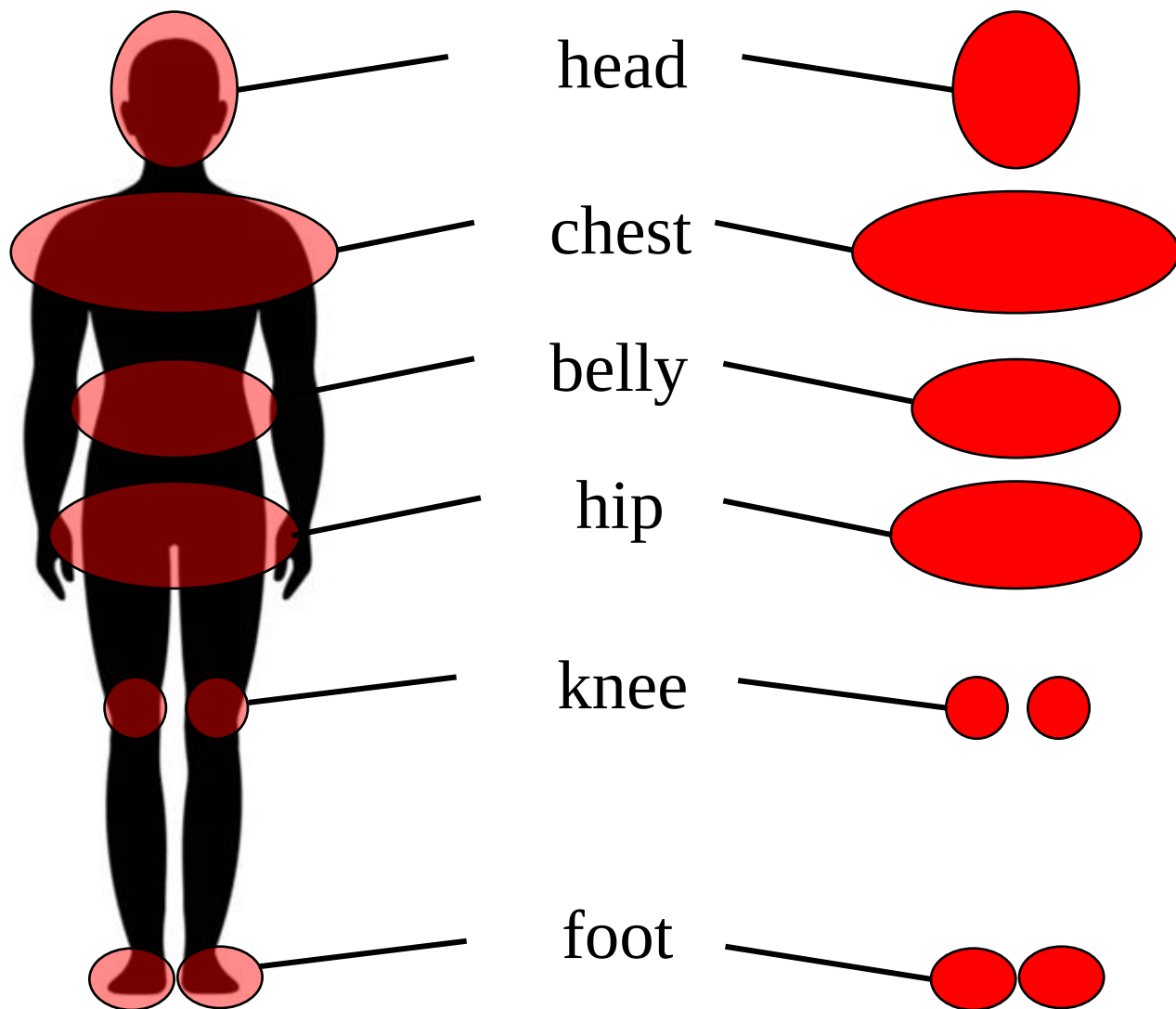


より実際の室内の状況（家具の数を増やす）を再現した場合での検討を行う.

ご清聴ありがとうございました.

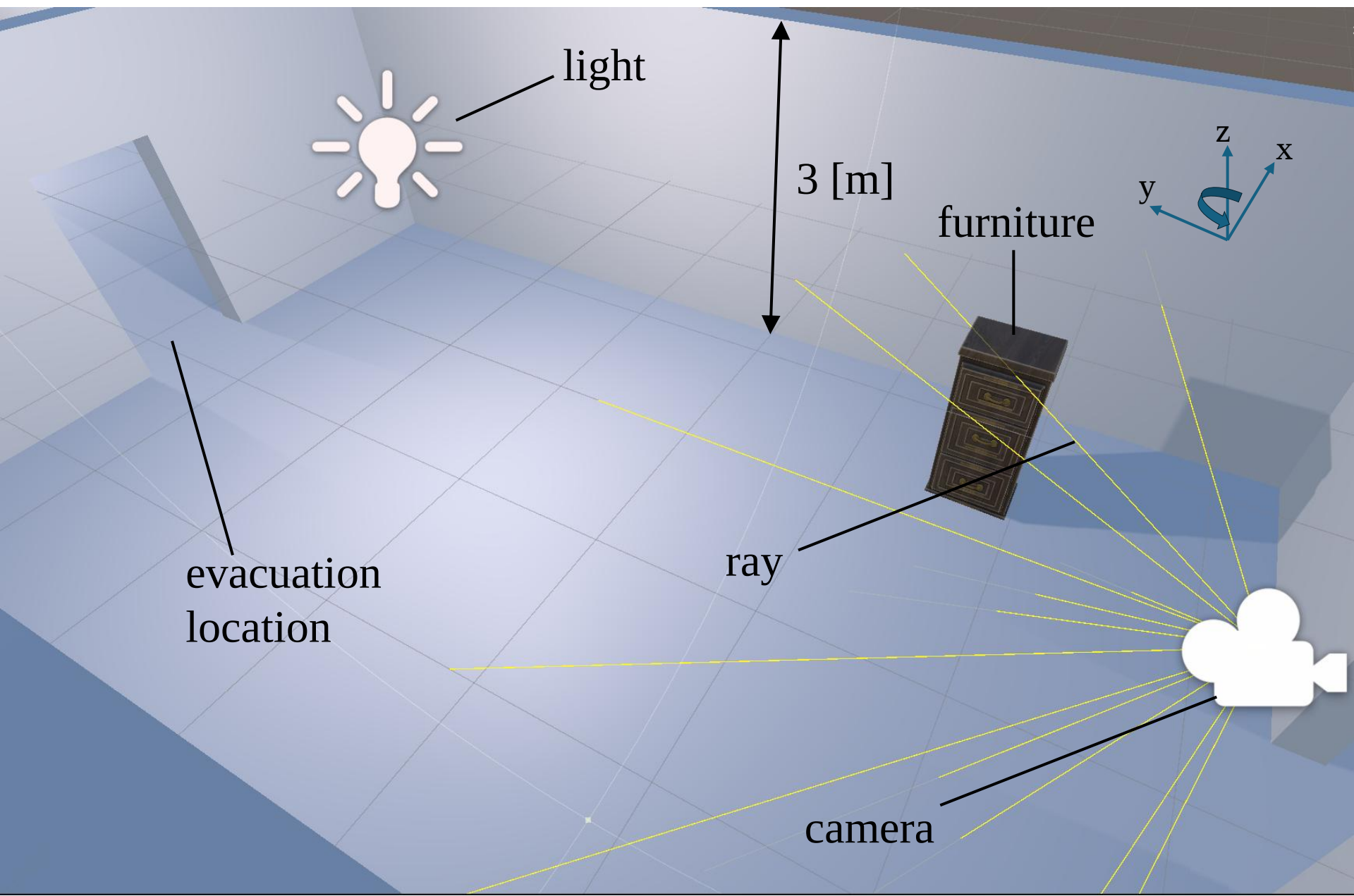


補足資料



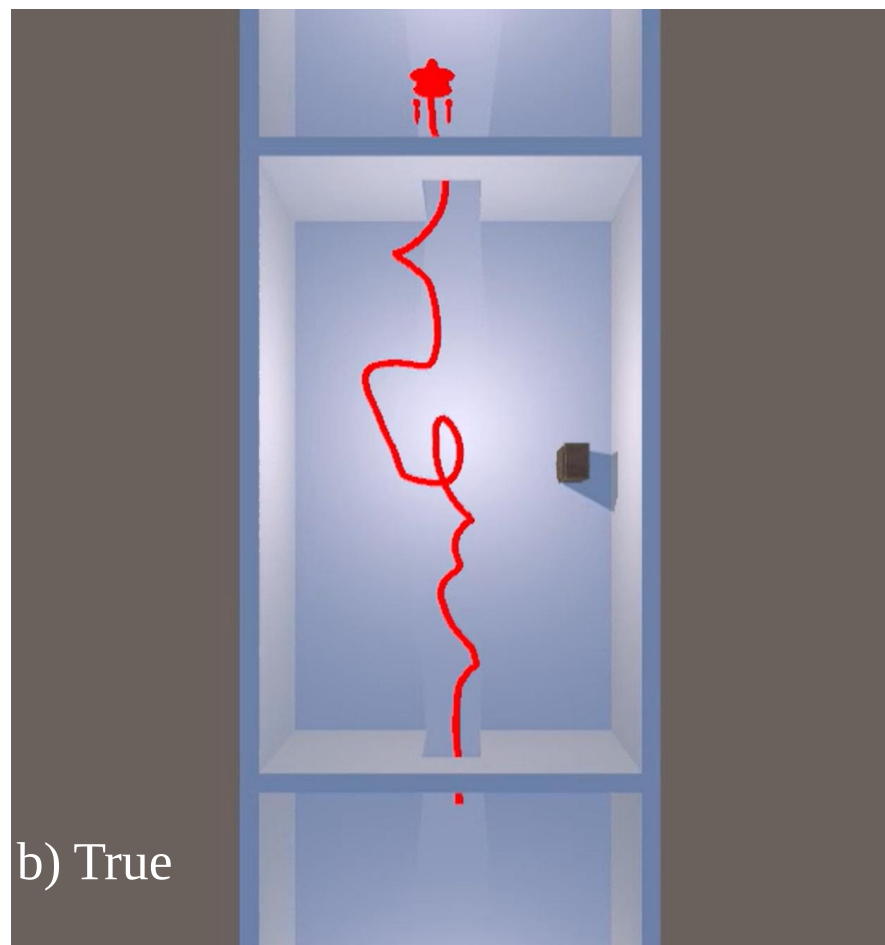
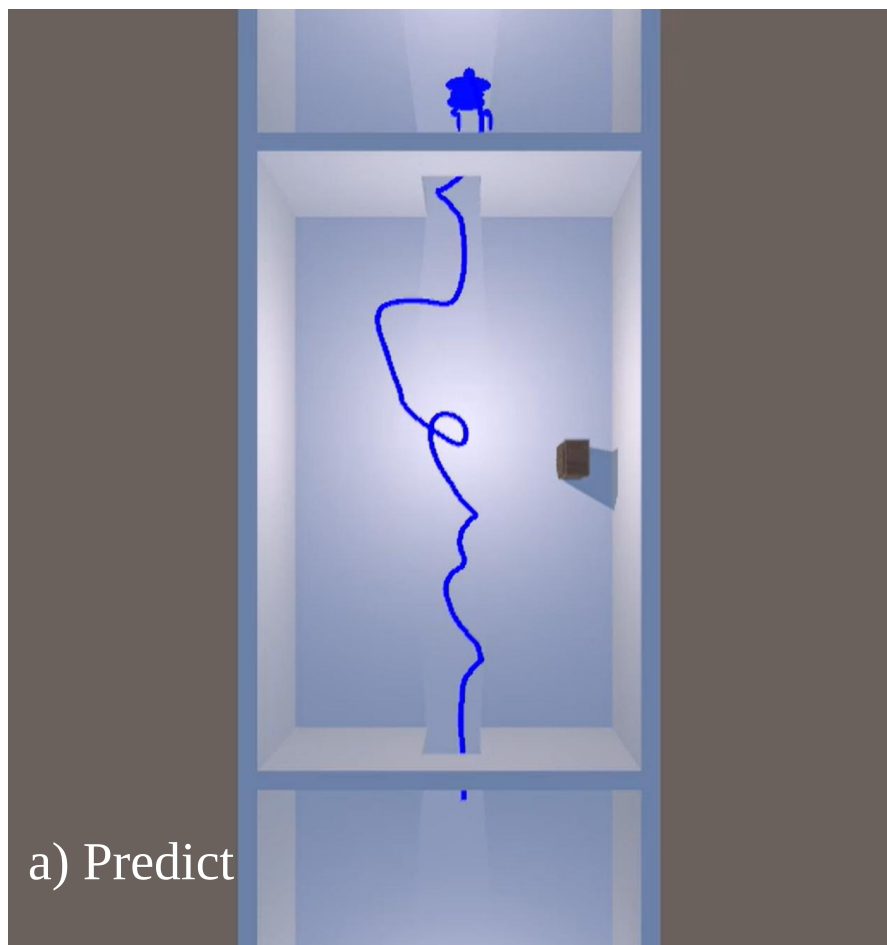


障害物認識法



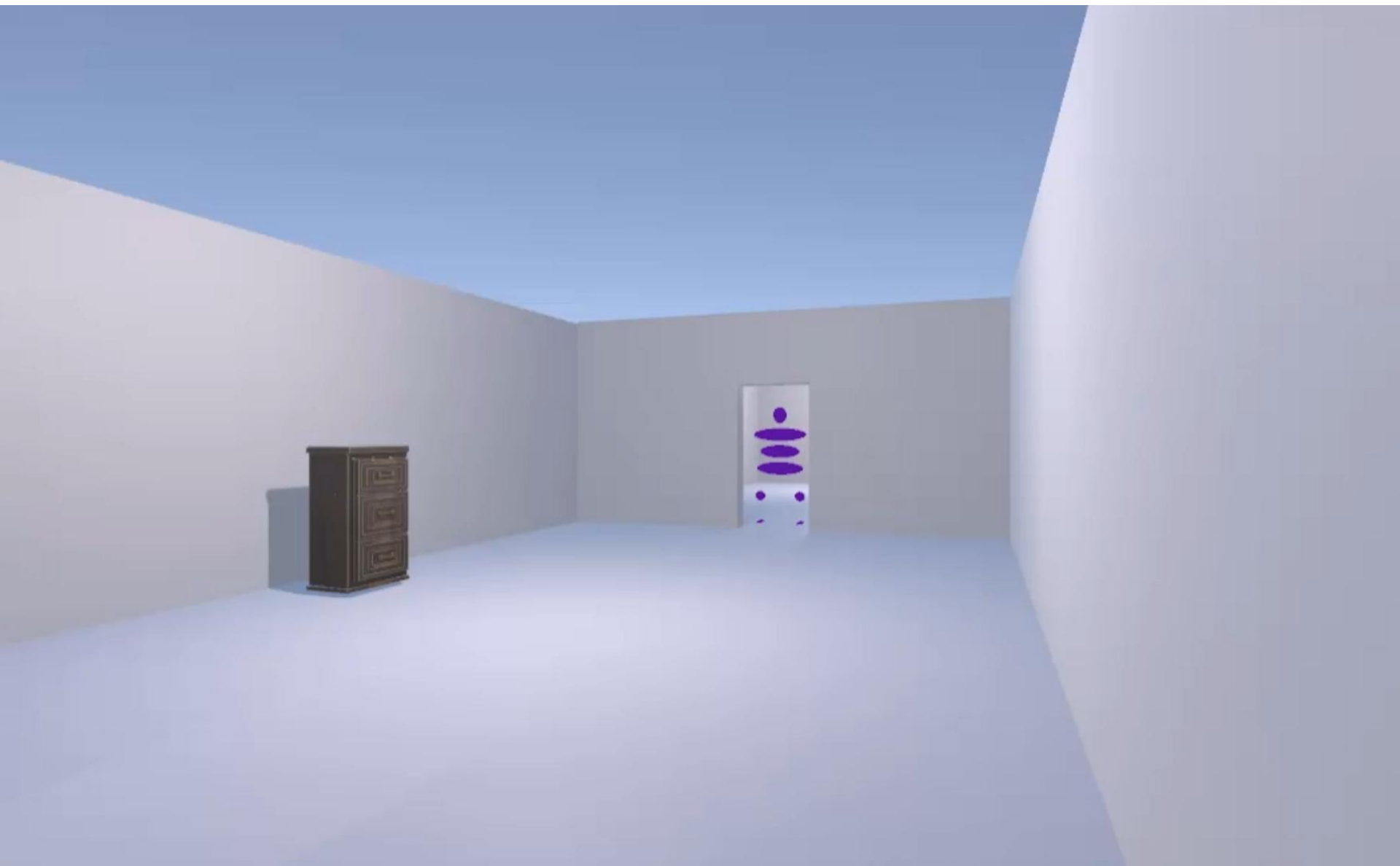


補足資料



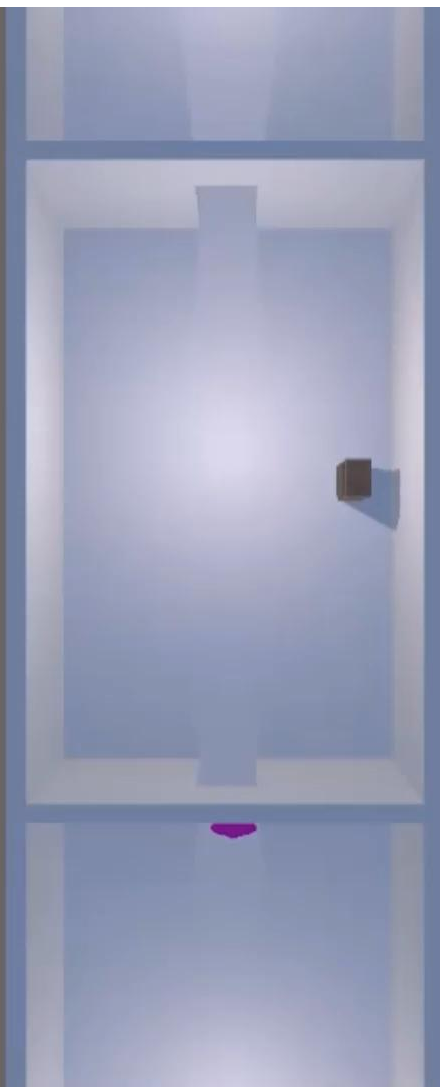


補足資料



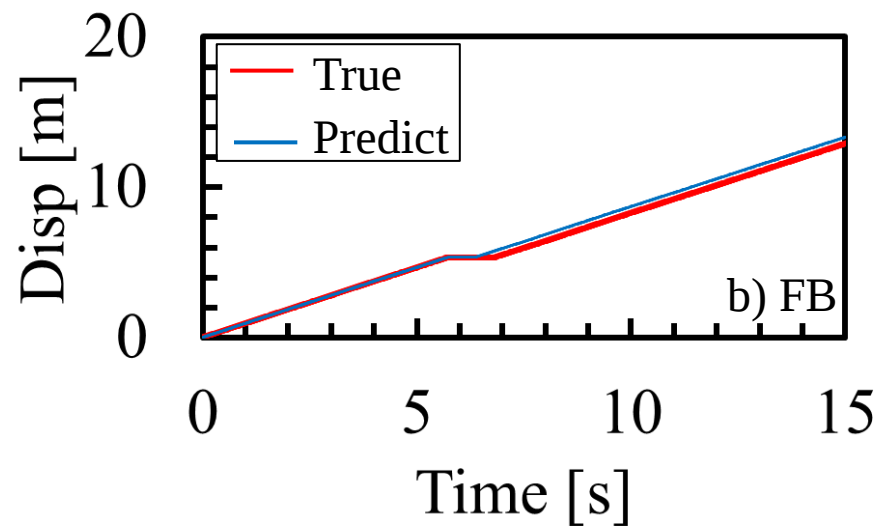
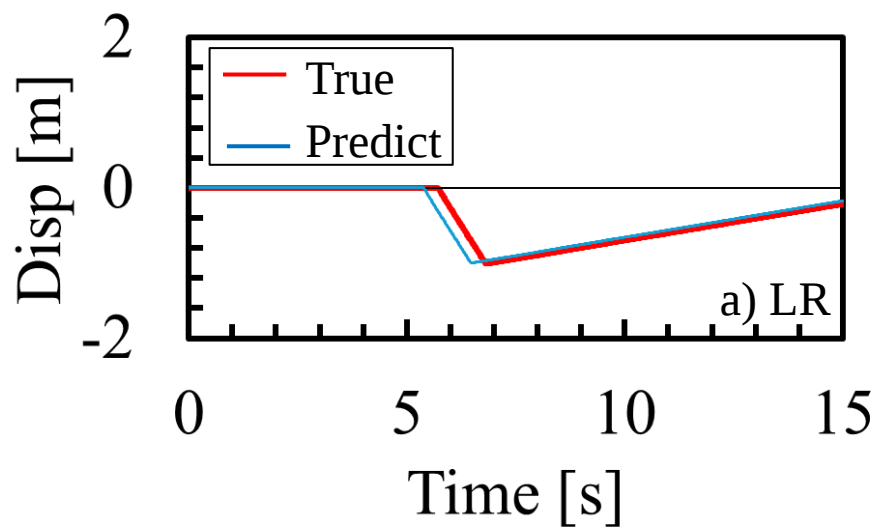


補足資料





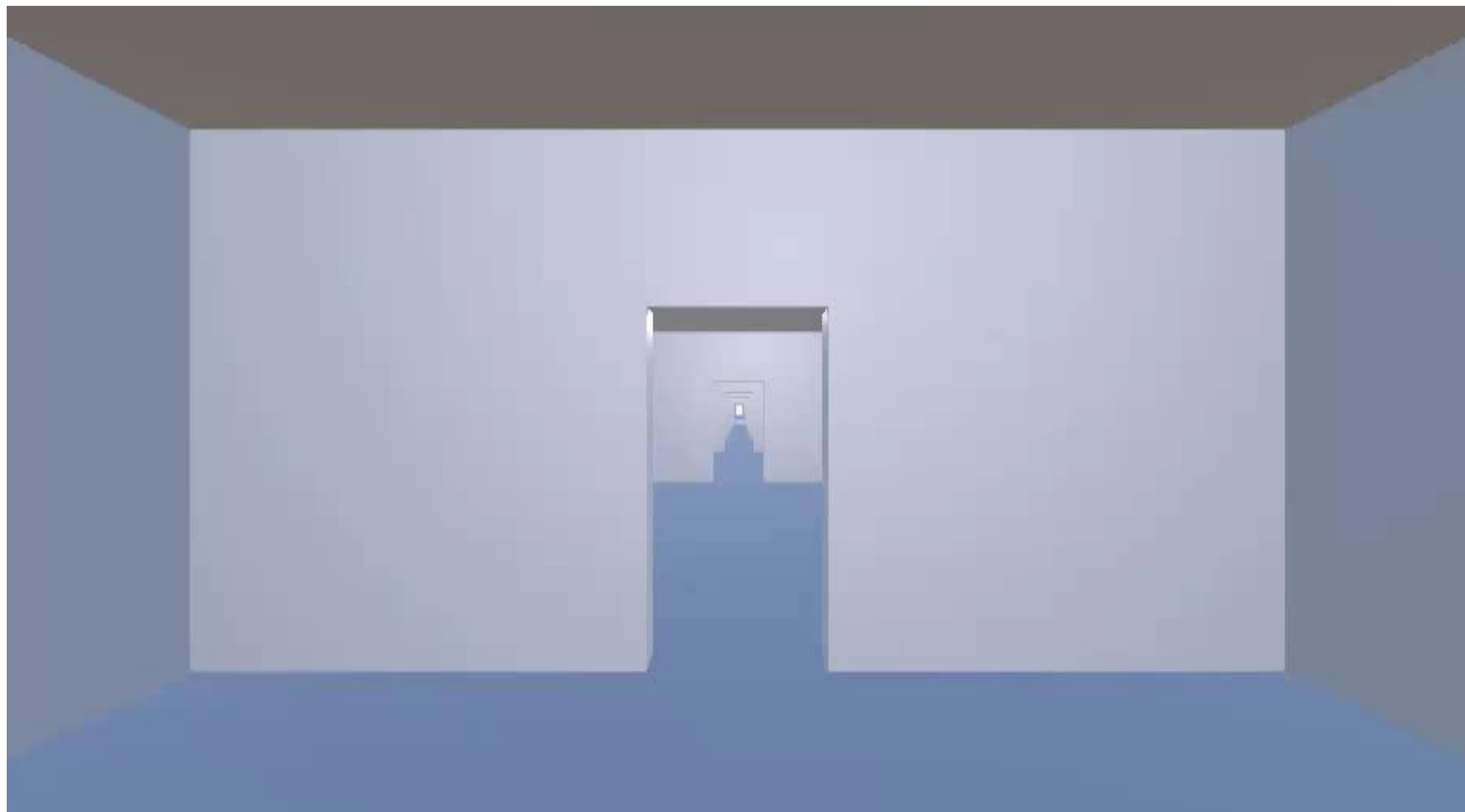
補足資料





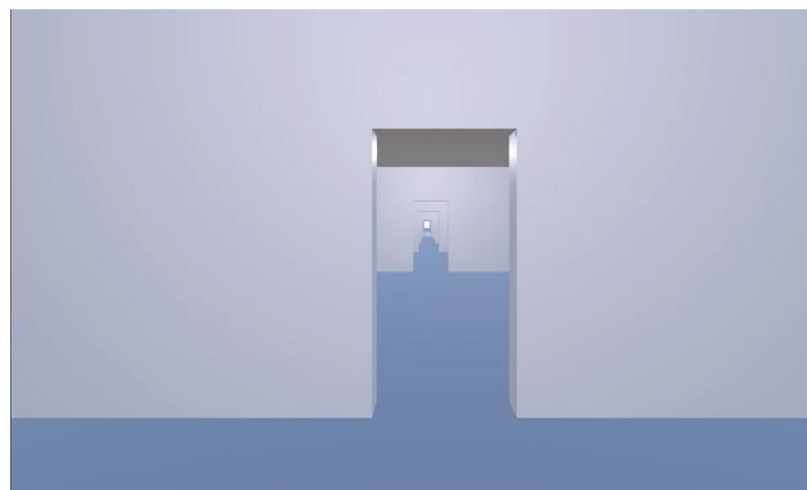
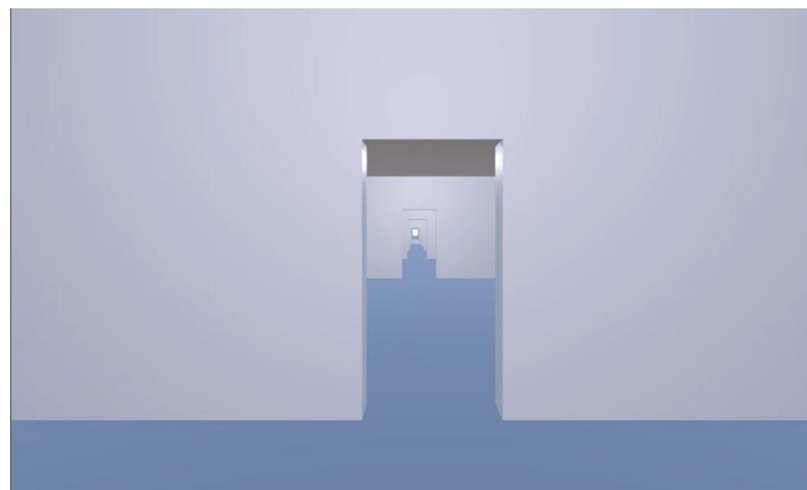
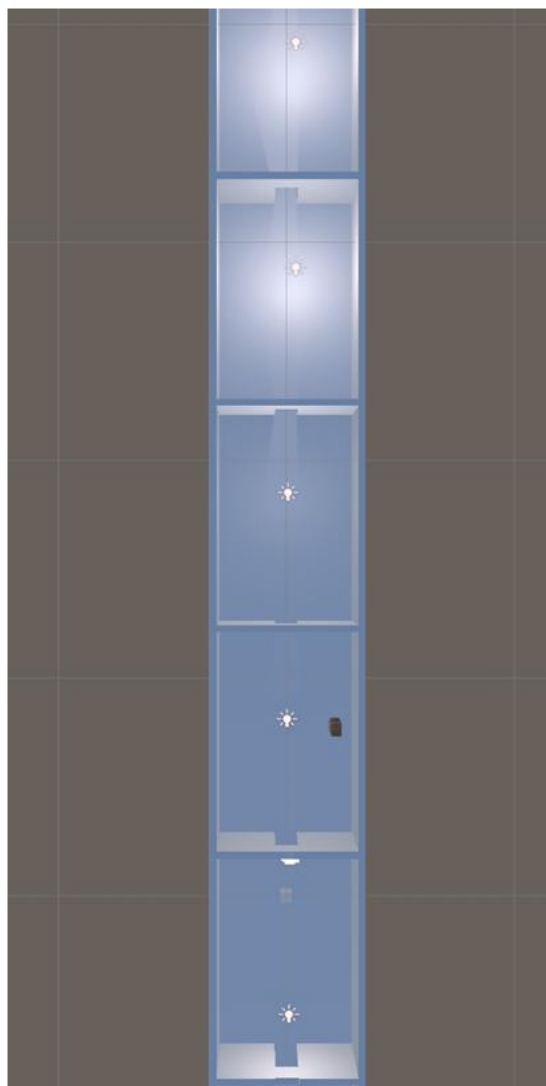
補足資料

学習に使用した動画





補足資料





補足資料

障害物回避におけるパラメータ

Speed	DodgeSpeed	DodgeTime	Detection distance
2 [m/s]	1 [m/s]	1 [s]	5 [m]

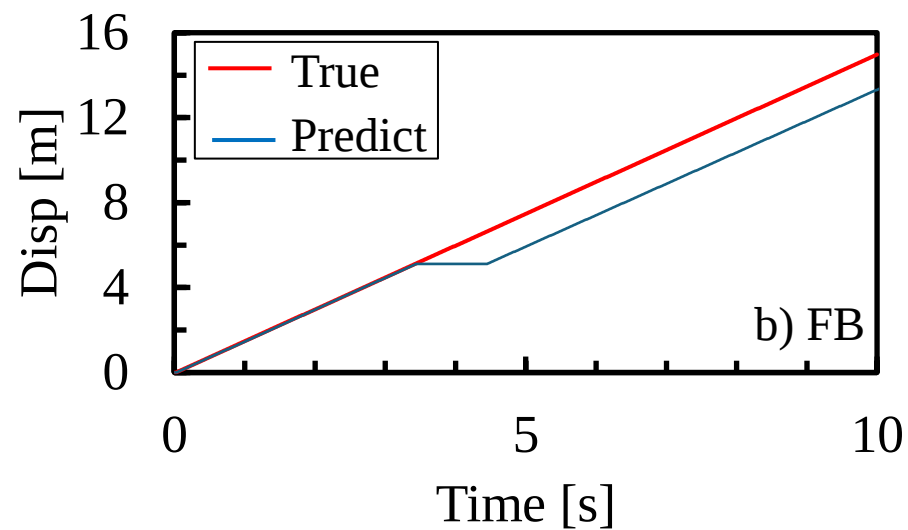
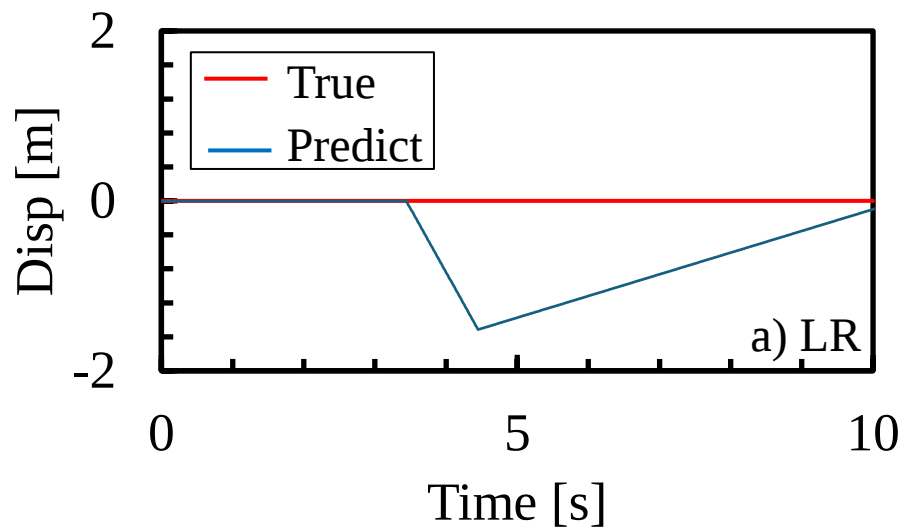
CNN-LSTMにおけるパラメータ

hiddendim	numlayers	numclasses	patience
128	2	3	20



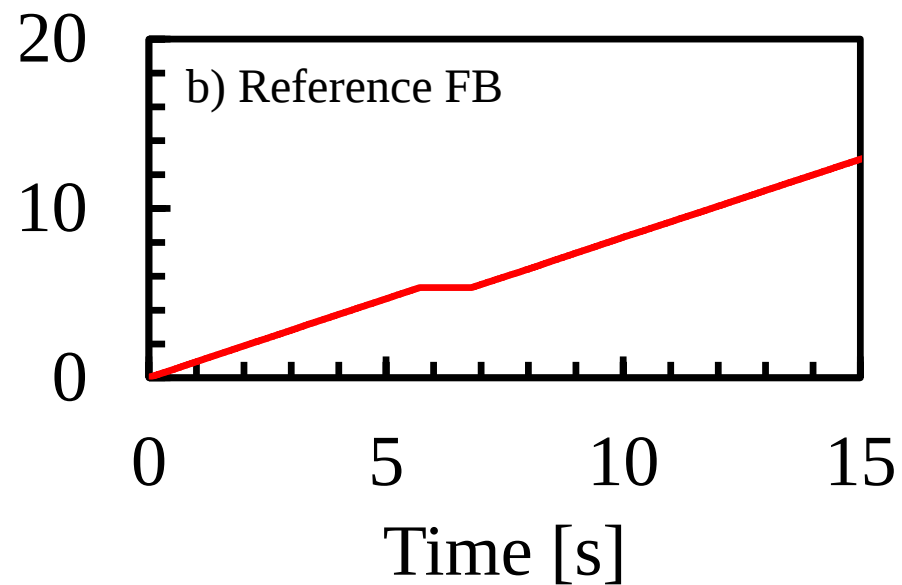
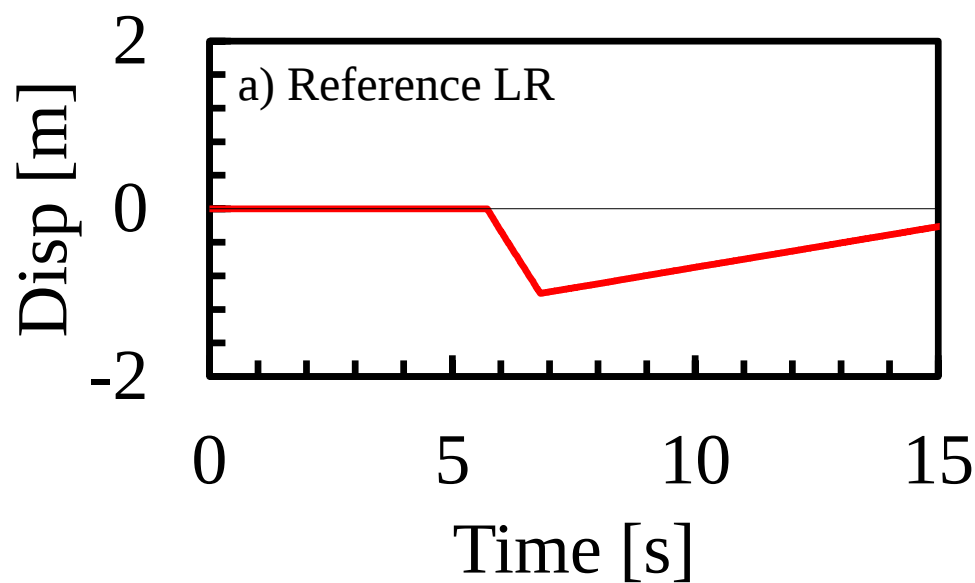
補足資料

入力地震動なし



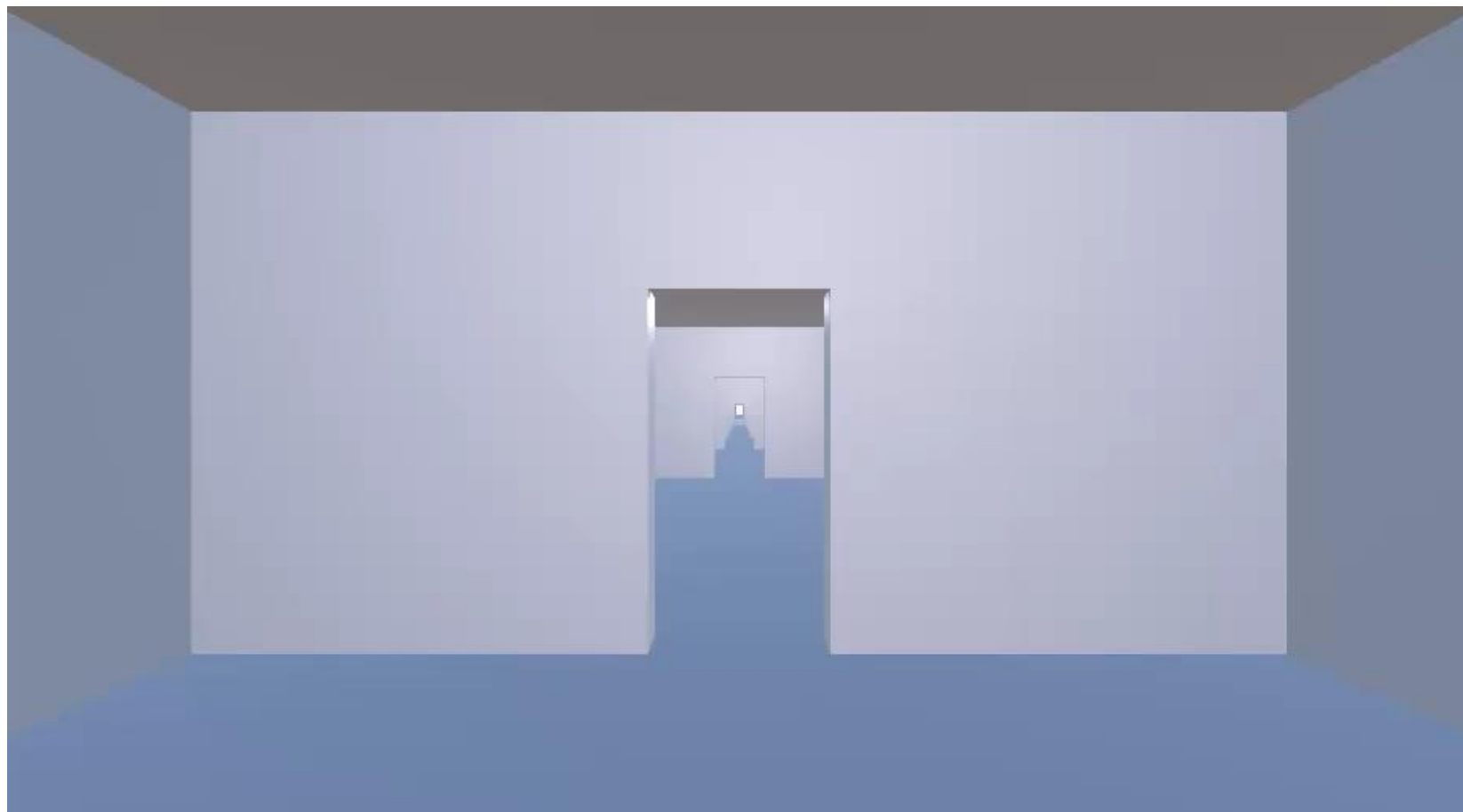


補足資料





補足資料





補足資料

