

津波発生時における夜間停電時の
視認性が避難時間に及ぼす影響の検討

▶ 研究背景

〈2011年東北地方太平洋沖地震〉

- 津波により大規模な被害
→ 迅速な避難が必要

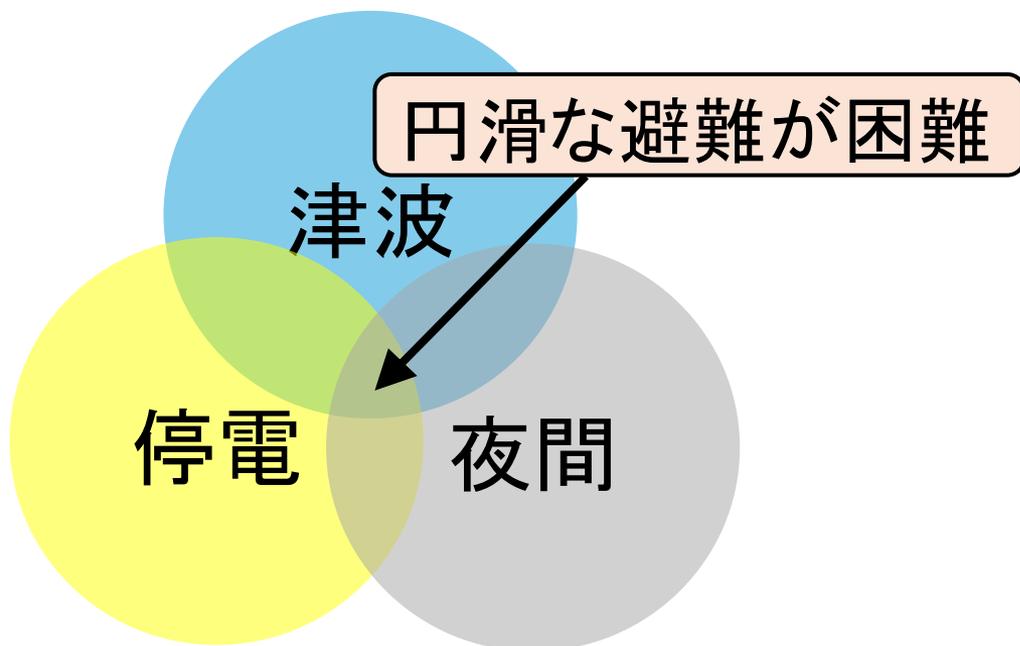


〈平成30年北海道胆振東部地震〉

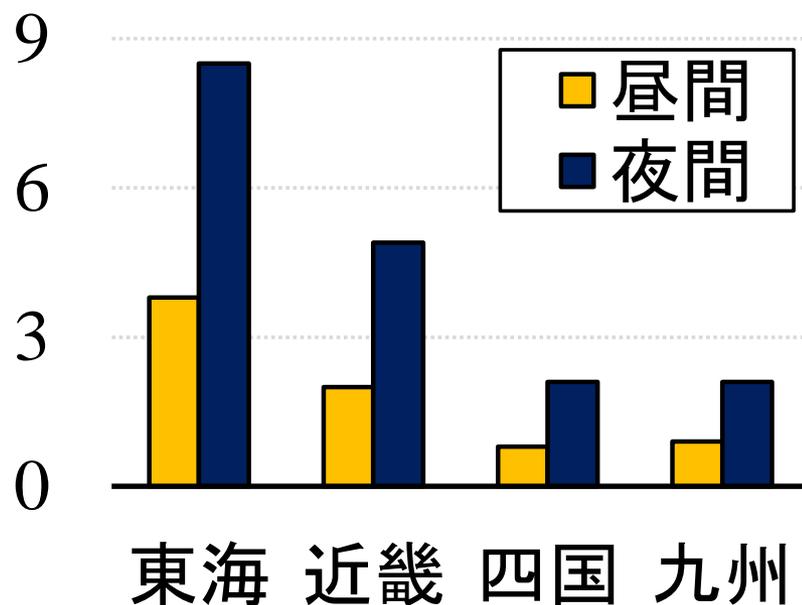
- 深夜に発生
- 大規模な停電



〈南海トラフ地震〉



推計死者数[万人]



津波死者数の推計¹⁾
(内閣府)

夜間停電時における避難時間の短縮が重要

¹⁾出典：内閣府，南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）
https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/2_1.pdf

▶ 研究内容と目的

本研究

実験①

停電時の昼夜における歩行速度の計測

避難シミュレータの構築

実験②

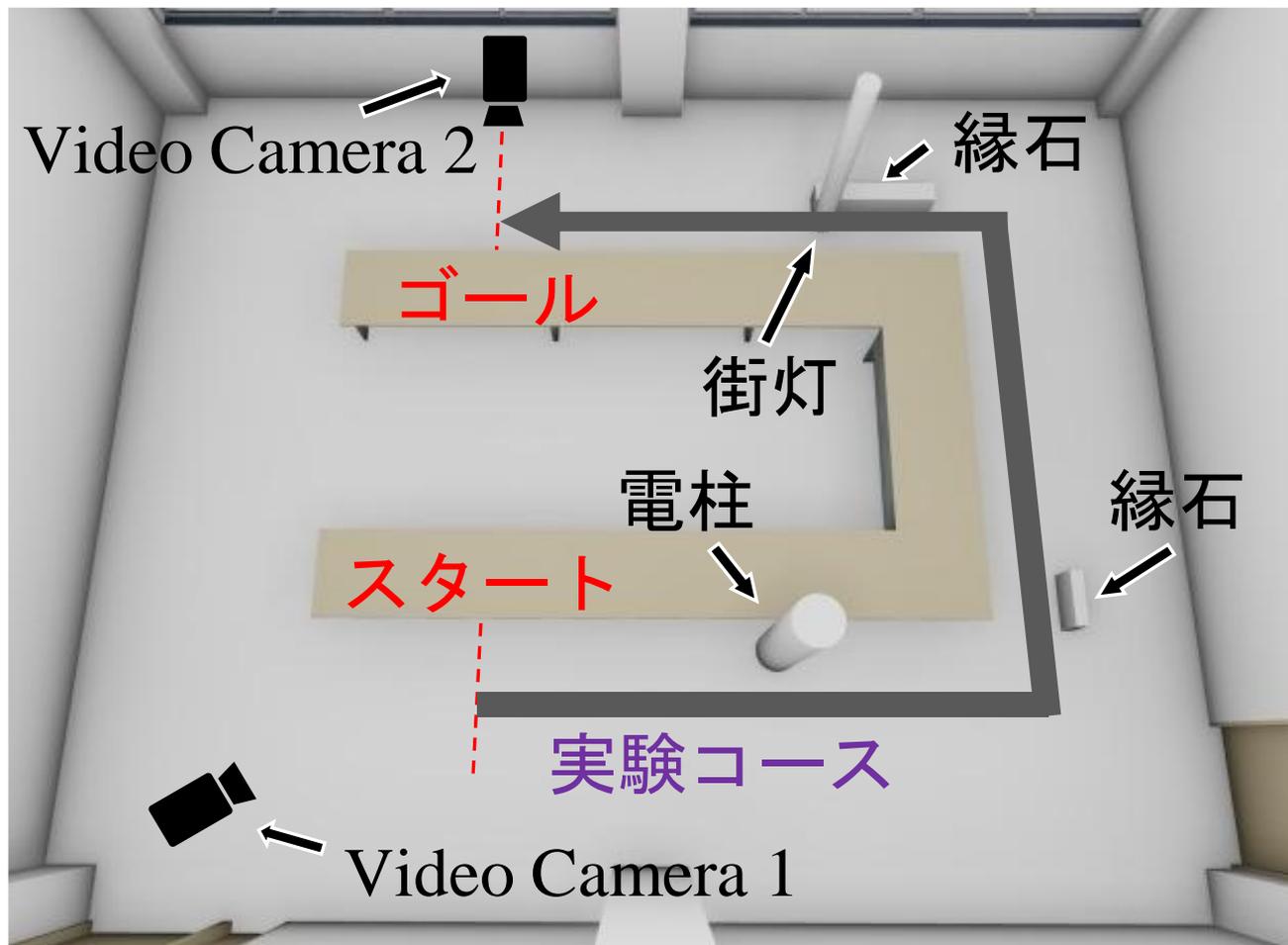
避難シミュレータを用いた実験

夜間停電時における逃げ遅れの原因解明

防災対策

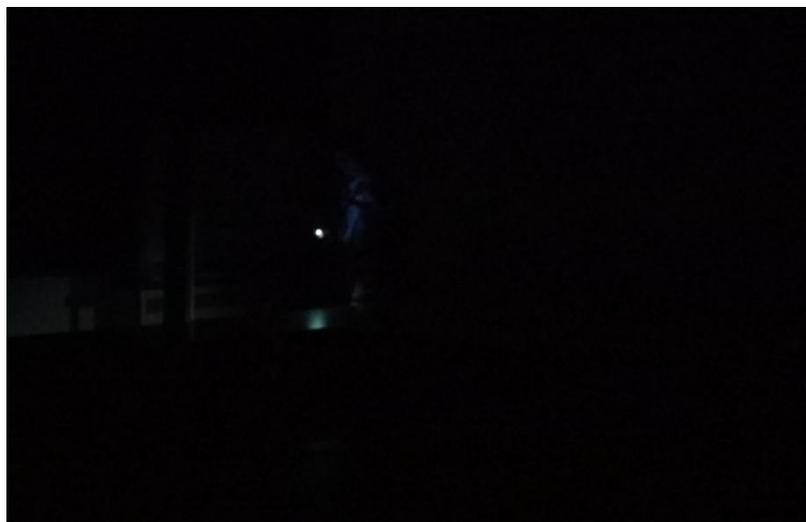
▶ 実験① 停電時の昼夜における歩行速度の計測

避難時の屋外環境を室内に簡易的に再現
実験コースの歩行時間を計測



▶ 実験① 停電時の昼夜における歩行速度の計測

夜想定



部屋の照明なし
(懐中電灯あり)

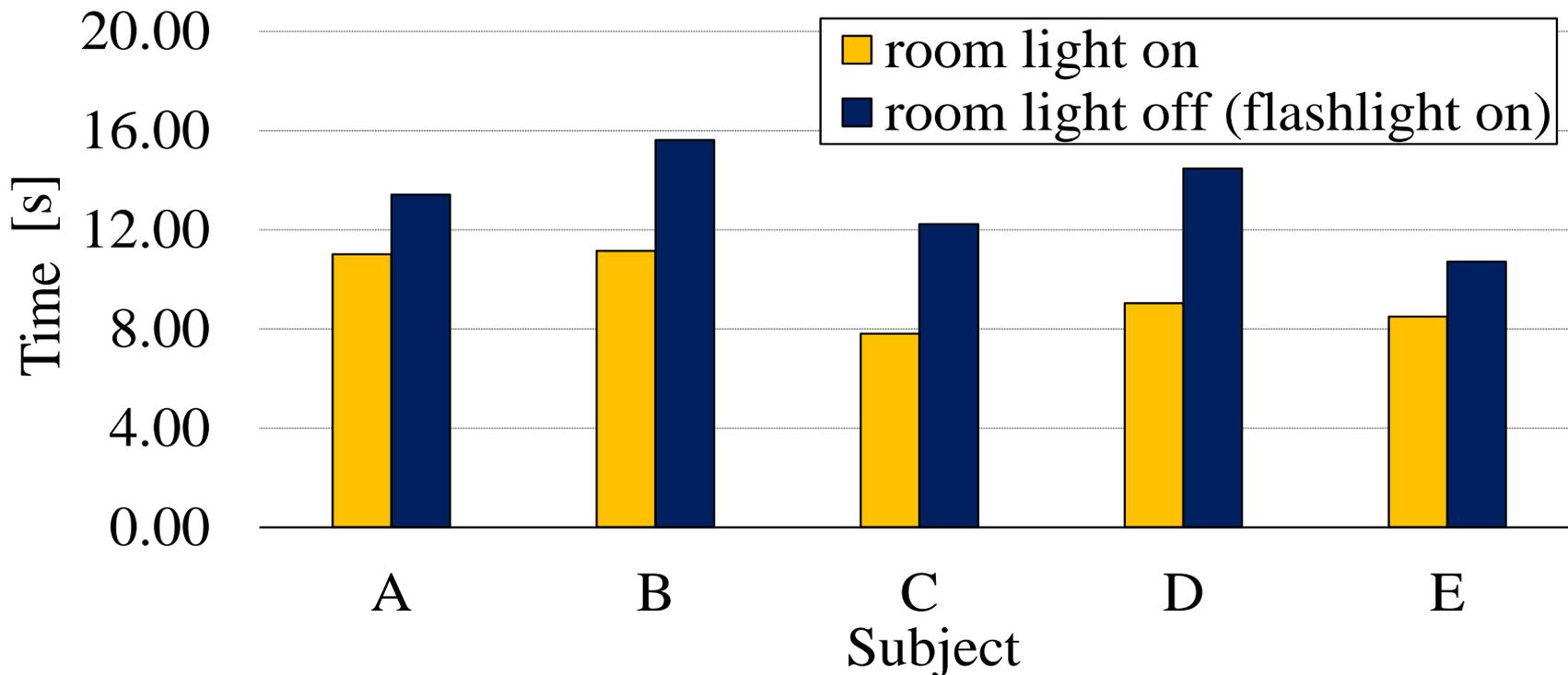


昼想定



部屋の照明あり

▶ 実験① 結果



条件	昼想定	夜想定
平均歩行時間 [s]	9.51	13.29
平均歩行速度 [m/s]	1.26	0.90

避難シミュレータのパラメータへ



▶ 避難シミュレータの構築

3D Game 開発ソフトウェア「Unreal Engine」を使用
地震発生後，津波が襲来
被験者は観光客として高台へ避難





避難シミュレータマップ

昼

夜

Branch B2

看板あり
照明なし



Branch B1

看板なし

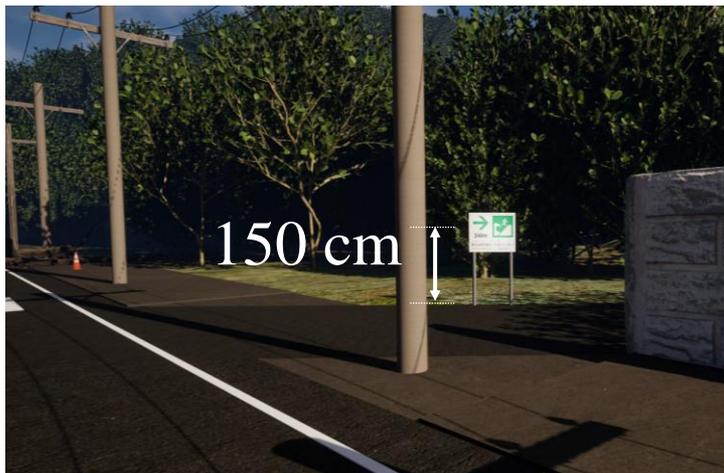


昼

夜

Branch B4

看板あり
照明あり



Branch B3

看板あり
照明あり



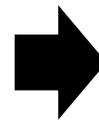
被験者が操作するPlayer

Player: 一人称視点

ゲームコントローラーを用いた被験者による
操作で、**歩行**および**視点の移動**が可能



夜間



昼間

▶ 実験② 避難シミュレータを用いた被験者実験

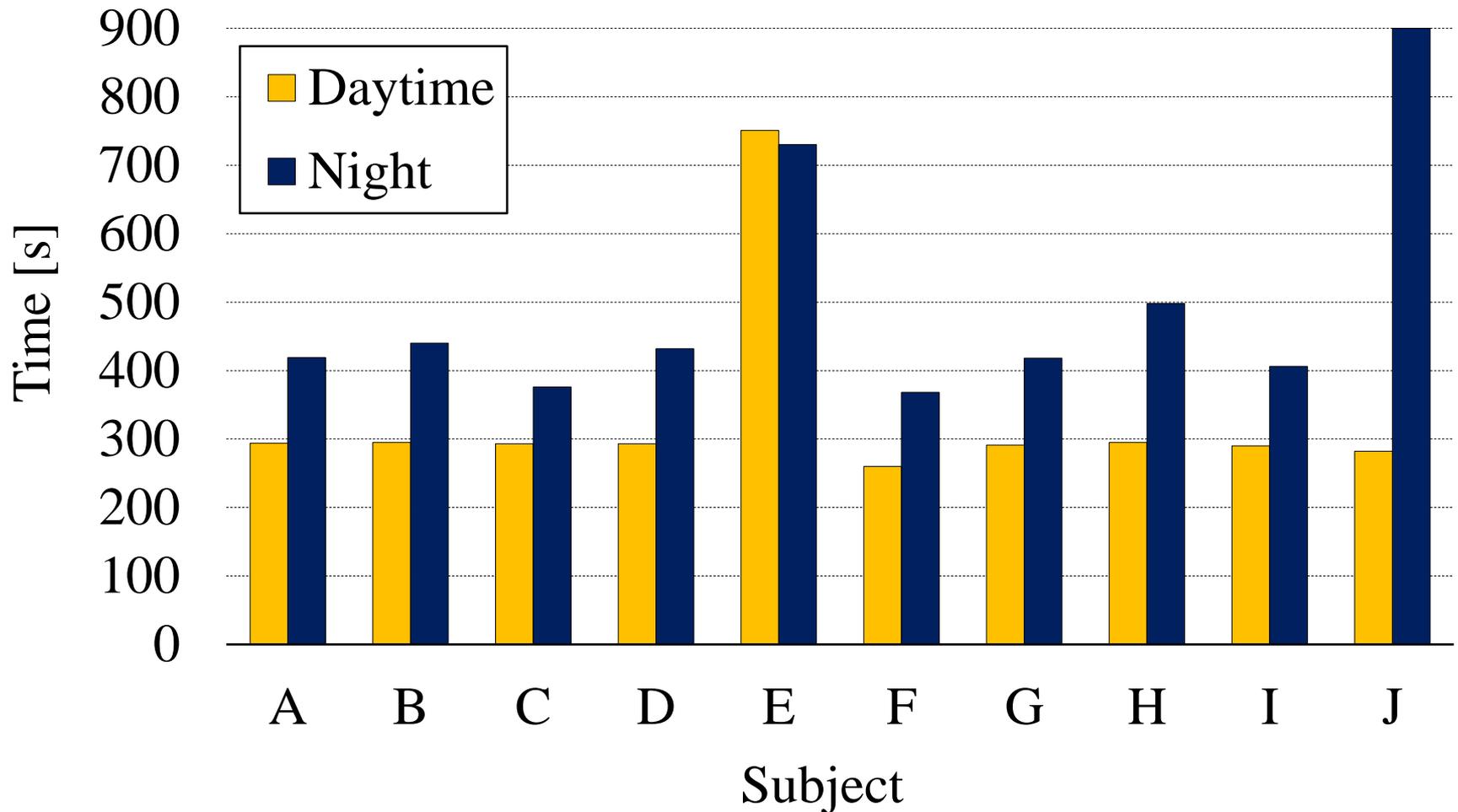
被験者視点の画面録画

▶ 避難経路選択, 避難時挙動, 避難時間を計測



実験環境

▶ 実験② 結果

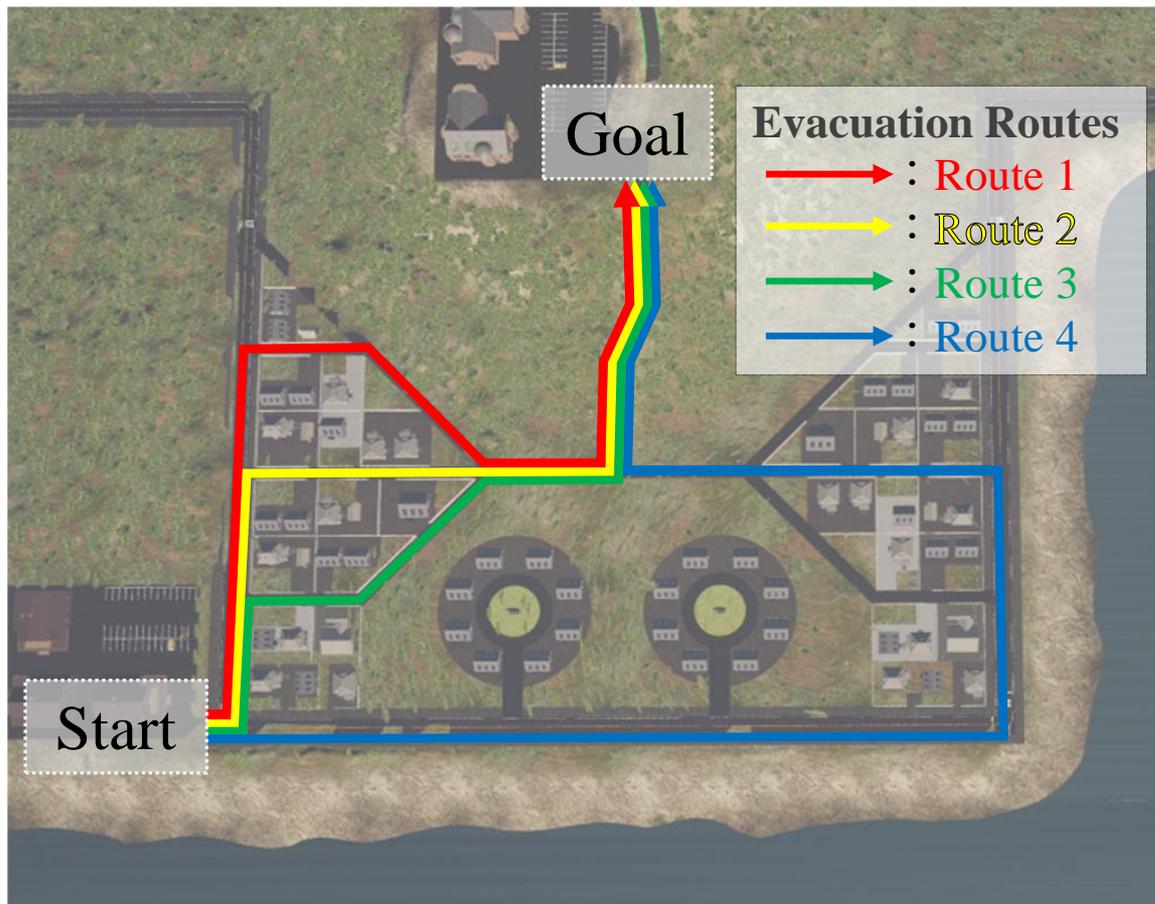


避難完了に要した時間



避難シミュレータマップ

▶ 実験② 結果



避難経路一覧

被験者	昼	夜
A	Route 2	Route 2
B	Route 2	Route 2
C	Route 2	Route 3
D	Route 2	Route 2
E	Route 4	Route 4
F	Route 3	Route 3
G	Route 2	Route 2
H	Route 2	Route 1
I	Route 2	Route 2
J	Route 3	Route 4

被験者の避難経路

〈被験者BとIの比較〉

避難時間と避難経路

昼	B	295秒	Route 2
	I	290秒	Route 2
夜	B	440秒	Route 2
	I	406秒	Route 2



夜間は住宅の入口, 十字路, T字路などの**判別が困難**

判断時間の個人差 ➡ 避難時間がばらつく一因

〈被験者H〉



避難ルート

夜間は反対の歩道側の視認が困難



両側の歩道にサイン配置することが効果的

〈被験者C〉



避難ルート



昼間は高台の視認が遠回りの判断材料に



判断を誤りやすい場所へ標識の設置

▶ まとめ

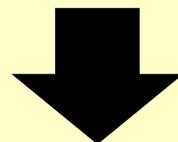
1. 夜間は周辺状況の確認や判断に要する時間の個人差が大きく、避難時間のばらつきが大きい
2. 夜間は住宅の入口、十字路、T字路などの判別が困難
3. 夜間停電時は、反対の歩道側の視認が困難となる。夜間も視認可能な位置にサインを設置することが効果的
4. 昼夜間で判断材料が異なる場合もある。このような際には、正しい経路へ誘導するサインの設置が効果的

▶ 補足資料

既往の研究



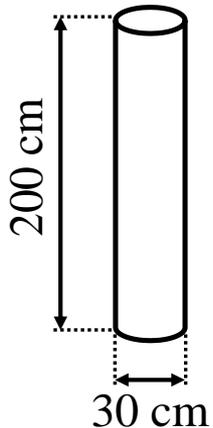
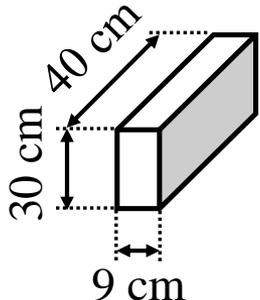
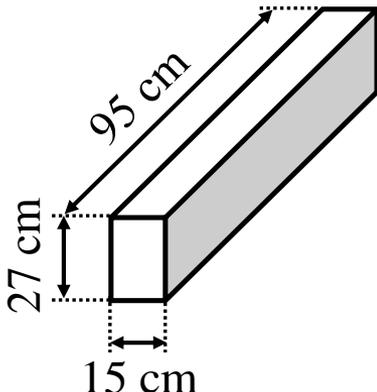
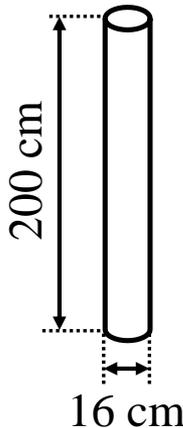
秋月ら：街路における避難誘導灯の有効性に関する検討²⁾



夜間避難における課題を報告

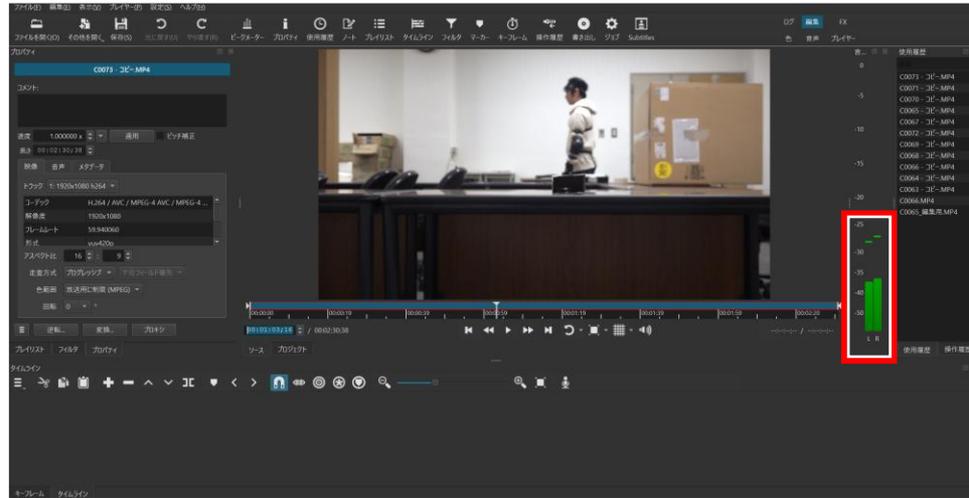
しかし、**停電を考慮した夜間避難**は未検討

実験で配置した障害物の詳細

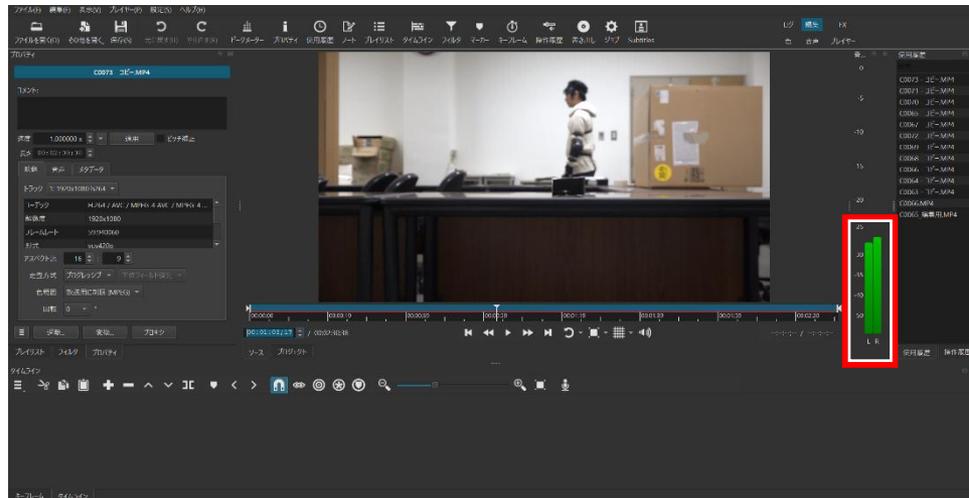
障害物番号	Obstacle 1	Obstacle 2	Obstacle 3	Obstacle 4
想定オブジェクト	電柱	縁石	縁石	街灯
イメージ図				

スタート（昼・夜）

判定直前
フレーム

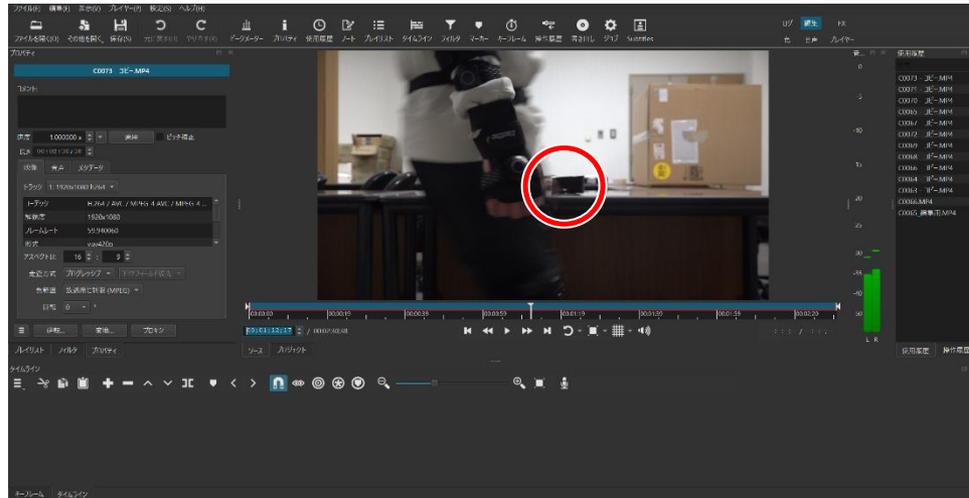


判定
フレーム

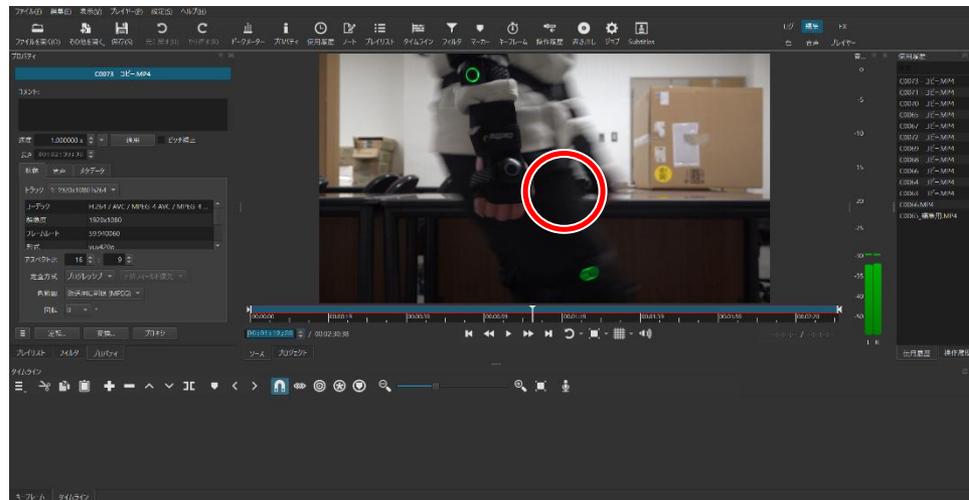


ゴール（昼）

判定直前
フレーム

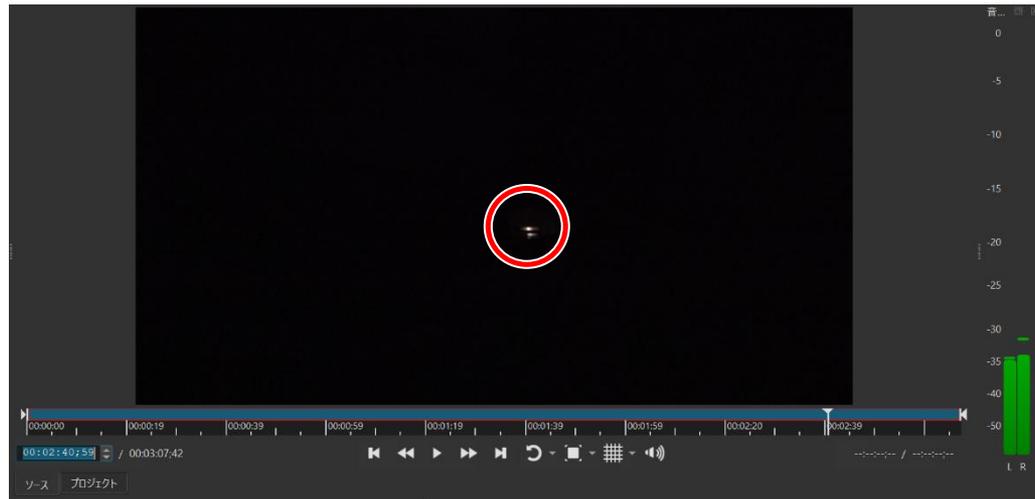


判定
フレーム



ゴール (夜)

判定直前フ
レーム



判定フ
レーム

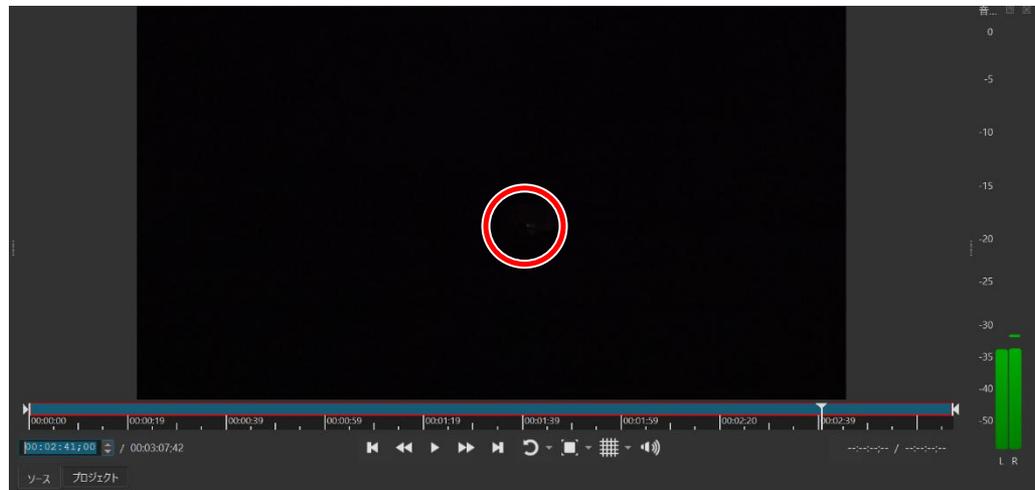
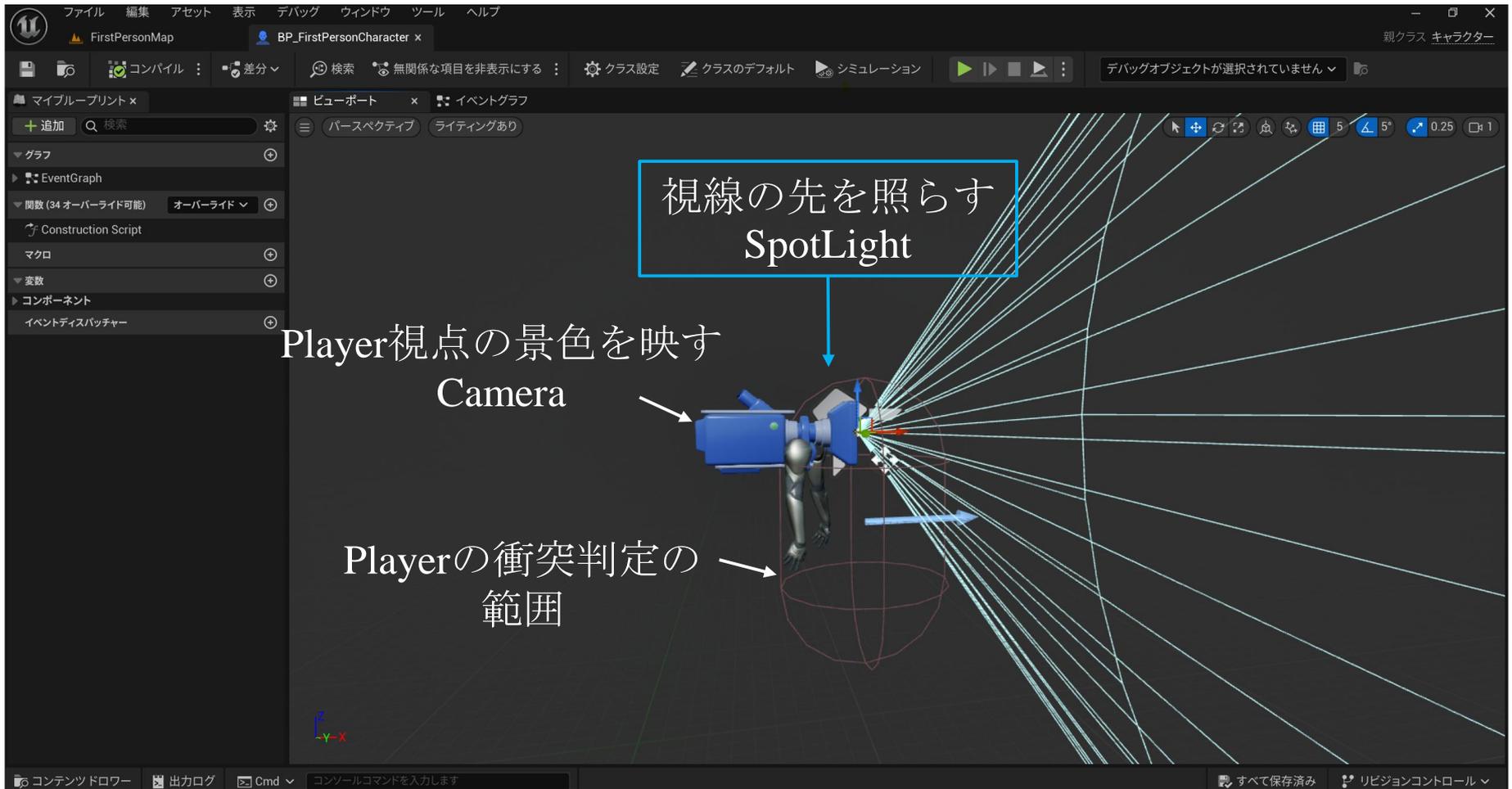


表2-3に示した
平均歩行速度の値で設定する

Property	Value
Crouched Half Height	40.0 cm
Use Separate Braking Friction	<input type="checkbox"/>
Mass	60.0
Default Land Movement Mode	Walking
Default Water Movement Mode	Swimming
ベース移動で物理ベースを無視	<input type="checkbox"/>
Base on Attachment Root	<input type="checkbox"/>
キャラクタームーブメント: 歩行	
Max Step Height	45.0 cm
Walkable Floor Angle	44.765083°
Walkable Floor Z	0.71
Ground Friction	8.0
Max Walk Speed	126.0 cm/s
Max Walk Speed Crouched	126.0 cm/s
Min Analog Walk Speed	0.0 cm/s
Braking Deceleration Walking	2048.0
Sweep While Nav Walking	<input checked="" type="checkbox"/>
Can Walk Off Ledges	<input checked="" type="checkbox"/>
Can Walk Off Ledges when Crouching	<input type="checkbox"/>
Maintain Horizontal Ground Velocity	<input checked="" type="checkbox"/>
Ignore Base Rotation	<input type="checkbox"/>
キャラクタームーブメント: 跳躍 / 落下	
Jump Z Velocity	420.0 cm/s





停電時の夜間における懐中電灯の設定



