

# VRを用いた冠水状況体験 システムの開発

東京電機大学  
未来科学部 情報メディア学科  
比企野裕・千葉 堯・森谷友昭・高橋時市郎



Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

1

1

## 研究背景 洪水⇒早期避難率向上が課題

- ・道路が冠水してからの避難は難しいという事実が浸透していない
- ・逃げ遅れ⇒被害拡大



平成30年7月豪雨

日経電子版より  
<https://www.nikkei.com/article/DGX MZ032772080Z00C18A7MM8000/>  
1/28/2020



洪水ハザードマップ作成の手引き  
(改定版)平成25年

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

2

2

## 既存の冠水状況体験システム の例

1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

3

3

## 既存の冠水状況体験システムの例

- ・大規模・高価
- ・浸水の様子を見るだけ
- ・誰もが手軽に体験できない
- ・危険性が伝わりにくい

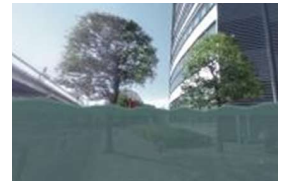


洪水VR

いであ株式会社:  
<https://www.moguravr.com/idea-vr-ar/>

1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室



VRscope for ハザード

凸版印刷  
<https://www.toppan.co.jp/solution/service/VRscope.html>

4

4

## VRを用いた冠水状況体験 システム (VR避難体験システム)

1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

5

5

## 提案システムを使ったVR避難体験

### ①冠水前の避難

避難時に障害物となるものを  
探しながら、避難場所まで  
仮想空間をウォークスルー



避難時に障害となるものを  
日頃から観察する習慣を  
身に付ける

1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

### ②冠水時の避難

よく知る町並みで擬似体験  
避難遅れ⇒避難困難  
思わぬものが障害物に



VR避難体験を通じて  
早期避難の重要性を認識する

6

6

**①冠水前の避難体験** 避難時に障害物となるものを探しながら、避難場所まで仮想空間をウォークスルー



避難時に障害となるものを日頃から観察する習慣を身に付ける

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 7

7

**②冠水時の避難体験**

- よく知る町並みで擬似体験
- 避難遅れ⇒避難困難
- 思わぬものが障害物に



VR避難体験を通じて早期避難の重要性を認識する

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 8

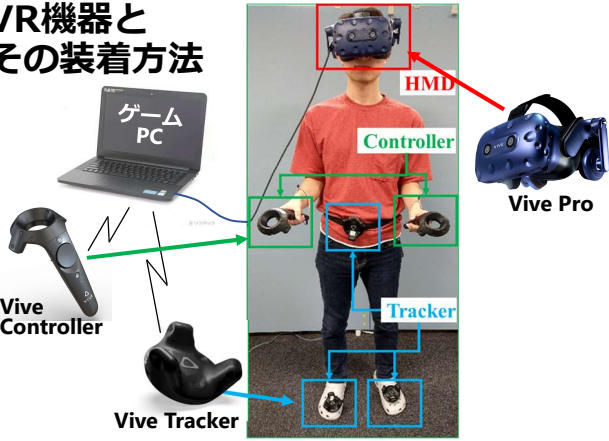
8

**提案システムの構成**

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 9

9

**VR機器とその装着方法**



1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 10

10


**ユーザの移動方法と冠水時の歩行可否の判定**

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 11

11

**ユーザの移動方法**


- 足踏みすることで移動
- 進行方向は、腰の向いている方向
- 足踏み速度(回数)に比例して、速く移動




1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 12

12

### 冠水時のヒトの歩行安定性の実験



S. R. Abt, et al. (1989)



R. A. Karvonen, et al. (2000)

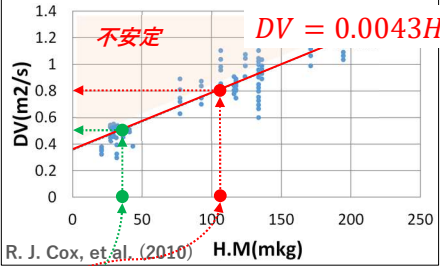
安定して歩行できるかどうかは

- 歩行者の身長・体重
- 水流の水深・流速 による

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 13

13

### 冠水時のヒトの歩行安定性の計算式



$DV = 0.0043HM + 0.3535$

R. J. Cox, et al. (2010)

$D(m)$  : 水深  
 $V(m)$  : 流速  
 $H(m)$  : 身長  
 $M(kg)$  : 体重

- 身長×体重が大きいほど安定性を保ちやすい
- 身長1.7m, 体重60kgの場合,  $DV = 0.8$
- 身長1.3m, 体重30kgの場合,  $DV = 0.5$

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 14

14

# VR避難フィールド

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 15

15

### 仮想空間内の避難フィールド俯瞰図



スタート地点

ゴール地点

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 16

16

### 仮想空間内の避難フィールド



平面図



スタート地点

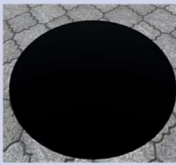







ゴール地点

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 17

17

### 避難フィールド内の障害物の例

	側溝・マンホール	縁石	自転車
外觀			
冠水時			

1/28/2020 Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室 18

18

## リアリティ向上のための機能

1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

19

19

## リアリティ向上のための機能 様々な天候の表現

晴天・曇天・雨・雪・霧  
嵐・夜・夜&停電時, etc.

晴天

曇天

夜・停電時

雨天

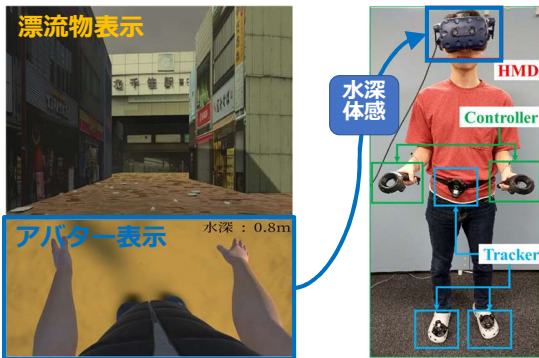
1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

20

20

## リアリティ向上のための追加機能 漂流物/アバター表示機能



1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

21

21

## VR避難体験システムの 評価・考察・今後の課題

1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

22

22

## アンケートによる評価結果(一部)

設問	内容					
設問1	水害時には事前に避難する必要があると思ったか					
設問2	冠水時の避難は危険であると感じたか					
設問3	臨場感はあったか					
設問4	システム内の移動と実際の歩行に違和感はなかったか					

設問	1点	2点	3点	4点	5点	平均点
設問1	1人	0人	2人	3人	4人	3.9点
設問2	0人	0人	0人	2人	8人	4.8点
設問3	0人	0人	0人	8人	2人	4.2点
設問4	2人	3人	2人	3人	0人	2.6点

1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

23

23

## むすび

- 洪水災害時の避難率を向上するため、VR上で冠水時の避難体験ができ、早期避難の重要性を理解できるシステムを開発した

- ユーザの身長・体重をもとに、避難時のヒトの歩行動作の安定性を計算可能である

## 今後の課題

- 冠水災害のシミュレーション結果を利用して、流速や水深の変化など、時間経過に伴い変化する避難状況の再現

1/28/2020

Copyrights © 2020 東京電機大学 ビジュアルコンピューティング研究室

24

24