

D02

地下街等の地下空間におけるVR技術 手法を用いた避難訓練の実施と考察

(株) 日建設計 大森高樹

【論文構成】

1. はじめに
2. 3D都市モデルの高精度化とVR技術の利活用
 - 2-1 3D都市モデルとVR技術の活用
 - 2-2 3D都市モデルへのフォトグラメトリ技術の活用
3. VR技術で再現した地下空間における2つの避難訓練の紹介
 - 3-1 防災訓練へのVR技術の活用
 - 3-2 2024年10月実施の避難訓練内容とやり方
 - 3-3 避難訓練時の理解度確認や要望把握
 - 3-4 2025年7月実施の避難訓練内容とやり方
4. まとめとVRシステム作成における課題や解決していくべき内容

第37回技術研究発表会 2025年12月5日（金）

日建設計 大森 高樹、新潟大学 棚橋 重仁、北陸大学 田部田 晋

NIKKEN 新宿サブナード 井上良，廣田直人，稲田善彦

1. はじめに

新宿サブナード地下街が毎年実施している自衛消防訓練の方法に着目

机上訓練や要素訓練ではない方法を継続的に実施する

■人工現実（VR）技術の活用

- ✓ 地下街等地下空間（通路・階段・広場）の3次元化
- ✓ フォトグラメトリ技術の活用
- ✓ VR避難訓練に対する意見徴収を技術内容へ反映
- ✓ 火災と水害の両方を想定したVR空間作成と訓練実施

※避難検証、避難計画作成は実施済み

- ✓ 新・建築防災計画指針に準拠した避難計算は実施済み
- ✓ 火災発生時の避難上の課題や弱点は把握済み
- ✓ 管理者として安全対策実施内容を盛り込んだ避難計画は作成済み

新宿サブナードの協力を得て、新潟大学（棚橋）、北陸大学（田部田）との共同研究を適用した成果（*今年で4年目）

2. 3D都市モデルの高精度化とVR技術の利活用

2-1 3D都市モデルとVRの活用

- ✓ 3D都市モデルにVR技術を活用する利点は、時々刻々変化する人の移動や滞留などの外的要因を変数として自由に設定できる。
- ✓ この技術を用いれば、平常時や非常時の地上・地下空間利用に関する計画、防災・減災、環境改善、空間デザインなど多岐にわたる視点から諸課題を解決できる。
- ✓ そして、その課題解決をするための人の行動特性や認知特性を定量的に明らかにできる研究に役立つ。

2. 3D都市モデルの高精度化とVR技術の利活用

2-2 フォトグラメトリ技術の活用

- ・国土交通省や自治体で“3D都市モデルのオープンデータ化”が進んでいる。
- ・PLATEAUの抱える課題は、実空間と比較して、その再現度が低い。
- ・この課題を解決するため、フォトグラメトリ技術を用いて通路や階段を再現した。



実際の地下街通路



フォトグラメトリで三次元復元された同地下街通路

- ・**フォトグラメトリ技術**とは、**撮影した写真を元にして3Dデータを作成する技術**
- ・工業製品や芸術作品等の形を把握する分野ではすでに確立した技術であり、多くのビジネスや教育の現場にも取り入れられて重要な役割を担っている。
- ・この技術を用いて**地下街の通路・広場や階段を高精度・高精細で再現**した。

3. VR技術で再現した地下空間における2つの避難訓練の紹介

3-1 防災訓練へのVR技術の活用

- ✓ 仮想現実が体験できるVRゴーグルとセンサー付きの靴を身に着ける
- ✓ 避難する時に体を動かしながら実際の映像を元に作られたVR空間を移動する
- ✓ 今回の避難訓練では,
 - ・ 地下通路が浸水した想定で**水の中を移動する、水嵩が増すと前に進む速度が遅くなる**体験をする。
 - ・ 参加者は周囲を見渡し、避難誘導灯を確認しながら慎重に地上につながる避難階段を目指す。
 - ・ 避難階段から地上に振っている雨が浸水してきている。
 - ・ 浸水している階段を昇り、地上を目指す。

3. VR技術で再現した地下空間における2つの避難訓練の紹介



3. VR技術で再現した地下空間における2つの避難訓練の紹介

3-4 2025年7月実施の避難訓練内容とやり方

3日間で約90名が参加、うち68名がアンケートに回答（**回答率76%**）

①満足度：約96%の人が避難検討内容は参考になったと回答。これは避難という行為を自分のなかで理解できたことを示している。

②避難動画の理解：約72%の人がとても理解できたと回答。これは動画視聴の効果があったことを示している

③動画利用の訓練：約81%の人がまたこのやり方の訓練を実施してほしいと回答。これは訓練内容を充実させる理由となりうる。

【避難訓練参加者からの自由意見欄】

①マスマーション動画について：画像を**参加者全員が体験できない**のがもったいない。

②VR避難動画の体験について：

- ・足踏みが怖かったので**手すりや支え**が近くに欲しかった。
- ・実際の通路や**階段を使つての訓練**が一番記憶に残ってわかりやすい。
- ・もっと**多くの人が体験できる**と良いと思う。
- ・今後は台数や人員を増やして**全てのスタッフが体験できる**ようになっていけばいい

4. まとめとVRシステム作成における課題や解決していくべき内容

- 店舗勤務者に対して**VR技術適用**の画像の中で**足踏み**をしながら**避難**するという**現実に近い経験**をしてもらい、**その時に感じた素直な意見をアンケートから確認**できた。
- この経験を活かして今後も引き続き**新しい防災訓練方法（避難時の音や匂い、多くの避難者の存在、シャッター閉鎖による環境の変化）**を地下街施設管理者と意見交換して取り入れていく。
- このような避難訓練を元に**地震や火災が同時に発生した時を想定した避難計画の見直し（指示・伝達）や対策**を地下街施設管理者とともに検討していく。