

プラント内作業時の移動・空間認知エラーに関する研究

・ V R空間と実空間の比較・検討・

臼井伸之介* 太刀掛俊之* 篠原一光* 三浦利章* 福井宏和(非会員)** 松井裕子**

(大阪大学大学院人間科学研究科* 原子力安全システム研究所**)

key words: 空間認知、ヒューマンエラー、ヴァーチャルリアリティ

【目的】

作業中に空間内の物体の位置関係を誤り、事故やトラブルが発生することがある。本研究はそのような空間認知エラーの発生機構を実験的に検討するものである。このためプラント内の入るべき作業室、進行すべき方向、操作盤での左右の取り違えの可能性のある状況を簡易化した実験状況をヴァーチャルリアリティ(以下VR)を用いて作成した。ここでは操作盤が配置されている比較的狭い空間をVRと実空間で作成し、それぞれの空間内で一連の作業を行う場合に、移動および目的地までの経路判断の正確さと速さがいかに相違するかを比較、検討することを目的とする。

【方法】

被験者: 男子大学生4名(平均21歳)および原子力発電所作業経験者男性4名(平均32歳)が実験に参加した。

装置: VR空間は、Windows NTベースのグラフィクス・ワークステーション(INTERGRAPH TGDZ2000)とVRソフトウェア(SENSE8 World Up version.4)を用いて、原子力発電所内の環境をVRモデルで作成した。被験者が装着するHMDにはVirtual Research V6を使用した。磁気センサ(3SPACE ISOTRAK2)で頭部運動をモニターし、グラフィクスに反映させた。被験者は4軸のジョイスティックを使用してVR空間内を移動した。実空間は、VR空間とほぼ同サイズの室内空間(6400mm×9900mm)を設定した。

室内操作盤: VR条件では室内に1号機、2号機と呼ばれる2つの操作盤ユニットを配置した。各ユニットは「発電機」「所内変圧器」「主変圧器」と命名された盤で構成され、合計12の盤が一定の規則に従って各ユニットの表裏に配列された。実空間条件ではVR空間内の操作盤と類似したモックアップを作成し、表面には操作盤の写真を貼り付けた。なお操作盤ユニットは1000mm×3600mm×2200mmであった。

課題: 被験者には操作盤間移動(以下移動課題)と経路指示(以下経路指示課題)の2つの課題を課した。移動課題は実験者が口頭で指示した操作盤に出来るだけ速く、距離が最短になる経路で移動することであった。目標地点に到着し、目標操作盤が視野の中央に見えたら被験者は口頭で到着したことを報告した。到着後、実験者は移動課題とは別の操作盤に行くにはどのような経路を取ればよいかを尋ねることがあり、その際、被験者は体の向きを変えずに口頭で回答した。

手続き: 被験者には始めに作業空間の平面図が渡され、操作盤の名称と配列関係を覚えた。移動課題は7回を1試行とし、経路指示課題は1試行につき2回行った。試行数は15試行であったが、5試行毎にHMDを外し、休憩を取った。実験前後と試行間の計4回、視覚疲労と主観的ワークロードに関する質問紙への記入を行った。

【結果】

・ 操作盤間移動について

移動時間: 1回の平均移動時間はVR条件29.7秒、実空間条件6.9秒であり、VR条件で有意に長かった($p<.05$)。

移動エラー: 移動エラーには間違った操作盤に到着した場合と、移動の途中で被験者が間違いに気づいて訂正した場合の両方を含めた。エラー発生率はVR条件において実空間条

件より有意に高かった($p<.05$)。また特に経路指示課題直後の移動課題を抽出し、そこでの移動エラー発生率を算出したところ、VR条件において経路指示直後のエラーが特に多く発生していることが見出された(Figure 1参照)。

・ 経路指示について

回答時間: 実験者が尋ね終わってから被験者が経路を答え終わるまでの時間を測定した。1回の平均回答時間はVR条件12.0秒、実空間条件10.6秒であり、VR条件で有意に長かった($p<.05$)。

経路指示エラー: 回答の正誤については、被験者の回答が目標地点に到達出来るものを正答とした。その結果、エラー発生率はVR条件6.0%、実空間条件8.4%であった。両条件では有意差は見られなかったものの、実空間条件におけるエラー発生率が高い傾向が示された。

【考察】

移動課題において、移動時間および移動エラーのいずれもVR条件のパフォーマンスは実空間条件より悪かった。これはVR操作の難しさやHMDの長時間装着による作業負荷が増大が結果に反映したと考えられる。しかし経路指示課題のエラー発生率は、逆に実空間条件がやや高かった。また経路指示課題直後の移動エラーの発生率がVR条件では特に高いことも今回の分析で見出された。これらの結果は被験者が課題を遂行する際、VR条件では俯瞰的な空間イメージを、実空間条件では自己中心的なイメージを主に形成し、それに基づいて自身の現在位置の定位が導かれていたことを示唆している。すなわち経路指示課題では、盤配列を俯瞰的に見渡す空間イメージが必要とされるが、VR条件ではイメージの干渉が空間の定位に影響を及ぼし、それゆえ直後の移動エラーが増加したと解釈される。また自己中心的イメージは自身の定位は優れるものの、全体にわたる詳細な位置関係の把握はやや曖昧になると考えられ、それが実空間条件での経路指示エラーの多さに反映したのではないかと考えられる。

今後は副次課題の挿入など新たな課題を設定して、空間認知エラーの発生機構についてさらに検討を加える予定である。

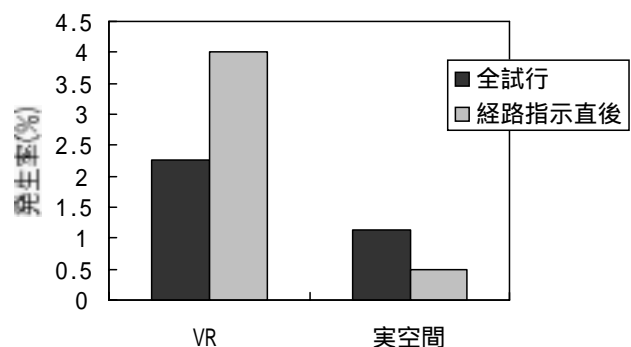


Figure 1 移動エラー発生率

(USUI Shinnosuke, TACHIKAKE Toshiuki, SHINOHARA Kazumitsu, MIURA Toshiaki, FUKUI Hirokazu, MATSUI Yuuko)