

# 視聴覚併用複合現実空間のスケール感に関する実験と考察

## Some Experiments and Considerations on Scale Sensitivity in Audio-Visual Mixed Reality Space

松實 洋介  
Yosuke Matsumi

比嘉 恭太  
Kyota Higa

西浦 敬信  
Takanobu Nishiura

木村 朝子  
Asako Kimura

柴田 史久  
Fumihisa Shibata

田村 秀行  
Hideyuki Tamura

立命館大学 情報理工学部  
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

### 1. はじめに

我々は、視覚・聴覚の両方で現実世界と仮想世界を融合した複合現実感 (MR) システムを開発した [1]。この MR 空間で、遠方の事象やミニチュア現象を演出した時、視覚と聴覚で矛盾なく臨場感を得ることが可能か実験を行ったところ、興味深い結果を得たので報告する。

### 2. 複合現実空間でのスケール感

眼前の数メートル四方程度の現実空間に仮想世界の視聴覚情報を重畳し、大きな違和感なく複合現実環境を構成することができた。ここで興味深いのは、遠く離れた仮想現象や縮小したミニチュア世界を対象とした時、人間はその遠近感を視聴覚で矛盾なく捉えることができるのかである。視覚単独の場合は、融像領域や箱庭効果等の両眼立体視に関する問題点が指摘されている。我々は、そこに聴覚も導入した場合、音量や到達時間 (遅延) がどのように影響を及ぼすかを検討する。視覚・聴覚の両方を刺激し、人々が視聴覚での時間遅延に慣れ親しんでいる「花火」を対象とし、複数の被験者による MR 空間体験実験を行った。

### 3. MR 花火大会とその体験システム

CG で描いた花火の MR 体験には、HMD を装着する「MR テーブル花火」[2]をベースとし、開放型ヘッドホンによる MR 音提示[1]とウーハー利用を付加した。打ち上げる花火玉の号数・火薬量・開く大きさ・高さは、[3]を参考に、10号玉を基準とした各号での爆発のモデル化を行った (図1)。音の減衰の計算には空気吸収[4]を用いる。

多様な仮想花火を描写することはできるが、本実験では最もシンプルな掛け星型の花火に限定して実験を行う。以下の実験では、5号、7号、10号花火を、500mの距離から観測することを基準とし、その他任意の号数の生成や、300m、700mなどでの観測もバリエーションに加える。

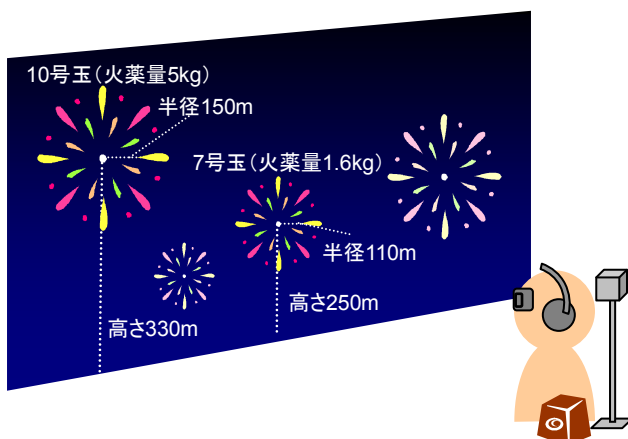


図1 MR花火の物理量とその観測

### 4. 実験結果と考察

#### 4.1 実験1: 視覚情報単独での距離感把握

〔実験内容〕聴覚情報を与えず、距離をランダムに変えながら、同じ視野角を占める花火をHMDで立体提示する。

〔結果〕花火の広がりによって立体感は感じるのに、ほぼ全員、爆発地点 (距離の違い) の区別はつかなかった。

#### 4.2 実験2: 聴覚情報を付加した大きさ・距離の把握

〔実験内容〕上記に号数に応じた爆発音を加えて提示する。

〔結果〕爆発地点の遠近を識別でき、号数もかなり判定できるようになった。花火の広がりや音量の違いで号数を、到達時間の差で爆発地点を推定していると考えられる。

その後、音量と遅延時間の正しい組合せで、複数の号数、複数の距離の花火を多数上げて、被験者の耳を慣れさせた。

#### 4.3 実験3: 聴覚刺激の意図的な変化への適応

〔実験内容〕音量と遅延時間の正しい組合せの爆発に混じって、意図的にいずれかを変更した (即ち、正しくない) 花火を打ち上げ、違和感があるかどうかの回答を求めた。

〔結果〕被験者は爆発音量の変更には鈍感で、誤回答がかなり存在した。一方、遅延時間の変化には敏感で、変化の度合いにほぼ比例して、違和感の発生比率も増加した。個人差はあるものの、音量変化には適応する (だまされる) のに対して、遅延時間の誤りは許容しないと云える。

#### 4.4 実験4: ミニチュア花火大会での聴覚情報提示

〔実験4.1〕眼前の2mの距離でしかるべき大きさと高さの花火が上がる「ミニチュア花火大会」を提示する。

〔結果〕全員が縮小世界をガリバー体験している実感はあったが、正しい火薬量だと音が小さ過ぎて聞き取りにくい。

〔実験4.2〕上記に500mの距離での7号玉の音量を与える。

〔結果〕ミニチュア花火と意識した上で、この音量は好ましいと許容されたが、2mの距離からの到達時間では不自然とされた (即ち、もっと大きな遅延が望まれた)。

〔実験4.3〕到達時間を変化させ、被験者自身に選ばせる。

〔結果〕その音量で発する実距離からの到達時間より、少し早い (遅延の少ない) 音提示が好まれる傾向があった。

### 5. むすび

実験1の結果は少し意外で、実験2, 3は事前の予想通りだったが、実験4.3で得た知見は興味深い。本研究の一部は、科研費・基盤研究A「三感融合型複合現実空間の構成法に関する研究」による。

#### 参考文献

- [1] 比嘉他: “視覚・聴覚を併用した複合現実感システムの開発 (1)”, 日本VR学会大会, pp.285-288 (2006.9)
- [2] 木村他: “MR テーブル花火”, 同上, pp.516-517 (2005.9)
- [3] 「花火情報館」<http://www.hanabi.co.jp/>
- [4] JIS 28738 “屋外の音の伝搬における空気吸収の計算”, 1999