

# 面対称位置に設置された透明球を用いる AIRR のシミュレーション

## Simulation of AIRR by Use of Plane-Symmetrically-Placed Two Transparent Spheres

宇都宮大<sup>1</sup>, パリティ・イノベーションズ<sup>2</sup>, JST ACCEL<sup>3</sup> ◦藤井 賢吾<sup>1</sup>, 前川 聡<sup>2</sup>, 山本裕紹<sup>1,3</sup>

Utsunomiya Univ.<sup>1</sup>, Parity Innovations<sup>2</sup>, JST ACCEL<sup>3</sup>, ◦Kengo Fujii<sup>1</sup>, Satoshi Maekawa<sup>2</sup>,  
Hirotsugu Yamamoto<sup>1,3</sup>

E-mail:k\_fujii@yamamotolab.science

### 1. はじめに

我々は、再帰反射による空中結像(AIRR)[1]に透明球を組み合わせることによって、空中映像の掩蔽と復号を可能にする技術を提案している[2]。本技術を用いたとき、AIRR に組み合わせた透明球はボールレンズの役割を果たすため、光源から出た光の発散は透明球を通った後には抑制される。この性質によって、空中像の視認性を損なうことなく再帰反射素子の必要面積を削減することを可能にした[3]。

本稿では、ビームスプリッターを基準面として面対称位置に設置された透明球を組み合わせた AIRR による空中映像が従来の AIRR と同様に形成されることをシミュレーションを用いて確認する。

### 2. 透明球を組み合わせた AIRR の原理

Fig. 1 に、AIRR の原理図を示す。AIRR は、光源、再帰反射素子、ビームスプリッターの 3 つの要素で構成される。光源から出た光はビームスプリッターで反射し、再帰反射素子に入射する。再帰反射素子で光は入射方向を逆向きに反射する。そして、ビームスプリッターを透過した光によって空中像が形成される。Fig. 2 に、透明球を用いた空中表示の原理図を示す。透明球 1 を通過した光は屈折するためにそのままでは空中像を形成しない。しかし、透明球 2 を通過したときに透明球 1 を通過したときと逆の屈折をするため、Fig.3 に示すように空中像が形成される。

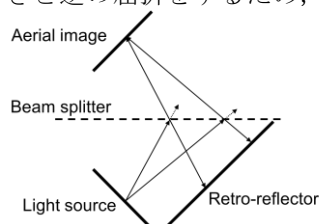


Fig. 1 Principle of aerial imaging by retro-reflection (AIRR).

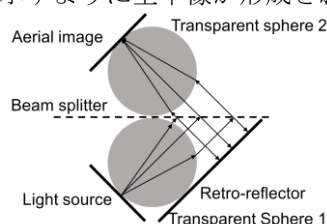


Fig. 2 Principle of imaging an aerial image with two clear spheres.



Fig. 3 Image of an aerial image with two clear spheres.

### 3. 空中結像のシミュレーション結果

シミュレーターには Lighttools 9.0.0 を用いた。Fig. 4 に空中映像の結像面での光の分布のシミュレーション結果を示す。光源は 50mm 四方の正方形である。Fig. 4 (a)は従来手法による結像結果である。光源と同じ大きさの像が結像している。Fig. 4 (b)は透明球 1 のみを用いたときの結像結果である。Fig. 4 (a)に比べて光線が広がり像が大きく歪んでいた。よって、空中像が正しく結像していないことがわかった。Fig.4 (c)は透明球を 2 つ用いたときの結像結果である。透明球 2 により光が収束して、空中像を形成していることがわかった。

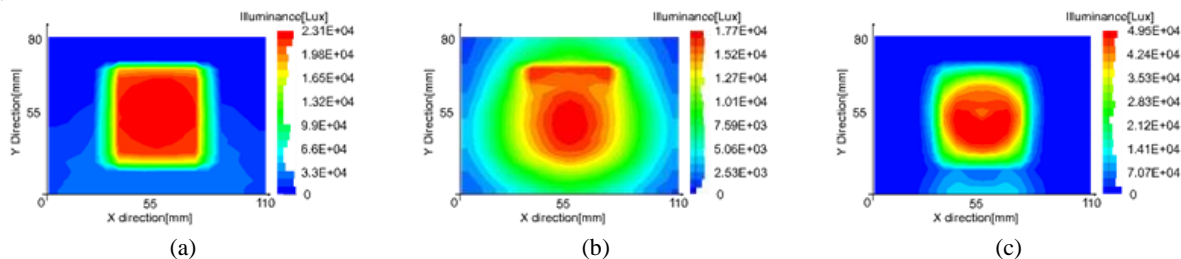


Fig. 4 Results of luminance distribution simulation of the light emitted from the light source until it forms an aerial image (a) in conventional AIRR, (b) without the transparent sphere 2, (c) with two transparent spheres.

### 4. まとめ

シミュレーションを用いて、透明球を組み合わせた AIRR による空中映像が従来の AIRR と同様に形成されていることを確認した。

#### 参考文献

- [1] H. Yamamoto, Y. Tomiyama, and S. Suyama, *Opt. Exp.* **22**, pp. 26919-26924 (2014).  
[2] K. Fujii, S. Ito, S. Maekawa, and H. Yamamoto, *Proc. IP'17*, 21PM-1-3 (2017).  
[3] K. Fujii and H. Yamamoto, *Proc. MOC2019*, 222-223 (2019).