

# 透明物体を仮想共役位置に配置した AIRR 光学系

## Aerial Imaging by Retro-Reflection Optics with a Transparent Object at the Virtually-Conjugate Position

宇都宮大学 °滝山 和晃, 藤井 賢吾, 八杉 公基, 陶山 史朗, 山本 裕紹

Utsunomiya Univ. °Kazuaki Takiyama, Kengo Fujii, Masaki Yasugi,

Shiro Suyama, Hirotsugu Yamamoto

E-mail: hirotsugu@yamamotolab.science

### 1. はじめに

再帰反射による空中結像 (AIRR: Aerial Imaging by Retro-Reflection) は視野角の広さ, 大型化などの構成の自由度の高さが特徴の空中ディスプレイを実現する[1]. 大型の AIRR 光学系[2]では, 構成素子を保持する治具やフレームを空中結像に影響なく設置する課題がある[3]. AIRR 光学系に2つの透明球を用いた先行研究[4, 5]から, 2つの透明な治具を用いれば空中像の形成に影響なく構成素子の保持を実現できると考えられる. しかし, この場合は透明で同質な治具を共役に配置する必要があり, 精密な装置構成が要求される.

そこで, 本研究では組み合わせる透明物体を1つに減らしつつも, 空中像の形成に影響のない光学系が実現できる光学系を提案する. AIRR 光学系では光が再帰反射する前後で光路が重なる部分があることに着目し, この光路上に透明物体を配置したときには, 実質的には共役系となる (本稿では, 仮想共役位置への配置と呼ぶ). 本研究の目的は, AIRR による空中結像光学系において, 透明物体を仮想共役位置に配置することで空中像の形成に影響を及ぼさず光学系内に透明物体を配置できる可能性を明らかにすることである.

### 2. 原理

本研究で提案する透明物体を1つだけ配置した AIRR 光学系の原理図を Fig. 1 に示す. 透明物体はビームスプリッターと再帰反射素子間の光路上に配置する. 光源から出た光はビームスプリッターで反射し, 透明物体で屈折した後, 再帰反射素子に入射する. 光は再帰反射素子で入射方向に反射し, 透明物体で再屈折後にビームスプリッターを透過し, 空中像が形成される.

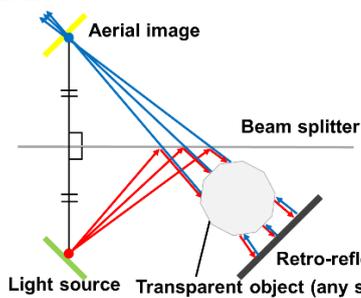


Fig. 1 Principle of AIRR optical system with a transparent object.

### 3. 実験

本実験では再帰反射素子にプリズム型の再帰反射素子 (日本カーバイド工業: RF-Ax), ビームスプリッターにはハーフミラーを使用した. 透明物体としてアクリル球, アクリル円柱, 水を入れたペットボトル, 四角柱の容器, 花瓶を使用した.

実験で形成された空中像を Fig. 2(a)から(f)に示す. 透明物体を用いた AIRR 光学系の空中像(b)から(f)は通常の AIRR の空中像(a)と同様の空中像が形成された. 空中像は透明物体の表面の構造が花瓶など複雑である場合に歪みが発生した.

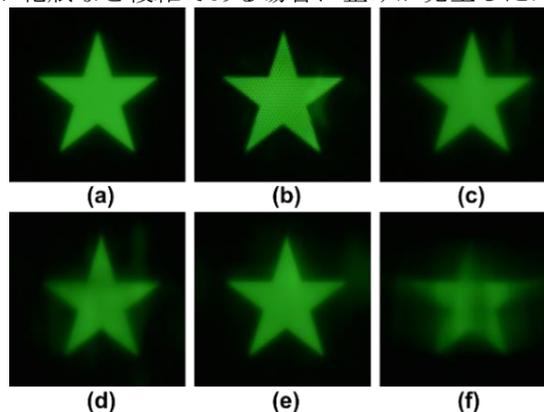


Fig. 2 Aerial image formed by experiment.

(a) Conventional AIRR, (b) Acrylic sphere, (c) Acrylic cylinder, (d) Beverage PET bottle (500 ml), (e) Rectangular prism, and (f) Wavy vase.

### 4. おわりに

AIRR 光学系において, 再帰反射により光線が2回通過する光路上に透明物体を配置した場合でも, 空中像が形成されることを明らかにした. これにより透明物体を AIRR 光学系に容易に組み合わせることが可能となり, AIRR 光学系の新たな構成が期待できる.

本研究の一部は JSPS 科研費 20H05702, 19H04155 の助成を受けたものである.

### 参考文献

- [1] H. Yamamoto, *et al.*, *Opt. Express* **22**, 26919–26924 (2014).
- [2] M. Yasugi, *et al.*, *Journal of Robotics and Mechatronics* **34**, 1175–1183 (2022).
- [3] K. Inoue, *et al.*, *Opt Rev* **29**, 261–266 (2022).
- [4] K. Fujii, *et al.*, *OSA Continuum* **4**, 1207–1214 (2021).
- [5] K. Fujii, *et al.*, *Opt Rev* **29**, 250–260(2022).