

# コーナーキューブプリズムアレイによる超薄型の空中結像光学系

## Ultra Slim Optical System by Use of Corner Cube Prism Array for Aerial Imaging

日本信号(株)<sup>1</sup>, 宇都宮大学<sup>2</sup> °内田 景太郎<sup>1</sup>, 岩崎 晟弥<sup>1</sup>, 石毛 隆晴<sup>1</sup>,

陶山 史朗<sup>2</sup>, 山本 裕紹<sup>2</sup>

NIPPON SIGNAL CO., LTD.<sup>1</sup>, Utsunomiya University<sup>2</sup>, °Keitaro Uchida<sup>1</sup>, Seiya Iwasaki<sup>1</sup>,

Takaharu Ishige<sup>1</sup>, Shiro Suyama<sup>2</sup>, Hirotsugu Yamamoto<sup>2</sup>

E-mail: uchida-k@signal.co.jp

### 1. はじめに

空中像には物理的な衝突のリスクがないため、公共空間において安全な情報提示手法として適している。再帰反射による空中結像(AIRR)[1]の光学系に合わせ鏡光学系を組み合わせることで、光源の空中像を多数形成することができる手法が報告されている[2]。この場合、ビームスプリッターと再帰反射素子の間に光源を配置するため、光源の厚さよりも薄くすることができない。既存の環境に空中像表示機能を後付けで加える場合、光学系を配置するスペースを確保する必要があることが、社会実装上の課題となる。

本研究の目的は薄型の光学系による新しい空中表示方式の実現である。光源のビームスプリッターに対する面对称位置とビームスプリッターの間にコーナーキューブプリズム(CCP)アレイを配置する薄型の空中表示技術を提案する。

### 2. 原理

光源と積層したビームスプリッターと CCP アレイによって構成される空中結像光学系を Fig. 1 に示す。CCP アレイは底面が正三角形の直角三角錐形状のプリズムを敷き詰めた構造である。図では CCP アレイの表面に密着してビームスプリッターが配置される。

光源からビームスプリッターに入射角 $\theta_1$ で入射して、CCP の1面で反射し、その後、ビームスプリッターで反射して CCP で再帰反射した後、ビームスプリッターから出射される角度 $\alpha_1$ は次の(1)式で表される。

$$\alpha_1 = \sin^{-1} \left[ \frac{n_2}{n_1} \sin^{-1} \left\{ \frac{2\pi}{3} - \sin^{-1} \left( \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right) \right\} \right] \quad (1)$$

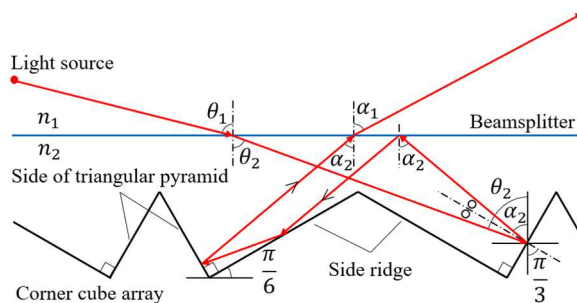
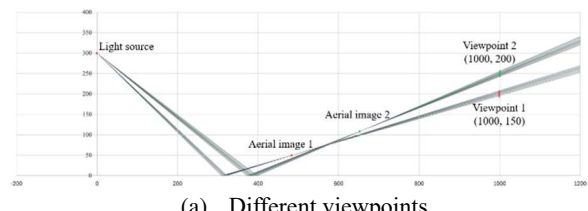


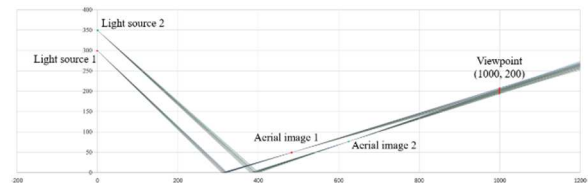
Fig. 1 Ultra Slim optical system for aerial imaging.

### 3. 検証

瞳に入る式(1)の光線が集光する位置について検証した結果を Fig. 2 に示す。(a)は光源を固定、視点位置を高さ方向に変化させたときの結像位置を表す。従来の空中表示は光源のビームスプリッターに対する面对称位置に形成される空中像を利用するため、視点位置を変化させても、結像位置は変化しないが、本方式では視点位置の移動に伴い、観察される空中像の位置も移動する。Fig. 2 (b)は視点位置を固定、光源を高さ方向で移動させたときに観察される空中像の位置を示す。光源の垂直方向に変化すると、空中像が水平方向に移動することがわかる。従来方式とは異なり、光源からの光は1点に集光しないが、瞳径で切る取る範囲では集光された空中像が観察される。



(a) Different viewpoints.



(b) Different light source positions.

Fig. 2 Verification of image formation position.

### 4. おわりに

ビームスプリッターと CCP アレイを積層する薄型の光学系で光源の空中像を得る新しい空中結像方式を提案した。今回は点光源の空中像について検討し、観察位置や光源位置に依存して集光位置が変化することを明らかにした。今後は画像や映像の空中像を得るため、集光位置の変化を光源側で補正する手法を検討する。

### 参考文献

- [1] H. Yamamoto, *et al.*, *Opt. Express* **22**, 26919 (2014).  
 [2] K. Chiba, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, S00D08 (2020).