

立体空中映像に向けた空中映像の視覚的考察

尾崎 翔将 鈴木 大翔
熊野 拓 城戸 信之助
兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年

— 空中映像技術の視野領域の拡大 —

本研究では空中映像技術を立体映像として実用することを念頭に、空中映像の奥行き、可視領域の拡大という問題に取り組んだ。可視領域の拡大することは運動視差による奥行きを知覚し、立体映像をより見やすくする効果があるため、立体映像の実用化を目指すうえで考察されるべき内容である。本研究では3つの実験により空中映像の奥行きが知覚できることを確認、可視領域を拡大する方法を発見することができた。

1. 序論

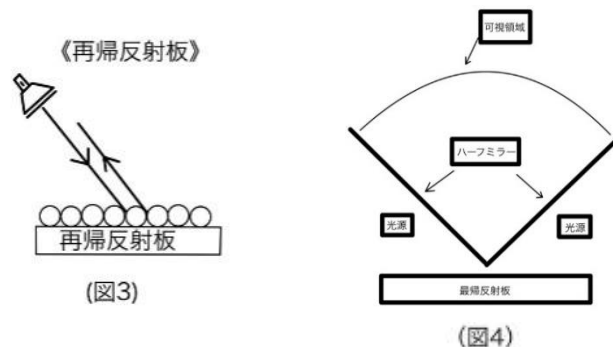
1.1. 背景と目的

現在空間上に立体を投影する空中立体映像が実用化されているが、投影された空中映像を見ることが出来る範囲は非常に限られている。そこで本実験ではより簡易的な道具を利用して空中映像を見ることが出来る範囲(視野領域)を拡大することが目的である。この研究によって、空中立体映像の実用性を高め、娯楽分野など幅広い分野で利用できるようにすることを目標とする。

1.2. 空中映像技術の原理

本研究ではハーフミラーと再帰反射板を用いた空中映像技術を用いた。図1はハーフミラー(入射した光をそのまま透過する光と反射の法則に従い反射する光に分ける)(図2)と再帰反射板(入射してきた光と同じ方向に反射する)(図3)を用いた空中映像揭示の基本原則を示したものである。光源から照射された光はハーフミラーで反射して再帰反射板へと進む。この光は再帰反射板の特性によって、入射方向に反射するため、ハーフミラーを通過して同じ光源から出た光は集光点で再度集まる。これによって光源から照射された光が集光点に集まりあたかも反射しているかのように見え、実像として空中映像を揭示できる。

さらにこのハーフミラーの枚数を増やしていくことによって、視野領域を拡大していくことができる(図4)(実験2)。しかしながら、ハーフミラーには光を透過する割合を示す透過率があり、これによって光がハーフミラーを通過するたびに反射する光と透過する光に分かれてしまうため、光源からできた光よりも弱い光になってしまう。



2. 実験装置

ハーフミラー (30 cm×30 cm) 1枚、再帰反射材を(図5)のように配置する。ハーフミラーと再帰反射材の間に光源のLED電球を設置したものを基本の装置とする。

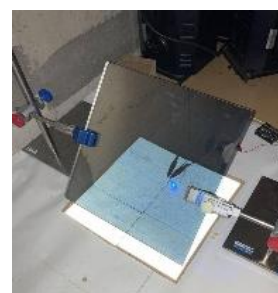
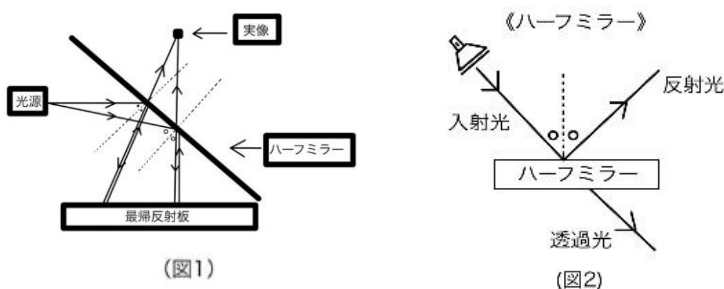


図5 基本装置

3. 予備実験

3.1. 概要

まずはじめに予備実験として、基本装置によって、実際に像が映し出されるかどうか、また結像した位置や、像の見える様子を確認する。

3.2. 結果

空中に像ができることを確認した。ただし、光源に比べて光は弱く、可視角度に限りがあった。

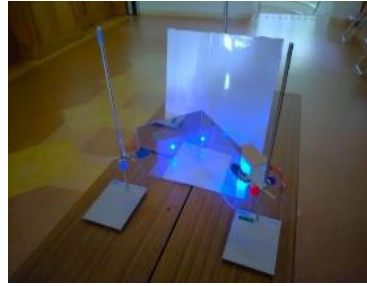


図6 基本装置2組を組み合わせた装置

4. 実験1, 映像の奥行きとその見え方

4.1. 方法

基本装置において、LED光源を1個追加して2個とし、それらをハーフミラーに対して前後方向に並べて設置するとき結像する2つの像の位置関係を確認する。

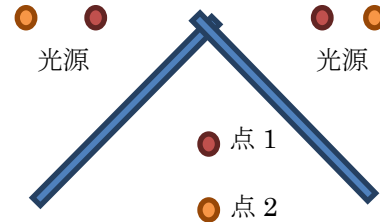


図7 基本装置2組を組み合わせた装置

4.2. 結果

2つの空中に結合する像の前後関係を判別することは可能であることが分かった。また、空中像を多方向から観察することで位置関係を理解しやすい。

4.3. 考察

結果より、人間の視覚能力では空中にある2点の奥行きを把握することができることが分かる。また、多方向から観察することで位置関係を理解しやすくなるという結果から、出てくる像の可視領域を広げることの重要性が分かる。

5. 実験2, 装置2個の組み合わせによる可視角度の変化

5.1. 方法

(1) 基本装置1セットを用い、2通りの地点で結像させ、それぞれの像の位置と像を視認できる範囲と視認できなくなった地点を記録し、その結果を用いて、可視領域を像の位置を中心とする角度として求める。

(2) 基本装置を2セット組み合わせて(図6)のように配置する。このとき2つのミラーの角度は 90° で両方の結像地点を同位置にする。(図7)そして、可視領域を1セットの場合と同様にして角度として求める。

5.2. 結果

記録した点1及び点2の可視角度を(表1)に示す。2つの基本装置が互いの視野領域を補い合うことで点1、点2共に2倍程度可視角度を拡大することができた。

表1 記録した点1及び点2の可視角度

	光源1つ	光源2つ	可視角度拡大率
点1	104°	231°	222%
点2	106°	202°	191%

5.3. 考察

基本装置を2個にすることで可視領域の拡大に成功したが、これは同時に基本装置を増やすことでより多くの方向に視野領域を拡大できることを意味する。例えば、基本装置を4個にし、四角錐型に配置することで、2方向の視野領域拡大を実現できるだろう。また、実像と光源が対称の位置にあることから、2つの光源のうちどちらかを反転処理する等することで、平面映像や立体映像にも応用可能である。

6. 実験3, 装置による光源の減衰

6.1. 方法

光源にレーザーポインターを使用し、ハーフミラーや再帰反射材を透過、反射した光線、またレーザーポインターからの直接の光線を、以下の7項目について照度計を用いて照度を測定する。その結果をもとにして装置による光線の減衰を求める。

- ① レーザーポインターの直接の光線
- ② ハーフミラー1枚反射した光線
- ③ ハーフミラー1枚透過した光線
- ④ 再帰反射材1枚を通常に反射した光線
- ⑤ ハーフミラー2枚反射した光線
- ⑥ ハーフミラー2枚透過した光線
- ⑦ ハーフミラーで反射→再帰反射材で通常に反射した光線

6.2. 結果

測定10回の結果を(表2)に示す。以下からハーフミラーの反射率35%、透過率6%程度であることが分かり、理論値に比べ大幅な差があった。

表2 7項目の照度の平均値

	①	②	③	④
1回目	1222	422	72.9	37.9
2回目	1171	421	73.3	38.2
3回目	1300	410	78	34.9
4回目	1229	420	70.4	36.3
5回目	1227	428	80.6	40.2
6回目	1238	419	78.3	38.9
7回目	1179	438	77.7	33.1
8回目	1301	427	82.5	35.1
9回目	1195	439	74.8	38.3
10回目	1169	431	78.5	36.2
ave	1223.1	425.5	76.7	36.91
	⑤	⑥	⑦	
1回目	184	6.15	29.6	
2回目	217	6.76	26.5	
3回目	243	6.18	20.7	
4回目	231	6.6	19.41	
5回目	250	6.47	22	
6回目	253	6.02	29.5	
7回目	260	8.42	26.5	
8回目	272	6.84	30.8	
9回目	279	6.18	24.7	
10回目	249	6.27	23	
ave	243.8	6.589	25.271	

6.3. 考察

反射率や透過率が分かったので、今後このデータをもとにより複雑な仕組みに応用できる。例えば、私たちは実験2の結果をもとに光源1個で視野領域を拡大させる仕組み(図8)を考え出した。これは映し出される像が実像だということをいかして、1つの光源から疑似的な光源(実像)を作り出し、疑似光源による実像の視野領域の拡大が実現されるものである。しかし、この仕組みには2面直行リフレクターまたは透過率、反射率ともに高い数値を出すハーフミラーと高い照度をもつ光源が必要不可欠であるが、いずれの材料も高価であり私たちは予算の都合この研究を行うことができなかった。しかし実験3で得たデータを用いれば今後コンピューターをもちいたシミュレーション等によって私たちの仕組みの実現に必要な器具などを事前に用意することができる。この(図8)の仕組みと実験3のデータは今後の空中映像技術の発達を鑑みると重要性は高いと考える。

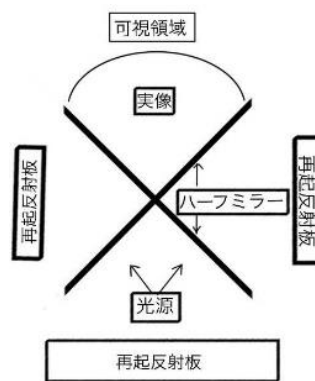


図8

7. おわりに

今回私たちは「立体空中映像に向けた空中映像の視覚的考察」というテーマで研究を行った。実際に行った研究は空中映像の奥行き知覚をより容易にするためのモノで、立体映像を映し出すような研究ではないものの着実に立体映像の実用化に近づく研究であったといえるだろう。先行研究では、平面の映像での実験が主流であったが本研究ではLED電球を用いた点電球で行ったため、汎用性の高い研究となっている。また、私たちは本研究で明らかになった空中映像技術の視野拡大の方法により立体映像の研究がより進み実用化されることを期待している。

8. 謝辞

この研究においてサイエンスアドバイザーの方々、大垣先生、橋本先生、岡田先生、向江先生、浮田先生、繫戸先生に貴重なアドバイスをいただいたことに心からの感謝を述べる。

9. 参考文献

[1] 内山 太郎、 三次元空中ディスプレイの最新技術 2007年

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejjournal/127/3/127_3_161/_pdf

[2] 古田 匠等、 再帰性投影技術を用いた実空間重畳型多視点立体ディスプレイ RePro3Dの開発、2012年

https://www.jstage.jst.go.jp/article/itej/66/4/66_4_J101/_pdf

[3] 梶田 創等、動的マスクを用いた多層空中像におけるオクルージョン表現、2016年

<https://www.media.lab.uec.ac.jp/wp-content/uploads/2017/01/0473e3b596a5c8d9ca338f2a574796a3.pdf>