

老眼による見えと視力を改善できる LED照明・有機EL照明

東洋大学

理工学部

電気電子情報工学科

准教授 佐野 勇司

1. 最近の照明に求められる性能

電力消費に伴う二酸化炭素の排出による地球の温暖化。

⇒消費電力の低い照明が必要。：LED照明の普及。

高齢化の進展，携帯機器の普及による近距離注視の増加。

⇒老視による近点距離（焦点の合う最短視距離）の伸長を改善できる照明への期待。

普及した携帯機器、書籍や新聞において、
小さな文字を読んだり細かい画像の視認が必要。

⇒老視や近視による見え方の劣化を改善できる照明への期待。

本日紹介の赤緑青等の3原色光を活用したLED照明や有機EL照明
老眼により長くなった焦点の合う視距離を短縮。視力を改善。
⇒細かい字や画像を楽に見ることができるようになる。

2. LED照明と有機EL照明

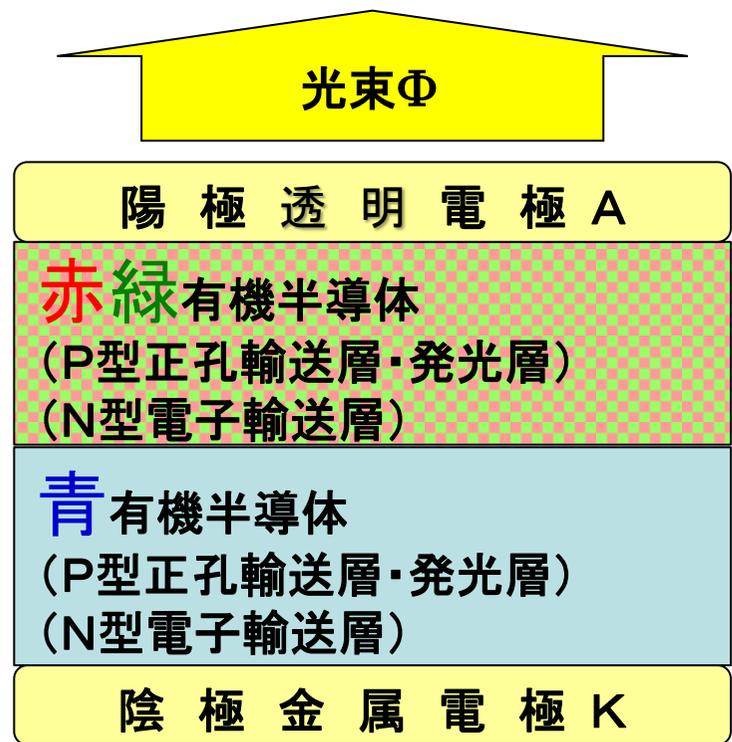
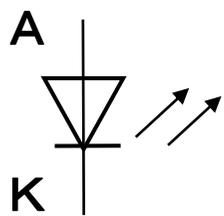
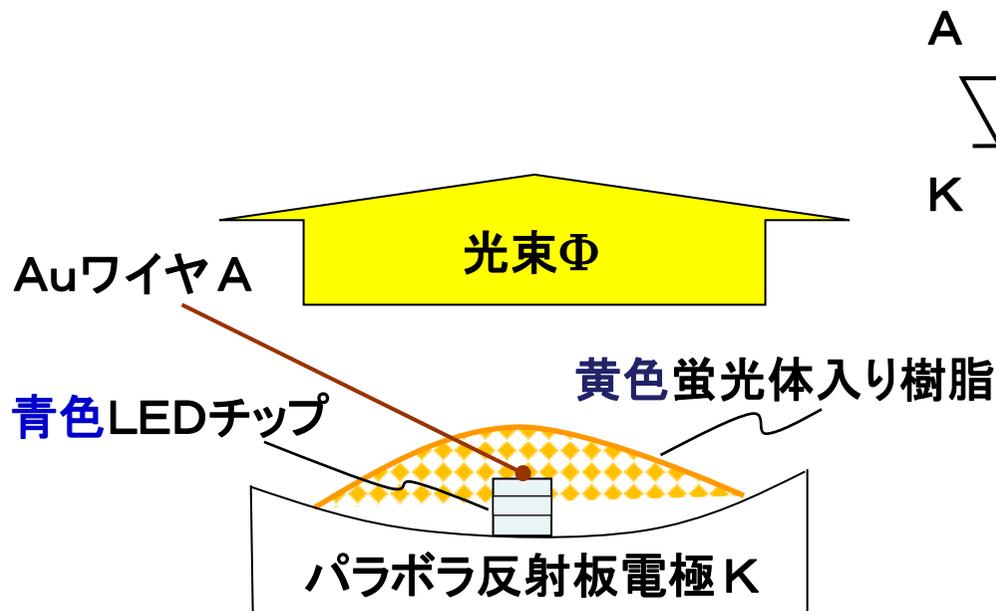
主な照明光源の種類：

- (1) 白熱電球 [相対消費電力1.0 30 lm/W 電力効率10%程]
- (2) 蛍光ランプ [1/5 (3波長HF管110 lm/W) ~ 1/4 水銀使用]
- (3) H I D (High Intensity Discharge) ランプ
例：高圧水銀ランプ [1/3程 70 lm/W]
- (4) L E D (Light Emitting Diode)
[1/5程 120 lm/W 電力効率18%程]
- (5) 有機 E L (Electro-Luminescence)
[1/3程 70 lm/W]

全電力消費における照明の割合：15～20%程度

「新成長戦略」(政府2010年6月)

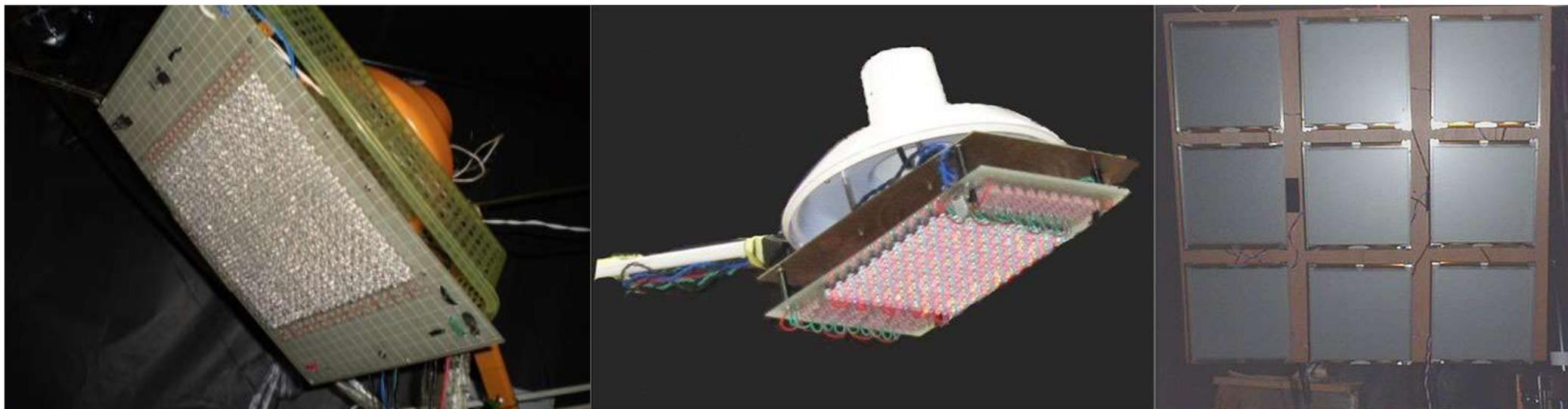
⇒ 高効率次世代照明：LED照明・有機EL照明
2020年までに普及



LED
(光束 $\Phi \propto$ 電流 I_{LED})

有機EL
(“ Organic LED ”フィルム状LED)

図1 LEDと有機ELの構造



初期RGB色LED照明
(1200個のLED搭載)

現行RGB色LED照明
(400個のLED搭載)

RGB色有機EL照明
RYB色有機EL照明
(全体約50cm角)

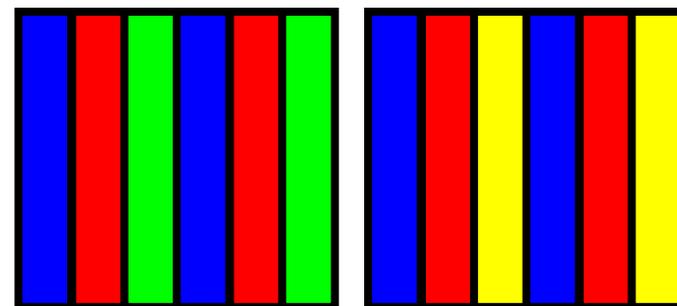
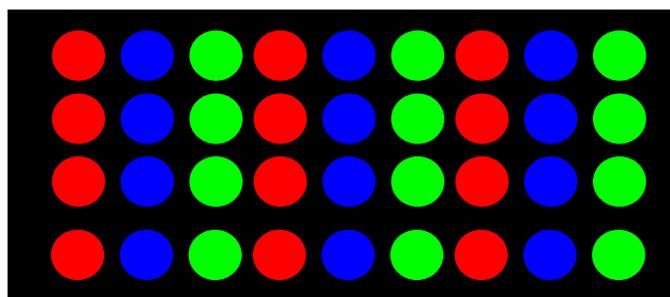


図2 実験用に試作したLED照明と有機EL照明

3. RGB (赤緑青) 色 LED 照明による視覚改善

表 1 白色および RGB (赤緑青) 色 LED 照明の性能比較
(実験結果)

照 明	発光色	構 造	視覚改善効果(測定値)	特 長
L E D	白 色	青LED周囲に 黄色蛍光体	なし(既存照明と同等)	高演色性※明る い
	R G B 色	各色 L E D を面配列	視 力 : 5~11%向上 近点距離 : 5~12%短縮	各種既存照明と 同一色に調整可

※ 演色性 : すべての物体色を正確に見せる能力

(1) 視力の改善

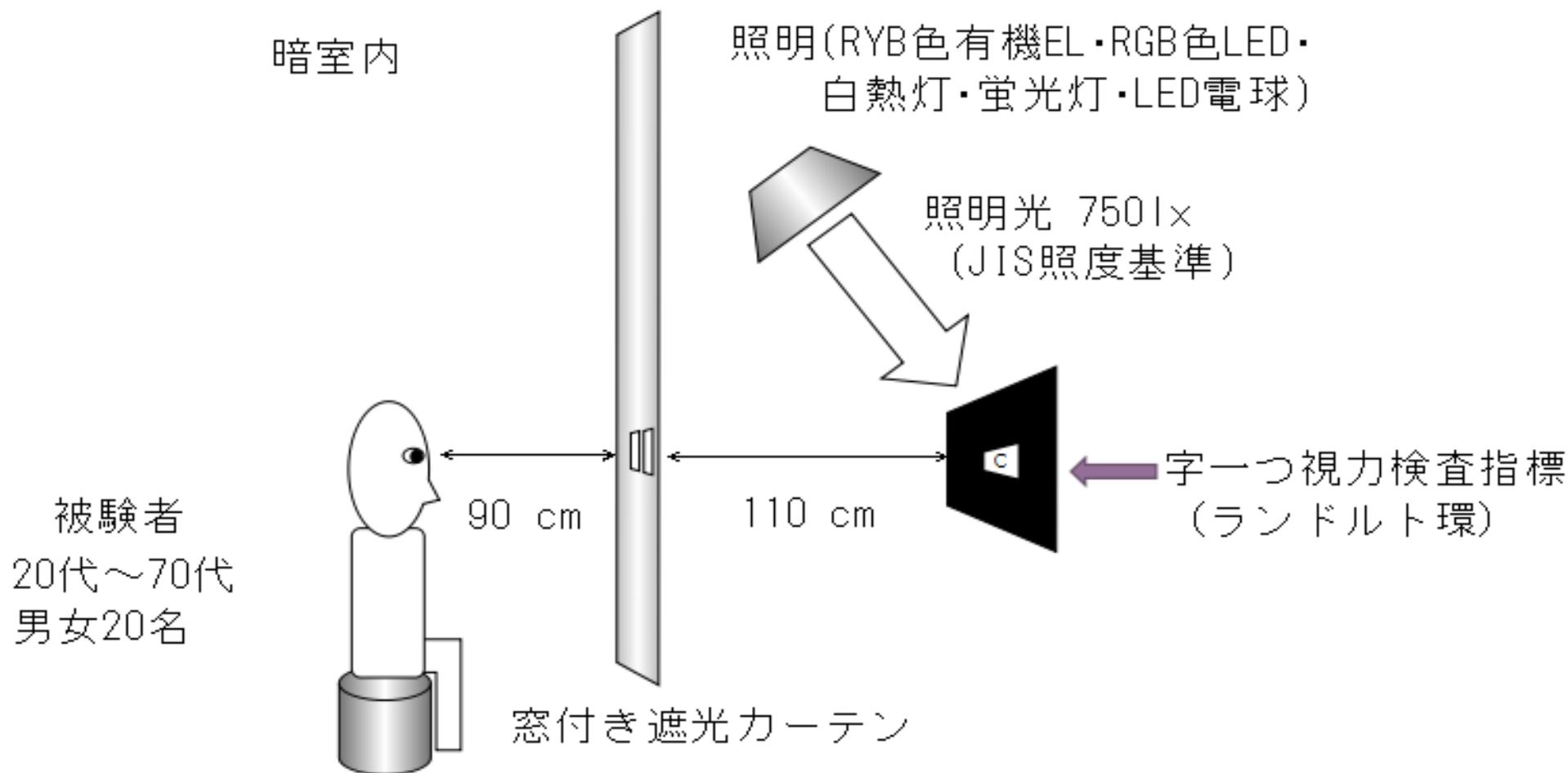


図3 視力の測定方法

照度ムラ、背景光の影響を抑える遮光カーテンを使用

視力の測定結果

照度：750 lx 被験者：20名(20～70代男女)

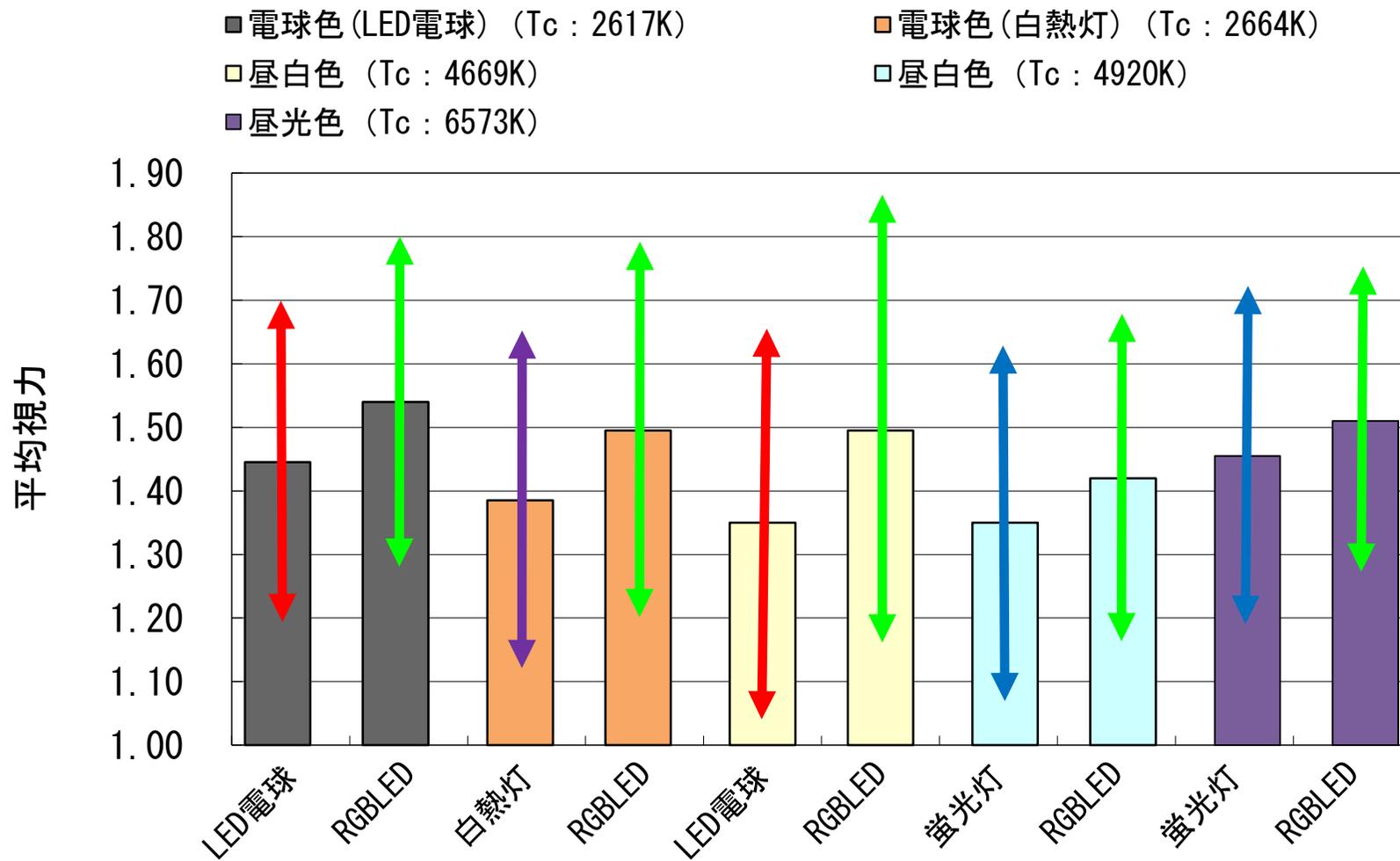


図4 平均視力の測定結果

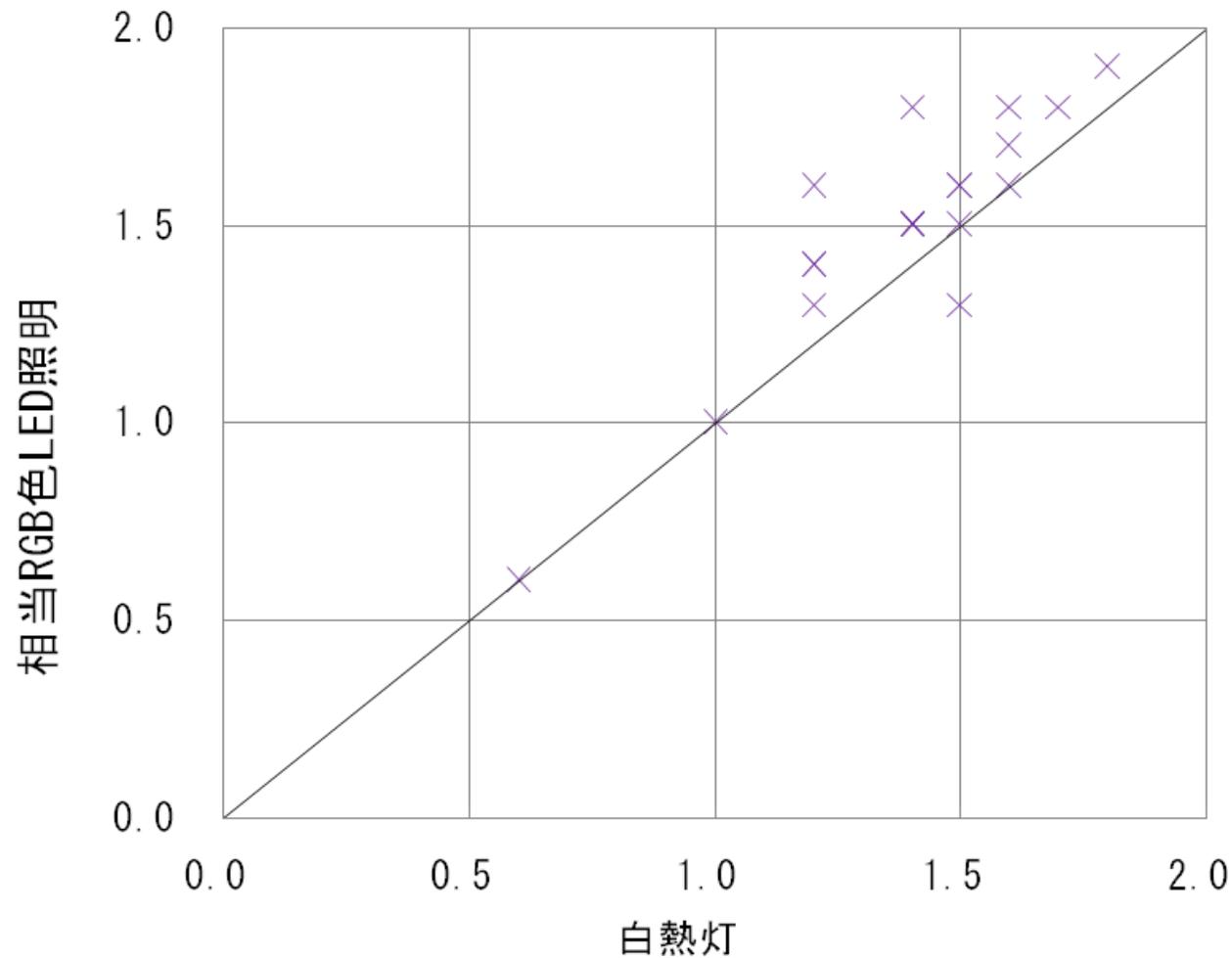
表2 視力の向上率の比較

比較する照明	向上率 [%]
白熱灯	8.12
昼白色LED電球	11.06
電球色LED電球	6.92
昼白色蛍光灯	6.32
昼光色蛍光灯	4.51

RGB色LED照明を用いた場合の視力：

→ 4.5% から 11% 向上

視力の相関図



全被験者 20名の 15名 (75%) で視力向上
4名 (20%) が変化なし
1名 (5%) が劣化

図5 白熱灯と比較したRGB色LED照明の視力の相関図

(2) 老視による見えの改善

老視による見えの測定方法

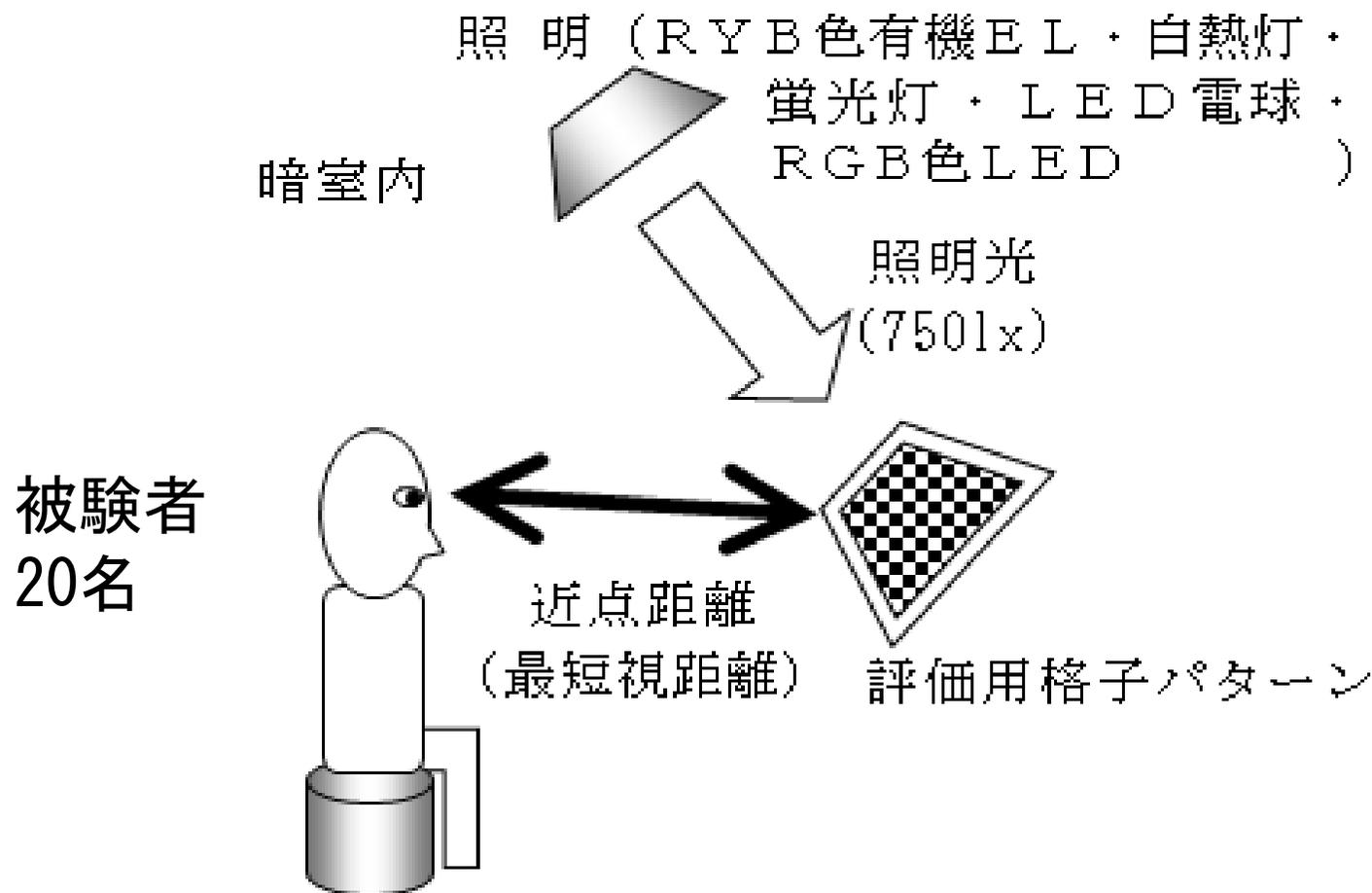


図 6 近点距離の測定方法

近点距離の測定結果

照度：750 lx 被験者：20名 (20～70代男女)

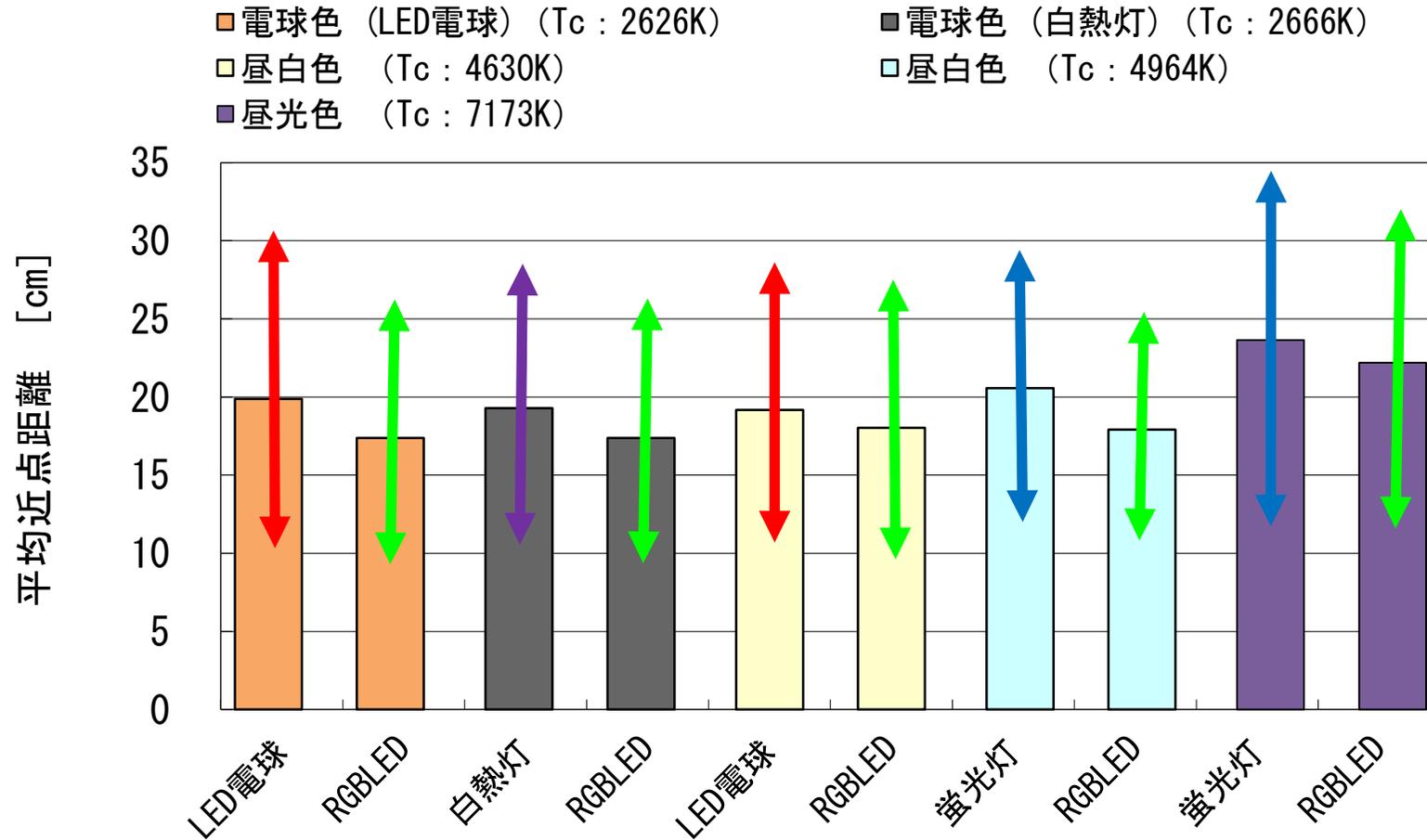


図7 平均近点距離の測定結果

RGB色LED照明の 平均近点距離の短縮率

表3 RGB色LED照明の近点距離の短縮率

比較する照明	短縮率 [%]
昼白色LED電球	6.13
白熱灯	9.70
電球色LED電球	11.59
昼白色蛍光灯	12.16
昼光色蛍光灯	5.44

(ほぼ全ての被験者においてRGB色LEDの近点距離が最小。)

近点距離の相関図

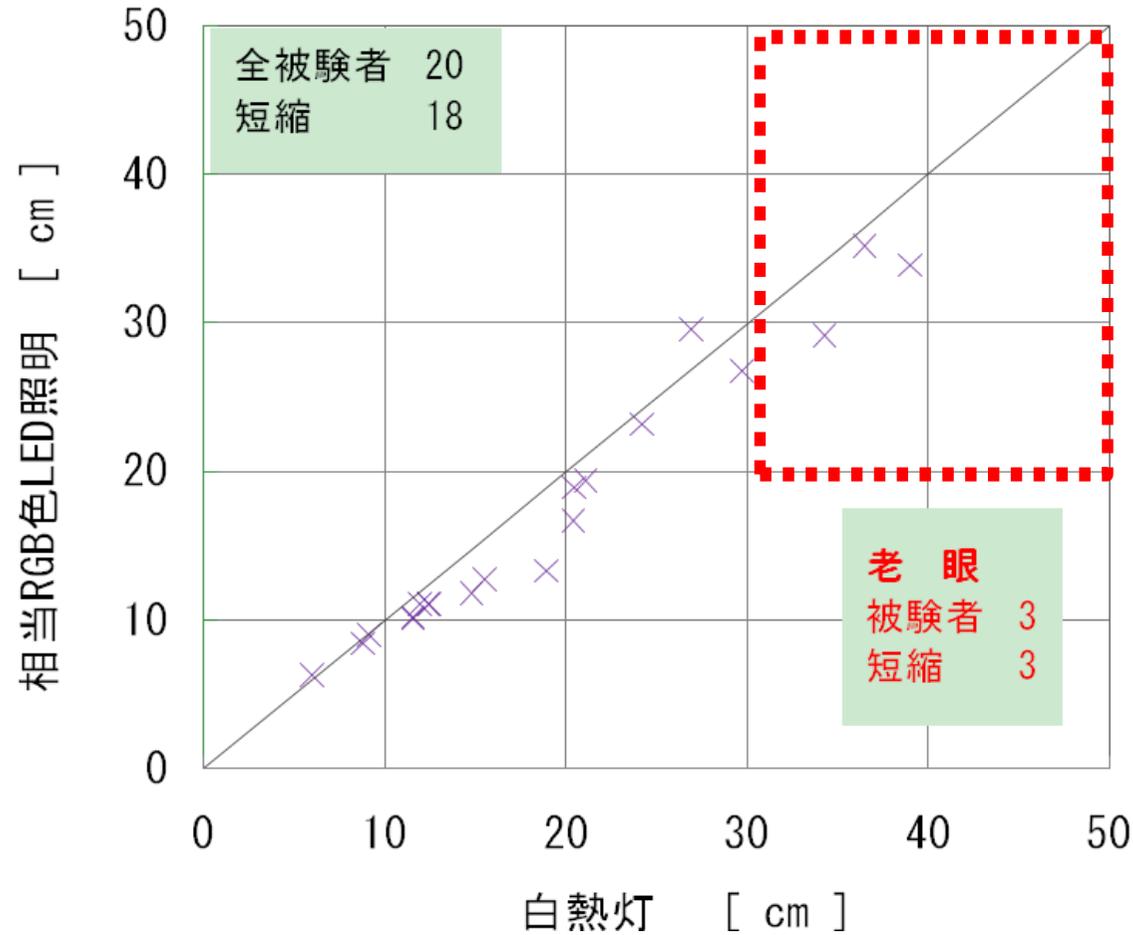


図8 白熱灯と比較したRGB色LED照明の近点距離の相関図

(3) 視覚が改善する要因の解析

レンズを介して、網膜映像の特徴を強調した画像を撮影して解析

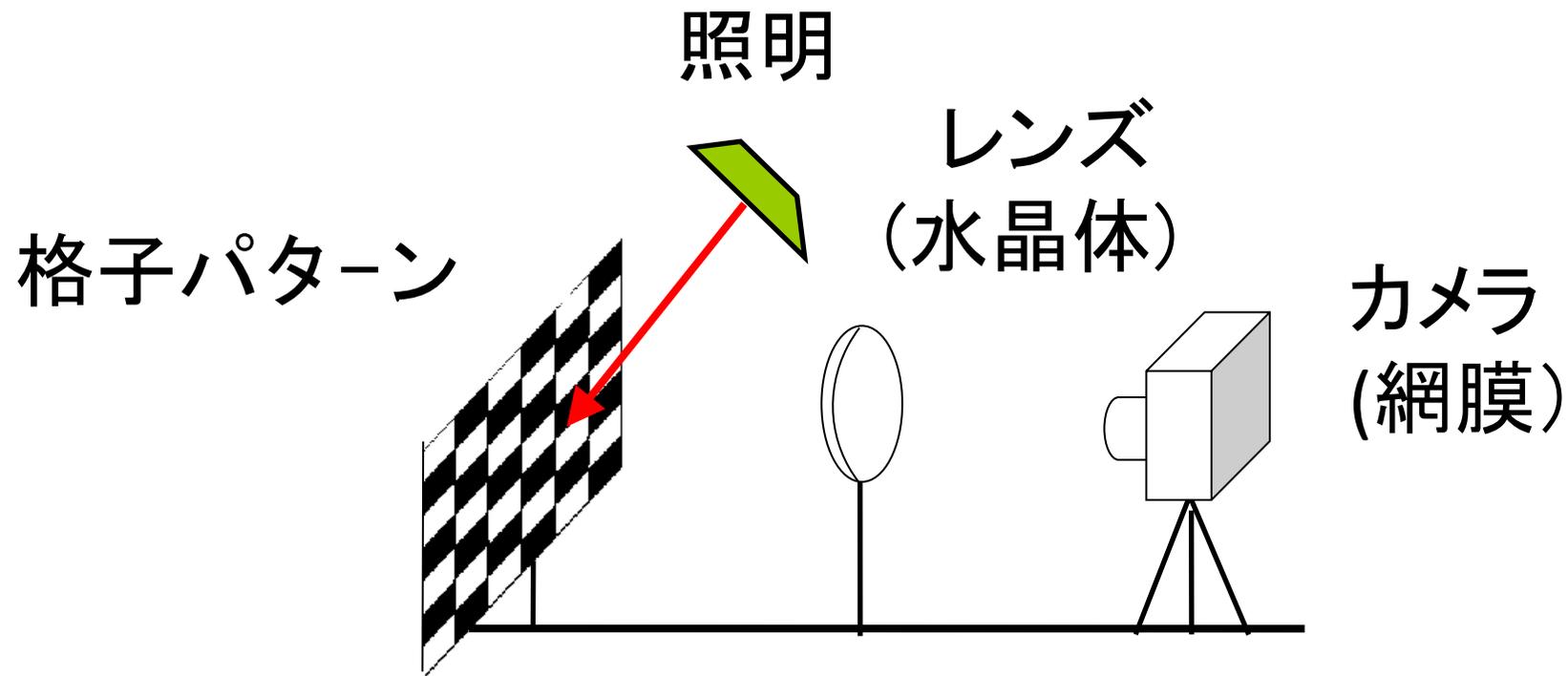


図 9 網膜相当映像の撮影装置

R G B色LED照明による解像度の向上

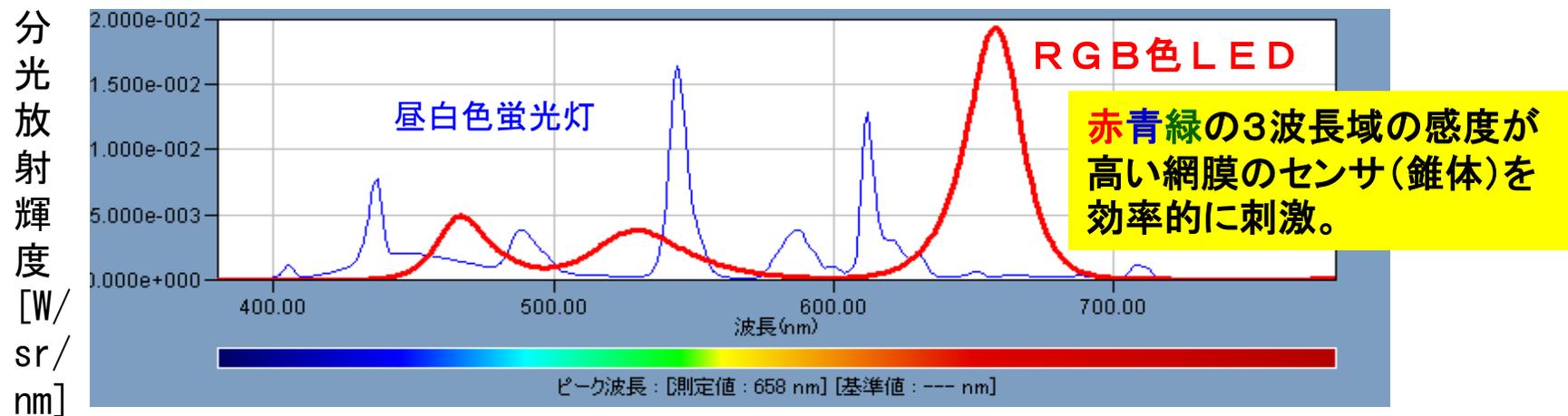
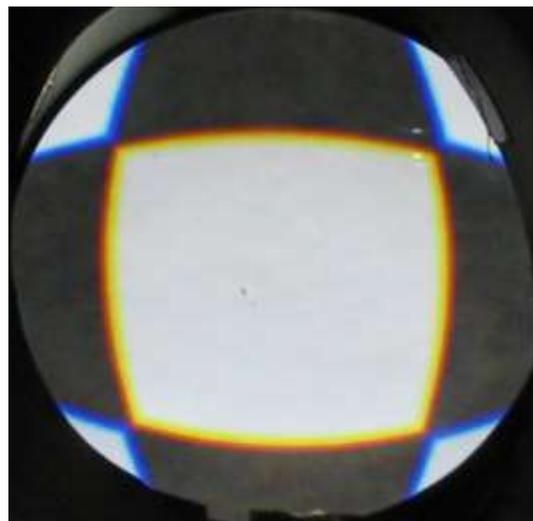
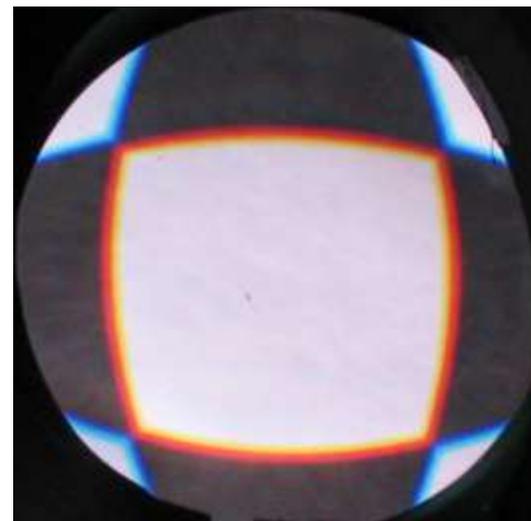


図10 照明光の分光特性



映像パターンの境界線に照明光の色分散による虹色のニジミが発生。

RGB色LEDの方が、格子縞の境界において赤い線が鮮明に見える。



(a) 分光分布が分散した既存照明下 (b) 分光分布が3色のみ集中した照明下

図11 網膜映像の特徴を強調した撮影画像

網膜映像の境界線が鮮鋭化 ⇒ 解像度の向上 と考えられる。

4. R Y B (赤黄青) 色有機 E L 照明による視覚改善

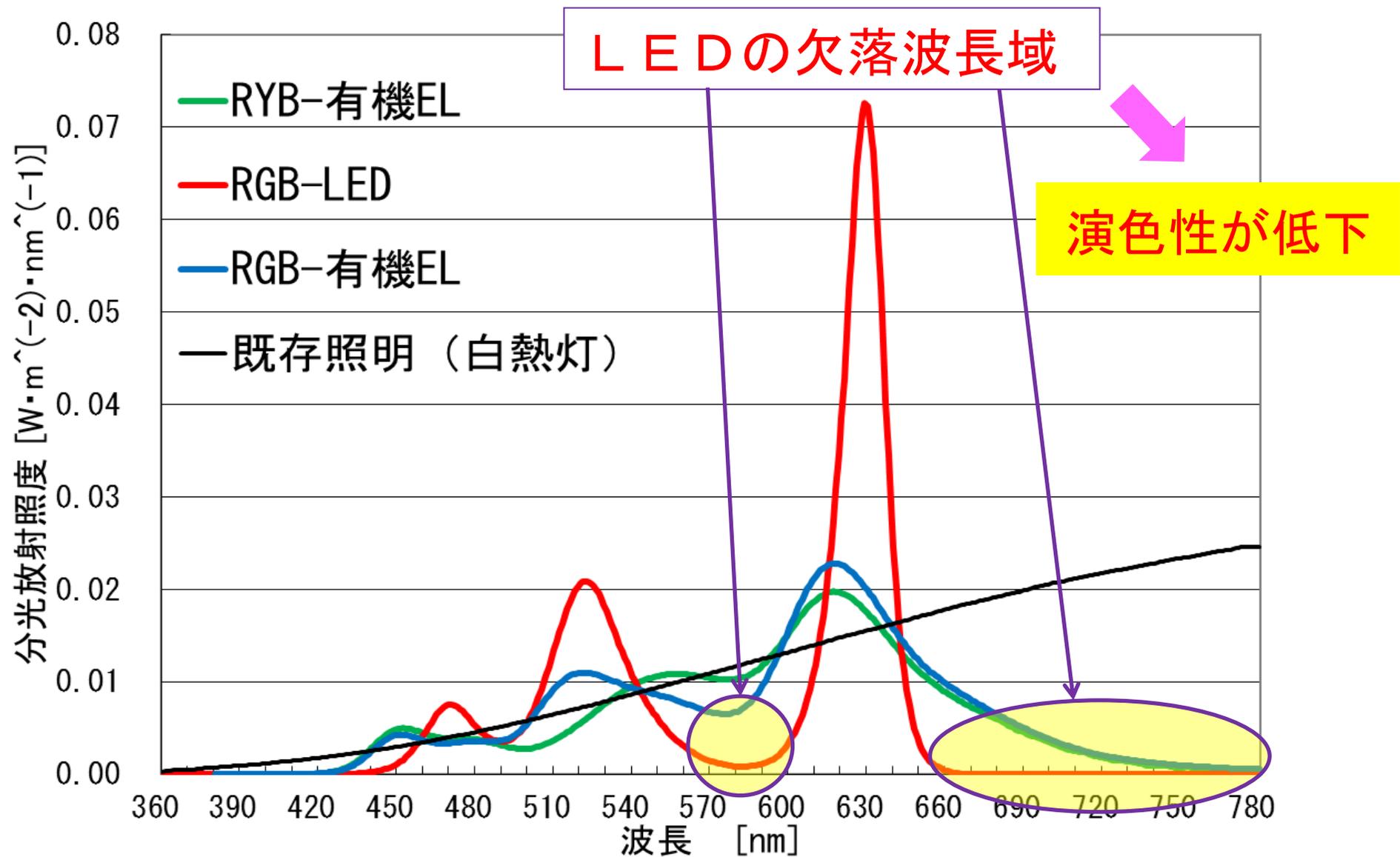


図12 白熱灯を再現した照明色の分光特性

演色性、視力および老視による見えの改善

表 4 LED照明と有機EL照明の性能比較

照 明	発光色	構 造	視覚改善効果(測定値)	優 劣
L E D	白 色	青LED周囲 に黄蛍光体	なし	高演色性 明るい
	R G B色	各色LED	視 力 : 5~11% 近点距離 : 5~12%短縮	可変色 <u>低演色性</u>
有機E L	白 色	赤緑層と 青層の2重	有りと推測 (未測定)	高演色性
	R G B色	各色の微細 ラインによ る面内分割	視 力 : 5~15% 近点距離 : <u>4~11%</u> 短縮	<u>高演色性</u> 暗い
	R Y B色		視 力 : <u>7~11%</u> 近点距離 : <u>3~13%</u> 短縮	高演色性 暗くない

演色性の比較

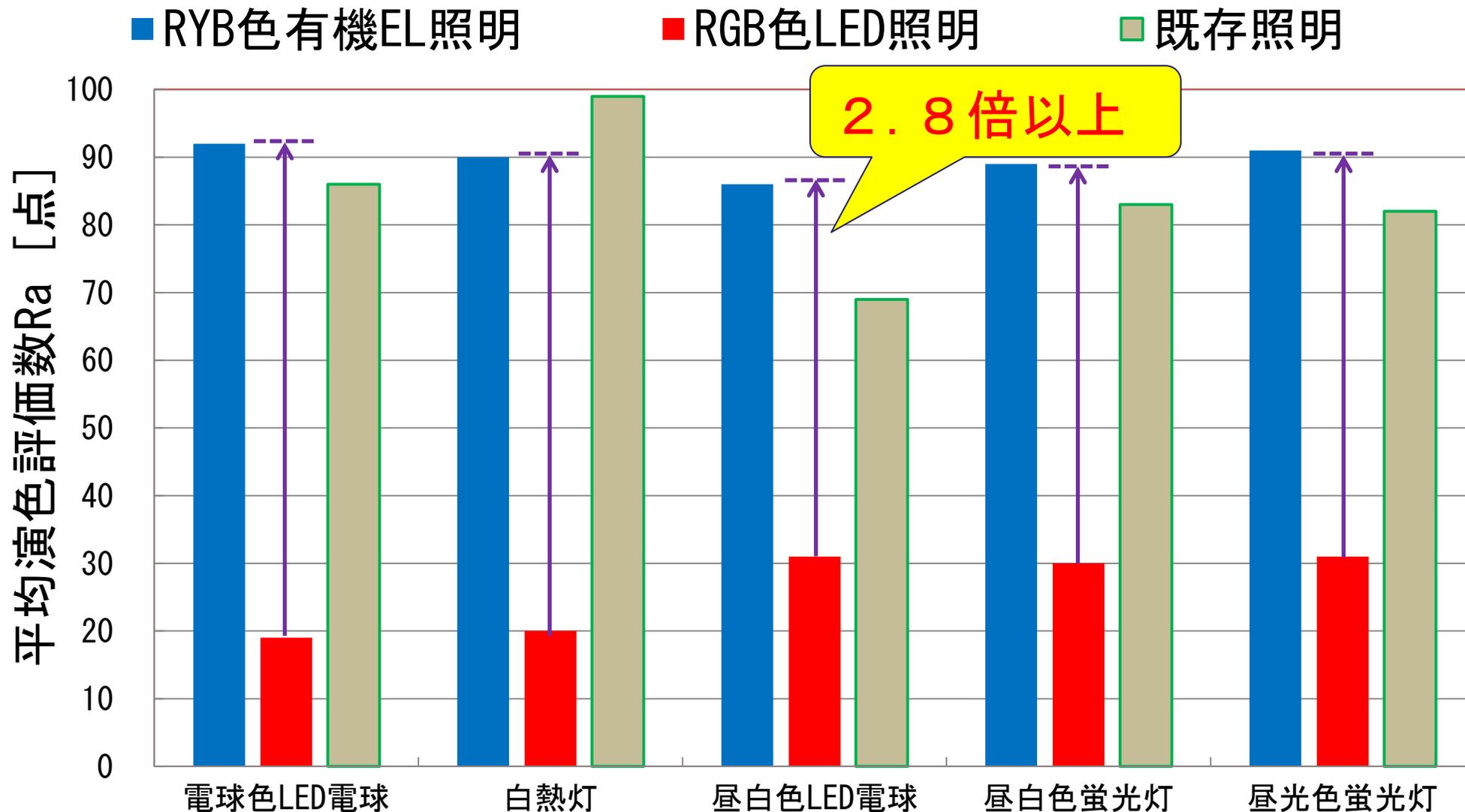


図13 各照明色における平均演色評価数の比較

※平均演色評価数Ra: 日常生活でよく使う8色の演色評価数の平均値

視力の測定結果

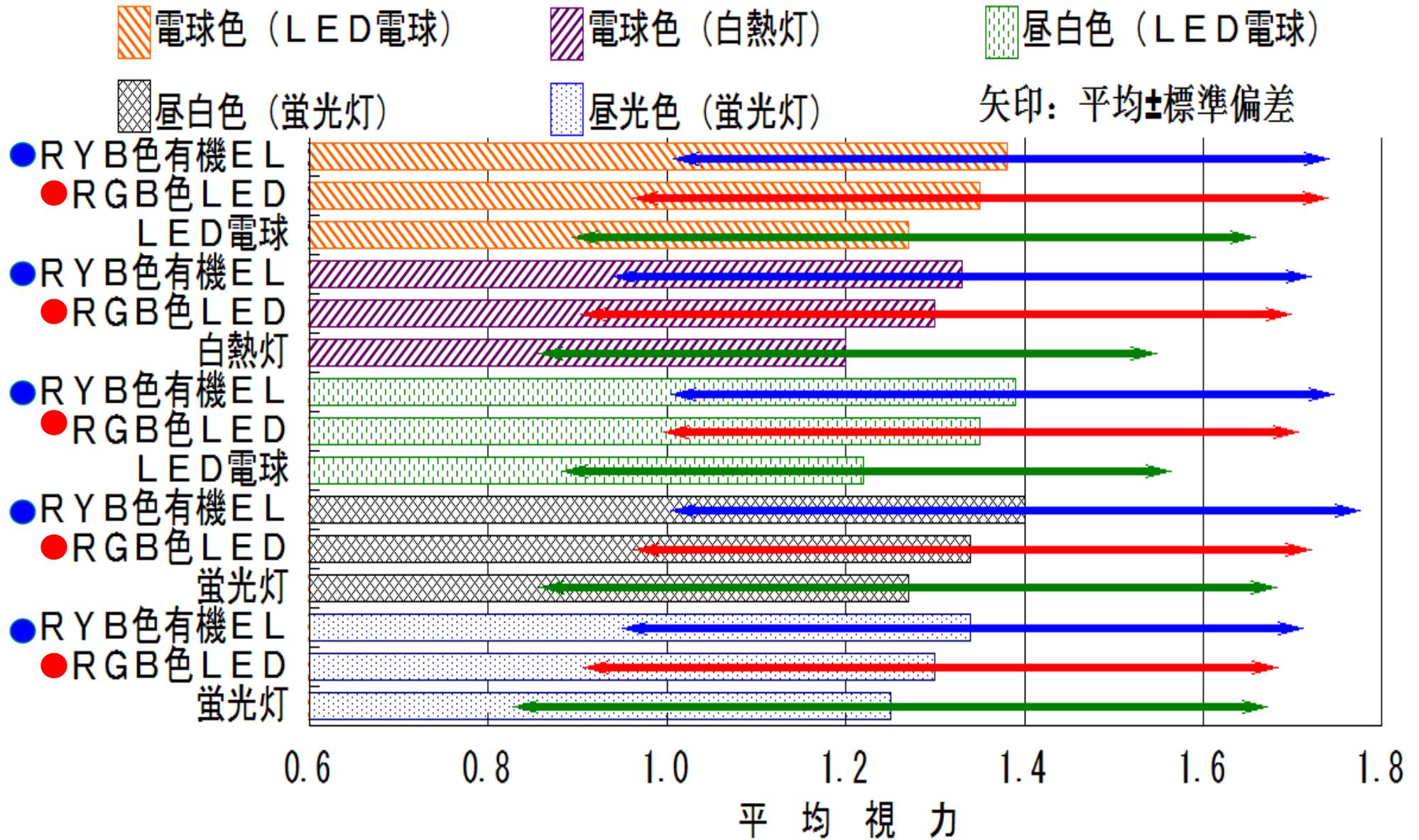


図14 平均視力の測定結果

表5 RYB色有機EL照明による視力の向上率

比較する照明	既存照明に対する向上率[%]	RGB色LED照明に対する向上率[%]
電球色LED電球	8.55	1.85
白熱灯	10.86	2.70
昼白色LED電球	13.61	2.59
昼白色蛍光灯	9.50	4.10
昼光色蛍光灯	7.40	3.49

- 既存照明に対して 7.4%から13.6% 向上
 (鮮鋭な映像が効率よく錐体を刺激して視力が向上する)
- RGB色LED照明に対しても 1.9%から4.1% 向上
 (RYB色有機EL照明には視力を向上する新たな要因がある可能性)

近点距離の測定結果

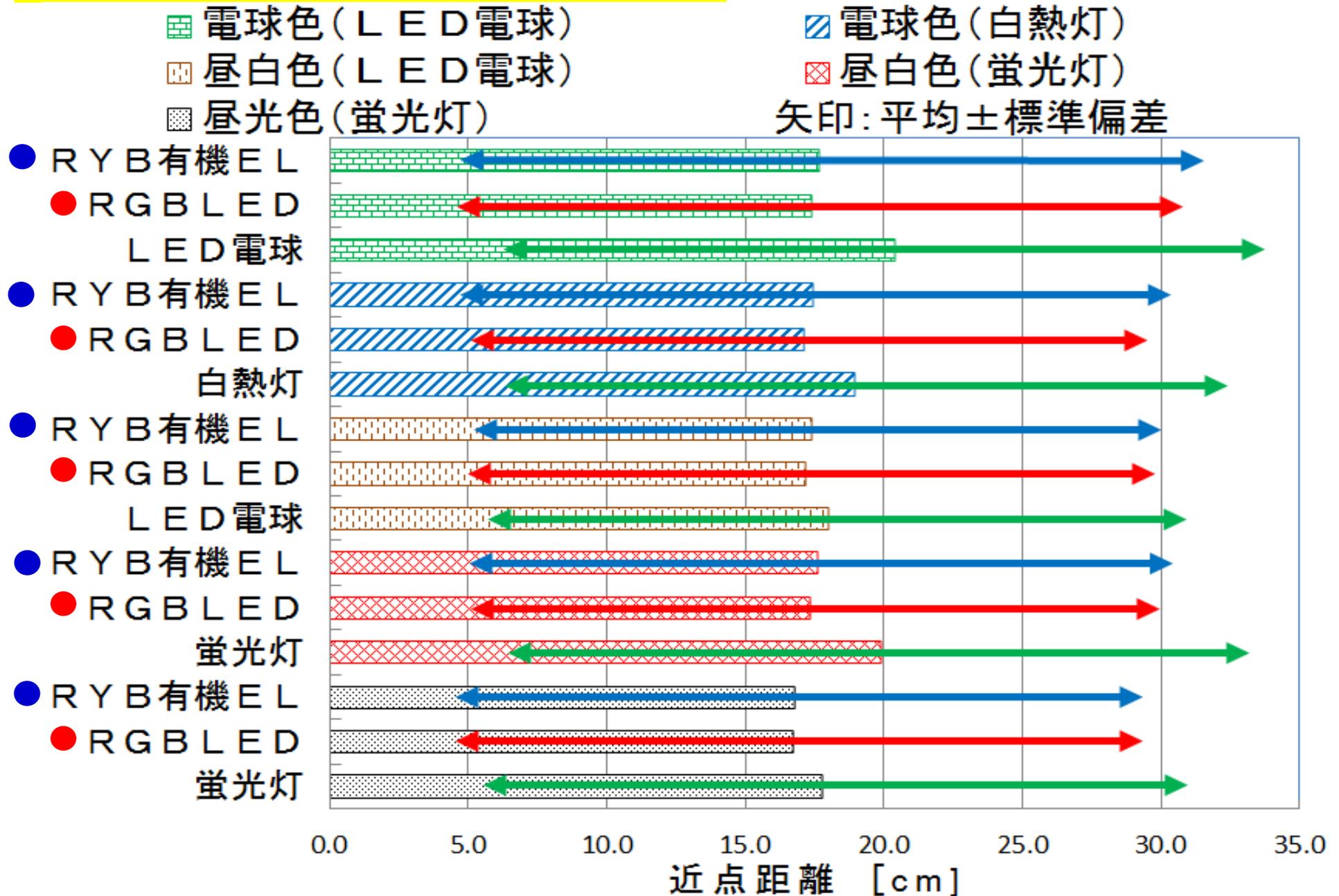


図15 平均近点距離の測定結果

表6 R Y B色有機EL照明による近点距離の短縮率

比較する照明光	既存照明に対する短縮率[%]	RGB色LED照明に対する短縮率 [%]
電球色LED	13.18	-1.66
白熱灯	8.00	-2.10
昼白色LED	3.05	-1.39
昼白色蛍光灯	11.39	-1.79
昼光色蛍光灯	5.89	-0.24

既存照明に対して 3.1%~13.2% 短縮

しかし、RGB色LED照明に対しては 0.2%~2.1% 伸長

5. まとめ（新技術の特徴）

- (1) RGB（赤緑青）色LED照明および
RYB（赤黄青）色有機EL照明による視覚改善

視力：5～11%向上

近点距離：3～13%短縮

各色の光：色分散して眼球内の網膜映像の境界線を鮮鋭化。
網膜上の各色の錐体を効率的に刺激。

⇒ これらに起因して視覚解像度が向上したと考えられる。

- (2) 読書・リラックス・覚醒などの用途に応じて調色調光可能。

- (3) RGB色LED照明：光量を重視した明るい照明に最適。

RYB色有機EL照明：色彩の豊かさを重視する照明に最適。

- (例1) 読書や新聞を読む際の照明（色彩を重視しない用途）

RGB色LED照明⇒字や細かい画像が鮮明に大きく見える。

- (例2) スポット照明やベッドサイド照明等の汎用照明

RYB色有機EL照明⇒字や画像が細部まできれいに見える。

想定される用途

1. 一般の照明機器

スポット照明・ベッドサイド照明・ルームライト、およびその調光機能
(新成長戦略⇒東京オリンピックの頃には明るいルームライトも実現)

2. 病院・学校や学習塾等の教育機関・研究機関にて使用する特殊照明

3. 発光半導体・発光パネル・発光シート・光学フィルタ等の光学部材等

実用化・活用が見込まれる分野・対象業種等

1. 照明機器関連の製造業

照明機器・照明デバイス・住宅や各種の教室・医療機器、
および関連する電子機器・半導体等。

特に照明デバイスとしては、

LED・発光パネル・発光シートおよび各種光学部材

2. 住宅や医療設備・教育設備の施工等のコンサルタント業務

本技術に関する知的財産権

- ①「照明装置」 特許第5660484号
- ②「照明装置およびこれに用いられる発光素子」
特開2014-41708

本技術に関する問い合わせ先

東洋大学 産官学連携推進センター

TEL : 03-3945-7564

FAX : 03-3945-7906

E-mail : ml-chizai@toyo.jp

視覚の向上効果などを共同研究して頂ける団体も募集しています。