ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

RMUTT Research Journal
Science and Technology
Rajamangala University of Technology Thanyaburi

ศึกษาอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงแผ่นกรองแสงปรับอุณหภูมิสีของแสงโคมไฟสำหรับการจัดแสงภาพเคลื่อนไหว

Study of Compared Color Temperature of Color Correction Filter from Luminaries for Motion Pictures

จิรศักดิ์ ปรีชาวีรกุล* และ อนุสรณ์ สาครดี

Jirasak Prechaveerakul* and Anusorn Sakorndee

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพและเสียง คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

Department of Visual and audio Technology, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding author e-mail: jirasak_p@rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 5 June, 2020
Revised: 22 July, 2020
Accepted: 31 August, 2020
Available online: 21 February, 2021
DOI: 10.14456/rj-rmutt.2021.5

Keywords: correlated color temperature, color correction filter, luminaries for motion pictures

ABSTRACT

The research is to study a light filter adjusting the color temperature of comparative light which is blue light frequency or (Color Temperature Blue: CTB) of number 201 Full CTB, 202 Half CTB, and 203 Quarter CTB by using with Fresnel Lens Lamp from 1000 W Tungsten–Halogen (T-H). Then, the measured value was compared with the calculated value from McCamy formula. The result found that, in the case of non-filter, the CT of T-H Light was 3060K of the measured value and 3067K of the calculated value. To change the CT, in the case of altering the number 201 filter which could change the CT from 3200K to 5700K, it could be measured the CT of the light from 3060K to 5258K with 7.754 % of the deviation, and the calculated value of the CT of the light changed from 3067K to 5259K. In the case of altering the number 202 filter to change the CT from 3200K to 4300K, the measured value changed from 3060K to 3910K with 9.069 % of the deviation, based on the calculation of 3067K to 3916K. In the case of 203 CT-change filter, the value was measured from 3060K to 3430K and its deviation was 4.722 % from the

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

calculation of 3067K to 3439K. The causes of CT value of the deviation light in this research were in the measuring step, and the calculation. For the measuring step, the filters from various production companies contained different properties to change the CT, and the measuring instrument were not held steadily while studying. For the calculation, the CIE-1931 was needed for the basis of the measuring steps from moving the measuring instrument while measuring the value resulted in the deviation in the calculation step. Consequently, the research selected the properties of the Color Correction Filter of Blue Light Frequency or CT Blue: CTB which could bring the result to use an option of other light filters for measuring CT value of the color light frequency.

บทคัดย่อ

การปรับอุณหภูมิสีด้วยแผ่นกรองแสงเป็นการสร้างอารมณ์และกำหนดโทนสีของภาพถือว่ามีความสำคัญสำหรับงานด้านโทรทัศน์และภาพยนตร์ วัตถุประสงค์ของวิจัยศึกษาแผ่นกรองแสง (Filter color Temperature) 3 แบบ คือ เต็ม (Full) ครึ่ง (Half) และ สี่ส่วน (Quarter) ที่ปรับอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง กรณีคลื่นแสงสีฟ้า (Color Temperature Blue: CTB) ร่วมกับโคมเฟรสเนลเลนส์หลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W และ กรณีคลื่นแสงสีส้ม (Color Temperature Orange: CTO) ร่วมกับโคมเฟรสเนลเลนส์หลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W โดยเปรียบเทียบค่าจากการวัด และการคำนวณตามสูตร McCamy และการคำนวณความเหมาะสมค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศา (Mired Shift) ผลการศึกษาพบว่า กรณีคลื่นแสงสีฟ้า (CTB) 3 แบบร่วมกับโคมเฟรสเนลเลนส์หลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W เปรียบเทียบระหว่างการคำนวณคุณสมบัติฟิลเตอร์อุณหภูมิสีของแสงกับการวัดมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 4.375% - 9.069% สำหรับกรณีคลื่นแสงสีฟ้า (CTO) 3 แบบ ร่วมกับโคมเฟรสเนลเลนส์หลอดไฟ เอช เอม ไอ 1200W พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 2.760% - 11.92% สาเหตุความคลาดเคลื่อนมาจากความไม่เสถียรของผู้ที่ทำการวัดในขณะถือเครื่องวัดแสง ดังนั้นควรยึดจับด้วยแท่นจับยึดแทนการถือจากผู้ทำการวัด และผลการศึกษาค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศา สามารถนำค่าการคำนวณไปใช้เลือกแผ่นกรองแสงเปลี่ยนอุณหภูมิสีได้ จะช่วยช่างภาพ (Director of Photography) และผู้จัดแสง (Graffer) ตัดสินใจเลือกแผ่นกรองแสงปรับอุณหภูมิสีหาค่าอุณหภูมิสีของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงได้ เพื่อช่วยการถ่ายทำได้เร็วขึ้นและเกิดความแม่นยำสำหรับควบคุมคุณภาพของแสงที่เสมือนจริงมากที่สุด

คำสำคัญ: อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง แผ่นกรองแสงปรับอุณหภูมิสีของแสง โคมไฟสำหรับการจัดแสงภาพเคลื่อนไหว

บทนำ

ปัจจุบันงานทางด้านสื่อสารมวลชน ได้แก่ การผลิตรายการทางโทรทัศน์ และ ทางภาพยนตร์ จัดเป็นภาคธุรกิจบันเทิงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่ใกล้เคียงกับภาคธุรกิจการค้าและอุตสาหกรรม คือ ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากในระดับปานกลางแต่มีการใช้อย่างต่อเนื่อง และพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตรายการในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง ซึ่งมีความต้องการเพิ่มความสว่าง และการกำหนดสีสัน หรือเรียกว่าโทนสีที่ปรากฏให้กับฉาก และ

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

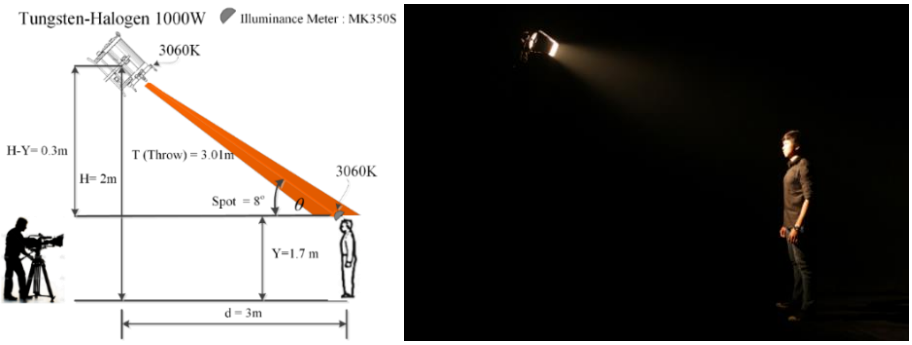
เวที รวมไปถึงนักแสดงที่ต้องเข้าฉาก ดังนั้น แหล่งกำเนิดแสง หรือหลอดไฟ ที่ใช้มีหลายประเภท มีขนาดกำลังวัตต์ที่แตกต่างกัน และสิ่งที่จะนำมาพิจารณาในการเลือกใช้คือโทนสีของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ หรืออุณหภูมิสีของแสงแตกต่างกัน เช่น โคมไฟประเภทที่ใช้หลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน (Tungsten-Halogen Lamp) ที่มีขนาดกำลังวัตต์ ตั้งแต่ 500 วัตต์ ถึง 2,000 วัตต์ ให้อุณหภูมิของแสงประมาณ 3,200 องศาเคลวิน เพื่อทดแทนแสงจากธรรมชาติในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้นหรือตกและเป็นอุณหภูมิของแสงที่ให้ความสมจริงมากที่สุดเกิดความผิดเพี้ยนน้อยมาก นิยมสำหรับการจัดแสงภายในสตูดิโอ และ โคมไฟประเภทที่ใช้หลอดไฟคอมแพ็คฟลูออเรสเซนท์ และ ประเภทหลอดไฟอาร์ก (Hydrargyrum Medium-arc Iodide; HMI) มีขนาดตั้งแต่ 75 วัตต์ ถึง 10,000 วัตต์ จัดอยู่ในกลุ่มอุณหภูมิสีประมาณ 5,600 องศาเคลวิน นิยมจัดแสงภายนอกสตูดิโอ เพื่อทดแทนแสงธรรมชาติในช่วงเวลากลางวัน (1) ดังนั้นขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้จำเป็นต้องมีขนาดกำลังไฟฟ้าจำนวนปริมาณที่สูง แสดงดังรูปที่ 1 ดังนั้นขั้นตอนที่สำคัญในการบันทึกภาพหรือการถ่ายทำคือการจัดแสงเป็นการเปลี่ยนอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์จากหลอดไฟเพื่อให้เป็นไปตามสภาพของกาลเวลา สามารถทำได้โดยการใช้แหล่งกำเนิดแสงให้ถูกต้อง เช่น หากต้องการแสงพระอาทิตย์ 2300K แทนด้วยแหล่งกำเนิดแสงหลอดไฟ ทังสเตน ฮาโรเจน หรือ หากต้องการแสงตอนกลางวัน (Day Light) 5600K แทนด้วยแหล่งกำเนิดแสงประเภท เอช เอม ไอ แต่หากถูกจำกัดด้วยการใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์เพียงแหล่งกำเนิดแสงเดียว สามารถเปลี่ยนอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสง โดยใช้อุปกรณ์หรือวัสดุที่เรียกว่าฟิลเตอร์ (Filter) หรือแผ่นกระจก (Dichroic Filter) (2) มี 2 ชนิด คือ เปลี่ยนอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสงจากโทนร้อนประมาณ 3200K เป็นอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสงจากโทนเย็นประมาณ 5600K และ เปลี่ยนอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสงจากโทนเย็นประมาณ 5600K เป็น อุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสงจากโทนร้อนประมาณ 3200K งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติทางแสงของอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (Correlated Color Temperature; CCT) ที่เกิดจากแผ่นกรองแสงหรือฟิลเตอร์สำหรับปรับอุณหภูมิสีของแสง ได้แก่ ฟิลเตอร์ปรับแสงเป็นคลื่นแสงสีฟ้า (Color Temperature Blue: CTB) และ ฟิลเตอร์ปรับแสงเป็นคลื่นแสงสีส้ม (Color Temperature Orange: CTO) ที่เปลี่ยนอุณหภูมิสีของแสงหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน และหลอด เอช เอม ไอ (3) สำหรับนำไปใช้ในการจัดแสงภายในสตูดิโอด้านโทรทัศน์และภาพยนตร์ เพื่อให้ได้ค่าความเหมาะสม และความถูกต้องใกล้เคียงไม่เกิดความผิดเพี้ยน อุณหภูมิสีของแสงที่ตกกระทบบนตัวแบบ วัตถุ และฉาก ซึ่งจะช่วยช่างภาพ (Director of Photography) และผู้จัดแสง (Graffer) ตัดสินใจเลือกแผ่นกรองแสงปรับอุณหภูมิสีหาค่าอุณหภูมิสีของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงได้ เพื่อช่วยการถ่ายทำได้เร็วขึ้นและเกิดความแม่นยำสำหรับการควบคุมคุณภาพของแสงที่เสมือนจริงมากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

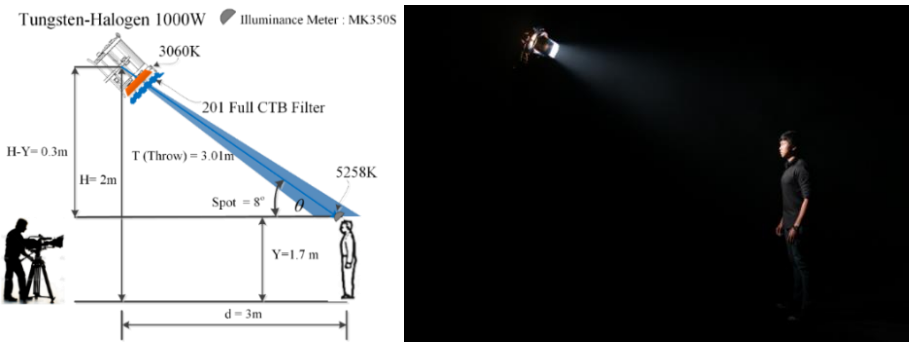
การเตรียมระบบการจัดแสงวัดค่าอุณหภูมิสีของแสงจากโคมไฟที่สวมฟิลเตอร์และไม่สวมฟิลเตอร์

กรณีโคมหลอดไฟทังสเตน ฮาโรเจน 1000W มีอุณหภูมิสีของแสงใกล้เคียง 3200K ร่วมกับฟิลเตอร์ปรับแสงเป็นคลื่นแสงสีฟ้า 201 Full CTB 202 Half CTB และ 203 Quarter CTB ภายใต้สภาวะการจัดแสงหมวดควบคุมการกระจายแสงเป็นจุด (Spot) 8 องศา ส่งผลให้เกิดการกระจายแสงแคบเป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร และ โคมหลอดไฟ เอช เอม ไอ 1200W มีอุณหภูมิสีของแสงใกล้เคียง 5600K ร่วมกับฟิลเตอร์ปรับแสงเป็นคลื่นแสงสีส้ม 204 Full CTO 205 Half CTO และ 206 Quarter CTO ตำแหน่ง Spot 5 องศา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแสงกระจายแคบ 0.3 เมตร ควบคุมทิศทางแสงจากโคมไฟไปยังตัวแบบบุคคล วัดค่าด้วยเครื่องวัดค่าความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสง (MK350S) แสดงดังรูปที่ 1-8

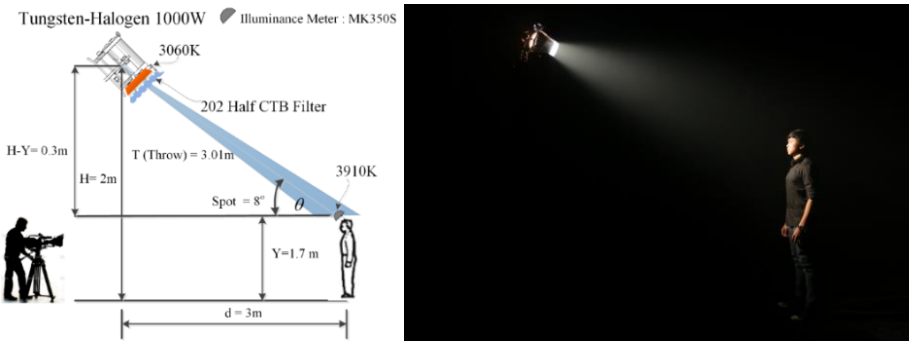
ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)



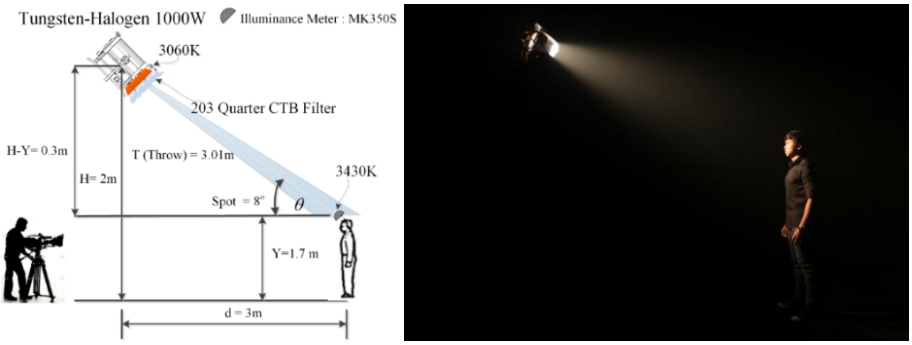
รูปที่ 1 ติดตั้งโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W ที่ไม่สวมฟิลเตอร์



รูปที่ 2 ติดตั้งโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W สวมฟิลเตอร์ 201 Full CTB

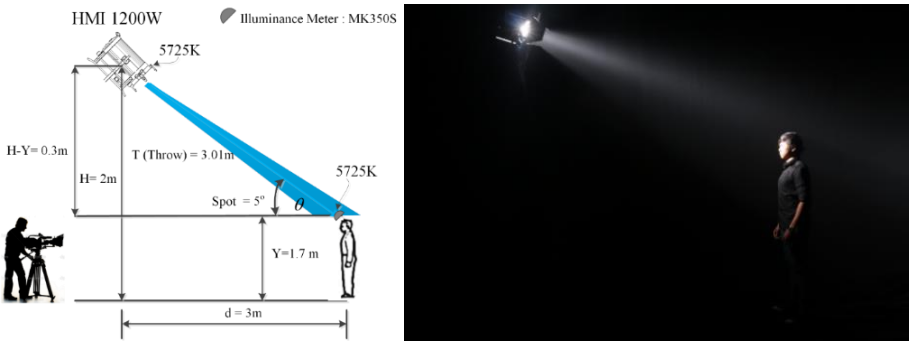


รูปที่ 3 ติดตั้งโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W สวมฟิลเตอร์ 202 Half CTB

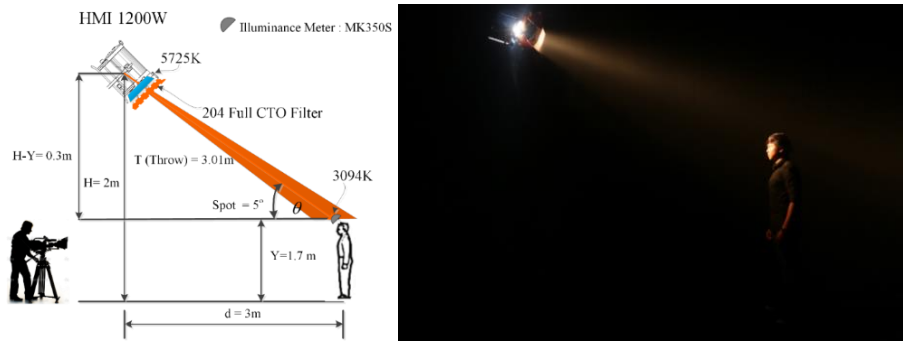


รูปที่ 4 ติดตั้งโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W สวมฟิลเตอร์ 203 Quarter CTB

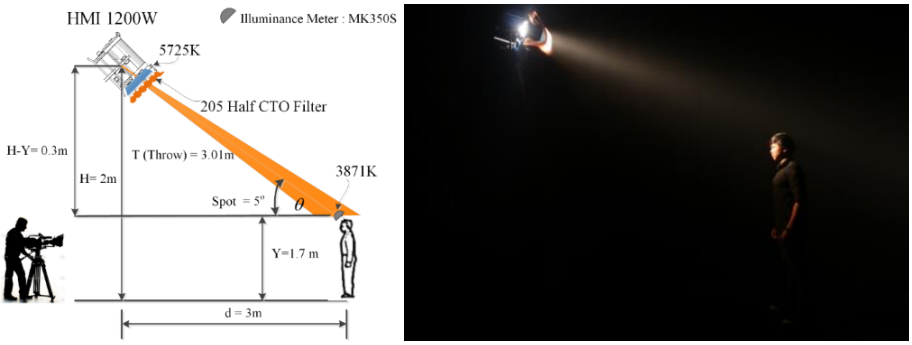
Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Vol 20, Issue 1, 2021
ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)



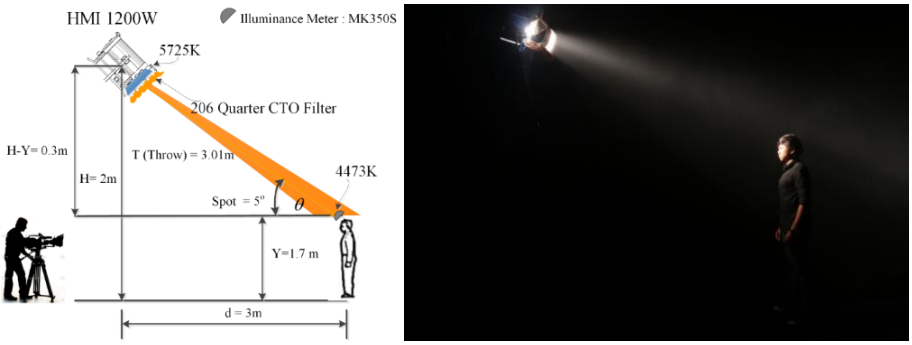
รูปที่ 5 ติดตั้งโคมหลอดไฟ เอช เอม ไอ 1200W ที่ไม่สวมฟิลเตอร์



รูปที่ 6 ติดตั้งโคมหลอดไฟ เอฟ เอม ไอ 1200W สวมฟิลเตอร์ 204 Full CTO



รูปที่ 7 ติดตั้งโคมหลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W สวมฟิลเตอร์ 205 Half CTO



รูปที่ 8 ติดตั้งโคมหลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W สวมฟิลเตอร์ 206 Quarter CTO

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

การคำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงจากโคมไฟที่ไม่สวมฟิลเตอร์และสวมฟิลเตอร์

การคำนวณปรับค่าอุณหภูมิสีของแสงตามหลักการ ค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศา (Micro Reciprocal Degree; MIRED) สมการที่ 1 (4) ของโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W และ โคมหลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W กรณีไม่ใส่และใส่ฟิลเตอร์ และคำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง ตามสูตร McCamy สมการที่ 2 และ สมการที่ 3 (5)

$$\text{The Mired} = \frac{1}{\text{K}} \times \frac{1}{10^{-6}} = \frac{10^6}{\text{K}} \quad (1)$$

เมื่อ K = ค่าอุณหภูมิสีของแสงจากแหล่งกำเนิดแสง

$$n = \frac{(x - 0.3320)}{(0.1858 - y)} \quad (2)$$

เมื่อ $n =$ ค่าคงที่ ตามสูตรของ McCamy

$x =$ ค่าระบุความเป็นสีแกน x ตามระบบ CIE 1931 Chromaticity Coordinate

$y =$ ค่าระบุความเป็นสีแกน y ตามระบบ CIE 1931 Chromaticity Coordinate

$$CCT = 449n^3 + 3525n^2 + 6823.3n + 5520.33 \quad (3)$$

เมื่อ CCT = อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (K)

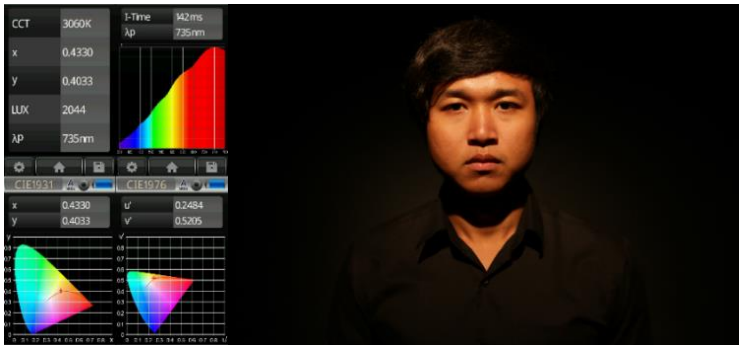
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การวัดค่าอุณหภูมิสีของแสงจากโคมไฟที่สวมฟิลเตอร์และไม่สวมฟิลเตอร์

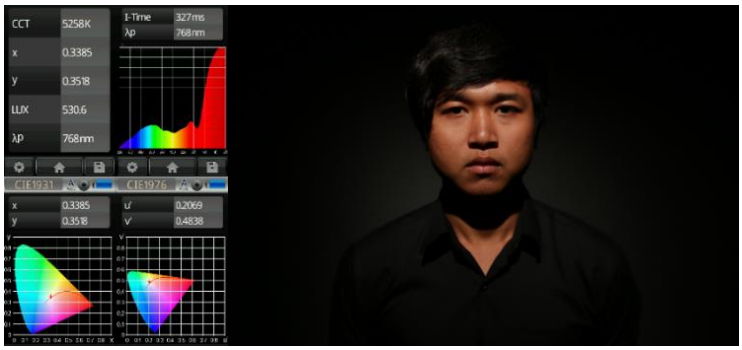
1. กรณีโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W

เครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสง (6) วัดค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) โคมไฟที่ไม่สวมฟิลเตอร์พบว่า มีค่า 3060K และ ค่า (x, y) มีค่า (0.4430, 0.4033) เมื่อพล็อตกราฟจุดตัดอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีส้มบนเส้นโค้งค่าสีของวัตถุดำ (BlackBody Locus) และเมื่อนำค่า (x, y) คำนวณหาอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง มีค่า 3067K กรณีสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 201 Full CTB มีคุณสมบัติเปลี่ยนอุณหภูมิสี 3200K เป็น 5700K สำหรับการวัดด้วยเครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสงได้ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) มีค่า 5258K และค่า (x, y) มีค่า (0.3385, 0.3518) และเมื่อพล็อตกราฟจุดตัดอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีส้มโดยเน้นไปทางโซนสีน้ำเงินบนเส้นโค้งค่าสีของวัตถุดำ และเมื่อนำค่า (x, y) คำนวณหาอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง มีค่า 5259K สรุปว่าฟิลเตอร์ 201 Full CTB อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน 100 % กรณีฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 202 Half CTB มีคุณสมบัติเปลี่ยนอุณหภูมิสีจาก 3200K เป็น 4300K เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสง ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) มีค่า 3910K และ ค่า (x, y) มีค่า (0.3872, 0.3887) และเมื่อนำพล็อตกราฟจุดตัดอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีส้มโดยเข้าใกล้บนเส้นโค้งค่าสีน้ำเงินค่าสีของวัตถุดำ และเมื่อนำค่า (x, y) คำนวณหาอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงได้ค่า 3916K หมายความว่า ฟิลเตอร์นี้อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน 50 % กรณีสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 203 Quarter CTB มีคุณสมบัติเปลี่ยนอุณหภูมิสี 3200K เป็น 3600K เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสงได้ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) มีค่า 3430K และ ค่า (x, y) มีค่า (0.4096, 0.3934) และเมื่อพล็อตกราฟจุดตัดอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีส้ม โดยมีค่าสีส้มมากขึ้นบนเส้นโค้งค่าสีของวัตถุดำ และเมื่อนำค่า (x, y) ไปคำนวณหาอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงได้ค่า 3916K หมายความว่า ฟิลเตอร์นี้อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงแทบไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงดังรูปที่ 9- 12 และตารางที่ 1

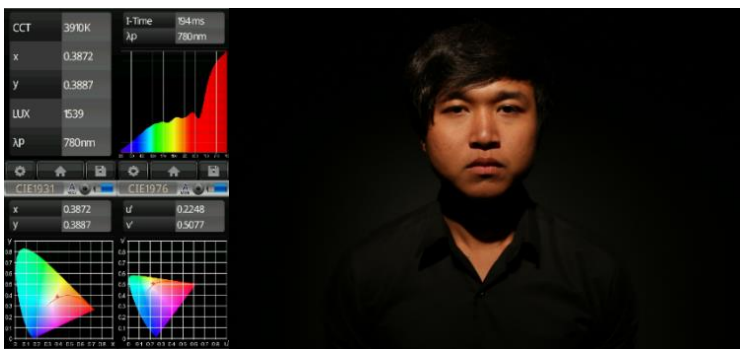
ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)



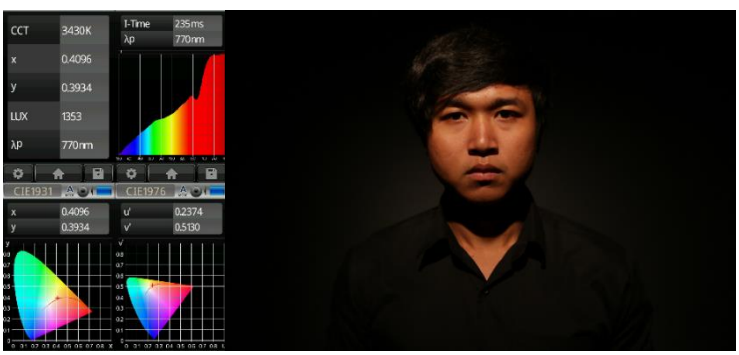
รูปที่ 9 อุณหภูมิสีของแสงโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W ที่ไม่สวมฟิลเตอร์



รูปที่ 10 อุณหภูมิสีของแสงโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W สวมฟิลเตอร์ 201 Full CTB



รูปที่ 11 อุณหภูมิสีของแสงโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W สวมฟิลเตอร์ 202 Half CTB



รูปที่ 12 อุณหภูมิสีของแสงโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W สวมฟิลเตอร์ 203 Quarter CTB

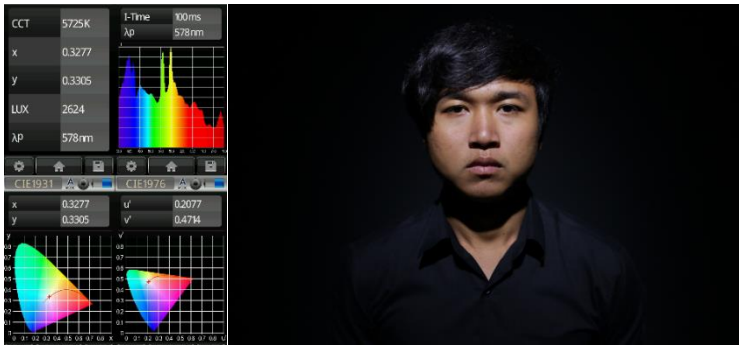
ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

2. กรณีโคมหลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W

เครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสง (6) วัดค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) โคมไฟที่ไม่สวมฟิลเตอร์ มีค่า 5725K และ ค่า (x, y) มีค่า (0.3277, 0.3305) เมื่อพล็อตกราฟจุดตัดอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีน้ำเงินบนเส้นโค้งค่าสีของวัตถุดำ (BlackBody Locus) และนำค่า (x, y) คำนวณอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง มีค่า 5726K กรณีสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 204 Full CTO มีคุณสมบัติเปลี่ยนอุณหภูมิสีจาก 6500K เป็น 3200K โดยเริ่มจากการวัดด้วยเครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสงได้ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) มีค่า 3094K และ (x, y) มีค่า (0.4348, 0.4112) และเมื่อพล็อตกราฟจุดตัดอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีน้ำเงินโดยเน้นไปทางโซนสีส้มบนเส้นโค้งค่าสีของวัตถุดำ และเมื่อนำค่า (x, y) คำนวณหาอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงได้ค่า 3099K แสดงว่าฟิลเตอร์ 204 Full CTO อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงเปลี่ยนเป็นสีส้ม 100 % กรณีฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 205 Half CTO มีคุณสมบัติเปลี่ยนอุณหภูมิสี 6500K เป็น 3800K เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสงได้ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) มีค่า 3871K และค่า (x, y) มีค่า (0.3869, 0.3824) และเมื่อนำพล็อตกราฟจุดตัดอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีน้ำเงินโดยเข้าใกล้บนเส้นโค้งค่าสีส้มค่าสีของวัตถุดำ และเมื่อนำค่า (x, y) คำนวณอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงได้ 3880K แสดงว่าฟิลเตอร์นี้อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงเปลี่ยนเป็นสีส้ม 50 % กรณีสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 206 Quarter CTO มีคุณสมบัติเปลี่ยนอุณหภูมิสี 6500K เป็น 4600K เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสงได้ค่าอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียง (CCT) มีค่า 4473K และ ค่า (x, y) มีค่า (0.3613, 0.3620) เมื่อนำพล็อตกราฟจุดตัดอยู่บริเวณพื้นที่โซนสีน้ำเงิน มีค่าสีน้ำเงินมากขึ้นบนเส้นโค้งค่าสีของวัตถุดำ และเมื่อนำค่า (x, y) คำนวณอุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงได้ 4478K แสดงว่า ฟิลเตอร์อุณหภูมิสีของแสงเทียบเคียงไม่เปลี่ยนเป็นสีส้ม แสดงดังรูปที่ 13- 16 และตารางที่ 1

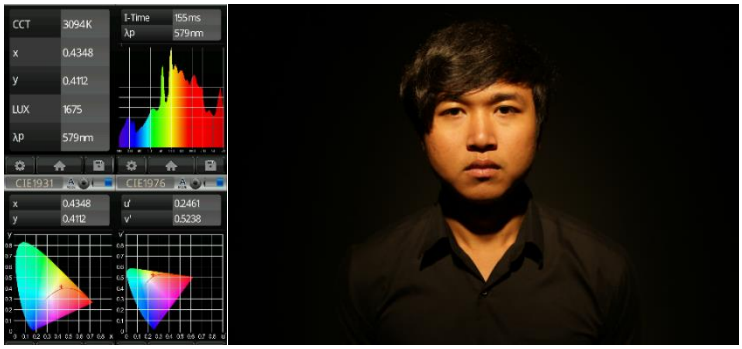
การวัดคำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงจากโคมไฟที่สวมฟิลเตอร์และไม่สวมฟิลเตอร์

ผลการศึกษาคำนวณอุณหภูมิสีของแสงตามสูตร MaCamy ภายใต้การจัดแสงโคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W และโคมหลอดไฟ เอชเอมไอ 1200W หมวดควบคุมการกระจายแสงเป็นจุด (Spot) 8 องศา และ 5 องศา ส่งผลให้เกิดการกระจายแสงแคบเป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร และ 0.3 เมตรระยะห่างโคมไฟถึงตัวแบบมีค่า 3.0 เมตร และ 3.0 เมตร ตามลำดับของโคมไฟ 2 ประเภท โดยคำนวณค่าอุณหภูมิสีเทียบเคียงสูตร MaCamy จากค่า (x, y) ที่ได้จากการวัดของโคมไฟ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ 1

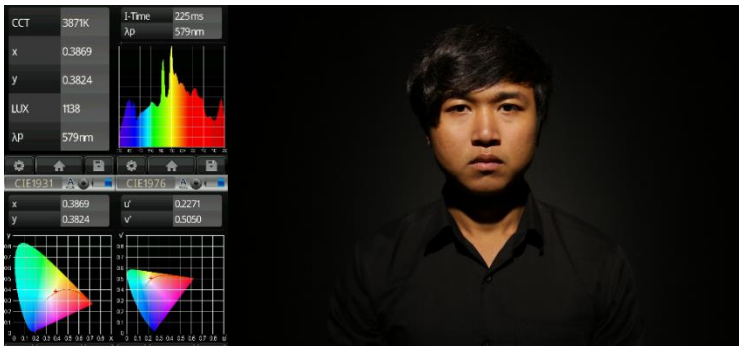


รูปที่ 13 อุณหภูมิสีของแสงโคมหลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W ที่ไม่สวมฟิลเตอร์

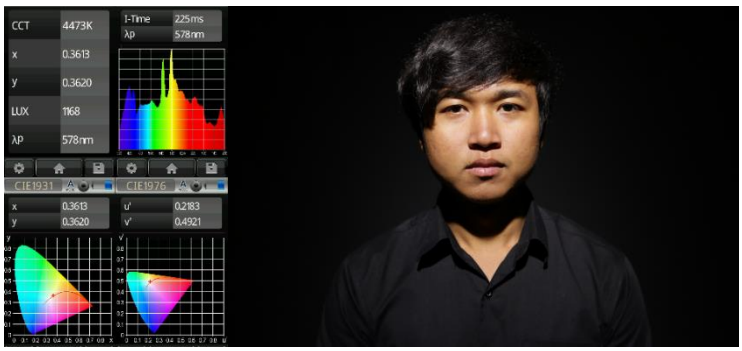
ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)



รูปที่ 14 อุณหภูมิสีของแสงโคมหลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W สวมฟิลเตอร์ 204 Full CTO



รูปที่ 15 อุณหภูมิสีของแสงโคมหลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W สวมฟิลเตอร์ 205 Half CTO



รูปที่ 16 อุณหภูมิสีของแสงโคมหลอดไฟเอช เอม ไอ 1200W สวมฟิลเตอร์ 206 Quarter CTO

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าการวัดและการคำนวณอุณหภูมิสีของแสงจากโคมไฟที่สวมฟิลเตอร์และไม่สวมฟิลเตอร์

Type of Luminaires	Color Correction Filter		The CIE-1931 (*x,y*) Measurement MK350S		Correlated Color Temperature (*CCT*) (K)		Relative Error (%)
	Type (LEE)	Converts	*x*	*y*	Measurement MK350S	Calculation	
Tungsten-Halogen 1000W	No Color Correction Filter	-	0.4330	0.4033	3060	3067	0.220
Beam Spot (8 °)	201 Full CTB	3200K to 5700K	0.3385	0.3518	5258	5259	0.019

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

Type of Luminaires	Color Correction Filter		The CIE-1931 (*x*,*y*) Measurement MK350S		Correlated Color Temperature (*CCT*) (K)		Relative Error (%)
	Type (LEE)	Converts	*x*	*y*	Measurement MK350S	Calculation	
Throw 3 m	202 Half CTB	3200K to 4300K	0.3872	0.3887	3910	3916	0.153
Beam Diameter 0.4 m	203 Quarter CTB	3200K to 3600K	0.4096	0.3934	3430	3439	0.261
HMI 1200W	No Color Correction Filter	-	0.3277	0.3305	5725	5726	0.017
Beam Spot (5 °)	204 Full CTO	6500K to 3200K	0.4348	0.4112	3094	3099	0.161
Throw 3 m	205 Half CTO	6500K to 3800K	0.3869	0.3824	3871	3880	0.231
Beam Diameter 0.3 m	206 Quarter CTO	6500K to 4600K	0.3613	0.3620	4473	4478	0.111

จากตารางที่ 1 โคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W ไม่สวมฟิลเตอร์ กรณีการวัดมีค่าอุณหภูมิสีของแสง 3060K $(x = 0.4330, y = 0.4033)$ คำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงมีค่า 3067K ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณและการวัด 0.220 และเมื่อสวมฟิลเตอร์ 201 Full CTB กรณีการวัดมีค่าอุณหภูมิสีของแสง 5258K $(x = 0.3385, y = 0.3518)$ คำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงมีค่า 5259K ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณและการวัด 0.019 และเมื่อสวมฟิลเตอร์ 202 Half CTB กรณีการวัดมีค่าอุณหภูมิสีของแสง 3910K $(x = 0.3872, y = 0.3887)$ คำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงมีค่า 3916K ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณและการวัด 0.153 และเมื่อสวมฟิลเตอร์ 203 Quarter CTB กรณีการวัดมีค่าอุณหภูมิสีของแสง 3430K $(x = 0.4096, y = 0.3934)$ คำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงมีค่า 3439K ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณและการวัด มากที่สุด 0.261 สำหรับโคมหลอดไฟเอชเอมไอ 1200W ไม่สวมฟิลเตอร์ กรณีการวัดมีค่าอุณหภูมิสีของแสง 5725K $(x = 0.3277, y = 0.3305)$ ความคลาดเคลื่อน จากการคำนวณและการวัดมีค่าน้อยที่สุด 0.017 และเมื่อสวมฟิลเตอร์ 204 Full CTO กรณีการวัดมีค่าอุณหภูมิสีของแสง 3094K $(x = 0.4348, y = 0.4112)$ กรณีคำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงมีค่า 3099K ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณและการวัด 0.161 และเมื่อสวมฟิลเตอร์ 205 Half CTO กรณีการวัดมีค่าอุณหภูมิสีของแสง 3871K $(x = 0.3869, y = 0.3824)$ กรณีคำนวณค่าอุณหภูมิสีของแสงมีค่า 3880K ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณและการวัด 0.231 และเมื่อสวมฟิลเตอร์ 206 Quarter CTO กรณีการวัดมีค่าอุณหภูมิสีของแสง 4473K $(x = 0.3613, y = 0.3620)$ ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณและการวัด 0.111

ดังนั้นสาเหตุสำคัญของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่สูง เนื่องมาจากค่าจากการวัด ซึ่งส่งผลกระทบกับค่าการคำนวณ หมายความคือต้องนำค่าที่ได้จากการวัดใช้เป็นค่าเริ่มต้นสำหรับการคำนวณ นอกจากนี้ขณะทำการวัดต้องมีการทิ้งช่วงระยะเวลาให้นานขึ้นเพื่อให้ตัวเซนเซอร์โดมรับแสง เกิดการรีเซตค่าต่าง ๆ ให้เป็นศูนย์ เสมอ แต่สำหรับความคลาดเคลื่อนจากผู้ทำการวัด

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

ที่มีความไม่เสถียรขณะทำการวัดเนื่องจากเครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสงมีข้อจำกัดสำหรับการวัดโดยอาศัยการจับภาพความชัดของดวงแสงไฟจากโคมไฟให้มีความชัดเพื่อการกดบันทึกการอ่านค่าเสมอ ดังนั้นจึงไม่สามารถติดตั้งเครื่องวัดบนแท่นจับยึดแทนผู้วัดค่าได้

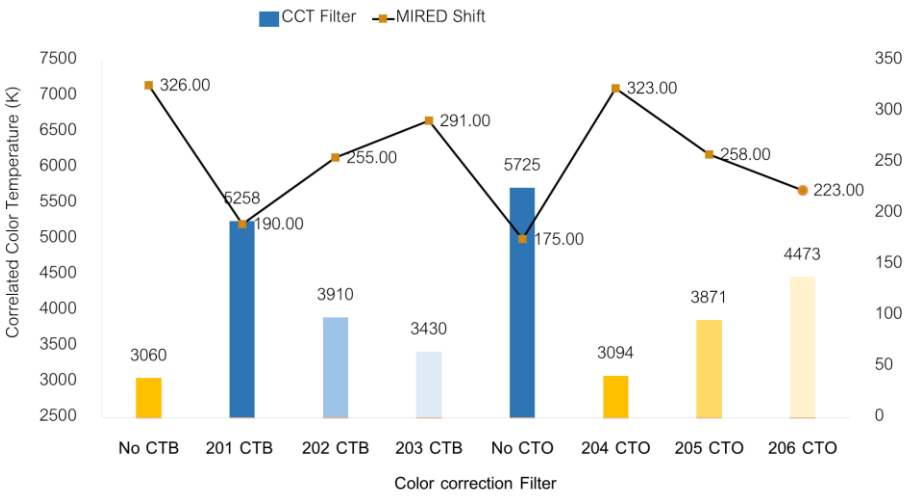
กรณีศึกษาค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศา (Micro Reciprocal Degree ; MIRED) ของแสงจากโคมไฟที่ไม่สวมฟิลเตอร์และสวมฟิลเตอร์

ผลการศึกษา พบว่าค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาของแสง โคมหลอดไฟทังสเตน-ฮาโรเจน 1000W กรณีไม่สวมฟิลเตอร์ มีค่าอุณหภูมิสีของแสงจากการวัด 3060K สามารถคำนวณค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาตามสมการที่ 1 มีค่า 326 และเมื่อสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 201 Full CTB มีค่าอุณหภูมิสีของแสงจากการวัด 5258K สามารถคำนวณค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาได้ 190 และเมื่อสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 202 Full CTB มีค่าอุณหภูมิสีของแสงจากการวัด 3910K คำนวณค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาได้ 255 และเมื่อสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 203 Quarter CTB มีค่าอุณหภูมิสีของแสงจากการวัด 3430K คำนวณค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาได้ 291 กรณีโคมหลอดไฟเอชเอมไอ 1200W ไม่สวมฟิลเตอร์ มีค่าอุณหภูมิสีของแสงจากการวัด 5725K ค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาจากการคำนวณได้ 175 และเมื่อสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 204 Full CTO ค่าอุณหภูมิสีของแสงจากการวัด 3094K คำนวณค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาจากการคำนวณได้ 323 และเมื่อสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 205 Half CTO มีค่าอุณหภูมิสีของแสงจากการวัด 3871K คำนวณค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาได้ 258 และเมื่อสวมฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีเบอร์ 206 Quarter CTO มีค่าอุณหภูมิสีของแสงจากการวัด 4473K คำนวณค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาได้ 223 ดังนั้นสามารถนำค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาที่ได้จากการคำนวณตามสูตร Micro Reciprocal Degree ; MIRED ดังสมการที่ 1 ไปใช้สำหรับการตัดสินใจเลือกแผ่นกรองแสงเปลี่ยนอุณหภูมิสีที่ได้ให้ใกล้เคียงที่สุดแทนการคำนวณตามสูตร McCamy ดังสมการที่ 2 และสมการที่ 3 ได้เช่นกัน แสดงดังตารางที่ 2 และ รูปที่ 17-18

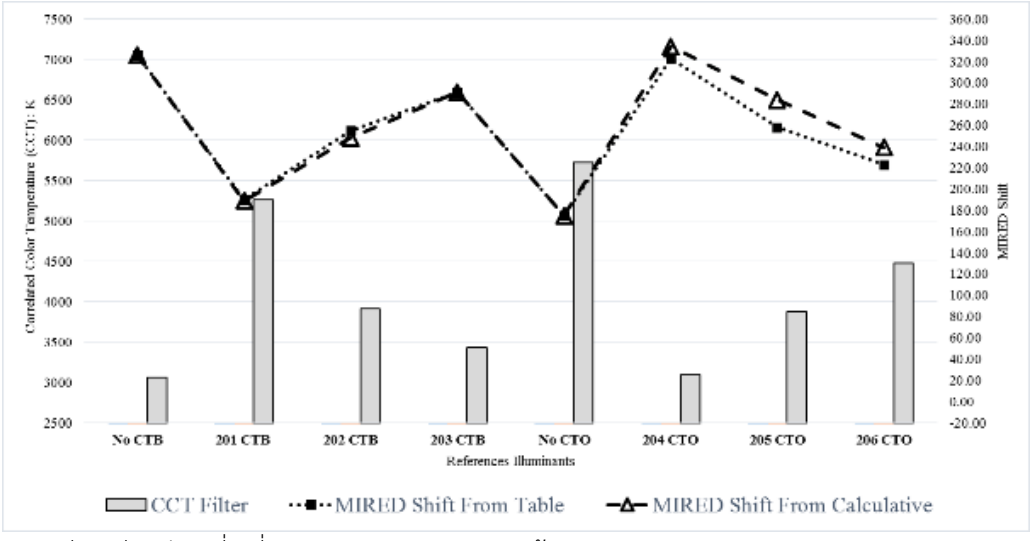
ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศากับค่าฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีของแสงประเภทต่าง ๆ

Type of Luminaires	Color Correction Filter		Result	
	Type (LEE)	Converts	Correlated Color Temperature (CCT) (K)	MIRED Shift
Tungsten-Halogen 1000W	No Color	-	3060	326
Beam Spot (8°)	Correction Filter			
Throw 3 m	201 Full CTB	3200K to 5700K	5258	190
Beam Diameter 0.4 m	202 Half CTB	3200K to 4300K	3910	255
	203 Quarter CTB	3200K to 3600K	3430	291
HMI 1200W	No Color	-	5725	175
	Correction Filter			
Beam Spot (5°)	204 Full CTO	6500K to 3200K	3094	323
Throw 3 m	205 Half CTO	6500K to 3800K	3871	258
Beam Diameter 0.3 m	206 Quarter CTO	6500K to 4600K	4473	223

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)



รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศากับค่าฟิลเตอร์เปลี่ยนอุณหภูมิสีของแสงประเภทต่าง ๆ



รูปที่ 18 เปรียบเทียบค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศาจากตารางอ้างอิง (3) และการคำนวณ

สรุปผล

ผลการศึกษาค่าอุณหภูมิสีของแสงของโคมไฟจากแหล่งกำเนิดแสงร่วมกับแผ่นกรองแสง จากการวัดพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการความไม่เสถียรจากการวัดในขณะถือเครื่องวัดความรับรังสีรวมของแหล่งกำเนิดแสงเนื่องจากต้องหาความชัดของดวงแสงไฟ ซึ่งหากการวิจัยสามารถเปลี่ยนการถือเครื่องวัดด้วยคน เป็นการตั้งเครื่องวัดด้วยขาตั้งจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลง และวิธีการคำนวณค่าคงที่เปลี่ยนอุณหภูมิองศา (Micro Reciprocal Degree; MIRED) ของแสงจากชุดโคมไฟแหล่งกำเนิดแสงแต่ละประเภท จะช่วยช่างภาพ (Director of Photography) และผู้จัดแสง (Graffer) และผู้ตัดต่อ (Edit) และ ผู้ย้อมสี (Colorist) นำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกแผ่นกรองแสงเปลี่ยนอุณหภูมิสีที่ต้องการให้ใกล้เคียงที่สุดและยังสามารถหาค่าอุณหภูมิสีของแสงจากแหล่งกำเนิดแสง และ ค่าแผ่นกรองแสงจากโปรแกรมการตัดต่อ เพื่อช่วยขั้นตอนการถ่ายทำได้เร็วขึ้น

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2560 งบเงินอุดหนุน คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารอ้างอิง

1. Prechaveerakul J, Chompoo-Inwai C. Optical and electrical performance comparisons between high power LED and HMI studio lighting including the engineering economics analysis. J Chin Inst Eng. 2017;40(4):318-28.
2. Bermingham A. Location Lighting for Television. Great Britain: Focal Press; 2003.
3. Box HC. The Gaffer's Handbook: film lighting practices, equipment and electrical distribution. 2nd ed. Great Britain: Focal Press; 1997.
4. Jackman J. Lighting for Digital Video and Television. USA: Focal Press; 2010.
5. Klein GA. Industrial Color Physics. USA: Springer; 2010.
6. Brown B. Motion Picture and Video Lighting. USA: Focal Press; 1992.