บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องขอบเขตสี ประกอบด้วยวรรณกรรมในเรื่อง การเรียกชื่อสี ระบบสี Munsell ขอบเขตสี องค์ประกอบในการดูสี สภาวะการมองเห็นสี การมองเห็นของผู้สูงอายุ การจำลองสภาพการมองเห็นของผู้สูงอายุ การทดลองแบบไซโคฟิสิกส์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเรียกชื่อสี

การเรียกชื่อสีเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติพร้อมๆ กับการเรียนรู้ ตามนุษย์มองเห็นสีต่างๆ ได้ และมีการเรียกชื่อสีที่มองเห็นด้วยคำเรียกที่คล้ายกัน แต่ก็มีความแตกต่างในการเรียกชื่อสีเดียวกันได้ เนื่องมาจากเหตุผลด้านประสบการณ์ หรือด้านสรีรศาสตร์ รวมถึงด้านสภาพแวดล้อมในการมองดูสี ซึ่งตัวแปรที่สำคัญได้แก่แสงในการมอง

สีที่มีการเรียกชื่อนั้น มีความแตกต่างกันบ้างตามพื้นฐานด้านวัฒนธรรมและภูมิศาสตร์

ด้านวัฒนธรรมนั้น การเรียกชื่อสีมักจะมีการแยกแยะได้มากในสีที่มีการใช้มากในวัฒนธรรมหนึ่งๆ เช่น ในวัฒนธรรมญี่ปุ่นมีความนิยมใช้สีโทนเทาอย่างมาก จึงมีคำเรียกชื่อสีที่แยกแยะสีเทาได้อย่างละเอียดมากกว่าในวัฒนธรรมอื่น

ด้านสรีรศาสตร์ พบว่า มนุษย์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ได้รับแสงสว่างมากกว่าพื้นที่ในเขตเหนือ การเป็นต้อกระจกซึ่งเป็นอาการของเลนส์ฝ้าฟางมีอัตราสูงกว่า ทำให้การรับรู้สีและการเรียกชื่อสีมีโอกาสกลมกลืนกันในสีเข้ม และแตกต่างกันบ้างในสีอ่อน

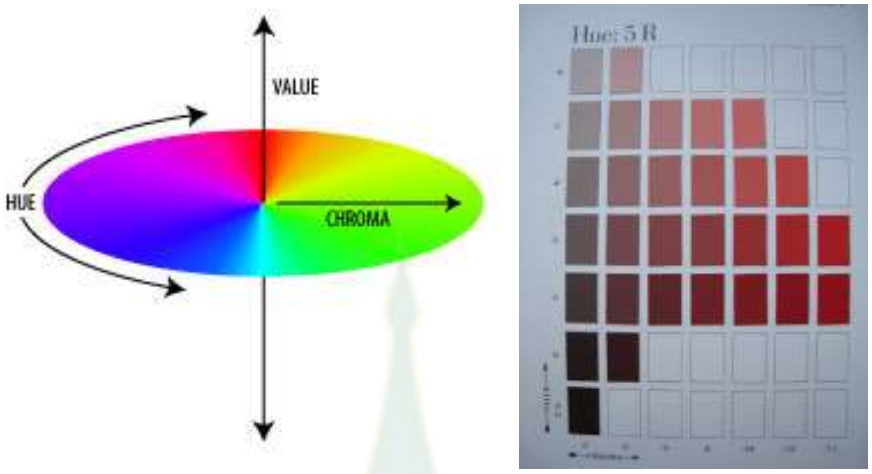
อย่างไรก็ตาม การเรียกชื่อสีควรจะต้องมีความเป็นสากลและสื่อสารได้ตรงกัน จึงมีการเทียบเคียงคำเรียกชื่อสีของต่างวัฒนธรรมและคนต่างวัย โดยการเทียบเคียงด้วยสีที่มีข้อมูลเป็นวิทยาศาสตร์และเป็นสีสากล เช่น การเทียบเคียงสีให้ตรงกับรหัสสีมาตรฐาน Munsell หรือรหัสสีมาตรฐาน Natural Color System (NCS) แล้วใช้สีมาตรฐานเป็นตัวเชื่อมโยงไปยังตัวอย่างสีของแต่ละวัฒนธรรมเพื่อกำหนดตัวเชื่อมการกำหนดขอบเขตสีต่างวัฒนธรรมให้ตรงกันต่อไป

2. ระบบสี Munsell

ในการเรียกชื่อสีเป็นสากลนั้น มีระบบในการเรียกสีหลายระบบ เช่น ระบบสี Munsell ระบบสี NCS ระบบสี CIELAB ระบบสี XYZ ระบบสี xyY ระบบสี RGB ระบบสี CMYK โดยแต่ละระบบสีมีที่มีและลักษณะความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกัน แต่ทั้งนี้ ในการเรียกชื่อสีเพื่อการอ้างอิงระหว่างกันที่ได้รับความแพร่หลาย ได้แก่ การอ้างอิงค่าสีด้วยระบบสี Munsell

ระบบสี Munsell เป็นระบบสีที่คิดค้นขึ้นโดย Albert Henry Munsell ศิลปินชาวอเมริกัน ซึ่งมีแนวคิดในการกำหนดการเรียกชื่อสีด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์หรือการใช้ตัวเลขแทนที่จะมีการตั้งชื่อและใช้ชื่อเรียกสีต่างๆ กันตามคำเรียกซึ่งมีมากมายไม่สามารถจดจำได้หมด แต่ใช้หลักการแสดงชื่อเรียกสีด้วย

รหัสเฉดสี (hue) และตัวเลขกำกับอีกสองตัวคือ ความสว่างสี (value) และความอิ่มตัวสี (chroma) เช่น ค่าสีของสีแดงอ่อน แดงสด แดงทึบ แสดงเป็น 5R 7/6, 5R 5/12, 5R 3/2 เป็นต้น



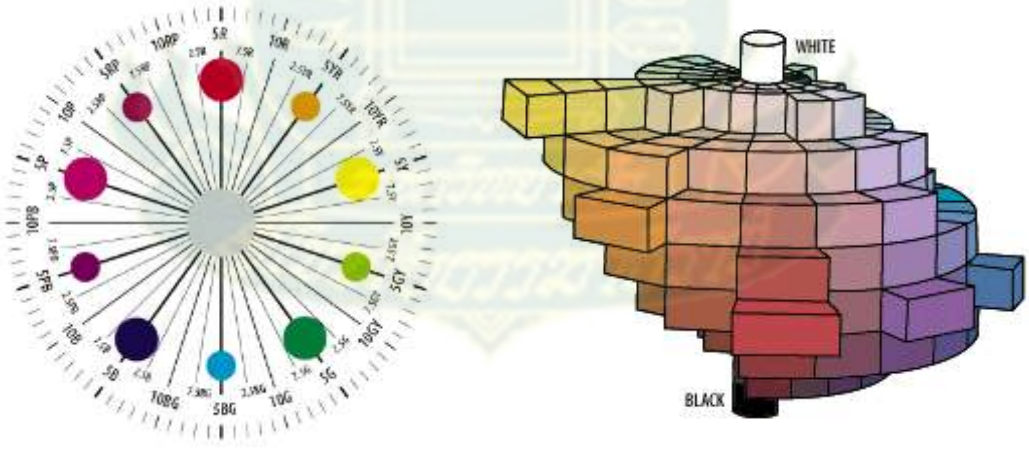
(ก) (ข)

ภาพที่ 1. การจัดความสัมพันธ์ของสี

(ก) ความสัมพันธ์ของเฉดสี ความเข้มสี และความอิ่มตัวสี

(ข) ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งสีของสีแดง Munsell

คำเรียกชื่อสีหรือรหัสสีของ Munsell มีไม่มากเกินไป และสามารถสื่อสารสีหลักๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการสื่อสารเรื่องสีได้ครบถ้วน ในทุกๆ เฉดสี ในแต่ละระดับความสว่าง และในแต่ละระดับความอิ่มตัวสี ซึ่งสามารถจำลองออกมาเป็นขอบเขตสีที่ครอบคลุมได้ ดังภาพ



(ก) (ข)

ภาพที่ 2. ขอบเขตสีในระบบสี Munsell

(ก) วงล้อชื่อเรียกเฉดสี (ข) แบบจำลองขอบเขตสีของ Munsell

ในการวิจัยเรื่องขอบเขตสีที่กำหนดโดยการเปรียบเทียบ 12 สีระหว่างสายตาคนหนุ่มสาวและสายตาผู้สูงอายุ ใช้ระบบสี Munsell ในการสื่อสารการกำหนดขอบเขตสีมาตรฐาน และในการกำหนดสีตัวอย่างอ้างอิงจำนวน 12 สี เพื่อใช้ในการเป็นเป้าหมายในการกำหนดสีในการทดลอง ดังตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 1 ชื่อสี สัญลักษณ์ รหัสสี Munsell และค่าสี L*a*b* ของ 12 สีในการทดลอง

ชื่อสี	**สัญลักษณ์**	**ค่าสี Mensell**	**L***	**a***	**b***
สีแดง	R	5R 5/12	51.57	50.73	26.61
สีแดงเหลือง	R-Y	5YR 5/10	51.57	26.2	53.09
สีเหลือง	Y	5Y 8/12	81.35	-4.03	86.26
สีเหลืองเขียว	Y-G	5GY 5/8	51.57	-25.02	50.55
สีเขียว	G	5G 5/8	51.57	-42.45	13.23
สีน้ำเงินเขียว	G-B	5GB 5/8	51.57	-38.59	-7
สีน้ำเงิน	B	5B 5/8	51.57	-21.72	-26.63
สีน้ำเงินม่วง	B-P	5PB 5/10	51.57	3.75	-40.26
สีม่วง	P	5P 5/10	51.57	31.24	-29.94
สีม่วงแดง	P-R	5RP 5/10	51.57	42.46	-4.57
สีชมพู	Pi	7.5 RP 5/14	51.57	59.69	1.53
สีน้ำตาล	Br	5YR 5/6	51.57	16.82	31.13

ภาพที่ 3. สีตัวอย่างอ้างอิงในการทดลองจำนวน 12 สี

ชิ้นตัวอย่างสีที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นชิ้นแผ่นพิมพ์จากชุดตัวอย่างสีของบริษัทโตโย (Toyo) ซึ่งมีการไล่เรียงลำดับสีอย่างเป็นระบบ จัดทำมาอย่างดี มีคุณภาพสูง มีค่าสีที่ถูกต้อง โดยนำมาใช้ในการทดลองนี้ 1,046 ชิ้นสี และมีฐานข้อมูลค่าสีครบทุกตัวอย่างสี ทั้งค่าสี Munsell และค่าสี L*a*b*

3. ขอบเขตสี

ขอบเขตสี (color boundary) เป็นขอบเขตที่ยังคงเรียกชื่อสีเป็นสีเดียวกันตามที่กำหนด แม้ว่าจะมองดูสีที่มีความแปรเปลี่ยนไปบ้างจากแกนสีเดิม โดยแกนสีอาจมีแปรเปลี่ยนไปในด้านความสว่าง สีสัน หรือความอิ่มตัวสี เมื่อสีมีการแปรเปลี่ยนไปถึงระดับหนึ่งภายใต้การมองสภาวะหนึ่ง การมองเห็นก็จะรับรู้และตัดสินใจเรียกเป็นชื่อสีอื่นที่ไม่ใช่สีเดิม เช่น จากสีเหลือง เป็นสีเหลืองอมเขียวเมื่อมีความเป็นสีเขียวมากขึ้น หรือเป็นสีเหลืองแดงเมื่อมีความเป็นสีแดงในสีเหลืองมากขึ้น โดยรอยต่อของบริเวณที่สีเริ่มเปลี่ยนถึงระดับที่พอจะเรียกเป็นสีอื่นได้นั้น เป็นขอบเขตสี ซึ่งบริเวณที่เป็นขอบเขตสีนั้น มีโอกาสที่จะแปรเปลี่ยนไปได้จากสภาวะการมองและประสบการณ์ของผู้มอง ดังนั้น ขอบเขตสีเป็นขอบเขตของสีที่แปรเปลี่ยนที่ตามนุษย์สามารถแยกแยะและกำหนดการกำหนดขอบเขตสีได้ให้ตรงกับคำเรียกชื่อสีหลักได้ และผู้ทดลองตัดสินใจเรียกชื่อสีที่ปรากฏภายใต้สภาวะนั้นๆ ตามประสบการณ์ของผู้สังเกตุ ด้วยคำเรียกชื่อสีที่ใกล้เคียงกับสีที่ปรากฏมากที่สุด

ในการกำหนดชื่อเรียกสีโดย Berlin & Kay (1969) นั้น มีการกำหนดโดยใช้สีหลักรวม 11 สี และการกำหนดสีพื้นฐานของ Sagawa (2003) เพื่อวิจัยเรื่องการมองเห็นสีของสายตาผู้สูงอายุนั้น มีการกำหนดสีพื้นฐานส่วนที่เป็นสีผสมเพิ่มขึ้น รวม 13 สี เมื่อนำสีเป้าหมายของทั้ง Berlin & Kay และ Sagawa มารวมกัน โดยตัดสีที่เป็นระดับของสีดำออก ได้แก่ ขาว เทา ดำ จึงเหลือสีที่ทำการทดลองเปรียบเทียบสายตาคนหนุ่มสาวและสายตาผู้สูงอายุ จำนวน 12 สี ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2. การเปรียบเทียบสีพื้นฐานของ Berlin & Kay และ Sagawa และสีที่ใช้ในการทดลอง

BERLIN & KAY Basic Color Terms (11 colors)	SAGAWA (13 colors)	สีที่ใช้ในการวิจัยนี้ (12 colors)
RED	RED	RED
YELLOW	RED-YELLOW	RED-YELLOW
GREEN	YELLOW	YELLOW
BLUE	YELLOW-GREEN	YELLOW-GREEN
BLACK	GREEN	GREEN
WHITE	BLUE-GREEN	GREEN-BLUE
GRAY	BLUE	BLUE
ORANGE	BLUE-PURPLE	BLUE-PURPLE
BROWN	PURPLE	PURPLE
PINK	PURPLE-RED	PURPLE-RED
PURPLE	GRAY	PINK
	WHITE	BROWN
	BLACK	

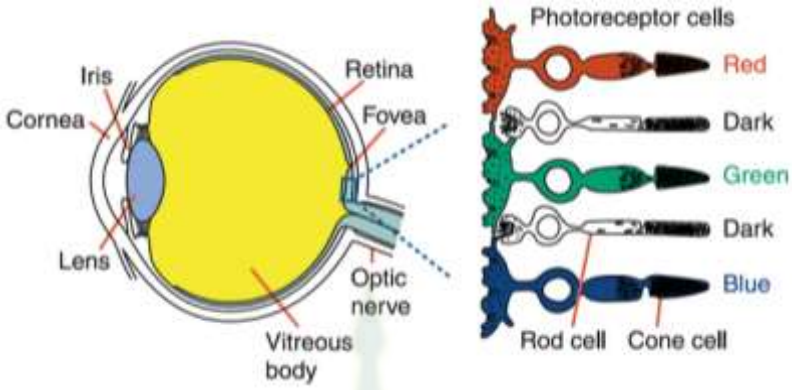
4. องค์ประกอบในการดูสี

ในการดูสีนั้น มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ ผู้มอง วัตถุที่ให้สี และแสงสว่างในการดูสี

ภาพที่ 4. องค์ประกอบหลักในการมองเห็นสี

ในแง่ของผู้มองนั้น ดวงตาของผู้มองเป็นสิ่งสำคัญในการมองเห็น และจะต้องทำงานควบคู่กับสมองในการแปรความหมายของสีที่มองเห็น ดวงตามนุษย์ประกอบด้วยเลนส์ตา จอรับภาพ และระบบประสาทในการรับรู้การมองเห็นที่ทำงานร่วมกับสมอง ในส่วนของเลนส์ตานั้น มีความเสื่อมลงตามอายุ โดยเฉพาะภาวะการเป็นต้อกระจกเมื่อคนมีอายุมากขึ้นเกินกว่า 60 ปี จะมีภาวะเลนส์ตาขุ่นมัวเนื่องจากต้อกระจกในอัตราที่มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทำให้กระทบกับการมองเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ความชัด (visual acuity) ความเปรียบต่าง (contrast sensitivity) ความอิ่มตัวสี (color saturation) โดยผู้สูงอายุ

ที่มีภาวะความเป็นต้อกระจกจะมีความสามารถในการมองเห็นที่ถดถอยลง รวมถึงประสิทธิภาพการดูสีก็ไม่ดีดังเดิม



(ก) (ข)

ภาพที่ 5. ดวงตาในการมองดูสี ประกอบด้วย (ก) โครงสร้างของดวงตา
(ข) เซลล์รับภาพในจอตา (retina) ซึ่งประกอบด้วย cone cell และ rod cell

ส่วนวัตถุที่ให้สี อาจเป็นวัตถุที่มีผิวทึบและสะท้อนสีออกมาเข้าตา หรือเป็นวัตถุโปร่งแสงที่แสงส่องทะลุวัตถุออกมาเข้าตา รวมทั้งในบางกรณีไม่จำเป็นต้องมีชิ้นวัตถุ แต่เป็นสีของแสงเองที่ส่องออกจากแหล่งกำเนิดแสงซึ่งก็ให้สีได้ แต่นั้นก็เป็นอีกพวกหนึ่งคือสีจากแสงซึ่งไม่ใช่ความสนใจในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการใช้แผ่นสีทดสอบที่ได้จากการพิมพ์สีลงบนแผ่นกระดาษขาว นำมาเป็นชิ้นสีให้ผู้ทดลองดูเพื่อกำหนดการกำหนดขอบเขตสี

แสงสว่างในการดูสีนั้น เป็นแสงสว่างในระดับที่ทำให้ตามนุษย์มองเห็นได้ อาจเป็นแสงจากธรรมชาติ โดยเฉพาะแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ หรือแสงจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น โดยสมบัติด้านแสงที่สำคัญต่อการมองเห็นประกอบด้วย ความสว่าง (illuminance) และอุณหภูมิสีเทียบเคียงของแสง (correlated color temperature; CCT) ความสว่างที่เพียงพอต่อการเห็นสี (photopic) ต้องมีความสว่างถึงระดับหนึ่ง ซึ่งประสาทรับรู้สีในจอตา (cone cells) จะถูกกระตุ้นให้รับรู้สีได้ หากความสว่างที่เข้าสู่ดวงตามีน้อยมากๆ ไม่ถึงระดับการมองเห็นสีดังกล่าว ก็อาจมองเห็นได้แบบเห็นความสว่างน้อย (mesopic) ซึ่งประสาทรับรู้ความสว่างในจอตา (rod cells) ทำหน้าที่ได้ แต่ประสาทรับรู้สียังไม่ทำงาน ซึ่งการวิจัยเปรียบเทียบการมองเห็นสีภายใต้ความสว่างระดับต่างๆ มีการทำวิจัยเปรียบเทียบไว้ โดย Ishida (2002)

อุณหภูมิสีเทียบเคียงของแสงบางทีเรียกกันโดยทั่วไปว่า อุณหภูมิสี เป็นการอธิบายอุณหภูมิของสี สีของแสงด้วยการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาวัตถุสีดำให้ได้รับความร้อนสูงขึ้นแล้วเปล่งรังสีของวัตถุสีดำเป็นสีต่าง ๆ ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป จึงเรียกว่า อุณหภูมิสีของแสง โดยเมื่อใช้พลังงานต่ำในการเผาวัตถุ สีของแสงที่เปล่งออกมาก็เป็นสีอมเหลือง เมื่อให้ความร้อนสูงขึ้น สีของแสงก็ออกมาเป็นสีขาวจนถึงสีอมฟ้า โดยในทางมาตรฐานเกี่ยวกับแสงนั้น มีการกำหนดมาตรฐานสีของแสงหลักๆ ออกมาจำนวน

หนึ่ง และอุณหภูมิสีที่นำมาใช้เป็นค่าการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ก็คือ แสงสีอมเหลือง (2,800 K) และแสงสีขาว (6,500 K)

ภาพที่ 6. การเปรียบเทียบอุณหภูมิสีและสีของแสง

แสงในการมองดูสีนั้น มีผลต่อการดูสีและการรับรู้สีอย่างมาก เนื่องจากแสงเป็นตัวแปรสำคัญในการรับรู้สี แต่กระนั้น ตัวแปรเรื่องอุณหภูมิสีของแสงในการมองดูสีก็ยังไม่มีการศึกษาวิจัยไว้ โดยเฉพาะการเปรียบเทียบอุณหภูมิสีของแสงต่อการมองเห็นของคนหนุ่มสาวและผู้สูงอายุไปพร้อมๆ กันนั้น ยังมีการศึกษาไม่มากนักในการศึกษาก่อนหน้านี้ จึงเป็นเหตุผลในการกำหนดโจทย์วิจัยในครั้งนี้

5. สภาวะการมองเห็นสี

การศึกษาเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับการมองเห็นสีและการเรียกชื่อสีที่อาจส่งผลกระทบต่อการสื่อสารเรื่องสี มีการทดลองที่ให้จับคู่ตัวอย่างชิ้นสีที่กำหนดกับตัวอย่างสีต่างๆ 16 สี เพื่อดูความแม่นยำในการเปรียบเทียบสี ซึ่งทำการทดลองกับผู้สูงอายุด้วย โดยออกแบบการทดลองการมองเห็นในสภาพที่มีแสงสว่างปกติและในสภาพที่มีแสงสว่างน้อย พบว่า ขอบเขตการเรียกชื่อสีได้ถูกต้องนั้นมีผลมาจากอายุของผู้ทดลอง รวมถึงสภาพแสงในการมอง โดยผู้สูงอายุมีขอบเขตการมองเห็นสีที่แคบกว่าคนหนุ่มสาว (Sagawa et.al. 2003) และการทดลองนี้มีการทำเปรียบเทียบในหลายประเทศที่มีภาษาและวัฒนธรรมแตกต่างกัน พบว่าผลการทดลองมีทิศทางไปในแนวทางเดียวกัน

ในการศึกษาเกี่ยวกับการเรียกสีนั้น ส่วนใหญ่เป็นการทดลองที่ระดับความสว่างปกติ แต่ยังไม่มีการทดลองที่สภาพการมองในแสงสว่างน้อย Ishida จึงได้ออกแบบการทดลองเพื่อการแยกแยะตัวอย่างสี 256 สีที่ระดับความสว่างต่างๆ ตั้งแต่สว่างมาก (photopic 1000 lx และ 10 lx) ไปจนถึงสว่างน้อยมาก (mesopic 1 lx และ 0.1 lx) พบว่าที่ความสว่าง photopic นั้นการเรียกชื่อสีและการแยกแยะสีทำได้ดีไม่แตกต่างกัน แต่ที่ความสว่าง mesopic ความสามารถในการแยกแยะสีและการเรียกชื่อสีส่วนใหญ่นั้นแทบจะทำไม่ได้เลย โดยเฉพาะที่ความสว่าง 0.1 lx ยกเว้นการดูสีน้ำเงินและแดงยังคงดูได้พอประมาณ โดยพบว่าที่ความสว่างน้อยๆ สีเขียวจะถูกเรียกเป็นสีน้ำเงิน ในขณะที่สีแดง ส้ม ชมพู นั้น มีความสับสนแยกกันได้ยาก แต่การแยกแยะระหว่างสีน้ำเงินและสีม่วงนั้นยังคงทำได้ดีในทุกๆ ระดับความสว่าง (Ishida

2002) จึงเป็นเหตุผลว่าความสว่างในการดูสีนั้นมีผล อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการศึกษาในเรื่องของอุณหภูมิสีแตกต่างกันที่จะมีผลต่อการรับรู้สีและการแยกแยะสีด้วย

6. การมองเห็นของผู้สูงอายุ

การมองเห็นของผู้สูงอายุ เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่า เมื่ออายุมากขึ้น ภาวะการมองเห็นของผู้สูงอายุจะมีความแตกต่างจากคนหนุ่มสาวทั่วไป ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่ออายุเพิ่มขึ้น จะเกิดภาวะที่เนื้อเลนส์ตาจะเริ่มมีความขุ่นมัว หรือ ต้อกระจก (cataract) ซึ่งระดับความรุนแรงของอาการมีตั้งแต่ขุ่นมัวเล็กน้อย ขุ่นมัวเป็นสีเหลืองไปจนถึงภาวะเลนส์ตากลายสภาพเป็นทึบแสง ทำให้ระดับของแสงที่ผ่านเข้าสู่ตาน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับตาของคนหนุ่มสาว สภาวะแสงที่อาจจะดูสว่างสำหรับคนหนุ่มสาวอาจจะเปลี่ยนเป็นสภาพแสงสลัวๆ หรือมืดทึบสำหรับผู้สูงอายุได้ เช่น ผู้สูงอายุจะประสบปัญหาเรื่องการมองเห็นเนื่องมาจากสภาวะแสงไม่เพียงพอในโรงภาพยนตร์ ลานจอดรถยามค่ำคืนหรือร้านอาหารที่มีสภาพแสงค่อนข้างสลัว

(ก) (ข)

ภาพที่ 7. สภาพแสงที่ผ่านเลนส์ตาและภาพที่ปรากฏ (ก) กรณีตาปกติ (ข) กรณีตาเป็นต้อกระจก

แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าตาผู้สูงอายุจำเป็นต้องได้รับแสงสว่างมากขึ้นกว่าปกติเพื่อให้ทำงานได้ปกติ แต่ผู้สูงอายุก็ประสบกับปัญหาอันเนื่องมาจากประกายแสงจ้า (glare) ด้วยเช่นกัน ปัญหาใหญ่ประการหนึ่งสำหรับผู้สูงอายุคือ ปริมาณแสงธรรมชาติที่มากเกินไป (Pastalan, 1982) เช่น แสงอาทิตย์ที่จ้าเกินไปจะรบกวนการมองเห็นของผู้สูงอายุ เมื่อผู้สูงอายุต้องอยู่กลางแจ้งหรือขับรถในเวลากลางวัน หรือ เมื่อผู้สูงอายุอยู่ในห้องที่หน้าต่างหันสู่พระอาทิตย์ หรือมีแหล่งกำเนิดแสงที่สว่างมาก แสงสว่างจ้าเหล่านี้จะทำให้ผู้สูงอายุเกิดอาการตาพร่าไปชั่วขณะ และจากงานวิจัยพบกว่า ผู้สูงอายุจะมีอาการตาพร่านานกว่าและต้องใช้เวลานานกว่าคนหนุ่มสาวในการปรับสภาพตากลับสู่สภาวะปกติ (Haegerstrom-Portnoy et al., 1997)

ในด้านการมองเห็นสี ผู้สูงอายุมักจะมีปัญหาในการแยกความแตกต่างของสีและความอิ่มตัวของสี ผู้สูงอายุจะประสบปัญหาในการเทียบสี เมื่อมีสีหลายเฉดที่ดูคล้ายกัน บางครั้งเราจะพบว่า ผู้สูงอายุมักแต่ง

กายด้วยสีที่แปลกกว่าปกติ หรือแต่งหน้าด้วยเครื่องสำอางที่มีสีฉูดฉาด เนื่องจากผู้สูงอายุเหล่านั้นเห็นสีซีดจางกว่าปกติ บางครั้งผู้สูงอายุจะเห็นสีอ่อนหรือสีที่มีความอิ่มตัวน้อยกลายเป็นสีเทา ผู้สูงอายุมักจะประสบปัญหาเมื่อได้รับบัตรอวยพรที่มีสีอ่อน มีรายละเอียดมาก และข้อความขนาดเล็ก ดังนั้นเมื่อจะมอบของขวัญหรือการ์ดอวยพรให้ผู้สูงอายุ อาจต้องเลือกสิ่งของที่มีความเปรียบต่างสีมาก เพื่อให้ผู้สูงอายุเกิดความพึงพอใจ

7. การจำลองสภาพการมองเห็นของผู้สูงอายุ

Obama และคณะ (Obama et al., 2004) ได้ทำออกแบบการทดลองและเก็บข้อมูลทางจิตวิทยาฟิสิกส์ เพื่อสร้างแว่นตาจำลองสภาพการมองเห็นของผู้สูงอายุที่เป็นต้อกระจก โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คนเป็นผู้ป่วยที่อยู่ในระหว่างขั้นตอนของการผ่าตัดเพื่อรักษาอาการต้อกระจก ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีดวงตาข้างหนึ่งที่ผ่านการผ่าตัดแล้วทำให้ดวงตาข้างนี้มีสภาพการมองเห็นคล้ายกับของคนหนุ่มสาว ในขณะที่ดวงตาอีกข้างหนึ่งยังคงเป็นตาที่มีสภาพของผู้สูงอายุ ผู้ทดลองได้ให้กลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบทำการเลือกชุดของฟิลเตอร์ทำให้ตาข้างที่ผ่าตัดแล้วมีสภาพการมองเห็นที่ใกล้เคียงกับดวงตาข้างที่ยังไม่ผ่าตัดมากที่สุด ผลการทดลองพบว่า องค์ประกอบของการมองเห็นของผู้สูงอายุสามารถจำแนกได้ออกเป็น 3 ตัวแปร คือ ความสว่าง (brightness), สี (color) และความขุ่นมัว (fogginess) ทางคณะผู้ทดลองจึงได้นำข้อมูลมาทำการประดิษฐ์แว่นตาเพื่อจำลองสภาพการเกิดต้อกระจก (cataract experienced goggle) โดยการใช้ฟิลเตอร์ 2 ชนิดคือ ฟิลเตอร์ชนิด foggy และฟิลเตอร์กรองแสงที่มีค่าการส่องผ่านที่ 60 % ในช่วงแสงความยาวคลื่นยาว และมีค่าการส่องผ่านที่ต่ำในช่วงแสงความยาวคลื่นสั้น ผลของการทดสอบพบว่าผู้สูงอายุที่มีการผ่าตัดรักษาต้อกระจกยืนยันว่า หลังจากที่ได้สวมแว่นตาจำลองสภาพการเกิดต้อกระจกแล้ว มีสภาพการมองเห็นใกล้เคียงกับสภาพการมองเห็นก่อนจะผ่าตัดรักษาต้อกระจกมาก

Ikeda และ Obama (Ikeda and Obama, 2008) ได้ทำการทดลองหาอิทธิพลของสภาพแสงแวดล้อมต่อการรับรู้สีของผู้สูงอายุ ในการทดลองแรกให้กลุ่มตัวอย่างคนหนุ่มสาวสวมแว่นตาจำลองสภาพการเกิดต้อกระจกเพื่อใช้แทนกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ ทำการทดสอบการรับรู้สีของผู้สูงอายุเทียบกับกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นที่ไม่ได้สวมแว่นตาจำลองสภาพ ผลการทดลองยืนยันว่า ผู้สูงอายุจะเห็นสีมีความอิ่มตัวน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสีที่มองเห็นโดยคนหนุ่มสาว ในการทดลองที่สอง ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ผู้สูงอายุจริงที่มีปัญหาการเกิดต้อกระจก ผลการทดสอบยืนยันผลที่ได้จากการทดลองแรกว่า ผู้สูงอายุจะมีการรับรู้สีต่างไปจากคนหนุ่มสาว โดยสีที่ผู้สูงอายุมองเห็นจะซีดจางลงเมื่อเทียบกับสีที่คนหนุ่มสาวมองเห็น

Ikeda และคณะ (Ikeda et al., 2009) ได้ทำการทดสอบการรับรู้สีของผู้สูงอายุภายใต้สภาวะแสงแวดล้อมที่ต่างกันและใช้ขนาดของสีตัวอย่างที่ต่างกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นสวมแว่นตาจำลองสภาพการเกิดต้อกระจกเพื่อจำลองสภาพการมองเห็นของผู้สูงอายุ ผลการทดลองพบว่า ในสภาวะแสงแวดล้อมที่สว่าง เมื่อใช้ขนาดสีตัวอย่างที่มีขนาดเล็กจะทำให้ ความอิ่มตัวของสีที่ผู้สูงอายุมองเห็นลดลงไปอย่างมากเมื่อเทียบกับสภาวะแสงเดียวกันแต่ใช้ตัวอย่างขนาดใหญ่ แต่ในทางกลับกันเมื่อทำการทดสอบภายใต้สภาวะแสงที่ค่อนข้างมืด ผลการทดลองพบว่า ขนาดตัวอย่างเล็กจะให้ความอิ่มตัวของสีที่สูงกว่าขนาด

ตัวอย่างที่ใหญ่ ผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า อิทธิพลของแสงแวดล้อมส่งผลต่อการรับรู้สีของผู้สูงอายุ เนื่องจากแสงสว่างมากจะทำให้ปริมาณแสงที่กระเจิงในดวงตาอันเนื่องมาจากความขุ่นของเลนส์ตามีมากขึ้น ทำให้แสงจากสีของตัวอย่างที่เห็นมีความอิ่มตัวลดลง ดังนั้นในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นของผู้สูงอายุจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาวะแสงแวดล้อมในการทดลองด้วยจึงจะสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้ถูกต้อง

การทดลองที่ได้จากการจำลองการมองเห็นด้วยแว่นจำลองสายตาผู้สูงอายุที่เป็นต้อกระจก ให้ผลการทดลองในมองดูสีของผู้สูงอายุที่เปรียบเสมือนดวงตามีความเป็นต้อในระดับที่เริ่มจะมองไม่ค่อยแม่นยำ ซึ่งได้ผลการทดลองที่ชัดเจนในระดับหนึ่ง แต่แว่นจำลองเป็นเครื่องมือที่จำลองขึ้นโดยอาจมีข้อจำกัดในการจำลองได้ครบถ้วน จึงควรมีการทดลองกับผู้สูงอายุจริงที่มีภาวะความเป็นต้อในดวงตาซึ่งเสื่อมไปตามอายุ โดยทำการทดลองกับผู้สูงอายุวัยที่ความเป็นต้อเริ่มมีความเด่นชัด คือช่วงอายุ 60-70 ปี ที่ยังมีวิถีชีวิตเป็นปกติและใช้ชีวิตร่วมกับคนวัยอื่นๆ ในสังคม เนื่องจากสายตาที่แท้จริงของผู้สูงอายุอาจไม่ได้มีสภาวะความถดถอยเพียงแค่ความเป็นต้อกระจก แต่มีสภาพการมองเห็นที่สมดุลตามสายตาของช่วงวัยนั้นๆ การเปรียบเทียบการมองเห็นโดยตรงของสองวัยก็เพื่อให้เห็นความแตกต่างของสภาพการมองเห็นของสายตาวัยสูงอายุและวัยหนุ่มสาวเปรียบเทียบกันโดยตรง

8. การทดลองแบบไซโคฟิสิกส์

ไซโคฟิสิกส์เป็นหนึ่งในวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาสมบัติและกลไกการมองเห็นมาตั้งแต่ยุคแรก วิธีทางจิตวิทยาและวิธีทางฟิสิกส์ถูกผสมผสานรวมเข้าด้วยกัน ในด้านวิทยาศาสตร์การมองเห็น สิ่งเร้าเชิงกายภาพ (physical stimulus) เช่น แสงที่สะท้อนจากวัตถุ เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการมองเห็น และตอบสนองต่อสิ่งเร้าในเชิงจิตวิทยาขึ้น สิ่งเร้าเชิงกายภาพหรือสิ่งเร้าที่กระตุ้นให้เกิดการมองเห็นอาจเป็นรูปร่างหรือแบบแผนที่ชัดเจน เช่นรูปภาพ ชิ้นสี ส่วนผู้ทดลอง เมื่อมองสิ่งเร้าก็รู้ว่าเห็นเป็นอย่างไร และจะรายงานผลการทดลอง ซึ่งเป็นการกระทำเชิงจิตวิทยา เมื่อผู้ทดลองทราบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งนำเข้าเชิงกายภาพ เช่นความเข้มแสง อุณภูมิสีของแสง และผลที่ออกมาเชิงจิตวิทยา วิธีการทดลองแบบนี้เรียกว่าการทดลองแบบ ไซโคฟิสิกส์ เช่น การมองเห็นสีภายใต้สภาพแสงต่างกัน จะรับรู้สีได้แตกต่างกัน และตัดสินใจเรียกชื่อสีตามที่ตามองเห็นและสมองตัดสินใจเรียกเป็นสีนั้นๆ

กล่าวโดยสรุป จากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าวมาข้างต้น พบว่า การศึกษาเกี่ยวกับขอบเขตสีที่เปรียบเทียบการมองเห็นของสายตาคนหนุ่มสาวและสายตาผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในประเด็นการแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิสีของแสงนั้น ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาที่ชัดเจน ซึ่งสมควรมีการศึกษาให้เกิดความแน่ใจในผลที่จะเกิดขึ้น เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการรับมือกับสภาพตัวแปรที่มีผลต่อการมองเห็นและรับรู้สีของผู้สูงอายุด้วยเช่นกัน และการทดลองกับผู้สูงอายุควรมีสภาพของสิ่งเร้าที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ซึ่งการวิจัยที่ผ่านมา มีการทดลองด้วยจอภาพ ที่มีการรับรู้สีแตกต่างจากสีบนแผ่นพิมพ ในขณะที่การวิจัยอีกส่วนหนึ่งมีการทดลองด้วยแผ่นพิมพ์ แต่เป็นจำนวนชิ้นตัวอย่างที่น้อย ดังนั้น การออกแบบการวิจัยในครั้งนี้ จึงเน้นการทำการทดลองด้วยแผ่นพิมพ์จำนวนมาก ที่มีความครอบคลุมสีใกล้เคียงกับสีจริงที่ตามนุษย์รับรู้ได้

รวมทั้งออกแบบสภาพแสงสองครั้งที่แตกต่างกัน เพื่อพิสูจน์ตัวแปรในเรื่องอุณหภูมิสีที่มีผลต่อการมองเห็นของสายตาคนหนุ่มสาวและสายตาผู้สูงอายุที่อาจแตกต่างกัน