

๕๘๓ ๕๖

การวิเคราะห์ความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีต่าง ๆ

๕๓ พ.ศ. ๒๕๖๖

ปริญาพนธ์

ของ

สมควร วรสันต์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน ๒๕๒๕

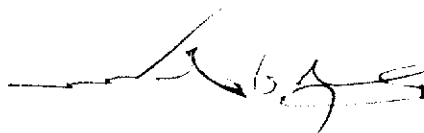
ลิขสิทธิ์ เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

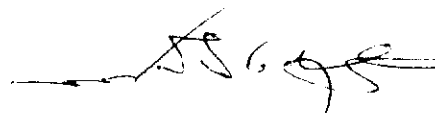
177981.

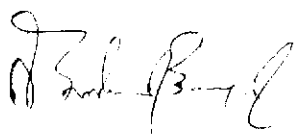
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาระดับบัณฑิตของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

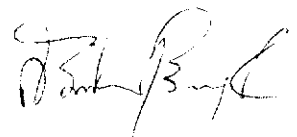
คณะกรรมการที่ปรึกษา

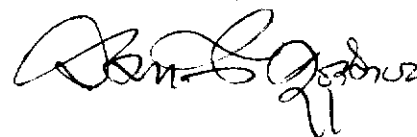
คณะกรรมการสอบ

 ประธาน

 ประธาน

 กรรมการ

 กรรมการ

 กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.เปรี๊ยะ ภูมิท และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมศักดิ์ เจียมทะวงษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการวางแผนงาน การสร้างเครื่องมือ การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการเขียนปริญญานิพนธ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับความกรุณาของท่านอาจารย์ทั้งสองไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ศรีโสภณ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทศศรี วงศ์รัตนะ ที่กรุณาให้คำปรึกษาในด้านวิธีการทางสถิติและการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เมธี อนุศิษย์ อาจารย์มณู เทมะ อาจารย์ประเสริฐ เกษตรเอี่ยม และ คุณธวัช เลาทวีโรจน์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และกรุณาให้ใช้อุปกรณ์การฉาย

ขอขอบคุณ คุณพวงพรรณ เจริญผล คุณชวนทีน คล้ายศิริฤ และ คุณปาริชาติ ปัญจะ ที่ช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือและช่วยเหลือในการดำเนินการทดลอง

ผู้เขียนขอชื่นชมในความกรุณาของผู้ที่ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ความกตัญญู เกิดจากประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบ เป็น เครื่องบูชาพระคุณของพ่อ และแม่ที่เป็นกำลังใจให้ลูกตลอดมา

สมควร วรสันต์

เมษายน 2525

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	๑
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	7
สมมติฐานในการวิจัย	8
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
ความสำคัญของการอ่านและการรับรู้	10
ความยากง่ายของตัวอักษร	14
ทฤษฎีการเห็นสี	19
อิทธิพลของสีและการวิจัย เกี่ยวกับสีซึ่งมีความสัมพันธ์กับการรับรู้	23
3 วิธีดำเนินการทดลอง	32
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	32
การสร้างเครื่องมือ	33
การดำเนินการทดลอง	35
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	39

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	40
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	40
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	41
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	46
ความมุ่งหมายของการวิจัย	46
กลุ่มตัวอย่าง	46
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	46
การเก็บรวบรวมข้อมูล	47
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
อภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	58

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบของคะแนนในการรับรู้
ตัวอักษรสีขาว โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของชั้น เรียงและสีที่เป็นพื้นหลังของ
ตัวอักษร 42
- 2 แสดงการเปรียบเทียบพหุคูณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษรสีขาว
สีเป็นรายคู่ 43
- 3 แสดงการเปรียบเทียบพหุคูณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของระดับชั้น เรียง เป็นรายคู่ 44
- 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบเดียวของคะแนนในการรับรู้
ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ 45

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงกระบวนการของการอ่าน	10
2	แสดงช่วงต่าง ๆ ของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมแสง และลักษณะของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า	20
3	แสดงมิติความสัมพันธ์ของ <i>Hue, Brightness</i> และ <i>Saturation</i>	21
4	แผนผังห้องทดลอง	36

บทนำ

ตัวอักษรใช้ เป็นสัญลักษณ์ในการสื่อความหมายเพื่อสามารถทำความเข้าใจกัน ใช้ในการถ่ายทอดความคิดและประสบการณ์ที่ได้บันทึกไว้เป็นลายลักษณ์อักษร เป็นเครื่องมือให้ความเพลิดเพลิน ความจรรโลงใจ และความบันเทิงใจ ที่สำคัญที่สุด คือ ใช้เป็นอุปกรณ์การศึกษา (ประเทิน มหาพันธ์ 2523 : 1) การใช้อักษรประกอบกับอุปกรณ์การสอนนั้นไม่ได้หมายความว่าเอาอักษรมาผสมเป็นคำขึ้น แล้วใช้ร่วมไปกับอุปกรณ์การสอนเท่านั้น อักษรเหล่านั้นจะต้องมาช่วยให้การสอนได้ผลมากขึ้นอีกด้วย นั่นก็คือ อักษรที่เรานำมาใช้จะต้องทำหน้าที่เพิ่มเติมอะไรบางอย่างให้แก่สิ่งที่เรานำมาประกอบการสอนเข้าไปอีก เช่น ความหมาย ความน่าดู ทิศทาง แสดงเอกภาพของส่วนประกอบให้ดูเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และเน้นเพื่อให้เห็นความสำคัญ ซึ่งเรามีวิธีทำได้สองทาง คือ

1. ทางคุณลักษณะของตัวอักษร ได้แก่ แบบของตัวอักษร สีหรือวัสดุที่ใช้กับตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร
 2. ทางที่ให้อ่านง่าย การใช้อักษรประกอบทัศนวัสดุก็เพื่อให้เขารู้เรื่อง การที่จะให้รู้เรื่องนี้ต้องอาศัยว่า ทำอย่างไรคนจึงจะอ่านได้ง่าย เช่น ต้องไม่เขียนหวัด หรือเส้นบางเกินไป หรือสีของตัวอักษรกลืนหายไปกับพื้นหลัง เป็นต้น (เป็รื่อง กุมุท 2505 : 67 - 68) นั่นคือ ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบในการใช้ตัวอักษรในการออกแบบสารเพื่อการเรียนการสอน
- การออกแบบสารเพื่อการเรียนการสอน (*Instructional Message Design*) หมายถึง ขบวนการของการจัดการ หรือขบวนการของการวางแผนเพื่อจัดกระทำกับรูปแบบของสารภายในสื่อ เช่น เครื่องหมายและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งขบวนการนี้จะเป็นการเตรียมการกำหนดเงื่อนไขในการเรียนรู้ สำหรับสิ่งเร้าทั้งหลายที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์การเรียน ผู้เรียนจะไม่รับรู้

หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั้งหมดที่เข้ามากระตุ้นโดยผ่านอวัยวะสัมผัสพร้อม ๆ กัน แต่จะเลือกรับรู้เพียงบางชนิดของสัญลักษณ์ เสียง หรือกลิ่นที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมเวลานั้น นั่นคือการรับรู้ เป็นการเลือก เห็นหรือเลือกสรร (*Perception is very selective*) ผลที่ตามมาก็คือ นักออกแบบสาร หรือ ผู้ที่ทำนายได้ว่า สิ่งใดในสารที่ผู้เรียนจะเลือกรับรู้ เขาผู้นั้นก็จะประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง การออกแบบสารเพื่อการเรียนการสอนสิ่งที่นักออกแบบสนใจมากที่สุดก็คือ การเห็น และการได้ยิน นั่นคือคำและภาพต่างก็เป็นสิ่งแรกที่นักออกแบบให้ความสนใจ สำหรับการรับรู้ทางทัศนะนั้น ความสว่างและสี (*Brightness and Color*) เป็นคุณลักษณะเบื้องต้นของสาร ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของนักออกแบบ (Fleming. 1979 : 1 - 28)

การรับรู้เป็นกระบวนการที่อยู่กึ่งกลางระหว่างกระบวนการตอบสนอง สิ่งเร้าในการอ่าน ได้แก่ ตัวอักษร (ประทีน มหาพันธ์ 2523 : 23) และการรับรู้ คือ การสัมผัสที่มีความหมาย (*Sensation*) การรับรู้เป็นการแปลหรือตีความการสัมผัสที่ได้รับออกมา เป็นสิ่งหนึ่งที่มีความหมายหรือที่รู้จักเข้าใจ ซึ่งในการแปลหรือตีความหมายนี้จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์เดิมหรือความชัดเจนที่เคยมีมาแต่หนหลัง ถ้าไม่มีความรู้เดิมเกิดขึ้น หรือสิ่งเร้าที่สัมผัสแล้วก็ตี ก็จะไม่มีกรรับรู้กับสิ่งเร้านั้น ๆ จะมีก็เพียงการสัมผัสกับสิ่งเร้าเท่านั้น (จำเนียร ช่างโชติ และคนอื่น ๆ 2523 : 3) สำหรับการสัมผัสนั้นมีความสำคัญต่อการอ่านมาก คือ ถ้าไม่ได้สัมผัสก็ไม่เกิดการอ่าน การสัมผัสไม่ดีก็ทำให้แปลความหมายผิดพลาด ดังนั้น ครูผู้สอนอ่านจึงมีความจำเป็นต้องเอาใจใส่ว่า ทำอย่างไรนักเรียนของตนจึงจะสัมผัสกับตัวอักษรได้ดีที่สุด (ก่อ สวัสดิพิพาณิชย์ 2505 : 6 - 7)

มีความสำคัญครอบคลุมประสบการณ์แห่งการรับรู้ในโลกทัศน์ (*Visual World*) นี้ไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดผลต่อความสามารถของมนุษย์ในการเห็นความแตกต่างระหว่างวัตถุเท่านั้น สังก่อให้เกิดผลในด้านอารมณ์ ความรู้สึก ความชอบ และความสวยงามอีกด้วย (Haber and Hershenson. 1973 : 60) ซึ่งเห็นได้ชัดว่าการรับรู้ทางสายตาเป็นองค์ประกอบสำคัญของ การอ่าน ถ้าเด็กไม่เข้าใจสัญลักษณ์ (*Symbol*) ที่มองเห็น เด็กนั้นจะมีปัญหาทางการอ่าน สี่ที่เด็กชอบอาจเป็นตัวประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยในการช่วยพัฒนาการรับรู้ทางสายตาได้ (วรารณ แยมประทุม 2513 : 52) และด้วยเหตุที่ว่า การจัดรูปแบบและสี (*Form*

and Color) ในสัดส่วนที่ถูกต้อง เหมาะสมจะได้รับการตอบสนอง เป็นอย่างดีจากคนส่วนใหญ่ ซึ่งหมายความว่า จำเป็นต้องมีหลักการพื้นฐานที่แน่นอนในการใช้สี ความผิดพลาดที่เกิดจากการขาดหลักการจะก่อให้เกิดการรบกวนสายตาของผู้อ่านหรือผู้ดู ด้วยเหตุผลนี้เองความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสี จึงมีความสำคัญที่จำเป็นคือนักออกแบบ สำหรับการออกแบบสาร เพื่อการสื่อสารนั้น มีวัตถุประสงค์สามประการ คือ

1. เพื่อดึงดูดความสนใจ

2. ทำให้เกิดความอ่านง่าย (Legible) และได้เรื่องราว

3. ก่อให้เกิดความรู้สึกซาบซึ้งประทับใจซึ่งประทับอยู่ในความทรงจำ (Impression) สิ่งเบื้องต้นที่มีอยู่ในสิ่งเร้าทางทัศนะก็คือ รูปแบบและสี (Form and Color) ซึ่งจะเข้าไปมีส่วนสำคัญต่ออารมณ์ของมนุษย์ ดังนั้น การใช้สีในการออกแบบสารก็จะช่วยให้วัตถุประสงค์ดังกล่าวนี้เป็นจริง (Turnbull and Baird. 1968 : 272 - 275)

ความสัมพันธ์ระหว่างสีของตัวอักษรกับสีของพื้นหลัง (Background) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความยากง่ายของการอ่าน (Legibility) องค์ประกอบที่มีความสำคัญอันดับแรกในส่วนนี้ก็คือ ความสว่างและความตัดกันของสี (Brightness and Contrast) ระหว่างตัวอักษรกับสีของพื้นหลังอันมีอิทธิพลต่อการรับรู้ตัวอักษร โดยทั่วไปคู่สีที่มีความสว่างแตกต่างกันสูงจะทำให้เกิดการรับรู้ได้ง่าย (Tinker. 1969 : 128 - 145) เมื่อสีเข้มอยู่บนพื้นสีอ่อนก็มีความตัดกันของสีสูง ความตัดกันของสีสำหรับการอ่านนั้นมีขอบเขตต้องพอดี มากไปก็อ่านยาก น้อยไปก็อ่านยาก ทำให้มีความอ่านง่ายต่ำทั้งสิ้น สำหรับการอ่านในที่มืดมีแสงสว่างน้อย อาจเพิ่มความตัดกันโดยใช้ตัวหนังสือเส้นหนาขึ้น อาศัยการเลือกเส้นให้เหมาะสม ขนาดให้เหมาะสม และเลือกสีให้เหมาะสม เราก็อาจสร้างความอ่านง่ายได้สูง (กำธร สติรกุล 2523 : 49 - 50)

เมื่อนักออกแบบสารต้องการใช้สีในภาพโปร่งแสง (Transparency) เขาจะต้องคำนึงถึงการเลือกสีที่ถูกต้อง คำนึงถึงความเข้มหรือความสว่างของสีที่จะก่อให้เกิดผลดีที่สุดในการมองเห็น และคำนึงถึงสีของพื้นหลัง (Background) ที่จะทำให้เกิดความอ่านง่ายมากที่สุด (Snowberg. 1973 : 191 - 207) ในสถานการณ์การฉาย (Projection Situation) การเสนอสาร

คือผู้เรียนมักใช้ตัวอักษรหรือเส้นที่เป็นสีอ่อนบนพื้นหลังสีเข้ม การเสนอสารลักษณะนี้กล่าวกันว่าดีกว่าการใช้ตัวอักษรสีเข้มบนพื้นหลังสีอ่อน แต่ด้วยลักษณะของสื่อประเภทฉาย (*Projection Materials*) จากการศึกษาความยากง่ายของการอ่านชี้ให้เห็นว่า ความตัดกันมากเกินไปของสีระหว่างตัวอักษรกับพื้นหลัง อาจทำให้ผู้เรียนดูไม่สบายตาหรือรบกวนผู้เรียน การออกแบบสารในสื่อประเภทนี้ให้เป็นที่พอใจของผู้เรียนหรือผู้ดูมากที่สุดนั้น จำเป็นต้องจัดให้เกิดความตัดกันอันเหมาะสมระหว่างสีตัวอักษรกับสีพื้นหลัง (*McKittrick. 1976 : 4795-A*)

จากความข้างต้นนี้ชี้ให้เห็นความสำคัญของตัวอักษรที่มีต่อการอ่าน ซึ่งสีของตัวอักษรและสีของพื้นหลัง เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อความยากง่ายในการรับรู้ในสถานการณ์การเรียนการสอน ผู้วิจัยเห็นว่าเมื่อจะต้องใช้ตัวอักษรกับสื่อประเภทฉายในการเรียนการสอน สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเป็นอันดับแรกก็คือ สถานการณ์การฉาย (*Projection Situation*) ซึ่งแตกต่างจากสถานการณ์ของการเรียนการสอนตามปกติ ทั้งในแง่ของสภาพแสงสว่างภายในห้อง มุมการดูของผู้เรียน และสีซึ่งเกิดจากการฉายแสงผ่านสีในวัสดุโปร่งแสงไปปรากฏบนจอ

ในฐานะนักออกแบบสารเพื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาอิทธิพลของสีที่เป็นพื้นหลัง (*Background*) เมื่อตัวอักษรเป็นสีขาว ที่มีผลต่อความยากง่ายในการรับรู้ (*Legibility*) สำหรับสื่อประเภทฉาย (*Projection Material*) ซึ่งในสถานการณ์การฉาย การเสนอสารลักษณะนี้คือผู้เรียนใช้กันอยู่เสมอ กล่าวกันว่าดีกว่าการใช้ตัวอักษรสีเข้มบนพื้นสีอ่อน (*McKittrick. 1976 : 4795-A*)

โดยทั่วไปคนส่วนมากชอบสีแดง สีนํ้าเงิน และสีเขียว เป็นอันดับแรก สีม่วงและสีเหลืองเป็นสีที่คนชอบน้อย (*Fleming. 1979 : 31*) จากการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าชายกับหญิงมีความชอบสีต่างกันเล็กน้อย เช่น ผู้ชายชอบสีนํ้าเงินเป็นอันดับแรก และชอบสีแดงเป็นอันดับรอง ส่วนผู้หญิงชอบสีแดงเป็นอันดับแรก และสีนํ้าเงินเป็นอันดับรอง อาจกล่าวได้ว่า ผู้ชายและผู้หญิง ชอบสีแดงและสีนํ้าเงิน ส่วนการชอบสีอื่นนั้นเรียงตามลำดับ คือ สีเขียว สีส้ม และสีเหลืองตามลำดับ (ชม ภูมิภาค 2513 : 77) และจากการวิจัยปรากฏว่า เมื่อแจกดินสอสีต่าง ๆ ให้เด็ก สีที่เด็กเลือกใช้มากที่สุดทั้งชายและหญิง คือ สีแดงกับสีนํ้าเงิน และเด็กชายเลือกใช้สีดำ

พอ ๆ กับสีแดงและสีน้ำเงิน (ประมวญ ดิศกินสัน 2509 : 28 - 29) ผู้วิจัยจึงเลือกเอา สีแดง สีน้ำเงิน สีเขียว และสีดำ มาเป็นพื้นหลังของตัวอักษรในการวิจัยครั้งนี้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา เพราะ เป็นที่ยอมรับกันอยู่ทั่วไปว่า การเรียนการสอนอ่านเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับการศึกษาระดับประถมศึกษา อย่างไรก็ตาม จากการวิพากษ์วิจารณ์ของบุคคลทั่วไปที่ผ่านสื่อมวลชนต่าง ๆ ตลอดจนรายงานการวิจัยของหน่วยงานหลายแห่ง แสดงให้เห็นว่าการสอนอ่านยังมีปัญหาอยู่มาก (กระทรวงศึกษาธิการ 2523 : 1) ถ้าจะดูการทำงานของครูในระดับประถมศึกษาในด้านปฏิบัติก็จะพบว่า ครูในระดับประถมศึกษา ก็ใช้เวลาส่วนใหญ่ทุ่มเทในการสอนอ่านมากกว่าการเรียนการสอนด้านอื่น ๆ แต่ก็ยังได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ น่าจะต้องเป็นปัญหาในด้านวิธีการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน แบบเรียน วัสดุการอ่านต่าง ๆ อาจไม่เหมาะสม (บันลือ พฤษะวัน 2522 : 79) จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าอายุของเด็กมีผลต่อการรับรู้สีและรูปร่าง กล่าวคือ ทารกอายุราว 3 เดือน จะต้องดูกระดาษสีต่าง ๆ นานกว่ากระดาษสีเทา ทารกอายุ 6 - 14 เดือน สนใจวงกลมสีต่าง ๆ มากกว่าสีเทา สำหรับสีที่เป็นแม่สี (Primary Color) อันประกอบด้วย สีแดง สีน้ำเงิน สีเขียว และสีเหลือง พบว่าเด็กชอบสีแดงมากที่สุดสีเหลืองเป็นสีที่เด็กชอบน้อย ส่วนในวัยเรียนนั้น เด็กจะชอบสีน้ำเงิน ผลจากการวิจัยยังแสดงให้เห็นต่อไปอีกว่า เด็กอายุ 2 - 2 $\frac{1}{2}$ ปี จำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่าง (Form) เด็กอายุ 2 $\frac{1}{2}$ - 4 $\frac{1}{2}$ ปี จำแนกสิ่งของโดยอาศัยสี เมื่อเด็กอายุสูงกว่า 4 $\frac{1}{2}$ ปี การจำแนกสิ่งของโดยใช้สีจะค่อย ๆ ลดลง จนถึงวัยรุ่นจะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างเป็นเกณฑ์ (Vernon, 1962 : 99 - 100) และในการรับรู้ทางสายตาที่มีต่อการตอบสนองต่อรูปร่างมักจะเกี่ยวข้องกับขบวนการทางสติปัญญา ส่วนการตอบสนองต่อสีจะเกี่ยวข้องกับความรู้สึกละอารมณ์ สำหรับวัยเด็ก การรับรู้ทางสายตาต่อสี (Color Dominant) มีมากกว่ารูปแบบ (Form Dominant) (Birren, 1956 : 109) จากการศึกษาของ สุรสิทธิ์ สิงห์ถิ่น (สุรสิทธิ์ สิงห์ถิ่น 2523 : 63) พบว่า นักเรียนที่ต่างระดับชั้นเรียนมีความสามารถในการอ่านตัวอักษรแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อนักเรียนได้ศึกษาเล่าเรียนในชั้นสูงขึ้นย่อมมีประสบการณ์มากขึ้น ทำให้เกิดทักษะในการสามารถจำแนกได้ว่า ตัวอักษรนั้น

แตกต่างไปจากตัวอักษรอื่น นั่นคือ ระดับชั้นของนักเรียนมีผลต่อความยากง่ายในการอ่าน ผู้วิจัยจึงนำเอาตัวแปรนี้มาศึกษาไปพร้อมกันกับการวิจัยครั้งนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาว บนพื้นสีน้ำเงิน สีเขียว สีแดง และสีดำ ในสถานการณ์การฉาย
2. เพื่อศึกษาความสามารถของนักเรียนต่างระดับชั้นเรียน ในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนทั้งพื้นสีและพื้นดำ ในสถานการณ์การฉาย
3. เพื่อศึกษาความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับพื้นดำ ในสถานการณ์การฉาย

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลที่ได้จากการศึกษาทดลองครั้งนี้ จะเป็นหลักการประกอบการตัดสินใจสำหรับครูและผู้ผลิตสื่อการเรียน ตลอดจนผู้ออกแบบสารเพื่อการสื่อสาร ในการประยุกต์ใช้กับงานของตน เมื่อต้องใช้ตัวอักษรและสีเป็นสื่อ ให้มีลักษณะที่อ่านได้ง่าย น่าสนใจ และบรรลุเป้าหมายนั้น ๆ ได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาถึงสีที่เป็นพื้นหลัง (Background) เมื่อตัวอักษร เป็นสีขาว ในสถานการณ์การฉาย (Projection Situation) อันจะก่อให้เกิดความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 เท่านั้น
2. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 ของโรงเรียนอนุบาลอุทัยธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2524 ซึ่งจะได้กลุ่ม กลุ่มละแปดคน รวม 128 คน
 - 2.1 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนที่มีสายตาปกติโดยการทดสอบสายตา
 - 2.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนที่มีสายตาปกติโดยการทดสอบตาบอดสี
 - 2.3 กลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาศึกษาค้นคว้านี้ มีความสามารถอ่านตัวอักษรไทยได้ครบทุกตัว

3. ตัวอักษรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัย เลือกตัวอักษรหนึ่งแบบจากตัวอักษรที่ีความอ่านง่ายสูงสามแบบ จากการศึกษาทดลองของ สุรสิทธิ์ นิ่งถิน (สุรสิทธิ์ นิ่งถิน 2523 : ๑๐) พบว่า จากตัวอักษรลอก (Letter Press) 10 แบบ แบบที่อ่านง่ายที่สุด คือ แบบที่ 2, 1 และ 3 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 ผู้วิจัยสุ่มหาหนึ่งแบบ ได้แบบที่ 1 คือ แบบมานพ 2

4. การทดสอบความยากง่ายในการรับรู้ของการวิจัยครั้งนี้ ใช้หยางค์ไร้ความหมาย ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษรไทยสองตัว อ่านออกเสียงได้ แต่ไม่มีมีความหมาย จำนวน 30 หยางค์ ดังนี้

จธ	ฉพ	บฉ	มศ	งพ	ญบ	อพ	ผบ	ดถ	ผถ
บว	มฝ	พฐ	ฟท	จค	ยด	ฎฟ	ศช	นง	ฉฐ
บท	รฉ	ทค	ขฉ	อค	ฉฉ	ทช	ฉล	ฎช	ปพ

หยางค์ไร้ความหมายดังกล่าว เป็นหยางค์ที่มีค่าไร้ความหมายสูง คือ มีค่าความล้มพันอ์ของหยางค์ระหว่าง 1.๐8 - 1.34 ได้มาจากการศึกษาของ วรณี แยมประทุม (วรณี แยมประทุม 2513 : 21 - 25)

5. สีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร คือ สีที่ปรากฏบนจออันเกิดจากการฉายสไลด์ ซึ่งทำจากแผ่นบับสีต่าง ๆ สีสี ได้แก่ สีน้ำเงิน สีเขียว สีแดง และสีดำ เท่านั้น

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

1.1 สีที่เป็นพื้นหลัง (Background) ของตัวอักษร

1.2 ระดับชั้นเรียน

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

ความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษร

สมมติฐานในการวิจัย

1. ตัวอักษรสีขาว เมื่ออยู่บนพื้นสีที่แตกต่างกันในสถานการณ์การฉาย ย่อมก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้แตกต่างกัน
2. ความสามารถในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนทั้งพื้นสีและพื้นดำในสถานการณ์การฉายของนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นเรียนต่างกันย่อมแตกต่างกัน
3. ความยากง่ายของตัวอักษรสีขาว เมื่ออยู่บนพื้นหลังที่เป็นสีกับพื้นหลังดำในสถานการณ์การฉาย ย่อมแตกต่างกัน

คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ศึกษาพบว่า

1. สี หมายถึง สีที่เป็นพื้นหลังตัวอักษรที่ปรากฏบนจอจากการฉายสไลด์ ได้มาจากคั่นฉับสีต่าง ๆ สีฟ้า เป็นกระดาษสีน้ำเงิน No.154 สีเขียว No.151 สีแดง No.159 และ สีดำ No.165 ของบริษัท Daichowa Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น
 - 1.1 สีที่ให้อ่านง่าย หมายถึง สีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษรไทยที่นักเรียน เห็นแล้วตอบแบบทดสอบได้ถูกต้องมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสีที่เป็นพื้นหลังสีอื่น
 - 1.2 สีที่ให้อ่านยาก หมายถึง สีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษรไทยที่นักเรียน เห็นแล้วตอบแบบทดสอบได้ถูกต้องน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับสีที่เป็นพื้นหลังสีอื่น
2. ตัวอักษร หมายถึง พยัญชนะไทยเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่รวมถึงสระ วรรณยุกต์ หรือ เครื่องหมายวรรคตอนอื่น ๆ
3. ตัวอักษรลอก หมายถึง ตัวอักษรสำเร็จรูป มีชื่อเรียกว่า Pre-printed Type หรือ Dry Transfer Lettering ช่องทางการค้าของบริษัทสยามวาลาเซลส์ เรียกว่า Letter Press
4. ขนาดตัวอักษร หมายถึง ขนาดที่กำหนดความสูง ซึ่งใช้ในแบบตัวอักษรลอก ไม่นับถึงความสูงของหางหรือเชิงของตัวอักษรบางตัว
5. การรับรู้ตัวอักษร หมายถึง ความสามารถ เห็นตัวอักษรที่ปรากฏบนจอจากการฉายสไลด์ว่าเป็นตัวอะไร แล้วสามารถเขียนตัวอักษรที่เห็นนั้นได้ถูกต้อง

6. ความยากง่ายในการรับรู้ (*Legibility*) หมายถึง คุณสมบัติอันเกิดจากการคัดกันของตัวอักษร กับสีที่เป็นพื้นหลัง ที่ทำให้นักเรียนตอบแบบทดสอบได้ถูกต้องมากหรือน้อย เพื่อเห็นตัวอักษรที่เสนอจากการฉายสไลด์ โดยถือเอาเกณฑ์ความยากง่ายจากคะแนนที่นักเรียนตอบได้ถูกต้องมากน้อยในเวลาเท่ากัน สีใดที่ประกอบเป็นพื้นหลังของตัวอักษรที่ทำให้นักเรียนทำคะแนนได้ถูกต้องมากกว่า ถือว่าสีนั้นก่อให้เกิดการรับรู้ง่ายกว่าสีที่ทำให้นักเรียนทำคะแนนได้ถูกต้องน้อยกว่า

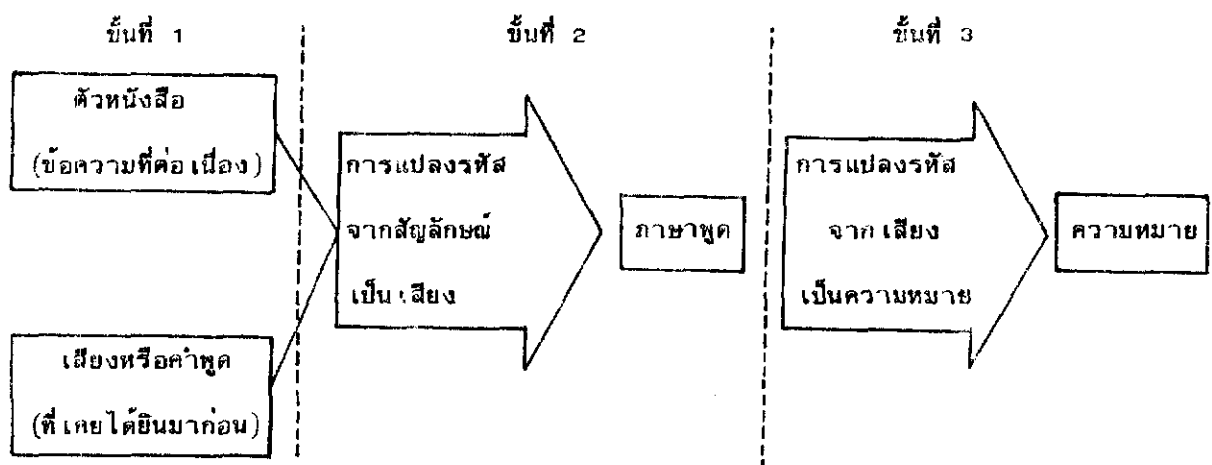
เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อความสะดวกในการพิจารณาทำความเข้าใจทฤษฎีและผลการวิจัยต่าง ๆ ผู้วิจัยได้แยกเอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าออกเป็นตอน ๆ ดังนี้

1. ความสำคัญของการอ่านและการรับรู้
2. ความยากง่ายของตัวอักษร
3. ทฤษฎีการ เห็นสี
4. อิทธิพลของสีและการวิจัย เกี่ยวกับสีซึ่งมีความสัมพันธ์กับการรับรู้

ความสำคัญของการอ่านและการรับรู้

ทฤษฎีทางจิตภาษาศาสตร์ (Psycholinguistics) ได้อธิบายกระบวนการของการอ่านไว้ว่า กระบวนการของการอ่านเป็นการแสดงปฏิกิริยาร่วมระหว่างความคิดและภาษา กล่าวคือไม่ว่าผู้อ่านจะใช้วิธีออกเสียงปากเปล่าหรือออกเสียงในใจ ต่างก็ใช้ความคิดของตนเองเข้าไปวิเคราะห์ความหมายของภาษาเขียน ซึ่งใช้ตัวหนังสือเป็นสื่อ (กระทรวงศึกษาธิการ 2523 : 8) และได้สรุปกระบวนการของการอ่าน เป็นแผนผังไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงกระบวนการของการอ่าน

ผู้อ่านในระยะเริ่ม เรียนหรือที่อ่านยังไม่เก่งจะรับ เอาสัญลักษณ์ทางภาษา เขียนหรือตัวหนังสือ ไปรวมกับประสบการณ์เดิม เกี่ยวกับ เสียงและคำพูดนั้นที่เคยได้ยินมาก่อน จากนั้นก็แปลงรหัสจาก ภาษาเขียนออกมา เป็นเสียงพูด แล้วผู้อ่านจึงจะแปลงรหัสจาก เสียงภาษาพูดออกมา เป็นความหมาย จึงเกิดความ เข้าใจในการอ่าน พฤติกรรม เหล่านี้ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด

พฤติกรรมในการอ่านตามแนวคิดของ ดร.ถ่อ สวัสดิทานิชย์ (ถ่อ สวัสดิทานิชย์ 2505 : 5 - 8) เน้นหนักในการอ่านในใจ ได้แบ่ง เป็นขั้นตอนของการอ่านไว้ดังนี้

การใช้ประสาทสัมผัส (Sensation) มีความสำคัญมากที่ต้องพิจารณาถึงภาวะ เห็นอัน เป็น สิ่งที่ไม่จำเป็นต้องฝึกสำหรับมนุษย์ เพราะธรรมชาติสร้างให้ แต่ต้อง เน้นถึงคุณภาพของการ เห็นได้ ชัดเจน เพียงใด ซึ่งต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่าง เช่น สีของกระดาษ ขนาดของตัวอักษร สีของตัว อักษร แสงสว่าง และสายตาของผู้อ่าน การ เห็นได้ชัดเจนย่อมช่วยการรับรู้ได้ดีขึ้น ดังนั้น ครูผู้สอน จึงมีความจำเป็นจะต้องเอาใจใส่ว่า ทำอย่างไรนักเรียนของตนจึงจะได้สัมผัสกับตัวอักษรได้ดีที่สุด

การรับรู้ (Perception) เป็น เครื่องช่วยให้เกิดการอ่าน เช่น เครื่องหมายของรูปคำ รูปประโยคที่ เคยพบ เคยอ่าน การระลึกถึงสิ่งที่ เคยอ่านมาแล้วจำได้ (ประสบการณ์) เมื่อ เกิดความ แน่ใจก็อาจออกเสียงหรือไม่ออกเสียงก็ได้ แต่ต้องพร้อมจะแปลความหมายในขั้นต่อไป

การเข้าใจความหมาย (Comprehension) การที่เด็กจะ เข้าใจความหมายของคำได้ เด็กต้องผ่านการ เรียนรู้ เพราะต้องได้รับประสบการณ์หลายอย่างมารวมกัน เข้า เป็นสิ่งกับ (Concept) เด็กจึงจะ เข้าใจความหมายของคำ

การใช้ความหมายที่ได้มา (Utilization) เป็นพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของการอ่าน คนเรา เมื่ออ่าน เข้าใจความหมายแล้วก็ต้องใช้ความหมายนั้น เพื่อให้รู้ เรื่องราวที่ตนอ่าน ใช้ เพื่อคิด และใช้ เพื่อการพูดการ เขียนต่อไป กล่าวง่าย ๆ ว่าผลของการ เข้าใจความหมายในการอ่าน หนังสือทำให้เด็ก เจริญเติบโตในด้านภาษา และความ เจริญทางภาษา เป็นสิ่งหนึ่งซึ่งจะช่วยให้ เด็ก ประสบความสำเร็จในชีวิตภายหลัง

สำหรับความหมายของการอ่านนั้นมิใช่ให้ความหมายไว้ใกล้เคียงกัน ซึ่งขอเสนอไว้ดังต่อไปนี้

การอ่าน = การมองดูตัวอักษรให้ชัดเจน + การเข้าใจความหมายของคำ + การพิจารณาเลือกเอาความหมายที่ดีที่สุด + การใช้ความหมายให้เป็นประโยชน์ (ก่อน สวัสดิทวัฒน์ 2505 : 4) ส่วน บันลือ พฤษะวัน (บันลือ พฤษะวัน 2522 : 80) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การอ่าน หมายถึง การแปลตัวอักษร (สัญลักษณ์) ออกมาเป็นคำพูด (เสียง) และมีความหมายใช้สื่อความคิดระหว่างผู้เขียนกับผู้อ่าน (ผู้ฟัง) ซึ่งบางครั้งไม่ออกเสียงก็เข้าใจกันได้ ตัวอักษรจึงทำหน้าที่เป็นเครื่องกำหนดเสียงแทนคำพูด ตรงกับคำพูด เป็นเครื่องใช้แทนภาพและกริยาอาการในการสื่อความหมาย และ ประเทิน มหาจันทร์ (ประเทิน มหาจันทร์ 2523 : 7 - 31) กล่าวว่า การสอน หมายถึง กระบวนการในการแปลความหมายของตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่มีการจัดบันทึกไว้ การอ่านเป็นกระบวนการสองกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการทางกาย คือ ร่างกายตอบสนองต่อสัญลักษณ์ที่มองเห็น และกระบวนการทางสมอง ซึ่งความหมายต่าง ๆ ของสัญลักษณ์จะได้รับการรับรู้และแปลความหมาย การอ่านจึง เป็นกระบวนการแห่งการรับรู้ การรับรู้เป็นกระบวนการที่อยู่กึ่งกลางระหว่างการรับกับการตอบสนองในการอ่านนั้น สิ่งเร้า ได้แก่ ตัวอักษร

การศึกษารับรู้ของมนุษย์ครอบคลุมไปถึงสัมผัสต่าง ๆ ของคนเราที่มีต่อสิ่งแวดล้อม การเห็นและการได้ยิน (Vision and Audition) เป็นสิ่งที่มีนอกแบบแผนเพื่อการเรียนการสอนหรือครูให้ความสนใจอย่างยิ่ง (Fleming, 1979 : 3 - 4) ซึ่งมีเหตุผลหลายประการที่นักออกแบบเพื่อการ เรียนการสอนจำเป็นต้องรู้และนำเอาหลักการของการรับรู้ไปประยุกต์ใช้ กล่าวคือ

1. โดยทั่วไป สิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นวัตถุ บุคคล เหตุการณ์ หรือความสัมพันธ์ อันจะก่อให้เกิดการรับรู้ที่ดีกว่าย่อมทำให้จำได้ดีตามไปด้วย

2. ในการ เรียนการสอนจำเป็นต้องระมัดระวัง การเกิดการรับรู้ที่ผิดพลาด เพราะจะทำให้เด็ก เรียนไม่ เข้าใจสิ่งที่ต้องการ เรียนรู้ หรือ เรียนรู้ในสิ่งที่ผิด และไม่ตรงประเด็น

3. เมื่อจะเสนอสื่อในการ เรียนการสอน ซึ่งใช้แทนหรือนำมาซึ่งข้อเท็จจริงต่าง ๆ จำเป็นต้องรู้ว่า จะเสนออย่างไร จึงจะเกิดการรับรู้ในข้อเท็จจริงนั้น ๆ ได้อย่างพอเพียง

สิ่งสำคัญสองประการ เกี่ยวกับการรับรู้ก็คือ ประการแรก การรับรู้ใด ๆ ประกอบไปด้วยสัมผัสต่าง ๆ คอสาร ซึ่งไม่อาจแยกออกจากกันได้ แต่จะสัมพันธ์กันในรูปแบบซึ่งซับซ้อน (Complex

Pattern) และกลายเป็นพื้นฐานความรู้ของบุคคลที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ประการที่สอง การตอบสนองอย่างเฉพาะเจาะจงต่อบางส่วนของสิ่งเร้าทั้งหมดที่มีอยู่โดยทันทีนั้น คนเราจะเลือกรับรู้เพียงบางส่วนของสิ่งเร้าที่เราสนใจหรือต้องการรับรู้ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เท่านั้น (Kemp. 1968 : 10 - 11)

หลักฐานจากการวิจัยอันเกี่ยวกับการรับรู้ เคมป์ (Kemp. 1968 : 10 - 11) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. พฤติกรรมทุกพฤติกรรมย่อมเกี่ยวข้องกับการรับรู้
2. พฤติกรรม เป็นผลมาจากการรับรู้เดิม และพฤติกรรม เป็นจุดเริ่มต้นของการรับรู้อื่น ๆ ต่อไป
3. ผู้รับรู้ (Perceiver) และสิ่งแวดล้อมมิได้อยู่อย่างอิสระ
4. การให้ความหมายต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จำเป็นต้องใช้ประสบการณ์เดิมที่สะสมไว้
5. ประสบการณ์การรับรู้ เป็นสิ่งเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล
6. การรับรู้ เป็นการประสานกันระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่จะช่วยกันแปลความหมาย
7. สิ่งที่เคยเกิดขึ้นในประสบการณ์เดิมย่อมมีอำนาจเหนือกว่าสิ่งที่ไม่เคยสัมผัสหรือไม่คุ้นเคย

นักจิตวิทยา เชื่อว่าบุคคลสามารถติดต่อกับสิ่งแวดล้อมโดยผ่านกระบวนการอันหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า การรับรู้ นั่นคือ คนเรารับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ ได้โดยใช้อวัยวะสัมผัส (Sensory Organ) ที่เขาถืออยู่ อันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นเครื่องมีหรืออุปกรณ์ในการรับสัมผัส แล้วส่งไปเป็นประสบการณ์ทางสมอง เพื่อให้เกิดการรับรู้ต่อไป (จำเนียร ช่วงโชติ และคนอื่น ๆ 2523 : 3) และในบรรดาการรับรู้จากสัมผัสต่าง ๆ นั้น การรับรู้ทางสายตา เป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ทั้งนี้เพราะมนุษย์ทุกคนจะเรียนรู้แบบรูปธรรมทางจักขุสัมผัสถึงร้อยละ 75 เมื่อเปรียบเทียบกับประสาทสัมผัสอื่น ๆ (Dale. 1957 : 243)

ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์ (ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์ 2515 : 149) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการรับรู้ทางสายตากับความสามารถทางการอ่าน ซึ่งสอดคล้อง

กับการศึกษาของ พวงน้อย ศรีตลานนท์ (พวงน้อย ศรีตลานนท์ 2515 : 67) ศศิธร ชันติธรากร (ศศิธร ชันติธรากร 2520 : 46 - 50) และ เฟลด์แมน (Feldmann, 1961 : 1084 - 1085) ที่พบว่า การรับรู้ทางสายตากับการอ่านมีความสัมพันธ์กันอย่างสูง ทุกระดับชั้น เรียน

ความยากง่ายของตัวอักษร

ความยากง่ายของตัวอักษร (*Legibility*) นั้น ขึ้นอยู่กับการรับรู้ตัวอักษรและลักษณะของคำได้แม่นยำ ถูกต้อง รวดเร็ว ด้วยความเข้าใจ ตลอดจนสามารถแยกแยะ (*Discriminate*) ลักษณะรูปร่างของตัวอักษรได้ (Tinker, 1969 : 7 - 8) นั่นคือ คุณสมบัติบางประการที่อยู่ในตัวหนังสือเองที่ทำให้ตัวหนังสือเหล่านั้น ๆ อ่านได้ยากหรืออ่านได้ง่าย เรื่องของความยากง่าย (*Legibility*) นั้น มุ่งไปทางด้านวัตถุ หรือด้านกายภาพ คือ รูปร่างตัวหนังสือเหล่านั้น ๆ เขียนแบบขึ้นบนกระดาษลักษณะหนึ่ง ๆ ด้วยสีหนึ่ง แสงสว่างอันหนึ่งจะทำให้อ่านได้ง่ายหรือได้ยากเพียงใด (กำธร สิริกุล 2529 : 45)

กำธร สิริกุล กล่าวว่า การพิจารณาว่าหนังสือใดอ่านได้ง่ายหรือยากประกอบด้วยปัจจัยหลายประการ กล่าวคือ

1. ลักษณะรูปร่างของหนังสือและตัวหนังสือ ลักษณะรูปตัวหนังสือต้องมีความสมดุลย์ (*Balance*) ในความรู้สึกของผู้อ่าน การสมดุลย์ในรูปตัวหนังสืออยู่ที่สัดส่วนของความสูง และความกว้างของตัวอักษรมีความสมดุลย์กัน

2. การเอาตัวหนังสือมาประสมกันเป็นคำ เป็นบรรทัด เป็นหน้า จะต้องมียุทธศาสตร์ ถูกต้อง ทำให้อ่านง่าย ตัวหนังสือทุกตัวต้องเข้ากันได้ แบบโครงสร้างอยู่ในพวกเดียวกัน เส้นหนาเสมอกัน ตัวขนาดเดียวกัน มีช่องไฟได้ระยะเหมาะสม การเอาตัวหนังสือมาเรียงเป็นบรรทัดจะต้องให้ได้ช่วงบรรทัดพอดี ไม่ยาวเกินไป การเอาบรรทัดมาเรียงเป็นหน้า ถ้าเอามาเรียงชิดกันก็ทำให้อ่านยาก ผู้อ่านสับสนได้ ทั้งนี้เพราะการเว้นช่วงเนื้อที่ระหว่างบรรทัดไม่พอ

3. ความตัดกัน (*Contrast*) ของรูปตัวอักษรกับวัตถุที่เขียนหรือพิมพ์ต้องพอดี ซึ่งเกิดจากความหนักเบาของเส้นตัวอักษร แสงสว่าง และสีของตัวอักษรกับพื้นหลังอันมีความสัมพันธ์กัน

ไปทั้งสิ้น ปกติการพิมพ์หนังสือ ตัวอักษรควรมีความชัดเจนของสีพอเพียง เราจึงใช้ตัวอักษรดำพิมพ์บนกระดาษขาว เพื่อให้ได้ความชัดเจนสูงสุดในด้านสี สำหรับการอ่านในที่มืดมีแสงสว่างน้อยอาจเพิ่มความชัดเจนโดยใช้ตัวหนังสือเส้นหนาขึ้นก็ได้ อาศัยการเลือกเส้นให้เหมาะสม ขนาดตัวอักษรให้เหมาะสม สีที่เหมาะสม เราก็สามารถสร้างความยากง่าย (Legibility) ในหนังสือได้สูง

4. ปัญหาเรื่องตัวของผู้อ่าน ซึ่งผู้อ่านแต่ละคนย่อมมีคุณลักษณะและความสามารถต่าง ๆ กันออกไป ได้แก่

4.1 ด้านสภาพร่างกาย บุคคลอาจมีความผิดปกติเกี่ยวกับสายตา เช่น สายตาสั้น สายตายาว นอกจากนั้นอาจมีการบดสีอีกด้วย

4.2 สิ่งแวดล้อมในสภาพการอ่าน ร้อนมากเกินไป เย็นมากเกินไป เสียงรบกวนมากเกินไป ย่อมเป็นสิ่งขัดขวางการอ่าน

4.3 วุฒิของผู้อ่าน ทั้งวัยวุฒิและคุณวุฒิ เด็กที่เพิ่งหัดเรียน เด็กที่เรียนชั้นต่ำก็ต้องใช้ตัวหนังสือโตชัดเจน ที่เรียนสูงขึ้นก็ใช้ตัวเล็กลงไปได้ เป็นต้น

ความยากง่ายของตัวอักษร ตัวเลข ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ ที่เสนอต่อผู้เรียนหรือผู้อ่านโดยสื่อทางทัศนะนั้น ในชั้นวางแผนเตรียมการผลิตมักถูกละเลยอยู่เสมอ ซึ่งที่จริงแล้ว เป็นความสำคัญยิ่งที่ผู้วางแผน เตรียมการจำเป็นต้อง เอาใจใส่ต่อความยากง่ายของตัวอักษรที่ใช้ในสื่อทางทัศนะเหล่านั้น (Kemp, 1968 : 99) การใช้ตัวอักษรประกอบกับอุปกรณ์การสอนนั้น ไม่ได้หมายถึงเพียงว่าเอาอักษรมาผสม เป็นคำขึ้นแล้วใช้รวมไปกับอุปกรณ์การสอนเท่านั้น อักษรเหล่านั้นจะต้องมาช่วยให้การสอนได้ผลดีมากขึ้นอีกด้วย นั่นก็คือ อักษรที่เรานำมาใช้จะต้องทำหน้าที่เพิ่มเติมอะไรบางอย่างให้แก่สิ่งที่เรานำมาประกอบการสอนเข้าไปอีก เช่น เพิ่มความหมาย เพิ่มความน่าดู แสดงทิศทาง หรือนำสายตา แสดงเอกภาพของส่วนประกอบให้ดูเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และเน้นเพื่อให้เห็นว่าสำคัญ ซึ่งเรามีวิธีทำได้สองทาง คือ (เปรี๊ยะ ภูมิท 2505 : 67 - 68)

1. ทางคุณลักษณะของตัวอักษร ได้แก่ แบบของตัวอักษร สี หรือวัสดุที่ใช้กับตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร

2. ทางที่ทำให้อ่านง่าย การใช้อักษรประกอบกับทัศนวัสดุก็เพื่อให้คนเขาารู้ เรื่องการที่จะให้รู้เรื่องนี้ก็ต้องอาศัยว่า ทำอย่างไรคนเขาจึงจะอ่านได้ง่าย เช่น ต้องไม่เขียนหวัดหรือเส้นบางเกินไป หรือสีของตัวอักษรหายไปกับพื้นหลัง เป็นต้น

เคมปี (Kemp. : 1968 : 99 - 100) ได้ให้เกณฑ์มาตรฐานสำหรับขนาดในการประดิษฐ์ตัวอักษรประกอบกับอุปกรณ์การฉาย เพื่อให้เกิดความอ่านง่ายไว้ดังนี้

ขนาดตัวอักษรที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้การฉาย (Nonprojected Materials)

ระยะห่างไกลที่สุดไม่เกิน	ส่วนสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า
8 ฟุต	$\frac{1}{4}$ นิ้ว
16 ฟุต	$\frac{1}{2}$ นิ้ว
32 ฟุต	1 นิ้ว
64 ฟุต	2 นิ้ว

ขนาดตัวอักษรที่เหมาะสมกับสื่อประเภทฉาย (Projected Materials) อันได้แก่ สไลด์ फिल्मสตริป แผ่นภาพโปร่งแสง และภาพยนตร์ ซึ่งใช้ขนาดความสูงของจอภาพเป็นหลักในการฉายทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นห้องธรรมดาหรือห้องขนาดใหญ่ ผู้ดูแถวหลังสุดไม่ควรเกิน 6 เท่าของความสูงของภาพที่ปรากฏบนจอ แต่สำหรับโทรทัศน์นั้นไม่ควรเกิน 12 เท่าของความสูงของจอ ซึ่งตัวอักษรก็จำเป็นต้องโตขึ้นตามไปด้วย ดังปรากฏในตารางต่อไปนี้

สื่อ	ระยะทางไกลที่สุด ไม่เกิน	ความสูงตัวอักษรต่อ ความสูงต้นฉบับ	ความสูงตัวอักษรไม่น้อยกว่า	
			สำหรับต้นฉบับขนาด 6 3/4" x 9"	สำหรับต้นฉบับขนาด 9" x 12"
สไลด์	6W	1 : 50	.13"	.18"
ฟิล์มสตริป				
ภาพโปรเจกต์				
ภาพยนตร์	12W	1 : 25	.27"	.36"
โทรทัศน์				

W = ขนาดความสูงของภาพที่ปรากฏบนจอ

การที่เราจะรู้ว่าขนาดตัวอักษรที่เราใช้เหมาะสมหรือไม่นั้น เราอาจใช้เกณฑ์ง่าย ๆ คือ
การใช้ตัวอักษรไม่เกินหกบรรทัดต่อหนึ่งกรอบภาพ และถ้าหากถ่ายทำด้วยกล้องดูด้วยตาเปล่า
สามารถจะอ่านได้เมื่อนำไปฉาย คนที่อยู่แถวหลังสุดก็จะอ่านได้เช่นกัน และตัวอักษรสำหรับคนที่อยู่
หลังสุดนั้นถ้าจะให้เหมาะสมจริง ๆ ควรใช้ $\frac{1}{2}$ ของความสูงของขนาดจอ (สมมติว่า 2520 : 53)

จากการศึกษาของ ฟิลลิปส์ (Phillips. 1976 : 4796-A) พบว่า อัตราส่วนของ
ความสูงของตัวอักษรต่ออัตราส่วนความสูงของจอมีความสัมพันธ์กับความยากง่ายในการอ่าน กล่าวคือ
อัตราส่วนขนาด 1 : 20, 1 : 30, 1 : 40 ก่อให้เกิดความอ่านง่ายกว่าอัตราส่วนขนาด
1 : 50 หรือ 1 : 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการหาปฏิสัมพันธ์ (Interaction)
พบว่า อัตราส่วน 1 : 20, 1 : 30 และ 1 : 40 ที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นที่ยอมรับใน
การผลิควิสัยการฉาย (Projected Visual Materials)

สำหรับตัวอักษรไทย เชาวเลศ เลิขโฬฬาร (เชาวเลศ เลิขโฬฬาร 2514 : 1 - 83) ได้ศึกษาขนาดตัวอักษรไทยที่เหมาะสมและมีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งสามารถจะมองเห็นชัดเจนในระยะ 4, 6 และ 8 เมตร สำหรับเป็นอุปกรณ์การสอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในสภาพห้องเรียนตามปกติ และเปรียบเทียบความสามารถในการมองเห็นขนาดตัวอักษรไทยระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นกับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 478 คน โดยให้อ่านตัวอักษรที่มีสัดส่วนของความสูง ความกว้าง และความหนาของเส้นอักษร เป็น 9 : 6 : 2 ในบัตรคำ แผนภูมิ และแผนภาพจากอักษรที่ประดิษฐ์ขึ้น เป็นทศนาฬิกามีความสูง เป็น 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 1.75 และ 2.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าที่ระยะห่างจากตัวอักษร 4, 6 และ 8 เมตร ขนาดตัวอักษรพอเหมาะที่เล็กที่สุด ซึ่งสามารถใช้เป็นอุปกรณ์การสอน มีความสูงของตัวอักษร เป็น 1.00, 1.50 และ 1.75 เซนติเมตร ตามลำดับ และนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายโดยเฉลี่ยมีความสนใจในการมองเห็นขนาดตัวอักษรไทยได้ชัดเจนกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น

สุรสิทธิ์ นิ่งนิน (สุรสิทธิ์ นิ่งนิน 2523 : 1 - 64) ได้ศึกษารูปแบบของอักษรไทยที่ใช้ในการผลิตสื่อการสอนที่มีความง่าย เหมาะสมกับการดู การอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 - 6 โดย เปรียบเทียบความง่ายตามตัวแปรรูปแบบตัวอักษร 10 รูปแบบ และระดับชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 500 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นภาพสไลด์ตัวอักษรสีขาวบนพื้นหลังดำ พบว่า

1. แบบตัวอักษรที่แตกต่างกันย่อมมีความง่ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และพบว่าแบบตัวอักษรที่อ่านง่ายมากที่สุด คือ แบบที่ 2, 1 และ 3 ส่วนแบบที่ 9, 8 และ 10 เป็นแบบที่อ่านยากมากที่สุด

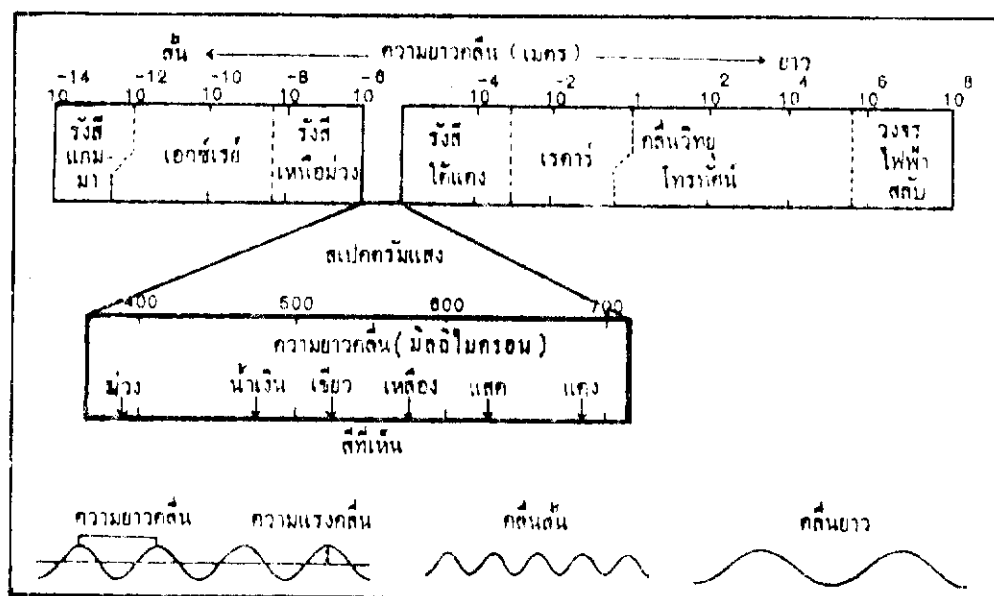
2. นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นต่างกัน มีความสามารถในการอ่านตัวอักษรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และพบว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในชั้นประถมปีที่ 4, 5 และ 6 มีความสามารถในการอ่านตัวอักษรไม่แตกต่างกัน แต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 มีความสามารถในการอ่านตัวอักษรสูงกว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการอ่านตัวอักษรสูงกว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน

ตัวอักษรแบบที่ 1, 2 และ 3 ที่ สุรสีห์ จึงถิ่น ก่อวางถึง คือ แบบมานพ 2 แบบกริน 3 และแบบมานพ 1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นอักษรลอก (Dry-transfer) ที่บริษัทสยามวาลาเซลล์ส์นำเข้าจำหน่าย มีชื่อทางการค้าว่า "Letter Press" ผลิตโดยบริษัท Mekanoma Industries ประเทศฝรั่งเศส เป็นแบบตัวอักษรที่ได้รับความนิยมกันมาก มีชื่อเสียง เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปในการผลิตวัสดุกราฟิกส์

ทฤษฎีการเห็นสี

สีมีความสำคัญครอบคลุมประสบการณ์การรับรู้ในโลกทัศน์ สีไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดผลต่อความสามารถของมนุษย์ในการ เห็นความแตกต่างของวัตถุเท่านั้น สียังก่อให้เกิดผลในด้านอารมณ์ความรู้สึก ความชอบ และความสวยงามอีกด้วย เราสามารถอธิบายถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้อย่างรวดเร็ว เมื่ออ้างอิงถึงสีของสิ่งนั้น มีคำกล่าวขานมากมายสำหรับประสบการณ์อัน เกี่ยวกับสีของคนเรา ที่ทำให้เข้าใจในสิ่งที่พูดง่ายกว่าที่จะอธิบายในลักษณะหรือความรู้สึกอื่น (Haber and Hershenson, 1973 : 60) และสีมีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่งซึ่งมีความสำคัญด้านจิตวิทยาในการประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันของคนเรา (Turnbull and Baird, 1968 : 272)

สิ่งที่เราทำให้เกิดการเห็น คือ รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกันที่ความแรงคลื่น (Amplitude) และความยาวคลื่น (Wavelength) ความแรงคลื่น หมายถึง ความสูงของคลื่น ส่วนความยาวคลื่น หมายถึง ระยะทางระหว่างยอดคลื่นลูกหนึ่งกับยอดคลื่นลูกถัดไป ระบบของร่างกายที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อการสัมผัสของแสง คือ ตา ช่วงหนึ่งของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่สัมผัสกับเซลล์รับสัมผัส (Receptor) ในตาจะทำปฏิกิริยาเคมี ทำให้เกิดกระแสประสาทส่งต่อไปยังสมองทำให้รู้สึกเห็น รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380 - 780 มิลลิไมครอน เรียกว่า แสง รังสีที่มีความยาวคลื่นยาวหรือสั้นกว่านี้ จะไม่ทำให้เกิดความรู้สึกเห็นเลย (ชัยพร วิชาญ 2518 : 22 - 23)



ภาพประกอบ 2 แสดงช่วงต่าง ๆ ของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมแสง และลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ฮาเบอร์ และ เฮร์เซนสัน (Haber and Hershenson, 1973 : 61) ให้หลักเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการเกิดการรับรู้สีไว้ห้าประการ ดังนี้

- ประการแรก ต้องมีแสงซึ่งมีความยาวคลื่น (Wavelength) ที่แตกต่างกัน
- ประการที่สอง พื้นผิวของวัตถุมีคุณสมบัติสะท้อนแสงได้แตกต่างกัน
- ประการที่สาม มีขบวนการอย่างน้อยสองขบวนการในการตอบสนองต่อความแตกต่างของคลื่นแสงที่วัตถุสะท้อนมายัง เซลล์รับสัมผัส (Receptor) ซึ่งภายในตาของคนเรามีเซลล์รับสัมผัสอยู่สองชนิด คือ ร็อด (Rod) และ โคน (Cone)
- ประการที่สี่ มีขบวนการรวบรวมข้อมูลของคลื่นแสงความยาวคลื่นต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาสัมผัส
- ประการที่ห้า การนำเอาประสบการณ์การรับรู้สีซึ่งแตกต่างจากการรับรู้อื่นมาใช้ จึงเกิดการรับรู้สี

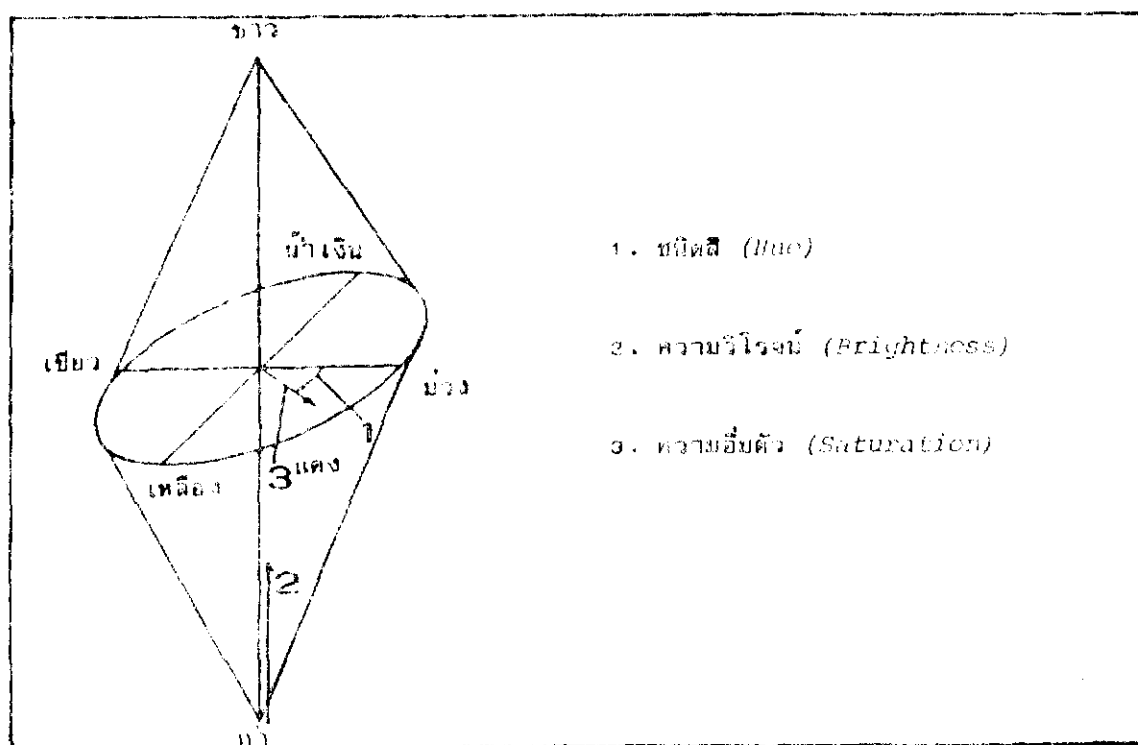
สำหรับการมองเห็นสีของคนเรานั้น ชัยพร วิชชาวุธ (ชัยพร วิชชาวุธ 2518 : 44 - 50) ได้กล่าวว่า การรับรู้สีสามารถแยกความสัมพันธ์ออกเป็นสามด้าน คือ

1. ชนิดสี (Hue) เช่น เห็นเป็นสีม่วง สีแดง สีเหลือง ฯลฯ ตัวแปรที่ทำให้เห็นแตกต่างกัน คือ ความยาวของคลื่นแสง

2. ความวิโรจน์ (Brightness) หมายถึง ความสว่างโชติช่วงของสี สีชนิดเดียวกันอาจสว่างไม่เท่ากัน ตัวแปรที่ทำให้สีเดียวกันมีความวิโรจน์ต่างกันก็คือ ความเข้มของแสง และสิ่งแวทล้อม

3. ความอิ่มตัว (Saturation) หมายถึง ความบริสุทธิ์ของสี สีที่บริสุทธิ์มากก็มีความอิ่มตัวมาก ไม่มีสีเทามาเจือปน

ความสัมพันธ์ในการเห็นสี อันประกอบไปด้วย ชนิดสี (Hue) ความวิโรจน์ (Brightness) และความอิ่มตัว (Saturation) แสดงเป็นมิติได้ดังนี้ (Haber and Hershenson, 1973 : 70)



ภาพประกอบ 3 แสดงมิติความสัมพันธ์ของ Hue, Brightness และ Saturation

177981

หลังจากที่ เซอร์ไอแซคนิวตัน (Sir Issac Newton. 1642 - 1727) ค้นพบว่าแสงสีขาวสามารถแยกออกเป็นสีต่าง ๆ มีผู้เสนอทฤษฎีการเห็นสีหลายทฤษฎี แต่ที่มีความสำคัญน่าเชื่อถือสูงมีอยู่เพียงสองทฤษฎี คือ ทฤษฎีองค์ประกอบ (Component Theory) และทฤษฎีคู่กรณี (Opponent Theory)

ทฤษฎีองค์ประกอบ (Component Theory) ผู้เสนอทฤษฎีนี้คนแรก คือ โทมัส ยัง (Thomas Young. 1773 - 1829) ชาวอังกฤษ และได้รับการขยายและสนับสนุนจากการทดลองของ เซอร์แมนน์ ฟอน เฮล์มโฮลทซ์ (Hermann von Helmholtz. 1821 - 1894) ชาวเยอรมัน ทฤษฎีนี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ทฤษฎียัง-เฮล์มโฮลทซ์

ใจความสำคัญของทฤษฎีองค์ประกอบ คือ ในเรตินา (Retina) มี โคน (Cone) สามชนิด แต่ละชนิดมีความไวต่อคลื่นแสงต่างกัน ได้แก่ โคนที่ไวกับคลื่นแสงที่ทำให้เห็น เป็นสีแดง โคนที่ไวกับคลื่นแสงที่ทำให้เห็น เป็นสีเขียว และโคนที่ไวกับคลื่นแสงที่ทำให้เห็น เป็นสีน้ำเงิน โคนทั้งสามชนิดนี้ทำงานอย่างเป็นอิสระต่อกัน หากเราฉายแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 650 มิลลิไมครอน (Millimicron) เข้าไปในเรตินา จะทำให้เกิดความรู้สึก เห็นเป็นสีแดง เพราะโคนแดงจะตอบสนอง ส่วนโคนเขียวและโคนน้ำเงินไม่มีการตอบสนอง ถ้าแสงที่ฉายเข้าไปมีความยาวคลื่นในช่วงประมาณ 510 มิลลิไมครอน โคนเขียวจะตอบสนองให้เห็น เป็นสีเขียว โคนแดงและโคนน้ำเงินไม่ตอบสนองแต่อย่างใด และถ้าฉายแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 480 มิลลิไมครอน เข้าไปก็จะ เห็น เป็นสีน้ำเงิน หากใช้แสงทั้งสามช่วงนี้ฉายซ้อน เข้าไปใน เรตินาพร้อมกัน ด้วยความเข้ม เท่ากัน โคนทั้งสามชนิดจะทำงานพร้อมกัน ทำให้เกิดความรู้สึก เห็น เป็นสีขาวหรือเทา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความไวโรจน์และความบริสุทธิ์ของแสงที่นำมาผสมกัน

ทฤษฎีองค์ประกอบสร้างขึ้นโดยยึดถือการผสมแสงให้ปรากฏเป็นสีต่าง ๆ เป็นหลัก จึงสามารถอธิบาย เรื่องการผสมแสงได้ดี ค่อมายาหลังได้มีการศึกษาความสามารถในการดูดกลืนแสงของโคนในเรตินาพบว่า มีโคนต่างกันสามชนิด ชนิดแรกดูดกลืนแสงสีน้ำเงิน (447 มิลลิไมครอน) ชนิดที่สอง ดูดกลืนแสงสีเขียว (540 มิลลิไมครอน) และชนิดที่สามดูดกลืนแสงสีเหลือง (577 มิลลิไมครอน) ได้มากที่สุด (MacNichol. 1964) ข้อค้นพบนี้จึงสนับสนุนทฤษฎีองค์ประกอบ

ในแง่ที่ว่าสีโคนสามชนิดในเรตินา แม้ว่าโดยชนิดที่สามจะเป็นสีเหลืองก็ตาม

ทฤษฎีคู่ต่อสู้ (*Opponent Theory*) นักจิตวิทยาและจิตวิทยาชาวเยอรมัน ชื่อ ฮิวอลด์ เฮริง (*Ewald Hering. 1834 - 1918*) ได้เสนอทฤษฎีคู่ต่อสู้เพื่ออธิบายชุดการรวมการเห็นสี ตามทฤษฎีคู่ต่อสู้ ระบบของการรับ (*Receptor*) มีสามระบบ แต่ละระบบทำหน้าที่ให้เกิดความรู้สึกเห็นสีคู่ต่อสู้เพียงหนึ่งคู่ สีคู่ต่อสู้มีสามคู่ คือ ดำ-ขาว แดง-เขียว (ความยาวคลื่น 650 มิลลิไมครอน กับ 494 มิลลิไมครอน และ น้ำเงิน-เหลือง (ความยาวคลื่น 370 มิลลิไมครอน กับ 575 มิลลิไมครอน) สีคู่ต่อสู้แต่ละคู่เมื่อผสมกันจะกลายเป็นสีเทา ในแต่ละระบบการทำงานของเซลล์ จะเป็นสองแบบ คือ กระบวนการอนาบอลิก (*Anabolic Process*) ซึ่งเป็นกระบวนการเพิ่มความถี่ของการส่งกระแสประสาทให้มากกว่าระดับปกติ ทำให้เห็นเป็นสีใดสีหนึ่งของสีคู่ต่อสู้ เช่น แดงหรือน้ำเงิน แบบที่สองเป็นกระบวนการคาตาบอลิก (*Catabolic Process*) ซึ่งได้แก่ การลดความถี่ของการส่งกระแสประสาท ทำให้เห็นเป็นสีที่เป็นอริ เช่น เขียว หรือ เหลือง การทำงานของเซลล์ระบบหนึ่ง ๆ จะเป็นทั้งสองแบบพร้อมกันไม่ได้ ถ้าหากเซลล์ระบบใดระบบหนึ่งไม่ทำงานตามปกติ ความบกพร่องในการเห็นสีจะเกิดกับสีเป็นคู่ ๆ คือ แดง-เขียว หรือ น้ำเงิน-เหลือง

อิทธิพลของสีและการวิจัย เกี่ยวกับสีซึ่งมีความสัมพันธ์กับการรับรู้

ความสัมพันธ์ระหว่างสีของตัวอักษรกับสีของพื้นหลัง (*Background*) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความยากง่ายในการอ่าน องค์ประกอบที่มีความสำคัญอันดับแรกก็คือ ความสว่าง (*Brightness*) และความตัดกัน (*Contrast*) ของสีระหว่างตัวอักษรกับพื้นหลังอันมีอิทธิพลต่อการรับรู้ตัวอักษร (*Tinker. 1969 : 128*) การใช้สีในการออกแบบสารบัญสำคัญยิ่ง เมื่อตัดสินใจใช้สีก็ต่อเมื่อแสดงให้เห็นชัดเจนว่าดีกว่าใช้ในลักษณะขาวดำ การตัดสินใจนี้จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างระมัดระวังก่อนที่จะเลือกใช้สีหนึ่ง ๆ ลงไป เมื่อใช้สี ผลของความตัดกันของสีมีความสัมพันธ์กับความยากง่ายในการอ่าน สีจึงมีผลต่อเนื้อหาในการออกแบบสาร ซึ่งการเลือกใช้สีที่ถูกต้องจะก่อให้เกิดผลต่าง ๆ ดังนี้ (*Turnbull and Baird. 1968 : 276 - 277*)

1. ทำให้เกิดความตั้งใจและสนใจ เป็นวัตถุประสงค์หลักในการใช้สี ซึ่งผลจากความคัดกันของสีจะทำให้ผู้ดูเกิดความสนใจ
2. ก่อให้เกิดผลทางจิตวิทยา การเพิ่มสีเข้าไปในสื่อจะมีผลต่ออารมณ์ของผู้ดู
3. ทำให้จำได้ง่าย เมื่อเราจะอธิบายถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใด เรามักอ้างถึงสีของสิ่งนั้น เพราะสีทำให้สามารถระลึกถึงได้ง่าย ดังนั้นสีจึงช่วยให้จำได้ว่าเขาได้เห็นอะไร
4. สร้างสรรบรรยากาศทั้งดงาม การใช้สีที่ถูกต้องจะทำให้เกิดความสบายตาและความพอใจต่อผู้ดู

ความสว่างและสี เป็นคุณลักษณะเบื้องต้นซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของนักออกแบบสารโดยทั่วไป คนส่วนมากชอบสีแดง สีนํ้าเงิน และสีเขียวเป็นอันดับแรก สีม่วงและสีเหลืองเป็นสีที่คนชอบน้อย สีแดงเห็นได้ดีในระยะไกล สีนํ้าเงินเห็นได้ดีกว่าในระยะไกล และสีที่เห็นได้ชัดเจน คือ สีขาว สีเหลือง และสีเขียว (Fleming, 1969 : 28 - 32) ความชอบสีของผู้ชายและผู้หญิงต่างกันเล็กน้อย ผู้ชายชอบสีนํ้าเงิน เป็นอันดับแรก และชอบสีแดงเป็นอันดับรอง ส่วนผู้หญิงชอบสีแดง เป็นอันดับแรก และชอบสีนํ้าเงินเป็นอันดับรอง อาจกล่าวได้ว่า ผู้ชายและผู้หญิงชอบสีแดงและสีนํ้าเงิน ส่วนการชอบสีอื่นนั้นเรียงตามลำดับ คือ สีเขียว สีส้ม และสีเหลือง (ชม ภูมิภาค 2513 : 77)

เบอร์เรน (Birren, 1956 : 109 - 110) กล่าวถึงความชอบสีไว้ว่า ในวัยเด็กสีมีผล (Color Dominant) มากกว่ารูปแบบ (Form Dominant) และได้อ้างถึงการศึกษาของมาเรีย ริคเกอร์-ออฟเชียนกินา (Maria Ricker-ovsiankina) พบว่าประสบการณ์เกี่ยวกับสี (Color Experience) ให้ความรู้สึกและความหมายได้ตรงและรวดเร็วกว่าประสบการณ์เกี่ยวกับรูปแบบ (Form Experience) นักจิตวิเคราะห์และนักศึกษจิตวิทยา ได้ตั้งข้อสังเกตว่า การตอบสนองต่อรูปแบบ (Form) จะส่งเสริมในด้านสติปัญญา และจะเพิ่มพลังมากขึ้นถ้าสีเข้าไปเกี่ยวข้อง

ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เด็กอายุ 2 - $2\frac{1}{2}$ ปี จำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่าง (Form) เด็กอายุ $2\frac{1}{2}$ - $4\frac{1}{2}$ ปี จำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีเมื่ออายุมากกว่า $4\frac{1}{2}$ ปี การจำแนก

สิ่งของโดยสีจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงวัยรุ่นจะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างอีก (Vernon. 1962 : 99 - 100) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จำลอง สุวรรณรัตน์ (จำลอง สุวรรณรัตน์ 2512 : 1 - 39) และ โชค ดันศิริ (โชค ดันศิริ 2514 : 1 - 59) ที่พบว่า ส่วนใหญ่ เด็กอายุ 2 - 6 ปี จำแนกสิ่งของโดยอาศัยสี ส่วนเด็กอายุ 7 - 12 ปี จำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่าง เป็นเกณฑ์ และ ศุภชัย ดันศิริ (ศุภชัย ดันศิริ 2520 : 1 - 97) ได้ศึกษาพบว่า เด็กอายุ 6 ปี ใช้สีเป็นเกณฑ์ เด็กอายุ 7 ปี ยังสรุปไม่ได้ว่า ใช้สีหรือรูปร่างเป็นเกณฑ์ เด็กอายุ 8 - 12 ปี ใช้รูปร่าง เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งของ และการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่าง ของเด็กอายุ 6 - 12 ปี แตกต่างกัน เพศของเด็กต่างกัน การจำแนกสิ่งของไม่แตกต่างกัน

ผลของการแปร เปลี่ยนคู่สีของตัวอักษรกับพื้นหลังที่มีต่อความอ่านง่ายนั้น สีของตัวอักษรที่มีความอ่านง่ายอย่างพอ เพียงบนพื้นหลังสีหนึ่ง เมื่อเปลี่ยนสีของพื้นหลัง แม้ว่าจะใช้ตัวอักษรสีเดิม ความยากง่ายของตัวอักษรก็จะเปลี่ยนไป จำเป็นต้องค้นหา ซึ่งวิธีการที่ใช้ศึกษาความยากง่ายของการอ่าน เมื่อตัวอักษรและพื้นหลัง เป็นสีนั้นมียุ่สามวิธี (Tinker. 1969 : 141) ดังนี้

1. วัดความสามารถในการรับรู้ในช่วง เวลาอันสั้น (*Perceptibility during short exposure*)
2. วัดระยะทางไกลสุดที่สามารถรับรู้ได้ (*Perceptibility at distance*)
3. วัดความเร็วในการอ่าน (*Speed of reading*)

สำหรับการทดลอง เกี่ยวกับอิทธิพลของสีที่มีต่อความยากง่ายในการรับรู้พอสรุปได้ดังนี้

ลักคีส (Luckiesh. 1923 : 246 - 251) ได้ทดลองหาความยากง่ายในการรับรู้ จากคู่สี 13 คู่ และได้เรียงลำดับความยากง่ายไว้ดังนี้

1. ดำ บน เหลือง (ดีที่สุด)
2. เขียว บน ขาว
3. แดง บน ขาว
4. น้ำเงิน บน ขาว
5. ขาว บน น้ำเงิน

6. คำ บน ขาว
7. เหลือง บน คำ
8. ขาว บน แดง
9. ขาว บน เขียว
10. ขาว บน คำ
11. แดง บน เหลือง
12. เขียว บน แดง
13. แดง บน เขียว

ไมแนค คันแนป และ เคียวตัน (Tinker. 1969 : 141 - 142 citing Miyake, Dunlap and Cureton. 1930) ได้ร่วมกันศึกษาหาความยากง่ายของตัวเลข (1 - 9) สีต่าง ๆ บนพื้นสีต่าง ๆ โดยวิธีวัดความสามารถในการรับรู้ในช่วงเวลาอันสั้น (Shot Exposure) กลุ่มตัวอย่าง 15 คน ได้ผลดังนี้ คู่ที่อ่านง่าย ได้แก่ คำบนเขียว คำบนเหลือง คำบนขาว และขาวบนคำ คู่ที่ทำให้อ่านยาก ได้แก่ แดงบนคำ และเขียวบนคำ

ซัมเมอร์ (Summer. 1932 : 201 - 204) ได้ศึกษาความยากง่ายในการรับรู้จาก 43 คู่สี พบว่า คู่สีสามคู่ที่อ่านง่ายที่สุด คือ น้ำเงิน บน เทา คำ บน เทา และ คำ บน เหลือง คู่ที่อ่านยากสามคู่ คือ คำ บน น้ำเงิน เหลือง บน ขาว และ น้ำเงิน บน คำ

เพรสตัน ชวังก์ และ ทิงเกอร์ (Preston, Schwankl and Tinker. 1932 : 459 - 461) ได้ศึกษาถึงความสามารถแยกแยะตัวอักษรทำตัวในคำเราโดยใช้การหาระยะทางในการรับรู้ได้ทีละทีละที กับกลุ่มตัวอย่าง 10 กลุ่ม จำนวน 60 คน พบว่าลำดับความยากง่ายในการอ่านคำคู่สีต่าง ๆ เป็นดังนี้

1. น้ำเงิน บน ขาว (ดีที่สุด)
2. คำ บน เหลือง
3. เขียว บน ขาว
4. คำ บน ขาว

5. เขียว บน แดง
6. แดง บน เหลือง
7. แดง บน ขาว
8. ส้ม บน ดำ
9. ดำ บน ม่วง
10. ส้ม บน ขาว
11. แดง บน เขียว

ซึ่งคู่สีแต่ละลำดับ มีความยากง่ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นลำดับที่ 3, 4 และ 5 ที่ไม่แตกต่างกัน

ทิงเกอร์ และ แพตเตอร์สัน (*Tinker and Paterson. 1931 : 471 - 479*)

ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของคู่สีกับความยากง่ายในการอ่าน โดยใช้วิธีวัดความเร็วในการอ่าน (*Speed of Reading*) กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 850 คน โดยใช้ตัวอักษรแบบสก็อต-โรมัน (*Schoch-Roman*) ขนาด 10 ปอยท์ ความยาวบรรทัด 19 ไพท์ ในการเปรียบเทียบ 10 คู่สีกับตัวอักษรดำบนพื้นขาว พบว่าทั้ง 10 คู่สีมีความอ่านง่ายน้อยกว่าตัวอักษรดำบนพื้นขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามลำดับดังนี้

1. ดำ บน ขาว
2. เขียว บน ขาว
3. น้ำเงิน บน ขาว
4. ดำ บน เหลือง
5. แดง บน เหลือง
6. แดง บน ขาว
7. เขียว บน แดง
8. ส้ม บน ดำ
9. ส้ม บน ขาว

10. แดง บน เขียว

11. ดำ บน ม่วง

จะเห็นได้ว่า คู่สีที่มีความอ่านยากที่สุดนั้นตรงกับการทดลองของ เพรสตัน ชวังก์ และ ทิงเกอร์ (Preston, Schwankl and Tinker) ที่เสนอไว้ข้างต้น

ทิงเกอร์ และ แพตเตอร์สัน (Tinker and Paterson) ได้ศึกษาต่อไปในเรื่องของความชอบของผู้อ่านที่มีต่อสีของตัวอักษรและสีพื้นแต่ละคู่ ถ้ามีความสัมพันธ์กับความยากง่ายในการอ่าน โดยให้คู่สีเดิม 11 คู่สี กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 210 คน โดยให้จัดลำดับความชอบต่อคู่สีทั้ง 11 คู่สีข้างต้น ผลจากการศึกษาพบว่า ความชอบของผู้อ่านที่มีต่อคู่สีที่เป็นตัวอักษรและสีพื้น เรียงตามลำดับได้ดังนี้

1. ดำ บน ขาว
2. น้ำเงิน บน ขาว
3. ดำ บน เหลือง
4. เขียว บน เหลือง
5. แดง บน เหลือง
6. แดง บน ขาว
7. เขียว บน แดง
8. ส้ม บน ดำ
9. ส้ม บน ขาว
10. ดำ บน ม่วง
11. แดง บน เขียว

สำหรับตัวอักษรสีแดงบนพื้นสีเขียว ซึ่งมีความตัดกันของสีสูงมาก ทิงเกอร์ และ แพตเตอร์สัน (Tinker and Paterson. 1944 : 93 - 94) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเฉพาะตัวอักษรสีแดงบนพื้น เขียวกับตัวอักษรสีดำบนพื้นขาว โดยการบันทึกการเคลื่อนที่ของลายตา (Eye Movement) ของกลุ่มตัวอย่าง 20 คน พบว่า การอ่านตัวอักษรสีแดงบนพื้นเขียวนั้น รับรู้ได้ยากกว่าการอ่านตัวอักษรสีดำบนพื้นขาวถึงร้อยละ 39.5

แฮคแมน และ ทิงเกอร์ (Hackman and Tinker, 1957 : 354 - 359) ได้ศึกษาความยากง่ายของการอ่านอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคู่สีที่เป็นตัวอักษรและพื้นโดยวิธีวัดการเคลื่อนที่สายตาในการอ่าน ใช้กลุ่มตัวอย่างเจ็ดกลุ่ม กลุ่มละเจ็ดคน จำนวน 49 คน คู่สีที่ใช้ในการทดลอง จำนวนเจ็ดคู่สี พบว่าลำดับของความอ่านง่ายในคู่สีต่าง ๆ ที่เป็นตัวอักษรบนพื้นเป็นดังนี้

1. ดำ บน เหลือง
2. แดง บน ขาว
3. เขียว บน แดง
4. ดำ บน ขาว
5. ดำ บน ม่วง
6. ส้ม บน ขาว
7. แดง บน เขียว

แมคคิททริก (McKittrick, 1976 : 4795-R) ได้ศึกษาความชอบของผู้อ่านที่มีต่ออัตราส่วนของความตัดกัน (Contrast Ratio) ของตัวอักษรสีขาวบนพื้น เข้มในสถานการณ์การฉาย โดยใช้การเปลี่ยนแปลงความสว่างของหลอดฉาย เป็นเครื่องเปลี่ยนแปลงความสว่าง (Luminance) ของตัวอักษรบนสีพื้นที่มีกำลังส่องสว่างต่างกันห้าระดับ คือ .37, 1.34, 3.3, 8.5 และ 20 fl พบว่า ความชอบของผู้อ่านมีความสัมพันธ์กับความสว่างของพื้น กล่าวคือ เมื่อพื้นมีความสว่างน้อย (Low Background) ผู้อ่านจะชอบตัวอักษรบนพื้นที่มีอัตราส่วนของความตัดกันสูง (High Contrast Ratio) และเมื่อพื้นมีความสว่างมาก (High Background) ผู้อ่านจะชอบตัวอักษรบนพื้นที่มีอัตราส่วนของความตัดกันต่ำ (Low Contrast Ratio)

สโนว์เบอร์ก (Snowberg, 1973 : 205 - 206) ได้ศึกษาถึงการเลือกใช้สีพื้นสำหรับแผ่นภาพโปร่งแสง (Transparency) โดยใช้ตัวอักษรสีดำห้าขนาด คือ 1 : 20, 1 : 30, 1 : 40, 1 : 50 และ 1 : 60 เรียงแถว ๆ ละขนาด บนสไลด์หนึ่งแผ่น ซ้อนกับฟิลเตอร์ (Filter) สีต่าง ๆ สี่สี คือ สีนํ้าเงิน สีเขียว สีเหลือง สีแดง เข้ากรอบเป็นสไลด์ขนาด $3\frac{1}{4}'' \times 4\frac{1}{4}''$ วัดความชัดเจนของการมองเห็น (Visual Acuity) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน

ที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป และกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัย
อินเดีย พบว่า ความชัดเจนในการมองเห็นตัวอักษรสีดำบนพื้นสีต่าง ๆ นั้น สอดคล้องกับการศึกษา
วิจัยของ เดฟสัน (Devson, 1963) อีแวน (Evans, 1965) และ ลีแกรนด์
(Legrand, 1967) ที่ว่า การมองเห็นสีต่าง ๆ ในสเปกตรัม (Spectrum) คลื่นแสงสีเขียว
และสีเหลืองจะผ่านไปถึงจุดโฟกัสตรงจุดโฟเวีย (Fovea) บนเรตินา (Retina) คลื่นแสงสีแดงจะตก
เลยจุดโฟเวีย เข้าไป และคลื่นแสงสีน้ำเงินจะตกตรงหน้าจุดโฟเวีย ความชัดเจนในการมองเห็น
ตัวอักษรสีดำนั้น เมื่อพื้น เป็นสีเขียวหรือสีเหลือง ทำให้เห็นได้ชัดเจนกว่าพื้น เป็นสีแดงหรือสีน้ำเงิน
ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ไม่ทุกขนาดของตัวอักษร ในขอบเขตของความ
ชัดเจนนั้น ตัวอักษรสีดำบนพื้นสีขาว เห็นได้ชัดเจนกว่า ตัวอักษรสีดำบนพื้นสีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง
และสีแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ สโนว์เบอร์ก แนะนำว่า สีน้ำเงินไม่ควรนำมาใช้เป็นพื้น
เมื่อใช้ตัวอักษร เป็นสีดำ

สำหรับการวิจัยในประเทศไทยอันเกี่ยวข้องกับสีของตัวอักษรและสีของพื้นหลังที่มีภาพ
สัมพันธ์กับความยากง่ายในการอ่านนั้นมีน้อยมาก เท่าที่พบมีผู้ศึกษาไว้สองคน คือ

วิชัย ภูโยธิน (วิชัย ภูโยธิน 2514 : 83 - 84) ได้ศึกษาถึงผลของคำต่างสีที่มี
ต่อการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษาตอนต้น ด้วยการเปรียบเทียบคำที่พิมพ์ด้วยสีน้ำเงิน สีเขียว และ
สีดำบนพื้นสีขาว กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีสมรรถภาพทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีสมรรถภาพ
ทางการเรียนต่ำ นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง การทดลองครั้งที่ 1 กับการทดลองครั้งที่ 2
กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ทาง
การอ่านคำที่พิมพ์ด้วยสีเขียวดีกว่าคำที่พิมพ์ด้วยสีน้ำเงิน คำที่พิมพ์ด้วยสีน้ำเงินดีกว่าคำที่พิมพ์ด้วย
สีดำ นักเรียนที่มีสมรรถภาพทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีสมรรถภาพทางการเรียนต่ำ เรียนรู้คำ
สีต่าง ๆ ได้ไม่แตกต่างกัน ผลการเรียนรู้ทางการอ่านคำที่พิมพ์ด้วยสีเขียวของนักเรียนหญิงดีกว่า
นักเรียนชาย ผลการเรียนรู้ทางการอ่านคำที่พิมพ์ด้วยสีเขียวและสีน้ำเงิน จากการทดลอง
ครั้งที่ 2 ได้ผลดีกว่าการทดลองครั้งที่ 1 และผลการเรียนรู้ทางการเรียนรู้ทางการอ่านคำสีต่าง ๆ
มีความสัมพันธ์กับผลการทดสอบอ่านไทยในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในระดับสูง

วรรณิ แยมประทุม (วรรณิ แยมประทุม 2513 : 56 - 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลทางการเรียนรู้ของการใช้อักษรสีน้ำเงิน อักษรสีเขียว อักษรสีดำ บนพื้นขาว กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 96 คน ผ่านการทดสอบตามอดสี และทดสอบความสามารถทางการอ่านเครื่องมือที่ใช้เป็นพยางค์เร้าอักษรไทยสองตัว ซึ่งอ่านออกเสียงได้แต่ไร้ความหมาย จำนวน 36 คำ พิมพ์ด้วยสีน้ำเงิน สีเขียว สีดำ และทั้งสามสีในบัตรคำ บัตรละสามพยางค์ และรายการพยางค์ตอบแต่ละสี สีละ 12 ชุด ผลการวิจัยพบว่า การใช้อักษรสี เขียวและสีน้ำเงินทำให้นักเรียนมีความสามารถในการรับรู้ได้ดีกว่าอักษรสีดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความสามารถในการรับรู้ตัวอักษรสี เขียวและสีน้ำเงินไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีสมรรถภาพทางการเรียนสูงและสมรรถภาพทางการเรียนต่ำ มีความสามารถในการรับรู้ตัวอักษรไม่แตกต่างกัน ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างเพศ สมรรถภาพทางการเรียน และสี ต่างไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการเรียนรู้

เอกสารและการวิจัยที่นำมากล่าวไว้ข้างต้นชี้ให้เห็นความสำคัญของสีที่มีต่อพฤติกรรมการรับรู้ การใช้สีในการออกแบบเพื่อการสื่อสารหรือเพื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะสีประเภทตัวอักษรนั้น ความสัมพันธ์ของคู่สีหรือความตัดกันของสี (Contrast) ระหว่างตัวอักษรกับพื้น มีผลก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษร สำหรับสถานการณ์ในการเรียนการสอน สถานการณ์การฉาย (Projection Situation) แตกต่างจากสถานการณ์ของการเรียนการสอนตามปกติ ทั้งในแง่ของสภาพแสงสว่างภายในห้อง มุมการดูของผู้เรียน และสีจากสื่อที่ใช้ นั้น เกิดจากการฉายแสงผ่านสีในวัสดุโปร่งแสง (Transparency) ไปปรากฏบนจอ

ด้วยความสำคัญดังกล่าว เป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษา เปรียบ เที่ยบความยากง่ายในการอ่านตัวอักษรสีขาว เมื่ออยู่บนสีพื้นต่าง ๆ กัน ในสื่อประเภทฉายว่าสีของพื้นจะก่อให้เกิดความยากง่ายแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้จะ เป็นหลักการประกอบการตัดสินใจประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องใช้ตัวอักษรและสี เป็นสื่อในการออกแบบ เพื่อการสื่อสารและการออกแบบ เพื่อการเรียนการสอน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในการวิจัย ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. สร้างเครื่องมือ
3. ดำเนินการทดลอง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 ของโรงเรียนอนุบาลอุทัยธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2524 จำนวน 128 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากโรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ตามลำดับการสุ่มดังนี้

1. สุ่มเลือกกลุ่มโรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี จำนวนห้ากลุ่ม สุ่มมาหนึ่งกลุ่ม ได้กลุ่มศูนย์ศึกษา
2. สุ่มเลือกโรงเรียนในกลุ่มศูนย์ศึกษา ซึ่งมีเจ็ดโรงเรียน สุ่มมาหนึ่งโรงเรียน ได้โรงเรียนอนุบาลอุทัยธานี
3. สุ่มนักเรียนของโรงเรียนอนุบาลอุทัยธานีในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 ชั้นละ 32 คน จำนวน 128 คน ซึ่งนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทุกคนต้องมีลักษณะดังนี้
 - 3.1 เป็นนักเรียนที่มีสายตาสอดคล้องกับการทดสอบสายตา
 - 3.2 เป็นนักเรียนที่มีสายตาสอดคล้องกับการทดสอบลานอดสี
 - 3.3 นักเรียนทุกคนมีความสามารถอ่านตัวอักษรไทยได้ครบทุกตัว
4. สุ่มนักเรียนที่มีคุณสมบัติดังข้อ 3 ออกเป็นชั้นเรียนละสี่กลุ่ม กลุ่มละแปดคน จำนวน

16 กลุ่ม

การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. สไลด์ตัวอักษรและสไลด์คั่น

1.1 สไลด์ตัวอักษรสีดำบนพื้นขาวทึบผิวดู จำนวน 30 แผ่น

1.2 สไลด์ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีต่าง ๆ สี่ชุด คือ พื้นสีน้ำเงิน สีเขียว สีแดง และ
พื้นดำ อย่างละหึ่งชุด ชุดละ 30 แผ่น จำนวน 120 แผ่น

1.3 สไลด์คั่นทึบแสงทึบผิวดู จำนวน 30 แผ่น

2. แผนภูมิทดสอบสายตาปกติ ของภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล
จำนวน 1 แผ่น

3. แบบทดสอบตามอดลี ของ Dr. Shirobu Ishihara ผลิตโดยบริษัท Kanehara
Shuppan Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น

4. กระดาษคำตอบ ซึ่งประกอบด้วยรายการพยางค์ตอบ 30 ข้อ บอละสี่พยางค์ จำนวน
256 แผ่น

5. เครื่องฉายสไลด์พร้อมอุปกรณ์การฉายครบถ้วน อันประกอบด้วย ถาดใส่สไลด์ (Tray)
จอ เครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้า (Voltage Regulator) และ เครื่องหรี่ไฟ (Dimmer)

6. เทปบันทึกเสียงคำบรรยายวิธีการปฏิบัติของนักเรียนในการทดลอง และบันทึกสัญญาณเพื่อ
ควบคุมเวลาในการฉายสไลด์แต่ละแผ่น พร้อม เครื่องบันทึกเสียง

วิธีสร้างเครื่องมือ

1. ตัวอักษรที่นำมาศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบตัวอักษรที่มีความอ่านง่ายสูงหนึ่งแบบใน
สามแบบ จากการศึกษาของ สุรัสวดี นิ่งฉิน (สุรัสวดี นิ่งฉิน 2523 : 60) พบว่า จาก
ตัวอักษรลอก (Letter Press) 10 แบบ แบบที่อ่านง่ายที่สุด คือ แบบที่ 2, 1 และ 3 ที่ระดับ
นัยสำคัญทางสถิติ .001 ผู้วิจัยสุ่มมาหนึ่งแบบ ได้แบบที่ 1 คือ แบบมานพ 2

2. นำตัวอักษรแบบมานพ 2 ไปทำต้นฉบับเป็นพยางค์ไร้ความหมายด้วยตัวอักษรลอกสีดำ บนพื้นสีขาว 1 ชุด จำนวน 30 แผ่น

3. นำตัวอักษรแบบมานพ 2 ไปทำต้นฉบับเป็นพยางค์ไร้ความหมายด้วยตัวอักษรลอก สีขาวบนพื้นสีดำ ๗ สีสี่ เป็นกระดาษสีน้ำเงิน No.154 สีเขียว No.151 สีแดง No.159 และ สีดำ No.165 ผลิตโดย บริษัท Daichowa Co., Ltd ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งบริษัทอุดมพาณิชย์สแควร์ จำกัด เป็นผู้สั่งเข้ามาจำหน่าย สีละ 30 แผ่น จำนวน 120 แผ่น

4. ผู้วิจัยนำต้นฉบับจากข้อ 2 และ 3 จำนวน 150 แผ่น มาถ่ายทำเป็นสไลด์ โดยใช้ फिल्म Kodak Ektachrome Type B ขนาด 35 ม.ม. สมดุลย์กับอุณหภูมิสีที่ 3,200 K ถ่ายทำ ต้นฉบับบนแท่นถ่ายทำต้นฉบับ (Copy Stand) ภายใต้แสงไฟจากหลอดทังสเตน (Tungsten) โดยจัดให้ตัวอักษรอยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางของภาพ และมีขนาดความสูง 1 : 20 ของกรอบภาพ เท่ากันทุกตัว ส่งฟิล์มที่ถ่ายทำต้นฉบับทั้งหมดแล้วไปล้างที่บริษัทโกดักประเทศไทยจำกัด ได้เป็นสไลด์ ขนาด 2" × 2" เข้ากรอบเย็บร้อย จำนวน 150 แผ่น

5. จัดทำสไลด์ค้นทึบแสง โดยตัดกระดาษดำขนาดเท่ากับฟิล์ม 35 ม.ม. นำไปเข้ากรอบ สไลด์ขนาด 2" × 2" จำนวน 30 แผ่น

6. จัดทำกระดาษคำตอบ

6.1 กระดาษคำตอบสำหรับการทดสอบก่อน (Pretest)

ผู้ลงลำดับการเสนอสไลด์พยางค์เร้าสีดำบนพื้นขาวเป็นสี่แบบ แล้วจัดทำกระดาษคำตอบ สี่แบบ ให้ลำดับของรายการพยางค์ตรงกับลำดับการเสนอสไลด์พยางค์เร้า ได้กระดาษคำตอบ สี่แบบ แบบละ 30 ข้อ จำนวน 32 แผ่น รวม 128 แผ่น

6.2 กระดาษคำตอบสำหรับการทดสอบหลัง (Posttest)

ผู้ลงลำดับการเสนอสไลด์พยางค์เร้าสีขาวบนพื้นสีดำ ๗ สีสี่ คือ สีน้ำเงิน สีเขียว สีแดง และสีดำ สีละสี่แบบ รวม 16 แบบ แล้วจัดทำกระดาษคำตอบ 16 แบบ ให้ลำดับของรายการ พยางค์ตอบ ตรงกับลำดับการเสนอสไลด์พยางค์เร้า ได้กระดาษคำตอบ 16 แบบ แบบละ 30 ข้อ จำนวนแปดแผ่น รวม 128 แผ่น

รวมกระดาษคำตอบ 20 แบบ แบบละ 30 ข้อ จำนวน 256 แผ่น

7. บันทึกเสียงคำอธิบายวิธีการปฏิบัติในการทดลอง และบันทึกสัญญาณเปลี่ยนสไลด์ พยางค์เร็วแต่ละแผ่น แผ่นละ 2 วินาที และสไลด์ขึ้นแต่ละแผ่น แผ่นละ 15 วินาที เท่ากันทุกแผ่น เพื่อใช้เป็นเครื่องควบคุมเวลาในการเสนอพยางค์เร็วและเวลาในการเลือกตอบของนักเรียน

การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ 4×4 Factorial Experiment โดยใช้คะแนนจากการดูสไลด์ตัวอักษรสีดำบนพื้นขาว เป็นคะแนนตัวแปรร่วม (Covariate Score) ดังนี้

ระดับชั้น \ สีสัน	BLUE		GREEN		RED		BLACK	
	X_B	Y_B	X_G	Y_G	X_R	Y_R	X_{Bk}	Y_{Bk}
ป.1	X_{1B}	Y_{1B}	X_{1G}	Y_{1G}	X_{1R}	Y_{1R}	X_{1Bk}	Y_{1Bk}
ป.2	X_{2B}	Y_{2B}	X_{2G}	Y_{2G}	X_{2R}	Y_{2R}	X_{2Bk}	Y_{2Bk}
ป.3	X_{3B}	Y_{3B}	X_{3G}	Y_{3G}	X_{3R}	Y_{3R}	X_{3Bk}	Y_{3Bk}
ป.4	X_{4B}	Y_{4B}	X_{4G}	Y_{4G}	X_{4R}	Y_{4R}	X_{4Bk}	Y_{4Bk}

X = คะแนนตัวแปรร่วม (Covariate Score)

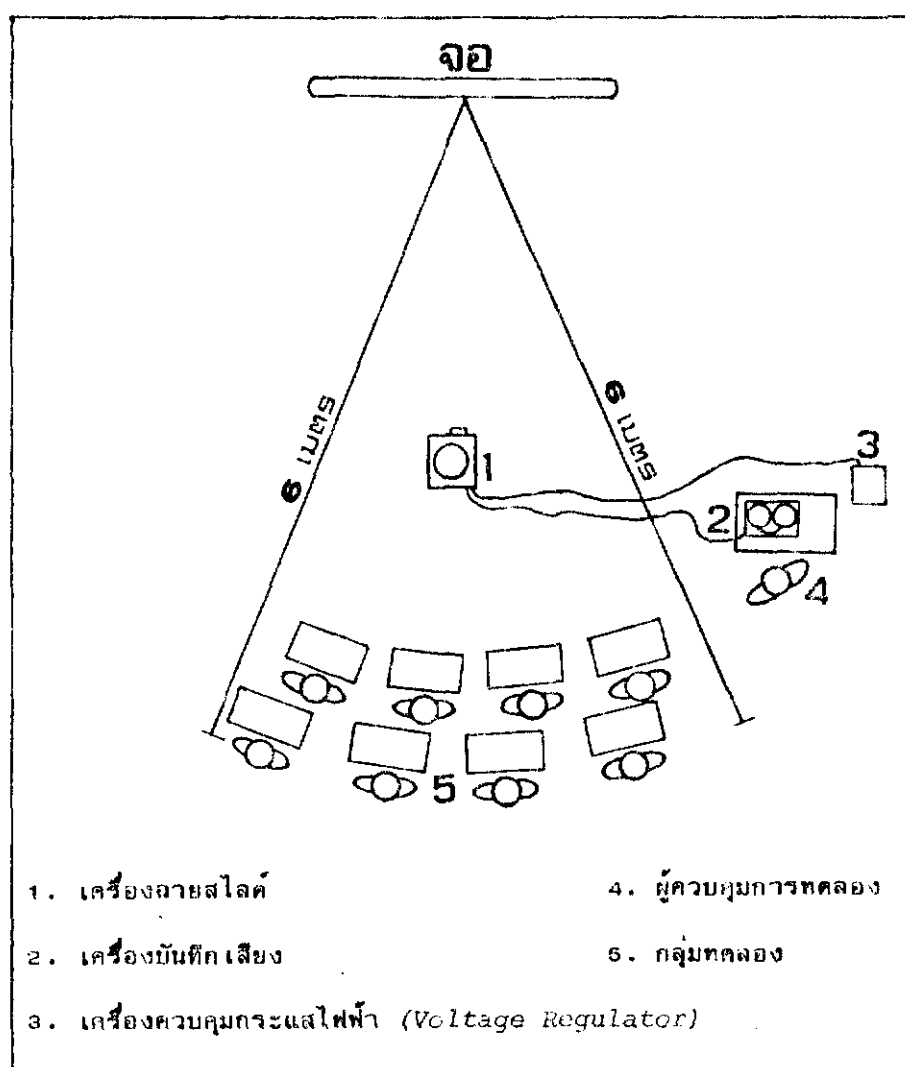
Y = คะแนนที่เป็นเกณฑ์ (Criterion Score)

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำเครื่องมือไปทดสอบครั้งละหนึ่งชั้นเรียนให้เสร็จสิ้นภายในภาคเช้าของทุกวัน จนกระทั่งครบทุกระดับชั้นเรียนและทุกสีพื้น โดยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัย เสนอหนังสือแนะนำตัว เพื่อขออนุญาตทำการทดลองกับอาจารย์ใหญ่โรงเรียนอนุบาลอุทัยธานี จากนั้นจัดประชุมนักเรียนที่จะคัดเลือก เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยอธิบายถึงวัตถุประสงค์ และวิธีดำเนินการทดลอง ให้นักเรียนทราบอย่างละเอียดจนเป็นที่ เข้าใจดี

2. ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างให้มีคุณสมบัติตามที่ได้กำหนดไว้ทุกประการ โดยขอความร่วมมือจากครูประจำชั้นในการคัดเลือก เช่น การวัดสายตา การทดสอบตาบอดสี การจัดเตรียมห้องฉาย ตลอดจนการติดตั้ง เครื่องมือและอุปกรณ์ และร่วมกันวางแผนโครงการในการทดลองเป็นวัน ๆ ไป

2.1 ผู้วิจัยจัดห้องฉาย (ห้องทดลอง) ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แผนผังห้องทดลอง

2.2 คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างมีดังนี้

2.2.1 สายต ปกติ โดยผ่านการทดสอบสายตา

2.2.2 สายต ปกติ โดยผ่านการทดสอบตาบอดสี

2.2.3 สามารถอ่านตัวอักษรไทยได้ครบทุกตัว

จากการคัดเลือกพบว่า มีนักเรียนสายตาสั้น 1 คน ตาบอดสี 2 คน และนักเรียนทุกคนอ่านตัวอักษรไทยได้ครบทุกตัว

3. ผู้วิจัยทำการสุ่มนักเรียนที่มีคุณสมบัติดังกล่าว โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ให้ได้กลุ่มตัวอย่างชั้นเรียนละ 1 กลุ่ม กลุ่มละแปดคน จำนวน 16 กลุ่ม รวม 128 คน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการทดลองกลุ่มละหนึ่งสัปดาห์เท่านั้น

4. ผู้วิจัยแบ่งเวลาในการทดลองออกเป็นห้าวัน ทำการทดลองระหว่างวันที่ 18 - 22 มกราคม 2525

4.1 ในวันแรกให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 128 คน ดูสไลด์พยางค์เร้าลำดับบนพื้นขาว แล้วกาเครื่องหมายกากบาททับพยางค์ที่จำได้ลงในรายการพยางค์ตอบแต่ละข้อ จำนวน 30 ข้อ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง เป็นสี่กลุ่ม กลุ่มละหนึ่งชั้นเรียน ชั้นเรียนละ 32 คน เพื่อหาคะแนนตัวแปรร่วม (Covariate Score)

4.2 ในสัปดาห์ต่อ ๆ มา ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างดูสไลด์พยางค์เร้าสีขาวบนพื้นสีต่าง ๆ สี่สี วันละหนึ่งชั้นเรียน ชั้นเรียนละสี่กลุ่ม กลุ่มละแปดคนต่อวัน จนครบสี่ชั้น 16 กลุ่ม ในเวลาสี่วัน เพื่อหาคะแนนตัวแปรที่เป็นเกณฑ์ (Criterion Score)

4.3 ในการทดลองพยางค์เร้าที่เห็นจากสไลด์ในแต่ละสัปดาห์ เป็นสิ่งเร้าที่กำหนดให้นักเรียนตอบสนองด้วยการกาเครื่องหมายกากบาททับพยางค์ที่จำได้ลงในรายการพยางค์ตอบในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เวลาในการเสนอพยางค์เร้าแต่ละพยางค์เท่ากับ 2 วินาที และเวลาในการทำแบบทดสอบแต่ละข้อเท่ากับ 15 วินาที กำหนดโดยสัญญาณการเปลี่ยนสไลด์อัตโนมัติจากเทปบันทึกเสียง รวมเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 ข้อ เท่ากับ 8 นาที 30 วินาที ภาพที่ปรากฏบนจอกำหนดให้มีความสูงของกรอบภาพหนึ่ง เมตร นักเรียนแถวหลังสุดห่างจากจอเป็นหก เท่า

ของความสูงของกรอบภาพ ดังนั้น นักเรียนแถวหลังสุดต่างจากจุดศูนย์เลาจอในรัศมีหก เมตร
ทำให้ตัวอักษรมีความสูงเท่า เช่นดี เมตร เท่ากันทุกตัว

ลำดับของชั้นเรียน และลำดับของสีพื้นได้มาจากการสุ่มดังนี้

18 มกราคม 2525				
PRETEST	ประถมศึกษาปีที่ 3	ประถมศึกษาปีที่ 2	ประถมศึกษาปีที่ 4	ประถมศึกษาปีที่ 1
	19 มกราคม 2525	20 มกราคม 2525	21 มกราคม 2525	22 มกราคม 2525
	ประถมศึกษาปีที่ 4	ประถมศึกษาปีที่ 3	ประถมศึกษาปีที่ 1	ประถมศึกษาปีที่ 2
POSTTEST	BLUE	GREEN	RED	BLACK
	BLACK	BLUE	GREEN	RED
	GREEN	RED	BLUE	GREEN
	RED	BLACK	BLACK	BLUE

BLUE = ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน

GREEN = ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีเขียว

RED = ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีแดง

BLACK = ตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ

5. เกณฑ์การตัดสินให้คะแนน แบบทดสอบข้อใดที่นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x)
ทับพยางค์ใดให้ความหมาย ในรายการพยางค์ตอบได้ถูกต้องตรงกับพยางค์ที่เราที่เสนอให้หาคะแนน
ถ้าผิดให้ศูนย์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการจัดกระทำข้อมูลทางสถิติที่ได้จากการทดลอง ดำเนินการดังนี้

1. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน กล่าวคือ

2.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบ (*Two-way Analysis of Covariance*) (อนันต์ ศรีโสภ 2521 : 315 - 319)

2.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบเดียว : (*One-way Analysis of Covariance*) (อนันต์ ศรีโสภ 2521 : 304 - 310)

2.3 เปรียบเทียบพหุคูณ (*Multiple Comparison*) ตามวิธี T-method ของ ดูกี้ (*Tukey*) (อนันต์ ศรีโสภ 2521 : 256 - 257)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้กำหนดสัญลักษณ์ดังนี้

A	แทน	ระดับชั้นเรียน
E	แทน	สีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร
$A \times B$	แทน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นเรียนกับสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของคะแนน (<i>Sum of Squares</i>)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน (<i>Mean Square</i>)
df	แทน	<i>degree of freedom</i>
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา <i>F-distribution</i>
q	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา <i>q-Statistic</i>
$\bar{A}_i$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (<i>Adjusted Means</i>) ของระดับชั้นเรียน $i = 1.1 - 1.4$
$\bar{B}_{()}$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (<i>Adjusted Means</i>) ของสีที่เป็นพื้นหลังของ ตัวอักษร
b	แทน	พื้นสีน้ำเงิน (<i>blue</i>)
g	แทน	พื้นสีเขียว (<i>green</i>)
r	แทน	พื้นสีแดง (<i>red</i>)
bk	แทน	พื้นดำ (<i>black</i>)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการพิจารณาผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลไว้เป็นสองตอน คือ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบของคะแนนในการรับรู้ตัวอักษรสีขาว โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของระดับชั้น เรียนและสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบเดียวของคะแนนในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1

1. วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบของคะแนนในการรับรู้ โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของระดับชั้น เรียน และสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร

การทดสอบความแตกต่างขององค์ประกอบ A และองค์ประกอบ B ที่ส่งผลต่อการรับรู้ตัวอักษรสีขาว และปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ A กับองค์ประกอบ B โดยนำคะแนนการสอบครั้งหลัง (Posttest) มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบ (Two-way Analysis of Covariance) และใช้คะแนนการสอบครั้งแรก เป็นตัวปรับแก้ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยแบบสององค์ประกอบของคะแนนในการรับรู้ตัวอักษร
 สีสาว โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของสีที่เรียนและสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร

Source of Variation	SS	df	MS	F
A ระดับชั้นเรียน	217.589	3	72.46	14.492*
B สีที่เป็นพื้นหลัง	41.778	3	13.93	2.786*
A × B	65.790	9	7.31	1.462
Error	555.214	111	5.00	
Total	880.171	126		

*มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 $F_{.05(3, 111)} = 2.68$

จากตาราง 1 แสดงว่านักเรียนรับรู้ตัวอักษรสีขาวยบนพื้นสีทั้งสี่สี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 2.786$) และนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นเรียนที่ต่างกัน การรับรู้ตัวอักษรสีขาวยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 14.492$)

2. เปรียบเทียบพหุคูณของค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว

2.1 เปรียบเทียบพหุคูณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษรสีขาวยเป็นรายคู่

เพื่อให้เห็นชัดว่าสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษรสีขาวยพื้นใดจะส่งผลต่อการรับรู้ตัวอักษรสีขาวยได้ดีมาน้อยต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มตัวอย่างที่ดูสไลด์ตัวอักษรสีขาวยบนพื้นสีน้ำเงิน เขียว แดง และพื้นดำ มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ว่าคู่ใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้วิธี *T-Method* ของ ดูกกี (*Tukey*) ปรากฏผลดังแสดงใน ตาราง 2

ตาราง 2 การ เปรียบ เทียบพหุคูณค่า เฉลี่ยที่ปรับแล้วของสี่ที่ เป็นพื้นหลังของตัวอักษรสีขาว เป็น รายคู่

ค่าสถิติ	ผลต่างระหว่างค่า เฉลี่ย ที่ปรับแล้ว	ผลต่างระหว่างค่า เฉลี่ย $\sqrt{MS_E/n}$
$\bar{B}'_b = 26.55$	$\bar{B}'_b - \bar{B}'_g = -0.35$	0.8860759
$\bar{B}'_g = 26.90$	$\bar{B}'_b - \bar{B}'_r = -1.51$	3.8227848*
$\bar{B}'_r = 28.06$	$\bar{B}'_b - \bar{B}'_{bk} = -0.96$	2.4303797
$\bar{B}'_{bk} = 27.51$	$\bar{B}'_g - \bar{B}'_r = -1.16$	2.9367088
$MS_E = 5.00$	$\bar{B}'_g - \bar{B}'_{bk} = -0.61$	1.5443037
$n = 32$	$\bar{B}'_r - \bar{B}'_{bk} = 0.55$	1.3924050

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 $q_{.05(4, 124)} = 3.685$

จากตาราง 2 แสดงว่าค่า เฉลี่ยของคะแนนในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพียงคู่เดียว คือ พื้นสีแดงแตกต่างจากพื้น สีน้ำเงิน สำหรับคู่อื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นั่นคือ ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีแดงก่อให้เกิดการรับรู้ได้ง่ายกว่าตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน สำหรับตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงินกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีเขียว ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงินกับ ตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ ตัวอักษรสีขาวบนพื้นเขียวกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีแดง ตัวอักษรสีขาวบนพื้น สีเขียวกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ และตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีแดงกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ ก่อให้เกิด ความยากง่ายในการรับรู้ที่แตกต่างกัน

2.2 เปรียบเทียบพหุคูณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของระดับชั้นเรียนสี่ระดับ เป็นรายคู่

เพื่อต้องการทราบว่าระดับชั้นเรียนใดเป็นเหตุให้คะแนนการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนทั้งพื้นสีและพื้นดำแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มตัวอย่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ประถมศึกษาปีที่ 2 ประถมศึกษาปีที่ 3 และประถมศึกษาปีที่ 4 มาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ ว่าคู่ใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิธี *T-Method* ของ ตุ๊กกี (Tukey) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบพหุคูณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของระดับชั้นเรียนสี่ระดับ เป็นรายคู่

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ที่ปรับแล้ว	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย $\sqrt{MS_E/\bar{n}}$	
$\bar{A}_1 - \bar{A}_2 = -2.87$	7.2658227*	
$\bar{A}_1 - \bar{A}_3 = -4.31$	10.9113920*	
$\bar{A}_1 - \bar{A}_4 = -3.82$	6.6708860*	
$\bar{A}_2 - \bar{A}_3 = -1.44$	1.6455696	$\sqrt{MS_E/\bar{n}} = 0.395$
$\bar{A}_2 - \bar{A}_4 = -0.95$	2.4050632	
$\bar{A}_3 - \bar{A}_4 = 0.49$	1.2405063	$t_{.05(4, 124)} = 3.685$

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวของนักเรียนที่มีระดับชั้นเรียนต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมดสามคู่ คือ นักเรียนชั้น ป.2, ป.3 และ ป.4 แตกต่างจากนักเรียนชั้น ป.1 สำหรับนักเรียนชั้น ป.2, ป.3 และ ป.4 ไม่แตกต่างกัน

นั่นคือ นักเรียนชั้น ป.2, ป.3 และ ป.4 สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวได้ดีกว่านักเรียนชั้น ป.1 สำหรับนักเรียนชั้น ป.2, ป.3 และ ป.4 สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวได้ทัดเทียมกัน

ตอนที่ 2

วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบ เดียวของคะแนนในการรับรู้สีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ

ทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ โดยนำคะแนนการสอบครั้งหลัง (Posttest) มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบ เดียว (One-way Analysis of Covariance) โดยใช้คะแนนการสอบครั้งแรก (Pretest) เป็นตัวปรับแก้ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบ เดียวของคะแนนในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ

Source of Variation	SS	df	MS	F
Treatment	4.977	1	7.107	0.7002954
Error	888.390	125	4.977	
Total	893.367	126		

$$F_{.05(1, 125)} = 3.92$$

จากตาราง 4 แสดงว่านักเรียนที่รับรู้ตัวอักษร สีขาวบนพื้นสีกับนักเรียนที่รับรู้ตัวอักษร สีขาวบนพื้นดำไม่แตกต่างกัน

นั่นคือ ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีหรือตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ ก่อให้เกิดการรับรู้ได้ทัดเทียมกัน

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย คือ

1. เพื่อศึกษาความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาว บนพื้นสีน้ำเงิน สีเขียว สีแดง และ สีดำ ในสถานการณ์การฉาย
2. เพื่อศึกษาความสามารถของนักเรียนต่างระดับชั้น เรียนในการรับรู้ตัวอักษรสีขาว บนทั้งพื้นสีและพื้นดำในสถานการณ์การฉาย
3. เพื่อศึกษาความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาว บนพื้นสีกับพื้นดำ ในสถานการณ์การฉาย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2524 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 128 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และกลุ่มตัวอย่างทุกคนต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. เป็นนักเรียนที่มีสายตาปกติด้วยการทดสอบสายตา
2. เป็นนักเรียนที่มีสายตาปกติด้วยการทดสอบตาบอดสี
3. นักเรียนทุกคนสามารถอ่านอักษรไทยได้ครบทุกตัว

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นสไลด์ขนาด 2" x 2" ภาพตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีต่าง ๆ สีสี่ ถ่ายทำมาจากกระดาษค้นฉบับสีน้ำเงิน No.154 สีเขียว

No.151 สีแดง No.159 และสีดำ No.165 ผลิตโดยบริษัท Daichowa Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น สำหรับตัวอักษรสีขาว เป็นตัวอักษรลอก (Letter Press) แบบขนาด 2 ของบริษัทสยามวาสาเซดส์ ซึ่งสืบทอดมาจากแบบตัวอักษรที่มีความละเอียดสูง จากการศึกษาของ สุรสิทธิ์ นิ่งถิ่น (สุรสิทธิ์ นิ่งถิ่น 2523 : 60) เป็นสไลด์ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสี สีละ 30 แผ่น จำนวน 120 แผ่น และสไลด์ตัวอักษรสีดำบนพื้นขาว จำนวน 30 แผ่น รวม 150 แผ่น พร้อมกระดาษคำตอบอันประกอบด้วยรายการพยางค์ตอบ 30 ข้อ 20 แบบ จำนวน 256 แผ่น เพื่อใช้หาคะแนนตัวแปรที่เป็นเกณฑ์ (Criterion Score) และคะแนนตัวแปรร่วม (Covariate Score)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือดังกล่าวพร้อมด้วยอุปกรณ์การฉายครบถ้วนไปทำการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง แล้วเก็บข้อมูลของแต่ละคน แต่ละพื้นสี และแต่ละชั้น เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการจัดกระทำข้อมูลทางสถิติที่ได้จากการทดลอง ดำเนินการดังนี้

1. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน กล่าวคือ

2.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบ (Two-way Analysis of Covariance) ของคะแนนการรับรู้โดยพิจารณาตามองค์ประกอบระดับชั้นเรียน และสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร

2.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบเดียว (One-way Analysis of Covariance) ของคะแนนการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ

2.3 เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) ตามวิธี T-Method ของ ตุ๊กกี (Tukey)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตัวอักษรสีขาว เมื่ออยู่บนพื้นสีที่ต่างกัน ย่อมก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพื้นสีแดงก่อให้เกิดการรับรู้ง่ายกว่าพื้นสีน้ำเงิน ($\bar{B}'_r = 28.06$ และ $\bar{B}'_b = 26.55$) ส่วนตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีอื่นๆ พบว่า ก่อให้เกิดการรับรู้ได้ไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นเรียนต่างกัน สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนทั้งพื้นสีและพื้นคำได้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่า นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวได้ดีกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 นั้น สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวได้ไม่แตกต่างกัน ($\bar{A}'_1 = 24.50$, $\bar{A}'_2 = 27.37$, $\bar{A}'_3 = 28.81$ และ $\bar{A}'_4 = 28.32$)

3. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นคำ พบว่า ก่อให้เกิดการรับรู้ได้ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายสำคัญที่จะศึกษาความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน สีเขียว สีแดง และพื้นคำ ในสถานการณ์การฉาย เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองแล้วพบว่า

1. ตัวอักษรสีขาว เมื่ออยู่บนพื้นสีที่แตกต่างกันย่อมก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ซึ่งหมายถึงว่า สีที่เป็นพื้นหลัง (Background) มีอิทธิพลต่อความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษร สอดคล้องกับคำกล่าวของ ทิงเกอร์ (Tinker, 1969 : 128) ที่ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสีของตัวอักษรกับสีพื้นหลัง เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความยากง่ายในการอ่าน องค์ประกอบที่มีความสำคัญ

อันดับแรกก็คือ ความสว่าง (Brightness) และความตัดกัน (Contrast) ของสีระหว่างตัวอักษร กับพื้นหลังอันมีอิทธิพลต่อการรับรู้ตัวอักษร

เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (Adjusted Means) ของคะแนนในการรับรู้ตัวอักษร สีขาวบนพื้นหลังสีต่าง ๆ พบว่าค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วเรียงลำดับสีของพื้นหลังจากมากไปหาน้อย เป็นดังนี้ สีแดง สีดำ สีเขียว และสีน้ำเงิน ($\bar{B}'_r = 28.06$, $\bar{B}'_{bk} = 27.51$, $\bar{B}'_g = 26.90$ และ $\bar{B}'_b = 26.55$ ตามลำดับ) ในขั้นนี้จะเห็นได้ว่า พื้นสีแดงทำให้รับรู้ตัวอักษรสีขาวได้ดีที่สุด รองลงมา คือ สีดำ สีเขียว และสีน้ำเงิน ทั้งนี้อาจเป็น เพราะการวิจัยครั้งนี้กระทำกับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 อันเป็นวัยเด็ก ซึ่งเป็นวัยที่ชอบสีแดงหรือสีอุ่น (Warm Color) เป็น อันดับแรก ตามคำกล่าวของ เบอร์เร็น (Birren. 1956 : 109 - 110) ที่ว่า การตอบสนองต่อสีจะเกี่ยวข้องกับความรู้สึกและอารมณ์ โดยทั่วไปการตอบสนองต่อสีอุ่นจะเป็นอันดับแรก และสีแดง เป็นสิ่งเร้าที่ก่อให้เกิดผลทางจิตวิทยาได้ดีกว่าสีเขียวและสีน้ำเงิน

จากนั้น เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว เป็นรายคู่พบว่า ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีแดง ก่อให้เกิดการรับรู้แตกต่างจากตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพียงคู่เดียว สำหรับการเปรียบเทียบอิทธิพลของสีพื้นคู่อื่นนั้นไม่แตกต่างกัน นั่นคือ พื้นหลังสีแดงของตัวอักษรสีขาวมีอิทธิพลก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้ได้ดีกว่าพื้นสีน้ำเงิน สำหรับอิทธิพลของสีพื้นคู่อื่นนั้น ก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้ได้ทัดเทียมกัน ทั้งนี้อาจเป็น เพราะการทดลองครั้งนี้ กระทำในสถานการณ์การฉายโดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างห่างจากจอเพียงหก เมตร ซึ่ง แฟล็ค และ ชิคค์ (Fleming. 1969 : 32 citing Plack and Shick) กล่าวว่า มีหลักฐานแน่ชัดว่า สีแดงก่อให้เกิดการรับรู้ได้ดีในระยะใกล้ และสีน้ำเงินก่อให้เกิดการรับรู้ได้ดีในระยะไกล

เป็นที่น่าสังเกตว่า พื้นหลังสีแดงของตัวอักษรสีขาวมีอิทธิพลก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้ได้ดีกว่าพื้นสีน้ำเงิน แต่ก่อให้เกิดการรับรู้ได้ทัดเทียมกับพื้นสีเขียวและพื้นดำ ทั้ง ๆ ที่พื้นสีน้ำเงิน ก่อให้เกิดการรับรู้ได้ทัดเทียมกับพื้นสีเขียวและพื้นดำ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็น เพราะสีแดงกับสีน้ำเงิน มีความยาวคลื่นแตกต่างกันมาก แต่สีเขียวกับสีแดงและสีเขียวกับสีน้ำเงินมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน ไม่มากนัก กล่าวคือ สีแดงมีความยาวคลื่นประมาณ 650 มิลลิไมครอน สีเขียวมีความยาวคลื่นประมาณ

510 มิลลิเมตร และสีน้ำเงินมีความยาวคลื่นประมาณ 480 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของ จำเียร ช่วงโชติ และคนอื่น ๆ (จำเียร ช่วงโชติ และคนอื่น ๆ 2523 : 154) ที่ว่า สีที่เกิดจากช่วงคลื่นยาวย่อมทำให้คนเราเกิดความใส่ใจได้ดีกว่าสีที่มีช่วงคลื่นสั้น สีแดงมีค่าความใส่ใจสูงกว่าสีเขียว สีเขียวกับสีน้ำเงินมีค่าความใส่ใจเท่า ๆ กัน

2. นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นเรียนต่างกันสามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนทั้งพื้นสีและพื้นดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 14.492$) สอดคล้องตามสมมติฐานข้อ 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (*Adjusted Means*) เป็นรายคู่พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวได้ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสิ่งเร้าที่เสนอต่อกลุ่มตัวอย่างนั้นมิได้เป็น เนื้อหาวิชา แต่เป็นสิ่งเร้าที่มีเงื่อนไขให้ตอบสนองโดยพลัน ซึ่งได้จากความจำระยะสั้น (*Short-Term Memory*) เท่านั้น (ชัยพร วิชชาวุธ 2520 : 48 - 49)

แต่เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวได้แตกต่างจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\bar{A}_1 = 24.50$, $\bar{A}_2 = 27.37$, $\bar{A}_3 = 28.61$ และ $\bar{A}_4 = 28.32$) อาจเป็นเพราะนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 มีประสบการณ์และมีความคุ้นเคยกับตัวอักษรมากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จึงทำให้สามารถรับรู้ตัวอักษรได้ดีกว่า

3. ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้ได้ไม่แตกต่างกัน นั่นคือ อิทธิพลของพื้นสีกับพื้นดำของตัวอักษรสีขาว ก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้ได้หักเหกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากตัวอักษรสีขาวเมื่ออยู่บนพื้นสีนั้น ทำให้สิ่งเร้านั้นน่าสนใจ แต่ตัวอักษรสีขาวเมื่ออยู่บนพื้นดำนั้นทำให้มีความตึงเครียด (*Contrast*) สูง ซึ่งเหตุทั้งสองต่างก็มีอิทธิพลต่อความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรตามค่ากล่าวของ เทอร์นบูล และ เบรด (Turnbull and Baird. 1968 : 275) ที่ว่า การใช้สีในการออกแบบสารจะทำให้เกิดความน่าสนใจ ทำให้มีความอ่านง่าย ได้เรื่องราว และ ทิงเกอร์ (Tinker. 1969 : 128) กล่าวไว้ว่า ความสว่างและความตึงเครียดระหว่างตัวอักษรกับพื้นหลังมีอิทธิพลต่อการรับรู้ตัวอักษรนั้น โดยทั่วไปคู่สีที่มีความตึงเครียดสูงจะทำให้เกิดการรับรู้ได้ง่าย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการออกแบบสารเพื่อการเรียนการสอน เมื่อจำเป็นต้องใช้ตัวอักษรและสีเป็นสื่อ ในสถานการณ์การฉาย ควรพิจารณาถึงคู่สีที่เป็นตัวอักษรและพื้นหลัง และความตัดกัน (Contrast) ระหว่างคู่สีนั้น อันก่อให้เกิดความน่าสนใจและความยากง่ายในการรับรู้ สำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 เมื่อจะใช้ตัวอักษรสีขาวควรใช้คู่กับพื้นหลังที่เป็นสีจืด (Worm Color) และมีความตัดกัน (Contrast) สูง เช่น สีแดง ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า เป็นคู่สีที่ก่อให้เกิดความอ่านง่ายสูง

2. สำหรับการเลือกใช้ระหว่างตัวอักษรสีขาวบนพื้นสี กับตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าก่อให้เกิดการรับรู้ได้ทัดเทียมกัน ถ้าพิจารณาในแง่เศรษฐกิจและความสะดวกของการผลิต สื่อในสถานการณ์การฉาย ตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำสามารถผลิตได้ง่ายและถูกกว่า

3. การวิจัยครั้งนี้กระทำกับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 เท่านั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้มีการศึกษาถึงความยากง่ายของตัวอักษรสีขาวบนพื้นสี กับนักเรียนในระดับชั้นเรียนอื่น ๆ และในสื่ออย่างอื่น เช่น แผนภูมิ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการศึกษาว่าแตกต่างกันอย่างไรหรือไม่

4. การวิจัยครั้งนี้ใช้สิ่งเร้าที่เป็นตัวอักษรสีขาวเท่านั้น ควรจะได้ทำการศึกษาถึงความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีดำบนพื้นสีต่าง ๆ หรือ เปรียบเทียบกับตัวอักษรสีขาวว่าแตกต่างกันอย่างไรหรือไม่

5. การวิจัยครั้งนี้ควบคุมให้กลุ่มตัวอย่างห่างจากจอในระยะทางเท่ากันทุกกลุ่ม ควรจะมีการศึกษาถึงความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรบนพื้นสีในระยะทางต่าง ๆ กัน เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการศึกษาว่าแตกต่างกันอย่างไรหรือไม่

6. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาถึงความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีต่าง ๆ เฉพาะในสถานการณ์การฉาย (*Projection Situation*) เท่านั้น จึงควรมีการศึกษาเรื่อง เช่นนี้ในสถานการณ์อื่นที่ไม่ใช่การฉายบ้าง เพื่อเปรียบเทียบผลว่าจะแตกต่างกันหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ก่อ สวัสดิพิพาณิชย์ การสอนอ่านในชั้นประถม โรงพิมพ์ศาสนา กรมการศาสนา 2505,
199 หน้า
- กำธร สติรกุล ประวัติหนังสือและการพิมพ์ โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2523, 396 หน้า
- คุณธัม วสิน เกษม การทดสอบความอ่านง่าย-ยากของตัวพิมพ์ไทยแบบและขนาดต่าง ๆ
วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2514, 105 หน้า อัดสำเนา
- จำเนียร ช่างโชติ และคนอื่น ๆ จิตวิทยาการรับรู้และเรียนรู้ โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง
2523, 267 หน้า
- จำลอง สุวรรณรัตน์ พัฒนาการของเด็กไทยด้านการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างส่วนรวมและ
ส่วนย่อย วิทยานิพนธ์ กศ.บ. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2512, 39 หน้า
อัดสำเนา
- ชม ภูมิภาค หลักการโฆษณา 2513, 162 หน้า อัดสำเนา
- ชัยพร วิชชาวุธ จิตวิทยาการรู้ลึก โรงพิมพ์ศรีธรรมสาร 2518, 144 หน้า
- _____ ความจำมนุษย์ โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 2520, 198 หน้า
- โชค คันศิริ การศึกษาพัฒนาการของเด็กนักเรียนในโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัด
พระนครศรี ในด้านการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่าง วิทยานิพนธ์ กศ.บ. วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 59 หน้า อัดสำเนา
- เชาว เลิศ เลิศชโลพาร ขนาดตัวอักษรไทยที่ใช้เป็นอุปกรณ์การสอนสำหรับชั้นประถมศึกษา
วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2514, 83 หน้า อัดสำเนา
- ดวง เดือน ศาสตรภัทร์ การศึกษาเปรียบเทียบเด็กไทยเชื้อชาติไทย กับ เด็กไทยเชื้อชาติจีน
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการอ่าน การรับรู้ทางสายตา และแบบการคิดให้
เหตุผลตามหลักการอนุรักษ์ของ เปีย เจตน์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 5 วิทยานิพนธ์ กศ.บ.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2515, 162 หน้า อัดสำเนา
- ธีรศักดิ์ อัครบวร ขนาดและแบบตัวพิมพ์ไทยที่เหมาะสมกับแบบเรียนระดับมัธยมศึกษา
วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2514, 84 หน้า อัดสำเนา

บันลือ พฤกษ์วัน อุปเทศการสอนภาษาไทยระดับประถมศึกษา แนวบูรณาการทางการสอน

โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช 2522, 205 หน้า

ประเทิน มหาจันทร์ การสอนอ่านเบื้องต้น 2523, 326 หน้า อัดสำเนา

ประมวญ ดิฉินสัน จิตวิทยาการศึกษาของเด็ก เอกสารนิเทศการศึกษาอันดับที่ 85 หน่วย

ศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ โรงพิมพ์คุรุสภา 2503, 114 หน้า

ประยูร จรรย์วาทย์ เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่องหนังสือสำหรับเด็ก แผนกประถมศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, 164 หน้า อัดสำเนา

เปรี๊ญ ภูมิท "เทคนิคในการประดิษฐ์อักษรสำหรับอุปกรณ์การสอน" วารสารอุปกรณ์การศึกษา

หน้า 67 - 74 กันยายน - ตุลาคม 2505

พวงน้อย ศรีตลานนท์ การศึกษาผลการฝึกความพร้อมทางการอ่านในด้านการรับรู้ ความแตกต่าง

ทางสายตา โดยใช้สไลด์ในระดับอนุบาล ปริญญาพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2515, 84 หน้า อัดสำเนา

วรณี แย้มประทุม การศึกษาเปรียบเทียบผลทางการเรียนรู้ของการใช้อักษรสีน้ำเงิน อักษร

สีเขียว อักษรสีดำนบนพื้นสีขาวกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปริญญาพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัย

วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 176 หน้า อัดสำเนา

วิชัย ภูโยธิน ผลของคำต่างสีที่มีต่อการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษาตอนต้น วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2514, 96 หน้า อัดสำเนา

ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมสามัญศึกษา รายงานการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถใน

การอ่านและการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 และ 2 2523, 99 หน้า

ศศิธร ชันติธรากร พัฒนาการของความสามารถในการฟังและความสามารถในการอ่านของ

นักเรียนในระดับประถมศึกษา ปริญญาพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2520, 71 หน้า อัดสำเนา

- ศุภชัย ต้นศิริ การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดรวบยอดของ เด็กในเมืองและ เด็กในชนบท
ในด้านการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่าง ปริญญาพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 97 หน้า อัดสำเนา
- สมศักดิ์ เขียมทะวงษ์ การทำสไลด์และฟิล์มสตริป ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน 2520, 92 หน้า อัดสำเนา
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง ขนาดและแบบตัวพิมพ์ที่เหมาะสมสำหรับแบบเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย
 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, อัดสำเนา
- สุรสิทธิ์ ฉิ่งถิ่น การวิเคราะห์ความยากง่ายของตัวอักษรไทย 10 รูปแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 ปริญญาพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 64 หน้า อัดสำเนา
- อนันต์ ศรีไลภา สถิติเบื้องต้น ไทยวัฒนาพานิช 2521, 306 หน้า
- Birren, Faber. New Horizon in Color. Reinhold, New York, Publishing
 Corporation, 1956. 200 p.
- Dale, Edgar. Audio-Visual Method in Teaching. Dryden Press, New York,
 1957. 534 p.
- Feldmann, Shirly Cleark. "Visual Perception of Children and Their
 Relation to Reading," Dissertation Abstracts. 22 : 1084 - 1085,
 1961.
- Fleming, L. Malcolm and Levie, W. Howard. Instructional Message Design.
 2nd. ed., Educational Technology Publications, 1979. 126 p.
- Haber, Norman Ralph and Hershenson, Mourice. The Psychology of Visual
 Perception. Rinehart and Winston, Inc., 1973. 398 p.
- Hackman, R.B. and M.A. Tinker. "Effect of Variation in Color of Print
 and Background Upon Eye Movement in Reading," in American Journal
 of Optometry and Archives of American Academy of Optometry.
 34 : 354 - 359, July, 1957.
- Kemp, Jerold E. Planning and Producing Audiovisual Materials. Thomas
 Y. Crowell, New York, 1968. 251 p.

- Luckiesh, M. "Light and Color in Advertising and Merchandising," Electrical Advertising. New York, D. Van Nostrand Co., p. 246 - 251, 1923.
- McKittrick, James Lee, Ed.D. "Viewer Preferred Contrast Ratio for Projected Negative," Dissertation Abstracts. 27 : 4795-A, February, 1976.
- Phillips, Russell Melvin, Ed. D. "The Interacting Effect of Letter Style, Letter Stroke-Width and Letter Size on the Legibility of Projected High Contrast Lettering," Dissertation Abstracts. 37 : 4796-A, February, 1977.
- Preston, K., H.P. Schwankl and M.A. Tinker. "The Effect of Variations in Color of Print and Background on Legibility," Journal of General Psychology. 6 : 459 - 461, April, 1932.
- Snowberg, Richard Lee. "Bases for the Selection of Background Colors for Transparencies," AV Communication Review. 21 : 191 - 207, Summer, 1973.
- Sumner, F.C. "Influence of Color on Legibility of Copy," Journal of Applied Psychology. 16 : 201 - 204, April, 1932.
- Tinker, Miles A. Legibility of Print. 3rd ed., Iowa, Iowa State University Press, 1969. 329 p.
- Tinker, M.A. and D.G. Paterson. "Study of Typographical Factors Influencing Speed of Reading : VII Variations in Color of Print and Background," Journal of Applied Psychology. 15 : 471 - 479, October 1931.
- _____. "Eye Movements in Reading Black Print on White Background and Red Print on Dark Green Background," American Journal of Psychology. 57 : 93 - 94, January 1944.
- Turnbull, Arthur T. and Russell N. Baird. The Graphics of Communication 2nd ed., Holt Rinehart and Winston, Inc., 1968. 402 p.
- Vernon, M.D. The Psychology of Perception. Great Britain, C. Nicholls and Company, Ltd., 1962. 264 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คำอธิบายวิธีการปฏิบัติในการทดสอบก่อน (Pretest)

คำอธิบายวิธีการปฏิบัติในการทดสอบหลัง (Posttest)

ตัวอย่างสไลด์อย่างค์เรา

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำอธิบายวิธีการปฏิบัติสำหรับการทดสอบก่อน (Pretest)

ภาพ	เวลา ในการ เสนอ	คำบรรยายจากเครื่องบันทึกเสียง
		(เมื่อนักเรียนนั่งประจำที่เรียบร้อยแล้ว พูดกับนักเรียน ดังนี้ "นักเรียนทุกคน หันหน้ามาทางครู ตั้งใจฟังคำสั่ง จากเครื่องบันทึกเสียง และทำตามคำสั่ง") สวัสดีนักเรียนทุกคน วันนี้ครูมีสิ่งใหม่ ๆ มาให้หนู หนู ต้องนั่งนิ่ง ๆ และตั้งใจฟังข้อตกลงให้ดีนะ ... ครูได้ วางดินสอไว้นบนโต๊ะของหนูทุกคนแล้ว เอาละ ที่นี้ครูจะ แจกกระดาษซึ่งมีค่าต่าง ๆ ให้หนูคนละหนึ่งแผ่น หนูอย่า เพิ่ง เปิดดูนะ ...
	เว้นช่วง เทป ไว้ 20 วินาที	
		... เก่งมาก ปิดไว้ก่อน ... ทุกคนตั้งใจฟังให้ดีนะ ... เดี๋ยวครูจะฉายค่าต่าง ๆ ให้หนูดูทีละค่า หนูต้องตั้งใจ ดูที่จอให้ดี จำค่าที่หนูเห็นให้ได้ เมื่อหนูดูเสร็จแล้ว ครู จะบอกให้ลงมือทำ ให้หนูใช้ดินสอกากบาทกับค่าที่หนูจำ ได้ ลงในกระดาษที่ครูแจกให้ สมมติว่าค่าที่สามถูก หนู ก็กากบาทลงไปยังอย่างนี้ ...

ภาพ	เวลา ในการเสนอ	คำบรรยายจาก เครื่องบันทึกเสียง
	เว้นช่วง เทป ไว้ 5 วินาที	(ครู เขียน เครื่องหมายกากบาททับคำที่สามในตัวอย่าง บนกระดานดำ)
		กระดาษที่ครูแจกให้ มี 30 ข้อ แต่ละข้อจะมีคำที่ถูก เพียงคำเดียวเท่านั้น หนูต้องกาให้ตรงข้อด้วยนะ ... เมื่อครูฉายครูจะคอยบอกให้ว่าเป็นข้อที่เท่าไร จำไว้นะ ... หนูต้องกาให้ตรงข้อ ที่นี่ถ้าหนูกากบาทลงไปแล้ว แต่หนูคิดว่าผิด ไม่ต้อง ลบออกนะ ให้ขีดเส้นทับลงไป แล้วกาใหม่ทับคำที่หนู คิดว่าถูก ... อย่างนี้
	เว้นช่วง เทป ไว้ 10 วินาที	(ครู เขียนให้ดูในตัวอย่างบนกระดานดำ ดังนี้ คจ ฉง จจ งล)
		จำไว้ให้ดีนะคนเก่ง ... ถ้าดินสอของใครหักให้ยกมือ ขึ้น ครูจะเปลี่ยนให้ใหม่ ... ใครเข้าใจดีแล้วยกมือขึ้น
	เว้นช่วง เทป ไว้ 5 วินาที	...
		ดีมาก ... เก่งมากทุกคน ... จำไว้นะคนเก่ง ข้อตกลงของเรามีดังนี้

ภาพ	เวลา ในการเล่น	คำบรรยายจากเครื่องบันทึกเสียง
		หนึ่ง หนูต้องตั้งใจดูให้ดี ... จำคำที่หนูเห็นให้ได้ สอง เมื่อหนูเห็นแล้วครูจะบอกให้ลงมือทำ หนูต้อง กากบาททับคำที่หนูจำได้ กาเพียงคำเดียว เท่านั้น กาให้ตรงข้อด้วยนะ ... ครูจะคอยบอกให้ว่าถึง ข้อไหนแล้ว ... หนูทุกคนเป็น เด็กดี ... เด็กดี ต้องไม่ดูของเพื่อน ... จำไว้นะ สาม ถ้าหนูกากบาทลงไปแล้ว คิดว่าผิด ... อยากกาใหม่ ไม่ต้องลบนะ ให้ขีดเส้นทับลงไป แล้วกาใหม่ทับคำ ที่หนูคิดว่าถูก สี่ ถ้าดินสอใครหักให้ยกมือขึ้น ครูจะ เปลี่ยนให้ใหม่ หนูเข้าใจดีแล้วใช่ไหม ... ครูมีคำอยู่ 30 คำ จะฉาย ให้หนูดูทีละคำ ทีละคำ จำไว้นะหนูต้องกาให้ตรงข้อ หนึ่งคำเท่านั้น เอาละ ... ครูจะเริ่มแล้วนะ ทุกคนหันมาดูให้ดี ให้ดี ...
สไลด์พยางค์เรา ลำดับที่ 1	2 วินาที	ข้อหนึ่ง ... ลงมือทำ

ภาพ	เวลาที่ใช้ ในการ เสนอ	คำอธิบายจาก เครื่องบันทึก เสียง
สไลด์ค้น	15 วินาที	
สไลด์พยางค์เรา ลำดับที่ 2	2 วินาที	ข้อสอง ... ลงมือทำ
สไลด์ค้น	15 วินาที	
...	...	...
...	...	...
...	...	...
สไลด์พยางค์เรา ลำดับที่ 30	2 วินาที	ข้อสามสิบ ... ลงมือทำ
สไลด์ค้น	15 วินาที	หมด เวลา
สวัสดี		ทุกคนวางดินสอ ... ดีมาก ... เก่งมากทุกคน ... ครูขอบใจมากที่หนูให้ความร่วมมือ เป็นอย่างดี ... สวัสดีจ๊ะ

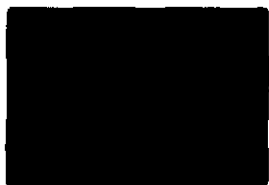
คำอธิบายวิธีการปฏิบัติสำหรับการทดสอบหลัง (Posttest)

ภาพ	เวลาที่ใช้ในการเสนอ	คำบรรยายจาก เครื่องบันทึกเสียง
		(เมื่อนักเรียนนั่งประจำที่เรียบร้อยแล้ว พูดกับนักเรียน ดังนี้ “นักเรียนทุกคนหันมาหาครู ตั้งใจฟังคำสั่งจาก เครื่องบันทึกเสียง และทำตามคำสั่ง”) สวัสดีนักเรียนทุกคน ... พบกันอีกแล้วนะ วันนี้ครูนำคำพูดใหม่มาให้หนูอีก ... คำพูดใหม่นี้สวยกว่าที่เราดูกันเมื่อวันก่อน เพราะมีสีด้วย ... เดี่ยวครูจะฉายให้ดู แล้วหนูก็กากบาทลงในกระดาษทับคำที่เหมือนกับคำที่หนูเห็น และจำได้ ... ให้ถูกข้อ เพียงข้อละหนึ่งคำ เท่านั้น ก็เหมือนกับที่หนูเคยทำมาแล้ว เมื่อวันก่อน ... ทุกคนคงจำได้นะ ข้อตกลงก็เหมือนกับวันก่อนนั่นแหละ ... คือ หนูต้องจำไว้ว่า ... หนึ่ง หนูต้องตั้งใจดูที่จอให้ดี จำคำที่หนูเห็นให้ได้ สอง เมื่อหนูเห็นแล้ว ครูจะบอกให้ลงมือทำ ... หนูต้องกากบาททับคำที่หนูจำได้ กาเพียงคำเดียว เท่านั้น กาให้ตรงข้อด้วยนะ ครูจะคอยบอกให้ว่าถึงข้อไหนแล้ว ... หนูทุกคนเป็นเด็กดี ... เด็กดีต้องไม่ดูของเพื่อน ... จำไว้นะ สาม ถ้าหนูกากบาทลงไปแล้ว ... คิดว่าผิด ... อยากจะกาใหม่ ไม่ต้องลบนะ ให้ขีดเส้นทับลงไป แล้วกาใหม่ที่หนูคิดว่าถูก

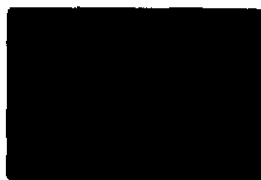
ภาพ	เวลาที่ใช้ ในการ เสนอ	คำบรรยายจาก เครื่องบันทึกเสียง
		สี่ ถ้าดินสอไหนหัก ให้ยกมือขึ้น ครูจะได้เปลี่ยนให้ใหม่ หนูเข้าใจดีแล้วใช่ไหม ... ใครเข้าใจแล้วยกมือขึ้น ... เก่งมาก ... จำไว้นะหนูต้องกาให้ตรงข้อข้อละหนึ่งคำเท่านั้น ... เอาละ ... ครูจะเริ่มแล้วนะ ทุกคนหันมาดูที่จอ
สไลด์พยางค์เรา ลำดับที่ 1	2 วินาที	ข้อหนึ่ง ... ลงมือทำ
สไลด์ค้น	15 วินาที	
สไลด์พยางค์เรา ลำดับที่ 2	2 วินาที	ข้อสอง ... ลงมือทำ
สไลด์ค้น	15 วินาที	

ภาพ	เวลาที่ใช้ ในการเสนอ	คำอธิบายจาก เครื่องบันทึก เสียง
...	...	...
...	...	...
...	...	...
สไลด์พยางค์เรา ลำดับที่ 30	2 วินาที	ข้อสามสิบ ... ลงมือทำ
สไลด์ค้น	15 วินาที	หมดเวลา
สวัสดี		ทุกคนวางดินสอ ... ดีมาก ... เก่งมากทุกคน ... ครูขอบใจมากที่หนูให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ... สวัสดีค่ะ

ตัวอย่างสไลด์พยางค์เจ้า



SEAL EDGE WITH WARM IRON



DO NOT TOUCH FILM

ตัวอย่างแบบทดสอบ

ชื่อ

ชั้น ป.4

ส PRE

1.	ดธ	วธ	จธ	ฉธ	16.	อพ	วพ	ฮพ	อพ
2.	พญ	พรุ	บธ	ผฐ	17.	นจ	บล	มฉ	ชล
3.	ถฐ	กรฐ	ถญ	ถธ	18.	ผท	พท	ปท	พก
4.	ฉค	ธค	จค	จต	19.	มล	บค	มค	นค
5.	ตถ	ทมก	ธม	ตภ	20.	ฎป	พญ	ภพ	ฎพ
6.	ธม	วธ	ธม	ถธ	21.	คช	คช	ดช	คช
7.	งฐ	งธ	จพ	งพ	22.	คณ	ณค	คณ	ลณ
8.	พค	ยม	ณม	บณ	23.	ฎม	ฎณ	ภณ	ตฎ
9.	จพ	ฉพ	จพ	ฉพ	24.	ชช	ชช	ธบ	ชบ
10.	ถป	ณบ	ณช	ญป	25.	ฉณ	ธม	ธณ	ธณ
11.	ผช	ปป	ผช	ปช	26.	นผ	บพ	มผ	ปพ
12.	กต	ทณ	ทค	ทต	27.	ฉถ	อต	ฮต	ฮก
13.	ชณ	ชณ	ชถ	บณ	28.	ชล	ชธ	นธ	ชล
14.	ผผ	บพ	พผ	พพ	29.	ณฉ	ณจ	มฉ	ณฉ
15.	จต	ฉต	ฉต	ลต	30.	บภ	พท	ปท	มก

ชื่อ

ชั้น ป. ๓

ส. น้ำเงิน

1.	ฝข	ปป	ฝช	ปข	16.	งฐ	งช	จพ	งฬ
2.	ผผ	บพ	ฟผ	พพ	17.	ธฒ	วฒ	ธษ	ถธ
3.	ชล	ชช	นธ	ชล	18.	ตถ	ฒก	ธฒ	ตภ
4.	คข	คช	ดข	คช	19.	อพ	วพ	ฮพ	อฬ
5.	ฉถ	อถ	ฮต	ฮภ	20.	อฒ	ฮม	ฮฒ	ฮณ
6.	ฎม	ฎฒ	ภฒ	ตฎ	21.	ฉค	คค	จค	จต
7.	ฎป	ฟฎ	ภฟ	ฎฟ	22.	จต	ฉต	ฉต	ลต
8.	ชช	ชช	ตบ	ชบ	23.	ถป	ณบ	ฒช	ญป
9.	กต	ทฒ	ทค	ทต	24.	จพ	ฉพ	จพ	ฉพ
10.	ถฐ	กฐ	ถฎ	ถธ	25.	ณฉ	ฉจ	มล	ณล
11.	ลธ	วธ	จธ	ฉธ	26.	คฒ	ฒค	คฒ	ลฒ
12.	มล	บค	มค	นค	27.	ฟฎ	ฟฐ	บธ	ผฐ
13.	บภ	พท	บช	มก	28.	นผ	บพ	มผ	ปพ
14.	ผท	พท	ปท	ฟก	29.	ชณ	ชฒ	ชถ	บณ
15.	พค	ขม	ผณ	บณ	30.	นจ	บล	มฉ	ชล

ชื่อ.....

ชั้น ป.๓

ส. เขียว

1. มล บค ~~มค~~ นค
2. ~~ขณ~~ ขณ ขณ ~~ขณ~~ บณ
3. ~~ฉค~~ ฉค ~~จค~~ จค
4. ~~ตค~~ ตค ตค ตค
5. ~~งค~~ งค ~~จค~~ จค
6. คข ~~คข~~ คข คข
7. ถป ถป ถป ถป
8. ฉณ ฉณ ~~ฉณ~~ ฉณ
9. จต จต ~~จต~~ จต
10. ~~ธณ~~ ธณ ธณ ธณ
11. อพ วพ ~~อพ~~ อพ
12. บก พท ~~บท~~ มก
13. ณณ ณณ ~~ณณ~~ ณณ
14. ~~ชช~~ ชช ~~ชช~~ ชช
15. พญ ~~พญ~~ ~~พญ~~ พญ

16. นจ บล มณ ชล
17. ฎม ~~ฎม~~ ฎม ฎม
18. ฎป พฎ ฎป ฎป
19. ~~คณ~~ คณ คณ คณ
20. ~~ชล~~ ชล ~~ชล~~ ชล
21. พค ยม ~~ยม~~ บณ
22. ~~ฉค~~ ฉค ~~ฉค~~ ฉค
23. ฉท พท ~~พท~~ พท
24. ~~ฉณ~~ ฉณ ~~ฉณ~~ ฉณ
25. ~~ฉช~~ ฉช ~~ฉช~~ ฉช
26. จพ ~~จพ~~ จพ จพ
27. นณ ~~นณ~~ นณ นณ
28. กต ทณ ~~ทณ~~ ทณ
29. ~~ฉณ~~ ฉณ ~~ฉณ~~ ฉณ
30. ~~ฉณ~~ ฉณ ~~ฉณ~~ ฉณ

ชื่อ

ชั้น ป.1

สี แดง

1.	อณ	อน	อน	อน	16.	พณ	พณ	บณ	ณ
2.	ดณ	ณ	ณ	ณ	17.	นจ	บจ	มจ	ขจ
3.	งจ	งจ	จ	ง	18.	กต	ทณ	ทค	ทต
4.	ลธ	วธ	จธ	ณ	19.	ณ	บ	พ	พ
5.	ณ	พ	ป	พ	20.	ณ	อ	อ	อ
6.	ณ	ว	ณ	ณ	21.	ม	บ	ม	น
7.	ค	ค	ค	ค	22.	ณ	ค	จ	จ
8.	ข	ณ	ข	บ	23.	น	บ	ม	ป
9.	ณ	ณ	ณ	ณ	24.	พ	ม	ณ	บ
10.	อ	ว	อ	อ	25.	ณ	ณ	ณ	ณ
11.	ค	ณ	ค	ณ	26.	จ	ณ	ณ	ณ
12.	ณ	ป	ณ	ป	27.	ช	ช	ณ	ช
13.	ณ	ณ	ม	ณ	28.	ช	ช	ณ	ช
14.	ณ	พ	ณ	ณ	29.	บ	พ	บ	ม
15.	ณ	ณ	ณ	ณ	30.	จ	ณ	จ	ณ

ชื่อ

ชั้น ป.๒

ส.ดำ

1. / ฎป ฟฎ ภพ ฎพ

2. / ฌต อต ฮต ฮภ

3. / ฎม ฎฌ ภฌ ตฎ

4. / บภ พท บท มภ

5. / ฌข ปบ ฌข ปข

6. / ฌฐ กฐ ฌฎ ฌธ

7. / ฌจ บล มฌ ขล

8. / ฌฌ สม สฌ สฌ

9. / ฌฬ บฬ ฬฬ ฬฬ

10. / ฌษ ขษ ฌบ ขบ

11. / ฌณ ฌณ ฌถ บณ

12. / ฌล ฌล ฌธ ฌล

13. / ฌต ฌต ฌต ฌต

14. / ฌฬ บฬ มฬ ปฬ

15. / ฌธ ฌธ ฌธ ฌธ

16. / คข คข คข คข

17. / คฌ ฌค คฌ คฌ

18. / กต ทฌ ทค ทต

19. / พค ยม ฌฌ บณ

20. / ฌฐ ฌฐ จพ ฌฬ

21. / ฌฌ ฌฌ ฌฌ ฌธ

22. / ฌถ ฌภ ฌฌ ฌภ

23. / ฌฬ ฌฬ ฌฬ ฌฬ

24. / ฌฬ ฬฬ ปฬ ฬภ

25. / ฌล บค ฌล ฌล

26. / ฌณ ฌจ ฌล ฌล

27. / ฌฬ ฌฬ ฌฬ ฌฬ

28. / ฌป ฌบ ฌข ฌป

29. / ฌค ฌค ฌค ฌค

30. / ฌฎ ฌฎ บธ ฌฐ

ภาคผนวก ข

การคำนวณข้อมูลทางสถิติ

สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบ (Two-way Analysis of Covariance)

(อนันต์ ศรีโสภณ 2521 : 315 - 316)

I	$(1x) = G_x^2/npq$	$(1xy) = G_x G_y/npq$	$(1y) = G_y^2/npq$
	$(2x) = \Sigma X^2$	$(2xy) = \Sigma XY$	$(2y) = \Sigma Y^2$
	$(3x) = (\Sigma A_x^2)/nq$	$(3xy) = (\Sigma A_x A_y)/nq$	$(3y) = (\Sigma A_y^2)/nq$
	$(4x) = (\Sigma B_x^2)/np$	$(4xy) = (\Sigma B_x B_y)/np$	$(4y) = (\Sigma B_y^2)/np$
	$(5x) = (\Sigma AB_x^2)/n$	$(5xy) = (\Sigma AB_x AB_y)/n$	$(5y) = (\Sigma AB_y^2)/n$

II	$A_{xx} = (3x) - (1x)$	$A_{xy} = (3xy) - (1xy)$	$A_{yy} = (3y) - (1y)$
	$B_{xx} = (4x) - (1x)$	$B_{xy} = (4xy) - (1xy)$	$B_{yy} = (4y) - (1y)$
	$AB_{xx} = (5x) - (3x)$	$AB_{xy} = (5xy) - (3xy)$	$AB_{yy} = (5y) - (3y)$
	$- (4x) + (1x)$	$- (4xy) + (1xy)$	$- (4y) + (1y)$
	$E_{xx} = (2x) - (5x)$	$E_{xy} = (2xy) - (5xy)$	$E_{yy} = (2y) - (5y)$

$$E'_{yy} = E_{yy} - (E_{xy}^2/E_{xx})$$

III

$$E'_{yy} = E_{yy} - (E_{xy}^2 / E_{xx})$$

$$(A + E)'_{yy} = (A_{yy} + E_{yy}) - \frac{(A_{xy} + E_{xy})^2}{A_{xx} + E_{xx}}$$

$$A'_{yy} = (A + E)_{yy} - E_{yy}$$

$$(B + E)'_{yy} = (B_{yy} + E_{yy}) - \frac{(B_{xy} + E_{xy})^2}{B_{xx} + E_{xx}}$$

$$B'_{yy} = (B + E)_{yy} - E_{yy}$$

$$(AB + E)'_{yy} = (AB_{yy} + E_{yy}) - \frac{(AB_{xy} + E_{xy})^2}{AB_{xx} + E_{xx}}$$

$$AB'_{yy} = (AB + E)_{yy} - E_{yy}$$

Source of Variation	SS	df	MS	F
A ระดับชั้นเรียน	A'_{yy}	$p - 1$	MS'_a	$\frac{MS'_a}{MS_{error}}$
B ลีที่ เป็นพื้นหลัง	B'_{yy}	$q - 1$	MS'_b	$\frac{MS'_b}{MS_{error}}$
A B	AB'_{yy}	$(p - 1)(q - 1)$	MS'_{ab}	$\frac{MS'_{ab}}{MS_{error}}$
Error	E'_{yy}	$pq(n - 1) - 1$	MS'_{error}	
รวม			-	-

การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบ (Two Way ANCOVA) ของคะแนนการรับรู้

ตัวอักษรสีขาว โดยพิจารณาตามองค์ประกอบของชั้นเรียนและสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร

ระดับชั้น (A)	พื้นสี (B)	BLUE		GREEN		RED		BLACK		TOTAL	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
ประถม	$\Sigma ()$	170	164	185	187	174	200	168	193	697	744
ศึกษา	$\Sigma ()^2$	3694	3510	4309	4471	3942	5196	3824	4809	15769	17986
ปีที่ 1	ΣXY	3509		4320		4461		4176		16466	
ประถม	$\Sigma ()$	220	218	218	219	212	226	209	223	859	886
ศึกษา	$\Sigma ()^2$	6074	5964	6028	6019	5644	6394	5473	6243	23219	24620
ปีที่ 2	ΣXY	5993		5992		5997		5828		23810	
ประถม	$\Sigma ()$	230	239	213	233	217	235	218	231	878	938
ศึกษา	$\Sigma ()^2$	6620	7041	5765	6791	5947	6907	5964	6679	24296	27418
ปีที่ 3	ΣXY	6871		6214		6371		6302		25758	
ประถม	$\Sigma ()$	224	234	218	224	208	232	221	230	871	920
ศึกษา	$\Sigma ()^2$	6280	6852	5970	6300	5436	6736	6145	6622	23831	26510
ปีที่ 4	ΣXY	6548		6111		6024		6371		25054	
TOTAL	$\Sigma ()$	844	855	834	863	811	893	816	877	3305	3488
	Σ	22668	23367	22072	23581	20969	25233	21406	24353	87115	96534

$$n = 8, \quad p = 4, \quad q = 4$$

(I)

$(1x) = 85336.132$	$(1xy) = 90061.250$	$(1y) = 95048$
$(2x) = 87115$	$(2xy) = 91088$	$(2y) = 96534$
$(3x) = 86037.968$	$(3xy) = 90766.437$	$(3y) = 95774.25$
$(4x) = 85358.406$	$(4xy) = 90038.031$	$(4y) = 95074.125$
$(5x) = 86107.625$	$(5xy) = 90775.750$	$(5y) = 95882$

(II)

$A_{xx} = 701.826$	$A_{xy} = 705.187$	$A_{yy} = 726.25$
$B_{xx} = 22.274$	$B_{xy} = -23.219$	$B_{yy} = 26.125$
$AB_{xx} = 47.383$	$AB_{xy} = 32.407$	$AB_{yy} = 81.625$
$E_{xx} = 1007.375$	$E_{xy} = 312.25$	$E_{yy} = 652$

(III)

$$E'_{yy} = 555.214$$

$(A + E)'_{yy} = 772.6033$	$A'_{yy} = 217.3893$
$(B + E)'_{yy} = 596.992$	$B'_{yy} = 41.778$
$AB + E)'_{yy} = 621.0035$	$AB'_{yy} = 65.7895$

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (Adjusted Criterion Mean)

สูตร $\bar{A}'_y = \bar{A}_y - b(\bar{A}_{xj} - \bar{E}_x)$

เมื่อ $b = \frac{E_{xy}}{E_{xx}} = \frac{312.25}{1007.375} = 0.39006 = 0.31$

FACTOR A ระดับชั้นเรียน

	ป.1	ป.2	ป.3	ป.4	ค่าเฉลี่ย
$\bar{A}_{xj}$	21.78	26.84	27.44	27.22	$\bar{G}_x = \frac{3305}{128} = 25.82$
$\bar{A}_{xj} - \bar{G}_x$	4.04	1.02	1.62	1.40	
$\bar{A}_{yj}$	23.25	27.69	29.31	28.75	$\bar{G}_y = \frac{3488}{128} = 27.25$
$\bar{A}'_y = \bar{A}_{yj} - .31(\bar{A}_{xj} - \bar{G}_x)$	24.50	27.37	28.81	28.31	27.25

FACTOR B สีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร

	BLUE	GREEN	RED	BLACK	ค่าเฉลี่ย
$\bar{B}_{xj}$	27.38	26.06	25.34	25.50	$\bar{G}_x = \frac{3305}{128} = 25.82$
$\bar{B}_{xj} - \bar{G}_x$	0.56	0.24	-0.48	-0.32	
$\bar{B}_{yj}$	26.72	26.97	27.91	27.41	$\bar{G}_y = \frac{3488}{128} = 27.25$
$\bar{B}'_y = \bar{B}_{yj} - .31(\bar{B}_{xj} - \bar{G}_x)$	26.55	26.90	28.06	27.51	27.25

การ เปรียบ เทียบพหุคูณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของระดับชั้น เรียนที่ระดับ เป็นรายคู่

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ที่ปรับแล้ว	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย $\sqrt{MS_E/h}$	
$\bar{A}'_1 - \bar{A}'_2 = - 2.87$	7.2658227*	
$\bar{A}'_1 - \bar{A}'_3 = - 4.31$	10.9113920*	
$\bar{A}'_1 - \bar{A}'_4 = - 3.82$	9.6708860*	
$\bar{A}'_2 - \bar{A}'_3 = - 1.44$	3.6455696	$\sqrt{MS_E/h} = 0.395$
$\bar{A}'_2 - \bar{A}'_4 = - 0.95$	2.4050632	
$\bar{A}'_3 - \bar{A}'_4 = 0.49$	1.2405063	

การ เปรียบ เทียบพหุคูณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษรสีขาว เป็นรายคู่

ค่าสถิติ	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ที่ปรับแล้ว	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย $\sqrt{MS_E/h}$
$\bar{B}'_b = 26.55$	$\bar{B}'_b - \bar{B}'_g = - 0.35$	0.8860759
$\bar{B}'_g = 26.90$	$\bar{B}'_b - \bar{B}'_r = - 1.51$	3.8227848*
$\bar{B}'_r = 28.06$	$\bar{B}'_b - \bar{B}'_{bk} = - 0.96$	2.4303797
$\bar{B}'_{bk} = 27.51$	$\bar{B}'_g - \bar{B}'_r = - 1.16$	2.9367088
$MS_E = 5.00$	$\bar{B}'_g - \bar{B}'_{bk} = - 0.61$	1.5443037
$n = 32$	$\bar{B}'_r - \bar{B}'_{bk} = 0.55$	1.3924050

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$$q_{.05(4, 124)} = 3.685$$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบเดียว (One Way ANCOVA) ของคะแนนการรับรู้

ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับพื้นดำ

	พื้นสี n = 96		พื้นดำ n = 32		TOTAL	
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X	Y
$\Sigma () T$	2489	2611	816	877	3305	3488
$(2x_j) \Sigma ()^2$	65709	72181	21406	24353	87115	96534
ΣXY	68411		22677		91088	
	xx		xy		yy	
$I (3x_j)$	$\frac{T_{x_1}^2}{n_1} = 64532.51$		$\frac{T_{x_1} T_{y_1}}{n_1} = 67695.614$		$\frac{T_{y_1}^2}{n_1} = 71013.76$	
	$\frac{T_{x_2}^2}{n_2} = 20808.00$		$\frac{T_{x_2} T_{y_2}}{n_2} = 22363.5$		$\frac{T_{y_2}^2}{n_2} = 24035.281$	
$II (2x_j) - (3x_j)$	$E_{xx_1} = 1176.49$		$E_{xy_1} = 715.386$		$E_{yy_1} = 1167.24$	
	$E_{xx_2} = 598.00$		$E_{xy_2} = 313.5$		$E_{yy_2} = 317.719$	
$\frac{G_x^2}{k_n}$	$(1x) = 85336.132$		$(1xy) = 90061.25$		$(1y) = 95048.00$	
$\Sigma (2x_j)$	$(2x) = 87115.00$		$(2xy) = 91088.00$		$(2y) = 96534.00$	
$(\Sigma T_{x_j}^2)/n$	$(3x) = 85340.51$		$(3xy) = 90059.114$		$(3y) = 95049.041$	

	xx	xy	yy
(2) - (1)	$S_{xx} = 1778.868$	$S_{xy} = 1026.75$	$S_{yy} = 1486.00$
(2) - (3)	$E_{xx} = 1774.49$	$E_{xy} = 1028.886$	$E_{yy} = 1484.959$
(3) - (1)	$T_{xx} = 5.478$	$T_{xy} = -2.136$	$T_{yy} = 1.041$

$$S'_{yy} = S_{yy} - (S_{xy}^2 / S_{xx}) = 1486 - \frac{(1026.75)^2}{1778.868} = 1486 - 592.633 = 893.367$$

$$E'_{yy} = E_{yy} - (E_{xy}^2 / E_{xx}) = 1484.969 - \frac{(1028.886)^2}{1774.49} \\ = 1484.959 - 596.569 = 888.390$$

$$T_{yy}R = S'_{yy} - E'_{yy} = 893.367 - 888.390 = 4.977$$

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

Source of Variation	SS	df	MS	F
Total	$S_{yy} = 893.367$	$(\sum n_j) - 2 = 128 - 2 = 126$		
Error	$E_{yy} = 888.390$	$\{\sum (n_j - 1)\} - 1 = 125$	7.10712	
Treatment	$T_{yy}R = 5.977$	$k - 1 = 2 - 1 = 1$	4.977	0.7002838

$$F_{.05}(1, 125) = 3.92$$

การวิเคราะห์ความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีดำ ๆ

บทคัดย่อ

ของ

สมควร วรสันต์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2525

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวในสถานการณ์การฉาย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 โดยเปรียบเทียบความยากง่ายตามตัวแปรสีที่เป็นพื้นหลังของตัวอักษร และความแตกต่างในการรับรู้ระหว่างระดับชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 128 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้เป็นภาพสไลด์ตัวอักษรซึ่งสร้างโดยผู้วิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสององค์ประกอบ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบองค์ประกอบเดียว และเปรียบเทียบพหุคูณ ด้วยวิธี *T-Method* ของ *Tukey*

ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวอักษรสีขาวเมื่ออยู่บนพื้นสีที่แตกต่างกันย่อมก่อให้เกิดความยากง่ายในการรับรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีแดงก่อให้เกิดการรับรู้ได้ดีกว่าตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความยากง่ายในการรับรู้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอักษรบนพื้นสีคู่อื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นเรียนต่างกัน สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนทั้งพื้นสีและพื้นคำได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือพบว่า นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 สามารถรับรู้ตัวอักษรได้ดีกว่านักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4 สามารถรับรู้ตัวอักษรสีขาวได้ไม่แตกต่างกัน

3. ความยากง่ายในการรับรู้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีกับตัวอักษรสีขาวบนพื้นคำ ไม่แตกต่างกัน

*AN ANALYSIS OF LEGIBILITY OF WHITE LETTERS
ON DIFFERENT BACKGROUND COLORS*

AN ABSTRACT

BY

SOMKUAN VORASAN

*Presented in partial fulfillment of requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University*

April 1982

The purposes of this study were to investigate legibility of white letters on different color backgrounds and black background used in projection situation for Pratom 1 - 4 students, and the differences in the legibility among class levels.

The sample of 128 students was obtained by means of Simple Random Sampling. The instruments used in the study were color slides with Thai letters on different color backgrounds and black background as produced by the investigator. Data then were analyzed by means of Two-way Analysis of Covariance, One-way Analysis of Covariance and T-Method by Tukey.

The findings were as follows:

1. Different color backgrounds and black background statistically affected the differences in legibility of white letters at a .05 level of significance. It also revealed that white letters on a red background were significantly more legible than white letters on a blue one, while other combinations were equally legible.

2. The legibility of white letters on all color backgrounds and black background among different class levels was significantly different at a .05 level of significance.

The legibility of the white letters as shown by Pratom 2, 3, and 4 students was significantly higher than that of Pratom 1 students, while there were no differences in this matter among Pratom 2, 3, and 4 students.

3. There was no significant difference between the legibility of white letters on color backgrounds and black background.