

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือการสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนา บทเรียนและ โปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ ที่จะช่วยในการเรียนรู้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยจำลองมาจากการทดลองจริงๆ โดยผู้วิจัยเรียกตัวแบบที่สร้างขึ้นนี้ว่า "ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ (A Model for Virtualization Science Laboratory Game for Kids on World Wide Web)" หรือ เรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (Kids' Virtual Lab Model)" โดยในการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลนั้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) ของ Ernest Adams and Andrew Rollings (2007: 322) มาเป็นต้นแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ที่เน้นการออกแบบส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้เพื่อประกอบกันเป็นบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้

จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก โดยอาศัยแนวทางในการออกแบบจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล ซึ่งขอเรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab)" โดยใช้เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย เพื่อประเมินคุณภาพของคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โดยตั้งเกณฑ์ไว้ว่าคุณภาพทั้งสองด้านจะต้องอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีขึ้นไป จากนั้นผู้วิจัยได้นำคิตส์เวอร์ชวลแล็บไปทดลองใช้สอนในกลุ่มเป้าหมาย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อผู้เรียนก่อนและหลังเรียน รวมถึงศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โดยมีสมมุติฐานการวิจัย คือ คิตส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บ หลังเรียน แตกต่างจากก่อนเรียน อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บ อยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจมาก หรือค่าคะแนนที่ 3.5 ขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 5

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และโรงเรียนบ้านลำพญา โดยได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 77 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านลำพญา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 9 คน รวมทั้งสิ้น 86 คน เพื่อมาเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งคือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก โดยได้ใช้แบบแผนการทดลองในรูปแบบ One-Group Pretest-Posttest Design โดยเริ่มจากให้กลุ่มทดลองทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จากนั้นทำการทดลอง โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการเรียนด้วยคิส์เวอร์ชวลแล็บ แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) อีกครั้ง จากนั้นทดสอบด้วย t-test เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองเดียวกัน ก่อนเรียนและหลังเรียน นอกจากนี้หลังจากจบการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน ผู้วิจัยยังได้ให้กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) และแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บและประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บอีกด้วย

ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยขอแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนและเกมสัการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Adobe® Flash® Professional CS5 เป็นหลักในการพัฒนาภาพกราฟิกแบบต่างๆ และใช้ภาษา ActionScript 3 เป็นภาษาหลักในการควบคุมการทำงานและอัลกอริทึมต่างๆของโปรแกรม ร่วมกับใช้โปรแกรม Adobe® Photoshop® CS5 ในการตัดต่อภาพ และใช้โปรแกรม Adobe® Audition® CS5 ในการตัดต่อเสียงประกอบและเสียงพากย์ ส่วนที่สองคือเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Adobe® DreamWeaver® CS5 ร่วมกับภาษา XHTML, PHP และ JavaScript สำหรับการพัฒนา โดยใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูลของระบบ และใช้ Apache Web Server สำหรับการทดสอบการทำงานของโปรแกรม

หลังจากได้ผลการศึกษาออกมาแล้ว ผู้วิจัยขอสรุปผลการวิจัย รวมถึงอภิปรายผลการวิจัย และนำเสนอปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะต่าง ดังหัวข้อต่อไปนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย
- 5.4 ข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล ได้ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก ซึ่งมีส่วนประกอบหลายส่วน คือ ผู้เรียน (Learner) ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) บทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Virtual Lab Game) เครื่องประมวลผลเกม (Game Engine) แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ระบบรางวัล (Rewards System) ระบบช่วยเหลือ (Help System) ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor) และ ข้อมูลบทเรียน (Lesson Data) และจากการนำคิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนี้ไปใช้สำหรับออกแบบคิดส์เวอร์ชวลแล็บ ได้บทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อเรื่องชีวิตพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 10 บทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ หลังจากได้นำคิดส์เวอร์ชวลแล็บไปทำการทดลองให้กลุ่มตัวอย่างเรียน สามารถสรุปผลการวิจัยออกมาดังนี้

#### 5.1.1 สมรรถนะของระบบ

ผู้วิจัยได้วัดสมรรถนะของระบบ โดยการจับเวลาตั้งแต่เครื่องไคลเอนต์ส่งคำสั่งร้องขอจนกระทั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ส่งข้อมูลกลับมาครบถ้วนและแสดงผลสมบูรณ์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า หากเป็นการเชื่อมต่อไปยังเครื่องตนเอง (Local Host) หรือเชื่อมต่อโดยมีการแคชข้อมูลไว้ จะได้สมรรถนะในเกณฑ์ดีมาก หากเป็นการเชื่อมต่อโดยระบบ ADSL ของผู้ใช้งานบ้าน ไม่ว่าจะผ่าน LAN หรือ WLAN ก็ตาม รวมถึงการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต และการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย จากภายนอกสถานที่ (Public WIFI) จะได้สมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี

#### 5.1.2 การประเมินคุณภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินคุณภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บโดยผู้เชี่ยวชาญนั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากแบบสอบถามโดยได้แบ่งคุณภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บเป็นสองด้าน โดยด้านแรกคือคุณภาพด้านเนื้อหา ซึ่งได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 4 ท่านได้ตรวจสอบและประเมินผลและได้ผลคะแนนเฉลี่ย 4.50 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งสามารถสรุปผลได้ว่าคิดส์เวอร์ชวลแล็บมีคุณภาพ

ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนอีกด้านคือคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย ซึ่งได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียจำนวน 3 ท่านได้ตรวจสอบและประเมินผลและได้ผลคะแนนเฉลี่ย 4.45 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งสามารถสรุปผลได้ว่าคิวดส์เวอร์ชวลแล็บมีคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับคุณภาพดี

### 5.1.3 ประสิทธิภาพของคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ

ในการหาประสิทธิภาพของคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 โดย E1 ได้จากคะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของการเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ของบทเรียนแต่ละชุด โดยได้ค่าเฉลี่ยจากทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้เป็น 80.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80 และ E2 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของการเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้ค่าเป็น 81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80 เช่นกัน ดังนั้นคิวดส์เวอร์ชวลแล็บที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.43/81.63 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าคิวดส์เวอร์ชวลแล็บมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

### 5.1.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยคิวดส์เวอร์ชวลแล็บสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีโอกาสผิดพลาดร้อยละ 1 ( $\alpha = 0.01$ ,  $p\text{-value} = 0.000$ ) เมื่อพิจารณาผลคะแนนจากแบบทดสอบพบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 24.49 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 19.84 และเมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 3.38 ซึ่งน้อยกว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 3.94 แสดงว่าหลังเรียน คะแนนของแบบทดสอบมีความแปรปรวนลดลง

### 5.1.5 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ

จากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ ซึ่งมีทั้งหมด 8 หัวข้อ ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.41 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.93 โดยสูงกว่าเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ตั้งไว้ที่ 3.5 คะแนนขึ้นไป สรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อคิวดส์เวอร์ชวลแล็บอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล สามารถนำมาใช้เป็นตัวแบบสำหรับการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บได้เป็นอย่างดี

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

คิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนั้นได้มาจากการประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม โดยปรับให้เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการพัฒนาเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ ซึ่งมีประโยชน์ต่อทั้ง นักพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักออกแบบเกมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมถึงนักวิจัยท่านอื่นๆ ที่สามารถนำความรู้ในส่วนนี้ไปทำการต่อยอดขึ้นมาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆหรือเป็นตัวแบบอื่นๆในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

ส่วนของสมรรถนะของระบบนั้น โดยรวมถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากใช้เวลาในการดาวน์โหลดข้อมูลไม่นานนัก แม้ว่าจะเป็นหน้าเกมการทดลองเสมือนจริงที่ต้องใช้แบนด์วิธสูงกว่าหน้าเว็บเพจปกติก็ตาม เพราะการเชื่อมต่อที่ช้าที่สุดอย่าง Public WIFI ก็ยังใช้เวลาไม่เกิน 5 วินาที ซึ่งถือว่าสามารถยอมรับได้ โดยเฉพาะถ้าเป็นการเชื่อมต่อครั้งต่อๆมา ระบบจะใช้ไฟล์จากแคชแทน ซึ่งจะทำให้สมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก เนื่องจากใช้เวลาไม่เกิน 1 วินาทีในการรอ เพราะเป็นการอ่านไฟล์จากเครื่องของผู้ใช้เอง นอกจากนี้การที่การดาวน์โหลดเกมใช้เวลาไม่นานนั้นก็เกิดการบีบอัดไฟล์ของตัวเกมทั้งหมด เพื่อให้ไฟล์ที่ต้องถูกส่งผ่านเครือข่ายมีขนาดเล็กที่สุด อีกทั้งผู้วิจัยยังได้แยกเสียงเพลงและเสียงพากย์ออกมาจากตัวเกม ซึ่งเสียงเพลงและเสียงพากย์จะถูกดาวน์โหลดเฉพาะ เมื่อจำเป็นต้องใช้เท่านั้น จึงทำให้ในตอนเริ่มต้น สามารถเริ่มเกมได้เร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาดาวน์โหลดเสียงต่างๆที่ยังไม่จำเป็นต้องใช้มาด้วยนั่นเอง

ในส่วนของคิดส์เวอร์ชวลแล็บนั้น สามารถนำมาใช้งานกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามกลุ่มตัวอย่างได้เป็นอย่างดี ดังผลการทดลองที่ออกมา โดยมีประสิทธิภาพเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 อยู่ที่ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 มีจุดสังเกตที่ค่า E1 นั้นมีค่าที่ได้ต่ำกว่าค่า E2 ซึ่งในทางทฤษฎีนั้น E1 ควรจะสูงกว่า E2 เนื่องจาก E1 นั้นเป็นคะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนที่เก็บภายหลังจากการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนเสร็จสิ้นทันที ซึ่งผู้เรียนมักจะยังไม่ลืมเนื้อหาจึงทำให้มักได้คะแนนสูงกว่า E2 ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนที่เก็บภายหลังจากเรียนทุกหน่วยการเรียนแล้ว แต่ผลการวิจัยที่ได้มานั้นกลับได้ค่า E1 สูงกว่าค่า E2 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ว่าน่าจะเกิดจากการที่ผู้วิจัยได้รับการจัดสรรเวลาในการทำวิจัยน้อยจนเกินไป ซึ่งเกิดจากการที่ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีตารางเวลาที่ค่อนข้างเคร่งครัดและการจัดสรรเวลาว่างทำได้ค่อนข้างยาก ทำให้ผู้เรียนได้เรียนกับคิดส์เวอร์ชวลแล็บเป็นเวลาน้อยจนเกินไป ทำให้ค่า E1 ออกมาไม่สูงมาก ส่วนประเด็นที่ค่า E2 สูงกว่านั้นอาจจะเกิดจากการที่ผู้วิจัยได้ให้ URL แก่ผู้เรียน ภายหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บค่า E1 เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานคิดส์เวอร์ชวลแล็บนอกเวลาได้ ดังนั้นจึงทำให้ค่า E2 ซึ่งเก็บภายหลังนั้นมีค่าสูงขึ้นได้ อีกประเด็นอาจเกิดเนื่องจากเมื่อผู้เรียนได้ใช้งานคิดส์เวอร์ชวลแล็บ

แล้วเกิดการจุดประกาย ให้ใครรู้ และใครสงสัยในเรื่องที่เรียนผ่านมา จึงทำการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม รวมถึงสอบถามผู้ปกครองเพื่อให้อธิบายเพิ่มเติมได้

ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ จะสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ไม่มาก แต่อย่างไรก็ดีสามารถสรุปได้ว่าคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถนำมาใช้เพื่อการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ( $\alpha = 0.01$ , p-value = 0.000) โดยการใช้สถิติ t-test ชนิด Paired t-test (Dependent t-test for paired samples) ในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนั้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ในส่วนของความพึงพอใจของผู้เรียนต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้น พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งเมื่อดูเป็นรายหัวข้อจะพบว่าหัวข้อที่ว่าเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีความสนุกสนาน น่าสนใจนั้นเป็นหัวข้อที่ได้คะแนนมากที่สุด (คะแนน 4.70 เต็ม 5 คะแนน) เนื่องจากผู้เรียนเป็นเด็กดังนั้นสื่อการเรียนการสอนที่เป็นเกมจึงได้รับการตอบรับที่ดีเยี่ยม ส่วนหัวข้อที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือหัวข้อเสียงพากย์และเสียงประกอบ ชัดเจน เหมาะสม ซึ่งได้คะแนนเพียง 3.83 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุดคือ 1.36 ซึ่งผู้วิจัยทราบว่าปัญหานี้เกิดจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในห้องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิจัยบางส่วนไม่เหมาะสม เนื่องจากพบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องอยู่ในลักษณะตั้งวางชิดกัน มีลำโพงอยู่ในเครื่องซึ่งมีเสียงเบามากและรบกวนเครื่องข้างๆ ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ยินเสียงหรือได้ยินไม่ชัดเจน และเมื่อผู้วิจัยได้ย้อนกลับไปดูแยกเป็นรายโรงเรียนพบว่า โรงเรียนอีกแห่งซึ่งภายในห้องคอมพิวเตอร์มีอุปกรณ์หูฟังครบถ้วนนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยในส่วนของเสียง อยู่ที่ 5.00 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเต็ม ดังนั้นสรุปได้ว่าปัญหาเรื่องเสียงนั้นเกิดจากปัญหาทางด้านอุปกรณ์มากกว่าทางด้านโปรแกรม

ในส่วนของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดียนั้นพบว่าได้ผลสอดคล้องกับผลการวิจัยอื่นๆ คือ คุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก และคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับคุณภาพดี รวมถึงผู้เชี่ยวชาญหลายๆท่านได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาคิส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลและคิส์เวอร์ชวลแล็บในหลากหลายมุมมอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำคำแนะนำเหล่านั้นมาเพิ่มเติมและปรับปรุงเพื่อให้คิส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลและคิส์เวอร์ชวลแล็บที่ได้สร้างขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดีที่สุด

### 5.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย

#### 5.3.1 ปัญหาทางด้านเทคนิค

5.3.1.1 ปัญหาเรื่องโปรแกรม ในกรณีที่ผู้เรียนใช้โปรแกรมอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ (Internet Browser) บางตัวที่เป็นเวอร์ชันเก่า ที่ไม่สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม Adobe® Flash® Player® รุ่นใหม่ๆ ได้สมบูรณ์ อาจทำให้การทำงานของคิตส์เวอร์ชวลแล็บเกิดปัญหาได้ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการให้ผู้เรียนทำการติดตั้งโปรแกรมอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์รุ่นล่าสุด ร่วมกับโปรแกรม Adobe® Flash® Player รุ่นล่าสุดลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อน

5.3.1.2 ปัญหาด้านการสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยถ้าระบบอินเทอร์เน็ตมีความเร็วช้าจนเกินไป อาจทำให้ตอนที่โปรแกรมทำการเล่นเสียงพากย์ของตัวละคร มีความล่าช้า (Delay) ได้ เนื่องจากข้อมูลจะถูกส่งมาแบบสตรีมเสียง (Stream Audio) ตามเวลาจริง (Real-time) เฉพาะเสียงที่ต้องการเล่นเท่านั้น ซึ่งการออกแบบระบบเช่นนี้มีข้อดีตรงที่ เวลาที่ใช้ในการรอรับข้อมูล (Download) โปรแกรมในครั้งแรกจะใช้เวลาน้อย เนื่องจากไม่ต้องโหลดเสียงพากย์มาด้วย ทำให้ไม่สิ้นเปลืองแบนด์วิธ แต่อาจเกิดปัญหาถ้าความเร็วของอินเทอร์เน็ตช้าหรือไม่นิ่งได้ ซึ่งวิธีแก้ไขคืออาจปรับให้ข้อมูลเสียงพากย์อยู่รวมกับไฟล์โปรแกรม ซึ่งอาจทำให้การรับข้อมูลในครั้งแรกช้าสักหน่อย แต่เมื่อได้ข้อมูลครบแล้ว เมื่อต้องการเล่นเสียงพากย์จะสามารถทำการเล่นได้ทันที โดยไม่ต้องรอรับข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตอีก

#### 5.3.2 ปัญหาทางด้านสภาพแวดล้อม

5.3.2.1 ปัญหาเรื่องเวลาเรียนที่น้อย เนื่องจากในบางโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการวิจัยนั้น มีตารางเวลาที่ค่อนข้างเคร่งครัดและนักเรียนไม่ค่อยมีชั่วโมงเรียนที่ว่าง ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในส่วนของชั่วโมงโฮมรูม ซึ่งมีเวลาเพียง 30 นาที เท่านั้น และกว่าที่ผู้เรียนจะเดินทางไปถึงห้องคอมพิวเตอร์ ก็ใช้เวลาพอสมควร จึงเหลือเวลาในการเรียนด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บไม่มากนัก ทำให้คะแนนจากแบบทดสอบออกมาไม่ดีเท่าที่ควร

5.3.2.2 ปัญหาเรื่องระบบคอมพิวเตอร์ เนื่องจากห้องคอมพิวเตอร์ของบางโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการทดลอง มีเครื่องมือที่ไม่ครบถ้วน เช่น ขาดหูฟัง ทำให้ต้องเปิดเสียงจากลำโพงภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งมีเสียงที่ไม่ดังมาก และยังรบกวนผู้เรียนคนอื่นที่อยู่ข้างๆ อีกด้วย ทำให้ในบางครั้งผู้เรียนไม่ได้ยินเสียงหรือได้ยินเสียงไม่ชัด ส่งผลให้อาจพลาดส่วนของบทเรียนในบางเรื่องที่สำคัญไป และในบางเครื่อง ผู้วิจัยได้พบว่า มีโปรแกรมที่ทำหน้าที่จับหน้าจอของผู้เรียนที่เปิดทิ้งไว้ให้ทำงานตลอดเวลา ซึ่งส่งผลให้คิตส์เวอร์ชวลแล็บทำให้ได้ช้าลง วิธีแก้ไขคือปิดโปรแกรมจับหน้าจอที่มีปัญหาทิ้งไปก่อน

### 5.3.3 ปัญหาทางด้านตัวผู้เรียน

5.3.3.1 ปัญหาที่ผู้เรียนบางคนเล่นและคุยกัน เนื่องจากผู้เรียนสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้เป็นเด็กที่ยังอายุไม่มากนัก (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2) ดังนั้นจึงมีความสนใจเป็นธรรมดา ผู้เรียนจะเล่นกันหยอกกัน และคุยกันเกือบตลอดเวลา ซึ่งบางครั้งอาจรบกวนผู้เรียนคนอื่น หรืออาจทำให้ไม่ได้รับฟังสิ่งที่ผู้วิจัยได้ชี้แจงไป ทำให้ทำไม่เป็น หรือเกิดความล่าช้าขึ้น

5.3.3.2 ปัญหาที่ผู้เรียนบางคนไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบ ซึ่งอาจเกิดจากการที่คะแนนที่เก็บจากการวิจัยในครั้งนี้ ไม่ได้ถูกนำไปคิดรวมกับคะแนนจากการเรียนแบบปกติของนักเรียน ทำให้ไม่มีผลต่อเกรดของวิชา ดังนั้นผู้เรียนบางคนอาจไม่ได้ตั้งใจทำแบบทดสอบเท่าที่ควร

5.3.3.3 ปัญหาที่ผู้เรียนบางคนกดปุ่มข้ามวิธีเล่นหรือบทเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่รู้วิธีเล่นเกมหรือไม่ได้เรียนในบทเรียนที่ผู้วิจัยวางไว้ ซึ่งเดิมทีปุ่มข้ามวิธีเล่นหรือบทเรียนนี้ ทำไว้เพื่อให้ผู้เรียนที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว สามารถทำการข้ามส่วนที่ตนเองเคยผ่านมาแล้วไปได้อย่างรวดเร็ว หรือเพื่อให้อาจารย์ได้ใช้ผ่านเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของคิวดส์เวอร์ชวลเเล็บได้ อย่างรวดเร็ว วิธีแก้ไข คือ การซ่อนปุ่มข้ามนี้ไว้ จนกว่าผู้เรียนจะทำการเรียนผ่านไปหนึ่งรอบก่อน จึงค่อยแสดงผล รวมถึงการทำปุ่มลัดบนคีย์บอร์ด เพื่อให้อาจารย์ได้ใช้ข้ามไปยังส่วนที่ต้องการได้ทันที

## 5.4 ข้อเสนอแนะ

### 5.4.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการเรียนการสอน

5.4.1.1 ในปัจจุบันเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสาร ระบบอินเทอร์เน็ตมีการขยายตัว และมีความเร็วเพิ่มขึ้นกว่าสมัยก่อนอย่างมากมาย แนวโน้มการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ตก็ได้ขยายตัวขึ้น เนื่องจากความสะดวกสบายของผู้เรียนสามารถใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลา ดังนั้นทางภาครัฐควรจัดสรรงบประมาณสนับสนุนระบบการศึกษาแบบ e-Learning นี้ให้มากขึ้น โดยสนับสนุนในส่วนของผู้พัฒนา หรือครูบาอาจารย์ ให้สามารถพัฒนาระบบ e-Learning ได้ดีขึ้น รวมถึงสนับสนุนการสร้างบุคลากรให้ด้านนี้ให้มากขึ้นด้วย

5.4.1.2 เนื้อหาของระบบ e-Learning โดยมากจะเป็นเนื้อหาภาษาอังกฤษ ซึ่งเมื่อเทียบกับที่เป็นเนื้อหาภาษาไทยแล้ว พบว่าเนื้อหาภาษาไทยยังมีน้อยกว่าเนื้อหาภาษาอังกฤษหลายเท่าตัว ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอให้ ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนาเนื้อหาของระบบ e-Learning ภาษาไทยให้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์แก่ผู้เรียนที่เป็นคนไทย โดยเฉพาะเด็กที่ยังไม่สามารถอ่านภาษาต่างประเทศออกได้

5.4.1.3 ในการที่จะนำคิวดส์เวอร์ชวลเเล็บไปใช้งานจริง เพื่อให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูงสุดนั้น ทางโรงเรียนจำเป็นที่จะต้องเปิดใจยอมรับการศึกษาแบบใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น มีการนำเอาคิวดส์เวอร์ชวลเเล็บ ไปอยู่ร่วมในหลักสูตรและนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบคิวดส์เวอร์ชวลเเล็บ

มาเข้าร่วมในการตัดเกรดผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนการสอนในแบบใหม่นี้ด้วย

#### 5.4.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาวิจัย

5.4.2.1 คัดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล เป็นเพียงตัวแบบสำหรับการสร้างระบบ e-Learning แบบหนึ่ง ที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซต์ไวด์เว็บเท่านั้น แต่ยังมีอีกหลากหลายรูปแบบของสื่อการเรียนการสอน ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นตัวแบบเพื่อการศึกษาออกมาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้ผู้วิจัยท่านอื่นทำวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ออกมาให้มากๆ เนื่องจากจะได้เป็นประโยชน์ต่อนักพัฒนาระบบ e-Learning หรือครูบาอาจารย์ที่จะได้นำตัวแบบนี้ไปใช้สำหรับพัฒนา e-Learning ออกมาได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อระบบการศึกษาของประเทศไทยในภาพรวม

5.4.2.2 คัดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้นมา นี้ นอกจากจะสามารถใช้เป็นตัวแบบสำหรับการสร้างบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซต์ไวด์เว็บ แต่ยังสามารถนำไปพัฒนาให้เข้ากับแพลตฟอร์มอื่นๆ ได้ด้วย โดยเฉพาะการพัฒนาสู่คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Mobile Platform) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมอย่างสูงในปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถใช้งานระบบได้ตลอดเวลาอย่างแท้จริงเนื่องจากสะดวกในการพกพานั้นเอง รวมถึงการพัฒนาสู่อินเทอร์เน็ตทีวี (Internet TV) และสมาร์ททีวี (Smart TV) ซึ่งเป็นโทรทัศน์ในยุคถัดไป ที่นอกจากจะสามารถรับชมโทรทัศน์ได้แล้ว ยังสามารถใช้งานระบบอินเทอร์เน็ต ติดตั้งและใช้งานโปรแกรมต่างๆ ได้อีกด้วย