

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตัวแบบสำหรับเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก ที่สามารถใช้งานโดยผ่านทางเว็ลด์ไว้ค์เว็บได้ ร่วมกับการพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์จากตัวแบบที่ได้สร้างขึ้น เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ และความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เป็นเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 86 คน ซึ่งได้ผลการวิจัยจำแนกได้เป็นหัวข้อ ดังนี้

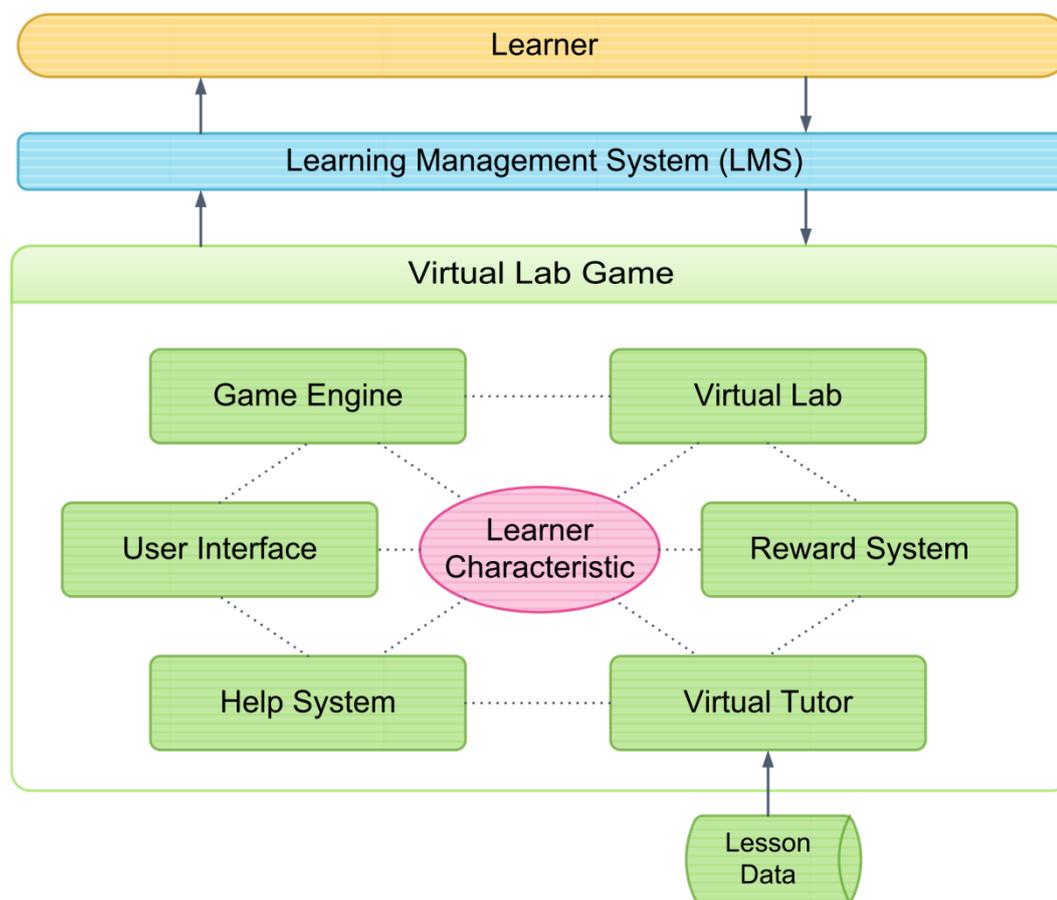
- 4.1 ผลการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล
- 4.2 ผลการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ
- 4.3 ผลการวัดสมรรถนะของระบบ
- 4.4 ผลการประเมินคุณภาพของคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย
- 4.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิตส์เวอร์ชวลแล็บ
- 4.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บ
- 4.7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

#### 4.1 ผลการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล

ในการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลนั้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) มาเป็นต้นแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ที่เน้นการออกแบบส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้เพื่อประกอบกันเป็นบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ การวิ่งของข้อมูลในระบบจะเริ่มจากผู้เรียน เป็นผู้ส่ง Input เข้าไปในระบบ และในท้ายที่สุดผู้เรียนก็จะเป็นผู้รับ Output ที่ออกมาจากระบบ โดยในการออกแบบโมเดลนั้น เนื่องจากเกมการทดลอง

วิทยาศาสตร์ที่ต้องการ ต้องสามารถเล่นผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหรือเว็ลด์ไวด์เว็บได้ ดังนั้น Input ที่ผู้เรียนส่งเข้ามาจะต้องผ่านระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน หรือ Learning Management System (LMS) เสียก่อน ซึ่งระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนจะทำหน้าที่จัดการติดต่อกับผู้เรียนผ่านทางเว็บเพจ แล้วส่งข้อมูล Input ต่อเข้าไปยังเกมการทดลองเสมือนจริง หรือ Virtual Lab Game ต่างๆ โดยแต่ละเกมการทดลองเสมือนจริง ก็จะประกอบไปด้วยส่วนของเครื่องประมวลผลเกม (Game Engine) แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ระบบรางวัล (Reward System) ระบบช่วยเหลือ (Help System) และ ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor) ซึ่งจะดึงข้อมูลบทเรียน (Lesson Data) จากแหล่งข้อมูลมานำเสนอแก่ผู้เรียน จากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะส่งเป็น Output ผ่านทาง ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน เพื่อตอบสนองต่อผู้เรียน ดังภาพที่ 4.1

### Kids' Virtual Lab Model



ภาพที่ 4.1 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล (Kids' Virtual Lab Model)

จากภาพจะเห็นว่ามีส่วนประกอบต่างๆดังที่ได้กล่าวมาแล้ว รวมถึงมีเส้นปะเชื่อมโยง ส่วนประกอบต่างๆเข้าด้วยกัน หมายถึง ส่วนประกอบต่างๆนั้นมีความสัมพันธ์กัน ในการออกแบบ ส่วนประกอบใดๆนั้นจะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบอื่นๆด้วย โดยเฉพาะต้องคำนึงถึง ลักษณะเฉพาะของผู้เรียน (Learner Characteristic) เป็นหลัก เนื่องจากจะเป็นตัวกำหนดทิศทางในการออกแบบว่าจะเป็นไปในแนวทางใด

ในหัวข้อถัดไปจะขอนำเสนอรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบของคิดส์เวอร์ชวล แล็บ โมเดล ซึ่งประกอบด้วยหลายส่วนประกอบ ดังนี้

#### 4.1.1 ผู้เรียน (Learner)

ผู้เรียนเป็นผู้ใช้งานระบบที่สำคัญ เนื่องจากเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูล Input เข้ามาในระบบ จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลข้อมูล Input นั้นๆ และตอบสนองโดยส่งข้อมูล Output ออกมาให้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนก็จะทำการโต้ตอบ (Interactive) กับระบบ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เกิดขึ้น

สิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับจากบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากความรู้ที่ได้จากการเล่าเรื่องและการฝึกทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์บนคอมพิวเตอร์แล้ว ผู้เรียนยังจะได้จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือการปลูกฝังให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต การหาคำตอบโดยการคิดวิเคราะห์ห้อย่างมีเหตุผล การไม่เชื่อสิ่งใดง่ายๆจนกว่าจะผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการ เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว ผู้เรียนยังจะได้รับความพึงพอใจในการใช้งานระบบ เช่น ได้รับความสนุกสนานจากเกมหรือจากรางวัลที่ได้รับภายในเกม ได้รับความช่วยเหลือเมื่อเกิดปัญหาติดขัด ซึ่งได้มาจากระบบช่วยเหลือ เป็นต้น

#### 4.1.2 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS)

ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน เป็นส่วนประกอบที่มีไว้เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านทางหน้าเว็บเพจ โดยประกอบไปด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกต่างๆทั้งแก่ผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถนำหน่วยการเรียนรู้ต่างๆขึ้นบนเว็บได้ ส่วนผู้เรียนก็สามารถที่จะเรียกดูหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องการได้ ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนนี้ นอกจากสามารถใช้กับคิดส์เวอร์ชวลแล็บได้แล้ว ยังสามารถใช้กับเนื้อหาหรือสื่อการสอนรูปแบบอื่นๆได้อีกด้วย โดยส่วนประกอบที่จำเป็นคือ ระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน (Course Management) ใช้สำหรับจัดการหลักสูตรรายวิชา เช่น การเพิ่ม ลบ ปรับปรุง และเรียกดูหลักสูตร การเพิ่ม ลบ ปรับปรุง และเรียกดูเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ระบบแสดงเนื้อหา ใช้สำหรับแสดงเนื้อหาบทเรียนและเกมส์การทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้แก่ผู้ที่เข้ามาใช้งานระบบ และระบบตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานระบบและตรวจสอบสิทธิ์ของ

ผู้ใช้งานระบบ (Authentication and Authorization System) ใช้สำหรับตรวจสอบการระบุตัวตนของผู้ใช้งานระบบ รวมถึงสามารถตรวจสอบสิทธิ์ว่ามีสิทธิ์ที่จะใช้งานระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวถึงวิธีสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนอย่างละเอียดไปแล้วในหัวข้อ 3.4.5 การสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

#### 4.1.3 เกมการทดลองเสมือนจริง (Virtual Lab Game)

ผู้สอนจะต้องทำการสร้างเกมการทดลองเสมือนจริงของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ขึ้นมา ก่อน จากนั้นจึงนำเกมการทดลองเสมือนจริงแต่ละหน่วยเข้าไปในระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้

โดยในการจัดทำเกมการทดลองเสมือนจริงนั้น สามารถจัดทำได้หลากหลายวิธี มีเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างอยู่มากมายในท้องตลาด โดยโปรแกรมที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน คือ Adobe® Flash® Professional

เกมการทดลองเสมือนจริงแต่ละหน่วยของคิควอร์ชวลแล็บนั้น ประกอบไป เครื่องประมวลผลเกม (Game Engine) แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ระบบรางวัล (Reward System) ระบบช่วยเหลือ (Help System) และ ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor) ซึ่งจะดึงข้อมูลบทเรียน (Lesson Data) จากแหล่งข้อมูลมานำเสนอแก่ผู้เรียน

เกมการทดลองเสมือนจริงนั้นคือการจับเอาการทดลองเสมือนจริง หรือแล็บเสมือนจริง มาทำให้มีความเป็นเกมมากขึ้น โดยจะต้องมีส่วนประกอบของเกมเพิ่มเข้าไปด้วย เช่น เพิ่มระบบช่วยเหลือเพื่อช่วยผู้เล่นที่ยังเล่นไม่เป็นหรือเพิ่งหัดเล่น เพิ่มระบบรางวัลเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเล่นแก่ผู้เล่น ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนของคิควอร์ชวลแล็บนั้นเป็นเด็ก ซึ่งมีสมาธิค่อนข้างสั้น ดังนั้น การทำการทดลองวิทยาศาสตร์ให้เป็นเกม จึงมีความเหมาะสม เนื่องจากสามารถทำให้เด็กมีจิตใจจดจ่ออยู่ที่เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ เพราะเด็กจะไม่รู้สีกว่ากำลังเรียนหนังสือ แต่เด็กรู้สีกว่ากำลังได้เล่นเกมที่สนุกสนานอยู่ โดยเด็กจะได้จดจำและเรียนรู้ที่ละน้อยจากประสบการณ์ที่ได้พบเห็นในตัวเกม

ในแง่ของการออกแบบเกมนั้นสามารถใช้หลักของการออกแบบเกม (Game Design Principles) มาร่วมออกแบบเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย เช่น การเพิ่มปัจจัยความสนุก (Fun Factors) หรือความท้าทาย (Challenges) ลงไปเพื่อดึงดูดผู้เล่น มีกฎการเล่น (Rules) ที่ชัดเจน มีระบบโต้ตอบ (Interactivity) ที่ดี รวมถึงมีความสมดุล (Balance) ภายในตัวเกม ทำให้เล่นได้ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป

#### 4.1.4 ลักษณะเฉพาะของผู้เรียน (Learner Characteristic)

ในการออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะกับผู้เรียนเฉพาะกลุ่ม เช่น ผู้เรียนที่เป็นเด็กเล็กอย่างเด็กชั้นประถมศึกษาชั้นนั้น ผู้ออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนที่เป็นเด็กเล็ก นั้น จะมีความตั้งใจหรือความสนใจในสิ่งต่างในช่วงระยะเวลาที่สั้นมาก (ประมาณ 5 ถึง 7 นาที) ดังนั้นในการออกแบบบทเรียน ควรต้องมีการเพิ่มส่วนของภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และการเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอของเนื้อหา โดยเนื้อหาควรจะถูกตัดแบ่งเป็นส่วนเล็กๆ และแสดงผลในหลายๆรูปแบบเพื่อให้น่าสนใจ ในกรณีผู้เรียนอาศัยอยู่ในเมือง และได้รับอิทธิพลจากเทคโนโลยีต่างๆ เช่น โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และ วิกิพีเดีย เป็นปกติอยู่แล้ว การเพิ่มในส่วนของคุณบันเทิง (Entertainment) ลงไปในบทเรียนนั้นอาจต้องนำมาพิจารณาด้วย

ปัจจัยอื่นๆ ที่ควรคำนึงถึง ก็คือ เรื่องของภาษาที่ใช้ ต้องให้สามารถสื่อสารกับกับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี เรื่องของวัฒนธรรม ต้องไม่ออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้ขัดกับวัฒนธรรมของผู้เรียน เรื่องความชำนาญหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ต้องออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสม ไม่ง่ายหรือยากต่อการเข้าใจจนเกินไป

ลักษณะเฉพาะของผู้เรียนมีความสำคัญอย่างสูงสำหรับการออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ส่วน เนื่องจากเมื่อลักษณะเฉพาะของผู้เรียนเปลี่ยนไป การออกแบบก็ต้องมีการเปลี่ยนแปลงตาม เพื่อให้บทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ออกมานั้นเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนมากที่สุด ซึ่งจะทำให้ได้ประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ในการใช้งานระบบออกมาดีที่สุดเช่นกัน

#### 4.1.5 เครื่องประมวลผลเกม (Game Engine)

เครื่องประมวลผลเกม คือ ระบบที่ออกแบบมาสำหรับสร้างสรรค์และพัฒนาเกม การนำเอาเครื่องประมวลผลเกมไปใช้ในกระบวนการผลิตเกมจะทำให้สามารถผลิตเกมได้อย่างรวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายได้ เนื่องจากมีส่วนที่สามารถใช้ซ้ำ (Reusable) หรือปรับเปลี่ยน (Adapting) เพื่อสร้างเกมอื่นๆ ได้ด้วย ดังนั้นในการพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมา นั้นจึงควรมีการสร้างเครื่องประมวลผลเกมขึ้นมาก่อน หรืออาจเลือกหาเครื่องประมวลผลเกมที่มีอยู่แล้วในท้องตลาด นำมาช่วยในการสร้างคิวดิสก์เวอร์ชวลแล็บ เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างง่ายดายและประหยัดทรัพยากรทั้งด้านกำลังคน ค่าใช้จ่าย และเวลา โดยเฉพาะถ้าต้องการสร้างบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาหลายๆหน่วยการเรียน

ในการเลือกเครื่องประมวลผลเกมมาใช้ นั้น ต้องคำนึงถึงความต้องการของเกมการทดลองเสมือนจริงที่ต้องการสร้างขึ้นมา ว่าต้องการเกมประเภทใด ลักษณะเฉพาะของผู้เรียนเป็นอย่างไร ใช้ภาพกราฟิกประเภทใด (เป็นภาพแบบ 2 มิติ แบบเวกเตอร์ (Vector) หรือแบบราสเตอร์

(Raster) หรือเป็นภาพแบบ 3 มิติ) ต้องการใช้งานบนแพลตฟอร์มใดบ้าง ต้องการใช้ภาษาใดในการพัฒนา และระดับยากง่ายของการพัฒนาเป็นอย่างไร ทั้งหมดนี้เป็นปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกเครื่องประมวลผลเกมทั้งสิ้น

เครื่องประมวลผลเกมในท้องตลาดในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายตัวด้วยกัน โดยเครื่องประมวลผลเกมที่เป็นที่นิยมและรู้จักกันโดยทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น Adobe® Flash® Professional, Unity 3D, Microsoft® XNA™ Framework, Microsoft® DirectX® SDK และ Unreal Development Kit (UDK) เป็นต้น ก็มีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันออกไป แต่แต่ละตัวมีความเหมาะสมในการพัฒนาเกมแต่ละประเภทแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางในการเลือกเครื่องประมวลผลเกมให้เหมาะสม โดยมีแนวทางในการเลือกดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แนวทางเลือกเครื่องประมวลผลเกม

Game Engine Features	Flash <sup>1</sup>	Unity <sup>2</sup>	XNA <sup>3</sup>	DirectX <sup>4</sup>	UDK <sup>5</sup>
ลักษณะเกม					
● ไม่ซับซ้อน	✓	✓	✓	✓	✓
● ซับซ้อน		✓	✓	✓	✓
ลักษณะภาพกราฟิก					
● 2D Vector	✓				
● 2D Raster	✓		✓	✓	
● 3D	✓ <sup>6</sup>	✓	✓	✓	✓
ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา	ActionScript	JavaScript, C#	C#	C, C++	UnrealScript
ระดับความยาก-ง่ายในการพัฒนา	ง่าย	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาก	ยาก
ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนา	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	มาก
แพลตฟอร์มที่ใช้ในการพัฒนา					
● Windows	✓	✓	✓	✓	✓
● Mac	✓	✓			

## ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

แพลตฟอร์มที่สามารถ Run ได้					
● Windows	✓	✓	✓	✓	✓
● Mac	✓	✓			✓
● Web Browser	✓	✓			
● iOS	✓	✓			✓
● Android	✓	✓			✓
● Windows Phone			✓		
● Console		✓	✓ <sup>7</sup>		✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สามารถใช้งานได้ หรือ เหมาะสมกับงานนั้นๆ

1: Flash = Adobe® Flash® Professional

2: Unity = Unity 3D

3: XNA = Microsoft® XNA™ Framework

4: DirectX = Microsoft® DirectX® SDK

5: UDK = Unreal Development Kit (UDK)

6: Adobe® Flash® Professional Support 3D ใน version 11.0 ขึ้นไป

7: XNA Support Console เฉพาะ XBOX และ XBOX 360

กรณีเป็นเกมประเภทที่ไม่ซับซ้อน เช่น เกมการทดลองเสมือนจริงที่ใช้ในงานวิจัยขั้นนี้ ซึ่งใช้กราฟิกแบบ 2 มิติ และต้องการให้เล่นผ่าน Web ได้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ Adobe® Flash® Professional ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุด

#### 4.1.5 แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab)

แล็บเสมือนจริง หรือ การทดลองเสมือนจริง มาจากคำว่า Virtual Laboratory หรือ Virtual Lab เป็นการจำลองการทดลองทางวิทยาศาสตร์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียนสามารถใช้แล็บเสมือนจริงในการทดสอบสมมุติฐานการทดลองที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบหลักการต่างๆด้วยตนเอง ซึ่งตรงตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่กล่าวไว้ว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาจาก โดยคุณขับและปรับเปลี่ยนจากสิ่งเร้าภายนอก ข้อดีอีกอย่างก็คือผู้เรียนสามารถทำการทดลองต่างๆโดยปราศจากความเสียดกับ

อันตรายต่างๆที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริง นอกจากนี้ยังสามารถที่จะทำการทดลองที่ในความ เป็นจริงไม่สามารถทำได้ หรือทำได้แต่มีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก

ในการออกแบบแล็บเสมือนจริงนั้นควรมีวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ที่แน่ชัด เนื่องจา การออกแบบนั้นไม่เหมือนกัน ถ้าต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้เพื่อไปทำแล็บจริง ก็ต้องออกแบบให้ เครื่องไม้เครื่องมือมีความใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด แต่ถ้าต้องการให้เข้าใจถึงกระบวนการ ทำงาน ก็อาจออกแบบโดยลดความสมจริงลงมาได้ อย่างเช่น ถ้าทำแล็บเสมือนจริงสำหรับเด็ก เพื่อให้เด็กได้เรียนรู้กระบวนการทำงานของบางสิ่ง การออกแบบก็ไม่จำเป็นต้องทำให้สมจริงมาก ควรทำในรูปแบบของการ์ตูนก็จะเหมาะสมกว่า เพราะจะสามารถดึงดูดความสนใจต่อเด็กที่มาทำ การทดลองได้มากกว่า

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้รูปแบบกราฟิก แบบการ์ตูน เนื่องจากจะสามารถดึงดูดความสนใจของกลุ่มผู้เรียนที่เป็นเด็กได้ดี และลดทอนความ สมจริงในการทดลองลงไป เนื่องจากต้องการสอนถึงหลักการในการทำงานของสิ่งต่างๆตามแนวทาง ของวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

#### 4.1.6 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้นถือเป็นองค์ประกอบร่วมของทุกๆส่วนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เนื่องจากการออกแบบหน่วยการเรียนนั้นทุกส่วนล้วนจะต้องมีการติดต่อกับผู้เรียน ดังนั้นส่วน ติดต่อกับผู้ใช้จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้การสื่อสารระหว่างเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ กับผู้เรียนประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

ในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้น มีหลากหลายปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง เช่น รูปแบบ ของเกม เนื้อเรื่อง และที่สำคัญคือลักษณะเฉพาะของกลุ่มผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในเรื่องรูปแบบของเกม ยกตัวอย่าง เช่น เกมยานยิง (Space shooting game) หรือเกมขับ รถแข่ง (Racing game) ซึ่งเป็นเกมที่ต้องการความรวดเร็วในการควบคุม จะมีความต้องการส่วน ติดต่อกับผู้ใช้ที่มีขนาดใหญ่หรือมีสีสันเด่นชัด มองเห็นได้ชัดเจน แค่ว่าเล็งตามองก็รู้ได้ทันทีว่า ขณะนี้มีสถานะเป็นอย่างไร เกมสวมบทบาท (Role playing game: R.P.G.) ซึ่งเป็นเกมที่มีค่า ความสามารถของตัวละครมากมาย ควรออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้ง่ายต่อการดูสถานะที่ ซับซ้อน โดยอาจแบ่งเป็นหลายๆหมวดหมู่อย่างเป็นระเบียบ เกมสำหรับเด็ก ควรมีส่วนติดต่อกับ ผู้ใช้ที่ออกแบบมาให้ใช้งานง่ายที่สุด ไม่ซับซ้อน ปุ่มมีขนาดใหญ่และมีสีสันสวยงามแตกต่างกันไป ตามหน้าที่ของแต่ละปุ่ม เป็นต้น

ในเรื่องเนื้อเรื่องนั้น ถ้าเนื้อเรื่องเป็นในแนวสดใสน่ารัก ก็ควรออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้สดใสน่ารักเช่นกัน กลับกัน ถ้าเนื้อเรื่องเป็นเรื่องลึกลับซับซ้อน หรือเป็นแนวผีๆ ก็ควรออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้รู้สึกถึงความลึกลับซับซ้อนหรือน่ากลัว โดยอาจเลือกใช้สีโทนที่มืดๆ หน่อยเป็นต้น

ในส่วนของลักษณะเฉพาะของผู้เรียนนั้น เนื่องจากผู้เรียนในวัยที่ต่างกันก็ต้องการส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ต่างกัน เช่นในผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจสามารถใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ซับซ้อนหน่อยได้ แต่เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้ของคิตส์เวอร์ชวลแล็บนั้นเป็นเด็ก ดังนั้นการใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับผู้ใหญ่นั้นอาจจะไม่เหมาะสม และอาจไม่สามารถนำมาใช้กับเด็กๆ ได้ เนื่องจากเด็กมีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมเมาส์และคีย์บอร์ด เช่น การดับเบิ้ลคลิก (Mouse Double Click) การจำว่าปุ่มบนคีย์บอร์ดปุ่มไหนทำหน้าที่อะไร เด็กมีปัญหาในการเคลื่อนเมาส์อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการกดปุ่มเมาส์ค้างไว้เป็นเวลานาน การใช้งานเมาส์ร่วมกับคีย์บอร์ด และพบว่าเด็กเล็กจะมีปัญหากับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ต้องใช้การอ่านเป็นหลัก เพราะเด็กอาจยังไม่สามารถอ่านข้อความยาวๆ ได้ หรือ มีปัญหาเกี่ยวกับไอคอน (Icon) ที่ใช้แทนคำสั่งบางคำสั่ง เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมโยงและเข้าใจในสัญลักษณ์บางตัวนั้น อยู่นอกเหนือไปกว่าสิ่งที่เด็กเคยรู้จัก ดังนั้น ในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับผู้เรียนที่เป็นเด็กนั้น จำเป็นที่จะต้องทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย หรือทำการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายโดยตรง ว่ามีความเข้าใจในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบมาหรือไม่ และความสามารถในการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นอย่างไร โดยมีแนวทางในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ดังนี้

- 1) ควรใช้ระบบ Point & Single Click คือ ชี้แล้วกดปุ่ม (ครั้งเดียว) กับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ทั้งหมด เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นเด็กจะใช้งานเมาส์ในลักษณะนี้ได้เป็นอย่างดี
- 2) ใช้ไอคอนแทนตัวอักษร ซึ่งไอคอนที่ใช้จะต้องเป็นไอคอนที่ไม่ซับซ้อน เป็นสิ่งที่เด็กรู้จักเป็นอย่างดี เนื่องจากไอคอนที่เป็นรูปภาพสามารถสื่อความหมายได้ดีกว่าตัวอักษร
- 3) ถ้าจำเป็นต้องใช้ตัวอักษรเป็นข้อความ ให้ใช้ข้อความที่สั้นที่สุด ที่ยังสื่อความหมายได้ เนื่องจากเด็กอาจยังไม่สามารถอ่านข้อความยาวๆ ได้
- 4) ปุ่มสำหรับกด ควรมีเสียงบอกหน้าที่ของปุ่ม ซึ่งจะดังขึ้นเมื่อเด็กลากเมาส์มาวางเหนือ (Over) ปุ่ม เนื่องจากในกรณีเด็กไม่รู้หน้าที่ของปุ่ม ก็ยังสามารถลากเมาส์มาวางเหนือปุ่ม เพื่อรับฟังหน้าที่ของปุ่มได้

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้ระบบ Point & Single Click ทั้งหมด มีการใช้ไอคอนแทนตัวอักษร เช่น ปุ่มรูปบัวรดน้ำ ปุ่มรูปกระดาษต้นไม้ ปุ่มรูปเมล็ดต้นไม้ แทนที่จะเป็นข้อความ และยังมีเสียงบอกว่าปุ่มนี้ชื่อปุ่มอะไร ตอนที่ผู้เรียนใช้เมาส์

มาวางเหนือปุ่มอีกด้วย ในส่วนของปุ่มบางปุ่มที่ไม่สามารถใช้รูปไอคอนมาแทนได้ ก็ได้ใช้ตัวอักษรที่เข้าใจง่ายและสั้นที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

#### 4.1.7 ระบบรางวัล (Rewards System)

ระบบรางวัลนั้นเป็นแรงจูงใจภายนอกประเภทหนึ่ง ที่ออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) ตามทฤษฎีของ B.F. Skinner (1904-) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่ผู้สอนต้องการต่อไป เช่น เมื่อเล่นเกมการทดลองวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องตามที่ผู้สอนต้องการแล้ว ภายในเกมมีการให้คะแนนเพิ่มขึ้นหรือมีเสียงดนตรีแสดงความยินดีออกมา ก็เป็นรางวัลที่ผู้เรียนได้รับ ซึ่งทำให้เกิดการเสริมแรงทางบวก

การให้การเสริมแรงในขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้เป็นสิ่งที่สำคัญเพราะเหตุผลดังนี้

- 1) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเขาได้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้
- 2) สร้างความพึงพอใจให้เกิดขึ้น
- 3) เป็นเครื่องแนะให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนี้เขาทำถูกหรือผิด
- 4) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาการเสริมแรงต่อไป

ในการออกแบบรางวัลที่ต้องใช้ในกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะไม่เหมือนกัน โดยต้องดูตามลักษณะเฉพาะของผู้เรียน เช่น ถ้าผู้เรียนเป็นเด็กโต อาจชอบรางวัลที่เป็นตัวเงินภายในเกม ที่สามารถนำไปซื้อสินค้าเพื่อเพิ่มความสามารถให้กับตัวละครในเกมหรือสามารถนำไปซื้อสิ่งของเพื่อประดับตกแต่งบ้านในเกมได้ ถ้าผู้เรียนเป็นเด็กเล็ก อาจพอใจกับการได้สะสมภาพสติ๊กเกอร์สวยๆเพื่อนำไปติดในที่ต่างๆภายในเกม

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้ระบบรางวัลเมื่อผู้เรียนทำได้ถูกต้อง โดยได้กำหนดให้มีเสียงและมีตัวเลขคะแนนเพิ่มขึ้นมาให้เห็นว่าได้คะแนนเพิ่ม รวมถึงเมื่อชนะเกมจะมีรูปภาพและตัวหนังสือแสดงความยินดี พร้อมกับเสียงดนตรีประกอบอีกด้วย

#### 4.1.8 ระบบช่วยเหลือ (Help System)

ระบบช่วยเหลือภายในเกมนั้นเป็นระบบที่สำคัญ เนื่องจากใช้ช่วยเหลือผู้เล่นที่ยังไม่เข้าใจในวิธีการเล่น ให้สามารถใช้งานหรือเล่นเกมได้อย่างถูกวิธีและได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเล่นเกมนั้นๆ

ระบบช่วยเหลือของเกมนั้น ทำได้ 2 รูปแบบหลักๆ คือ ระบบช่วยเหลือแบบแยก (Separated Help System) เช่น มีปุ่ม Help ให้กด และเมื่อกดแล้วก็มีหน้าต่างที่แสดงวิธีการเล่นเกมออกมาแสดงให้ผู้เล่นเห็น ซึ่งระบบช่วยเหลือลักษณะนี้ มีข้อดีที่สามารถสร้างและเพิ่มเติมเข้าไปในเกมได้ค่อนข้างง่าย มีการแบ่งระบบช่วยเหลือเป็นส่วนๆ เมื่อต้องการอ่านเนื้อหาโดยรวมทั้งหมด

ก่อนที่จะเข้าไปเล่นเกมก็สามารถทำได้โดยง่าย เนื่องจากเนื้อหาอยู่ที่เดียวกันทั้งหมด แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ผู้เล่นส่วนมากมักไม่ค่อยสนใจที่จะอ่านเนื้อหาก่อนที่จะเล่นเกม บางคนก็จะอ่านแต่เมื่อเห็นเนื้อหาจำนวนมากก็อดใจไปก่อน ระบบช่วยเหลือชนิดนี้จึงมักเหมาะกับเกมหรือโปรแกรมที่มีความซับซ้อนในการเล่นน้อย ซึ่งจะทำให้เนื้อหาที่อยู่ในระบบช่วยเหลือมีจำนวนไม่มากจนเกินไป

ระบบช่วยเหลืออีกรูปแบบหนึ่งก็คือระบบช่วยเหลือภายในเกม (In-Game Help System) เช่น เมื่อเล่นเกมไป แล้วจะมีกรอบข้อความหรือลูกศร คอยบอกเราว่าต้องทำอะไร จึงจะสามารถดำเนินเกมต่อไปได้ โดยอาจปรากฏระบบช่วยเหลือแบบนี้เฉพาะฉากแรกๆ ของการเล่นเกม เมื่อผู้เล่นพอจะเล่นเป็นแล้ว ระบบช่วยเหลือแบบนี้ก็จะไม่ปรากฏขึ้นมาอีก ซึ่งระบบช่วยเหลือลักษณะนี้มีข้อดีตรงที่ผู้เล่นไม่จำเป็นต้องอ่านเนื้อหาของระบบช่วยเหลือทีเดียวทั้งหมด แต่อ่านเพียงบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการกระทำภายในเกม ณ ปัจจุบันเท่านั้น ซึ่งจะช่วยลดอัตราที่ผู้เล่นไม่ยอมอ่านเนื้อหาของระบบช่วยเหลือลงไปได้ แต่ก็มีข้อเสีย คือ อาจรบกวนผู้เล่นบางคนที่เล่นเป็นอยู่แล้ว (วิธีแก้ คือ อาจถามผู้เล่นก่อนว่าต้องการให้เปิดระบบช่วยเหลือหรือไม่) หรือ เมื่อผู้เล่น เล่นผ่านไปแล้ว แต่ต้องการกลับมาอ่านเนื้อหาของระบบช่วยเหลืออีก อาจทำได้ยากหรือทำไม่ได้ นอกจากจะเล่นใหม่ตั้งแต่ต้น ระบบช่วยเหลือชนิดนี้จึงเหมาะกับเกมหรือโปรแกรมที่มีความซับซ้อนในการเล่นปานกลางถึงซับซ้อนมาก เนื่องจากทำให้ผู้เล่นไม่ต้องรู้สึกว่ระบบช่วยเหลือนั้นมีเนื้อหาที่มากเกินไป เพราะผู้เล่นจะได้อ่านเนื้อหาเพียงที่ส่วนที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้ระบบช่วยเหลือแบบแยก แต่ในตอนที่คุณเรียนกดเพื่อจะเข้าเล่นเกมก็จะแสดงระบบช่วยเหลือขึ้นมาโดยอัตโนมัติ ซึ่งถ้าผู้เรียนต้องการดูระบบช่วยเหลือก็สามารถทำได้ แต่ถ้าผู้เรียนไม่ต้องการดูระบบช่วยเหลือก็สามารถกดข้าม (Skip) ไปได้ทันทีเช่นกัน

#### 4.1.9 ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor)

ผู้สอนเสมือนจริง หมายถึง ผู้สอนที่อยู่ในรูปแบบของตัวละคร ทำหน้าที่ในการสอนสิ่งต่างแก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนเสมือนจริงนี้มีได้หลากหลายรูปแบบ และส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนเสมือนจริงนี้เป็นองค์ประกอบได้กับทุกๆ ส่วนของเกมการทดลองเสมือนจริง โดยอาจเป็นตัวละครที่มาเปิดเรื่อง เร่งเร้าความสนใจในบทนำ เป็นตัวละครที่มาดำเนินเรื่องในส่วนของบทเรียน หรือเป็นผู้มาสรุปบทเรียนให้ผู้เรียนฟัง รวมทั้งอาจอยู่ในส่วนของระบบช่วยเหลือ โดยทำหน้าที่เป็น Tutor คอยให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนก็ได้

ผู้วิจัยได้สรุปประโยชน์ของการใช้งานผู้สอนเสมือนจริงได้ดังนี้

- 1) สามารถเพิ่มแรงจูงใจและความมุ่งมั่นแก่ผู้เรียนได้

2) สามารถเพิ่มการโต้ตอบและกระบวนการสื่อสารเพื่อเติมเต็มความสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนได้

3) สามารถกระตุ้นกิจกรรมทางการเรียน และเพิ่มบทบาทหน้าที่ทางการศึกษาได้

4) สามารถเพิ่มความน่าสนใจในการเรียน ได้

5) สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ตัวละครที่จะเป็นผู้สอนเสมือนจริงนี้ ควรมีลักษณะท่าทางคล้ายๆกับคุณครูจริงๆ เนื่องจากผู้เรียนจะคิดว่าผู้สอนเสมือนจริงนี้สามารถสนับสนุนการเรียนการสอนและให้แนวทางการเรียนแก่เขาได้

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบผู้สอนเสมือนจริง เป็นคุณครูผู้หญิง ชื่อ คุณครูสมศรี และมีนักเรียนอีก 2 คน คือ ค.ช. เคน และ ค.ญ. หนุณา เพื่อใช้ในการสร้างสถานการณ์และดำเนินเรื่อง พร้อมทั้งสอดแทรกเนื้อหาที่ต้องการสอนเข้าไปในเรื่อง เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกว่าได้เข้าร่วมกับเหตุการณ์นั้นๆ และสามารถจดจำคำสอนได้โดยไม่รู้ตัวว่าเป็นการเรียน

#### 4.1.10 ข้อมูลบทเรียน (Lesson Data)

ข้อมูลบทเรียนเป็นข้อมูลที่เป็นความรู้ต่างๆที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งจะอาศัยผู้สอนเสมือนจริงที่จะมาดึงข้อมูลบทเรียนนี้ออกไปนำเสนอแก่ผู้เรียน โดยข้อมูลบทเรียนนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

##### 4.1.10.1 บทนำ (Introduction)

ในส่วนของบทนำนี้ทำหน้าที่เพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียน (Gain Attention) และบอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Specify Objective) แก่ผู้เรียน โดยจะต้องนำเสนอสื่อผสมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา มีความน่าสนใจ เพื่อช่วยจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนมีความรู้สึกริอยากเรียน และช่วยเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย

##### 4.1.10.2 บทเรียน (Lesson)

สำหรับในส่วนของบทเรียนนั้น เป็นองค์ประกอบที่อาจแทรกไว้ได้ในทุกๆส่วนของหน่วยการเรียนรู้เพื่อสอดแทรกเนื้อหาที่ต้องการสอนให้ผู้เรียนได้รับรู้และเกิดกระบวนการเรียนรู้ขึ้น โดยอาจเป็นในรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนรับรู้โดยตรง หรืออาจใช้วิธีอ้อมๆ เช่น การสร้างตัวละครขึ้นมา แล้วสมมุติสถานการณ์บางอย่างขึ้น โดยให้ตัวละครที่สร้างขึ้นทำการคุยโต้ตอบหรือทำกิจกรรมบางอย่าง ซึ่งแฝงเนื้อหาความรู้เอาไว้ วิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยไม่รู้ตัวและเกิดความเพลิดเพลินไปกับสถานการณ์ที่จำลองขึ้น

#### 4.1.10.3 บทสรุป (Summary)

บทสรุป เป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้าย ที่ผู้สอนจะต้องสรุปเนื้อหาโดยเฉพาะในประเด็นที่มีความสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้สามารถนำไปใช้สำหรับทบทวนความรู้ได้ ซึ่งนอกจากจะเป็นการเน้นย้ำความสำคัญของเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับรู้แล้ว ยังอาจกล่าวทิ้งท้ายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องและทำการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมได้เช่นกัน

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ผู้สอนเสมือนจริงมาเป็นตัวช่วยการนำเรื่องในบทนำ รวมถึงช่วยสอนในบทเรียน โดยสอดแทรกเนื้อหาที่จะสอนลงไปในเรื่อง และเมื่อผู้เรียนทำการทดลองในเกมการทดลองเสมือนจริงเสร็จ ก็จะมีเนื้อเรื่องสั้นๆ โดยผู้สอนเสมือนจริงจะออกมาสรุปให้ฟังอีกครั้งหนึ่งก่อนจบ

นอกจากนี้ในการออกแบบและพัฒนาเกมการทดลองเสมือนจริงนั้น เนื่องจากเป็นเกมที่ต้องใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้มีขนาดไฟล์ที่เล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากต้องมีการดาวน์โหลดไฟล์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ถ้าขนาดไฟล์ใหญ่นอกจากจะเปลืองแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่ต้องใช้แล้ว ยังมีผลต่อสมรรถนะของระบบโดยรวมอีกด้วย โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้

1) ควรบีบอัดไฟล์ให้มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ กรณีสร้างเกมโดยใช้โปรแกรม Adobe® Flash® Professional ภาพกราฟิกภายในที่เป็นชนิดราสเตอร์นั้น สามารถเลือกได้ว่าจะให้โปรแกรมทำการบีบอัดในลักษณะใด เช่น เป็นบีบอัดแบบ Loseless คือ ไม่สูญเสียรายละเอียด แต่ขนาดไฟล์จะใหญ่ หรือ เป็นแบบ Losely คือ สูญเสียรายละเอียดได้ตามค่าคุณภาพ (Quality) ที่ตั้งไว้ โดยข้อดีคือขนาดไฟล์จะเล็กกว่า ในเรื่องของเสียงก็เช่นกัน สามารถให้โปรแกรมทำการบีบอัดได้ โดยสามารถเลือกได้ว่าจะให้โปรแกรมบีบอัดเสียงในรูปแบบไหน (ADPCM, MP3, Raw, Speech) ซึ่งการบีบอัดแต่ละชนิดก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป นอกจากนี้สามารถเลือกได้ว่าจะให้โปรแกรมบีบอัดโดยใช้ Bit rate ขนาดเท่าไร โดย Bit rate สูง เสียงจะดีกว่า แต่ก็ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเยอะกว่าการใช้ Bit rate ต่ำ ดังนั้นควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสม จะทำให้ได้ไฟล์ที่มีขนาดเล็กที่สุด ที่ยังคงคุณภาพที่ต้องการไว้ได้

2) กรณีมีการใช้เสียงเพลง (Background Music: BGM) หรือมีการใช้เสียงพากย์ (Voice) ซึ่งโดยปกติแล้ว ไฟล์เสียงเหล่านี้มักมีขนาดใหญ่ ถ้านำไปรวมกับไฟล์เกม ก็จะทำให้ไฟล์เกมมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย ควรใช้เทคนิคการแยกไฟล์เสียงออกมาต่างหาก แล้วเขียนโปรแกรมเพื่อทำการดึงไฟล์เสียงมาใช้ เมื่อถึงเวลาที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น วิธีนี้ทำให้ไฟล์เกมหลักมีขนาดเล็กไม่ใหญ่จนเกินไป และสามารถดาวน์โหลดได้อย่างรวดเร็วนั่นเอง

## 4.2 ผลการพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บ

การพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บ ซึ่งเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ได้ใช้คิดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลเป็นตัวแบบหลักในการพัฒนา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (รายละเอียดรูปภาพและตารางอยู่ในภาคผนวก ก)

### 4.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียด เนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตพืช ซึ่งในช่วงการวิเคราะห์เนื้อหานี้จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

#### 4.2.1.1 การสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brainstorm Chart)

โดยผู้วิจัยได้ทำการระดมสมอง ได้ผลออกมาตามภาพที่ ก.1

#### 4.2.1.2 การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)

โดยผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มของหัวเรื่องที่ทำการระดมสมองมาได้ ให้อยู่ในหมวดหมู่ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งได้ผลออกมาตามภาพที่ ก.2

#### 4.2.1.3 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ซึ่งได้ผลออกมาตามภาพที่ ก.3

### 4.2.2 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Design)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

#### 4.2.2.1 การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Content Dividing)

ผู้วิจัยได้แบ่งได้เป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช

หน่วยที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช

หน่วยที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช

ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการเรียนรู้และเนื้อหาได้ดังตารางที่ ก.1

#### 4.2.2.2 การออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ (Game Design)

ผู้วิจัยได้ออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์โดยได้แบ่งออกเป็น 5 เกม ตามหน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ ก.2

โดยแต่ละเกมการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

### 1) เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ

เป็นเกมที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าน้ำเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตของพืช โดยแบ่งเป็น 3 เกมย่อย ดังนี้ เกมที่ 1 คือ เกมรดน้ำให้ต้นไม้จนตาย ซึ่งเป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าการรดน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งทำให้ต้นไม้ดำรงชีวิตและเจริญเติบโตได้ ส่วนถ้ารดน้ำไม่ทันต้นไม้จะเหี่ยวเฉาจนกระทั่งตายได้ เกมที่ 2 คือ เกมไม่รดน้ำแล้วเป็นไง เป็นการเกมจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบว่ามีต้นไม้ต้นหนึ่งได้รับการรดน้ำ ส่วนอีกต้นไม้ไม่ได้รับการรดน้ำจะเป็นอย่างไร และเกมที่ 3 คือ เกมรดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ดี เป็นการเกมจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบว่ามีต้นไม้ต้นหนึ่งได้รับการรดน้ำอย่างพอเหมาะ ส่วนอีกต้นไม้ได้รับการรดน้ำมากเกินไปจะเป็นอย่างไร

### 2) เกมขาดแสงจนหงอยเหงา

เป็นเกมที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตของพืช โดยแบ่งเป็น 2 เกมย่อย ดังนี้ เกมที่ 1 คือ เกมขอแสงให้ต้นไม้จนตาย ซึ่งเป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าการให้แสงแดดเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งทำให้ต้นไม้ดำรงชีวิตและเจริญเติบโตได้ ส่วนถ้าไม่มีแสงแดดต้นไม้จะเหี่ยวเฉาจนกระทั่งตายได้ เกมที่ 2 เกมโดนหลังคาบังแล้วเป็นไง เป็นการเกมจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบว่ามีต้นไม้ต้นหนึ่งได้รับแสงแดด ส่วนอีกต้นไม้โดนหลังคาบัง ทำให้ไม่ได้รับแสงแดดจะเป็นอย่างไร

### 3) เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า

เป็นเกมที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าเมล็ดของพืชนั้นมีชีวิต โดยมีน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการงอกของเมล็ดพืช ได้เรียนรู้วิธีการปลูกถ่วงอก และส่วนประกอบต่างๆของเมล็ดและส่วนประกอบต่างๆของต้นอ่อนของพืชที่กำลังงอกออกมา

### 4) เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ

เป็นเกมจำลองการปลูกต้นไม้ที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงการเจริญเติบโตและวงจรชีวิตของพืช ว่ามีปัจจัยใดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืชบ้าง รวมถึงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงการดูแลรักษาพืช โดยจะเริ่มจากให้ผู้เรียนเลือกกระถางต้นไม้ที่ต้องการ จากนั้นใส่ดิน เลือกเมล็ด ใส่มูล รดน้ำ จนกระทั่งต้นอ่อนงอก จากนั้นให้ผู้เรียนได้รู้จักดูแลรักษาต้นไม้ โดยการรดน้ำ พรวนดิน ให้แสงแดด ใส่ปุ๋ย กำจัดแมลงศัตรูพืช ไปจนถึงดูแลการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ปลูก ดังแสดงให้เห็นเป็นแผนภูมิ ดังภาพที่ ก.4

### 5) เกมสังเฝ้ารอบต้น

เป็นเกมที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าพืชมีวิธีตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เช่น แสงหรือสัมผัสได้อย่างไร โดยแบ่งเป็น 3 เกมย่อย ดังนี้ เกมที่ 1 คือ เกมทานตะวันหันตามแสง ซึ่ง

เป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตำแหน่งของดวงอาทิตย์ได้จากนั้นดอกทานตะวันจะตอบสนองต่อแสงโดยการหันตามดวงอาทิตย์เพื่อรับแสงตลอดเวลา เกมที่ 2 คือ เกมไม่ยราบ หุบ หุบ หุบ ซึ่งภายในเกมผู้เรียนจะสามารถใช้มือลากไปมาบนพื้นที่มีต้นไม้ยราบอยู่หลายต้น เมื่อนิ้วมือในเกมแตะถูกใบไม้ยราบ ใบก็จะหุบ และเมื่อรอสักพักใบไม้ยราบก็จะบานออกมาใหม่ และ เกมที่ 3 คือ เกมหื้อข้าวหื้อแกงลิงกินแมลง ซึ่งผู้เรียนจะสามารถควบคุมให้ต้นหื้อข้าวหื้อแกงลิงสามารถกินแมลงที่มาเกาะได้ เพื่อเป็นการเรียนรู้การตอบสนองต่อการสัมผัสของต้นหื้อข้าวหื้อแกงลิง

#### 4.2.2.3 การสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

ผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ขึ้นมา ซึ่งได้ผลออกมาตามภาพที่ ก.5

#### 4.2.2.4 การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavior Objectives)

ผู้วิจัยได้เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้ผลออกมาตามตารางที่ ก.3 ,ตารางที่ ก.4 และ ตารางที่ ก.5

#### 4.2.2.5 การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation Chart)

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ และ เกมขาดแสงจันทรงหยอยเหงา ผู้วิจัยจึงได้เขียนแผนภูมิการนำเสนอออกมา 2 แผนภูมิ ดังภาพที่ ก.6 และภาพที่ ก.7

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า และ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ผู้วิจัยจึงได้เขียนแผนภูมิการนำเสนอออกมา 2 แผนภูมิ ดังภาพที่ ก.8 และภาพที่ ก.9

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นั้น มี 1 เกมหลัก คือ เกมตั้งเร้ารอบต้น ผู้วิจัยจึงได้เขียนแผนภูมิการนำเสนอออกมา 1 แผนภูมิ ดังภาพที่ ก.10

#### 4.2.3 การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ (Development)

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

##### 4.2.3.1 การเขียนรายละเอียดเนื้อหาบทประกอบการสอน (Script Development)

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ และ เกมขาดแสงจันทรงหยอยเหงา ผู้วิจัยจึงได้จัดทำประกอบการสอนของเกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ ดังภาพที่ ก.11 ถึงภาพที่ ก.15 และผู้วิจัยได้จัดทำประกอบการสอนของเกมขาดแสงจันทรงหยอยเหงา ดังภาพที่ ก.16 ถึงภาพที่ ก.19

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า และ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ผู้วิจัยจึงได้จัดทำประกอบการสอนของเกมถ่วงออก

มาแล้วจ้า ดังภาพที่ ก.20 ถึงภาพที่ ก.22 และผู้วิจัยได้จัดทำกรอบการสอนของเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ดังภาพที่ ก.23 ถึงภาพที่ ก.26

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นั้น มี 1 เกมหลัก คือ เกมสิ่งเร้ารอบต้น ผู้วิจัยจึงได้จัดทำกรอบการสอนของเกมสิ่งเร้ารอบต้น ดังภาพที่ ก.27 ถึงภาพที่ ก.31

#### 4.2.3.2 การจัดลำดับกรอบการสอน (Storyboard Development)

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ และ เกมขาดแสงนั้นหงอยเหงา ผู้วิจัยจึงได้จัดลำดับกรอบการสอนออกมา 2 ภาพ ดังภาพที่ ก.32 และภาพที่ ก.33 ตามลำดับ

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า และ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ผู้วิจัยจึงได้จัดลำดับกรอบการสอนออกมา 2 ภาพ ดังภาพที่ ก.34 และภาพที่ ก.35 ตามลำดับ

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นั้น มี 1 เกมหลัก คือ เกมสิ่งเร้ารอบต้น ผู้วิจัยจึงได้จัดลำดับกรอบการสอนออกมา 1 ภาพ ดังภาพที่ ก.36

#### 4.2.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Correctness Examination)

ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอนที่จัดลำดับแล้ว ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้ตรวจสอบเนื้อหาของ คัดศัพท์ชาวแล็บ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำ คือ ให้เพิ่มเนื้อหาในส่วนการปลูกถ่วงอก โดยให้ปลูกได้จนถึงใบแก่ครั้งแรก จากเดิมที่ปลูกได้จนถึงใบเลี้ยงเท่านั้น และการเพิ่มเนื้อหาในส่วนของเงาของต้นไม้ ซึ่งควรเพิ่มเข้ามา และให้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับทิศทางและเงาไปพร้อมๆกัน

#### 4.2.3.4 การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน (Test Creation)

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบที่ใช้สำหรับ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน และ การทดสอบหลังเรียน ซึ่งรายละเอียดของแบบทดสอบจะอยู่ที่ภาคผนวก ก

#### 4.2.4 การสร้างหน่วยการเรียนรู้ (Implementation)

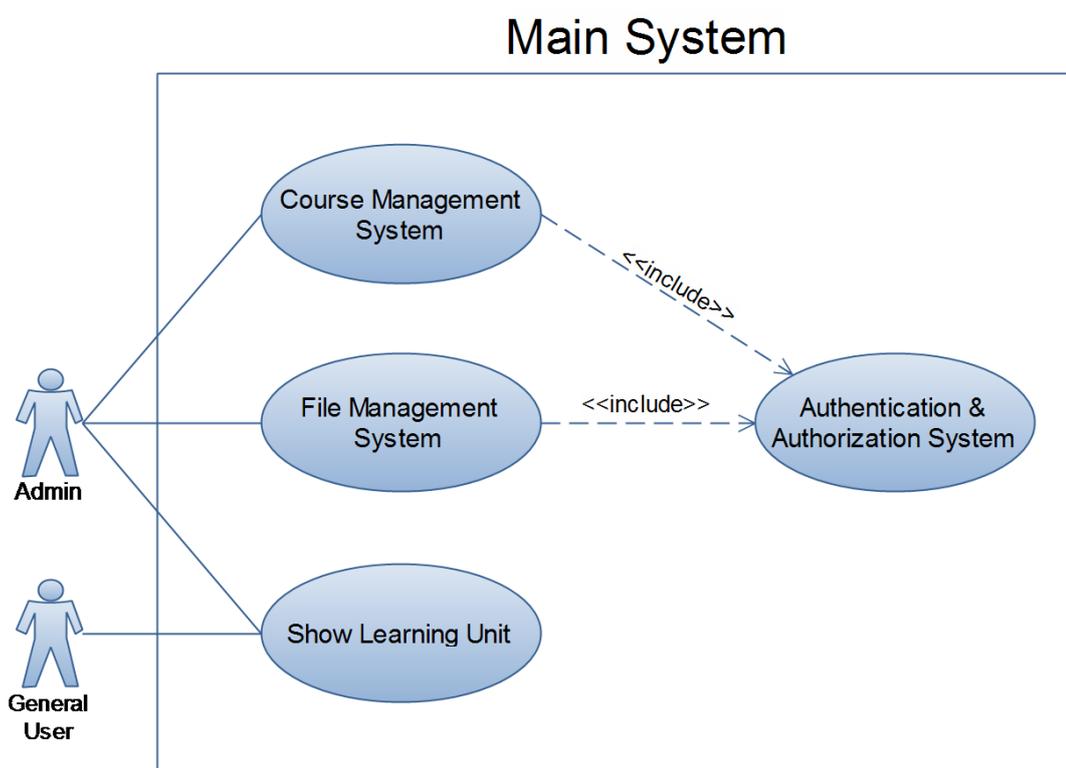
ผู้วิจัยได้สร้างหน่วยการเรียนรู้หรือเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมา จำนวนทั้งสิ้น 5 เกม โดยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ ดังภาพที่ ก.37 ถึงภาพที่ ก.41 และ เกมขาดแสงนั้นหงอยเหงา ดัง ภาพที่ ก.42 ถึงภาพที่ ก.45

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า ดังภาพที่ ก.46 ถึงภาพที่ ก.49 และ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ดังภาพที่ ก.50 ถึงภาพที่ ก.55

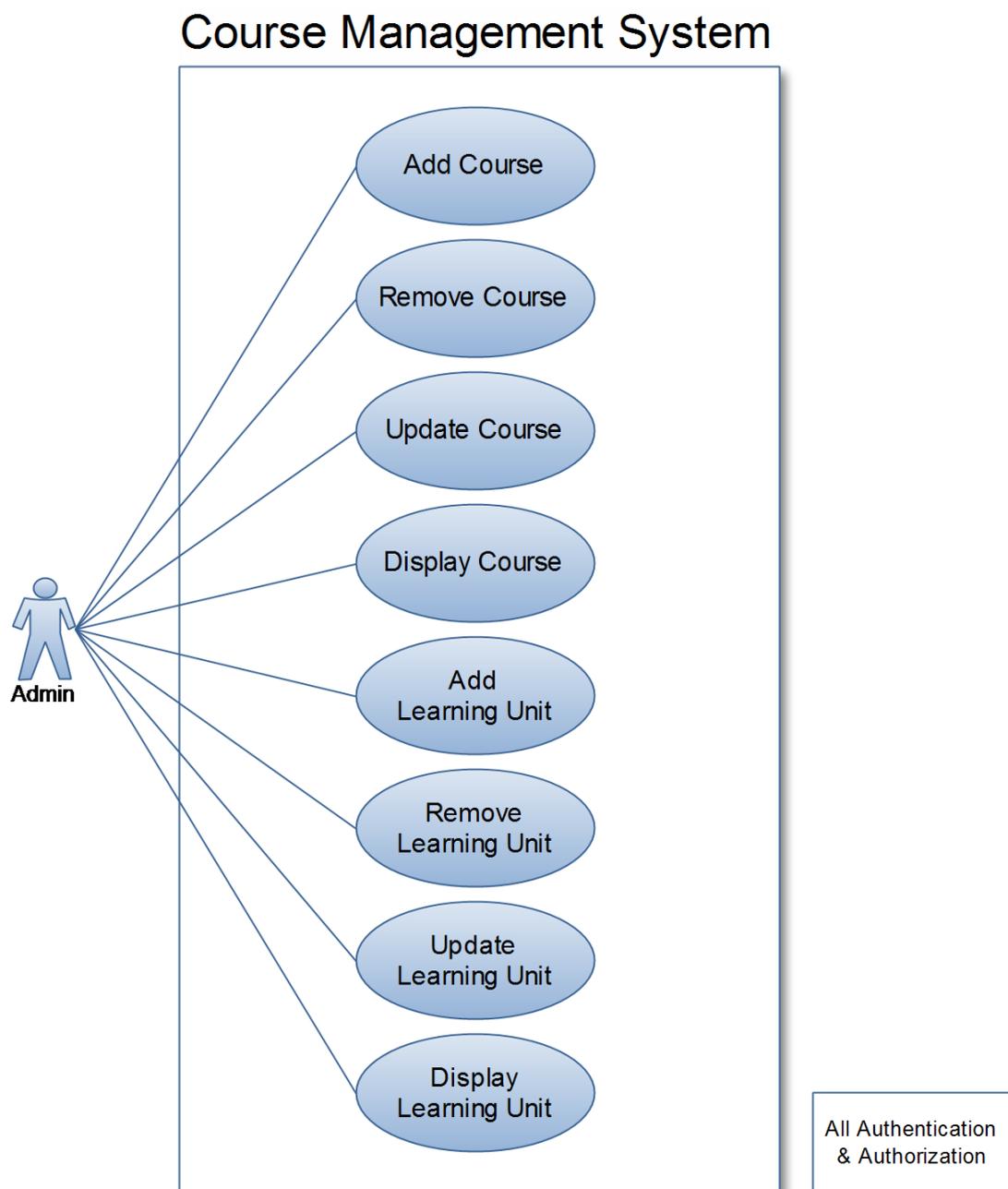
ในหน่วยการเรียนที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพีช นั้น มี 1 เกมหลัก คือ เกมสิ่งเร้ารอบต้น ดังภาพที่ ก.56 ถึงภาพที่ ก.60

#### 4.2.5 การสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS)

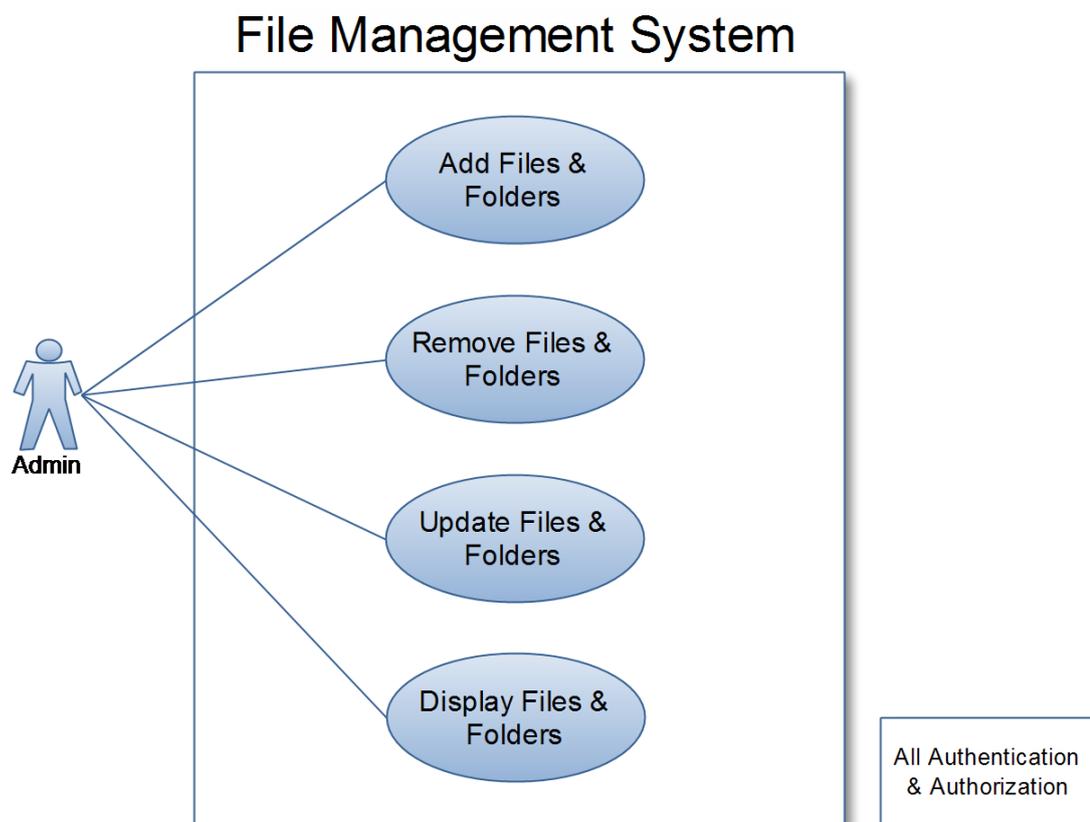
ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนจัดการการเรียนการสอนตามที่ได้วิเคราะห์ออกมา โดยเขียนในรูปแบบของแผนภาพ Use Case (Use Case Diagram) ตามภาพที่ 4.2 ถึงภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.2 แผนภาพ Use Case แสดงระบบหลัก (Main System)

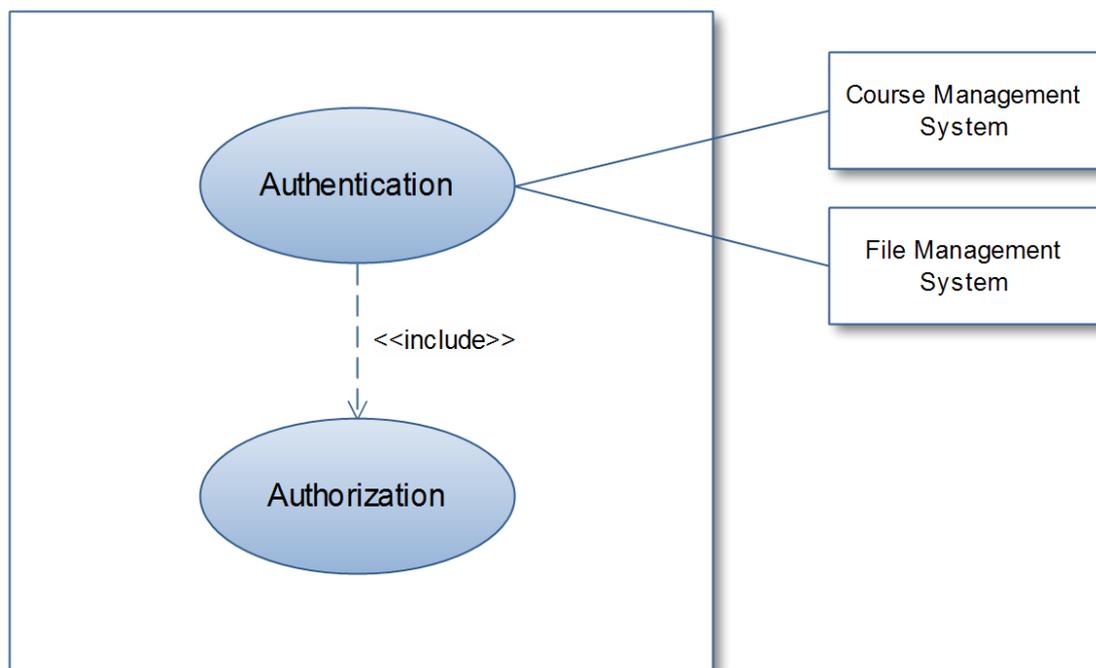


ภาพที่ 4.3 แผนภาพ Use Case แสดงระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน  
(Course Management System)



ภาพที่ 4.4 แผนภาพ Use Case แสดงระบบจัดการไฟล์ (File Management System)

## Authentication & Authorization System



ภาพที่ 4.5 แผนภาพ Use Case แสดงระบบระบุตัวตนและตรวจสอบสิทธิ์ (Authentication and Authorization System)

ส่วนรายละเอียดของระบบงานแต่ละส่วน (Use Case Description) นั้นผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ดังตารางที่ ก.6 ถึงตารางที่ ก.20

ผู้วิจัยได้สร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้โปรแกรม Adobe® Dreamweaver® เขียนเป็นภาษา XHTML (eXtensible HyperText Markup Language) เพื่อใช้สร้างเว็บไซต์ ร่วมกับภาษา CSS (Cascading Style Sheets) เพื่อใช้ในการจัดรูปแบบหน้าตาของเว็บไซต์ และใช้ภาษา PHP (PHP Hypertext Preprocessor) ในการเขียนโปรแกรมสคริปต์ เนื่องจากเป็นภาษาที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เขียนได้ง่าย และมีประสิทธิภาพสูง ร่วมกับใช้ภาษา JavaScript และเทคโนโลยี AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) เพื่อให้โปรแกรมมีการโต้ตอบ (Interactive) กับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว ผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบฐานข้อมูล MySQL เนื่องจากเป็นระบบฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ได้รับความนิยมอย่างสูง และไม่มีค่าใช้จ่ายอีกด้วย

#### 4.2.6 การติดตั้งและทดสอบระบบ (Deployment)

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน โดยใช้โปรแกรม Apache Web Server เพื่อช่วยในการทดสอบระบบในเครื่องของตนเอง และได้เพิ่มข้อมูลรวมถึงไฟล์ต่างๆที่จำเป็นสำหรับการใช้งานคิสต์เวอร์ชวลแล็บ จากนั้นได้นำระบบคิสต์เวอร์ชวลแล็บที่ผ่านการทดสอบแล้วไปให้บริการบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการบนระบบอินเทอร์เน็ตต่อไป

หน้าตาของคิสต์เวอร์ชวลแล็บเป็นไปดังภาพที่ 4.6 ถึง ภาพที่ 4.18

# Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็บบอร์ด

หน้าแรก	<div style="background-color: #92d050; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Kids' Virtual Lab</div> <div style="background-color: #007bff; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em; margin-top: 10px;">หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช</div> <p style="text-align: right; color: #c00000; font-size: 0.9em; margin-top: 5px;">โดย... อ. นพ. คณิต คูศิริวิเชียร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-bottom: 5px;"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เกมชาดน้ำเหมือนชาดใจ</li> <li style="margin-bottom: 5px;"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เกมชาดแสงฉันทงอยเหงา</li> <li style="margin-bottom: 5px;"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เกมถ่วงออกมาแล้วจำ</li> <li style="margin-bottom: 5px;"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ</li> <li style="margin-bottom: 5px;"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เกมเลี้ยงเร้ารอบต้น</li> </ul>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab  
 Copyright (c) 2011 Kanit Koosirivichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.6 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าแรก

# Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

หน้าแรก	<div style="background-color: #000080; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Kids' Virtual Lab</div> <div style="background-color: #000080; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em; margin-top: 10px;">หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p style="color: #800080; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">หน่วยการเรียนรู้ 1 เกมชาดน้ำเหมือนชาใจ</p> <div style="background-color: #000080; color: white; padding: 10px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 2em; margin: 10px 0;">เกมส้ชาดน้ำเหมือนชาใจ</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid #800080; border-radius: 15px; padding: 5px 15px; background-color: #fff9c4; text-align: center; font-size: 0.9em;">รดน้ำให้ทันไม่จ้้นตาย</div> <div style="border: 1px solid #800080; border-radius: 15px; padding: 5px 15px; background-color: #fff9c4; text-align: center; font-size: 0.9em;">ไม่รดน้ำแล้วเป็นใจ</div> <div style="border: 1px solid #800080; border-radius: 15px; padding: 5px 15px; background-color: #fff9c4; text-align: center; font-size: 0.9em;">รดน้ำเยอะเกินไปก็ไมดี</div> <div style="border: 1px solid #800080; border-radius: 15px; padding: 5px 15px; background-color: #fff9c4; text-align: center; font-size: 0.9em;">ออกจากเกมส์</div> </div> </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab  
 Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.7 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมชาดน้ำเหมือนชาใจ

# Kids' Virtual Lab

คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

หน้าแรก	<div style="background-color: #000080; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">             Kids' Virtual Lab           </div> <div style="background-color: #000080; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">             หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช           </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>หน่วยการเรียนรู้ 1 เกมขาดแสงจันทร์หงอยเหงา</b> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิตส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab  
 Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.8 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ เกมขาดแสงจันทร์หงอยเหงา

# Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">Kids' Virtual Lab</h2> <div style="background-color: #007bff; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; text-align: center; margin: 5px 0;"> <b>หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช</b> </div> <p style="color: #e67e22; font-weight: bold; margin: 5px 0;">หน่วยการเรียนรู้ 2 เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า</p> <div style="background-color: #f08080; padding: 10px; border-radius: 10px; text-align: center; margin: 5px 0;"> <h3 style="color: green; font-weight: bold; margin: 0;">ตั้งออกมาแล้วจ้า</h3> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: #f1c40f; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">ตั้งออกมาแล้วจ้า</div> <div style="background-color: #f1c40f; border-radius: 15px; padding: 5px;">ออกจากเกมส์</div> </div> <div style="margin-left: 20px;"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <span> a a a</span> <span></span> </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab  
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.9 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า

# Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวต์เว็บ

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">Kids' Virtual Lab</h2> <div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; text-align: center; margin: 5px 0;"> <b>หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช</b> </div> <p style="color: #4a7c59; font-weight: bold; margin: 5px 0;">หน่วยการเรียนรู้ 2 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab  
 Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.10 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ

# Kids' Virtual Lab

คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

หน้าแรก	<div style="background-color: #000080; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">             Kids' Virtual Lab           </div> <div style="background-color: #000080; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">             หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช           </div> <div style="background-color: #800000; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">             หน่วยการเรียนรู้ 3 เกมสิ่งเร้ารอบต้น           </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับคิตส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab  
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.11 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ เกมสิ่งเร้ารอบต้น



**Kids' Virtual Lab**  
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเน็ตเวิร์คเว็บ

หน้าแรก	<b>เข้าสู่ระบบ</b>
เข้าสู่ระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิตส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

UserName: hai  
Password: ●●●●●●

Kids' Virtual Lab  
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.12 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าล็อกอิน เข้าสู่ระบบ



**Kids' Virtual Lab**  
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเน็ตเวิร์คเว็บ

ยินดีต้อนรับ อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร (hai)

หน้าแรก	<b>เข้าสู่ระบบ</b>
เข้าสู่ระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิตส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

ยินดีต้อนรับ อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร (hai)

Kids' Virtual Lab  
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.13 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ แจ้งว่าเข้าสู่ระบบได้สำเร็จ



**Kids' Virtual Lab**  
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็บไซต์เว็บ

ยินดีต้อนรับ อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร (hai)

หน้าแรก  
เข้าระบบ  
จัดการหลักสูตร  
จัดการไฟล์  
เกี่ยวกับ  
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ  
เกี่ยวกับผู้จัดทำ

### จัดการหลักสูตร

ID	ชื่อหลักสูตร	อาจารย์	ใช้งานได้	
1	วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช	อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร	<input checked="" type="checkbox"/>	  
2	วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตสัตว์	อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร	<input type="checkbox"/>	  

 เพิ่มหลักสูตร

Kids' Virtual Lab  
Copyright (c) 2011 Kanit Koosirivichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.14 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการหลักสูตร



**Kids' Virtual Lab**  
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็บไซต์เว็บ

ยินดีต้อนรับ อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร (hai)

หน้าแรก  
เข้าระบบ  
จัดการหลักสูตร  
จัดการไฟล์  
เกี่ยวกับ  
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ  
เกี่ยวกับผู้จัดทำ

### จัดการหน่วยการเรียนรู้ (วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช)

ID	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	URL	ใช้งานได้	
1	หน่วยการเรียนรู้ 1 เกมขุดน้ำเหมือนขาดใจ	Course/Trees%20Life/01.%20Watering%20Trees/Waterin	<input checked="" type="checkbox"/>	  
2	หน่วยการเรียนรู้ 1 เกมขาดแสงจันทร์หอยเหงา	Course/Trees%20Life/02.%20Sun%20Trees/Sun%20Tree	<input checked="" type="checkbox"/>	  
3	หน่วยการเรียนรู้ 2 เกมถั่งออกมาแล้วจ้า	Course/Trees%20Life/03.%20Bean%20Sprouts/Bean%20C	<input checked="" type="checkbox"/>	  
4	หน่วยการเรียนรู้ 2 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ	Course/Trees%20Life/04.%20Planting%20Trees/Planting'	<input checked="" type="checkbox"/>	  
5	หน่วยการเรียนรู้ 3 เกมสิ่งเร้ารอบคัน	Course/Trees%20Life/05.%20Stimulus%20and%20Respc	<input checked="" type="checkbox"/>	  

 เพิ่มหน่วยการเรียนรู้

<< กลับหน้าจัดการหลักสูตร

Kids' Virtual Lab  
Copyright (c) 2011 Kanit Koosirivichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.15 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการหน่วยการเรียนรู้



ภาพที่ 4.16 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการไฟล์



ภาพที่ 4.17 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าเกี่ยวกับผู้จัดทำ



คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">เกี่ยวกับคิตส์เวอร์ชวลแล็บ</h2> <p>การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาของประเทศชาติ การทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ที่สำคัญ เพราะช่วยให้เด็กสามารถที่จะเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น แต่ในการเตรียมการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องเตรียมทั้งอุปกรณ์, สารเคมี, ห้องปฏิบัติการที่พร้อม การทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่างจึงจำเป็นต้องอาศัยสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยด้วย เช่น การทดลองเรื่องแวนชยาที่อาจจำเป็นต้องใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสง ถ้าวันนั้นฝนตกหรือมีหมอกอาจทำการทดลองไม่ได้ เป็นต้น การทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่างก็ค่อนข้างอันตราย เช่นการทดลองเรื่องไฟหรือการผสมสารเคมีบางอย่าง อาจไม่เหมาะสำหรับเด็ก เนื่องจากเด็กยังขาดความระมัดระวังในการทำการทดลอง หรือ บางครั้งการทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่าง อาจต้องใช้เวลาในการสังเกตผล ที่ค่อนข้างยาวนาน ไม่สามารถทำในเสร็จในวันเดียวได้ เช่น การทดลองปลูกต้นไม้ ซึ่งอาจทำในเด็กเล็กได้ความรูสึกถึงความยากอยู่ยากเห็นไปเสียก่อนในการที่จะต้องรอผลสุดท้าย อีกทั้งการทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่างจึงจำเป็นต้องใช้บุคลากรทางการศึกษาคือ คุณครูหลายคน เพื่อช่วยกันกำกับ, ควบคุม และดูแล ให้การทดลองเป็นไปอย่างเรียบร้อย</p> <p>การเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิ่ง (e-Learning) คือ การเรียนการสอนที่นำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาเป็นสื่อการสอน โดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน มีระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System) เพื่อใช้สำหรับอำนวยความสะดวก บันทึก ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการเรียน การเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิ่งแบบดั้งเดิม จะใช้วีดิทัศน์เนื้อหาหรือหนังสือไปใส่ไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะสามารถอ่านหรือเรียนรู้ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำได้ฟรีก็จริง แต่ไม่แรงจูงใจให้ศึกษา, ขาดความกระตือรือร้น, ไม่ฝึกฝน, ขาดความรับผิดชอบ และ มีวิธีการเลือกใช้งานระบบค่อนข้างสูง (Apapanik and Mstefanos, 2007) ดังนั้นการออกแบบระบบการเรียนรู้นั้นใหม่ จึงมีการนำเกมเข้ามาเป็นสื่อช่วย การเล่นเกมคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการสอน (e-Learning Game) เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีที่สุดในขณะนี้ ทั้งที่ความสนุกสนานในการเรียน ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ ทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ดีขึ้น (Zhi-Hong Chen, Calvin C.Y. Liao and Tak-Wai Chan, 2010) อีกทั้งการเล่นเกมยังเป็นการพัฒนาทักษะหลายด้านของเด็ก เช่น ด้านจิตวิทยา, ด้านสังคม, ด้านการบริหาร และช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย (Apapanik and Mstefanos, 2007)</p> <p>เกมคอมพิวเตอร์ (Computer Game) นั้นสามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี (Pei-Chi Ho, Chun-Hsiung Huang and Szu-Ming Chung, 2007; Yu-Hong Lin, 2007) และการใช้เกมคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการสอนการทดลองปฏิบัติด้านต่างๆแบบเสมือนจริงนั้นก็ยังมีมานานแล้ว แต่โดยมากจะเป็นการออกแบบสำหรับใช้ในอยู่ เช่น การทดลองทางฟิสิกส์ (Virtual Physics Lab), การทดลองทางเคมี (Virtual Chemistry Lab), การทดลองทางชีววิทยา (Virtual Biology Lab), การทดลองปรับแต่งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Virtual Network Computer Lab) (Frantisek Jakob, Jozef Janitor and Michal Nagy, 2009) หรือ แม้กระทั่งเกมจำลองทางธุรกิจ (Virtual Business Game) แต่เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กนั้นเมื่อใช้งานไปมาก เนื่องจากความยากในการออกแบบ เพราะเนื่องจากต้องเน้นในเรื่องของการทดลองแล้ว สิ่งที่เขาไม่ได้ใน เกมการทดลองสำหรับเด็กคือสิ่งที่ดึงดูดใจให้เด็กเข้ามาเล่นกับเกมทดลองได้อย่างสนุกสนาน ไม่เบื่อ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีต้นแบบ (Model) หรือแนวทางในการพัฒนา (Development Guideline) เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กที่ยึดเจเน อีกทั้งการศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ของการนำเอาเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้ในเด็กก็ยังมีค่อนข้างน้อย</p> <p>ในประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา มีงบประมาณด้านการศึกษาสนับสนุนให้แก่โรงเรียนที่อยู่ไกล ความเจริญค่อนข้างน้อย ทำให้เด็กนักเรียนที่เรียนอยู่โรงเรียนเหล่านี้ขาดโอกาสทางการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องไม้เครื่องมือที่จำเป็นต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ก็มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน ดังนั้นการเรียนผ่านทางระบบเรียนทางไกล (Distance e-Learning) ผ่านเว็ทไซต์ (World Wide Web) สามารถช่วยตรงจุดนี้ได้ (D.Bartholomew, 2005) เนื่องจากเครื่องมือคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ต นักเรียนก็สามารถเรียนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้จากการทดลอง โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเครื่องมืออีกต่อไป ทั้งยังช่วยให้เด็กสามารถทำการเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่เด็กต้องการได้อีกด้วย</p> <p>จากปัญหาต่างๆที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างต้นแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาหรือเรียนและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่จะช่วยในการเรียนรู้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยจำลองมาจากการทดลองจริง ผู้เรียนจะรู้สึกเหมือนกับว่าเข้าไปอยู่ในโลกเสมือนจริง (Virtual World) และทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ภายในเกม ผู้วิจัยเรียกต้นแบบที่สร้างขึ้นว่า "ต้นแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ (A Model for Virtualization Science Laboratory Game for Kids on World Wide Web)" หรือ เรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (Kids' Virtual Lab Model)" จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาเกมการเรียนและการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก โดยอาศัยแนวทางในการออกแบบจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล ซึ่งขอเรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab)" โดยได้เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ และนำไปทดลองใช้สอนในกลุ่มเป้าหมาย เพื่อประเมินผลว่าบทเรียนและเกมที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนั้น มีประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อผู้เรียนเป็นอย่างไร</p>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับคิตส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

### วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาต้นแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ (คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล)
- เพื่อสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ ตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (คิตส์เวอร์ชวลแล็บ)
- เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ (Efficiency) ของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล
- เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) ของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล
- เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นค่าตามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

### ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

- เพื่อได้ต้นแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ขึ้นมา เป็นแนวทางสำหรับทำออกแบบและพัฒนาเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ได้เร็วต่อไป
- เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และช่วยพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น จากการใช้น่าเรียนหรือมีคิตส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้น
- เพื่อให้นักเรียนได้สนุกกับการเรียนจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริง
- เพื่อช่วยลดภาระและค่าใช้จ่ายในการเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้
- เพื่อสามารถนำเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาอื่นต่อไปได้อีก

Kids' Virtual Lab  
Copyright (c) 2011 Kanit Kooirivichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.18 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าเกี่ยวกับคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

### 4.3 ผลการวัดสมรรถนะของระบบ

ผลการวัดสมรรถนะของระบบซึ่งได้จับเวลาตั้งแต่เครื่องไคลเอนต์ได้ร้องขอ จนกระทั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ส่งข้อมูลที่เครื่องขอกลับมาจนครบถ้วน และเครื่องไคลเอนต์ได้แสดงหน้าเว็บเพจอย่างสมบูรณ์ เป็นไปดังตารางที่ 4.1 โดยค่าตัวเลขที่จับเวลาได้มีหน่วยเป็นวินาที

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดสมรรถนะของระบบ

การเชื่อมต่อ เว็บเพจ	Local Host	ADSL LAN	ADSL WLAN	University WIFI	Public WIFI	From Cache
Home	0.09	0.39	0.44	0.39	0.57	0.15
Game 1	0.21	1.95	2.04	0.87	4.23	0.15
Game 2	0.24	1.62	1.77	1.49	3.36	0.19
Game 3	0.27	1.59	1.63	1.42	2.91	0.25
Game 4	0.30	2.17	2.18	1.95	3.92	0.23
Game 5	0.26	2.65	2.73	2.47	4.48	0.18
Login	0.17	0.47	0.45	0.59	0.37	0.15
Course Management	0.14	0.66	0.67	0.45	0.65	0.20
File Management	0.65	1.89	1.92	2.40	0.85	0.49
About Kids' Virtual Lab	0.11	0.45	0.78	0.28	0.35	0.12
About Author	0.07	0.39	0.39	0.26	0.32	0.15

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ Local Host จะใช้เวลาไม่เกิน 1 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดีมาก ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ ADSL LAN จะเห็นว่าหน้าทัวๆ ไปจะใช้เวลาในการดาวน์โหลดและแสดงผลไม่เกิน 1 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดีมาก แต่หากเป็นหน้าที่มีข้อมูลเยอะ เช่น หน้าเกมต่างๆ หรือหน้าระบบจัดการไฟล์ก็จะใช้เวลาประมาณ 1-3 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดี ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ ADSL WLAN ก็จะคล้ายกับแบบ ADSL LAN เพียงแต่อาจมีการหน่วง (Latency) เล็กน้อย เนื่องจากการส่งข้อมูลแบบไร้สายนั่นเอง ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ University WIFI จะเห็นว่าสมรรถนะจะดีกว่าแบบ ADSL WLAN เล็กน้อย แสดงว่าความเร็วของระบบอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์เร็วกว่าความเร็วของระบบ

อินเทอร์เน็ตตามบ้านอยู่เล็กน้อย ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ Public WIFI นั้นจะมีการเชื่อมต่อที่ช้าที่สุด โดยใช้เวลาประมาณ 1-5 วินาที แต่ก็ยังถือว่าอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดี ส่วนการเชื่อมต่อแบบ From Cache นั้นเป็นการเชื่อมต่อที่เร็วที่สุด เนื่องจากสามารถใช้ไฟล์จากในแคชของเครื่องไคลเอนต์ได้ทันที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดีมาก ผู้วิจัยได้สรุปผลการประเมินสมรรถนะของระบบไว้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินสมรรถนะของระบบ

การเชื่อมต่อ	ผลการประเมินสมรรถนะของระบบ
Local Host	สมรรถนะดีมาก
ADSL LAN	สมรรถนะดี
ADSL WLAN	สมรรถนะดี
University WIFI	สมรรถนะดี
Public WIFI	สมรรถนะดี
From Cache	สมรรถนะดีมาก

#### 4.4 ผลการประเมินคุณภาพของคิสด์เวอร์ชวลแล็บโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

ผลจากการนำคิสด์เวอร์ชวลแล็บที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพของคิสด์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	ระดับค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ส่วนของความถูกต้อง		
1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและวัตถุประสงค์	4.75	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.75	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.25	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของความถูกต้อง	4.58	ดีมาก

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

2. ส่วนของเนื้อหา		
2.1 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.50	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	4.75	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.50	ดีมาก
2.4 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.75	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของเนื้อหา	4.63	ดีมาก
3. ส่วนของภาพ		
3.1 ภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	4.75	ดีมาก
3.2 ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.75	ดีมาก
3.3 ภาพประกอบชวนให้น่าสนใจ	4.50	ดีมาก
3.4 ขนาดของภาพประกอบที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.50	ดีมาก
3.5 ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียนและเกม	4.75	ดีมาก
3.6 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบบทเรียนและเกม	4.75	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของภาพ	4.67	ดีมาก
4. ส่วนของแบบทดสอบ		
4.1 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบและ วัตถุประสงค์	4.25	ดี
4.2 ความชัดเจนของคำสั่งในแบบทดสอบ	4.50	ดีมาก
4.3 จำนวนข้อของแบบทดสอบ	4.50	ดีมาก
4.4 ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้	4.25	ดี
4.5 ความเหมาะสมของคำถาม	4.00	ดี
4.6 ความเหมาะสมของคำตอบและตัวเลือก	3.25	ปานกลาง
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของแบบทดสอบ	4.13	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.50	ดีมาก

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	ระดับค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ส่วนของความถูกต้อง	4.58	คุณภาพดีมาก
2. ส่วนของเนื้อหา	4.63	คุณภาพดีมาก
3. ส่วนของภาพ	4.67	คุณภาพดีมาก
4. ส่วนของแบบทดสอบ	4.13	คุณภาพดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.50	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 สามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาได้ดังนี้ ส่วนของความถูกต้องได้ค่าเฉลี่ย 4.58 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.63 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของภาพ ได้ค่าเฉลี่ย 4.67 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของแบบทดสอบได้ค่าเฉลี่ย 4.13 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี และเมื่อนำทุกหัวข้อมาหาค่าเฉลี่ยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 สรุปได้ว่าคิส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย	ระดับค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน		
1.1 การออกแบบหน้าจอและเมนูเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5.00	ดีมาก
1.2 ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน	4.67	ดีมาก
1.3 ความรวดเร็วของระบบ	4.67	ดีมาก
1.4 การทำงานโดยไม่มีข้อผิดพลาด	4.33	ดี
1.5 การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.00	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของโปรแกรม	4.53	ดีมาก

## ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

2. ส่วนของโปรแกรม เกมการทดลองวิทยาศาสตร์		
2.1 ความสมบูรณ์ของเกม	4.33	ดี
2.2 การออกแบบเกมมีความน่าสนใจ	4.33	ดี
2.3 การออกแบบหน้าจอและเมนูเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.67	ดีมาก
2.4 การทำงานโดยไม่มีข้อผิดพลาด	4.33	ดี
2.5 ระบบช่วยเหลือหรือวิธีใช้งาน	4.33	ดี
2.6 ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน	4.67	ดีมาก
2.7 ความสนุกของเกม	4.33	ดี
ระดับค่าเฉลี่ย	4.43	ดี
ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน		
3. ส่วนของภาพ		
3.1 ความสวยงามของภาพประกอบ	4.33	ดี
3.2 ความสวยงามและคุณภาพของภาพเคลื่อนไหว	4.33	ดี
3.3 สีสีนของภาพเหมาะกับผู้เรียน	5.00	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของภาพ	4.55	ดีมาก
4. ส่วนของตัวอักษร		
4.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	4.00	ดี
4.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	4.33	ดี
4.3 การใช้สีของตัวอักษร โดยภาพรวม	4.67	ดีมาก
4.4 ความชัดเจนของหัวข้อหรือส่วนที่เน้นสำคัญ	4.67	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของตัวอักษร	4.42	ดี
5. ส่วนของเสียง		
5.1 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบเกม	4.00	ดี
5.2 เสียงซาวด์เอฟเฟคที่ใช้ประกอบเกม	4.33	ดี
5.3 เสียงดนตรีพื้นหลังที่ใช้ประกอบเกม	4.67	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของเสียง	4.33	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.45	ดี

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการประเมินคุณภาพของคิควอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย	ระดับค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน	4.53	คุณภาพดีมาก
2. ส่วนของโปรแกรม เกมการทดลองวิทยาศาสตร์	4.43	คุณภาพดี
3. ส่วนของภาพ	4.55	คุณภาพดีมาก
4. ส่วนของตัวอักษร	4.42	คุณภาพดี
5. ส่วนของเสียง	4.33	คุณภาพดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.45	คุณภาพดี

จากตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 สามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพของคิควอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียได้ดังนี้ ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน ได้ค่าเฉลี่ย 4.53 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของโปรแกรม เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.43 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี ส่วนของภาพ ได้ค่าเฉลี่ย 4.55 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของตัวอักษร ได้ค่าเฉลี่ย 4.42 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี ส่วนของเสียงได้ค่าเฉลี่ย 4.33 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี และเมื่อนำทุกหัวข้อมาหาค่าเฉลี่ยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 สรุปได้ว่าคิควอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิควอร์ชวลแล็บโมเดลมีคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับคุณภาพดี

#### 4.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิควอร์ชวลแล็บ

ในการหาประสิทธิภาพของคิควอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 โดย E1 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ของบทเรียนแต่ละชุด ดังตารางที่ 4.7 และ E2 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ )

หน่วยการเรียน	จำนวนผู้เรียน (คน)	คะแนนรวม ระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 860 คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย ระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)	ประสิทธิภาพ ( $E_{1i}$ )
1	86	647	7.52	75.2
2	86	706	8.21	82.1
3	86	722	8.40	84.0
เฉลี่ย	86	691.67	8.04	80.43
$E_1$				80.43

ตารางที่ 4.8 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ )

หน่วยการเรียน	จำนวนผู้เรียน (คน)	คะแนนรวม หลังเรียน (คะแนนเต็ม 2580 คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ ( $E_2$ )
ทุกหน่วยการเรียน	86	2106	24.49	81.63

จากตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 สามารถสรุปผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บได้ว่า ในหน่วยการเรียนที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 75.2 ในหน่วยการเรียนที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 82.1 ในหน่วยการเรียนที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 84.0 เมื่อนำค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียนของทุกหน่วยเรียนมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียน ( $E_1$ ) เท่ากับ 80.43 และค่าประสิทธิภาพหลังเรียน ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 81.63 เมื่อเขียนในรูปแบบ  $E_1/E_2$  จะมีค่าเท่ากับ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้คือ 80/80 ดังนั้น สามารถสรุปผลได้ว่า คิด้ส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

#### 4.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บนั้น ใช้การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) พบว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 19.84 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.94 ส่วนคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 24.49 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.38 ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ

ผลที่ได้จาก	จำนวนคน (คน)	$\bar{x}$	S.D.
แบบทดสอบก่อนเรียน	86	19.84	3.94
แบบทดสอบหลังเรียน	86	24.49	3.38

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ t-test ชนิด Paired t-test (Dependent t-test for paired samples) ได้ค่า t เท่ากับ -12.454 โดยมี df (Degree of freedom) =  $n - 1 = 85$  และเมื่อเปิดตารางพบค่าวิกฤต (Critical value) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 มีค่าเป็น -2.371 ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตจึงสามารถปฏิเสธ  $H_0$  ได้ โดยมีโอกาสผิดพลาดได้ร้อยละ 1 ผู้วิจัยทำการคำนวณค่า P ได้เท่ากับ 0.000 ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการคำนวณ Paired t-test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน

Paired Samples Test	$\bar{x}$	S.D.	t	df	Sig.
Pre-Test – Post-Test	-4.651	3.463	-12.454	85	0.000

ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังเรียนด้วยคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีโอกาสผิดพลาดได้ร้อยละ 1

#### 4.7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

ผู้วิจัยได้หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

รายการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน	ระดับค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลการประเมินความพึงพอใจ
1. เนื้อหาของบทเรียนมีความน่าสนใจ ชัดเจน และเข้าใจง่าย	4.46	0.77	พึงพอใจมาก
2. เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีความสนุกสนาน น่าสนใจ	4.70	0.65	พึงพอใจมากที่สุด
3. นักเรียนได้ความรู้เพิ่มเติมจากบทเรียนและเกม	4.38	0.87	พึงพอใจมาก
4. รูปภาพและภาพเคลื่อนไหวมีความสวยงาม สีสันเหมาะสม	4.53	0.88	พึงพอใจมากที่สุด
5. ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน	4.41	0.89	พึงพอใจมาก
6. เสียงพากย์และเสียงประกอบ ชัดเจน เหมาะสม	3.83	1.36	พึงพอใจมาก
7. หลังจากเรียนจบแล้ว นักเรียนอยากกลับมาเรียนและเล่นเกมซ้ำอีก	4.51	1.05	พึงพอใจมากที่สุด
8. ความพึงพอใจต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บในภาพรวม	4.45	1.00	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.41	0.93	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4.11 ได้ผลว่า ส่วนของเนื้อหาบทเรียนได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.46 ส่วนของความสนุกและน่าสนใจของเกมได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.70 ส่วนความรู้เพิ่มเติมที่นักเรียนได้รับได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.38 ส่วนของรูปภาพและภาพเคลื่อนไหวได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.53 ส่วนของตัวอักษรได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.41 ส่วนของเสียงพากย์และเสียงประกอบได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 3.83 ส่วนของนักเรียนอยากกลับมาเรียนซ้ำ ได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.51 ส่วนของความพึงพอใจต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บในภาพรวมได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.45 และเมื่อผู้วิจัยได้นำค่าความพึงพอใจทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยก็ได้เท่ากับ 4.41 ซึ่งสามารถ

สรุปได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิตส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของกิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลในระดับพึงพอใจมาก