บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา โดยการศึกษาวิจัย/ทดลอง โครงสร้างและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ โดยการสร้างแนวคิดหลัก (Key idea) ของนวัตกรรมโมดูลการเรียนรู้ตามแนวคิดหลักโดยใช้กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการดำเนินการพัฒนาองค์ความรู้ของโมดูลดาวฤกษ์ การสร้างโมดูลการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ หลังจากนั้นทำการเพื่อวัดประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้ที่ได้ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ ครูวิทยาศาสตร์ ที่สอนรายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ จำนวน 37 คน และนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ที่จะต้องสอนวิชาดาราศาสตร์ จำนวน 63 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 100 คน จากผลวิจัยที่ได้ในบทที่ 4 สามารถสรุปผลวิจัย อภิปรายผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยในบทที่ 4 การกำหนดแนวคิดหลัก การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้โมดูลดาวฤกษ์เพื่อนำมาสู่การกำหนดคำถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งก่อนและหลังจากที่กลุ่มเป้าหมายดำเนินกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จุดประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ มี 3 ข้อ ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนแล้วในบทที่ 4 พบว่าประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยในอัตราร้อยละ 100 โดยสามารถสรุปผลการวิจัยตามรายละเอียด ดังนี้

1. สามารถพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา โดยการศึกษาวิจัย/ทดลอง โครงสร้างและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และสร้างแนวคิดหลัก (Key idea) ของนวัตกรรมโมดูลการเรียนรู้ ที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบโมดูลการเรียนรู้ดาวฤกษ์ในระดับโรงเรียนที่สามารถสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับดาวฤกษ์ได้อย่างแม่นยำ

2. ได้นวัตกรรมโมดูลการเรียนรู้มาตรฐานเกี่ยวกับโครงสร้างและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์

3. จากการประเมินผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน พบว่า มีผลการเรียนรู้หลังการใช้โมดูลการเรียนรู้ดาวฤกษ์ที่เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 100 และผลจากการเปรียบเทียบการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้โมดูลการเรียนรู้ Pre-test Post-test ของครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ที่จะต้องสอนในรายวิชาดาราศาสตร์ พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนน Pre-test ของครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ ที่จะต้องสอนวิชาดาราศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.3 คะแนน และ 3.6 คะแนน ตาลำดับ และค่าเฉลี่ยของคะแนน Post-test ของครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ที่จะต้องสอนวิชาดาราศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่อยู่ที่ 9.7 คะแนน และ 9.6 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนน จากแบบทดสอบ

Post-test จะสูงกว่าการทำแบบทดสอบ Pre-test ทุกกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาวิจัยโครงสร้างและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และสร้างแนวคิดหลัก (Key Idea) ของนวัตกรรมโมดูลการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่าเมื่อศึกษาแนวคิดหลัก (Key Idea) ของนวัตกรรมโมดูลการเรียนรู้ และนำนวัตกรรมโมดูลการเรียนรู้มาพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับดาวฤกษ์ของครูวิทยาศาสตร์หรือนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ ที่จะต้องสอนวิชาดาราศาสตร์ พบได้ว่าครูวิทยาศาสตร์หรือนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ ที่จะต้องสอนวิชาดาราศาสตร์ มีผลการเรียนรู้และมีองค์ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับดาวฤกษ์อย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่าโมดูลการเรียนรู้ดาวฤกษ์เป็นโมดูลที่มีประสิทธิภาพที่จะสามารถนำไปพัฒนาการเรียนรู้ โครงสร้างและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 อภิปรายผล

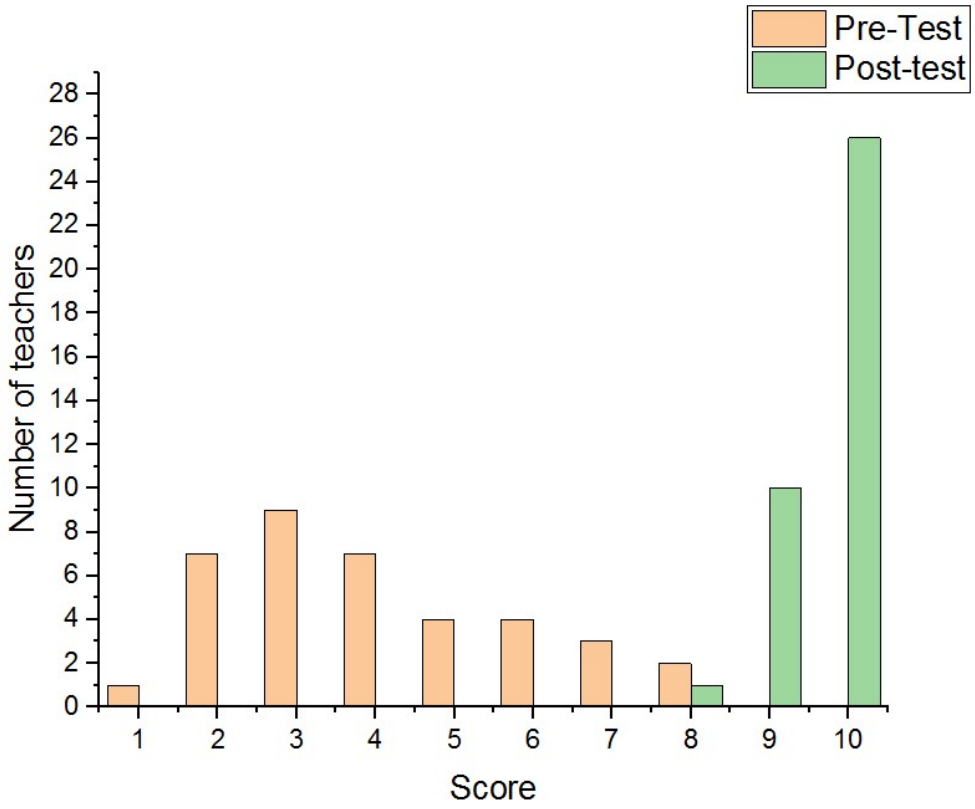
จากรายละเอียดค่าเฉลี่ยของคะแนน Pre-test ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ 3.9 ± 0.2 (st.err) และค่าเฉลี่ยของคะแนน Post-test ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ 9.6 ± 0.1 (st.err) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้ดาวฤกษ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งค่าความแตกต่างทางสถิติมีค่า ($t=11.420$, $df=87.849$, $p< 10^{-4}$) ทำให้พบว่า ค่าเฉลี่ยของการตอบคำถามที่ถูกต้อง Pre-test และ Post-test ของกลุ่มเป้าหมายสำหรับแต่ละแนวคิดหลัก แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ร้อยละค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ถูกต้องที่เชื่อมโยงกับแนวคิดหลัก ของกลุ่มตัวอย่าง

แนวคิดหลัก	Pre-test (ร้อยละ)	Post-test (ร้อยละ)
สมดุลทางกลและสมดุลความร้อน	42	96
พลังงานและปฏิกิริยานิวเคลียร์	28	97
การวิเคราะห์สเปกตรัม	23	96

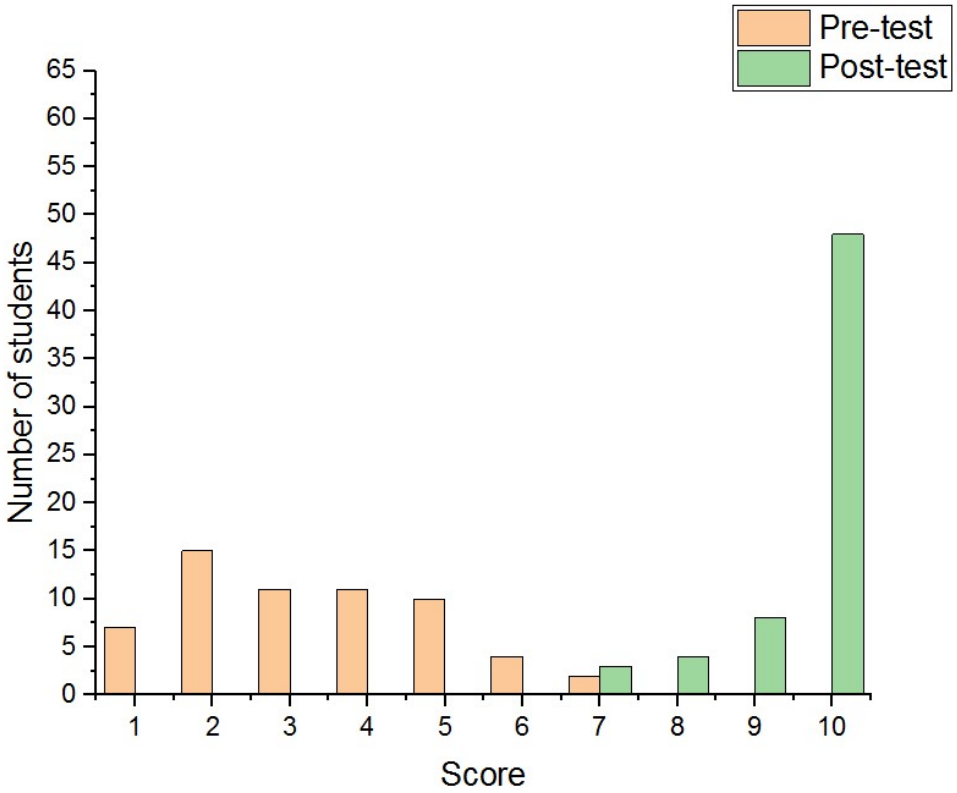
ผลการกระจายของคะแนน Pre-test และ Post-test ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละประเภทแสดงดังภาพที่ 5.1 - ภาพที่ 5.3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



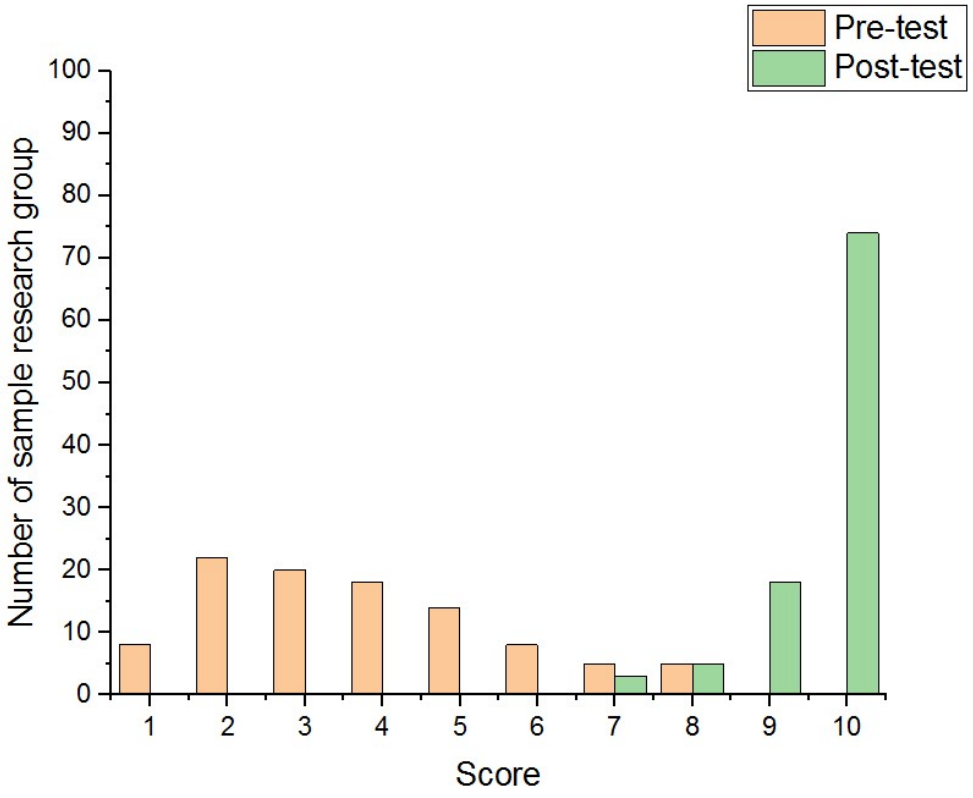
ภาพที่ 5.1 ผลการกระจายของคะแนน Pre-test และ Post-test ของกลุ่มตัวอย่างครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 37 คน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 5.2 ผลการกระจายของคะแนน Pre-test และ Post-test ของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ จำนวน 63 คน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 5.3 ผลการกระจายของคะแนน Pre-test และ Post-test ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ จำนวน 100 คน

จากภาพที่ 5.1-ภาพที่ 5.3 ทำให้เห็นรายละเอียดได้อย่างชัดเจนของประสิทธิภาพของโมดูลดาวฤกษ์ที่สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้และความรู้ของกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 100 คน เมื่อเข้าสู่กระบวนการพัฒนาผลการเรียนรู้โมดูลดาวฤกษ์แล้ว ทำให้สามารถวัดผลการเรียนรู้จากคะแนน 10 คะแนน พบว่ากลุ่มเป้าหมายสามารถทำคะแนนได้เต็ม 10 คะแนน จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 74 และมีผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับตั้งแต่ 70% ขึ้นไป คิดเป็น ร้อยละ 100

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากรายละเอียดของ Pre-test จะพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความยากในการตอบคำถามมากที่สุดเกี่ยวกับการวิเคราะห์สเปกตรัมของดาวฤกษ์ มีเพียง ร้อยละ 8 ของกลุ่มตัวอย่างเท่านั้นที่ตอบถูกต้อง โดยคำถามที่ยากต่อการตอบ คือ คำถามที่เกี่ยวข้องกับวัตถุชนิดใดมีอุณหภูมิสูงสุด และรองลงมาคือคำถามเกี่ยวกับพลังงานและปฏิกิริยาพลังงานของดาวฤกษ์ มีเพียง ร้อยละ 21 ของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบถูกต้อง คือ คำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในช่วงระหว่างการเกิดวิวัฒนาการของดาว ส่วนใน Post-test กลุ่มตัวอย่างแสดงผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างเป็นนัยสำคัญ สำหรับทุก ๆ แนวคิดหลัก

สำหรับแนวคิดหลักสมดุลทางกลและสมดุลความร้อน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประมาณมากกว่าร้อยละ 96 สามารถรับรู้ได้อย่างถูกต้องว่า ดาวฤกษ์เป็นโครงสร้างสมดุลของแรงโน้มถ่วงและบทบาทของแรงโน้มถ่วงในการยุบตัวของเนบิวลา จึงสามารถอนุมานได้อย่างสมเหตุสมผลได้ว่า กิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่นำเสนอสามารถเพิ่มความเข้าใจให้กับกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับแนวคิดหลักและรายละเอียดของโครงสร้างและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ได้อย่างดีเยี่ยม เมื่อมาพิจารณาเนื้อหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์สเปกตรัม ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและการแผ่รังสีความยาวคลื่น ดูเหมือนว่ากลุ่มตัวอย่างจะมีความตื่นเต้นต่อการทำกิจกรรมและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นอกจากนั้นยังพบปัญหาของกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการแผ่รังสีและการดูดกลืนรังสีเป็นหลักฐานที่เสนอแนะให้มีการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเชื่อมโยงแบบจำลองระดับจุลภาคของอะตอมกับการปลดปล่อยพลังงานแสงของดาวฤกษ์ให้ดียิ่งขึ้น ส่วนกรณีแนวคิดหลักเกี่ยวกับพลังงานและปฏิกิริยานิวเคลียร์นั้น กิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในด้านการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างในการแยกแยะความแตกต่างระหว่างปฏิกิริยานิวเคลียร์และปฏิกิริยาเคมี

เนื้อหาดาวฤกษ์มีความสำคัญต่อการศึกษาวิชาดาราศาสตร์ฟิสิกส์ในระดับที่สูงขึ้น เช่น กาแลกซีและจักวาลวิทยา (Wallace et al, 2012) แม้ว่าจะมีงานวิจัยและแหล่งข้อมูลให้ศึกษามากมายในช่วงระยะ 20 ปีที่ผ่านมา จากการศึกษาวิจัยทำให้พบว่ามีนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวนมากที่เข้าสู่การเรียนรู้ระดับมหาวิทยาลัย ด้วยความเข้าใจผิดหลายประการ เกี่ยวกับ หลักการเกิดและวิวัฒนาการของดาว (Bailey et al, 2009) ดังนั้นผู้ที่จะทำให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษามีความรู้ มีองค์ความรู้ที่แม่นยำคือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอนในรายวิชา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผู้ซึ่งจะเป็นครูผู้สอนวิชาดาราศาสตร์ในอนาคตอันใกล้นี้ ที่จะเป็นผู้มีบทบาทที่สำคัญในการทำให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษามีองค์ความรู้ที่ถูกต้อง แม่นยำ เกี่ยวกับ หลักการเกิดและวิวัฒนาการของดาว ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอนวัตกรรมโมดูลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ให้แก่ ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่สอนในรายวิชา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผู้ซึ่งจะเป็นครูผู้สอนวิชาดาราศาสตร์ในอนาคตอันใกล้นี้ ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา เกี่ยวกับโครงสร้างและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ โดยกำหนดแนวคิดหลัก คือ สมดุลทางกลและสมดุลความร้อน พลังงานและปฏิกิริยานิวเคลียร์ และการวิเคราะห์สเปกตรัม ตลอดจนถึงกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ที่นำเสนอเน้นความสนใจของกลุ่มตัวอย่างเป็นหลัก ในการทดลอง กฎและโมเดล ที่รวบรวมเนื้อหาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงในการถ่ายทอดมุมมองทางฟิสิกส์ที่แยกส่วน

การวิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้กลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการดำเนินกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ที่สนับสนุนผลของกิจกรรมที่นำเสนอในการทำความเข้าใจแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับดาวฤกษ์และกลไกภายใต้การทำงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งสมดุลเชิงกล และความสัมพันธ์ระหว่าง

อุณหภูมิผิวและความยาวคลื่นที่ปลดปล่อยออกมา การผสมผสานระหว่างปฏิบัติการเกี่ยวกับกฎทางฟิสิกส์ และกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อศึกษาสเปกตรัมของแสง และการหมุนของดวงอาทิตย์ สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างได้พัฒนาความรู้ที่เป็นเฉพาะแง่มุมของดาวฤกษ์ ที่สอดคล้องกับการค้นพบทางวิจัยที่ผ่านมา ก่อนทำกิจกรรมกลุ่มตัวอย่างยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน และหลังการดำเนินกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แล้ว ทำให้กลุ่มตัวอย่างได้เพิ่มพูน พัฒนาองค์ความรู้ได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อาจเป็นไปได้ว่าบทเรียนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการเปรียบเทียบพลังงานที่ส่งมาจากมวลที่เทียบเท่ากันของ H และพลังงานที่ออกจากดวงอาทิตย์อาจช่วยให้กลุ่มเป้าหมายเอาชนะความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการเผาไหม้หรือปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน (Agan, 2004: 77-79)

นอกจากนี้โมดูลการเรียนรู้นี้ยังแก้ปัญหากลุ่มเป้าหมายในการพิสูจน์การดำรงอยู่ในจักรวาลของธาตุที่หนักกว่า H และ He และพัฒนาความรู้ของกลุ่มเป้าหมาย เกี่ยวกับกระบวนการการเกิดผลผลิตธาตุหนักขึ้นเรื่อย ๆ ภายในดาวฤกษ์ (โชติ เนืองนันท์, 2564: 196-197) ท้ายที่สุดแล้วกิจกรรมที่นำเสนอการก่อตัวและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ อาจช่วยให้กลุ่มเป้าหมายได้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับ การเป็นเนื้อเดียวกัน และการไม่เป็นเนื้อเดียวกันของจักรวาลขนาดเล็ก

โดยรวมแล้วการศึกษาวิจัยครั้งนี้สนับสนุนให้การใช้ดาวฤกษ์เป็นบทเรียนที่ช่วยให้กลุ่มเป้าหมายบรรลุองค์ความรู้ในระดับที่สูงขึ้น จนสามารถพัฒนาตนเองจนเป็นผู้เชี่ยวชาญและทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำโมดูลการเรียนรู้ดาวฤกษ์ที่ได้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาแล้วนำผลการวิจัยมาศึกษาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยที่ผ่านมาและผลการวิจัยนี้

2. ควรปรับกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยการใช้บทเรียนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยซอฟท์แวร์ทางดาราศาสตร์เข้ามาเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ด้านการวิเคราะห์สเปกตรัมแล้วทำการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี