

ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ใช้วิธีการนำเสนอและวิธีการ สนับสนุนแนวทางในการสอนบนเว็บต่อการคิดเชิงเหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแบบการคิดต่างกัน

Adaptive Hypermedia Systems Using Adaptive Presentation and Adaptive Navigation Support in Web-based Instruction Upon Reasoning Thinking Field Mathematic in Matthayom IV Students With Different Cognitive Styles

ทักษิณพัฒน์ ศรีราชชัย (Thaksinapat Srikuachai)^{1*}

ดร. เพ็ญประภา เพชรบุรณิน (Dr. Penprapa Phetcharaburanin)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลของการใช้ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่มีแบบการคิดของนักเรียนต่อการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการนำเสนอแบบปรับตัวและวิธีการสนับสนุนแนวทางแบบปรับตัว การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพบริบทและการสังเคราะห์ร่างแบบจำลองระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนและนักเรียนโรงเรียนสารคามพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 16 คนและ 120 คน กลุ่มตัวอย่างสุ่มแบบอย่างง่าย ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 330 คนและ 32 คน กลุ่มตัวอย่างสุ่มแบบอย่างง่าย ระยะที่ 3 การประเมินระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 315 คน และ 88 คน กลุ่มตัวอย่างสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลการวิจัยระยะที่ 1 ด้านบทบาทผู้สอนต่อสภาพการเรียนรู้การสอนปัจจุบันภาพรวม พบว่าค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.82 แสดงถึงระดับความคิดเห็นว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง และด้านบทบาทผู้เรียนต่อสภาพการเรียนรู้การสอนปัจจุบัน ภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.80 ระดับความคิดเห็นว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง ระยะที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านเนื้อหาโดยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.50 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.57 ด้านเนื้อหาของระบบ อยู่ในระดับ ดี ระยะที่ 3 นักเรียนที่เรียนด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว วิธีที่ 1 คือ วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) กลุ่มที่มีแบบการคิดแบบอิสระ

¹ Correspondent author: Uk_sim@hotmail.com

* นักศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(FI) ค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีแบบการคิดแบบพึ่งพา (FD) ($\bar{X} = 22.63 > \bar{X} = 16.52$) และนักเรียนที่เรียนด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว วิธีที่ 2 คือวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) กลุ่มที่มีแบบการคิดแบบพึ่งพา(FD) ค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) ($\bar{X} = 22.64 > \bar{X} = 21.05$) และผลของนักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันมีคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ABSTRACT

This research aims to develop and study the effect of using adaptive hypermedia system that is adaptive in their thinking, mathematical reason, adaptive presentation and adaptive navigational support. The research is divided into 3 phases: Phase 1 studies as a context for the modeling and synthesis of adaptive systems and multi-dimensional media. Target and population, including teachers and students in first semester of the academic year 2552. Then select randomly 16 people and 120 people to be the subjects for study and effects. Phase 2 the development and multi-media performance and adaptability. Targeted subject includes students at the fourth semester of the academic year 2552 to 2 330 people and 32 groups selected randomly for samples and study phase 3 evaluation of adaptive hypermedia systems. Targeted subject includes students at the fourth semester of the academic year 2553 an amount of 315 people and 88 groups stratified by random selection and used for sampling. The results of phase one of the instructors teaching the current state of the overall average ($\bar{X}$) is equal to 4.75 and standard deviation (SD) of 0.82 indicates the level of review. Strongly disagree. And the roles of students are currently learning as a whole showed that the average ($\bar{X}$) of 4.76 and standard deviation (SD) was 0.80 at that level. Agree, now to phase 2, the performance of its contents by value ($\bar{X}$) equal to 4.50 and the standard deviation (SD) of 0.57 in content of the system in a period of three students with the media. Multidimensional Adaptive Method 1 is the adaptive presentation group with the forms of filed independent(FI), average total score of the skills of thinking, mathematical reason as higher than that. with filed dependence (FD) ($\bar{X} = 22.63 > \bar{X} = 16.52$) and students with adaptive hypermedia system method. Method two supports adaptive navigation support group with the forms of filed dependent(FD), averaged a total score of the skills of thinking, mathematical reason, was higher than the group with the forms of filed independent (FI) ($\bar{X} = 22.64 > \bar{X} = 21.05$) and the students have to think differently. There are good reasons for thinking skills, mathematical skills are statistically significant at the 0.05 level.

คำสำคัญ : ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว การสอนบนเว็บ การคิดเชิงเหตุผล

Key Words : Adaptive hypermedia Systems, Web-based instruction, Reasoning thinking

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้เห็นความสำคัญของการศึกษาเพื่อพัฒนาคนของประเทศ โดยได้กำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาไว้ว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยถือว่า “ผู้เรียนสำคัญที่สุด” กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพของตน [1] การจัดการกระบวนการเรียนรู้จึงควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาที่ต้องเผชิญอยู่ในสังคมปัจจุบันการสอนบนเว็บ (Web-based Instruction) จึงสอดคล้องกับหลักการให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นสำคัญโดยส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งการออกแบบการสอนบนเว็บที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา ส่งเสริมการคิดเชิงเหตุผลจะช่วยให้สามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและกรณีศึกษาที่พบได้ และยังจะช่วยเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี [2] การสอนบนเว็บจึงเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มีคุณค่าต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ในระดับสูงของผู้เรียนอีกด้วย และในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคมและการศึกษาของประเทศไทยเป็นอย่างมาก การนำความรู้ด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศมุ่งเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้นั้นจำเป็นจะต้องมีพื้นฐานและปัจจัยอื่นๆ ที่เหมาะสม เพื่อสอดคล้องกับกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลก การนำเทคโนโลยีบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้จึงเป็นการปฏิรูปการออกแบบการเรียนการสอนที่สร้างโอกาสใหม่ให้กับวงการศึกษา [3] การสอนบนเว็บ (Web-based Instruction) เป็นการนำเทคโนโลยีบนเว็บบราวเซอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้

ของผู้เรียนที่หลากหลายรูปแบบ ผู้เรียนมีความสะดวกในการเรียน และสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับแนวคิดการให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นสำคัญการเรียนรู้บนเว็บยังประยุกต์กลยุทธ์ทางการสอนที่มุ่งเน้นส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ [4] และในการเรียนการสอนเห็นได้ว่าผู้เรียนยังขาดทักษะทางด้านการคิด [5] ขัดแย้งกับพระราชบัญญัติทางการศึกษาที่รัฐจะต้องส่งเสริมให้มีการกำหนดการจัดการกระบวนการเรียนรู้จะต้องฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา [6] จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในบทบาทของครูจะต้องสร้างสื่อเทคโนโลยีเพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการคิดในทุกๆระดับชั้น ทุกกลุ่มสาระวิชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อันเป็นพื้นฐานในการใช้ทักษะกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ซึ่งในการศึกษาวิจัยทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาส่งเสริมให้เกิดผลดีขึ้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยมีประเด็นสำคัญอยู่หลายประเด็นด้วยกัน ประเด็นหนึ่งเป็นการเพิ่มความรู้ในการวิจัยเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ [7] ปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งเป็นการเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้ดีขึ้นได้อย่างไร เพราะการวิจัยที่ผ่านมา การคิดของผู้เรียนมีจุดเน้นสำคัญอยู่บนการเรียนรู้อะไร และสิ่งที่ไม่ส่งเสริมต่อการเรียนรู้คืออะไร ผู้สอนมีสิ่งที่ไม่รู้และการที่ได้มาซึ่งความรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างไร และส่งผลให้เกิดการเรียนการสอนของพวกเขาได้อย่างไรในส่วนของกลยุทธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน [8] ดังที่ ยุพิน [9] สรุปไว้ว่า “วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบ และเป็นรากฐานของวิทยาการหลาย ๆ สาขาความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ก็ล้วนแล้ว

แต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น” และนอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์ จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพ ชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข” [10]

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าปัญหาของการจัดการเรียนการสอนในวิชา คณิตศาสตร์จำเป็นจะต้องอาศัยสื่อเทคโนโลยีมาช่วย ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการ คิดให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และการนำเทคโนโลยี ที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มี ประสิทธิภาพการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน นักการศึกษาจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ บทเรียนด้วย ซึ่งปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ผู้ออกแบบ ควรตระหนักถึงก็คือ ลักษณะของผู้เรียนที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบการคิดของผู้เรียน (Cognitive Style) เป็นรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ข่าวสารที่แต่ละคนมีแตกต่างกันไปและยังส่งผลต่อบุคลิกภาพ พฤติกรรม การรับรู้ การจดจำ การแก้ปัญหา ความสนใจ พฤติกรรมทางสังคมและการสร้าง มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง [11] ซึ่งผู้เรียนที่มีแบบการ คิดต่างกันก็จะมีกลยุทธ์ในการเรียนที่แตกต่างกันไปด้วย [12] ดังนั้นในการออกแบบการเรียนการสอนบน เว็บ จึงต้องทราบแบบการคิดของผู้เรียนว่ามีลักษณะ อย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการเรียน การสอนที่เหมาะสมและมีประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน ซึ่งแบบการคิดมีขอบเขตในการศึกษาหลายรูปแบบ แต่ทั้งนี้มิติที่ได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางที่สุดคือ แบบ การคิดแบบฟังก์พา (FD) และแบบการคิดแบบอิสระ (FI) [13] แบบการคิดตามคำจำกัดความ [13] นั้น หมายถึง ความแตกต่างระหว่างบุคคลอันเป็นลักษณะ เฉพาะของพฤติกรรมของคนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และเข้าใจปัญหาซึ่ง Kogan [14] ได้เพิ่มเติมอีกว่า รวมความหมายไปถึงความเข้าใจการเก็บความจำ

และการนำเสนอข้อมูลไปใช้ประโยชน์ ลักษณะเช่นนี้ จึงเกี่ยวข้องและส่งผลไปถึงกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การเรียนรู้พฤติกรรมทางสังคมและบุคลิกภาพ เป็นต้น Ausburn and Ausburn [15] ได้อธิบาย ความหมายของแบบการคิดว่าเป็นมิติหนึ่งทาง จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้และกระบวนการ ข้อมูลข่าวสาร ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลใน กระบวนการเรียนรู้อันประกอบด้วย การรับรู้ การคิด การจดจำ การจินตนาการ และการแก้ปัญหา เหล่านี้ คือลักษณะหรือสไตล์ของแต่ละบุคคลที่จะให้ได้มา ซึ่งข้อมูลข่าวสารการเก็บรวบรวม และการนำข้อมูล ข่าวสารนั้นไปใช้ประโยชน์ ซึ่งแบบการคิดนั้นมีหลาย แบบโดยแบบการคิดที่ได้รับความสนใจมาก คือ แบบ การคิดแบบฟังก์พา (FD) และแบบ การคิดแบบอิสระ (FI) ซึ่งเป็นแบบการคิดที่ถูกนำมาศึกษาและใช้ใน วงการศึกษามากที่สุด [13] การที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์ ต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยปฏิกิริยาที่ต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับ การคิดของแต่ละบุคคล แบบการคิดเป็นลักษณะ ของแต่ละบุคคลในการจัดกระทำต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้รับเป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าที่ได้เผชิญจาก สิ่งแวดล้อมกับผลของสิ่งเร้านั้น เป็นความหมาย ตามแนวคิดของ Goldstein and Blackman (อ้างถึงใน บุญเสริม [16])

สื่อหลายมิติ (Hypermedia) เป็นเทคโนโลยี ที่ทันสมัยเป็นการนำเสนอข้อมูลเพื่อให้ผู้รับสามารถรับ ข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีความสามารถ เชื่อมโยงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง ได้ในทันทีด้วยความรวดเร็วและเพิ่มความสามารถ ในการบรรจุข้อมูลในลักษณะของภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพสามมิติ ภาพถ่าย เสียงพูด เสียงดนตรีเข้าไปในเนื้อหาด้วย เพื่อให้ ผู้ใช้หรือผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาเรื่องราวใน ลักษณะต่าง ๆ ได้หลายรูปแบบมากขึ้นกว่าเดิม [17] โดยสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hyper media) เกิดจากการประยุกต์งานจากระบบ ช่วยสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ (Intelligence

Tutoring System) และระบบสื่อหลายมิติ (Hypermedia System) โดยคำนึงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้แก่ ระดับความรู้ รูปแบบการเรียนรู้ ประสบการณ์ หรือข้อมูลอ้างอิงอื่น ๆ [18] ระบบจะทำการวิเคราะห์ให้ผู้เรียนจากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว นำเสนอบทเรียนตามคุณลักษณะและความต้องการของผู้เรียน ช่วยให้ผู้ใช้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง สื่อหลายมิติแบบปรับตัวจึงมีความยืดหยุ่นในการทำงานเพราะสามารถปรับเปลี่ยนไปตามลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน [19] ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia Systems) ยังมีผู้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นความสัมพันธ์กันระหว่างสื่อหลายมิติกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งปกติสื่อหลายมิติจะนำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่เป็นเนื้อหา ลิงค์ หรือสื่ออื่นๆ ที่ออกแบบสำหรับผู้เรียนทุกคนแต่ในความเป็นจริงแล้วผู้เรียนแต่ละคนมีความต้องการที่แตกต่างกันในการรับข้อมูลจากสื่อหลายมิติ ดังนั้นระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวจึงเป็นการผสมผสานระหว่างสื่อหลายมิติและระบบการสอนที่ชาญฉลาดในการตอบสนองผู้เรียนแต่ละคน [20] จากแนวคิดหลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น การเรียนการสอนในยุคปัจจุบันให้ความสำคัญกับผู้เรียนให้ได้รับโอกาสทางการศึกษา พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะด้านการคิดจะส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ความสามารถไปใช้ในการแก้ปัญหาในสภาพความเป็นจริงประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่กำลังรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วในขณะนี้ ซึ่งคงปฏิเสธไม่ได้ว่าเทคโนโลยีสารสนเทศดังกล่าวกำลังเข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งต่อการศึกษาทั้งในปัจจุบันและอนาคต ผู้เรียนมีโอกาสนในการเรียนรู้มากขึ้นไม่จำกัดทั้งเวลาและสถานที่ การสอนบนเว็บ (Web-bases Instruction) กำลังจะกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงไปได้ บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนกำลังจะเปลี่ยนไป ผู้เรียนมีโอกาสนเรียนรู้ได้กว้างขวางมาก

ขึ้นตามความถนัดและความสามารถของตนผู้สอนเปลี่ยนบทบาทมาเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือชี้แนะมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นควรว่าน่าจะได้มีการศึกษาถึงวิธีการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้ฝึกทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยเฉพาะผู้เรียนที่มีแบบการคิด (Cognitive Styles) ต่างกันที่ประกอบด้วย คือ แบบการคิดแบบพึ่งพา (FD) และแบบการคิดแบบอิสระ (FI) ของ Witkin *et al.* [13] หากมีการใช้ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่มีอยู่ทั้ง 2 วิธี คือ วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) และวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) ผู้เรียนจะมีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ต่างกันหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการสอนบนเว็บที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพสำหรับใช้ในการเรียนการสอนสนับสนุนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่มีแบบการคิดของนักเรียนต่อการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 2) เพื่อศึกษาระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ใช้วิธีการนำเสนอแบบปรับตัวและวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัวที่มีต่อการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ใช้วิธีการนำเสนอแบบปรับตัวและวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัวของนักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันส่งผลต่อการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ใช้วิธีการนำเสนอแบบปรับตัวและวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัวของนักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกัน ซึ่งมีขอบเขตของการวิจัยที่สำคัญผู้วิจัยกำหนดเป็น 3 ระยะดังนี้

1) ระยะที่ 1 สำหรับการศึกษาสภาพบริบทและการสังเคราะห์ร่างแบบจำลองระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ประชากรที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ครูและนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ครูจาก 8 กลุ่มสาระ ๗ ละ 2 คน รวม 16 คน โดยใช้ในการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่ายโดยจับฉลากสุ่มจากรายชื่อครูแต่ละกลุ่มสาระและนักเรียน จำนวน 120 คน โดยการกำหนดสัดส่วนและการสุ่มอย่างง่าย

2) ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การให้เหตุผล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 330 คน และกลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 32 คน

3) ระยะที่ 3 การประเมินระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ประชากรที่ใช้ในการศึกษาได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 จำนวน 315 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 88 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 315 คน ผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจงเลือกกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้ เนื่องจากเป็นกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในโรงเรียนที่มีความพร้อมด้านห้องปฏิบัติการ

อินเทอร์เน็ต มีจำนวนคอมพิวเตอร์ที่มีศักยภาพมากเพียงพอที่จะทำการทดลองและนักเรียนมีพื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ที่ดีขึ้นตอนในการจัดกลุ่มตัวอย่าง โดยให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 315 คน ทำแบบวัดการคิดโดยใช้แบบทดสอบเดอะกรุป เอ็มเบดเดดฟิกเกอร์ เทสต์ (The Group Embedded Figure Test: GEFT) ของโฮลท์แมน แรสกินและวิทกิน เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แบบการคิดแบบฟุ้งพา (FD) และแบบการคิดแบบอิสระ(FI) โดยในงานวิจัยนี้นักเรียนที่ทำคะแนนได้ระหว่าง 0-6 ได้รับการจัดให้เป็นนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟุ้งพา (FD) ส่วนนักเรียนที่ทำคะแนนได้ระหว่าง 13-18 ได้รับการจัดให้เป็นนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) แต่นักเรียนที่ทำคะแนนได้ระหว่าง 7-12 ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีแบบการคิดแบบกลาง (FM) โดยการวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้ทำการศึกษา

ซึ่งจากผลการใช้แบบวัดการคิดแล้วผู้วิจัยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ได้จำนวนนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟุ้งพา (FD) จำนวน 126 คน (คิดเป็น 40% ของประชากรทั้งหมด) และนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) จำนวน 95 คน (คิดเป็น 30% ของประชากรทั้งหมด) และผู้วิจัยต้องการกลุ่มตัวอย่าง 40% จากประชากรทั้งหมด หลังจากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Sampling Random) สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 40% จากประชากรในแต่ละกลุ่ม จะได้นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟุ้งพา (FD) จำนวน 50 คน (40% ของ 126 คน) และนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) จำนวน 38 คน (40% ของ 95 คน) สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จะมีขนาดเท่ากับประชากรคือ นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟุ้งพา (FD) 40% และนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) 30% หลังจากนั้นแบ่งนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟุ้งพา (FD) จำนวนเท่า ๆ กัน 2 กลุ่ม จากจำนวน 50 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 25 คน และนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบการคิดแบบอิสระ (FI) จากจำนวน 38 คน แบ่งออก

เป็นกลุ่มละ 19 คน นำกลุ่มดังกล่าวเรียนด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวแล้วทำการศึกษาผลที่ได้

ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวและแบบการคิด 1) ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ซึ่งมี 2 แบบ คือ 1.1) วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) 1.2) วิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) 2) แบบการคิด (Cognitive Styles) 2.1) แบบการคิดแบบพึ่งพา (FD) 2.2) แบบการคิดแบบอิสระ (FI)

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในระยะที่ 3 นี้เป็นใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ที่มีกลุ่มทดลอง 4 กลุ่ม โดยไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นการทดลองแบบ (Quasi-experimental Design: Factorial Design (2x2)) [21] มีลักษณะดังนี้

	กลุ่มทดลอง	ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง		ทดสอบหลังเรียน
			สื่อหลายมิติแบบปรับตัว	แบบการคิด	
®	E_1	O_1	X_1	Y_1	O_2
	E_2	O_1	X_1	Y_2	O_2
	E_3	O_1	X_2	Y_1	O_2
	E_4	O_1	X_2	Y_2	O_2

กำหนดให้สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

® คือ การสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้ากลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

E_1 E_2 E_3 และ E_4 คือ กลุ่มทดลองที่ 1 2 3

และ 4 ตามลำดับ

O_1 คือ การวัดผลก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

O_2 คือ การวัดผลหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

X_1 คือ วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation)

X_2 คือ วิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support)

Y_1 คือ ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบพึ่งพา (Field Dependent, FD)

Y_2 คือ ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (Field Independent, FI)

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะของการวิจัยดังนี้

1) ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพบริบทและการสังเคราะห์ร่างแบบจำลองระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ได้แก่ แบบสำรวจสภาพปัจจุบันและความต้องการด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว โรงเรียนสารคามพิทยาคม มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert) แบบ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 22 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

2) ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพแบบจำลองระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ได้แก่ (1)ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว คือ บทเรียนที่สร้างบนเว็บที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 2 วิธี คือ วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) และวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) (2) แบบประเมินบทเรียนออนไลน์ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิควิธีการ) (3) แบบประเมินประสิทธิภาพระบบ (สำหรับ

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโปรแกรม)

3) ระยะที่ 3 การประเมินระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ได้แก่ (1) แบบวัดการคิด The Group Embedded Figures Test (GEFT) ของ Witkin *et al.* [22] จำนวน 18 ข้อ (2) แบบทดสอบวัดความสามารถทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89 (3) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงเหตุผล เรื่อง การให้เหตุผล จำนวน 8 แผน (4) ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (5) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว จำนวน 17 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.96

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยคำตอบที่ถูกต้องให้ 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ผิดให้ 0 คะแนน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมคะแนนของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม เพื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร ได้แก่ แบบการคิด (Cognitive Styles) มี 2 แบบ คือ แบบการคิดแบบพึ่งพา (FD) และแบบการคิดแบบอิสระ (FI) กับระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia System) มี 2 วิธี คือ วิธีนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) และวิธีสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support)

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS FOR WINDOWS โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) ของคะแนนจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ

กลุ่มทดลอง ทั้ง 4 กลุ่ม เพื่อหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวกับแบบการคิดของผู้เรียนต่อการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาระยะที่ 1 การศึกษาสภาพบริบทและการสังเคราะห์แบบจำลองระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว พบว่า รายด้านบทบาทผู้สอนต่อสภาพการเรียนรู้การสอนปัจจุบันภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.82 แสดงถึงระดับความคิดเห็นว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง และด้านบทบาทผู้เรียนต่อสภาพการเรียนรู้การสอนปัจจุบัน ภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.80 แสดงถึงระดับความคิดเห็นว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งสามารถจำแนกแต่ละด้านได้ดังนี้

บทบาทผู้สอนต่อสภาพการเรียนรู้การสอนปัจจุบันมากที่สุด พบว่า ผู้สอนและผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาแหล่งความรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างกว้างขวางและสะดวกรวดเร็วมากขึ้น มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.94 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.56

ด้านบทบาทผู้เรียนต่อสภาพการเรียนรู้การสอนปัจจุบันมากที่สุด คือ บทบาทของผู้เรียนเปลี่ยนไปเป็นผู้บริหารจัดการเรียนด้วยตนเองแทนการรับความรู้เพิ่มมากขึ้น ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.53 พบข้อเสนอแนะของการวิจัยเพิ่มเติม โดยสภาพปัจจุบันมีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนไม่เพียงพอต่อความต้องการของครูผู้สอนและนักเรียน ครูผู้สอนขาดความรู้ความชำนาญในการผลิตสื่อการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลายและตรงกับความต้องการของผู้เรียน ไม่มีสื่อที่ผลิตไว้เพื่อพร้อมกับการใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและในด้านความต้องการมีครูผู้สอนมีความต้องการในการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยระบบ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์กับการบูรณาการการจัดการเรียนการสอน หน่วยงานมีความต้องการที่อยากให้ครูผู้สอนผลิตสื่อการเรียนการสอนอย่างหลากหลายด้วยระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ นักเรียนมีความต้องการแหล่งการเรียนรู้ทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างหลากหลายในแต่ละรายวิชา

ผลการศึกษาระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านเนื้อหาโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.48 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.57 ซึ่งมีความหมายว่าประสิทธิภาพของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ด้านเนื้อหาของระบบ อยู่ในระดับ ดี การประเมินประสิทธิภาพด้านเทคนิควิธีการแบบประเมินประสิทธิภาพระบบซึ่งพบว่า ส่วนของระบบความสามารถในการแสดงตัวอย่างสื่อตามที่ผู้เรียนต้องการความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับผู้เรียน ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก ส่วนความสามารถในการแสดงเนื้อหาแบบนำเสนอและสนับสนุนนำทางและความสามารถในการนำเสนอสื่อตามรูปแบบและลักษณะที่ผู้เรียนต้องการ อยู่ในระดับดี ส่วนของผู้เรียนความสามารถในการสนทนาผ่านห้องสนทนา ความสามารถในการจัดการข้อมูลและความสามารถในการดูรายงานคะแนน ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก ส่วนของผู้สอนความสามารถในการจัดการข้อมูลผู้เรียน ความสามารถในการจัดการข้อมูลบล็อก (Blog) ความสามารถในการตรวจไฟล์งานของผู้เรียน ความสามารถในการอนุมัติให้ผู้เรียนสอบหลังเรียนและสอบซ่อมเสริมความสามารถในการดูรายงานสถิติการถาม-ตอบเว็บไซต์ (Webboard) ของผู้เรียนและความสามารถในการดูรายงานคะแนนสอบของผู้เรียน ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก

สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านเนื้อหาโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.50 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.57

ซึ่งมีความหมายว่าประสิทธิภาพของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ด้านเนื้อหาของระบบ อยู่ในระดับ ดี

ผลการศึกษาระยะที่ 3 การประเมินระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว สรุปผลของการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ตอนได้ดังนี้

ตอนที่ 1 แสดงผลความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันว่าที่เรียนรู้ด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ใช้วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) และระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ใช้วิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความสามารถทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่มีอยู่ 2 วิธี คือ วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) และวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) ของนักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันว่าเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมคะแนนความสามารถทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) และวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) ของนักเรียนที่มีแบบการคิดทั้งแบบการคิดแบบฟังก์พา (FD) และแบบการคิดแบบอิสระ (FI) รวมกัน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว วิธีที่ 1 คือ วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) ผลปรากฏโดยกลุ่มที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) มีค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีแบบการคิดแบบฟังก์พา (FD) ($\bar{X} = 22.63 > \bar{X} = 16.52$) โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟังก์พา (FD) ($SD=1.89 > SD=1.67$) มีค่าสูงกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) และนักเรียนที่เรียนด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว วิธีที่ 2 คือ วิธีการ

สนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) ผลปรากฏโดยกลุ่มที่มีแบบการคิดแบบฟังพา (FD) มีค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) ($\bar{X} = 22.64 > \bar{X} = 21.05$) โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟังพา (FD) มีค่าสูงกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระ (FI) ($SD=1.60 > SD=1.43$)

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อแบบการคิดต่างกันที่เรียนรู้ด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ต่างกัน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดคำนวณ F-test ได้ 39.43 มีนัยสำคัญที่ระดับ .00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 นั่นคือ นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันมีคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าแบบการคิดของนักเรียนมีผลต่อความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักเรียนที่มีแบบการคิดคำนวณ F-test ได้ 39.72 มีนัยสำคัญที่ระดับ .00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวต่างกันมีคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ต่างกันมีผลต่อความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์และเมื่อนำผลการวิเคราะห์ข้างต้นมาสร้างเป็นกราฟ (Plot Graph) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวกับแบบการคิดของนักเรียนเป็นปฏิสัมพันธ์แบบ Disordinal Interaction

แสดงให้เห็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดซึ่งประกอบด้วย 2 แบบ คือ แบบการคิดแบบฟังพา (FD) และแบบการคิดแบบอิสระ (FI) ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวซึ่งประกอบด้วย 2 วิธี คือ วิธีการนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation)

และวิธีการสนับสนุนนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) คำนวณค่า F-test ได้ 114.18 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 แสดงได้ว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดและระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่ส่งผลต่อคะแนนความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบสื่อหลายมิติ ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.03$, $SD=0.37$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนอยู่ในระดับมากทั้ง 5 ข้อ ได้แก่ การเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากทำให้เข้าใจเพิ่มขึ้น ($\bar{X} = 4.18$, $SD=0.67$) ภาพที่ใช้ในการประกอบบทเรียนเพิ่มความเข้าใจดีขึ้น ($\bar{X} = 4.05$, $SD=0.57$) ระบบสามารถกลับมาทบทวนเนื้อหาได้ใหม่ ($\bar{X} = 4.02$, $SD=0.49$) การเรียงลำดับการนำเสนอหัวข้อบทเรียนเพิ่มความเข้าใจ ($\bar{X} = 3.96$, $SD=0.68$) และเนื้อหาบทเรียนกระชับมีความเข้าใจได้ง่าย ($\bar{X} = 3.92$, $SD=0.44$)

ด้านระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.04$, $SD=0.39$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนอยู่ในระดับมากทั้ง 5 ข้อ ได้แก่ ปุ่มเมนูที่ใช้สื่อความหมายได้ดี ($\bar{X} = 4.08$, $SD=0.59$) ความสะดวกง่ายในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ($\bar{X} = 4.07$, $SD=0.55$) สีและตัวอักษรมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.04$, $SD=0.70$) ขนาดของการแสดงผลทางจอภาพมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.01$, $SD=0.51$) ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนดี ($\bar{X} = 3.99$, $SD=0.47$)

ด้านการเรียนการสอน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.93$, $SD=0.60$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนอยู่ในระดับมากทั้ง 7 ข้อ ได้แก่ ระบบสื่อมีความสะดวกติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนได้ ($\bar{X} = 4.09$, $SD=0.78$) ระบบสื่อสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านห้องสนทนาได้ ($\bar{X} = 4.08$, $SD=0.74$) ระบบสามารถให้เลือกรูปแบบสื่อตามที่ต้องการ ($\bar{X} = 4.02$, $SD=0.54$) ระบบสื่อ

สามารถส่งงานไปยังผู้เรียนได้ ($\bar{X}$ =4.01, SD=0.51) ระบบสื่อสามารถตรวจสอบการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนได้ ($\bar{X}$ =3.90, SD=0.50) ระบบสื่อสามารถเลือกสีพื้นหลัง สีและขนาดอักษร ($\bar{X}$ =3.74, SD=0.50)

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การนำระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวไปใช้ ผู้สอนจะต้องดำเนินการวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาสาระและเตรียมพื้นฐานความรู้ให้พร้อมก่อนการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว เพื่อลดปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นซึ่งมักเกิดในส่วนของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.2 การจัดการปัญหาเกี่ยวกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้สอนควรมีความรู้ในการแก้ไขปัญหาอันอาจจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาเมื่อมีการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

1.3 สภาพห้องเรียนในการจัดกิจกรรมด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ผู้สอนต้องจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวมีความสอดคล้องกับการที่ผู้เรียนเป็นสำคัญโดยระบบสามารถใช้ประกอบการศึกษาหาความรู้ได้ทุกที่และทุกเวลา ฉะนั้นการจัดกิจกรรมจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้มากที่สุดควรมีการนำระบบนี้ไปใช้นอกเวลาเรียนและนอกสถานที่เพื่อความสะดวกในการศึกษา

2.2 ควรมีการนำระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับเนื้อหาวิชาอื่น เพื่อเกิดการขยายผลและมีสื่อให้ผู้เรียนได้เลือกใช้อย่างหลากหลายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม และขอกราบขอบพระคุณภาคีวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ได้ให้ความรู้ในการศึกษาตลอดที่ผ่านมา ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Ministry of Education. 1999. National Education ACT, BE. 2542. Bangkok: Ministry of Education. Thai.
2. Harwell R, McCambell.2002. Using the Internet to facilitate problem-based learning. Principal Leadership.
3. Liaw SS, Huang HM. 2004. Enhancing interactivity in web-based instruction: a review of the literature. Educational-Technology, 40(3). 41-45. (From Google scholar web site, the paper is ranked 11 in the field of web-based instruction).
4. Khan BH.1997.Web-based instruction. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
5. Sarakhampittayakhom School. 2009. Learning achievement report in academic year 2009. Mahasarakarm: Sarakhampittayakhom School. Thai.
6. Office of the National Education Commission. 1999. National Education Act (vol. 2, B.E. 2545). Bangkok: Office of the National Education Commission. Thai.
7. Clark DM. 1997. Panic disorder and social phobia. In D.M. Clark and C.G. Fairburn (Eds.), Science and practice of cognitive behavior therapy (pp. 119-153). Oxford: Oxford University Press.

8. Carpenter and Fennema.1999. Children's mathematics cognitively guided. (1991: 266-280).
9. Yupin Pipitkul. 1996. Mathematics instruction. Bangkok: Chulalongkorn University. Thai.
10. Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. 2008. Indicators and core learning content. Bangkok: Ministry of Education. Thai.
11. Messick S.1997. The nature of cognitive styles problems and promise in educational practice. *Educational Psychologist* 19: 59-74.
12. Jonassen DH, Wang SR.1993. Investigating the effects of individual differences on performance in cognitive flexibility hypertexts. Paper presented at the annual Meeting of the American Educational Research Association, Georgia.
13. Witkin HA et al.1977. Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Reviews of Educational Research*. 47: 1-64.
14. Kogan N. 1971. Educational implication of cognitive styles. *Psychology and Educational Practice*. Glenview, IL: Scott Foresman : 242-292.
15. Ausburn LJ, Ausburn FB. 1978. Cognitive styles: some information and implication for instuctional design. *Educational communications and Technology Journal* 26, 4: 337-354.
16. Boonserm Natekeng. 1996. An interaction of cognitive styles and types of camera angle in videotape editing demonstration with videotape lessons upon learning achievement of undergraduate students. Master of Education in Audiovisual Education, Graduate School, Chulalongkorn University. Thai.
17. Kidanan Malithong. 1997. Educational technology and innovation. Bangkok: Chuanpim Press. Thai.
18. Surjono H, Maltby J. 2003. Adaptive educational hypermedia based on multiple student characteristics. In *Proceedings of the second international conference on web-based learning (ICWL 2003)*. Melbourne, Australia, 18-20 August 2003.
19. Najaree Thuesin. 2008. A development of adaptive hypermedia system based on learning styles. Master of Science thesis in Information Technology, Graduate School, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. Thai.
20. Stengl P, Ivan I. 2006. Adaptive hypermedia for education Department of Computer Science and Engineering Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague Karlovo namesti 13, CZ ? 121 35 Prague 2 Czech Republic.
21. Boonchom Srisa-art. 2002. Introduction to research. Bangkok: Suviriyasarn. Thai.
22. Witkin HA.1971. A manual for the embedded figures test. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.