



วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

OJED, Vol.9, No.1, 2014, pp. 805-816

O J E D

An Online Journal
of Education

<http://www.edu.chula.ac.th/ojed>

ผลการจัดกิจกรรมโอริกามิที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล

THE EFFECTS OF ORGANIZING ORIGAMI ACTIVITIES ON THE GEOMETRICAL KNOWLEDGE OF KINDERGARTENERS

นางสาวพิมลพรรณ สูงกิจบูลย์ *

Pimonpan Sungkitboon

ดร.ปัทมศิริ อีรานุรักษ์ จารุชัยนิวัฒน์ **

Pattamasiri Teeranurak Jaruchainiwat, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมโอริกามิที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล และเปรียบเทียบความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่าง คือ เด็กชั้นอนุบาลปีที่ 1 จำนวน 48 คน ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครปฐม เขต 1 โดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 24 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที กิจกรรมโอริกามิ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นแนะนำหลักการพับกระดาษ ขั้นที่ 2 ขั้นการพับตามแบบ และขั้นที่ 3 ขั้นการตกแต่งให้สวยงาม โดยใช้เวลาดทดลอง 6 สัปดาห์

ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง สูงกว่า ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มุลินธิชิน โสภณพนิช กรุงเทพมหานคร

E-mail Address: rainbow_ka@hotmail.com

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: pattamasiri.t@chula.ac.th

ISSN 1905-4491

Abstract

The purposes of this research were to study the effects of organizing origami activities on kindergarteners' knowledge of the geometrical knowledge and compare the geometrical knowledge of kindergarteners between an experiment group and a control group. The samples were 48 first level kindergarteners from Anuban Nakhon Pathom School under the Primary Educational Service Area Office of Nakhon Pathom Area 1; They were divided into two groups of 24 members each by simple random sampling. The research instruments were a geometrical knowledge test for kindergarteners on the geometrical shape, the position and the direction. The data was statistically analyzed by using mean, standard deviation, and t-test. The organizing origami activity consisted of 3 steps; step 1 introduces the role of folding, step 2 follows the steps of folding, and step 3 decorates the folded paper. The research duration was 6 weeks.

The research results were as follows: the experimental group had attention mean knowledge scores of the geometrical shape, the position and the direction higher than before experiment at a .01 significant level. After the experiment, the experimental group had attention mean knowledge scores of the geometric shapes, the position and the direction higher than the control group at a .01 significant level.

คำสำคัญ: กิจกรรมโอริกามิ / ความรู้ทางเรขาคณิต / เด็กอนุบาล

KEYWORDS: ORIGAMI ACTIVITY / GEOMETRICAL KNOWLEDGE / KINDERGARTENER

บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนากระบวนการคิด ช่วยให้นักเรียนมีความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ และการมีทักษะแก้ปัญหาที่ดี การเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย มีวัตถุประสงค์ในการเตรียมความพร้อมทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การดำรงชีวิตประจำวันที่ต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ ได้แก่ การเปรียบเทียบตัวเลข รูปร่าง รูปทรง ตำแหน่ง ทิศทางของสิ่งต่างๆ เช่น “หนูอยากได้ตุ๊กตาหมีตัวใหญ่” “เมื่อเช้าหนูตื่น 6 โมงเช้า” “หนูอยากกินไอศกรีมที่เป็นรูปสามเหลี่ยม” “หนูวางหนังสือไว้บนตู้” “รถวิ่งเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวา” ประโยคเหล่านี้ล้วนมีคำที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น (นิตยา ประพุดติกิจ, 2535) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับเด็กปฐมวัย เพราะนอกจากคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กมีความเข้าใจในธรรมชาติมากขึ้นแล้วยังช่วยส่งเสริมให้เด็กมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้เด็กประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ในอนาคต

ความรู้ทางเรขาคณิตมีความสำคัญต่อการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกในยุคปัจจุบันซึ่งปรากฏอยู่รอบตัวเรา ทั้งที่เป็นธรรมชาติ และเป็นสิ่งสร้างสรรค์ของมนุษย์ที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเรขาคณิต หรือใช้ความรู้ทางรูปเรขาคณิตมาเกี่ยวข้อง เช่น สิ่งประดิษฐ์ในงานก่อสร้าง นอกจากนี้ รูปเรขาคณิตยังมีบทบาทสำคัญต่อการศึกษาวិทยาการอื่นๆ อีกมากมาย เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการที่สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics: NCTM, 2006) ระบุว่า การเรียนเรขาคณิตมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาในขอบข่ายอื่นๆ ของคณิตศาสตร์ และในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตจริง เนื้อหาเรขาคณิตโดยส่วนใหญ่นั้นจะสัมพันธ์กับชีวิตจริง และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อให้เกิดความเข้าใจหรืออธิบายสิ่งต่างๆ รอบตัว เช่น ลักษณะของบ้าน รูปร่างของของเล่น ตำแหน่งของสิ่งต่างๆ และทิศทางของสิ่งต่างๆ รอบตัว นอกจากนี้ความรู้ทางเรขาคณิต ช่วยพัฒนาทักษะต่างๆ ได้แก่ ทักษะเชิงมิติสัมพันธ์ ความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เช่น จำนวน การวัด และความรู้ด้านอื่นๆ อีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544) เรขาคณิตเป็นเรื่องของสิ่งต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่เด็กพบได้ในชีวิตประจำวันส่วนมากเป็นรูปเรขาคณิตแบบ 3 มิติ ได้แก่ เครื่องใช้ที่มีอยู่ในบ้านเช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น คอมพิวเตอร์ และของเล่น เช่น ลูกบอล หรือไม้บล็อก แต่เด็กนั้นมีความสามารถในการเรียนรู้เบื้องต้นเพียงการมองด้านเดียว ทำให้เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปร่างสองมิติ ไม่ใช่การเรียนรู้รูปร่างแบบสามมิติ ดังนั้นเรขาคณิตถือเป็นเรื่องที่เด็กอนุบาลควรเรียนรู้ก่อนที่จะเข้าเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา (น้อมศรี เคท, 2551)

กิจกรรมการพับกระดาษเป็นกิจกรรมลักษณะหนึ่งซึ่งช่วยให้เด็กพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้เด็กได้สำรวจ ค้นคว้า ทดลองใช้วัสดุจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวในการจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีเหตุผล อีกทั้งยังได้เรียนรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์ทางด้านรูปร่างต่างๆ ที่อยู่ในชีวิตประจำวันด้วย (บัญชา ธนบุญสมบัติ, 2554) การพับกระดาษเริ่มแพร่หลายในประเทศไทยมากขึ้นในช่วงปีพ.ศ.2540 เมื่อสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำกิจกรรมโอริกามิมาช่วยในการสอนคณิตศาสตร์เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนสนุกสนานกับการเรียนรู้ (ชัยพร ตั้งตน, 2549) การพับกระดาษแบบโอริกามิ ใช้กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้หลายประเภท อาจเป็นกระดาษเก่า นิตยสาร หนังสือพิมพ์รายสัปดาห์ รายเดือน กระดาษห่อของ ห่อลูกกวาด วอลเปเปอร์ที่ไม่ใช้ และกระดาษที่ทำกร้านเก่าๆ สามารถนำมาประดิษฐ์โอริกามิให้สวยงามได้ โดยการพับกระดาษมีหลักในการพับ 5 ข้อ ดังนี้ 1) ใช้กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 8x8 นิ้ว 2) กระดาษไม่หนาเกินไป 3) สี่กระดาษทั้งสองด้านต่างกัน 4) มีขั้นตอนการพับกระดาษที่ถูกต้องชัดเจน 5) การพับต้องรัดกระดาษให้เป็นรอยคม ชัด ไม่ฉีก ตัด หรือทากาวระหว่างการพับกระดาษ (Akira Yoshizawa, 1989) ส่วนแนวทางการพับกระดาษแบบโอริกามินั้น บัญชา ธนบุญสมบัติ (2554) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า การใช้กระดาษที่ไม่หนาและไม่บางเกินไปจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหรือรูปทรงที่สวยงาม ระดับความยากง่ายของการพับขึ้นอยู่กับ

กับรูปแบบและรายละเอียดของขั้นตอนในการพับ การพับกระดาษสามารถพับได้ทั้งแบบสองมิติและแบบสามมิติ ขึ้นอยู่กับความสามารถและช่วงวัยของผู้ที่ต้องการพับ ดังนั้นในช่วงแรกจึงควรเริ่มต้นด้วยรูปแบบที่ง่ายก่อน คือการพับกระดาษแบบสองมิติ จากนั้นจึงเพิ่มระดับความยากของรูปแบบในครั้งต่อไป ซึ่งการพับแบบง่ายผู้พับจะได้เรียนรู้รูปร่างทางเรขาคณิตเบื้องต้นที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพับในขั้นต่อไป อีกทั้งการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้พับจะช่วยกระตุ้นความสนใจและสมาธิในการพับกระดาษของผู้พับกระดาษได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า กิจกรรมการพับกระดาษโอริกามิ ช่วยส่งเสริมความรู้และทักษะทางเรขาคณิตได้ Marla (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการเล่านิทานประกอบการพับกระดาษโอริกามิ ที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลทางด้านคณิตศาสตร์ของเด็กวัยอนุบาล โดยอาศัยการรับรู้จากประสบการณ์เดิมและกลยุทธ์การกระตุ้นความมั่นใจให้นักเรียนพยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีของตนเอง ตลอดจนการรับรู้ผ่านครูผู้สอนในการเล่านิทานประกอบการพับกระดาษโอริกามิ ผลการทดลองพบว่า เด็กทุกคนมีความเพลิดเพลินกับกิจกรรม และมีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์เรื่องรูปร่าง รูปทรง การเปรียบเทียบ และจำนวน ซึ่งนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การให้เหตุผล และการแก้ไขปัญหาที่สูงขึ้น นอกจากนี้ Boakes (2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนการสอนโดยกิจกรรมพับกระดาษแบบโอริกามิที่มีต่อความสามารถด้านคณิตศาสตร์ และความรู้ด้านเรขาคณิตของนักเรียน โดยแบ่งนักเรียนตามช่วงอายุเป็น 2 กลุ่ม คือ ระดับมัธยมและระดับมหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่า เด็กนักเรียนระดับมัธยมมีความรู้ด้านคณิตศาสตร์และด้านเรขาคณิตสูงขึ้นทั้งสองด้าน ส่วนนักเรียนระดับมหาวิทยาลัยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่สูงขึ้นอย่างมากเช่นกัน จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมโอริกามิที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับครู ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสำหรับเด็กวัยอนุบาล ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ทางเรขาคณิตสำหรับเด็กวัยอนุบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำถามวิจัย

1. การจัดกิจกรรมโอริกามิสามารถพัฒนาความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง ของเด็กอนุบาลสูงขึ้นหรือไม่
2. ความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง ของกลุ่มที่ใช้กิจกรรมโอริกามิกับกลุ่มที่ใช้กิจกรรมปกติ แตกต่างกันอย่างไร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมโอริกามิที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง ของเด็กอนุบาล

2. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทางระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 6 สัปดาห์ มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

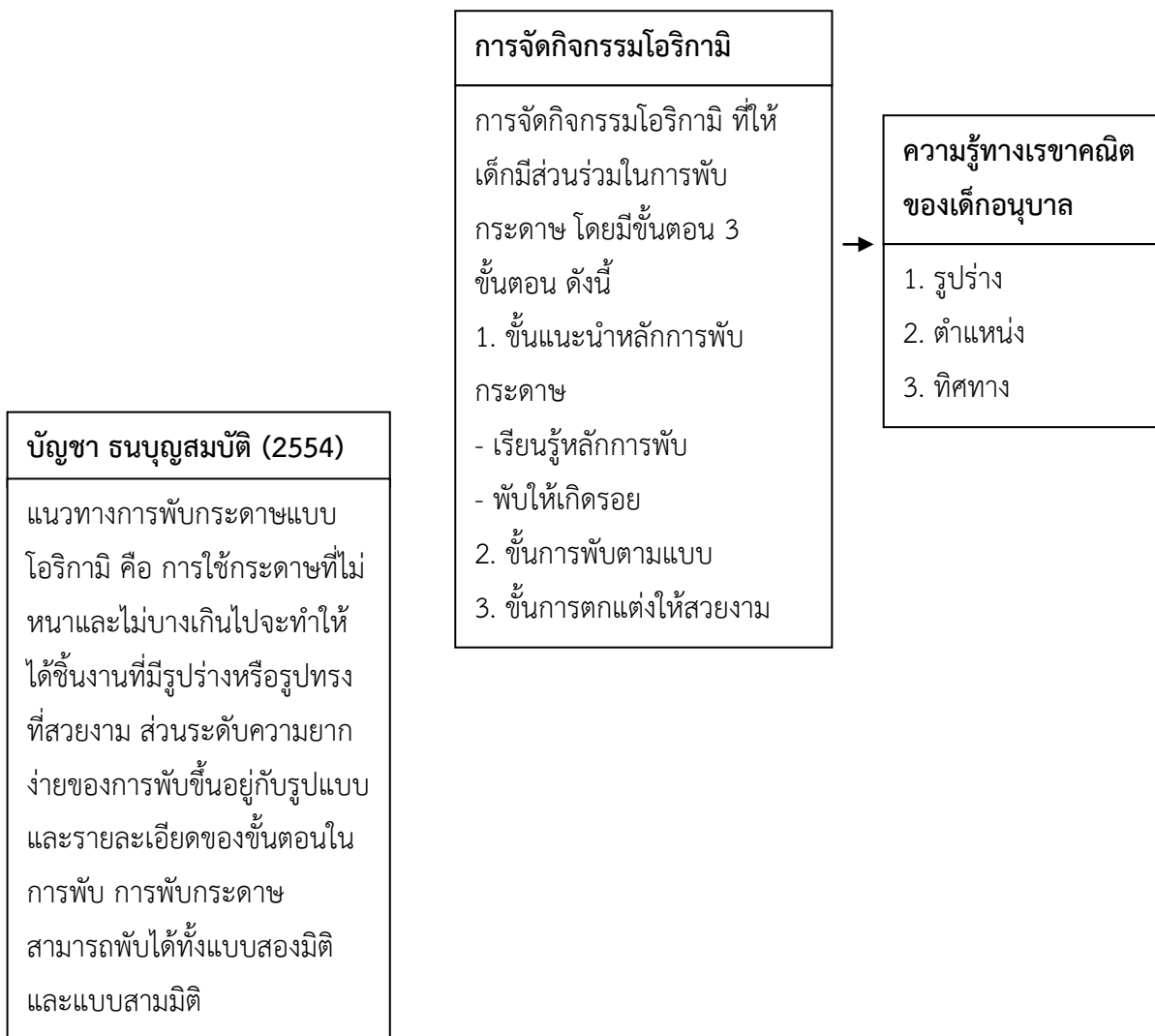
1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

1.1 ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล หลักการจัดกิจกรรมโอริกามิรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง และวิธีการสร้างเครื่องมือเพื่อสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแผนภาพที่ 1

Akira Yoshizawa (1989)

หลักการพับกระดาษแบบ
โอริกามิ

- 1) ใช้กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ขนาด 8x8 นิ้ว
- 2) กระดาษไม่หนาเกินไป
- 3) สีกระดาษทั้งสองด้านต่างกัน
- 4) มีขั้นตอนการพับกระดาษที่
ถูกต้องชัดเจน
- 5) การพับต้องรีดกระดาษให้
เป็นรอยคม ชัด ไม่ฉีก ตัดหรือ
ทากาวระหว่างการพับกระดาษ



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมโอริกามิที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กก่อนุบาล

1.2 ผู้วิจัยศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของเด็กก่อนุบาลโรงเรียนอนุบาลนครปฐม สังกัด
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 เพื่อนำข้อมูลเบื้องต้นมาใช้ในการจัดทำแผนการจัด
 กิจกรรม กำหนดช่วงเวลา และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เด็กชั้นอนุบาลปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง มีเกณฑ์การเลือกโรงเรียน ดังนี้

- 1) เป็นโรงเรียนที่จัดการศึกษาตามหลัก 6 กิจกรรม และมีช่วงเวลาในการจัดกิจกรรมเสรีตามคู่มือหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นเวลา 40 นาที
- 2) เป็นโรงเรียนที่มีจำนวนเด็กอนุบาลในแต่ละห้องไม่เกิน 25 คน
- 3) เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหาร และครูประจำชั้นให้ความร่วมมือในการทดลองใช้กิจกรรมโอริกามิ

2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ เด็กชั้นอนุบาลปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 48 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก ได้ห้องเรียนอนุบาลปีที่ 1/8 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 24 คน และห้องเรียนอนุบาลปีที่ 1/7 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 24 คน

3. การจัดทำแผนการจัดกิจกรรม

ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดกิจกรรมโอริกามิ ทั้งหมดจำนวน 15 แผน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรม

1. ศึกษาแนวคิด เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมพับกระดาษแบบโอริกามิ และสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมโอริกามิ

2. จัดทำแผนการจัดกิจกรรมโอริกามิ จำนวน 15 แผน โดยแผนการจัดกิจกรรมนี้ประกอบด้วย เนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรมโอริกามิ สื่อ/อุปกรณ์การสอน และการประเมินผล

3.2 การตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดกิจกรรม

1. ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมโอริกามิ เสนออาจารย์ที่ศึกษานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของกิจกรรม และความสอดคล้องระหว่างขั้นตอน การจัดกิจกรรม สื่อ/อุปกรณ์ และการประเมินผล และนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. นำไปทดลองกับเด็กชั้นอนุบาลปีที่ 1 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรม และระยะเวลาในการจัดกิจกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล 3 ด้าน คือ ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง โดยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

4.1 การพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการวัดความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง สำหรับเด็กอนุบาล จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิต จำนวน 3 ชุด มีลักษณะเป็นแบบทดสอบรายบุคคล โดยแต่ละชุด ประกอบด้วย คำชี้แจง ข้อปฏิบัติในการใช้แบบทดสอบ เกณฑ์การประเมิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชุดที่ 1 แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตด้านรูปร่าง มีลักษณะเป็นภาพสถานการณ์เพื่อให้เด็กแสดงความรู้ทางเรขาคณิตด้านรูปร่างด้วยการตอบข้อคำถาม จำนวน 16 ข้อ คะแนนรวม 32 คะแนน จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมโอริกามิ และฉบับทดสอบหลังการจัดกิจกรรมโอริกามิ โดยแบ่งการวัดความรู้ทางด้านรูปร่าง ดังนี้ การบอกชื่อรูปร่างจำนวน 8 ข้อ คะแนนรวม 16 คะแนน และการบอกคุณสมบัติของรูปร่างจำนวน 8 ข้อ คะแนนรวม 16 คะแนน

ชุดที่ 2 แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตด้านตำแหน่ง มีลักษณะเป็นภาพแสดงตำแหน่งของสิ่งของต่างๆ เพื่อตอบข้อคำถามและปฏิบัติตามคำสั่ง จำนวน 12 ข้อ คะแนนรวม 24 คะแนน จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมโอริกามิ และฉบับทดสอบหลังการจัดกิจกรรมโอริกามิ แต่ละฉบับประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวัดความรู้ทางเรขาคณิตด้านตำแหน่ง มีลักษณะเป็นข้อคำถามให้เด็กบอกตำแหน่งของสิ่งต่างๆ จำนวน 6 ข้อ คะแนนรวม 12 คะแนน

ตอนที่ 2 การวัดความรู้ทางเรขาคณิตด้านตำแหน่ง มีลักษณะเป็นข้อคำสั่งให้เด็กแสดงตำแหน่งของสิ่งของ จำนวน 6 ข้อ คะแนนรวม 12 คะแนน

ชุดที่ 3 แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตด้านทิศทาง มีลักษณะเป็นภาพแผนที่จำลองชุมชน เพื่อให้เด็กตอบข้อคำถามและปฏิบัติตามคำสั่ง จำนวน 12 ข้อ คะแนนรวม 24 คะแนน จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมโอริกามิ และฉบับทดสอบหลังการจัดกิจกรรมโอริกามิ ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวัดความรู้ทางเรขาคณิตด้านทิศทาง มีลักษณะเป็นข้อคำถามให้เด็กบอกทิศทาง จำนวน 6 ข้อ คะแนนรวม 12 คะแนน

ตอนที่ 2 การวัดความรู้ทางเรขาคณิตด้านทิศทาง มีลักษณะเป็นข้อคำสั่งให้เด็กแสดงทิศทาง จำนวน 6 ข้อ คะแนนรวม 12 คะแนน

4.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเครื่องมือ โดยการนำแบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตด้านรูปร่าง ตำแหน่ง และด้านทิศทาง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องของแบบทดสอบ ความชัดเจนและความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาความรู้ทางเรขาคณิต และข้อคำถาม ข้อคำสั่งของแบบทดสอบ

จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับเด็กชั้นอนุบาลปีที่ 1 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อความเหมาะสมของแบบทดสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

5. การเก็บข้อมูลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

5.1 ก่อนการทดลอง ใช้แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง ฉบับก่อนการจัดกิจกรรมโอริกามิ โดยทดสอบเป็นรายบุคคล ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

5.2 กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมโอริกามิ จำนวน 15 แผน ดำเนินการสอนเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 40 นาที โดยแผนการจัดกิจกรรมโอริกามิ 1 แผนใช้เวลาเรียน 2 วัน และกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมเกมการศึกษาแบบปกติ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 40 นาที โดยจัดกิจกรรมในช่วงกิจกรรมเสรี

5.3 หลังการทดลอง ใช้แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง ฉบับหลังการจัดกิจกรรมโอริกามิ โดยทดสอบเป็นรายบุคคล ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Science) และนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง ดังนี้

6.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ทางเรขาคณิต ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการจัดกิจกรรมโอริกามิโดยใช้ค่าที (dependent sample t-test)

6.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ตำแหน่งและทิศทาง ของกลุ่มทดลองหลังการจัดกิจกรรมพับกระดาษแบบโอริกามิและกลุ่มควบคุมหลังการจัดกิจกรรมเกมการศึกษาแบบปกติ โดยใช้ค่าที (independent sample t-test)

ผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมโอริกามิที่มีผลต่อความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง ผลการวิจัยเป็นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ตำแหน่งและทิศทาง ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการจัดกิจกรรมโอริกามิ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ตำแหน่งและทิศทาง ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการจัดกิจกรรมโอริกามิ

กลุ่มทดลอง							
	n	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
รูปร่าง	24	16.96	3.33	29.08	3.49	-25.52	0.00**
ตำแหน่ง	24	17.25	2.05	22.33	1.76	-16.92	0.00**
ทิศทาง	24	18.08	1.98	22.17	1.69	-10.48	0.00**
รวม	24	26.15	3.02	36.79	2.75	-27.75	0.00**

**p < .01

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดกิจกรรมโอริกามิ สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมโอริกามิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าหลังการทดลองเด็กกลุ่มทดลองมีความรู้ทางเรขาคณิตสูงกว่าก่อนการทดลอง

2. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ตำแหน่งและทิศทาง หลังการจัดกิจกรรมโอริกามิ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้ทางเรขาคณิต ด้านรูปร่าง ตำแหน่งและทิศทาง หลังการจัดกิจกรรมโอริกามิระหว่างกลุ่มทดลองและควบคุม

หลังทดลอง							
	n	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
รูปร่าง	24	29.08	3.49	18.08	2.55	12.47	0.00**
ตำแหน่ง	24	22.33	1.76	18.54	2.55	5.99	0.00**
ทิศทาง	24	22.17	1.69	17.67	2.76	6.82	0.00**
รวม	24	36.79	2.75	27.15	2.72	12.19	0.00**

**p < .01

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดกิจกรรมโอริกามิ สูงกว่ากลุ่มควบคุมหลังการจัดกิจกรรมเกมการศึกษาแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดกิจกรรมโอริกามิมีผลต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาลสูงกว่าการจัดกิจกรรมเกมการศึกษาแบบปกติ

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองใช้กิจกรรมโอริกามีที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1. การพัฒนาความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล
2. ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมโอริกามีที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล
3. ข้อเสนอแนะในการนำการวิจัยไปใช้
4. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. การพัฒนาความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้กิจกรรมโอริกามีที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล พบว่า การจัดกิจกรรมโอริกามีสามารถส่งเสริมความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาลทั้งทางด้านรูปร่าง ด้านตำแหน่ง และด้านทิศทาง ซึ่งด้านรูปร่างมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าด้านตำแหน่งและทิศทาง

การจัดกิจกรรมโอริกามี มีความสอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ บรูเนอร์ (Bruner อ้างถึงใน นภเนตร ธรรมบวร, 2549) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม ที่ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง บรูเนอร์จัดลำดับขั้นตอนของการสอนคณิตศาสตร์โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นการเรียนรู้โดยการกระทำ เป็นขั้นเริ่มต้นโดยการใช้ของสามมิติ พกวัตถุของจริงต่างๆ ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้โดยการรับรู้เป็นภาพในใจ ขั้นที่ 3 ขั้นการเรียนรู้จากความหมายทางสัญลักษณ์ เป็นขั้นที่ใช้สัญลักษณ์ ตัวเลข เครื่องหมายต่าง ๆ เป็นขั้นสุดท้ายในการสอนคณิตศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมโอริกามี สอดคล้องกับการเรียนรู้ขั้นที่ 1 ขั้นการเรียนรู้โดยการกระทำ เป็นขั้นเริ่มต้นโดยการใช้ของสามมิติ พกวัตถุของจริงต่างๆ เนื่องจากโดยธรรมชาติของเด็ก ลักษณะการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเป็นไปตามขั้นตอน เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ซึ่งการจัดกิจกรรมโอริกามีเด็กเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีผ่านการสัมผัสและหยิบจับ ระหว่างการพับ กระดาษจะเปลี่ยนเป็นรูปร่าง ทำให้เด็กได้สังเกต สัมผัส และรับรู้ความเปลี่ยนแปลงของรูปร่างได้ขณะพับกระดาษ ทำให้เด็กเรียนรู้คุณสมบัติของรูปร่างต่างๆ ได้ดี สิ่งเหล่านี้ถือเป็นการเรียนรู้แบบรูปธรรมที่เด็กสามารถเข้าใจได้ง่ายเนื่องจากไม่มีความซับซ้อนมากนัก เมื่อเด็กเกิดการเรียนรู้ที่ดีจากขั้นแรกแล้วก็จะจะเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ในระดับขั้นสูงขึ้นไปในอนาคต

2. ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมโอริกามีที่มีต่อความรู้ทางเรขาคณิตของเด็กอนุบาล

ด้านกระบวนการจัดกิจกรรมโอริกามีที่มีการกำหนดขั้นตอนอย่างชัดเจนไม่ซับซ้อนโดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นแนะนำหลักการพับกระดาษ คือเด็กได้เรียนรู้หลักการพับกระดาษ และการพับกระดาษให้เกิดรอย 2) ขั้นการพับตามแบบ ซึ่งเด็กต้องพับตามแบบที่กำหนด ตามลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอน 3) ขั้นการตกแต่งให้สวยงาม ซึ่งการจัดกิจกรรมเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้เด็กได้เรียนรู้ง่ายขึ้นเนื่องจากสามารถปฏิบัติ

ด้วยตนเองได้สำเร็จ เช่น พบรูปหน้าสุนัขและในครั้งต่อไปสอนพบหน้าแมว ซึ่งเป็นรูปแบบที่คล้ายกันทำให้เด็กสามารถเรียนรู้ได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (2551) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบแต่ละขั้นตอนนั้น ผู้สอนควรเลือกวิธีสอนและเทคนิคการสอนมาใช้ให้เหมาะสมเนื้อหาสาระ เวลา และผู้เรียน การสอนที่มีขั้นตอนชัดเจน มีการอธิบายและการสาธิตให้ผู้เรียนดูนั้นสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายยิ่งขึ้นและทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีมีประสิทธิภาพ

การเลือกรูปแบบของกิจกรรมโอริกามีที่หลากหลาย เลือกรูปแบบการพบที่มีขั้นง่ายไปขั้นตอนยาก เหมาะกับพัฒนาการของเด็ก สามารถกระตุ้นความสนใจของเด็ก เด็กได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เกิดการเรียนรู้ที่มีความสุขสนุกสนาน เช่น รูปหน้าสุนัข รูปบ้าน รูปเรือใบ รูปดอกไม้ รูปเสื้อ ฯลฯ สามารถเรียนรู้การพบที่สอดคล้องความรู้ทางเรขาคณิตได้อย่างมีความตั้งใจ และมีสมาธิ เนื่องจากรูปแบบมีความสอดคล้องกับสิ่งต่างๆรอบตัวเด็กในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับ Walle (1994) ที่กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องสอดคล้องกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือสิ่งต่างๆรอบตัวเด็ก เพื่อช่วยส่งเสริมให้เด็กเกิดความสนใจและตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของตนเอง และมีความสนุกสนานเพลิดเพลินจะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กได้ดีเป็นอย่างมาก

บทบาทของครูในการจัดกิจกรรม ก็ถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากครูเป็นผู้กระตุ้นหรือสนับสนุน ให้เด็กเกิดความสนใจและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยธรรมชาติเด็กแต่ละคนมีพัฒนาการที่แตกต่างกัน เด็กบางคนได้รับการอธิบายเพียงครั้งเดียวก็สามารถเข้าใจและปฏิบัติตามได้ ขณะที่เด็กบางคนครูต้องชี้แนะหลายครั้งถึงจะปฏิบัติได้ ดังนั้นบทบาทของครูจึงมีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับ เลฟ เซเมโนวิช ไวโกตสกี (Lev Semenovich Vygotsky อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2551) ที่กล่าวว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ คือ บริเวณที่เด็กกำลังจะเข้าใจในบางสิ่งบางอย่าง เด็กมีความสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เกินกว่าระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่จะทำได้ หากได้รับคำแนะนำ การกระตุ้น หรือชักจูงโดยคนที่มีความสามารถสูงกว่า บุคคลเหล่านี้อาจเป็นเพื่อน พ่อแม่ หรือครู

2. ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมโอริกามี

2.1 ครูหรือผู้สนใจนำกิจกรรมโอริกามีไปบูรณาการกับการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน ควรทำความเข้าใจกับแผนการจัดกิจกรรมโอริกามีให้ละเอียดเพื่อให้เข้าใจขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นแนะนำหลักการพบกระดาด 2) ขั้นการพบตามแบบ 3) ขั้นการตกแต่งให้สวยงาม

2.2 ครูควรใช้ภาษาที่เหมาะสมกับวัยของเด็กในการอธิบายขั้นตอนการสอนพบกระดาด และควรฝึกการพบกระดาดก่อนนำมาสอนเด็กจริง เพื่อความราบรื่นระหว่างกิจกรรมการสอน

2.3 ครูไม่ควรคาดหวังกับเด็กมากเกินไป เนื่องจากเด็กมีระดับการเรียนรู้ช้าหรือเร็วแตกต่างกันไป ดังนั้นครูควรเป็นผู้สังเกตและจัดกลุ่มเด็กเพื่อการจัดกิจกรรมตามความสามารถของเด็กแต่ละกลุ่ม ครูควรสอนเป็นกลุ่มย่อย ไม่เกินครึ่งละ 5 คน

2.4 ครูควรจัดบรรยากาศในการสอนพับกระดาษให้เด็กรู้สึกอบอุ่น เอื้อต่อการเรียนรู้ของเด็ก ใช้การเสริมแรงทางบวก คำชมเชยเมื่อเด็กสามารถพับกระดาษได้ดี อีกทั้งเตรียมกระดาษที่หลากหลายสีสันทันเพื่อให้เด็กได้มีโอกาสในการเลือกสีอย่างอิสระ

3. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรมีการนำกิจกรรมโอริกามิ ไปใช้ในการวิจัยกับเด็กในระดับชั้นอื่นๆต่อไป

3.2 ควรมีการต่อยอดกิจกรรมโอริกามิ โดยการนำกิจกรรมโอริกามิไปบูรณาการในการวิจัยด้านอื่นๆ เพื่อพัฒนาในเนื้อหาสาระต่างๆต่อไป

3.3 ควรมีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับกิจกรรมโอริกามิ ให้กับครูหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาระดับปฐมวัย เพื่อนำความรู้ไปต่อยอดกับการวิจัยต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ชัยพร ตั้งตน. (2549). *Origami กับคณิตศาสตร์*. มปป.กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.
- ทิตนา แหมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นงนเรศ ธรรมบวร. (2549). *การพัฒนากระบวนการคิดในเด็กปฐมวัย*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิตยา ประพตกิจ. (2535). *คณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย*. พิมพ์ครั้งที่ 1. เพชรบุรี: วิทยาลัยครูเพชรบุรี.
- น้อมศรี เคท. (2551). *หลักสูตรอนุบาลจุฬาลักษณ์ สำหรับเด็กอายุ 3-5 ปี*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุชนาฏ เนตรประเสริฐศรี. (2546). *คณิตศาสตร์กับเด็ก*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สารวิทย์การพิมพ์.
- บัญชา ธนบุญสมบัติ. (2554). *โอริงามิ เล่ม 1 พับกระดาษ...ฝึกสมอง*. 3,000 เล่ม, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สารคดี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คณิตศาสตร์ปฐมวัย พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว.

ภาษาอังกฤษ

- Akira Yoshizawa. (1989). *Origami Terms, Symbols, and Tips: Dissertation Abstracts International*. [Online]. Available from <http://library.thinkquest.org/5402/terms.html>. [2013, May, 16]
- Boakes, N. (2009). *Origami-Mathematics Lessons: Researching its Impact and Influence on Mathematical Knowledge and Spatial Ability of Students*, New Jersey.
- Marla Mastin. (2007). *Storytelling + Origami = Storigami Mathematics*. Teaching Children Mathematics. Virginia: The National council of teachers of mathematics.
- Nation Council of Teachers of Mathematics: NCTM. (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: a quest for coherence*. Reston, VA: National council of teachers of mathematics.
- Walle, V. (1994). *Elementary school mathematics: Teaching developmentally*. New York: Longman.