

การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการทางความคิดในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม
เกี่ยวกับสิ่งกีดขวางเรขาคณิตของเด็กในเมืองและชนบท

ปริญญานิพนธ์

ของ

ชัยรัตน์ อุดมเดชะ

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ฉบับที่ ๑๐ ๒๕๒๖ ๑๐๒๑๖๗๕ ๑๐๒๑๖๗๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประธานนิคม
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน ๒๕๒๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

79037

๑๐ ส.ค. ๒๕๒๓

การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการทางความคิดในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม
เกี่ยวกับสิ่งที่บ้านเราคิดของเด็กในเมืองและชนบท

บทคัดย่อ
ของ
ชัยรัตน์ อุดมเดชะ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2522

จุดมุ่งหมายของการศึกษารังนี้ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบพัฒนาการทางสังคมกับด้าน
เรขาคณิตของเด็กนักเรียนในเมืองและชนบทซึ่งอยู่ในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม รวมทั้ง
ศึกษาชบวนการทางสถิติวิทยาที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ของเด็กในชั้นนี้ว่าจะมีผลต่อสังคมกับด้านเรขา
คณิตมากน้อยเพียงใด และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสังคมกับด้านเรขาคณิตกับสังคมกับด้านการ
อนุรักษ์

ใช้อุปกรณ์สำหรับทดสอบสังคมกับด้านเรขาคณิตและสังคมกับด้านการอนุรักษ์ของเพียเจต์
เป็นเครื่องมือทดสอบเป็นรายบุคคล และใช้แบบทดสอบทางสังคมกับด้านเรขาคณิต ซึ่งทดสอบ
เป็นกลุ่มที่ได้สร้างสำหรับการศึกษารังนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนในเมืองและชนบท
ซึ่งสุ่มมาจากโรงเรียนประถมศึกษาของรัฐบาลจำนวน 120 คน แยกเป็น 3 ระดับอายุ คือ
6 ปี 1 เดือน - 8 ปี 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี และ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี

ผลของการศึกษาปรากฏว่า

1. เด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตไม่
แตกต่างกัน
2. เด็กนักเรียนที่มีระดับอายุต่างกัน มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตแตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. เด็กนักเรียนที่มีสังคมกับด้านการอนุรักษ์และไม่มีสังคมกับด้านการอนุรักษ์ มีพัฒนา
การทางสังคมกับด้านเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. เด็กนักเรียนที่มีสังคมกับด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบแผนการคิดให้เหตุผลต่างกัน
มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
5. พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตและพัฒนาการทางสังคมกับด้านการอนุรักษ์
มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

A COMPARATIVE STUDY OF COGNITIVE DEVELOPMENT IN CONCRETE
OPERATIONS PERIOD CONCERNING GEOMETRICAL CONCEPT
BETWEEN URBAN AND RURAL CHILDREN

AN ABSTRACT

BY

CHAIRAT UDOMDECHA

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

April 1979

The purposes of this study were as followed;

to investigate and compare the development of geometrical concept between urban and rural children in the Concrete Operations Period;

to find out whether the process of conservation concept affects the geometrical concept;

to find out the relationship between the geometrical concept and the conservation concept.

The Piagetian Conservation Tasks and The Piaget's Conception of Geometry Tasks and a geometrical conceptual test were used as tools for collecting data. The sample of this study was 120 students (6:1-8, 8:1-10 and 10:1-12 years of age) which were randomly drawn from the goverment primary schools in the urban and the rural areas.

The results showed that:

1. The development of geometrical concept of the students in the urban area were not differ from the rural children.

2. The development of geometrical concept among those students in different age levels were significantly difference.

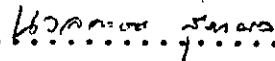
3. The development of geometrical concept between the conservers and the nonconservers were significantly difference.

4. The development of geometrical concept among the students of different patterns of thinking in Piaget's Conservation Tasks were statistically significance defferent.

5. The development of geometrical concept and the develop-ment of conservation concept were highly correlated with statistically significance.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

..........ประธาน

..........กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีก็เพราะได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ซึ่งเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยได้พยายามศึกษาอย่างสุดความสามารถ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศจ. ดร. สวนา พรพัฒน์กุล และอาจารย์वलละออ สุภานล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการวิจัยตั้งแต่ต้นจนกระทั่งสำเร็จลงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ครูใหญ่ และคณะครูแห่งโรงเรียนวัดใหม่อมทรส โรงเรียนวัดมทรพ และโรงเรียนวัดมกุฎกษัตริยาราม ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในเขตกรุงเทพมหานคร และขอขอบพระคุณครูใหญ่พร้อมด้วยคณะครูโรงเรียนวัดตะเคียน และโรงเรียนบ้านชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในเขตชนบท

ขอขอบคุณคุณไชยันต์ ภาควุฒิชัย คุณปราณี เจริญมิน ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในด้านการพิมพ์และจัดสำเนาตลอดระยะเวลาของการวิจัย และขอขอบพระคุณคุณบัว คงพันธ์ คุณสุภรณ์ ภูมกร คุณปรีชา ทั้งทอง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอเทิดพระคุณของ "หลวงพ่อ คุณแม่" และคุณอาเสงี่ยม โทณวล ที่เป็นทั้งกำลังใจและกำลังทรัพย์ จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

ชัยรัตน์ อุดมเดชะ

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	คำนำ	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษา	4
	ความสำคัญของการศึกษา	5
	ขอบเขตของการศึกษา	5
	คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการวิจัย	10
	เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
	สมมติฐานในการวิจัย	26
3	วิธีดำเนินการวิจัย	27
	แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง	27
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	28
	วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	34
	วิธีจัดการกระทำกับข้อมูล	58
4	ผลการค้นคว้า	59
	ข้อตกลงเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแปลผล	59
	ผลการค้นคว้า	59
	ตอนที่ 1 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสั่งกับด้านเรขาคณิต	
	ระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท ..	60

ตอนที่ 2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กัน และวิเคราะห์ พัฒนาการทางสังกัดด้านเรขาคณิตทั้งกลุ่มเด็กนักเรียนในเมือง และในชนบท	61
---	----

ตอนที่ 3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์กับกลุ่มเด็ก นักเรียนที่ไม่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ทั้งกลุ่มเด็กนักเรียนในเมือง และในชนบท	61
--	----

ตอนที่ 4 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตของ กลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบแผนการคิดให้ เหตุผลต่างกันคือ แบบเอกลักษณ์ แบบชดเชย และแบบย้อนกลับ..	62
---	----

ตอนที่ 5 ทดสอบความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทาง สังกัดด้านเรขาคณิตกับพัฒนาการทางสังกัดด้านการอนุรักษ์ ทั้ง กลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท	85
---	----

5 บทย่อ สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ	87
---	----

บทย่อ	87
-------------	----

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	87
-------------------------------------	----

กลุ่มตัวอย่าง	87
---------------------	----

วิธีดำเนินการค้นคว้า	88
----------------------------	----

การวิเคราะห์ข้อมูล	88
--------------------------	----

สรุปผลการค้นคว้า	89
------------------------	----

อภิปรายผล	90
-----------------	----

ข้อเสนอแนะ	97
------------------	----

บรรณานุกรม	100
------------------	-----

ภาคผนวก	105
---------------	-----

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	กลุ่มตัวอย่าง 120 คน แยกตามระดับอายุและถิ่นที่อยู่	28
2	เปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์กับนักเรียนที่ไม่มี สังกัดด้านการอนุรักษ์	42
3	แสดงการให้คะแนนสำหรับผู้ตอบได้ถูกต้องของสังกัดด้านการอนุรักษ์แต่ละแบบ	43
4	จำนวนนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์และไม่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์	44
5	ลักษณะคำตอบที่แสดงถึงแบบแผนของการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์	45
6	ลักษณะคำตอบที่แสดงถึงแบบแผนของการคิดให้เหตุผลแบบชดเชย	46
7	ลักษณะคำตอบที่แสดงถึงแบบแผนของการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับ	47
8	จำนวนนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ แบ่งแยกตามแบบแผนของการคิด ให้เหตุผล	48
9	การวิเคราะห์ t-ratio ของคะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการทางสังกัดด้าน เรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท ในแต่ละระดับอายุ	61
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังกัดด้านเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันของเด็กนักเรียนในเมือง จำนวน 60 คน	62
11	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางสังกัดด้านเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันของเด็กนักเรียนในเมือง เป็นรายคู่	63
12	แสดงสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทางสังกัดด้านเรขาคณิต เมื่อแยก พิจารณาตามสังกัดย่อย 11 สังกัด ในแต่ละระดับอายุของเด็กในเมือง ..	65

13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต เมื่อแยกพิจารณาตามสังคมย่อย 11 สังคม ในแต่ละระดับอายุของเด็ก ในเมือง	66
14	การเปรียบเทียบพัฒนาการของสังคมย่อย 11 สังคม เป็นรายคู่ ที่ระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี ของเด็กในเมือง	67
15	การเปรียบเทียบพัฒนาการของสังคมย่อย 11 สังคม เป็นรายคู่ ที่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี ของเด็กในเมือง	69
16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กัน ของเด็กนักเรียนใน ชนบท จำนวน 60 คน	72
17	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กัน ของเด็กนักเรียนในชนบท เป็นรายคู่	73
18	แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต เมื่อแยก พิจารณาตามสังคมย่อย 11 สังคม ในแต่ละระดับอายุ ของเด็กในชนบท	74
19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต เมื่อแยกพิจารณาตามสังคมย่อย 11 สังคม ในแต่ละระดับอายุ ของเด็ก ในชนบท	75
20	การเปรียบเทียบพัฒนาการของสังคมย่อย 11 สังคม เป็นรายคู่ที่ระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี ของเด็กในชนบท	77
21	การเปรียบเทียบพัฒนาการของสังคมย่อย 11 สังคม เป็นรายคู่ ที่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี ของเด็กในชนบท	79
22	การวิเคราะห์ t-ratio ของคะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการทางสังคมกับด้าน เรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังคมกับการอนุรักษ์กับกลุ่มเด็ก นักเรียนที่ไม่มีสังคมกับการอนุรักษ์ของเด็กนักเรียนในเมืองและชนบท	81

23	แสดงคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้าน เรขาคณิตของ เด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ซึ่งมีแบบการคิดให้ เหตุผลต่างกัน	82
24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต ของกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผล ต่างกัน จำนวน 73 คน	83
25	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของ กลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผล ต่างกันเป็นรายคู่	84
26	แสดงผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสังคมกับ ด้านเรขาคณิตกับพัฒนาการทางสังคมกับด้านการอนุรักษ์ของเด็กในเมือง .	85
27	แสดงผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสังคมกับ ด้านเรขาคณิตกับพัฒนาการทางสังคมกับด้านการอนุรักษ์ของเด็กในชนบท .	86
28	แสดงค่า PH PL p r และ Δ ของแบบทดสอบวัดสังคมกับด้านเรขาคณิต	121

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	คำอธิบายจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบสังเกตกับด้านเรขาคณิต ..	32
2	ชุดของ เครื่องมือสำหรับวัดสังเกตเกี่ยวกับการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของ วงกลม กลไก และส่วนประกอบของส่วนโค้ง	(5a) 32
3	กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของสังเกตย่อย 11 สังเกต ที่ระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี ของเด็กในเมือง	68
4	กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของสังเกตย่อย 11 สังเกต ที่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี ของเด็กในเมือง	71
5	กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของสังเกตย่อย 11 สังเกต ที่ระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี ของเด็กในชนบท	78
6	กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของสังเกตย่อย 11 สังเกต ที่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี ของเด็กในชนบท	80

? 72 ข้อแรก

คำนำ

ปัจจุบันเรายอมรับกันว่าวิชาการทุกแขนงได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างมากมาทั้งด้านวิทยาศาสตร์ เทคนิค และสังคมวิทยา ความก้าวหน้าของวิชาดังกล่าวนี้ล้วนแต่อาศัยหลักการของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น (กรมวิชาการ 2504 : 1) มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาถือว่าวิชาคณิตศาสตร์จำเป็นต่อการเรียนรู้ในแขนงวิชาอื่น ๆ (Land. 1964 : preface) ยิ่งกว่านั้นวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันของคน แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับต่าง ๆ ของไทยยังไม่ได้ผลเท่าที่ควร เช่น รายงานการวิจัยของทัศนีย์ อ่องไพบูลย์ (ทัศนีย์ อ่องไพบูลย์ 2503 : 18) กล่าวว่าวิชาที่นักเรียนมัธยมศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลจำนวน 5 โรงเรียน ในจังหวัดพระนครไม่ชอบมากที่สุดคือวิชาคณิตศาสตร์ และอธิบดีกรมการฝึกหัดครูได้กล่าวในการเปิดสัมมนาผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงว่า "เมื่อพิจารณาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศเรา ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับวิทยาลัยแล้วอาจกล่าวได้ว่า ยังไม่ได้ผลเป็นที่น่าพึงพอใจมาเป็นเวลานานแล้ว ผลสะท้อนของการวางรากฐานที่ไม่ดีในการสอนคณิตศาสตร์จะเห็นได้จากนักเรียนฝึกหัดครูส่วนใหญ่ที่สอบตกมักจะตกในวิชาคณิตศาสตร์" (กรมการฝึกหัดครู 2507 : 19)

วิชาเรขาคณิตเป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งกำเนิดมาแต่โบราณ ถ้าเราทำความเข้าใจให้ลึกซึ้งแล้วนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องแล้วนับว่ามีประโยชน์ไม่แพ้เนื้อหาวิชาอื่น ๆ การที่จะให้ผู้ได้รับการศึกษาได้ศึกษาอย่างลึกซึ้งนั้น ผู้เรียนหรือผู้ศึกษาจะต้องมีพื้นฐานทางสติปัญญาตามระดับอายุที่ควรจะมี และผู้จัดการศึกษาจะต้องมีความรู้ความเข้าใจขั้นการพัฒนาทางสติปัญญา และจัดให้เยาวชนเหล่านั้นได้เกิดสงสัยกับด้านเรขาคณิตตามขั้นที่กำหนดไว้ ในการประชุมผู้เชี่ยวชาญขององค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ ณ เมืองแฮมบูร์กประเทศเยอรมันเมื่อเดือนมกราคม 1966 (Begle.

1967 : 46) ที่ประชุมมีความเห็นเกี่ยวกับการสอนวิชาเรขาคณิตว่า นักเรียนชั้นประถมควรจะได้เรียนวิชาเรขาคณิตแล้ว โดยเฉพาะเรื่องการแปลงสภาพ (Transformation) การเลื่อน (Translation) การหมุน (Rotation) และการสะท้อน (Reflection) ผลการประชุมกล่าวไว้ว่า ก่อนจะบรรจุเรื่องดังกล่าวลงในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษาสมควรจะได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาที่ว่าควรสอนเรื่องดังกล่าวเมื่อใด และควรสอนให้ลึกซึ้งเพียงใด ควรจะได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาปรับปรุง เนื้อหาและวิธีสอนให้เหมาะกับระดับสติปัญญาและความสามารถของนักเรียนในระดับนั้น ๆ คำกล่าวของบรูเนอร์ (Bruner. 1960 : 47) กล่าวไว้ว่า ครูสามารถสอนวิชาใด ๆ แก่นักเรียนในระดับใดก็ได้ แต่ต้องปรับปรุงให้สอดคล้องกับสติปัญญาและความสามารถของนักเรียนในระดับนั้น ๆ เสียก่อน เรื่องการสอนนี้ สุชาติ รัตนกุล (สุชาติ รัตนกุล 2510 : 52) ให้ความคิดเห็นไว้ว่า ถ้าสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจหลักหรือ ทฤษฎีแห่งการให้เหตุผลเสียแต่ขั้นต้นแล้ว การเรียนคณิตศาสตร์ทุกแขนงย่อมได้ผล แต่จะได้ ผลเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถทางสติปัญญา หรือความสามารถทางด้านความคิดของ นักเรียน นักการศึกษาจึงควรทราบว่าเด็กจะสามารถเรียนรู้หลักการหรือทฤษฎีต่าง ๆ ได้เมื่ออายุเท่าไร แล้วจัดหลักสูตรเรื่องต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับระดับชั้นและระดับอายุนั้น ๆ

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางด้านความคิดแบบลอจิก (Logical thinking) ของวิชาเรขาคณิต ซึ่งผลการศึกษาจะชี้ทางให้เห็นพัฒนาการในการเกิดสติปัญญาทางด้านเรขาคณิต ถ้าเราจัดหลักสูตรให้สอดคล้องกับพัฒนาการดังกล่าวแล้ว การเรียนการสอนย่อมจะได้ผลดี ดังที่เออร์วิงไคกล่าวไว้ว่า ก่อนที่จะให้การศึกษาแก่เด็ก เราต้องศึกษาถึงธรรมชาติของความต้องการและพื้นฐานของเด็กเสียก่อน เราจึงจะให้การศึกษาแก่เด็กได้ถูกต้อง (Irving. 1966 : 706) เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับการเกิดสติปัญญาของเด็กนี้ ดีเนส (Dienes. 1969 : 27) ได้กล่าวไว้อย่างน่าสนใจว่า ถ้าเด็กมีสติปัญญาที่พอเหมาะที่จะมี เราควรเตรียมพื้นฐานสำหรับนำไปสู่การเกิดสติปัญญาในเรื่องต่อไป และสติปัญญาบางประเภทต้องใช้ระยะเวลาที่เกิด ถ้าเราสร้างรากฐานไว้ให้เสียก่อน สติปัญญาประเภทนั้นจะเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น

ผู้มีบทบาทสำคัญในการวิจัยเกี่ยวกับสังคมทางบ้านเรขาคณิต คือ เพียเจต์ นักจิตวิทยาชาวสวิสส์ เพียเจต์ได้ค้นคว้าเรื่องพัฒนาการทางสังคมกับบ้านเรขาคณิต ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างคือลูกของเขาเอง เขาได้ศึกษาโดยใช้การสังเกตแล้วจดบันทึกไว้ ใช้เวลาการศึกษาอันยาวนาน เพียเจต์ได้นำผลการค้นคว้ามานั้นมาตั้งเป็นทฤษฎีขึ้น ซึ่งมีอิทธิพลมากต่อวงการคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในการจัดหลักสูตร เพียเจต์ยึดหลักที่ว่า การเรียนหลักหรือกฎเกณฑ์นั้นควรจะกระทำไปตามขั้นพัฒนาการของเด็ก โดยให้เด็กเรียนรู้หลักเกณฑ์ในลักษณะรูปธรรมมากที่สุด และให้เด็กลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เมื่อพ้นขั้นที่ต้องการใช้รูปธรรมแล้ว จึงให้เด็กเรียนรู้หลักเกณฑ์นั้น ๆ ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมต่อไป

ปัญหาที่เราพอจะมองเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาเรขาคณิตในประเทศไทยก็คือ เด็กมักไม่เห็นประโยชน์ของวิชาเรขาคณิต เด็กส่วนใหญ่ไม่ชอบคิดว่ายากไป เด็กไทยใช้วิธีเรียนเรขาคณิตโดยวิธีท่องจำ ซึ่งทำให้เด็กเข้าใจไม่ลึกซึ้ง และในปัจจุบันประเทศเราให้เริ่มเรียนวิชานี้เมื่อชั้นประถมปีที่ 5 ซึ่งอยู่ในระดับอายุประมาณ 10 - 11 ปี ผลการค้นคว้าของเพียเจต์กล่าวว่า สังคมบ้านเรขาคณิตบางประเภทเด็กจะเริ่มมีแล้วตั้งแต่อายุ 7 - 8 ปี (Piaget & Inhelder. 1960 : 411 p.)

สาเหตุทั้งกล่าวอาจเนื่องมาจากการสอนให้เรียนในวิชาเรขาคณิตนั้นสอนไม่ตรงกับระดับอายุและพัฒนาการของเด็ก ถ้าสอนตรงตามอายุ เด็กพร้อมที่จะเรียน เด็กจะรับได้ เกิดความเข้าใจและเกิดความชอบ เนื่องมาจากปัจจุบันประเทศไทยกำลังอยู่ในระยะเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงหลักสูตรในโรงเรียนระดับต่าง ๆ จึงเห็นสมควรที่จะทำการศึกษาพัฒนาการทางสังคมกับบ้านเรขาคณิตในลักษณะธรรมชาติของเด็กชั้นประถมศึกษา โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท จริงอยู่ถึงแม้ว่าหลักสูตรชั้นประถมศึกษาของเราทุกวันนี้ที่ทางการศึกษาจัดให้กับเด็กทั้งสองกลุ่มเหมือนกันก็ตาม แต่ประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ได้ขึ้นอยู่กับการศึกษาที่โรงเรียนจัดให้แต่ประการเดียว ยังมีองค์ประกอบต่าง ๆ อีกมากมายที่มามีส่วนร่วมจัดสิ่งเร้าให้แก่เด็ก สภาพแวดล้อมหรือถิ่นที่อยู่ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญที่เข้ามามีบทบาททำให้การรับรู้แตกต่างกันออกไป จึงมีความเห็นว่า ถ้าจะศึกษาพัฒนาการทางสังคมกับบ้านเรขาคณิตของเด็กกลุ่มในเมือง เปรียบเทียบกับเด็กกลุ่มในชนบทแล้ว อาจจะเห็นความแตกต่างกันหรือความคล้ายคลึงกันที่เกิดขึ้น นักการศึกษาจะมองเห็นสภาพ

ความแตกต่างหรือความคล้ายคลึงนั้น ๆ เป็นแนวทางที่จะพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอน และจัดวิธีการศึกษาให้สอดคล้องกับพัฒนาการของเด็กแต่ละแห่ง ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนเห็นแนวทางในการจัดประสบการณ์ทางการศึกษา และวางยุทธศาสตร์การสอนให้ประสานสัมพันธ์สอดคล้องกับระดับความแตกต่างของเด็กดังกล่าว ปัจจุบันวงการศึกษากำลังหันมาสนใจการศึกษาในชนบทมากขึ้น โดยพยายามหาคำตอบว่า เหตุใดการศึกษาระดับประถมศึกษาในปัจจุบันจึงสร้างความล้มเหลวให้แก่ประเทศไทยมากที่สุด คำตอบก็คือ หลักสูตรประถมศึกษาในปัจจุบันไม่เอื้ออำนวยต่อความต้องการของชนบท (ภาคการศึกษา 5 2517 อ้างอิงจากศุภชัย ศันศิริ 2520 : 2) จึงเห็นได้ว่าเป็นเรื่องที่น่าศึกษาค้นคว้าอย่างยิ่ง และการศึกษาค้นคว้านี้ยังศึกษาถึงกับด้านเรขาคณิตของเด็กที่มีสิ่งกีดขวางด้านอนุรักษณ์แตกต่างกันอีกด้วย เพราะสิ่งกีดขวางด้านอนุรักษณ์นั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับสิ่งกีดขวางเรขาคณิตอยู่ไม่น้อย เพื่อเป็นการชี้แนะให้เห็นถึงระดับสติปัญญาของเด็กระดับนั้น ๆ ว่ามีสิ่งกีดขวางที่จะเข้าใจในเนื้อหาวิชาเรขาคณิตที่จะเรียนได้มากน้อยเพียงใด เมื่อเห็นว่าสอดคล้องกับระดับสติปัญญาแล้วอาจจะได้บรรจุในหลักสูตรให้นักเรียนได้เรียนเมื่อยังไม่ได้บรรจุในหลักสูตร หรืออาจเป็นแนวทางในการพิจารณาเพิ่มเติมหรือตัดทอนหลักสูตร เติมนำลูกต้องตรงตามหลักพัฒนาการยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาว่าพัฒนาการทางสิ่งกีดขวางเรขาคณิตของกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองแตกต่างกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบทหรือไม่
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางสิ่งกีดขวางเรขาคณิตของเด็กนักเรียนที่มีระดับอายุแตกต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทางสิ่งกีดขวางเรขาคณิตของเด็กที่มีความแตกต่างกันในด้านอนุรักษณ์และแบบแผนของการคิดให้เหตุผลตามทฤษฎีของเพียเจต์
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งกีดขวางเรขาคณิตกับสิ่งกีดขวางด้านอนุรักษณ์

ความสำคัญของการศึกษา

1. ทำให้ทราบความแตกต่างของสิ่งที่ป็นด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท
2. ทำให้ทราบว่าเด็กที่มีระดับอายุต่าง ๆ กัน (6 - 12 ปี) จะมีสิ่งที่ป็นด้านเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างไร เพื่อที่นักการศึกษาและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดหลักสูตรของเด็กชั้นประถมในระดับดังกล่าวจะได้จัดหลักสูตรหรือเพิ่มเติมศัคทอนแบบเรียนในวิชานี้ให้เหมาะสมกับระดับอายุ
3. ทำให้ทราบว่าเด็กที่มีสิ่งที่ป็นทางด้านอนุรักษ์ และไม่มีสิ่งที่ป็นด้านอนุรักษ์ จะมีสิ่งที่ป็นด้านเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างไร อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเตรียมหลักสูตร เพิ่มเติมหรือศัคทอนหลักสูตรในวิชาเรขาคณิตเบื้องต้นให้เหมาะสมกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กเหล่านั้น
4. ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ป็นด้านเรขาคณิตกับสิ่งที่ป็นด้านอนุรักษ์ ตามทฤษฎีของเพียเจต์ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีนี้ต่อไป

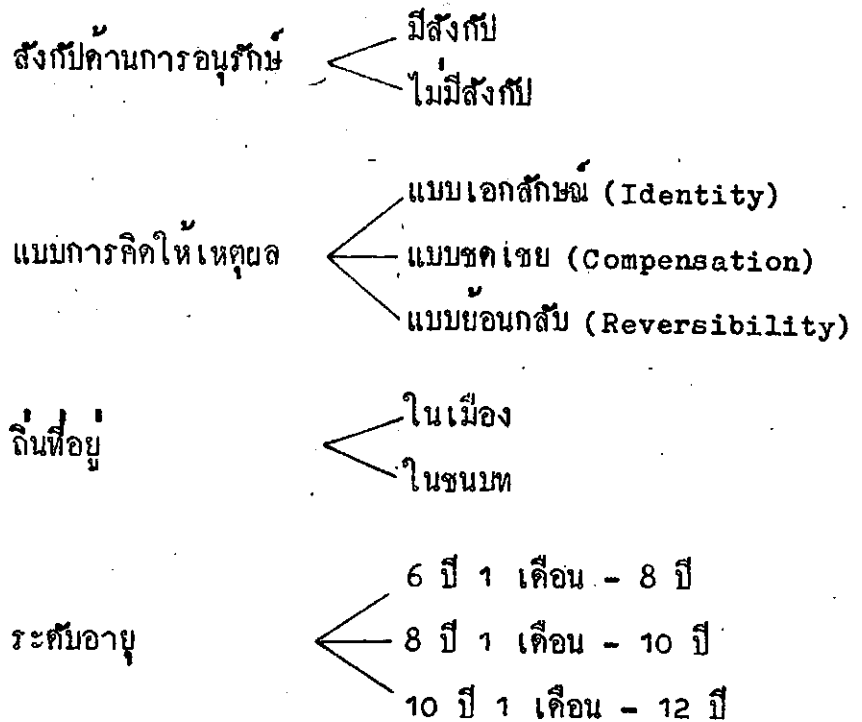
ขอบเขตของการศึกษา

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นเด็กอายุ 6 - 12 ปี ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา ปีการศึกษา 2521 ของโรงเรียนสังกัดกองประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร และสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัด แบ่งเป็น 3 ระดับอายุ คือ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี, 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี และ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี สาเหตุที่แบ่งระดับอายุดังกล่าวก็เพื่อให้สอดคล้องกับระดับชั้นเรียนของเด็ก คือ เด็กชั้นประถมปีที่ 1 - 2 จะมีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง ประมาณ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี เด็กชั้นประถมปีที่ 3 - 4 จะมีอายุอยู่ในช่วงระหว่างประมาณ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี และเด็กชั้นประถมปีที่ 5 - 6 จะมีอายุในช่วงระหว่างประมาณ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี อีกทั้งพัฒนาการทางสติปัญญานั้นเพียเจต์กล่าวว่าจะเกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ อายุไม่ได้เกิดขึ้น ณ จุดใดจุดหนึ่งโดยเฉพาะ ผลการศึกษาจะได้พิจารณาเกี่ยวกับเด็กชั้นดังกล่าวและช่วงระดับอายุนั้น ๆ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กนักเรียนในเมือง และ

กลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท กลุ่มละ 3 รัชับอายุ รัชับอายุละ 20 คน รวมทั้งหมด 120 คน
ไม่จำกัคเทศ

2. ตัวแปรที่จะศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ



2.2 ตัวแปรตาม คือ

สิ่งกัปคัณเรชาคณค

คัจกัคความศัพคเฉพาะ

1. การอนุรักษ์ความยาว (Conservation of Length) หมายถึงการรู้การ
เข้าใจเกี่ยวกับความค้งคของความยาว ในพ็นคัคความค้งคของไม้ยาวเท่ากับ 2 อัน ไม้ว่า
จะเปล็ยนคัคคัณงไม้ 2 อันนัคไปอยู่คัคคัณงคัค ๕ กัคตามกัคยังค้งคเท่ากับอยู่เสมอ

2. การอนุรักษ์สัคสาร (Conservation of substance) หมายถึงการรู้การเข้าใจ

เกี่ยวกับการคงที่ของสสาร ในที่นี้เป็นความคงที่ของคินน้ำมัน 2 ก้อน ซึ่งมีเนื้อสารเท่ากัน ไม่ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างหรือตำแหน่งคินน้ำมันทั้ง 2 ก้อนนี้เป็นลักษณะใดก็ตาม คินน้ำมันทั้ง 2 ก้อนนี้ยังคงมีเนื้อเท่ากันเหมือนเดิม

3. การอนุรักษ์ของเหลว (Conservation of liquid) หมายถึงการเข้าใจเกี่ยวกับความคงที่ของของเหลว ในที่นี้เป็นความคงที่ของน้ำในแก้ว 2 แก้ว ซึ่งมีปริมาณเท่ากัน ไม่ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างหรือตำแหน่งโดยถ่ายใส่ภาชนะต่าง ๆ กันอย่างไรก็ตาม ก็ยังคงมีปริมาณเท่ากันเหมือนเดิม

4. มีสัจกัณฑ์ด้านการอนุรักษ์ (Conservation concept) หมายถึงการเข้าใจถึงสภาพความเป็นจริงเกี่ยวกับสสารซึ่งจะมีความคงที่อยู่ว่าจะเปลี่ยนเป็นรูปใด สภาพใด หรือตำแหน่งใดก็ตาม ก็คงมีความคงที่อยู่มิเช่นเดิม เช่นการยอมรับว่าของสองสิ่งเท่ากัน แม้จะมีการเปลี่ยนรูปร่าง หรือตำแหน่งไปจากเดิม สสารนั้นก็ยังคงเท่ากันเช่นเดิม การสรุปว่าเท่ากันนั้นผู้ตอบจะต้องหาเหตุผลมาอ้างอิง ซึ่งเหตุผลนั้นจะได้ยินยอมต่อไป เกณฑ์ที่จะตัดสินว่ามีสัจกัณฑ์ด้านการอนุรักษ์นั้น นักเรียนต้องสามารถให้คำตอบเชิงคุณภาพได้มากกว่าครึ่งหนึ่งของคำตอบทั้งหมดในแต่ละฉบับ และทำได้อย่างน้อย 2 ฉบับใน 3 ฉบับ

5. ไม่มีสัจกัณฑ์ด้านการอนุรักษ์ (Non - conservation concept) หมายถึงการที่ยังไม่เข้าใจสภาพความเป็นจริงของสสารที่มีความคงที่ ยังใช้การรับรู้เป็นเกณฑ์ในการตัดสิน ไม่สามารถตอบปัญหาในแบบทดสอบสัจกัณฑ์ด้านการอนุรักษ์ได้ตามที่กำหนดไว้

6. การคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์ (Identity) หมายถึงแบบแผนการคิดให้เหตุผลด้านการอนุรักษ์ ซึ่งแสดงออกโดยการเน้นไปที่ความเท่าเทียมกันในเรื่องปริมาณหรือคุณภาพของสิ่งเรานั้น ทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนตำแหน่งและรูปร่าง

7. การคิดให้เหตุผลแบบชดเชย (Compensation) หมายถึงแบบแผนการคิดให้เหตุผลด้านการอนุรักษ์ ซึ่งแสดงโดยการเน้นจุดเด่นหรือจุดด้อยของลักษณะอันปรากฏก่อนและหลังการเปลี่ยนตำแหน่ง หรือรูปทรงของสิ่งเร้า

8. การคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับ (Reversibility) หมายถึงแบบแผนของการคิดให้เหตุผลด้านการอนุรักษ์ ซึ่งแสดงออกโดยการโยงปรากฏการณ์หลังการเปลี่ยนตำแหน่งหรือรูปทรงของสิ่งเร้านั้นให้ย้อนกลับคืนสู่จุดตั้งต้นของการเปลี่ยนตำแหน่งหรือรูปทรงนั้น ๆ

9. เด็กนักเรียนในเมือง หมายถึงเด็กนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกองการศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่อยู่เฉพาะในท้องที่แขวงรับส่งไปรษณีย์ภัณฑ์ กท 1 - กท 12

10. เด็กนักเรียนในชนบท หมายถึงเด็กนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดของจังหวัดภาคกลาง และโรงเรียนเหล่านี้ต้องเป็นโรงเรียนที่อยู่ห่างจากตัวจังหวัดหรือตัวอำเภอไม่น้อยกว่า 10 กิโลเมตร เพื่อให้เป็นชนบทจริง ๆ

11. สังกัปดาห์เรขาคณิต (Geometrical concept) หมายถึงความเข้าใจที่ได้จากการทดสอบสัณฐานต่าง ๆ เหล่านี้ (Piaget & Inhelder. 1960 : V - VI)

การเปลี่ยนตำแหน่ง (Change of position)

ความสัมพันธ์ในการสร้างระยะทาง (Reconstructing relations of distance)

การเปลี่ยนตำแหน่งและการอนุรักษ์ความยาว (Change of position and conservation of length)

การอนุรักษ์และการวัดความยาว (The conservation and measurement of length)

ลักษณะส่วนย่อย ๆ ของเส้นตรง (Subdividing a straight line)

ตำแหน่งของจุดที่อยู่ใน 2 มิติ (Location a point in two dimensional space)

การวัดมุม (Angular measurement)

ปัญหาของโลกลักษณะของจุดทั้งลักษณะเส้นตรงและวงกลม (Two problems of geometrical loci : the straight line and the circle)

การแสดงให้เห็นถึงลักษณะของวงกลม กลไก และส่วนประกอบของส่วนโค้ง (Representation of circle, mechanical and composite curve)

การอนุรักษ์พื้นที่ การวัดพื้นที่ และการนำพื้นที่เล็ก ๆ ที่เท่า ๆ กันหักออกจากพื้นที่ใหญ่ที่เท่า ๆ กัน (The conservation and measurement of an area and subtracting smaller congruent areas from larger congruent areas)

การอนุรักษ์และการวัดปริมาณของของแข็ง (The conservation and measurement of volume)

เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการวิจัย

1. ทฤษฎีพัฒนาการด้านความรู้ความคิดของเพียเจต์ (The cognitive development theory) เพียเจต์ได้กล่าวถึงสติปัญญาของคนเราไว้ว่า "สติปัญญามีได้เกิดขึ้นทันทีทันใดจากพัฒนาการทางสมอง (Mental development) แต่มีความต่อเนื่องอย่างเด่นชัดกับผลของประสบการณ์หรือกระบวนการแรกเกิด (Inborn process) ซึ่งได้ถือกำเนิดมาและใช้ประโยชน์อยู่นั่นเอง" (Piaget. 1952 : 21) กระบวนการแรกเกิดนี้ก็คือ การเคลื่อนไหวตามสรีรวิทยา (Reflex) เช่น การดูด อื่นหรือจะใช้การเคลื่อนไหวสรีรวิทยาในการปรับตัว (Adaptation) จากการปรับตัวนี้ทำให้อินทรีย์สามารถปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) มาสู่โลกแห่งความเป็นจริงทีละน้อย ๆ ในขณะที่การปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) เกิดขึ้นเมื่ออินทรีย์ต้องการใช้การเคลื่อนไหวสรีรวิทยา ๆ กัน (Piaget. 1952 : 29-32) กีนส์เบอร์กและออปเปอร์ (Ginsbure & Oppper. 1969 : 13) จึงกล่าวสรุปแนวความคิดของเพียเจต์ไว้ว่า สติปัญญาของคนเราเกิดจากอินทรีย์ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมและจากการกระทำของสภาพแวดล้อมนั้น ขบวนการดังกล่าวนี้มีเป็นขั้น ๆ ไป โครงสร้างทางสติปัญญาของมนุษย์ประกอบไปด้วยสิ่งที่เรียกว่า "Schema" "Assimilation" "Accommodation" และ "Equilibrium"

Schema คือโครงสร้างของสมอง ซึ่งมีผลมาจากอินทรีย์ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมและจัดกระทำสิ่งแวดล้อม เปรียบได้ว่าเป็นเสมือนแผนภาพหรือมีตรรกวิทยา ซึ่งภายในแต่ละมีตรรกวิทยานั้นจะบรรจุเรื่องราว สิ่งของ ตลอดจนเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่คน ๆ นั้นประสบพบเห็นเป็นเรื่อง ๆ ไป

Assimilation คือขบวนการทางสติปัญญา ซึ่งอินทรีย์พยายามผสมผสานหรือจัดวางเหตุการณ์ สิ่งของ ฯลฯ ซึ่งเป็นสิ่งเร้าให้เข้ากับโครงสร้างสมองที่มีอยู่แล้ว เราอาจเรียกขบวนการนี้ได้ว่าเป็นการ "ปรับเข้าสู่โครงสร้าง"

Accommodation คือขบวนการทางสติปัญญาซึ่งอินทรีย์พยายามสร้าง ปรับปรุง หรือขยายโครงสร้างที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับสิ่งเร้าใหม่ที้อินทรีย์ไม่เคยพบเห็นมาก่อน เราอาจเรียกขบวนการนี้ได้ว่า "ปรับขยายโครงสร้าง"

ขบวนการทั้งสองนี้จะต้องเกิดควบคู่กันไปและมีความสมดุลกัน เรียกว่ามี "Equilibrium" จึงจะทำให้พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพียเจต์ได้แบ่งระดับของพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ระดับใหญ่ ๆ คือ

1.1 ขั้นการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The period of sensorymotor intelligence) เป็นระยะตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี การเคลื่อนไหวตามอัตโนมัติและการรับรู้ทางประสาทสัมผัสในระดับง่าย ๆ จะทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้น เด็กจะค่อย ๆ มีโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ ที่เขาได้พบเห็นและจัดกระทำกับมัน โครงสร้างเหล่านั้นเกิดขึ้นจากกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ นั่นคือ "การปรับเข้าสู่โครงสร้าง" และ "การปรับขยายโครงสร้าง"

1.2 ขั้นของการคิดด้วยญาณ (The period of preoperational thought) อยู่ในช่วงอายุ 2 - 7 ปี ลักษณะสำคัญของขั้นนี้คือ เด็กมีพัฒนาการทางภาษาขึ้นมามากแล้ว มีการคิดแบบใช้สัญลักษณ์บ้างแล้ว แต่ยังไม่ใช้ประสบการณ์ด้านรับรู้ (Perception) เป็นปัจจัยสำคัญในการแก้ปัญหา

1.3 ขั้นของการคิดด้วยรูปธรรม (The period of concrete operations) อยู่ระหว่างอายุ 7 - 11 ปี เด็กวัยนี้มีพัฒนาการทางสติปัญญามากแล้ว มีสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์เกิดขึ้น สามารถคิดทางตรรกศาสตร์ได้ แต่ลักษณะของปัญหาจะต้องอยู่เฉพาะหน้าจับต้องได้ หรือเป็นรูปธรรม ไม่ใช่นามธรรม เราจะทราบว่าเด็กคนไหนพัฒนามาถึงขั้นนี้หรือไม่ก็โดยการทดสอบสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์จำนวน สสาร พื้นที่ น้ำหนัก และปริมาตร การอนุรักษ์ก็คือการที่เด็กเริ่มค้นพบความจริงว่า วัตถุต่าง ๆ ย่อมมีความคงที่ในเรื่องของจำนวน เนื้อสสาร พื้นที่ น้ำหนัก และปริมาตร ไม่ว่าวัตถุนั้นจะเปลี่ยนรูปทรงหรืออยู่ในภาชนะใด ๆ ก็ตาม โดยที่ไม่มีการดึงเอาวัตถุนั้น ๆ ออกไปจากเดิมหรือเพิ่มส่วนใหม่เข้าไป

เด็กที่มีการอนุรักษ์จะให้คำตอบแตกต่างไปจากเด็กที่ไม่มีการอนุรักษ์ และคำตอบของเด็กที่มีการอนุรักษ์จะเป็นคำตอบที่ถูกต้องกว่า เพราะเด็กในขั้นนี้มีพัฒนาการทางสติปัญญา

ที่สำคัญ ๆ เกิดขึ้น 4 ประการ คือ

การคิดกระจายออกจากศูนย์กลาง (Decentration)

การไม่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Non - egocentric)

การติดตามขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง (Transformation)

การคิดย้อนกลับ (Reversibility)

ในการทดสอบสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์นี้ เราจะได้เหตุผลที่เด็กใช้ในการแก้ปัญหา หรือ จดกระทั่งกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งไม่ว่าเด็กจะให้เหตุผลใดก็ตาม เราอาจจะนำมาจัด จำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

การให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์ (Identity)

การให้เหตุผลแบบชดเชย (Compensation)

การให้เหตุผลแบบย้อนกลับ (Reversibility)

อายุกับการเกิดการอนุรักษ์พอจะแยกออกให้เห็นชัดเจนได้ดังนี้ (ดวงเคื่อน ศาสตร์ภทร ม.ป.ป. : 57)

การอนุรักษ์จำนวนจะเกิดขึ้นราว ๆ อายุ 5 - 6 ปี

การอนุรักษ์สสารจะเกิดขึ้นราว ๆ อายุ 7 - 8 ปี

การอนุรักษ์พื้นที่จะเกิดขึ้นราว ๆ อายุ 7 - 8 ปี

การอนุรักษ์น้ำหนักจะเกิดขึ้นราว ๆ อายุ 9 - 10 ปี

การอนุรักษ์ปริมาตรจะเกิดขึ้นราว ๆ อายุ 11 - 12 ปี

ปัญหาการอนุรักษ์ปริมาตรนี้ เด็กควรจะสามารถแก้ปัญหาได้ราว ๆ อายุ 7 - 8 ปี แต่ปัญหา การอนุรักษ์ปริมาตรที่ซับซ้อนขึ้น เช่น การแทนที่น้ำด้วยวัตถุ เด็กยังไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ จนกว่าจะมีอายุ 12 ปี (Piaget & Inhelder. 1969 : 98)

1.4 ขั้นของการคิดด้วยนามธรรม (The period of formal operations) อยู่ในระหว่างอายุ 11 - 15 ปี เป็นระยะที่โครงสร้างทางความคิดของเด็กพัฒนามาเต็มที่แล้ว เด็กจะสามารถนำเหตุผลทางตรรกศาสตร์มาแก้ปัญหาได้ทุกกรณี ไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางรูปธรรม หรือนามธรรม กล่าวได้ว่าความสามารถทางสติปัญญาเท่าเทียมกับผู้ใหญ่ทุกประการ ถ้าคิดเรื่อง ประสพการณ์ออกแล้วให้เด็กที่มีพัฒนาการทางสติปัญญามาถึงขั้นนี้แก้ปัญหาแข่งกับผู้ใหญ่ เขาทั้งสอง

จะแก้ปัญหาได้คิดเห็นกับ

อย่างไรก็ตาม คนเราทุกคนมีไค์พัฒนามาถึงขั้นที่ 4 นี้เสมอไป บางคนอาจจะติดอยู่ในขั้นต้น ๆ พัฒนาการทางสติปัญญาของคนเราจะเรียงลำดับกันไป ไม่มีการข้ามขั้น ในแต่ละขั้นก็คือบูรณาการรวมหน่วยของพฤติกรรมทั้งหมดที่ขั้นนั้น ๆ เรียนรู้ หรือจัดกระทำกับสิ่งแวดล้อมมาตั้งแต่เกิดจนถึงขณะนั้น ๆ

เพียเจต์และอิลเฮลเดอร์ (Piaget & Inhelder. 1969 : 141-144) กล่าวว่า ในขั้นปฏิบัติการควายนามธรรม เด็กจะมีความสามารถในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสมมติฐานขึ้นในการแก้ปัญหา โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) ที่เป็นตัวปฏิบัติการใหม่ ๆ จะถูกสร้างขึ้นได้แก่

โครงสร้างเกี่ยวกับเรื่องสัดส่วน (Proportion)

หลักการสมดุลย์ของของเหลว (Hydrostatic equilibrium)

การอ้างอิงเกี่ยวกับการเคลื่อนที่สัมพันธ์ของวัตถุ (Double system of reference)

โครงสร้างในเรื่องความน่าจะเป็น (Probability)

2. การอนุรักษ์ (Conservation)

ฟลาวเวล (Fravell. 1963 : 245) ให้ความหมายของคำว่าอนุรักษ์ดังนี้ "การอนุรักษ์เป็นความรู้ความคิด (Cognition) ที่มีคุณสมบัติแน่นอน (เกี่ยวกับปริมาณ จำนวน ความยาว ฯลฯ) และมีการคงที่ในการพบกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การแบ่งชิ้นส่วนวัตถุ การเปลี่ยนรูปร่างวัตถุ" และจากคำกล่าวของดวงเดือน ศาสตร์ภัทร กล่าวไว้ว่า ในเรื่องของการอนุรักษ์นั้นจะเกิดและพัฒนาขึ้นตามลำดับอายุ โดยทั่วไปแล้วการอนุรักษ์สสารจะเกิดขึ้นในอายุราว ๆ 7 - 8 ปี การอนุรักษ์น้ำหนักเกิดในระดับอายุราว 9 - 10 ปี และการอนุรักษ์ปริมาตรเกิดขึ้นในระดับอายุราว 11 - 12 ปี โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กในขั้นก่อนปฏิบัติการหรือขั้นคิดควายนามยังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องการอนุรักษ์ได้ เด็กในขั้นนี้มักจะพิจารณาสิ่งต่าง ๆ เพียงมิติเดียว (One dimension) และมีความคิดคงที่อยู่กับสิ่งนั้น (Centration) เขามองไม่เห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ (Transformation) และไม่สามารถคิดย้อนกลับ (Reversibility) ไปสู่จุดเริ่มต้นได้ สิ่งเหล่านี้

จึงเป็นอุปสรรคในการแก้ปัญหาการอนุรักษ์ (ดวงเดือน ศาสตร์ภักดิ์ ม.ป.ป. : 64)

เพียเจต์เชื่อว่าโครงสร้างในการพัฒนาการอนุรักษ์ไม่สามารถจะฝึกหัดได้ จากคำอธิบายทางทฤษฎีกล่าวว่า สิ่งกีดขวางในเรื่องการอนุรักษ์นั้นมีพัฒนาการ เป็นไปตามธรรมชาติในมนุษย์ทุกคน เมื่อมนุษย์ได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ดิน หิน ทราย ไม้ ฯลฯ การเร่งหรือฝึกเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์นั้นอาจทำให้เกิดได้เพียงชั่วคราวเท่านั้น แต่ไม่อาจทำให้เกิดสิ่งกีดขวางที่ถาวรตลอดไป ซึ่งปรากฏตรงกับผลการศึกษาของสเมดส์ลัน (Smedslund. 1961 : 85-87) แม้การศึกษาในโรงเรียนก็ไม่เป็นสิ่งที่ทำให้เด็กมีพัฒนาการในเรื่องการอนุรักษ์แตกต่างกัน (Nyitl. 1976 : 1129)

การอนุรักษ์ที่เกิดขึ้นนั้นมีลำดับขั้นการ เกิดจากขั้นที่ยังไม่มีการอนุรักษ์ไปสู่ขั้นที่เกิดการอนุรักษ์แล้ว เพียเจต์แบ่งขั้นพัฒนาการในการเกิดไว้ 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ยังไม่เกิดสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ (Non - conservation stage) เด็กมักจะติดอยู่กับส่วนใดส่วนหนึ่งจากการรับรู้

ขั้นที่ 2 เป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อ (Transition stage) เด็กจะอยู่ในระยะที่เกิดสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ภายใต้สถานการณ์บางอย่าง และจะไม่เกิดการอนุรักษ์เมื่อเงื่อนไขเหล่านี้เปลี่ยนไป

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่เกิดสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ (Conservation stage) เด็กจะสามารถแก้ปัญหาการอนุรักษ์ได้ และเกิดโครงสร้างการอนุรักษ์ขึ้น

3. สิ่งกีดขวางเรขาคณิตของเพียเจต์ (Geometrical concept)

เพียเจต์ศึกษาสิ่งกีดขวางนี้ในลักษณะทั่วไป ซึ่งรายละเอียดของสิ่งกีดขวางเรขาคณิตทุกเรื่องมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ จึงเป็นที่น่าสนใจว่า สิ่งกีดขวางเรขาคณิตของเพียเจต์กับสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์คงจะมีความสัมพันธ์กันไม่น้อยทีเดียว เพียเจต์ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งกีดขวางเรขาคณิตโดยทดสอบเด็กเป็นรายบุคคล หลังจากทดสอบแล้วก็ได้แบ่ง เด็กที่มีสิ่งกีดขวางออกเป็นระดับต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคำตอบของเด็กได้ 4 ระดับ คือ ระดับ 1 ยังไม่มีสิ่งกีดขวาง (Non - conservation) ระดับ 2 มีสิ่งกีดขวางไม่มีบ้าง คำตอบที่ได้มีลักษณะเป็น Intermediate response เรียกระดับนี้ว่า Transitional ระดับ 3 มีสิ่งกีดขวางเรขาคณิต (Operational conservation) ระดับ 4 ขั้นความคิดเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการด้วย

นามธรรม สำหรับสิ่งกับค่านเรขาคณิตของเพียเจต์นี้ ถ้าเด็กมีคำตอบอยู่ในระดับ 3 ก็ถือว่า มีสิ่งกับค่านเรขาคณิตแล้ว ถ้าถึงระดับ 4 แสดงว่าเด็กมีสิ่งกับสูงขึ้นไปอีก พอที่จะเข้าสู่ขั้น ปฏิบัติการด้วยนามธรรมได้

เพียเจต์ไม่ได้แบ่งสิ่งกับค่านเรขาคณิตตามระดับอายุแต่ละปี แต่เขาได้สังเกตเด็ก อายุต่าง ๆ กันแล้วจึงบันทึกไว้ จากการรวบรวมจากหนังสือของเพียเจต์พอจะสรุประดับ อายุเข้าสู่ขั้นระดับคำตอบของเขาได้ดังนี้

ระดับ 1 (Stage 1) นับตั้งแต่เกิดจนสิ้นสุดอายุประมาณ 4 - 5 ปี ซึ่งอยู่ในขั้น รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวความกับขั้นการคิดด้วยญาณ

ระดับ 2 (Stage 2) เติบโตแล้วจะอยู่ในช่วงอายุประมาณ 5 - 7 ปี ซึ่งอยู่ใน ขั้นการคิดด้วยญาณ

ระดับ 3 (Stage 3) อยู่ในช่วงอายุ 7 - 11 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วย รูปธรรม

ระดับ 4 (Stage 4) เริ่มที่อายุประมาณ 11 ปีขึ้นไป เด็กก็จะเริ่มเข้าสู่ขั้น ปฏิบัติการด้วยนามธรรมแล้ว

เด็กที่มีสิ่งกับค่านเรขาคณิตอย่างสมบูรณ์จะอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมระหว่าง อายุ 7 - 11 ปี สิ่งกับค่านเรขาคณิตของเพียเจต์ประกอบด้วยการค้นหาคำตอบจากสิ่งต่อไปนี้ (Piaget & Inhelder. 1960 : 411 p.)

สิ่งกับเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่ง สิ่งกับเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในการสร้างระยะ ทาง สิ่งกับเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่งและการอนุรักษ์ความยาว สิ่งกับเกี่ยวกับลักษณะ ส่วนย่อย ๆ ของเส้นตรง สิ่งกับเกี่ยวกับการอนุรักษ์และการวัดความยาว สิ่งกับเกี่ยวกับ ตำแหน่งของจุดที่อยู่ใน 2 มิติ สิ่งกับเกี่ยวกับการวัดมุม สิ่งกับเกี่ยวกับปัญหาของโลกสี่ของ จุดทั้งลักษณะเส้นตรงและวงกลม สิ่งกับเกี่ยวกับการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของวงกลม กลไก และส่วนประกอบของส่วนโค้ง สิ่งกับเกี่ยวกับการอนุรักษ์พื้นที่ การวัดพื้นที่ และการนำพื้นที่ เล็ก ๆ ที่เท่า ๆ กันหักออกจากพื้นที่ใหญ่ที่เท่า ๆ กัน และสิ่งกับเกี่ยวกับการอนุรักษ์และการ วัดปริมาตรของของแข็ง รวมทั้งหมด 11 สิ่งกับย่อย ๆ

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การอนุรักษ์ พัฒนาการของการมีอนุรักษ์แตกต่างกันเพราะวัฒนธรรมแตกต่างกัน การที่วัฒนธรรมแตกต่างกันนั้นคือมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันนั้นเอง จากการศึกษาของ เลมอส (Lemos. 1966 : 5360 A) ได้ศึกษาพัฒนาการของการอนุรักษ์กับเด็กที่มีวัฒนธรรมแตกต่างจากเด็กยุโรปและอเมริกา โดยทำการศึกษากับเด็กพื้นเมืองชาวออสเตรเลีย 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มชาวพื้นเมืองเผ่าเอลโค (Elco) ซึ่งอยู่แถบชายทะเลทางตอนเหนือของทวีป และกลุ่มชาวพื้นเมืองเผ่าเฮร์แมนส์เบิร์ก (Hermansburg) ซึ่งอยู่แถบตอนกลางทวีป จำนวนกลุ่มละ 65 คน ผลเป็นไปตามที่เพียเจต์ศึกษา แท้ที่จริงวัยที่เกิิดการอนุรักษ์มีช้ามาก เปรียบเทียบการอนุรักษ์ของเด็กพื้นเมืองชาวออสเตรเลียกับเด็กยุโรปปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นก็แสดงว่า การมีวัฒนธรรมที่แตกต่างกันย่อมมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันด้วย เด็กจึงมีพัฒนาการการอนุรักษ์แตกต่างกันเพราะเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมที่ตัวเด็กได้รับ

ผลการศึกษาของ เลมอส เป็นการแสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมมีผลต่อพัฒนาการของเด็กในเรื่องการอนุรักษ์ เด็กที่อยู่ในวัฒนธรรมที่ไม่เจริญ สิ่งแวดล้อมไม่ดี จะส่งผลกระทบต่ออนุรักษ์ของเด็ก คือไม่มีการอนุรักษ์หรือมีช้ จะส่งผลกระทบต่อสังคมเรขาคณิตอย่างไร โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเด็กในสังคมเมืองกับสังคมชนบท ก็น่าจะเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับนักการศึกษาทั่วไป

ผลการศึกษาที่สนับสนุนการศึกษาของ เลมอส ก็คือ ผลการศึกษาของ ออปเปอร์ (Oppen. 1971 : 250-256) ซึ่งได้ทำการศึกษากับเด็กเอเชีย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กไทยในเมืองและชนบท แยกศึกษาเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกมีระดับอายุ 6 - 11 ปี เป็นเด็กในเมือง 50 คน ชนบท 54 คน เพื่อศึกษาความคิดปฏิบัติการด้วยรูปธรรม อีกกลุ่มหนึ่งมีระดับอายุ 6 - 16 ปี เป็นเด็กในเมือง 91 คน และชนบท 86 คน เพื่อศึกษาความคิดปฏิบัติการด้วยนามธรรม ผลปรากฏว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กไทยมีลักษณะเช่นเดียวกับเด็กทางยุโรปและอเมริกา และเด็กชาติอื่น ๆ คือ เด็กไทยมีพัฒนาการทางสติปัญญาเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นของอายุ แต่เด็กไทยในเมืองล่าช้ากว่าเด็กสวิสส์ประมาณ 1 ปี และเด็กไทยในชนบทล่าช้ากว่าถึง 2 ปี

การศึกษาของ เลมอสและออปเปอ์ เป็นการสนับสนุนทฤษฎีของ เพียเจต์ที่กล่าวว่า สภาพแวดล้อมตัวเด็กมีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญา ในระดับอายุเดียวกันและการอนุรักษ์เรื่องเดียวกันแต่อยู่คนละถิ่นคนละวัฒนธรรมกัน การอนุรักษ์ย่อมแตกต่างกันบ้างเล็กน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมว่าต่างกันมากน้อยเพียงใด ซึ่งน่าจะมียลต่อสิ่งที่บ้านเราศึกษาค้นคว้าหลังด้วยสะท้อนให้เห็นว่าการมีหรือไม่มีการอนุรักษ์ของเด็กน่าจะส่งผลต่อสิ่งที่บ้านเราศึกษาของเขา ในระยะนั้น ๆ

ในเรื่องการจัดการสอนเรื่องอนุรักษ์เพื่อพิสูจน์ทัศนะของเพียเจต์ดังกล่าว สเมดส์ลัน (Smedslund, 1961 : 85-89) ได้จัดแบ่งเด็กออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ยังไม่เกิดการอนุรักษ์และทำการฝึกให้เกิดการอนุรักษ์โดยการสอน ส่วนอีกกลุ่มเป็นกลุ่มที่มีการอนุรักษ์แล้ว หลังจากทำการสอนกลุ่มแรกแล้ว สเมดส์ลันนำเด็กทั้ง 2 กลุ่มมาทดสอบการอนุรักษ์น้ำหนักโดยให้ชั่งก้อนดินน้ำมันกลม ๆ 2 ก้อน ซึ่งทดสอบแล้วว่ามีน้ำหนักเท่ากันโดยการชั่ง จากนั้นเปลี่ยนรูปร่างของก้อนหนึ่งใหม่พร้อมกับแอบดึงส่วนหนึ่งของเนื้อดินน้ำมันออกไป แล้วสอบถามเด็กทั้ง 2 กลุ่มให้ตัดสินใจว่าน้ำหนักที่เปลี่ยนรูปแล้วจะเท่ากับลูกเดิมหรือไม่ เด็กกลุ่มที่ถูกสอนจะไม่มีเหตุผลอะไรเลย ไม่ยอมรับเท่าเทียม ส่วนเด็กที่มีการอนุรักษ์ด้วยตนเองจะคัดค้านว่าต้องมีบางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้นกับก้อนดินน้ำมันที่เปลี่ยนรูปร่างไป โดยให้เหตุผลว่า ถ้าก้อนดินน้ำมันมีน้ำหนักเท่ากันแต่แรกแล้ว มันควรจะเท่ากันตลอดไป แม้จะเปลี่ยนรูปร่างแล้วก็ตาม ซึ่งเป็นการแสดงถึงแรงจูงใจที่เกิดขึ้นในตัวเอง (Self motivation) เพียเจต์ให้เหตุผลว่า เด็กจะมีผลสัมฤทธิ์ในการพัฒนาสิ่งที่ต่าง ๆ อย่างกว้างขวางโดยผ่านการกระทำด้วยตนเองมากกว่าโดยการชี้นำจากภายนอก จากการศึกษาของคนอื่น ๆ เช่น ครูเอล วอล และคณะ โอวิลและโลว์ (อ้างอิงจากอรนุช หลิมประเสริฐ 2520 : 17) ก็พบว่า การฝึกหัดเพื่อให้เด็กเกิดการอนุรักษ์นั้นไม่ประสบผลสำเร็จ ซึ่งเป็นการสนับสนุนทัศนะของเพียเจต์ ลักษณะการฝึกหัดให้เด็กเกิดการอนุรักษ์ทั้ง ๆ ที่เด็กยังไม่สามารถมีการอนุรักษ์ได้ ก็เสมือนกับการบีบบังคับให้เด็กรับรู้การอนุรักษ์ทั้ง ๆ ที่เด็กยังไม่พร้อมที่จะรู้ จากทัศนะของเพียเจต์ที่ว่า การมีการอนุรักษ์นั้นไม่สามารถฝึกหัดได้ หรือฝึกหัดแล้วอันเปรียบเสมือนขัดเปียคให้รับรู้ ก็ไม่สามารถที่จะทำให้เด็กมีการอนุรักษ์อย่างถาวรได้ เมื่อบังคับให้เด็กรับรู้ที่ไม่สมบูรณ์ (ไม่รู้เหตุผล) เด็กก็จะไม่เกิดการอนุรักษ์อย่างแน่นอน จนกว่าเด็กจะมีการอนุรักษ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่ง

เราอาจเรียกได้ว่าเป็นความฉลาด ฮิลเดรธ (Hildreth. 1966 : 76) ก็มีความเห็นคล้ายคลึงกันว่า เด็กฉลาดจะมีความสามารถในการคิดสรุปเรื่องราวได้อย่างมีเหตุผล และแก้ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ของตน ทั้งยังสามารถนำหลักเกณฑ์มาใช้ในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

สำหรับผู้ที่คิดไม่เป็นนั้นจะไม่สามารถปกครองตนเองและยัง เป็นผลร้ายต่อการพัฒนาประเทศอีกด้วย (ลิปพนนท์ เกตุพิศ 2513 : 21) เพราะคนไม่รู้จักคิดอาจจะติดอยู่ที่ชั้นใดชั้นหนึ่งของขั้นตอนในการพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ บุคคลเหล่านี้ย่อมถูกชักจูงให้คล้อยตามได้ง่าย

การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งที่พิจารณาว่าเด็กคนใดมีการอนุรักษ์หรือไม่ โดยพิจารณาการให้เหตุผลของเด็กเป็น 3 แบบ คือ แบบเอกลักษณ์ (Identity) แบบชดเชย (Compensation) และแบบย้อนกลับ (Reversibility) เหตุผลที่เด็กนำมาตอบคำถามจะอยู่ใน 3 แบบนี้เท่านั้น จึงจะถือว่าเด็กนั้นมีการอนุรักษ์ (เพียเจต์ 1964 อ้างอิงจากอรุณขหลิมประเสริฐ 2520 : 13) เหตุผลแบบเอกลักษณ์เป็นเหตุผลที่เด็กมักนำมาใช้เป็นส่วนใหญ่ ส่วนอีก 2 แบบมีน้อยกว่าแบบแรก โดยเฉพาะแบบย้อนกลับนั้นแสดงถึงระดับสติปัญญาที่จัดว่าอยู่ในขั้นสูงของผู้ตอบ

ดวงเคื่อน ศาสตรภักดิ์ (ดวงเคื่อน ศาสตรภักดิ์ 2515 : 140) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเด็กไทยกับเด็กจีนเกี่ยวกับแบบของการคิดในเด็กอายุ 7 - 11 ปี พบว่า การคิดแบบย้อนกลับมีความสัมพันธ์กับความเข้าใจในการอ่านมากที่สุด ในเด็กทุกระดับอายุ ส่วนการคิดแบบเอกลักษณ์และการคิดแบบชดเชยมีผลไม่แตกต่างกัน แต่จากการศึกษาของสมทรัพย์สุখনันต์ เกี่ยวกับแบบของการคิดให้เหตุผลที่มีผลต่อสิ่งกับทางถ้อยคำ พบว่า การคิดให้เหตุผลทั้ง 3 แบบส่งผลต่อสิ่งกับทางถ้อยคำของเด็กไม่แตกต่างกัน แต่การคิดให้เหตุผลแบบชดเชยมีแนวโน้มที่จะมีสิ่งกับทางถ้อยคำต่ำกว่าแบบอื่น ๆ แต่ก็ไม่พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. สังกัปด้านเรขาคณิต วิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์ให้มีการปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้นได้แก่วิชาเรขาคณิต ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 2000 ปีมาแล้วที่มนุษย์เราถูกครอบงำด้วยวิชาเรขาคณิตของยูคลิด ความรู้ทางเรขาคณิตถูกจำกัดให้เรียน

เฉพาะในหนังสือชุด The Elements ของยุคลิโคโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขใด ๆ ทั้งสิ้น (Adler. 1967 : 226) ต่อมาได้มีการค้นคว้าพบว่า เราควรให้เด็กได้ศึกษาโทโปโลยี (Topology) ก่อนที่จะได้ศึกษาเรขาคณิตของยุคลิด

เพียเจต์ (Piaget. 1959 : 175) เป็นคนแรกที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของเด็กทางด้านเรขาคณิตกับช่องว่าง (space) โดยใช้เด็กชาวสวิสเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 43 คน จุดมุ่งหมายของการทดลองเพื่อทดสอบว่าเด็กในระดัับอายุใดจะมีสัมพัทธ์เกี่ยวกับโทโปโลยีและเรขาคณิตแบบยุคลิด และข้อสำคัญกว่านั้นคือ ต้องการจะทราบว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เด็กไม่สามารถมีสัมพัทธ์เกี่ยวกับเรื่องนี้ เหตุใดจึงต้องรู้หรือมีสัมพัทธ์ทางโทโปโลยีก่อนเรขาคณิตแบบยุคลิด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ทำไมเรขาคณิตแบบยุคลิดจึงต้องมีสัมพัทธ์ทางโทโปโลยีเป็นพื้นฐาน วิธีทำการทดลอง เพียเจต์ทำการทดสอบเด็กเป็นรายบุคคล โดยให้เด็กเลือกและเขียนรูปภาพที่มีคุณสมบัติทางโทโปโลยีและเรขาคณิตแบบยุคลิด ผลของการทดลองปรากฏว่า พัฒนาการทางด้านเรขาคณิตของเด็กนั้นตรงข้ามกับเรขาคณิตที่เราเรียนอยู่ คือ เรขาคณิตที่เราเรียนนั้นเริ่มต้นด้วยเรขาคณิตแบบยุคลิด ต่อมาจึงได้เรียนเรขาคณิตที่เรียกว่า Projective geometry แล้วจึงเป็นคณิตศาสตร์อีกแขนงหนึ่งที่เรียกว่าโทโปโลยี ส่วนเพียเจต์พบว่า พัฒนาการทางเรขาคณิตเริ่มแรกของเด็กเป็นเรื่องเกี่ยวกับโทโปโลยี เด็กอายุ 3 ปีสามารถแยกความแตกต่างระหว่างรูปปิดและรูปเปิด เด็กจะเขียนรูปร่างกลมปิดได้ถ้าเด็กเขียนรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสหรือสามเหลี่ยมได้มาก่อน เด็กสามารถที่จะเขียนรูปกากบาทในลักษณะเส้นตรงสองเส้นตัดกันและมุมที่เกิดขึ้นไม่เหมือนเค็ม เด็กสามารถเขียนรูปร่างเล็กภายในรูปร่างใหญ่ได้โดยให้เด็กดูภาพตัวอย่าง และเด็กสามารถเขียนรูปร่างเล็กข้างนอกหรือสัมผัสกับวงใหญ่ได้ ทั้งหมดนี้เด็กสามารถทำได้ก่อนที่จะเขียนรูปสี่เหลี่ยมหรือแสดงคุณสมบัติทางเรขาคณิตแบบยุคลิด (เช่น จำนวนด้านและมุมของรูปสี่เหลี่ยม) ภายหลังที่เด็กมีสัมพัทธ์เกี่ยวกับโทโปโลยีแล้ว พัฒนาการของเด็กก็จะมาถึงขั้นเรขาคณิตแบบยุคลิดและ Projective พร้อม ๆ กัน ในเรื่องเกี่ยวกับลำดับ ผลของการทดลองปรากฏว่า เด็กอายุ 5 - 6 ปีมีพัฒนาการทางด้านสัมพัทธ์เกี่ยวกับลำดับ และเด็กตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไปจึงสามารถจัดลำดับกลับกันได้ แต่จนถึงระยะ 6 ปียังใช้วิธีลองผิดลองถูกอยู่เท่านั้น

โลเวลล์ (Lovell. 1966 : 104-107) ได้ศึกษาสังกัดของเด็กเกี่ยวกับช่องว่าง (Space) บางอย่างเพื่อทดสอบผลงานที่เพียเจต์ทำไว้ จุดมุ่งหมายของการทดลองเพื่อทดสอบพัฒนาการทางด้านการสังกัดของเด็กว่าเป็นไปตามที่เพียเจต์ได้ทดลองไว้หรือไม่ วิธีการทดลองของโลเวลล์ทดลองกับเด็กเป็นรายบุคคล โดยใช้เด็กนักเรียนชาวอังกฤษจำนวน 140 คน ตั้งแต่ระดับอายุ 2 ปี 11 เดือน ถึง 5 ปี 8 เดือน แบ่งเป็น 4 ระดับอายุ โดยใช้วิธีการทดลอง 5 อย่าง ให้เด็กปฏิบัติและลงมือทำด้วยตนเอง ผลของการทดลองปรากฏว่า

1. เด็กในแต่ละระดับอายุสามารถจำแนกรูปร่างทางโทโปโลยีได้ง่ายกว่ารูปร่างทางเรขาคณิตแบบยูคลิด และความสามารถของเด็กชายและเด็กหญิงไม่แตกต่างกัน
2. ความสามารถของเด็กแต่ละระดับอายุในการจำแนกรูปร่างทางโทโปโลยีกับรูปร่างทางเรขาคณิตแบบยูคลิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. เด็กในระดับอายุ 5 ปีขึ้นไปจึงจะมีพัฒนาการทางสังกัดเกี่ยวกับลำดับและลำดับตรงกันข้าม เด็กหญิงจะมีพัฒนาการทางด้านการสังกัดดีกว่าเด็กชาย เพราะการทดลองใช้วิธีร้อยลูกปัด ซึ่งเด็กหญิงมีความคุ้นเคยมากกว่าเด็กชาย
4. เด็กในระดับอายุ 3 - 4 ปี มีพัฒนาการทางสังกัดเกี่ยวกับหลักแห่งความใกล้เคียง (Proximity) มากกว่าหลักแห่งคู่ลำดับ (Co-ordinates)
5. เด็กอายุตั้งแต่ 4 ปีขึ้นไปจะมีพัฒนาการทางสังกัดเกี่ยวกับจุดบนเส้นรอบวง และเด็กหญิงสามารถทำปมเชือกได้ดีกว่าเด็กชาย
6. เด็กส่วนใหญ่จะมีพัฒนาการทางสังกัดเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสก่อน ต่อไปก็เป็นรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมอื่น ๆ และรูปหลายเหลี่ยม
7. เด็กในระดับอายุ 5 ปี จำนวน 80 เปอร์เซ็นต์ของเด็กที่ทดลองสามารถปักไม้ให้เป็นเส้นตรงได้ก่อนที่จะจะสามารถลากเส้นตรงเพื่อประกอบเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม

ชาห์ (Shah. 1969 : 119-128) ทดลองสอนวิชาเรขาคณิตและโทโปโลยีกับเด็กอายุ 7 - 11 ปี เพื่อศึกษาว่า เด็กอายุใดจะเรียนเรขาคณิตและโทโปโลยีในเรื่องใดได้บ้าง โดยใช้เด็ก 374 คน ให้ครู 11 คนทำการทดลองสอน เนื้อหาที่ใช้สอนประกอบด้วย

รูปในระนาบตั้งแต่ 3 - 12 ด้าน

เนื้ของรูป

การสมมาตรของรูป

การสะท้อน

การหมุน

การเคลื่อนที่

การทำให้โค้งและการคึง

การลากซ้ำรอย

ผลการทดลองปรากฏดังนี้

นักเรียนในระดับอายุ 7 - 8 ปี สามารถเรียนเรื่องต่อไปนี้ได้

การสมมาตรของวัตถุโดยใช้จุด เส้น และระนาบเป็นศูนย์กลางของการสมมาตร
รูปเหลี่ยมต่าง ๆ ในระนาบตั้งแต่สามเหลี่ยมถึงหกเหลี่ยม และรูปทรงเหลี่ยม
ต่าง ๆ มีหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมถึงหกเหลี่ยม

รูปบิต การทำให้โค้งและการคึง นักเรียนสามารถพิจารณาลักษณะที่คล้ายกัน
ของวงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สามเหลี่ยม นักเรียนสามารถลากเส้นตามรอย
เส้นเดิมของรูปโดยไม่ยกมือและไม่ลากซ้ำรอยเดิม

นักเรียนระดับอายุ 8 - 9 ปี สามารถเรียนเพิ่มขึ้นในเรื่องต่อไปนี้

การสมมาตรของรูปโดยใช้กระจกเงา โดยการพับกระดาษ และโดยการปั้นวัตถุ
รูปเหลี่ยมต่าง ๆ ในระนาบตั้งแต่สามเหลี่ยมถึงแปดเหลี่ยม และสามารถเขียน
เนื้ของรูปทรงเหลี่ยมต่าง ๆ ได้

รูปบิต การทำให้โค้งและการคึง นักเรียนสามารถพิจารณาลักษณะที่คล้ายกัน
ของรูปบิตที่มีรูเดียว เช่น วงแหวน ขนมหินท ฯลฯ ได้

Node ชนิดง่าย ๆ

นักเรียนระดับอายุ 9 - 10 ปี มีความสามารถในการเรียนเพิ่มขึ้นในเรื่องต่อไปนี้

การหมุนรอบจุด

รูปเหลี่ยมในระนาบที่มี 10 เหลี่ยม

เนื้ของรูปทรงตัน

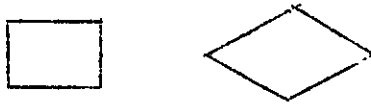
รูปบิต การทำให้โค้งและการคึง เด็กสามารถพิจารณาลักษณะที่คล้ายกันของ

รูปที่มี 2 รูปที่ปิดด้วยเส้น และการปิดแผ่นยาง

Node จำนวนสี่ และ Node จำนวนคู่

นักเรียนระดับอายุ 10 - 11 ปี มีความสามารถในการเรียนเพิ่มขึ้นในเรื่องต่อไปนี้

รูปร่างของรูปที่เป็นมุม เช่น



รูปเหลี่ยมที่มี 12 เหลี่ยม

การเปลี่ยนตำแหน่งของรูป

การขยายภาพ

ลักษณะที่คล้ายกันของรูปที่มี 3 รูป

แอคควิน (Adrin. 1967 : 252) นักจิตวิทยาชาวแคนาดาได้ค้นคว้าเรื่องความสามารถของเด็กเกี่ยวกับโทโปโลยีเบื้องต้น จุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานของเพียเจต์ การทดลองใช้เด็กอายุ 3 - 12 ปี จำนวน 600 คน ผลปรากฏว่า ขณะที่เด็กสามารถเห็นความแตกต่างในคุณสมบัติของโทโปโลยี เด็กก็จะเห็นความแตกต่างในคุณสมบัติของเรขาคณิตแบบยูคลิดในบางเรื่อง ถ้าเด็กมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องโทโปโลยีแล้ว เด็กก็จะสามารถเห็นความแตกต่างทางค่านเรขาคณิตแบบยูคลิดได้ง่ายเข้า ถึงแม้ว่าเรขาคณิตแบบยูคลิดนั้นจะจัดอยู่ในลักษณะที่ซับซ้อน และเด็กสามารถเห็นความแตกต่างทางโทโปโลยีในเรื่อง รูปปิด รูปเปิด และรูปที่มีเส้นโค้งกับรูปสี่เหลี่ยมได้ง่ายกว่าที่จะเห็นความแตกต่างทางค่านเรขาคณิตแบบยูคลิด

ออร์กูสทีน (Augustine. 1964 : 407-412) ได้ศึกษาเกี่ยวกับหัวข้อทางเรขาคณิตและโทโปโลยีที่จะนำไปสอนเด็ก จุดมุ่งหมายในการศึกษาเรื่องนี้เพื่อทดสอบดูว่าจะสามารถนำวิชาเรขาคณิตและโทโปโลยีไปสอนในโรงเรียนประถมได้หรือไม่ และหัวข้อใดบ้างที่ควรสอน โดยตั้งสมมติฐานว่า เรขาคณิตและโทโปโลยีบางเรื่องสามารถจะนำไปสอนกับนักเรียนระดับประถมได้ วิธีการทดลองใช้เด็กเกรด 6 เป็นชาย 30 คน หญิง 30 คน นำมาทดลองสอนเรื่องที่จะนำไปสอนเป็นเรื่องที่ทำให้เด็กเกิดพัฒนาการทางสิ่งที่เกี่ยวข้องกับจุด เซ็ตของจุด คุณสมบัติของเส้นตรง ส่วนของเส้นตรง เส้นฉาก คุณสมบัติของรูปปิด รูปเปิด เส้นโค้ง เส้นเว้า ล้อมรอบ ภายใน ภายนอก รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปหลายเหลี่ยม ผลปรากฏว่า เด็กมี

พัฒนาการทางสังคมที่ตามลำดับจากมากไปหาน้อยเกี่ยวกับเรื่องดังต่อไปนี้คือ

ภายใน ภายนอก ล้อมรอบ

การเข้ารอบ เข้ารอบกัน (Congruent)

รูปปิด รูปเปิด

คุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยม

การทำให้อยู่ในแนวเดียวกัน (Collinearity)

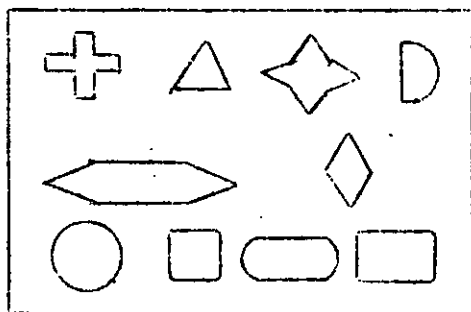
เซตของจุดที่นับได้และนับไม่ได้

คุณสมบัติของเส้นตรง

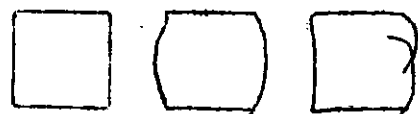
คุณสมบัติของเส้นฉาก

เบรคเคนริดจ์และวินเซนต์ (Breckenridge and Vincent. 1955 : 287-288)

ได้ทดลองเกี่ยวกับการรับรู้ของรูปร่างทั่ว ๆ ไป โดยใช้กระดานที่มีรูปภาพ (ดูรูปที่ 1) และให้เด็กหยิบรูปตามที่จัดไว้ต่างหาก ใส่ลงไปในช่องกระดานนั้นให้พอดี ผลปรากฏว่า เด็กอายุ 2 ปีจะหยิบรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสใส่ลงไปในวงกลม เด็กจะใช้ข้อสังเกตว่าเลือกรูปใหญ่ใส่ลงไปในช่องใหญ่ เลือกรูปเล็กใส่ลงไปในช่องเล็ก และเด็กจะมีความสนใจในรูปความกับรูปกากบาท บางคนเอารูปดาวไปใส่ในรูปกากบาท และเอารูปครึ่งวงกลมไปใส่ในรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เด็ก 2 ขวบจะไม่สามารถแยกรูปต่าง ๆ เหล่านี้ได้จนกระทั่งอายุ 4 ปี นอกจากนี้ยังทดลองให้เด็กวาดรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส ซึ่งปรากฏว่า เด็กที่มีอายุสมอง 5 ปี ต้องวาดถึง 3 ครั้งจึงจะได้ ส่วนเด็กที่มีอายุสมองต่ำกว่า 4 ปีไม่สามารถวาดได้ถูกต้อง แต่ยังคงวาดอยู่ในลักษณะรูปปิดเหมือนกัน (ดูรูปที่ 2)



รูปที่ 1



รูปที่ 2

กูคานาวและเบ็ธอน (Goodnow and Bethon. 1965-1966 : 573-581) ได้ทำการทดสอบสมมติฐานที่ว่า ความแตกต่างทางด้านสติปัญญามีผลต่อพัฒนาการทางด้านสังคมเกี่ยวกับการคงตัวของสสาร (Conservation of mass) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กชาวอเมริกันและเด็กชาวจีนในฮ่องกง ระยะเวลา 11 ปี 2 กลุ่ม ที่มีระดับ IQ ต่างกัน ผลปรากฏว่า สติปัญญาของเด็กมีผลต่อพัฒนาการทางสังคมเกี่ยวกับการคงตัวของสสาร

อิลเฮลเคอร์และเพียเจต์ (Lovell. 1966 : 101) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับเรื่อง Projective construction โดยในตอนแรกเอาไม้ยาวพอประมาณปักบนดิน เหนียวให้ห่างกันประมาณ 15 นิ้ว แล้วให้เด็กเอาไม้ที่เตรียมไว้ปักลงในระหว่างไม้ 2 อัน ให้เป็นแนวเส้นตรง ปรากฏว่าเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 4 ขวบจะเอาไม้ปักไม่เป็นเส้นตรง คือโยไปโยมา แต่พยายามปักให้คิด ๆ กัน เขาจึงสรุปว่า เด็กใช้วิธีทางโทโปโลยี คืออาศัยหลักความใกล้ชิด (Proximity) แต่เด็กอายุ 4 ขวบขึ้นไปเอาไม้ปักเป็นแนวตรงได้ดียิ่งขึ้น เด็กเริ่มรู้จักเอาไม้ปักให้ขนานกับขอบโต๊ะ แต่แนวไม้ที่ปักก็มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง (คุณสมบัติทางโทโปโลยี) เด็กอายุประมาณ 7 ขวบจึงจะสามารถเอาไม้ปักเป็นแนวคล้าย ๆ รั้วได้ตรง

ดักเวอร์ธ (Duckworth. 1964 : 496-499) ได้กล่าวถึงการประชุมเกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตรที่มหาวิทยาลัย Cornell และ California ซึ่งเพียเจต์ได้ไปร่วมประชุมด้วย และได้กล่าวถึงผลงานการทดลองของนักจิตวิทยาชาวแคนาดา เมือง Montreal (ผลงานของนักจิตวิทยาชาวแคนาดาผู้นี้ไม่ได้พิมพ์ออกมา) ซึ่งได้ใช้เครื่องมือของเพียเจต์ไปทดสอบกับเด็กในกรุง Montreal และเมือง Martinique ผลปรากฏว่า เด็กในเมือง Martinique ซึ่งเป็นเมืองแบบชนบท มีพัฒนาการทางด้านสังคมดีกว่าเด็กในกรุง Montreal นักจิตวิทยาผู้นั้นให้เหตุผลว่า สภาพของสังคมมีส่วนทำให้ผลของพัฒนาการทางด้านสังคมเป็นไปได้ช้าหรือเร็ว เช่น เมือง Martinique มีสภาพทั่วไปแบบชนบท มีอากาศดี การเกษตรประสบความสำเร็จ ปัญหาในการครองชีพมีเพียงเล็กน้อย ดังนั้นกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งทางด้านสติปัญญาและร่างกายจึงมีน้อย ข้อนี้เองเป็นผลให้พัฒนาการทางสังคมของเด็กช้าลง ในทางตรงกันข้ามกับเด็กในชนบทของอิหร่านก็มีพัฒนาการทางด้านสังคมดีกว่าเด็กในเมือง

สำหรับในประเทศไทยนั้นมีการศึกษาสังกัดด้านเรขาคณิตน้อยมาก ส่วนใหญ่ก็ศึกษาในรูปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตหลังจากการสอนแล้ว จึงไม่เข้าขอบข่ายในการศึกษาสังกัด

สมัย เหล่าวานิชย์ (สมัย เหล่าวานิชย์ 2514 : 46-51) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างสังกัดเกี่ยวกับโทโปโลยีและเรขาคณิตแบบยูคลิด เพื่อสำรวจว่าเด็กไทยมีสังกัดเกี่ยวกับโทโปโลยีและเรขาคณิตแบบยูคลิดในระดับอายุใด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นเด็กไทยอายุตั้งแต่ 3 - 10 ปี ผลของการทดลองปรากฏดังนี้

1. เด็กไทยมีความสามารถในการจำแนกทางด้านโทโปโลยีก่อน คือเด็กมีความสามารถในการจำแนกรูปทางโทโปโลยีในระดับอายุตั้งแต่ 4 ปีขึ้นไป และมีความสามารถในการจำแนกรูปทางด้านเรขาคณิตแบบยูคลิดในระดับอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป

2. เด็กไทยสามารถเขียนรูปตามคุณสมบัติทางโทโปโลยีได้ในระดับอายุตั้งแต่ 4 ปีขึ้นไป และสามารถเขียนรูปตามคุณสมบัติทางเรขาคณิตแบบยูคลิดได้ในระดับอายุตั้งแต่ 9 ปีขึ้นไป

3. เด็กไทยสามารถร้อยลูกปัดให้เป็นลำดับเหมือนกับแบบในแนวดิ่งได้เมื่ออายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป และสามารถร้อยลูกปัดให้เป็นลำดับเหมือนกับแบบในลักษณะวงกลม เปลี่ยนลำดับจากลักษณะวงกลมเป็นแนวดิ่งได้บ้างบางคน แต่การเรียงลำดับให้ตรงกันข้ามกับแบบนั้น เด็กจะมีสังกัดทางด้านนี้เมื่ออายุตั้งแต่ 7 ปีขึ้นไป

4. เด็กไทยสามารถผูกปมเชือกสองปมให้เหมือนแบบใดตั้งแต่อายุ 6 ปีขึ้นไป

5. เด็กไทยสามารถปักไม้ให้เป็นแนวดิ่งกับไม้สองอันซึ่งปักเป็นหลักหัวท้ายได้บ้างในการทดลองบางชุด เมื่ออายุตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

อุทัย แก้วขาว (อุทัย แก้วขาว 2515 : 88) ได้ศึกษาเด็กนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 จำนวน 495 คน เกี่ยวกับการสร้างสังกัดโดยใช้เครื่องมือ 3 ชนิด คือ แบบทดสอบจัดเข้าพวกชนิดภาษา แบบทดสอบจัดเข้าพวกชนิดรูปภาพทางเรขาคณิต และแบบทดสอบการจัดลักษณะรวมของวัตถุจริง ปรากฏว่าเด็กในเมืองมีการสร้างสังกัดสูงกว่าเด็กในชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวกับการสร้างสังกัดระหว่างเด็กในเมืองกับชนบทนี้ อรุณฯ หลิมประเสริฐ (อรุณฯ หลิมประเสริฐ 2520 : 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างในเรื่องสังกัดด้านการอนุรักษ์

ความยาวและปริมาตรของเต็กในเมืองและชนบท พบว่า เต็กในเมืองมีสังกัดบ้านการอนุรักษ์
ทั้งกล่าวสูงกว่าเต็กในชนบท คือ เต็กในเมืองมีสังกัดบ้านการอนุรักษ์ความยาวและสังกัดบ้าน
การอนุรักษ์ปริมาตรสูงกว่าเต็กในชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.111$
 $P < .05$ และ $t = 1.839$ $P < .05$ ตามลำดับ)

จากการศึกษาเอกสารทั้งกล่าวมาแล้วจะเห็นว่า สภาพของสังคม ระดับสติปัญญา
และระดับอายุมีผลต่อการสร้างสังกัดทางเรขาคณิต จึงพอจะตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

สมมติฐานในการวิจัย

1. ในแต่ละระดับอายุ กลุ่มเต็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเต็กนักเรียนในชนบทมีสังกัด
บ้านเรขาคณิตแตกต่างกัน
2. กลุ่มเต็กนักเรียนที่มีระดับอายุต่างกัน มีสังกัดบ้านเรขาคณิตต่างกัน
3. กลุ่มเต็กนักเรียนที่มีสังกัดบ้านการอนุรักษ์ต่างกัน มีสังกัดบ้านเรขาคณิตต่างกัน
4. กลุ่มเต็กนักเรียนที่มีสังกัดบ้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบแผนการคิดให้เหตุผลต่างกัน
จะมีสังกัดบ้านเรขาคณิตต่างกัน
5. สังกัดบ้านเรขาคณิตกับสังกัดบ้านการอนุรักษ์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

วิธีดำเนินการวิจัย

แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นเด็กนักเรียนอายุ 6 - 12 ปี ไม่จำกัดเพศ ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา ปีการศึกษา 2521 ของโรงเรียนสังกัดกองประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร เป็นเด็กนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในเมือง และสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดของจังหวัดในภาคกลาง เป็นเด็กนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในชนบท จำนวน 120 คน แยกเป็นเด็กนักเรียนในเมือง 60 คน และเด็กนักเรียนในชนบท 60 คน

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินการเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

1. สุ่มโรงเรียนในเมือง ใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา (Simple random sampling) โดยรวบรวมรายชื่อโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานครทั้งหมดที่อยู่เฉพาะท้องที่แขวงไปรษณีย์กรุงเทพ 1 - กรุงเทพ 12 แล้วสุ่มออกมา 2 โรงเรียน

2. สุ่มโรงเรียนในชนบท ขั้นแรกสุ่มจังหวัดในภาคกลางออกมา 1 จังหวัด ยกเว้นกรุงเทพมหานคร โดยวิธีสุ่มแบบธรรมดา จังหวัดที่สุ่มได้คือ จังหวัดลพบุรี แล้วสุ่มอำเภอออกมา 2 อำเภอ โดยวิธีสุ่มแบบธรรมดา ได้อำเภอเมืองและอำเภอย้ายมาดล รวบรวมรายชื่อโรงเรียนที่สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดของอำเภอเมืองได้ 89 โรงเรียน ของอำเภอย้ายมาดลได้ 79 โรงเรียน แล้วนำมาคัดรายชื่อโรงเรียนที่อยู่ห่างจากตัวเมืองหรือตัวอำเภอไม่ถึง 10 กิโลเมตรออก จึงเหลือโรงเรียนในอำเภอเมือง 51 โรงเรียน อำเภอ ย้ายมาดล 16 โรงเรียน แล้วสุ่มออกมาอำเภอละ 1 โรงเรียน รวมเป็น 2 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มแบบธรรมดา โรงเรียนที่ได้จึงอยู่ห่างจากตัวอำเภอ 10 กิโลเมตรขึ้นไป ทั้งนี้ เพื่อต้องการให้เป็นชนบทจริง ๆ การคำนวณระยะทางใช้แผนที่แสดงที่ตั้งโรงเรียนขององค์การบริหารส่วนจังหวัดของจังหวัดลพบุรีเป็นเกณฑ์

3. การเลือกนักเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้แล้ว ใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา โดยรวบรวมรายชื่อของเด็กนักเรียนของแต่ละโรงเรียนตั้งแต่ชั้นประถมปีที่ 1 จนถึงชั้นประถมปีที่ 6 แล้วแบ่งระดับอายุของนักเรียนออกเป็น 3 ระดับอายุ คือ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี, 8 ปี 1 เดือน -

10 ปี และ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี แต่ละระดับอายุจับฉลากสุ่มรายชื่อขึ้นมาในระดับอายุละ 10 คน ในแต่ละโรงเรียนโดยไม่จำกัดเพศ จะได้โรงเรียนละ 30 คน เป็นเด็กนักเรียนในเมือง 60 คน และเป็นเด็กนักเรียนในชนบท 60 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 120 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 กลุ่มตัวอย่าง 120 คน แยกตามระดับอายุและถิ่นที่อยู่

ระดับอายุ	เด็กนักเรียนในเมือง	เด็กนักเรียนในชนบท
6 ปี 1 เดือน - 8 ปี	20	20
8 ปี 1 เดือน - 10 ปี	20	20
10 ปี 1 เดือน - 12 ปี	20	20
รวม	60	60

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบสังเกตกับด้านการอนุรักษ์ความยาว การอนุรักษ์สสาร และการอนุรักษ์ของเหลว รวม 3 ฉบับ เรียบเรียงตามแนวของกินสเบิร์กและออปเปอร์ (Ginsburg & Oppen. 1969 : 144-165) และของสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ (สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ 2519. 71-97) โดยใช้ทดสอบทีละคน แต่ละฉบับมีเครื่องมือประกอบทุกฉบับ

2. เครื่องมือทดสอบสังเกตกับด้านเรขาคณิต ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 แบบทดสอบวัดสังเกตกับด้านเรขาคณิต โดยใช้รูปภาพพื้นฐานทางเรขาคณิต ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามแนวสังเกตกับทางด้านเรขาคณิตของเพียเจต์และอิลเฮลเดอร์ (Piaget & Inhelder. 1960 : 411 p.) ใช้ทดสอบเป็นกลุ่ม แบบทดสอบนี้มีค่าอำนาจจำแนก

ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัดสติปัญญาเรขาคณิต ใช้ของเพียเจต์และอิลเฮลเดอร์ (Piaget & Inhelder. 1960 : 104-106 : 227-228 : 275-277 : 355-357) โดยได้ดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ให้สะดวกเหมาะสมกับเด็กไทย แต่วัตถุประสงค์เช่นเดียวกับของเพียเจต์ และจะไม่ส่งผลเบี่ยงเบนไปแต่ประการใด ใช้ทดสอบทีละคน

การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เครื่องมือที่สร้างขึ้นสำหรับการวิจัยครั้งนี้คือ แบบทดสอบสติปัญญาเรขาคณิตตามแนวความคิดของเพียเจต์ แบบทดสอบนี้ใช้ทดสอบเด็กระดับอายุตั้งแต่ 6 - 12 ปี มีจำนวน 35 ข้อ โดยมีกระบวนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาเรขาคณิตของเพียเจต์และอิลเฮลเดอร์

(Piaget & Inhelder. 1960 : 411 p.) อย่างละเอียดลึกซึ้ง รวมทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับสติปัญญาเรขาคณิตที่มีผู้สนใจทำการศึกษาวิจัยไว้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2. สร้างนิยามปฏิบัติการของสติปัญญาเรขาคณิตจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวบรวมเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ ได้ 11 หัวข้อ

3. สร้างแบบทดสอบโดยใช้รูปภาพพื้นฐานทางเรขาคณิตตามคำนิยามปฏิบัติการ จำนวน 56 ข้อ รูปภาพที่สร้างขึ้นจะครอบคลุมหัวข้อใหญ่ ๆ 7 หัวข้อ อีก 4 หัวข้อจะใช้เครื่องมือของเพียเจต์ทดสอบ แบบทดสอบจะมีทั้งแบบเลือกคำตอบชนิด 3 ตัวเลือก และแบบให้เติมลงในกระดาษแบบทดสอบ ดังจะกล่าวต่อไป

3.1 สติปัญญาเกี่ยวกับการอนุรักษ์และการวัดความยาว โดยเสนอภาพเชือก 2 เส้นให้เด็กเห็นแล้วเลือกคำตอบว่า เส้นไหนยาวกว่าหรือว่าเท่ากัน ซึ่งแต่ละข้ออาจจะเสนอภาพเชือกที่เท่ากันหรือไม่เท่ากันได้ ดังตัวอย่างเช่น

0 ก _____

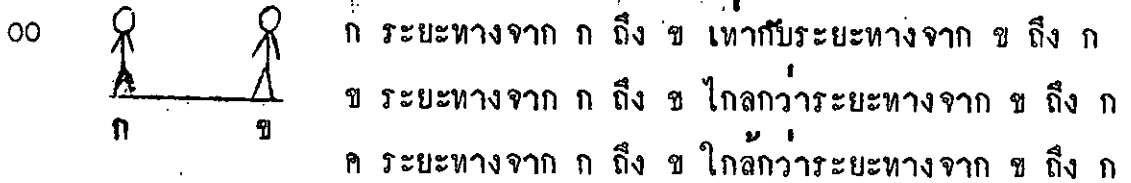
ข _____

ก เชือก ก ยาวกว่าเชือก ข

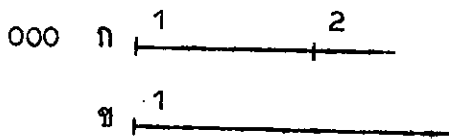
ข เชือก ข ยาวกว่าเชือก ก

ค เชือก ก และเชือก ข ยาวเท่ากัน

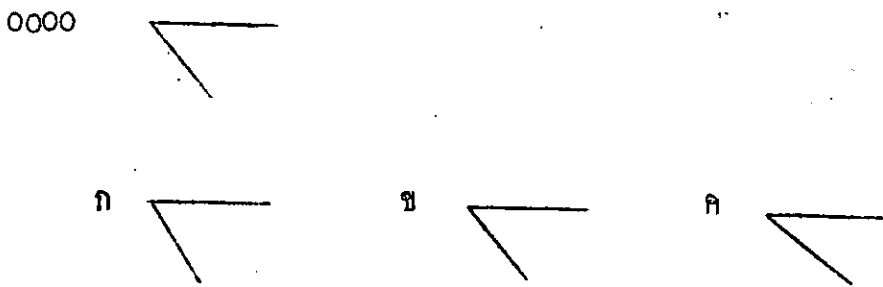
3.2 สังกัปเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของระยะทาง โดยเสนอภาพคน 2 คน ซึ่งยืนอยู่ในลักษณะต่าง ๆ กัน แล้วให้เลือกคำตอบว่า ระยะห่างระหว่างคนทั้งสองนั้นเท่ากันหรือไม่เท่า ตัวอย่างเช่น



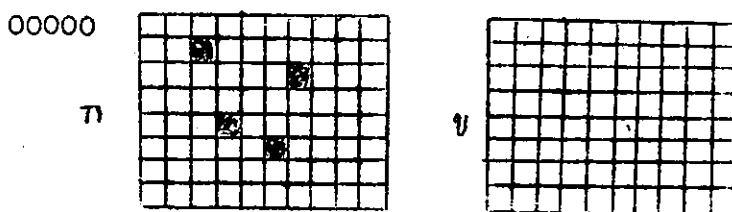
3.3 สังกัปเกี่ยวกับลักษณะย่อย ๆ ของเส้นตรง โดยเสนอภาพเส้นตรง ก และเส้นตรง ข วางในลักษณะต่าง ๆ กัน แล้วให้หาความยาวของการเดินทางบนเส้นตรง ข จากจุดเริ่มต้น (1) จนถึงจุดที่มาถึง (2) ให้มีระยะทางเท่ากับจากจุดเริ่มต้น (1) จนถึงจุดที่มาถึง (2) บนเส้นตรง ก ตัวอย่างเช่น



3.4 สังกัปเกี่ยวกับการวัดมุม โดยเสนอภาพที่กำหนดให้ แล้วให้หาภาพที่มีมุมเท่ากับภาพที่กำหนดให้มากที่สุด ตัวอย่างเช่น

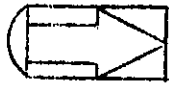


3.5 สังกัปเกี่ยวกับตำแหน่งของจุดที่อยู่ใน 2 มิติ โดยเสนอภาพตารางสี่เหลี่ยม 2 ภาพ คือ ภาพ ก และภาพ ข แล้วให้นักเรียนระบายในช่องสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ในภาพ ข ให้เหมือนกับภาพ ก ซึ่งระบายตำแหน่งต่าง ๆ กัน ดังตัวอย่าง



3.6 สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนตำแหน่ง โดยเสนอภาพที่กำหนดให้แล้วให้
เลือกภาพตัวเลือกที่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้ แต่หมุนไปครึ่งรอบ ตัวอย่างเช่น

0000000



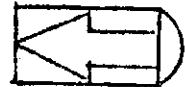
ก



ข

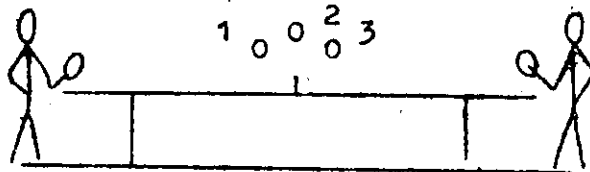


ค



3.7 สิ่งที่เกี่ยวข้องกับโลกัสของจุด โดยเสนอภาพที่กำหนดให้ แล้วให้นักเรียน
ตอบคำถามของภาพนั้นด้วยการเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด ตัวอย่างเช่น

00000000



ลูกโป่งปองลูกโป่งอยู่ห่างจากคนทั้งสองเท่า ๆ กัน

ก ลูกที่ 1

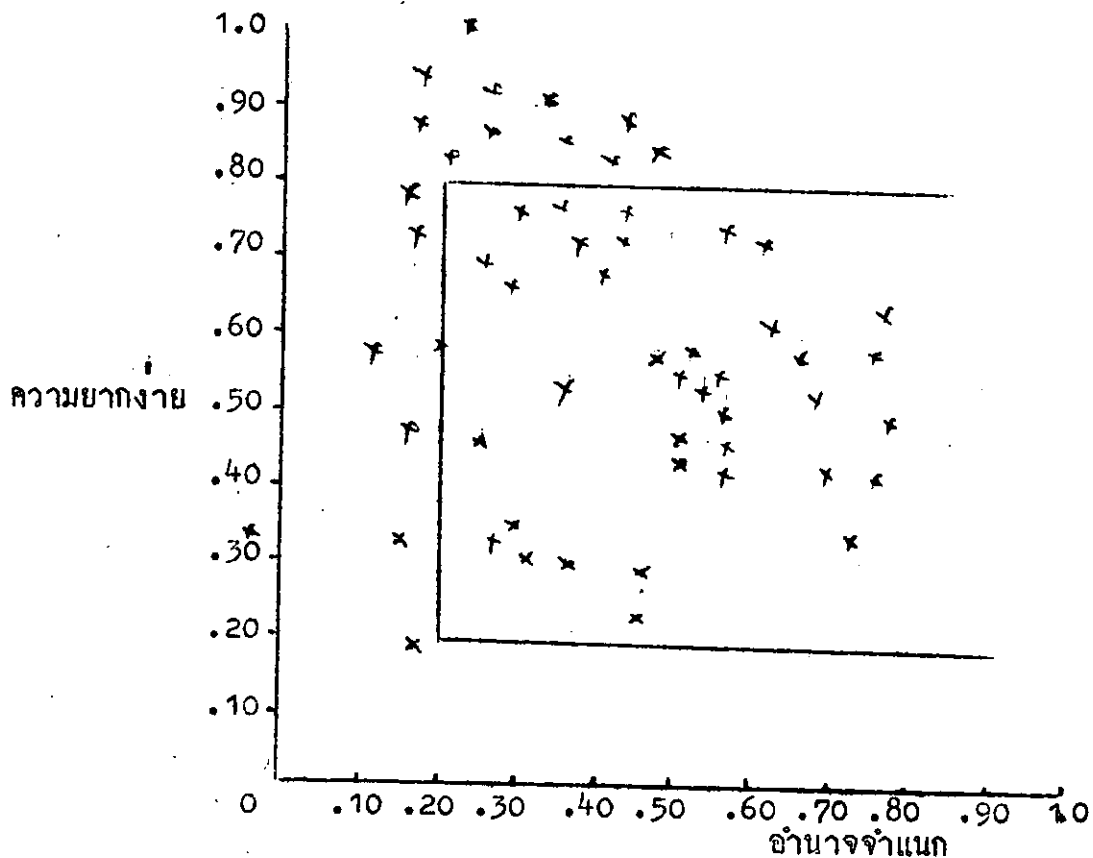
ข ลูกที่ 2

ค ลูกที่ 3

จำนวนข้อสอบทั้ง 56 ข้อ พยายามสร้างให้มีจำนวนข้อของแต่ละสิ่งทั้ง 7 ชนิด
มากพอ ๆ กัน เมื่อเวลาหาค่าอำนาจจำแนกจำนวนข้อที่จะเลือกไว้จะได้มีโอกาสครอบคลุม
ทุก ๆ สิ่งที่ย่อย ๆ เหล่านั้น และในการให้คะแนนใช้แบบศูนย์-หนึ่ง (zero one method)

4. หาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบที่สร้าง
ขึ้นไปทำการทดสอบครั้งแรกกับเด็กนักเรียนเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบ
ทดสอบ ณ โรงเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และ
จังหวัดลพบุรี จำนวน 134 คน อายุเฉลี่ย 9.8 ปี นำผลจากการทดสอบนั้นไปตรวจให้คะแนน
พร้อมกับจัดลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย แล้วทำการวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ (Item
analysis) โดยตัดเอาเฉพาะผู้ที่สอบได้คะแนนสูง 27% แรก และผู้ที่สอบได้คะแนนต่ำ 27%

แรกไว้ นำผลจากการทดสอบกลุ่มทั้งสองไปหาคะแนน (Tally) เพื่อหาค่า PH และ PL ตามลำดับ แล้วเปิดตารางหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ (Fan. n.d. 32 p.) เลือกเอาเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 ปรากฏว่ามีข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ 44 ข้อ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง ๆ ไว้ 35 ข้อ โดยเฉลี่ยให้จำนวนข้อมีมากเท่า ๆ กันทุก ๆ สังกัปี ทั้งแสดงรายละเอียดไว้ในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบสังกัดบ้านเรชาคณิศ

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 35 ข้อ ซึ่งเป็นข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายตามที่กำหนดไว้ในข้อ 4 ไปทำการทดสอบเพื่อหาความเชื่อมั่นกับเด็กนักเรียนโรงเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร จำนวน 64 คน อายุเฉลี่ย 9.9 ปี ด้วยวิธีการหาความคงที่ภายในโดยวิธี Kuder Richardson แบบ K-R 20 (Ferguson, 1971 : 367) ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8417 ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบวัดสิ่งที่บ้านเรชาคณิตฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

6. หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

6.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แบบทดสอบสังกัดบ้านเรชาคณิตฉบับนี้สร้างขึ้นโดยใช้แนวของเพียเจต์ซึ่งเขียนอยู่ในหนังสือ The Child's Conception of Geometry โดยศึกษารายละเอียดของหนังสือเล่มนี้แล้วสร้างแบบทดสอบซึ่งมีเนื้อหาเช่นเดียวกับในหนังสือดังกล่าว แล้วสร้างเป็นแบบทดสอบและมีจำนวนข้อของแต่ละเรื่องในอัตราส่วนเท่า ๆ กัน เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางจิตวิทยาและคณิตศาสตร์ตรวจสอบลักษณะคุณภาพของแบบทดสอบนี้แล้ว ปรากฏว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสิ่งที่บ้านเรชาคณิตได้

6.2 ความเที่ยงตรงเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์ (Criterion - related validity) หาค่าความเที่ยงตรงชนิดนี้โดยใช้วิธีหาความเที่ยงตรงสัมพันธ์กับเกณฑ์เชิงสภาพปัจจุบัน (Concurrent validity) ด้วยการเก็บข้อมูลที่เป็นเกณฑ์ (Criterion data) และคะแนนการทดสอบ (Test data) ในเวลาเดียวกัน ดำเนินการโดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย และค่าความเชื่อมั่นแล้วทั้ง 35 ข้อ ไปทดสอบเด็กนักเรียนในโรงเรียนที่คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน อายุเฉลี่ย 10.9 ปี ซึ่งเรียนอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และได้ผ่านการเรียนวิชาเรชาคณิตมาแล้ว นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบนั้นมาหาความสัมพันธ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson correlation coefficient กับคะแนนสอบครั้งสุดท้ายในวิชาเรชาคณิตของเด็กเหล่านั้น ปรากฏว่าได้ r เท่ากับ .5770 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบนี้มีความเที่ยงตรงสัมพันธ์กับเกณฑ์เชิงสภาพปัจจุบันอยู่ในขั้นใช้ได้

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 ตอน คือ

1. การทดสอบสังเกตด้านการอนุรักษ์ การทดสอบสังเกตด้านการอนุรักษ์นี้เป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการด้านการอนุรักษ์ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนที่เลือกมาได้ เพื่อนำผลการทดสอบนั้นไปจัดกลุ่มตัวอย่างเข้าพวก ตามระดับของพัฒนาการและแบบแผนของการคิดให้เหตุผลที่เขาได้อยู่ ดำเนินการเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคล โดยเริ่มจากแบบทดสอบสังเกตด้านการอนุรักษ์ความยาว การอนุรักษ์สัตว์ และการอนุรักษ์ของเหลว ตามลำดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 การทดสอบสังเกตด้านการอนุรักษ์ความยาว ได้ขอความร่วมมือจากทางโรงเรียนในการหาห้องทดสอบที่มีคิซิก ซึ่งเด็กภายนอกมองไม่เห็นขบวนการทดสอบ ดำเนินการเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคลดังต่อไปนี้

แนะนำอุปกรณ์ ตุ๊กตาตัวเล็ก ๆ 2 ตัว ไม้ยาว 5 นิ้ว 2 แท่งเท่ากัน วางตรงหน้า
นักเรียน ดังรูป

_____ ก
_____ ข

ก = ข

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1 เลื่อนไม้แท่งล่างเยื้องไปทางขวามือดังในภาพ แล้วถามนักเรียนว่า
ไม้ 2 แท่งนั้นยังยาวเท่ากันอยู่หรือไม่เท่า และแท่งไหนยาวกว่า

_____ ก

ก ? ข

→ ข

บันทึกคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนไว้ พร้อมกับถามถึงเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้นด้วย โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลทั้งในแบบของการอธิบายและการกระทำ

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนว่า ถ้าเลื่อนไม้แท่งล่างมาไว้ตามเดิมแล้ว ไม้ 2 แท่งจะเท่ากันอยู่หรือไม่ (โดยที่ผู้วิจัยยังไม่ได้เลื่อน จนกว่านักเรียนจะตอบคำถามแล้ว)

_____ ก
_____ ข ก = ข

บันทึกคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนไว้ พร้อมทั้งถามถึงเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้นด้วย โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลทั้งในแบบของการอธิบายและการกระทำ

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 2

เลื่อนไม้แท่งบนเฉียงไปทางขวามือดังในภาพ แล้วถามเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

_____ ก
_____ ข ก $\geq$ ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1 ทุกประการ

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก

_____ ก
_____ ข ก = ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 3

เลื่อนไม้ทั้ง 2 แท่ง คือเลื่อนแท่งบนไปทางขวามือ และเลื่อนแท่งล่างไปทางซ้ายมือ ดังภาพ แล้วให้คำถามเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

_____ ก
_____ ข ก $\geq$ ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1 ทุกประการ

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก

_____ ก

ก = ข

_____ ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก

สำหรับการเปลี่ยนรูปแต่ละครั้งนั้น ถ้าจำเป็นก็ใช้ทุกคำอธิบายประกอบ โดยสมมติให้ทุกตาแต่ละตัวเดินบนไม้แต่ละแท่ง แล้วถามว่า ทุกตาทั้ง 2 ตัวเดินบนไม้ได้ระยะทางเท่ากันหรือไม่ หรือว่าตัวหนึ่งต้องเดินไกลกว่าอีกตัวหนึ่ง เพื่อให้เด็กเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว

1.2 การทดสอบสังเกตด้านการอนุรักษ์สสาร ดำเนินการทดสอบหลังจากทดสอบสังเกตด้านการอนุรักษ์ความยาวเสร็จสิ้นไปแล้ว วิธีดำเนินการทดสอบมีดังนี้

แนะนำอุปกรณ์

ดินน้ำมันก้อนกลม ๆ เท่ากัน 2 ก้อน อธิบายให้นักเรียนเข้าใจเสียก่อนว่าดินน้ำมัน 2 ก้อนนั้นมีเนื้อเท่ากันจริง ๆ จนกระทั่งนักเรียนยอมรับ



ก



ข

ก = ข

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

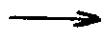
ปั้นดินน้ำมันก้อนหนึ่งเป็นรูปยาว ๆ คล้าย ๆ ไส้กรอก ดังภาพ อาจให้เด็กนักเรียนช่วยปั้นให้ได้ แล้วถามว่า ดินน้ำมัน 2 ก้อนนั้นยังมีเนื้อดินน้ำมันเท่ากันอยู่หรือไม่เท่า หรือก้อนไหนมีเนื้อดินน้ำมันมากกว่า



ก



ข



ก



ค

ก ? ค

บันทึกคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนไว้ พร้อมกับถามถึงเหตุผลที่ทำให้ให้นักเรียนตอบเช่นนั้นด้วย เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลทั้งในแบบของการอธิบายและการกระทำ

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนว่า ถ้าปั้นดินน้ำมันรูปไข่กรอกกลับมาเป็นรูปกลมตามเดิมแล้ว ดินน้ำมัน 2 ก้อนนั้นจะยังเท่ากันอยู่หรือไม่ (โดยที่ผู้วิจัยยังไม่ได้ปั้นกลับมาเป็นรูปกลม จนกว่านักเรียนจะตอบคำถามแล้ว)



ก



ข

ก = ข

บันทึกคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนไว้ พร้อมกับถามถึงเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลทั้งในแบบของการอธิบายและการกระทำ

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 2

ปั้นดินน้ำมันก้อนหนึ่งเป็นรูปแบบ ๆ ดังภาพ อาจให้นักเรียนปั้นก็ได้ แล้วถามเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



ก



ข



ก



ง

ก ? ง

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก



ก



ข

ก = ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 3

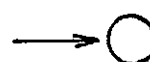
ปั้นดินน้ำมันก้อนหนึ่งเป็นก้อนเล็ก ๆ หลาย ๆ ก้อน ดังภาพ อาจให้นักเรียนช่วยปั้นให้ด้วยก็ได้ แล้วถามเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



ก



ข



ก



ง

ก ? ง

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก



ก



ข

ก = ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก

1.3 การทดสอบสังเกตด้านการอนุรักษ์ของเหลว ดำเนินการทดสอบหลังจากการทดสอบสังเกตด้านการอนุรักษ์สารเสร็จสิ้นไปแล้ว วิธีดำเนินการทดสอบมีดังนี้

แนะนำอุปกรณ์

แก้วน้ำขนาดกลางเท่า ๆ กัน 2 ใบ หลอดแก้วทรงยาว ๆ 1 ใบ

แก้วอวนเคี้ยว 1 ใบ และแก้วเล็ก ๆ อีก 4 ใบ

ใส่น้ำในแก้วที่เท่ากัน 2 ใบให้มีระดับน้ำเท่า ๆ กัน แล้วถามนักเรียนว่า น้ำในแก้วทั้ง 2 นั้นเท่ากันหรือไม่ ถ้านักเรียนบอกว่าไม่เท่ากัน ให้นักเรียนหน้าเข้า-ออกจนกว่าจะเห็นว่าเท่ากัน ดังภาพ



ก



ข

ก = ข

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

เทน้ำในแก้วใดแก้วหนึ่งลงในหลอดทรงตั้งภาพ แล้วถามว่าน้ำทั้ง 2 แก้วนั้นยังเท่ากันอยู่หรือไม่เท่า หรือน้ำในแก้วไหนมีมากกว่า



ก



ข



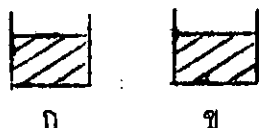
ค

ก $\neq$ ค

บันทึกคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนไว้ พร้อมทั้งถามถึงเหตุผลที่ทำให้ให้นักเรียนตอบเช่นนั้น โดยเปิดโอกาสให้แสดงเหตุผลทั้งการอธิบายและการกระทำ

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนว่า ถ้าเทน้ำในหลอดแก้วทางกลับคืนสู่แก้วซึ่ง เท่ากัน อยู่เต็มแล้ว น้ำ 2 แก้วนั้นจะยัง เท่ากันอยู่หรือไม่ (โดยที่ยังไม่ได้เทน้ำ ให้นักเรียนดูจนกว่านักเรียนจะตอบคำถามแล้ว)

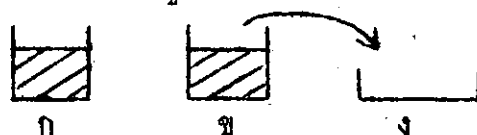


ก = ข

บันทึกคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนไว้ พร้อมทั้งถามเหตุผลที่ทำให้ นักเรียนตอบเช่นนั้น โดยเปิดโอกาสให้แสดงเหตุผลทั้งการอธิบายและ การกระทำ

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 2

เทน้ำในแก้วใดแก้วหนึ่งลงในแก้วอ้วนเตี้ย ดังภาพ แล้วถามเช่นเดียว กับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

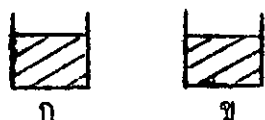


ก ? ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผล เช่นเดียวกับการ เปลี่ยนรูป ครั้งที่ 1

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก

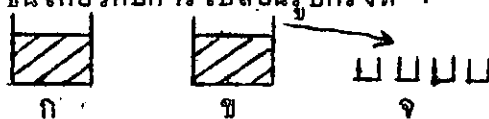


ก = ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผล เช่นเดียวกับการให้คาดคะเน ครั้งแรก

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 3

เทน้ำในแก้วใดแก้วหนึ่งลงในแก้วเล็ก ๆ 4 ใบ ดังภาพ แล้วถาม เช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

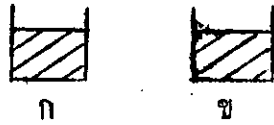


ก ? ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผล เช่นเดียวกับการ เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

ให้คาดคะเน

ให้นักเรียนคาดคะเนเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก



ก = ข

บันทึกคำตอบ พฤติกรรม และถามเหตุผลเช่นเดียวกับการให้คาดคะเนครั้งแรก

1.4 การจัดกลุ่มและให้คะแนนสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์

1.4.1 การให้คะแนนเกี่ยวกับสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ ภายหลังจากการทดสอบสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์เสร็จสิ้นแล้ว นำผลของการทดสอบนั้นไปตรวจให้คะแนนเพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่มีสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์และกลุ่มที่ไม่มีสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มนี้พิจารณาจากคำตอบหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมาจากการทดสอบสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ทั้ง 3 ชนิด โดยพิจารณาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ คำตอบที่ผู้วิจัยจัดไว้ว่าเป็นคำตอบเชิงคุณภาพที่บ่งบอกถึงการมีสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์มีดังนี้

ไม่ยึดตนเอง เป็นจุดศูนย์กลาง (Non - egocentric) ในการตัดสินใจโดยปัญหาหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่ยึดเอาการรับรู้ (Perception) ของตนเองเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจ

การคิดกระจายออกจากศูนย์กลาง (Decentration) เป็นการคิดและพิจารณาสิ่งต่าง ๆ จากหลายแง่มุม ไม่ยึดติดอยู่ในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือวิธีการใดวิธีหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว

การติดตามขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง (Transformation) เป็นความสามารถที่จะจำและสรุปขบวนการของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงจุดจบได้

การคิดแบบย้อนกลับ (Reversibility) เป็นความสามารถที่จะจำและสรุปขบวนการของปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากจุดจบย้อนกลับมาสู่จุดเริ่มต้นได้

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์และนักเรียนที่ไม่มีสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการไม่มีหรือมีคุณภาพของคำตอบหรือพฤติกรรมที่ได้จากการทดสอบสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ความยาว แสดงไว้ในตาราง 2

ในทำนองเดียวกัน เราอาจพบคำตอบหรือพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการมีหรือไม่มี
คุณภาพนี้จากการทดสอบสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์สัตว์ และการอนุรักษ์ของเหลว เช่นเดียวกับ
สิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ความยาว

ตาราง 2 เปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนที่มีสังกัดกับการอนุรักษ์กับนักเรียนที่ไม่มีสังกัดกับการอนุรักษ์

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง	
	มีสังกัดกับการอนุรักษ์	ไม่มีสังกัดกับการอนุรักษ์
1 ผู้ทดลองวางไม้ยาว 5 นิ้ว จำนวนสองแท่งที่เท่า ๆ กัน ตรงหน้านักเรียน _____ ก _____ ข แล้วบอกนักเรียนว่า ไม้ 2 แท่ง นี้เท่ากัน 2 เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1 _____ ก _____ ข ไม้ทั้ง 2 แท่งยังยาวเท่ากันอยู่ หรือว่าแท่งไหนยาวกว่า ทำไม ? ทราบได้อย่างไร ?	นักเรียนยอมรับ เท่ากันอยู่ เพราะเดิมมันยาว เท่ากัน เลื่อนมาแล้วก็ยัง เท่ากันอยู่ แม้ว่าแท่งล่างจะยื่น เลยมาทางขวา แต่แท่ง บนก็ยื่นไปทางซ้าย ถ้าเลื่อนไปวางไว้ที่เดิม มันจะ เท่ากันเหมือนเดิม จับไม้แท่งล่างเลื่อนไป ตรงกับไม้แท่งบน	นักเรียนยอมรับ ไม่เท่ากัน แท่งล่างยาวกว่า เพราะ มันยื่นเลยมาทางขวา แท่งบนยาวกว่า เพราะ มันยื่นเลยมาทางซ้าย

การให้คะแนน โดยเหตุที่คำตอบหรือการกระทำที่บ่งบอกถึงคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เรารายชื่อนักเรียนคนใดมีสังกัดด้านการอนุรักษ์ หรือไม่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ดังนั้นจึงให้คะแนนของคำตอบเชิงคุณภาพ (ให้เหตุผลได้ถูกต้อง) 3 คะแนน ส่วนคำตอบเชิงปริมาณ (ตอบได้ว่า "เท่ากัน") จะให้เพียง 1 คะแนน และถ้าคาดคะเนได้ให้ 1 คะแนน ดังนั้นนักเรียนที่ตอบได้เพียงว่า "เท่ากัน" แต่ให้เหตุผลไม่ได้จึงได้คะแนนเพียง 1 คะแนนของการเปลี่ยนรูปแต่ละครั้ง การให้คะแนนสำหรับผู้ตอบได้ถูกต้องของแต่ละแบบทดสอบแสดงตัวอย่างไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการให้คะแนนสำหรับผู้ตอบได้ถูกต้องของสังกัดด้านการอนุรักษ์แต่ละแบบ

คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ทดลอง	คะแนน
1 แนะนำอุปกรณ์		
2 เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1	ตอบได้ว่า "เท่ากัน"	1
	ให้เหตุผลได้แบบใดแบบหนึ่ง หรือมากกว่า	3
3 ให้คาดคะเน	ตอบได้ว่า "เท่ากัน"	1
4 เปลี่ยนรูปครั้งที่ 2	ตอบได้ว่า "เท่ากัน"	1
	ให้เหตุผลได้แบบใดแบบหนึ่ง หรือมากกว่า	3
5 ให้คาดคะเน	ตอบได้ว่า "เท่ากัน"	1
6 เปลี่ยนรูปครั้งที่ 3	ตอบได้ว่า "เท่ากัน"	1
	ให้เหตุผลได้แบบใดแบบหนึ่ง หรือมากกว่า	3
7 ให้คาดคะเน	ตอบได้ว่า "เท่ากัน"	1
	รวม	15

นักเรียนที่ให้คำตอบหรือแสดงพฤติกรรมได้คะแนนเกินกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม
 ในแบบทดสอบนั้น ๆ จัดเป็นนักเรียนที่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์ชนิดนั้น ๆ ส่วนนักเรียนที่ให้คำ
 ตอบหรือแสดงพฤติกรรมได้คะแนนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มในแบบทดสอบนั้น ๆ จัดเป็น
 นักเรียนที่ไม่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์ชนิดนั้น ๆ และเกณฑ์ในการตัดสินว่านักเรียนคนใดจะมี
 สัมฤทธิผลการอนุรักษ์หรือไม่ก็คือ นักเรียนที่จัดเป็นนักเรียนที่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์จะต้องมี
 สัมฤทธิผลการอนุรักษ์อย่างน้อย 2 ชนิดใน 3 ชนิด ส่วนนักเรียนที่จัดเป็นนักเรียนที่ไม่มีสัมฤทธิ
 ทางการอนุรักษ์ คือ นักเรียนที่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์ไม่ถึง 2 ชนิดใน 3 ชนิด จากการทดสอบ
 สัมฤทธิผลการอนุรักษ์ทั้ง 3 ชนิดของเด็กกลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน แยกเป็นนักเรียนที่มี
 สัมฤทธิผลการอนุรักษ์และไม่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์ ดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนที่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์และไม่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์

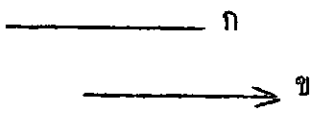
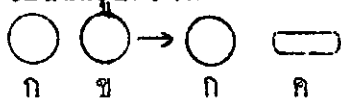
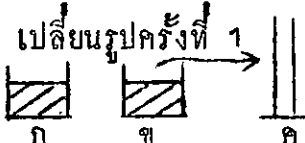
สัมฤทธิผลการอนุรักษ์	ในเมือง	ในชนบท	รวม
มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์	38	35	73
ไม่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์	22	25	47
รวม	60	60	120

1.4.2 การจัดกลุ่มนักเรียนตามแบบแผนของการคิดให้เหตุผล นำคำ
 ตอบและพฤติกรรมของเด็กที่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์มาพิจารณาเพื่อให้คะแนนและจัดเข้ากลุ่ม
 ตามแบบแผนของการคิดนั้น ๆ กระบวนการขั้นนี้มี 2 ตอน คือ การจัดคำตอบหรือพฤติกรรม
 แต่ละคำตอบหรือแต่ละพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก เข้าสู่แบบแผนของการคิดให้เหตุผลชนิดใด
 ชนิดหนึ่งใน 3 ชนิด และจัดกลุ่มนักเรียนตามแบบแผนของการคิดให้เหตุผลตามที่เรามีอยู่

การจัดประเภทคำตอบหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่มีสัมฤทธิผลการอนุรักษ์ ผู้วิจัยปิด
 หลักดังนี้คือ

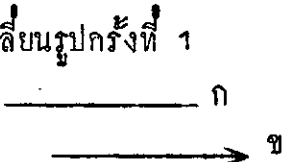
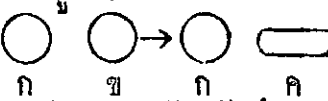
คำตอบหรือพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความเท่าเทียมกันของสิ่งเร้า โดยเน้นไปที่ความเท่ากันในเชิงปริมาณหรือคุณภาพของสิ่งเร้านั้น ทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนตำแหน่งหรือรูปทรง จัดให้เป็นการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์ (Identity) ให้คะแนน I ดังตาราง 5

ตาราง 5 ลักษณะคำตอบที่แสดงถึงแบบแผนของการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์

ชนิดของการอนุรักษ์	คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง	แบบแผนของการคิดให้เหตุผล
การอนุรักษ์ความยาว	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  ไม้ 2 แท่งนี้เท่ากันไหม ? หรือว่าแท่งไหนยาวกว่า ทำไม ?	เท่ากัน เดิมมันเท่ากัน เมื่อเลื่อนไปอย่างไรมันก็เท่ากัน	I
การอนุรักษ์สสาร	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  ดินน้ำมัน 2 ก้อนนี้เท่ากันไหม ? หรือว่าก้อนใดมากกว่า ทำไม ?	เท่ากัน เดิมมันเท่ากัน เมื่อปั้นเป็นอย่างไรมันก็เท่ากัน	II
การอนุรักษ์ของเหลว	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  น้ำใน 2 แก้วนี้ (ก, ข) เท่ากันไหม ? หรือว่าแก้วใดมีน้ำมากกว่า ทำไม ?	เท่ากัน เดิมมันเท่ากัน เมื่อเปลี่ยนไปใส่ภาชนะอะไรมันก็เท่ากัน	I

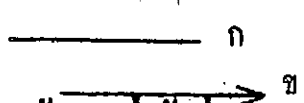
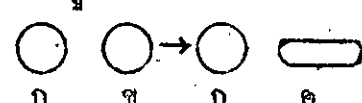
คำตอบหรือพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความเท่าเทียมกันของสิ่งเร้า โดยเน้นไปที่จุดเด่น หรือจุดคล้ายของลักษณะอันปรากฏก่อนและหลังการ เปลี่ยนตำแหน่งหรือรูปทรง จัดเป็นการคิด ให้เหตุผลแบบชดเชย (Compensation) ให้คะแนนเป็น c ดังแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 ลักษณะคำตอบที่แสดงถึงแบบแผนของการคิดให้เหตุผลแบบชดเชย

ชนิดของการ อนุรักษ	คำถาม/การกระทำของผู้ ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูก ทดลอง	แบบแผนของการ คิดให้เหตุผล
การอนุรักษ ความยาว	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  ไม้ 2 แท่งนี้เท่ากันไหม ? หรือว่าแท่งไหนยาวกว่า ทำไม ?	เท่ากัน แม่ว่าแท่งล่างจะยื่นไป ทางขวาแต่แท่งบนก็ยื่นไป ทางซ้าย	c
การอนุรักษ สสาร	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  ดินน้ำมัน 2 ก้อนนี้เท่ากัน ไหม ? หรือว่าก้อนไหนมาก กว่า ทำไม ?	เท่ากัน แม่ว่าก้อนแรกจะสั้นกว่า แต่ก็เกือบล้วนกว่า ส่วนก้อน หลังแม่จะยาวกว่าก้อนแรก แต่มันก็ผอมกว่า	c
การอนุรักษ ของเหลว	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  น้ำใน 2 แก้ว (ก, ข) นี้ เท่ากันไหม ? หรือว่าแก้วใด มีน้ำมากกว่า ทำไม ?	เท่ากัน แม่ว่าแก้วแรกจะมีน้ำต่ำ กว่าแต่มันก็เกือบกว่า ส่วน แก้วหลังแม่น้ำจะสูงกว่าแต่ มันก็ผอมกว่า	c

คำตอบหรือพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความเท่าเทียมกันของสิ่งเร้า โดยการโยงไปสู่จุดตั้งต้นก่อนการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือรูปทรงนั้น จัดเป็นการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับ (Reversibility) ให้คะแนนเป็น R ดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 ลักษณะคำตอบที่แสดงถึงแบบแผนของการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับ

ชนิดของการอนุรักษ์	คำถาม/การกระทำของผู้ทดลอง	คำตอบ/การกระทำของผู้ถูกทดลอง	แบบแผนของการคิดให้เหตุผล
การอนุรักษ์ความยาว	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  ไม่ 2 เท่านี้เท่ากันใหม่ ? หรือว่าแ่งไหนยาวกว่า ทำไม ?	เท่ากัน ถ้าเลื่อนไม้แ่งลงมาไว้ ที่เดิมก็จะเท่ากัน	R
การอนุรักษ์สสาร	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  คินน้ำมัน 2 ก้อนนี้เท่ากัน ใหม่ ? หรือว่าก้อนใดมาก กว่า ทำไม ?	เท่ากัน ถ้าปั้นก้อนยาวให้กลม เหมือนเดิมก็จะเท่ากัน	R
การอนุรักษ์ของเหลว	เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1  น้ำใน 2 แก้วนี้ (ก, ค) เท่ากันไหม ? หรือว่าแก้วใด มีน้ำมากกว่า ทำไม ?	เท่ากัน ถ้าเทน้ำจากแก้วสูงลงสู่ แก้วเดิมก็จะเท่ากัน	R

อนึ่ง คำตอบหรือพฤติกรรมที่นักเรียนตอบสนองออกมาอาจนำไปจัดจำแนกเข้าสู่แบบแผนของการคิดให้เหตุผลมากกว่าหนึ่งแบบได้ การจัดกลุ่มนักเรียนตามแบบแผนของการคิดให้เหตุผลนั้นก็โดยนำแบบแผนของการคิดให้เหตุผลด้านการอนุรักษ์ทั้ง 3 ชนิดมารวมกันเป็นประเภท ๆ ได้ 3 ประเภท คือ การคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์ การคิดให้เหตุผลแบบชดเชย และการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับ เลือกพิจารณาแบบแผนของการคิดให้เหตุผลที่มีจำนวนมากที่สุดของแต่ละคน โดยจัดให้นักเรียนคนนั้น ๆ อยู่ในประเภทกลุ่มตัวอย่างที่มีแบบแผนของการคิดให้เหตุผลแบบที่เขาใช้มากที่สุด ตัวอย่างเช่น นักเรียนคนหนึ่งมีแบบแผนของการคิดให้เหตุผลจากการทดสอบสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ทั้ง 3 ชนิดเป็น 6R 2I และ 2C ก็จัดให้นักเรียนคนนี้อยู่ในกลุ่มตัวอย่างที่มีแบบแผนของการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับ จากการทดสอบสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ทั้ง 3 ชนิด และคัดเลือกเฉพาะนักเรียนที่มีสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ไว้แล้วจำนวน 73 คน จัดกลุ่มนักเรียนจำนวน 73 คนนี้เข้าสู่แบบแผนของการคิดให้เหตุผลทั้ง 3 แบบ ดังแสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 8 จำนวนนักเรียนที่มีสิ่งกีดขวางการอนุรักษ์ แบ่งแยกตามแบบแผนของการคิดให้เหตุผล

แบบแผนของการคิดให้เหตุผล	จำนวน
แบบเอกลักษณ์	35
แบบชดเชย	20
แบบย้อนกลับ	18
รวม	73

2. การทดสอบสังเกตบ้านเรขาคณิต การทดสอบสังเกตบ้านเรขาคณิตที่มีเครื่องมือที่จะรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ทั้งรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 แบบทดสอบวัดสังเกตบ้านเรขาคณิตโดยใช้รูปภาพพื้นฐานทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 35 ข้อ ใช้ทดสอบเป็นกลุ่ม ให้คะแนนแบบศูนย์-หนึ่ง ฉะนั้นนักเรียนแต่ละคนจะมีคะแนนของแบบทดสอบชุดนี้อยู่ระหว่าง 0 - 35 คะแนน

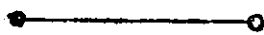
2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัดสังเกตบ้านเรขาคณิต ใช้ของเปียเจต์และอีลเฮลเดอร์ (Piaget & Inhelder. 1960 : 104-106 : 227-228 : 275-277 : 355-357) ทดสอบสังเกตบ้าน 4 หัวข้อ รายละเอียดของการทดสอบแต่ละสังเกตบ้านมีดังต่อไปนี้

2.2.1 สังเกตบ้านเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่งและการอนุรักษ์ความยาว ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากทางโรงเรียนในการหาห้องทดสอบที่มีชีวิต ซึ่งเด็กภายนอกมองไม่เห็นขบวนการทดสอบ ดำเนินการเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคลดังต่อไปนี้

แนะนำอุปกรณ์ เชือกยาว 6 นิ้ว 2 เส้น ตรึงด้วยตะปูที่ปลายเชือกไว้บนแผ่นกระดานขนาด 3 x 7 นิ้ว เส้นบนตรึงตะปูทั้งสองปลาย เส้นล่างตรึงตะปูเพียงปลายเดียว

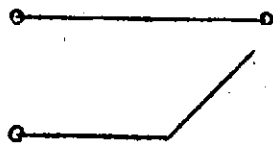


เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1 เปลี่ยนรูปเชือกเส้นล่างเป็นรูปโค้งค้งภาพ แล้วถามนักเรียนว่า เชือกทั้งสองเส้นนั้นยังยาวเท่ากันอยู่ หรือเส้นไหนยาวกว่า



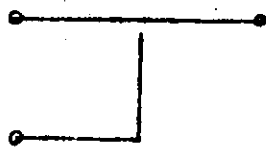
ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" ถามถึงเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลทั้งการอธิบายและการกระทำ

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 2 เปลี่ยนรูปเชือกเส้นล่างเป็นรูปมุมป้าน ดังในภาพ แล้วถามนักเรียน
เหมือนการ เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



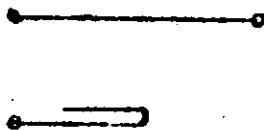
ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" คำเนิการ เช่นเดียวกับการ เปลี่ยนรูป
ครั้งที่ 1

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 3 เปลี่ยนรูปเชือกเส้นล่างเป็นรูปมุมฉาก ดังในภาพ แล้วถามนักเรียน
เหมือนการ เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" คำเนิการ เช่นเดียวกับการ เปลี่ยนรูป
ครั้งที่ 1

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 4 เปลี่ยนรูปเชือกเส้นล่างเป็นรูปงอ ดังในภาพ แล้วถามนักเรียนเหมือน
การ เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" คำเนิการ เช่นเดียวกับการ เปลี่ยนรูป
ครั้งที่ 1

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 5 เปลี่ยนรูปเชือกเส้นล่างเป็นรูปเส้นคด ดังในภาพ แล้วถามนักเรียน
เหมือนการ เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1

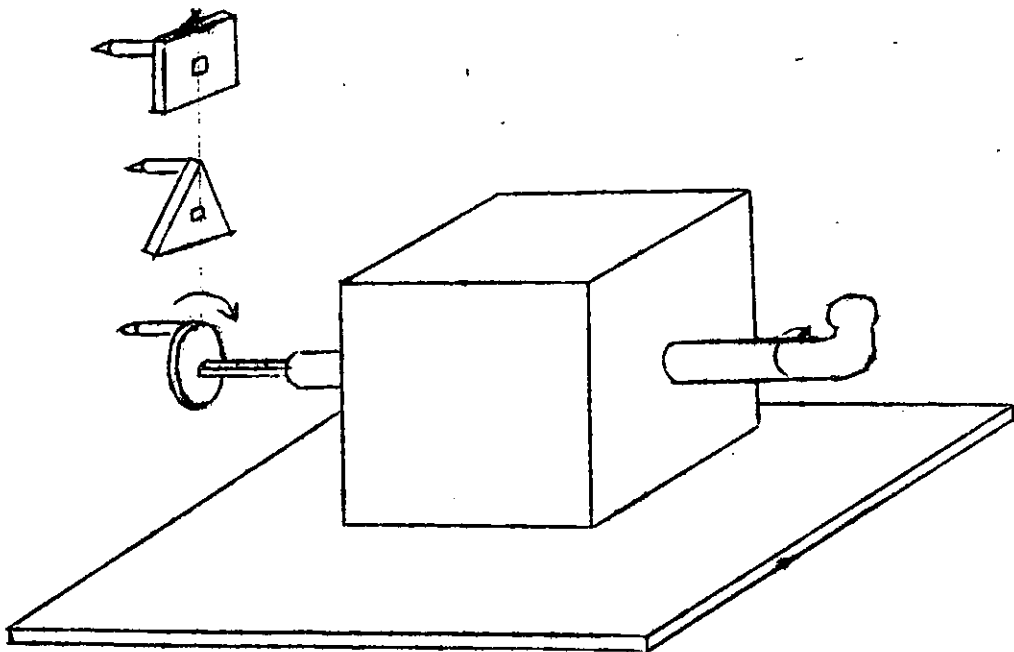


ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" คำเนิการ เช่นเดียวกับการ เปลี่ยนรูป
ครั้งที่ 1

การให้คะแนน ในการเปลี่ยนรูปแต่ละครั้ง ถ้านักเรียนตอบได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพจึงจะให้คะแนน 1 คะแนน นักเรียนที่ตอบได้ว่า "เท่ากัน" แต่ให้เหตุผลไม่ได้จะไม่ให้คะแนน

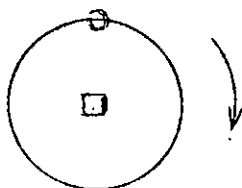
2.2.2 สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของวงกลม กลไก และส่วนประกอบของส่วนโค้งดำเนินการทดสอบหลังการทดสอบสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนตำแหน่งและอนุวัณความยาวเสร็จสิ้นไปแล้ว วิธีดำเนินการทดสอบมีดังนี้

แนะนำอุปกรณ์ ชุดของเครื่องมือซึ่งประกอบด้วยตัวเครื่องมือ แกนหมุน แผ่นวงกลม แผ่นสามเหลี่ยม และแผ่นสี่เหลี่ยม แผ่นทั้งสามแผ่นนี้มีดินสอยึดติดอยู่ที่ขอบหรือมุมของแผ่น แผ่นสามารถสอดเข้ากับแกนหมุนและใส่สลับเปลี่ยนกันได้ ดังภาพประกอบ 2

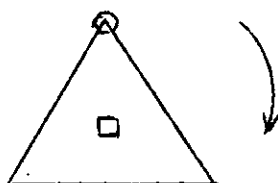


ภาพประกอบ 2 ชุดของเครื่องมือสำหรับวัดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของวงกลม กลไก และส่วนประกอบของส่วนโค้ง

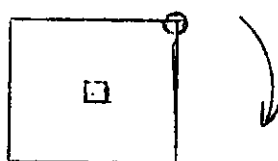
การทดสอบครั้งที่ 1 ใส่แผ่นวงกลมกับแกนหมุน แล้วถามให้นักเรียนทำนายว่า ถ้าหมุนให้ คินสอชิตบนกระดาษ จะชิดเป็นรูปอะไร



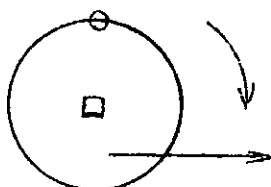
การทดสอบครั้งที่ 2 ถอดแผ่นวงกลมออก แล้วใส่แผ่นสามเหลี่ยมแทน ถามเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1



การทดสอบครั้งที่ 3 ถอดแผ่นสามเหลี่ยมออก แล้วใส่แผ่นสี่เหลี่ยมแทน ถามเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1



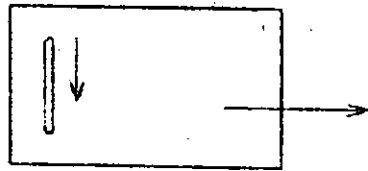
การทดสอบครั้งที่ 4 ถอดแผ่นสี่เหลี่ยมออก แล้วใส่แผ่นวงกลมอีกครั้งหนึ่ง แล้วถามให้นักเรียนทำนายว่า ถ้าหมุนให้คินสอชิตบนกระดาษในขณะที่เคลื่อนแผ่นวงกลมให้เคลื่อนที่ด้วย จะชิดออกมาเป็นรูปอะไร โดยมีภาพตัวเลือกให้นักเรียนทำนาย



การทดสอบครั้งที่ 5

แนะนำอุปกรณ์

แผ่นกระดานสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2.5×4 นิ้ว ปลายข้างหนึ่งเจาะช่องขนาด $\frac{3}{16} \times 2$ นิ้ว ตามแนวขนานกับด้านกว้าง ดังภาพ ใช้คินสอชึคลงตามช่องที่เจาะในแนวตั้งขณะเคียวกันกับเลื่อนแผ่นกระดานสี่เหลี่ยมไปทางขวามือ แล้วให้นักเรียนทำนายว่า คินสอจะชึคออกมาเป็นเส้นโค จากภาพตัวเลือกที่กำหนดให้



การให้คะแนน การทดสอบแต่ละครั้ง ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดไม่ให้

คะแนน

2.2.3 สังกัปเกี่ยวกับการอนุรักษ์พื้นที่ การวัดพื้นที่ และการนำพื้นที่เล็ก ๆ ที่เท่ากันหักออกจากพื้นที่ใหญ่ที่เท่า ๆ กัน ดำเนินการทดสอบหลังจากทดสอบสังกัปเกี่ยวกับการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของวงกลม กลไกและส่วนประกอบของส่วนโค้งเสร์จิสันไปแล้ว วิธีดำเนินการทดสอบมีดังนี้

แนะนำอุปกรณ์

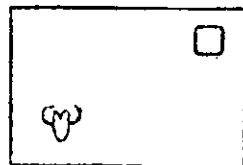
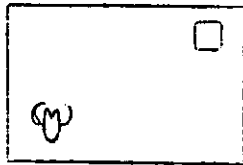
แผ่นกระดานพื้นสี่เหลี่ยมขนาด 7×8 นิ้ว 2 แผ่นเท่า ๆ กัน (ซึ่งสมมติให้เป็นสนามหญ้า)

ตุ๊กตาโคตัวเล็ก ๆ 2 ตัว บ้านหลังเล็ก ๆ เท่า ๆ กัน 4 หลัง

แผ่นตารางสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ขนาด $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ นิ้ว จำนวน 12 ตาราง (ซึ่งสมมติให้เป็นแปลงทุ่งนา 2 ทุ่งนา ทุ่งนาละ 6 แปลง)

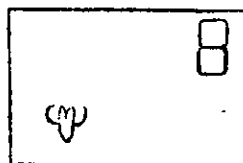
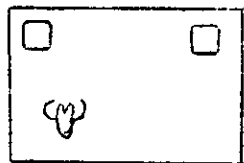
กระดานสามเหลี่ยมพื้นสี่เหลี่ยมขนาดสูง $\times$ ฐานเท่ากับ $4\frac{1}{2} \times 3$ นิ้ว จำนวน 4 แผ่น (ซึ่งสมมติให้เป็นทุ่งหญ้า)

การทดสอบครั้งที่ 1 นำตุ๊กตาโค 2 ตัววางบนสนามหญ้าที่เท่ากันสนามละ 1 ตัว แล้ววางบ้านบนสนามหญ้าสนามละ 1 หลัง ซึ่งตั้งอยู่ในตำแหน่งเดียวกันดังภาพ แล้วถามนักเรียนว่า โค 2 ตัวนั้นมีบริเวณพื้นที่ที่กินหญ้าเท่ากันอยู่หรือ ตัวใดมีบริเวณพื้นที่ที่กินหญ้ามากกว่า



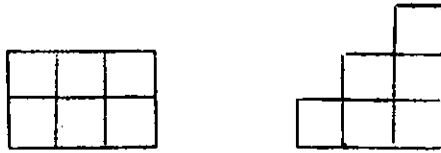
ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" ถามถึงเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลทั้งการอธิบายและการกระทำ

การทดสอบครั้งที่ 2 วางบ้านบนสนามหญ้าอีกสนามละ 1 หลัง แต่ตั้งอยู่คนละตำแหน่งกันดังภาพ แล้วถามนักเรียนเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1



ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" คำเนิการเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1

การทดสอบครั้งที่ 3 นำตุ๊กตาโค 2 ตัววางบนทุ่งนาที่เท่ากันทุ่งนาละ 1 ตัว พร้อมกับอธิบายว่าโค 2 ตัวนั้นมีบริเวณพื้นที่ที่กินหญ้าเท่ากัน แล้วจึงเปลี่ยนรูปทุ่งนาหนึ่งเป็นรูปขั้นบันได ดังภาพ แล้วถามนักเรียนว่า โค 2 ตัวนั้นยังมีบริเวณพื้นที่ที่กินหญ้าเท่ากันอยู่ หรือว่าตัวใดมีบริเวณพื้นที่ที่กินหญ้ามากกว่า



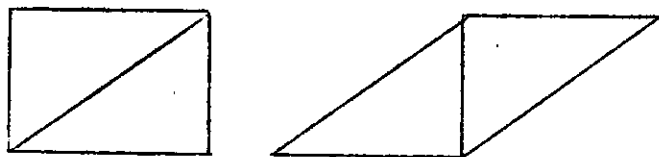
ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" คำเนิการเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1

การทดสอบครั้งที่ 4 เปลี่ยนรูปท่งนาหนึ่ง เป็นรูปเรียงกันตามแนวนอน ดังภาพ แล้วถามนักเรียนเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 3



ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" คำเนิการเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1

การทดสอบครั้งที่ 5 นำตุ๊กตาโค 2 ตัววางบนท่งหญ้าที่เท่ากัน ท่งหญ้าะละ 1 ตัว พร้อมกับอธิบายว่า โค 2 ตัวนั้นมีบริเวณพื้นที่ที่กินหญ้่าเท่ากัน แล้วจึงเปลี่ยนรูปท่งหญ้่าหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมค้านขนาน ดังภาพ ถามนักเรียนเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 3

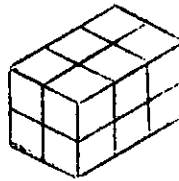


ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" คำเนิการเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1

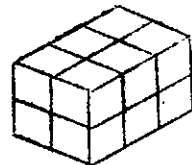
การให้คะแนน ในการทดสอบแต่ละครั้งถ้านักเรียนตอบได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ จึงจะให้ 1 คะแนน นักเรียนที่ตอบได้ว่า "เท่ากัน" แต่ให้เหตุผลไม่ได้จะไม่ให้คะแนน

2.2.4 สังกัปเกี่ยวกับการอนุรักษ์และกฎปริมาตร การทดสอบใน
 นี้เป็นการทดสอบการอนุรักษ์ปริมาตรของของแข็ง (Solid) ดำเนินการทดสอบหลังจาก
 ทดสอบสังกัปเกี่ยวกับการอนุรักษ์พื้นที่ การวัดพื้นที่ และการนำพื้นที่เล็ก ๆ ที่เท่า ๆ กันหัก
 ออกจากพื้นที่ใหญ่ที่เท่า ๆ กันเสร็จสิ้นไปแล้ว วิธีการดำเนินการทดสอบมีดังนี้

แนะนำอุปกรณ์ แท่งไม้รูปลูกบาศก์ขนาด $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ นิ้ว เท่า ๆ กันจำนวน 24
 แท่ง แบ่งเป็น 2 กอง กองละ 12 แท่ง ดังภาพ

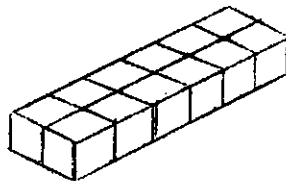


ก



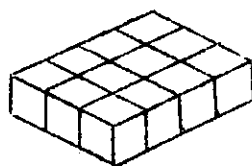
ข

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 1 เปลี่ยนรูปแท่งไม้กอง ข เป็นรูปดังภาพ แล้วถามนักเรียนว่า ไม้ทั้ง
 2 กองยังมีเนื้อไม้เท่ากันอยู่ หรือว่ากองใดมีเนื้อไม้มากกว่า



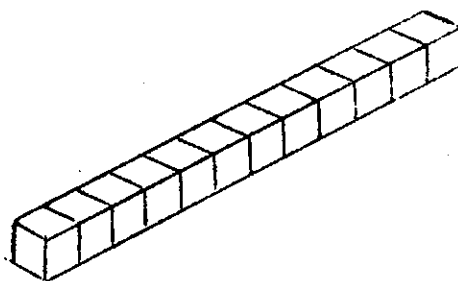
ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" ถามถึงเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น
 โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลทั้งการอธิบายและการกระทำ

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 2 เปลี่ยนรูปแท่งไม้กอง ข เป็นรูปใหม่อีกรูปหนึ่ง ดังภาพ แล้วถามนักเรียน
 เช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



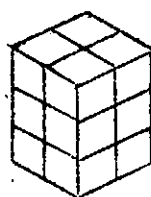
ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" ดำเนินการเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูป
 ครั้งที่ 1

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 3 เปลี่ยนรูปแท่งไม้กอง ข เป็นรูปใหม่อีกรูปหนึ่ง ดังภาพ แล้วถามนักเรียน
เช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



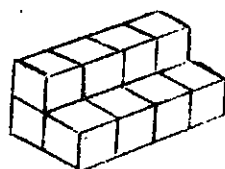
ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" ดำเนินการเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูป
ครั้งที่ 1

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 4 เปลี่ยนรูปแท่งไม้กอง ข เป็นรูปใหม่อีกรูปหนึ่ง ดังภาพ แล้วถาม
นักเรียนเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" ดำเนินการเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูป
ครั้งที่ 1

เปลี่ยนรูปครั้งที่ 5 เปลี่ยนรูปแท่งไม้กอง ข เป็นรูปใหม่อีกรูปหนึ่ง ดังภาพ แล้วถาม
นักเรียนเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปครั้งที่ 1



ถ้านักเรียนตอบว่า "เท่ากัน" ดำเนินการเช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูป
ครั้งที่ 1

การให้คะแนน ในการเปลี่ยนรูปแต่ละครั้ง ถ้านักเรียนตอบได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ จึงจะให้คะแนน 1 คะแนน นักเรียนที่ตอบได้ว่า "เท่ากัน" แต่ให้เหตุผลไม่ได้ จะไม่ให้คะแนน

วิธีจัดการกับข้อมูล

1. วิเคราะห์ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบสังกัดบ้านเรชาคณิต โดยวิธีเปิดตาราง (Fan. n.d. 32 p.)
2. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยหาความคงที่ภายในของ Kuder Richardson แบบ K-R 20 (Ferguson. 1971 : 367)
3. หาความเที่ยงตรงสัมพันธ์กับเกณฑ์เชิงสภาพปัจจุบันของแบบทดสอบสังกัดบ้านเรชาคณิต โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบนี้ไปหาค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson correlation coefficient (Garrett. 1966 : 143) กับคะแนนสอบซ่อมวิชาเรชาคณิตครั้งล่าสุดของนักเรียน
4. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนระหว่างตัวแปร 2 กลุ่ม ใช้ t-test (Glass. 1970 : 295)
5. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 3 ตัวแปรขึ้นไป ใช้ ANOVA (Lindquist. 1956 : 55-56) และเมื่อพบว่าตัวแปรที่ทดสอบด้วย ANOVA นั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ใช้สถิติของ Newman-Kuels (Winer. 1962 : 101-103)
6. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson correlation coefficient (Garrett. 1966 : 143) และทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วย t-test (Walker. 1953 : 241)

ผลการค้นคว้า

ข้อทดลองเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแปลผล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลผลและความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลได้
ตรงกัน จึงกำหนดใช้สัญลักษณ์และอักษรย่อดังต่อไปนี้

$\bar{X}$	แทนค่าเฉลี่ย
SD	แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S^2	แทนค่าความแปรปรวน
t	แทนค่าสถิติในการวิเคราะห์ด้วย t-distribution
F	แทนค่าสถิติในการวิเคราะห์ด้วย F-distribution
q	แทน q-statistic
SS	แทน Sum of square
MS	แทน Mean of square
df	แทน degree of freedom
r	แทนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
*	แทนความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทนความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
***	แทนความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ผลการค้นคว้า

ในการวิเคราะห์ผลของการค้นคว้านี้ได้แบ่งขั้นตอนการเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็นตอน ๆ ดังนี้

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบทของแต่ละระดับอายุ เพื่อทดสอบสมมุติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กัน และวิเคราะห์พัฒนาการทางสังกัดด้านเรขาคณิตทั้งกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์กับกลุ่มเด็กนักเรียนที่ไม่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ทั้งกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองและกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตของกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลต่างกันคือ แบบเอกลักษณ์ แบบชุดเซต และแบบย้อนกลับ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4

5. หากคำสมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และทดสอบค่าสมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสังกัดด้านการอนุรักษ์กับคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตของกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองและเด็กนักเรียนในชนบท เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 5

ตอนที่ 1 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท

สมมติฐานข้อที่ 1 : ในแต่ละระดับอายุ กลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบทมีสังกัดด้านเรขาคณิตแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ดังแสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 การวิเคราะห์ t -ratio ของคะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบทในแต่ละระดับอายุ

ระดับอายุ \n ถิ่นที่อยู่	กลุ่มเด็กนักเรียนในเมือง			กลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท			t
	N	$\bar{X}$	S^2	N	$\bar{X}$	S^2	
6ปี 1 เดือน-8ปี	20	22.5000	109.5263	20	19.5000	110.0526	0.9054
8ปี 1 เดือน-10ปี	20	40.7000	45.4842	20	35.5500	142.2261	1.6810
10ปี 1 เดือน-12ปี	20	47.1500	25.8184	20	44.8500	10.7658	1.7012
รวม	60	36.7833	169.0201	60	33.3000	196.2136	1.4118

$$t_{.05}(38) = 2.021, \quad t_{.05}(118) = 1.981$$

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 9 พบว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบทที่ระดับอายุเดียวกันไม่แตกต่างกัน ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังคมกับด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กัน และวิเคราะห์พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตทั้งกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท

สมมติฐานข้อที่ 2 : กลุ่มเด็กนักเรียนที่มีระดับอายุต่างกันมีสังคมกับด้านเรขาคณิตต่างกัน

2.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันของเด็กนักเรียนในเมือง ดังแสดงไว้ในตาราง 10

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามระดับอายุออกเป็น 3 ระดับคือ

กลุ่มระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี

กลุ่มระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี

กลุ่มระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี

ตาราง 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันของเด็กนักเรียนในเมืองจำนวน 60 คน

Source	df	SS	MS	F
Between group	2	6536.4340	3268.2170	54.2206***
Within group	57	3435.7460	60.2763	
Total	59	9972.1800		

$$F_{.001}(2,57) = 7.8325$$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตาราง 10 แสดงว่าพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันสำหรับกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($F = 54.2206$, $P < .001$) จึงทดสอบต่อไปเพื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่ว่า คู่ใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้ q-statistic เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตระหว่าง
กลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันของเด็กนักเรียนในเมืองเป็นรายคู่

ระดับอายุ		6ปี 1เดือน-8ปี	8ปี 1เดือน-10 ปี	10ปี 1เดือน-12ปี
	$\bar{X}$	22.5000	40.7000	47.1500
6ปี 1เดือน- 8ปี	22.5000	-	18.2000*	24.6500*
8ปี 1เดือน-10ปี	40.7000		-	6.4500*
10ปี 1เดือน-12ปี	47.1500			-
		$r = 2$		$r = 3$
$q_{.99}(r, 57)$		3.7720		4.2946
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$		6.5483		7.4556
$q_{.95}(r, 57)$		2.8580		3.4055
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$		4.9616		5.9121

จากการทดสอบเป็นรายคู่ปรากฏว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กที่มี
ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงกว่าเด็กที่มีระดับ
อายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 18.2000$,
 $P < .01$) และเด็กที่มีระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี มีพัฒนาการทางสังคมกับด้าน
เรขาคณิตสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 ($q = 6.4500$, $P < .05$) ซึ่งในขณะที่เดียวกันก็มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาค
ณิตสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
($q = 24.6500$, $P < .01$) ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.2 วิเคราะห์พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนในเมือง โดยแยกพิจารณาตามสังคมย่อย 11 สังคมในแต่ละระดับอายุ

- สังคมย่อยที่ 1 สังคมเกี่ยวกับการอนุรักษ์และการวัดความยาว
- สังคมย่อยที่ 2 สังคมเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ในการสร้างระยะทาง
- สังคมย่อยที่ 3 สังคมเกี่ยวกับลักษณะส่วนย่อย ๆ ของเส้นตรง
- สังคมย่อยที่ 4 สังคมเกี่ยวกับการวัดมุม
- สังคมย่อยที่ 5 สังคมเกี่ยวกับตำแหน่งของจุดที่อยู่ใน 2 มิติ
- สังคมย่อยที่ 6 สังคมเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่ง
- สังคมย่อยที่ 7 สังคมเกี่ยวกับปัญหาของโดกัสของจุดทั้งลักษณะเส้นตรง

และวงกลม

- สังคมย่อยที่ 8 สังคมเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่งและการอนุรักษ์

ความยาว

- สังคมย่อยที่ 9 สังคมเกี่ยวกับการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของวงกลม
กลไก และส่วนประกอบของส่วนโค้ง

- สังคมย่อยที่ 10 สังคมเกี่ยวกับการอนุรักษ์พื้นที่ การวัดพื้นที่ และการ
นำพื้นที่เล็ก ๆ ที่เท่า ๆ กันหักออกจากพื้นที่ใหญ่ที่เท่ากัน

- สังคมย่อยที่ 11 สังคมเกี่ยวกับการอนุรักษ์และการวัดปริมาตร

การวิเคราะห์พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตซึ่งแยกพิจารณาตามสังคมย่อย
11 สังคมนี้ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังคมย่อยทุก ๆ สังคมในแต่ละระดับ
อายุ เพื่อจะชี้ให้เห็นว่าแต่ละสังคมย่อยในแต่ละระดับอายุนั้นมีความแตกต่างกันหรือไม่ ถ้า
พบว่าแตกต่างกันจะได้ทดสอบเป็นรายคู่ว่าคู่ใดแตกต่างกัน เพื่อจะนำไปพิจารณาว่าสังคมใด
เกิดขึ้นในระดับอายุใด ผลการวิเคราะห์สำหรับเด็กในเมือง 3 ระดับอายุ ระดับอายุละ
20 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 12 - 15

ตาราง 12 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต เมื่อแยกพิจารณาตามสังคมย่อย 11 สังคม ในแต่ละระดับอายุของเด็กในเมือง

สังคมย่อยที่	คะแนนเต็ม	ระดับอายุ					
		6 ปี 1 เดือน-8 ปี		8 ปี 1 เดือน-10 ปี		10 ปี 1 เดือน-12 ปี	
		$\bar{X}$	s^2	$\bar{X}$	s^2	$\bar{X}$	s^2
1	5	2.20	1.75	3.60	2.15	4.30	0.71
2	5	1.35	3.92	2.60	3.73	3.95	2.89
3	5	1.85	2.13	3.95	2.05	4.30	1.03
4	5	3.10	2.10	3.90	1.25	3.90	0.73
5	5	3.30	2.01	4.65	0.35	4.90	0.10
6	5	2.05	1.63	2.60	2.25	3.40	2.04
7	5	2.35	1.82	3.25	1.25	4.25	0.83
8	5	0.95	3.21	4.55	1.52	4.85	0.45
9	5	1.80	1.12	2.35	2.03	3.35	1.50
10	5	2.15	4.24	4.65	0.98	4.80	0.80
11	5	1.40	4.99	4.60	1.62	5.00	0.00
รวม	55	22.50	2.97	40.70	2.39	47.15	1.26

จากตาราง 12 ได้แจกแจงให้เห็นค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของสังคมย่อยทั้ง 11 สังคม ในแต่ละระดับอายุ หลังจากนั้นนำคะแนนของแต่ละระดับอายุมาวิเคราะห์ความแปรปรวนต่อไป ดังปรากฏตามตาราง 13

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมที่ตามเรขาคณิต เมื่อแบ่งพิจารณาตามสังกัดที่ย่อย
11 สังกัด ในแต่ละระดับอายุของเด็กในเมือง

ระดับอายุ	SS			MS		df	F
	Between	Within	Total	Between	Within		
6 ปี 1 เดือน - 8 ปี	100.2455	549.3000	649.5455	10.0246	2.6282	10,209	3.8142***
8 ปี 1 เดือน - 10 ปี	157.9000	364.2000	522.2000	15.7900	1.7431	10,209	9.0586***
10 ปี 1 เดือน - 12 ปี	65.1364	210.5000	275.6364	6.5136	1.0072	10,209	6.4673***

$$F_{.001}(10,209) = 3.20$$

จากตาราง 13 พบว่า คะแนนพัฒนาการของสังกัดที่ย่อยทั้ง 11 สังกัด ที่ระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี และ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($F = 3.8142$, 9.0586 และ 6.4673 $P < .001$)

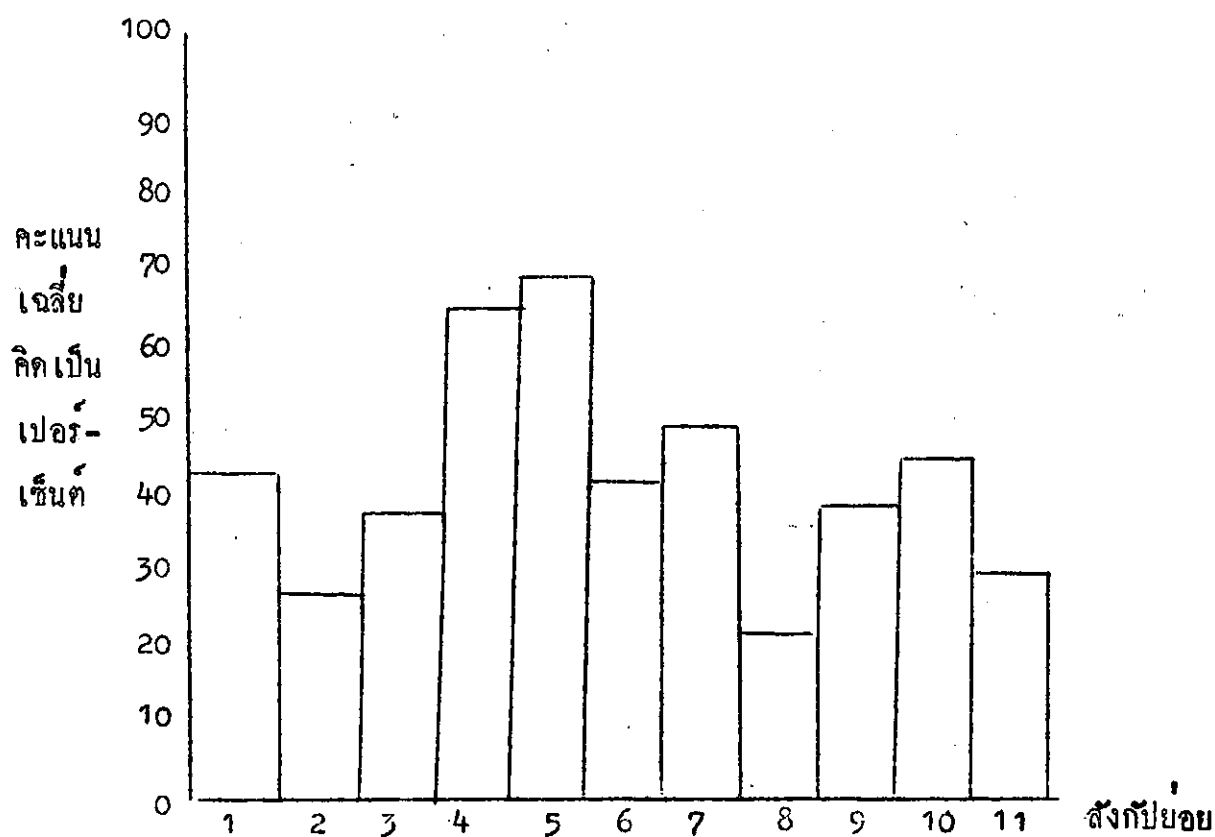
นำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามสังกัดที่ย่อยทั้ง 11 สังกัดในแต่ละระดับอายุ เพื่อดูว่าในระดับอายุนั้น ๆ สังกัดใดบางที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่า สังกัดที่ย่อยใดเกิดขึ้นก่อนหรือเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันในระดับอายุนั้น ๆ สำหรับเด็กในเมืองจะทดสอบรายคู่เฉพาะระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี เท่านั้น เพราะในสองระดับอายุนี้ไม่มีคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่งบาง ไม่เกินครึ่งบาง ส่วนในระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี นั้นคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่งหมดทุกสังกัด แสดงว่าเด็กในระดับอายุนี้นั้นสังกัดทุกสังกัดที่เกิดขึ้นหมดแล้ว ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่แสดงไว้ในตาราง 14 และ 15

ตาราง 14 การเปรียบเทียบพัฒนาการของสังกะยอย 11 สังกะยอยเป็นรายคู่ที่ระดับอายุ 6 ปี
1 เดือน - 8 ปี ของเด็กในเมือง

สังกะยอยที่		8	2	11	9	3	6	10	1	7	4	5
ขอยที่	$\bar{X}$	0.95	1.35	1.40	1.80	1.85	2.05	2.15	2.20	2.35	3.10	3.30
8	0.95	-	0.40	0.45	0.85	0.90	1.10	1.15	1.25	1.40	2.15*	2.35*
2	1.35		-	0.05	0.45	0.50	0.70	0.80	0.85	1.00	1.75*	1.95*
11	1.40			-	0.40	0.45	0.65	0.75	0.80	0.95	1.70*	1.90*
9	1.80				-	0.05	0.25	0.35	0.40	0.55	1.30	1.50
3	1.85					-	0.20	0.30	0.35	0.50	1.25	1.45
6	2.05						-	0.10	0.15	0.30	1.05	1.25
10	2.15							-	0.05	0.20	0.95	1.15
1	2.20								-	0.15	0.90	1.10
7	2.35									-	0.75	0.95
4	3.10										-	0.20
5	3.30											-
r			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$q_{.95}(r, 209)$			2.79	3.34	3.67	3.90	4.08	4.23	4.35	4.45	4.55	4.63
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			1.01	1.21	1.33	1.41	1.48	1.53	1.58	1.61	1.65	1.68
$q_{.99}(r, 209)$			3.69	4.19	4.48	4.69	4.86	4.99	5.10	5.20	5.28	5.36
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			1.34	1.52	1.62	1.70	1.76	1.81	1.85	1.85	1.91	1.94

ผลจากการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามตาราง 14 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของ
 สังกัป้อยที่ 4 สูงกว่าสังักป้อยที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 2.15$,
 $P < .01$) และสูงกว่าสังักป้อยที่ 2 และ 11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 ($q = 1.75$ และ 1.70 $P < .05$) คะแนนเฉลี่ยของสังักป้อยที่ 5 สูงกว่าสังักป้อย
 ที่ 2, 8, 11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 2.35, 1.95$ และ 1.90 ตาม
 ลำดับ $P < .01$) นอกนั้นไม่พบว่ามี ความแตกต่างกัน

จึงสรุปได้ว่า เด็กนักเรียนในระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี สามารถเข้าใจ
 สังกัปที่ 4 และ 5 ก่อนสังักปอื่น ๆ ดังแสดงไว้ในกราฟภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของสังักป้อย 11 สังกัปที่ระดับอายุ 6 ปี
 1 เดือน - 8 ปี ของเด็กในเมือง

ตาราง 15 การเปรียบเทียบพัฒนาการของสัณยบ 11 สัณยบเป็นรายคู่ที่ระดับอายุ 8 ปี
1 เดือน - 10 ปี ของเด็กในเมือง

สัณยบ		9	2	6	7	1	4	3	8	11	5	10
บอยที่	$\bar{X}$	2.35	2.60	2.60	3.25	3.60	3.90	3.95	4.55	4.60	4.65	4.65
9	2.35	-	0.25*	0.25*	0.90*	1.25*	1.55*	1.60*	2.20*	2.25*	2.30*	2.30*
2	2.60		-	0.00	0.65*	1.00*	1.30*	1.35*	1.95*	2.00*	2.05*	2.05*
6	2.60			-	0.65*	1.00*	1.30*	1.35*	1.95*	2.00*	2.05*	2.05*
7	3.25				-	0.35*	0.65*	0.70*	1.30*	1.35*	1.40*	1.40*
1	3.60					-	0.30*	0.35*	0.95*	1.00*	1.05*	1.05*
4	3.90						-	0.05	0.65*	0.70*	0.75*	0.75*
3	3.95							-	0.60*	0.65*	0.70*	0.70*
8	4.55								-	0.05	0.10	0.10
11	4.60									-	0.05	0.05
5	4.65										-	0.00
10	4.65											0.00
r			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$q_{.95}(r, 209)$			2.79	3.34	3.67	3.90	4.08	4.23	4.35	4.45	4.55	4.63
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			0.24	0.29	0.32	0.34	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41
$q_{.99}(r, 209)$			3.69	4.19	4.48	4.69	4.86	4.99	5.10	5.20	5.28	5.36
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			0.32	0.37	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.45	0.46	0.47

ผลจากการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามตาราง 15 จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของ
 สังกัปย่อยที่ 2 และ 6 แตกต่างกับสังกัปย่อยที่ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 ($q = 0.25, P < .05$) สังกัปย่อยที่ 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10 และ 11 แตกต่างกับ
 สังกัปย่อยที่ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 1.25, 1.60, 1.55, 2.30,$
 $0.90, 2.20, 2.30$ และ 2.25 ตามลำดับ $P < .01$) สังกัปย่อยที่ 1, 3, 4, 5,
 7, 8, 10 และ 11 แตกต่างกับสังกัปย่อยที่ 2 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 ($q = 1.00, 1.35, 1.30, 2.05, 0.65, 1.95, 2.05$ และ 2.00 ตามลำดับ
 $P < .01$) สังกัปย่อยที่ 1, 3, 4, 5, 8, 10 และ 11 แตกต่างกับสังกัปย่อยที่ 7
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 0.35, 0.70, 0.65, 1.40, 1.30, 1.40$
 และ 1.35 ตามลำดับ $P < .01$) สังกัปย่อยที่ 3, 4, 5, 8, 10 และ 11 แตกต่าง
 กับสังกัปย่อยที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 0.5 ($q = 0.35, 0.30$
 $P < .05$ และ $q = 1.05, 0.95, 1.05$ และ 1.00 $P < .01$ ตามลำดับ) สังกัป
 ย่อยที่ 3 ไม่แตกต่างกับสังกัปย่อยที่ 4 สังกัปย่อยที่ 5, 8, 10 และ 11 แตกต่างกับสังกัป
 ย่อยที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 0.75, 0.65, 0.75$ และ 0.70
 $P < .01$ ตามลำดับ) สังกัปย่อยที่ 5, 8, 10 และ 11 แตกต่างกับสังกัปย่อยที่ 3 อย่าง
 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 0.70, 0.60, 0.70$ และ 0.65 $P < .01$ ตาม
 ลำดับ) ส่วนสังกัปย่อยที่ 5, 8, 10 และ 11 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปได้ว่า สังกัปย่อยที่ 9 เด็กระดับอายุนี้ยังไม่มีสังกัป สังกัปย่อยที่ 5, 8, 10
 และ 11 นั้นเด็กระดับอายุนี้มีบริบูรณ์ นอกนั้นค่อย ๆ เกิดสังกัปเพิ่มขึ้นจากน้อยไปหามาก
 ตามลำดับดังนี้ สังกัปย่อยที่ 2, 6, 7, 1, 4 และ 3 อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์
 ข้อมูลพบว่า สังกัปย่อยที่ 2 และ 6 มีคะแนนแตกต่างกับสังกัปย่อยที่ 9 อย่างมีนัยสำคัญทาง
 สถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยของสังกัปย่อยที่ 2 และ 6 ก็เกินครึ่งหนึ่งของคะแนน
 เต็ม ในขณะที่สังกัปย่อยที่ 9 คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่ง จึงกล่าวได้ว่าสังกัปย่อยที่ 2 และ 6
 ของเด็กในระดับอายุนี้เป็นระยะเริ่มต้นของการเข้าสู่การมีสังกัป ดังแสดงไว้ในกราฟภาพ
 ประกอบ 4

2.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้าน
 เชาวคณิระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันของเด็กนักเรียนในชนบท ดังแสดง
 ไว้ในตาราง 16

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามระดับอายุออกเป็น 3 ระดับ
 คือ

กลุ่มระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี

กลุ่มระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี

กลุ่มระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี

ตาราง 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้าน
 เชาวคณิระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันของเด็กนักเรียนในชนบท จำนวน 60 คน

Source	df	SS	MS	F
Between group	2	6578.1000	3289.0500	37.5064***
Within group	57	4998.5000	87.6930	
Total	59	11576.6000		

$$F_{.001}(2,57) = 7.8325$$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตาราง 16 แสดงว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้าน
 เชาวคณิระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กันของเด็กนักเรียนในชนบทแตกต่างกัน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($F = 37.0564$, $P < .001$) จึงทดสอบต่อไป
 เพื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่ว่าคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ q -
 statistic เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบ ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 17

ตาราง 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนระดับอายุต่าง ๆ กัน ของเด็กนักเรียนในชนบทเป็นรายคู่

ระดับอายุ		6ปี 1เดือน-8ปี	8ปี 1เดือน-10ปี	10ปี 1เดือน-12ปี
	$\bar{X}$	19.5000	35.5500	44.8500
6ปี 1เดือน- 8ปี	19.5000	-	16.0500**	25.3500**
8ปี 1เดือน-10ปี	35.5500		-	9.3000**
10ปี 1เดือน-12ปี	44.8500			-
$q_{.99}(r, 57)$ $\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			$r = 2$	$r = 3$
			3.7720	4.2946
			7.8984	8.9927

จากการทดสอบเป็นรายคู่ปรากฏว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กที่มีระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 16.0500$, $P < .01$) และเด็กที่มีระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงกว่าเด็กที่มีระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี และ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 9.3000$ และ 25.3500 , $P < .01$) ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.4 วิเคราะห์พัฒนาการทางสังคมด้านเรขาคณิตของ เด็กนักเรียนในชนบท

โดยแยกพิจารณาตามสังคมย่อย 11 สังคม ในแต่ละระดับอายุ

การวิเคราะห์พัฒนาการทางสังคมด้านเรขาคณิตซึ่งแยกพิจารณาตามสังคมย่อย 11 สังคมนี้ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสังคมย่อยทุก ๆ สังคมในแต่ละระดับอายุเพื่อจะชี้ให้เห็นว่าแต่ละสังคมย่อยของแต่ละระดับอายุนั้นมีความแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบว่าแตกต่างกันจะได้ทดสอบเป็นรายคู่ว่าคู่ใดแตกต่างกัน เพื่อจะนำไปพิจารณาว่าสังคมใดเกิดขึ้นในระดับอายุใด และสังคมย่อย ๆ เหล่านั้นสังคมใดเกิดขึ้นก่อนหรือเกิดพร้อม ๆ กัน ผลการวิเคราะห์สำหรับเด็กในชนบท 3 ระดับอายุ ระดับอายุละ 20 คน แสดงไว้ในตาราง 18 - 21

ตาราง 18 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนพัฒนาการทางสังคมด้านเรขาคณิตเมื่อแยกพิจารณาตามสังคมย่อย 11 สังคมในแต่ละระดับอายุของเด็กในชนบท

สังคมย่อยที่	คะแนนเต็ม	ระดับอายุ					
		6 ปี 1 เดือน - 8 ปี		8 ปี 1 เดือน - 10 ปี		10 ปี 1 เดือน - 12 ปี	
		$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2
1	5	2.40	1.62	3.45	3.10	4.30	0.85
2	5	1.85	2.66	2.40	3.52	3.35	2.66
3	5	1.50	1.53	3.55	1.73	4.05	1.31
4	5	2.30	1.48	3.90	2.10	3.80	1.22
5	5	2.40	2.57	4.15	1.29	4.70	0.22
6	5	1.65	0.98	2.30	2.85	3.55	0.68
7	5	2.70	1.17	2.95	1.42	3.70	1.06
8	5	1.15	4.13	3.50	4.68	4.80	0.80
9	5	1.55	0.68	2.45	1.84	3.35	1.82
10	5	0.95	3.31	3.35	4.35	4.45	1.52
11	5	1.05	4.16	3.55	4.47	4.80	0.80
รวม	55	19.50	3.00	35.55	3.07	44.85	1.41

จากตาราง 18 ได้แจกแจงให้เห็นค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวก็้อย่าง 11 สังกั ในแต่ละระดับอายุ หลังจากนั้นำคะแนนของแต่ละระดับอายุมาวิเคราะห์ความแปรปรวนต่อไป ดังปรากฏตามตาราง 19

ตาราง 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมที่คำนวณแยกพิจารณาตามสังกัดก็้อย 11 สังกั ในแต่ละระดับอายุของเด็กในชนบท

ระดับอายุ	df	SS			MS		F
		Between	Within	Total	Between	Within	
6 ปี 1 เดือน - 8 ปี	10,209	73.1364	461.5000	534.6364	7.3136	2.2081	3.3122***
8 ปี 1 เดือน - 10 ปี	10,209	77.5273	595.6500	673.1773	7.7527	2.8500	2.7203**
10 ปี 1 เดือน - 12 ปี	10,209	63.7364	245.9500	309.6864	6.3736	1.1768	5.4161***

$$F_{.001}(10,209) = 3.20 \quad F_{.01}(10,209) = 2.40$$

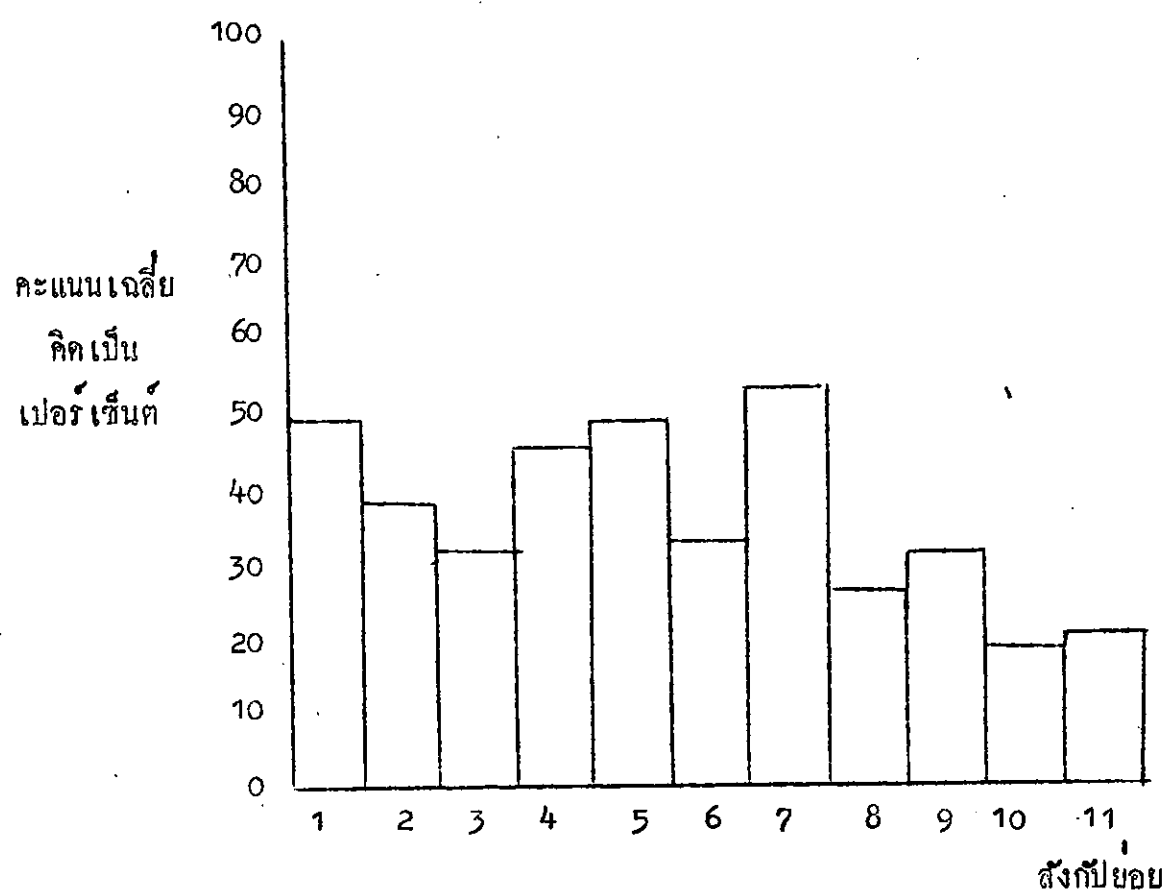
จากตาราง 19 พบว่า คะแนนพัฒนาการของสิ่งก๊ปป้อยทั้ง 11 สิ่งก๊ปปที่ระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี และ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($F = 3.3122, 5.4161$ ตามลำดับ $P < .001$) และที่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 2.7203, P < .01$).

เมื่อพบว่าคะแนนพัฒนาการของสิ่งก๊ปป้อยทั้ง 11 สิ่งก๊ปปในแต่ละระดับอายุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว จึงนำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่เพื่อดูว่าในระดับอายุนั้น ๆ สิ่งก๊ปปใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่าสิ่งก๊ปปย่อยใดเกิดขึ้นก่อนในระดับอายุนั้น ๆ สำหรับเด็กในชนบทจะทดสอบรายคู่เฉพาะระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี กับ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี เท่านั้น เพราะในสองระดับอายุนี้มีคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่งบ้างไม่เกินครึ่งบ้าง ส่วนในระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี นั้นคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่งทุกสิ่งก๊ปปย่อย แสดงว่าเด็กในระดับอายุนี้อะไรก๊ปปก็เกิดขึ้นแล้ว ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่แสดงไว้ในตาราง 20 และ 21

ตาราง 20 การเปรียบเทียบพัฒนาการของสังกัปย่อย 11 สังกัปเป็นรายคู่ที่ระดับอายุ 6 ปี
1 เดือน - 8 ปี ของเด็กในชนบท

สังกัป ย่อยที่	$\bar{X}$	10	11	8	3	9	6	2	4	1	5	7
10	0.95	-	0.10	0.20	0.55	0.60	0.70	0.90	1.35	1.45	1.45	1.75*
11	1.05		-	0.10	0.45	0.50	0.60	0.80	1.25	1.35	1.35	1.65*
8	1.15			-	0.35	0.40	0.50	0.70	1.15	1.25	1.25	1.55*
3	1.50				-	0.05	0.15	0.35	0.80	0.90	0.90	1.20
9	1.55					-	0.10	0.30	0.75	0.85	0.85	1.15
6	1.65						-	0.20	0.65	0.75	0.75	1.05
2	1.85							-	0.45	0.55	0.55	0.85
4	2.30								-	0.10	0.10	0.30
1	2.40									-	0.00	0.30
5	2.40										-	0.30
7	2.70											-
r			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$q_{.95}(10,209)$			2.79	3.34	3.67	3.90	4.08	4.23	4.35	4.45	4.55	4.65
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			0.93	1.11	1.22	1.30	1.36	1.41	1.45	1.49	1.51	1.55

ผลการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามตาราง 20 จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของสังกัดที่ 7 สูงกว่าสังกัดที่ 8, 10 และ 11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($q = 1.55, 1.75$ และ 1.65 ตามลำดับ $p < .05$) นอกนั้นไม่พบว่าแตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่า เด็กนักเรียนในระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี ของเด็กชนบทสามารถเข้าใจสังกัดที่ 7 ก่อนสังกัดอื่น ๆ ซึ่งมีคะแนนแตกต่างจากคะแนนสังกัดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสังกัดอื่น ๆ อีก 10 สังกัดนั้นนอกจากคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มแล้ว ยังพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอีกด้วย จึงถือว่าสังกัดเหล่านั้นเพิ่งเริ่มเกิดขึ้น ดังได้แสดงไว้ในกราฟภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของสังกัดที่ 11 สังกัดที่ระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี ของเด็กในชนบท

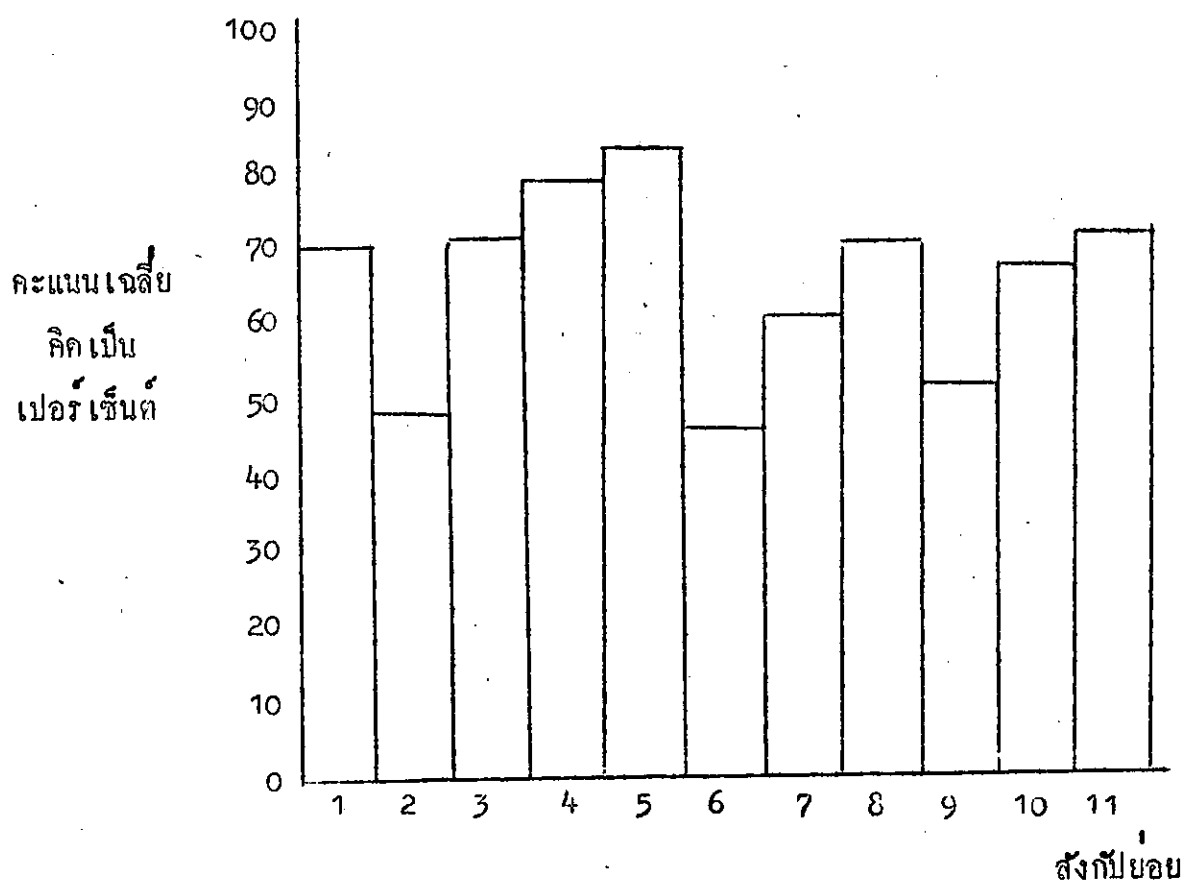
สำหรับระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปีนั้น คะแนนเฉลี่ยของแต่ละสังกัดกับส่วนใหญ่เกินครึ่ง จึงทดสอบเป็นรายคู่ดูว่าแต่ละคู่ใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติบ้าง ซึ่งจะนำไปพิจารณาว่าสังกัดใดเกิดขึ้นก่อนหรือพร้อม ๆ กัน ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตาราง 21

ตาราง 21 การเปรียบเทียบพัฒนาการของสังกัดย่อย 11 สังกัดเป็นรายคู่ที่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี ของเด็กในชนบท

สังกัด		6	2	9	7	10	1	8	3	11	4	5
ย่อยที่	$\bar{X}$	2.30	2.40	2.45	2.95	3.35	3.45	3.50	3.55	3.55	3.90	4.15
6	2.30	-	0.10	0.15	0.65	1.05	1.15	1.20	1.25	1.25	1.60	1.85*
2	2.40		-	0.05	0.55	0.95	1.05	1.10	1.15	1.15	1.45	1.75*
9	2.45			-	0.50	0.90	1.00	1.05	1.10	1.10	1.40	1.70*
7	2.95				-	0.40	0.50	0.55	0.60	0.60	0.95	1.20
10	3.35					-	0.10	0.15	0.20	0.20	0.55	0.80
1	3.45						-	0.05	0.10	0.10	0.45	0.70
8	3.50							-	0.05	0.05	0.40	0.65
3	3.55								-	0.00	0.35	0.60
11	3.55									-	0.35	0.60
4	3.90										-	0.25
5	4.15											-
r			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$q_{.05}(10, 209)$			2.79	3.34	3.67	3.90	4.08	4.23	4.35	4.45	4.45	4.63
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			1.02	1.26	1.39	1.47	1.54	1.60	1.64	1.68	1.72	1.75

ผลการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามตาราง 21 จะเห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของสังกัดย่อยที่ 5 แตกต่างกับสังกัดย่อยที่ 2, 6 และ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 1.75, 1.85$ และ 1.70 ตามลำดับ $P < .05$) นอกนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

สรุปได้ว่า สังกัดย่อยที่ 5 ของเด็กในระดับอายุนี้เกิดขึ้นอย่างเต็มที่เพราะมีคะแนนเฉลี่ยถึง 4.15 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 83 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกับสังกัดย่อยที่ 2, 6 และ 9 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสังกัดย่อยที่ 1, 3, 4, 7, 8, 10 และ 11 นั้นมีคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่งทั้งหมด แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในกราฟภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของสังกัดย่อย 11 สังกัด ที่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี ของเด็กในชนบท

ตอนที่ 3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนที่มี
สังกัดด้านการอนุรักษ์กับกลุ่มเด็กนักเรียนที่ไม่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ทั้งกลุ่มเด็ก
นักเรียนในเมืองและในชนบท

สมมติฐานข้อที่ 3 : กลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ต่างกันมีสังกัดด้าน
เรขาคณิตต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ดังแสดงไว้ในตาราง 22

ตาราง 22 การวิเคราะห์ t-ratio ของคะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการทางสังกัดด้าน
เรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์กับกลุ่มเด็กนักเรียนที่ไม่มี
สังกัดด้านการอนุรักษ์ของเด็กนักเรียนในเมืองและชนบท

สังกัดด้านการอนุรักษ์ ถิ่นที่อยู่	มีสังกัด			ไม่มีสังกัด			t
	N	$\bar{X}$	S^2	N	$\bar{X}$	S^2	
ในเมือง	38	45.2105	25.6842	22	22.2273	85.9935	12.4456***
ในชนบท	35	43.5429	19.8437	25	18.9600	87.0400	13.5998*
รวม	73	44.4110	23.2732	47	20.4894	87.3858	18.4115***

$$t_{.001}(58) = 3.4600 \quad t_{.001}(118) = 3.3730$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 22 พบว่า ทั้งเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท กลุ่ม
เด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์และกลุ่มเด็กนักเรียนที่ไม่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์มีสังกัด
ด้านเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($t = 12.4456$, และ
 $t = 13.5998$ ตามลำดับ $P < .001$) และเมื่อรวมเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท
เข้าด้วยกันก็ยังพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 เช่นเดียวกัน
($t = 18.4115$, $P < .001$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ตอนที่ 4 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตของกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลต่างกัน คือแบบเอกลักษณ์ แบบชดเชย และแบบย้อนกลับ

สมมติฐานข้อที่ 4 : กลุ่มนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบแผนการคิดให้เหตุผลต่างกันจะมีสังกัดด้านเรขาคณิตแตกต่างกัน

การทดสอบสมมติฐานนี้ได้แยกเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ออกแล้วจัดเด็กนักเรียนเข้าพวกเดียวกันตามแบบการคิดให้เหตุผล 3 แบบ ได้จำนวน (N) คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความแปรปรวน (s^2) ดังแสดงไว้ในตาราง 23

ตาราง 23 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังกัดด้านเรขาคณิตของ เด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลต่างกัน

แบบของการคิดให้เหตุผล	N	$\bar{X}$	s^2
แบบเอกลักษณ์	35	42.6571	29.3496
แบบชดเชย	20	44.6500	1.9237
แบบย้อนกลับ	18	47.5556	4.9673

ผลจากตาราง 23 พบว่า เด็กนักเรียนที่มีการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางสังกัดด้านเรขาคณิตเท่ากับ 42.6571 ความแปรปรวนเท่ากับ 29.3496 เด็กนักเรียนที่มีการคิดให้เหตุผลแบบชดเชยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 44.6500 ความแปรปรวนเท่ากับ 1.9237 และเด็กนักเรียนที่มีการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 47.5556 ความแปรปรวนเท่ากับ 4.9673 นำค่าสถิติเหล่านี้ไปทดสอบความแปรปรวนของคะแนนสังกัดด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลแตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตาราง 24

ตาราง 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลต่างกัน จำนวน 73 คน

Source	df	SS	MS	F
Between	2	286.7800	143.3900	8.9708***
Within	70	1118.8900	15.9841	
Total	72	1405.6700		

$$F_{.001}(2,70) = 7.75$$

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตาราง 24 แสดงว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบแผนการคิดให้เหตุผลต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($F = 8.9708$, $P < .001$) จึงทดสอบต่อไปเพื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่ว่ามีคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ q-statistic เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 25

ตาราง 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของกลุ่ม
เด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลต่างกันเป็นรายคู่

แบบของการคิดให้เหตุผล		แบบเอกลักษณ์	แบบชดเชย	แบบย้อนกลับ
	$\bar{x}$	42.6571	44.6500	47.5556
แบบเอกลักษณ์	42.6571	-	1.9929	4.8985**
แบบชดเชย	44.6500		-	2.9056*
แบบย้อนกลับ	47.5556			-
r			2	3
$q_{.99}(r, 70)$			3.7520	4.2683
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			3.1719	3.6084
$q_{.95}(r, 70)$			2.8242	3.3918
$\sqrt{\frac{MS_w}{n}} \cdot q$			2.3876	2.8674

จากการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ปรากฏว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับแตกต่างกับเด็กที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($q = 4.8985$, $P < .01$) และแตกต่างกับเด็กที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลแบบชดเชยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($q = 2.9056$, $P < .05$) ส่วนเด็กที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลแบบชดเชยกับแบบเอกลักษณ์ไม่พบว่าแตกต่างกัน

ตอนที่ 5 ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตกับพัฒนาการทางสังคมด้านการอนุรักษ์ ทั้งกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท

สมมติฐานข้อที่ 5 : สังเกตด้านเรขาคณิตกับสังเกตด้านการอนุรักษ์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

ในการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตกับพัฒนาการทางสังคมด้านการอนุรักษ์ ได้แยกทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กนักเรียนในเมือง กับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบท ซึ่งผลการทดสอบแสดงไว้ในตาราง 26 และ 27

ตาราง 26 แสดงผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตกับพัฒนาการทางสังคมด้านการอนุรักษ์ของเด็กในเมือง

ชนิดของสังเกต	r	t
สังเกตด้านเรขาคณิต	0.8858	14.5327 **
สังเกตด้านการอนุรักษ์		

$$t_{.01}(58) = 2.391$$

ผลจากตาราง 26 พบว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตกับพัฒนาการทางสังคมด้านการอนุรักษ์ของเด็กในเมืองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 14.5327$ $P < .01$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

ตาราง 27 แสดงผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสติปัญญา
 เชาวคณิตกับพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการอนุรักษ์ของเด็กในชนบท

ชนิดของสติปัญญา	r	t
สติปัญญาด้านเรขาคณิต	0.9314	19.4872**
สติปัญญาด้านการอนุรักษ์		

$$t_{.01}(58) = 2.391$$

ผลจากตาราง 27 พบว่า พัฒนาการทางสติปัญญาด้านเรขาคณิตกับพัฒนาการทาง
 สติปัญญาด้านการอนุรักษ์ของเด็กในชนบทมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 ($t = 19.4872$, $P < .01$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

บทย่อ สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

บทย่อ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาว่าพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของกลุ่มเด็กนักเรียนในเมือง แตกต่างกับกลุ่มเด็กนักเรียนในชนบทหรือไม่
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนที่มีระดับอายุแตกต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กที่มีความแตกต่างกันในด้านการอนุรักษ์ และแบบแผนของการคิดให้เหตุผลตามทฤษฎีของเพียเจต์
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสังคมกับด้านเรขาคณิตกับสังคมกับการอนุรักษ์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนอายุ 6 - 12 ปี ไม่จำกัดเพศ ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา ปีการศึกษา 2521 ของโรงเรียนสังกัดกองประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร เป็นเด็กกลุ่มตัวอย่างในเมือง และสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดของจังหวัดลพบุรี เป็นเด็กกลุ่มตัวอย่างในชนบท จำนวน 120 คน แยกเป็นเด็กนักเรียนในเมือง 60 คน และเด็กนักเรียนในชนบท 60 คน แบ่งเป็น 3 ระดับอายุ คือ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี และ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี การสุ่มโรงเรียนและนักเรียนใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา

วิธีการดำเนินการค้นคว้า

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนที่สุ่มได้ตามระดับอายุที่ระบุไว้
2. นำเด็กที่เลือกได้ไปทำการทดสอบส่งกับคำถามการอนุรักษ์ทั้ง 3 ชนิด คือ การอนุรักษ์ความยาว การอนุรักษ์สสาร และการอนุรักษ์ของเหลว การทดสอบใช้วิธีทดสอบเป็นรายบุคคล บันทึกผลการทดสอบตลอดจนแบบแผนของการคิดให้เหตุผล และให้คะแนนของแต่ละคนไว้
3. นำเด็กที่ได้ทดสอบในข้อ 2 เสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดสอบส่งกับคำถามเรขาคณิต ซึ่งมีทั้งทดสอบเป็นกลุ่ม และทดสอบรายบุคคล แล้วให้คะแนนไว้
4. นำคะแนนที่ได้จากข้อ 2 และข้อ 3 มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนส่งกับคำถามเรขาคณิต ระหว่างเด็กในเมือง กับเด็กในชนบทและระหว่างเด็กที่มีส่งกับคำถามการอนุรักษ์กับเด็กที่ไม่มีส่งกับคำถามการอนุรักษ์ ใช้ t -test
2. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนส่งกับคำถามเรขาคณิตระหว่างเด็กที่มีระดับอายุต่างกัน 3 ระดับอายุ และระหว่างเด็กที่มีส่งกับคำถามการอนุรักษ์ ซึ่งมีแบบแผนการคิดให้เหตุผลต่างกัน 3 แบบ ใช้ ANOVA และเมื่อพบว่า ตัวแปรที่ทดสอบด้วย ANOVA นั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว ใช้สถิติ q -statistic แบบ Newman-Keuls Method ทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่
3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนส่งกับคำถามเรขาคณิตกับคะแนนส่งกับคำถามการอนุรักษ์ แบบ Pearson correlation coefficient และทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วย t -test

สรุปผลการค้นคว้า

1. พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนในเมืองและเด็กนักเรียนในชนบทไม่แตกต่างกัน
2. พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนที่มีระดับอายุต่างกัน จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งเด็กนักเรียนในเมืองและเด็กนักเรียนในชนบท กล่าวคือ เด็กนักเรียนระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงกว่าเด็กนักเรียนที่มีระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี เด็กนักเรียนระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงกว่าเด็กนักเรียนที่มีระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต ระหว่างเด็กนักเรียนที่มีสังคมกับการอนุรักษ์กับเด็กนักเรียนที่ไม่มีสังคมกับการอนุรักษ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้งเด็กนักเรียนในเมืองและเด็กนักเรียนในชนบท
4. พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนที่มีสังคมกับการอนุรักษ์ ซึ่งมีแบบแผนการคิดให้เหตุผลต่างกัน จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 กล่าวคือ เด็กนักเรียนที่มีแบบแผนการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับจะมีสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงกว่าเด็กนักเรียนที่มีแบบแผนการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเด็กนักเรียนที่มีแบบแผนการคิดให้เหตุผลแบบชดเชยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเด็กนักเรียนที่มีแบบแผนการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์กับแบบชดเชยไม่พบว่าแตกต่างกัน
5. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตและด้านการอนุรักษ์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8858 และ 0.9314 สำหรับเด็กนักเรียนในเมืองและเด็กนักเรียนในชนบทตามลำดับ

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนในเมืองเปรียบเทียบกับเด็กนักเรียนในชนบททุก ๆ ตัวแปร

ผลการศึกษาพบว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบทไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แต่อย่างไรก็ตามเมื่อสังเกตจากข้อมูลจะพบว่าเด็กนักเรียนในเมืองมีแนวโน้มที่จะมีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงกว่าเด็กนักเรียนในชนบท กล่าวคือ ในระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี เด็กนักเรียนในเมืองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.5 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 40.91 % ในขณะที่เด็กนักเรียนในชนบทมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 19.5 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 35.45 % ที่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี เด็กนักเรียนในเมืองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.7 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 74.00 % ในขณะที่เด็กนักเรียนในชนบทมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 35.55 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 64.64 % และที่ระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี เด็กนักเรียนในเมืองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 47.15 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 86.36 % ในขณะที่เด็กนักเรียนในชนบทมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 44.85 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 81.55 % สาเหตุที่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างมีน้อยเกินไป ซึ่งทำให้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกว้างมาก จึงน่าจะมีการศึกษาต่อไป โดยเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นอีก และเมื่อพิจารณาตามระดับอายุทั้ง 3 ระดับแล้วพบว่า เด็กนักเรียนในเมืองและเด็กนักเรียนในชนบท มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ เด็กนักเรียนในเมืองที่มีระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี และ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี ได้คะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตเท่ากับ 22.50, 40.70 และ 47.15 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 40.91 % 74.00 % และ 86.36 % ตามลำดับ ส่วนเด็กนักเรียนในชนบทได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.50, 35.50 และ 44.85 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 35.45 %, 64.64 %

และ 81.55 % ตามลำดับ แสดงว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตจะต่างกันเมื่อระดับอายุต่างกัน ตรงกับข้อสรุปของ โลเวลล์ (Lovell. 1966 : 107) ซึ่งได้ศึกษาสังคมเกี่ยวกับ Space บางอย่างเพื่อทดสอบผลงานที่เพียเจต์ทำไว้เกี่ยวกับการจำแนกรูปทางโทโปโลยี และรูปทางเรขาคณิตแบบยูคลิดที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นโค้ง (รูปวงกลมรูปครึ่งวงกลม และรูปรี) ซึ่งสรุปไว้ว่า ความสามารถของเด็กในเรื่องดังกล่าวแต่ละระดับอายุ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะสังเกตได้ว่าที่ระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี ทั้งเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าในระดับอายุนี้ เด็กนักเรียนมีสังคมกับด้านเรขาคณิตต่ำมาก และเมื่อพิจารณาตามสังคมย่อยทั้ง 11 สังคมแล้ว สำหรับเด็กนักเรียนในเมืองจะเข้าใจสังคมย่อยที่ 4 (สังคมเกี่ยวกับการวัดมุม) และสังคมย่อยที่ 5 (สังคมเกี่ยวกับตำแหน่งของจุดที่อยู่ใน 2 มิติ) ก่อนสังคมอื่น ๆ เพราะมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของสังคมย่อยที่ 2, 8 และ 11 (สังคมเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ในการสร้างระยะทาง, สังคมเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่งและการอนุรักษ์ความยาว และสังคมเกี่ยวกับการอนุรักษ์และการวัดปริมาตรตามลำดับ) ซึ่งเป็นสังคมย่อยที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ในระดับอายุนี้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูตาราง 14 และภาพประกอบ 3) นอกจากนี้ สังคมย่อยที่ 4 และ 5 ดังกล่าว ยังมีคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่ง ซึ่งสังคมย่อยอื่น ๆ อีก 9 สังคม มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่ง จึงสรุปได้ว่า สำหรับเด็กนักเรียนในเมืองที่มีระดับอายุ 6 ปี 1 เดือน - 8 ปี มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตต่ำมาก มีเพียงบางสังคมเท่านั้นที่เด็กสามารถเข้าใจได้ในระดับอายุนี้ คือ สังคมเกี่ยวกับการวัดมุม และสังคมเกี่ยวกับตำแหน่งของจุดที่อยู่ใน 2 มิติ ซึ่งตรงกับข้อสรุปของเพียเจต์และอัลเฮลเดอร์ (Piaget and Inhelder. 1960 : 411p.) ที่ว่า เด็กที่อยู่ใน Stage 2 อายุ 5 - 7 ปี จะมีสังคมบ้างไม่มีบ้าง คำตอบที่ได้มีลักษณะเป็น Intermediate Response เรียกกระชั้นว่า Transitional สำหรับเด็กนักเรียนในชนบทที่ระดับอายุนี้ก็เช่นกัน

อาจกล่าวได้ว่า ยังอยู่ในระดับ Transitional เช่นเดียวกับเด็กนักเรียนในเมือง นอกจากคะแนนเฉลี่ยของเด็กนักเรียนทั้งหมดไม่เกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มแล้ว ยังมีคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าเด็กนักเรียนในเมืองที่ระดับอายุเดียวกันนี้อีก แต่อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ข้อมูลไม่พบว่าแตกต่างกันระหว่างพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กในเมืองกับในชนบทในระดับอายุนี้ดังได้กล่าวมาแล้ว แต่ถ้าจะพิจารณาตามสังคมย่อยทั้ง 11 สังคมไปแล้ว สำหรับเด็กนักเรียนในชนบทจะเข้าใจสังคมย่อยที่ 7 (สังคมเกี่ยวกับปัญหาของโลกัสของจุด ทั้งลักษณะเส้นตรงและวงกลม) ก่อนสังคมอื่น เพราะเป็นสังคมย่อยสังคมเดียวในระดับอายุนี้ ที่มีคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่ง และจากการวิเคราะห์ข้อมูลสังคมย่อยที่ 7 นี้ มีความแตกต่างกับสังคมที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลอันนี้สอดคล้องกับการทดลองสอนของชาห์ (Shah, 1969 : 127 - 128) ซึ่งได้ทดลองสอนวิชาเรขาคณิต และโทโปโลยีแก่เด็ก เพื่อศึกษาว่าเด็กระดับอายุใดจะเรียนเรขาคณิตเรื่องใดได้บ้าง ผลการทดลองของชาห์ ปรากฏว่าเด็กวัย 7 - 8 ปี สามารถเรียนเรื่องการสมมาตรของวัตถุโดยใช้จุด เส้น และระนาบเป็นศูนย์กลางของการสมมาตร ซึ่งมีจุดประสงค์เกี่ยวกับการวัดโลกัสของจุดของการศึกษารั้งนี้

สำหรับพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนในระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี จากการศึกษารั้งนี้พบว่า ส่วนใหญ่เด็กจะเข้าใจสังคมย่อยเกือบทุกสังคม มีบางสังคมเท่านั้นที่เด็กระดับอายุนี้ยังไม่เข้าใจ สังเกตได้จากคะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนในระดับอายุนี้ ทั้งเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบทมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.7 และ 35.55 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 74.00 % และ 64.64 % ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตามสังคมย่อยทั้ง 11 สังคมไปแล้ว สำหรับเด็กนักเรียนในเมืองพบว่า สังคมย่อยที่ 9 (สังคมเกี่ยวกับกลไกของวงกลม และส่วนประกอบของส่วนโค้ง) เด็กในระดับอายุนี้ยังไม่มีสังคมใดโดยมีคะแนนเฉลี่ยของสังคมที่ 9 เพียง 2.35 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 47.00 % ซึ่งจากการทดสอบเป็นรายคู่ พบว่าแตกต่างกับอีก 10 สังคมย่อยอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ส่วนอีก 10 สังกัปปย่อนั้น มีคะแนนเฉลี่ยของแต่ละสังกัปปเกินครึ่งทุก ๆ สังกัปป
 เรียงจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ สังกัปปย่อนที่ 10 (สังกัปปเกี่ยวกับการอนุรักษ์พื้นที่การ
 วัดพื้นที่และการนำพื้นที่เล็ก ๆ ที่เท่า ๆ กัน หักออกจากพื้นที่ใหญ่ที่เท่า ๆ กัน) สังกัปป
 ที่ 5 (สังกัปปเกี่ยวกับตำแหน่งของจุดที่อยู่ใน 2 มิติ) สังกัปปที่ 11 (สังกัปปเกี่ยวกับการ
 อนุรักษ์และการวัดปริมาตร) สังกัปปที่ 8 (สังกัปปเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่งและการ
 อนุรักษ์ความยาว) สังกัปปที่ 3 (สังกัปปเกี่ยวกับลักษณะส่วนย่อย ๆ ของเส้นตรง)
 สังกัปปที่ 4 (สังกัปปเกี่ยวกับการวัดมุม) สังกัปปที่ 1 (สังกัปปเกี่ยวกับการอนุรักษ์และ
 การวัดความยาว) สังกัปปที่ 7 (สังกัปปเกี่ยวกับปัญหาของโลกัศของจุด ทั้งลักษณะเส้น
 ตรงและวงกลม) สังกัปปที่ 6 (สังกัปปเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่ง) และสังกัปปที่ 2
 (สังกัปปเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ในการสร้างระยะทาง) จากการทดสอบทางสถิติ
 พอจะสรุปได้ว่า ทั้ง 10 สังกัปปย่อนที่กล่าวมาแล้วนี้ สังกัปปที่ 5, 8, 10 และ 11
 เกิดขึ้นเต็มที่พร้อม ๆ กัน นอกนั้นค่อย ๆ เกิดขึ้นตามลำดับ (ดูตารางที่ 15 และภาพ
 ประกอบ 4) ส่วนเด็กนักเรียนระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี ซึ่งอยู่ในชนบทพบ
 ว่ามีอยู่ 3 สังกัปปย่อนที่คะแนนเฉลี่ยของแต่ละสังกัปปไม่ถึงครึ่ง คือ สังกัปปย่อนที่ 6
 (สังกัปปเกี่ยวกับการเปลี่ยนตำแหน่ง) สังกัปปย่อนที่ 2 (สังกัปปเกี่ยวกับการหาความ
 สมพันธ์ของระยะทาง) และสังกัปปย่อนที่ 9 (สังกัปปการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของ
 วงกลม กลไก และส่วนประกอบของส่วนโค้ง) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยแต่ละสังกัปปเท่ากับ
 2.30, 2.40 และ 2.45 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 46.00 %, 48.00 % และ
 49.00 % ตามลำดับ สังกัปปย่อนทั้ง 3 นี้ พบว่ามีความแตกต่างกับสังกัปปที่มีคะแนน
 เฉลี่ยสูงสุด (สังกัปปย่อนที่ 5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า สังกัปปย่อนที่ 5
 (สังกัปปเกี่ยวกับตำแหน่งของจุดที่มีอยู่ใน 2 มิติ) ของเด็กในชนบทในระดับอายุนี้เกิดขึ้น
 อย่างเต็มที่ เพราะมีคะแนนเฉลี่ยถึง 4.15 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 83.00 % และต่าง
 กับสังกัปปย่อนที่ 2, 6 และ 9 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
 ส่วนสังกัปปย่อนที่ 1, 3, 4, 7, 10 และ 11 นั้น มีคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่งทั้งหมด ซึ่ง
 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันคือ เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันนั่นเอง (ดูตาราง 21 และภาพ

ประกอบ 6) สำหรับพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี ทั้งเด็กนักเรียนในเมืองและเด็กนักเรียนในชนบท จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เด็กนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีพัฒนาการของสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงทุก ๆ สังคมย่อย แสดงว่าในระดับอายุนี้มีสังคมกับด้านเรขาคณิตเต็มที่แล้ว และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มพบว่า เด็กนักเรียนในเมืองมีคะแนนเฉลี่ยถึง 86.36 % และเด็กนักเรียนในชนบทมีคะแนนเฉลี่ยถึง 81.55 % สรุปได้ว่า พัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบทไม่แตกต่างกัน จะมีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตนี้ไ้ก็ต่อเมื่อเข้าสู่ระดับอายุ 8 ปี 1 เดือน - 10 ปี และจะมีสังคมกับบริบูรณ์เมื่อเข้าสู่ระดับอายุ 10 ปี 1 เดือน - 12 ปี ซึ่งระดับอายุนี้เริ่มเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการควยนามธรรมแล้ว จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า เด็กที่จะเข้าสู่ stage 3 ของเพียเจต์ เริ่มที่อายุ 8 ปี 1 เดือน ซึ่งเพียเจต์กล่าวว่า stage 3 ของเขาจะอยู่ในช่วงอายุ 7 - 11 ปี ถิ่นว่าสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กไทยนั้นเกิดขึ้นในอายุใกล้เคียงกับเด็กชาวสวิสส์

ผลการศึกษาพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตระหว่างกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังคมกับการอนุรักษ์กับกลุ่มเด็กนักเรียนที่ไม่มีสังคมกับการอนุรักษ์ทั้งกลุ่มเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบท ปรากฏว่า ทั้งเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบทนั้น กลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสังคมกับการอนุรักษ์ที่มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตแตกต่างกับกลุ่มเด็กนักเรียนที่ไม่มีสังคมกับการอนุรักษ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 กล่าวคือ สำหรับเด็กในเมืองนั้นคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กที่มีสังคมกับการอนุรักษ์ และไม่มีสังคมกับการอนุรักษ์เท่ากับ 45.2105 และ 22.2273 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 82.20 % และ 40.41 % ตามลำดับ ส่วนสำหรับเด็กในชนบทนั้นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 43.5429 และ 18.9600 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 79.19 % และ 34.47 % ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า เด็กนักเรียนที่มีสังคมกับการอนุรักษ์มีสังคมกับด้านเรขาคณิตสูงกว่าเด็กนักเรียนที่ไม่มีสังคมกับการอนุรักษ์ทั้งเด็กนักเรียน

ในเมืองและในชนบทอย่างทั่วมทั่่น จากการศึกษาเกี่ยวกับการมีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์ และไม่มีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์นี้ ตามทัศนะของเพียเจต์นั้น เด็กที่มีพัฒนาการทางสำงกับค้ำนเรชาคณิตอยู่ใน Stage 1 จะยังไม่มีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์ (Non-conservation) เด็กที่อยู่ใน Stage 2 จะมีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์บ้าง ไม่มีบ้าง (Transitional) และเด็กที่อยู่ใน Stage 3 จะมีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งแสดงว่าเด็กที่มีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์ย่อมมีพัฒนาการทางสำงกับค้ำนเรชาคณิตดีกว่าเด็กที่ไม่มีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์ ผลการศึกษาครั้งนี้จึงสอดคล้องกับการศึกษาของเพียเจต์ และจากการศึกษาของ สมทรัพย์ สุขอนันต์ (สมทรัพย์ สุขอนันต์ 2520 : 75) พบว่าเด็กที่มีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์มีสำงกับค้ำนทางถ้อยคำแตกต่างกับเด็กที่ไม่มีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์อย่างมีนัยสำค้ำยทางสถิติ ย่อมเป็นสำงสนับสนุนได้อย่างชัดเจนว่า ขบวนการทางสติปัญญามีผลต่อพัฒนาการทางสำงกับค้ำน โดยเฉพาะในชั้นคิดด้วยรูปธรรม ซึ่งแสดงออกให้เห็นโดยการมีสำงกับค้ำนการอนุรักษ์นั้น มีความก้าวหน้าทางสติปัญญาขึ้นมหลายประการ ได้แก่ การไม่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Non-egocentric) การคิดแบบกระจายออก จากศูนย์กลาง (Decentration) การสามารถติดตามขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง (Transformation) และการคิดแบบย้อนกลับ (Reversibility) เด็กที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาถึงขั้นแล้ว ย่อมมีพัฒนาการทางสำงกับค้ำนเรชาคณิตสูงขึ้นด้วย เพราะมีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก ดังจะอธิบายต่อไป นอกจากนี้ จากการศึกษาของไวท์ (White, 1971 : 1654) ยังสนับสนุนผลการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญาที่อยู่ในชั้นของเพียเจต์ต่างกันคือ ในระหว่างชั้นคิดด้วยญาณกับชั้นคิดแบบปฏิบัติ การผลการศึกษาของเขาพบว่า ความสามารถเชิงสำงกับ (Conceptual Ability) อันประกอบด้วยการจัดจำแนกแบบเพิ่มเข้าไป (Additive Classification) การจัดจำแนกแบบพหุคูณ (Multiple Classification) และการเคลื่อนย้าย (Shift) ของเด็กชั้นคิดด้วยญาณกับชั้นคิดแบบปฏิบัติการนั้นแตกต่างกัน ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ แสดงให้เห็นว่า ความก้าวหน้าทางสติปัญญาค้ำนต่าง ๆ มีผลต่อพัฒนาการทางสำงกับค้ำนเรชาคณิตอย่างแน่นอน

2. ผลการศึกษาพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลต่างกัน

เป็นที่เข้าใจกันแล้วว่า เด็กที่อยู่ในชั้นปฏิบัติด้วยรูปธรรมจะมีความสามารถของด้านการอนุรักษ์ และมีความก้าวหน้าทางสถิติปัญญามากหลายประการ ผลการศึกษาในข้อนี้เป็นพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กซึ่งมีสังกัดด้านการอนุรักษ์ ซึ่งมีแบบการคิดให้เหตุผลต่างกัน จึงกล่าวได้ว่าเป็นผลการศึกษาสังกัดด้านเรขาคณิตของเด็กชั้นคิดด้วยรูปธรรม ซึ่งมีการคิดให้เหตุผลต่างกัน 3 แบบ คือ แบบเอกลักษณ์ แบบชดเชย และแบบย้อนกลับ ผลการศึกษาพบว่า เด็กนักเรียนที่มีสังกัดด้านการอนุรักษ์ และมีแบบแผนการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์ แบบชดเชย และแบบย้อนกลับ มีพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .001 กล่าวคือ เด็กนักเรียนที่มีการคิดให้เหตุผลแบบเอกลักษณ์ แบบชดเชย และแบบย้อนกลับ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 42.6511, 44.6500 และ 47.5556 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 77.56 %, 81.09 % และ 86.46 % ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่แล้วพบว่า การคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับมีสังกัดด้านเรขาคณิตสูงกว่าการคิดแบบชดเชย และแบบเอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ ($t = 2.9056$ $P < .05$ และ $t = 4.8985$ $P < .01$ ตามลำดับ) แสดงว่า เด็กนักเรียนที่มีการคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับจะมีสังกัดด้านเรขาคณิตดีที่สุด และเด็กนักเรียนที่มีการคิดให้เหตุผลแบบชดเชย และแบบเอกลักษณ์จะมีสังกัดด้านเรขาคณิตรองลงมาตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์ (ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์ 2515 : 140) ซึ่งได้ศึกษาความสามารถในการอ่านของเด็กที่มีการคิดให้เหตุผลตามหลักการอนุรักษ์ของเพียเจต์ พบว่า การคิดให้เหตุผลแบบย้อนกลับสัมพันธ์กับการอ่านมากที่สุด การคิดแบบชดเชยสัมพันธ์กับการอ่านรองลงมา และการคิดแบบเอกลักษณ์สัมพันธ์กับการอ่านน้อยที่สุด ถึงแม้ว่าการศึกษารังนี้จะเป็นความสัมพันธ์กับพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิต แต่ผู้วิจัยก็เชื่อว่า แบบของการคิดให้เหตุผลใน

พัฒนาการทางสติปัญญาย่อมมีอิทธิพลต่อสิ่งๆอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบสติปัญญาตามผลดังกล่าวอย่างแน่นอน

3. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านเรขาคณิตและพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านการอนุกรม

จากการศึกษาพบว่า พัฒนาการทั้งสองอย่างมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญาทั้งสองเป็น 0.8858 และ 0.9314 สำหรับเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบทตามลำดับ จากการสังเกตค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะเห็นว่ามีค่าสูงมาก ดังนั้น พัฒนาการทางสติปัญญาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านเรขาคณิต จึงน่าจะมีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ยังไม่มีใครได้ศึกษามาก่อน เป็นสิ่งที่น่าสนใจที่ควรจะต้องศึกษาค้นคว้าทฤษฎีนี้อย่างละเอียดลึกซึ้งต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า พัฒนาการทางสติปัญญาในด้านเรขาคณิตของเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบทไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะมีแนวโน้มที่จะแตกต่างกันจากการพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ย แต่ก็แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นก็แสดงว่า เด็กนักเรียนในเมืองกับเด็กนักเรียนในชนบทมีพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านเรขาคณิตอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน จึงชี้แนะให้เห็นว่า การจะจัดเนื้อหาในวิชาเรขาคณิตเบื้องต้นสำหรับเด็กนักเรียนในเมืองและชนบทได้เรียนนั้น ไม่แตกต่างกันแต่ประการใด เพียงแต่ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับเด็กในชนบท อาจจะต้องพิเศษกว่าและจัดให้มีมากกว่าเด็กนักเรียนในเมืองบ้างพอสมควร

2. สาเหตุที่การศึกษาครั้งนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อาจเป็นเพราะจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีน้อยเกินไป ฉะนั้น ในการศึกษาครั้งต่อไป จึงควรที่จะเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มากกว่านี้อีก ก็จะทำให้ได้ผลการศึกษาเป็นที่น่าพอใจ

3. ควรมีการศึกษาพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กชนบทในภาคอื่น ๆ ของประเทศไทย เพราะการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ศึกษาเฉพาะเด็กชนบทในภาคกลางเท่านั้น เด็กในชนบทของภาคอื่น ๆ อาจมีพัฒนาการที่แตกต่างกัน หรือคล้ายคลึงกันหรือไม่ เพียงใด

4. ผลการศึกษาพบว่า เด็กจะมีสังคมกับด้านเรขาคณิตและพร้อมที่จะเรียนวิชาเรขาคณิตเบื้องต้นได้ เมื่ออายุย่างเข้าประมาณปีที่ 8 เทียบกับระดับชั้นเรียนจะอยู่ประมาณชั้นประถมปีที่ 3 - 4 มีบางสังคมที่น้อยกว่าที่เด็กอายุ 8 ปี ยังไม่มีสังคมเพียงเพิ่งเริ่มจะมี แต่ก็ยังไม่มีสมบูรณ์ ดังนั้น จึงน่าจะมีการสอนวิชาเรขาคณิตเบื้องต้นกับเด็กนักเรียนชั้นประถมปีที่ 3 หรือประถมปีที่ 4 ซึ่งมีระดับอายุประมาณ 8 ปี (ปัจจุบันเริ่มสอนวิชาเรขาคณิตในชั้นประถมปีที่ 5) โดยจัดหลักสูตรให้เรียนเฉพาะบางสังคมที่นักเรียนเกิดสังคมไปแล้ว ดังได้กล่าวไว้ในอภิปรายผล ส่วนสังคมบางสังคมที่เด็กยังไม่เกิดนั้น ก็คงรอไว้ก่อนจนกว่าจะมีอายุมากกว่านั้นหรือจนกว่าจะเกิดสังคมนั้น ๆ แล้ว และเรียนอยู่ชั้นสูงขึ้นไปอีก ซึ่งควรจะได้มีการวิจัยให้ละเอียดลึกซึ้งในแต่ละสังคมย่อย ๆ อีกครั้งหนึ่ง ก็คงจะเป็นการตอบสนองแก่เด็กนักเรียน ตรงกับความพร้อมของเด็กเหล่านั้น วิชาเรขาคณิตก็อาจจะเป็นวิชาที่น่าสนใจของเยาวชนไทยทั้งหลาย และมีความตื่นตัวในวงการเรขาคณิตบ้างไม่มากนักน้อย เพราะถ้าเด็กพร้อมที่จะเรียนแล้วเขาได้เรียน เขาจะสนุกและตั้งใจเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าเด็กพร้อมที่จะเรียนแล้วเขาไม่ได้เรียน หรือขัดเยียดให้เขาเรียนเมื่อเขายังไม่พร้อม เด็กเหล่านั้นจะเกิดความคับข้องใจ ผลที่ได้ก็จะไม่ดีเท่าที่ควร

5. ควรศึกษาพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตของเด็กในระดับอายุเดิมนี่แต่แยกระดับย่อยเป็นระดับอายุละ 1 ปี เพราะถึงแม้ว่าพัฒนาการทางสังคมกับด้านเรขาคณิตตามที่เพียเจต์บ่งไว้ว่า จะเกิดสังคมในช่วง 2 - 3 ปีก็ตาม แต่หากถ้าจะศึกษาในช่วงระดับอายุละ 1 ปีแล้ว ก็จะสามารถพิจารณาสังคมของเด็กได้ละเอียดลึกซึ้งและถี่ถ้วนยิ่งขึ้น

6. พัฒนาการทางสติปัญญานั้น มีผลต่อความพร้อมในการเรียนวิชาเรขาคณิต เด็กที่มีระดับสติปัญญาดี มีการอนุรักษ์เกิดขึ้นแล้ว เขาจะมีสังกัด้านเรขาคณิตที่ค้ำย ขอเสนอแนะสำหรับผู้เกี่ยวข้องก็คือ ควรจะจัดการสอนเรขาคณิตให้กับเด็กที่มีการอนุรักษ์แล้ว สํารวจดูว่า เด็กส่วนใหญ่จะมีการอนุรักษ์เมื่ออายุเท่าใด (ซึ่งก็ได้มีผู้ทำการวิจัยไว้แล้วหลายคน) แล้วจัดหลักสูตรหรือวางยุทธศาสตร์การเรียนการสอนวิชาเรขาคณิตให้ตรงกับระดับสติปัญญาและระดับอายุของเด็ก โดยพิจารณาว่า สังกัการอนุรักษ์ด้านใดสัมพันธ์กับสังกัด้านเรขาคณิตด้านใด และจะเกิดสังกัดเมื่ออายุเท่าใด สำหรับเด็กที่ยังไม่มีสังกัด้านการอนุรักษ์ก็ควรรอการสอนวิชาเรขาคณิตให้กับเขาไว้ก่อน เพราะว่าการพัฒนาทางสังกัด้านการอนุรักษ์มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการทางสังกัด้านเรขาคณิตสูง ก็อาจจะทำให้การเรียนวิชาเรขาคณิตของเยาวชนไทยได้ผล และมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

7. ควรจะศึกษาพัฒนาการทางสังกัด้านเรขาคณิตสัมพันธ์กับตัวแปรเกี่ยวกับสังกัด้านการอนุรักษ์อื่น ๆ เช่น การอนุรักษ์จำนวน อนุรักษ์น้ำหนัก และการอนุรักษ์ปริมาตร เพื่อจะได้ทราบว่า สังกัการอนุรักษ์เหล่านั้น จะสัมพันธ์กับพัฒนาการทางสังกัด้านเรขาคณิตมากน้อยประการใด

8. ควรจะศึกษาพัฒนาการทางสังกัด้านเรขาคณิต โดยเลือกศึกษาเฉพาะแต่ละสังกัดย่อยว่า เด็กพร้อมที่จะมีสังกัดชนิดนั้นละเอียดยิ่งเพียงใด โดยวิเคราะห์รายละเอียดให้ลึกลงไปอีก ซึ่งน่าจะเป็นแนวความคิดที่น่าสนใจของนักวิจัยรุ่นหลัง ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

การฝึกหัดครู, กรม เอกสารสัมนาผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการ
ศึกษาระดับสูง หน่วยศึกษานิเทศก์จัดพิมพ์ 2507, 121 หน้า

ดวงเดือน ศาสตร์ภักดิ์ การศึกษาเปรียบเทียบเด็กไทยเชื้อชาติไทยกับเด็กไทยเชื้อ
ชาติจีน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการอ่าน การรับรู้ทางสายตา
และแบบของการคิดให้เหตุผลตามหลักการอนุรักษ์ของเพียเจต์ ปรินญาณิพนธ์
กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 122 หน้า อัครสำเนา

เอกสารประกอบการสอนวิชาทฤษฎีของเพียเจต์ ม.ป.ป. 78 หน้า
อัครสำเนา

ทัศนีย์ อ่องไพบูลย์ "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนชั้นมัธยมของโรงเรียน
รัฐบาลในจังหวัดพระนคร" การวิจัยการศึกษา กองการวิจัย กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ 4 : 18 สิงหาคม 2503

วิชาการ, กรม รายงานสัมมนาครุศึกษาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
2504, 48 หน้า

ศุภชัย คันศิริ การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดรวบยอดของเด็กในเมืองและ
เด็กในชนบทในด้านกาจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่าง ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 97 หน้า อัครสำเนา

สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ การทดลองสอนสังเกตทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
แก่เด็กไทยระดับ 7 - 8 ปี รายงานการวิจัยฉบับที่ 20 มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ ประสานมิตร 2519, 278 หน้า

สมทรัพย์ สุขอนันต์ พัฒนาการแห่งสังเกตทางถ้อยคำของเด็กชั้นประถมศึกษาปี่ประถมศึกษา
ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 85 หน้า
อัครสำเนา

สมัย เหล่าวานิชย์ การศึกษาความสามารถในการสร้างมโนภาพเกี่ยวกับโทโปโลยี
และเรขาคณิตแบบยูคลิดของเด็กไทยในระดับอายุ 3 - 10 ปี ปรินูญานิพนธ์
 กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 102 หน้า อัดสำเนา

สุชาติ รัตนกุล คณิตศาสตร์แบบปัจจุบัน เล่ม 2 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
 2510, 118 หน้า

ลีปนันท เกตุทัต อุทิศ นาคสวัสดิ์ และ พัทยา สายหนู "การอภิปรายเรื่องการศึกษา
 กับการพัฒนาประเทศครั้งที่ 3" วิทยาราย 5 : 21 - 26 กรกฎาคม 2513.

อรนุช หลิมประเสริฐ การศึกษาเปรียบเทียบเด็กในเมืองและในชนบทเกี่ยวกับ
พัฒนาการของสังกัดไปในเรื่องการอนุรักษ์ความยาวและปริมาตรกับการอบรมเลี้ยงดู
 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520,
 91 หน้า อัดสำเนา

อุทัย แก้วขาว ความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างความคิดรวบยอดและการอ่านของเด็ก
นักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาน
 มิตร 2515, 109 หน้า อัดสำเนา

Adler, Irving. A New Book at Geometry. New York, The New American
 Library, 1967. 414p.

Adrin, Pinard. "The Topological Nature of Child's Early Spatial
 Representation," Psychological Abstract. 41 : 252,
 December, 1967.

Augustine, Charles H. "Topic in Geometry and Point Set Topology
 a Pilot Study," The Arithmetic Teacher. 16 : 407-412,
 October, 1964.

Bruner, Jerome. The Process of Education. Cambridge,
 Massachusetts, Harward University, 1960. 97p.

Dienes, Z.P. Mathematics in the Primary School. London,
 Machmillan & Co., Ltd., 1969. 257p.

Duckworth, Eleanor. "Piaget Rediscovered," The Arithmetic
 Teacher. 11 : 496 - 499, November, 1964.

- Fan, Chung, Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Reproduced in Thailand by Permission of Education Testing Service Princeton, U.S.A., n.d. 32p.
- Ferguson, George A. Statistic Analysis. London, McGraw-Hill Kogakusha Ltd, 1971. 492p.
- Fravell, J.H. The Developmental Psychology of Jean Piaget. Princeton N.J. : Van Ostrand, 1963. 345p.
- Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. Bombay, Vakins, Feffer and Simons Privated Ltd., 1966. 491p.
- Ginsbury, H. and S. Oppen. Piaget's Theory of Intellectual Development. New Jersey, Eglewood Cliffs, Prentice-Hall Inc., 1970. 237p.
- Glass, Gene V. and Julian C. Stardley. Statistical Method in Education and Psychology. New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1970. 596p.
- Goodnow, J.J. and G. Bethon. "Piaget's Task : The Effects of Schooling and Intelligence," Child Development. Vol. 37 : 573 - 582, 1966.
- Hildreth, Gertrude H. Introduction to the Gifted. New York, McGraw-Hill, 1966. 572p.
- Irving, Adler. "Mental Growth and the Art of Teacher," The Mathematics Teacher. 8 : 706 - 715, December, 1966.
- Land, Frank. The Language of Mathematics. London, John Murray, 1964. 264p.
- Lemos, M. De. "Studies of Conservation in Aboriginal Children," Dissertation Abstract. 46 : 5360-A, February, 1966.
- Lindquist, D.F. Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education. Boston, Houghton Mifflin, 1956. 393p.
- Lovell, K. The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts in Children. Forward by Barbel Inhelder 5th. ed., London University Press, 1966. 158p.
- Nyiti, Raphael M. "The Development of Conservation in the Meru Children of Tanzania," Child Development. Vol. 47 No. 4 : 1122 - 1124, December, 1976.

- Opper, Sylvia. Intellectual Development in Thai Children.
Doctoral Thesis. Cornell University, 1971. 325p. mimeographed.
- Piaget, Jean. "How Children Form Mathematical Concept," in
Contemporary Reading in General Psychology. Boston,
Houghton Mifflin, 1959. 385p.
- Piaget, Jean. The Origins of Intelligence in Children. trans.
by Margaret Cook., New York, International University Press,
Inc., 1952. 419p.
- Piaget, Jean. Cognitive Development in Children. in R.E. Ripple
& V.N. Rockcastle (Eds.), Cornell University, 1964. 380p.
- Piaget, J. and Barbell Inhelder. The Psychology of the Child.
trans. by Helen Weaver., New York, Basic Book, Inc., 1969.
173p.
- Piaget, J., Barbell Inhelder and Alina Szeminska. The Child's
Conception of Geometry. trans. from the French by E.A.
Lunzer. 68 - 74 Carter Lane London, E.C. 4, Broadway House,
Routledge and Kagan Paul Ltd., 1960. 411p.
- Shah, Sair Ali. "Selected Geometric Concept Taught to
Children Ages Seven to Eleven," The Arithmetic Teacher.
16 : 119 - 128, February, 1969.
- Smedslund, J. "The Acquisition of Conservation of Substance
and Weight in Child," Scandinavian Journal of Psychology.
Vol. 2 : 85 - 87, 1961.
- Unesco Institute for Education. Mathematics Reform in the
Primary School. Hamburg, Unesco Institute for Education,
1967, 130p.
- Walker, H.M. Statistical Inference. New York, Henry Holt and
Company, 1953. 510p.
- White, Kathleen M. "Conceptual Style and Conceptual Ability
in Kindergarten through the Eight Grade," Journal of Child
Development, 42 : 1652 - 1656, 1971.
- Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design.
New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1962. 672p.

ກາດຜນວກ

สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าเฉลี่ยของคะแนน

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2. การหาค่าความแปรปรวน

$$s^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละค่า

ยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคนในกลุ่ม

3. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธี K-R 20

$$r_{tt} = \frac{n}{(n-1)} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

4. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2 กลุ่ม

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

เมื่อ t	แทน ค่าที่จะใช้ในการพิจารณา t-distribution
$\bar{X}_1, \bar{X}_2$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
s_1^2, s_2^2	แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
n_1, n_2	แทน จำนวนคนในกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวน

$$F = \frac{MS_{\text{between}}}{MS_{\text{within}}}$$

เมื่อ F	แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน F-distribution
MS_{between}	แทน ค่า Mean Square ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา
MS_{within}	แทน ค่า Mean Square ภายใน

ถ้าพบว่าคะแนนเฉลี่ยของตัวแปรที่ทำการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ก็ทำการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ต่อไป โดยใช้ q - statistic แบบ Newman-Kuel

6. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

เมื่อ r	แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\sum XY$	แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนน X กับ Y
$\sum X, \sum Y$	แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X และ Y ตามลำดับ
$\sum X^2, \sum Y^2$	แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X และ Y แต่ละค่า ยกกำลังสองตามลำดับ
N	แทน จำนวนคนในกลุ่ม

7. การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่จะใช้พิจารณาใน t -distribution

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

แบบทดสอบสิ่งพิมพ์ด้านเรขาคณิตตามแนวความคิดของเพียเจต์

แบบทดสอบสังกัดบ้านเราศึกษิตตามแนวความคิดของเพียเจต์

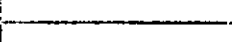
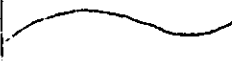
ชื่อ อายุ.....ปี.....เดือน
 เพศ.....เรียนอยู่ชั้น.....โรงเรียน.....

คำแนะนำ

ข้อสอบจะแบ่งเป็นตอน ๆ ทั้งหมดมี 7 ตอน นักเรียนจะต้องทำทีละตอน ตั้งแต่ตอนที่ 1 เรื่อย ๆ ไปจนถึงตอนที่ 7 แต่ละตอนจะมีคำอธิบายวิธีทำไว้ให้นักเรียนอ่านคำอธิบายของตอนนั้น ๆ ให้เข้าใจก่อนลงมือทำ ครูจะอธิบายวิธีทำให้นักเรียนเข้าใจอีกครั้งหนึ่ง ถ้านักเรียนไม่เข้าใจตอนใด ข้อใด ให้ยกมือขึ้นถามครู

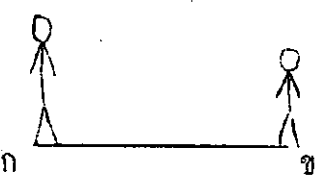
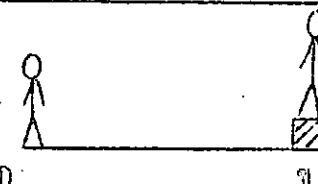
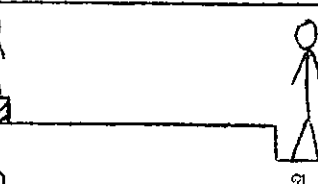
ตอนที่ 1

แต่ละข้อจะมีเชือก 2 เส้น คือ เชือก ก และเชือก ข ให้นักเรียนเลือกตอบว่า เชือก ก และ เชือก ข นั้น เส้นใดยาวกว่า หรือว่าเท่ากัน แล้วกา (X) ลงบนหัวข้อที่นักเรียนเลือกเพียงข้อเดียว

1.	ก  ข 	ก. เชือก ก ยาวกว่า เชือก ข ข. เชือก ข ยาวกว่า เชือก ก ค. เชือก ก และเชือก ข ยาวเท่ากัน
2.	ก _____ ข _____	ก. เชือก ก ยาวกว่า เชือก ข ข. เชือก ข ยาวกว่า เชือก ก ค. เชือก ก และเชือก ข ยาวเท่ากัน
3.	ก _____ ข _____	ก. เชือก ก ยาวกว่า เชือก ข ข. เชือก ข ยาวกว่า เชือก ก ค. เชือก ก และเชือก ข ยาวเท่ากัน
4.	ก  ข 	ก. เชือก ก ยาวกว่า เชือก ข ข. เชือก ข ยาวกว่า เชือก ก ค. เชือก ก และเชือก ข ยาวเท่ากัน
5.	ก  ข 	ก. เชือก ก ยาวกว่า เชือก ข ข. เชือก ข ยาวกว่า เชือก ก ค. เชือก ก และเชือก ข ยาวเท่ากัน

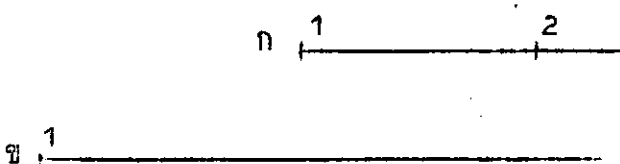
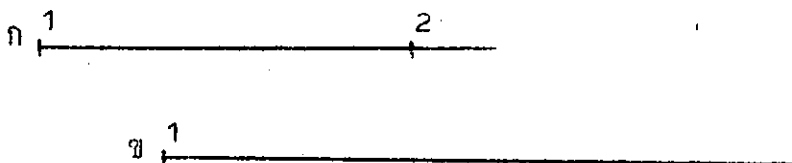
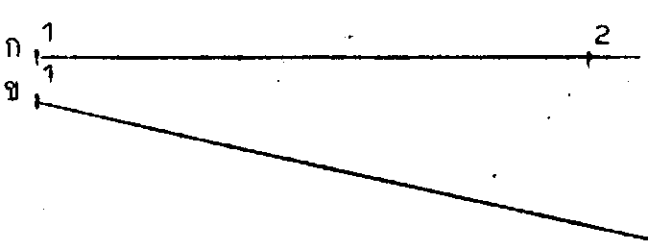
ตอนที่ 2

ให้นักเรียนดูรูปข้างล่างแต่ละข้อ ซึ่งจะมีคนยืนอยู่ 2 คน สมมติให้ชื่อ ก และ ข ยืนอยู่คนละตำแหน่งกัน แล้วเลือกคำตอบข้อใดข้อหนึ่งเพียงข้อเดียว ซึ่งพิจารณาจากรูปของแต่ละข้อนั้น ๆ โดยกา (X) ลงบนหัวข้อที่นักเรียนเลือก

6.		ก. ระยะทางจาก ก ถึง ข เท่ากับระยะทางจาก ข ถึง ก ข. ระยะทางจาก ก ถึง ข ไกลกว่าระยะทางจาก ข ถึง ก ค. ระยะทางจาก ก ถึง ข ใกล้กว่าระยะทางจาก ข ถึง ก
7.		ก. ระยะทางจาก ก ถึง ข เท่ากับระยะทางจาก ข ถึง ก ข. ระยะทางจาก ก ถึง ข ไกลกว่าระยะทางจาก ข ถึง ก ค. ระยะทางจาก ก ถึง ข ใกล้กว่าระยะทางจาก ข ถึง ก
8.		ก. ระยะทางจาก ก ถึง ข เท่ากับระยะทางจาก ข ถึง ก ข. ระยะทางจาก ก ถึง ข ไกลกว่าระยะทางจาก ข ถึง ก ค. ระยะทางจาก ก ถึง ข ใกล้กว่าระยะทางจาก ข ถึง ก
9.		ก. ระยะทางจาก ก ถึง ข เท่ากับระยะทางจาก ข ถึง ก ข. ระยะทางจาก ก ถึง ข ไกลกว่าระยะทางจาก ข ถึง ก ค. ระยะทางจาก ก ถึง ข ใกล้กว่าระยะทางจาก ข ถึง ก
10.		ก. ระยะทางจาก ก ถึง ข เท่ากับระยะทางจาก ข ถึง ก ข. ระยะทางจาก ก ถึง ข ไกลกว่าระยะทางจาก ข ถึง ก ค. ระยะทางจาก ก ถึง ข ใกล้กว่าระยะทางจาก ข ถึง ก

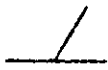
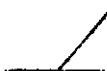
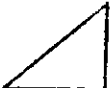
ตอนที่ 3

แต่ละข้อจะมีเส้นตรง 2 เส้น คือ เส้นตรง ก และเส้นตรง ข ให้นักเรียนวัดความยาวบนเส้นตรง ข จากจุดเริ่มต้น (1) จนถึงจุดที่มาถึง (2) ให้มีระยะทางเท่ากับจากจุดเริ่มต้น (1) จนถึงจุดที่มาถึง (2) บนเส้นตรง ก แล้วทำเครื่องหมายขีด (1) พร้อมกับใส่เลข 2 กำกับบนเส้นตรง ข เช่นเดียวกับเครื่องหมายบนเส้นตรง ก

11	
12	
13	
14	
15	

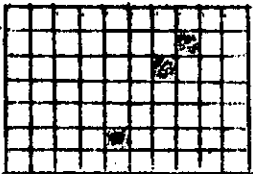
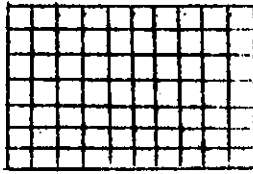
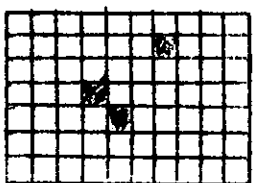
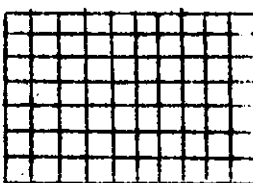
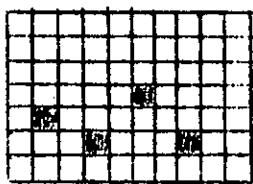
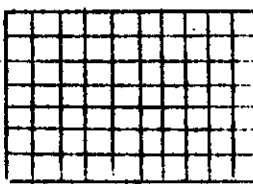
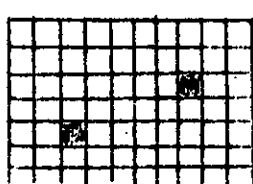
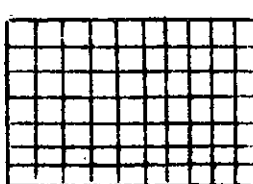
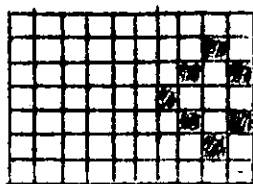
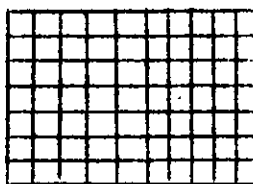
ตอนที่ 4

แต่ละข้อจะมีภาพที่กำหนดให้ 1 ภาพ ให้นักเรียนเลือกภาพใดภาพหนึ่งในข้อ ก., ข. หรือ ค. เพียงข้อเดียวที่มีรูปร่างและขนาดเท่ากับภาพที่กำหนดให้มากที่สุด โดยกาเครื่องหมาย (X) ลงบนหัวข้อที่นักเรียนเลือก

16.		ก. 	ข. 	ค. 
17.		ก. 	ข. 	ค. 
18.		ก. 	ข. 	ค. 
19.		ก. 	ข. 	ค. 
20.		ก. 	ข. 	ค. 

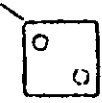
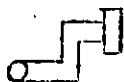
ตอนที่ 5

แต่ละข้อจะมีภาพที่กำหนดให้คือภาพ ก ให้นักเรียนระบายด้วยดินสอหรือปากกาลงในช่องสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ในภาพ ข ให้เหมือนกับในภาพ ก ทุกประการ

21.	ก. 	ข. 
22.	ก. 	ข. 
23.	ก. 	ข. 
24.	ก. 	ข. 
25.	ก. 	ข. 

ตอนที่ 6

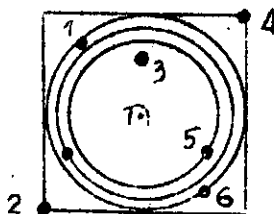
แต่ละข้อจะมีภาพที่กำหนดให้ 1 ภาพ ทางซ้ายมือของนักเรียน และมีภาพให้เลือก
อีก 3 ภาพ ให้นักเรียนเลือกภาพใดภาพหนึ่งในข้อ ก., ข. หรือ ค. เพียงข้อเดียวที่เป็น
ภาพที่มีลักษณะเหมือนภาพที่กำหนดให้แต่หมุนไปครึ่งรอบ (180°) โดยกาเครื่องหมาย (x)
ลงบนหัวข้อที่นักเรียนเลือก

26.		ก. 	ข. 	ค. 
27.		ก. 	ข. 	ค. 
28.		ก. 	ข. 	ค. 
29.		ก. 	ข. 	ค. 
30.		ก. 	ข. 	ค. 

ตอนที่ 7

ให้นักเรียนดูภาพของแต่ละข้อ แล้วเลือกคำตอบข้อใดข้อหนึ่งเพียงข้อเดียว จากคำถามที่เกี่ยวข้องกับภาพนั้น ๆ

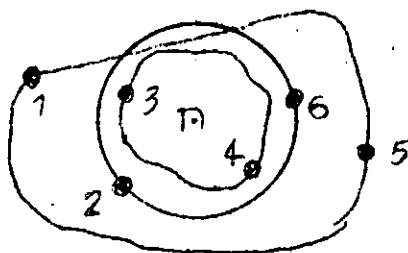
31.



มีจุดกลมดำเล็ก ๆ อยู่ 2 จุด ที่อยู่ห่างจากจุด ก เท่า ๆ กัน จุดกลมดำ 2 จุดนั้น คือจุดหมายเลข

- ก. จุดหมายเลข 1 กับจุดหมายเลข 6
- ข. จุดหมายเลข 2 กับจุดหมายเลข 4
- ค. จุดหมายเลข 3 กับจุดหมายเลข 5

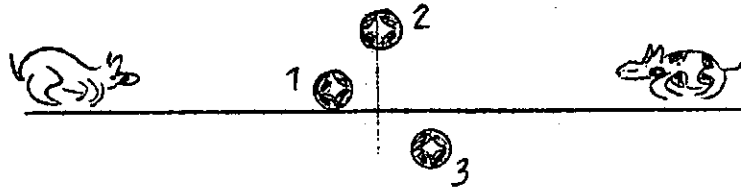
32.



มีจุดกลมดำเล็ก ๆ อยู่ 2 จุด ที่อยู่ห่างจากจุด ก เท่า ๆ กัน จุดกลมดำ 2 จุดนั้น คือ จุดหมายเลข

- ก. จุดหมายเลข 1 กับจุดหมายเลข 5
- ข. จุดหมายเลข 2 กับจุดหมายเลข 6
- ค. จุดหมายเลข 3 กับจุดหมายเลข 4

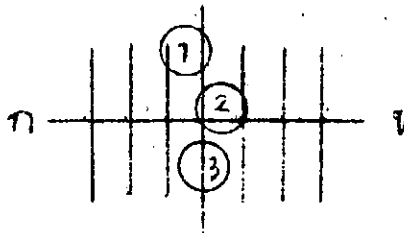
33.



ลูกบอลลูกใดอยู่ห่างจากเจ้าขาว และเจ้าดำเท่า ๆ กัน

- ก. ลูกที่ 1
- ข. ลูกที่ 2
- ค. ลูกที่ 3

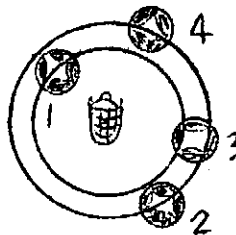
34.



วงกลมเล็ก ๆ วงใดที่อยู่ห่างจากจุด ก กับจุด ข เป็นระยะทางเท่ากัน

- ก. วงที่ 1
- ข. วงที่ 2
- ค. วงที่ 3

35.



มีลูกบอลอยู่ 2 ลูกที่อยู่ห่างจากพระกร้าเท่า ๆ กัน ลูกบอล 2 ลูกนั้น คือลูกใด

- ก. ลูกที่ 1 กับลูกที่ 3
- ข. ลูกที่ 3 กับลูกที่ 4
- ค. ลูกที่ 2 กับลูกที่ 4

คำ PH PL p r และ $\triangle$

ของ

แบบทดสอบวัดสิ่งกีดขวางเรขาคณิต

ตาราง 28 แสดงค่า PH PL p r และ Δ ของแบบทดสอบวัดสติปัญญาเรขาคณิต

ข้อที่	PH	PL	p	r	Δ	ข้อที่	PH	PL	p	r	Δ
1.	.80	.63	.72	.21	10.7	19.	.87	.59	.74	.35	10.4
2.	.92	.21	.59	.71	12.1	20.	.85	.38	.63	.50	11.7
3.	.91	.28	.62	.65	11.8	21.	.92	.63	.79	.41	9.8
4.	.85	.61	.74	.30	10.5	22.	.88	.70	.80	.26	9.7
5.	.92	.21	.59	.71	12.1	23.	.89	.68	.79	.29	9.7
6.	.90	.10	.50	.77	13.0	24.	.88	.64	.77	.32	10.1
7.	.88	.08	.47	.77	13.3	25.	.92	.65	.80	.38	9.6
8.	.94	.30	.66	.68	11.4	26.	.83	.38	.62	.47	11.8
9.	.92	.21	.59	.71	12.1	27.	.84	.32	.59	.53	12.1
10.	.92	.12	.53	.77	12.7	28.	.85	.38	.63	.50	11.7
11.	.84	.14	.49	.68	13.1	29.	.65	.10	.35	.59	14.5
12.	.80	.26	.53	.54	12.7	30.	.74	.26	.50	.48	13.0
13.	.74	.24	.49	.50	13.1	31.	.89	.49	.71	.47	10.8
14.	.90	.35	.65	.59	11.5	32.	.83	.35	.60	.50	12.0
15.	.91	.46	.71	.52	10.8	33.	.61	.40	.51	.21	12.9
16.	.89	.66	.78	.32	9.8	34.	.88	.61	.76	.35	10.2
17.	.80	.58	.69	.26	11.0	35.	.59	.33	.46	.27	13.4
18.	.86	.64	.76	.29	10.2						

ประวัติการศึกษา

นายชัยรัตน์ อุดมเดชะ เกิดเมื่อวันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2493
ณ จังหวัดลพบุรี มีประวัติการศึกษาดังต่อไปนี้

สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียนรัตนานิเบศร จังหวัดนนทบุรี
เมื่อ พ.ศ. 2509

สำเร็จจากโรงเรียนวิศวกรรมรถไฟ แผนกการช่างกล เมื่อ พ.ศ. 2512

สำเร็จจากวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม เมื่อ พ.ศ. 2516

สำเร็จจากวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ แผนกประโยคครูมัธยม เมื่อ พ.ศ. 2517

สำเร็จจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปริญญาการศึกษามัธยมศึกษา
เอกนิเทศ เมื่อ พ.ศ. 2520

เข้าศึกษาที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร หลักสูตรปริญญาการ
ศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกจิตวิทยาพัฒนาการ ระหว่าง พ.ศ. 2520 - 2522.