

บทที่ 2  
วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหา  
เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และเหตุผลเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 11" ผู้วิจัยได้ศึกษา  
เอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
  - 1.1 ความหมายของตรรกศาสตร์
  - 1.2 ความหมายของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
  - 1.3 ประเภทของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
  - 1.4 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับการคิดหา  
เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
2. การคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม
  - 2.1 ความหมายของนามธรรม
  - 2.2 ความหมายของการคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม
  - 2.3 การพัฒนาความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม
  - 2.4 การวัดความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมและ  
แบบทดสอบดี เอ ที
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 3.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ



## การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

### ความหมายของตรรกศาสตร์

ขุนประเสริฐศุภมาตรา (2494: 12) ให้นิยามว่า "ตรรกวิทยา คือวิชาที่ว่าด้วยเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งจะต้องใช้ในการคิดหรือตรึงตรองหาเหตุผลอย่างถูกต้อง"

กิริติ บุญเจือ (2512: 179) ให้นิยามว่า "ตรรกศาสตร์ คือวิชาที่ว่าด้วยธรรมชาติและหลักเกณฑ์การใช้เหตุผล เหตุผลเป็นสิ่งที่คิดไว้ในสมองและแสดงออกมาให้รับรู้โดยใช้ภาษา จะเป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียนก็ได้"

ปานใจ สุขสวัสดิ์ (2517: 3) ให้นิยามว่า "ตรรกวิทยาเป็นวิชาที่ว่าด้วยหลักการและวิธีการของการใช้เหตุผล เพื่อให้เราใช้ความคิด ภาษาพูดและภาษาเขียนอย่างมีเหตุผล ไม่ก่อให้เกิดความสำคัญผิด ไม่เข้าใจคนอื่นผิด ๆ และรู้จักตัดสินปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล"

วิลเลียม ชานเนอร์ (William Shaner 1959: 3) กล่าวว่า "การคิดในทางตรรกศาสตร์ ช่วยในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพและสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นการช่วยในการตัดสินใจของมนุษย์"

เออร์วิง เอ็ม โคปี (Irving M. Copi 1969: 1) กล่าวว่า "ตรรกศาสตร์เป็นศาสตร์ของการคิดให้เหตุผล"

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น นอสรุปได้ว่า ตรรกศาสตร์ คือวิชาที่ว่าด้วยหลักการและวิธีการของการใช้เหตุผล ซึ่งจะช่วยในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผลและถูกต้องยิ่งขึ้น

### ความหมายของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการที่จะสรุปผลจากเหตุหรือข้อความที่กำหนดให้หรือที่ตั้งขึ้น และผลสรุปนั้นจะต้องเกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผลและเป็นความจริงตามข้อความที่กำหนดให้หรือที่ตั้งขึ้น



ประเภทของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

โจเอล คัปเปอร์แมน และอาเธอร์ เอส แมคเกรด (Joel Kupperman and Arther S. McGrade 1966: 21) ได้แบ่งการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ออกเป็น 2 วิธีคือ การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) และการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning)

การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้าง (Premise) ไปยังข้อสรุป (Conclusion) ซึ่งข้อสรุปนั้นเป็นข้อสรุปที่จำเป็นจะต้องสมเหตุสมผล ถ้าการสรุปผลไม่สมกับเหตุผลที่กำหนดขึ้น เรียกว่าไม่สมเหตุสมผล

กีรติ บุญเจือ (2516: 4) ได้ให้ความหมายของการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยว่า "คือวิธีการพิสูจน์โดยอ้างข้อความทั่วไปที่แน่ใจได้ก่อนไปสนับสนุนข้อความทั่วไปที่แน่ใจได้ภายหลัง หรือสนับสนุนประสบการณ์เฉพาะหน่วยให้แน่ใจยิ่งขึ้น"

ตัวอย่างของการให้เหตุผลแบบนิรนัย

- เหตุ
1. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิดมีปอด
  2. กระท่ายทุกชนิดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- ผล
3. กระท่ายทุกชนิดมีปอด

การวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยนั้น อาศัยหลักใหญ่ ๆ 2 ประการคือ ตัวปฏิบัติการคิด 16 ตัว (The Sixteen Binary Operation) และการใช้เหตุผลแบบซิลโลจิสซึม (Syllogism) ซึ่งหลักแต่ละประการมีรายละเอียดดังนี้

1. หลักเกี่ยวกับตัวปฏิบัติการคิด 16 ตัว ซึ่ง บี อินเฮลเดอร์ และ เจ เพียเจต์ (B. Inhelder and J. Piaget 1958: 103-104) ได้กล่าวถึงตัวปฏิบัติการคิด 16 ตัวที่ใช้เป็นหลักในการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย ตัวปฏิบัติการคิดทั้ง 16 ตัวใช้เชื่อมประพจน์ 2 ประพจน์เข้าด้วยกัน ผลแห่งการเชื่อมประพจน์จะได้ประพจน์ใหม่ที่ถูกต้องตามหลักตรรกวิทยา ตัวปฏิบัติการเหล่านี้ได้แก่

1.1 การเลือกใช้เหตุผล (Disjunction) ใช้สันธาน "หรือ" เป็นตัวเชื่อม เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า  $p \vee q$  การเชื่อมประพจน์เป็นไปในลักษณะที่ว่า ถ้าประพจน์ใดประพจน์หนึ่งเป็นจริง หรือเป็นจริงทั้งสองประพจน์ การเชื่อมด้วยตัวปฏิบัติการเลือกโดยใช้เหตุผลก็จะเป็นจริง

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $p \vee q = (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (p \cdot q)$

(เมื่อ  $p$  แทนประพจน์  $p$  เป็นจริง,  $\bar{p}$  แทนประพจน์  $p$  เป็นเท็จ  
 $q$  แทนประพจน์  $q$  เป็นจริง,  $\bar{q}$  แทนประพจน์  $q$  เป็นเท็จ)

1.2 รูปนิเสธของการเลือกโดยใช้เหตุผล (Negative of Disjunction) รูปนิเสธของ  $(p \vee q)$  กล่าวคือ  $\overline{(p \vee q)}$  เป็นเท็จ เมื่อ  $p$  เป็นเท็จ และ  $q$  เป็นเท็จ

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ นิเสธของ  $(p \vee q) = (\bar{p} \cdot \bar{q})$

1.3 การรวมโดยใช้เหตุผล (Conjunction) หมายถึง  $p$  เป็นจริง และ  $q$  เป็นจริง มีความหมายตรงกับคำว่า "และ" ใช้สัญลักษณ์  $p \cdot q$

1.4 รูปนิเสธของการรวมโดยใช้เหตุผล (Negative of Conjunction) หมายถึง  $(p \cdot q)$  ไม่เป็นจริง แสดงว่า  $p$  หรือ  $q$  เป็นเท็จ หรือเป็นเท็จทั้งสองประพจน์

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ นิเสธของ  $(p \cdot q) = (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$

1.5 การเป็นเหตุเป็นผลหรือตัวเงื่อนไข (Implication) ใช้สันธาน "ถ้า...แล้ว..." เป็นตัวเชื่อมประพจน์ เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า  $p \supset q$  หมายความว่า ถ้าประพจน์หนึ่งเป็นจริงแล้ว จะทำให้อีกประพจน์หนึ่งเป็นจริงด้วย

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $(p \supset q) = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$

1.6 รูปนิเสธของตัวเงื่อนไข (Negative of Implication) เป็นการบอกว่าเงื่อนไขเป็นเท็จ หมายความว่า  $p$  เป็นจริง แต่  $q$  เป็นเท็จ

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ นิเสธของ  $(p \supset q) = (p \cdot \bar{q})$



1.7 รูปกลับของตัวเงื่อนไข (Converse Implication)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $(q \supset p) = (p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$

1.8 รูปนิเสธของรูปกลับของตัวเงื่อนไข (Negative of Converse Implication)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ นิเสธของ  $(p \supset q) = (\bar{p} \cdot q)$

1.9 การเท่ากัน (Equivalence) ใช้สัญธาน "...ก็ต่อเมื่อ..."

เชื่อมประพจน์

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $p=q$  หมายถึง  $p$  เป็นจริง และ  $q$  เป็นจริง หรือ  $p$  เป็นเท็จ และ  $q$  เป็นเท็จ

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $(p=q) = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$

1.10 รูปนิเสธของการเท่ากัน (Negative of Equivalence)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $(p \vee \vee q) = (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q)$

1.11 รูปความสัมพันธ์โดยอิสระ  $p$  ต่อ  $q$  (Independence of

$p$  to  $q$ )

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $p[q] = (p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q})$

1.12 รูปนิเสธของความสัมพันธ์โดยอิสระของ  $p$  ต่อ  $q$

(Negative of Independence of  $p$  to  $q$ )

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $\bar{p}[q] = (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$

1.13 รูปความสัมพันธ์โดยอิสระของ  $q$  ต่อ  $p$  (Independence of  $q$  to  $p$ ) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $q[p] = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q)$

1.14 รูปนิเสธของความสัมพันธ์โดยอิสระของ  $q$  ต่อ  $p$

(Negative of Independence of  $q$  to  $p$ )

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $\bar{q}[p] = (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$

1.15 สัจนิรันดร์ (Tautology)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $p * q = (p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$

1.16 ความเท็จโดยรูปแบบ (Contradiction) หมายความว่า ไม่มีอะไรเลย (0) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ นิเสธของ  $(p * q) = 0$

2. การใช้เหตุผลแบบซิลโลจิสซึม เป็นการคิดหาเหตุผลแบบนिरนัย ตามแนวของอะริสโตเติล (Aristotle) ซึ่งเรียกว่า ซิลโลจิสซึม ก็เป็นโครงสร้างการคิดหาเหตุผลแบบนिरนัย (T.J. Smiley 1973: 136) เพราะว่าการคิดหาเหตุผลแบบซิลโลจิสซึม ก็เป็นการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้างไปยังข้อสรุป เช่นเดียวกับหลักการคิดหาเหตุผลแบบนिरนัย ซึ่งซิลโลจิสซึม คือการอ้างเหตุผลที่มีโครงสร้างหรือแบบแผนตายตัว ประกอบด้วยประโยคตรรก 3 ประโยค โดยที่สองประโยคแรกเป็นข้อเสนอหรือหลักฐาน ส่วนประโยคที่สามเป็นข้อสรุปหรือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์

ตัวอย่างของการให้เหตุผลแบบซิลโลจิสซึม

ถ้าแมวร้องเหมียว ๆ แล้ว มันจะต้องหิว ถ้าแมวหิวแล้ว เขาต้องหาอาหารให้มัน เพราะฉะนั้น ถ้าแมวร้องเหมียว ๆ แล้ว เขาต้องหาอาหารให้มัน

สำหรับการวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนिरนัยนั้น สรุปได้ว่า ต้องอาศัยตัวปฏิบัติการคิดที่สำคัญ ๆ คือการรวบรวมโดยใช้เหตุผล (Conjunction) การเลือกโดยใช้เหตุผล (Disjunction) การเป็นเหตุเป็นผล (Implication) การเท่ากัน (Equivalence) รูปนิเสธของตัวเชื่อมทั้ง 4 ตัวข้างต้น และรวมเอาหลักซิลโลจิสซึมด้วย

การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการคิดที่เริ่มจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ แล้วพยายามหากฎหรือหลักทั่วไปที่รวมส่วนย่อยเหล่านั้นเข้ามาไว้ นั่นคือ เป็นการคิดหาเหตุผลจากส่วนย่อยไปยังส่วนรวม

กวีติ บุญเจือ (2516: 4) ให้ความหมายของการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยว่า "เป็นการพิสูจน์เฉพาะหน่วยที่แน่ใจแล้ว ไปสนับสนุนข้อความทั่วไปที่ยังไม่แน่ใจ ให้มีความแน่ใจมากขึ้น"





เซอร์เบิร์ต แอล ซีเยเลส (Herbert L. Searles 1956: 229-230) ได้กล่าวว่า "การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย ต้องอาศัยการสรุปรวบยอด การอุปมาอุปไมย การจัดเข้าพวก การลำดับของตัวเลข ฉะนั้น การคิดแบบอุปนัย จะเริ่มจากสิ่งเฉพาะรายหลาย ๆ สิ่ง เพื่อที่จะสรุปเป็นหลักใหญ่"

การวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยนั้น สามารถแบ่ง ออกเป็น 4 ตอนคือ

ตอนที่ 1 การอุปมาอุปไมย (Analogy) วัดความสามารถด้านวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ ซึ่งจะต้องวิเคราะห์คำถามและหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของและ เรื่องราวต่าง ๆ แล้วขยายหลักการนั้นออกไปสู่สิ่งอื่นหรือสถานการณ์อื่นที่มีความสัมพันธ์เป็นทำนองเดียวกัน หรือลักษณะเดียวกันกับของเดิม ซึ่งอาจเป็นทางด้าน โครงสร้าง หน้าที่ หรือคุณลักษณะต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เหมาะสมกันมากที่สุด

รูปแบบของคำถาม โจทย์จะกำหนดคำหรือภาพมาให้คู่หนึ่ง คำหรือภาพ ที่กำหนดให้นั้นจะสัมพันธ์กันในทางใดทางหนึ่ง แล้วให้หาคำหรือภาพที่มีความสัมพันธ์ กับคำหรือภาพที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ศาสนา : โบสถ์ \_\_\_\_\_ การศึกษา : \_\_\_\_\_

ตอนที่ 2 การลำดับตัวเลข คือความสามารถในการที่จะเข้าใจ และ เห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน หรือปริมาณมากน้อย

รูปแบบของคำถาม โจทย์จะกำหนดตัวเลขมาให้ชุดหนึ่ง แล้วให้สังเกต ตัวเลขในชุดนั้นว่าแต่ละตัวเปลี่ยนแปลงไปด้วยกฎเกณฑ์ใด อย่างไร แล้วหาตัวเลข ตัวถัดไปของเลขชุดนั้น

ตัวอย่าง 1, 2, 5, 10, 17, 26, \_\_\_\_\_

ก. 33      ข. 35      ค. 37      ง. 39      จ. 41

ตอนที่ 3 การจัดเข้าพวก เป็นความสามารถในการจำแนก การแยก สิ่งของออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยยึดโครงสร้าง

หน้าที่ รูปร่าง ลักษณะ คุณสมบัติเฉพาะ ฯลฯ เป็นหลักในการเปรียบเทียบกับกลุ่มนั้น ๆ รูปแบบของคำถามจะมี 2 ลักษณะคือ

รูปแบบของคำถาม โจทย์จะกำหนดคำถามให้ชุดหนึ่ง ซึ่งเป็นพวกเดียวกันหรืออยู่ในประเภทเดียวกันกับคำที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ชุมพร สุราษฎร์ธานี ตรัง ยะลา \_\_\_\_\_

ก. ระยอง ข. หาดใหญ่ ค. กระบี่ ง. จันทบุรี จ. ตรวด

รูปแบบคำถามอีกลักษณะหนึ่ง จะกำหนดคำถามให้ 5 คำ ซึ่งจะมีอยู่ 4 คำที่มีเครื่องหมายคล้ายกัน คืออยู่ในประเภทเดียวกัน และจะมีอยู่คำหนึ่งที่แตกต่างออกไป ไม่เข้าพวกกับข้ออื่น ๆ ให้หาคำที่ไม่อยู่ในประเภทหรือพวกเดียวกัน

ตัวอย่าง คำในข้อใดที่ไม่เข้าพวกกับคำที่กำหนดให้

ก. หู ข. ตา ค. ลิ้น ง. ฟัน จ. จมูก

ตอนที่ 4 การสรุปรวบยอดและหลักการคิดให้เหตุผลแบบอุปนัยของจอห์น สจวร์ต มิลล์ (John Stuart Mill 1989: 253-264) เป็นความสามารถในการใช้เหตุการณ์ที่กำหนดให้มา ซึ่งประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อยแล้วสรุปผลตามข้อความนั้น ซึ่งจะต้องพิจารณาให้รอบคอบว่า จะสรุปผลอย่างไรจึงจะถูกต้องด้วยเหตุและผล

มิลล์ ได้รวบรวมวิธีการสรุปผลแบบอุปนัยเอาไว้สำหรับตรวจดูความสัมพันธ์ของกรณีต่าง ๆ ว่าเป็นเหตุผลต่อกันหรือไม่ วิธีการดังกล่าวเรียกว่า วิธีการอุปนัยของมิลล์ ซึ่งมี 4 วิธีคือ

1. วิธีหาความสอดคล้องกัน (Method of Agreement) ในประสบการณ์หลายครั้ง ถ้ามีสาเหตุเดียวกันทุกครั้งและมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้งก็สรุปได้ว่าสาเหตุนั้นเป็นสาเหตุของผลนั้น เช่น ถ้าเราถูกคุณแม่อีหลายครั้ง และแต่ละครั้งที่ถูกตีเจ็บ เราก็สรุปได้ว่าการตีเป็นสาเหตุของความเจ็บ

2. วิธีหาความแตกต่าง (Method of Difference) ในประสบการณ์หลายครั้งที่มีสาเหตุเดียวกันและมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้ง ต่อมาเมื่อมีสาเหตุอื่น



เข้าแทรกเพิ่มเข้ามา และเกิดผลที่แตกต่างออกไป ก็สรุปสาเหตุที่แทรกเพิ่มเข้ามานั้นเป็นสาเหตุของผลที่แตกต่างออกไป เช่น เคยถูกคุณแม่ตีหลายครั้งและเจ็บทุกครั้ง ครั้งหลังสุดรู้ตัวก่อน จึงนุ่งกางเกงข้างในบุหนั่ง จึงรู้สึกเจ็บและคัน ก็สรุปได้ว่า การนุ่งกางเกงบุหนั่งข้างในเป็นสาเหตุของอาการคัน

วิธีหาความสอดคล้องและแตกต่างร่วมกัน (Method of Agreement and Difference) ในการสำรวจส่วนมาก เรามักจะต้องการรู้ทั้งสาเหตุที่สอดคล้องและแตกต่างกัน ร่วมกันไป ซึ่งเรามักจะทำได้ควบคู่กัน เช่น คำ แดง เขียว ขาว ขี้ เดินทางทัศนจักรร่วมกัน ตอนเย็นปรากฏว่ามีอาการปวดท้องทุกคน เขียวนอกจากจะปวดท้องแล้วยังท้องเดินด้วย ให้หาสาเหตุของอาการปวดท้องและท้องเดิน

เราตั้งประเด็นสงสัยว่า การปวดท้องและท้องเดินคงจะมีสาเหตุมาจากอาหาร จึงได้ถามดูว่า แต่ละคนรับประทานอาหารอะไรกันบ้างตลอดวัน ผลจากการได้ถามพบว่า

คำ	รับประทาน	ข้าว	แกงไก่	ห่อหมก	ปลาทอดไก่	
แดง	รับประทาน	ข้าว	แกงไก่		ปลาทอดไก่	ฝรั่งดอง
เขียว	รับประทาน	ข้าว	แกงไก่	ห่อหมก		ฝรั่งดอง เครื่องในวัว ปูเค็ม
ขาว	รับประทาน	ข้าว	แกงไก่	ห่อหมก		เครื่องในวัว ขนมจีน
ขี้	รับประทาน		แกงไก่	ห่อหมก	ปลาทอดไก่	เครื่องในวัว ขนมจีน

เราก็สรุปทันทีว่า สาเหตุของอาการปวดท้องของทุกคนน่าจะเป็นแกงไก่ (ความสอดคล้อง) และสาเหตุของอาการท้องเดินของเขียวเพียงคนเดียว น่าจะเป็นปูเค็ม (ความแตกต่าง) ข้อสรุปที่ได้มานี้ มีคุณค่าเพียงระดับน่าจะเป็นไปได้เท่านั้น จะยืนยันแน่นอนแล้วยังไม่ได้ ถ้าทดสอบได้ก็ให้ทดสอบดูเพื่อเพิ่มความน่าจะเป็นให้สูงขึ้น ใกล้เคียงความแน่นอนมากขึ้น



3. วิธีหาส่วนที่เหลือ (Method of Residues) ในประสบการณ์เดียวกัน ถ้ามีสาเหตุเกิดผลหลายอย่างร่วมกัน ถ้าเรารู้ว่าสาเหตุใดทำให้เกิดผลใดให้เราหักออกเสียสาเหตุที่เหลือก็จะเป็นสาเหตุของผลที่เหลือ

ตัวอย่าง วันหนึ่งไปซื้อเสื้อ กางเกง หมวก รองเท้า กระเป๋า รวมเป็นเงิน 200 บาท จำได้ว่าเสื้อราคา 20 บาท กางเกง 30 บาท หมวก 15 บาท รองเท้า 50 บาท กระเป๋าราคาเท่าไรจำไม่ได้ เราจะได้ราคากระเป๋าโดยวิธีหาส่วนที่เหลือ คือรู้ว่าของทั้ง 5 สิ่งเป็นสาเหตุรวมกันให้เกิดผลต้องจ่ายเงิน 200 บาท เมื่อรู้ว่า 4 สิ่งเป็นสาเหตุให้เกิดผลอะไรบ้างก็หักออกไป ส่วนที่เหลืออีก 85 บาท ก็จะเป็นการจ่ายอันเกิดจากซื้อกระเป๋านั้นเอง ในกรณีนี้จะได้ผลสรุปแน่นอนแม่นยำ เพราะได้รู้สาเหตุว่ามีจำนวนจำกัด มีอะไรบ้างและจะสามารถสำรวจได้แน่นอนทุกหน่วย แต่ถ้ากรณีใดไม่สามารถรู้จำนวนที่แน่นอนของสาเหตุ หรือไม่รู้ว่าจะมีอะไรบ้าง ก็ต้องตั้งสมมติฐานและทดสอบ ผลสรุปที่ได้ก็จะมีค่าระดับน่าจะเป็นไปได้

4. วิธีหาเหตุผลของสาเหตุต่างระดับ (Method of Concomitant Variation) ต้องระวังว่าสาเหตุเดียวกันมิใช่ว่าจะต้องให้ผลเดียวกันเสมอ เพราะถ้าสาเหตุมีระดับความเข้มข้นเปลี่ยนไปมาก ๆ ผลอาจจะเกิดขึ้นอย่างอื่นไปเลยก็ได้ เช่น รับประทานยาแก้ปวดศีรษะ 1 เม็ดไม่มีผลอะไรเลย รับประทาน 2 เม็ดทำให้หายปวดศีรษะ รับประทาน 10 เม็ดทำให้ตาย เป็นต้น

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์กับการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

เพียเจท์ ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก โดยทำการสังเกตทดสอบ และบันทึกพฤติกรรมต่าง ๆ ของเด็กอย่างละเอียด เขาเชื่อว่า พฤติกรรมของคนก็คือ การปรับตัวของร่างกายที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและการจัดระบบ สิ่งเหล่านี้เองที่ทำให้เกิดการสร้างสิ่งกับของพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้น เมื่ออินทรีย์รับรู้สิ่งแวดล้อมเข้ามา สมองก็มีการจัดระบบและการปรับตัว เพียเจท์ (Piaget



1952: 42) กล่าวว่า "การทำงานของสมองไม่สามารถแยกออกจากหน้าที่ทั้งหมดของอินทรีย์ได้ ดังนั้น สติปัญญาและกิจกรรมของมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทั้งหมด ซึ่งเป็นผลมาจากที่อินทรีย์ปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและจัดประสบการณ์"

เพียเจท์ ได้แบ่งระดับของพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็นสี่ระดับใหญ่ ดังนี้

1. **ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The Sensori-Motor Stage)** พัฒนาการสติปัญญา เป็นขบวนการซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่วันแรกที่ทารกเกิด แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า พอเด็กเกิดมาเด็กก็จะคิดได้ แต่มันหมายความว่าพฤติกรรมต่าง ๆ ของคนมีการรับรู้และเคลื่อนไหวซึ่งแสดงออกมาตั้งแต่เกิดนั้น เป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาสติปัญญาและเป็นเครื่องมือในการพัฒนาสติปัญญาต่อไป ถ้าจะลองพิจารณาในด้านอื่น ๆ พฤติกรรมของสติปัญญาในทุกุระดับอายุมีวิวัฒนาการโดยตรงมาจากพฤติกรรมในระดับตอนต้น ดังนั้น รากเงาของการพัฒนาสติปัญญาทั้งหมดก็คือพฤติกรรมในขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวในระยะต้น ๆ นั้นเอง

เพียเจท์ ได้บรรยายพัฒนาการชีวิตไว้ว่า เด็กที่มีอายุได้ 2 ปี มีการคิดแตกต่างไปจากทารกแรกเกิด เด็กเมื่อแรกเกิดนั้นแสดงการกระทำในรูปปฏิกริยาสะท้อน (reflex) แต่เพียงอย่างเดียว จนกระทั่งถึงเดือนที่สอง เด็กจึงรู้จักความแตกต่างอย่างหยาบ ๆ ของวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเขา โดยผ่านทางปฏิกริยาสะท้อนของการดูดเบื้องตัน ระหว่างเดือนที่ 4 และเดือนที่ 8 มีการทำงานประสานกันของสายตาและการสัมผัส ซึ่งเป็นแบบอย่างที่ยังเกิดขึ้นเป็นครั้งแรก ในขั้นที่ 5 เด็กจับต้องทุกสิ่งทุกอย่างที่เขาเห็นในปลายปีแรก เด็กเริ่มต้นที่จะพัฒนาความคงถาวรของวัตถุ และทราบว่าวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเขาสามารถเป็นสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เด็กมองเห็นตัวเขาเองเหมือนกับเป็นวัตถุอันหนึ่งในระหว่างวัตถุอันอื่น ๆ เด็กจึงสามารถที่จะคิดถึงวัตถุต่าง ๆ ภายในสมองอย่างถูกต้องตามหลักความเป็นจริง ความสามารถอันนี้กันให้เขาหลุดพ้นออกมาจากการรู้หรือคิดที่ได้มาจากการสัมผัสและการเคลื่อนไหว ทำให้เขาคิดสร้างหาสื่ออันใหม่ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหา โดยผ่านการปฏิบัติกาของสมอง

2. ขั้นการคิดในขั้นก่อนปฏิบัติการ (The Stage of Preoperational Thought) ในปลายขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว ซึ่งเด็กตั้งต้นสามารถที่จะแสดงการคิด แต่ไม่ถึงขั้นที่จะปฏิบัติการได้ จนกว่าจะอายุได้ 7 ปี จึงจะพัฒนาความสามารถนี้ได้เต็มที่ ดังนั้น ในช่วงก่อนจะถึงขั้นนี้จึงเป็นขั้นการเตรียมตัวเพื่อปฏิบัติการ เด็กจะมีวิวัฒนาการจากการที่เด็กทำอะไรส่วนใหญ่เนื่องมาจากประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว มาเป็นการทำอะไรที่ต้องคิดคำนึงโดยใช้สัญลักษณ์เป็นส่วนใหญ่ เด็กจะเพิ่มความสามารถทางด้านการคิดถึงสิ่งต่าง ๆ ภายในสมองมากขึ้น และพฤติกรรมที่กระทำออกไปเนื่องจากประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวจะมีน้อยลง

การพัฒนาที่สำคัญมากที่สุดในระหว่างขั้นนี้ ก็คือการพัฒนาทางด้านภาษา เมื่อเด็กมีอายุประมาณ 2 ปี เด็กจะเริ่มต้นใช้คำเป็นสัญลักษณ์ในการแทนวัตถุ คำ 1 คำจะแทนวัตถุ 1 อย่าง เมื่อตอนเริ่มต้นนั้นเด็กจะใช้คำเพียงคำเดียวในประโยคของเขา แต่ภาษาของเขาจะขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็วและคล่องแคล่ว ตัวแบบของเด็กอายุ 4 ปี ก็คือเด็กที่สามารถใช้ภาษาได้อย่างเชี่ยวชาญ เขาสามารถพูดและใช้กฎไวยากรณ์ได้ถูกต้องและเข้าใจเมื่อพูดกับใคร ๆ ในระยะนี้ เด็กจะพัฒนาเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว และเขาใช้สิ่งเหล่านี้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความคิดต่าง ๆ ซึ่งบังเกิดขึ้นได้อย่างคล่องแคล่ว

เพียเจต์ เห็นว่าพัฒนาการทางภาษา ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาการปฏิบัติงานของประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว ดังนั้นการพัฒนากิจการปฏิบัติงานของประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาสติปัญญาด้วย เมื่อภาษาพัฒนาไปนั้น ก็จะพัฒนาความสามารถของสิ่งกับควบคู่กันไปด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่า ภาษาช่วยทำให้ง่ายยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะว่า ภาษาและตัวแทนจะทำให้กิจกรรมที่เนื่องมาจากความคิดดำเนินรุดหน้ารวดเร็วมากขึ้นกว่าการปฏิบัติงานของประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวทำได้



ในขั้นนี้ ยังมีอุปสรรคต่อการพัฒนาการคิดให้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์  
ได้แก่

### 2.1 ลักษณะการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentrism)

เพียเจต์ พูดถึงพฤติกรรมและการคิดของเด็กที่อยู่ในขั้นนี้ว่า มีลักษณะยึดตัวเอง  
เป็นศูนย์กลาง เด็กไม่สามารถจะเข้าไปถึงความคิดเห็นของคนอื่น ๆ เขาเชื่อว่า  
ทุกคนคิดเหมือนเขาคิด ผลก็คือ เด็กไม่เคยสงสัยในความคิดของเขา เพราะว่า  
ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับเขานั้น เขาจะคิดว่าความคิดของเขาเท่านั้นที่น่าจะ  
เป็นไปได้ และต้องถูกต้องด้วย

ดังนั้นในขั้นนี้ เด็กจึงไม่แสดงความคิดของเขาออกมา ผลก็คือ  
เขาไม่เคยกระตุ้นความสงสัยความคิดของเขา แม้ว่าเมื่อเขาต้องเผชิญอยู่กับ  
หลักฐานที่ขัดแย้งกับความคิดของเขาก็ตาม ในกรณีเช่นนี้เด็กที่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง  
จะสรุปหลักฐานนั้นว่าผิดเพราะมันไม่สามารถเข้ากันได้กับความคิดของเขา ใน  
ความคิดของเด็กแล้ว เด็กคิดว่าความคิดของเขานั้นถูกต้อง และมีเหตุผลตามหลัก  
ตรรกศาสตร์ที่เดียว เมื่อเด็กอายุประมาณ 6 หรือ 7 ปี ความคิดของเด็กและ  
ของเพื่อน ๆ ของเขา จะเกิดความขัดแย้งกันอย่างเห็นได้ชัด จนทำให้เขาต้อง  
คิดกันและนิสุจน์เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับความคิดของคนอื่น ๆ

### 2.2 การเปลี่ยนรูป (Transformation) ลักษณะอีกอย่าง

หนึ่งของการคิดของเด็กในขั้นคิดก่อนปฏิบัติการนี้ ก็คือความไม่สามารถที่จะเปลี่ยน  
รูปในขณะที่เด็กสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องไปเป็นลำดับหรือสภาพที่บรรลุผล  
สำเร็จ เขาจะสังเกตมุ่งที่การเปลี่ยนรูปมากกว่าที่จะสังเกตรายละเอียดในลำดับ  
ขั้น หรือสภาพที่บรรลุผลสำเร็จ เขาไม่ได้มุ่งสังเกตที่ขบวนการเปลี่ยนรูป ตั้งแต่  
เริ่มต้นเปลี่ยนจนถึงขั้นสุดท้าย แต่เขาจะยับยั้งความสนใจของเขา ที่สิ่งที่ปรากฏ  
ในแต่ละขั้น เขาจะเปลี่ยนความสนใจจากสิ่งที่เขาเห็นตอนหนึ่ง แต่ไม่สามารถที่  
จะบูรณาภาพ (Integrate) ลำดับขั้นของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยชี้ถึง  
ความสัมพันธ์ตั้งแต่เกิดจนถึงที่สุดได้ ความไม่สามารถของเด็กในขั้นนี้ต่อการ

เปลี่ยนรูปเป็นสิ่งที่ซับซ้อนยิ่งพัฒนาการการคิดในการให้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ เนื่องจากเด็กไม่สามารถทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ต่าง ๆ และไม่สามารถให้ความหมายทั้งหมดโดยตลอดได้ คือไม่สามารถบอกรายละเอียดในระหว่างขั้นต่าง ๆ จนจบโดยสมบูรณ์ได้

2.3 การเข้าหาศูนย์กลาง (Centration) ลักษณะของความคิดอีกแบบหนึ่งของเด็กชั้นคิดก่อนปฏิบัติการก็คือ สิ่งที่ เพียเจต์ เรียกว่า การเข้าหาศูนย์กลาง เมื่อนำเด็กมาให้ดูสิ่งเร้าทางตาสิ่งหนึ่ง เขาก็จะมีแนวโน้มที่มีขีดจำกัดต่อการมองด้านต่าง ๆ ของสิ่งเร้า คือ เขาจะติดแน่น หรือมองเข้าไปหาศูนย์กลางของสิ่งเร้า ไม่สามารถจะสำรวจด้านต่าง ๆ ของสิ่งเร้า หรือแยกแยะกระจายสิ่งที่เขามองเห็น ผลก็คือ เขาจะรับรู้เหตุการณ์นั้นได้อย่างผิวเผิน ซึ่งจะมีผลต่อสติปัญญาด้วย เพราะเด็กในขั้นนี้ จะใช้การแลเห็นเป็นเครื่องประเมินต่อความคิดของเขา เช่น วัตถุสองแถว มีสิ่งของเท่ากัน แต่อีกแถวหนึ่งขยายให้ยาวออกไป เด็กจะให้การรับรู้เป็นเครื่องตัดสินว่า แถวขยายนั้นจะมีสิ่งของมากกว่า จนกว่าเด็กจะอายุได้ 6-7 ปี เขาจึงจะมาถึงจุดที่มองแบบแยกแยะออกจากศูนย์กลาง และนำไปใช้ประเมินผลต่อสติปัญญา คือใช้สิ่งที่เขามองเห็นควบคู่ไปกับความคิดนำมาประกอบกัน

2.4 การคิดแบบย้อนกลับ (Reversibility) เพียเจต์ยืนยันว่า ความคิดแบบย้อนกลับนี้ คือความคิดที่สามารถให้เหตุผลย้อนกลับตามแนวทางเดิมมาถึงจุดตั้งต้น เด็กที่ไม่สามารถคิดแบบนี้ นั้น จะเห็นด้วยในตอนแรกว่า แถว 2 แถวที่มีเหรียญแถวละ 8 อัน และวางยาวเท่ากัน จะมีจำนวนเหรียญเท่ากัน แต่เมื่อทำให้แถวหนึ่งยาวกว่าอีกแถวหนึ่ง (โดยวางเหรียญให้ห่างออกไป) เด็กคนนั้นจะไม่เห็นด้วยว่าทั้งสองแถวนั้นยังคงมีเหรียญในแต่ละแถวเท่าเดิม เขาจะเห็นว่าแถวที่ยาวกว่าจะมีเหรียญมากกว่า ปัญหานี้แสดงว่าเด็กไม่สามารถคิดย้อนกลับไปถึงตอนต้น เขาไม่สามารถจะรักษาความคงที่ของจำนวนเอาไว้ได้ เมื่อเขาเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงทางการรับรู้ นอกจากว่าเขาจะเป็นผู้ที่สามารถคิด



ย้อนกลับเท่านั้น จึงจะแก้ปัญหาได้ ความไม่สามารถที่จะปฏิบัติการแบบคิดย้อนกลับนี้จะเห็นได้จากกิจกรรมของความคิดทั้งหมดในขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ

### 3. ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Period of Concrete Operations)

ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมนี้จะอยู่ในช่วงอายุ 7 ปีถึง 11 ปี ซึ่งในขั้นนี้การให้เหตุผลของเด็กจะกลายมาเป็นแบบตรรกศาสตร์ (Logical) การพัฒนาที่เพียเจต์เรียกว่า Logical Operations นั่นคือวิธีการคิดให้เหตุผลในแบบตรรกศาสตร์ของเด็ก จะนำมาใช้กับปัญหาที่เป็นรูปธรรม เด็กที่อยู่ในขั้นนี้จะตัดสินใจโดยใช้สมองและเหตุผลในแบบตรรกศาสตร์มาเป็นเครื่องวัดด้านการตัดสินใจโดยใช้การรับรู้ ในไม่ช้าเด็กที่อยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม ก็จะมีสายใยสัมพันธ์กับการรับรู้ที่น้อยลงในระหว่างอายุ 7 ถึง 11 ปี เขาจะกลายเป็นผู้ที่สามารถที่จะปฏิบัติการโดยใช้สติปัญญาภายใต้ขอบเขตของกิจกรรมแห่งสติปัญญา เขาจะไม่เพ่งเล็งอยู่กับการรับรู้ของเขาและให้ความสนใจต่อการเปลี่ยนแปลง ประการที่สำคัญที่สุดคือ เด็กที่อยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมนี้ จะสามารถปฏิบัติการในแบบย้อนกลับได้ เขาจะสามารถเข้าไปมีส่วนร่วม และมีการติดต่อกับไม่ยึดถือตัวเองเป็นศูนย์กลาง อาจกล่าวได้ว่า เป็นครั้งแรกที่เด็กเริ่มมีการสังคมอย่างแท้จริงเกิดขึ้น

ปฏิบัติการแบบการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ในขั้นนี้มีการพัฒนาสามอย่าง คือ

3.1 การคิดแบบย้อนกลับ (Reversibility) เด็กจะแก้ปัญหาการคิดย้อนกลับในสิ่งตรงกันข้ามได้ และสามารถจะใช้การอนุมาน (Deduction) ได้อย่างเหมาะสม เช่น ถ้าเอาลูกบอลสามลูก ขนาดเท่ากัน แต่ต่างสีกัน (A, B, C) นำไปให้เด็กดูแล้วใส่ในกระบอก โดยเรียงลำดับ A, B, C ซึ่งเมื่อเราหมุนกระบอกไป 180 องศา เด็กในขั้นนี้จะสามารถทำนายได้ว่า เมื่อลูกบอลโผล่ออกมานั้นจะเรียงตัวในรูป C, B, A

3.2 การจัดลำดับ (Seriation) คือความสามารถในการจัดแจงส่วนสำคัญต่าง ๆ ตามที่ขนาดเพิ่มขึ้นหรือลดลง เช่น เมื่อนำไม้ขนาดยาว

แตกต่างกัน (A,B) ให้เด็กดู เด็กก็จะสามารถบอกได้ว่า A ยาวกว่า และเมื่อนำ B,C มาเทียบกัน เด็กก็จะบอกได้ว่า B ยาวกว่า เมื่อให้เขาเปรียบเทียบโดยไม่ต้องดูไม้ทั้งสามก่อน เด็กในชั้นนี้ก็สามารถเปรียบเทียบได้ เด็กจะเรียนรู้การจัดลำดับของความยาวได้เป็นสิ่งแรกประมาณอายุ 7 ปี ซึ่งเป็นระยะตั้งต้นของปฏิบัติการด้วยรูปธรรม ต่อไปก็เป็นการจัดลำดับน้ำหนัก ซึ่งเด็กจะทำได้ประมาณอายุ 9 ปี และการจัดลำดับปริมาตรจะทำได้ประมาณอายุ 12 ปี ตามที่ได้กล่าวมาพบว่า ความสามารถในการจัดลำดับของวัตถุต่าง ๆ เป็นไปตามมิติโดยเฉพาะคือ ความยาว น้ำหนัก และปริมาตร

3.3 การจำแนกแยกแยะออกเป็นประเภท (Classification) เป็นปฏิบัติการที่พาดพิงไปถึงการเปรียบเทียบของการจัดประเภทต่าง ๆ (Comparison of Classes) การแสดงออกทางด้านปฏิบัติการของเด็กในชั้นนี้ เช่น นำกล่องใบหนึ่งซึ่งภายในบรรจุลูกปัดที่ทำด้วยไม้จำนวน 20 ลูก ใน 20 ลูกนี้เป็นลูกปัดสีน้ำตาล 18 ลูก เป็นลูกปัดสีขาว 2 ลูก มาให้เด็กคนหนึ่งดู แล้วให้เด็กตรวจสอบลูกปัด ต่อจากนั้นก็ให้เขาจำแนกลูกปัดออกตามสี แล้วใส่ลงในกล่อง เมื่อเด็กทำได้จะเป็นเรื่องซึ่งว่า เด็กสามารถจำแนกเป็น โดยแยกลูกปัดสีน้ำตาลลงกล่องหนึ่ง และลูกปัดสีขาวอีกกล่องหนึ่ง และสามารถจัดจำแนกออกเป็นกล่องที่บรรจุลูกปัดไม้อีกกล่องหนึ่ง เมื่อถามเด็กในชั้นนี้ว่า มีลูกปัดไม้มากกว่าหรือว่ามีลูกปัดสีน้ำตาลมากกว่า เด็กจะตอบว่า ลูกปัดไม้มีจำนวนมากกว่าลูกปัดสีน้ำตาล เด็กในชั้นนี้นั้น สามารถที่จะพิจารณาการจำแนกออกเป็นสองชนิดได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน เขาสามารถเพิ่มเติมขึ้นต่าง ๆ และเขาสามารถย้อนกลับขบวนการได้ หลังอายุ 8 ปีหรือมากกว่านี้ เด็กจะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกประเภทย่อย (Subclass) และการจำแนกรวมทั้งหมด (Entire Class)

4. ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (The Stage of Formal Operations) อายุ 11-15 ปี เมื่อเข้าสู่วัยรุ่น เด็กจะพัฒนามาถึงขั้นสุดท้ายของพัฒนาการทางสติปัญญา ความคิดกระจายออก (Decentering) และมีกร



คิดทวนกลับอย่างสมบูรณ์ สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมอย่างไม่มีขอบเขต สามารถสรุปจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ใช้หลักเหตุผลทางตรรกศาสตร์ที่เป็นอิสระจากเนื้อหา ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก้ปัญหา เพียเจต์ ใช้ภาษาทางตรรกศาสตร์เป็นเครื่องแสดงความคิดขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม โดยใช้ข้อเสนอทางตรรกศาสตร์ เป็นสัญลักษณ์ของความคิดของบุคคลซึ่งมีพื้นฐานอยู่บน "ระบบของการรวมกัน" (Combinational System)

### การคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม

#### ความหมายของนามธรรม

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525: 438) ให้นิยามว่า "นามธรรม หมายถึง สิ่งของที่ไม่มีรูป คือรู้ไม่ได้ทางตา หู จมูก ลิ้น กาย แต่รู้ได้ทางใจ"

#### ความหมายของการคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม

มนุษย์ทุกคนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลทุกคน จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล ความสามารถทางด้านเหตุผลเป็นองค์ประกอบหนึ่งขององค์ประกอบพื้นฐานทางสติปัญญาส่วนความคิดเชิงนามธรรมนั้น เป็นที่ยอมรับกันว่าการรับรู้ด้านนามธรรมเป็นพัฒนาการขั้นสูงสุดของการเรียนรู้ ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมนั้น มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สุวรรณ สกลชา (2528: 10) ได้กล่าวไว้ว่า "ความถนัดด้านเหตุผลเชิงนามธรรม หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ การสร้างมโนภาพ การอุปมาน โดยใช้สัญลักษณ์ ที่เป็นนามธรรม"

วิลลาภา แนวจำปา (2528: 7) ได้กล่าวไว้ว่า "ความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรม เป็นคุณลักษณะประจำตัวที่จะรับรู้ในหลักการที่เป็นพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงแบบแผนการสร้างมโนภาพและคิดหาเหตุผลในสิ่งที่ไม่ใช่ภาษาหรือประสบการณ์ทางวัฒนธรรม"

นอร์แมน เลสลีย์ มูน (Norman Leslie Munn 1962: 59) กล่าวถึงความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมว่า เป็นความสามารถในการคิดรวบรวมประสบการณ์ในลักษณะที่มีความเหมือนหรือความคล้ายเข้าด้วยกัน และนำลักษณะนี้ไปสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่

จอร์จ เค. เบนเนท, ฮาโรล จี ซีซอร์ และอเล็กซานเดอร์ จี เวสมัน (George K. Bennett, Harold G. Seashore and Alexander G. Wesman 1966: 7) กล่าวถึงความหมายของความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมว่า เป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผลในสิ่งที่ไม่ใช่ภาษาและรับรู้ถึงหลักฐานของการเปลี่ยนแปลงแบบแผน โดยที่ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมนี้ เป็นความถนัดด้านหนึ่งใน 7 ด้านที่วัดได้จากแบบทดสอบความถนัดชนิดจำแนกตัวประกอบ หรือที่เรียกว่าแบบทดสอบ ดีเอที (The Differential Aptitude Test - DAT)

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมเป็นความถนัดที่เป็นความสามารถทางสมองเฉพาะด้าน และในด้านความหมายของความถนัดนั้น มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ชวาล แพร์ตกุล (2513: 1) กล่าวว่า "ความถนัดหมายถึง สมรรถวิสัยและทิศทางแห่งความเจริญงอกงามของสมองหรือเป็นขีดความสามารถขั้นสูงสุดของบุคคลที่เขาอาจมีได้ต่อการเรียนรู้และฝึกฝนในวิทยาการและทักษะต่าง ๆ ถ้าหากเขาได้รับการฝึกสอนและประสบการณ์ที่เหมาะสม"

วอลเตอร์ แวน ไคค์ บิงแฮม (Walter Van Dike Bingham 1937: 1) กล่าวว่า "ความถนัด คือ สภาวะอันแสดงความเหมาะสมของบุคคลช่วยชี้ให้เห็นศักยภาพของบุคคลว่าสามารถทำอะไรได้สำเร็จในสถานการณ์ข้างหน้าบ้าง เพราะความถนัดจะช่วยวัดในสิ่งที่เป็นผลมาจากกรรมพันธุ์ผสมกับประสบการณ์และการฝึกหัดต่าง ๆ ในอดีตที่แฝงอยู่ในตัวคน ซึ่งทำให้รู้ถึงสถานภาพของบุคคล"





จากแนวความคิดเกี่ยวกับความหมายของความถนัดตั้งที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าความถนัดเป็นคุณลักษณะประจำตัวของบุคคลที่จะสามารถเรียนรู้หรือทำงานในด้านหนึ่งด้านใดได้สำเร็จ

จากแนวความคิดที่กล่าวทั้งหมดเกี่ยวกับความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมว่า เป็นความถนัดที่เป็นความสามารถทางสมองเฉพาะด้าน และจากความหมายของความถนัด อาจสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม หมายถึง ความสามารถในการคิดหาเหตุผลในสิ่งที่ไม่ใช่ภาษา รับรู้ในหลักพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงแบบแผน

#### การพัฒนาความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม

นักการศึกษาและนักวัดผลทั้งหลายต่างมีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองจะเจริญขึ้นเมื่อได้รับการเร้าจากสิ่งแวดล้อมทั้งหลาย ซึ่งได้แก่ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตของบุคคล และบุคคลจะทำการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ยิ่งถ้ามีการตอบสนองเสมอ ๆ ทำให้เซลล์ในสมองได้รับการช่วยให้ออกปัญหาบ่อย ๆ ทำให้บุคคลผู้นั้นมีความสามารถ ดังนั้น ความสามารถทางสมองของมนุษย์มิได้มีขีดจำกัดตายตัว สามารถพัฒนาขึ้นได้เรื่อย ๆ ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม เป็นความสามารถด้านหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์และสมควรได้รับการฝึกฝน

สัวัฒนา อุกัยรัตน์ (2525: 102-103) ได้สรุปการพัฒนาการของความสามารถในการเรียนรู้ตามทฤษฎีของ เพียเจท์ ว่ามี 4 ระยะคือ ระยะรับรู้-ตอบสนอง (Sensory-Motor Period) ระยะเตรียมตัวปฏิบัติการรูปธรรม (Preoperational Period) ระยะปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operation Period) และระยะปฏิบัติการนามธรรม (Formal Operation Period) ซึ่งระยะปฏิบัติการนามธรรม ตรงกับช่วงอายุ 11-15 ปีเป็นระยะที่เด็กเริ่มคิด ในรูปของการตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน ความสามารถในขั้นนี้เป็นความสามารถขั้นสูงซึ่งมนุษย์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งตามทฤษฎีของเพียเจท์

ขั้นสุดยอดของมนุษย์คือการคิดในเชิงนามธรรม และความสามารถนี้จะเริ่มพัฒนาในระยะปฏิบัติการนามธรรม แต่เนื่องจากความจำกัดของคนส่วนใหญ่ทำให้ผู้ที่มีความสามารถปฏิบัติการนามธรรมอยู่ในระดับต่ำเป็นส่วนมาก ดังนั้น ถ้าดูตามทฤษฎีของเพียเจท์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นน่าจะอยู่ในระยะที่ปฏิบัติการนามธรรม แต่ความจำกัดของคนและความแตกต่างในตัวบุคคล เป็นเหตุให้นักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไม่มีความสามารถปฏิบัติการนามธรรมได้เหมือน ๆ กันทุกคน แม้จะมีความคิดต่อเนื่องได้ ซึ่งพัฒนาต่อเนื่องจากพัฒนาการทางกาย แต่เด็กยังอาจขาดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงนามธรรมได้

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังกล่าวมาข้างต้น ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงนามธรรมสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ โดยเริ่มพัฒนาในระยะปฏิบัติการนามธรรม ซึ่งนักเรียนที่มีความพร้อมสำหรับระยะปฏิบัติการนามธรรมอย่างเต็มที่ น่าจะเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังกล่าวทั้งหมดในข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม ครูสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้เมื่อนักเรียนมีความพร้อมและเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสม

#### การวัดความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม และแบบทดสอบดี เอ ที (The Differential Aptitude Test-DAT)

ความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมเป็นความถนัดที่เป็นความสามารถทางสมองด้านหนึ่ง นักวัดผลพยายามที่จะวัดความถนัดของแต่ละคน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้และประกอบอาชีพ เนื่องจากความถนัดเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสมอง จึงจำเป็นต้องอาศัยแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด

มีผู้ให้ความหมายของแบบทดสอบความถนัดไว้ดังนี้



ชวาล แพร่ตกุล (2518: 115) กล่าวว่า "แบบทดสอบความถนัด เป็นแบบทดสอบที่จะช่วยให้คาดคะเนว่านักเรียนคนนี้จะสามารถไปได้ไกลปานใด จะเรียนรู้สิ่งนั้นสิ่งนี้ได้เท่าไร ถ้าเขาได้รับการฝึกสอนที่เหมาะสม"

โรเบิร์ต แอล อีเบล (Robert L. Ebel 1965: 445-446) กล่าวว่า "แบบทดสอบความถนัด เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อพัฒนาตามแนวพิเศษหรือขอบเขตซึ่งเขาเหมาะที่จะรับการสอนตามแนวนั้น อาจจะเป็นความถนัดทางวิชาการ ดนตรี เสีมียน หรือความถนัดพิเศษอย่างอื่น"

แบบทดสอบ ดี เอ ที เป็นแบบทดสอบความถนัดนหุคุณที่สร้างขึ้นมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาและแนะแนวอาชีพแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 8-12 ซึ่งนับว่าเป็นเครื่องมือที่ให้ประโยชน์สูงสุดในแบบทดสอบประเภทเดียวกัน แบบทดสอบนี้สร้างในปี ค.ศ. 1947 โดย จอร์จ เค เบนเนต, ฮาร์โวล จี ซีซอร์ และ อเล็กซานเดอร์ จี เวสแมน (George K. Bennett, Harold G. Seashore and Alexander G. Wesman 1966: 1.1-1.3) มี 2 ชุดคือ ชุดเอ (Form A) กับชุดบี (Form B) แบบทดสอบนี้ได้นำมาปรับปรุง และทำให้เป็นมาตรฐานใหม่เมื่อปี ค.ศ. 1963 เปลี่ยนจากชุดเอ (Form A) เป็นชุดแอล (Form L) และเปลี่ยนจากชุดบี (Form B) เป็นชุดเอ็ม (Form M) ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน แต่ละแบบแบ่งออกเป็นแบบทดสอบย่อย 8 ฉบับดังนี้คือ

1. เหตุผลเชิงถ้อยคำ (Verbal Reasoning) วัดความสามารถในการเข้าใจภาษา การอุปมา และความคิดสร้างสรรค์
2. ความสามารถด้านจำนวน (Numerical Ability) เพื่อทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งก๊ป (Concept) ทางจำนวน และความคิดคำนวณ
3. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) วัดการรับรู้ (Perception) การสร้างมโนคติ (Conceptualizing) การอุปมาโดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับภาษา ตัวเลข หรือประสบการณ์ทางวัฒนธรรม

4. ความเร็วและความถูกต้องในงานเสมียน (Clerical Speed and Accuracy) วัดความคล่องแคล่ว ความละเอียดในการรับรู้สิ่งที่เหมือนกัน และแตกต่างกันจากตัวเลขและตัวอักษร

5. มิติสัมพันธ์ (Space Relation) วัดการมองเห็นภาพที่เกิดจากการนึกคิดและการมองเห็นภาพ 3 มิติ

6. เหตุผลเชิงกล (Mechanical Reasoning) วัดความเข้าใจ และการประยุกต์หลักของเครื่องจักรกลในการแก้ปัญหาทางเครื่องกล

7. การใช้ภาษา I - การสะกดคำ (Language Usage I - Spelling) วัดความสามารถในการจำได้ (Recognition) ในเรื่องการสะกดคำ

8. การใช้ภาษา II - ไวยากรณ์ (Language Usage II - Grammar) วัดความสามารถทางด้านไวยากรณ์ เครื่องหมายวรรคตอนและการใช้คำพูด

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

##### งานวิจัยในประเทศ

สามารถ วีรสัมฤทธิ์ (2512: 98-103) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมอง บางประการที่มีความสัมพันธ์กับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 444 คน ปีการศึกษา 2511 พบว่า ความสามารถ ด้านเหตุผลเป็นองค์ประกอบร่วมสำคัญอันหนึ่งต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ วิทยาศาสตร์

ดวงเดือน ศาสตร์ภักดิ์ (2515: 130-139) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ การคิดหาเหตุผลตามหลักการอนุรักษ์โดยวิธีวัดความสามารถในการคิดแบบทวนกลับ (Reversibility) การคิดแบบทดแทน (Compensation) และการคิดแบบอิง ลักษณะเดิม (Identity) ตามลำดับ พบว่า พัฒนาการของแบบการคิดให้เหตุผล





ตามหลักตรรกศาสตร์สูงขึ้นตามลำดับอายุ คือ เด็กที่มีช่วงอายุ 9-11 ปี มีพัฒนาการสูงกว่าเด็กกลุ่มอายุ 7-8 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ถวิล ชาราโกชน์ (2520: 61-67) ได้ศึกษาถึงการอบรมเลี้ยงดูและผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการด้านการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2519 ของโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 424 คน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

วิรัช จาปนอม (2520: 60) ได้ศึกษาการคิดให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับการคิดหาเหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนระดับอายุ 13 และ 15 ปี พบว่า กลุ่มตัวอย่างอายุ 15 ปี มีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างอายุ 13 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ถาวร รอดเทศ (2523: 87-88) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ กับความซื่อสัตย์ของเด็กไทย และเปรียบเทียบการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับความซื่อสัตย์ของเด็กไทย ที่แตกต่างกันในด้านเพศ ระดับการศึกษา กรุงเทพมหานครกับต่างจังหวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และอาชีพของผู้ปกครอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 4 จำนวน 886 คน ผลปรากฏว่า ผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีพัฒนาการทางการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์สูงกว่าผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปนิดา ศิริกุลวิเชฐ (2524: 51-53) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ปีการศึกษา 2523 จำนวน 227 คน โดยใช้แบบทดสอบการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ฉบับ คือ การคิดหาเหตุผลแบบ

นิรนัย และการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย ผลการวิจัยปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์กับคะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย มีความสัมพันธ์กันทางบวก และพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนสามารถพยากรณ์ได้โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

สุริยา ผลโพธิ์ (2527: 60) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกและความคิดสร้างสรรค์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 346 คน ผลปรากฏว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม เอ็ม คริวคแชค (William M. Cruickshak 1948: 161-170) ได้ศึกษาถึงการแก้ปัญหาเลขคณิต และการคิดหาเหตุผลของเด็กเกรด 3 อายุ 8-10 ปี พบว่า นักเรียนที่เรียนซ้ำมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลกับการแก้ปัญหาเลขคณิตดีกว่าเด็กปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดเนล แมคอีเวน จอห์นสัน (Donald McEwen Johnson 1955: 42) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์วิชาต่าง ๆ พบว่าการคิดหาเหตุผล มีความสัมพันธ์สูงสุดกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มาวิส คอว์ทลี มาติน (Mavis Doughtly Martin 1964: 2547-2548) ศึกษาสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดหาเหตุผล ความเข้าใจในการอ่าน และความคล่องในการคำนวณที่มีต่อการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิตของนักเรียนเกรด 4 จำนวน 523 คน พบว่าสมรรถภาพด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิตเท่ากับ 0.61



ฮาร์ล อาร์ ดักลาสส์ (Harl R. Douglass 1964: 489-504) ได้ศึกษาเกี่ยวกับตัวพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ตัวพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีนั้นคือ เกรดเฉลี่ยที่ผ่านมา สถิติปัญหาทั่วไป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา และแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ และโจว์ เอฟ วามพ์เพลอร์ (Joe F. Wampler 1966: 364-369) ได้ศึกษาทำนองเดียวกัน และพบว่า ความสามารถในการนิรนัยแบบอุปนัย (Induction) การคิดจำนวนเลข การให้เหตุผลแบบสรุปความ ความเข้าใจในสัญลักษณ์ และความสามารถในการมองเห็นรูปทรงเรขาคณิต เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี โดยมีสัมประสิทธิ์พหุคูณเท่ากับ 0.9502

อาร์ เอส มาตุลิส (R.S. Matulis 1969: 1079-A) ศึกษาความเข้าใจในด้านตรรกศาสตร์ คณิตศาสตร์ กับเด็กอายุ 8-18 ปี จำนวน 75,000 คน โดยใช้แบบทดสอบสองฉบับ โดยที่ฉบับที่ 1 เป็นคำถามแบบ ถ้า...แล้ว... ส่วนฉบับที่ 2 ทดสอบเกี่ยวกับตัวเชื่อมและวลีบอกปริมาณ พบว่า อายุ เชั่วรัปัญหา และสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมแตกต่างกัน จะมีผลต่อความเข้าใจทางตรรกศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ นักเรียนที่มีอายุมากกว่า เชั่วรัปัญหาสูงกว่า และสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมสูงกว่า จะมีความสามารถในการทำแบบทดสอบได้ดีกว่านักเรียนที่มีอายุน้อยกว่า เชั่วรัปัญหาต่ำกว่า และสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำกว่า ตามลำดับ เด็กที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจปานกลาง จะมีพัฒนาการของความเข้าใจทางด้านตรรกศาสตร์สูงสุดเมื่ออายุ 9-17 ปี

ที ซี โอเบรียน และ บี เจ ชาปิโร (T.C. O'Brien and B.J. Shapiro 1970: 823-829) ได้ศึกษาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับเด็กอายุ 6-13 ปี โดยใช้แบบสอบถามที่เป็นภาษาล้วน สร้างเป็นข้อความที่มีเหตุผลสรุปผล แล้วถามเด็กว่าสรุปถูกหรือผิด หรือว่ายังไม่สรุปไม่ได้ พบว่าความสามารถ



ทางการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ จะเกิดขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อช่วงอายุ 8 ปี  
ซึ่งแบ่งพัฒนาการได้ 3 ลำดับคือ

1. ระดับอายุ 6-8 ปี
2. ระดับอายุ 9-12 ปี
3. ระดับอายุ 13 ปี

โรนัลด์ อี เลชเชอร์ (Ronald E. Lesher 1971: 2487-A) ศึกษาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในระหว่างชั้นมีความแตกต่างกัน นั่นคือนักเรียนที่เรียนชั้นสูงกว่า จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนชั้นต่ำกว่า

วิลเลียม เอ็ม บาร์ท (William M. Bart 1972: 45-51) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ของนักเรียนวัยรุ่น (ระดับอายุ 13-19 ปี) พบว่า การคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ มีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุ

โลเรน ดีน เวย์ไบรท์ (Loren Dean Weybright 1972: 2779-A) ได้ศึกษาพัฒนาการและประเด็นวิธีการของความเจริญของการคิดเชิงตรรกศาสตร์ในเด็กวัยรุ่น พบว่าเมื่อนิจารณาตัวแปรตามเพศ ปรากฏว่าเด็กวัยรุ่นทั้ง 2 เพศ มีความคิดเชิงตรรกศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

จากวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ส่วนมากพบว่า การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์



งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม

งานวิจัยในประเทศ

จิต เอียดสังข์ (2511: 45-48) ได้พัฒนาแบบทดสอบความถนัดเชิงจักรกลขั้นชุดหนึ่งสำหรับนักศึกษาวิทยาลัยครูอาชีวศึกษา โดยอาศัยแนวจากแบบทดสอบ DAT ปรากฏว่าข้อทดสอบเหตุผลเชิงนามธรรม มีความยากระหว่าง 39-79% อำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.56 ความเชื่อถือได้ 0.766 และ ความแม่นยำ 0.075

พลศิริ แก้วกลางศึก (2514: 45-54) ได้ดัดแปลงแบบทดสอบเชิงภาษา ความสามารถเชิงตัวเลข และเหตุผลเชิงนามธรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบ ดีเอที (DAT) เพื่อนำมาใช้ในการแนะแนวนักเรียนไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง ความตรง และประสิทธิภาพในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบทดสอบ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรากฏว่า ความเที่ยงของแบบทดสอบเหตุผลเชิงภาษา ความสามารถเชิงตัวเลข และเหตุผลเชิงนามธรรม มีค่าเท่ากับ 0.74, 0.84 และ 0.82 ตามลำดับ และแบบทดสอบเหตุผลเชิงนามธรรมมีประสิทธิภาพในการทำนายสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมากที่สุด

สุธา สัมภาวะผล (2515: 47) ได้ทำการตรวจสอบความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบความถนัดทั่วไปฉบับภาษาไทยของ นิตตา รัชแก้ว และพลศิริ แก้วกลางศึก ซึ่งดัดแปลงมาจากแบบทดสอบดีเอทีชุดแอล โดยนำไปทดสอบนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 444 คน จากวิทยาลัยเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ผลปรากฏว่า ความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบการใช้เหตุผลเชิงภาษา การใช้เหตุผลเชิงนามธรรม ความสามารถเชิงตัวเลข มิติสัมพันธ์ การใช้เหตุผลเชิงกล และความถนัดเชิงสัมพันธ์ เป็น 0.653, 0.655, 0.420, 0.836, 0.677, และ 0.780 ตามลำดับ

วิบูลย์ บุณสุวรรณ (2518: 87-88) ได้ใช้แบบสอบถามถนัดทำนายสัมฤทธิ์ผลของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 2 ซึ่งเลือกเรียนวิชาเอกภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ จำนวน 762 คน แบบสอบถามถนัดที่นำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยแบบสอบถามย่อย 7 ฉบับ ของดีเอที มีอยู่ 5 ฉบับคือ ความสามารถเชิงตัวเลขมิติสัมพันธ์ เหตุผลเชิงภาษา เหตุผลเชิงนามธรรม และเหตุผลเชิงกล ผลจากการวิจัยปรากฏว่าคะแนนจากแบบสอบถามความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจภาษาอังกฤษ และความสามารถในการคิดใช้เหตุผลเชิงนามธรรม ร่วมกันทำนายสัมฤทธิ์ผลพวกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพในการทำนาย 23.34% แบบสอบถามความเข้าใจภาษาไทย ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงนามธรรม ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงภาษา เหตุผลเชิงกล ร่วมกันทำนายสัมฤทธิ์ผลพวกเรียนวิชาเอกสังคมศึกษา มีประสิทธิภาพในการทำนาย 8.38%

กฤตกร กล่อมจิต (2521: 78-79) ได้พัฒนาแบบสอบชุดความถนัดจำแนกด้านเหตุผลเชิงนามธรรม ผลปรากฏว่า แบบสอบมีค่าเฉลี่ยพอเหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 5 ค่าความเที่ยงสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.924 และ 0.926 ค่าสัมประสิทธิ์ความตรงตามสภาพของแบบสอบในระดับชั้นมัธยมปีที่ 5 มีความตรงกับคณิตศาสตร์ที่ระดับ 0.001

เจตนา ทองรักษ์ (2524: 39-40) ได้ศึกษาสัมพันธ์ภาพระหว่างความสามารถด้านจำนวน และเหตุผลเชิงนามธรรม กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถด้านจำนวน และเหตุผลเชิงนามธรรมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวนและด้านเหตุผลเชิงนามธรรม กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.7368 และ 0.6700 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์



กับคะแนนความสามารถด้านจำนวนและเหตุผลเชิงนามธรรมมีค่าเท่ากับ 0.7437 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

กรรณิการ์ ซีรเวทเจวีญชัย (2526: 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน มิติสัมพันธ์ และเหตุผลเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2525 จำนวน 478 คน ผลปรากฏว่า ความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยต่างประเทศ

เค อี บราวน์ และฟิลิป จี จอห์นสัน (K.E. Brown and Philip G. Johnson 1952: 3-4) ได้พยายามค้นหาเครื่องมือเพื่อใช้แยกศักยภาพในการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานหลายชุด ปรากฏว่า องค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์คือ ความเข้าใจภาษา เหตุผลเชิงนามธรรม และมิติสัมพันธ์

แพร์เลส เจ สตินสัน (Pairless J. Stinson 1959: 103-107) ได้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัด ดี เอ ที (DAT) กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจากเมืองเมเปิลวูด มลรัฐมิสซูรี ชาย 36 คน หญิง 33 คน โดยวิธีการสุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่า ได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยกับแบบสอบย่อยชุดการใช้เหตุผลเชิงภาษามีค่าเท่ากับ 0.45 เกรดเฉลี่ยกับความสามารถด้านจำนวนเท่ากับ 0.55 เกรดเฉลี่ยกับเหตุผลเชิงนามธรรมเท่ากับ 0.34 และเกรดเฉลี่ยกับความสัมพันธ์เชิงมิติเท่ากับ 0.48

ซาไบร์ อลี อัลไว (Sabir Ali Alvi 1964: 2775-2776) ต้องการศึกษว่าแบบทดสอบ ดี เอ ที เฉพาะแบบทดสอบเหตุผลเชิงภาษา ความสามารถเชิงตัวเลข เหตุผลเชิงนามธรรม มิติสัมพันธ์ และเหตุผลเชิงกล จะสามารถใช้ทดสอบเพื่อแบ่งแยกนักเรียนเข้าเรียนตามสายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

ชีวภาพ สังคมศาสตร์ และการศึกษาได้หรือไม่เพียงไร ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบ ดี เอ ที่ สามารถแยกแยะนักศึกษาดังกล่าวได้

เบอร์นาร์ด เกรย์ (Bernard Gray 1965: 352-353) ได้ทำการวิจัยโดยนำแบบสอบ ดี เอ ที่ ฟอรัมเอ ในด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำ เหตุผลเชิงนามธรรม การสะกดคำและประโยค ไปทดสอบกับคนที่สมัครเป็นทหาร เอ็น ซี โอ ออกคตคามี่ ฟอรัท บลิส เท็กซัส (N.C.O. Academy Fort Bliss Texas) ทั้งสามชั้น ผลการวิจัยปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ลำดับตำแหน่ง (Rank Oder Correlation) ระหว่างคะแนนสอบครั้งสุดท้ายกับคะแนนของ ดี เอ ที่ ได้ผล ดังนี้ ด้านเหตุผลเชิงนามธรรมกับ เอ็น ซี โอ ในห้องที่หนึ่ง สอง และสามได้ค่าสหสัมพันธ์ 0.509, 0.676 และ 0.000 ตามลำดับ

เจ พี กิลฟอร์ด และคณะ (J.P. Guilford and Others 1965: 659-681) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ในแคลิฟอร์เนีย โดยใช้แบบทดสอบหลายฉบับ สำหรับแบบทดสอบ ดี เอ ที่ ใช้เฉพาะความสามารถด้านจำนวน ความสามารถเชิงสัมพันธ์ เหตุผลเชิงนามธรรมและเหตุผลทางภาษา การวิเคราะห์ใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไปและนิพนธ์คณิตเป็นเกณฑ์ ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบทดสอบทั้ง 4 ชุดของ ดี เอ ที่ สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

โดนัลด์ เอ วูด และวิลเลียม เค เลโบลด์ (Donald A. Wood and William K. Lebold 1968: 1283-1288) ได้ใช้แบบสอบความถนัดทางการเรียนทางด้านภาษาและคณิตศาสตร์ แบบสอบย่อย ดี เอ ที่ มี 4 แบบคือ เหตุผลเชิงกล ความถนัดเชิงสัมพันธ์เชิงมิติ และเหตุผลเชิงนามธรรม กับนิสิตวิศวกรรมปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยเพอร์ดู จำนวน 616 คน ผลปรากฏว่า ด้านเหตุผลเชิงนามธรรมมีค่าสหสัมพันธ์กับเกรด วิชาคณิตศาสตร์เฉพาะวิชาสถิติ





จอร์จ เอส ซี เจียง (George S.C. Chieng 1970: A79-2) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุ การเรียนในโรงเรียน กับแบบสอบ ดี เอ ที ชุดแอล ซึ่งใช้ 3 แบบสอบย่อย คือ เหตุผลเชิงถ้อยคำ เหตุผลเชิงนามธรรม ความสัมพันธ์เชิงมิติ ผลปรากฏว่า อายุมีความสัมพันธ์กับแบบสอบย่อยรวม 3 ชุด ของ ดี เอ ที ที่ระดับ 0.05

คลิฟฟอร์ด ลี เฮาส์ (Cliford Lee House 1977: 1300-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาวิธีทำนายทักษะปฏิบัติเบื้องต้นกับอากาศยาน โดยการทดสอบกลไกทางจิต และแบบทดสอบ ดี เอ ที มี 3 แบบสอบย่อย คือ ความถนัดด้านเหตุผลเชิงนามธรรม ความสัมพันธ์เชิงมิติ เหตุผลเชิงกล กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตระดับวิทยาลัยที่มีประสบการณ์การบิน 0-6 ชั่วโมง จำนวน 33 คน ใช้คะแนนจากซิงเกอร์ เกท 1 (Singer Gat I) เป็นเกณฑ์ ผลการวิจัยปรากฏว่า ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกลไกทางจิตกับปัญหาจำลองมีค่า 0.58 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบสอบ ดี เอ ที กับคะแนนจากปัญหาจำลองด้านเหตุผลเชิงนามธรรมมีค่าสูงสุดเป็น 0.37 ด้านความสัมพันธ์เชิงมิติ 0.32 และด้านเหตุผลเชิงกล 0.15 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทดสอบกลไกทางจิต แบบสอบด้านเหตุผลเชิงนามธรรมและแบบสอบความสัมพันธ์เชิงมิติ สามารถใช้ทำนายได้ดี

จากรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม ส่วนมากพบว่า การคิดหาเหตุผลเชิงนามธรรม มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์