

## บทที่ 2

### วาระคดีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวาระคดีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยครั้งนี้ เน้นการศึกษาตัวแปรต้นเป็นสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และความถนัดทางการเรียน โดยอยู่ในหัวข้อเรื่องต่อไปนี้ คือ คอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ความถนัด และความถนัดทางการเรียน

#### คอมพิวเตอร์ (Computer)

ตามพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ ให้คำนิยามคอมพิวเตอร์ไว้ว่า เป็นอุปกรณ์ใด ๆ ก็ได้ที่สามารถรับข้อมูลเข้าไปประมวลผล แล้วให้ผลลัพธ์อยู่ในรูปแบบที่เราต้องการ ซึ่งส่วนหลักที่ประกอบกันขึ้นเป็นคอมพิวเตอร์ จะประกอบไปด้วยหน่วยความจำ หน่วยควบคุม หน่วยคำนวณผล และหน่วยกึ่งเลข - เก้าท์พุท (Input-Output) (สิน ภู่วรรณ และคณะ 2527:1-2)

#### ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์

##### การนับขนาดคอมพิวเตอร์ในยุคต้น

อุปกรณ์ที่ช่วยในการคิดเลขขั้นแรกที่สุดชิ้นหนึ่ง คือลูกคิดที่ชาวจีนคิดค้นขึ้นมาเมื่อราว 1,๗๗๐ ปีก่อนคริสต์ศตวรรษ ต่อมาพาสคาล (Pascal) นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงชาวฝรั่งเศส ได้สร้างเครื่องบวกเลขขึ้นเป็นคนแรก และนักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ ไลบ์นิทซ์ (Leibnitz) ได้ดัดแปลงเครื่องบวกเลขของพาสคาลเป็นเครื่องคิดเลขในปี พ.ศ. 24๗7 ใช้ในการ บวก ลบ คูณ และหาร นับเป็นเครื่องคิดเลขที่ค่อนข้างสมบูรณ์

ต่อมาในปี พ.ศ. 2431 โทลเลอร์ริธ (Hollerith) ได้ประดิษฐ์เครื่องคำนวณที่ก้าวหน้ายิ่งขึ้นไปอีก โดยใช้รหัสในการบันทึกข้อมูลและใช้บัตรในการป้อนข้อมูล นอกจากนี้ ในระหว่างปี พ.ศ. 2473 - 2483 คาสตราจารย์ไอเคน (Aiken) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด และคณะวิศวกรจากบริษัทไอบีเอ็ม (IBM) ได้สร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคต้นขึ้นใช้ด้วย

คอมพิวเตอร์ในช่วงแรก ระหว่างปี พ.ศ. 2494 - 2501

ในระหว่างปี พ.ศ. 2483 - 2493 มีผู้ประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ขึ้นมาหลายขนาด แต่การประดิษฐ์ที่สำคัญเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2494 เมื่อจอชลี (John Mauchly) และเอ็ดเด็ค (Eckert) ได้ประดิษฐ์เครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ได้เป็นเครื่องแรก และใช้ชื่อว่า UNIVAC 1

คอมพิวเตอร์ในช่วงที่สอง ระหว่างปี พ.ศ. 2502 - 2507

ได้มีผู้ประดิษฐ์ทรานซิสเตอร์ขึ้น และนำมาใช้อย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม มีผู้นำทรานซิสเตอร์มาใช้แทนหลอดสุญญากาศ คอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นในสมัยนี้จึงมีขนาดเล็กลง ไม่ก่อให้เกิดความร้อนมากเวลาเดินเครื่อง การทำงานแม่นยำยิ่งขึ้น และในขณะเดียวกันก็มีผู้สร้างจานแม่เหล็ก (Magnetic Disks) ขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลได้มากและรวดเร็ว ได้มีการคิดค้นเกี่ยวกับภาษาที่ใช้กับ คอมพิวเตอร์ ซึ่งส่วนมากเป็นภาษาในระดับสูง (High-Level Language) ซึ่งได้แก่ ภาษา FORTRAN และภาษา COBOL

คอมพิวเตอร์ในช่วงที่สาม ระหว่างปี พ.ศ. 2508 - 2513

นับเป็นช่วงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ เพราะใช้แผ่นชิป (Chip) แทนทรานซิสเตอร์ เป็นแผ่นเวลาดึงเคราะห์ที่มีขนาดเล็กมากมีความกว้างเพียง 1/8 นิ้ว แต่บรรจุทรานซิสเตอร์ไว้มากมาย คอมพิวเตอร์จึงมีขนาดเล็กและราคาก็ถูกลง แต่มีความแม่นยำในการทำงานสูง สามารถเก็บข้อมูลได้ในปริมาณมาก และสามารถขยายหน่วยความจำ ให้มีขีดความสามารถสูงขึ้นในภายหลังได้ ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลเข้าเครื่องได้โดยตรงด้วยการพิมพ์ข้อมูลลง ไปบนแป้นพิมพ์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายเครื่องพิมพ์ดีด ในยุคนี้มีผู้ประดิษฐ์ซอฟต์แวร์ (Software) ขึ้น ทำให้มีความสะดวกในการใช้เป็นอย่างมาก (ผดุง อารยะวิญญู 2517:9-10)

คอมพิวเตอร์ในช่วงที่สี่ ระหว่างปี พ.ศ. 2514 - 2523

มีการพัฒนา แอลเอสไอ (LSI : Large Scale Integration) ในปี พ.ศ. 2513 โดยการนำวงจรทรานซิสเตอร์หลายพันตัวมาบรรจุลงในแผ่นซิลิกอนขนาด 1/16 ตารางนิ้ว และในอีก 5 ปี ต่อมา ก็สามารถเพิ่มวงจรถกลงในเนื้อที่เท่าเดิมได้อีก เรียกว่า วีแอลเอสไอ (VLSI : Very Large Scale Integration) ทำให้ขนาดของคอมพิวเตอร์เล็กลงไปได้อีก ในขณะที่ความสามารถเพิ่มขึ้น (ชิน ภู่วรรณ และคณะ 2527:5 ; สมศรี พิกษ์ทอง 2532:48)

คอมพิวเตอร์ในช่วงที่ห้า ระหว่างปี พ.ศ. 2524 - ปัจจุบัน

หนึ่งในสิริอันดับสุดยอดของเทคโนโลยีที่สำคัญและจะต้องทำให้สำเร็จในปี พ.ศ. 2533 คือ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) การพัฒนาและศึกษาแนวทางที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความฉลาดอย่างมนุษย์ โดยมีการนำเอาหลักการและทฤษฎีของศาสตร์หลายสาขามารวมเข้าด้วยกัน เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ระบบถาม - ตอบปัญหา กระบวนการ ภาษาลิ้น (NLP : Natural Language Processing) ภาษาศาสตร์ ปรัชญา จิตวิทยา คณิตศาสตร์ เป็นต้น

การพัฒนา AI สามารถแบ่งออกได้เป็นสามกลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มแรกทำงานวิจัยโดยพยายามพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สามารถอ่าน พูด และทำความเข้าใจภาษาของมนุษย์ที่มีใช้กันอยู่โดยปกติทุกวันนี้ กลุ่มที่สองทำงานวิจัยโดยให้ความสนใจในการพัฒนาระบบ เครื่องจักรกลอัตโนมัติ หรือหุ่นยนต์ที่มีการเคลื่อนไหวและฉลาดเหมือนมนุษย์ มีการพัฒนาในด้านการมองเห็น การเรียนรู้สิ่งที่อยู่รอบข้างเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเคลื่อนที่ในพื้นที่นั้น ๆ กลุ่มสุดท้ายพยายามที่จะนำความรู้ หรือความสามารถที่มนุษย์มีมาป้อนเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ และให้คอมพิวเตอร์นำความรู้ที่ป้อนมาใช้อย่างชาญฉลาด และทำงานได้ตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญพิเศษในสาขาใด ๆ โดยเฉพาะ (สมนึก ศิริโต 2528:60-67 ; 2530 : 153)

นอกจากจะแบ่งยุคคอมพิวเตอร์ในด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) ดังกล่าวแล้ว สามารถแบ่งยุคสมัยของคอมพิวเตอร์ โดยยึดการประมวลผลข้อมูลเป็นหลัก ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ยุคดังนี้

1. ยุคของการประมวลผลข้อมูล (Data Processing Age) ได้ใช้คอมพิวเตอร์มาคำนวณงานทางด้านวิทยาศาสตร์ ใช้ภาษาภาษาฟอร์แทรน โคบอล เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคนี้ราคาแพงมาก การจัดการด้านข้อมูลส่วนใหญ่จึงเน้นในระบบ Filing System คือนำข้อมูลจำนวนมากเก็บเข้าเทป (Tape) เมื่อต้องการใช้ก็นำข้อมูลออกจากเทปมาประมวลผล

2. ยุคของข้อมูลและข่าวสาร (Information Age) การมองข้อมูลเป็นระบบมากขึ้น การประมวลผลจะพิจารณาเป็นระบบโดยการนำข้อมูลหลาย ๆ แฟ้ม มาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน และเก็บรวบรวมไว้ในส่วนกลางที่จะเรียกใช้ได้อย่างรวดเร็ว ที่เรียกว่า ฐานข้อมูล (Data Base) การทำงานใช้ระบบออนไลน์ (On Line) โดยมีฐานข้อมูลกลาง ระบบให้บริการข่าวสารข้อมูลจากฐานข้อมูลเฉพาะ มีตัวช่วยในการจัดฐานข้อมูลซึ่งเป็นซอฟต์แวร์จำนวนมาก มาตรฐานของการจัดการฐานข้อมูลก็มีหลายรูปแบบ ซึ่งเหมาะกับระบบงานที่แตกต่างกันออกไป



3. ยุคของการประมวลผลความรู้ (Knowledge Processing Age) เป็นยุคของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน การตื่นตัวของเทคโนโลยี AI ทำให้มีการหาหนทางนำเอาความรู้มาใส่ประโยชน์ให้มากขึ้น ระบบทางซอฟต์แวร์ที่กำลังวิจัยกันคือ ระบบผู้เชี่ยวชาญ ฐานความรู้ หรือแม้แต่ระบบช่วยหาคำปรึกษาและตัดสินใจต่าง ๆ การประมวลผลจึงเกี่ยวข้องกับการใช้ภาษาธรรมชาติมากยิ่งขึ้น เพื่อให้คอมพิวเตอร์เข้าใจภาษามนุษย์ได้ดีขึ้นนั่นเอง (ยีน กัวร์วอร์ธ และสมิธ ดีริโตะ 2531:135-136)

### ประเภทของคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปแล้ว เราสามารถแบ่งคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

1. อนุาลอกคอมพิวเตอร์ (Analog Computer) เป็นประเภทที่ใช้สเกล (Scale) เป็นหลักในการคำนวณ มีข้อมูลเป็นแรงงาน ความเร็ว และอุณหภูมิ แต่ไม่เป็นตัวเลข ทำงานโดยใช้สเกลทางฟิสิกส์มาเปรียบเทียบกับแถบเลขนทางคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ชนิดนี้สามารถวัดและเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ในขณะเดียวกันได้ ไม่ต้องมีหน่วยความจำ แต่ผู้ใช้ก็จำเป็นต้องทราบสูตรทางคณิตศาสตร์ ในระบบลอการิทึม ที่จะนำมาเปรียบเทียบแทนค่า เช่น สไลด์รูล เป็นต้น

2. ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (Digital Computer) คอมพิวเตอร์ประเภทนี้ทำงานได้กว้างขวางกว่าแบบแรก เพราะสามารถปรับข้อมูลที่เก็บเป็นตัวเลขและตัวหนังสือได้ มีการเก็บข้อมูลและมีหน่วยความจำ ตลอดจนสูตรคณิตศาสตร์พื้นฐานต่าง ๆ เช่น เครื่องคำนวณ (calculator) และคอมพิวเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น (Brown 1977:37)

### โครงสร้างของคอมพิวเตอร์

ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปจะอาศัยหลักการเดียวกัน คือ ให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามโปรแกรมหรือคำสั่ง ซึ่งลักษณะของคำสั่งอาจสลับซับซ้อน มีจำนวนมากมายได้ แต่อย่างไรก็ดี ลักษณะโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปจะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ

#### 1. หน่วยอินพุต-เอาต์พุต

หน่วยอินพุตเป็นส่วนที่รับข้อมูลหรือคำสั่งเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงาน รับตัวเลข หรือข้อความบางอย่างที่จะนำไปแปลความหมายด้วยเครื่อง โดยผ่านทางคีย์บอร์ด เครื่องอ่านเทปกระดาษ บัตรข้อมูล เทปหรือจานแม่เหล็ก (Disk) นอกจากนี้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้

งานควบคุม หน่วยอินพุตอาจจะเป็นหน่วยรับความรู้สึก (Sensing) บางอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความร้อน แรงดัน เป็นต้น

หน่วยเอาต์พุต ผลลัพธ์ที่ได้จากคอมพิวเตอร์ จะต้องถ่ายทอดให้ทราบความหมายได้ง่าย โดยส่งผ่านไปยังหน่วยเอาต์พุต ได้แก่ เครื่องพิมพ์ เครื่องพิมพ์เทปกระดาษ เครื่องเจาะบัตร เครื่องพิมพ์ความเร็วสูง เครื่องพล็อตกราฟ เครื่องแสดงผลบนทีวี หรือจอภาพ (CRT) นอกจากนี้ ผลลัพธ์หรือข้อมูลบางส่วนอาจส่งอย่างรวดเร็วไปยังเทปแม่เหล็ก จานแม่เหล็ก ในทำนองเดียวกับหน่วยอินพุต ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ได้รับการประยุกต์ให้ใช้เป็นเครื่องมือวัด ก็สามารถแสดงผลเป็นตัวเลขแอลอีดี (LED) หรือตัวแสดงอย่างอื่น และยังส่งผลไปควบคุม โซลินอยด์ รีเลย์ วาล์ว ในระบบควบคุมได้อีกด้วย

2. หน่วยเก็บข้อมูล หน่วยนี้ประกอบไปด้วยส่วนที่เรียกว่าหน่วยความจำ ซึ่งมีความสำคัญมากส่วนหนึ่ง เพราะจะเป็นส่วนเก็บข้อมูลทั้งหมด ที่จะนำมากระทำด้วยคอมพิวเตอร์ และยังเป็นส่วนเก็บข้อมูลคำสั่งหรือโปรแกรมให้เครื่องทำงานได้อีกด้วย

3. หน่วยคำนวณผล การคำนวณในคอมพิวเตอร์จะเกิดขึ้นในหน่วยนี้ทั้งสิ้น โดยรับข้อมูลจากหน่วยอื่นผ่านเข้ามา แล้วทำการบวก ลบ คูณหาร หรือ AND OR กับข้อมูลบางตัว ตั้งขึ้นภายในหน่วยคำนวณจึงมีรีจิสเตอร์ (Register) ที่จะเก็บข้อมูลตัวเลข รีจิสเตอร์ตัวหลักที่สำคัญมากที่สุดเรียกว่า แอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) ซึ่งอาจมีได้มากกว่าหนึ่งตัวได้

4. หน่วยควบคุม การกระทำทั้งหมดของเครื่องคอมพิวเตอร์ ควรจะเป็นไปในลักษณะของโปรแกรมการสั่งงาน หน่วยควบคุมการทำงานนี้ โดยมากจะมีลักษณะในการนำเอาคำสั่งในโปรแกรมมาถอดความหมาย แล้วควบคุมให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ตามคำสั่ง (เย็น ภู่วรรณ และคณะ 2527:3-4)

#### แป้นพิมพ์ (Keyboard)

เป็นตัวส่งอินพุตเข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ใช้กดแป้นพิมพ์ ซึ่งจะก่อให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปในเครื่องถึงหน่วย ซีพียู (CPU) ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ยอมรับข้อมูลดังกล่าว หน่วยซีพียูก็จะส่งข้อมูลนี้ไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำ แล้วเครื่องจะทำงานต่อไปตามคำสั่ง

## อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล (Peripheral Device for Storing Data)

อุปกรณ์ในข้อนี้มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลต่าง ๆ ทำให้สะดวกในการใช้เป็นอย่างมาก เพราะไม่ต้องพิมพ์โปรแกรมหรือข้อมูลซ้ำอีก เมื่อต้องการใช้ก็สามารถดึงเอาไปใช้ได้ทันที สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1. เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) มีหลายชนิดด้วยกันแต่ที่ใช้กันทั่วไปคือเทปอัดเสียงธรรมดา ๆ เพราะราคาถูกที่สุด แต่จะต้องมีสายพิเศษต่อเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ข้อเสียของเทปประเภทนี้อยู่ที่ความล่าช้าในการเก็บและค้นหาข้อมูล ถึงแม้ว่าจะมีเทปแม่เหล็กที่ใช้เก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ สามารถทำงานได้เร็วและมากกว่าเทปประเภทแรกก็ตาม แต่ก็มี ความล่าช้าเสียเวลาในการเก็บและค้นหาโปรแกรม เมื่อเทียบกับอุปกรณ์การเก็บข้อมูลชนิดอื่น

2. จานอานแม่เหล็ก (Magnetic Disks) มีประสิทธิภาพสูงกว่าเทปมากเพราะสามารถบันทึกและค้นหาโปรแกรมได้ภายในเวลาไม่กี่วินาที ลักษณะภายนอกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสภายในเป็นแผ่นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 1/4 นิ้ว หรือ 8 นิ้ว ทำด้วยพลาสติกอานแม่เหล็ก เช่นเดียวกับเทปแม่เหล็กเรียกว่า ดิสค์ (Floppy Disk หรือ Diskette) เวลาใช้ต้องมีเครื่องเล่นแผ่นดิสค์ (Disk Drive) ทำหน้าที่บันทึกหรืออ่านข้อมูลในแผ่นดิสค์ ส่วนดิสค์แข็ง (Hard Disk) ทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบด้วยแม่เหล็กเช่นเดียวกับดิสค์อ่อน แต่จะมีประสิทธิภาพสูง นิยมใช้กับคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่

## จอภาพ (Monitor)

เป็นที่แสดงผลการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ มี 2 ประเภทด้วยกันคือ

1. จอโทรทัศน์ (TV Screen) โดยมี RF-Modulator เป็นตัวเชื่อมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับโทรทัศน์ ซึ่งมีราคาถูกกว่าจอภาพคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ ภาพที่ได้จะมีสีสดใสสวยงามซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการแสดงกราฟรูปต่าง ๆ แต่ภาพที่ได้จะไม่ชัดและแสดงผลได้เพียง 48 ตัวอักษรเท่านั้น

2. จอภาพคอมพิวเตอร์ (Monitor) สร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ ภาพที่ได้จะมีความคมชัด เวลาแสดงกราฟสามารถเลื่อนภาพของกราฟไปมาได้ สะดวกในการจัดภาพ สามารถแสดงอักษรได้ถึง 88 ตัวอักษร และมีถึง 24 บรรทัดแต่มีราคาค่อนข้างแพง

## เครื่องพิมพ์ (Printer)

เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติมอย่างหนึ่งใช้พิมพ์ผลลัพธ์ จากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยพิมพ์ลงบน แผ่นกระดาษเพื่อนำไปวิเคราะห์ เปลี่ยนแปลง แก้ไข หรือรายงานผล นอกจากนี้ยังใช้พิมพ์ จดหมาย รายงาน เอกสารและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ตามต้องการได้อีกด้วย ในเครื่องพิมพ์บางชนิด สามารถพิมพ์งานกราฟิกหรือภาพที่ปรากฏบนจอได้ (Huntington 1979:32-36)

จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์นั้นทำงานเป็นระบบ ลำพังเฉพาะตัวเครื่องคอมพิวเตอร์เพียง อย่างเดียวนั้นย่อมทำงานไม่ได้ผลเต็มที่ จึงต้องมีอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ ดังกล่าว

## ภาษาที่ใช้กับคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือที่มนุษย์สร้างขึ้น ถึงแม้จะมีความสามารถสูงในการ ทำงานก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถฟังภาษามนุษย์เข้าใจได้ ดังนั้นจึงต้องสร้างภาษาขึ้นมาใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ ซึ่งมีหลายภาษาด้วยกันคือ

**FORTRAN** เป็นภาษาในระดับสูงและเป็นภาษาแรกที่ถูกคิดขึ้นเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ ใช้มากในการเขียนโปรแกรมด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

**COBOL (Common Business Oriented Language)** เป็นภาษาที่ใช้มากในด้าน ธุรกิจ และมีลักษณะคล้ายภาษาอังกฤษ

**RPG (Report Program Generator)** เป็นภาษาที่ใช้สำหรับเขียนรายงานด้าน ธุรกิจ มีความสามารถจำกัด ใช้มากกับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Minicomputer)

**PL/1 (Programming Language One)** เป็นภาษาที่รวมเอาทั้งภาษา FORTRAN และ COBOL เข้าด้วยกัน จึงสามารถใช้ได้ในขอบข่ายที่กว้างขวางกว่าภาษาทั้งสองและใช้กันมาก ทั้งในด้านธุรกิจ วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

**APL (A Programming Language)** เป็นภาษาที่ช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมสื่อสารกับ คอมพิวเตอร์ได้ ใช้มากในด้านธุรกิจ และมักใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดกลางและขนาดใหญ่

Pascal ตั้งชื่อตาม Blaise Pascal นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ในสมัยศตวรรษที่ 17 เป็นภาษาที่มีกฎเกณฑ์มาก ใช้มากในกิจการด้านธุรกิจ

BASIC (Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code) เป็นภาษาที่เรียนได้ง่าย เหมาะสำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอน เป็นภาษาที่ยืดหยุ่นได้ ไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัวเหมือนภาษาในระดับสูงอื่น ๆ ใช้ได้ดีทั้งในด้านการเรียนการสอน ด้านธุรกิจ และด้านวิทยาศาสตร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนมากใช้ภาษานี้

LOGO เป็นภาษาที่เหมาะสมสำหรับเด็ก เพื่อสอนเกี่ยวกับตรรกศาสตร์ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเข้าใจการทำงานของโปรแกรม ลักษณะเด่นเฉพาะของภาษานี้คือ สามารถวาดภาพและรูปทรงต่าง ๆ บนจอภาพได้ และเหมาะในการเขียนกราฟ เป็นภาษาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเด็กที่เริ่มเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

FORTH เป็นภาษาที่ไม่ลึกลับซับซ้อนเกินไป เหมาะสำหรับผู้ที่เริ่มเรียนการเขียนโปรแกรมด้วยภาษานี้ให้ได้ดี ก็ควรที่จะทำความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งเกี่ยวกับระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์เสียก่อน

PILOT (Programmed Inquiry Learning or Teaching) เป็นภาษาที่ถูกคิดขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายในด้านการเรียนการสอนโดยเฉพาะ เป็นภาษาที่อยู่ระหว่างการพัฒนาในปัจจุบันยังไม่เป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางเท่าใดนัก

ALGOL (Algorithmic Language of Algebraic Oriented Language) เป็นภาษาที่ส่วนใหญ่ใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถิติ

ASSEMBLER เป็น Symbolic Language เป็นภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษาเครื่องมากที่สุด เหมาะสำหรับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ปฏิบัติงานได้รวดเร็ว เป็นที่นิยมใช้กันมากอีกภาษาหนึ่ง

Machine Language เป็นภาษาที่ใช้ตัวเลขอย่างเดียวในการเขียนโปรแกรม ซึ่งเครื่องสามารถทำงานได้ทันที



LISP เป็นภาษาที่เก่าแก่มาก พัฒนาขึ้นโดย จอห์น แมคคาเธีย์ (John Mc Carthy) ที่สถาบัน MIT ในช่วง พ.ศ. 2503 ได้นำมาใช้งานกับคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้า คือ AI มีลักษณะเด่นที่ความเท่าเทียมกันของ โปรแกรม และข้อมูล คือส่วนที่เป็นข้อมูลสามารถสั่งการให้เป็นโปรแกรมได้และในทางกลับกัน ส่วนที่เป็นโปรแกรมก็สามารถสั่งการให้เป็นข้อมูลได้เช่นกัน ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นสัญลักษณ์มากกว่าที่จะเป็นตัวเลขทางคณิตศาสตร์ (ชาติ คุณาภิญญา 2530: 107-109)

C เป็นภาษาสำหรับโปรแกรมที่ Bell Laboratories พัฒนาขึ้นใน พ.ศ. 2515 โดย เดนนิส ริตชี (Dennis Ritchie) เป็นภาษาโครงสร้าง เน้นด้านความเชื่อถือได้ ความสม่ำเสมอ เข้าใจและใช้งานได้ง่าย เหมาะที่สุดในด้านของการผลิตซอฟต์แวร์ระบบ เพราะเป็นภาษาระดับต่ำที่มีโครงสร้างของภาษาระดับสูง หรือเป็นภาษาระดับสูงที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าภาษาระดับต่ำ (ไพรัตน์ สังข์สกุล และเฉลิม ดวงยี่หวา 2529: 11)

ภาษาทุกภาษาที่กล่าวมาแล้วนั้น ใช้หลักตรรกศาสตร์ และกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์แทบทั้งสิ้น บางภาษาอาจคล้ายคลึงกันบ้าง แต่ไม่เหมือนกันทีเดียวนัก เพราะในแต่ละภาษาก็มีคัมภีร์และโครงสร้างตลอดจนหลักไวยากรณ์ที่เป็นลักษณะเฉพาะของตนเอง นอกจากนี้ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาภาษาระดับสูงขึ้นอีกเรื่อย ๆ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

### การสั่งงานคอมพิวเตอร์

การใช้งานคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้ดีเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการสั่งงานหรือโปรแกรม ซึ่งจะได้รับภาระโหลด (Load) เข้ามาทางอินพุต ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำทำหน้าที่หลักในการเก็บโปรแกรม และยังทำการเก็บข้อมูล ที่ต้องการนำมาประมวลผลอีกด้วย ข้อมูลเหล่านี้อาจจะใส่ผ่านเข้ามาทางอินพุต หรือเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของ ซีพียู เมื่อซีพียูประมวลผลเสร็จเรียบร้อย ข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอาจเก็บไว้ในหน่วยความจำอีก หรือส่งมาทางด้านเอาต์พุตโดยตรง เพื่อส่งผลไปพิมพ์หรือแสดงต่อไป

การผ่านข้อมูลระหว่าง ซีพียู กับหน่วยความจำ หรืออุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุต เป็นลักษณะลายสัญญาณข้อมูลแบบขนาน ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าที่แสดงค่าในลักษณะตัวเลข 0 และ 1 สำหรับการเขียนลงในหน่วยความจำนั้น เนื่องจากหน่วยความจำมีส่วนของการเก็บข้อมูลได้หลายตำแหน่งในแต่ละตำแหน่งจะเก็บเป็นรหัสไบนารี ในแต่ละตำแหน่งเรากำหนดได้เป็น แอดเดรส ดังนั้นจึงต้องให้ซีพียูเป็นตัวกำหนดว่า การเขียนหรือการอ่านคำสั่งมาจากหน่วยความจำ จึงต้องมีสัญญาณ

กำหนดไปจากซีพียูซึ่งเป็นสัญญาณกลุ่มหนึ่งที่ทำกาหนดแอดเดรส ในทำนองเดียวกัน การต่อพ่วงเข้ากับอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตของซีพียู ก็ต่อพ่วงได้จำนวนมากเช่นกัน ซีพียูจะกำหนดสัญญาณแจกแจงว่าเป็นอินพุต-เอาต์พุตตัวใด

### ขั้นตอนในการเขียนโปรแกรม

#### 1. การจำกัดขอบเขตของปัญหา

จุดประสงค์ของการเขียนโปรแกรมก็คือต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ ในขั้นแรกของการเขียนโปรแกรมนั้น จะต้องวิเคราะห์ว่าต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำงานอะไรบ้าง นั่นคือการจำกัดขอบเขตของปัญหาและกำหนดจุดประสงค์ของปัญหาให้ชัดเจน วิเคราะห์ว่าอะไรเป็นผลลัพธ์สุดท้ายที่ต้องการ รวมทั้งตรวจสอบข้อมูลที่มีอยู่ว่าเพียงพอหรือยัง ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่

#### 2. การวิเคราะห์ปัญหา

ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องวิเคราะห์และแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วพิจารณาว่าเราจะใช้โครงสร้างแบบใดบ้าง ภาษา คำศัพท์ และคำสั่งอะไรบ้าง ในการเขียนโปรแกรม จะเริ่มแก้ปัญหาย่อย ๆ ซ้ำไปก่อน เป็นต้น เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานโดยอาศัยเหตุและผลเป็นหลัก ดังนั้นการเขียนโปรแกรม ก็ต้องกระทำให้สอดคล้องกัน คำสั่งที่ป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงควรทำให้เป็นขั้นตอนโดยละเอียด

#### 3. การเขียนโปรแกรม

หลังจากวิเคราะห์ปัญหาและแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้ว ต่อไปคือการเขียนโปรแกรมโดยจะต้องเรียงลำดับคำสั่งที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงานเป็นขั้นตอน เริ่มตั้งแต่คำสั่งหรือข้อความแรกไปจนกระทั่งคำสั่งหรือข้อมูลสุดท้าย การเขียนโปรแกรมในขั้นนี้ก็คือการกำหนดรหัสจากภาษามนุษย์มาเป็นอีกภาษาหนึ่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจและจะทำงานให้ตามคำสั่ง

#### 4. การแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรม

โปรแกรมส่วนมากมักจะ ไม่สมบูรณ์ในครั้งแรกที่เขียน ซึ่งอาจต้องแก้ไขหลายครั้งเพราะอาจเขียนผิดพลาดไวยากรณ์ของภาษา พิมพ์ผิด หรือข้ามขั้นตอนที่สำคัญไป เป็นต้น โปรแกรมที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงานให้มันต้องถูกต้องและ ไม่มีที่ผิดเลย ในขณะที่ตรวจแก้โปรแกรมนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะบอกว่าเขียนโปรแกรมผิดอย่างไร เช่น เขียนผิดพลาดไวยากรณ์ ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องหาทางแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมเองให้ถูกต้อง

## 5. การทดสอบโปรแกรม

ทดลองสั่งคอมพิวเตอร์ทำงานด้วยโปรแกรมนั้น ว่าคอมพิวเตอร์จะทำงานให้ตามต้องการหรือไม่ ในการทดสอบโปรแกรมนั้นอาจทดสอบรวมไปถึงผลลัพธ์ที่เราต้องการว่าถูกต้องหรือไม่ ในการทดลองก็อาจเฝ้าข้อมูลเพียงเล็กน้อย เมื่อผลลัพธ์ปรากฏออกมาก็สามารถตรวจสอบได้ โปรแกรมทุกโปรแกรมหากเขียนถูกต้องหลักภาษาแล้วมักจะทำงาน แต่ผลลัพธ์อาจเป็นคนละอย่างกับที่เราต้องการ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบลำดับขั้นการทำงาน ลูตร หรือวิธีการให้ถูกต้องจริง ๆ

### คอมพิวเตอร์กับการศึกษา

การคิดค้นและประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ในยุคสมัยใดก็ตาม มีผลเกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษา เช่น แนวความคิดของจอห์น (John) ที่ให้หลักการพื้นฐานที่สำคัญในการเก็บโปรแกรมและข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ เป็นหลักที่นำไปพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยปรีนซ์ตัน งานวิจัยเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์อีกเป็นจำนวนมากก็ได้มีการพัฒนาคิดค้นกันในมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตามแนวการนี้ได้ก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ จนในปัจจุบันจะเห็นว่า มีสิ่งพิมพ์งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมาก งานค้นคว้าและการใช้คอมพิวเตอร์ในสถาบันการศึกษาเปลี่ยนรูปโฉมไป เริ่มแรกของการใช้งานคอมพิวเตอร์ยังอยู่ในแวดวงที่จำกัด แต่ต่อมาได้ขยายการใช้งานออกไปกว้างขวางยิ่งขึ้นปัจจุบันมีการใช้งานคอมพิวเตอร์ในสถาบันการศึกษาหลายด้านเช่น

ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการบริหารสถาบัน เช่น งานทำบัญชีจัดทำเอกสาร ระบบข้อมูลของอาจารย์นักศึกษา ระบบควบคุมและตรวจสอบทรัพย์สิน การทำตารางสอน คำแนะนำแนะ ทำระบบลงทะเบียนเพื่อความสะดวกในการทำบัญชีรายชื่อนักศึกษาที่เรียนแต่ละวิชา ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการวิจัย งานแก้ปัญหา โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับ อาจารย์ นักเรียน เช่น หาคำตอบของสมการหลายตัวแปร คิดคำนวณสูตรสมการที่ซับซ้อนขึ้น ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการบริหารค้นหาข้อมูล เอกสาร เช่นระบบข้อมูลดัชนีหนังสือห้องสมุด ธนาคารข้อมูล เป็นต้น ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นการสอนวิธีการเขียนโปรแกรม คอมพิวเตอร์ สอนคณิตศาสตร์ ที่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการแก้ปัญหา เช่น ในระดับ มัธยมปัจจุบันมี วิชา ค.๒31 ค.๓๒๕ ซึ่งเป็นวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐาน (ครุฑิต มาลัยวงศ์ 2526:4 ; ยืน กุ้วรารณ 2531:120-121)

คอมพิวเตอร์ช่วยในด้านการสอนนั้นสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การช่วยทางด้านพฤติกรรม คือช่วยพฤติกรรมทางด้านการเรียนการสอนตามลำดับ

เช่น อาจช่วยเรียนในด้านการแสดงบทเรียน ช่วยความจำ ช่วยแก้ปัญหา ช่วยวิเคราะห์ หรืออาจช่วยผู้สอนในด้านการสาธิต การพัฒนากระบวนการวิชาหรือการวิจัย เป็นต้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะด้วยกัน คือ

ก. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยผู้เรียน ที่เห็นได้ชัดก็คือ การแสดงบทเรียน การช่วยให้เข้าใจแนวคิด การช่วยสร้างทักษะ และช่วยการเรียนรู้อย่างอิสระ

1) การแสดงบทเรียน ที่ใช้กันมากก็คือ การแสดงบทเรียนเป็นตอน ๆ โดยมีการทดสอบและการประเมินผลเป็นระยะ ๆ ผู้เรียนจะติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยทางเครื่องเทอร์มินัล ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเครื่องพิมพ์ดีดที่มีจอแสดงผล คอมพิวเตอร์จะเป็นตัวควบคุมส่งบทเรียนมาให้ทางจอภาพผู้เรียนฝึกหัดตอบคำถามแล้วคอมพิวเตอร์ก็จะวิเคราะห์คำตอบ จากนั้นจึงจะพิจารณาส่งบทเรียนที่เหมาะสมออกมาให้ต่อไป

2) การช่วยความเข้าใจ ในเรื่องนี้ คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรกสั่งให้จัดคำถาม แบบฝึกหัด และปัญหาต่าง ๆ ไปได้เรื่อย ๆ จะให้ซ้ำหัดและต่าง ๆ กันไปอย่างไรก็ได้ทั้งสิ้น ผู้เรียนจะฝึกไปได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะเข้าใจเรื่องที่เรียน ประการที่สอง ผู้เรียนได้รับการสนองตอบทันทีว่าตอบถูกหรือผิด ถ้าทำถูกก็เท่ากับได้เพิ่มความเข้าใจ ถ้าทำผิดก็จะได้รับการแก้ไข เครื่องจะช่วยผู้เรียนที่ไม่สามารถเข้ากับวิธีการสอนแบบเก่า ๆ ได้

3) การช่วยสร้างทักษะ การเรียนอีกแบบหนึ่งก็คือ การฝึก รู้จักประยุกต์ความรู้กับปัญหาต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง คอมพิวเตอร์สามารถถ่ายทอดกระบวนการต่าง ๆ ออกไปเป็นขั้นตอน การคำนวณโดยคอมพิวเตอร์นั้นจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะได้ ผู้เรียนก็สามารถสร้างทักษะกับปัญหาที่คล้ายคลึงกันได้มากยิ่งขึ้น

ข. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยผู้สอน หน้าที่ของผู้สอนก็คือ ถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียนโดยวิธีบรรยาย และสาธิตหรือโดยการสร้างสถานการณ์ที่เหมาะสมขึ้น ในวิชา สถิติ วิศวกรรม เคมี ฟิสิกส์ เศรษฐศาสตร์ จิตวิทยาและคณิตศาสตร์ มีกระบวนการต่าง ๆ ที่ต้องอธิบาย มีการคำนวณ และมีการแสดงผลการคำนวณ ซึ่งตามปกติต้องทำไว้ล่วงหน้า คอมพิวเตอร์สามารถช่วยในเรื่องนี้ได้ ผู้สอนจะถามคำถามให้แก่คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะได้รับผลออกมาทันที และถูกต้องแน่นอน หรือจะให้แสดงภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวบนจอก็ย่อมทำได้ นอกจากเรื่องการศึกษาในชั้นเรียนแล้วยังมีการสร้างสถานการณ์เหมือนจริงและการเล่นเกมต่าง ๆ ได้อีกด้วย

2. การช่วยในด้านธุรการ คือการช่วยงานในด้านธุรการต่าง ๆ เช่น ช่วยในด้านบัญชี ค่าการเตรียมข้อสอบ สาคติการสอน ประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน หรืออาจจะช่วยผู้เรียนในด้านการประเมินผลตนเอง การวางแผนศึกษา หรือช่วยเลือกกระบวนวิชาก็ได้

การใช้คอมพิวเตอร์ดังกล่าว ได้ก่อให้เกิดแนวความคิดใหม่ทางด้านการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน จนเกิดเป็นหลักการที่เรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขึ้นมา (ครรชิต มาลัยวงศ์ 2526:4 ; นิศยา กาญจนวรรณ 2526:79-80 ; ยืน ภู่วรรณ 2531:120-121)

### คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำนิยาม ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน (ยืน ภู่วรรณ 2513 : 121)

คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2488 เป็นต้นมา โดยใช้ชื่อเรียกทั่วไปว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) ได้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาอย่างรวดเร็ว จึงมีผู้ที่พยายามนำเข้ามาใช้ในการศึกษาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนหนึ่งได้นำมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นแนวทางใหญ่ ๆ ได้ 3 ทาง คือ

#### 1. การใช้ในงานบริหาร

การใช้ในงานในลักษณะนี้แบ่งได้เป็นสองแบบคือ การใช้ในงานบริหารส่วนกลาง เช่น การเก็บฐานข้อมูลต่าง ๆ การวางแผนงาน การทำบัญชี งบประมาณ โครงการ งานพัสดุคงคลัง งานสารบรรณหรือข้อลนเทศอื่น ๆ เป็นต้น อีกรูปแบบหนึ่งคืองานบริหารในห้องเรียน อยู่ในรูปของการสนับสนุนการเรียนการสอน เช่น การทำงานทางด้านธุรการห้อง การจัดเตรียมเอกสารการเรียนการสอน การเตรียมแผนการสอน การคิดคะแนน การเก็บข้อมูลสถิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนอย่างเป็นระบบ ตลอดจนการวิเคราะห์ห้เห็นพฤติกรรมของนักเรียน นอกจากนี้ยังใช้ในการออกแบบบทเรียนเพื่อการสอนโดยคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย (ยืน ภู่วรรณ 2531:120-121 ; Kurshan 1981:28-30)



## 2. การเรียนวิชาการเพื่อใช้คอมพิวเตอร์

การสอนความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ แบ่งได้เป็นสองลักษณะ คือ สอนให้รู้จักการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับงานประเภทต่าง ๆ ผู้เรียนเพียงแต่ทราบวิธีการใช้เครื่อง ลักษณะ ประโยชน์ ตลอดจนสิ่งเอื้ออำนวยต่าง ๆ เท่านั้น อีกลักษณะหนึ่ง คือ การสอนวิชาคอมพิวเตอร์ศาสตร์ เป็นการสอนเพื่อมุ่งผลิตผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบ ผลิตติดตั้ง และเขียนคำสั่งเพื่อใช้งาน การเรียนวิชาการเพื่อใช้คอมพิวเตอร์ในระดับใดก็ตาม ต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในอนาคตเป็นสำคัญ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันมิให้ผู้เรียนเสียเวลาโดยไม่จำเป็น (Alessi & Trollip 1985 : 51 อ้างใน สมรศรี พัทธ์ททอง 2532:53 ; Cafolla 1987:2506-A)

## 3. คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน

ในทางปฏิบัติ เราใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในเรื่องของการเรียนการสอนโดยตรงในหลายรูปแบบ สามารถที่จะแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

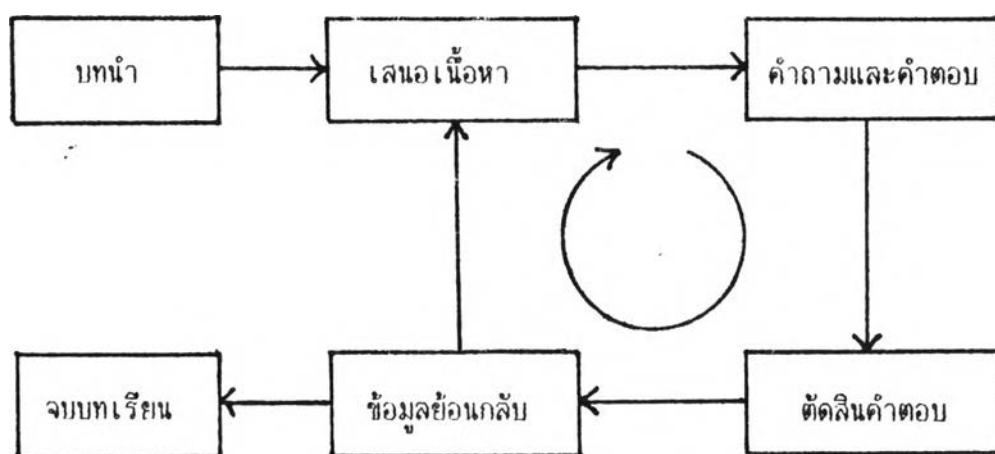
ก. เครื่องเปิดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Page Turners) ลักษณะ เช่นนี้ ผู้ใช้ซอฟต์แวร์จากต่างประเทศจะคุ้นเคยดี เช่น เมื่อกด F1 ในโลตัส จะมีเครื่องช่วยเปิดเอกสารให้ หรือหากจะดูให้ละเอียดขึ้น ก็มีในแผ่น Lotus Tutorial ลักษณะเช่นนี้จะช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงเนื้อหาได้ง่าย ข้อเด่นของการใช้คือ การเรียกใช้หนังสือได้ง่าย เพราะมีการทำดัชนีหลายแบบ เช่น ตามหัวเรื่อง ตามดัชนีคำ ตามหน้า ตามความยากง่าย - มีเมนูให้เลือกใช้ตามความต้องการ

ข. ครูอิเล็กทรอนิกส์ (ICAL-Intelligent Tutoring System) สิ่งที่ต้องการคือ ทำอย่างไรจะให้ระบบฉลาดพอที่จะเลือกบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน สามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้อย่างถูกต้อง ระบบดังกล่าวนี้จะเป็นระบบที่มีความไวต่อความสามารถของนักเรียน ซึ่งสนองตอบหรือแก้ปัญหาบางอย่างได้ด้วยตนเอง เช่น ถ้านักเรียนต้องการถามคำถามกลับมา ระบบจะสามารถตอบกลับได้ มีการมองปัญหาโดยใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้อง

ค. แบบฝึกหัด (Drill and Practice Monitors) เป็นแบบที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะโดยฝึกฝนกับแบบฝึกหัดทางคอมพิวเตอร์ ตามความสามารถและความเร็วของแต่ละบุคคล การออกแบบโปรแกรมอาจกำหนดอัตราความเร็วในหลายระดับ หรือให้ผู้เรียนกำหนดเองก็ได้ ในบางครั้งอาจจะมองเห็นเสมือนเป็นข้อสอบอิเล็กทรอนิกส์ โดยเครื่องจะพิมพ์

คำถามและรอคำตอบเพื่อตรวจสอบคำตอบ พิจารณาความถูกต้อง ก็จะพิมพ์คำอธิบายเพื่อชี้แนะ เมื่อตอบถูกหรือผิดอีกครั้ง

ง. แบบสอนเนื้อหา (Tutorial) เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียนโปรแกรมดำเนินการสอนโดยเลียนแบบการสอนของครูคือ มีส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน มีคำอธิบายซึ่งประกอบไปด้วยทฤษฎี กฎเกณฑ์ และแนวคิด สอนเนื้อหาทีละส่วนย่อย ๆ แล้วตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ มีการแสดงผลย้อนกลับ และการเสริมแรง ถ้าตอนใดผู้เรียนตอบผิด หรือไม่เข้าใจอาจย้อนกลับไปเรียนได้ หากเข้าใจดีหรือรู้แล้วก็สามารถข้ามไปเรียนตอนใหม่ได้ เมื่อเรียนจบแล้วสามารถบันทึกผลการเรียนได้ ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้

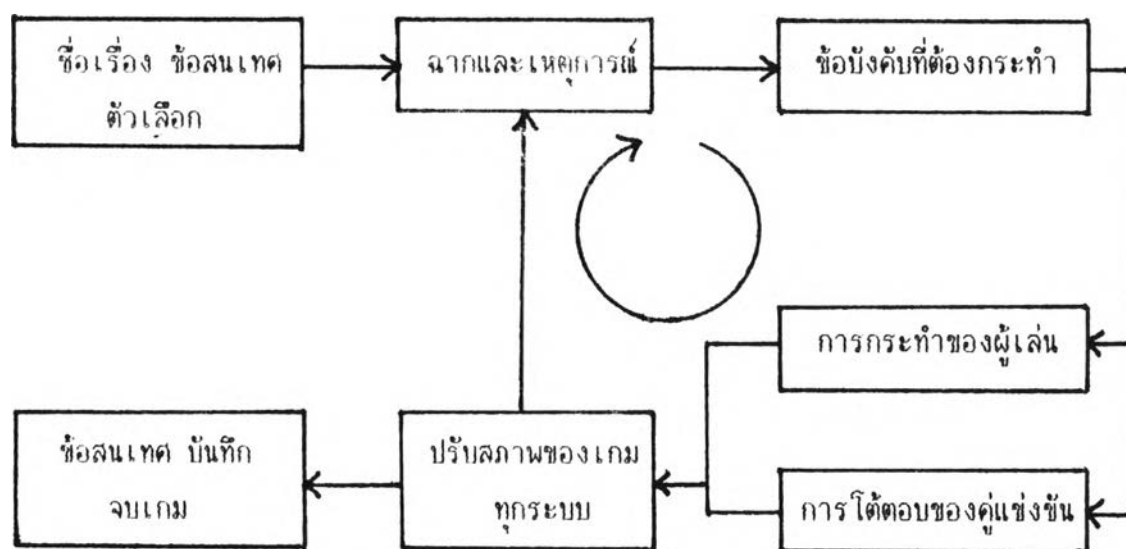


บทนำจะบอกถึงวัตถุประสงค์และรายละเอียดของบทเรียน จึงเข้าสู่การสอนเนื้อหา แล้วถามถึงสิ่งที่เรียนไปแล้วนักเรียนต้องตอบ จากนั้นจะเป็นการตัดสินคำตอบพร้อมทั้งประเมินผล ส่งผ่านไปยังกรอบให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งจะวนไปในลักษณะเช่นนี้โดยการเปลี่ยนเนื้อหา คำถาม การเสริมแรง ให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละรายไปจนกว่าจะจบบทเรียนนั้น ๆ

จ. สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นบทเรียนที่สร้างปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์คล้ายของจริง โดยสัมพันธ์กับลักษณะของความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการตัดสินใจแก้ไขปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นได้ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างรวดเร็วและเห็นภาพพจน์ได้ง่ายขึ้น เป็นการสร้างประสบการณ์ที่ประหยัดและปลอดภัยได้อย่างดีเยี่ยม เช่น การฝึกบิน การระเบิดของสารเคมี การฝึกปฐมพยาบาล เป็นต้น

จ. แดงสาธิต (Demonstration) เหมาะกับบทเรียนทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งบางครั้งต้องมีการสาธิตทดลอง หรือการแก้ปัญหา คอมพิวเตอร์สามารถช่วยได้ โดยเฉพาะทางด้านกราฟิกและสีสันทัน ซึ่งจะสะดวกและลดความยุ่งยากในการใช้สื่อทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ให้กับผู้สอนเป็นอันมาก

ข. เกมการศึกษา (Education Games) เป็นบทเรียนที่ช่วยพัฒนาความคิด ความอ่านต่าง ๆ ช่วยในการตัดสินใจ แก้ไขปัญหา ผู้เรียนจะได้รับทั้งความรู้ ทักษะ และความสนุกสนาน ยุทธศาสตร์อยู่ที่การสร้างแรงจูงใจ การตั้งกำหนดกฎเกณฑ์ และมีผู้ชนะในตอนสุดท้าย คุณสมบัติจะคล้ายแบบสถานการณ์จำลอง มีโครงสร้างดังนี้



บทนำจะเสนอข้อสนเทศต่าง ๆ เช่น ชื่อเรื่อง กฎเกณฑ์ ข้อบังคับ เนื้อหาสาระที่เป็นประโยชน์ ตัวเลือก เป็นต้น จากนั้นจึงเข้าถึงฉากเหตุการณ์ที่ผู้เล่นจะต้องกระทำตามกฎเกณฑ์ข้อบังคับที่กำหนดไว้ แล้วแสดงการกระทำออกมาโดยมีการโต้ตอบจากคู่แข่ง ซึ่งอาจจะเบี่ยงผู้เล่นคนอื่นหรือจากเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ได้ โปรแกรมจะเสนอข้อมูลย้อนกลับให้ทราบพร้อมทั้งปรับระบบต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับผู้เล่นในเวลาต่อไป ซึ่งจะเป็นเช่นนี้ไปจนจบเกม โดยบทเรียนจะเสนอข้อสนเทศต่าง ๆ เช่น คะแนนที่ได้ สถิติ ข้อปฏิบัติหลังจบบทเรียน เป็นต้น

ข. การสร้างสิ่งแวดล้อมให้แก้ปัญหา (Problem-Solving Environment) เป็นบทเรียนที่เสนอสภาพปัญหา แล้วให้นักเรียนเขียนคำสั่งให้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหา นั้น ๆ ให้



สำเร็จ เช่น ให้นักเรียนสั่งหุ่นให้เดินหน้า ถอยหลัง หรือทำงานได้ตามต้องการ โดยใช้คำสั่งด้วย  
ภาษาคอมพิวเตอร์ง่าย ๆ

๘. แบบทดสอบ (Test) จะช่วยในการออกข้อสอบ การคิดคะแนน หรืออาจ  
สร้างสถานการณ์ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ให้ผู้เรียนแก้ไขให้ถูกต้อง (ยีน ภู่วรรณ 2531:121 ;  
ลมชาย ทยานยง 2528:4-6 ; Alessi and Trollip 1985:65-66,216-217)

ครรหิต มาลัยวงศ์ (2526:4-8) และ ยีน ภู่วรรณ (2531:122) ได้แบ่งประเภท  
ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยยึดตามลักษณะคำถามของบทเรียนออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ประเภทคำถามตายตัว จะมีลักษณะที่เป็นโปรแกรมตายตัว โดยมีการกำหนด  
ลักษณะคำถามที่แน่นอน การเรียนก็ครั้งก็ตาม เครื่องจะแสดงคำถามเดิม โปรแกรมในลักษณะนี้จึง  
สร้างง่ายไม่ซับซ้อน ผู้สร้างต้องมีประสบการณ์ด้านการสอนที่ดี และสร้างโครงสร้างของเนื้อหา  
ที่ชัดเจนรัดกุม คำถามเหมาะสม คำตอบที่ได้จึงจะวัดผลได้

2. ประเภทสร้างคำตอบเอง แบบนี้จะเหมาะกับบางวิชาเช่น วิชาคณิตศาสตร์ บวก  
ลบ คูณหาร ที่มีหลักเกณฑ์ตายตัว เราอาจนำหลักการนี้มาทำให้เครื่องสร้างตัวอย่าง สร้างคำถาม  
เองได้ บทเรียนประเภทนี้สร้างยากกว่าประเภทคำถามตายตัวแต่มีผลดีที่ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย

3. ประเภทเปลี่ยนคำตอบเอง แบบนี้จะใช้หลักการของปัญหาประดิษฐ์มากขึ้น เช่น  
ระบบจะสร้างคำถามขึ้นเอง แล้ววัดความสามารถของนักเรียน ถ้านักเรียนเข้าใจ ก็จะกำหนด  
บทเรียนใหม่ให้ยากขึ้น ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจหรือระดับความสามารถของนักเรียนยังไม่ถึงขั้นก็  
ลดบทเรียนให้ง่ายลง มีการวิเคราะห์โมเดลของนักเรียนอยู่ตลอดเวลา ดูความคิดของนักเรียน  
เพื่อหารูปแบบชี้แจงให้เข้าใจ CAI ประเภทนี้สามารถวิจารณ์นักเรียน มีการกำหนดระดับคำถาม  
ความยากง่าย เด็กที่มีความสามารถจะได้พัฒนาขึ้นโดยไม่จำกัด เด็กที่เรียนช้าก็ไม่ต้องถูกเร่ง  
เด็กที่อายุก็ไม่ต้องกลัวความผิดพลาดในที่เปิดเผย

#### การสร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน ถ้าจะมีการสร้างขึ้นควรจะเป็นระบบที่ผู้สอน  
สามารถให้ภาษาง่าย ๆ ก็สามารถสร้างบทเรียนได้ สิ่งแรกที่ผู้สร้างบทเรียนจะต้องกระทำก็คือ

วิเคราะห์เนื้อหาของสิ่งที่ต้องการจะสอน แล้วแบ่งเนื้อหาออกเป็นลำดับขั้น พิจารณาว่า ควรจะยกเรื่องใดขึ้นมาสอนก่อน จากนั้นจึงแบ่งเนื้อหาออกเป็นบท ๆ โดยในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยคำสอนในกรอบ ทำกรอบจะมีคำถามซึ่งเมื่อผู้เรียนตอบแล้วคอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบในทันที พร้อมกับบอกด้วยว่าคำตอบนั้นถูกต้องหรือไม่ สมควรจะเรียนข้อต่อไป บทต่อไป หรือเพิ่มแบบฝึกหัดหรืออาจย้อนบทเรียนกลับมาให้ทำใหม่ ถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจได้ทันที

คอมพิวเตอร์มีความสามารถที่จะเก็บคำถามและแบบฝึกหัดระดับต่าง ๆ ไว้ได้อย่างมากมาย เป็นคลังให้เครื่องเลือกนำออกมาใช้กับผู้เรียนได้อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ผู้เรียนจะได้ประโยชน์อย่างมากที่สามารถเรียนได้และก้าวหน้าไปตามความสามารถของตน ถ้าเข้าใจเร็วก็ไปได้เร็ว ถ้าเข้าใจช้าก็อาจจะต้องใช้แบบฝึกหัดมากกว่าผู้อื่น ก็สามารถทำได้โดยไม่เป็นที่รำคาญแก่เพื่อนร่วมชั้น ไม่ต้องเผชิญหน้ากับสีหน้าที่แสดงอารมณ์ต่าง ๆ ของบุคคลรอบด้าน พร้อมทั้งได้รับความมั่นใจว่าจะได้รับความยุติธรรมอย่างเต็มที่จากคอมพิวเตอร์

ผู้สร้างบทเรียนนั้นจะต้องมีความระมัดระวังในการเสนอบทเรียนมากขึ้น งานวิเคราะห์เนื้อหาจึงต้องเป็นไปอย่างมีระบบ มีการเตรียมพร้อมและรอบคอบในทุกด้านโดยปกติจะเป็นการร่วมคิดระหว่างผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น ๆ ซึ่งชำนาญการสอนเป็นเยี่ยม นักวิจัยงานวางแผน นักวิเคราะห์ระบบงานคอมพิวเตอร์ โปรแกรมเมอร์ เป็นต้น ดังนั้นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์จึงเป็นบทเรียนที่ทรงคุณค่ามหาศาล ผู้เรียนทุกคนจะได้เรียนกับผู้สอนที่เยี่ยมยอดที่สุดแบบตัวต่อตัว จึงควรนับได้ว่าเป็นการศึกษาที่ดีที่สุดในแบบหนึ่ง

ในด้านโปรแกรมนั้น ส่วนใหญ่บริษัทคอมพิวเตอร์หรือศูนย์วิจัยทางการศึกษาเป็นผู้สร้างขึ้นเรียกว่า Package เช่น ระบบเพลโต (PLATO) ของมหาวิทยาลัยอินเดียน่า ซึ่งเป็นระบบ CAI ที่พร้อมจะรับข้อมูลจากผู้สอน (ในด้านบทเรียน) และพร้อมที่จะให้ผู้เรียนมานั่งเรียนได้ทันที (เนิตยา กาญจนะวรรณ 2526:81-84)

#### ลักษณะพื้นฐานของ CAI

คอมพิวเตอร์เสมือนเป็นครู ที่ทำการสื่อสารโต้ตอบกับนักเรียน โครงสร้างจึงเป็นการสร้างความสัมพันธ์ของการกระทำระหว่างคอมพิวเตอร์และนักเรียน มีลักษณะดังนี้

- เครื่องเล่นบทเรียน คำอธิบาย เป็นข้อความ ภาพ ลีเสียง หรือมีคำถาม
- นักเรียนสนองตอบ หรือนักเรียนไม่เข้าใจอาจถามกลับได้
- คอมพิวเตอร์เสริม รับและวิเคราะห์คำตอบ สนับสนุนกลับด้วยคำอธิบาย
- มีการคำนวณคะแนน และตัดเกรดบันทึกคะแนน

การสร้างบทเรียน CAI แบบพื้นฐาน คือ การมองโครงสร้างของบทเรียนที่จะนำเสนอต่อผู้เรียน เท่าที่นิยมสร้างกันในปัจจุบันจะแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

บทเรียนโปรแกรมชนิดเชิงเส้น บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบ ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยเล็ก ๆ จากง่ายไปหายาก ผู้เรียนทุกคนจะได้เห็นข้อความเดียวกันตามลำดับเหมือนกัน และตอบคำถามเดียวกัน ผู้เรียนจะต้องเรียนจากกรอบแรกก้าวหน้าไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ สิ่ง que ผู้เรียนได้รับจากการเรียนกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานของการเรียนกรอบต่อ ๆ ไป บทเรียนชนิดนี้มักจะให้ผู้เรียนตอบคำถามว่าถูกหรือผิด หรืออาจจะเป็นการเติมตัวเลขหรือข้อความลงในช่องว่าง โดยทั่วไปการจัด CAI จะแบ่งเป็นกรอบเสมือนสไลด์โชว์ ซึ่งอาจผสมกับข้อความก็ได้จึงมองเห็นเป็นกรอบ ๆ ลักษณะของบทเรียนเชิงเส้นอาจแยกออกเป็นหลายบทได้

บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา บทเรียนชนิดนี้คำนึงถึงความแตกต่างและความคิดของแต่ละคนเป็นสำคัญ โดยให้มีการทดสอบหาระดับของผู้เรียนเพื่อเลือกบทเรียนที่เหมาะสม การจัดกรอบของบทเรียน จะต้องมีการกำหนดเชื่อมโยงระหว่างกรอบ อย่างเหมาะสมและเป็นเครือข่ายตามความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

#### CAI ของต่างประเทศ

มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ได้พัฒนาระบบที่เรียกว่า PLATO เป็นระบบที่ได้รับการสนับสนุนจากบริษัท CDC ระบบนี้มีชื่อเสียงมาก ใช้กับคอมพิวเตอร์กว่า 950 เครื่อง ใน 140 แห่ง มีวิชาให้เรียนได้ถึง 150 วิชา ใช้ครูและผู้เขียนโปรแกรมกว่า 3,000 คน มีบทเรียนมากกว่า 8,000 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยคาร์เนกี ได้พัฒนาระบบ CAI ที่เน้นในเรื่องกราฟิกที่เคลื่อนไหว บทเรียนที่มีชื่อเสียงได้แก่ Great American History นักเรียนสามารถตอบโต้ได้โดยการใช้คีย์บอร์ด นอกจากนี้ยังใช้ระบบสัมผัสหน้าจอส ทำให้ผู้เรียนใช้งานได้ง่ายขึ้น

มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้พัฒนาระบบที่ชื่อว่า Theater Game มีลักษณะเป็นการสร้างเรื่อง บทละคร โดยครูผู้สอนสามารถสร้างบทละครอะไรก็ได้บนคอมพิวเตอร์ ลักษณะของบทละครสามารถตอบโต้กับผู้เรียนได้ (เขียน ภาววรรณ 2531:122-123)

### เครื่องมือพัฒนา CAI

หลายบริษัทที่ผลิตซอฟต์แวร์ได้ผลิตซอฟต์แวร์ที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้าง CAI เครื่องมือที่ช่วยสร้างนี้มักจะประกอบด้วยโมดูลของโปรแกรมต่าง ๆ หลายโมดูลประกอบกัน โดยหลักการแล้วระบบเครื่องมือที่ใช้ควรประกอบด้วยโมดูลต่าง ๆ ดังนี้

กราฟิกเอดิเตอร์ เป็นโมดูลของโปรแกรมที่ช่วยในการสร้างภาพ การสร้างภาพอาจใช้ ดิจิไรเซอร์ คีย์บอร์ด เม้าส์หรืออุปกรณ์อื่นประกอบอีกก็ได้ กราฟิกเอดิเตอร์ของบางบริษัทสามารถเชื่อมกับกล้องทีวีเพื่ออ่านภาพเข้าได้โดยตรง กราฟิกเอดิเตอร์ที่สร้างและมีขายทั่วไป อาจมีขอบเขตการทำงานที่จำกัด เช่น วาดรูปได้ด้วยลายเส้น มีการกำหนดรูปพื้นฐานได้ เช่น เส้นตรง เส้นโค้ง รูปหลายเหลี่ยม วงกลม ระบายสีในพื้นที่ มีขีดความสามารถในการแก้ไขรูปภาพได้ง่าย เคลื่อนย้าย ลอกรูปภาพจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งได้ บางระบบจะมีรูปภาพต่าง ๆ เก็บไว้ในไลบรารีให้ผู้ให้เรียกมาใช้ได้ กราฟิกเอดิเตอร์นั้นควรเขียนข้อความลงในสกรีนได้ การกำหนดรูปแบบของตัวอักษรแบบต่าง ๆ ก็ควรทำได้เช่นกัน

การสร้างภาพเคลื่อนไหว โปรแกรมส่วนนี้เป็นส่วนขยายต่อจากกราฟิกเอดิเตอร์ที่จะทำให้อาณาเคลื่อนไหวในทิศทางที่ต้องการ การเคลื่อนไหวนี้อาจทำได้หลายส่วนในเวลาเดียวกันนอกจากนี้จะต้องมีการเน้นการซ้อนสี เช่น ให้รถยนต์วิ่งผ่านต้นไม้ สีของต้นไม้กับรถยนต์จะซ้อนกันในลักษณะอย่างไรและเมื่อผ่านไปแล้ว รูปแบคราวนด์เดิมจะต้องยังอยู่อย่างเดิม โปรแกรมการสร้างภาพเคลื่อนไหวนี้เป็นเรื่องยากมากส่วนหนึ่งของเครื่องมือที่จะใช้

สคริปเอดิเตอร์ คือ การสร้างเรื่องบทเรียน โดยนำเรื่องราวต่าง ๆ มาประกอบเป็นบทเรียน มีการกำหนดจุดโต้ตอบ และการ Branching ไปยังส่วนต่าง ๆ ตามสคริปที่วางไว้ ลักษณะของสคริปนี้เป็นส่วนที่จะนำภาพและเรื่องราวตลอดจนข้อความต่าง ๆ มาปะติดปะต่อเข้าเป็นเรื่องราวส่วนของสคริปเอดิเตอร์นี้เป็นเรื่องที่จะบ่งบอกขีดความสามารถของระบบ CAI ว่า จะทำได้ดีเพียงไร โดยเฉพาะการโต้ตอบกับผู้เรียน การตอบสนองต่อคำตอบของผู้เรียน การเลือกเส้นทางเดินจะเป็นอย่างไร และมีวิธีการกำหนดได้อย่างไร

ส่วนคำนวณทางสถิติ เป็นโมดูลที่จะมีการวิเคราะห์ผู้เรียน โดยเก็บข้อมูลข้อถูกผิดและค่าแนวทางสถิติ เพื่อเป็นข้อมูลในการนิยามหรือบันทึกไว้ว่าผู้เรียนมีความรู้ในระดับใด

ดาต้าเบส เป็นส่วนบันทึกประวัติผู้เรียนและรายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียน เพื่อเป็นข้อมูลของครูผู้สอนจะใช้สำหรับตรวจสอบหรือติดตามผลการเรียน (ชิน กุวารวรรณ 2531:124-126)

### การพัฒนาระบบ CAI

CAI ที่พัฒนาขึ้น จะต้องได้รับการนำไปใช้กับผู้ที่อาจไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์เลย หรือมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์น้อย ดังนั้นจึงต้องเน้นในเรื่องปรัชญาการใช้งาน ลักษณะของการใช้งานจะต้องลองผิดลองถูกได้ ลักษณะของ CAI ที่ดีในแง่ของ Human Interface คือ

ต้องเสียเวลาเรียนรู้วิธีใช้น้อย ผู้เรียนเริ่มการใช้งานก็สามารถใช้ได้ทันที ใช้งานได้คล่องและรวดเร็ว เช่น การกดคีย์บอร์ดจะต้องกดคีย์ง่าย เลือกคีย์ง่าย มีข้อผิดพลาดของการใช้น้อย คือไม่ว่าจะใช้หรือกดคีย์อย่างไร จะต้องไม่มี Error สร้างความพึงพอใจ ผลตอบสนองรวดเร็ว สีสันพอเหมาะ สวยงาม

การเข้าถึง CAI แบบ Human Interface มีหลายหลักการแล้วแต่เลือกใช้ เช่น ระบบเมนู ลักษณะการเข้าถึงตามเมนูที่กำหนดให้เลือกโดยโครงร่างของการเลือกจะเป็นลักษณะของเมนูที่กล่าวมาแล้วนี้จะใช้ระบบเครื่องมือการกำหนดสคริปเป็นตัวช่วยเชื่อมโยงให้ ลักษณะของเมนูที่นิยมมีหลายแบบ คือ แบบให้เลือกเป็นข้อ เช่น ให้กดตัวเลขหรือใช้ไฮไลต์ แบบพุลดาวน์ แบบป๊อปอัพ

นอกจากนี้ ระบบอินพุทเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นพิเศษในระบบ CAI ทั่วไป มักใช้ระบบคีย์บอร์ด แต่ระบบคีย์บอร์ดยังมีข้อยุ่งยากอีกหลายประการในการใช้ เช่น มีตัวอักษรใหญ่เล็ก มีคีย์ CTRL มีการกดคีย์เฉพาะหลายอย่าง ซึ่งผู้ใช้มักไม่รู้จัก ดังนั้น การกำหนดจึงมักจะต้องมีคำอธิบายวิธีหรือบอกตำแหน่งคีย์บอร์ด ระบบ CAI ที่เน้นใช้งานกับเด็ก จึงหาวิธีการอินพุทแบบต่าง ๆ ระบบสัมผัสจอภาพ (ครรชิต มาลัยวงศ์ 2526:7-8 ; ชิน กุวารวรรณ 2531:126-128)

### เกมการศึกษา (Instruction Games)

เกมเป็นเครื่องมือด้านการศึกษามีประโยชน์อย่างยิ่ง ซึ่งนับวันจะนิยมมากขึ้นตามลำดับ เกมจะคล้ายกับสถานการณ์จำลองมาก จึงมักจะนำมาบูรรวมกันบ่อย ๆ เป้าหมายคือการจัดสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งอาจจะเป็นสถานที่คล้ายจริงหรือไม่ก็ได้ ลักษณะที่สำคัญของเกม คือ

1. เป้าหมาย (Goal) ทุกเกมต้องมีโดยอาจจะบอกไว้โดยตรง หรืออาจรู้เองได้ เป็นสิ่งที่ผู้เล่นต้องฝ่าฟันไปให้ถึง

2. กฎเกณฑ์ (Rules) หมายถึงธรรมชาติและบทบาทของผู้เล่น สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น โดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับผู้เล่น เครื่องมือที่จะใช้ ข้ออนุญาตบางอย่าง อย่าง กฎเกณฑ์ข้อบังคับและข้อลงโทษ

3. ผู้เล่น (Player) กฎเกณฑ์เป็นผู้กำหนดให้เล่นในบทบาทหนึ่ง อีกทั้งยังสามารถกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์เล่นในบทบาทของผู้เล่นอีกฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดก็ได้

4. อุปกรณ์ (Equipment) ในกฎเกณฑ์มักจะกำหนดเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จะใช้เล่นเกมเอาไว้ เช่น ดินบังคับ จำนวนหน่วยความจำ เครื่องอ่านดีสค์ ไม้ กระดาน ลูกเต๋า หรือบัตร

5. วิธีการเล่น (Procedure) เป็นการบอกรายละเอียดของวิธีการเตรียมเกมเพื่อจะเริ่มเล่น วิธีการเล่น วิธีเลิกเล่น เมื่อขณะมีเครื่องหมายอะไรแสดงให้เห็น รวมทั้งวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกันไปของผู้เล่นที่มากกว่าหนึ่งคน

6. ข้อบังคับ (Constraints) เป็นการบอกขอบเขตและข้อจำกัดของผู้เล่นอันพึงจะมีได้ และข้อห้ามปฏิบัติ

7. คำแนะนำในการใช้ (Direction for Use) จะบอกเกี่ยวกับวิธีที่จะทำให้เล่นเกมนั้น ๆ ดีขึ้นหรือมีผลดีต่อการเล่นเกมวิธีการ เปลี่ยนระดับความยากง่ายหรือวิธีการขอคำแนะนำ

สันทัด

8. ตัวเลือก (Choices) เปิดโอกาสให้ผู้เล่นกำหนดบทบาทหรือตั้งกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตัวเองได้ (Alessi and Trollip 1985:217-219)

### ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเกม

เกมมีโครงสร้างคล้ายกับสถานการณ์จำลองมาก ซึ่งยากที่จะบอกให้เห็นความแตกต่างกัน แต่พอจะสรุปได้ดังนี้

1. ฉาก เปรียบเป็นโลกของการแสดง บ่งบอกลักษณะของเกมได้ ประกอบด้วย 3 มิติคือ ความจริงกับความง่าย ความเข้มนักความเข้าใจ และความฉลาดกับอารมณ์ ฉากที่เหมือนจริงจะทำให้เล่นเกมยากเพราะรายละเอียดและถ้าฉากง่าย ๆ ก็จะไม่ห่างไกลจากความเป็นจริงซึ่งยากต่อการถ่ายโยงสู่ชีวิตจริง เกมใดที่คลอบคลุมเนื้อหาบ่อยลงผู้เล่นก็จะเข้าใจง่าย และถ้าเกมใดเกี่ยวข้องกับสภาพอารมณ์มากขึ้นผู้เล่นก็มักจะไม่วุ่นวายหรือเกมใดที่ต้องใช้ ความฉลาดก็มักจะมีแรงจูงใจต่ำ

2. ระดับของความเป็นจริง แบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ เป็นจริงแสดงให้เห็นถึงสภาพความเป็นจริง ไม่เป็นจริงแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่มีอยู่ในชีวิตจริงแต่อยู่ในรูปที่แตกต่างออกไป เช่น เกม กระดาน จะใช้ตัวหมากเปรียบเสมือนทหารยศต่าง ๆ ให้กระดากแทนเงินเป็นต้น และระดับสุดท้าย คือ จินตนาการ เป็นสภาพที่นิรันดร์ไม่มีโอกาสเกิดขึ้นกับชีวิตจริง ๆ หรือย้อนรอยไปสู่อดีต และเดินทางสู่โลกอนาคตเป็นต้น

3. จำนวนผู้เล่น ทุกเกมจะมีการระบุจำนวนผู้เล่นเอาไว้ ซึ่งอาจรวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย บางครั้งผู้เล่นหรือคอมพิวเตอร์ ต้องสวมบทบาทหลาย ๆ อย่างพร้อม ๆ กัน

4. บทบาทของผู้เล่น จะกำหนดบทบาทหรือข้อบังคับมากกว่าเกมธรรมดา และปรากฏให้เห็นเด่นชัด

5. ความไม่แน่นอน เกมต้องมีการท้าทาย หรือยั่วยุให้เดินทางสู่เป้าหมายซึ่งมีหลายวิธี เช่น มีระดับความยากง่ายและมีเป้าหมายหลายระดับ การซ่อนข้อสนเทศ การลุ่ม เป็นต้น

6. มีความยากหรือยากเห็น เป็นตัวจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ เป็นตัวบังคับให้เสาะหาความรู้ใหม่ เกมจึงขึ้นอยู่กับความอยากหรือยากเห็นของผู้เล่นซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแรงจูงใจในการเล่น ดังนั้นการทำทายมักจะสนองต่อการอยากหรือยากเห็นได้อย่างดี

7. ธรรมชาติของการแข่งขัน มีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ จำนวนผู้เล่นมีได้ตั้งแต่ 1 คนขึ้นไปและมักจะรวมคอมพิวเตอร์เป็นผู้เล่นด้วย เล่นเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม และแข่งกับใคร หรือแข่งชนะอะไร ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักจะแข่งกับตัวเอง เกมที่ คอมพิวเตอร์ สถิติ และผู้เล่นคนอื่น ๆ

8. ความสัมพันธ์ของการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน การเล่นเกม การศึกษาอาจเกิดการเรียนรู้ โดยตั้งใจหรือไม่ก็ได้ ถ้าตั้งใจความสัมพันธ์ของการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์จะมีมาก เป็นไปไม่ได้ที่จะให้เด็กเรียนรู้เพียงแต่วัตถุประสงค์เท่านั้น เพราะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพื่อนำไปใช้ในชีวิตรจริง แต่จะเรียนรู้ได้มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ แต่ส่วนหนึ่งที่เกมสามารถทำได้ คือ ผลประโยชน์ที่จะได้รับ เกมที่ดีจะต้องส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งผู้เล่นสำนึกได้เองโดยมิต้องกำหนดให้ชัดเจน

9. ทักษะกับโอกาส เกมจะสนุกสนานต่อเนื่องเพราะความสมดุลย์ของทักษะและโอกาส เพราะโอกาสช่วยเพิ่มความไม่คาดฝัน ซึ่งสามารถเพิ่มความท้าทายให้มากขึ้นได้ แต่โอกาสจะหมดไปถ้านักเรียนมีทักษะไม่เพียงพอที่จะเอาชนะเกม และถ้ามีทักษะมากพอในการเล่นเกมนั้น ความไม่แน่นอนหรือการทำทายก็หมดไป

10. การแพ้ชนะ ข้อสำคัญ 2 ประการในการบอกว่าผู้เล่นชนะหรือไม่ คือ ประการแรกเมื่อบรรลุเป้าหมายเฉพาะ ซึ่งอาจจะไม่ใช่เป้าหมายที่แท้จริง เช่น เล่นได้ดีกว่าคราวก่อนหรือถึงเป้าหมาย(คะแนน)ที่ตนเองตั้งไว้ในใจ เป็นต้น ซึ่งจะไม่ได้คะแนนที่สูงอย่างสมบูรณ์และไม่สามารถตัดสินให้เป็นผู้ชนะแท้จริงได้ ประการที่สอง เป็นการยากมากที่จะเล่นถึงเป้าหมาย ดังนั้นการทำให้คู่แข่งเป็นฝ่ายแพ้ สู้ไม่ได้ หรือจำต้องเลิกไป ก็คือเป้าหมายที่แท้จริง เพราะนั่นคือความภูมิใจและดีใจที่ได้ชัยชนะ

11. ตัวเลือก ส่วนใหญ่มีสี่แบบคือ ข้อสนเทศ ยุทธวิธี การช่วยเหลือ และการยกเลิกการเล่น



12. รอบการเล่น ผู้เล่นจะมีปฏิสัมพันธ์หลายรูปแบบแตกต่างกันออกไปในแต่ละเกม รอบที่จะได้เล่นอาจหมุนเวียนผลัดเปลี่ยนต่อเนื่องกันไป หรืออาจต้องรออีกฝ่ายเล่นจนเสร็จ หรืออาจเล่นพร้อม ๆ กันได้

13. รูปแบบของการเล่น การเล่นเกมนั้นผู้เล่นจะมีการกระทำหลายแบบแตกต่างกันไป เพราะเกมส่วนมากจะมีวิธีการหลายรูปแบบรวมกันไปและจะแตกต่างกันไปในแต่ละจุดของเกม

14. รูปแบบปฏิสัมพันธ์ เมื่อมีการเล่นหลายรูปแบบ ก็ต้องมีการเสริมการเล่นหลาย ๆ วิธี ซึ่งแต่ละแบบก็มีทั้งข้อดี ข้อเสีย ต่อวิธีการเล่นแต่ละวิธีกันไป

15. ส่วนสุดท้ายของเกม มีองค์ประกอบ 4 ประการ คือ การบันทึกผลผู้ชนะ รางวัล เสนอข้อเสนอ และข้อความบ่งชี้ (Alessi and Trollip 1985:220-234)

สรุปได้ว่าเกมการศึกษาที่ดีนั้นควรมีสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ ใช้ชื่อเรื่องและข้อเสนอให้มีจำนวนหน้าอย่างน้อยที่สุด บอกจุดประสงค์ ความมุ่งหมายตลอดจนประโยชน์ที่จะได้จากเกม กฎ เกมที่ท้าทาย ต้องชัดเจน พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เล่นกลับมาศึกษาได้ตลอดเวลาที่ต้องการ ให้คำแนะนำอย่างเพียงพอและให้ผู้เล่นกลับมาศึกษาได้เมื่อต้องการ

ผู้เล่นสามารถเลือกจากหรือเหตุการณ์ซึ่งสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ รางวัลของการเรียนควรเป็นการก้าวไปสู่ความสำเร็จหรือเป็นผู้ชนะ ทุก ๆ ขั้นตอนหรือระดับควรเปิดโอกาสให้ผู้เล่นประสบความสำเร็จ ทำเกมให้มีลักษณะท้าทายชวนเล่น ต้องใช้ความรู้และประสาทสัมผัสตลอดเวลา มีคำสั่งเพื่อการมีปฏิสัมพันธ์ไว้มากเพียงพอ ให้ประสบผลสำเร็จจากการเรียนรู้มากกว่าให้ทำถูกเพราะบังเอิญ ใช้ความรุนแรงให้น้อยที่สุด

ให้สาระและข่าวสารที่จำเป็นแก่ผู้เล่นทั้งหมด การติดต่อถึงกันระหว่างผู้เล่น และคอมพิวเตอร์ควรมีหลาย ๆ วิธี ต้องรับประกันได้ว่าผู้เล่นมีโอกาสชนะแน่นอน ลบภาพทั้งหมดพร้อมทั้งให้ข้อเสนอต่าง ๆ เมื่อจบเกม และต้องแน่ใจว่าได้รู้ตัวว่าจะต้องทำอะไรต่อไป

## ความถนัด

เนื่องจากความถนัดมีความสัมพันธ์กับเขาวงกตปัญหา มีผู้ใช้กันลับลอบแม้แต่ นักจิตวิทยา และนักวัดผล ยังให้คำนิยามที่แตกต่างกัน ดังนี้

ซูเปอร์ (Donald E. Super) กล่าวว่าความถนัดเป็นลักษณะรวม ๆ ที่ทำให้บุคคลสามารถเรียนรู้ได้ความถนัดไม่จำเป็นต้องเป็นเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่ควรเป็นเฉพาะหลาย ๆ อย่างมารวมกันในตัวของบุคคล

ฮาห์นและแมคสัน (Milton E. Hahn and Malcolm S Maclean) กล่าวว่าความถนัดเป็นศักยภาพที่แฝงอยู่ในตัวบุคคล หรือเป็นสมรรถวิสัยที่ยังไม่ได้พัฒนาออกมา แต่เป็นรากฐานที่ทำให้บุคคลเกิดความสามารถและทักษะ ตลอดจนความสัมฤทธิ์ผลต่าง ๆ ได้ (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ 2524 : 106)

เรมเมอร์และเกจ (REMMER and Gage 1955 : 218 ) กล่าวว่า ความถนัดคือ ลักษณะปัจเจกของบุคคล ซึ่งได้รับการพิจารณาว่าเป็นตัวทำนายสัมฤทธิ์ผลในอนาคตของบุคคลได้

จากคำจำกัดความต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วนี้ ถ้าจะกล่าวโดยทั่วไปแล้ว ความถนัดก็อาจหมายถึงศักยภาพทั้งหลาย ซึ่งสามารถฝึกฝนให้เกิดทักษะเฉพาะอย่างขึ้นได้ ซึ่งความถนัดนี้เป็นสิ่งติดตัวมาแต่กำเนิด ธรรมชาติมีส่วนช่วยพัฒนาความถนัด การที่วงการศึกษานพยายามจำแนกหลักสูตรต่าง ๆ ก็เพื่อตอบสนองกับความถนัดของนักเรียนนั่นเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเดินทางให้เหมาะสมกับศักยภาพของตนเป็นราย ๆ ไป (ชวาล แพร่ตกุล 2513 : 12)

นอกจากนี้เมื่อก้าวถึงความถนัดก็มักจะนึกถึงอีกคำหนึ่งควบคู่กันไป คือคำว่า พรสวรรค์ (Gift) คนทั่วไปมักใช้คำนี้มากกว่าความถนัด โดยข้อเท็จจริงแล้วพรสวรรค์นั้นก็มีความถนัดอย่างหนึ่ง แต่เป็นความถนัดที่มีสูงสุด หรือสูงกว่าความถนัดทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ ความถนัดเป็นความสามารถในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าเป็นพรสวรรค์ก็คือความสามารถในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดนั่นเอง (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ 2524 : 107)

ในวงการวัดผลปัจจุบันหมายถึง สมรรถวิสัยและทิศทางแห่งความมั่งคั่งของสมองหรือจะกล่าวให้ง่ายขึ้นก็หมายถึง ซึ่ระดับความสามารถของบุคคลที่เขาอาจมี อาจได้ต่อการเรียนรู้และการฝึกฝนในวิทยาการต่าง ๆ และทักษะที่บังถ้าหากเขาได้รับประสบการณ์และการฝึกสอนที่เหมาะสม (ชวาล แพร์ตกุล ก. 2517:36)

เราสามารถวิเคราะห์ความหมายของความถนัดนี้ให้เข้าใจตรงกันได้ 5 ประการ คือ

1. ความถนัดไม่หมายถึงความรู้ ความรู้คือตัวเนื้อหา ครูสอนแล้วนักเรียนจดจำเอาไว้เมื่อต้องการทราบว่ามีควมรู้มากน้อยเพียงใดก็ให้นักเรียนตอบคำถาม โดยระลึกความหลัง คือประสบการณ์นั้น ๆ ออกมา ถ้าทำได้ถูกต้องตามที่สั่งสอนไว้มากก็เรียกว่ามีความรู้ในวิชานั้น ๆ มาก

ความถนัดต้องการจะวัดว่า นักเรียนผู้นั้นสามารถนำความรู้และหลักวิชาต่าง ๆ จากที่ได้อ่านเรียนมาแล้ว ไปแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่มีรูปร่างแปลกไปจากเดิม แต่ทว่ามีความยากง่ายและมีเนื้อหาคล้ายกับของเดิมได้มากน้อยเพียงใด โดยใช้การเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ และวิเคราะห์ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนได้ถึงระดับใด

ลักษณะของจิต ที่สามารถปรุงแต่งได้เช่นนี้ ก็คือตัวความฉลาด หรือปัญญาซึ่งในปัจจุบันเรียกว่า ความถนัดของแต่ละบุคคลถือกันว่าเป็นสมรรถวิสัยชั้นยอดของสมองสามารถช่วยให้มนุษย์แก้ไขอุปสรรค และตัดสินใจหาปัญหาเฉพาะหน้าได้ถูกต้องสมด้วยเหตุผล

ข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้เรียกว่า แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ให้สำหรับตรวจดูว่า เด็กคนใดคนใดที่จะเป็นนักเรียนหรือนักเลง จัดว่าเป็นเครื่องมือสำหรับแจ้งลักษณะนอกเหตุล่วงหน้าว่า เขาจะสามารถศึกษาเล่าเรียนไปได้ไกลมากน้อยเพียงใด อันเป็นเรื่องของอนาคตกาล

2. ความถนัดไม่หมายถึงความเร็ว มักเข้าใจว่าคนที่ปัญญาดีจะต้องคิดหรือทำอะไรได้เร็ว ๆ จนเรียกว่ามีเซนหรือปฏิภาณดี ซึ่งความเชื่อนี้อาจมีส่วนถูกอยู่บ้างแต่มิได้ถูกต้องแท้จริง เพราะคนที่ทำอะไรได้คล่องแคล่วนั้น อาจมิได้สำเร็จเพราะแรงปัญญาสูง แต่สำเร็จเพราะมีทักษะมีความชำนาญในกิจกรรมนั้นมานานแล้วก็อาจเป็นได้จนสามารถทำกิจกรรมนั้น ๆ ได้อย่างอัตโนมัติแต่คนดังกล่าวนี้หากไปเผชิญปัญหาที่แปลกใหม่เฉพาะหน้าขึ้น ก็ยังไม่อาจจะพูดได้ว่าจะสามารถแก้ไขปัญหานั้น ๆ ให้ลุล่วงไปด้วยดีได้

ความถนัดยึดถือเอาระดับความยากของงานเป็นหลักในการพิจารณา ถ้าใครทำงานที่ยากและซับซ้อนได้ถูกต้องมากก็เรียกว่าเป็นคนฉลาดมาก มีปัญญามาก ถ้าแก้เพียงปัญญาที่ง่าย ๆ ก็เป็นคนฉลาดน้อย และถ้าไม่สามารถตอบหรือทำอะไรได้ก็เป็นคนโง่

ถ้าเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างความเร็ว (เขาวน) กับความยาก (ถนัด) จะเห็นได้ว่าความยากมีลักษณะบ่งชี้ถึงระดับปัญญามนุษย์ได้แน่นอนกว่าความเร็ว เพราะความเร็วนั้นคนโง่หรือคนฉลาดต่างก็อาจฝึกให้ทำงานคล่องและเร็วขึ้นกว่าเดิมได้เสมอ ส่วนการแก้ปัญหาที่ย่างยากซับซ้อนนั้นคนนั้น เฉพาะคนฉลาดเท่านั้นจึงมีโอกาสแก้ได้

3. ความถนัดไม่ได้หมายถึงกรรมพันธุ์ เพราะกรรมพันธุ์นั้นส่งถ่ายได้เฉพาะโครงสร้างและเนื้อหนังมังสาของร่างกายได้เท่านั้น แต่ยังไม่มีการรับรองเรื่องการสืบเชื้อสายทางด้านสติปัญญาและความเฉลียวฉลาด การที่ลูกเก่งเหมือนพ่อแม่ก็นั้นอาจเกิดจากการฝึกฝนโอกาสที่ได้รับ การฝึกฝนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งสามประการนี้เป็นสภาพของครอบครัวมากกว่าจึงดูไปคล้ายกับการสืบทอดโดยทางกรรมพันธุ์ถ้านำลูกไปจากสภาพแวดล้อมเดิมตั้งแต่เล็ก เด็กนั้นก็อาจเป็นไปในการทำที่ห่างไกลจากพ่อแม่ยิ่งขึ้น ซึ่งชี้ให้เห็นถึงปัจจัยทั้งสามประการดังกล่าวมากกว่าที่มีอิทธิพลต่อความเก่งของมนุษย์ (ชวาล แพร์ตกุล ก. 2517:36-40)

4. ความถนัดไม่ได้หมายถึงสมรรถภาพชนิดเดียว มีความเชื่อ 2 กลุ่มด้วยกันว่าจิตหรือสมองของมนุษย์นี้เป็นสิ่งอันเดียวกัน และการที่สามารถแสดงพฤติกรรมออกมาได้หลายอย่าง เพราะมีการแบ่งแยกการทำงานได้เป็นส่วน ๆ ของสมอง เชื่อว่าสมองหรือปัญญานี้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน แบบทดสอบก็จะออกมาในรูปของการวัดสมรรถภาพของสมองแบบรวม ๆ กันไป แล้วแจ้งผลออกมาเป็นตัวเลขรวบยอดแบบ I-Q. เพียงตัวเดียว แต่ถ้าเชื่อว่าพฤติกรรมของสมองประกอบด้วยสมรรถภาพย่อย ๆ มีหลายชนิดก็จะออกแบบทดสอบเพื่อวัดอะไร ๆ หลาย ๆ อย่าง เช่น แบบทดสอบความถนัด แล้วแจ้งผลออกมาเป็นรายสมรรถภาพ ๆ ไปว่าผู้สอบมีความสามารถเก่ง-อ่อนด้านใดบ้าง ดังที่เรียกว่าเส้นภาพสมอง (Profile)

วิทยาการวัดผลในปัจจุบัน พิสูจน์ได้ว่า สมองมนุษย์ประกอบไปด้วยสมรรถภาพเฉพาะเรื่องราวหลายชนิดโดยแต่ละชนิดมีสมรรถภาพแตกต่างกันไป ถ้าสมองของบุคคลใดมีสมรรถภาพด้านใดมากก็เรียกว่ามีปัญญาหรือความถนัดในเรื่องนั้นมาก

วงการศึกษาระดับอาชีวศึกษาให้ความสำคัญของแบบทดสอบความถนัดมากยิ่งขึ้น เพราะงานแต่ละประเภทแต่ละระดับนั้น จะต้องใช้บุคคลที่มีความฉลาดแตกต่างกันออกไปเป็นชนิด ๆ โดยเฉพาะไม่เชื่อว่าทุกคนสามารถทำได้เท่าเทียมกัน นอกจากนี้ยังเชื่อว่าในบรรดาบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญ เป็นนักอะไร ๆ นั้น มีสมรรถภาพเฉพาะเรื่องนั้น ๆ เพียงอย่างเดียว แต่จะมีความสามารถชนิดอื่น ๆ อยู่ด้วยจะต่างกันตรงสัดส่วนเท่านั้นว่ามีมาก-น้อยแค่ไหน

ความถนัดนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของแต่ละชนิดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนของสมรรถภาพเหล่านั้นอีกด้วย ถ้าบุคคลใดมีทั้งชนิดและสัดส่วนเด่นต่อยอดในด้านใดแล้ว บุคคลนั้นก็จะมีแนวโน้มเอียงที่จะเรียน หรือประสบความสำเร็จในด้านนั้น ๆ มากกว่าทางด้านอื่น

5. ความถนัดไม่หมายถึงพรหมลิขิต เชื่อว่าพฤติกรรมหรือการกระทำใด ๆ ของสิ่งมีชีวิตจะแก่กล้าขึ้นก็ต้องอาศัยสิ่งภายนอกมารบเร้าและตัวเองทำปฏิกิริยาโต้ตอบออกไปเท่านั้น ในตอนแรกอาจทำปฏิกิริยาอย่างง่าย ๆ ต่ออิทธิพลภายนอกเพียงเล็กน้อยเท่านั้นต่อเมื่อผ่านเข้าปฏิกิริยานั้นก็จะถูกปรับปรุงให้มีสมรรถภาพดียิ่งขึ้นไปตามลำดับ

จากความคิดทั้ง 5 ประการดังกล่าวพอสรุปความมุ่งหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ได้ว่าเป็นความพยายามของนักวิชาการที่จะสร้างเครื่องมือสำหรับตรวจสอบ และวินิจฉัยสมรรถภาพของแต่ละบุคคล ว่ามีคุณภาพเด่นต่อยอดในด้านใด มีขอบเขตหรือวิสัยแห่งการเรียนรู้กว้างแคบปานใด เพื่อให้ได้ใช้ผลของการวัดนั้น ไปปรับปรุงแก้ไขทั้งเอกัตภาพ และสถานภาพแวดล้อมให้สอดคล้องเหมาะสมกันยิ่ง ๆ ขึ้น ซึ่งตรงกับความคิดในเรื่องการทดสอบในปัจจุบันนี้ว่า ทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพมนุษย์ (ชวาล แพริตกุล ช. 2517:36-38)

#### ชนิดของความถนัด

ความถนัดทั้งหลายของบุคคลที่มีผู้ให้คำนิยามไว้มากมายนั้น อันที่จริงมีมากมาย แต่ทางวงการจิตวิทยาและวงการวัดผลได้พยายามแบ่งชนิดของความถนัดตามที่สามารถวัดได้จริง ๆ จากแบบทดสอบออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. ความถนัดที่เป็นความสามารถทางสมองเฉพาะด้าน (Specific Mental Abilities) เป็นความสามารถในการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลจากความสามารถของสมองในตนเองเดียวกับความสามารถในด้านของสมองที่เรอร์สโตนกล่าวไว้ ในทฤษฎีหลาย

ตัวประกอบ เช่น ความสามารถในการใช้ภาษา ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นต้น

2. ความถนัดที่เป็นความสามารถของกลไกของร่างกาย (Motor Abilities) เป็นความสามารถที่เกี่ยวกับความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของแขนขา ลำตัว การรักษาสสมดุลย์ เมื่ออยู่กับที่และขณะเคลื่อนไหว การประสานงานกันของกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ และพลังในการเคลื่อนไหว

3. ความถนัดที่เป็นความสามารถทางการสัมผัส (Sensory Abilities) เป็นความสามารถทางด้านรับรู้ จากอาการสัมผัสของอวัยวะรับสัมผัสส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือห้าส่วน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และกาย ที่นิยมวัดกันมากคือความถนัดทางด้านการมองเห็นและการได้ยิน

4. ความถนัดที่เป็นทักษะของกล้ามเนื้อและสมอง (Psychomotor Skills) เป็นความสามารถที่รวมทักษะทางด้านกลไกของร่างกาย และการสัมผัสเข้าด้วยกัน กล่าวคือความถนัดชนิดที่ 4 เป็นผลรวมของความถนัดชนิดที่ 2 และ 3 นั้นเอง ได้แก่ ความสามารถในการควบคุมความแม่นยำ การประสานงานของแขนและขา ความไวในการตอบสนอง ความรวดเร็ว การเคลื่อนไหวแขน การควบคุมอัตราความเร็ว ความคล่องแคล่วในการใช้มือ ความคล่องแคล่วในการใช้นิ้ว ความเที่ยงของแขนและมือ ความเร็วของข้อมือและนิ้ว และการเล็งเป้า เป็นต้น (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ 2524:107-108 ; Cronbach 1960:25 ; Turner 1969:21)

#### สมรรถภาพปรุภูมิทางการศึกษา

เธอร์สโตน ได้ทำการวิจัยค้นคว้าถึงโครงสร้างของสมองอย่างกว้างขวาง ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติ ทำให้เกิดทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องความสามารถของสมองตามแนวใหม่ ซึ่งมีสาระสำคัญว่า สมรรถภาพสมองมนุษย์จะประกอบด้วยความสามารถเป็นกลุ่มหรือเขต โดยแต่ละเขต จะทำหน้าที่หรือมีความสามารถพิเศษเป็นชนิด ๆ ไปโดยเฉพาะ แต่ก็อาจทำงานร่วมกับเขตอื่น ๆ ได้ด้วย

เธอร์สโตน ได้นำแบบทดสอบหลายสิบชนิดไปทดลองกับเด็ก แล้วใช้วิธีสถิติที่นิสคาร มาวิเคราะห์เพื่อแยกหาธาตุพื้นฐานของสมอง ในที่สุดก็พบว่า เพียงแต่ในทางการศึกษาแล้วเรียนอย่างเดียว ก็มีองค์ประกอบอยู่มากมายหลายชนิด แต่ละชนิดที่มีอิทธิพลและความสำคัญมากมีอยู่

ด้วยกัน 7 ประการ เรอร์ลิตอนได้ตั้งชื่อองค์ประกอบเหล่านี้ว่า "สมรรถภาพปฐมภูมิของสมอง" ซึ่งประกอบด้วยสมรรถภาพต่าง ๆ ดังนี้

1. สมรรถภาพด้านภาษา (Verbal Factor) องค์ประกอบของสมองส่วนนี้ มีผลต่อการเรียนรู้ทางด้านภาษาและการสื่อสารทั่วไปนักเรียนที่มีสมรรถภาพนี้สูง จะร่ำเรียนเก่งในวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการฟังและการอ่านต่าง ๆ สามารถเข้าใจความหมายของการพูดสนทนาและคำอธิบายของครูได้ง่าย สามารถอ่านจับใจความสำคัญ แปลความ และตีความหมายของข้อความจากตำราได้เป็นอย่างดี นักเรียนประเภทนี้จะมีความสำเร็จมากในหมวดวิชาภาษา และสังคมศึกษา อาชีพที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองชนิดนี้มากที่สุดได้แก่ ครู นักกฎหมาย ทนายความ นักภาษาศาสตร์ และนักวิจารณ์ เป็นต้น สมรรถภาพชนิดนี้ดูจะมีความสำคัญมากในสังคมมนุษย์ เพราะต้องใช้ในการสื่อสารทั้งหมด

2. สมรรถภาพด้านปฏิภาณ (Word Fluency) สมรรถภาพนี้จะส่งผลให้บุคคลมีความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำทั้งในการเจรจาและ การประพันธ์ร้อยแก้วและร้อยกรอง ดังเช่น ครีปราชญ์และสุนทรภู่ เป็นต้น ความสามารถชนิดนี้ไม่เหมือนกับข้อแรกตรงที่ทางด้านภาษาจะส่งผลในทางรับความคิดความเข้าใจของภาษา ส่วนปฏิภาณจะมีผลในด้านการส่งออกและการเจรจา ดังที่เรามักจะพบอยู่บ่อย ๆ ว่าบางคนอาจเก่งในการอ่านแต่พูดไม่เก่ง เป็นต้น วิชาที่เกี่ยวข้องกับความสามารชนิดนี้ได้แก่วิชาทักษะทางการพูดการเขียน และในอาชีพก็จะเกี่ยวข้องกับการเป็นนักโฆษณา โฆษก นายหน้าธุรกิจ นักเขียน นักประพันธ์ และนักหนังสือพิมพ์ เป็นต้น

3. สมรรถภาพด้านตัวเลข (Number Factor) คุณลักษณะนี้จะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์สามารถเห็นความสัมพันธ์ระหว่างของการบวก ลบ คูณ หาร และมีความคิดรวบยอดในกลวิธีคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ผู้มีความสามารถด้านนี้สูง จะมีความสำเร็จในอาชีพที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขหลายชนิดเช่น เป็นนักคำนวณ นักสถิติ นักวิทยาศาสตร์ สมทบบัญชี และการตรวจสอบเงาบัญชีจำนวน จำนวนการคลังและการเงิน เป็นต้น

4. สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor) สมรรถภาพนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ความใกล้ ไกล สูง-ต่ำ และพื้นที่ที่วาดทรง ปริมาตรแก่ความสามารถของสมอง ที่ช่วยให้มนุษย์เกิดจินตนาการและมโนภาพ นักเห็นภาพของส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกออกจากกัน และเห็นเค้าโครงสร้างเมื่อนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาผสมเข้าด้วยกัน ความสามารถชนิดนี้มีคุณค่ามากในวิชาเรขาคณิต วาดเขียน แผนที่ และการฝีมือใน

โรงเรียนและในชีวิตจริงก็จะส่งผลให้ เป็นนักออกแบบ เขียนแปลน นักวางผังเมือง และวิศวกร สถาปนิก เป็นต้น แม้กระทั่งการขับรถ และการจัดบริเวณบ้าน หรือห้องรับแขก ให้ได้สัดส่วน เหมาะเจาะ ก็อาศัยสมองด้านนี้มากเช่นกัน

5. สมรรถภาพด้านความจำ (Memory Factor) คุณลักษณะนี้ก็คือความสามารถของ สมองในการบันทึกเรื่องราวต่าง ๆ รวมทั้งการที่มีลึกระลึกจำจนสามารถถ่ายทอดออกมาได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็นการจำชนิดที่ไร้ความหมาย หรือมีความหมายก็ตาม คุณลักษณะนี้มีความสำคัญเป็น พื้นฐานของการเรียนรู้ทั้งปวง ซึ่งโรงเรียนก็ได้แก่ความจำในเนื้อเรื่องในวิธีการ และความจำ รายละเอียดของเรื่องราวต่าง ๆ พฤติกรรมในชีวิตจริงของความจำทางอารมณ์ก็ได้แก่ความกตัญญู ความพยายามและความรู้สึกที่เรียกว่ารอยยิ้มใจ เป็นต้น

6. สมรรถภาพด้านการสังเกตรับรู้ (Perception Factor) องค์ประกอบของ สมองภาคนี้ ก็ได้แก่ความสามารถในการเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่ง อาจเป็นในรูปของการพิจารณาความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งต่าง ๆ ก็ได้ เด็กที่มี สมรรถภาพด้านนี้สูง จะสามารถตัดลายมือและทำงานที่ละเอียดประณีตได้อย่างดี เป็นผู้มีสายตา แผลมคม และมีประสาทไวต่อสิ่งเร้าได้อย่างจับพแนม วิชาชีวะที่เหมาะสมกับสมรรถภาพสมองชนิดนี้ก็ได้ แก่งานตรวจสอบคุณภาพต่าง ๆ การให้กล้องจุลทรรศน์ช่างเขียน ช่างถ่ายรูป นักนิพนธ์ติด ช่างแก้ นาฬิกา และช่างปรับแก้เครื่องวิทยุและอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการความประณีตมาก ๆ

7. สมรรถภาพด้านวิจรณ์ญาณ (Reasoning Factor) สมรรถภาพนี้มีความหมาย อย่างที่เราเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าความมีเหตุผล หรือวิจรณ์ญาณอันเป็นยอดปรารถนาของการเรียน ทุกชนิดและของมนุษย์ทุกระดับชั้น ความสามารถนี้อาจวัดได้โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบของหลาย สิ่งพร้อม ๆ กัน แล้วให้ชี้ขาดหาคำตอบโดยวิธีหนึ่ง เช่น ให้นำว่า ไบเบรตราูปภาพหรือคำศัพท์ ต่าง ๆ เหล่านี้เมื่อดำไต่บ่างที่ไม่เข้าพวก หรือผิดแผกไปจากคำอื่น ๆ หรือในกลุ่มภาพที่กำหนดให้ นั้นมีความสัมพันธ์ กันอย่างไร และในเรตราข้อความต่าง ๆ ที่กล่าวมาอาจ ลงสรุป เป็นข้อยุติได้ อย่างไรจึงจะถูกต้องสมเหตุสมผลมากที่สุด เป็นต้น (ชวาล แพร่ตกุล ช. 2517:38-48)

### โครงสร้างของแบบทดสอบความถนัด

ตัวอย่างเค้าโครงข้อคำถาม ของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่สร้างขึ้นโดยสำนักงานทดสอบ ของวิทยาลัยวิชาการศึกษาระสานมิตร



1. แบบทดสอบคำตรงข้ามมีความมุ่งหมายที่จะวัดความเจียบคมทางด้านภาษา แต่แทนที่จะให้เด็กเรียนแปลความหมายของคำหรือคำที่เหล่านี้ออกมาตรง ๆ ดังเช่นในข้อประเภทวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ก็เปลี่ยนแนวคำถามใหม่ให้เป็นแบบหาคำตรงข้ามกันเสีย ดังตัวอย่างคำถามในข้อ (๐) ข้างล่างนี้

(๐) คำ ตรงข้ามกับอะไร ?

ก. เทียว

ข. ชาว

ค. เหลือง

ง. ม่วง

จ. ชมพู

เหตุผลที่ถือว่า คำถามชนิดนี้เป็นข้อสอบวัดความถนัดทางด้านภาษา ก็เพราะเด็กทั่วไปใครจะสามารถนึกรู้ได้เองว่า คำถามข้อนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับสี ทั้ง ๆ ที่โจทย์ก็ไม่ได้บอกนะไว้เลยเห็นคำถามที่กล่าวไว้เป็นกลาง ๆ เท่านั้น ฉะนั้นการที่เด็กคนใดสามารถตอบถูกว่า "คำตรงข้ามกับขาว" นี้ นอกจากจะต้องเป็นผู้มีความรู้ สามารถจะระลึกเห็นความหมายของสีชนิดต่าง ๆ จากประสบการณ์เดิมของตนแล้ว ยังจะต้องมีสมรรถภาพพิเศษอีกอย่างหนึ่ง ที่สามารถนำเอาหน่วยความรู้เดิมนั้นมาผสม แยก หรือสัมพันธ์จนเกิดเป็นรูปใหม่ แล้วนำมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ ตัดสินชี้ขาดข้อคำถามนี้ได้อย่างสมเหตุผล คุณลักษณะที่กล่าวนี้ก็คือ ตัวปัญญาหรือความถนัดที่ต้องการวัดนั่นเอง ถ้าจำแนกขบวนการความคิดนี้ออกเป็นขั้น ๆ เพื่อให้เห็นง่ายแล้ว ก็อาจแยกได้ดังนี้

สามารถรู้ว่าคำถามนี้เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับสีโดยเฉพาะ สามารถเปรียบเทียบความคล้าย และความแตกต่างระหว่างสีต่าง ๆ ได้ สามารถตัดสินชี้ขาดเป็นข้อยุติได้ว่าสีคำตรงข้ามกับสีขาว

ในสภาพจริงของจิต วิถีความคิดทั้งสามขั้นนี้จะทำงานต่อเนื่องกันไป โดยไม่หยุดเป็นจังหวะ ๆ ดังที่แยกไว้นั่นเลย สำหรับเด็กที่ไม่มีสมรรถภาพดังกล่าวอาจมองเห็นคำถามข้อนี้ว่าเป็นชื่อของคนหรือสัตว์ หรืออาจคิดเลือนลอบไปว่าเป็นคำถามที่เกี่ยวกับตัวอักษร ด-ช-ช. ก็ได้ ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นจริงก็จะทำให้เกิดความลังเลใจไม่สามารถตัดปัญหาให้ขาดว่า จะตอบตัวใดกันแน่ เพราะถ้าตีความถึงชื่อคน นายดำก็ควรจะตรงข้ามกับนางดำ ในแง่ของเพศ หรือถ้าตีความเป็นคำถามเกี่ยวกับการเล่นอักษร ก็จะไม่สามารถชี้ขาดว่าอักษรใด ตรงข้ามกับอักษรใด เป็นต้น บุคคลที่มีความคิดผัดแพกหรือห่างเหินไปจากปกติวิสัย เช่นนี้ สังคมปัจจุบันไม่นับถือว่าเป็นคนมีปัญญาทางด้านภาษา แต่ในสถานการณ์อื่นและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เขาอาจถูกยกย่องว่าเป็นผู้มีความสามารถในด้านอูตรี หรือมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ก็อาจเป็นได้

2. แบบทดสอบค้นหาคำที่ไม่เข้าพวก ต้องการวัดความสามารถในการแยก คัด จัดประเภท คำต่าง ๆ ให้เข้าเป็นหมวดหมู่ คือคำถามแต่ละข้อจะมีคำต่าง ๆ ให้ไว้ 5 คำจาก ก. ถึง จ. โดยใน 5 คำนี้มีอยู่ 4 คำที่มีความหมายเป็นพวกเดียวกันหรือสกลเดียวกันแล้วให้นักเรียนหาอีกคำหนึ่งที่ต่างพวกออกไป ไม่เข้าพวกกับคำอื่น ๆ เหล่านี้มาตอบดังตัวอย่างคำถามลงข้อข้างล่างนี้

(๗)	ก. ช้าง	ข. ม้า	ค. วัว
	ง. ควาย	จ. เสือ	
(๘)	ก. เหยียง	ข. ช้าง	ค. ปา
	ง. ควา	จ. โยบ	

จะเห็นว่าข้อแรกควรตอบว่า "เสือ" ซึ่งเป็นสัตว์ป่าไม่เข้าพวกกับสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ ส่วนข้อหลังก็ควรตอบข้อ ง. เพราะมีความหมายและลักษณะผิดต่างออกไป ไม่เข้าพวกกับคำอื่น ๆ ตัวปัญหาหรือความถนัด หมายถึงความสามารถในการตัดสินใจขาด ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ถูกตามทำเองคลองธรรมหรือตามปกติวิสัยที่มนุษย์ระดับนั้น สังคมนั้น ยอมรับกันอยู่โดยทั่วไป ในคำถามข้อ (๗) เรื่อง ช้าง ม้า วัว ควาย เสือ นั้น อาจมีบุคคลอื่นใช้ปัญหาของตนว่า "ช้าง" ก็ได้ เพราะมีความคิดว่า เป็นสัตว์ที่มีรูปร่างใหญ่โตกว่าสัตว์อื่น ๆ แต่ถึงกระนั้นคำตอบนี้ก็ยังคงถือว่าผิดอยู่ดี เพราะไม่สอดคล้องกับความนึกคิดทั่ว ๆ ไปของนักเรียนไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ซึ่งในวัฒนธรรมไทยและใน ทักษะของเด็กนักเรียนไทยระดับนี้ ควรจะต้องตอบว่า เสือ ส่วนเด็กในยุโรปและอเมริกาอาจตอบว่า ช้าง หรือในแอฟริกาอาจต้องตอบว่าม้าหรืออื่น ๆ จึงจะนับว่าถูกต้องนั้นก็เป็นเรื่องของอิทธิพลและทิศทางของวัฒนธรรมของเขา ไม่เกี่ยวกับความมีปัญญาของเรา

ฉะนั้น การสร้างข้อคำถามของแบบทดสอบประเภทความถนัด จึงยากและละเอียดอ่อนกว่า คำถาม ประเภท วัดความรู้เป็นอันมาก และเพื่อเป็นการป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่คาดฝันจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำคำถามเหล่านั้นไปทดลองซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงและหาสภาพปกติวิสัยของข้อคำถามเหล่านั้นเสียก่อนเสมอ และการเลือกคำถามก็ต้องขึ้นอยู่กับวิชาญาณและผลการทดลองกับนักเรียนระดับนั้น ๆ เป็นสำคัญ

3. แบบทดสอบค้นหาคำที่สัมพันธ์ ต้องการวัดสมรรถภาพด้านภาษาด้วยวิธี ให้นักเรียนหาความเกี่ยวข้องระหว่างคำต่าง ๆ โดยมีโครงสร้างของคำถามดังตัวอย่าง

เลือก เกี่ยวข้องกับคำใด ?

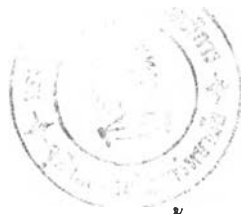
- ก. เข็มขัด                      ข. หมวก                      ค. ถุงเท้า  
ง. รองเท้า                      จ. กางเกง

คำถามประเภทนี้ยากและซับซ้อนกว่าสองชนิดแรกเป็นอันมาก ผู้ตอบจะต้องใช้ความรู้เดิมมาพิจารณาหาความสำคัญของแต่ละสิ่งเหล่านั้นเสียก่อน แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาความเกี่ยวข้องระหว่างกันทีละคู่ ๆ จากนั้นจึงตัดสินใจเลือกเอาคำที่เกี่ยวข้องกันมากที่สุดเป็นคำตอบ พฤติกรรมของสมองแบบนี้ ทางจิตวิทยาเรียกว่า "สมรรถภาพด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์" ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการศึกษาชั้นสูง ๆ และจากตัวอย่างนี้ก็จะเห็นได้ชัดว่าทั้ง ๆ ที่นักเรียนทุกคนต่างก็รู้จักสิ่งของเหล่านี้กันมาแล้วทุกชนิด แต่ก็ไม่แน่เสมอไปว่า จะมีปัญญาจับคู่ได้ถูกต้อง และตอบถูกต้องทุกคน ฉะนั้นผู้ที่ตอบถูกต้องจึงพออนุมานได้ว่า มีปัญญาไหวพริบในด้านภาษามากกว่าผู้ที่ตอบผิดอย่างแน่นอน อย่างน้อยที่สุด เมื่ออ่านหนังสือและตำราต่าง ๆ ก็จะสามารถจับความสำคัญและรู้ความสัมพันธ์ ระหว่างเรื่องราวนั้น ๆ ได้ถูกต้องมากกว่าผู้ที่ตอบผิด

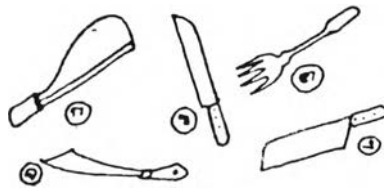
4. แบบทดสอบเรียงอันดับ แบบทดสอบชนิดนี้มุ่งวัดสมรรถภาพด้านตัวเลข โครงสร้างของข้อคำถาม เป็นแบบให้นักเรียนหาเลขจำนวนถัดไปของอนุกรมต่าง ๆ คือคำถามแต่ละข้อจะมีตัวเลขเรียงกันไว้เป็นอนุกรมให้นักเรียนดูก่อนทางซ้ายมือ เพื่อให้เขาค้นหากฎเกณฑ์จากตัวเลขเหล่านั้น ว่าเรียงกันมาอย่างไร หรือสลับกันไว้อย่างไร เมื่อจับหลักได้แล้วก็นักต่อไปอีกทีหนึ่งว่าเลขตัวถัดไป ตัวแรกของอนุกรมนั้นควรจะเป็นเลขอะไรจาก ก.- จ. ทางขวามือ ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

- |                           |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| 5   10   15   20   ---->  | ก. 5  | ข. 21 | ค. 25 |
|                           | ง. 30 | จ. 35 |       |
| 75   57   75   55   ----> | ก. 55 | ข. 77 | ค. 67 |
|                           | ง. 75 | จ. 76 |       |

คำถามชนิดนี้ต้องการความสามารถทางด้านตัวเลขเป็นอันมาก จนบางตำราถือว่าเป็นแบบทดสอบสำหรับวัดความมีเหตุผลทางด้านตัวเลขโดยตรง เพราะผู้ตอบจะต้องใช้ความสามารถมาค้นหากฎเกณฑ์ของอนุกรมนั้นเสียก่อนว่าเป็นมาเช่นไร จากนั้นจึงจะขยายความหมายของกฎเกณฑ์นั้นไปเป็นเลขตัวถัดไปได้อย่างถูกต้อง



5. แบบทดสอบจัดประเภท แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพในการจำแนกแยก  
ตัดจัดประเภท ซึ่งเป็นคุณสมบัติลักษณะหนึ่งของความมีเหตุผล หรือวิจรรณญาณ คนฉลาดจะสามารถ  
จัดเรื่องราวหรือสิ่งของต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยคุณลักษณะพิเศษ  
ชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นหลัก คำถามของแบบทดสอบฉบับนี้เป็นประเภทรูปภาพ โดยแต่ละข้อจะมีภาพ  
ต่าง ๆ อยู่ 5 ภาพและใน 5 ภาพนี้จะมีอยู่ภาพหนึ่งที่แตกต่างออกไป ไม่เข้าพวกกับภาพอื่น ๆ  
แล้วให้นักเรียนหาภาพที่ไม่เข้าพวกนั้นมาตอบ ดังตัวอย่าง



ข้อนี้ต้องตอบ ค. ซึ่งเป็นภาพช้อนล้อมไม่เข้าพวกกับภาพอื่น ๆ ที่เป็นจำพวกมีดทุกรูป

6. แบบทดสอบอุปมาอุปไมย แบบทดสอบนี้ ต้องการวัดความสามารถในการหาความ  
สัมพันธ์ระหว่างสิ่งของและเรื่องราวต่าง ๆ แล้วให้ขยายหลักการนั้นออกไปสู่สิ่งอื่น หรือ  
สถานการณ์อื่นที่มีความสัมพันธ์เป็นทำนองเดียวกัน หรือลักษณะเดียวกันกับของเดิม โครงสร้างของ  
คำถามเป็นประเภทรูปภาพทั้งหมด ดังตัวอย่าง



7. แบบทดสอบสรุปความ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความสามารถในการรวบรวม  
สาเหตุหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ ลง เป็นข้อยุติที่มีความหมาย และสมเหตุสมผลตามเงื่อนไขที่กำหนด  
ไว้ คุณสมบัตินี้เป็นส่วนหนึ่งของสมรรถภาพด้าน วิจรรณญาณ คำถามของข้อสอบชนิดนี้ จะมีข้อความ

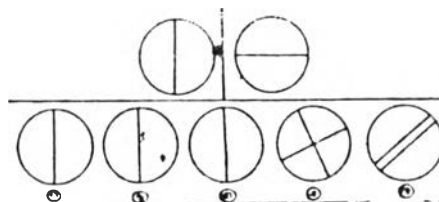
ต่าง ๆ ให้นักเรียนอ่านดูก่อนในตอนแรกแล้วถามให้นักเรียนคิดค้นดูว่า ควรจะกล่าวลงสรุปได้อย่างไร จึงจะถูกต้องเหมาะสมที่สุดดังตัวอย่างนี้

- (๗) คำเป็นนี้ ชาวเป็นน้องเพราะฉะนั้น คำจะเป็นอย่างไร ?
- ก. คำเป็นผู้ชาย                      ข. คำชุกชนกว่าชาว  
ค. คำเรียนเก่งกว่าชาว            ง. คำมีอายุมากกว่าชาว  
จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

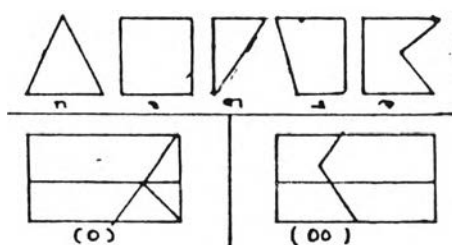
สำหรับข้อนี้ นักเรียนจะต้องตอบ ง. จึงจะถูกต้อง เพราะคนที่เป็นนี้ควรจะต้องมีอายุมากกว่าน้องแน่นอน จะไปคิดว่าคนนี้ต้องเป็นผู้ชาย หรือชุกชนกว่า หรือต้องเรียนเก่งกว่าน้องเช่นนี้ไม่ได้ เพราะไม่เป็นจริงตามเห็นเสมอไป

จากแบบทดสอบจัดประเภท อุปมาอุปไมย และสรุปความทั้ง 3 ประเภทนี้จะเห็นว่า คำถามแต่ละชนิดต้องการสมรรถภาพสมองที่ซับซ้อนกว่าธรรมดาเป็นอันมาก เช่น ในแบบอุปมาอุปไมย นักเรียนก็ต้องสร้างสมมติฐานต่าง ๆ นานา ว่าสองสิ่งแรกมีความสัมพันธ์กันเช่นใดกัน ในทางใดก่อน จากนั้นก็นำสมมติฐานที่เขาคิดได้นั้นไปใช้กับเรื่องใหม่ที่คล้ายคลึงกันว่าจะได้ผลถูกต้องตามสมมติฐานนั้นหรือไม่ นั่นคือ เด็กบางคนอาจตั้งสมมติฐานว่า สองภาพนั้นสัมพันธ์กันฐานะแก่กับเด็ก เป็นเด็ก หรือเป็นพี่กับน้องก็ได้ และเมื่อเขาคิดอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วก็นำหลักการนั้นไปแก้ปัญหา ถ้าแก้ไม่สำเร็จเขาก็ต้องกลับมาตั้งสมมติฐานใหม่อีกรอบหนึ่ง จนกระทั่งสมประสงค์หรือเลิกล้มไปเลย ฉะนั้นจะเห็นว่า แบบทดสอบเหล่านี้สามารถสกัดเอาความคิดระดับสูง หรือวิจารณ์แผนของสมองออกมาวัดได้

๘. แบบทดสอบซ้อนรูป แบบทดสอบนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ โดยให้นักเรียนสร้างจินตนาการและมโนภาพว่า เมื่อนำภาพ 2 ภาพมาซ้อนกันแล้ว จะเกิดภาพใหม่มีลักษณะเป็นรูปใด ดังตัวอย่างคำถามนี้



๑. แบบทดสอบช่อนภาพ แบบทดสอบแบบนี้ก็เป็นเครื่องมือวัดสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ เช่นกันแต่เป็นการวัดโดยวิธีวิเคราะห์ โดยให้นักเรียนแยกภาพออกมาเป็นส่วน ๆ ตรงข้ามกับการช่อนรูป ที่ต้องการให้นักเรียนสังเคราะห์หรือผสมหลาย ๆ สิ่งเข้าด้วยกัน ดังตัวอย่างคำถามนี้



วิธีการของช่อนแบบนี้แตกต่างจากแบบธรรมดาอยู่เล็กน้อย โดยให้นักเรียนดูภาพคำตอบจาก ก.- จ. ก่อน จากนั้นก็ให้เลือกรูปคำตอบตั้งในข้อ (๐) และข้อ (๐๐) ว่าแต่ละช่อนมีภาพคำตอบใดช่อนอยู่ในรูปนั้นบ้าง ซึ่งในข้อ (๐) จะต้องตอบว่ามีภาพ ก. ช่อนอยู่ตรงมุมขวาด้านล่าง และในข้อ (๐๐) มีภาพคำตอบ จ. ช่อนอยู่ที่มุมบนทางด้านซ้าย

จากแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิดนี้จะเห็นได้ว่า ผู้ตอบจะต้องใช้ช่อนความคิดทางด้านจินตนาการหรือมโนภาพ ที่เกี่ยวข้องกับขนาดทรวดทรง และทิศทางมาร่วมพิจารณา ซึ่งความสามารถชนิดนี้ก็คือการหาความสัมพันธ์เชิงมิติต่าง ๆ นั้นเอง อันเป็นสมรรถภาพชนิดหนึ่งที่ต้องการมากในวิชาการช่างต่าง ๆ จากการทดลองเปรียบเทียบโดยทั่ว ๆ ไปปรากฏว่า สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กไทยยังไม่ได้รับการพัฒนาให้สูงเท่าที่ควร เกี่ยวกับความสามารถด้านความจำ และด้านภาษา วิชาคณิตศาสตร์ เรขาคณิต และศิลปศึกษาในโรงเรียน ต่างต้องการสมรรถภาพชนิดนี้มาก

จากตัวอย่างช่อนคำถามของแบบทดสอบความถนัดด้านต่าง ๆ เท่าที่เสนอมานี้ ก็พอจะเห็นได้ว่าเค้าโครงคำถามของแต่ละชนิด ต้องการเน้นวัดสมรรถภาพมองผิดแผกกันไปคนละด้าน และไม่เกี่ยวข้องกับตัวความรู้ความจำตามที่นักเรียนเคยเรียนนามากนักแต่มุ่งวัดที่ความไหวพริบหรือตัวปัญญาของนักเรียนเป็นส่วนใหญ่ แบบทดสอบเหล่านี้จะเป็นเครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพและมีความสำคัญมากชนิดหนึ่งของวงการศึกษ (ชวาล แพร์ตกุล ค. 2517:36-39)

## ประโยชน์ของแบบทดสอบความถนัด

แบบทดสอบประเภทนี้ มีความมุ่งหมายที่จะวัดสมรรถภาพเบ็ดเสร็จของสมอง ซึ่งเป็นผลรวมของความรู้และประสบการณ์ที่สั่งปวง ที่แต่ละบุคคลได้สะสมมาแต่ในอดีต ว่าจะมีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดีเพียงใด ความปรารถนานี้สืบเนื่องมาจากคติของการศึกษาแผนใหม่ที่เชื่อกันว่า มนุษย์ทุกผู้ทุกนามย่อมจะมีระดับของความถนัดเด่น-ด้อยประจำตัวอยู่เสมอ โดยมีทางใดก็ทางหนึ่ง ฉะนั้นถ้าสามารถทราบบุคลิกเหล่านี้ของเขาได้แล้ว ก็อาจนำความรู้นี้ไปแนะให้เขากระทำหรือเว้นกระทำในกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะกับเอกลักษณ์ของเขาได้

ในประเทศที่มีการศึกษาเจริญเขาถือกันว่า การทดสอบความถนัดเป็นอุปกรณ์การศึกษาที่จำเป็นมากชนิดหนึ่ง ที่โรงเรียนจะขาดเสียมิได้ เช่นเดียวกับตำราเรียน ถึงกับออกกฎหมายให้เงินอุดหนุนแก่โรงเรียนเพื่อใช้จ่ายในการทดสอบความถนัดกับนักเรียนทุกคน ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะนักศึกษาของเขาเห็นการเป็นไกลและตระหนักว่า แบบทดสอบชนิดนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับค้นและพัฒนาการศึกษาอย่างมากมาย ซึ่งสามารถสรุปได้ 9 ลักษณะ ดังนี้

1. ใช้ในการสอบคัดเลือก ในขณะที่สถานศึกษาไม่สามารถรับนักเรียนที่มาสมัครเรียนไว้ได้หมด ก็เกิดความจำเป็นที่จะต้องทำการคัดเลือกขึ้น เพื่อรับแต่บุคคลที่เหมาะสมที่สุดกับการศึกษา นั้น ๆ วิธีสอบคัดเลือกที่ไม่ใช่แบบทดสอบความถนัด อาจนำไปเกิดความลำเอียงโดยไม่เจตนาได้หลายประการ เช่นนักเรียนที่เข้าสอบแข่งขันมาจากโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรต่างกัน โดยบางกลุ่มอาจเคยเรียนวิชาภาษาอังกฤษในชั้นประถมมาก่อนก็ได้ ทำให้เกิดการได้เปรียบเสียเปรียบเป็นประการแรกส่วนความบกพร่องประการที่สอง ก็ได้แก่ความแตกต่างในตำราและหนังสือเรียนที่แต่ละโรงเรียนมักใช้ต่างกัน เป็นสาเหตุทำให้ข้อสอบเสียความยุติธรรมได้ง่าย ๆ และในประการสุดท้าย การสอบคัดเลือกที่ใช้แต่ข้อสอบทางวิชาการอย่างเดียวนั้น เป็นการส่งเสริมให้เกิดการกวาดวิชาระยะสั้นแพร่หลายยิ่งขึ้นด้วย

2. ใช้ในการแยกประเภทนักเรียน เด็กแต่ละคนย่อมมีความรู้ความสามารถแตกต่างกันเสมอ เช่น บางคนอาจเก่งทางภาษาแต่อ่อนในวิชาเลข หรือกลับกันก็ได้ แม้ในหมวดวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ก็อาจมีเด็กบางคนเก่งในด้านทักษะแต่อ่อนในด้านเหตุผลก็มี ฉะนั้นถ้าครูสามารถรู้สถานภาพของเขาแล้ว ก็อาจแยกนักเรียนเหล่านั้นออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามนั้นได้ แล้วจัดชบวนการสอนให้เหมาะกับความถนัดตามอัธยาศัย ก็จะ เป็นวิธีช่วยให้ทุกฝ่ายประสบความสำเร็จโดยรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. ใช้ในการวินิจฉัยสมรรถภาพ ประโยชน์ของแบบทดสอบความถนัดในด้านนี้ ก็ได้แก่ การใช้เป็นเครื่องมือสำหรับค้นหาสาเหตุ หรือต้นกำเนิดของความเก่ง-อ่อนในการเรียน เช่น ช่วยให้ครูทราบว่า เพราะเหตุใดเด็กชาย ช. สอบตกบ่อย ๆ เป็นต้น การที่ต้องการทราบทางด้านนี้ ก็เพื่อจะได้นำคุณลักษณะนั้นไปส่งเสริมให้นักเรียนอื่น ๆ เก่งตาม และที่ต้องการทราบทางด้านเลว ก็เพื่อจะได้ไปแก้ไขเด็กอ่อนให้ตรงจุด

4. ใช้ในการแนะแนวการศึกษาและอาชีพ ถ้าเชื่อว่ามนุษย์มีศักยภาพทางสมองแตกต่างกัน และกิจกรรมต่าง ๆ ก็ต้องการบุคคลที่มีสมรรถภาพเหมาะสมเป็นราย ๆ ชนิดแล้ว แบบทดสอบความถนัดนี้ก็จะมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพราะสามารถแสดงผลการสอบออกมาให้เห็นเป็นในรูปของเส้นภาพ ว่านักเรียนผู้ที่มีความถนัดหรือมีหัวใจเอนียงไปในทางใดได้อย่างชัดเจน

5. ใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จ แบบทดสอบความถนัด สามารถใช้เป็นเครื่องมือทำนายความสำเร็จของการศึกษาได้ด้วยเส้นสมอง แล้วพยากรณ์ว่าถ้านักเรียนผู้หนึ่งเลือกเรียนทางนั้น ๆ แล้วเขามีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จมากน้อยเท่านั้น ๆ เปอร์เซนต์ จะเห็นว่า อาจใช้แบบทดสอบความถนัดทำหน้าที่เป็นหมอดูได้หลายครั้ง เช่น ถ้าใช้ข้อสอบนี้เมื่อตอนสอบคัดเลือก ก็จะเป็นการสอบเพื่อพยากรณ์ว่า ถ้าใครสามารถสอบเข้ามาได้แล้ว ก็มีหวังจะเรียนวิชานั้นให้สำเร็จไปได้ด้วยดี แต่ถ้าเรียนไปนาน ๆ แล้วปรากฏว่า นักเรียนผู้หนึ่งชักล่าหลังเพื่อนมากเข้าทุกที ก็นำแบบทดสอบความถนัดมาตรวจเขาอีกครั้งหนึ่ง ว่ามีจุดอ่อนตรงไหนและในด้านใดบ้าง คราวนี้แบบทดสอบความถนัดก็จะทำหน้าที่เป็นหมอวินิจฉัยโรค พอเด็กนั้นเรียนจบชั้นตัวประโยค จะต้องเริ่มเลือกวิชาเรียนตามสาขาที่ตนถนัด ข้อสอบนั้นก็เลยกลายเป็นการสอบเพื่อแนะแนวการศึกษาพร้อมกับทายอนาคตเสร็จไปด้วยในตัว ว่าเขาจะไปติไปร้ายทางใด เป็นต้น

6. ใช้สำหรับวัดพัฒนาการ การสอบวัดชนิดนี้มีความมุ่งหมายที่จะทราบว่า เมื่อเด็กแต่ละคนหรือนักเรียนแต่ละชั้นได้เรียนวิชาการไประยะหนึ่ง ๆ แล้ว ต่างมีความงอกงามพัฒนาขึ้นจากเดิมเท่าใด เช่น จากต้นปีถึงกลางปี เขามีสมรรถภาพด้านเหตุผลและมีนิสัยมั่นเพิ่มขึ้นมาอย่างน้อยปานใด การสอบวัดชนิดนี้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การวัดผลมาก เพราะเป็นการเปรียบเทียบความสามารถของตนเองกับตนเอง

7. ใช้สำหรับเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนวิชาใด ๆ ก็ตาม ครูผู้สอนจะมีความสนใจใคร่รู้อยู่ประการหนึ่ง คือแต่ละคนได้สัมฤทธิ์ผลเต็มที่สมกับความสามารถของสมองแล้วหรือไม่ มากน้อยแตกต่างกันปานใด และนักเรียนที่มีสมรรถภาพสมองสูง-ต่ำ แต่ละระดับ ๆ



นั้นต่างจะสามารถเล่าเรียนวิชาได้ได้สูงที่สุดอีกด้วย ความรู้ที่ได้นี้ จะช่วยให้ครูและผู้ปกครอง เข้าใจเด็กของตนได้ ถูกต้องขึ้นว่าเด็กนั้นได้ใช้ความสามารถเท่าที่ตนเองมีอยู่ในปัจจุบัน ต่อการ เรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ โดยเต็มทีสมกับอัธยาศัยของเขาแล้วหรือยัง นั่นเอง

๘. ใช้ในการประเมินผลการศึกษา การประเมินค่าหมายถึง การตีราคาโดยลรูป อย่างมีหลักเกณฑ์ โดยปกติไม่ว่าจะเป็นนักศึกษาระดับใดหรือแม้จนกระทั่งตัวเด็กนักเรียนเองก็ตาม ต่างก็มีความใคร่รู้ผลลัพธ์ที่เกิดจากการปฏิบัติงานของตนด้วยกันทั้งสิ้น การประเมินผลการศึกษา มักกระทำโดยดูที่ผลการสอบปลายปี หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาเปรียบเทียบกันโดยตรง แล้วสรุปว่า โรงเรียนนั้น หรือจังหวัดนี้มีคุณภาพการศึกษาเป็นเช่นไร ถ้าจะให้เป็นการยุติธรรมขึ้นแล้ว การประเมินเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่พึงปรารถนา จึงควรต้องคำนึงถึงระดับความถนัดด้วยเสมอ

๙. ใช้ในการวิจัย ในปัจจุบันวงการการศึกษาของเรา ยังทำการวิจัยเกี่ยวกับทางด้าน ปัญหาที่นักเรียนอยู่มาก ครู อาจารย์ทั่วไปยังต้องการทราบความมีนิสัยของสมรรถภาพสมองอีกหลาย ประการ ดังเช่นสมรรถภาพสมองแต่ละชนิดใด เด็กแต่ละวัยต่างมีอัตราความงอกงามเร็ว ช้า เช่นไร จะมีวิธีการหรือต้องดำเนินการอย่างไรจึงจะสามารถพัฒนาสมรรถภาพชนิดนั้น ๆ ให้ได้ผล ดีที่สุด หลักสูตรหรือเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีความเหมาะสมหรือคู่ควรกับ สมรรถภาพของเด็กไทยในแต่ละวัยนั้น ๆ แล้วหรือยัง เป็นต้น

ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ย่อมแน่นอนว่า จะต้องหาคำตอบโดยการวิเคราะห์วิจัยทั้งสิ้น และ สิ่งหนึ่งที่มีการวิจัยเหล่านี้ต้องการมาก ก็คือเครื่องมือวัดปัญหาหรือแบบทดสอบความถนัดเหล่านี้เอง ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าแบบทดสอบประเภทนี้มีคุณค่าต่อการทดลอง เปรียบเทียบข้อมูล ได้เป็นอย่างดียิ่ง กว่าที่ทดสอบประเภทอื่น ๆ (ชวาล แพร์ตกุล ง. 2517:36-38)