

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง สภาพและความต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกในการสอนวิชา  
วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานครนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร  
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้ คือ

1. ความหมายของสิ่งอำนวยความสะดวก
2. สภาพทั่วไปของสิ่งอำนวยความสะดวกในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
  - 2.1 พื้นที่ในห้องปฏิบัติการสำหรับดำเนินกิจกรรม
  - 2.2 ครุภัณฑ์ห้องวิทยาศาสตร์
  - 2.3 สิ่งอำนวยความสะดวกในในห้องปฏิบัติการ
  - 2.4 เอกสารสิ่งพิมพ์ประกอบการสอน
  - 2.5 วัสดุประกอบการสอน
  - 2.6 วัสดุและอุปกรณ์โสตทัศนศึกษา
3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวก
  - 3.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ความหมายของสิ่งอำนวยความสะดวก

ยูเนสโก (UNESCO 1975 : 123) ได้อธิบายความหมายของสิ่งอำนวยความสะดวก  
(Facilities) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องจัดให้มีขึ้นเพื่อให้กิจกรรมนั้น ๆ สำเร็จลุล่วง  
ไปได้อย่างสะดวก

สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2527 : 103) กล่าวว่าสิ่งอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการ  
การเรียนการสอน ได้แก่ สภาพห้องเรียน สภาพห้องปฏิบัติการ จำนวนผู้เรียน เครื่องมือและ

หนังสือประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมที่มีอยู่ในห้องสมุดของโรงเรียนและบุคลากรที่มีส่วนในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ส่วน ยูเนสโก (UNESCO, 1973 : 14-15) ได้ให้ความหมายของสิ่งอำนวยความสะดวกในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ว่าเป็นสิ่งที่ต้องจัดไว้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งได้แก่ การจัดให้มีมหาวิทยาลัย บอร์ดข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพิพิธภัณฑ์ สถานที่เสี่ยงสัตว์ทดลอง เรือนเพาะชำ เป็นต้น

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นจึงพอสรุปได้ว่า สิ่งอำนวยความสะดวกในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยให้การดำเนินการเรียนการสอนเป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตร ซึ่งในที่นี้ได้แก่ การจัดพื้นที่สำหรับดำเนินการปฏิบัติการ ครุภัณฑ์ห้องวิทยาศาสตร์ สิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ เอกสารสิ่งพิมพ์ประกอบการสอน วัสดุประกอบการสอน ตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์โสตทัศนศึกษา

#### สภาพทั่วไปของสิ่งอำนวยความสะดวกในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยโดยทั่วไปมักจะประสบปัญหา มีข้อจำกัดเกี่ยวกับงบประมาณ จำนวนห้องเรียนไม่เพียงพอ บางโรงเรียนอาจจะไม่มีห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะจำเป็นต้องดัดแปลงห้องเรียนธรรมดาเป็นห้องปฏิบัติการ แต่อย่างไรก็ตามการจัดห้องวิทยาศาสตร์ก็ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการใช้ประโยชน์ ต้องจัดให้มีการยึดหยุ่นได้ ไม่กินเนื้อที่มาก สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย มีขนาดเหมาะสมและเพียงพอกับจำนวนนักเรียน (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 30-31 ; ธงชัย ชิวรีชา, ณรงค์ศิลป์ ฐพนมและปรีชา เดชศรี 2526 : 136; มังกร ทองสุชาติ 2521 : 87-88)

ได้มีผู้เสนอแนะการจัดสภาพห้องวิทยาศาสตร์เพื่อสนองความต้องการของผู้เรียนและผู้สอนให้สะดวกไว้ดังนี้

### พื้นที่ในท้องปฏิบัติการสำหรับค่าเงินกิจกรรม

ธงชัย ชิวปรีชาและคณะ (2526 : 138-139) ได้เสนอแนะว่า ในการออกแบบท้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแรกที่จะต้องคำนึงถึงคือ ขนาดของห้องซึ่งขึ้นกับจำนวนนักเรียนที่จะเข้าไปใช้ท้องปฏิบัติการนั้นในแต่ละครั้ง โดยทั่ว ๆ ไปนักเรียนคนหนึ่งควรมีพื้นที่ในท้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประมาณ 4.5 ตารางเมตร ถ้ามีนักเรียนเข้าท้องปฏิบัติการครั้งละ 30 คน ห้องปฏิบัติการควรมีพื้นที่ประมาณ 120-150 ตารางเมตรหรือขนาดกว้างประมาณ 9 เมตร ยาวประมาณ 14 เมตรดังนี้ เป็นต้น จำนวนนักเรียนที่จะเข้าไปใช้ท้องปฏิบัติการแต่ละครั้งไม่ควรมีมากเกินไป โดยทั่ว ๆ ไปควรมีประมาณ 20-30 คน เพราะถ้ามีจำนวนนักเรียนมากเกินไปจะทำให้ควบคุมดูแลได้ไม่ทั่วถึง อย่างไรก็ตามในสภาพปัจจุบัน ประเทศไทยเราไม่อาจถือเกณฑ์นี้ได้เพราะมีข้อจำกัดหลายประการโดยเฉพาะ งบประมาณและจำนวนครู การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันจึงอยู่ในภาวะจำยอมที่ต้องจัดนักเรียนถึงกลุ่มละ 40-45 คน นอกจากนั้นขนาดของท้องปฏิบัติการก็ไม่อาจขยายได้ พื้นที่ของท้องปฏิบัติการต่อนักเรียนหนึ่งคนในปัจจุบันจึงเป็นประมาณ 2.7-3.8 ตารางเมตร ซึ่งคับแคบเกินไป ทำให้ความสนใจในการเรียนลดลง นอกจากนั้นอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ได้ง่ายอีกด้วย

สำหรับตำแหน่งของท้องปฏิบัติการนั้นไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวว่าควรอยู่ส่วนไหนของอาคาร สำหรับประเทศไทยอาคารเรียนส่วนใหญ่สูงไม่เกิน 3 ชั้น ห้องปฏิบัติการจะอยู่ชั้นไหนก็ได้ นอกจากในบางกรณีเช่นท้องปฏิบัติการชีววิทยาที่จำเป็นต้องมีการปลูกต้นไม้หรือเลี้ยงสัตว์ เพื่อใช้ในการทดลองก็ควรจัดให้ท้องปฏิบัติการนั้นอยู่ชั้นติดกับพื้นดิน การจัดท้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ชั้นสูง ๆ ของอาคารเช่น ชั้น 4 หรือชั้น 5 อาจมีปัญหาเรื่องแรงดันของน้ำประปา ท่อน้ำทิ้ง การลำเลียงวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี ซึ่งจำเป็นต้องทำอยู่บ่อย ๆ สำหรับสิ่งอื่น ๆ ที่ควรคำนึงถึงในการเลือกตำแหน่งท้องปฏิบัติการได้แก่ ควรเป็นบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่อับทึบ และไม่ถูกแสงแดดโดยตรงโดยเฉพาะในตอนบ่าย เพราะความร้อนจากแสงแดดอาจทำให้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเสื่อมสภาพได้ง่าย นอกจากนั้นยังอาจทำให้อุณหภูมิของท้องปฏิบัติการในตอนเช้ากับตอนบ่ายต่างกันมาก ซึ่งอาจมีผลต่อการทดลองบางการทดลองได้ และควรจัดให้ท้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในอาคารเดียวกัน ห้องปฏิบัติการวิชาเดียวกันควรอยู่ชั้นเดียวกัน หรืออย่างน้อยควรอยู่ในอาคารเดียวกัน เพื่อสะดวกในการดูแลรักษาและลำเลียงวัสดุอุปกรณ์และ

สารเคมี ควรจัดให้ห้องทำงานของครูและห้องเตรียมการทดลองอยู่ด้วยกันกับห้องปฏิบัติการ ห้องพัสดุวิทยาศาสตร์ควรอยู่ในอาคารเดียวกันกับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ห้องพัสดุวิทยาศาสตร์ คือห้องที่ใช้เก็บอุปกรณ์ อะไหล่ วัสดุสิ้นเปลืองและสารเคมี สำหรับแจกจ่ายให้กับห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ห้องพัสดุวิทยาศาสตร์นี้จำเป็นสำหรับโรงเรียนใหญ่ ๆ ที่มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลาย ๆ ห้อง

นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะว่าห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ควรมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. บริเวณสำหรับพืงคำบรรยายและสาธิตการทดลอง
2. บริเวณสำหรับการศึกษาค้นคว้าจากตำรา
3. บริเวณสำหรับให้นักเรียนทดลอง เป็นกลุ่มหรือ เป็นรายบุคคล
4. บริเวณที่จัดให้นักเรียนทดลองตามความสนใจพิเศษ
5. บริเวณสำหรับจัดนิทรรศการและผนังติดภาพต่าง ๆ
6. บริเวณสำหรับใช้เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ เช่น เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส สไลด์

ฟิล์มสตริป วีดีโอเทป

7. ห้องมืด
8. ห้องทำงานครู
9. บริเวณสำหรับเตรียมการทดลอง

โดยทั่ว ๆ ไปในประเทศไทยยังต้องจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นกลุ่มใหญ่ ทำให้พื้นที่ของห้องปฏิบัติการมีความคับแคบ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องย้ายส่วนประกอบบางส่วนออกไป จากห้องปฏิบัติการ เช่น บริเวณแสดงนิทรรศการ บริเวณสำหรับค้นคว้าจากตำราและห้องมืด แล้วไปจัดไว้ที่อื่นนอกห้องปฏิบัติการ ห้องมืดอาจใช้ร่วมกับชุมนุมถ่ายรูปหรือฝ่ายใสดทัศนศึกษาของ โรงเรียนก็ได้ นอกจากนั้นบางบริเวณอาจใช้ร่วมกัน เช่น บริเวณที่จัดให้นักเรียนทดลองตามความสนใจพิเศษ ทดลองเป็นกลุ่ม และบริเวณสำหรับพืงคำบรรยายอาจใช้บริเวณเดียวกันได้ บริเวณสำหรับใช้เครื่องมือทดสอบทัศนศึกษารัฐอุปกรณ์อาจใช้บริเวณเดียวกับโต๊ะสาธิตการทดลองก็ได้ เป็นต้น

เมธี บิลันธนานนท์ (2528 ; 85-86) ได้เสนอแนะไว้ สรุปได้ว่า ภายในห้องวิทยาศาสตร์จะต้องจัดให้มีบริเวณที่ฟังการบรรยายโดยอาจจัดส่วนหนึ่งหรือมุมหนึ่งยกพื้น เป็นแถว ๆ ลดหลั่นกัน เพื่อการบรรยายก่อนหรือหลังจากการทดลอง ส่วนหนึ่งจัดให้มีความสะดวกในการใช้ สไลด์ทัศนูปกรณ์ให้มีอุปกรณ์และเนื้อที่เพื่อการเรียนการสอนทั้งกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล ควรมีบริเวณที่จะสาธิตและการอภิปรายกลุ่มได้ด้วย จัดมุมสำหรับวางหนังสืออ้างอิงหรือค้นคว้า มีที่สำหรับเก็บวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือการสอนต่าง ๆ มีบริเวณแสดงผลงาน ถ้าโรงเรียนใดไม่มีห้องโดยเฉพาะ วิชาอาจมีการวางแผนการใช้ร่วมกันทั้งวิชาเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา โดยสหสภการจัดเบื้องต้น ดังนี้

1. จัดโต๊ะให้นักเรียนหันหน้าเข้าสู่ผู้สาธิตการสอนด้านเดียว และให้ห้องวิทยาศาสตร์ตลอดทั้งห้องสามารถใช้ประโยชน์ในกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์อย่างอื่น ๆ ได้ด้วย
2. จัดส่วนหนึ่งในห้องวิทยาศาสตร์ให้เป็นที่สาธิต อภิปราย และทดลอง
3. จัดให้โต๊ะหรือเคาน์เตอร์ติดตามกำแพงรอบด้านเพื่อให้นักเรียนจะได้ใช้ประโยชน์ทดลองค้นคว้าได้ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม

มังกร ทองสุขสี (2522 ; 102-107) ได้กล่าวเกี่ยวกับห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ บริเวณและเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรมีห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และพื้นที่สำหรับประกอบกิจกรรมการทดลองอย่างพร้อมเพรียง
2. พื้นที่ของห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และบริเวณสำหรับจัดกิจกรรมต่าง ๆ ควรมีปริมาณเพียงพอกับจำนวนเด็กที่จะเข้าเรียนทั้งหมด
3. ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ จะต้องสร้างให้เหมาะสมกับการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ และให้มีเครื่องอำนวยความสะดวกต่อการทดลองอย่างเต็มที่
4. สภาพภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ จะต้องออกแบบให้พร้อมที่จะสามารถดัดแปลงเป็นห้องเรียนเฉพาะกลุ่มเพื่อจัดกิจกรรมและอภิปรายร่วมกันได้ และให้มีที่สำหรับเก็บหนังสืออ้างอิงและแสดงผลงานของเด็กได้ด้วย
5. ขนาดห้องปฏิบัติการควรมีบริเวณอย่างน้อย 5 ตารางเมตรต่อเด็กหนึ่งคน และขนาดของโต๊ะปฏิบัติการควรมีเนื้อที่อย่างน้อย 1 ตารางเมตรต่อเด็กหนึ่งคนและพื้นที่ปฏิบัติการควรทำด้วยวัสดุทนไฟและทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

6. ในห้องปฏิบัติการจะต้องมีเครื่องมือ คำแนะนำการใช้ ตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น
7. โต๊ะสำหรับการสาธิต จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่เด็กทั้งชั้นสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน
8. ห้องสมุดของสถานศึกษาแต่ละแห่งจะต้องมีหนังสือ ตำราวิทยาศาสตร์ เอกสารอ้างอิง วารสารทางวิทยาศาสตร์ และข่าวสารต่าง ๆ เพื่อประกอบการเรียนการสอน
9. สถานศึกษาแต่ละแห่งควรมีสวนวัสดุอุปกรณ์ ควรมีห้องมีดพร้อมอุปกรณ์ครบครัน และควรมีเรือนเพาะชำที่มีเครื่องมือใช้อย่างพร้อมมูล เพื่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
10. ในห้องปฏิบัติการของแต่ละรายวิชา ควรจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สารเคมีและสิ่งจำเป็นต่าง ๆ ไว้อย่างเพียงพอ และควรจัดสำรองไว้เพื่อขาดแคลน
11. ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และสิ่งจำเป็นต่าง ๆ ควรอยู่ใกล้ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และควรจัดให้มีสถานที่พิเศษเพื่อเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ราคาแพงและสารเคมีอันตราย พร้อมทั้งจัดให้มีมาตรการต่าง ๆ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น
12. ห้องทำงานของผู้สอนจะต้องมีวัสดุอุปกรณ์ ครุภัณฑ์ ตลอดจนหนังสือตำราที่ใช้ประกอบการสอนอยู่ครบและพร้อมที่จะนำมาใช้งานได้ตลอดเวลา

ผดุงยศ ดวงมาลา (มปป. : 178-179) ได้กล่าวเกี่ยวกับขนาดและส่วนประกอบของห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ว่า ห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไปควรมีขนาดเหมาะสมกับจำนวนนักเรียนที่จะเข้าเรียนหรือทดลองแต่ละครั้ง นักเรียนหนึ่งคนควรใช้พื้นที่ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ประมาณ 10-13 ตารางเมตร แต่ส่วนประกอบภายในห้องควรเป็นสิ่งต่อไปนี้ คือ ตู้เก็บของ (Storage Cabinet) โต๊ะทำงานของครู (Instructor's Desk) ตู้เก็บเอกสาร (Filing Cabinet) โต๊ะสาธิตการทดลอง (Demonstration Desk) โต๊ะสำหรับนักเรียน (One-Student Table) ศูนย์ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Center) ชั้นหนังสือ (Book Shelves) ที่อ่านหนังสือ (Reading Center) ที่จัดนิทรรศการ (Display Case) และกระบะดิน (Terrarium)

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 25) ได้เสนอแนะว่า ห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษา ควรมีขนาด 9 X 11 เมตร

ควรอยู่บริเวณชั้นล่างของอาคารเรียนหรืออยู่ชั้นเดียวกับห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และควรจะมีห้องเตรียมปฏิบัติการอยู่ติดกัน ซึ่งห้องเตรียมปฏิบัติการดังกล่าวอาจใช้เป็นห้องพักครูได้ด้วย

บรรณกิจ สรรถการอักษรกิจ (2522 : 74-76) ได้เสนอการวางแผนเตรียมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. ต้องมีพื้นที่ให้นักเรียน 35-45 ตารางฟุต หรือมากกว่านั้นต่อนักเรียน 1 คน
2. ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นที่จะอำนวยความสะดวกต่อการสอนวิทยาศาสตร์  
แหล่งที่ตั้งของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ต้องสัมพันธ์กัน มีห้องพัสดุพื้นที่กลางแจ้งแสงสว่าง เช่น ห้องวิทยาศาสตร์เหมาะที่สุดจะต้องตั้งอยู่ชั้นล่าง เพื่อสะดวกต่อการเพาะปลูก
3. จำนวนห้องและการใช้ประโยชน์ ห้องเปิดกว้างตลอดและสามารถให้นักเรียนเข้ามาเรียนในห้องได้
4. ต้องคำนึงถึงแหล่งชุมชนที่จะนำมาเสริมโปรแกรมการสอน
5. ต้องยึดเอาแนวความคิดของคณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ไม่ถือเอาแนวความคิดของสถาปนิก
6. ห้องเรียนต้องกว้างพอสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลของกลุ่มเล็กและต้องเป็นห้องเรียนที่สมบูรณ์แบบ
7. ต้องคำนึงถึงพื้นที่หน้าห้อง โคมไฟให้แสงสว่าง การระบายอากาศ ท่อระบายอ่างน้ำ สายไฟ ปลั๊กไฟ สำหรับนักเรียนแต่ละคน
8. ห้องเรียนต้องจัดให้น่าสนใจและดึงดูดความสนใจ ต้องใช้สีต่างกันสำหรับชั้นเรียนต่าง ๆ และตามชั้นต้องมีลวดลาย
9. ห้องเรียนต้องยึดหยุ่นได้ และสะดวกสบายต่อการใช้เครื่องเฟอร์นิเจอร์ตกแต่งไม่จำเป็นต้องถาวร ควรเคลื่อนย้ายสะดวก
10. เครื่องเฟอร์นิเจอร์สามารถดัดแปลงได้
11. นักเรียนต้องได้รับความสะดวกในการใช้วัสดุ และมีจำนวนเพียงพอ
12. สถานที่จัดไว้สำหรับการทดลองสามารถติดตามได้
13. ในการทดลองแต่ละครั้งต้องได้รับความสะดวก
14. ต้องมีห้องสำหรับซ่อมแซมและสร้างเครื่องมือ
15. ต้องจัดสถานที่ไว้ให้ ในกรณีที่โครงการต่าง ๆ ยังค้างอยู่เพื่อสามารถทำงานต่อ

## ไปได้

16. การจัดสิ่งต่าง ๆ การสร้างมาจากวัสดุของชุมชนนั้น เท่าที่สามารถหาได้
17. ต้องมีที่ว่างพอสำหรับจัดเป็นที่เก็บรักษาวัสดุต่าง ๆ
18. ความสะดวกต่าง ๆ ครวมวัสดุทัศนวัสดุเข้ามาช่วยและใช้ให้เป็นประโยชน์
19. มีสถานที่สำหรับนักเรียน แสดงผลงานของนักเรียนและสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ
20. มีสถานที่สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ได้ทำงานศึกษาวางแผนงานต่าง ๆ และบันทึกประวัติของนักเรียนในชั้น และจัดบริการให้คำปรึกษา
21. ควรมีสถานที่สำหรับการประชุมกลุ่มเล็ก ระหว่างนักเรียนและครูวิทยาศาสตร์ หรือระหว่างนักเรียนเป็นรายบุคคล
22. ต้องมีทางเดินให้กว้างพอ เพราะนักเรียนต้องมีการเคลื่อนที่

นอกจากนี้ เอ็น แอล เองเกิลฮาร์ดและคณะ (Engelhardt and others 1949 : 28) ได้เขียนไว้ในหนังสือการวางแผนสร้างโรงเรียนมัธยมศึกษาว่า ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ควรมีพื้นที่ 35-40 ตารางฟุตต่อคน ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของคณะกรรมการการศึกษาแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา (Technical Committee on Space Utilization of Higher Education in California 1960 : 80) แต่ข้อเสนอนี้ขัดแย้งกับการนำเสนอของ วิลเบอร์ ยัง (Young 1953 : 74) ที่ว่าพื้นที่ต่อนักเรียน 1 คนของห้องวิทยาศาสตร์ ทั่วไปเท่ากับ 2.25 ตารางเมตร ส่วน ฮาโรลด์ อาร์ สลีย์เปอร์ (Sleeper 1964 : 57) จากกลุ่มสถาปนิกทางกราฟิกมาตรฐาน เสนอว่าห้องวิทยาศาสตร์ทั่วไปควรมีพื้นที่ 2.78 ตารางเมตร ต่อคน ห้องปฏิบัติการชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ ควรมีพื้นที่ 3.25-3.70 ตารางเมตรต่อคน และสอดคล้องกับการเสนอแนะของ ดี เจ วิคเคอรี (Vickery 1971 : 63) หลังจากนั้น จอห์น เมอเรย์ (Murray 1965 : 21) เสนอว่าห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ระดับต้น ควรมีพื้นที่ 960 ตารางฟุตสำหรับนักเรียน 30-35 คน ส่วนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับสูงควรมีพื้นที่ 600 ตารางฟุตต่อนักเรียน 16 คน ในขณะที่ เฮซ ริ ไวแอท (Wyatt 1965 : 14) เสนอว่าห้องวิทยาศาสตร์ในระดับต้นควรมีพื้นที่ 40 ตารางฟุตต่อคน แต่ในระดับสูงควรมีพื้นที่ 60 ตารางฟุตต่อคน



### ครุภัณฑ์ห้องวิทยาศาสตร์

ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ควรจะมีครุภัณฑ์ชนิดใดบ้างนั้นขึ้นอยู่กับว่าในห้องปฏิบัติการนั้นมีส่วนประกอบใดบ้าง มีงบประมาณมากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปแล้วมักมีครุภัณฑ์พื้นฐานที่จำเป็นได้แก่ โต๊ะสาธิตการทดลอง โต๊ะและเก้าอี้สำหรับนักเรียนทดลอง ตู้หรือชั้นสำหรับใส่อุปกรณ์และวัสดุต่าง ๆ กระจกบานซอลค์และป้ายนิเทศ อ่างน้ำ รถเข็น และถ้าโรงเรียนมีงบประมาณเพียงพออาจจัดสิ่งอื่นเพิ่มเติมอีก เช่นตู้เก็บแผ่นภาพหรือแผ่นภูมิ เครื่องดับเพลิง เครื่องตัดไฟอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งสิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวนี้ควรมีสลักษณะดังนี้

1. โต๊ะสาธิตการทดลอง ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกห้องควรจัดให้มีโต๊ะสำหรับสาธิตการทดลองไว้หน้าห้อง เพื่อให้ครูใช้สาธิตการทดลอง หรือใช้วางโสตทัศนวัสดุ อุปกรณ์ประกอบการสอน ธงชัย ชิวปรีชาและคณะ (2526 : 142) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรมีขนาดกว้าง 0.75 เมตร ยาว 1.65 เมตร สูง 0.09 เมตร โดยความสูงนี้ไม่รวมพื้นที่ยกขึ้นอีก 10-15 เซนติเมตร ควรมีความสูงกว่าโต๊ะทดลองของนักเรียนเพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นได้ชัดเจนในขณะทำการสาธิต โต๊ะสาธิตอาจจำเป็นต้องติดตั้งอยู่กับที่ ทั้งนี้เพราะบนโต๊ะสาธิตมักติดตั้ง ก๊อคน้ำ อ่างน้ำ ปลั๊กไฟฟ้า ขาดังสำหรับยึดอุปกรณ์ ท่อก๊าซ เชื้อเพลิง เป็นต้น ส่วนกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2531 : 5) ได้เสนอแนะไว้ว่าโต๊ะสาธิต ควรมีความกว้าง 0.80 เมตร ความยาว 2.50 เมตร ความสูง 0.90 เมตร พื้นผิวบุด้วยฟอร์เมก้า ติดตั้งอ่างล้างมือชนิดเคลื่อนขาวพร้อมอุปกรณ์ครบชุด มีลิ้นชักพร้อมติดมือจับและกุญแจครบชุด

2. โต๊ะทดลอง โต๊ะประเภทนี้อาจเป็นแบบติดตายหรือสามารถเคลื่อนย้ายได้ แต่เพื่อความเหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของไทยในปัจจุบัน ที่การสอนคาบหนึ่ง ๆ มักประกอบด้วยกิจกรรมหลาย ๆ อย่าง โต๊ะทดลองจึงมักเป็นแบบเคลื่อนที่ได้ ซึ่งคณะอนุกรรมการการพัฒนากาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 64) ได้เสนอแนะว่า โต๊ะทดลองควรเป็นโต๊ะเรียนที่มีความกว้าง 0.5 เมตร ยาว 0.7 เมตร สูง 0.75 เมตร มีที่เก็บหนังสือเยื้องเข้าข้างใน เพื่อไม่ให้ชนหัวเข่า ส่วน ธงชัย ชิวปรีชา และคณะ (2526 : 143-146) ได้เสนอว่าโต๊ะทดลองควรมีขนาดสูงประมาณ 75 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะสำหรับนั่งทดลองและใช้สำหรับนั่งฟังคำบรรยายหรืออภิปราย นอกจากนี้กรมสามัญศึกษา

(2529 : อัสสำเนา) ยังได้เสนอแบบโต๊ะทดลองไว้ว่า โต๊ะควรมีความกว้าง 1 เมตร ยาว 1.70 เมตร สูง 0.80 เมตร มีลิ้นชักเก็บของ พื้นผิวบุด้วยฟอรัเมก้า

3. ตู้หรือชั้นสำหรับใส่อุปกรณ์และวัสดุต่าง ๆ ชั้นวางของเหมาะสำหรับเก็บวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้บ่อย ๆ และราคาไม่แพงนัก ส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้บ่อยครั้งควรเก็บไว้ในตู้เพื่อป้องกันฝุ่นละออง ตู้ที่ใช้อาจเป็นตู้ทึบหรือตู้ที่มีบานประตูหรือบานเลื่อนเป็นกระจกก็ได้ สำหรับวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาแพงหรือสารเคมีที่มีพิษควรเก็บไว้ในตู้และติดกุญแจให้เรียบร้อยและไม่ควรเก็บสารเคมีไว้ในตู้เหล็ก ซึ่งคณะกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน วิทยาศาสตร์ (2525 : 67) ได้เสนอแบบชั้นสำหรับวางอุปกรณ์และวัสดุที่สามารถทำจากเหล็ก ฉากและพื้นไม้อัดยางขนาด 10 มิลลิเมตร โดยชั้นมีขนาด กว้าง 0.50 เมตร ยาว 2.00 เมตร และสูง 2.00 เมตร มีไม้อัดยางหนา 10 มิลลิเมตรปิดด้านข้างทั้ง 2 ข้าง และ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2531 : 2) ได้เสนอแบบตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ ว่า ตู้ชั้นบนเป็นตู้กระจกมีประตูปิดเปิด ชั้นล่างเป็นตู้ไม้ โดยแนะนำว่าตู้ควรมีขนาดกว้าง 0.50 เมตร สูงจากพื้น 2.00 เมตร มีความยาว 0.90 เมตร ที่บานประตูมีมือจับพร้อมกุญแจครบชุด

4. อ่างน้ำ เป็นครุภัณฑ์ที่จำเป็นอีกอย่างหนึ่งในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยอาจ จะติดตั้งไว้ที่โต๊ะสาธิต โต๊ะทดลอง หรือตู้ติดผนัง ซึ่งกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2531 : 4) ได้เสนอแนะว่า อ่างน้ำควรมีขนาด กว้าง 0.50 เมตร ยาว 0.90 เมตร สูง 0.75 เมตร ด้านบนติดอ่างน้ำพร้อมก๊อกน้ำ มีทางระบายน้ำออก ด้านล่างเป็นประตูไม้ ปิดเปิดได้ สำหรับเก็บเครื่องมือต่าง ๆ ได้ ส่วนคณะกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิต วัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 65) ได้เสนอว่า อ่างน้ำควรเป็นอ่างดินเผาเคลือบ ขาวขนาด 18 x 27 นิ้ว สะคืออ่างมีตะแกรงเหล็กขุบโครเมียม มีลูกยางติดไขพร้อม ก๊อกน้ำขุบโครเมียมแบบคอห่าน ด้านล่างมีท่อระบายน้ำทิ้ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว มีประตูไม้ปิดเปิด ส่วนที่เหลือด้านล่างเป็นที่เก็บถังแก๊สขนาดเล็ก เดินท่อทองเหลือง สำหรับใช้ ในการทดลองต่าง ๆ ในกรณีที่โรงเรียนมีงบประมาณจำกัดอาจดัดแปลงให้อ่างน้ำเคลื่อนที่ได้ โดยการติดล้อ ซึ่ง ธงชัย ชิวปรีชาและคณะ (2526 : 147) ได้เสนอแนะไว้ว่า อ่างน้ำควร เป็นอ่างเคลือบสีขาวหรืออ่างสแตนเลสไม่ติดก๊อกน้ำ ด้านล่างเป็นที่สำหรับวางถังน้ำใช้และถัง น้ำทิ้ง อ่างน้ำชนิดนี้ไม่มีท่อระบายน้ำทิ้ง เมื่อใช้น้ำแล้วจะไหลลงสู่ถังน้ำด้านล่างต้องยกถังนี้ไป

เทหัง

5. รถเข็น ใช้สำหรับบรรทุกอุปกรณ์หรือวัสดุต่าง ๆ แล้วนำไปแจกในท้องปฏิบัติ การ รถเข็นอาจออกแบบให้มีรูปร่างต่าง ๆ กัน ตามความเหมาะสม โดยบางครั้งอาจจะใช้ ส่วนบนของรถเข็นเป็นที่สาธิตการทดลองได้ด้วย ซึ่ง ธงชัย ชิวปรีชาและคณะ (2526 : 148) ได้เสนอว่า อาจใช้รถเข็นที่มีขายตามร้านขายเฟอร์นิเจอร์ทั่วไป ที่ขาของรถเข็นมีลูกล้อติด เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย นอกจากนี้คณะอนุกรรมการการพัฒนากาการสอนและผลิควัสดุ อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 60) ได้เสนอว่า รถเข็นอาจมีลักษณะเป็นตู้ด้านหน้า เปิดวาง ด้านบนพอร์เมการ์ มีลูกล้อติด เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและด้านบนของ รถเข็นสามารถใช้เป็นที่วางของหรือสาธิตการทดลองได้ง่าย

6. ตู้เก็บแผ่นภาพและแผนภูมิ เป็นครุภัณฑ์ที่อาจจะจัดไว้เพื่อความสะดวกในการ เก็บแผ่นภาพและแผนภูมิให้เสียหาย โดย ซี ซี ยู และ ดี เจ วิกเคอร์รี่ (Yu and Vickery 1968 : 36) ได้เสนอแบบไว้ว่า เป็นตู้หรือลิ้นชักที่ขนาดเดียวกับแผ่นภาพหรือแผนภูมิภายในมี รางเลื่อน และไม่สำหรับแขวนหรือหนีบแผ่นภาพไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อความสะดวกในการค้นหา ควรมีเลขรหัสหรือจัดหมวดหมู่ของภาพไว้ด้วย

7. ชั้นวางหนังสือและวารสารสำหรับค้นคว้า ควรจัดไว้เป็นมุมสำหรับค้นคว้า เพื่อ ให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซี ซี ยู และ ดี เจ วิกเคอร์รี่ (Yu and Vickery 1968 : 35) ได้เสนอแนะไว้ว่า อาจเป็นชั้นหรือตู้ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดมีการจัดวางหนังสือ และวารสารไว้เป็นหมวดหมู่

8. ตู้เดี่ยวได้หน้าต่าง เป็นตู้เก็บของอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งกรมสามัญศึกษา (2531 : 3) ได้เสนอไว้ว่า ควรจะมีขนาดกว้าง 0.50 เมตร ยาว 0.90 เมตร และมี ความสูง 0.75 เมตร มีฝาปิด-เปิด ผิวด้านบนบุด้วยพอร์เมการ์

#### สิ่งอำนวยความสะดวกในท้องปฏิบัติการ

เมธี บิสันธนานนท์ (2528 : 86) ได้เสนอว่าในท้องปฏิบัติการทั่วไปควรจัดให้มี

แสงสว่างอย่างเพียงพอ มีการระบายลม มีที่ระบายน้ำ น้ำประปาพร้อม บางครั้งอาจจัดให้มีก๊อกน้ำร้อนและน้ำเย็น ก๊อกแก๊ส โดยเฉพาะห้องฟิสิกส์ควรมีปลั๊กไฟฟ้าโวลต์สูงต่ำต่าง ๆ กัน และเพื่อความปลอดภัยควรมีเครื่องมือปฐมพยาบาลไว้สำหรับห้องปฏิบัติการทุกห้อง นอกจากนี้ ธงชัย ชิวปรีชาและคณะ (2526 : 141) ยังได้เสนอว่า ปลั๊กไฟฟ้าควรมีประมาณ 6 ปลั๊กต่อ 1 ห้อง ภายในห้องฟิสิกส์ต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ สำหรับน้ำประปา ควรติดก๊อกน้ำคู่กับอ่างน้ำ ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์อาจมี 1-2 แห่งก็พอ แต่ที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา เคมี วิทยาศาสตร์ทั่วไป ควรจัดให้มีไม่น้อยกว่า 6 แห่ง

#### เอกสารสิ่งพิมพ์ประกอบการสอน

มังกร ทองสุคติ (2522 : 155) ได้เสนอแนะว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน มีการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ดังนั้นเอกสารประกอบการสอนต่าง ๆ เช่น คู่มือครู หนังสืออ่านประกอบ หลักสูตร วารสารสิ่งตีพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนพจนานุกรมศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งสำคัญมาก

ธงชัย ชิวปรีชาและคณะ (2526 : 107-110) กล่าวว่า สิ่งพิมพ์หมายถึง วัสดุสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้หรือดัดแปลงเป็นสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ตำราวิทยาศาสตร์ หนังสือพิมพ์รายวัน นิตยสาร เอกสารเผยแพร่จากหน่วยงานต่าง ๆ คู่มือการใช้ผลิตภัณฑ์ ไปสเตอร์และแผนภูมิโฆษณาและเผยแพร่กิจการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น สิ่งพิมพ์เหล่านี้มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นการนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมการเรียนและการสรุปบทเรียนแตกต่างกันไปดังนี้

๑. ตำราวิทยาศาสตร์ ในที่นี้ หมายถึงทั้งหนังสือเรียนและหนังสืออ้างอิงทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เพราะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ บทบาทและประโยชน์ของหนังสือเรียนและหนังสืออ้างอิงอื่น ๆ จึงมีลักษณะคล้าย ๆ กันคือเป็นแหล่งข้อมูลเสริมจากแหล่งสื่ออื่น ๆ ซึ่งแตกต่างกันมากกับการเรียนการสอนที่เน้นความรู้เป็นประเด็นสำคัญ ผู้สอนและผู้เรียนต่างก็สามารถยึดหนังสือเรียนเป็นแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวก็ได้ หนังสืออ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลอื่นแทบจะไม่มี ความจำเป็นเลย แต่ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนและหนังสืออ้างอิงต่าง ๆ จะต้องเข้ามามีบทบาทเป็นแหล่งแนะนำปัญหา เป็นคู่มือปฏิบัติการแสวงหาความรู้ และเป็นแหล่งข้อมูลสรุป เพื่อ เสริมและยืนยันผลการค้นคว้าของผู้เรียน ให้ความมั่นใจและขยายขอบเขตปัญหาให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2. หนังสือพิมพ์รายวัน หนังสือพิมพ์รายวันเป็นสื่อมวลชนที่มีราคาถูกและกระจายทั่วถึง ไม่ว่าจะอยู่ในชนบทห่างไกลสักเท่าไรก็ตาม และเนื้อหาของหนังสือพิมพ์รายวันแม้จะบรรจุข่าวเหตุการณ์บ้านเมือง ข่าวบันเทิง และโฆษณาสินค้าเป็นส่วนมาก แต่ก็จะมีข่าวการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ทั้งเนื้อหาและภาพประกอบเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่เสมอ ซึ่งในส่วนนี้มีประโยชน์อย่างมากต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับกระตุ้นความสนใจ เป็นล่อล่อเข้าสู่บทเรียนได้เป็นอย่างดีโดยผู้สอนและผู้เรียนอาจร่วมกันหาและตัดข่าว เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนมาศึกษาและอภิปรายทำให้เข้าใจในสถานการณ์ปัญหา นำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลองร่วมกันอย่างมีความหมายต่อไปได้ ภาพประกอบในหนังสือพิมพ์รายวันไม่ว่าจะเป็นภาพประกอบข่าว ภาพโฆษณา เป็นแหล่งสื่อประเภทภาพหนึ่งที่ทำได้ง่ายและมีราคาถูก สามารถตัดมาประกอบหรือตัดแปลง เป็นสื่อการสอนที่มีคุณภาพได้ เนื้อหาข่าว เหตุการณ์สิ่งใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหนังสือพิมพ์รายวัน เป็นแหล่ง เนื้อหา เสริมประสบการณ์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจประโยชน์และแนวทางประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งจะเป็นผลสร้างเสริม เจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียนอีกประการหนึ่งด้วย นอกจากนี้หนังสือพิมพ์รายวันยังมีประโยชน์ทางอ้อมอื่น ๆ อีก เช่น หนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วสามารถนำมาทำเป็นสื่อการสอนต่าง ๆ ได้

3. นิตยสาร นิตยสารต่าง ๆ มีหลายรูปแบบมีทั้งเนื้อหาบันเทิง ข่าว เหตุการณ์ทั่วไป และวารสารทางวิชาการต่าง ๆ มีจำนวนมากมายและพัฒนายิ่ง ๆ ขึ้นทั้งปริมาณและคุณภาพ เนื้อหาในวารสารทางวิชาการ โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีประโยชน์อย่างมากต่อผู้เรียนและผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

สำหรับผู้สอนจำเป็นจะต้องติดตาม ศึกษาเนื้อหาใหม่ ๆ จากนิตยสารและวารสารต่าง ๆ เพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลาจึงจะสามารถตามทันเหตุการณ์และสิ่งใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจำเป็นต้องนำมาเป็นเนื้อหาเสริมบทเรียนของคนให้มีความหมายและมีคุณค่าต่อผู้เรียน ส่วนภาพประกอบผู้สอนก็สามารถเลือกนำมาเป็นภาพประกอบการเรียนการสอนได้ดี เพราะภาพประกอบในวารสารทางวิชาการส่วนมากจะเป็นภาพละเอียดคมชัดขนาดใหญ่และเป็น

### ภาพสื่อธรรมชาติ

สำหรับผู้เรียนนั้นเนื้อหาวิชาการใหม่ ๆ เป็นได้ทั้งสื่อกระตุ้นความสนใจ ข้อมูลเพิ่มเติม บทเรียน ขยายขอบเขตปัญหา และแนวทางการนำเนื้อหาที่ได้เรียนแล้วไปใช้ เป็นแหล่งสื่อที่ให้คุณค่าและส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนอีกด้วย

4. เอกสารเผยแพร่ เอกสารเผยแพร่มายังถึงเอกสารเฉพาะ เรื่องพิมพ์ขึ้นเป็นครั้งเป็นคราว เพื่อการเผยแพร่ข่าวสาร ผลงานของหน่วยงาน บริษัทหรือห้างร้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น เอกสาร หรือแผ่นปลิว เผยแพร่จากหน่วยงานของกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงเกษตร กระทรวงคมนาคม บริษัทหรือโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น เอกสารเผยแพร่ต่าง ๆ เหล่านี้ส่วนมากผลิตออกมาในลักษณะกระต๊อรัดขัดเจน และคุณภาพดีเป็นสื่อได้เปล่าที่ เหมาะสมกับการนำมาประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตลอดทั้งการสรุปและขยายขอบเขตเนื้อหาของบทเรียนให้กว้างไกล และละเอียดยิ่งขึ้น

5. แผ่นภาพโฆษณา หมายถึง แผ่นภูมิ แผ่นภาพ โปสเตอร์ กราฟที่ใช้ในการโฆษณาและเผยแพร่เรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโอกาสต่าง ๆ เช่น แผ่นภาพโฆษณาผลิตภัณฑ์ แผ่นภาพแสดงในงานนิทรรศการต่าง ๆ เป็นต้น แผ่นภาพเหล่านี้ส่วนมากมีขนาดใหญ่สีสันสวยงาม เหมาะสำหรับนำมาประกอบหรือตัดแปลง เป็นสื่อการสอนประกอบการบรรยายหรือคิดแสดงเพื่อกระตุ้นความสนใจและเสริมข้อมูลแก่ผู้เรียนได้ แผ่นภาพโฆษณาเป็นแหล่งสื่อได้เปล่าที่มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้สอนควรให้ความสนใจเก็บสะสมไว้ในโอกาสที่สอนเนื้อหาวิชาที่ตรงหรือเกี่ยวข้องกับแผ่นภาพต่าง ๆ เหล่านี้

นอกจากนี้ ผดุงยศ ดวงมาลา (มปป. : 104-105) ได้จำแนกเอกสารสิ่งพิมพ์ไว้ดังนี้

1. ตำราเรียน ( Text Books ) ได้แก่ บทเรียนวิทยาศาสตร์ที่จัดทำขึ้นโดยยึดหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการเป็นหลักและได้รับอนุญาตให้พิมพ์ออกจำหน่ายได้
2. คู่มือและแบบฝึกหัด ( Work Books ) เป็นหนังสือสรุปข้อความในแบบเรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำและข้อทดสอบแบบต่าง ๆ ด้วย

3. หนังสืออ่านประกอบ ( Supplementary Readings ) เป็นหนังสือที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องหนึ่งในแบบเรียนซึ่งครูอาจจะกำหนดให้เป็นหนังสืออ่านประกอบได้

4. สารานุกรมวิทยาศาสตร์ ( Encyclopedia ) เป็นหนังสือที่รวบรวมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้โดยกำหนดเรียงตามตัวอักษร สารานุกรมภาษาอังกฤษที่มีชื่อเสียงได้แก่ Britanica , Americanna, etc ... ส่วนในภาษาไทยคือสารานุกรมวิทยาศาสตร์ เล่ม 1-2

5. หนังสือพิมพ์และนิตยสาร ( Newspaper and Magazine ) หนังสือพิมพ์บางฉบับและนิตยสารบางเล่มมีคุณค่าต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มาก เช่น วิทยาศาสตร์ ชัยพฤกษ์ - วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ฯลฯ ซึ่งสามารถจะนำมาเป็นประโยชน์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

6. ประมวลการสอนและหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เป็นอุปกรณ์ที่กระทรวงศึกษาธิการได้จัดพิมพ์ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการสอนสำหรับครู

#### วัสดุประกอบการสอน

นิคม ทาแดง (2526 : 95) กล่าวว่า วัสดุประกอบการสอน ได้แก่ วัสดุสิ้นเปลือง วัสดุ วัสดุ สารประกอบ ตลอดจนวัสดุซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่มีการใช้สิ้นเปลือง บอบสลาย ผุพังได้ง่าย เช่น สารเคมีต่าง ๆ แม่เหล็ก ตัวอย่างวัสดุสิ่งของ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต แผ่นภาพต่าง ๆ และชุดอุปกรณ์ ซึ่งอาจมีการผลิตเพื่อการค้า เช่น ชุดเครื่องเสียง ชุดเครื่องไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีชุดการทดลองเป็นชุดอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้เพื่อทดลองหรือใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งจะประกอบด้วย คู่มือ เทปเสียง เทปภาพ ที่แสดงวิธีประกอบวิธีใช้ ส่วนที่เป็นภาพประกอบแสดงขั้นตอนการประกอบและการใช้ และส่วนที่เป็นของจริงคือวัสดุอุปกรณ์สำหรับชุดทดลองนั้น ๆ ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่พอก็สามารถใช้ชุดทดลองให้ผู้เรียนสับเปลี่ยนเข้าไปในห้องทดลองได้ ชุดทดลองอาจจัดเตรียมไว้เป็นสื่อการเรียนการสอนตามความเหมาะสมได้ 3 ลักษณะ คือ

ก. ชุดที่มีเฉพาะคู่มือการทดลอง ใช้สำหรับแสดงวิธีใช้ชุดทดลอง ที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์อย่างง่ายมีอยู่ทั่วไป ผู้เรียนหาวัสดุ อุปกรณ์ ตามที่กำหนดในคู่มือมาเอง คู่มือในที่นี้อาจเป็นหนังสือคู่มือที่มีภาพประกอบแสดงขั้นตอนการทดลอง หรือ เป็นภาพชุดประกอบ เทปเสียง

คำอธิบายก็ได้ เป็นชุดทดลองที่เตรียมไว้ให้เฉพาะคู่มือและภาพประกอบ

ข. ชุดที่มีคู่มือและวัสดุอุปกรณ์พร้อม เป็นชุดทดลองที่จัดเตรียมส่วนประกอบไว้ให้ครบ คือ ส่วนที่เป็นคู่มือซึ่งอาจจะเป็นหนังสือคู่มือ เทปเสียง หรือเทปภาพ ส่วนที่เป็นภาพประกอบ แสดงขั้นตอนการประกอบและการทดลอง ซึ่งอาจเป็นภาพเขียน ภาพถ่ายหรือสไลด์และส่วนที่เป็น วัสดุ อุปกรณ์เตรียมไว้ให้เป็นชุด ๆ

ค. ชุดทดลองสำเร็จ เป็นชุดทดลองที่ผู้สอนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และทำการทดลอง ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ไว้ให้เรียบร้อย ให้ผู้เรียนใช้เป็นแหล่งสังเกตรวบรวมข้อมูลตามคู่มือ หรือแบบฟอร์มที่กำหนดให้ เพื่อผู้เรียนจะได้นำไปวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

ผดุงยศ ดวงมาลา (มปป. : 105-107) ได้แบ่งวัสดุประกอบการสอน ออกเป็น

1. กราฟหรือแผนสถิติ ( Graphs ) ใช้เพื่อแสดงให้เห็นข้อ เปรียบเทียบหรือความแตกต่างของ ๆ 2 สิ่ง หรือหลายสิ่ง

2. แผนภูมิหรือแผนผัง ( Chart and Diagram ) เป็นแผนภาพหรือผังแสดง ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และแสดงลักษณะภายในต่าง ๆ

3. ของจริงหรือหุ่นจำลอง ( Real Thing & Model) จำแนกได้เป็น

3.1 ของจริง ( Real Thing ) ได้แก่ ดิน หิน แร่ แมลง สัตว์สตัฟ ฯลฯ ซึ่งใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์

3.2 หุ่นจำลอง ( Model ) หมายถึง สิ่งที่จำลองมาจากของจริงโดยการย่อส่วนให้เล็กลง หรือขยายส่วนให้ใหญ่ขึ้น หรือทำสิ่งที่ให้เข้าใจยากให้เข้าใจง่ายขึ้น

3.3 เครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์สำเร็จรูป ( Science Equipment ) ได้แก่ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำออกมาใช้ได้ทันทีเนื่องจากมีส่วนประกอบสมบูรณ์อยู่แล้ว เช่น กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ เครื่องชั่ง เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ ฯลฯ

3.4 เครื่องมือประกอบการทดลอง ( Science Apparatus ) ได้แก่ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะใช้ในท้องทดลอง โดยนำมาประกอบกันเข้า เช่น หลอดทดลอง กระบอกตวง แผ่นสไลด์ ฯลฯ

3.5 สารเคมี ( Chemical Compounds ) ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จำเป็นจะต้องมีสารเคมี ซึ่งครูวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินการจัดหามาใช้สำหรับทดลอง



### วัสดุและอุปกรณ์โสตทัศนศึกษา

มังกร ทองสุคติ (2521 : 85) ได้เสนอว่าห้องเรียนวิทยาศาสตร์ควรมีอุปกรณ์การสอนทางโสตทัศนศึกษา เช่น โอเวอร์เฮดโปรเจคเตอร์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ อุปกรณ์การสอนแบบโปรแกรม

ผดุงยศ ดวงมาลา (มปป. : 104) กล่าวว่าอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์นั้นหมายรวมถึง ภาพนิ่ง แผ่นภาพโปร่งแสง ภาพยนตร์และโสตวัสดุด้วย โดยอธิบายไว้ว่า

ภาพนิ่ง ( Still Pictures ) ได้แก่ภาพโปร่งแสงและทึบแสงที่ไม่มีการเคลื่อนไหว แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1. ภาพทึบแสง ( Flat Opaque Pictures ) ได้แก่รูปภาพต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

2. फिल्मสตริป ขนาด 35 ม.ม. (35 m.m. Filmstrips)

3. สไลด์ขนาด 2 นิ้ว (2 by 2 inch Slides)

แผ่นภาพโปร่งแสง ( Transparency ) เป็นวัสดุโปร่งแสงที่ใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ( Overhead Projector )

ภาพยนตร์ ( Moving Film ) ภาพยนตร์การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ขนาด 8 ม.ม. และ 16 ม.ม.

โสตวัสดุ ( Audio-Materials ) ได้แก่ วัสดุที่ใช้สำหรับการฟัง ได้แก่

1. เครื่องบันทึกเสียง ( Tape Recorder ) ใช้บันทึกรายการต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือบันทึกการอภิปราย-บรรยายทางวิทยาศาสตร์

2. วิทยุ ( Radio ) สถานีวิทยุเพื่อการศึกษาและสถานีวิทยุอื่น ๆ จะจัดรายการวิทยาศาสตร์เป็นประจำ โรงเรียนควรมีเครื่องรับวิทยุเพื่อให้นักเรียนได้ฟังรายการดังกล่าวหรืออาจจะบันทึกเสียงให้นักเรียนได้ฟังก็ได้

ส่วน นิคม ทาแดง (2526 : 111-112) กล่าวว่า โสตทัศนอุปกรณ์ที่ใช้แพร่หลายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาได้แก่ บ้ายนิเทศ กระดานชอล์ค แผนภูมิ กราฟ ภาพเขียน ภาพถ่าย ตู้แสดงวัสดุสามมิติ วัสดุตั้งแสดง फिल्मสตริป แผนที่ ลูกโลก เครื่องฉายภาพไมโคร หุ่นจำลอง ภาพยนตร์ เครื่องฉายภาพทึบแสง เครื่องฉายภาพโปร่งใส

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สไลด์ แผ่นเสียง เทปบันทึกเสียง ตัวอย่างสิ่งของ เครื่องเสียง เทปบันทึกภาพ วิทยุ-  
กระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์ เป็นต้น สำหรับประโยชน์โดยทั่วไปของสื่อวัสดุอุปกรณ์ต่อ  
การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กล่าวโดยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. นำสภาพสถานการณ์และวัตถุที่อยู่ห่างไกล เข้ามาสู่ห้อง เรียนได้โดยภาพถ่าย  
ภาพยนตร์ เทปบันทึกภาพ เทปเสียง เป็นต้น
2. เสนอหลักฐานหรือ เหตุการณ์ที่เป็นประวัติศาสตร์ได้อย่างละเอียดและสมจริง
3. เสนอข้อมูลจากแหล่งที่ไม่อาจจัดประสบการณ์ตรง
4. ให้ภาพหรือลักษณะรวม ๆ ของสิ่งที่กำลังศึกษาได้
5. สรุปผลของการสังเกตที่ทำหลายครั้งและใช้เวลานานให้กระชับรัดและมองเห็น  
สภาพทั้งหมดได้ เช่น แผนแสดงวิวัฒนาการของมนุษย์
6. สามารถขยายและเสนอข้อมูลจากสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ให้มี  
ขนาดใหญ่ง่ายต่อการสังเกต
7. ขยายเสียงให้มีเสียงดังตามความต้องการได้
8. นำสิ่งเคลื่อนไหวไม่หยุดนิ่งยากแก่การสังเกตให้ผู้เรียนสังเกต ทำความคุ้นเคย  
กับรูปร่างลักษณะได้โดยภาพถ่าย ภาพยนตร์สไลม์ไมซ์
9. เสนอปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในที่มืดต่อผู้เรียนได้
10. จัดปรากฏการณ์ที่ไม่เป็นระเบียบให้อยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการสังเกตและทำความเข้าใจได้
11. เสนอสิ่งที่เป็นอันตรายมาให้ผู้เรียนสังเกตอย่างใกล้ชิด เช่นภาพยนตร์สไลม์ไมซ์  
ของลักษณะการระเบิดของดินระเบิด หรือปฏิกิริยาทางเคมีบางอย่าง
12. เก็บรักษาสิ่งที่เปลี่ยนแปลงและ นำเสียได้ง่ายไว้ให้ผู้เรียนศึกษาได้ทุกโอกาส
13. ช่วยผู้เรียนในการสังเกตและ เปรียบเทียบสิ่งที่ศึกษาได้ง่ายขึ้น
14. เร่งการเปลี่ยนแปลงที่กินเวลานานให้เร็วขึ้นได้ เช่น การงอกของเมล็ดพืช  
การเปลี่ยนแปลงของดอกไม้ที่กำลังบาน โดยการถ่ายภาพหรือภาพยนตร์ตั้ง เวลา หรือ เทปบันทึก  
ภาพไทม์แลปส์ ( Time Lapse VTR ) เป็นต้น
15. ถ่ายด้วยความเร็วสูงจับภาพที่กำลังเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วให้อยู่ในสภาพหยุด  
นิ่งได้

16. แสดงจังหวะและลักษณะการเคลื่อนไหวที่สังเกตได้ยาก เช่น ทุ่มจำลองแสดงการทำงานของเครื่องยนต์ เป็นต้น

17. แสดงส่วนประกอบภายในของสิ่งต่าง ๆ ให้เห็นลักษณะ โครงสร้าง และการค่อเนื่องกับโครงสร้างภายนอกได้ เช่น ทุ่มจำลองผ่าครึ่ง เป็นต้น

18. เสนอข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะพื้นผิวและสีต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งอำนวยความสะดวก

#### งานวิจัยในประเทศ

จรัสรัตน์ ชูรเวทย์ (2515 : ง.) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ภาพยนตร์ สไลด์ และการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนจากภาพยนตร์ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด กลุ่มสไลด์ได้คะแนนรองลงมา กลุ่มบรรยายได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด

นวลจันทร์ มาลากรอง (2515 : ง.) ได้ทดลองใช้โปร่งใสแบบภาพเคลื่อนไหวประกอบการสอนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหว กลุ่มควบคุมเรียนแบบบรรยาย ทำการสอนโดยครูคนเดียวกัน ใช้เวลาเท่ากัน 6 ครั้ง ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเรียนที่ได้จากคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มค่อเนื้อหาที่เรียนที่ไม่แสดงเรื่องราว เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวจะไม่แตกต่างกันและผลการเรียนค่อเนื้อหาที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว กลุ่มทดลองที่เรียนจากภาพโปร่งใสแบบภาพเคลื่อนไหวจะเรียนได้ดีกว่าแบบบรรยาย

วิสิฐ ทองแสง (2515 : ง.) ได้วิจัยถึงผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชาจากการใช้แผ่นภาพโปร่งใสชนิดที่เคลื่อนไหว และแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดไม่เคลื่อนไหวด้วยเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสงสำหรับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พบว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งแสงชนิดไม่เคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

ทิพย์รัตน์ นูรณทะโชติ (2517 : 54) ทำการวิจัย เปรียบ เทียบผลการสอน  
วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการสาธิต ภาพยนตร์แบบลูป และภาพยนตร์แบบลูป  
ประกอบเสียงจาก เทป ผลการวิจัย ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่ เรียนจากภาพยนตร์แบบลูป 8 ม.ม .  
ซูปเปอร์ เรียนได้ดีกว่ากลุ่มสาธิต และกลุ่มที่เรียนจากภาพยนตร์แบบลูปประกอบเสียงจาก เทป  
เรียนได้พอ ๆ กับกลุ่มสาธิต เพราะได้เห็นขั้นตอนของขบวนการทดลองอย่างชัดเจน ช่วยให้  
มีความ เข้าใจได้ เร็ว และช่วยจดจำ เนื้อ เรื่องในบทเรียนได้ดี

บุญเลิศ ศาศรี ( 2517 : ง.) ได้วิจัย เกี่ยวกับการสร้างและใช้ภาพยนตร์ใน  
การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัย ปรากฏว่าภาพยนตร์ขนาด 16ม.ม .  
ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพใน เกณฑ์ดีและ ประสิทธิภาพของภาพยนตร์สามารถทำให้ผลการ เรียนและ  
ความจำของนักเรียน เพิ่มขึ้น

เจนวิทย์ ผาสุษ (2521 : 73-76) ได้ศึกษา ปัญหาและความต้องการของครู  
วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากกลุ่มตัวอย่าง 176 คน ใน 47 โรงเรียนของ เขต  
การศึกษา 11 ปีการศึกษา 2530 โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็น พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มี  
ปัญหามากใน เรื่องนักเรียนขาด ทักษะในการอ่านและการค้นคว้าจากหนังสือ ครูขาดตำราและ  
เอกสารต่าง ๆ ที่ส่ง เสริมการสอนให้ได้ผลดียิ่งขึ้น และครูวิทยาศาสตร์มีความต้องการให้มีห้อง  
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีอุปกรณ์การสอนที่สมบูรณ์มากที่สุด

จรรยา บัณฑวังกูร (2522 : 45) ได้ศึกษาการจัดสิ่งแวดล้อมในโรง เรียนมัธยมศึกษา  
ของ เขตการศึกษา 10 พบว่า การจัดแสงสว่างและการระบายอากาศในห้อง เรียนร้อยละ 100  
ของโรง เรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขต 11 มีการจัดระบายอากาศ และมีการจัดแสงสว่างได้  
เหมาะสม

พนิจ วรณิ เวชศิลป์ (2522 : ง.) ได้ทำการวิจัย เกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอน  
วิชา เคมี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุง เทพมหานคร ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย  
ครั้งนี้ คือ ครูผู้สอนวิชา เคมีในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 คน และนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 380 คน จากโรง เรียนในกรุง เทพมหานคร 9 โรงเรียน  
จากผลการวิจัยพบว่า ครู เคมีมี เวลาน้อยที่จะประชุมหรือปรึกษาหารือกันในการวางแผนการสอน

เวลาที่ใช้ในห้องทดลองไม่เหมาะสมซ้ำซ้อนกัน จำนวนนักเรียนแต่ละห้องค่อนข้างมากซึ่งทำให้การใช้ห้องทดลองมีปัญหาอยู่บ้าง ครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ มีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง คือ การกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและแสดงความคิดเห็น การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเตรียมอุปกรณ์การปฏิบัติการทดลอง ความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนในการปฏิบัติการทดลอง การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และความสำเร็จในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

กิจจา ไทโรรัชย์ (2523 : ง.) ได้วิจัยเกี่ยวกับปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของครูโรงเรียนราษฎร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากร ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์โรงเรียนราษฎร์ 169 คน จากโรงเรียน 51 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูได้รับความช่วยเหลือจากโรงเรียนน้อยในด้านวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และอุปกรณ์การสอน ครูขาดหนังสือประกอบเพิ่มเติมและแหล่งค้นคว้าในโรงเรียน วัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ตามบทเรียนส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำ

จรัสพันธ์ อรุณรัตน์ (2523 : 65-66) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยา หลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อสำรวจวัสดุที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดไว้ในคู่มือครูว่าควรจะมีเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงชนิดใดบ้าง ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครู 16 คน นักเรียน 456 คน จากโรงเรียนที่เปิดสอนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตการศึกษา 4 จากผลการวิจัยพบว่า ครูและนักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่า อุปกรณ์ทุกชนิดมีความเหมาะสมมากในด้านความสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน อุปกรณ์ทุกชนิดมีคุณภาพดีมากในด้านช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองและช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดีขึ้น ส่วนในด้านข้อบกพร่องของอุปกรณ์ ครูมีความเห็นว่าอุปกรณ์ที่มีข้อบกพร่องมากคือ เครื่องมือชุดการทดลองวิธีแก้ปัญหาวงทางวิทยาศาสตร์ที่วางหลอดทดสอบ ชุดตะเกียงอัลกอฮอล์ เครื่องมือชุดการทดสอบก๊าซที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง

ชนิดรา สิทธิใส (2523 : 95-96) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน

โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยถามความคิดเห็นจากครูที่สอนวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 144 คน และนักเรียนที่กำลังเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โปรแกรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 600 คน ทั้งโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ ในเขต กรุงเทพมหานคร พบว่า ในด้านอุปกรณ์ครุมีความคิดเห็นว่า อุปกรณ์ควรได้รับการปรับปรุงในเรื่องที่ชำรุดง่ายและมีไม่เพียงพอ การทดลองไม่ค่อยได้ผล นักเรียนมีโอกาสได้ใช้อุปกรณ์ การทดลองน้อยไป

วารสารณ์ ปะทะยศ (2523 : 116-117) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการสอนของ นิสิตฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ อาจารย์นิเทศก์ อาจารย์ที่ เลี้ยง และนิสิตฝึกสอนใน 4 วิทยาเขตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คือ วิทยาเขตสงขลา ประสานมิตร พิษณุโลก และมหาสารคาม จากผลการวิจัยพบว่า ในปัญหา เกี่ยวกับการใช้เครื่องมืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ อาจารย์นิเทศก์มีความ เห็นว่า นิสิตฝึกสอนประสบปัญหามากที่สุด เกี่ยวกับการที่โรงเรียนมี เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองไม่ เพียงพอ และประสบปัญหาเกี่ยวกับสภาพของ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง ขนาดและสภาพ ของห้องปฏิบัติการและความสะดวกในการใช้การผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ การขาดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อาจารย์ที่ เลี้ยงมีความ เห็นว่า นิสิตฝึกสอนประสบปัญหา เกี่ยวกับทักษะในการผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์การสอน ส่วนนิสิตมีความ เห็นว่าคนประสบปัญหา เกี่ยวกับขนาดของห้องปฏิบัติการกับจำนวนนัก เรียนและสภาพการใช้งานของห้องปฏิบัติการ- วิทยาศาสตร์

วรรณวิไล ชูลสวัสดิ์ (2523 : 189-203) ได้ศึกษาเรื่อง ปัญหาการสอน- วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของครูโรงเรียนราษฎร์ ในเขตการศึกษา 6 โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูวิทยาศาสตร์ ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนราษฎร์ จำนวน 114 คน พบว่า สิ่งที่เป็นปัญหาในการเรียน การสอนมากที่สุด คือ ปัญหาในด้านอุปกรณ์การสอนและวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดซื้อไม่สะดวก บางอย่างหาซื้อยากบางโรงเรียนจัดซื้อไม่เพียงพอกับจำนวนนัก เรียนและยังมีคุณภาพต่ำชำรุดง่าย

ชุมศรี บุญสิทธิ์ (2524 : 56-58) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ห้อง

ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ โรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานครทั้งโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ จำนวน 20 โรงเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า มีการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ โรงเรียนยังใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ไม่เต็มที่ แต่มีข้อน่าสังเกต คือ อัตราการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของแต่ละโรงเรียนมีความแตกต่างกันมาก ส่วนอัตราการใช้พื้นที่ต่อนักเรียน พบว่าอัตราการใช้พื้นที่ต่อนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ UNESCO ทั้ง ๆ ที่อัตราการใช้ห้องปฏิบัติการต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สาเหตุเนื่องจากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนต่าง ๆ ส่วนมากเป็นห้องเรียนที่ถูกดัดแปลงเป็นห้องปฏิบัติการ

บัญชา อุทัยพัฒน์ (2524 : 40-41) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากร ได้แก่ ครูโรงเรียนรัฐบาล จำนวน 173 คน ครูโรงเรียนราษฎร์ จำนวน 106 คน ผลจากการวิจัยพบว่า คุณภาพและปริมาณเครื่องมือวิทยาศาสตร์มีปัญหาคือ คุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ไม่เหมาะสม และพอดี นอกจากนั้นวัสดุอุปกรณ์ที่ถาวรและสิ้นเปลืองยังไม่เพียงพอสำหรับใช้ในการทดลองปฏิบัติการ

อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (2524 : 39-40) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ในกรุงเทพมหานคร เพื่อศึกษาความคิดเห็นของครูโรงเรียนรัฐบาลและครูโรงเรียนราษฎร์เกี่ยวกับปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2523 ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยครูโรงเรียนรัฐบาลจำนวน 198 คน ครูโรงเรียนราษฎร์จำนวน 113 คน จากผลการวิจัยพบว่า ด้านคุณภาพและปริมาณของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่สำคัญคือ วัสดุอุปกรณ์มีคุณภาพไม่เหมาะสมดีพอ ซึ่งครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่าควรปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ส่วนปริมาณของเครื่องมือวิทยาศาสตร์มีปัญหในด้านปริมาณไม่เพียงพอสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

บุญส่ง อุดมระติ (2525 : 108-133) ได้สำรวจความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสม คุณภาพ และปัญหาการใช้อุปกรณ์ปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 จากครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 41 คน และนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2524 จำนวน 426 คน พบว่า ครูมีความเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและคุณภาพของอุปกรณ์ปฏิบัติการอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และปัญหาในการใช้อุปกรณ์ปฏิบัติการ คือ อุปกรณ์ปฏิบัติการชำรุดเสียหายง่าย มีขนาดเล็กและใหญ่เกินไป

นุกรานต์ นิมศิริ (2526 : 64-66) ได้ทำการศึกษาคำเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์และศึกษานิเทศก์สาขาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค จำนวน 180 คนและศึกษานิเทศก์สาขาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค จำนวน 30 คน พบว่า ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ในด้านอุปกรณ์การสอนมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ข้อที่เห็นว่ามียุทธศาสตร์อยู่ในระดับมาก คือ การซ่อมแซมอุปกรณ์ใช้อุปกรณ์ร่วมกันทำให้ชำรุดและควบคุมยาก อุปกรณ์ส่วนใหญ่ยังมีมาตรฐานไม่ดีทดลองไม่ได้ผล

สิรินทร สุนทรากิจวัฒน์ (2526 : 77-82) ได้ศึกษาปัญหาการประเมินผลการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่สอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียน ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 177 คน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็น พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ต้องการให้ผู้บริหารโรงเรียนจัดหาเอกสาร ตำรา และอุปกรณ์การประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

ภพ เลาทโพนุลย์และคณะ (2528 : 15-20) ศึกษาสภาพและปัญหาในการเรียนการสอนเกี่ยวกับการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2524 โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนเอกชนในเขตพัฒนาภาคเหนือ 17 จังหวัด จำนวน 300 คน พบว่า ในด้านการทดลองมีการทดลองที่นักเรียนทำการทดลองไม่ค่อยได้ผล 12 การทดลอง ในด้านวิธีสอนครูฟิสิกส์ได้สอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ในด้านแบบเรียนคำอธิบายชัดเจนดี คำถามท้ายการทดลองมีเพียงพอ ในด้านคู่มือครูมีความละเอียดของแต่ละขั้นตอนเพียงพอต่อความเข้าใจ เวลาที่กำหนดไว้เหมาะสมเกือบทุกการทดลอง ตัวอย่างผลการทดลองในคู่มือครูมีประโยชน์ต่อครูทุกการทดลองในด้านอุปกรณ์ คุณภาพของเครื่องมือทดลองมีความทนทานและชำรุดง่ายเป็นบางการทดลอง



### งานวิจัยต่างประเทศ

เดวิด อาร์ ซัมสไตน์ (Sumstine 1918 : 325-338) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ภาพยนตร์สอนกับการสอนแบบบรรยายในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ภาพยนตร์ 475 เรื่องในโรงเรียนระดับเตรียมอุดมศึกษา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้ภาพยนตร์สอนมีประสิทธิภาพดีกว่าการสอนแบบบรรยาย และเหมาะกับนักเรียนกลุ่มใหญ่มากกว่า

เฟรดเดอริก ดี แม็คคลาสกี (Mc Clusky 1955 : 123-125) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และดนตรี โดยใช้ภาพยนตร์ประกอบการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่สอนด้วยภาพยนตร์จะมีประสิทธิภาพเหนือกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ภาพยนตร์สอน 20-60%


เจมส์ เอส โนว์ตัน (Knowton 1956 : 76-77) ได้วิจัยว่าภาพยนตร์ช่วยให้นักเรียนจำได้ดีขึ้น นักเรียน 22 เปอร์เซ็นต์ สามารถจำได้ดีหลังจากการสอนผ่านไปแล้ว 3 เดือน ภาพยนตร์ที่ให้ข้อสนเทศเกี่ยวกับข้อเท็จจริงช่วยให้ผู้เรียน 55 เปอร์เซ็นต์ จำได้นานกว่า

การ์ซอน ดีโอมิชิโอ พาควอล (Padual 1964 : 1045) ได้วิเคราะห์ปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลในประเทศฟิลิปปินส์ โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 256 คน ผลการวิจัยพบว่าปัญหาในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มาจากครู คือ ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากยังไม่มี ความเข้าใจมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ดีพอ ขาดแคลนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะใช้ในการสอน ขาดตำราเอกสารต่าง ๆ ที่จะ เป็นประโยชน์ต่อการสอนวิทยาศาสตร์และอัตราทำการสอนของครูมากเกินไป

เฮซ ที สปาร์บี, อาร์ เอส คันทิงแฮมและ เฮซ จี ดีน (Sparby, Cunningham and Deane 1971 : 4) ได้ร่วมกันเขียนรายงานสรุปเกี่ยวกับโครงการมัธยมแบบประสมของไทยปี พ.ศ. 2516 ได้รายงานเกี่ยวกับมาตรฐานการใช้พื้นที่ห้องวิชาพิเศษโดยกล่าวถึงห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วไปว่า ต้องการห้องวิทยาศาสตร์ 9.5 X 13.5 ตารางเมตร จุนักเรียนได้ 42 คน ความกว้างของห้องพอที่จะบรรจุโต๊ะขนาดนักเรียน 2 คน ทำงานได้จำนวน 21 ตัว

ยูเนสโก (UNESCO 1972 : 29) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์อาคารสถานที่ของโรงเรียนในแถบเอเชียได้พบว่า ห้องเรียนปกติจะมีค่าการใช้ประโยชน์เท่ากับร้อยละ 90 และห้องเรียนพิเศษโดยทั่วไปจะมีค่าการใช้ประโยชน์ร้อยละ 75

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว พบว่าไม่มีการศึกษาสภาพและความต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจและทำการศึกษารายนี้ โดยจะศึกษาสภาพของสิ่งอำนวยความสะดวกในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และความต้องการของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



ศูนย์วิทยพัทธยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย