



วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัย เรื่อง "อุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น" ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยจะนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. อุบัติเหตุจากการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น
 - 1.1 ลักษณะของอุบัติเหตุ
 - 1.2 สาเหตุของอุบัติเหตุ
2. การป้องกันและการแก้ปัญหาเมื่อเกิดอุบัติเหตุในการทดลองวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 3.2 งานวิจัยในประเทศ

อุบัติเหตุจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ในการทดลองวิทยาศาสตร์จำเป็นจะต้องมีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่เสมอ เช่น เครื่องแก้ว เครื่องไฟฟ้า เครื่องโลหะ ตลอดจนมีการใช้สารเคมีต่าง ๆ และเชื้อเพลิง เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองบางอย่างก็อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ เช่น เครื่องไฟฟ้า อุปกรณ์บางอย่างอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุเป็นอันตรายต่อผู้ทดลองได้ ถ้าผู้ทดลองประมาทหรือไม่รู้วิธีการใช้ เช่น เครื่องแก้วบางอย่างไม่ทนไฟ แต่ผู้ทดลองไม่ทราบถึงข้อนี้ นำไปเผาสาร ดังนั้นก็อาจเกิดการแตกหักหรือระเบิดซึ่งอาจจะกระเด็นถูกผู้ทดลอง ทำให้ได้รับบาดเจ็บได้ เครื่องไฟฟ้าถ้าผู้ทดลองประมาทก็อาจถูกไฟช็อตได้ นอกจากนี้สารเคมีที่ใช้ในการทดลองโดยมากจะมีอันตรายไม่มากนักน้อย ซึ่งบางอย่างอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุในลักษณะต่าง ๆ ได้ เช่น อาจเกิดการระเบิด การลุกไหม้

หรือมีฤทธิ์กักต้อสิ่งของหรือคนได้ เช่น สารพวกกรด-เบส ดังนั้น ในขณะที่ทำการทดลองที่ต้องใช้สิ่งเหล่านี้ จึงมีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุได้ และจะเห็นได้ว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมีลักษณะที่ต่าง ๆ กัน เช่น เกิดการระเบิด เกิดการลุกไหม้ เป็นต้น สาเหตุในการเกิดอุบัติเหตุก็มีแตกต่างกัน เช่น เกิดจากความประมาทของผู้ทดลอง เกิดจากความรู้อันไม่ถึงการณ์ของผู้ทดลอง เป็นต้น

ลักษณะของอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุที่เกิดจากการทดลองวิทยาศาสตร์ จะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป ได้มีผู้รวบรวมเกี่ยวกับลักษณะอุบัติเหตุไว้ต่าง ๆ กัน เช่น สุวัฑฒ์ นิยมคำ¹ ได้กล่าวถึงอุบัติเหตุที่เกิดจากการทดลองไว้ว่า

การทดลองในห้องปฏิบัติการ การเกี่ยวข้องกับน้ำยาเคมีซึ่งบางอย่างมีอันตรายถึงชีวิต บางอย่างนำมาผสมกันอาจเกิดการลุกไหม้เป็นไฟได้ ในทางไฟฟ้าเช่นกัน ห้องทดลองอาจมีปลั๊กไฟฟ้าอยู่ หากไม่ระมัดระวังในการใช้ ไฟอาจเกิดอันตราย นอกจากนี้เครื่องมือบางอย่างก็มีอันตรายในตัวของมัน

ศณาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่² ให้ข้อคิดเกี่ยวกับอุบัติเหตุไว้ว่า "อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการมากกว่าร้อยละ 80 เกิดจากไฟไหม้"

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู³ ให้ข้อคิดเกี่ยวกับอุบัติเหตุไว้ว่า

¹สุวัฑฒ์ นิยมคำ, การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517), หน้า 149.

²คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ภาควิชาเคมี, คู่มือเตรียมปฏิบัติการเคมี, พิมพ์ครั้งที่ 2. (เชียงใหม่ : หน่วยพิมพ์ออฟเซต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2523), หน้า 2.

³กรมการฝึกหัดครู, หน่วยศึกษานิเทศก์, ปฏิบัติการเคมี 1 (กรุงเทพมหานคร : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2512), หน้า 3.

อุบัติเหตุ เช่น การระเบิด ไฟไหม้และบาดเจ็บ อาจเกิดขึ้นได้ทุกวินาทีในขณะที่ทำการทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่ไม่เฝ้าระวังทดลองตามวิธีที่กำหนดไว้ในหนังสือปฏิบัติการโดยเคร่งครัด อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นส่วนมากมักเกิดเนื่องจากความประมาทเลินเล่อของผู้ทำการทดลอง อุบัติเหตุร้ายแรงที่สุดก็คือการระเบิด เพราะการระเบิดนั้นมีอันตรายทั้งผู้ทำและนักเรียนที่อยู่ในบริเวณนั้น ยิ่งกว่านั้นอาจเป็นต้นเหตุให้เกิดไฟไหม้ขึ้นก็ได้

สุชาตา ชินะจิตร¹ ได้กล่าวถึงการแก้ไขอุบัติเหตุตามลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งพอจะสรุปลักษณะอุบัติเหตุได้ดังนี้

1. ไฟไหม้
2. แกวบาค
3. สารกระเด็นเข้าตา
4. ถูกสารเคมีที่ผิวหนัง
5. สูบไอหรือก๊าซของสารเคมี
6. กัดกินกินสารเคมี

ศศิเกษม ทองยงค์ และ ลีลา สีนานูเคราะห์² ได้กล่าวถึงเทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการปฏิบัติการ ซึ่งพอจะสรุปลักษณะอุบัติเหตุได้ดังนี้

1. ไฟไหม้
2. ไฟลวก
3. สารเคมีโดนที่ผิวหนัง
4. สารกระเด็นเข้าตา
5. แกวบาค

¹ สุชาตา ชินะจิตร, คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520), หน้า 29-32.

² ศศิเกษม ทองยงค์ และ ลีลา สีนานูเคราะห์, วิธีสอนวิทยาศาสตร์สรุปเนื้อหาตามหลักสูตรใหม่ 2522 (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2524), หน้า 42-45.

คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ¹ ได้เสนอวิธีปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งพอจะสรุปลักษณะอุบัติเหตุได้ ดังนี้

1. ไฟไหม้
2. ของมีคมบาด
3. สารเคมีถูกที่ผิวหนัง
4. สารกระเด็นเข้าตา
5. สูดก๊าซพิษหรือไอของสาร
6. กลืนสารที่มีพิษ
7. ถูกกระแสไฟฟ้าช็อต

ฮักสัน ซี โจนส์ และ เจอราลด์ ซี ลีลเวลลีน² (Hudson C. Jones and Gerald C. Llewellyn) ได้กล่าวถึงอุบัติเหตุในห้องทดลองว่า "ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นสถานที่ที่นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ ดังนั้นจึงเป็นสถานที่ที่อาจเกิดอุบัติเหตุได้ จากไฟไหม้ สารพิษ ระเบิด ก๊าซพิษและสารกัดไหม้"

¹ทบวงมหาวิทยาลัย, คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, "ชุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 13 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์," (กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524), หน้า 5-7. (อัคราเนาะเย็บเล่ม)

²Hudson C. Jones, and Gerald C. Llewellyn, "Sign Language for Safety," The Science Teacher 44 (December 1977) : 26.

จากลักษณะของอุบัติเหตุที่ไ้รวบรวมมา พอจะสรุปลักษณะอุบัติเหตุไ้ดังนี้

1. ไฟไหม้ การเกิดไฟไหม้นั้นอาจแบ่งไ้เป็น 4 ประเภท¹ ดังนี้

1.1 ไฟประเภท ก. (Class A Fire) ไ้แก่ ไฟไหม้วัสดุต่าง ๆ เช่น พวงมา กระจก ภาชนะ ภาชนะ ฯลฯ

1.2 ไฟประเภท ข. (Class B Fire) ไ้แก่ ไฟไหม้ของเหลวและ ก๊าซที่ติดไฟไ้ เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด จารบี น้ำมันพืช มีเชนและไฮโดรเจน

1.3 ไฟประเภท ค. (Class C Fire) ไ้แก่ ไฟที่เกิดจากเครื่อง ใช้ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ ตู้เย็น โทรทัศน์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเกิดการ ระเบิดหรือติดไฟ เมื่อวางเครื่องไฟฟ้าต่าง ๆ นั้นไว้ในบริเวณที่มีบรรยากาศของของเหลว ที่ติดไฟ ก๊าซหรือฝุ่น เป็นต้น นอกจากนี้ไฟที่ไหม้บริเวณที่ยังไม่ไ้ตัดวงจรไฟฟ้า ก็จัดเป็น ไฟประเภท ค.

1.4 ไฟประเภท ง. (Class D Fire) ไ้แก่ ไฟไหม้ที่เกิดจากการ เผาไหม้ของโลหะบางชนิด ที่มีสมบัติติดไฟง่าย หรือเกิดจากปฏิกิริยาเคมีบางอย่างที่คาย พลังงานความร้อนสูง จนทำให้เกิดการลุกไหม้ไ้ โลหะเหล่านี้ไ้แก่ อลูมิเนียม สังกะสี ลิเทียม โปตัสเซียม โซเดียม ทิตาเนียม แมกนีเซียม เซอร์โคเนียมและโลหะไฮไดรด์

2. การระเบิด อาจเกิดไ้จากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองระเบิด เช่น หลอดทดลองที่ใช้ในการทดลองอาจระเบิดไ้ ถ้าใช้ไม่ถูกวิธีหรือคุณภาพของอุปกรณ์ไม่ดี พอ หรือการระเบิดอาจเกิดจากสารเคมีที่ใช้ทดลองระเบิด ซึ่งอาจเกิดไ้หลายกรณี ภาย ไ้สภาวะที่เหมาะสม เช่น²

¹ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ภาควิชาเคมี, คู่มือเตรียมปฏิบัติ การเคมี, พิมพ์ครั้งที่ 2. (เชียงใหม่ : หน่วยพิมพ์ออฟเซ็ท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2523), หน้า 1-2.

² สุชาติ ชินะจิตร, คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520), หน้า 9-10.

2.1 เพราะการไม่มีเสถียรภาพสารจะสลายตัวเมื่อถูกความร้อน หรือ ภายใต้อุณหภูมิสูง เช่น กรดเปอร์คลอริก หรือเปอร์ออกไซด์ในอีเทอร์

2.2 ไอร่ะเหยที่ไวไฟ ซึ่งไค้แก่ สารอินทรีย์ทั่วไปที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ค่า จุดวาบไฟ คือ อุณหภูมิค่าสุกที่สารนั้น ๆ จะให้ไอร่ะเหยเพียงพอที่จะทำให้อส่วนของไอ และอากาศระเบิดหรือลุกไหม้ไค้เมื่อถูกจุด

2.3 ผงหรือฝุ่น เช่น ผงโลหะ ทองแดง เหล็ก เบอริลเลียม อลูมิเนียม แมกนีเซียม และอะโลหะก่่ามะถัน เมื่อผงหรือฝุ่นเหล่านี้กระจายในอากาศ จะระเบิดเมื่อถูกเปลวไฟหรือประกายไฟฟ้า

2.4 ไวค้ความร้อนมาก เช่น อัลคิลอลูมิเนียม (Alkylaluminium) ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ ลิเทียมอลูมิเนียมไฮไดรด์

2.5 ไวค้ไอน้ำหรืออากาศ สารที่มีคุณสมบัติ ไพโรโฟริค (pyrophoric) คือลุกติดไฟไค้เมื่อถูกอากาศที่อุณหภูมิธรรมดาหรือสูงเพียงเล็กน้อย เช่น ฟอสฟอรัส โลหะอัลคาไล (Alkali metal) และไฮไดรด์ของมัน อะซิติกแอนไฮไดรด์สลายตัวรุนแรงในน้ำร้อนและอาจระเบิดไค้ ไธโอนิล คลอไรด์ (Thionyl Chloride) ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ

2.6 เมื่อผสมกับสารอื่นอาจทำปฏิกิริยารุนแรง ลุกเป็นไฟหรือระเบิดให้ ก๊าซไวไฟหรือก๊าซพิษ เช่น ทองแดงกับอะเซทิลีน ให้สารที่ระเบิดไค้ ฟอสไฟด์ (Phosphide) ถ้าขึ้นหรือมีโอกาสทำปฏิกิริยากับกรด จะให้ก๊าซพิษฟอสฟีน กรดกับเกลือไฮยาไนด์ (cyanide) ให้ก๊าซพิษไฮโดรเจน ไฮยาไนด์ (hydrogen cyanide) เป็นต้น

3. ดูสารเคมีที่ฉิวหน้ัง ที่ค้่า หรือก่่าลินกินสารเคมี สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง โดยมากมักมีอันตราย บางอย่างมีฤทธิ์กัดค้่าของและคน เช่น สารพวกกรด-เบส ดังนั้น เมื่อนักเรียนถูกกับสารเคมีเหล่านี้ก็อาจได้รับอันตรายไค้

4. ของมีคมบาด ในการทดลองบางการทดลองจำเป็นค้่าต้องใช้ของมีคม เช่น มีด ดังนั้น นักเรียนอาจได้รับบาดเจ็บเนื่องจากของมีคมบาดไค้ หรือบางการทดลองที่มี

การใช้อุปกรณ์พวกเครื่องแก้ว ถ้าอุปกรณ์แตกนักเรียนอาจจะถูกแก้วบาดได้ เช่น นำเครื่องแก้วที่ไม่ใช่แก้วทนไฟไปเผา ก็อาจทำให้แตกได้

5. เกิดสารพิษ สารพิษ¹ หมายถึง สารที่เป็นอันตรายเมื่อเข้าสู่ร่างกาย เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีของสารนั้น สารพิษอาจเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น สูดดมเข้าไปหรือซึมเข้าทางผิวหนัง การทดลองบางการทดลองก็จะมีสารพิษเกิดขึ้น

6. ไฟฟ้าช็อต การทดลองบางการทดลองมีอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ ไคนาโม ดังนั้น อาจเกิดอุบัติเหตุไฟช็อตได้

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ

ได้มีผู้รวบรวมสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุไว้ต่าง ๆ กัน เช่น คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย²

ได้รวบรวมสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุไว้ ดังนี้

1. ครูให้คำชี้แจงไม่ชัดเจน หรือให้คำแนะนำไม่ถูกต้อง
2. ครูไม่ควบคุมอย่างใกล้ชิด
3. นักเรียนขาดความระมัดระวังและความรอบคอบในการทำงาน
4. นักเรียนไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำ

¹ สุชาติา ชินะจิตร, คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520), หน้า 13.

² ทบวงมหาวิทยาลัย, คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, "ชุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 13 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์," (กรุงเทพมหานคร: คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524); หน้า 4. (อัคราเนาะเย็บเล่ม)

คณาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่¹ ได้ให้ข้อคิด
เห็นว่า

การทำงานในห้องปฏิบัติการ นอกจากจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสารเคมี เครื่อง
ใช้และอื่น ๆ แล้ว จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ อันตรายที่เกิดขึ้น
อาจเนื่องมาจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ การขาดความระมัดระวัง หรือขาดประสบ
การณ์เกี่ยวกับการทดลองนั้น

สุชาติา ชินะจิตร² ได้รวบรวมสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุไว้ดังนี้

1. ผู้ควบคุมหรือให้คำปรึกษาให้คำชี้แจงไม่ชัดเจน ไม่เพียงพอ หรือให้คำแนะนำที่ผิด
2. ผู้ทำการทดลองไม่ปฏิบัติตาม
3. ผู้ทำการทดลองไม่ให้ความสำคัญกับค่าเตือน กฎ และคำแนะนำต่าง ๆ
4. ผู้ทำการทดลองรู้สึกไม่สะดวกที่จะทำตามคำบอก จึงเลี่ยงไปใช้วิธีอื่น
5. ผู้ทำการทดลองงงใจจะเลยที่จะทำตามคำบอก
6. ผู้ทำการทดลองทำการทดลองอื่นนอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้โดยไม่ได้รับอนุญาต
7. ผู้ทำการทดลองไม่รู้ว่ากำลังทำความผิด ไม่รู้หรือไม่เข้าใจพอ
8. ผู้ทำการทดลองขาดการพิจารณาที่ดี และไม่ขอคำแนะนำ
9. ผู้ทำการทดลองไม่มีสมาธิในการทำงาน
10. ผู้ทำการทดลองคิดไม่รอบคอบ รีบทำ หรืออารมณ์ไม่ดี
11. ผู้ทำการทดลองไม่ระมัดระวังพอ ซุ่มซาม หรือวางสิ่งของในที่ล่อแหลม อันอาจ
เป็นอันตรายได้
12. ผู้ทำการทดลองติดตั้งเครื่องมือไม่ถูกต้อง หรือไม่ไ้ตรวจดูความเรียบร้อยก่อนใช้
13. ผู้ทำการทดลองติดตั้งเครื่องมือไว้โดยไม่มีมีการดูแลอย่างใกล้ชิด
14. ผู้ทำการทดลองใช้เครื่องมือไม่ถูกต้องตามจุดประสงค์
15. ผู้ทำการทดลองทำงานในขณะที่ไม่มีอาจารย์ บุหรือผู้ควบคุม หรือทำนอกเวลาที่กำหนด
16. ผู้ทำการทดลองใช้สารผิด หรือใช้ปริมาณไม่ถูกต้อง

005610

¹ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ภาควิชาเคมี, คู่มือเตรียมปฏิบัติ
การเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 2. (เชียงใหม่ : หน่วยพิมพ์ออฟเซต คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2523), หน้า 1.

² สุชาติา ชินะจิตร, คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี (กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520), หน้า 1-2.

17. ผู้ทำการทดลองไม่ใช่เครื่องป้องกัน

สุวัจน์ นิยมคำ¹ ได้กล่าวถึงสาเหตุของอุบัติเหตุไว้ว่า "อุบัติเหตุและอันตราย
เท่าที่พบในห้องทดลอง มักจะเกิดจากความประมาท และการรู้เท่าไม่ถึงการณ์เป็นส่วน
ใหญ่"

ลิขิต ฉัตรสกุล² ได้รวบรวมสาเหตุของอุบัติเหตุจากการทดลองฟิสิกส์ซึ่งพอสรุป
ได้ ดังนี้

1. การไม่รู้จักรูปร่างเครื่องมือ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ทุกชิ้นผู้สร้าง ๆ ขึ้นมาโดย
มีขอบเขตการทำงานจำกัด การไม่รู้จักรูปร่างเครื่องมือ หรือไม่อ่านคู่มือประจำเครื่องให้ถี่ถ้วน
ทำให้ใช้เครื่องมือนั้นไม่ถูกต้อง กดปุ่มบังคับผิด ท่อสายไฟฟ้าผิด อาจทำให้วงจรไฟฟ้าภายใน
เครื่องเสียหายได้ การใช้มิเตอร์ไฟฟ้าต่าง ๆ ถ้าต่อปุ่มผิด หรือใช้งานผิดประเภท โดย
เอาเครื่องวัดไฟตรงไปต่อกับไฟสลับ และการใช้ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องผิด
ย่อมก่อให้เกิดอันตรายได้

2. การขาดประสบการณ์ การไม่เคยเห็นไม่เคยทดลอง เช่น ตม้นำถ้วย
บีกเกอร์ แล้วเอามือจับบีกเกอร์ การเสียบปลั๊กไฟฟ้าโดยเอามือจับขั้วโลหะ การจับ
ค่องเครื่องใช้ทางทัศนศาสตร์ เช่น เลนส์ หรือเกรตติงอย่างผิดวิธี การใช้กำลังไฟฟ้า
จากหม้อแปลงเกินกำลังที่ระบุไว้ เหล่านี้เป็นตัวอย่างของการขาดประสบการณ์เป็นทาง
ไปสู่อันตรายได้เช่นกัน

3. การเล่นขณะปฏิบัติกา สาเหตุแห่งอันตรายอย่างร้ายแรง ได้แก่ การ
เล่นขณะปฏิบัติทดลอง การเอาเครื่องมือวิทยาศาสตร์มาเคาะ มาหมุนเล่น การต่อ

¹สุวัจน์ นิยมคำ, การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด (กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517), หน้า 149.

²ลิขิต ฉัตรสกุล, "เรากับวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์ 31 (เมษายน 2520)
: 65-66.

สายไฟจากปลั๊กไฟฟ้ามาเหยียบเพื่อนที่ร่วมการทดลอง นักเรียนบางคนเอาสายไฟฟ้าผูกติด
 เลื้อยของเพื่อนแล้วเอามาผูกกับโต๊ะทดลองหรือไม้เท้าของมีคมมาเล่น เอาเทอร์โม-
 มิเตอร์ไปเหยียบเปลวไฟ อย่างนี้เป็นตัวอย่างการเล่นที่ทำให้เกิดอันตราย

4. ความไม่เรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ การปล่อยให้บริเวณที่จะทดลอง
 เกะกะกรุงรังด้วยหนังสือ เศษกระดาษหรือสารเคมี ปลอ่ยสายไฟฟ้ายางขวางทางเดิน
 เอาของหนัก ๆ ไว้ที่สูงไม่มีที่ป้องกัน ห้องปฏิบัติการของบางโรงเรียนใช้บันทึนทั้งฟลิกลิสต์
 เคมี ชีววิทยา การใช้เครื่องมือแต่ละวิชาแล้วไม่เก็บปลอ่ยวางทิ้งไว้ เครื่องมือปะปนกัน
 สารเคมีบางอย่างไหลล้นจากขวดลงสู่พื้นดิน น้ำที่หกไม่เช็ดให้แห้ง จะเห็นได้ว่าความไม่
 เรียบร้อยของห้องก็มีส่วนก่อให้เกิดอันตราย

5. การหลงลืม อันตรายเกิดจากการลืมคือ ซากการบันทึกไว้ เอาแต่จะจดจำ
 นานไปก็ลืม ตัวอย่าง เช่น สายไฟฟ้าลึ้มว่าสายไหนจะต่อตรงไหน การลึ้มบิคสวิทช์ไฟฟ้า
 ลึ้มบิคแกส ลึ้มเก็บของเข้าที่ การทดลองเกี่ยวกับไฟแรงสูง ถ้าลึ้มบิคป้ายอันตราย บุคคล
 อื่นที่ไม่ทราบมาจับต้องเข้า ก็อาจเกิดอันตรายได้

6. ความเข้าใจผิด ความเข้าใจผิด คือ สาเหตุแห่งอันตรายร้ายแรง การ
 เข้าใจผิดในค่านวิชาการ เช่น เข้าใจผิดว่าพื้นดินนำไฟฟ้าไม่ได้ เข้าใจผิดว่าสายไฟฟ้า
 เส้นเดียวไม่คุดอย่างนี้มีผู้ได้รับอันตรายจากการเข้าใจผิดดังกล่าวหลายรายแล้ว

7. การเก็บไม่ดี การเก็บเครื่องมือไม่ถูกวิธี ทำให้เครื่องมือเสียหาย เมื่อ
 ทดลองเสร็จแล้วไม่ปลคสายไฟฟ้าที่ต่อไว้ ปลอ่ยให้คุดอยู่อย่างเกิม หรือปลอ่ยวางเครื่อง
 มือไว้ไม่เก็บที่ เป็นต้น

8. การรีบเร่งและกลัว การทดลองฟลิกลิสต์ทำด้วยความไม่รอบคอบ มีการ
 รีบทำ จากความระมักระวัง ย่อมก่อให้เกิดอันตราย กลัวจนไม่กล้าจับต้อง เช่น กลัวไฟ
 คุดจนไม่กล้าจับปุ่มบังคับ นักเรียนบางคนเมื่อให้ทดลองเกี่ยวกับไฟฟ้า ก็มือไม้สั่นโยนเครื่อง
 มือทิ้ง นี่คือนสาเหตุแห่งอันตราย

จอห์น ครีดี¹ (John Creedy) ได้กล่าวว่า "เกี่ยวกับอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ หรือโรงงาน ถ้าจะสืบสวนดูแล้วจะพบอยู่เสมอว่าเกิดจากความเลินเล่อของผู้ทดลอง"

จากสาเหตุของอุบัติเหตุที่มีผู้รวบรวมไว้ต่าง ๆ กัน พอจะสรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ นั้น จะมี 3 ประการใหญ่ คือ

1. เกิดจากผู้ทำการทดลองหรือนักเรียน ซึ่งอาจเกิดจากความประมาท ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ไม่ปฏิบัติตามคำสั่งหรือคำแนะนำ ขาดประสบการณ์ในการทดลอง หรือเล่นขณะทำการทดลอง ความเคยชินหรือความคุ้นเคยอาจทำให้ผู้ทดลองประมาทในขณะทดลอง เป็นต้น
2. เกิดจากผู้ควบคุมหรือครู ซึ่งอาจเกิดจากผู้ให้คำแนะนำไม่ชัดเจน ไม่ควบคุมอย่างใกล้ชิด ความคุ้นเคยหรือความเคยชินต่อการทดลอง อาจทำให้ครูละเลยต่อการควบคุม เป็นต้น
3. เกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองถ้าชำรุด อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ ถ้านำเอาอุปกรณ์นั้นมาใช้ เช่น ตะเกียงอัลกอฮอล์ จุกแตกอาจทำให้ไฟไหม้ลุกลามบริเวณजूได้ เป็นต้น

การป้องกันและการแก้ปัญหาเมื่อเกิดอุบัติเหตุในการทดลองวิทยาศาสตร์

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ควรถือเป็นเรื่องสำคัญที่ควรจะหาทางป้องกันมิให้เกิดขึ้นและต้องรีบแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้ เนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อผู้ทดลองหรือผู้ที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนทำให้สิ่งของเสียหายได้ ดังนั้น บุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ จึงควร จะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเกิดอุบัติเหตุ

¹ John Creedy, A Laboratory Manual for School and Colleges

ความรับผิดชอบต่อการเกิดอุบัติเหตุที่นั่นอาจแบ่งได้ 3 ระดับ คือ

1. บุคคล หมายถึงผู้ทำการทดลอง ซึ่งมักจะได้รับอันตรายโดยตรง จึงควรที่จะต้องเรียนรู้ถึงสาเหตุและวิธีป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากสารเคมี และการทดลองต่าง ๆ ต้องปฏิบัติตามกฎและขอแนะนำอย่างเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
2. ผู้ควบคุมหรือผู้ให้คำปรึกษา หมายถึง อาจารย์และผู้ควบคุมในห้องปฏิบัติการบุคคลเหล่านี้ จะต้องให้คำแนะนำอย่างชัดเจน ถ้าเป็นนักเรียนควรจะให้คำอธิบายอย่างชัดเจน เพราะนักเรียนไม่เคยหรือมีประสบการณ์น้อยในการทดลอง อาจารย์ผู้ควบคุมควรแนะนำวิธีใช้เครื่องมือใหม่ ๆ ถ้ามีอันตรายควรบอกหรือเตือนให้ทุกคนทราบ รวมทั้งวิธีป้องกันด้วย ภาระส่วนใหญ่ทดลองปฏิบัติตามกฎ ขอแนะนำ และดูแลให้ปฏิบัติอย่างเคร่งครัด
3. สถาบัน จะต้องรับผิดชอบในการจัดหาที่ทางให้เหมาะสม และปลอดภัยต่อผู้ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการ จัดหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จำเป็น เตรียมอุปกรณ์กับไฟไว้ให้พร้อม มิฉะนั้นจะหวังใหญ่ทำการทดลองหรือควบคุมรับผิดชอบทั้งหมดไม่ได้

ความรับผิดชอบต่อการเกิดอุบัติเหตุที่นั่นควรจะได้ได้รับความร่วมมือกันระหว่างบุคคลที่เกี่ยวข้อง ไม่ควรจะให้บุคคลผู้หนึ่งผู้ใดรับผิดชอบแต่ฝ่ายเดียว เช่นเดียวกับที่ มังกร ทองสุขศรี¹² กล่าวว่า

การระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งครูและนักเรียนจะต้องระวัง คือ

- ก. ความรับผิดชอบของครู เช่น จะต้องระมัดระวังการใช้เครื่องมือ ไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งตัวยาเคมี เชื้อเพลิง และวัสดุที่ระเบิดง่าย
- ข. ความรับผิดชอบของครูและนักเรียน เช่น ครูต้องคอยเตือนให้มองเห็นอันตรายหรือโทษที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังเกี่ยวกับตัวยาเคมี เช่น ปะทะ กรด คาง การเลี้ยงดูสัตว์ การใช้เครื่องแก้ว ตะเกียง

¹ สุชาตา ชินะจิกร, คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520), หน้า 1.

² มังกร ทองสุขศรี, การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย, 2522), หน้า 15-16.

ค. ครูและโรงเรียน จะต้องเตรียมอุปกรณ์เกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือ เช่น ยาทาแผล ยาพ่นแผล เครื่องดับเพลิง สัญญาณอันตราย และควรมีค่าเตือนในเรื่องความปลอดภัยไว้พร้อมอยู่เสมอ

บุคคลที่ต้องรับผิดชอบโดยตรง คือ ครูวิทยาศาสตร์ซึ่งจะต้องรับผิดชอบร่วมกับผู้อื่น เช่น กับนักเรียน ครูจะต้องเป็นผู้ควบคุมนักเรียนในขณะที่ทดลองโดยตรง ดังนั้น ต้องควบคุมดูแลนักเรียนให้ปฏิบัติตามคำสั่งอยู่เสมอ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนยังขาดประสบการณ์ในการทำการทดลอง หรือกับโรงเรียนหรือผู้บริหาร ครูวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นผู้เสนอว่าต้องการอุปกรณ์อะไรที่จะช่วยให้การทดลองปลอดภัย โรงเรียนหรือผู้บริหารมีหน้าที่ให้ความช่วยเหลือตามความต้องการของครู เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ครูวิทยาศาสตร์ควรตระหนักว่ากำลังทำงานที่เสี่ยงกับการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายได้ง่าย

อันตรายหรืออุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการทดลองเท่านั้น ทั้งนี้เพราะในห้องปฏิบัติการจะมีเครื่องมือและสารเคมีต่าง ๆ สารเคมีหรือเครื่องมือเหล่านี้ ถ้าหากเก็บรักษาไม่ดีก็อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ เช่น โลหะโซเดียมต้องเก็บแช่ในน้ำมัน แต่ถ้าเมสอเวอน้ำมันที่แช่แห้งก็อาจลุกติดเป็นไฟได้ เป็นต้น ดังนั้น การป้องกันอุบัติเหตุต้องคำนึงถึงสิ่งนี้ด้วย ส่วนประกอบที่สำคัญในการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการมี 4 ประการ¹ คือ

1. การดูแลภายในห้องปฏิบัติการ (Good Housekeeping) สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ก็คืออุปกรณ์ที่ไร้ทดลองชำรุด ดังนั้นถ้าดูแลรักษาเครื่องมือมิให้ชำรุด ก็เป็นการป้องกันอุบัติเหตุวิธีหนึ่ง อุปกรณ์ต่าง ๆ ควรจะดูแลจัดให้เรียบร้อยอยู่เสมอ ห้องปฏิบัติการควร จะอยู่ในสภาพเรียบร้อยเสมอ

2. ความรู้ (Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับการทดลอง เกี่ยวกับสารที่ใช้เกี่ยวกับทฤษฎีต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการทดลอง ถ้าขาดความรู้หรือเข้าใจผิด

¹ John Creedy, A Laboratory Manual for School and Colleges (London : Hunemann Education Books, 1978), p. 1.

ทางวิชาการก็อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้ เช่น เข้าใจว่าจับสายไฟเส้นเดียวไฟไม่ชุก ก็อาจจะถูกไฟชุกได้ถ้าจับสายไฟนั้น

3. การเก็บสิ่งของต่าง ๆ ต้องเก็บให้ถูกวิธี (Good Storage) การเก็บอุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการเป็นเรื่องสำคัญที่ควรจะต้องศึกษา เพราะอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ เช่น สารเคมีบางอย่างถ้าเก็บไว้นานอาจจะระเบิดได้ เช่น สารพวกอีเทอร์ เมื่อเก็บนานจะเกิดเปอร์ออกไซด์ ซึ่งมีอันตรายมาก เพราะถ้าเข้มข้นขึ้นมากจะระเบิดได้ ของหนักไม่ควรเก็บไว้ในที่สูงเพราะไม่ปลอดภัย และไม่สะดวกต่อการยกขึ้นลง หรือสารพวกกรด-เบส ไม่ควรที่จะเก็บไว้ใกล้กัน เป็นต้น

4. วิธีการในการทดลอง ต้องมีเทคนิคที่ถูกต้องในการทดลอง (Safe Working Procedures) วิธีการในการทดลองถ้าทำผิดวิธีอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุอย่างใด เช่น การกลั่นสาร เมื่อเลิกกลั่นต้องทำท่อนำก๊าซออกจากสารที่กลั่นได้ก่อนที่จะเอาไฟออก เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับของสารที่กลั่นได้ ซึ่งอาจทำให้หลอดทดลองแตกได้

ด้วยสาเหตุนี้ครูวิทยาศาสตร์ จึงจะต้องมีความระมัดระวังอยู่เสมอเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่ควบคุมนักเรียนทำการทดลอง ทั้งนี้เพราะนอกจากจะเป็นอันตรายต่อสิ่งของแล้วยังอาจเป็นอันตรายต่อนักเรียนได้ ดังนั้น จึงควรจะต้องใช้ความระมัดระวัง และเตรียมการป้องกัน ซึ่งพอจะสรุปแนวทางที่ควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการทดลองได้ดังนี้

1. มีกฎหรือระเบียบเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการ แสดงให้ผู้เกี่ยวข้องได้เห็นและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด กฎหรือระเบียบมีไว้เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย ซึ่งความเป็นระเบียบเรียบร้อยจะช่วยป้องกันอุบัติเหตุได้อย่างดี และควรที่จะเตรียมไว้ตั้งแต่ต้นมีการศึกษา เคื่อนให้นักเรียนระมัดระวังเพื่อความปลอดภัยทั้งของตนเองและผู้อื่น กฎเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการในแต่ละสถานที่อาจจะแตกต่างกันไปบ้าง แต่กฎข้อบังคับที่ทุกแห่งควรมีก็คือ "จะต้องกำหนดเวลาทำงานไว้ และห้ามผู้ใดเข้าไปในห้องทดลองโดย

ไม่ได้รับอนุญาต ห้ามทำงานนอกเวลาโดยไม่มีผู้ควบคุม"¹

นอกเหนือจากนี้แล้ว แต่ละสถานที่อาจมีกฎหรือระเบียบต่างกันก็ได้ ดังเช่น คณะอนุกรรมการ พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย² ได้เสนอระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการโดยทั่วไป ดังนี้

1. ไม่เข้าห้องปฏิบัติการโดยไม่มีครูดูแล
2. ไม่เล่นหรือส่งเสียงดังในห้องปฏิบัติการ
3. ไม่หยิบยืมสารเคมีหรืออุปกรณ์โดยไม่มีอนุญาต
4. ไม่รับประทานอาหาร หรือสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ
5. ไม่ทำการทดลองนอกเหนือจากที่ครูกำหนดให้
6. รักษาความสะอาดและเก็บอุปกรณ์เข้าที่ที่ถูกตองและเรียบร้อยก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

สมาคมครูวิทยาศาสตร์³ ได้เสนอกฎของห้องปฏิบัติการสำหรับนักเรียนไว้ดังนี้

1. ต้องไม่เอาสิ่งของออกนอกห้องปฏิบัติการ
2. อุปกรณ์ในห้องวิทยาศาสตร์และวัสดุต่าง ๆ ใช้สำหรับห้องวิทยาศาสตร์ (ถ้านำไปใช้ที่อื่นอาจสูญหายได้ง่าย ถ้าแตกหักหรือใช้ไม่ไค้ก็จะไม่มีใช้ในบทเรียนวิทยาศาสตร์)

¹ สุชาติา ชินะจิตร, คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520), หน้า 3.

² ทบวงมหาวิทยาลัย, คณะอนุกรรมการ พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, "ชุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 13 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์," (กรุงเทพมหานคร: คณะอนุกรรมการ พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524), หน้า 3-4. (อัคราเนาะเย็บเล่ม)

³ เอช เอ็น เซานเคอร์, การสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย. (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา), หน้า

3. เครื่องมือหรือวัสดุที่ใช้ตามวัตถุประสงค์เท่านั้น และต้องได้รับอนุญาตจากครูผู้ควบคุมในการทดลองใด ๆ ก็ตาม นักเรียนต้องทำตามคำสั่งที่ให้ไว้อย่างเคร่งครัดและต้องไม่ทำเกินขอบเขต
4. ถ้าเกิดอุบัติเหตุ เช่น เกิดบาดแผล ถูกไฟไหม้ ของร้อนลวก สารเข้าปากหรือถูกเสื้อผ้าของรีบ รอยงานครุภัณฑ์
5. อุปกรณ์แตกหักและเสียหายของรายงานให้ครูทราบทันที
6. ป้ายชื่อหุ้หรือมีวไป ของรีบ รอยงานครุภัณฑ์
7. จำเป็นจะต้องทำให้แน่ใจว่าชื่อที่ปายนั้นถูกตองตรงกับวัตถุ หรือสารที่ตองใช้ในการทดลอง
8. การถือขวดตองไม่ถือที่คอหรือจุก
9. จุกขวดควร เปิดใหญ่ถูกทางและปิดทันที จุกจะตองปิดกลับคืนขวดเดิม
10. ในการทดลองควร ใช้สารน้อยที่สุดเท่าที่สะดวก
11. ถ้าสารเข้าปากโดยบังเอิญ ของรีบบวนทั้งทันทีและล้างปากด้วยน้ำ
12. ตองไม่ชิมสารใด ๆ ถ้าไม่มีคำสั่งจากครู
13. ถ้ากรทหรือคางถูกฉีวหนึ่งหรือเสื้อผ้า ของรีบล้างด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ ทันที
14. เมื่อจบจากการทดลอง ตองทำความสะอาดเครื่องมือเก็บให้เรียบร้อยในที่เดิม
15. ตองไม่ทิ้งวัตถุที่เป็นของแข็งลงในอ่างน้ำ
16. ตองระวังไม่หกทวช น้ำ ไฟฟ้า หมกเปลือง ขณะที่ไม่ใช่ตองปิดกอกและสวิตซ์
17. ห้องปฏิบัติการ โต๊ะ และครุภัณฑ์ ตองรักษาให้สะอาดเรียบร้อยและเป็นระเบียบ
18. เมื่อเกิดการสงสัย นักเรียนตองขอให้ครูช่วยเหลือหรือแนะนำทันที

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี¹ ได้เสนอระเบียบวินัยในการทดลองของนักเรียน ดังนี้

1. ทำการทดลองตามคำแนะนำในบทเรียน ห้ามแก้ไขคักแปลง ถ้าสงสัยข้อใดให้ถามครูผู้สอน
2. ห้ามทำการทดลองอื่นใดที่ไม่ได้กล่าวไว้ในบทเรียน นอกจากได้รับอนุญาตจากครู
3. ห้ามเล่นระหว่างทำการทดลอง เพราะจะทำให้เกิดอันตรายทั้งตนเองและผู้อื่นได้

¹สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, คู่มือการสอนเรื่องเทคนิคการสอนและการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ครูสภา, 2522), หน้า 185.

ห้องปฏิบัติการทุกแห่งควรจะมีระเบียบเกี่ยวกับการทดลองคิดค้นไว้ และให้ผู้ทดลองทำความเข้าใจระเบียบนั้น พร้อมทั้งปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดเพื่อความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น

2. ก่อนทำการทดลองทุกครั้งควรมีการตรวจอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยก่อนใช้ เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนะนำให้ครูและนักเรียนตรวจสอบสภาพของตะเกียงแอลกอฮอล์ก่อนจะใช้ เช่น ต้องตรวจดูฝาตะเกียง ซึ่งต้องไม่ร้าวหรือหลวม มิฉะนั้นจะทำให้เวลาจุดตะเกียงไฟลามไปที่คอขวดได้ หรือตรวจดูแอลกอฮอล์ต้องเติมไม่ให้เต็มมากเกินไป เป็นต้น ตรวจสอบการแต่งกายของนักเรียน เช่น เสื้อผ้า การไว้ทรงผมไม่ให้รุงรัง เป็นต้น ตลอดจนตรวจสอบบริเวณห้องทดลองให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย การตรวจสอบเหล่านี้ควรทำให้สม่ำเสมอ ทั้งนี้ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขสิ่งที่ไม่ปลอดภัยทันที โดยแจ้งให้อาจารย์ใหญ่ ผู้อำนวยการ รั้ง และองค์การความปลอดภัยปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

3. จัดหาอุปกรณ์ที่จะแก้ไขอุบัติเหตุได้ทันทีทันใด โดยติดตั้งไว้ในที่ที่จะใช้ง่าย และแนะนำให้นักเรียนเข้าใจประโยชน์และวิธีใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ควรมีในห้องปฏิบัติการได้แก่

3.1 เครื่องดับเพลิง ไฟไหม้ที่เกิดจากการทดลองมีหลายประเภท เครื่องดับเพลิงที่ใช้บางอย่างจะใช้ได้กับไฟบางชนิดเท่านั้น ดังนั้น การใช้เครื่องดับเพลิงต้องใช้ให้ถูกประเภท เครื่องดับเพลิงแบ่งได้ 4 ประเภท¹ ดังนี้

ก) ชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ นิยมมากในห้องปฏิบัติการเคมี ใช้ดับไฟประเภท ข และ ค เหมาะกับไฟไม่รุนแรง

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ภาควิชาเคมี, คู่มือเตรียมปฏิบัติการเคมี, พิมพ์ครั้งที่ 2. (เชียงใหม่ : หน่วยพิมพ์ออฟเซต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2523), หน้า 2.

ข) ชนิดผงเคมีแห้ง ในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ ชนิดผงโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) กับไฟประเภท ข ค ง ชนิดส่วนผสมของสารเคมีจำพวก โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต และโปตัสเซียมคลอไรด์กับไฟได้ทุกชนิด ห้องปฏิบัติการควรมีเครื่องดับเพลิงประเภทนี้ไว้

ค) น้ำ ใช้ดับไฟประเภท ก ห้ามใช้ดับไฟประเภท ข ค และ ง เพราะจะทำให้ลุกลามมากยิ่งขึ้นและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

ง) ทราย ใช้ในกรณีเกิดไฟประเภท ข ค และ ง แล้วไม่มีเครื่องดับเพลิง หรือมีแต่ใช้หมดแล้วไฟยังไม่ดับ ซึ่งจะให้ผลดีเหมือนกัน

3.2 มีสวิสค์ตัดค้อนหรือคัทเอาท์ เฉพาะห้องปฏิบัติการ เมื่อเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับไฟฟ้าจะได้แก้ไขได้ทันที

3.3 พื้นโตะควรทาสีหรือปูพื้นพอร์เมนต์ เพื่อป้องกันกรดหรือไฟไหม้พื้นโตะ

3.4 ควรมีตู้ควัน เพราะในการทดลองบางครั้งอาจเกิดก๊าซพิษได้

3.5 มีตู้ยาประจำห้องปฏิบัติการ สิ่งที่ควรมีในตู้ยา เช่น ผ้าพันแผล ขนาดต่าง ๆ สำลี หลอดหยดยาตา ถ้วยล้างตา ยาแก้ไฟไหม้ ยาทาแผล เป็นต้น

นอกจากนี้สิ่งที่ห้องปฏิบัติการควรมีขาดไม่ได้ คือ น้ำ ทั้งนี้เพราะนอกจากจะเตรียมไว้เพื่อดับเพลิง ก็ยังใช้ในการทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ และยังใช้ล้างตาหรือผิวหนังที่โดนสารเคมีได้ด้วย

4. เทคนิคในการทดลอง ครูและนักเรียนจะต้องฝึกหัดเทคนิคการทดลองให้ถูกวิธีและให้คิดเป็นนิสัยจะช่วยลดอุบัติเหตุได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี¹ ได้เสนอแนะเทคนิค การทดลองแก่นักเรียน เพื่อให้ปลอดภัยจากการทดลอง ดังนี้

1. การรินสารละลายหรือของเหลวออกจากขวด ควรรินทางค้ำที่ไม่มีฉลากปิดขวด เพื่อป้องกันฉลากเสียหายหรือหลุดงาย นักเรียนควรจะฝึกรินน้ำก่อนเช่นกัน
2. การทดลองใด ๆ มีการต้มหรือเผา อากาศในภาชนะนั้น ๆ จนซิด เพราะสาร อาจจะถูกกระเด็นเข้าตาได้ ขณะที่สารยังร้อนอย่านำมาวางบนโต๊ะ จะทำให้โต๊ะ ใหม่นี้ร้อนรอยได้ ถ้าคมของเหลวในหลอดทดลองให้หันปลายหลอดไปทางไม่มีคน และใส่เศษกระดาษแข็งเล็ก 2-3 ชิ้น เพื่อป้องกันการเคี้ยวหลอดของของเหลว
3. การเขย่าสารในหลอดทดลอง ให้ทำด้วยความระมัดระวังที่จะไม่ให้กระเด็นถูกตัวเราและผู้อื่นได้
4. อย่าสูดกลิ่นของสารโดยตรง เพราะไอของสารบางชนิดเป็นพิษ ควรใช้มือปิด ปลายจากสาร เขย่าหาจมูกและสูดกลิ่นทาง ๆ
5. อุปกรณ์บางอย่างทำด้วยแก้ว เวลาทดลองควรทำด้วยความระมัดระวัง มิฉะนั้น แก้วจะแตกบาดมือได้
6. อย่าทิ้งสารเคมีลงในอ่างน้ำ เพราะจะทำให้ท่อน้ำเป็นสนิมและยุ่งาย ควรจะ เทในถังที่เตรียมไว้เฉพาะ แล้วนำไปทิ้งในที่ที่เหมาะสมต่อไป

ครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการแนะนำเทคนิคต่าง ๆ ในการทดลอง เพื่อความ ปลอดภัยของนักเรียน การเตือนหรือแนะนำนั้นควรทำสม่ำเสมอ เพราะนักเรียนยังขาด ประสบการณ์ในการทดลอง

5. ฝึกลักษณะนิสัยให้เป็นระเบียบเรียบร้อยและสะอาดอยู่เสมอ ความเป็น ระเบียบเรียบร้อยและความสะอาดจะลดอุบัติเหตุได้อย่างดี ทั้งครูและนักเรียนควรฝึกนิสัย ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย และสะอาดเสมอ เช่น ครูเมื่อเตรียมสารทุกครั้ง ต้องปิดฉลาก บอกชื่อสาร วัน เดือน ปี ที่เตรียมสารเพื่อจะได้รู้อายุของสาร คิดฉลากค่าเดือนบอก

¹ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, คู่มือการสอนเรื่อง เทคนิคการสอนและการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2522), หน้า 186.

อันตรายของสาร ตลอดจนวิธีแก้ปัญหาข้างขวดสารที่มีอันตรายเสมอ เคื่อนให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ทุกครั้งที่ต้องลองเสร็จ จัดเตรียมที่หิ้งสารเคมีไว้ให้นักเรียน เป็นต้น นักเรียนเมื่อจะใช้สาร ต้องตรวจดูชื่อสารให้แน่ใจ เมื่อทดลองเสร็จต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ก่อนเก็บอยู่เสมอ

นอกจากนี้สิ่งที่ครูควรปฏิบัติก็คือ ในขณะที่นักเรียนทดลองครุควร จะอยู่ในห้องปฏิบัติการ ตลอดเวลา และเดินดูไปรอบ ๆ ห้องขณะที่นักเรียนกำลังทำการทดลอง เพื่อคอยควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของนักเรียน และจะได้ช่วยเหลือนักเรียนทันทีเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้เพราะเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องแก้ปัญหา และรับผิดชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น ในการแก้ปัญหาครุควรจะทำโดยไม่ตกใจและแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ครุควร จะมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ทั้งนี้เพราะอุบัติเหตุบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปฐมพยาบาลด้วยวิธีที่ถูกต้อง แนวทางที่ครูจะใช้แก้ปัญหาเมื่อเกิดอุบัติเหตุครุอาจทำได้ ดังนี้

1. มีคู่มือความปลอดภัยประจำห้องปฏิบัติการ ภายในคู่มือควรมีรายละเอียดเกี่ยวกับอันตราย วิธีป้องกัน และวิธีแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุจะได้แก้ไขได้ถูกต้อง
2. มีแผนภูมิแก๊พิษจากสารเคมีต่าง ๆ ติดไว้ให้เห็นนักเรียนเห็นอย่างชัดเจน
3. มีชื่อแพทย์, โรงพยาบาล สถานที่ติดต่อฉุกเฉิน เช่น สถานีดับเพลิง พร้อมทั้งเบอร์โทรศัพท์ติดไว้ในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เพราะอุบัติเหตุบางอย่างครุอาจแก้ปัญหาด้วยตนเองไม่ได้

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการป้องกันและการแก้ปัญหาอุบัติเหตุ นั้นจะต้องรับผิดชอบร่วมกันหลาย ๆ ฝ่าย แต่ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น ครูจึงควรจะต้องเตรียมการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุให้ดีที่สุด เพราะการเกิดอุบัติเหตุบางครั้งอาจจะไม่คุ้มกับความรู้ที่จะได้รับก็ได้



งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในต่างประเทศ

ใน ค.ศ. 1970 จอห์น อาร์ ยังก์¹ (John R. Young) ได้สำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐอิลลินอยส์ระหว่างปีการศึกษา 1968-1969 ตัวอย่างประชากร ได้แก่ ครูเคมีในรัฐอิลลินอยส์จำนวน 203 คน ผลการวิจัยพบว่า จำนวนตัวอย่างประชากรร้อยละ 71.4 ตอบว่าไม่มีอุบัติเหตุเลยต่อห้องทดลอง ร้อยละ 23.2 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 1-3 ครั้งต่อห้องทดลอง ร้อยละ 5.4 ไม่ตอบแบบสอบถาม และพบวาร์้อยละ 51.7 ของตัวอย่างประชากรจะมีอุบัติเหตุร้ายแรงอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ซึ่งจะต้องมีการปฐมพยาบาลด้วย เช่น กรดไนตริกเข้มข้นกระเด็นเข้าตาค้นักเรียน เทอร์โมมิเตอร์แตกแทงถูกมือ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าอุบัติเหตุและการใช้เทคนิคการทดลองไม่เหมาะสม ที่เกิดขึ้นมีความถี่สูงสุด 6 ประการ คือ

1. แผลไฟไหม้ที่เกิดจากการจับหลอดทดลองหรือโลหะที่ร้อนจัด (burns from hot glass tubing or metal)
2. แผลกัดไหม้จากกรด-เบส (burns from acids and bases)
3. หลอดทดลองแตกเนื่องจากการใช้ที่จับหลอดไม่เหมาะสม (cuts from the improper handling of glass tube)
4. การเผาไหม้ในหลอดทดลองโดยไม่ถูกวิธี (Improper heating of the test tube often result in flying objects)
5. นำสารเคมีกลับคืนผิดขวดหรือการใช้สารเคมีผิด (return of

¹John R. Young, "A Survey of Safety in Hight School Chemistry Laboratories of Illinois," Journal of Chemical Education 47 (December 1970): A829 - A838.

chemicals to wrong reagent bottles, or the improper selection of chemicals)

6. การทดสอบก๊าซโดยใช้วิธีไม่เหมาะสม (the improper testing of vapors)

ใน ค.ศ. 1972 จอห์น อาร์ ยัง¹ (John R. Young) ได้สำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐอิลลินอยส์ ในปีการศึกษา 1969-1970 ผลการวิจัยพบว่า

1. มีอุบัติเหตุใหญ่ (major accidents) เกิดขึ้น 156 ครั้ง
2. อุบัติเหตุใหญ่ที่เกิดขึ้นเฉลี่ยแล้วเกิด 0.54 ครั้งต่อห้องต่อปี
3. ตัวอย่างประชากรร้อยละ 65.3 พบอุบัติเหตุจำนวนอย่างน้อย 1 ครั้ง ต่อสัปดาห์
4. ตัวอย่างประชากรร้อยละ 56.6 ไม่คุ้นเคยกับความรับผิดชอบตามกฎหมายของครูวิทยาศาสตร์

ใน ค.ศ. 1980 จอห์นสัน ยูโด จอห์นนี่ เอกโป² (Johnson Udo Johnnie Ekpo) ได้สำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐอลาบามา (Alabama) และเสนอชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี ตัวอย่างประชากร ได้แก่ ครูเคมีที่สอนระดับมัธยมศึกษา

¹John R. Young, "A Second Survey of Safety in Illinois High School Laboratories," Journal of Chemical Education 48 (January 1971), cited by Richard L. Patnoe, "Chemistry Laboratory Safety Check," The Science Teacher 43 (October 1976): 28.

²Johnson Udo Johnnie Ekpo, "A Survey of Chemistry Laboratory Safety Practices in Selected High Schools of Alabama and Proposed Chemistry Laboratory Safety Module," Dissertation Abstracts International 41 (February 1981): 3516A.

ตอนปลาย จำนวน 52 คนจากโรงเรียนรัฐบาล ของรัฐอลาบามา ที่มีชั้นเรียนระดับ 9-12 ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูร้อยละ 73 เห็นว่าชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมีสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นสิ่งจำเป็น
2. มีนักเรียนจำนวนน้อยโรงเรียนที่มีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของเครื่องป้องกันอุบัติเหตุ และนักเรียนส่วนมากจะไมรรู้ถึงอันตรายของเครื่องมือและอุปกรณ์
3. โรงเรียนส่วนมากมีการเก็บสารเคมี และการทำลายสารเคมี ด้วยวิธีการที่ไม่เหมาะสม
4. ขาดการบันทึกเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุ และหลายโรงเรียนมีเครื่องมือปฐมพยาบาลไม่เพียงพอ และขาดคนที่ จะทำการปฐมพยาบาลในชั้นต้น

สำหรับชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัย จะสร้างเพื่อแก้ไขเฉพาะส่วนที่มีจุดอ่อนที่ได้จากแบบสอบถาม ซึ่งได้แก่ เรื่อง ทัศนคติและการระบายนวัน การเก็บและทำลายสารเคมี เครื่องป้องกันอันตรายและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ อันตรายจากสารเคมีและอุปกรณ์และกระบวนการปฐมพยาบาล

ในปีเดียวกัน โดแนลด์ เควิส วูดเบิร์น¹ (Donald Davis Woodbern) ได้สำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองในด้านกระบวนการและเครื่องมือ ปัจจัยที่เป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุในโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐเนบราสก้า ตัวอย่างประชากรได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ 300 คน รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม และสัมภาษณ์ครูอีก 16 โรงเรียน

¹Donald Davis Woodbern, "A Survey of Science Laboratory Safety Procedures Safety Equipment, and Factors Causing Accidents in the Secondary School of Nebraska," Dissertation Abstracts International 42 (September 1981): 1089A - 1090A.

ที่คอมแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า ร้อยละ 80.72 ของอุบัติเหตุเกิดจากการทดลองที่ใช้ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี อีกร้อยละ 19.28 มาจากสาเหตุจากการนำตัดสัตว์เลี้ยง เครื่องไฟฟ้า ฯลฯ มี 19 การทดลองที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุใหญ่ (major accidents) ถึงร้อยละ 77.65 มี 14 การทดลองที่ผู้ตอบเลือกว่า ค่ายวิธีการจะสามารถลดอุบัติเหตุได้ถึงร้อยละ 75 นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบการเกิดอุบัติเหตุพบว่า การเกิดอุบัติเหตุจะมีมากขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพการทำงานของครู ขนาดของชั้นเรียนและโรงเรียนพบว่า ถ้ามีนักเรียนมากจะเกิดอุบัติเหตุมาก วิชาฟิสิกส์จะเกิดอุบัติเหตุน้อยกว่าวิทยาศาสตร์กายภาพและเคมี โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นเกิดอุบัติเหตุมากกว่ามัธยมศึกษาตอนปลายถึง 1.83 เท่า ห้องเรียนที่ใช้สอนทั้งบรรยายทั้งอภิปราย (a combination lecture and lab area) จะพบอุบัติเหตุมากกว่า ขนาดของห้องสอนนักเรียนถ้ามีขนาดใหญ่จะเกิดอุบัติเหตุบ่อย และพบว่า ถ้าห้องปฏิบัติการมีขนาดใหญ่กว่า 40 ตารางฟุต จะเกิดอุบัติเหตุบ่อย

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างความรู้ตามกลุ่หมายเกี่ยวกับความรับผิดชอบของครู โรงเรียนที่มีและไม่มีโปรแกรมเกี่ยวกับความปลอดภัย ครูที่ผ่านการอบรมและไม่ผ่านการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัย

จากการศึกษากังกล่าวได้สรุปข้อแนะนำดังนี้ ในการทดลองที่อาศัยเครื่องแก้ว มีการใช้ความร้อนและสารเคมี ชั้นเรียนควรมีขนาดเล็ก ควรมีห้องปฏิบัติการเฉพาะ ห้องปฏิบัติการควรมีขนาด 40 ตารางฟุตหรือมากกว่านั้น วิชาเคมีและวิทยาศาสตร์กายภาพ ควรจะใช้ห้องเรียนที่มีขนาดใหญ่ แต่จำนวนนักเรียนน้อยและมีห้องปฏิบัติการเฉพาะ ควรจะจัดเว้นนิริภัย ฆ่ากันเป็นอน และเครื่องป้องกันหน้าสำหรับนักเรียนแต่ละคน

2. งานวิจัยในประเทศไทย

งานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับอุบัติเหตุ และการป้องกันอุบัติเหตุจากการทดลองโดยตรงยังไม่มี ทั้งนี้ เพราะการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาแต่เดิมนั้นจะใช้วิธีสอนแบบบรรยายและจะมีการทดลองบ้างเป็นบางครั้งเท่านั้น ส่วนหลักสูตร

วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่ใช้หลักสูตรของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีการทดลองด้วยนั้น เพิ่งจะเริ่มใช้ไม่กี่ปีมานี้ คือหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเริ่มในปี พ.ศ. 2518 และมัธยมศึกษาตอนต้น เริ่มปีการศึกษา 2520 แต่พอจะมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับความพลอดกัยของการทดลองอยู่บ้าง โดยมีผู้วิจัยในลักษณะของความคึกเห็นหรือปัญหาที่มีต่อหลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น

ใน พ.ศ. 2520 หน่วยวิจัยและประเมินผล ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี¹ ได้ติดตามผลการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากร ได้แก่ ประธานกลุ่มโรงเรียน ผู้อำนวยการหรืออาจารย์ใหญ่ ผู้ติดตามผลการใช้หลักสูตรของกลุ่มโรงเรียน อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย และนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2520 ของโรงเรียนทั่วประเทศจำนวน 100 โรงเรียน โดยสอบถามเกี่ยวกับ ทศนคติของอาจารย์ผู้สอนและผู้บริหารที่มีต่อหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู อุปกรณ์การสอน กระบวนการเรียนการสอน ความช่วยเหลือที่ได้รับจากกลุ่มโรงเรียน การดำเนินงานของผู้ติดตามผลของกลุ่มโรงเรียน การใช้หลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากผลการวิจัย พอจะสรุปเกี่ยวกับอุปกรณ์ในแต่ละสาขาวิชาในด้านความพลอดกัย ได้ดังนี้

1. สาขาวิชาฟิสิกส์ ครูผู้สอนเห็นว่า อุปกรณ์ใช้ไม่ได้ผลเท่าที่ควร แต่มีความพลอดกัยขณะทำการทดลองมาก อุปกรณ์ชำรุดง่าย ส่วนผู้ติดตามผลสาขาฟิสิกส์ เห็น

¹สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, หน่วยวิจัยและประเมินผล, "รายงานการติดตามผลการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2521" (กรุงเทพมหานคร : หน่วยวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2521), หน้า 1-27. (อักษำเนา)

ว่า อุปกรณ์ที่ใช้ไม่ได้ผลเท่าที่ควร และชำรุดง่ายมาก แต่มีความปลอดภัยขณะทำการทดลองก็พอสมควร

2. สาขาชีววิทยา ครูผู้สอนเห็นว่า อุปกรณ์ใช้ได้ดี มีความปลอดภัยขณะทำการทดลองดี แต่ชำรุดง่ายมาก ส่วนผู้ติดตามผลสาขาวิชาชีววิทยาเห็นว่า อุปกรณ์ใช้ได้ดีพอสมควร แต่ชำรุดง่ายมาก ความปลอดภัยขณะทดลองมีมากพอสมควร

3. สาขาวิชาเคมี ครูผู้สอนเห็นว่า อุปกรณ์ใช้ได้ดีพอสมควร ความปลอดภัยขณะทำการทดลองมีมากพอสมควร แต่อุปกรณ์ชำรุดง่าย ส่วนผู้ติดตามผลสาขาเคมีเห็นว่า อุปกรณ์เคมีใช้ได้ดีพอสมควร แต่อุปกรณ์ชำรุดง่ายมาก ความปลอดภัยขณะทำการทดลองค่อนข้างมาก

ปี พ.ศ. 2521 อริสรา ศิริศรี¹ ได้ศึกษาเรื่องการผลิตและการใช้ครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา โดยใช้วิธีสัมภาษณ์และแจกแบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างประชากร ได้แก่ ผู้บริหารสถาบันผลิตครูวิทยาศาสตร์, อาจารย์ผู้สอนวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์, ผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา, หัวหน้าสายวิชาวิทยาศาสตร์, ครูวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างประชากรแบบแบ่งชั้น จากแต่ละภาคการศึกษา รวมทั้งในเขตกรุงเทพมหานคร ได้ตัวอย่างประชากรทั้งหมด 745 คน พบว่า ปัญหาในการสอนวิทยาศาสตร์ ครูส่วนใหญ่ใช้วิธีทดลองและสาธิต ครูที่ใช้สาธิตแทนการทดลอง เพราะในบางครั้งมีการทดลองที่ยากหรือเครื่องมือเป็นอันตราย อุปกรณ์การทดลองไม่เพียงพอ

¹ อริสรา ศิริศรี, "การผลิตและการใช้ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา" (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521).

ปี พ.ศ. 2522 สาขาวิจัยและประเมินผล ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี¹ ได้ไปเยี่ยมโรงเรียนต่าง ๆ ตามโครงการการติดตามผล โรงเรียนที่เยี่ยมชม ได้แก่ โรงเรียนทุกเขตการศึกษา เขตละ 4-5 จังหวัด จังหวัดละ 2-3 โรงเรียน รวมเยี่ยมชมแต่ละครั้ง 8-10 โรงเรียน รวมทั้งหมด 146 โรงเรียน เป็นโรงเรียนส่วนกลาง 8 โรงเรียน ซึ่งเป็นโรงเรียนประถมศึกษา 2 โรงเรียนและมัธยมศึกษา 6 โรงเรียน โรงเรียนส่วนภูมิภาค 138 โรงเรียน เป็นโรงเรียนประถมศึกษา 36 โรงเรียนและมัธยมศึกษา 102 โรงเรียน รายวิชาที่เยี่ยมชมระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ทั่วไป และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ส่วนระดับประถมจะติดตามผลเฉพาะคณิตศาสตร์เท่านั้น

สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์จะติดตามผลในด้าน 1) ความคิดเห็นต่อสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) อุปสรรคและปัญหาในเรื่องการจัดห้องเรียน สำหรับการทดลอง ความปลอดภัยในการทดลอง การจัดวัสดุอุปกรณ์ การทดลองที่ไม่ได้ผล การดูแลรักษาและซ่อมอุปกรณ์ ความมีประสิทธิภาพของอุปกรณ์ การจัดหาแบบเรียนคู่มือครู และอุปกรณ์ 3) เกี่ยวกับเรื่องของกลุ่มโรงเรียน 4) การติดตามผลของกลุ่มโรงเรียน ผลการเยี่ยมชม พอจะสรุปเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในการทดลองได้ดังนี้

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ความปลอดภัยส่วนใหญ่ไม่มีปัญหา ส่วนที่มีปัญหาบ้าง เช่น การลุกไหม้ของตะเกียงอัลกอฮอล์ การแพ้สารที่เผา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูส่วนใหญ่เห็นว่า ในการทดลองมีความปลอดภัยมากไม่มีปัญหา แต่ก็มีบางส่วนที่เป็นปัญหา เช่น ตะเกียงอัลกอฮอล์แตกบ่อย

¹สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิจัยและประเมินผล, "การเยี่ยมโรงเรียนในโครงการการติดตามผลการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ปี 2522" (กรุงเทพมหานคร : สาขาวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2522). (อัครสำเนา)

ในปีเดียวกัน นางลักษณ จําปาเทศ¹ ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาและความต้องการของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการใช้สื่อการศึกษา และสำรวจคุณภาพ ประสิทธิภาพของสื่อการศึกษา วิชาชีววิทยา หลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้แบบสอบถามครู 54 คน และนักเรียน 574 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตกรุงเทพมหานคร พบว่า สาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่ค่อยได้ทำการทดลอง เพราะอุปกรณ์ไม่พอที่จะทำการทดลอง อุปกรณ์ชำรุดต้องชดใช้ หรือถูกตัดคะแนน สถานที่ไม่อำนวย เสียเวลาไม่คุ้มกับผลการทดลอง อุปกรณ์มีสภาพไม่สมบูรณ์ เรียนไม่ทัน การทดลองง่ายเกินไป และบางการทดลองใช้เวลาอดทนนานเกินไป

ในปีเดียวกัน จิรพันธ์ อรุณรัตน์² ได้ทำการศึกษา เพื่อประเมินผลการใช้อุปกรณ์การสอนและวัสดุประกอบการปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยา หลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 4 กลุ่มตัวอย่างประชากรประกอบด้วยครู 16 คน และนักเรียน 456 คน จาก 13 โรงเรียนในเขตการศึกษา 4 จากการวิจัยพบว่า อุปกรณ์ชีววิทยามีความเหมาะสมในด้านความสะดวกคล่องกับเนื้อหาในบทเรียน แต่ก็มีอุปกรณ์บางชิ้นมีความจำเป็นน้อย เช่น สวิตช์แพลงคอนคุณภาพของอุปกรณ์ ครูและนักเรียนมีความเห็นว่า อุปกรณ์ทุกชนิดมีคุณภาพดีมากในด้านส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาดีขึ้น แต่มีอุปกรณ์บางชนิดมีความคงทนน้อย เช่น ชุด

¹นางลักษณ จําปาเทศ, "ปัญหาและความต้องการ สื่อการศึกษาในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาหลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตกรุงเทพมหานคร" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522).

²จิรพันธ์ อรุณรัตน์, "การประเมินผลการใช้อุปกรณ์การสอนและวัสดุประกอบการปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยา หลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 4" (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522).

ตะเกียงอัลกอซอล์ ชุดเครื่องมือทดสอบก๊าซที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง เป็นต้น คำ
ขอมบพร่องของอุปกรณ์พบว่า อุปกรณ์ที่บพร่องมากทำให้ไม่สะดวกในการใช้คือ ที่วาง
หลอดทดสอบ และชุดตะเกียงอัลกอซอล์

ใน พ.ศ. 2523 อรรถศิษฎ์ สมรรถการอักษรกิจ¹ ได้ศึกษาปัญหาในการสอน
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตัวอย่างประชากร คือ ครูวิทยาศาสตร์ระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 311 คน จากโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์ ในเขต
กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาในค้ำนต่าง ๆ
หลายค้ำน เช่น ค้ำนการเตรียมการสอน ครูไม่สามารถที่จะนำเอาเนื้อหาวิชามาผสมผสาน
กับการสอนภาคปฏิบัติได้ ค้ำนคุณภาพและปริมาณของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่กินและไม่
เพียงพอ ค้ำนทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ค้ำนความปลอดภัยใน
การทำกิจกรรม ปัญหาอันค้ำนแรก คือ การแนะนำอันตรายจากสารเคมี หรือไม่รู้จักใช้ก่อน
การทดลอง รองลงมา คือ การเตือนให้นักเรียนระวังขณะทำการทดลอง ค้ำนความ
สนใจและความค้ำใจของนักเรียน นักเรียนชอบให้ครูสรุปผลการทดลองให้ และปัญหาใน
การสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของครูชาย และครูหญิง ทั้งโรงเรียน
รัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์มีปัญหาไม่แตกต่างกัน

ในปีเดียวกัน ปัญญา อุทัยพัฒน์² ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
สาขาวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากร คือ ครู

¹อรรถศิษฎ์ สมรรถการอักษรกิจ, "ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523).

²ปัญญา อุทัยพัฒน์, "ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร" (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523).

วิทยาศาสตร์ที่สอนวิชาชีววิทยาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 279 คน จากโรงเรียน
 รัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 โรงเรียน ผลการวิจัย
 พบว่า ครูมีปัญหาในค่านต่าง ๆ หลายด้าน เช่น ด้านการเตรียมการสอน ครูไม่สามารถ
 นำเอาเนื้อหาชีววิทยามาผสมผสานกับการสอนปฏิบัติการได้ ด้านปริมาณและเครื่องมือ
 วิทยาศาสตร์ไม่ค้ำและไม่เพียงพอ ทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังไม่ค้ำพอ ด้าน
 ความปลอดภัยในการทำกิจกรรมมีปัญหาค้ำค้ำอยู่ 4 ประการ คือ การเตือนนักเรียนให้ม
 ความระมัดระวังขณะทดลอง การแนะนำอันตรายที่จะเกิดจากสารเคมี การแนะนำวิธีการ
 ใช้อุปกรณ์เกี่ยวกับการทดลองอย่างถูกต้องและปลอดภัย และการใช้ยาปฐมพยาบาลตาม
 ลักษณะปฏิบัติการ ด้านความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนชอบให้ครูสรุป
 ผลการทดลองให้ นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาในการสอนปฏิบัติการของครูมีปัญหาไม่แตกต่างกัน

ในปีเดียวกัน กิจจา ไทโรวิชัย¹ ได้ศึกษาปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตร
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของครู
 โรงเรียนราษฎร์ในเขตกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากร ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์โรง-
 เรียนราษฎร์ 169 คน จากโรงเรียน 51 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูได้รับความ
 ช่วยเหลือจากโรงเรียนน้อยในค่านวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และอุปกรณ์การสอน ปัญหาใน
 การปรับปรุงการเรียนการสอน คือ งบประมาณของโรงเรียนและการสนับสนุนจากโรง-
 เรียน ครูผู้เรียนขาดความสนใจและตั้งใจเรียน ตินิสัยให้ครูบอกและคอยเชื่อฟังครู
 อย่างเดียว เวลาสอนแต่ละคาบค่อนข้างน้อย ครูไม่สามารถจะสรุปเนื้อหาจากวิธีสอนให้
 นักเรียนค้ำพอ ครูขาดหนังสือประกอบเพิ่มเติมและไม่ม้แหล่งค้นคว้ในโรงเรียน และวัสดุ
 อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ตามบทเรียนส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำ

¹ กิจจา ไทโรวิชัย, "ปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตร สถาบันส่งเสริมการ
 สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของครูโรงเรียนราษฎร์ใน
 กรุงเทพมหานคร" (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขการสอนวิทยาศาสตร์
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523).

สรุปผลงานวิจัยของต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศไทยที่กล่าวมาแล้ว

งานวิจัยของต่างประเทศที่เกี่ยวกับอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยมากจะศึกษาจากการทดลองวิชาเคมี และตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยทุกเรื่องที่วิจัยมาแล้วนั้น ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะครูวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรง ในขณะที่นักเรียนทำการทดลอง และต้องอยู่ควบคุมนักเรียนตลอดเวลาที่ทำการทดลอง ดังนั้น จะเห็นเหตุการณ์โดยตลอด ผลจากการวิจัยจะพบว่าอุบัติเหตุเกิดขึ้นจากการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนมาก และจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นเกินครึ่งของตัวอย่างประชากร นอกจากนี้ยังพบว่ามีครูและนักเรียนจำนวนมากที่มีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง ดังนั้นการเกิดอุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุจึงเป็นปัญหาที่น่าสนใจศึกษาอย่างยิ่ง

ส่วนงานวิจัยในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุโดยตรง แต่มีงานวิจัยเกี่ยวกับอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผลการวิจัยพบว่า อุปกรณ์ชำรุดง่ายและไม่คงทน นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาของการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าครูมีปัญหาในค่านต่าง ๆ หลายด้าน เช่น ค่านการเตรียมการสอน ค่านคุณภาพและปริมาณของเครื่องมือไม้ค้ำและไม่เพียงพอ ค่านทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ค่านความปลอดภัยในการทำกิจกรรม, ค่านความสนใจและตั้งใจของนักเรียน

จากงานวิจัยในประเทศไทยทำให้ผู้วิจัยคิดว่า น่าจะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจากการทดลองวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ เพราะสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากการทดลองก็คือ อุปกรณ์ชำรุด และในปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องอาศัยการทดลองเป็นกิจกรรมหนึ่ง ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาว่า ในการทดลองวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการทดลองใบบ้างที่เคยเกิดอุบัติเหตุแล้วจะมีลักษณะและสาเหตุอย่างไร เพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ต่อไป ตลอดจนศึกษาว่าครูและโรงเรียนมีวิธีการป้องกันอุบัติเหตุอย่างไรบ้าง และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะศึกษาจากการทดลองวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเท่านั้น เพราะการศึกษาระดับนี้มุ่งเน้นให้นักเรียน ค้นพบความสามารถ ความสนใจ ความถนัด และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ¹ ค้วยเหตุนี้การเรียนการสอนระดับนี้ ผู้สอนจึงควรจะต้องมีวิธีการต่าง ๆ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากที่สุด



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (กรุงเทพมหานคร: จงเจริญการพิมพ์, 2520), หน้า 1.