บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ธอเรียมโดยการสังเกตรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์บนแผ่นแก้ว ครั้งนี้ มีข้อที่น่าวิจารณ์ดังต่อไปนี้

4.1 ปริมาณธอเรียมที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นที่แสดงในตาราง 3-11 แล้วนั้น ส่วนใหญ่หาได้ใกล้เคียงกัน นอกจากบางตัวอย่างคือ P-1 และ P-2 ซึ่งเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์โดยวิธีวัดกัมมันตภาพรังสีแล้วแตกต่างกันมาก โดย P-1 มีความแตกต่าง 34.88-41.94% และ P-2 มีความแตกต่าง 30.77-50.74% การวิเคราะห์โดยวิธีนี้จึงให้ผลพอใช้ได้

4.2 แก้วที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการวิเคราะห์คือ แก้วสไลด์ตรา GOLD SEAL ที่ใช้กับกล้องจุลทรรศน์ เพราะทำมาสำหรับใช้กับกล้องจุลทรรศน์โดยตรง มีขนาดพอเหมาะ ผิวราบเรียบ ทนทาน ราคาไม่แพง และประการสำคัญคือมีแบคกราวนด์ (back ground) ที่เป็นรอยที่เกิดจากการแตกตัวของสารที่แตกตัวได้ภายในเนื้อแก้วเองมีจำนวนน้อย ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองในตาราง 3-1 เมื่อนำแผ่นแก้วชนิดต่าง ๆ ไปอาบนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู รอยที่เกิดขึ้นบนแผ่นแก้วสไลด์มีจำนวนน้อยที่สุดคือ 19.53 รอยต่อหน้ากล้อง ส่วนแก้วเลนส์ซึ่งมีราคาแพงและเนื้อดี มีจำนวนรอยมากกว่ากระจกสไลด์หลายเท่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่ากระจกสไลด์มีสารที่แตกตัวได้ปนอยู่น้อยหรือมีโบรอน (Boron) ซึ่งดูดกลืนนิวตรอนช้าได้ดีปนอยู่มากก็ได้ และเมื่อเวลาใช้ในการวิเคราะห์จริง ๆ ปริมาณนิวตรอนที่แผ่นแก้วได้รับจะน้อยกว่าที่ได้รับในการทดลองครั้งนี้มาก ดังนั้นรอยที่เป็นแบคกราวนด์จะมีจำนวนน้อยมาก จนไม่ต้องนำมาคิดก็ได้

4.3 ปริมาณซอเรียมในตัวอย่างเดียวกัน ที่ได้จากการเทียบหากับสารที่ทราบปริมาณอยู่แล้วที่ตำแหน่งของผิวแก้วต่างกัน จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังผลการวิเคราะห์ที่แสดงในตาราง 3–10 จะเห็นว่าปริมาณของซอเรียมออกไซด์คิดเป็นร้อยละของตัวอย่างเดียวกัน ที่หาได้จากการเทียบที่ตำแหน่งที่อยู่บนแผ่นแก้วแผ่นล่าง (ตำแหน่งหมายเลขคี่) กับตำแหน่งที่อยู่บนผิวแก้วแผ่นบน (ตำแหน่งหมายเลขคู่) แตกต่างกันน้อยมาก สำหรับตัวอย่าง P-1 ซึ่งแตกต่างกันมากที่สุดยังมีความแตกต่างที่คิดเป็นร้อยละเพียง 3.63 % เท่านั้นเอง ดังนั้นไม่ว่าจะเทียบที่ตำแหน่งใด ปริมาณซอเรียมที่ได้ก็จะไม่ผิดพลาดไปมากนัก

4.4 ความหยาบและละเอียดของผงตัวอย่าง ไม่แน่ว่าจะทำให้จำนวนรอยเพิ่มมากขึ้นหรือลดลง เพราะจากผลการทดลองที่แสดงในตาราง 3–12 จะเห็นว่าตัวอย่าง C-8 ความแตกต่างของจำนวนรอยแทบไม่มีเลย และ En-Mo นั้นตัวอย่างที่เป็นผงละเอียดให้จำนวนรอยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย สำหรับ M-13 จำนวนรอยแตกต่างกันมาก และแทนที่ผงละเอียดจะให้จำนวนรอยมากกว่าผงหยาบ ผงที่หยาบกลับให้จำนวนรอยมากกว่าผงละเอียด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเมื่อบด M-13 ให้ละเอียดมาก ๆ แล้ว จะมีส่วนของดินทรายที่กลายเป็นฝุ่นไปจับเป็นคราบบนแผ่นแก้ว ทำให้โอกาสที่ส่วนที่แตกตัวจะเข้าไปชนยังแผ่นแก้วมีน้อย และความแตกต่างของจำนวนรอยที่เกิดขึ้นสำหรับแต่ละตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ เมื่อทำให้เป็นผงละเอียดก็ไม่เท่ากัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความละเอียดของแต่ละตัวอย่างไม่เท่ากันก็ได้

4.5 สารตัวอย่างที่เป็นแผ่นโลหะจะทำให้รอยเกิดขึ้นมีจำนวนมากกว่าสารตัวอย่างที่เป็นผง ดังผลการทดลองในตาราง 3–13 รอยที่เกิดขึ้นจากแผ่นโลหะซอเรียมบริสุทธิ์ 100 % มีจำนวน 53.7 รอยต่อหน้ากล้อง ส่วนรอยที่เกิดขึ้นจากสารมาตรฐาน S ซึ่งเป็นผง มีลักษณะเป็นผงละเอียดและมีปริมาณซอเรียมออกไซด์อยู่ 100 % มีจำนวน 33.67 รอยต่อหน้ากล้อง ซึ่งรอยที่เกิดจากแผ่นโลหะซอเรียม

มีจำนวนมากกว่า ถึงแม้ว่าจะคำนวณโดยคิดว่าในธอเรียมออกไซด์ 100 % มีธอเรียมอยู่ 87.88 % ถ้ามีธอเรียมอยู่ในผงสารมาตรฐาน S นั้น 100 % จำนวนรอยที่เกิดขึ้นก็คำนวณได้ว่าจะมีเพียง 38.31 รอยเท่านั้น ซึ่งก็ยังน้อยกว่าของแผ่นโลหะธอเรียมอยู่นั่นเอง ดังนั้นในการวิเคราะห์ธอเรียมโดยวิธีนี้หากสารมาตรฐานกับสารตัวอย่างไม่เป็นแผ่นโลหะหรือผงเหมือน ๆ กันแล้ว การเปรียบเทียบจำนวนรอยหาปริมาณธอเรียมกันโดยตรงจะทำให้ผิดพลาดได้

4.6 ตัวอย่างที่อาบนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู จำนวนรอยที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนซึ่งกันและกันไม่เท่ากันกับที่อาบจากต้นกำเนิดนิวตรอน ดังผลการทดลองที่แสดงในตาราง 3-14 จะเห็นว่า จำนวนรอยต่อหน้ากล้องของตัวอย่าง P-1, P-2, En-Th และ CT-Mo ที่อาบนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู เมื่อเปรียบเทียบกับ CT-Mo แล้ว สัดส่วนของจำนวนรอยนี้แตกต่างไปจากสัดส่วนที่ได้จากการอาบจากต้นกำเนิดนิวตรอนมาก ร้อยละของความแตกต่างก็ไม่แน่นอน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้คือ ประการแรกเป็นเพราะว่าตอนอาบนิวตรอนแก่ตัวอย่างในนิวตรอนระบบท่อลมในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูนั้น ตัวอย่างที่ใส่ลงไปในท่อจะเคลื่อนที่ไปตามท่อด้วยแรงลม ทำให้แผ่นแก้วที่ประกบตัวอย่างอยู่ได้รับการกระทบกระเทือน ตัวอย่างซึ่งเป็นผงอาจจะเคลื่อนหรือกระจาย จึงไม่แนบสนิทกับแผ่นแก้วโดยสม่ำเสมอ ทำให้รอยที่เกิดขึ้นมีจำนวนไม่แน่นอน ประการที่สองตัวอย่างที่อาบนิวตรอนมียูเรเนียมปนอยู่ เมื่ออาบนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูซึ่งมีฟลักซ์ของนิวตรอนช้าและนิวตรอนเร็วอยู่สูง ถึงแม้จะมียูเรเนียมเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดรอยขึ้นไปปะปนกับรอยของธอเรียมได้ ดังนั้นตัวอย่างที่เป็นผงจึงไม่เหมาะที่จะอาบนิวตรอนที่นิวตรอนระบบท่อลมในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูและสำหรับตัวอย่างที่มียูเรเนียมปนอยู่ถึงแม้จะมีเพียงเล็กน้อย ถ้าวิเคราะห์โดยอาบนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแล้วเทียบหาปริมาณธอเรียมเลย ก็อาจจะทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

4.7 เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนแบบอะเมอริเซียม–เบอริลเลียมครั้งนี้ สำหรับตัวอย่างหนึ่งใช้เวลาประมาณ 6 วัน คือเวลาในการอาบนิวตรอน 5 วัน เวลาในการทำปฏิกริยาเคมี $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง และเวลาในการส่องผิวอีก 1–2 ชั่วโมง ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์โดยวิธีวัดกัมมันตภาพรังสีแล้ว วิธีนี้จะช้ากว่ามาก อย่างไรก็ตามเราสามารถทำให้เวลาในการวิเคราะห์เร็วขึ้นโดย ประการแรกใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนที่แผ่นิวตรอนออกมาแรงกว่าต้นกำเนิดนิวตรอนที่ใช้ในการทดลองนี้ เช่นถ้าได้ต้นกำเนิดนิวตรอนที่มีความแรง 10^8 นิวตรอนต่อวินาที เวลาที่ใช้ในการอาบนิวตรอนก็จะลดลงเหลือเพียง 1 ชั่วโมง 12 นาที และถ้าได้ต้นกำเนิดนิวตรอนที่มีความแรงถึง 10^{12} นิวตรอนต่อวินาที เวลาในการอาบนิวตรอนก็จะลดลงเหลือเพียง 0.4 วินาทีเท่านั้น รอยที่เกิดขึ้นก็จะมีจำนวนเท่ากับที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ และถ้าเพิ่มเวลาในการอาบให้รอยมีจำนวนมาก ๆ ก็จะทำให้เวลาในการส่องผิวเพื่อนับรอยลดลง เพราะไม่จำเป็นต้องนับหลาย ๆ หน้ากล้อง ประการที่สองเพิ่มความเข้มข้นของกรดไฮโดรฟลูออริกเพื่อลดเวลาในการทำปฏิกริยาเคมีระหว่างแผ่นแก้วกับกรดไฮโดรฟลูออริกให้สั้นลง และถ้าจะทำการวิเคราะห์คราวละหลายตัวอย่างพร้อม ๆ กัน ก็จะทำให้การวิเคราะห์ในตัวอย่างหนึ่ง ๆ รวดเร็วมากขึ้น

4.8 จากตาราง 3–6 สารมาตรฐาน S ซึ่งมียูเรียมออกไซด์อยู่ 100% อาบนิวตรอนจากต้นกำเนิดนิวตรอนที่มีความแรง 10^6 นิวตรอนต่อวินาทีเป็นเวลา 5 วัน ก่อให้เกิดรอยบนแผ่นแก้วมีจำนวน 33.67 รอยต่อหน้ากล้อง คิดเทียบแล้ว ยูเรียมออกไซด์ 1 % ก่อให้เกิดรอยขึ้นมีจำนวน 7.79×10^{-7} รอยต่อวินาที เพราะฉะนั้นสำหรับตัวอย่างที่มียูเรียมออกไซด์ 1% ถ้าจะให้ได้จำนวนรอยสัก 1 รอยก็จะต้องใช้เวลาในการอาบนิวตรอนถึง 14.75 วัน