หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

วิธีการแทรค-เอทช์ (track-etch method) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานหลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านโบราณคดีวิทยา นิวเคลียร์ฟิสิกส์ ธรณีฟิสิกส์ ดาราศาสตร์ฟิสิกส์ ตลอดจนการวิจัยอวกาศ และได้มีการนำเอาประโยชน์จากปรากฏการณ์ที่รอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ ถูกบันทึกในวัสดุบันทึกรอย มาประยุกต์ใช้กับงานเป็นจำนวนมาก เช่น ในการหาอายุทางธรณีฟิสิกส์ วัดฟลักซ์ของนิวตรอน วัดกระแสนิวตรอน (neutron fluence) วัดโดสของนิวตรอน (neutron dosimetry) และการวิเคราะห์ด้วยวิธีนิวตรอนแอคติเวชัน (neutron activation analysis) นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้กับการศึกษาทางกายภาพในขบวนการแตกตัว เช่นภาคตัดขวางของการแตกตัว (fission cross section) หาจุดขีดเริ่มของการแตกตัว (fission threshold) การกระจายเชิงมุม (angular distribution) ของฟิชชันแฟรกเมนต์ และการหาค่าคงที่ในการสลายตัวของการแตกตัวได้เอง (spontaneous fission decay constant)

การประยุกต์ วิธีแทรค-เอทช์ อีกอย่างหนึ่ง คือการหาปริมาณยูเรเนียม-235 จากรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์บนวัสดุบันทึกรอย ในการวิจัยนี้ได้หาปริมาณยูเรเนียม-235 ที่มีอยู่ในสารประกอบยูเรเนียมมาตรฐาน และสารประกอบยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นยูเรเนียม-235 ต่ำกว่าธรรมชาติ วิธีนี้ยังสามารถใช้ในการหาปริมาณยูเรเนียมในแร่ยูเรเนียมได้อีกด้วย

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยูเรเนียมเป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ใช้กันอยู่แพร่หลายที่สุดในปัจจุบัน แต่เฉพาะ ยูเรเนียม-235 เท่านั้น ที่เป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์โดยตรงสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไป ในยูเรเนียมธรรมชาติประกอบด้วยยูเรเนียม-235 เพียงร้อยละ 0.72 ของยูเรเนียมทั้งหมดเท่านั้น ที่เหลือเป็นยูเรเนียม-238 เสียร้อยละ 99.27 และยูเรเนียม-234 ร้อยละ 0.005 ในการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และการผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียร์

ตลอดจนการจัดการเชื้อเพลิง (fuel management) จำเป็นจะต้องทราบความเข้มข้นของยูเรเนียม-235 เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบที่ใช้น้ำมวลหนัก (heavy water reactor) สามารถใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นของยูเรเนียม-235 ตามธรรมชาติ คือร้อยละ 0.72 ได้ แต่เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบที่ใช้น้ำธรรมดา (light water reactor) ต้องใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นของยูเรเนียม-235 สูงกว่า คือ ประมาณร้อยละ 3 เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัย อาจใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นสูงกว่านี้ไปอีก เช่นเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัยที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติใช้เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่เป็นยูเรเนียมซึ่งมียูเรเนียม-235 สูงถึงร้อยละ 20 กระบวนการเพิ่มความเข้มข้นของยูเรเนียม-235 ให้สูงขึ้นกว่าความเข้มข้นธรรมชาตินั้นเรียกว่า "กระบวนการเอนริชเมนต์ (enrichment process)"

ไอโซโทปยูเรเนียม-235 ไม่สามารถใช้วิธีทางเคมีวิเคราะห์ได้ เนื่องจากยูเรเนียมต่างไอโซโทปกันมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน วิธีวิเคราะห์ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ แมส สเปคโตรมิตรี (mass spectrometry) แอลฟา สเปคโตรมิตรี (alpha speetrometry) และแกมมา สเปคโตรมิตรี (gamma spectrometry) วิธีการบันทึกรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์บนแผ่นบันทึกรอยก็เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้อย่างได้ผล และไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง การวิจัยนี้จึงได้มุ่งที่จะศึกษาวิธีนี้ ประกอบกับภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์ไอโซโทปยูเรเนียม-235 โดยวิธี แอลฟา สเปคโตรมิตรี ไปแล้ว และกำลังศึกษาการวิเคราะห์ โดยวิธีแกมมา สเปคโตรมิตรีอยู่ การศึกษาวิธีวิเคราะห์โดยการบันทึกรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ จึงเป็นการเสริมวิธีที่ทำไปแล้ว และวิธีที่กำลังศึกษาอยู่ อีกทั้งยังเป็นการเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ทั้งสามซึ่งสามารถกระทำได้ที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีในขณะนี้ การวิจัยนี้ มีจุดประสงค์ที่จะใช้ต้นกำเนิดรังสีนิวตรอนความเข้มต่ำ ซึ่งมีอยู่ที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ถึงแม้ว่าจะต้องใช้เวลาในการอาบรังสีตัวอย่างนานกว่าการอาบรังสีจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มาก แต่เทคนิคและขั้นตอนในการวิเคราะห์จะเหมือนกันทุกประการ

1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสม ในการกัดขยายรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น และ ที่อุณหภูมิ ต่างๆ กัน

1.3.2 เพื่อหาปริมาณของไอโซโทปยูเรเนียม-235 จากรอย

พิชชันแฟรกเมนต์บนแผ่นไมลาร์ โดยการอาบรังสีเทอร์มัลนิวตรอนความเข้มต่ำ

1.3.3 เพื่อศึกษาการหาปริมาณยูเรเนียมธรรมชาติ ในแร่ยูเรเนียมตัวอย่าง ด้วยวิธีแทรค-เอทช์

1.4 <u>ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย</u>

1.4.1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ

1.4.2 หาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับ ในการกัดขยายรอยของพิชชันแฟรกเมนต์ บนแผ่นไมลาร์

1.4.3 ศึกษาความแปรปรวนของความหนาแน่นของรอยของพิชชันแฟรกเมนต์

1.4.4 ศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณยูเรเนียม-235 กับความหนาแน่นของรอยของพิชชันแฟรกเมนต์

1.4.5 ทดสอบหาปริมาณของยูเรเนียม-235 จากตัวอย่างของสารประกอบยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นยูเรเนียม-235 ต่ำกว่าธรรมชาติ

1.4.6 ทดสอบหาปริมาณยูเรเนียมธรรมชาติ จากตัวอย่างสารประกอบยูเรเนียม โดยใช้ผลจากข้อ 1.4.4

1.4.7 สรุปและประเมินผลการวิจัย

1.5 <u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้</u>

1.5.1 ได้ข้อมูลอ้างอิง จากผลของเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกัดขยายรอยพิชชันแฟรกเมนต์ ที่เกิดจากยูเรเนียมบนแผ่นไมลาร์ และสามารถนำผลที่ได้ไปใช้ในการทดลองอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.5.2 ได้วิธีหาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 จากรอยพิชชันแฟรกเมนต์บนแผ่นไมลาร์ หลังจากที่ผ่านการอาบรังสีเทอร์มัลนิวตรอน

1.5.3 สามารถนำไปประยุกต์ ในการวิเคราะห์ หาปริมาณของยูเรเนียมธรรมชาติในสารประกอบยูเรเนียมได้ ทั้งนี้เนื่องจาก จำนวนรอยของพิชชันแฟรกเมนต์เป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของยูเรเนียม-235 และ ในยูเรเนียมธรรมชาติ มียูเรเนียม-235เป็นส่วนประกอบ 0.72% ทำให้ทราบสัดส่วนความเข้มข้นของยูเรเนียมทั้งหมดด้วย

1.5.4 วิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้หาปริมาณไอโซโทปที่แตกตัวได้ปริมาณต่ำมาก ๆ ถึงระดับส่วนในพันล้านส่วน (part per billion) ในกรณีที่อาบรังสีนิวตรอนที่มีความเข้มสูง เช่น จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เป็นต้น