



สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 การคำนวณ ในการวิจัยนี้ได้อาศัยสมการ ในการคำนวณโดยให้

$$\frac{(\phi_2/\phi_1)e^{-\lambda t_d}}{(1 + \phi_3/\phi_1)e^{-2\lambda t_d}} = \frac{1}{2}$$

ซึ่งจะถูกต้องที่สุด เมื่อ λt_d หรือ $\frac{0.693 t_d}{t_{1/2}}$ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ จากการวิจัยความผิดพลาด จะมีโอกาสเกิดได้มากที่สุด ในการวิเคราะห์ปริมาณของ Dy ทั้งนี้เนื่องจากค่า λt_d จะมีค่ามากที่สุด เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ปริมาณธาตุแร่เอิร์ทตัวอื่น ๆ

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าที่คำนวณได้เมื่อแก้ค่าของการสลายตัว และการกระจายของฟลักซ์ในการวัดความแรงรังสีของ Dy - 165 ($T_{1/2} = 2.33$ ชั่วโมง) สำหรับการทดลองใช้ค่า 0.5

t (นาที)	$e^{-\lambda t}$	$\frac{e^{-\lambda t_d}}{1 + e^{-2\lambda t_d}}$ $\phi_n/\phi_1 = 1$	ϕ_n/ϕ_1 n = 1, 2, ..., 9	$\frac{(\phi_{n+1}/\phi_1)e^{-\lambda t_d}}{(\phi_n/\phi_1) + (\phi_{n+2}/\phi_1)e^{-2\lambda t_d}}$
0	1.000		1.000 ± 0.011	
10	0.952	0.499	1.012 ± 0.011	0.505
20	0.906		1.001 ± 0.011	
30	0.862	0.499	0.986 ± 0.011	0.493
40	0.820		0.996 ± 0.011	
50	0.780	0.499	0.985 ± 0.011	0.499
60	0.743		0.974 ± 0.011	
70	0.707	0.499	0.952 ± 0.011	0.494
80	0.673		0.950 ± 0.011	



จากตารางที่ 6.1 นั้น t_d จะมีค่าเท่ากับ 10 นาที และค่าของการคำนวณที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0.493-0.505 เมื่อเทียบกับการทดลองที่ใช้คือ 0.5 นั้น ปรากฏว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 0.2-1.4

การคำนวณในการทดลองนี้ยังมีความผิดพลาดอยู่ แต่ก็มีข้อดีคือไม่ต้องเสียเวลาคำนวณเวลาสลายตัวที่แตกต่างกัน และในขณะเดียวกันก็สามารถช่วยลดความผิดพลาดอันเนื่องจากการกระจายของฟลักซ์ (flux distribution) ในตำแหน่งที่ทำนิวตรอนแอกทิเวชัน

6.1.2 หัววัดรังสีแกมมา จากรูปที่ 4.4 ซึ่งเปรียบเทียบให้เห็นประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency) ของหัววัดรังสีแกมมาชนิดกึ่งตัวนำแบบ GAMMA-X DETECTOR, HPGe COAXIAL DETECTOR และ PLANAR DETECTOR ในการทดลองนี้เลือกใช้แบบ PLANAR DETECTOR (วัดรังสีแกมมาในช่วงพลังงาน 80-350 KeV) แม้ว่า ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของหัววัดแบบนี้ในการวัดรังสีแกมมาพลังงานสูงจะค้อยกว่าอีก 2 แบบก็ตาม เนื่องจากมีข้อดีคือไม่หาของการรบกวนจากการกระเจิงคอมป์ตันมีน้อย และไอโซโทปรังสีที่เกิดจากการทำนิวตรอนแอกทิเวชันธาตุเรย์เธียมเกือบทั้งหมดสลายตัวให้รังสีแกมมาซึ่งมีพลังงานอยู่ในช่วง 80-350 KeV ดังนั้นการวิเคราะห์ธาตุเรย์เธียมสามารถทำได้โดยใช้หัววัดรังสีแกมมาแบบนี้เพียงแบบเดียว โดยไม่ต้องเปลี่ยนไปใช้แบบอื่นให้ยุ่งยาก แต่มีข้อเสียของการใช้หัววัดรังสีแบบนี้คือ ความไว (sensitivity) ของการวิเคราะห์ธาตุบางตัวจะต่ำ ดังเช่น La

6.1.3 สารมาตรฐาน ในการเตรียมตอนเริ่มต้นนั้นมีส่วนประกอบของ La, Ce และ Nd เป็น 565 ppm, 1131.0 ppm และ 395.5 ppm ตามลำดับนั้น เมื่อใช้เป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิ (primary standard) ไปวิเคราะห์ปริมาณเรย์เธียมในหินมาตรฐานทั้ง 4 ตัว ซึ่งเป็นสารมาตรฐานอ้างอิง (reference standard) จะต้องมีค่าแก้ความผิดพลาดของ La, Ce, และ Nd เป็น 0.88, 0.95 และ 0.84 ตามลำดับ ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จึงจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่รายงานจากเอกสาร ดังตารางที่ 5.7

6.1.4 วิธีการ ในการวิเคราะห์ธาตุเรย์เธียมเพื่อให้ได้ผลที่ดีมีความผิดพลาดน้อยนั้นมีสิ่งที่จะต้องพิจารณา และวิธีการในการแก้ไขปัญหาดังนี้

6.1.4.1 การเกิดฟิสชันของ U-235 จะให้ La-140, Ce-141 และ Nd-147 โดยมี fission yield เป็นร้อยละ 6.25 , 5.73 และ 2.16⁽¹²⁾ ตามลำดับ ในการวิเคราะห์ปริมาณของ La, Ce และ Nd จะใช้ไอโซโทปรังสีดังกล่าวในการวิเคราะห์ แต่เนื่องจาก U-235 มีอยู่ร้อยละ 0.72 ของยูเรเนียมธรรมชาติ ความผิดพลาดจากสาเหตุนี้จะเกิดขึ้นจนต้องนำมาพิจารณา เมื่อตัวอย่างนั้นมีปริมาณของยูเรเนียมสูง ในการทดลองนี้ตัดปัญหาที่ถึง โดยได้สังเกตเหตุการณ์เกิดของ U-239 จากความแรงรังสีแกมมาพลังงาน 74.4 KeV ในตัวอย่าง เทียบกับหินมาตรฐานทั้ง 4 ตัว ซึ่งปรากฏว่าแตกต่างกันไม่มาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณของ ยูเรเนียมในตัวอย่างมีไม่มากพอจนสามารถที่จะก่อให้เกิดความผิดพลาดอย่างมากด้วยสาเหตุนี้

6.1.4.2 การรบกวน การวัดความแรงรังสีแกมมาเพื่อคำนวณหาปริมาณนั้น บางครั้งผลการวิเคราะห์จะได้สูงกว่าที่เป็นจริง ทั้ง ๆ ที่การวัดความแรงรังสีนั้นถูกต้อง สาเหตุนี้ เกิดจากไอโซโทปรังสีต่างชนิดมากกว่า 2 ขึ้นไป ให้รังสีแกมมาพลังงานเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน จนดูเหมือนเป็นพิศเดียวกัน ถ้าสามารถใช้รังสีแกมมาพลังงานอื่นที่ไม่มีปัญหานี้ก็น่าจะเลือกใช้ ใน กรณีที่ไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงได้ ก็อาจจะพิจารณาแก้ไขด้วยวิธีดังต่อไปนี้

วิธีที่ 1 ทิ้งให้สลายตัว มี 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1 ทิ้งให้สลายตัวด้วยเวลาสั้น ใช้เมื่อตัวถูกรบกวนมีความแรงรังสีสูงกว่า และมีค่าครึ่งชีวิตสั้นกว่าตัวที่มารบกวนมาก ๆ เช่น การวิเคราะห์ Sm จากการวัดความแรงรังสี พลังงาน 103.2 KeV ของ Sm-153 มีค่าครึ่งชีวิต 46.7 ชั่วโมงจะถูกรบกวนจากรังสีแกมมา พลังงาน 103.2 KeV, 103.4 KeV และ 103.7 KeV ซึ่งมาจาก Gd-153, Pa-233 และ Np-239 ที่มีค่าครึ่งชีวิต 241.6 วัน, 27.0 วัน และ 2.35 วัน ตามลำดับ ถ้าทำการวัด ความแรงรังสีของ Sm-153 ภายหลังจากทิ้งให้สลายตัวนาน 5-10 วัน ค่าของการรบกวนนี้ สามารถตัดทิ้งได้ เพราะในช่วงเวลานี้ความแรงรังสีของ Sm-153 จะสูงกว่าตัวที่มารบกวนมาก ๆ ถ้าหากทิ้งให้มีการสลายตัวนานกว่านี้ ค่าของการรบกวนจะต้องนำมาพิจารณา

6.1.4.1 การเกิดฟิสชันของ U-235 จะให้ La-140, Ce-141 และ Nd-147 โดยมี fission yield เป็นร้อยละ 6.25 , 5.73 และ 2.16⁽¹²⁾ ตามลำดับ ในการวิเคราะห์ปริมาณของ La, Ce และ Nd จะใช้ไอโซโทปรังสีดังกล่าวในการวิเคราะห์ แต่เนื่องจาก U-235 มีอยู่ร้อยละ 0.72 ของยูเรเนียมธรรมชาติ ความผิดพลาดจากสาเหตุนี้จะเกิดขึ้นจนต้องนำมาพิจารณา เมื่อตัวอย่างนั้นมีปริมาณของยูเรเนียมสูง ในการทดลองนี้ตัดปัญหาที่ทิ้ง โดยได้สังเกตเหตุการณ์เกิดของ U-239 จากความแรงรังสีแกมมาพลังงาน 74.4 KeV ในตัวอย่าง เทียบกับหินมาตรฐานทั้ง 4 ตัว ซึ่งปรากฏว่าแตกต่างกันไม่มาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณของ ยูเรเนียมในตัวอย่างมีไม่มากพอจนสามารถที่จะก่อให้เกิดความผิดพลาดอย่างมากด้วยสาเหตุนี้

6.1.4.2 การรบกวน การวัดความแรงรังสีแกมมาเพื่อคำนวณหาปริมาณนั้น บางครั้งผลการวิเคราะห์จะได้สูงกว่าที่เป็นจริง ทั้ง ๆ ที่การวัดความแรงรังสีนั้นถูกต้อง สาเหตุนี้ เกิดจากไอโซโทปรังสีต่างชนิดมากกว่า 2 ขึ้นไป ให้รังสีแกมมาพลังงานเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน จนดูเหมือนเป็นพิคเดียวกัน ถ้าสามารถใช้รังสีแกมมาพลังงานอื่นที่ไม่มีปัญหานี้ก็น่าจะเลือกใช้ ใน กรณีที่ไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงได้ ก็อาจจะพิจารณาแก้ไขด้วยวิธีดังต่อไปนี้

วิธีที่ 1 ทิ้งให้สลายตัว มี 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1 ทิ้งให้สลายตัวด้วยเวลาสั้น ใช้เมื่อตัวถูกรบกวนมีความแรงรังสีสูงกว่า และมีค่าครึ่งชีวิตสั้นกว่าตัวที่มารบกวนมาก ๆ เช่น การวิเคราะห์ Sm จากการวัดความแรงรังสี พลังงาน 103.2 KeV ของ Sm-153 มีค่าครึ่งชีวิต 46.7 ชั่วโมงจะถูกรบกวนจากรังสีแกมมา พลังงาน 103.2 KeV, 103.4 KeV และ 103.7 KeV ซึ่งมาจาก Gd-153, Pa-233 และ Np-239 ที่มีค่าครึ่งชีวิต 241.6 วัน, 27.0 วัน และ 2.35 วัน ตามลำดับ ถ้าทำการวัด ความแรงรังสีของ Sm-153 ภายหลังจากทิ้งให้สลายตัวนาน 5-10 วัน ค่าของการรบกวนนี้ สามารถตัดทิ้งได้ เพราะในช่วงเวลานี้ความแรงรังสีของ Sm-153 จะสูงกว่าตัวที่มารบกวนมาก ๆ ถ้าหากทิ้งให้มีการสลายตัวนานกว่านี้ ค่าของการรบกวนจะต้องนำมาพิจารณา

กรณีที่ 2 ทิ้งให้สลายตัวด้วยเวลานาน ใช้เมื่อตัวถูกรบกวรมมีค่าครึ่งชีวิตยาวกว่าตัวที่
 มากวนมาก ๆ ในการทดลองนี้ใช้กับการวิเคราะห์ Lu จากการวัดความแรงรังสีแกมมาพลังงาน
 208.3 KeV จาก Lu-177 ที่มีค่าครึ่งชีวิต 6.71 วัน ซึ่งจะถูกรบกวรมจากพลังงาน 209.8 KeV ของ
 Np-239 มีค่าครึ่งชีวิต 2.35 วัน โดยทิ้งให้สลายตัวนานกว่า 10 วัน แต่ไม่ควรเกิน 30 วัน
 เพราะการทิ้งให้สลายตัวด้วยเวลาดังกล่าว ความแรงรังสีของ Np-239 จะลดลงเหลือ 0.05-
 0.0001 ของความแรงรังสีเริ่มต้น (คิดจาก $A_t = A_0 e^{-\lambda t}$) ในขณะที่ Lu-177 นั้นความแรงรังสี
 จะลดลงเหลือ 0.35-0.045 ของความแรงรังสีเริ่มต้น โดยที่ความแรงรังสีเริ่มต้นของ Np-239
 ต้องไม่สูงนัก หลังจากทิ้งให้สลายตัวในช่วงเวลาดังกล่าว ค่าของการรบกวรมถือว่าน้อยมากจน
 สามารถตัดทิ้งได้

วิธีที่ 2 การหาอัตราส่วนของพิค ใช้ในการวิเคราะห์ที่ตัวกวรมและตัวถูกกวรมมีค่าครึ่ง
 ชีวิตยาวกว่า 30 วัน และจะใช้เมื่อตัวที่มากวนมาจากไอโซโทปรังสีเพียง 1 ตัวเท่านั้น ในการ
 ทดลองนี้ใช้กับการวิเคราะห์ Tb และ Tm

วิธีที่ 3 ทิ้งให้สลายตัวและใช้อัตราส่วนของพิค ใช้ในการวิเคราะห์ Gd ซึ่งจากข้อ
 6.1.4.2 วิธีที่ 1 กรณีที่ 1 Sm-153 จะกลายมาเป็นตัวกวรมและยังมีการกวรมจาก Np-239
 และ Pa-233 อีกด้วย เมื่อทิ้งให้สลายตัวมากกว่า 30 วัน ความแรงรังสีของ Sm-153,
 Np-239 และ Pa-233 ลดลงเหลือ 23×10^{-5} , 1.0×10^{-4} และ 0.46 ตามลำดับ
 นั่นคือการรบกวรมจะเกิดจาก Pa-233 เท่านั้นส่วนตัวอื่นตัดทิ้งได้

6.1.5 การวิเคราะห์

แลนทานัม (La) , ซีเรียม (Ce) และนีโอดิเมียม จากการตัดปัญหาในเรื่องของ
 การเกิดพิลชันของ U-235 ทิ้ง เนื่องจากปริมาณของยูเรเนียมในตัวอย่างมีปริมาณน้อย ความผิด
 พลาดเนื่องจากสาเหตุนี้มีเพียงเล็กน้อย ทำให้การวิเคราะห์ธาตุทั้ง 3 ตัวนี้ทำได้สะดวก ปริมาณ
 ของ La, Ce และ Nd ที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 32.41-65.24 ppm, 66.46-91.05 ppm
 และ 31.47-49.55 ppm มีขีดจำกัดในการวัดอยู่ในช่วง 3.06-6.05 ppm , 1.48-1.76 ppm
 และ 2.75-3.28 ppm ตามลำดับ

สำหรับ Ce อาจจะมีปัญหาในการวิเคราะห์ ถ้าในตัวอย่างมีเหล็ก (Fe) มากเพราะว่า อาจจะถูกรบกวนจาก Fe-59 ซึ่งสลายตัวให้รังสีแกมมาพลังงาน 142.5 KeV

ซาแมเรียม (Sm) สามารถวิเคราะห์ได้จากการวัดความแรงรังสีของ Sm-153 และ Sm-155 สำหรับการวิเคราะห์ Sm-153 ได้กล่าวไว้แล้วในข้อ 6.1.4.2 วิธีที่ 1 กรณีที่ 1 สำหรับ Sm-155 มีค่าครึ่งชีวิต 22.2 นาที นั้นปัญหาจากการรบกวนไม่มี แต่ไม่สามารถใช้ในการทดลองนี้ได้ เพราะเวลาที่ใช้ในการสลายตัวที่สั้นที่สุดคือ 30 นาที และใช้เวลาในการวิเคราะห์อีก 1.5 ชั่วโมง ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ Sm-155 ในการวิเคราะห์ ปริมาณของ Sm ที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.32-10.21 ppm มีขีดจำกัดของการวัดอยู่ประมาณ 0.1 ppm แต่ขีดจำกัดของการวัดนี้ อาจจะไม่ถูกต้อง เพราะมีการรบกวนจากไอโซโทปรังสีอื่นอยู่มาก

ยูโรเพียม (Eu) สามารถวิเคราะห์ได้จาก Eu-152M หรือ Eu-152 โดยไม่มีปัญหา (ทั้งสองต่างก็สลายตัวให้รังสีแกมมาพลังงาน 121.8 KeV) ในการทดลองนี้ใช้ Eu-152 M ซึ่งถ้าผลที่ได้นั้นไม่สามารถให้ความมั่นใจได้ ก็สามารถรอใช้ผลจากการวิเคราะห์ Eu-152 เพื่อยืนยันได้ปริมาณที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0.55-1.49 ppm มีขีดจำกัดการวัดอยู่ระหว่าง 0.30-0.37 ppm

แกโดลิเนียม (Gd) ยังไม่สามารถวิเคราะห์ได้ในการวิจัยนี้ เพราะจำนวนนับสุทธิทั้งหมดของตัวอย่างและของสารมาตรฐานที่ได้มีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดของการวัดเมื่อใช้เวลาอบรังสี และเวลาวัดรังสีตามเงื่อนไขในการทดลองนี้

เทอร์เบียม (Tb) ดังกล่าวได้ในข้อ 6.1.4.2 วิธีที่ 2 แล้ว โดยจะถูกรบกวนจาก 300.1 KeV ของ Pa-233 ปริมาณที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0.81-1.43 ppm และขีดจำกัดของการวัดอยู่ระหว่าง 0.17-0.26 ppm

ดิสโพรเซียม (Dy) สามารถวิเคราะห์ได้สะดวก ปริมาณที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 3.02-10.93 ppm และขีดจำกัดของการวัดอยู่ระหว่าง 0.32-0.38 ppm

ทูลีเทียม (Tm) วิเคราะห์จาก Tm-170 โดยวัดความแรงรังสีแกมมาพลังงาน 84.3 KeV ซึ่งจะถูกรบกวนจากพลังงาน 84.7 KeV ของ Ta-182 และแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วนของพีค ปรากฏว่าผลที่ได้มีค่าเพียง เบนมาตรฐานสูง และผลที่ได้ก็ยังไม่ใกล้เคียงกับค่าที่รายงาน จากการวิเคราะห์หินมาตรฐานทั้ง 4 ตัว จึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์ Tm ในหินตัวอย่าง

อิตเทอร์เบียม (Yb) สามารถวิเคราะห์ได้จาก Yb-169 และ Yb-175 สำหรับ Yb-175 นั้น จะวัดความแรงรังสีจากพลังงาน 282.6 KeV ซึ่งไม่มีปัญหาของการรบกวน แต่จะต้องทำการวิเคราะห์หลังจากทิ้งให้สลายตัวนาน 10-15 วัน เนื่องจาก Yb-175 มีค่าครึ่งชีวิต 4.19 วัน ในการทดลองนี้ใช้ Yb-169 พลังงานรังสีแกมมาที่ใช้คือ 177.0 KeV แม้ว่า Yb-169 จะมีการสลายตัวให้รังสีแกมมาพลังงาน 197.8 KeV มากกว่าก็ตาม เนื่องจากถูกรบกวนจาก 197.0 KeV ของ Tb-160 ปริมาณที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 1.57-6.75 ppm ชัดจำกัดของการวัดอยู่ระหว่าง 0.42-0.62 ppm

ลูทีเชียม (Lu) ดังที่กล่าวในข้อ 6.1.4.2 วิธีที่ 1 วิธีที่ 2 ไม่มีปัญหาในการวิเคราะห์ ปริมาณของ Lu ที่วิเคราะห์ได้อยู่ระหว่าง 0.26-1.01 ppm และชัดจำกัดของการวัดอยู่ระหว่าง 0.03-0.06 ppm

6.1.6 ชัดจำกัดของการวัด โดยทั่วไปแล้วในหินจะมี Si, Al ประกอบอยู่เป็นธาตุหลัก (major elements) K, Na, Ca, Mg, Mn และ Fe เป็นธาตุรอง (minor elements) เมื่อนำตัวอย่างหินไปทำนิวตรอนแอคติเวชันจะเกิดไอโซโทปรังสีของธาตุเหล่านี้ขึ้น บางตัวมีค่าครึ่งชีวิตสั้นบางตัวเกิดยาก สำหรับ Na และ Mn จะเกิดเป็น Na-24 และ Mn-56 ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิต 15.02 ชั่วโมงและ 2.58 ชั่วโมง ตามลำดับ การกระเจิงคอมป์ตันของไอโซโทปรังสีทั้งสอง จะมีผลต่อ background ในการวิเคราะห์ La, Sm และ Eu, Dy ตามลำดับ เนื่องจากในการวิจัยนี้ชัดจำกัดของการวิเคราะห์หาได้จากสมการ 4.9 ดังนั้นชัดจำกัดของการวัดจึงขึ้นอยู่กับ σ_B ซึ่งจะเปลี่ยนไปตามปริมาณของธาตุที่ประกอบอยู่ในตัวอย่าง สำหรับชัดจำกัดของการวัดในการวิเคราะห์ตัวอื่นก็เช่นกัน

6.1.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุแร่เฮิร์ทที่ได้จากการทดลองนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าในตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่ามีค่าที่สอดคล้องกัน ดังนั้นวิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ สามารถนำไปใช้ในการหาปริมาณธาตุแร่เฮิร์ทในหินแกรนิตโดยเทคนิคิวตรอนแอกทิเวชันแบบไม่ทำลายตัวอย่างได้

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 แม้ว่าการคำนวณด้วยสมการ 4.5 จะช่วยในการลดเวลาที่จะต้องใช้ในการคำนวณแก้ค่าเวลาของการสลาย และปัญหาในเรื่องการกระจายของฟลักซ์ได้ก็ตาม แต่ก็ยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้าง ถ้าต้องการถูกต้องเมื่อมีเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ ควรจะมีการแก้ค่าเวลาของการสลายตัวและใช้ flux monitor หรือค่าของฟลักซ์ที่ถูกต้อง เพื่อแก้ปัญหาการกระจายของฟลักซ์

6.2.2 สารมาตรฐาน เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการหาปริมาณด้วย relative method ของการวิเคราะห์โดยเทคนิคิวตรอนแอกทิเวชัน เพราะความถูกต้องและความรวดเร็วในการวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับสารมาตรฐานที่ใช้ ปัจจุบันใช้สารมาตรฐานอ้างอิง (หินมาตรฐานหรือสารมาตรฐานจากต่างประเทศ) หรือไม่ก็เตรียมจากสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูงซึ่งต้องเสียเวลาในการเตรียมมาก และมีราคาแพงไปใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองอย่างมาก ดังนั้นน่าจะมีการเลือกนำหินที่มีปริมาณมากพอสมควรมาหาปริมาณของธาตุที่ประกอบอยู่ในหินนั้น เพื่อทำเป็นสารมาตรฐานอ้างอิงหุติยภูมิซึ่งจะมีราคาถูกกว่า และยังมีข้อดีอีกประการหนึ่งคือ จะมีส่วนประกอบคล้ายกับตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องยิ่งขึ้น จากการทดลองนี้อาจเลือกตัวอย่างหมายเลข RS-1 และ RS-2 เป็นสารมาตรฐานอ้างอิงหุติยภูมิ ซึ่งมีส่วนประกอบของธาตุแร่เฮิร์ทดังตารางที่ 6.2

6.2.3 ในการเตรียมสารมาตรฐานปฐมภูมิในการทดลองนี้ใช้ทรายเป็นส่วนประกอบหลัก อย่างไรก็ตามถ้าใช้หินเขี้ยวหนุมาน (quartzite) แทนได้น่าจะได้ผลดีขึ้นในแง่ของความบริสุทธิ์เนื่องจากหินเขี้ยวหนุมานมี SiO_2 บริสุทธิ์มากกว่าทราย และการใช้ทรายหรือหินเขี้ยวหนุมานนี้ควรจะต้องบดให้มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของแร่เฮิร์ทออกไซด์ก่อนที่จะนำมาใช้เตรียมสารมาตรฐานปฐมภูมิ เพื่อให้การผสมเป็นเนื้อเดียวกันง่ายขึ้น

ตารางที่ 6.2 ตัวอย่างหมายเลข RS-1 และ RS-2 ที่เลือกมาเพื่อจะทดลองใช้เป็น
 สารมาตรฐานอ้างอิงหัตถิยภูมิในอนาคต (ปริมาณของธาตุแรร์เอิร์ทเป็น ppm)

ธาตุ	ตัวอย่างหมายเลข	
	RS - 1	RS - 2
La	32.41	33.04
Ce	66.46	69.80
Nd	31.47	34.09
Sm	6.32	6.36
Eu	0.61	0.55
Tb	0.81	0.84
Dy	3.22	3.02
Yb	1.98	1.89
Lu	0.28	0.27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.4 การวิเคราะห์ Gd และ Tm นั้นอาจจะสามารถวิเคราะห์ได้โดยการใช้ Cd คุ้มตัวอย่างในการวิเคราะห์ เพื่อใช้เอพิเทอร์มัลนิวตรอนเข้าทำปฏิกิริยาทางนิวเคลียร์แทน ทั้งนี้เนื่องจากทั้งสองตัวมีค่าอินทิกรัลครอสเซคชันสูงหรืออาจใช้วิธี neutron capture gamma ray ซึ่งน่าจะมีการศึกษาและทดลองวิเคราะห์ต่อไป

6.2.5 การใช้ตัวดูดกลืนรังสี แม้ว่าในการวิจัยนี้จะไม่ได้ใช้ตัวดูดกลืนรังสีในการแก้ปัญหา แต่จากการเปรียบเทียบสเปกตรัมของรังสีแกมมาที่ใช้ตัวดูดกลืน และไม่ใช้ (รูปที่ 5.2 ถึง 5.5) แสดงให้เห็นว่าอาจจะสามารถใช้ในการแก้ปัญหาของ dead time ที่เกิดขึ้นในการวัดตัวอย่างที่มีความแรงรังสีสูงของรังสีแกมมาพลังงานต่ำได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย