PS15: การวัดและประเมินค่าการกระเจิงของระดับรังสีแกมมาอ้างอิงในห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (SSDL) ด้วยระบบวัดแบบอิมเมจจิงเพลต

*อังศุมาลิน อินแตง[1] วันวิสา สุดประเสริฐ[2] และธงชัย สุดประเสริฐ[1]
[1]สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
โทรศัพท์ 0 2562 0096 โทรสาร 0 2562 0093
E-Mail: aungsumalin@oaep.go.th, thongchai@oaep.go.th
[2]ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทรศัพท์ 0 2562 5444 ต่อ 1202 โทรสาร 0 2579 5530 E-Mail: fsciwasu@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคนิคการวัดปริมาณรังสีแกมมาระดับต่ำด้วยระบบวัดแบบอิมเมจจิงเพลตเพื่อพิสูจน์ระดับรังสีและแผนภูมิการกระเจิงของรังสีแกมมาในขณะฉายรังสีจากเครื่องฉายรังสี OB85 สำหรับใช้อ้างอิงเพื่อการสอบเทียบมาตรฐานในห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (SSDL) โดยทำการวัดระดับการกระเจิงของรังสีแกมมา ที่ความสูงจากพื้นห้อง 1 เมตร ค่าการสอบเทียบของแผ่นอิมเมจจิงเพลต BAS-MS2040 มีค่าเป็น 0.094 $mR.mm^2.PSL^{-1}$ สำหรับ Cs-137 และการกระเจิงของระดับรังสีมีค่าไม่เกิน 10 % ที่ระยะ 2 เมตร โดยมีค่าความไม่แน่นอนแบบขยายคิดเป็น 7 % ที่ค่าความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ: การกระเจิงของระดับรังสี อิมเมจจิเพลต ห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (SSDL) ความไม่แน่นอน

Measuring and Assessment of Reference Gamma Scattering in Secondary Standard Dosimetry Laboratory with Imaging Plate

*Aungsumalin Intang [1], Wanwisa Sudprasert[2] and Thongchai Soodprasert[1]
[1]Bureae of Technical Support for Safety Regulation, Office of Atom for Peace
Phone: 0 2562 0096, Fax: 0 2562 0093
E-Mail: aungsumalin@oaep.go.th, thongchai@oaep.go.th
[2]The Department of Applied Radiation and Isotopes
Faculty of Science, Kasetsart University
Phone: 0 2562 5444, Fax: 0 2579 5530 , E-Mail: fsciwasu@ku.ac.th

Abstract

This research is a development of measurement technique to determine low level of radiation exposure rate with Imaging Plate measurement system. The exposure rate and gamma scattering near by the radiation field of OB85 gamma irradiator were examined and evaluated at the height of 1 meter. The calibration factor has been certified to be 0.094 $mR.mm^2.PSL^{-1}$ for BAS-MS2040 with Cs-137 and the scattering ratio was less than 10% at 2 meter. This scattering parts could be used as reference exposure rates for calibration within the expanded uncertainty of 7 %, at 95% confidence level.

Keywords: Gamma scattering, Imaging Plate, Secondary Standard Dosimtery Laboratory, uncertainty

1.บทนำ

ระบบการวัดรังสีแบบอิมเมจจิงเพลต ในที่นี้ ขอใช้ว่า “อิมเมจจิงเพลต” ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ครั้งแรกทางการแพทย์ ในงานด้านรังสีวินิจฉัย โดยใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ จากนั้นได้มีการประยุกต์ใช้ ในวงกว้างออกไป ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี[1] อาทิเช่น ใช้ในงานด้านการถ่ายภาพ และงานปรับเทียบมาตรฐานเป็นต้น เนื่องจากอิมเมจจิงเพลต สามารถเก็บพลังงานของรังสีที่ได้รับ และคายพลังงานโดยเรืองแสงออกมา เมื่อนำมาสแกนด้วยแสงเลเซอร์ ทำให้สามารถวัดปริมาณรังสีจากแหล่งกำเนิดนั้นได้

การกระเจิงของรังสีแกมมาที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งในห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐาน ทุติยภูมิ มีความสำคัญต่อการกำหนดค่ามาตรฐานด้านการวัดปริมาณรังสี เพื่อการอ้างอิงในระดับประเทศด้านการป้องกันอันตรายจากรังสี ซึ่งห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ มีกำหนดจะยื่นขอการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน มอก.17025 ผู้เสนองานวิจัย จึงเห็นว่า เป็นโอกาสอันดี ที่จะทำการศึกษาเพื่อพิสูจน์ทราบระดับการกระเจิงของรังสีแกมมา ในห้องปฏิบัติการดังกล่าว และใช้เป็นค่าอ้างอิงในการสอบเทียบและใช้เป็นมาตรฐานของชาติในด้านการวัดปริมาณรังสีเพื่อการป้องกันอันตรายจากรังสีได้ต่อไป

งานวิจัยนี้เป็นการนำอิมเมจจิงเพลต มาใช้วัดและประเมินค่าการกระเจิงของระดับรังสีแกมมาอ้างอิงในห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard Dosimetry Laboratory, SSDL) สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นค่าอ้างอิงในการสอบเทียบและใช้เป็นมาตรฐานของห้องปฏิบัติการฯ ต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์

2.1 ระบบวัดแบบอิมเมจจิงเพลต ประกอบไปด้วย แผ่นบันทึกภาพรุ่น BAS-MS2040 เครื่องสแกนอ่านภาพ BAS-2500 เครื่องลบภาพ ตลับบรรจุแผ่นบันทึกภาพ ไมโครคอมพิวเตอร์ และถุงนิ้ว

2.2 เครื่องฉายรังสี OB85 บรรจุวัสดุกัมมันตรังสี Cs-137 พร้อมระบบควบคุมเวลา

2.3 อุปกรณ์จัดวางตำแหน่งอิมเมจจิงเพลต

2.4 ห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (SSDL)

3. วิธีการ

วิธีการทดลอง แบ่งออกได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

3.1 กำหนดจุดวัดต่างๆ ภายในห้อง SSDL โดยกำหนดจุดในบริเวณที่มีการกระเจิงของรังสีแกมมา และบริเวณลำรังสี ดังรูปที่ 1

3.2 หา Repeatability ของอิมเมจจิงเพลต ด้วยการลบสัญญาณก่อนนำไปฉายรังสี 1 นาที ที่ระยะ 5 เมตร แล้วอ่านผลด้วยเครื่องสแกนอ่านภาพ BAS-2500 ที่มีการควบคุมความคงที่ โดยกำหนดพื้นที่ขนาด 200 mm^2 เรียงต่อกันตลอดความยาวของอิมเมจจิงเพลต 420 mm ได้จำนวน 20 ช่องวัด (ROI = การกำหนดบริเวณบนภาพที่ได้จากแหล่งกำเนิดภาพ และนับวัดค่าของภาพ โดยการรวมค่าทุกๆ จุดที่รวมตัวเป็นภาพในบริเวณที่กำหนด^2) เพื่อคำนวณหาค่า PSL/mm^2 ในแต่ละพื้นที่ และทำการวัดซ้ำ 5 ครั้ง

3.3 สอบเทียบระบบวัดแบบอิมเมจจิงเพลต โดยใช้อิมเมจจิงเพลตวัดค่าปริมาณรังสีต่างๆ กัน ซึ่งคำนวณปริมาณรังสีโดยอ้างอิงกับระดับรังสีมาตรฐานของ SSDL จากนั้น คำนวณค่า PSL/mm^2 ที่ได้ โดยวิธีเดียวกันกับข้อ 3.2 ตามวิธีของ Mouhssine, D.[3] ซึ่งจะได้ค่า Calibration Factor (C.F.) มีหน่วยเป็น $mR.mm^2. PSL^{-1}$ และทำการประเมินค่าความไม่แน่นอนของ C.F. ตามวิธีของ Pimpl, M.[4]

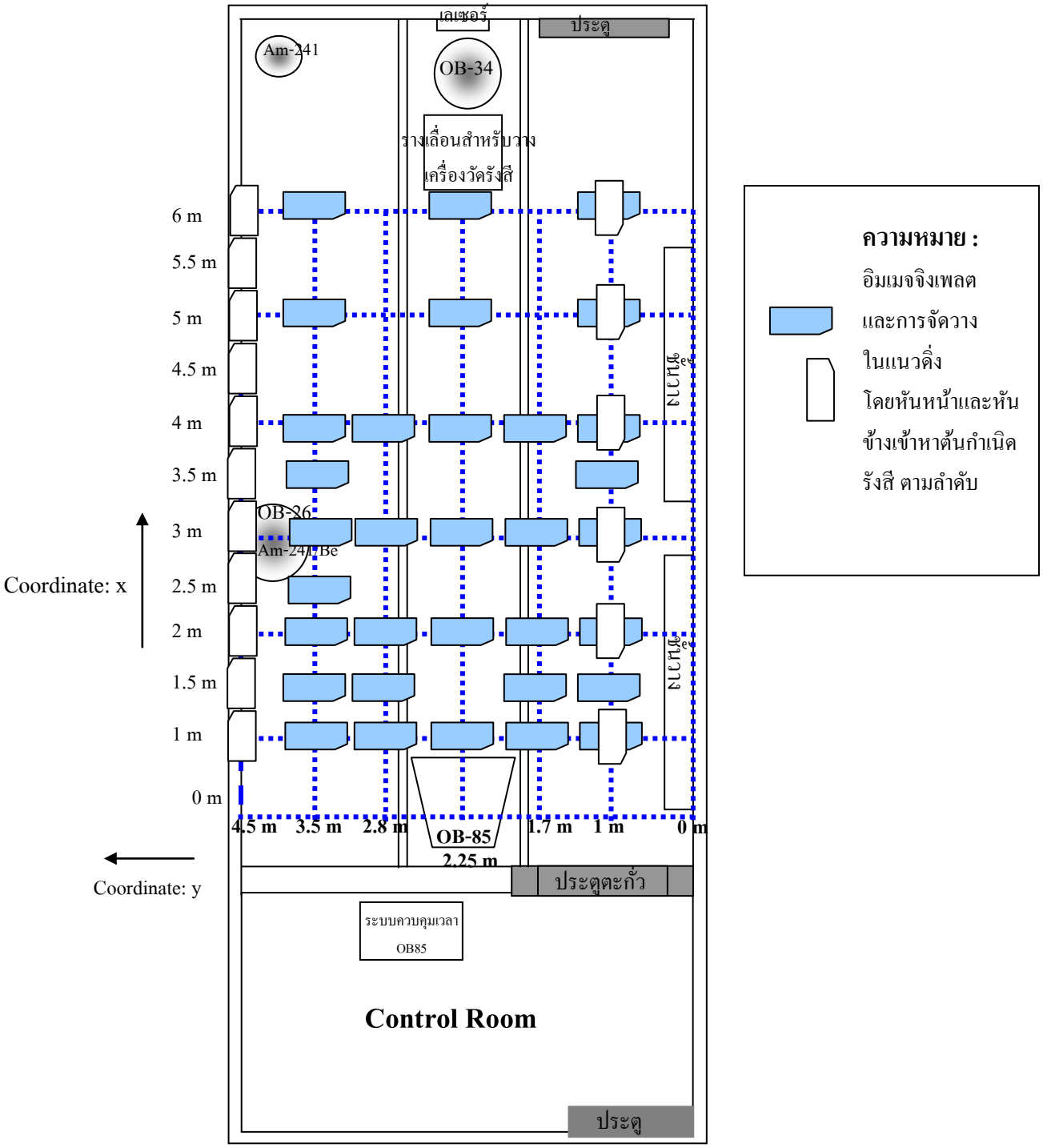
3.4 วัดการกระเจิงของระดับรังสีแกมมาอ้างอิง โดยฉายอิมเมจจิงเพลตเป็นเวลา 1 นาที ทุกตำแหน่งที่กำหนดในข้อ 3.1 ทำการอ่านผลและบันทึกค่า PSL/mm^2

3.5 คำนวณหาระดับการกระเจิงของรังสี (mR/h) จากผลการวัดหาค่า PSL/mm^2 ในข้อ 3.4 โดยใช้ค่า C.F. ที่ได้จากข้อ 3.3 โดยเทียบกับเวลาที่ใช้ในการฉายอิมเมจจิงเพลต ก่อนนำไปแสดงผลด้วยกราฟ

3.6. วิเคราะห์และสรุปผลการวัดและประเมินค่าต่างๆ

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การกำหนดจุดวัดภายในห้อง SSDL



รูปที่ 1 แผนภาพกำหนดจุดวัดภายในห้อง SSDL

4.2 การหา Repeatability ของอิมเมจจิงเพลต

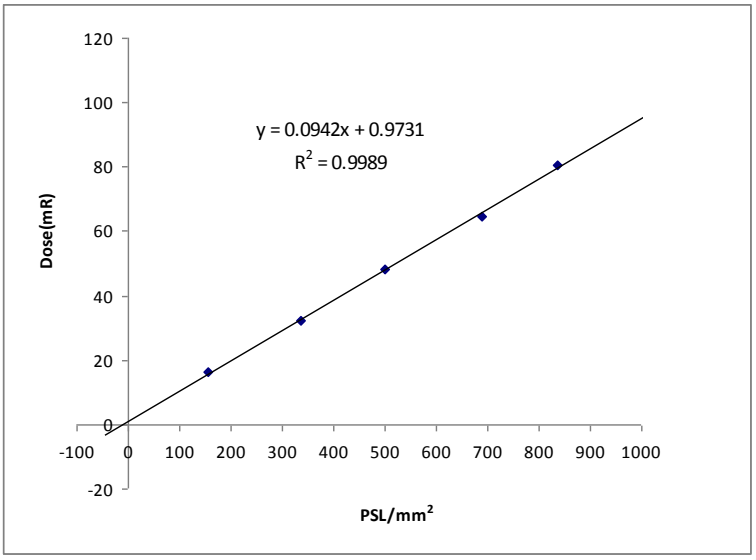
ตารางที่ 1 Repeatability ของอิมเมจจิงเพลต เมื่อทำการวัดที่ระยะ 5 เมตร

ROI	Coordinate	PSL/mm^2 (mean ± S.D., n = 5)
1	5,2.07	31.31 ± 0.27
2	5,2.09	31.77 ± 0.18
3	5,2.11	31.76 ± 0.24
4	5,2.13	31.65 ± 0.23
5	5,2.15	31.71 ± 0.33
6	5,2.17	31.76 ± 0.29
7	5,2.19	31.81 ± 0.19
8	5,2.21	31.82 ± 0.30
9	5,2.23	31.98 ± 0.28
10	5,2.25	32.02 ± 0.23
11	5,2.27	32.05 ± 0.17
12	5,2.29	31.81 ± 0.18
13	5,2.31	31.68 ± 0.19
14	5,2.33	31.30 ± 0.14
15	5,2.35	31.01 ± 0.27
16	5,2.37	31.08 ± 0.16
17	5,2.39	31.30 ± 0.12
18	5,2.41	31.31 ± 0.19
19	5,2.43	31.72 ± 0.17
20	5,2.45	31.32 ± 0.13

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าอิมเมจจิงเพลต มีความสามารถวัดค่าซ้ำได้ดี (Repeatability) เมื่อควบคุมการฉายและระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ก่อนการนำไปอ่านผล โดยค่าที่วัดได้คิดเป็น PSL/mm^2 ที่พิกัดต่างๆ มีความไม่แน่นอนของการวัดสัมพัทธ์ประมาณ ± 0.5 % เทียบกับค่า PSL/mm^2 เฉลี่ย สำหรับแต่ละพิกัด

4.3 ผลการสอบเทียบระบบวัดแบบอิมเมจจิงเพลต

เมื่อใช้อิมเมจจิงเพลตวัดค่าปริมาณรังสีต่างๆ กัน เพื่อหา C.F. จากความสัมพันธ์ของกราฟในรูปที่ 3 จะได้ สมการ $y = 0.094x + 0.973$ เมื่อ y คือ ปริมาณรังสี (mR) และ x คือค่า PSL/mm^2 จะเห็นว่าค่า 0.973 มีหน่วยเป็น mR ซึ่งแสดงถึงค่าพื้นฐานที่จะวัดได้ทุกๆ 1 นาที ของการฉายรังสี และเป็นค่าระดับ Background ในห้องฉายรังสีด้วย



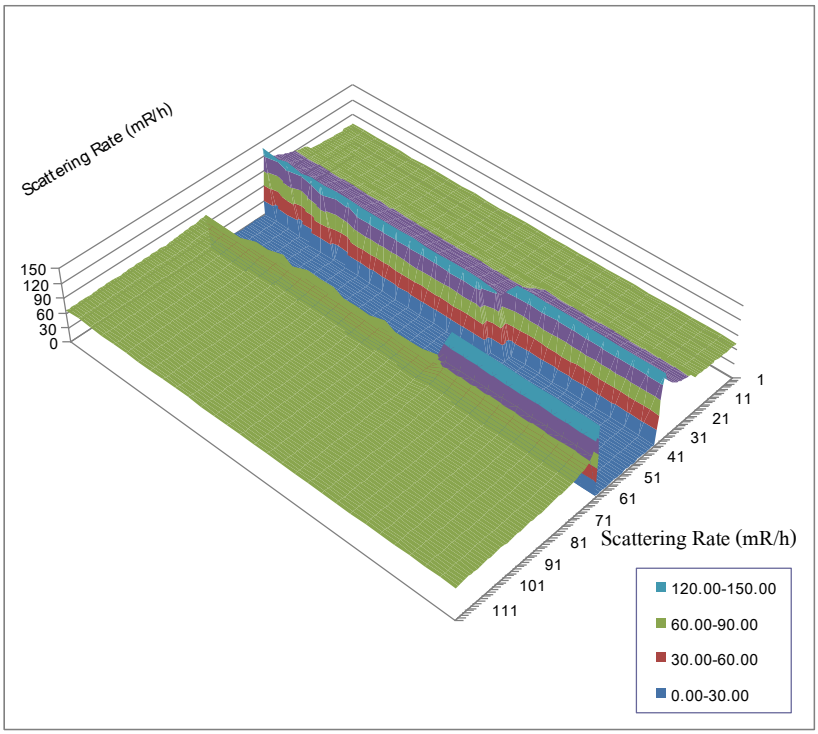
รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า PSL/mm^2 กับปริมาณรังสี (mR)

สำหรับการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการหา C.F. นั้น มีแหล่งของความไม่แน่นอนแสดงดังตารางที่ 2

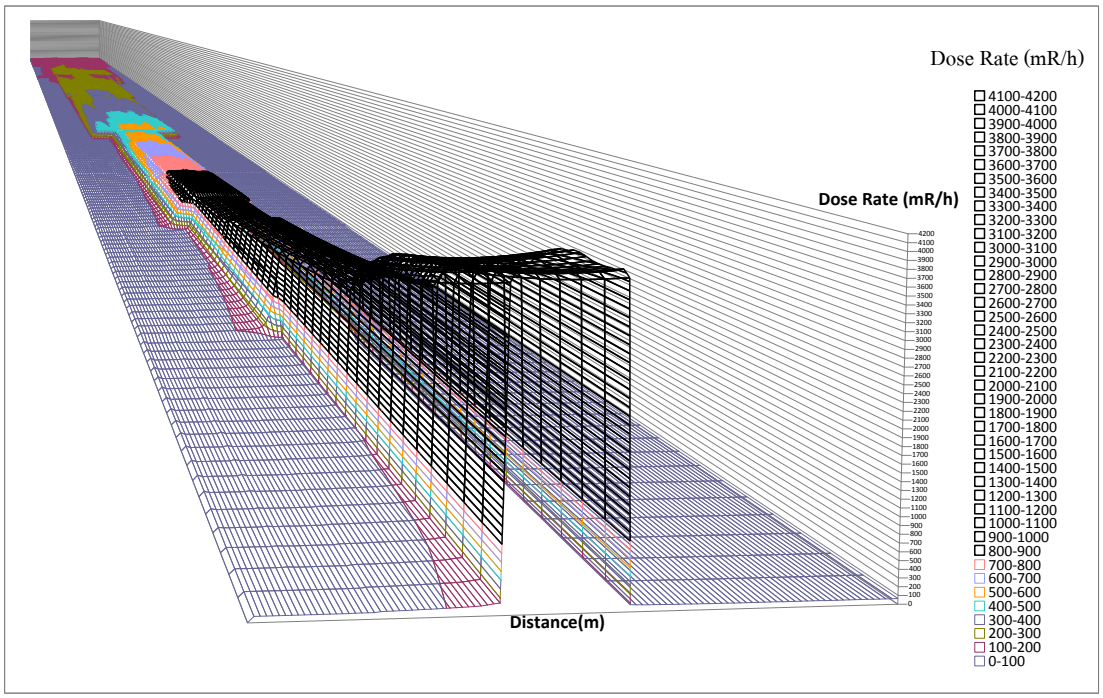
ตารางที่ 2 Uncertainty Budget

Source of Uncertainty	Value (%)	Probability distribution	Type	Divisor	Uncertainty (%)
Repeatability	0.5	normal	A	1	0.5
Background	1	normal	A	1	1
Reading	0.5	normal	A	1	0.5
Calibration Factor[4]	2	normal	B	1	2
Irradiation time	1.7	normal	B	1	1.7
Standard output from OB85 at S-D = 6 m	1.9	normal	B	2	0.95
Distance	0.1	rectangular	B	$\sqrt{3}$	0.058
Scale Reading	1.25	rectangular	B	$\sqrt{3}$	0.72
		Combined Uncertainty = 3.2%			
		Expanded Uncertainty = 7%			

4.4 การวัดการกระเจิงของระดับรังสีแกมมาอ้างอิง



รูปที่ 4 ภาพสามมิติแสดงการกระเจิงของระดับรังสีแกมมาภายในห้อง SSDL ที่ระยะ 1 – 1.5 เมตร



รูปที่ 5 ภาพแสดงลำรังสีภายในห้อง SSDL

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าค่าการกระเจิงของรังสีมีค่าสูงโดยเฉลี่ยเกือบทั่วทั้งห้องปฏิบัติการฯ สาเหตุอาจเนื่องมาจากอุปกรณ์จัดวางสำหรับการสอบเทียบเครื่องวัดรังสี รวมทั้งเครื่องกำบังรังสีที่เป็นโลหะ และมีการจัดวางอยู่บริเวณกลางแนวลำรังสี ค่าการกระเจิงที่ระยะห่าง 1 เมตร ถึง 6 เมตร นอกแนวลำรังสีมีค่าประมาณ 65 mR/h โดยมีค่าความไม่แน่นอนของการวัดขยาย (Expanded Uncertainty) คิดเป็น 7% ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% ดังตารางที่ 2

จากรูปที่ 5 แสดงลำรังสีจากเครื่องฉายรังสี OB85 ที่ได้จากการคำนวณหาระดับการกระเจิงของรังสี (mR/h) มีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เมตรที่ระยะห่าง 2 เมตร

5. สรุป

ผลวัดการกระเจิงของรังสีแกมมาจากเครื่องฉายรังสี OB85 ภายในห้อง SSDL มีอัตราปริมาณรังสี (Dose rate) ประมาณ 65 mR/h (ความไม่แน่นอนขยาย ± 7 % ความเชื่อมั่น 95%) จึงสามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงในการสอบเทียบสำหรับงานสอบเทียบเครื่องสำรวจระดับรังสี และเครื่องวัดปริมาณรังสีประจำบุคคลโดยไม่จำเป็นต้องจัดวางในสนามรังสี ของห้องปฏิบัติการมาตรฐานทุติยภูมิ (SSDL) นับเป็นการสนับสนุนการป้องกันอันตรายจากรังสี ตามภารกิจหลัก ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุน ภายใต้โครงการความร่วมมือในการผลิตนักวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากบุคลากรของห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ

7. เอกสารอ้างอิง

1. สมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย. 2551. บทความ “อิเมจจิงเพลท”. แหล่งที่มา : http://www.nst.or.th/article/article143/article1439.htm และ http://home.fujifilm.com "What is Imaging Plate", มีนาคม 2552.
2. Saze, T., Nishizawa, K., 2003. A Method for determining the region of an image obtained with an imaging plate. Nuclear instruments & methods in physics research. A517, 381-388.
3. Mouhssine, D. Nourreddine, A., et al, 2004. Calibration factor for estimating personal dose equivalent with imaging plates. Radiation Measurements. 40, 612-615

4. Pimpl, M. 2007. Progress and Quality Management in Radiostrontium Analysis. IAEA Regional Training Course on Analytical Methods and Quality Management in Marine Environment Radioactivity Studies.