บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

นับตั้งแต่ วิลเลียม คอนราด เรินท์เกน นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันค้นพบรังสีเอกซ์ เมื่อปลายปี พ.ศ.2438 และเฮ็นรี เบคเคอเรล ค้นพบรังสีที่แผ่ออกมาจากก้อนแร่ยูเรเนียม เมื่อกลางปี พ.ศ. 2439 เป็นต้นมา ได้มีรายงานเกี่ยวกับผลของรังสีที่มีต่อร่างกายมนุษย์อยู่เรื่อย ๆ โดยในระยะแรกมีการสังเกตพบอาการผิดปกติของผิวหนังที่ถูกรังสีของแพทย์ และนักวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติงานกับรังสีเอกซ์ ต่อมา มาดาม คูรี ค้นพบเรเดียมเมื่อปี พ.ศ.2441 และปรากฏว่ารังสีที่แผ่ออกมาจากเรเดียมมีผลทำให้เกิดอาการผิดปกติบนผิวหนังเช่นเดียวกับผู้ปฏิบัติงานกับรังสีเอกซ์ ตอนนั้นยังไม่มีผู้ใดทราบถึงภัยอันตรายที่มองไม่เห็นจากรังสี จึงไม่มีมาตรการในการป้องกันที่พอเพียงแม้มาดาม คูรี เองก็เข้าใจว่าต้องเสียชีวิตลงเพราะได้รับรังสีมากเกิน

ปัจจุบันมนุษย์รู้จักนำรังสีมาใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งทางด้านสันติ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ และทางด้านสงคราม ไม่ว่าจะเป็นการนำรังสีมาใช้ในด้านใดก็ตามถ้าผู้ใช้ไม่มีมาตรการการป้องกันรังสีอย่างพอเพียง ผลกระทบจะตกอยู่กับมนุษย์เองผลกระทบของลูกระเบิดนิวเคลียร์ 2 ลูก ที่เมืองฮิโรชิมา และเมืองนางาซากิ นับเป็นบทเรียนของการศึกษาอย่างดีเกี่ยวกับ ผลของรังสีที่มีต่อร่างกายมนุษย์ ทำให้ทราบถึงภัยอันตรายอันร้ายแรงของรังสี

ปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้ปริมาณรังสีสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทางด้านการแพทย์ มีการใช้เกือบทุกโรงพยาบาล ทางด้านอุตสาหกรรม มีการนำรังสีมาใช้กันอย่างกว้างขวาง จากการทราบว่ารังสีนั้นมีอันตราย จึงจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องวัดรังสีประจำบุคคล เพื่อเฝ้าระวังอันตรายจากรังสี

เครื่องวัดรังสีประจำบุคคลมีหลายชนิด เช่น thermoluminescence dosimeter (TLD) , film badge , pocket dosemeter สำหรับ thermoluminescence

dosimeter นับเป็นเครื่องวัดรังสีที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ที่จะเป็น เครื่องวัดรังสีประจำบุคคลมาก ทั้งนี้เนื่องจาก มีความไวในการตอบสนองต่อรังสีสูง สามารถวัดรังสีปริมาณต่ำ ๆ ได้ มีความแม่นยำสูง สามารถวัดได้ทั้งรังสีปฐมภูมิ และรังสีทุติยภูมิ มีขนาดเล็ก สะดวกในการใช้กล่าวคือ อาจบรรจุในหัวแหวน(Reddy และคณะ,1975) ที่เสียบเนคไท กำไล เข็มกลัด ๆ ทำให้มีลักษณะสวยงาม น่าใช้ สามารถนำติดตัวไปตามสถานที่ต่าง ๆ ได้ง่าย เมื่อใช้แล้วสามารถเก็บไว้ได้นานก่อนนำมาประเมินผล อีกทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยวิธีการให้ความร้อน(Pradhan , 1981) นอกจากนี้ยังมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องวัดรังสีในสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (Mejdahl และคณะ , 1970)

แม้ TLD จะมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้เป็นเครื่องวัดรังสีประจำบุคคล แต่ในประเทศเรายังไม่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจาก มีราคาแพง ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

1.2 <u>การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

นฤมล จงกิติวิทย์ และคณะ(2533)ได้ศึกษาวิธีการเตรียม $CaSO_4$(Dy) โดยวิธีการตกผลึกสารละลายของแคลเซียมซัลเฟต และดิสโพรเซียมออกไซด์ ในกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ร้อน จัดระบบการเตรียมแบบไม่ใช้เครื่องดูดอากาศ และทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ พบว่าจะให้แสงออกมาโดยมี main glow peak ที่ 205 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังได้ทดสอบคุณสมบัติทางรังสีได้แก่ sensitivity , energy response และ linearity

วรวุฒิ ศรีรัตน์ชัชวาลย์ (2530)ได้ศึกษาวิธีการเตรียม $CaSO_4$(Dy) โดยวิธีการตกผลึกสารละลายของแคลเซียมซัลเฟต และดิสโพรเซียมออกไซด์ 0.2 mole%Dy ในกรดซัลฟูริกเข้มข้นกลั่นด้วยความร้อนอุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องดูดอากาศ นำผลึกที่ได้ไปคัดเลือกขนาดให้เล็กกว่า 74 ไมโครเมตร และนำไปทดสอบคุณสมบัติการตอบสนองต่อรังสีแกมมาด้วยปริมาณรังสี 50 - 800 mR ต่อมาปี พ.ศ.2532 ได้ ศึกษาคุณสมบัติ energy response ที่มีต่อรังสีแกมมาที่ระดับพลังงานของ Am-241 , Cs-137 และ Co-60

Yamashita และคณะ(1968)เป็นผู้ประสบความสำเร็จครั้งแรกในการเตรียม TLD ชนิด $CaSO_4$ ซึ่งกระตุ้น(activate)ด้วย rare earth ion 10^{-3} โมล 14 ชนิด ดังต่อไปนี้ คือ Dy , Tm , Tb , Pr , Sm , Er , Nd , Yb , Gd , La , Ho , Lu ,

Eu , Ce เตรียมโดยใช้ $CaSO_4:2H_2O$ ละลายในกรดซัลฟูริกเข้มข้น เติมตัวกระตุ้นในอัตราส่วนที่เหมาะสมนำสารละลายที่ได้ไปให้ความร้อนที่ 300 องศาเซลเซียส ได้ผงผลึกมีความยาว 1-3 มิลลิเมตร นำไปทดสอบคุณสมบัติความไวในการตอบสนองต่อรังสีพบว่า ในบรรดา TLD ที่เตรียมได้ทั้ง 14 ชนิดนี้ $CaSO_4$(Dy) มีความไวในการตอบสนองต่อรังสีแกมมาจาก Cs-137 สูงสุด โดยที่ลักษณะของ glow curve มีตำแหน่งพีคหลัก (main glow peak) อยู่ที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส มีการเลือนหายของสัญญาณ(fading)1-2 เปอร์เซนต์ต่อเดือน สามารถใช้วัดปริมาณรังสีได้ต่ำกว่า 500 uR โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\pm$ 20 เปอร์เซนต์ มีการตอบสนองต่อรังสีแกมมาจาก Cs-137 เป็นเชิงเส้นไปจนถึง 10^3 - 10^4 R และเริ่มอิ่มตัวที่ 10^5 R

Bhuwan Chandra และคณะ (1975) ได้ศึกษาคุณสมบัติของ $CaSO_4$(Dy) ที่มีต่อรังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีแกมมา พบว่า มีการตอบสนองต่อรังสี ได้ต่ำสุดที่ปริมาณรังสี 400 ergs/mm^2 มีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นไปจนถึงปริมาณรังสี 4 x 10^4 ergs/mm^2 และยังได้ศึกษาผลของการนำ $CaSO_4$(Dy) ไปแยกขนาดของผลึก ดูการตอบสนองต่อรังสีแกมมาและรังสีอัลตราไวโอเลต พบว่าขนาดของผลึกมีผลต่อความไวในการตอบสนองต่อรังสี นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษา การตอบสนองต่อรังสีอัลตราไวโอเลต โดยเปลี่ยนแปลงความหนาของผงผลึก พบว่าผลึกที่หนามากเกินไปเมื่อนำไปฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ความหนาจะเป็นเครื่องกำบังรังสีทำให้การตอบสนองต่อรังสีลดลง

Shalgaonkar และ Narlikar (1975) ได้เตรียม $CaSO_4$(Dy) โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเจือปน (chemical impurity) 0.00075 ถึง 0.75 wt%Dy แล้วนำไปฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาที ได้ glow curve มีลักษณะเป็นพีคเดี่ยวเหมือนกันทุกความเข้มข้น นอกจากนี้ยังได้คำนวณหาค่าความลึกของกับดัก โดยวิธีต่าง ๆ 3 วิธี คือ Initial rise method , Grossweiner method และ Halperin - Braner methoed พบว่าความลึกของกับดัก ซึ่งแสดงด้วยค่า activation energy (eV) มีค่าใกล้เคียงกันคือ ประมาณ 0.8 eV

Lakshmanan และ Ayyangar (1975) ได้ศึกษา relative response ของ

$CaSO_4(Dy)$ และ $Li_2B_4O_7(Mn)$ ที่มีต่อ รังสีแอลฟาจาก Po-210 เปรียบเทียบ กับรังสีแกมมาจาก Co-60 ผลคือ glow peak ระหว่างรังสีแกมมา และรังสีแอลฟาไม่ต่างกัน และทั้ง $CaSO_4(Dy)$ และ $Li_2B_4O_7(Mn)$ มีประสิทธิภาพในการวัดรังสีแอลฟา (alpha efficiency) เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการวัดรังสีแกมมาจาก โคบอลต์-60 เป็น 29 เปอร์เซนต์ และ 37 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

Pradhan , Ayyangar และ Madhvanath (1975) ได้ศึกษา และเปรียบเทียบคุณสมบัติของ TLD ชนิดต่าง ๆ โดยศึกษาลักษณะคุณสมบัติของ glow curve , sensitivity , fading ของ TLD ทุกชนิด

Pradhan , Bhuwan และ Ayyanger (1975) ได้ศึกษา energy dependence ของ $CaSO_4(Dy)$ ชนิดผงผลึก กับชนิดที่ อัดเป็นเม็ดรวมกับ teflon(ความหนา 0.8 mm) พบว่า $CaSO_4(Dy)$ ชนิดผงผลึกมี relative response สูงกว่าแบบชนิดอัดเม็ด

1.3 <u>วัตถุประสงค์ของงานวิจัย</u>

1.3.1 ศึกษา และ เตรียมสารวัดรังสีแบบ thermoluminescence ชนิด $CaSO_4(Dy)$

1.3.2 ศึกษาคุณสมบัติการให้ TL ของผลึก $CaSO_4(Dy)$ ที่เตรียมได้ จากรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ เพื่อใช้เป็น TLD สำหรับวัดปริมาณรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์

1.4 <u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

1.4.1 ศึกษา และเตรียมผลึก $CaSO_4(Dy)$

1.4.2 ทดสอบคุณสมบัติการให้ TL ของผลึก $CaSO_4(Dy)$ เช่น ศึกษา glow curve , หา relative response จากรังสีเอกซ์ ที่พลังงาน 29 - 165 keV เปรียบเทียบกับที่พลังงานของ Co-60 , ศึกษาความเป็น linearity ของการตอบสนองต่อรังสี ของผลึก $CaSO_4(Dy)$, หา fading ของ TL , ศึกษาความไวของการตอบสนองต่อรังสีของ $CaSO_4(Dy)$ ที่เตรียมได้ เปรียบเทียบกับผลึก LiF(TLD 700) ที่ผลิตโดยบริษัท Harshaw

1.5 สถานที่ทำการวิจัย

1.5.1 ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : จัดเตรียม thermoluminescence dosimeter ชนิด $CaSO_4(Dy)$

1.5.2 กองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ : ทดสอบคุณสมบัติการให้แสง(TL)จากรังสีแกมมา และรังสีเอกซ์ ของ TLD ที่เตรียมได้

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1.6.1 การเตรียมงานขั้นต้น

- ศึกษา และค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับ วิธีการเตรียมสารวัดรังสีแบบ TLD ชนิด $CaSO_4(Dy)$

- ศึกษาวิธีการทดสอบคุณสมบัติ และการนำไปใช้งาน ของสารวัดรังสีแบบ thermoluminescence ชนิด $CaSO_4(Dy)$

- จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการวิจัย

1.6.2 ขั้นตอนการวิจัย

- เตรียมผลึก thermoluminescence dosimeter ชนิด $CaSO_4(Dy)$ โดยหาเงื่อนไขในการจัดระบบ และสัดส่วนปริมาณสารที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ TLD ที่มีความไวในการตอบสนองต่อรังสีสูง

- คัดเลือกขนาดผลึก เพื่อนำผลึกที่ได้ไปฉายรังสี

- ทดสอบคุณสมบัติการให้ TL จากรังสีแกมมา และรังสีเอกซ์

- สรุปผลการวิจัย และเขียนรายงาน

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้สารตรวจวัดปริมาณรังสี ซึ่งใช้วัดรังสีแกมมา และรังสีเอกซ์ได้

1.7.2 ได้เทคนิคการเตรียมสารตรวจวัดปริมาณรังสีขึ้นใช้เอง ซึ่งมีราคาถูกกว่าสั่งซื้อจากต่างประเทศ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย