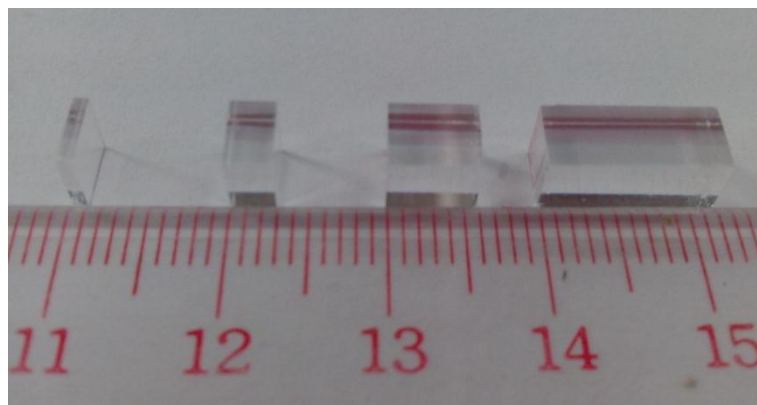
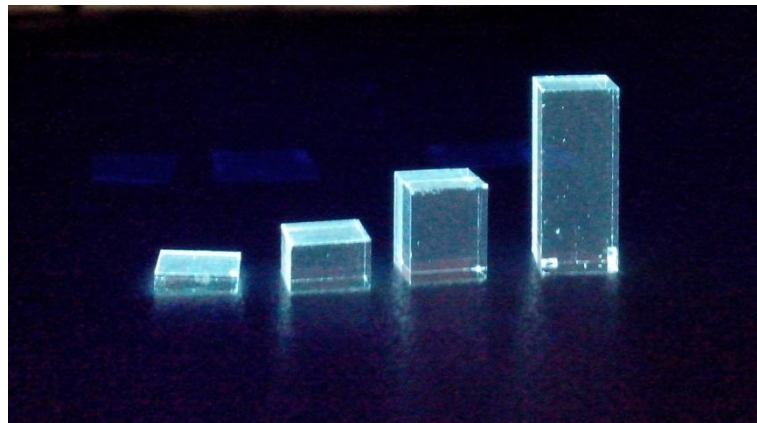


บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

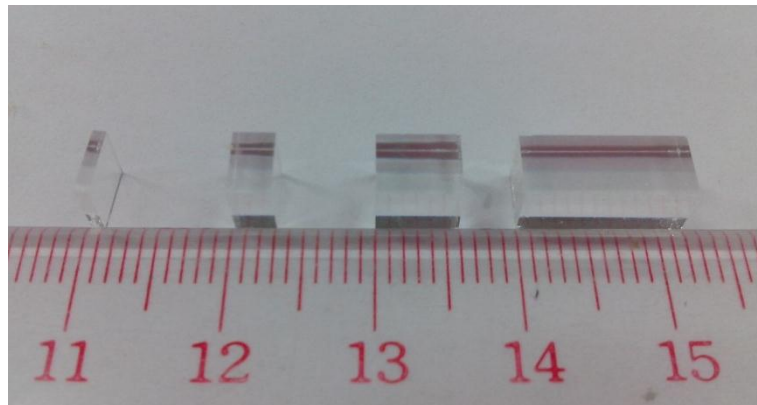
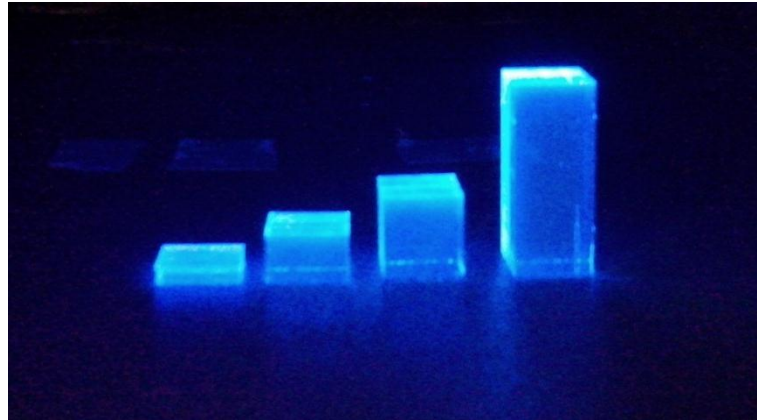
ในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งกระบวนการทดสอบผลึกเดี่ยว BGO และ LYSO:Ce ด้วยสมบัติทางแสงจากการศึกษาสเปกตรัมการกระตุ้นและการปลดปล่อยแสงลูมิเนสเซนซ์ และสมบัติทางซินทิลเลชันจากการศึกษาสเปกตรัมความสูงของสัญญาณพัลส์โดยใช้รังสีเอกซ์และรังสีแกมมาเป็นแหล่งกำเนิด

3.1 ผลึกเดี่ยวตัวอย่าง

1. ผลึกเดี่ยว $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (Bismuth Germinate: บิสมัทเจอร์มีเนต) ขนาด $5 \times 5 \times 1$, $5 \times 5 \times 3$, $5 \times 5 \times 6$ และ $5 \times 5 \times 12 \text{ mm}^3$ (รูปที่ 3.1)
2. ผลึกเดี่ยว $(\text{Lu,Y})_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ (Cerium-Doped Lutetium Yttrium Orthosilicate: ลูทีเทียมอิตเทรียมออร์โทซิลิเกตเจือด้วยซีเรียม) ขนาด $5 \times 5 \times 1$, $5 \times 5 \times 3$, $5 \times 5 \times 6$ และ $5 \times 5 \times 12 \text{ mm}^3$ (รูปที่ 3.2)



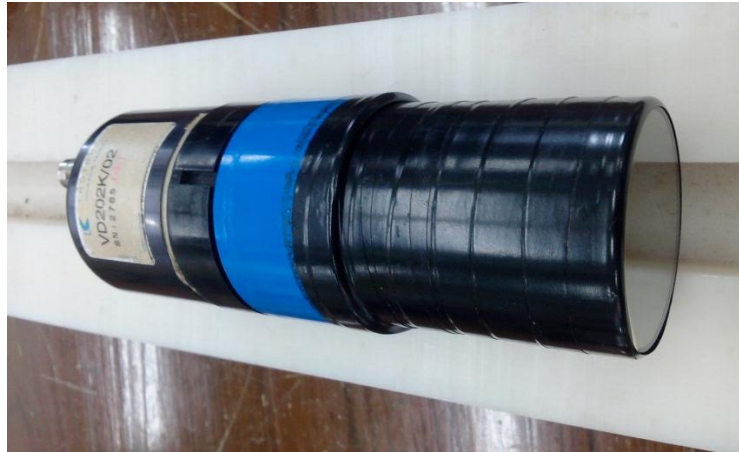
รูปที่ 3.1 ผลึกเดี่ยว $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ ขนาด $5 \times 5 \times 1$, $5 \times 5 \times 3$, $5 \times 5 \times 6$ และ $5 \times 5 \times 12 \text{ mm}^3$



รูปที่ 3.2 ผลึกเดี่ยว $(\text{Lu,Y})_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ ขนาด $5\times 5\times 1$, $5\times 5\times 3$, $5\times 5\times 6$ และ $5\times 5\times 12$ mm³

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์

1. หลอดทวิคูณแสง Photonis รุ่น XP5200B
2. วงจรขยายส่วนหน้า Canberra รุ่น 2005
3. วงจรขยาย Canberra รุ่น 2022
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้าความต่างศักย์สูง Tennelec รุ่น TC952A
5. เครื่องวิเคราะห์สัญญาณหลายช่อง โปรแกรม Tukan 8k
6. เครื่องสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์ ฮิตาชิ รุ่น F-2500



รูปที่ 3.3 หลอดทวิคูมแสง Photonis รุ่น XP5200B



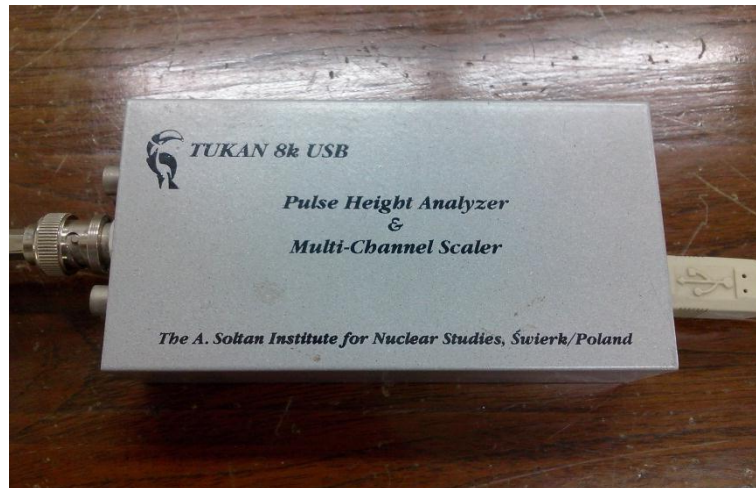
รูปที่ 3.4 วงจรขยายส่วนหน้า Canberra รุ่น 2005



รูปที่ 3.5 วงจรขยาย Tennelec รุ่น TC243



รูปที่ 3.6 แหล่งจ่ายไฟฟ้าความต่างศักย์สูง Tennelec รุ่น TC952A



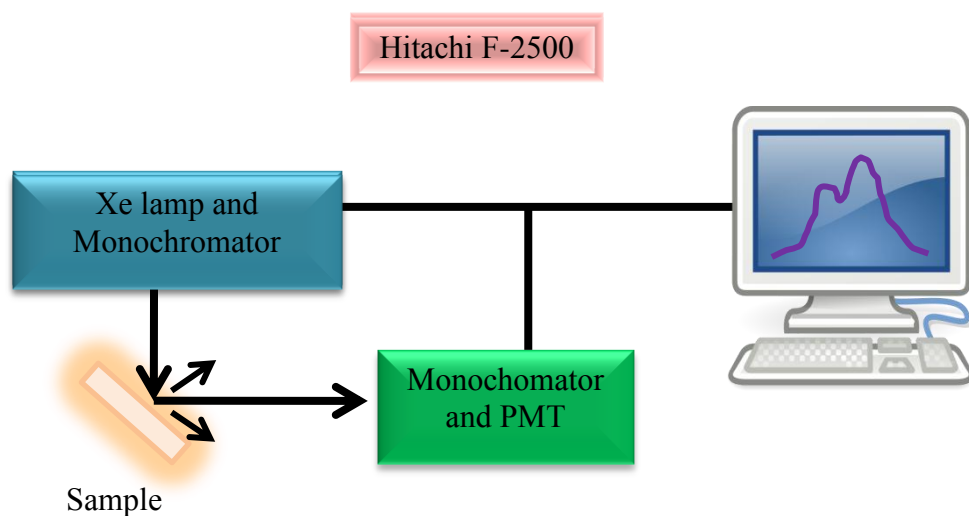
รูปที่ 3.7 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณหลายช่อง โปรแกรม Tukan 8k



รูปที่ 3.8 เครื่องสเปกโตรมิเตอร์อโรมิเตอร์ อิตาชิ รุ่น F-2500

3.2.1 สเปกโทรสโกปีลูมิเนสเซนซ์ (Luminescence Spectroscopy)

ศึกษาสเปกตรัมของการกระตุ้นและสเปกตรัมของการปลดปล่อยแสงที่อุณหภูมิห้อง ในช่วงความยาวคลื่น 220-800 nm โดยใช้เครื่องสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์ฮิตาชิรุ่น F-2500 โดยการจัดวางอุปกรณ์การทดลองแสดงผังแผนภาพในรูปที่ 3.9 ซึ่งประกอบด้วยหลอดซีนอน 150 วัตต์ กระตุ้นผ่านโมโนโครมาเตอร์ (900 ช่อง/mm และกระจายแสงที่ 400 nm) และใช้หลอดทวีคูณแสง Hamamatsu R928 รับสัญญาณ และส่งไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม FL Solutions



รูปที่ 3.9 แผนผังการจัดวางอุปกรณ์เพื่อวัดค่าสเปกตรัมการกระตุ้นและสเปกตรัมการปลดปล่อยแสง

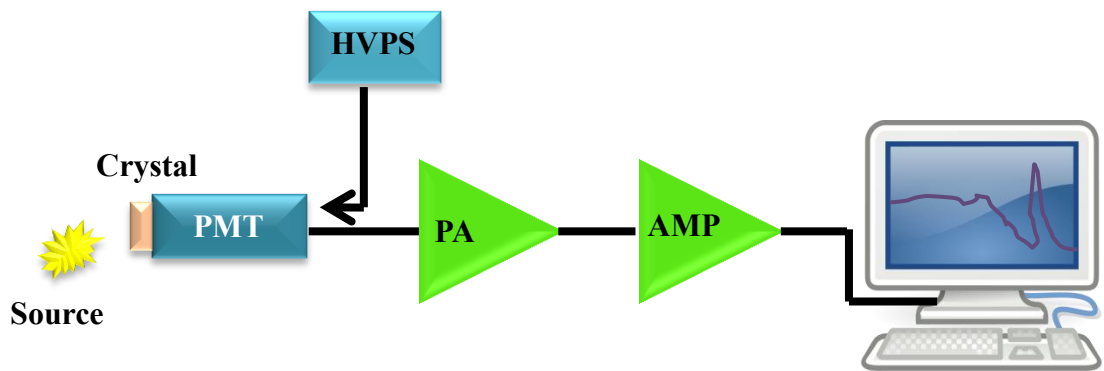
3.2.2 สเปกโทรสโกปีรังสีแกมมา (Gamma Ray Spectroscopy)

ค่าyieldโฟโตอิเล็กตรอน และการแยกชุดพลังงานสามารถหาได้จากการประกบติดผลึกเข้ากับหลอดทวีคูณแสง เบอร์ XP5200B โดยใช้กาวซิลิโคนเป็นตัวยึด แล้วปิดทับด้วยเทปเทฟลอน เทปกาวดำ และหุ้มด้วยแผ่นฟลอยด์อลูมิเนียม สัญญาณจากขั้วแอโนดของหลอดทวีคูณแสงไปยังวงจรรขยายส่วนหน้า และส่งไปยังวงจรรขยาย ทำการวัดผลที่ช่วงเวลาแต่งรูปสัญญาณ (Shaping Time Constant) เท่ากับ $4 \mu\text{s}$ และทำการเก็บสเปกตรัมพลังงานด้วย เครื่องวิเคราะห์สัญญาณหลายช่อง (Tukan 8k [9] MCA) โดยสัญญาณที่ได้จะอยู่ในรูปของฟังก์ชันเกาส์เซียน (The Gaussian Function) ทำการวิเคราะห์ฟิตพลังงานเต็มเพื่อคำนวณค่าการแยกชุดพลังงาน yieldโฟโตอิเล็กตรอน คำนวณได้จากจำนวนโฟโตอิเล็กตรอน ($N_{\text{phe}}/\text{MeV}$) ของรังสีแกมมาที่ถูกดูดกลืนโดยผลึก ซึ่งวัดด้วยวิธีของเบอร์โตลาซซินี (Bertolaccini Method) [10,11] เป็นการเปรียบเทียบตำแหน่งยอดฟิตของพลังงานรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสี

กับตำแหน่งของโฟโตอิเล็กตรอนเดี่ยวของหลอดทวีคูณแสง เมื่อทราบค่าyieldโฟโตอิเล็กตรอน (N_{phe}/MeV) ก็จะสามารถคำนวณหาyieldแสง (N_{ph}/MeV) ได้จากสมการ 3.1

$$N_{ph}/MeV = [N_{phe}/MeV]/QE \tag{3.1}$$

เมื่อ QE คือ ประสิทธิภาพควอนตัมของหลอดทวีคูณแสงที่สเปกตรัมการปล่อยแสงลูมิเนสเซนส์ของซินทิลเลเตอร์ โดยแสดงการจัดวางอุปกรณ์ในการทดลองในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผนภาพการจัดวางอุปกรณ์เพื่อวัดค่าyieldโฟโตอิเล็กตรอน และการแยกชุดพลังงาน

ในการวัดyieldโฟโตอิเล็กตรอน ความไม่เป็นสัดส่วนของyieldแสง และค่าแยกชุดพลังงานแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาที่ใช้มีการปลดปล่อยพลังงานอยู่ในช่วง 32.1-1274.5 keV โดยแหล่งกำเนิดแต่ละชนิดก็จะให้พลังงานที่แตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แหล่งกำเนิดรังสี และพลังงานของรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา

แหล่งกำเนิด	พลังงาน (keV)
²⁴¹ Am	59.5
¹³³ Ba	81
⁵¹ Cr	320
¹³⁷ Cs	32.1 (K-X rays), 662
⁵⁸ Co	810
²² Na	511,1274.5