



**แนวทางการเสนอโครงการวิจัย**  
**เพื่อขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนมหาวิทยาลัยรังสิต**  
**ประจำปีการศึกษา 2563**

1. **ชื่อโครงการ** (ภาษาไทย) การพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด  
(ภาษาอังกฤษ) Effectiveness of Experimental Kit of Nuclear Medicine Imaging Simulator Using Infrared
  2. **ประเภทนักวิจัย**  หน้าใหม่ (ยังไม่เคยได้รับทุนอุดหนุน)
  3. **ประเภทของงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน**  
ประเภทหลัก การวิจัยเพื่อสร้างสื่อการสอนหรือนวัตกรรม  
ประเภทย่อย ชุดอุปกรณ์การเรียนภาคปฏิบัติการ
  4. **รายวิชา/สาขาวิชาที่ทำการศึกษาวิจัย**  
RTN321 อุปกรณ์เวชศาสตร์นิวเคลียร์  
RTN322 เทคนิคการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์
  5. **ผู้ดำเนินงานวิจัย**  
ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาวสุนทรีย์ ศรีวงศ์ตา  
(ภาษาอังกฤษ) Miss Soontaree Sriwongta  
คุณวุฒิ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (รังสีเทคนิค)  
ตำแหน่งทางวิชาการ -  
สถานที่ทำงาน คณะรังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยรังสิต  
โทรศัพท์ (มือถือ) 061-553-6141 (ภายใน) 1704, 1711
- ผู้ร่วมงานวิจัย**
- |                   |  |
|-------------------|--|
| ชื่อ (ภาษาไทย)    | นายจักรวาล พานิชโยทัย                        |
| (ภาษาอังกฤษ)      | Mr. Jakrawut Panityotai                      |
| คุณวุฒิ           | วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นิวเคลียร์เทคโนโลยี) |
| ตำแหน่งทางวิชาการ | -  |
| สถานที่ทำงาน      | คณะรังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยรังสิต             |
| โทรศัพท์          | (มือถือ) 085-993-4086 (ภายใน) 1704           |

## 6. ผู้เชี่ยวชาญที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อ (ภาษาไทย)	รองศาสตราจารย์มานัส มงคลสุข
(ภาษาอังกฤษ)	Assoc. Prof. Manus Mongkolsuk
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ฟิสิกส์)
ตำแหน่งทางวิชาการ	-
สถานที่ทำงาน	คณะรังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยรังสิต
โทรศัพท์	(มือถือ) 081-934-5386 (ภายใน) 1704

## 7. สถานที่ทำการทดลองหรือเก็บข้อมูล

คณะรังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยรังสิต

## 8. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การศึกษาด้านรังสีเทคนิค เป็นหลักสูตรปริญญาตรีบริหารจัดการในระดับอุดมศึกษา มีการจัดการการเรียนการสอนใน 3 สาขาวิชาได้แก่ สาขาวิชารังสีวินิจฉัย สาขาวิชารังสีรักษา และสาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ มีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารกัมมันตรังสี การใช้รังสี และการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงทางการแพทย์ เพื่อตรวจวินิจฉัยโรค การรักษาโรค การวิจัย การใช้รังสีในงานด้านอื่นๆ และการป้องกันอันตรายจากรังสี (สมศรี เอื้อรัตนวงศ์, 2559, น. 253-260) ดังนั้นการศึกษาด้านรังสีเทคนิคจะประสบความสำเร็จได้นั้น นักศึกษาจะต้องเรียนรู้ทฤษฎีและการปฏิบัติเพื่อจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจในทฤษฎีที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น สำหรับในการเรียนวิชาปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องให้นักศึกษาได้มีการปฏิบัติหรือทดลองจริง เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนักศึกษาจะได้นำเอาปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ หรือต้องการศึกษาเข้ามาสู่ห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการ และดำเนินการทดลองเพื่อที่จะตอบคำถามที่ต้องการทราบ โดยความน่าเชื่อถือของการทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การทดลองที่มีความน่าเชื่อถือสูงจะต้องประกอบด้วยการใช้เครื่องมือในการวัดข้อมูลที่เหมาะสม มีความละเอียดเพียงพอ มีการดำเนินการทดลองที่รอบคอบ มีการนำผลการทดลองมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพ (สุนันท์ สังข์อ่อน, 2526) เพื่อรองรับและสนับสนุนการเรียนการสอน

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคนิคจัดให้มีการเรียนการสอนรายวิชา RTN321 อุปกรณ์เวชศาสตร์นิวเคลียร์ และ RTN322 เทคนิคการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ซึ่งเป็นรายวิชาที่เรียนเกี่ยวกับหลักพื้นฐาน ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เทคนิคการถ่ายภาพกัมมันตรังสี และปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายภาพรังสีทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ซึ่งนักศึกษาต้องเรียนภาคทฤษฎีในวิชาดังกล่าว ประกอบกับเพื่อให้ นักศึกษามีความเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรม เกิดทักษะ และทันกับเทคโนโลยีจึงจัดให้มีการ

ปฏิบัติโดยการทดลอง สำหรับศึกษาหลักการการทำงานของเครื่องแกมมาคาเมรา (Gamma Camera) ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เทคนิคการถ่ายภาพรังสี และปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายภาพ

เครื่องแกมมา คาเมรา (Gamma Camera) เป็นเครื่องถ่ายภาพรังสีทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์เพื่อดูการกระจายตัวของสารเภสัชรังสีในอวัยวะหรือบริเวณที่สนใจ ภาพถ่ายที่ได้จะเป็นภาพ 2 มิติหรือเรียกว่า planar imaging โดยมีหลักการทํางาน คือ เมื่อรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสีหรือผู้ป่วยผ่านคอลลิเมเตอร์เข้าไปตกกระทบกับผลึกเรืองแสง NaI(Tl) จะเกิดปฏิกิริยาเรืองแสงเกิดขึ้นในผลึก โดยมีขอบเขตของการเรืองแสงเหมือนกับกาการกระจายของสารกัมมันตรังสีในตัวผู้ป่วย แสงที่เกิดขึ้นจะผ่านไปทั้งหมด Photomultiplier (PM Tubes) ที่เรียงรายอยู่ด้านหลังผลึก โดยมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการคำนวณหาตำแหน่งของการเรืองแสงที่เกิดขึ้นในผลึก สัญญาณที่ได้จะถูกคัดเลือกโดยวงจร pulse height analyzer และนำภาพไปแสดงบนจอภาพ ซึ่งภาพที่แสดงจะมีตำแหน่งและรูปร่างสอดคล้องกับการกระจายของสารกัมมันตรังสีในตัวผู้ป่วย (จิราภรณ์ ไตเจริญชัย, 2545) ซึ่งในปัจจุบันการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์เพื่อดูหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ได้รับความนิยมนอย่างมาก นอกจากนี้เครื่องที่ใช้ในการถ่ายภาพได้มีการพัฒนาอย่างมาก ทำให้การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยวินิจฉัยโรค ดังนั้นการเข้าใจถึงหลักการทํางานของเครื่องจะทำให้การใช้งานและการบริการผู้ป่วยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการเรียนการสอนรายวิชา RTN321 อุปกรณ์เวชศาสตร์นิวเคลียร์ และ RTN322 เทคนิคการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ในคณะรังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยรังสิตทำได้เพียงให้นักศึกษาศึกษาหลักการทํางานของเครื่องแกมมา คาเมรา และเทคนิคการถ่ายภาพจากคลิปวิดีโอและการศึกษาดูงานที่โรงพยาบาล ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนเครื่องมือ ระยะเวลาและจำนวนกลุ่มของนักศึกษา จึงทำให้ยากต่อการที่จะทำความเข้าใจหลักการทํางานต่างๆ ของเครื่องได้ อีกทั้งเครื่องถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์มีราคาที่สูงมาก รวมถึงข้อจำกัดในการติดตั้ง ความปลอดภัยทางรังสี และค่าบำรุงรักษาจึงไม่เหมาะที่จะลงทุนในสถานศึกษา

จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด เพื่อใช้ในการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษา และการจัดอบรมสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ที่เริ่มทํางานในสาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เพื่อที่นักศึกษาและบุคลากรทางการแพทย์จะได้เรียนรู้หลักการทํางานของเครื่องมือจากการปฏิบัติงานจริง จะได้ทำความเข้าใจองค์ประกอบและการทำงานของเครื่องแกมมาคาเมรา รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โดยชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดนี้จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการทํางานของ

เครื่องแกมมาสามารถได้ง่ายขึ้น และมีความปลอดภัยจากการใช้รังสีเนื่องจากใช้แสงอินฟราเรดแทนรังสีแกมมา

## 9. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดสำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้กับนักศึกษา
- 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด

## 10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดสำหรับการเรียนการสอน
- 2) ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนรู้ผ่านชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดที่สร้างขึ้น
- 3) ผู้เรียนมีความเข้าใจทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เทคนิคการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายภาพได้เป็นรูปธรรมมากขึ้น
- 4) ผู้สอนสามารถนำชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดที่สร้างขึ้น

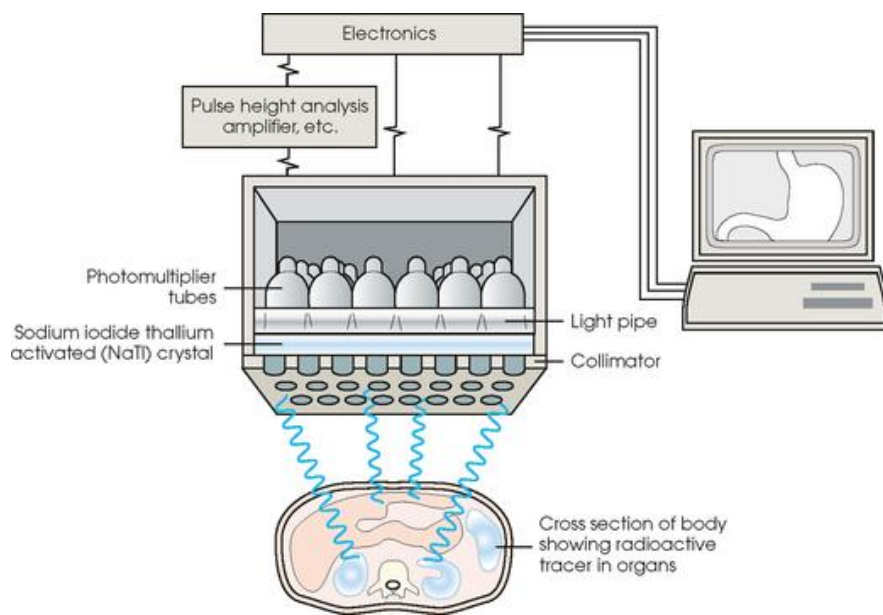
## 11. ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (พอสังเขป)

### 11.1 เวชศาสตร์นิวเคลียร์

เวชศาสตร์นิวเคลียร์เป็นสาขาวิชาหนึ่งทางรังสีวิทยาที่นำเอารังสีมาใช้ในการวินิจฉัยและรักษาโรค การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ใช้สารเภสัชรังสีจำนวนเล็กน้อยฉีด หรือรับประทาน หรือสูดหายใจเข้าไปในร่างกาย สารเภสัชรังสีจะเข้าไปอยู่ในอวัยวะที่สนใจและปล่อยรังสีออกมาทำให้สามารถตรวจหรือถ่ายภาพเพื่อวินิจฉัยโรคได้ เช่น การตรวจดูหน้าที่ของต่อมไทรอยด์ ตับ กระดู และหัวใจ เป็นต้น สำหรับการรักษาโรคทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เช่น การใช้สารกัมมันตรังสี Iodine-131 รักษาโรคมะเร็งต่อมไทรอยด์ เป็นต้น การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์เป็นการตรวจที่ปลอดภัยเนื่องจากใช้ปริมาณรังสีน้อยและราคาไม่แพง

## 11.2 เครื่องแกมมา คาเมรา (Gamma Camera)

เครื่องแกมมา คาเมราเป็นเครื่องถ่ายภาพรังสีเพื่อดูการกระจายตัวของสารเภสัชรังสีในอวัยวะหรือบริเวณที่สนใจ ภาพถ่ายที่ได้จะเป็นภาพ 2 มิติหรือเรียกว่า planar imaging ซึ่งนิยมใช้มากในปัจจุบันมีส่วนประกอบและหลักการทำงาน ดังรูปที่ 1 โดยเมื่อรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสีหรือผู้ป่วยผ่านคอลลิเมเตอร์เข้าไปตกกระทบกับผลึกเรืองแสง NaI(Tl) จะเกิดปฏิกิริยาเรืองแสงเกิดขึ้นในผลึก โดยมีขอบเขตของการเรืองแสงเหมือนกับการกระจายของสารกัมมันตรังสีในตัวผู้ป่วย แสงที่เกิดขึ้นจะผ่านไปทีลอด Photomultiplier (PM Tubes) ที่เรียงรายอยู่ด้านหลังผลึก โดยมีวงจรวัดเล็ททอนิกส์ที่เรียก position logic circuits คำนวณหาตำแหน่งของการเรืองแสงที่เกิดขึ้นในผลึก สัญญาณที่ได้จะถูกคัดเลือกโดยวงจร pulse height analyzer และนำภาพไปแสดงบนจอภาพ ซึ่งภาพที่แสดงจะมีตำแหน่งและรูปร่างสอดคล้องกับการกระจายของสารกัมมันตรังสีในตัวผู้ป่วย



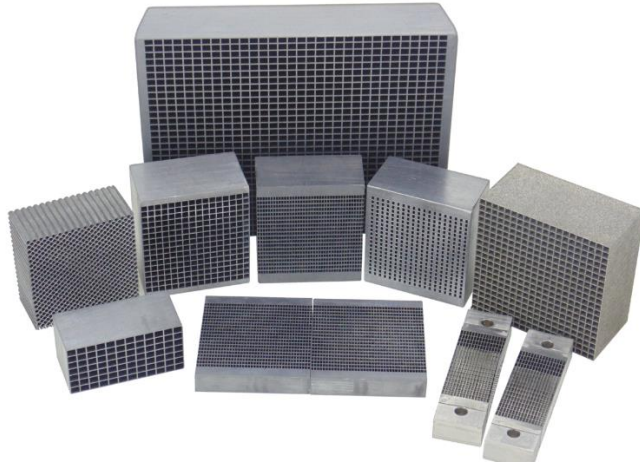
รูปที่ 1 ภาพส่วนประกอบของเครื่อง Gamma Camera  
(ที่มา: <https://radiologykey.com/nuclear-medicine-3/>)

เครื่องแกมมา คาเมราประกอบด้วย (Simon R. Cheery, 2012)

### 1) คอลลิเมเตอร์ (collimator)

เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ด้านหน้าของผลึกเรืองแสง โดยยอมให้รังสีหรือโฟตอนที่มีทิศทางในแนวรูคอลลิเมเตอร์ผ่านเข้าไป ทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้นในผลึก แต่ถ้ารังสีเข้ามาในทิศทางอื่นจะดูดกลืนในผนังของคอลลิเมเตอร์ คอลลิเมเตอร์ทำด้วยสารที่มีเลขอะตอมสูง ความ

หนาแน่นสูง เช่น ตะกั่ว หรือ ทังสแตน (ดังรูปที่ 2) คอลลิเมเตอร์มีหลายชนิดแล้วแต่จุดประสงค์ของการถ่ายภาพ ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป

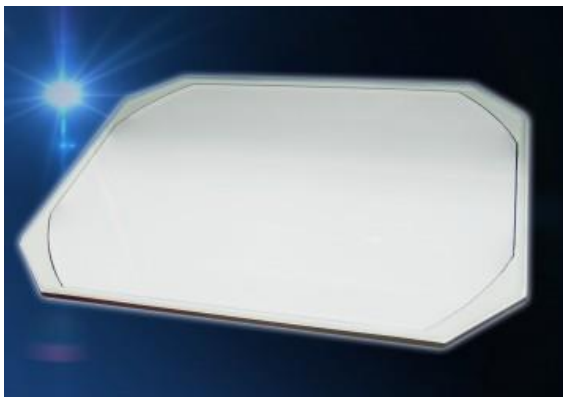


**รูปที่ 2** ภาพ Collimator

(ที่มา: <https://www.nuclear-shields.com/parallel-hole-colimator.html>)

## 2) ผลึกเรืองแสง NaI(Tl)

ผลึกเรืองแสงทำหน้าที่เพื่อเปลี่ยนรังสีแกมมาเมื่อผ่านคอลลิเมเตอร์เข้ามาให้เป็นโฟตอนแสง ผลึกเรืองแสงที่นิยมใช้สำหรับเครื่องแกมมา คานะวาคือผลึก NaI(Tl) (ดังรูปที่ 3) โดยมีความหนาตั้งแต่ 3/8 นิ้วหรือ 9.5 มม. ถึง 1 นิ้ว ผลึกยิ่งหนาประสิทธิภาพในการนับวัดรังสียิ่งมาก ในขณะที่ resolution ของภาพจะแยลงเนื่องจากเกิด scatter ในผลึกมากขึ้น ความผิดพลาดในการคำนวณหาตำแหน่งจึงมากขึ้น

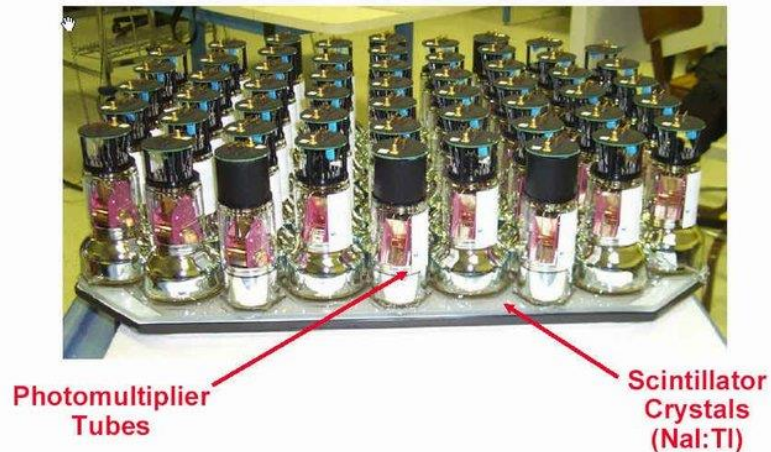


**รูปที่ 3** ภาพผลึกเรืองแสง NaI(Tl)

(ที่มา: <https://www.crystals.saint-gobain.com/products/nuclear-imaging>)

### 3) หลอด Photomultiplier (PM tubes)

ทำหน้าที่เปลี่ยนจากโฟตอนแสงในผลึกเรืองแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อไปวิเคราะห์สัญญาณต่อไป หลอด PM เป็นหลอดแก้วสุญญากาศมีด้านหน้าซึ่งประกบติดกับผลึก NaI(Tl) (ดังรูปที่ 4) มีหน้าต่างให้โฟตอนแสงเข้ามาโดยเป็นแผ่นโลหะผสมที่ปล่อยอิเล็กตรอนออกง่าย เช่น CsSb เป็นต้น ซึ่งส่วนนี้จะเรียก Photocathode อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะเรียก Photoelectron และพลังงานรังสีแกมมาทุก 1 keV ทำให้เกิดประมาณ 20-30 โฟตอนแสงในผลึก แต่ละหลอด PM จะมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการวิเคราะห์สัญญาณเชื่อมต่ออยู่ได้แก่ preamplifier, หน่วยคัดเลือกสัญญาณ (pulse height analyzer), auto-tuning และ pulse pileup rejection เป็นต้น เพื่อให้การบิดเบี้ยวของสัญญาณที่เกิดจากสายเคเบิลมีน้อยที่สุด ผลึก NaI(Tl) และหลอด PM พร้อมทั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะบรรจุรวมกันอยู่ในหัววัดรังสีซึ่งทำด้วยวัสดุป้องกันแสงและรังสีรั่วเข้าไป

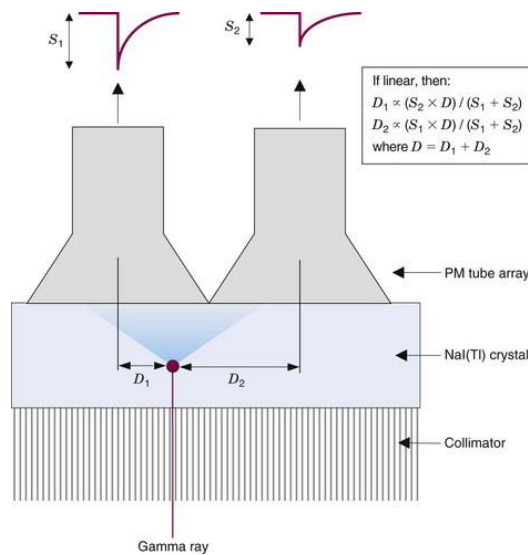


รูปที่ 4 ภาพหลอด PM

(ที่มา: [https://www.researchgate.net/publication/4224248\\_Improved\\_gamma\\_camera\\_performance\\_using\\_event\\_positioning\\_method\\_based\\_on\\_distance\\_dependent\\_weighting](https://www.researchgate.net/publication/4224248_Improved_gamma_camera_performance_using_event_positioning_method_based_on_distance_dependent_weighting))

### 4) วงจร Position logic circuit

ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งของสัญญาณ (ดังรูปที่ 5) และทำให้ resolution ของภาพดีขึ้น โดยสัญญาณโฟตอนแสงที่เกิดขึ้นในผลึกจะถูกบันทึกโดยหลอด PM ที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่เกิดการเรืองแสงมากที่สุดและที่อยู่บริเวณรอบๆ



รูปที่ 5 ภาพแสดงการคำนวณหาตำแหน่งการเรืองแสงที่เกิดขึ้นในผลึกที่มีหลอด PM

(ที่มา: <https://radiologykey.com/the-gamma-camera-basic-principles/>)

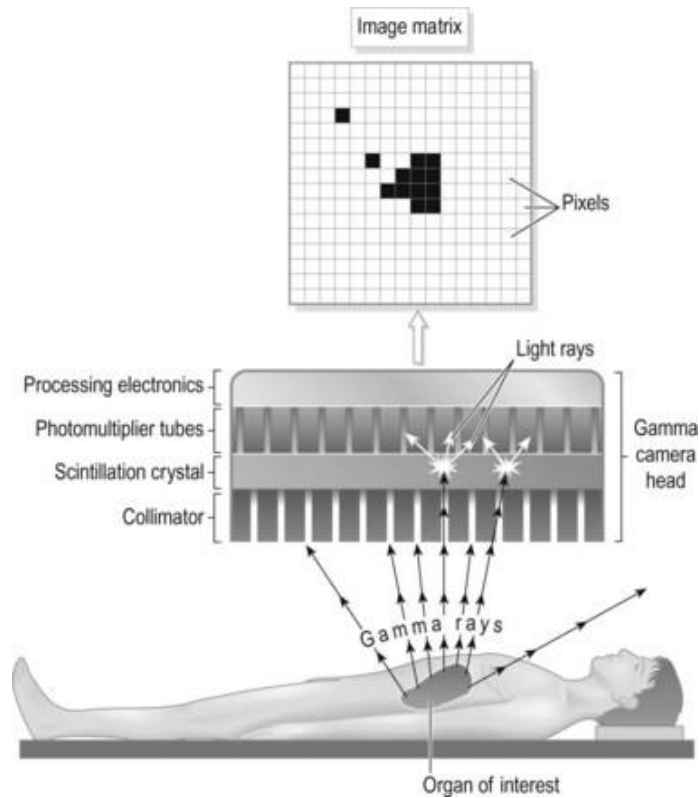
#### 5) หน่วยคัดเลือกสัญญาณ (Pulse height analyzer)

ในการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาพที่ต้องการคือภาพที่ได้จากรังสีแกมมา หรือโฟตอนที่ออกจากแหล่งกำเนิดรังสีผ่านคอลลิเมเตอร์เข้าไปทำปฏิกิริยาในผลึกโดยตรง (primary photon) แต่ในความเป็นจริง รังสีที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดรังสีบางส่วนจะมีการ scatter ดังนั้นสัญญาณที่มาจากหลอด PM จะเข้ามายังหน่วยคัดเลือกสัญญาณ เพื่อมาแยก scatter ออก เมื่อคัดเลือกสัญญาณเรียบร้อยแล้วสัญญาณจะถูกส่งไปแสดงยังจอแสดงผลภาพ (monitor)

#### 6) หน่วยเก็บข้อมูลและแสดงผล

สัญญาณที่ออกจากหลอด PM จะผ่านการแปลงสัญญาณจาก analog ให้เป็นสัญญาณ digital โดย Analog-to-Digital Converter (ADC) เมื่อสัญญาณที่ผ่านการคัดเลือกหน่วยคัดเลือกสัญญาณแล้ว คำนับวัดนี้จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำซึ่งแบ่งเป็นหน่วยเล็กๆที่เรียกว่า เมทริกซ์ (matrix) และตำแหน่งของเมทริกซ์จะสอดคล้องกับตำแหน่งของพิกเซลของภาพ (ดังรูปที่ 6) ในแต่ละพิกเซลจะแสดงค่านับวัดที่วัดได้โดยสัมพันธ์กับปริมาณรังสีที่เข้ามาทำปฏิกิริยาในผลึก และค่านับวัดนี้จะเปลี่ยนเป็นความเข้มของแสงที่แสดงบนจอ



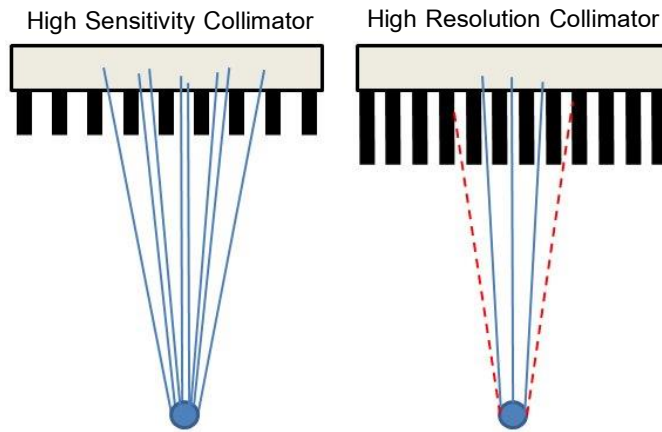


รูปที่ 6 ภาพแสดงตำแหน่งของเมทริกซ์จะสอดคล้องกับตำแหน่งของพิกเซลของภาพ  
(ที่มา: <https://radiologykey.com/nuclear-medicine-imaging-2/>)

### 11.3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาพ

#### 1) ชนิดของคอลลิเมเตอร์ (รูปที่ 7)

- General purpose จะให้ ภาพที่มี resolution และ sensitivity ในการนับวัดปานกลาง
- High resolution จะให้ภาพที่มี resolution ดีขึ้นแต่ sensitivity ในการนับวัดจะลดลง
- High sensitivity จะให้ sensitivity ในการนับวัดดีขึ้นแต่ resolution ของภาพแย่ลง

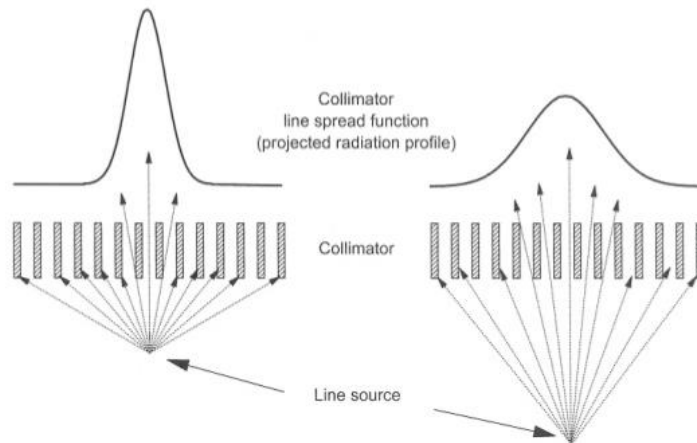


รูปที่ 7 ภาพแสดงการเปรียบเทียบชนิดของคอลลิเมเตอร์

(ที่มา: [https://www.researchgate.net/publication/236335391\\_Patient-specific\\_internal\\_dose\\_calculation\\_techniques\\_for\\_clinical\\_use\\_in\\_targeted\\_radionuclide\\_therapy](https://www.researchgate.net/publication/236335391_Patient-specific_internal_dose_calculation_techniques_for_clinical_use_in_targeted_radionuclide_therapy))

2) ระยะห่างระหว่างผู้ป่วยหรือวัตถุกับผิวหน้าของคอลลิเมเตอร์

ระยะห่างระหว่างผู้ป่วยหรือวัตถุกับผิวหน้าของคอลลิเมเตอร์หมายถึงเส้น resolution ของภาพยิ่งดี (ดังรูปที่ 8) ระยะที่ดีที่สุดคือระยะที่วัตถุติดกับคอลลิเมเตอร์ (ระยะห่างเป็นศูนย์)

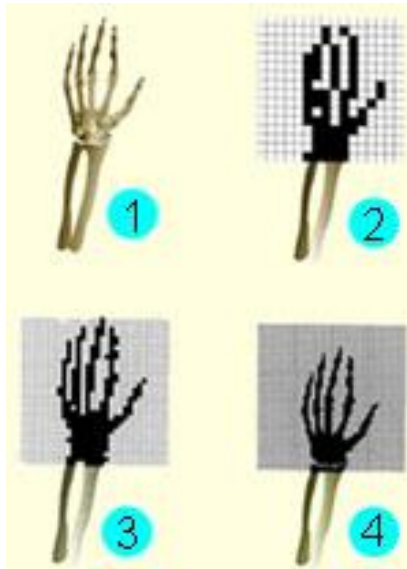


รูปที่ 8 ภาพแสดงการเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างผู้ป่วยหรือวัตถุกับผิวหน้าของคอลลิเมเตอร์

(ที่มา: [http://courses.washington.edu/bioen508/Lecture4-RadPhysNucMed\\_partC.pdf](http://courses.washington.edu/bioen508/Lecture4-RadPhysNucMed_partC.pdf))

### 3) ขนาดเมทริกซ์

ขนาดของเมทริกซ์ยิ่งมาก resolution ของภาพยิ่งดีดังแสดงในรูปที่ 9 เช่น เมทริกซ์ขนาด 256 x 256 จะให้ภาพที่มี resolution ดีกว่า เมทริกซ์ขนาด 128 x 128 ดังนั้นการตั้งขนาดของเมทริกซ์ขึ้นกับความต้องการรายละเอียดของภาพ



รูปที่ 9 ภาพถ่ายมือ (1) เมื่อเพิ่มขนาดของเมทริกซ์จากรูปที่ (2), (3), (4) resolution ของภาพจะดีขึ้น (ที่มา: Powsner RA, Powsner ER. Essentials of Nuclear Medicine Physics, 1998)

#### 11.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

M I Saripana, K Wellsa, M Petroua, M Alnafeab, และ M Guyc (2014) ได้วิจัยเรื่อง Design of a Multihole Collimator Gamma Camera Model for use in Monte Carlo Simulation เป็นการจำลองเครื่องแกมมาคาเมราโดยใช้ซอฟต์แวร์ MCNPX ร่วมกับการใช้โปรแกรม MCNP หรือ Matlab เพื่อจำลองการเกิดปฏิกิริยาภายในหัววัดรังสี (detector) ของรังสีแกมมา และจำนวนโฟตอนที่เข้าสู่หลอด photomultiplier ประมาณโดยการแทนค่าที่เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อออกแบบคอลลิเมเตอร์ที่จะนำมาใช้กับเครื่องแกมมาคาเมรา

T.-B. Chen, Z.-H. Wang, R. Zhou, C.-W. Yang (2018) ได้วิจัยเรื่อง Simulation Study of Gamma Camera Detector Based on MURA Coding Board เป็นการจำลองเครื่องแกมมาคาเมราด้วยซอฟต์แวร์ Geant4 ซึ่งประกอบด้วยคอลลิเมเตอร์หน่วยวัดสัญญาณ และหน่วยแสดงผลตำแหน่งของเมทริกซ์ที่สอดคล้องกับแหล่งกัมมันตรังสีที่ถูกจำลองและการสร้างภาพขึ้นใหม่ เพื่อศึกษาการถ่ายภาพด้วยเครื่องแกมมาคาเมราของแหล่งกำเนิดรังสีที่แตกต่างกันที่จำลองขึ้นมา โดยการถ่ายภาพที่ระยะและมุมต่างๆ ตามลำดับ

Wonjoong Cheon, Minseok Cho, Seungwan Cho Youngju และ Yong hyun Chung (2018) ได้ทำวิจัยเรื่อง Development of Gamma-camera Simulator using Pressure Sensor เป็นการจำลองเครื่องแกมมาคาเมรา โดยใช้ Pressure sensor และ Arduino circuit เพื่อศึกษาหลักการทำงานของเครื่องแกมมาคาเมรา

## 12. ระเบียบวิธีวิจัย ให้ระบุรายละเอียดต่อไปนี้

### 12.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) แบบ 1 กลุ่ม ทำการวัดก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest-posttest design)

### 12.2 ประชากรและ กลุ่มตัวอย่าง

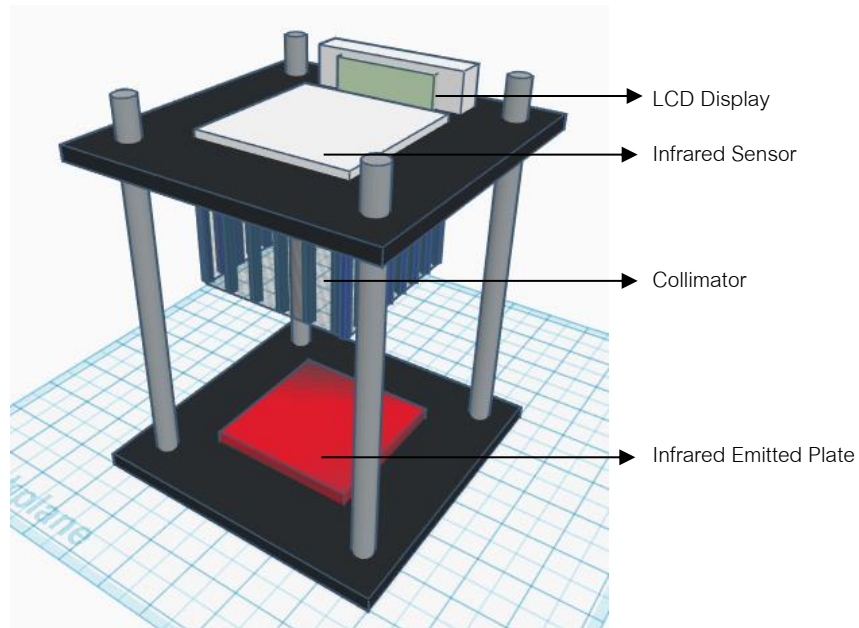
ประชากร ได้แก่ นักศึกษาคณะรังสีเทคนิคชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยรังสิต

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา RTN321 อุปกรณ์เวชศาสตร์นิวเคลียร์ และ RTN322 เทคนิคการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์ ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยคัดเลือกนักศึกษาที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และอ่อนอย่างละ 10 คน รวมเป็นจำนวน 30 คน

### 12.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) ชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ลักษณะดังรูปที่ 10 โดยโครงสร้างของชุดทดลองจะเป็นโครงสร้างอลูมิเนียม และมีส่วนประกอบต่างๆ ของชุดทดลอง ดังนี้

- Infrared Emitted Plate ที่ทำจาก Infrared LED สำหรับจำลองแหล่งกำเนิดรังสีหรือผู้ป่วยที่ได้รับสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกาย
- Infrared Sensor ใช้รับสัญญาณจาก Infrared Emitted Plate เป็นส่วนที่ใช้จำลองการทำงานของผลึกเรืองแสง หลอด PM และหน่วยแสดงผล
- ชุด Collimator จำนวน 3 ขนาด สำหรับศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภาพ
- LCD Display เป็นส่วนแสดงการตั้งค่าต่างๆ ของชุดทดลอง
- Arduino circuit ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของชุดทดลองให้เป็นไปตามหลักการทำงานของเครื่องแกมมา คาเมรา



รูปที่ 10 ภาพแสดงโครงร่างชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด

ชุดทดลองจะทำขึ้นมาทั้งหมด 4 ชุด โดยแต่ละชุดการทดลองจะมีการจำลองแหล่งกำเนิดรังสีที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาหลักการทํางาน และปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่แตกต่างกัน ทั้งชนิดของคอลลิเมเตอร์, ระยะเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพ และขนาดของเมทริกซ์

2) คู่มือปฏิบัติการ เรื่อง การถ่ายภาพด้วยเครื่องแกมมาคาเมรา ที่เรียบเรียงโดยผู้วิจัย ที่ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้ ส่วนประกอบของเครื่องแกมมาคาเมรา หลักการการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ด้วยเครื่องแกมมาคาเมรา วัตถุประสงค์การทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (ชุดทดลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น) วิธีการทดลอง ตารางบันทึกผล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง ซึ่งคู่มือนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อทดสอบหาประสิทธิผลและประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3) แบบวัดความรู้ก่อนและหลังเรียน ด้วยชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด ลักษณะข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ (multiple choices) 5 ตัวเลือก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Consistency) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยลงทะเบียนเรียนวิชา RTN321 อุปกรณ์เวชศาสตร์นิวเคลียร์ และ RTN322

เทคนิคการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์จำนวน 30 คน (กลุ่ม Try out) หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพ ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 -0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และนำมาทดสอบกับกลุ่ม Try out อีกครั้งโดยสลับข้อคำถาม เพื่อคำนวณหาความเชื่อโดยวิธี Kuder-Richardson 20 (KR-20) ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ

4) แบบประเมินทักษะการใช้ชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด ลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Consistency) แล้วคัดเลือกคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยลงทะเบียนเรียนวิชา RTN321 อุปกรณ์เวชศาสตร์นิวเคลียร์ และ RTN322 เทคนิคการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์จำนวน 30 คน (กลุ่ม Try out) เพื่อคำนวณหาความเชื่อโดยวิธี Cronbach Alpha's coefficient ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

5) แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด ลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามด้านลักษณะทางกายภาพและด้านการนำไปใช้งาน และส่วนที่ 2 ให้ผู้เรียนเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Consistency) แล้วคัดเลือกคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยลงทะเบียนเรียนวิชา RTN321 อุปกรณ์เวชศาสตร์นิวเคลียร์ และ RTN322 เทคนิคการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์จำนวน 30 คน (กลุ่ม Try out) เพื่อคำนวณหาความเชื่อโดยวิธี Cronbach Alpha's coefficient ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

6) แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามด้านเนื้อหาในคู่มือปฏิบัติการ และการสร้างชุดทดลอง และส่วนที่ 2 ให้ผู้เชี่ยวชาญเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

#### 12.4 วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเสร็จจะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ชุดทดลองและคู่มือปฏิบัติการ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนในสัปดาห์แรก ดำเนินการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 – 8 เมื่อทดลองเสร็จจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินความพึง

พอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด

## 12.5 การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ต้องระบุสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย (ถ้ามี)

1) การประเมินคุณภาพของชุดทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยผู้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) และมาตราส่วนประมาณค่า โดยค่าระดับประเมิน 5 ระดับดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00	แสดงความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49	แสดงความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49	แสดงความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49	แสดงความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.40	แสดงความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อยที่สุด

2) ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้ t-test แบบ One group sample

3) คะแนนความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด นำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) และมาตราส่วนประมาณค่า โดยค่าระดับประเมิน 5 ระดับดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.40	หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

## 12.6 วิธีการดำเนินงานตลอดโครงการ

1) พัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด คู่มือปฏิบัติการ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อสร้างเสร็จแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ นำมาแก้ไขปรับปรุงหากมีข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะ

2) นำชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด มาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

3) เก็บข้อมูลแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียน (pretest) โดยใช้แบบวัดความรู้ก่อนและหลังเรียน ด้วยชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด ลักษณะข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ (multiple choices) จำนวน 20 ข้อ

4) ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างใช้ชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดตามคู่มือปฏิบัติการ

5) เก็บข้อมูลแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน (posttest) โดยใช้แบบวัดความรู้ก่อนและหลังเรียน ด้วยชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด ลักษณะข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ (multiple choices) จำนวน 20 ข้อ (ข้อสอบชุดเดียวกันกับ pretest)

6) เก็บข้อมูลแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้แบบประเมินทักษะการใช้ชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด

7) เก็บข้อมูลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรด

8) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแปลผลเพื่อสรุปเป็นรายงานวิจัยต่อไป

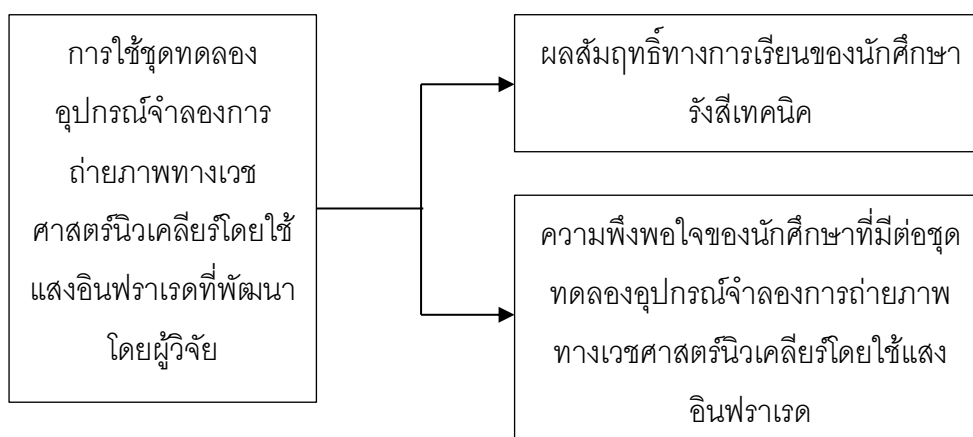
### 13. ขอบเขตของการวิจัย

#### 13.1 สมมติฐานการวิจัย

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษารังสีเทคนิคหลังเรียนโดยใช้ชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดสูงกว่าก่อนเรียน

2) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยใช้แสงอินฟราเรดอยู่ในระดับมาก

#### 13.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย





## 14. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

กิจกรรม	ปีการศึกษา 2563											
	มิถุนายน 63	กรกฎาคม 63	สิงหาคม 63	กันยายน 63	ตุลาคม 63	พฤศจิกายน 63	ธันวาคม 63	มกราคม 64	กุมภาพันธ์ 64	มีนาคม 64	เมษายน 64	พฤษภาคม 64
1. เขียนโครงการวิจัย	←→											
2. พัฒนาเครื่องมือและวิจัยทดสอบเครื่องมือ		←→										
3. ดำเนินการวิจัย							←→					
4. วิเคราะห์และอภิปรายผล									←→			
5. เขียนรายงานการวิจัย											←→	

## 15. งบประมาณ

รายการ	ราคา (บาท)
<b>1. หมวดค่าตอบแทน</b>	
1.1 ค่าตอบแทนที่ปรึกษาโครงการ 1 คน (บุคคลภายในมหาวิทยาลัย)	1,000
<b>2. หมวดค่าวัสดุ</b>	
2.1 วัสดุสำหรับทำชุดทดลองจำนวน 4 ชุด*ๆ ละ 22,600 บาท โดยรายละเอียดต่อ 1 ชุด ทดลองมีดังนี้	90,400
<ul style="list-style-type: none"> <li>● จอภาพ LCD แบบ 4 บรรทัด (200 บาท)</li> <li>● Arduino Mega (500 บาท)</li> <li>● Infrared LED 400 ดวง (4,000 บาท)</li> <li>● Photo transistor 100 ชิ้น (2,500 บาท)</li> <li>● ค่าทำ PCB ของ Emitter (4,000 บาท)</li> <li>● ค่าทำ PCB ของ sensor (1,000 บาท)</li> <li>● ค่าตัด Laser แผ่น acrylic ของ Emitter (1,200 บาท)</li> <li>● ค่าตัด Laser แผ่น acrylic ของ sensor (300 บาท)</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Controller and Power supply (500 บาท)</li> <li>● ค่าทำโครงสร้าง (3,000 บาท)</li> <li>● Collimator 10x10 matrix size จำนวน 3 ขนาด (5,400 บาท)</li> </ul>	
2.2 สายไฟ ตะกั่ว อุปกรณ์เบ็ดเตล็ด	1,500
2.3 ค่าจ้างประกอบชิ้นงาน	10,000
<b>3. หมวดค่าใช้จ่าย</b>	
3.1 ค่าจัดทำแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูล (ชุดละ 20 บาท x 65 ชุด)	1,300
3.2 ค่าจ้างพิมพ์งาน สำเนาเนื้อหา และเข้าเล่ม เหม่าจ่าย	5,000
3.4 ค่าพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (เฉพาะกรณีงานวิจัยทั่วไปที่มีการสร้างหรือพัฒนาเครื่องมือฯ ขึ้นใหม่) เหม่าจ่าย	5,000
3.5 ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด เหม่าจ่าย	1,000
<b>รวมเป็นเงินที่หัวหน้าโครงการได้รับ</b>	<b>115,200</b>
<b>4. อื่นๆ(จ่ายในนาม ศสพ.)</b>	
4.1 ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิตรวจประเมินบทความวิจัย 2 ท่าน (เฉพาะกรณีที่ตีพิมพ์บทความในวารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต)	2,000
4.2 ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิตรวจประเมินข้อเสนอโครงการวิจัย	1,000
4.3 ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิตรวจประเมินบทความย่อ ไทย-อังกฤษ	200
4.4 ค่าสมนาคุณโครงการวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์(จ่ายให้หัวหน้าโครงการ)	3,000
4.5 ค่าใช้จ่ายในการเผยแพร่และนำเสนอผลงานวิจัย(จ่ายให้หัวหน้าโครงการ)	10,000
<b>รวมเป็นเงินทั้งสิ้น</b>	<b>131,400</b>

\*หมายเหตุ จำนวนชุดทดลองสามารถปรับลดจำนวนลงได้ตามความเหมาะสม โดยคำนึงถึงจำนวนรวมของเงินทุนที่ได้รับทั้งหมด และเพื่อให้ได้ชุดทดลองที่สามารถศึกษาปัจจัยต่างๆ ได้ครบอย่างมีประสิทธิภาพ

## 16. เอกสารอ้างอิง

Paul E. Christian, และ Kristen M. Waterstram-Rich. (2007). *Nuclear Medicine and PET/CT Technology and Techniques*. St Louis: Elsevier - Health Sciences Division.

M I Saripana, K Wells, M Petrou, M Alnafea, และ M Guy. (2014). *Design of a Multihole Collimator Gamma Camera Model for use in Monte Carlo Simulation*. เข้าถึงได้

จาก researchgate: <https://www.researchgate.net/publication/228740388>

- Simon R. Cherry, James A. Sorenson, และ Michael E. Phelps. (2012). *Physics in Nuclear Medicine*. Philadelphia: Elsevier - Health Sciences Division.
- T.-B. Chen, Z.-H. Wang, R. Zhou, และ C.-W. Yang. (2018). Simulation Study of Gamma Camera Detector Based on MURA Coding Board. *Hedianzixue Yu Tance Jishu/Nuclear Electronics & Detection Technology*, 54-59.
- Wonjoong Cheon, Minseok Cho , Seungwan Cho Youngju, และ Yong hyun Chung. (2018). Development of Gamma-camera Simulator using Pressure Sensor module. Yonsei University, Seoul, Korea.
- จิราภรณ์ โตเจริญชัย. (2545). เครื่องมือถ่ายภาพ. ใน จิราภรณ์ โตเจริญชัย, ภาวนา ภูสุวรรณ, และ รัชชัย ชัยวัฒน์รัตน์, *เทคโนโลยีทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์* (หน้า 61-73). กรุงเทพมหานคร: พี.เอ.ลีฟวิ่ง.
- दनัย ปัตตพงศ์. (2560). *KM : Knowledge management by Dr.Danai Pattaphongse*. เข้าถึงได้จาก <http://it.nation.ac.th/faculty/danai/>
- รัชชัย ชัยวัฒน์รัตน์. (2563). *เวชศาสตร์นิวเคลียร์คืออะไร*. เข้าถึงได้จาก สาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชา/ฝ่ายรังสีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: [http://radiology.md.chula.ac.th/nuclearmedicine/?page\\_id=122](http://radiology.md.chula.ac.th/nuclearmedicine/?page_id=122)
- ปราณี มีหาญพงษ์, และ กรรณิการ์ ฉัตรดอกไม้ไพร. (2561). การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยทางการแพทย์. *วารสารพยาบาลทหารบก*, 9-15.
- วรรณิ แก้มเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศรี เอื้อรัตนวงศ์, และ ศันสนีย์ จะสุวรรณ. (2559). การบริหารจัดการเพื่อพัฒนาคุณลักษณะของนักศึกษาสาขารังสีเทคนิคตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา. *วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 233-260.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. (2526). *สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ลงนาม \_\_\_\_\_ ผู้เสนอโครงการ  
(นางสาวสุนทรีย์ ศรีวงศ์ตา)

17. ความเห็นของหัวหน้าภาควิชา/หัวหน้าสาขาวิชา/หัวหน้าหน่วยงาน

---

---

---

---

ลงนาม \_\_\_\_\_  
( \_\_\_\_\_ )

18. ความเห็นของคณะกรรมการประจำคณะ (ลงนามโดยคณบดี)

---

---

---

---

ลงนาม \_\_\_\_\_  
( รองศาสตราจารย์มานัส มงคลสุข )



## ประวัตินักวิจัย

**โครงการวิจัย**    การพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยการ  
ใช้แสงอินฟราเรด

ชื่อ – สกุล (ภาษาไทย)    นางสาวสุนทรี ศรีวงศ์ตา  
(ภาษาอังกฤษ)    Miss. Soontaree Sriwongta

วัน เดือน ปีเกิด    19 เมษายน 2527

ตำแหน่ง     อาจารย์     ผศ.     รศ.     ศ.     อื่นๆ \_\_\_\_\_

การศึกษา     ไม่ได้อยู่ระหว่างศึกษาต่อ     อยู่ระหว่างศึกษาต่อ

สถานภาพในโครงการวิจัย  หัวหน้าโครงการ     ผู้ร่วมวิจัย     ผู้ช่วยวิจัย

ที่อยู่ (ที่ทำงาน)    คณะรังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยรังสิต อาคาร 10 ชั้น 10

เลขที่ 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง

จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12000

โทรศัพท์ 0-2997-2200 ต่อ 1704, 1711    โทรสาร 0-2997-2200 ต่อ 1723

ที่อยู่ (ที่บ้าน)    71/137 หมู่บ้านคัทลียาวิลล์ ซอย 8 ลำลูกกา 49 ถนนลำลูกกา ตำบลลาดสวาย

อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12150

โทรศัพท์ 061-553-6141

E-mail Address [soontaree.s@rsu.ac.th](mailto:soontaree.s@rsu.ac.th)

ประวัติการศึกษา(เรียงจากคุณวุฒิสูงสุดก่อน)

วุฒิการศึกษา	สาขา	คณะ	สถาบัน	ปีที่สำเร็จ
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต	รังสีเทคนิค	เทคนิคการแพทย์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2551
วิทยาศาสตรบัณฑิต	รังสีเทคนิค	เทคนิคการแพทย์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2549

ผลงานวิจัย

ชื่อโครงการ	แหล่งเงินทุน	ระยะเวลาโครงการ	สัดส่วนเวลาทำงานในโครงการของท่าน (%)

ท่านมีเวลาในการทำวิจัย ประมาณสัปดาห์ละ 8 ชั่วโมง

ลงชื่อ \_\_\_\_\_

(นางสาว สุนทรีย์ ศรีวงศ์ตา)

วันที่ \_\_\_\_\_



### ประวัตินักวิจัย

**โครงการวิจัย** การพัฒนาชุดทดลองอุปกรณ์จำลองการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยการ  
ใช้แสงอินฟราเรด

ชื่อ – สกุล (ภาษาไทย) นายจักรวาล พานิชโยทัย  
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Jakrawut Panityotai

วัน เดือน ปีเกิด 6 เมษายน 2503

ตำแหน่ง  อาจารย์  ผศ.  รศ.  ศ.  อื่นๆ \_\_\_\_\_

การศึกษา  ไม่ได้อยู่ระหว่างศึกษาต่อ  อยู่ระหว่างศึกษาต่อ

สถานภาพในโครงการวิจัย  หัวหน้าโครงการ  ผู้ร่วมวิจัย  ผู้ช่วยวิจัย

ที่อยู่ (ที่ทำงาน) คณะรังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยรังสิต อาคาร 10 ชั้น 10

เลขที่ 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง  
จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12000

โทรศัพท์ 0-2997-2200 ต่อ 1704 โทรสาร 0-2997-2200 ต่อ 1723

ที่อยู่ (ที่บ้าน) 214 ถนนตีทอง แขวงวัดราชบพิธ เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร  
รหัสไปรษณีย์ 10200

โทรศัพท์ 085-993-4086

E-mail Address jakrawut.p@rsu.ac.th

ประวัติการศึกษา(เรียงจากคุณวุฒิสูงสุดก่อน)

วุฒิการศึกษา	สาขา	คณะ	สถาบัน	ปีที่สำเร็จ
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	นิวเคลียร์ เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2533
วิทยาศาสตร์บัณฑิต	รังสีเทคนิค	เทคนิคการแพทย์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2525

### ผลงานวิจัย

ชื่อโครงการ	แหล่งเงินทุน	ระยะเวลาโครงการ	สัดส่วนเวลาทำงานในโครงการของท่าน (%)
1. การพัฒนาสร้างเครื่องมือทดสอบวงจรบัสเตอริชของค่าโพลาริเซชันและสนามไฟฟ้าสำหรับวัสดุเฟอร์โรอิเล็กทริก	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	1 ปี	10%

2. เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์เสมือนจริงพร้อมระบบหยุดการหมุนโรเตติงแอนโด	มหาวิทยาลัยรังสิต	1 ปี	70%
--	-------------------	------	-----

ท่านมีเวลาในการทำวิจัย ประมาณสัปดาห์ละ 6 ชั่วโมง

ลงชื่อ

(นายจักรวาล พานิชโยทัย)

วันที่ \_\_\_\_\_