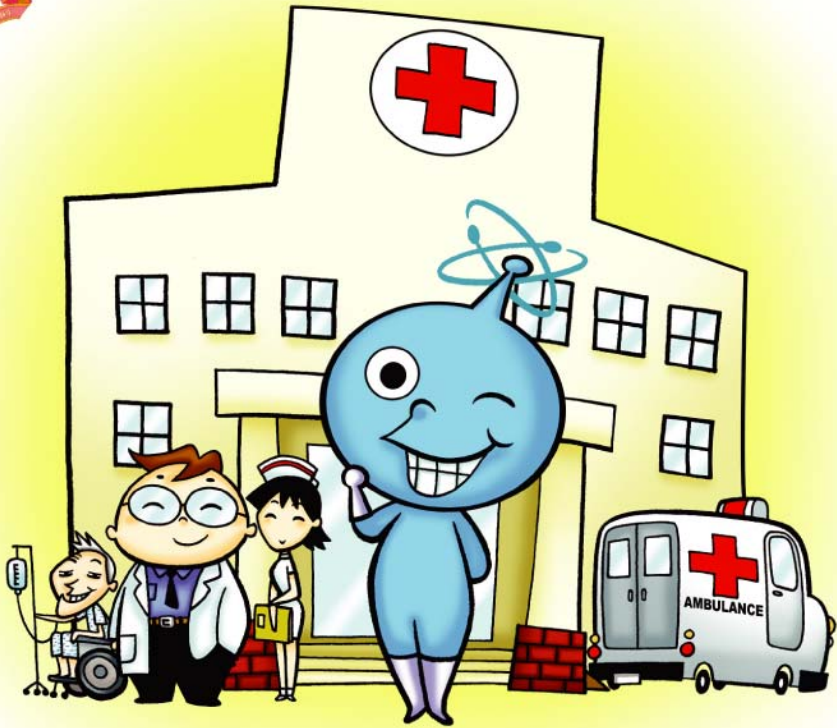




# คุณหมออะตอม



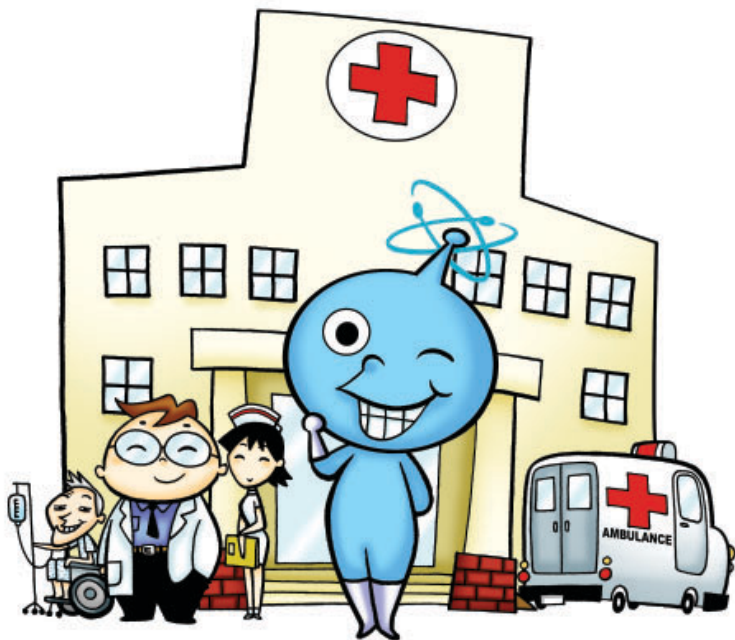
“อะตอม...เพื่ออนาคต”

สื่อความเรื่องพลังงานนิวเคลียร์





# កុំភ័យខ្លាចព័ត៌មាន





ตราสัญลักษณ์งานเฉลิมพระเกียรติ  
เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา  
๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐

# คำนำ

เนื่องในโอกาสมหามงคลที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงเจริญพระชนมพรรษา 80 พรรษา สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้สนองแนวพระราชดำริด้านการพัฒนาการศึกษาแก่เยาวชน ด้วยการจัดทำหนังสือชุด อะตอม...เพื่ออนาคต เพื่อเผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์

ปัจจุบันนานาประเทศทั่วโลกได้พัฒนาเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ให้ก้าวไกล เพื่อเป็นประโยชน์ต่อมนุษยโลกในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการเป็นพลังงานที่สำคัญ ทดแทนพลังงานจากน้ำมัน และเชื้อเพลิงธรรมชาติอื่นๆ ที่ใกล้จะหมดไป สำนักงานปรมาณู เพื่อสันติเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าวนี้ จึงมีความมุ่งมั่นจะสร้าง ฐานความรู้ ให้เกิดความเข้าใจและทัศนคติที่ดีแก่เยาวชนและ บุคคลทั่วไป เพื่ออนาคตของพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือชุด อะตอม...เพื่ออนาคต จะสามารถถ่ายทอดและสื่อสารให้ผู้อ่าน โดยเฉพาะเยาวชนได้เกิดความสนใจ และต่อยอดไปสู่การศึกษา เฉพาะทางในระดับสูง รวมทั้งประชาชนทั่วไปได้มีความเข้าใจ อย่างถูกต้องในเทคโนโลยีแขนงนี้ เพื่อการพัฒนาอย่างมุ่งมั่นต่อไป

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

# สารบัญ...



- 6 พลังงานนิวเคลียร์กับวงการแพทย์
- 9 ประโยชน์ด้านการตรวจและวินิจฉัยโรค
  - 9 การตรวจหาความผิดปกติของอวัยวะในร่างกายน
  - 16 การตรวจการทำงานของระบบอวัยวะ
  - 19 การตรวจปริมาณสารในร่างกายน



## 20 ประโยชน์ด้านการบำบัดรักษา



- 21 การฉายรังสีเพื่อการบำบัดรักษา
- 22 การใส่แร่หรือการฝังแร่



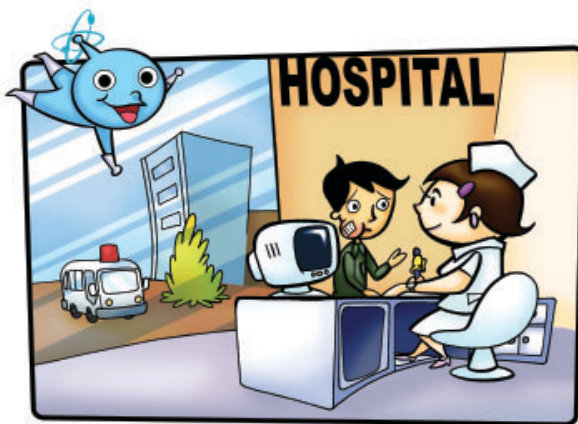
25 ประโยชน์ด้านการปลอดภัย  
ในผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

26 การปลอดภัยในเวชภัณฑ์

27 การปลอดภัยในเภสัชภัณฑ์

27 การปลอดภัยในเนื้อเยื่อ

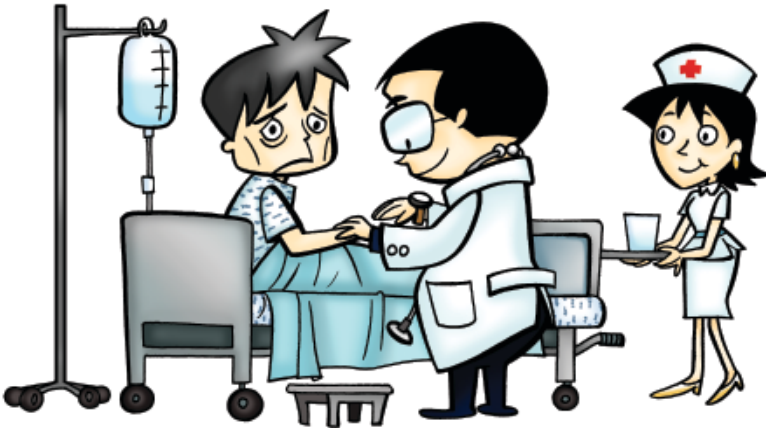
29 การผลิตไอโซโทปรังสี



# พลังงานนิวเคลียร์

## กับวงการแพทย์

การแพทย์มีเรื่องของอะตอมและพลังงานนิวเคลียร์เข้าไปเกี่ยวข้องอยู่ไม่น้อย ที่เรารู้กันเคยกันเป็นอย่างดี คือ การเอกซเรย์ อีกอย่างหนึ่งคือการฉายรังสีเพื่อรักษาโรคมะเร็ง บางคนคงเคยมีประสบการณ์ด้วยตนเอง แต่บางคนอาจจะเพียงเคยได้ยินหรือรู้จักสิ่งเหล่านี้ผ่านทางข่าวสารเท่านั้น



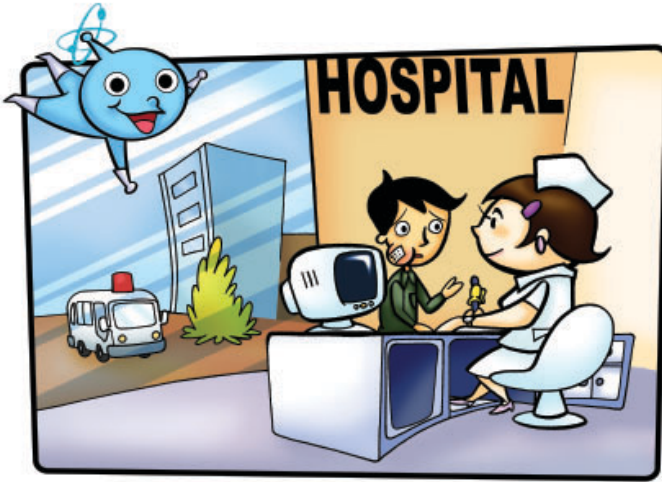


จริงๆ แล้ว พลังงานนิวเคลียร์มีบทบาทในวงการแพทย์มากกว่าที่เราคุ้นเคย และนับวันจะมีความสำคัญมากขึ้น เพราะทั้งนักวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์และบุคลากรทางการแพทย์ต่างพยายามหาวิธีนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด

การนำเอาพลังงานนิวเคลียร์ในรูปของสารรังสีมาใช้ ในทางการแพทย์เรียกวิทยาการแขนงนี้ว่า **เวชศาสตร์นิวเคลียร์** ที่ใช้กันมาก ได้แก่



- 1 **รังสีเอกซ์** เป็นรังสีที่มนุษย์ทำขึ้น ใช้ทั้งในการวินิจฉัยโรค และรักษาโรคมะเร็งระดับลึกเข้าไปจากผิวหนัง
- 2 **รังสีแกมมา** เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดจากการสลายของสารกัมมันตรังสี เช่น โคบอลต์-60 ซีเซียม-137 เป็นของแข็งใช้ในการรักษา ทั้งโดยการฉายรังสีและการใส่แร่
- 3 **รังสีบีตา** เกิดจากการสลายของสารกัมมันตรังสีในรูปของของแข็ง เช่น สตรอนเชียม-90 ใช้ในการรักษา ถ้าอยู่ในรูปของของเหลว ใช้ทั้งในการรักษาและวินิจฉัยโรค



- 4 **รังสีอิเล็กทรอนิกส์** ได้จากเครื่องเร่งอนุภาค ใช้รักษา มะเร็งที่อยู่ใกล้ผิวหนัง

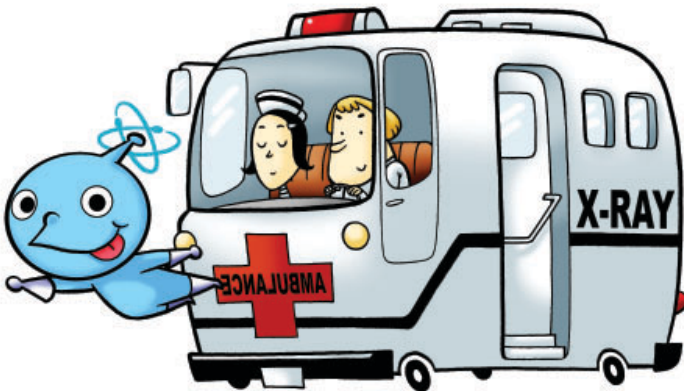
ต่อจากนี้คือประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ในรูปของรังสี ที่เรานำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์

# ประโยชน์ด้านการตรวจ และวินิจฉัยโรค

การนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์ด้านการตรวจและวินิจฉัยโรคเพื่อให้รู้อาการป่วยของผู้ป่วยที่มารับการตรวจร่างกายหรือรักษาอาการเจ็บป่วย ประกอบด้วย

## การตรวจหาความผิดปกติ ของอวัยวะในร่างกาย

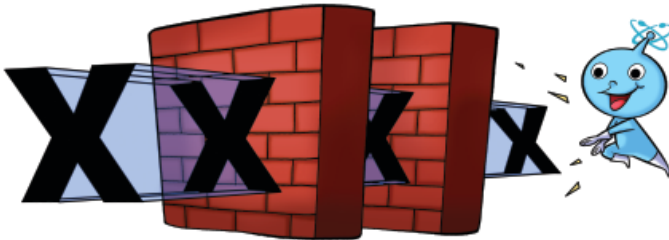
การตรวจหาความผิดปกติของอวัยวะภายในร่างกาย เช่น  
ฟัน ปอด กระดูก ทำได้ด้วย **การฉายเอกซเรย์**



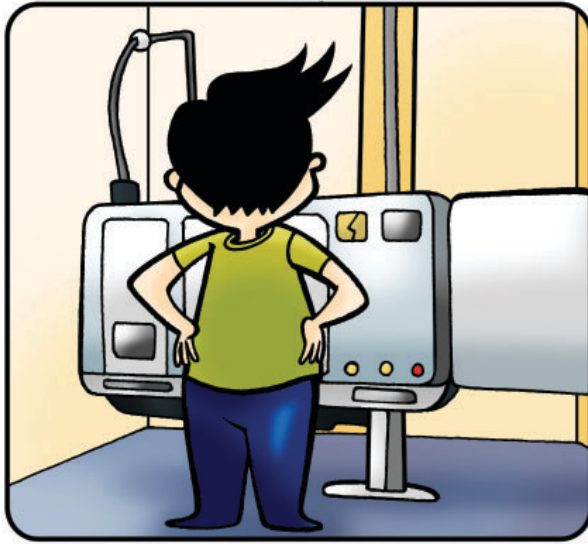
**การฉายเอกซเรย์คืออะไร** คงจะต้องมาทำความรู้จักกันเสียก่อน

### เริ่มต้นที่ รังสีเอกซ์

รังสีเอกซ์ เป็นรังสีชนิดหนึ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเช่นเดียวกับแสงสว่างธรรมดา รังสีเอกซ์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นสั้นมาก ความยาวของคลื่นอยู่ระหว่าง 0.04-1000 อังสตรอม หรืออยู่ระหว่างรังสีแกมมาและรังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์มีสมบัติคล้ายคลึงกับแสงสว่างธรรมดาแต่มีอำนาจทะลุทะลวงผ่านวัตถุต่างๆ ได้ ความสามารถทะลุทะลวงนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและน้ำหนักอะตอมของวัตถุที่มันผ่าน



รังสีเอกซ์เกิดขึ้นได้โดยการเร่งอนุภาคของอิเล็กตรอนให้มีความเร็วสูงเข้าไปชนเป้าโลหะหนัก อิเล็กตรอนดังกล่าวจะไปชนอิเล็กตรอนตัวอื่นๆ ที่อยู่วงโคจรของอะตอมของเป้าให้หลุดกระเด็นออกนอกวงโคจร ทำให้อิเล็กตรอนถูกหน่วงให้ช้าลงทันทีทันใดและปล่อยเป็นรังสีเอกซ์และความร้อนออกมา



**การทำงานของรังสีเอกซ์ในเครื่องเอกซเรย์** การตรวจดูความผิดปกติของอวัยวะภายในด้วยเครื่องเอกซเรย์นี้ นับได้ว่าเป็นเทคโนโลยีพื้นฐาน นั่นคือ ฉายรังสีจากต้นกำเนิดรังสีผ่านเข้าสู่ร่างกายในระยะเวลาสั้นๆ โดยกำหนดให้เพียงพอที่จะตรวจวินิจฉัยอวัยวะที่ต้องการเท่านั้น เมื่อรังสีเอกซ์ถูกฉายผ่านทะลุอวัยวะที่ต้องการแล้ว ก็จะไปทำปฏิกิริยากับฟิล์มเอกซเรย์ สิ่งที่เกิดขึ้นคือ ภาพบนฟิล์มแสดงเป็นเงาที่มีความเข้มหลายระดับ ที่เป็นดังนี้ เพราะเมื่อรังสีเอกซ์ทะลุผ่านเนื้อเยื่อที่มีความทึบต่ำ เช่น ปอด ความเข้มจะมาก ส่วนรังสีเอกซ์ที่ทะลุผ่านเนื้อเยื่อที่มีความทึบสูง ความเข้มจะน้อย





ผู้ค้นพบรังสีเอกซ์ คือ วิลเฮล์ม คอนราด เรินต์เกน นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน เมื่อค้นพบแล้ว เขาทดลองซ้ำอีกเพื่อสังเกตการทะลุทะลวงของรังสีนี้ผ่านกระดาษ โลหะ และรวมทั้งเนื้อหนังของคนเรา ภาพแรกที่เขาได้ทดลองฉายเอกซเรย์ คือ มือของภรรยา ของเขาเอง



ด้วยวิธีการเช่นนี้ फिल्मจากการฉายเอกซเรย์จึงสามารถบอกความผิดปกติในเบื้องต้นของอวัยวะนั้นๆ ได้ว่าเป็นอะไร มากน้อยเพียงใด

ทำไมต้องถอดเครื่องนุ่งห่มหรือเครื่องประดับโลหะ ออกก่อนเอกซเรย์

เพราะการอ่านผลเอกซเรย์ เป็นการดูจากเงาของฟิล์มที่ปรากฏ โลหะที่สวมใส่ทำให้เกิดเงาที่บบนฟิล์ม อาจทำให้การอ่านผลคลาดเคลื่อนได้



นอกจากนี้ ในปัจจุบัน การดูภาพจากการเอกซเรย์ยังพัฒนาให้สะดวกขึ้นด้วยการฉายรังสีไปบนกระจกที่ฉาบด้วยแบเรียมแพลตทินโอไซด์ หรือแคลเซียมทังสเตตในห้องมืด จะเกิดเป็นแสงเรืองเพื่อแพทย์จะเห็นภาพอวัยวะภายในได้ทันทีโดยไม่ต้องรอกกระบวนการล้างฟิล์ม ต่อมาจึงพัฒนาให้แสงเรืองนี้ฉายผ่านเครื่องปรับความเข้มของแสงแล้วนำสัญญาณภาพไปฉายออกทางจอภาพเมื่อเป็นดังนี้แพทย์จะไม่เพียงเห็นภาพอวัยวะภายในเท่านั้น แต่ยังเห็นการเคลื่อนไหวในขณะนั้นด้วย



ทุกครั้งที่มีการตรวจร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นเมื่อเข้าโรงเรียน เข้ามหาวิทยาลัย เข้าทำงานในบางแห่ง หรือการตรวจร่างกายประจำปี สิ่งหนึ่งที่ขาดไม่ได้คือการเอกซเรย์ปอด ดังนั้นแทบทุกคนจึงเคยผ่านการเอกซเรย์กันมาแล้ว

เราเอกซเรย์ปอดกันเพื่อตรวจดูว่าปอดมีความผิดปกติหรือไม่ นอกจากนี้ยังเพื่อตรวจหาสาเหตุของโรคต่างๆ ที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งโรคที่เกี่ยวข้องกับปอดและหัวใจ หรือเพื่อตรวจดูภาวะเนื้องอกหรือมะเร็งที่ปอด หากพบความผิดปกติใดๆ จะได้รับการรักษาตั้งแต่เริ่มแรก





มักพูดกันว่าถ้าเอกซเรย์บ่อยๆ จะทำให้เป็นหมัน เรื่องนี้  
ผู้ชายหลายคนกลัวกันมากจนอาจจะอดอดไม่ยอมเอกซเรย์  
ทั้งที่จริงๆ แล้ว การเอกซเรย์ไม่ทำให้ใครเป็นหมันได้เลย  
เพราะรังสีที่ได้รับนั้นน้อยมากจนแทบจะไม่มีผลใดๆ กับร่างกาย  
สำหรับผู้ป่วยที่ต้องฉายรังสีโดยตรงที่อวัยวะในปริมาณ  
มาก อาจจะทำให้เกิดภาวะเป็นหมันได้ในระดับต่างๆ ดังนี้

ได้รับรังสี 30 เกรย์

จะทำให้สperm ลดลง เป็นหมันชั่วคราว

ได้รับรังสี 250 เกรย์

ครั้งเดียว จะทำให้ไม่มีsperm ประมาณ 1 ปี

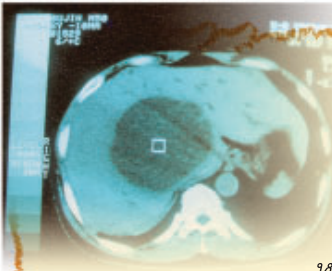
ได้รับรังสี 400 - 600 เกรย์

จะทำให้เป็นหมันถาวร ไม่มีsperm แต่ฮอร์โมนเพศชาย  
ยังปกติ





นอกจากนี้ยังมีการใช้แผ่นฉาบประจุไฟฟ้าสถิตที่บรรจุอยู่ในกล่องกันแสง เมื่อถ่ายเอกซเรย์แล้ว นำไปผ่านเครื่องล้างแผ่นไฟฟ้าสถิต จะได้ภาพอวัยวะออกมาเป็นสีน้ำตาลจางๆ บนแผ่นกระดาษ และแผ่นไฟฟ้าสถิตที่ใช้แล้วนี้ ยังนำกลับมาใช้ได้อีกไม่จำกัดจำนวนครั้ง



### เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

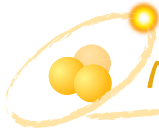
หรือที่เราเรียกกันว่า เครื่องซีทีสแกน

(computerized tomography) เป็นเครื่องฉายรังสีเอกซ์ชนิดพิเศษ นั่นคือแทนที่จะฉายรังสีเดี่ยวให้ทะลุผ่านร่างกายของผู้ป่วยไปในทิศทางเดียว เครื่องนี้จะฉายรังสีหลายลำแสง รังสีเอกซ์ที่ทะลุผ่านเนื้อเยื่อในร่างกายจะถูกตรวจวัดจำนวนรังสีและแปลงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วถูกนำมาสร้างเป็นภาพโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ ภาพที่ได้จะละเอียดชัดเจน

ช่วยในการวินิจฉัยโรคของแพทย์ได้

เป็นอย่างดี





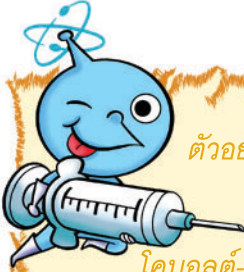
## การตรวจการทำงานของระบบอวัยวะ:

คือการใช้สารกัมมันตรังสีตรวจดูการทำงานของอวัยวะหรือทาบบริเวณที่เกิดโรค โดยรับประทานหรือฉีดสารกัมมันตรังสีที่มีความเฉพาะเจาะจงกับอวัยวะที่ต้องการตรวจเข้าไปในร่างกาย แล้วตรวจด้วยเครื่องมือแสดงภาพอวัยวะที่แสดงให้เห็นโครงสร้างและการทำงานของอวัยวะแต่ละระบบ ได้เห็นความแตกต่างของอวัยวะที่ปกติและผิดปกติเปรียบเทียบกับ ทำให้แพทย์ทราบความผิดปกติของอวัยวะนั้นๆ ได้

*สตรีมีครรภ์ไม่ควรตรวจร่างกายด้วยวิธีการเอกซเรย์*

เนื่องจากรังสีอาจทำให้การแบ่งเซลล์ของทารกในครรภ์เกิดความผิดปกติ ซึ่งอาจทำให้ทารกพิการได้ หากจำเป็นจริงๆ ต้องอยู่ภายใต้คำวินิจฉัยของแพทย์อย่างเคร่งครัด





## ตัวอย่างบางส่วนของการใช้สารรังสีด้านการแพทย์

**โคบอลต์-60**

ใช้รักษาโรคมะเร็ง

**เม็ดทองคำ-198**

ใช้รักษามะเร็งผิวหนัง

**ลวดแทนทาลัม-182**

ใช้รักษามะเร็งปากมดลูก

**ไอโอดีน-131**

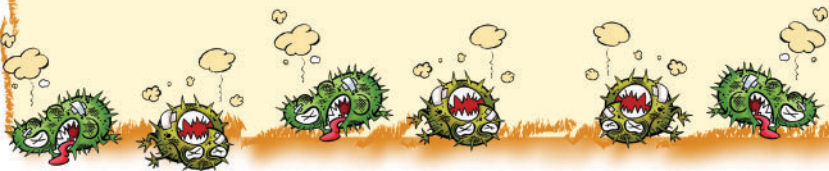
ใช้ตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคของต่อมไทรอยด์ และในรูปสารประกอบติดฉลาก (labeled compound) ไอโอดีนไอปีปูราน ใช้ตรวจวิเคราะห์การทำงานของไต

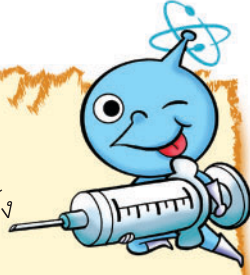
**เทคนิคซีสม-99 เอ็ม**

ถ่ายภาพสมอง ต่อมน้ำลาย ต่อมไทรอยด์ หรือนำไปติดฉลากกับสารประกอบสำเร็จรูปเพื่อตรวจวินิจฉัยโรคเกี่ยวกับอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย

**เทลเลียม-201**

ใช้ตรวจสภาพหัวใจเมื่อทำงานเต็มที่ ตรวจสภาพการไหลของโลหิตเลี้ยงหัวใจ และตรวจสภาพกล้ามเนื้อหัวใจ





**แกแลเลียม-67** ใช้ตรวจการอักเสบ  
ที่เป็นหนอง เช่น ในช่องท้อง ตรวจมะเร็ง  
ในต่อมน้ำเหลือง

**อินเดียม-111** ใช้ติดฉลากเม็ดเลือดขาว ตรวจหา  
แหล่งอักเสบของร่างกาย ตรวจการอุดตันของไขสันหลัง  
ตรวจมะเร็งเต้านม รังไข่ ลำไส้

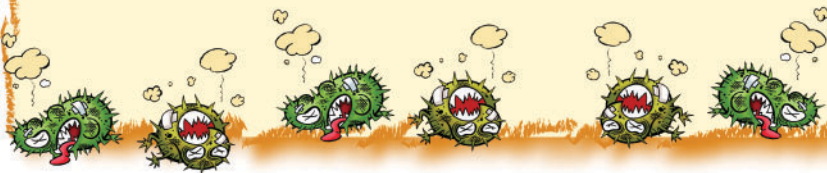
**ไอโอดีน-123** ใช้ตรวจการทำงานของต่อมไทรอยด์

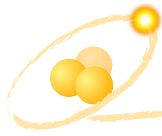
**คริปทอน-81 เอ็ม** ใช้ตรวจการทำงานของปอด

**ทองคำ-195 เอ็ม** ใช้ตรวจการไหลเวียนโลหิต

**รังสีโปรตอน** ใช้รักษาโรคมะเร็งในระดับตื้นของ  
ร่างกาย เช่น ลูกตา

**รังสีนิวตรอน** ใช้รักษาโรคมะเร็งและเนื้องอก  
ในระดับลึกของร่างกาย





## การตรวจปริมาณสารในร่างกาย

คือการนำเลือดหรือของเหลวต่างๆ จากร่างกายมาตรวจวัดด้วยชุดน้ำยาตรวจวิเคราะห์ตามหลักการภูมิคุ้มกันรังสี (radio-immunoassay) เป็นการตรวจภายนอกร่างกายโดยที่ร่างกายของผู้ป่วยไม่ต้องเกี่ยวข้องกับสารเภสัชรังสีนั้นเลย วิธีนี้ใช้ตรวจหาปริมาณสิ่งต้องสงสัยได้ 3 ประเภท คือ



1 **การตรวจวิเคราะห์ระดับฮอร์โมน** เช่น การตรวจระดับฮอร์โมนในต่อมไทรอยด์ เพื่อให้ทราบถึงความผิดปกติ หรือเพื่อติดตามผลการรักษา

2 **การตรวจวิเคราะห์ระดับสารบอกระดับ** เพื่อให้พบมะเร็งในอวัยวะต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว เช่น การตรวจมะเร็งต่อมลูกหมาก

3 **การตรวจวิเคราะห์ระดับยาและสารเสพติด** สำหรับผู้ป่วยที่ต้องควบคุมระดับยาในร่างกาย เช่น ผู้ป่วยโรคหัวใจ หรือเพื่อหาระดับสารเสพติด เช่น เฮโรอีน มอร์ฟีน ในร่างกายของผู้ป่วย



# ประโยชน์ด้านการบำบัดรักษา



โดยทั่วไปเราใช้ไอโซโทปรังสีในการรักษาโรคมะเร็งและเนื้องอก นอกเหนือไปจากการรักษาด้วยการผ่าตัดและเคมีบำบัด ในทางการแพทย์เรียกว่า **รังสีรักษา**

หลักการในการรักษาด้วยรังสีคือ รังสีนั้นจะไปฆ่าเซลล์ที่เติบโตเร็ว ดังนั้นเซลล์มะเร็งที่แบ่งตัวเร็วจึงถูกทำลายได้ง่าย ขณะเดียวกัน เซลล์ปกติที่แบ่งตัวเร็วก็จะถูกทำลายไปด้วย เช่น เซลล์ผิวหนัง เซลล์เยื่อบุลำไส้ แต่เซลล์ปกติเหล่านี้คืนสภาพได้ดี หลังจากได้รับรังสี จึงกลับสู่สภาวะปกติได้โดยเร็ว ส่วนเซลล์มะเร็งจะถูกทำลายไป ในการฉายรังสีนี้มีเครื่องมือและวิธีการให้ลำรังสีเข้าถึงบริเวณที่เป็นก้อนมะเร็งได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อให้เกิดผลต่อเนื้อเยื่อปกติให้น้อยที่สุด

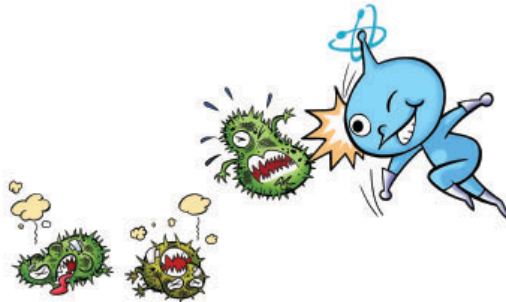
# การฉายรังสีเพื่อการบำบัดรักษา

มี 2 ระดับคือ

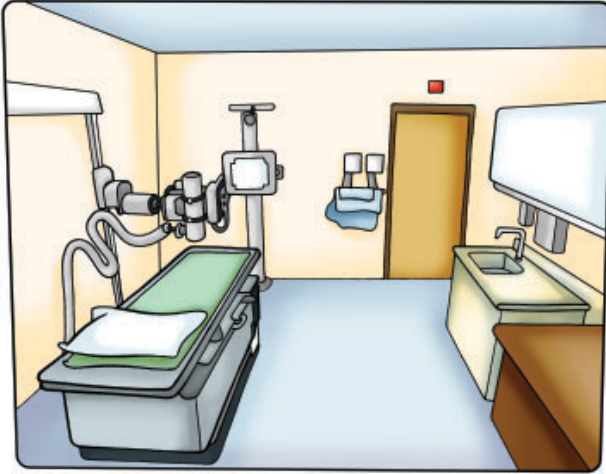
ระดับแรกคือ **การฉายรังสีระดับพื้นผิวของร่างกาย** โดยใช้รังสีที่มีพลังงานต่ำ มีความสามารถทะลุผ่านเนื้อเยื่อได้เพียง 0.5 - 1 ซม. เท่านั้น เนื้อเยื่อที่อยู่ลึกกว่านั้นจึงปลอดภัยจากรังสี เหมาะสำหรับ การรักษา มะเร็งผิวหนังระดับต้น หรือรักษาเส้นเลือดขอด

อีกระดับหนึ่งคือ **การฉายรังสีระดับเจาะลึก** ใช้รังสีที่มีพลังงานสูง สามารถผ่านเข้าไปยังอวัยวะที่อยู่ลึก ๆ ได้ดี

การฉายรังสีมีผลต่อมะเร็งเฉพาะบริเวณที่กำหนดเท่านั้น การฉายรังสีจึงไม่ทำให้เซลล์มะเร็งแพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่น มะเร็งหลายชนิดรักษาให้หายได้ด้วยการฉายรังสี เช่น มะเร็งปากมดลูก มะเร็งหลังโพรงจมูก และมะเร็งผิวหนัง



## การใส่แร่หรือการฝังแร่



วิธีนี้เป็นการใช้รังสีระยะใกล้ โดยฝังให้ต้นกำเนิดรังสีอยู่ชิดหรืออยู่ภายในอวัยวะบริเวณที่จะรักษา เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับรังสีในปริมาณที่สูงตรงตำแหน่งที่ต้องการรักษาพอดี และรังสีจะลดระดับลงอย่างรวดเร็วเมื่อไปถึงเนื้อเยื่อข้างเคียง

การใส่แร่หรือการฝังแร่นี้คือการนำเอาสารกัมมันตรังสีที่มีครึ่งอายุสั้น ฝังตรงบริเวณที่เป็นโรค มีทั้งฝังแบบชั่วคราวและถาวร แต่แบบชั่วคราวเป็นที่นิยมมากกว่า



โดยมีวิธีการรักษา 3 วิธีดังนี้

1 **การฝังสารรังสีตรงบริเวณที่เป็นโรค** โดยใช้สารรังสีรูปร่างต่างๆ กันไป ทั้งแบบที่เป็นเข็ม เป็นหลอดหรือเม็ดแร่ มีทั้งฝังอย่างชั่วคราวและถาวร เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดเพราะไม่ยุ่งยาก เมื่อผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีครบตามกำหนดแล้ว แพทย์จะนำสารรังสีออกจากร่างกายผู้ป่วย

2 **การสอดใส่แร่เข้าไปในโพรงต่างๆ** นิยมใช้ในการรักษามะเร็งปากมดลูก รวมทั้งมะเร็งปอด และมะเร็งหลอดอาหาร

3 **การวางแร่บนพื้นผิวที่เป็นโรค** ใช้ในการรักษา มะเร็งผิวหนัง หรือมะเร็งที่เกิดบริเวณเยื่อต่างๆ เช่น บริเวณเหงือก เพดานปาก วิธีนี้สะดวก และเป็นที่ยอมรับเช่นกัน





สารกัมมันตรังสีที่แพทย์ใส่ให้ผู้ป่วยกลืนเข้าไปนั้น จะขับถ่ายออกจากร่างกายผ่านระบบขับถ่ายตามปกติ แต่เมื่อขับถ่ายแล้วควรชำระล้างให้สะอาดด้วยน้ำปริมาณมาก เพื่อให้สารกัมมันตรังสีเจือจางลง

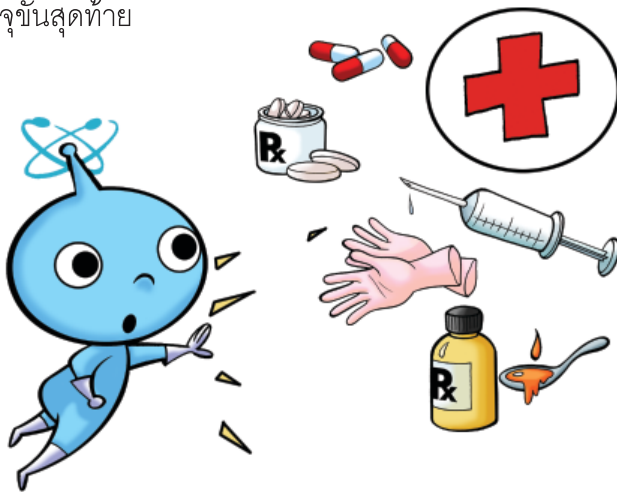
เสื้อผ้าของผู้ที่กลืนสารกัมมันตรังสี ควรแยกซัก เพราะอาจมีเชื้อซีมีเปียกจากร่างกาย และควรล้างน้ำสุดท้ายให้มากกว่าปกติ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่สมาชิกในครอบครัว

โดยปกติสารกัมมันตรังสีที่ผู้ป่วยได้รับเข้าสู่ร่างกายจะลดความแรงของรังสีลงด้วยกระบวนการสลายตามธรรมชาติของมันเองอยู่แล้ว



# ประโยชน์ด้านการปลอดภัย ในผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

**การปลอดภัย** หมายถึง การทำให้จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ตายหรือไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ ทำโดยใช้รังสีแกมมา จากไอโซโทปโคบอลต์-60 หรือรังสีอิเล็กตรอนพลังงานสูง การเลือกรังสีเพื่อการปลอดภัย มิใช่เพียงเพราะไว้วางใจได้ในเรื่องประสิทธิภาพและความปลอดภัย แต่ยังเป็นเนื่องจากความสะดวก คล่องตัว สามารถประยุกต์เทคนิครังสีฆ่าเชื้อนี้ได้กับผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์หลายชนิด โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทนความร้อน ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างสลับซับซ้อน และผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในภาชนะบรรจุขั้นสุดท้าย



## การปลอดเชื้อในเวชภัณฑ์

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการรักษาและในห้องปฏิบัติการที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อ ทั้งที่เป็นโลหะและไม่ใช่โลหะ ได้แก่



ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยยาง พลาสติก เซลลูโลส แก้ว ทั้งเครื่องมือที่ใช้โดยทั่วไปและเครื่องมือที่ใช้ครั้งเดียว นอกจากนี้ยังรวมถึงเครื่องแต่งตัวในห้องผ่าตัด อุปกรณ์ในห้องผ่าตัด ตัวอย่างเวชภัณฑ์เหล่านี้ เช่น ด้ายไนลอน เข็มเย็บแผล เข็มและกระบอกฉีดยา พลาสติก ถุงมือยาง สายสวน ชุดให้เลือด สำลี ผ้าก๊อช พลาสเตอร์ ปิดแผล ภาชนะบรรจุ กระจกครอบ

## การปลอดเชื้อในเภสัชภัณฑ์

ครอบคลุมผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ยา สารละลายสำหรับฉีด สารที่เป็นส่วนประกอบในการผลิตยา สารป้องกันการแข็งตัวของเลือด สารที่ใช้ในการวินิจฉัยโรค สารที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตยา



## การปลอดเชื้อในเนื้อเยื่อ

สำหรับเนื้อเยื่อที่แพทย์ใช้เพื่อการรักษาบาดแผล การปลูกถ่ายอวัยวะจะต้องใช้รังสีเพื่อให้เนื้อเยื่อเหล่านั้นอยู่ในภาวะปลอดเชื้อ



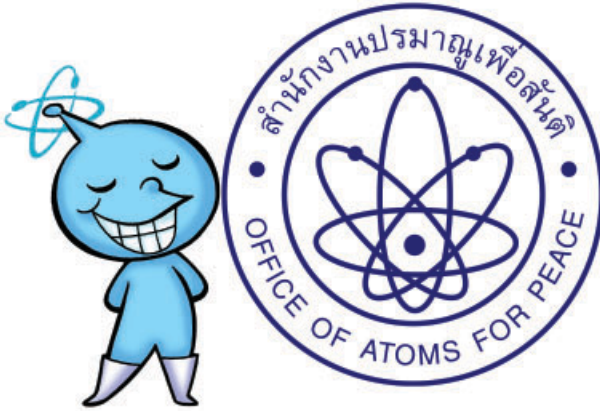
นอกจากประโยชน์ทางการแพทย์หลักๆ 3 ประการนี้แล้ว เรายังใช้รังสีเพื่อลดการปนเปื้อนในการผลิตวัคซีน และการหยุดยั้งการเติบโตของเม็ดเลือดขาว

วัคซีนซึ่งเตรียมด้วยวิธีการฉายรังสีที่ผลิตออกมาแล้ว มีหลายชนิด เช่น วัคซีนป้องกันโรคไอกรน และวัคซีนป้องกันโรคบาดทะยัก ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย วัคซีนป้องกันโรคจากเชื้อไวรัส รวมทั้งวัคซีนต่อต้านโรคพยาธิ แต่ในระดับที่ผลิตถึงขนาดเป็นการค้าได้ ส่วนมากเป็นวัคซีนสำหรับสัตว์ เช่น วัคซีนป้องกันโรคพยาธิในปอด ซึ่งใช้กับวัวและควาย



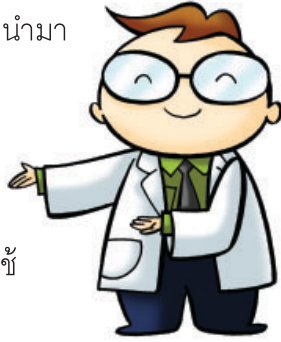
สำหรับการหยุดยั้งการเติบโตของเม็ดเลือดขาวนั้น ช่วยทำให้ผู้ป่วยปลอดภัยขณะรับและถ่ายเลือดมากขึ้นกว่าที่เคยเป็นมา

# การผลิตไอโซโทปรังสี



**ไอโซโทป**รังสีเพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์หลายชนิดนั้น สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ วิจัยและพัฒนาการผลิตไอโซโทปรังสีได้เอง โดยปัจจุบันได้แยกงานส่วนนี้ให้กับสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) โดยมีผลผลิตครอบคลุมตั้งแต่สารไอโซโทปรังสี เกล็ดรังสีไอโซโทปรังสี และชุดน้ำยาไอโซโทปรังสี เพื่อให้แพทย์และบุคลากรในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์สามารถจัดหาสารเภสัชรังสีดังกล่าวได้ในราคาที่ย่อมเยากว่าสั่งซื้อจากต่างประเทศ ส่งผลให้การบริการรักษาผู้ป่วยเป็นไปอย่างทั่วถึง

จะเห็นได้ว่า พลังงานนิวเคลียร์ถูกนำมา  
ใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์มากมาย  
โดยครอบคลุมทุกด้าน ตั้งแต่การดูแล  
เครื่องมือแพทย์ให้ปลอดเชื้อ ไปจนถึงการ  
ตรวจวินิจฉัยและการรักษา นอกจากนี้ยังใช้  
ร่วมกับเทคโนโลยีอื่นๆ เพื่อพัฒนาให้เกิด  
ความสะดวกและรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำที่สุดในทุก ๆ ด้าน  
ต่อทุก ๆ คนที่เกี่ยวข้อง เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นทั้งในด้านของ  
สุขอนามัยของประชาชน และการรักษาผู้ป่วยอย่างครบวงจร





## อภิธานศัพท์

### เครื่องเร่งอนุภาค (accelerator; particle accelerator)

เครื่องเร่งอนุภาคมีประจุไฟฟ้า (โปรตอน อิเล็กตรอน ฯลฯ) ให้มีความเร็วสูง เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคมูลฐาน

### โคบอลต์-60 (cobalt-60)

ธาตุโคบอลต์ที่สามารถให้รังสีออกมา ได้มาจากการนำโคบอลต์-59 ที่เสถียร ซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติ ไปอบนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ทำให้นิวเคลียสของโคบอลต์มีนิวตรอนเพิ่มขึ้น การมีนิวตรอนเพิ่มขึ้น ทำให้สถานะในนิวเคลียสของโคบอลต์-60 ไม่เสถียร จึงสลายให้รังสีบีตา และรังสีแกมมา

### รังสีอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet rays)

รังสีอัลตราไวโอเล็ต หรือรังสีเหนือม่วง รังสีนี้ในธรรมชาติส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และรังสีนี้ยังเป็นตัวการทำให้เกิดประจุอิสระและไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ เนื่องจากมีพลังงานพอเหมาะที่จะไปชนให้อิเล็กตรอนหลุดจากโมเลกุลของอากาศ รังสีอัลตราไวโอเล็ตไม่สามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางหนาๆ ได้ แต่สามารถทำให้เชื้อโรคบางชนิดตายได้

### รังสีเอกซ์ (X-rays)

รังสีในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีอำนาจทะลุทะลวงสูง เกิดขึ้นเมื่ออะตอมถูกกระตุ้นให้อิเล็กตรอนวงในหลุดออกไปและอิเล็กตรอนวงถัดไปเข้ามาแทนที่แล้วให้พลังงานส่วนเกินออกมาในรูปแบบของรังสีเอกซ์ หรือเกิดจากการระดมยิงเป้าโลหะหนักบางชนิด เช่น ทังสแตน ด้วยอิเล็กตรอนความเร็วสูง ซึ่งอิเล็กตรอนจะถูกหน่วงให้ช้าลงอย่างทันทีทันใดและปล่อยรังสีเอกซ์ออกมา

### เวชศาสตร์นิวเคลียร์ (nuclear medicine)

วิทยาการด้านการแพทย์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสีในการตรวจวินิจฉัย หรือรักษาโรคบางชนิด เช่น โรคต่อมไทรอยด์เป็นพิษ

## สารเภสัชรังสี, เภสัชภัณฑ์รังสี

(radiopharmaceutics, radiopharmaceutics)

ผลิตภัณฑ์ยาที่อยู่ในรูปของสารประกอบ หรือสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสารกัมมันตรังสีเกาะอยู่ในโมเลกุล ซึ่งผลิตขึ้นตามมาตรฐานสากล เพื่อให้ใช้ในการตรวจวินิจฉัยหรือบำบัดรักษา โดยการฉีด หรือกิน เมื่อเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วยแล้ว สารเภสัชรังสีดังกล่าว จะไปกระจายตัวอยู่ในอวัยวะที่ต้องการตรวจหรือรักษา (target organ) โดยแสดงพยาธิสภาพตามความผิดปกติที่เกิดขึ้นในอวัยวะนั้นๆ

### อิเล็กตรอน (electron)

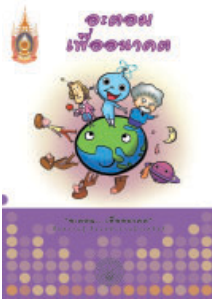
อนุภาคมูลฐานที่เป็นส่วนประกอบของอะตอมมีประจุไฟฟ้าลบและมีมวล 1 ใน 1,837 ส่วนของมวลโปรตอน โดยแต่ละอะตอมจะมีอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งอยู่ล้อมรอบนิวเคลียสที่มีประจุบวก สำหรับอะตอมที่เป็นกลาง จำนวนอิเล็กตรอนจะเท่ากับจำนวนโปรตอนและเป็นตัวกำหนดสมบัติทางเคมีของอะตอม

### ไอโซโทปกัมมันตรังสี (radioisotope)

ไอโซโทปของธาตุที่ไม่เสถียร มีการสลายเพื่อลดระดับพลังงาน โดยการปลดปล่อยรังสีออกมา มักใช้แทนคำว่า นิวไคลด์กัมมันตรังสี

# “อะตอม...เพื่ออนาคต”

สื่อให้ ความรู้ เรื่อง พลังงาน นิวเคลียร์



## อะตอม เพื่ออนาคต

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ ได้รู้จักว่าอะตอมคืออะไร พลังงานนิวเคลียร์ เกิดขึ้นได้อย่างไร คนเราทุกวันนี้เกี่ยวข้องกับ พลังงานนิวเคลียร์ขนาดไหน และความสำคัญ ของพลังงานนิวเคลียร์



## อะตอมออฟฟิศ

รู้จักกับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เป้าหมายและความรับผิดชอบในฐานะองค์กร ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์โดยตรง เทียบชม หน่วยงานภายใน รู้จักอุปกรณ์เครื่องมือที่น่าสนใจ รวมทั้งหน้าที่ของบุคลากรในส่วนต่างๆ



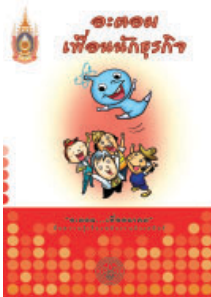
## อะตอมเพื่อเกษตรกรไทย

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ในการ พัฒนาด้านการเกษตรของไทย ทั้งด้านการวิจัย และการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง โดยเฉพาะในด้านการพัฒนาพันธุ์พืช การกำจัด ศัตรูพืช และการถนอมอาหาร



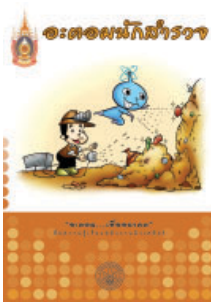
### คุณหมออะตอม

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ในด้านการแพทย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับชีวิตของทุกคน ทั้งด้านการวินิจฉัยโรค การรักษาโรค และการฆ่าเชื้อ ซึ่งการวิจัยเพื่อการแพทย์นี้มีพัฒนาการมาโดยตลอด



### อะตอมเพื่อนนักธุรกิจ

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ที่มีต่อวงการอุตสาหกรรม ในด้านการตรวจสอบมาตรฐานการผลิต การตรวจสอบเพื่อบำรุงรักษา และการเพิ่มมูลค่าการผลิต ในประเทศไทยได้พัฒนาเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดมาอย่างต่อเนื่อง



### อะตอมนักสำรวจ

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ที่มีต่อการสำรวจ โดยเฉพาะการสำรวจด้านโบราณคดี และการสำรวจแหล่งแร่ ทั้งนี้โดยอาศัยหลักการในเรื่องของธาตุกัมมันตรังสี และเทคโนโลยีด้านนิวเคลียร์อื่นๆ อีกมากมาย



## อยู่ปลอดภัยกับอะตอม

รับรู้ว่าคนเราสามารถใช้ชีวิตได้อย่างปลอดภัยพร้อมๆ ไปด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีด้านนิวเคลียร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับคนเราเกือบทุกเรื่อง ได้รู้การปฏิบัติตัวอย่างถูกต้องเมื่อต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ ทั้งผู้ใช้ และผู้รับบริการ



## สถานีปลายทาง

ความรู้ในเรื่องการจัดการกากกัมมันตรังสีที่เหลือจากการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ในกิจการต่างๆ ได้รู้จักกากกัมมันตรังสีหลากหลายประเภท และความสำคัญที่ต้องจัดการอย่างถูกต้องและไม่เป็นอันตราย



## มหัศจรรย์พลังงานนิวเคลียร์

บทบาทของพลังงานนิวเคลียร์ในระดับชาติและระดับสากล แสดงให้เห็นถึงเทคโนโลยีนิวเคลียร์ที่นานาประเทศทั่วโลกให้การยอมรับและไว้วางใจ ให้ความรู้เพื่อสร้างพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานปรมาณูแก่คนทั่วไป ซึ่งจะเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในอนาคตแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่กำลังจะหมดไป

ISBN: 978-974-229-035-1

คณะผู้จัดทำ:

- นายสุรศักดิ์ พงศ์พันธุ์สุข
- นางสุชาดา พงษ์พัฒน์
- นางสาวกรรณิกา มณีวรรณ

### สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0-2579-5230-4, 0-2562-0123, 0-2596-7600

โทรสาร 0-2561-3013

[www.oaep.go.th](http://www.oaep.go.th)

ศูนย์บริการประชาชน (Call Center)

โทรศัพท์ 0-2579-1824, 0-2579-1834, 0-2579-1849, 0-2579-2888

### ขอขอบคุณข้อมูลจาก

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ศึกษา สร้างสรรค์และผลิตโดย:

บริษัท ดาวฤกษ์ คอมมูนิเคชั่นส์ จำกัด (หนึ่งในกลุ่มบริษัททีเอ็ม) 151 ชั้น 12 อาคารทีเอ็ม ถนนนวลจันทร์ แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10230 โทรศัพท์และโทรสาร 0-2509-9091-2 [www.daoreuk.com](http://www.daoreuk.com)





สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900  
โทรศัพท์ 0-2579-5230-4, 0-2562-0123, 0-2596-7600  
โทรสาร 0-2561-3013  
[www.oaep.go.th](http://www.oaep.go.th)



ศูนย์บริการประชาชน (Call Center)

โทรศัพท์ 0-2579-1824, 0-2579-1834, 0-2579-1849, 0-2579-2888