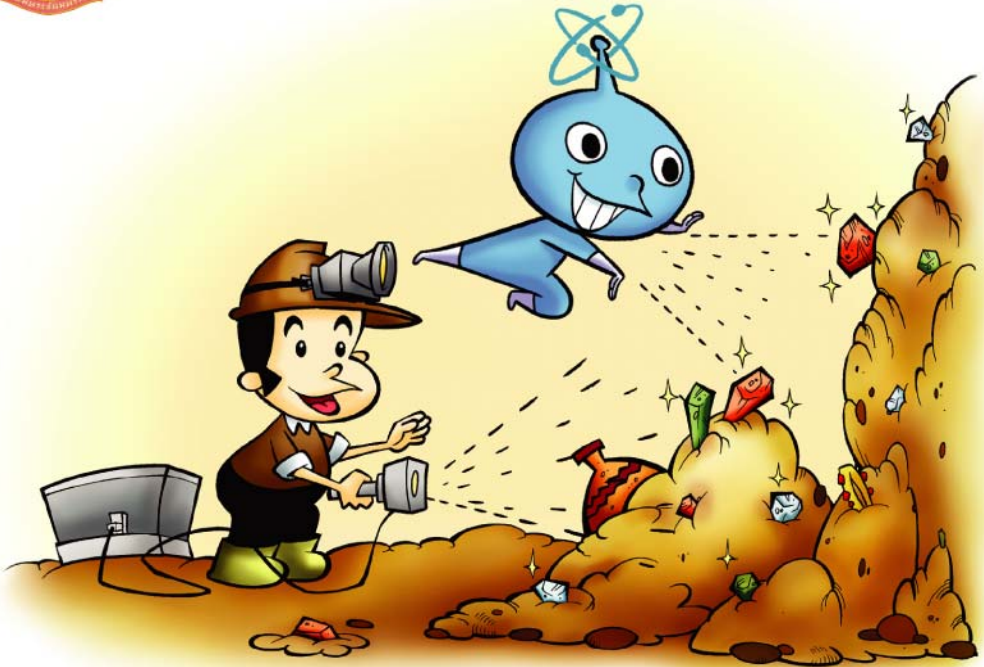




# อะตอมนักสำรวจ

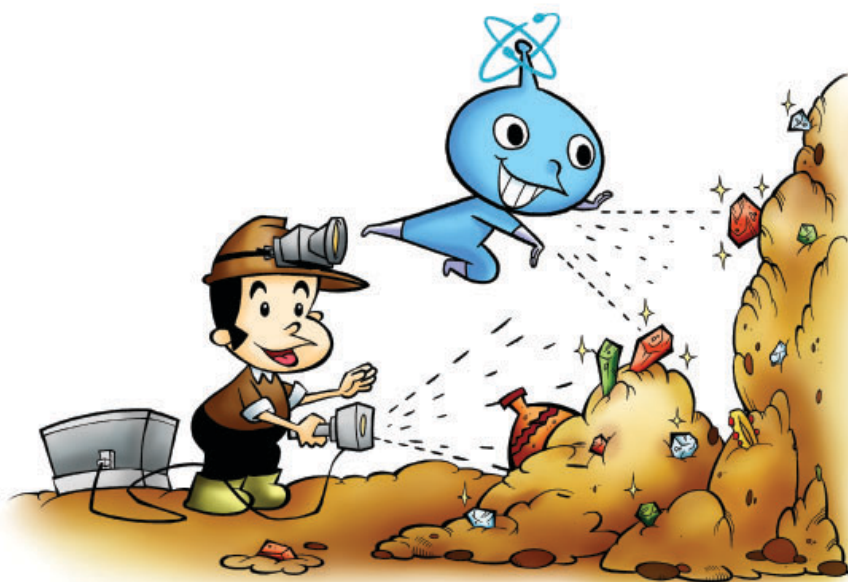


“อะตอม...เพื่ออนาคต”  
ขอความเอื้อเฟื้อของพลังงานนิวเคลียร์





# อะตอมนักสำรวจ





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 ะตอมกับการสำรวจ

8 การสำรวจด้านโบราณคดี

8 ำอนเวลาสุโลกโบราณผ่านหินเคลิงซ์

10 เก้าแต่ไหน วัตอง่างไร



11 ไซโซโทป ดืออะไร



12 ไซโซโทปสำคัญอง่างไร

13 ตรีงชีวิต นมางความง่าง่างไร

15 ทำอง่างไรในการนาอายุองซากสิ่งมีชีวิต

18 ใ้คาร์บอน-14 ในการนาอายุวัตถุ  
และซากโบราณ

20 นาอายุด้วงงวีธี เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

21 นาอายุจากงูเรเนี่ยม



## 24 การสำรวจแหล่งแร่

24 การสำรวจแหล่งแร่กับนิวเคลียร์  
เกี่ยวข้องกับอย่างไร

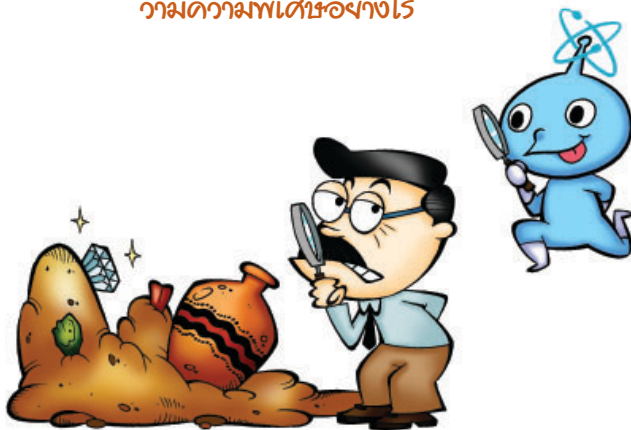
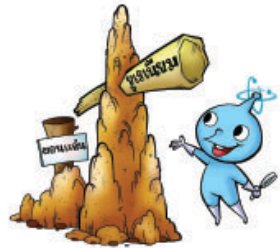
26 ทักษะเชิงด้วงการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ

30 ยูเรเนียม สินแร่แสงมีค่า

32 แร่โมนาไซต์ แร่มีค่าหายาก

33 สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติกับการสำรวจ

35 การวิเคราะห์ธาตุแต่ละประเภท  
ว่ามีความพิเศษอย่างไร



# อะตอมกับการสำรวจ

**เพราะ** การสำรวจจึงทำให้เราได้เรียนรู้โลกกว้าง ทำให้ได้พบเห็นสิ่งใหม่ๆ ได้พบเห็นเรื่องราวที่เราไม่เคยได้รู้มาก่อน

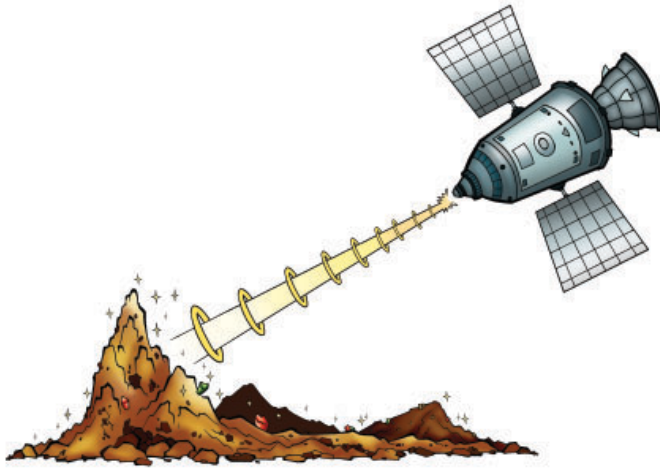
เราได้รู้เรื่องราวในยุคก่อนประวัติศาสตร์จากการสำรวจทางโบราณคดี รู้ว่าดินแดนแถบไหนมีลักษณะภูมิประเทศอย่างไร เป็นแหล่งของแร่และทรัพยากรธรรมชาติอะไรบ้าง จากการสำรวจทางธรณีวิทยา และยังมีการสำรวจประเภทอื่นๆ อีกที่ทำให้เราได้ไขปริศนาในหลายๆ เรื่อง ทั้งที่เคยรู้เคยสงสัย และที่ไม่เคยรู้มาก่อน

วิทยาการของการสำรวจพัฒนามาโดยลำดับ ในการสำรวจทางโบราณคดี เริ่มจากการขุดค้นเจอแล้วใช้หลักฐานทางประวัติศาสตร์มาอธิบายสิ่งที่พบเห็นจนถึงปัจจุบันที่มีเทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยให้ได้คำตอบที่กระจ่างขึ้น





ในด้านการสำรวจหาแหล่งแร่ จากเพียงแค่สันนิษฐานโดย อาศัยสมมุติฐานต่างๆ ทางธรณีวิทยา พัฒนามาสู่การสำรวจด้วย นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลากหลาย จนแม้บางครั้ง อาจจะรู้ว่าพื้นที่แถบใดมีแร่ชนิดใดอยู่บ้างแค่นั้น โดยไม่ต้อง ตามไปถึงพื้นที่นั้นเลย



แน่นอนว่า พัฒนาการทางเทคโนโลยีในการสำรวจดังกล่าว ทั้งสองด้าน นอกเหนือจากวิธีการที่มีความก้าวหน้า เช่น การใช้เรดาร์ การใช้ดาวเทียมสำรวจทางอากาศแล้ว เราได้นำความรู้ด้านฟิสิกส์ นิวเคลียร์เข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมาก ด้วยวิธีการนี้ จึงช่วยให้ได้ คำตอบในเรื่องต่างๆ อย่างรวดเร็ว ชัดเจน และถูกต้องแม่นยำ

จากอะตอมเล็กๆ นำมาสู่การสำรวจที่ให้ความรู้อันยิ่งใหญ่ ได้อย่างไร เรื่องนี้น่ารู้จริงๆ





กะโหลกของมนุษย์ออสตราโลพิเทคัส สกุล *genus* ที่ใช้เรียกต้นตระกูลมนุษย์ หรือสิ่งมีชีวิตโบราณ ลักษณะคล้ายลิง (*hominid*) มีอายุถึง 3.6 ล้านปี เชื่อกันว่าเป็นต้นตระกูลของมนุษย์เราในปัจจุบัน พบเป็นครั้งแรกที่เมือง สเตอร์กฟอนเทียน เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2541 โดยนักโบราณชีววิทยาชาวแอฟริกาใต้สองคน คือ รอน คลาร์ก และฟิลลิป ไทไบแอส ค้นพบซากดึกดำบรรพ์ (*fossil*)

การค้นพบนี้ ตีพิมพ์ในวารสาร *Nature* และ *The South African Journal of Science* แม้จะยังไม่สามารถบ่งบอกชนิดหรือสายพันธุ์ได้แน่ชัดในเวลานี้ แต่การตรวจสอบพบว่าซากดึกดำบรรพ์ชิ้นนี้มีส่วนสูงราว 122 เซนติเมตร (4 ฟุต) โตเต็มวัย และเสียชีวิตเนื่องจากตกลงไปในปล่องถ้ำแคบๆ สูง 15 เมตร ภายหลังถูกปกคลุมโดยหินปูนทำให้โครงกระดูกถูกอนุรักษ์ไว้ตามธรรมชาติเกือบครบถ้วน และนักวิทยาศาสตร์สามารถคำนวณอายุซากดึกดำบรรพ์จากหินปูนดังกล่าวย้อนกลับไปได้ถึง 3.6 ล้านปี





แม้แต่ที่ประเทศไทยเอง

ก็มีการค้นพบโครงกระดูกมนุษย์โบราณ  
ที่มีอายุเก่าแก่มากถึง 500,000 ปีเช่นกัน

โดยนักโบราณคดีได้สำรวจพบฟัน  
และชิ้นส่วนกะโหลกของมนุษย์  
ไฮโมอีเรกตัส ที่อำเภอเกาะคา  
จังหวัดลำปาง

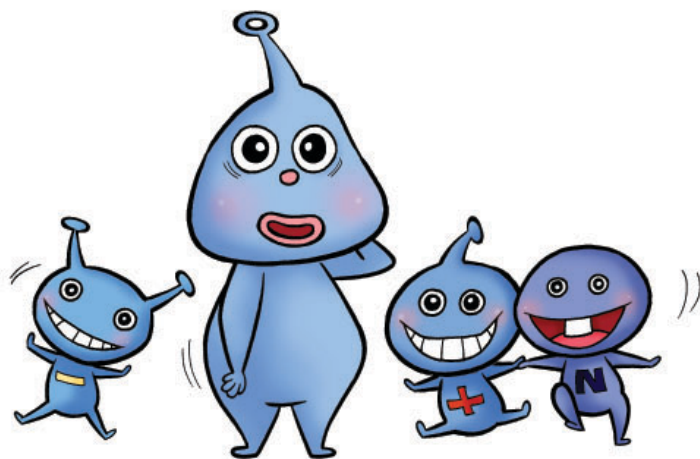
## เก่าแค่ไหน วัตถุอย่างไร

การได้รู้อายุของซากโบราณ ทั้งมนุษย์ สัตว์ และวัตถุต่างๆ  
ทำให้สามารถสืบค้นเรื่องราวความเป็นมาของสิ่งเหล่านั้นได้ ทั้งใน  
ด้านมานุษยวิทยา ด้านประวัติศาสตร์ โบราณคดี และรวมทั้งด้าน  
สังคมและวัฒนธรรม นักวิทยาศาสตร์ค้นพบวิธีคำนวณอายุของ  
สิ่งเหล่านี้ภายหลังจากได้เรียนรู้เรื่องการสลายของไอโซโทป  
กัมมันตรังสีหรือเรียกสั้นๆ ว่า ไอโซโทปรังสี

# ไอโซโทปคืออะไร

**ไอโซโทป (isotope)** เป็นคำศัพท์เฉพาะทางด้านฟิสิกส์ ที่หมายถึง อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนใน นิวเคลียสเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนไม่เท่ากัน เช่น ออกซิเจน ในธรรมชาติมีอยู่ 3 ไอโซโทป คือ ออกซิเจน-16

ออกซิเจน-17 และออกซิเจน-18 ความแตกต่างของ ไอโซโทปของออกซิเจนที่มีตัวเลขต่อท้ายไม่เท่ากันนี้ เกิดจากการที่ออกซิเจนแต่ละไอโซโทปมีจำนวนนิวตรอนไม่เท่ากัน (ตัวเลขต่อท้ายเป็นผลรวมของโปรตอนกับนิวตรอน เรียกว่า เลขมวล) ออกซิเจนในอากาศที่เราหายใจเข้าไปเพื่อการดำรงชีวิต คือ ออกซิเจน-16





นักวิทยาศาสตร์นำเอาไอโซโทปรังสีนี้มาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจหาอายุของซากสิ่งมีชีวิตและวัตถุโบราณ ด้วยการคำนวณจากครึ่งชีวิต

## ครึ่งชีวิต หมายถึง ความว่าอย่างไร

**ครึ่งชีวิต (half life)** หมายถึง ระยะเวลาที่ปริมาณของสารกัมมันตรังสีสลายจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น ครึ่งชีวิตเป็นสมบัติเฉพาะตัวของไอโซโทปแต่ละตัว นั่นคือไอโซโทปรังสีแต่ละอย่างจะมีครึ่งชีวิตไม่เท่ากัน เช่น คาร์บอน-14 ซึ่งใช้หาอายุซากสิ่งมีชีวิต มีครึ่งชีวิต 5,730 ปี ถ้ามี คาร์บอน-14 อยู่ 5 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 5,730 ปี จะเหลือ 2.5 กรัม และเมื่อผ่านไปอีก 5,730 ปี จะเหลือ 1.25 กรัม และจะสลายหมดภายในเวลา 50,000 ปี





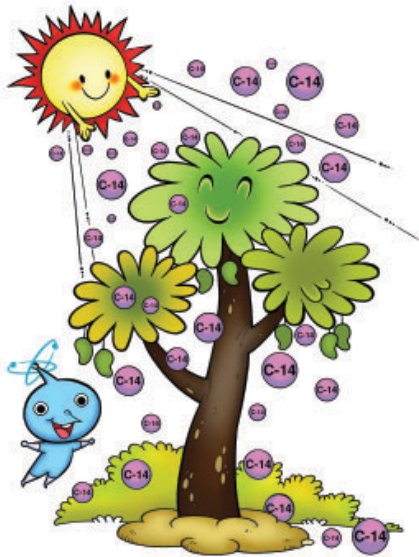


## ทำอย่างไรในการหาอายุของซากสิ่งมีชีวิต

ก่อนที่จะหาอายุของซากสิ่งมีชีวิตหรือวัตถุโบราณชิ้นใดชิ้นหนึ่ง สิ่งแรกที่เราต้องรู้ก็คือ หลักฐานที่เราได้มานั้นคืออะไร เพราะเราต้องเลือกใช้ธาตุกัมมันตรังสีที่มีสมบัติเหมาะสมกับหลักฐานชิ้นนั้น เช่น ถ้าเราต้องการรู้ว่าเส้นผมที่เราพบนี้มีอายุเท่าไร เราก็ต้องใช้วิธีการตรวจหาอายุด้วยคาร์บอน-14 หรือที่เรียกกันทางวิชาการว่า การหาอายุจากคาร์บอนกัมมันตรังสี (radiocarbon dating)

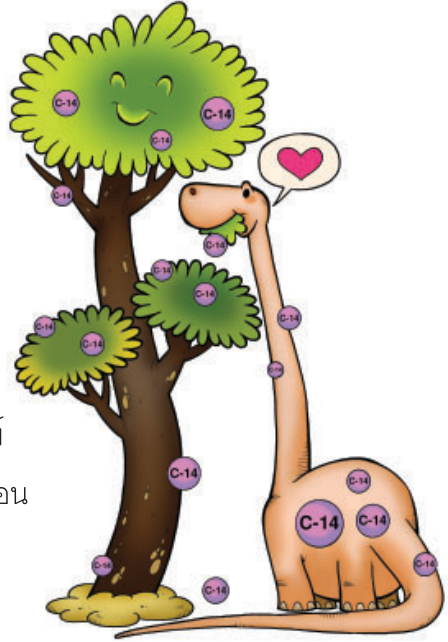


**คาร์บอนกัมมันตรังสี** หรือที่รู้จักและเรียกกันทั่วไปว่า คาร์บอน-14 เป็นไอโซโทปที่ใช้ในการหาอายุของซากสิ่งมีชีวิต ที่นักวิทยาศาสตร์และนักโบราณคดีให้ความเชื่อถือในเรื่องความ ถูกต้องแม่นยำและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย โดยอาศัย การวัดกัมมันตภาพของธาตุคาร์บอนที่ยังคงหลงเหลืออยู่ในซาก สิ่งมีชีวิตนั้นๆ



พืชได้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ซึ่งนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตอาหาร เมื่อสังเคราะห์แสงแล้วจึงส่งอาหารนั้นไปยังส่วนต่างๆ คาร์บอนที่ได้รับนั้น มีทั้งคาร์บอนที่เป็นกัมมันตรังสีและที่ไม่ใช่กัมมันตรังสี มนุษย์และสัตว์ได้รับคาร์บอนเหล่านี้เข้ามาในร่างกายจากการกินพืชหรือสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร

เมื่อคาร์บอน-14  
 เข้าไปอยู่ในร่างกาย  
 ของมนุษย์และสัตว์แล้ว  
 จะหมุนเวียนในร่างกาย  
 อยู่ตลอดเวลา ทำให้ความ  
 เข้มข้นของคาร์บอน  
 ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต  
 อยู่ในระดับคงที่ แต่เมื่อมนุษย์  
 หรือสัตว์ตายไป การรับคาร์บอน  
 เข้าสู่ร่างกายจะสิ้นสุดลง  
 และคาร์บอนกัมมันตรังสี  
 ที่อยู่ภายในร่างกายจะค่อยๆ  
 สลายไปด้วย ปริมาณคาร์บอน-14 ที่เคยมีอยู่เดิมจึงลดน้อยลง

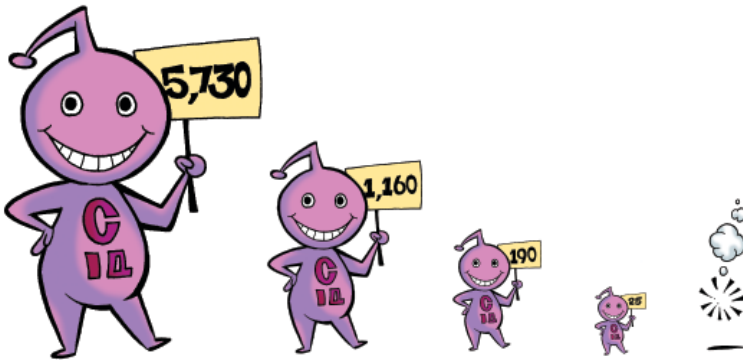


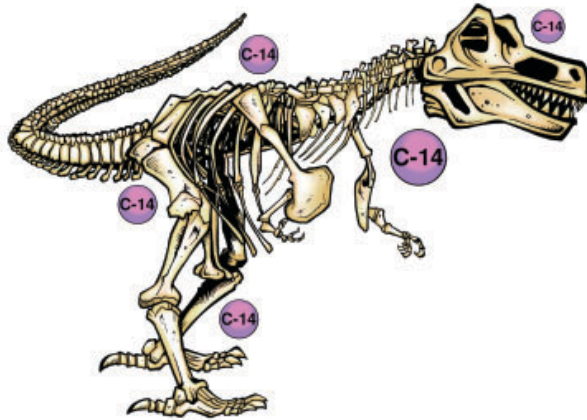
เมื่อนักโบราณคดีขุดค้นพบซากสิ่งมีชีวิต และต้องการที่จะ  
 รู้ว่าซากสิ่งมีชีวิตนี้มีอายุเท่าใด เขาต้องนำเอาซากนั้นมาวัดปริมาณ  
 รังสีคาร์บอน-14 ที่แผ่ออกมา



## ใช้คาร์บอน-14 ในการหาอายุวัตถุ และซากโบราณ

คาร์บอนเป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด คาร์บอนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคาร์บอน-12 ซึ่งเป็นไอโซโทปเสถียร และคาร์บอน-14 ซึ่งเป็นไอโซโทปรังสี อัตราส่วนระหว่างคาร์บอน-12 ต่อ คาร์บอน-14 จะมีค่าคงตัวประมาณ 1 ล้านล้านต่อ 1 คาร์บอน-14 มีครึ่งชีวิต 5,730 ปี เมื่อสัตว์และพืชตายลง โอกาสที่จะได้รับ คาร์บอนก็จะหยุดลงด้วย ดังนั้นปริมาณคาร์บอนกัมมันตรังสีที่อยู่ในซากนั้นจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อตรวจวิเคราะห์เพื่อหาอายุของ กระดูกชิ้นหนึ่ง แล้วพบว่ามียูเรียม-14 เหลืออยู่เพียงครึ่งหนึ่ง ก็ แสดงว่าสัตว์เจ้าของกระดูกนั้นตายมาแล้วประมาณ 5,730 ปี

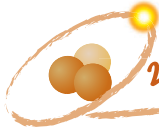




และเมื่อเวลาผ่านไปอีก 5,730 ปี จำนวนคาร์บอนกัมมันตรังสีจะหายไปอีกครั้งหนึ่งของที่เหลืออยู่ และจะเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งคาร์บอน-14 สลายหมด กินเวลาทั้งสิ้นไม่เกิน 50,000 ปี

ดังนั้นคาร์บอน-14 จึงใช้หาอายุของซากสิ่งมีชีวิตหรือวัตถุโบราณที่มีอายุไม่เกิน 50,000 ปี ถ้าอายุมากกว่านั้น จะต้องใช้วิธีอื่นที่ตรวจหาได้นานมากขึ้นไปอีก

การตรวจหาอายุนี้ไม่เพียงแต่วิเคราะห์เฉพาะซากสิ่งมีชีวิตหรือวัตถุโบราณเท่านั้น ยังมีการหาอายุของหิน ดิน แหล่งน้ำหรือแหล่งแร่ด้วย โดยใช้วิธีการที่แตกต่างออกไป



## นาฬิกาอวกาศ เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

เทคนิคทางนิวเคลียร์อีกประเภทหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์นิยมนำมาใช้ในการคำนวณหาอายุของวัตถุโบราณ โดยอาศัยหลักการวัดการเรืองแสงของธาตุเมื่อได้รับความร้อน คือ **เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (thermoluminescence - TL)** หมายความว่าถ้าเรานำตัวอย่างของหลักฐานที่ขุดพบ ซึ่งอาจเป็นหิน โลหะ หรือเครื่องปั้นดินเผา ที่มีส่วนประกอบของหินควอตซ์หรือหินฟอสเฟต ไปเผาด้วยอุณหภูมิสูงประมาณ 500 องศาเซลเซียส อิเล็กตรอนที่ถูกเก็บกักเอาไว้ในชั้นตัวอย่างจะหลุดออกมา และทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น จากปริมาณความเข้มของแสงที่เปล่งออกมา ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถคำนวณเวลาที่วัตถุชิ้นนั้นได้รับความร้อนเป็นครั้งสุดท้ายได้ และทำให้เรารู้ได้ว่าภาชนะชิ้นนั้นเก่าแก่แค่ไหน



## นาฬิกาจากขงเรเนียงม



หนึ่งในหลาย ๆ เรื่องที่มนุษย์พยายามสำรวจและหาคำตอบ เพื่อให้รู้ที่มาของมนุษย์คือ การพยายามหาคำตอบว่าโลกที่เราอาศัยอยู่ทุกวันนี้มีอายุยาวนานเท่าใด และเป็นที่น่าตื่นเต้นมากเมื่อนักวิทยาศาสตร์พบว่าสมบัติของธาตุยูเรเนียม-238 ซึ่งมีครึ่งชีวิตประมาณ 4,500 ล้านปี สามารถนำมาใช้คำนวณหาอายุของหินและเปลือกโลกได้ โดยวัดปริมาณรังสีจากพื้นผิวของหินหรือดินในบริเวณสำรวจ จนทำให้เราได้รู้ว่าโลกที่พวกเราอาศัยอยู่นี้มีอายุประมาณ 4,600 ล้านปีล่วงมาแล้ว

นอกจากวิธีหาอายุดังกล่าว ยังมีวิธีการหาอายุของซากสิ่งมีชีวิตและวัตถุโบราณด้วยเทคนิคอื่นๆ อีก เช่น optical stimulated luminescences (OSL) และ electron spin resonance (ESR) รวมทั้งเทคนิค accelerator mass spectrometry (AMS) ที่

สามารถเห็นอะตอมของธาตุคาร์บอน-14 จำนวน 1 อะตอม ในกลุ่มของอะตอมคาร์บอน-12 จำนวนพันล้านล้านอะตอมได้ การเรียนรู้  
อย่างละเอียดมากเช่นนี้ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถตรวจหาอายุของหลักฐานที่ขุดค้นพบที่มีขนาดเล็กที่สุดได้ แม้แต่เศษผงละอองของวัตถุโบราณก็สามารถตรวจหาอายุได้แล้วเช่นกัน



ด้วยเทคนิค *accelerator mass spectrometry (AMS)*  
นี่เองที่ช่วยให้นักโบราณคดีสามารถสรุปได้ว่าผ้าพันพระศพ  
พระเยซูที่ประดิษฐานอยู่ที่มหาวิหารแห่งเมืองตูรินในประเทศ  
อิตาลีไม่ใช่ของจริง

เนื่องจากปรากฏหลักฐานการค้นพบผ้าพันพระศพพระเยซูขึ้น  
ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 14 ภายใต้การเก็บรักษาของกลุ่มอัครวินผู้พิทักษ์  
ก่อนที่จะเปลี่ยนมือผู้เก็บรักษาจนกระทั่งไปอยู่ที่มหาวิหารเซนต์จอห์น  
เดอะแบปติสต์ (*The Cathedral of  
St. John the Baptist*) แห่งเมืองตูริน  
ประเทศอิตาลี





ด้วยความสนใจใคร่รู้ในเรื่องปริศนาลึกลับของผ้าพัน

พระศพของพระเยซู ทำให้ทั้งนักวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์ และนักโบราณคดี ล้วนต้องการพิสูจน์ว่าผ้าลินินเก่าแก่ ที่มีความยาว 14 ฟุต 3 นิ้ว กว้าง 3 ฟุต 7 นิ้ว เป็นผ้าห่อพระศพของพระเยซู ของจริงหรือไม่

เมื่อสังฆราช Anastacio Ballestreo ได้อนุญาตให้ P.Damon แห่งมหาวิทยาลัยแอริโซนา ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำการวัดอายุของผ้าลินินด้วยวิธีเทคนิคเชิงนิวเคลียร์ ในที่สุดคณะผู้วิจัยจากประเทศอังกฤษและสวีตเซอร์แลนด์ลงความเห็นร่วมกันว่า ผ้าลินินผืนนี้ทอขึ้นเมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 13-14 นี้เอง ซึ่งเป็นเวลาหลังจากที่พระเยซูสิ้นพระชนม์ไปแล้วถึง 1,300 ปี จึงเชื่อได้ว่าผ้าพันพระศพพระเยซูแห่งเมืองตุริน ไม่ใช่ของจริง





เมื่อเราขึ้นรถยนต์เพื่อไปทำงาน หมายความว่าเรากำลังใช้ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบขึ้นจากรถเหล็ก สังกะสี อะลูมิเนียม นิกเกิล ในขณะที่รถยนต์ต้องเติมน้ำมัน นั่นก็เป็นผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม

เมื่อไปถึงที่ทำงาน เราต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ นั่นคือเรากำลังใช้ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบขึ้นจากรถเหล็ก สังกะสี อะลูมิเนียม ตะกั่ว และซิลิกอน เป็นต้น

แร่ธาตุเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่ของพวกเรามากมายจริงๆ แต่กว่าที่เราจะมีผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับชีวิตประจำวันนั้น เราต้องพึ่งพาความรู้ความสามารถของนักธรณีวิทยา ผู้เป็นกลไกสำคัญในการสำรวจเสาะหาแร่ธาตุเหล่านี้มาสร้างความสะดวกสบายให้เรา





ตรวจวัดสมบัติทางฟิสิกส์ของพื้นโลกชนิดต่างๆ เข้ากับเครื่องบิน เพื่อตรวจหาความเข้มของสนามแม่เหล็กโลก ความเข้มของธาตุ กัมมันตรังสี หรือความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า



โดยอาศัยหลักการแผ่รังสีของไอโซโทปของธาตุ ทำให้ นักวิทยาศาสตร์สามารถวัดปริมาณความเข้มของ รังสีแกมมาที่ปลดปล่อยออกมาจากธาตุบางชนิด เช่น โพแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียม

ผลการตรวจสอบที่ได้จากวิธีการนี้สามารถบอกได้ว่าพื้นที่ บริเวณใดเป็นแหล่งแร่สำคัญบ้าง แต่ยังมีข้อจำกัดที่จะไม่สามารถ บ่งบอกถึงชนิดของแร่ได้โดยตรง นอกจากจะเป็นแร่เหล็กและ แร่ยูเรเนียมเท่านั้น





**กรมทรัพยากรธรณี** กระทรวงอุตสาหกรรม ได้จัดให้มีการบินสำรวจทางธรณีฟิสิกส์เป็นครั้งแรกในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2497 เพื่อสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียม

ในบริเวณแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ต่อมาในปี พ.ศ. 2502 ได้มีการบินสำรวจ วัดความเข้มของสนามแม่เหล็กและความเข้มของกัมมันตรังสี ในพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดเลย นครสวรรค์ และฉะเชิงเทรา

และประเทศไทยยังเป็นเพียงประเทศเดียวในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ดำเนินการสำรวจในลักษณะนี้ จึงมีความได้เปรียบประเทศอื่นๆ ทางด้านการศึกษาทางด้านธรณีวิทยา การสำรวจทรัพยากรธรณี รวมถึงการประยุกต์ใช้ข้อมูลด้านอื่นๆ ด้วย

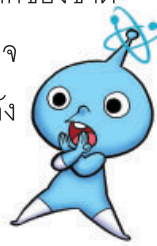




## ยูเรเนียม สิ้นแร่แสนมีค่า

ที่ผ่านมาแร่ยูเรเนียมกลายเป็นแร่มีค่าเมื่อพิสูจน์ให้เห็นว่ามีสมบัติในการทำลายล้างในฐานะอาวุธร้ายแรงในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้อย่างมหาดล จนทำให้ในยุคถัดมานานาประเทศต่างมุ่งหายูเรเนียมมาใช้ในการผลิตอาวุธนิวเคลียร์เหมือนจะประกาศศักดานุภาพว่าประเทศของตนนั้นมีศักยภาพทางด้านอาวุธเหนือกว่าใคร

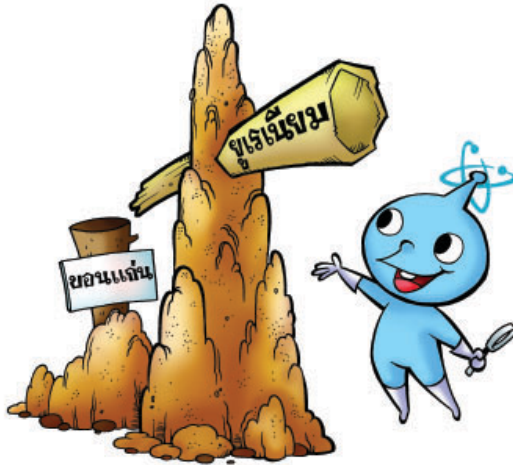
การค้นหาแร่ยูเรเนียมกลายเป็นนโยบายหลักของชาติของหลายประเทศในโลก เพื่อแสดงให้เห็นถึงอำนาจและความก้าวหน้า แต่เมื่อโลกเข้าสู่ยุคที่น้ำมันกำลังจะหมดไป ยูเรเนียมแปรเปลี่ยนบทบาทเป็นแหล่งพลังงานหลักในขนาดของโลกที่สำคัญยิ่ง



แม้ว่าการสำรวจหาแร่ยูเรเนียมในประเทศไทยเพิ่งจะเริ่มต้นเมื่อไม่นานมานี้ โดยมีการสำรวจอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรมเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2513 พบแร่ยูเรเนียมเกิดร่วมกับแร่ทองแดงในหินทรายบริเวณประตูตีหมา บ้านหนองขาม ตำบลเขาน้อย อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น นับเป็นการพบแร่ยูเรเนียมในชั้นหินทรายเป็น



ครั้งแรกในประเทศไทย แต่นับจากนั้นเป็นต้นมา การสำรวจแร่ยูเรเนียมได้กลายเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญสำหรับการสำรวจหาแหล่งแร่



จากการสำรวจแหล่งแร่ยูเรเนียมในพื้นที่ต่างๆ ทำให้เราได้พบแหล่งแร่ยูเรเนียมที่สำคัญอีกหลายแห่ง ไม่ว่าจะเป็นแหล่งแร่ยูเรเนียมดอยเต่า บ้านดอยเต่า อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ หรือแหล่งแร่ยูเรเนียมดอยช้าง บ้านห้วยน้ำขาว ตำบลม่อนจอง อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

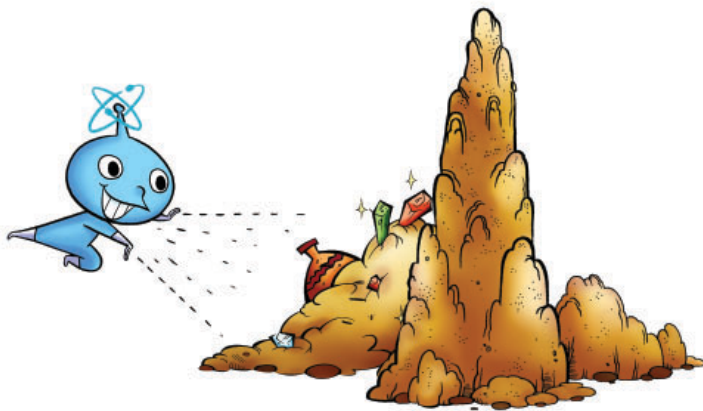
การได้พบแหล่งแร่ยูเรเนียมในที่ต่างๆ นับว่าเป็นนิมิตที่ดีต่อศักยภาพในการพัฒนาประเทศไทยในอนาคต เพราะหมายถึงถึงว่าเราจะสามารถผลิตพลังงานทดแทนน้ำมันได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาประเทศอื่น ไม่ต้องสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ





## สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กับการสำรวจ

ด้วยความก้าวหน้าทางด้านการศึกษาและงานวิจัย ทำให้การสำรวจด้านโบราณคดีและธรณีวิทยามีความก้าวหน้ามากขึ้นเป็นลำดับ หน่วยงานต่างๆ ได้อาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์เข้ามาใช้เพื่อตรวจหาอายุของซากสิ่งมีชีวิตและวัตถุโบราณ รวมทั้งการสำรวจหาแหล่งแร่สำคัญต่างๆ ทั่วประเทศ โดยอาศัยเทคนิควิธีและกระบวนการต่างๆ มากมาย ซึ่งในรายละเอียดเหล่านั้นมีหลายขั้นตอนที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ความชำนาญรวมทั้งเครื่องมือพิเศษมาช่วยในการวิเคราะห์วิจัยวัตถุที่สำรวจพบ





## การวิเคราะห์ธาตุแต่ละประเภท ว่ามีความพิเศษของอย่างไร

ในการวิเคราะห์ธาตุแต่ละประเภท มีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับตัวอย่างของหลักฐานที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ รวมทั้งผลที่ต้องการทราบ เช่น

หากเราต้องการตรวจหาอายุของเส้นผม กระดูก ไม้ ดิน หิน แร่ธาตุ หรือโลหะบางชนิด แต่เราสามารถนำตัวอย่างของหลักฐานมาได้น้อยมาก เราต้องใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงก่อกัมมันตภาพรังสีด้วยนิวตรอนเป็นหลัก เพราะวิธีนี้จะเป็นการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของธาตุ ด้วยการทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างนิวตรอนกับนิวเคลียสของธาตุ



วิธีการนี้มีข้อดีคือ ให้ความถูกต้องแม่นยำสูง แต่มีข้อจำกัดตรงที่ใช้วิเคราะห์ได้เฉพาะกับธาตุที่เกิดปฏิกิริยากับนิวตรอนแล้วให้ไอโซโทปรังสี อีกทั้งยังมีต้นทุนสูง เพราะต้นกำเนิดนิวตรอนที่ใช้ในการวิเคราะห์มีราคาสูงมาก



ในที่สุดเราก็ได้เข้าใจกันแล้วว่าอะตอมนักสำรวจของเรา มีบทบาทในการสำรวจเรื่องที่ใกล้ตัวเรามากมายแค่ไหน หลายสิ่งที่เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของพวกเราล้วนได้มาจากการสำรวจโดยอะตอมนักสำรวจโดยแท้ โดยเป็นการสำรวจที่นำความ



สะดวกสบายมาให้เรา การสำรวจที่ทำให้เราได้รู้จัก

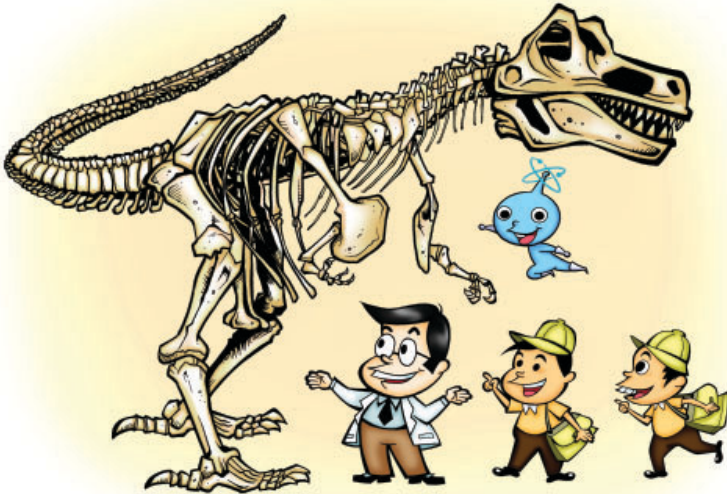
บรรพบุรุษของเราเอง ทั้งยังทำให้เราได้ศึกษา

ต่อเนื่องไปยังแหล่งความรู้อื่นๆ อีกมากมาย

การสำรวจที่ทำให้เรารู้ว่าในอีกนับร้อยนับพันปีข้างหน้า

เราควรใช้ชีวิตอย่างไรเพื่อให้มนุษยชาติได้ดำรงเผ่าพันธุ์

สืบต่อไปอย่างดีที่สุด







## อภิธานศัพท์

การวิเคราะห์เชิงกัมมันตภาพรังสีด้วยนิวตรอน, เอ็นเอเอ

(neutron activation analysis: NAA)

การจำแนกชนิดและปริมาณของธาตุในสารตัวอย่าง โดยใช้อนุภาคนิวตรอนเป็นตัวกระทำให้เกิดกัมมันตภาพรังสีแก่สารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ แล้ววัดรังสีแกมมาเฉพาะตัวที่ปลดปล่อยจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เกิดขึ้น

การวิเคราะห์ธาตุโดยการเรืองรังสีเอ็กซ์

(X-ray fluorescence analysis)

การวิเคราะห์ธาตุในสารตัวอย่าง โดยพิจารณาจากสเปกตรัมซึ่งแสดงค่าพลังงานและความเข้มของรังสีเอ็กซ์ลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นจากการเรืองรังสีเอ็กซ์ของธาตุนั้นๆ

การหาอายุจากคาร์บอนกัมมันตรังสี (radiocarbon dating)

การหาอายุของวัตถุโบราณโดยหาปริมาณของคาร์บอน-14 เทียบกับคาร์บอนทั้งหมดที่มีอยู่ในวัตถุนั้น วิธีนี้เหมาะสำหรับหาอายุของวัตถุโบราณที่มีอายุสูงสุดประมาณ 100,000 ปี ดร. ดับเบิลยู. เอฟ. ลิบบี (Dr. W. F. Libby) เป็นผู้ค้นพบวิธีการนี้

ครึ่งชีวิต (half life)

คาบเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่ง จะสลายตัวไปเป็นปริมาณครึ่งหนึ่ง เหลืออะตอมของไอโซโทปกัมมันตรังสีนั้น ครึ่งหนึ่งของอะตอมเริ่มต้น

คาร์บอน-14 (carbon-14)

ไอโซโทปรังสีของธาตุคาร์บอน มีครึ่งชีวิต 5,730 ปี เกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นบนของโลก โดยอนุภาคนิวตรอนที่เกิดมาจากรังสีคอสมิกไปชนนิวเคลียสของธาตุไนโตรเจนเกิดเป็นคาร์บอน-14 และถูกออกซิไดส์ไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่วงจรของสิ่งมีชีวิต

เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (thermoluminescence - TL)

เทคนิคทางนิวเคลียร์อีกประเภทหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์นิยมนำมาใช้ในการคำนวณหาอายุของวัตถุโบราณ โดยอาศัยหลักการวัดการเรืองแสงของธาตุเมื่อได้รับความร้อน

### ไอโซโทป (isotope)

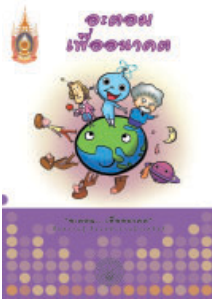
อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนไม่เท่ากัน

### ไอโซโทปกัมมันตรังสี (radioisotope)

ไอโซโทปของธาตุที่ไม่เสถียร มีการสลายเพื่อลดระดับพลังงาน โดยการปลดปล่อยรังสีออกมา

# “อะตอม...เพื่ออนาคต”

สื่อให้ ความรู้ เรื่อง พลังงาน นิวเคลียร์



## อะตอม เพื่ออนาคต

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ ได้รู้จักว่าอะตอมคืออะไร พลังงานนิวเคลียร์ เกิดขึ้นได้อย่างไร คนเราทุกวันนี้เกี่ยวข้องกับ พลังงานนิวเคลียร์แค่ไหน และความสำคัญของ พลังงานนิวเคลียร์



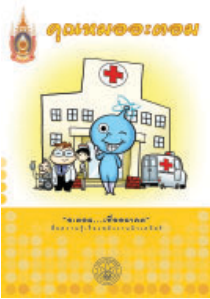
## อะตอมออฟฟิศ

รู้จักกับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เป้าหมายและความรับผิดชอบในฐานะองค์กร ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์โดยตรง เทียบชม หน่วยงานภายใน รู้จักอุปกรณ์เครื่องมือที่น่าสนใจ รวมทั้งหน้าที่ของบุคลากรในส่วนต่างๆ



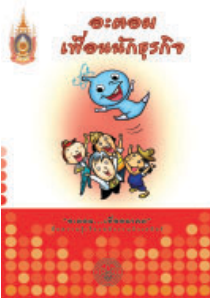
## อะตอมเพื่อเกษตรกรไทย

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







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