คูรีกับนิวเคลียร์

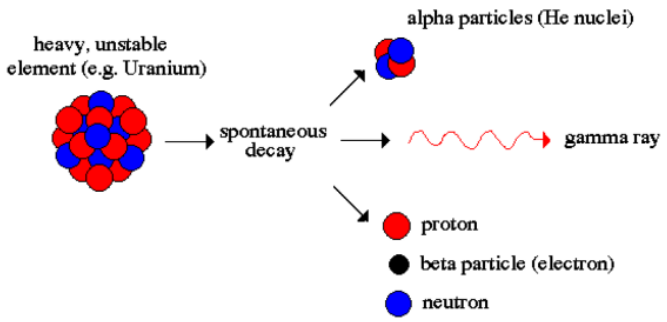
สุรศักดิ์ พงศ์พันธุ์สุข
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

รูปที่ 1 ปีแอร์กับมารีก่อนแต่งงาน รูปนี้ถ่ายเมื่อปี ค.ศ.1894

เมื่อได้ยินชื่อ คูรี (Curie: สำเนียงฝรั่งเศสคือ กูรี) เชื่อว่าคนส่วนใหญ่คงนึกถึงแต่ มาดามคูรี (Madame Curie) แต่ทว่า กับเรื่องของนิวเคลียร์แล้ว มาดามคูรีไม่ใช่คนที่มีนามสกุลคูรีเพียงคนเดียว ที่เข้าไปเกี่ยวข้องด้วย แต่จะมีคูรีอื่นอีกกี่คน ก็คงต้องติดตามกันต่อไป

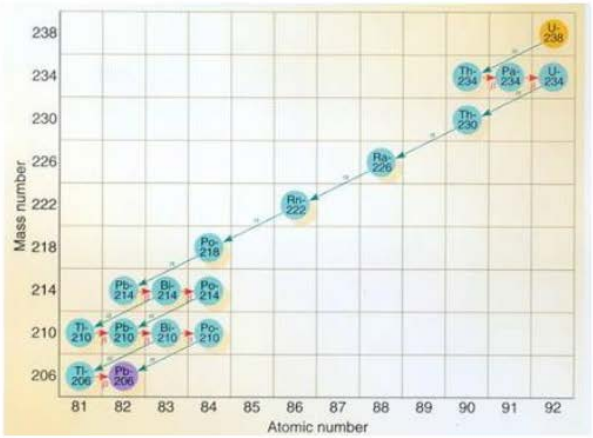
มาดามคูรี มีชื่อเดิมว่า มาเรีย สคลอดอฟสกา (Marja sklodowska) เป็นชาวโปแลนด์ เกิดที่กรุงวอร์ซอว์เมื่อปี ค.ศ. 1867 แต่มาศึกษาในมหาวิทยาลัยที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส และเปลี่ยนเรียกชื่อตัวเอง ตามสำเนียงฝรั่งเศสว่า มารี (Marie) มารีได้พบรักกับศาสตราจารย์ด้านฟิสิกส์ ชาวฝรั่งเศส ชื่อว่า ปีแอร์ กูรี (Pierre Curie) และแต่งงานกันในปี ค.ศ. 1895 ต่อมา ทั้งคู่ร่วมกันศึกษาสมบัติของปรากฏการณ์ กัมมันตภาพรังสี (radioactivity) ที่ชาวฝรั่งเศสชื่อว่าอองรี แบ็กเกอแรล (Henri Becquerel) เป็นผู้ค้นพบก่อนจากสารประกอบยูเรเนียม

ปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสีนี้ เป็นปรากฏการณ์ทางนิวเคลียร์แท้ ๆ ในธรรมชาติ เกิดจากนิวเคลียสของอะตอมขนาดใหญ่ ที่ไม่เสถียร แต่พยายามสร้างความเสถียร โดยการปล่อยรังสีออกมา ได้หลายชนิด เช่น อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา และรังสีแกมมา



รูปที่ 2 รังสีชนิดต่าง ๆ ที่นิวเคลียสอาจปล่อยออกมาได้ในปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสี

การปล่อยรังสีออกมาดังกล่าว เป็นการปรับตัวภายในนิวเคลียสของอะตอม แล้วเกิดแปลง ไปเป็นนิวเคลียสของอีกอะตอมหนึ่ง ที่เล็กลง เรียกว่า การสลายกัมมันตรังสี (radioactive decay) และถ้านิวเคลียสที่เกิดใหม่ยังไม่เสถียร ก็จะปล่อยรังสีออกมาอีก และสลายกลายเป็นนิวเคลียสที่เล็กลงไปอีก โดยจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เป็นทอด ๆ ไปจนกว่านิวเคลียสที่เกิดใหม่ จะเสถียร ซึ่งก็มักได้แก่ เมื่อกลายเป็นนิวเคลียสของอะตอมตะกั่ว จึงถึงจุดสิ้นสุด ชุดของอะตอมแต่ละชนิด ที่สลายเป็นทอด ๆ นี้เรียกว่า อนุกรมกัมมันตรังสี (radioactive series) ยกตัวอย่าง อนุกรมยูเรเนียม (uranium series: ดูรูปที่ 3) เริ่มต้นจากยูเรเนียม-238 สลายเป็นทอเรียม-234 ซึ่งสลายเป็นทอด ๆ ต่อ ๆ กันไปเป็นโพรแทกทิเนียม-234 ยูเรเนียม-234 ทอเรียม-230 เรเดียม-226 เรดอน-222 พอโลเนียม-218 และยังสลายต่อไปอีกหลายทอด จนสุดท้ายสลายเป็นตะกั่ว-206 ซึ่งเสถียรแล้ว และไม่สลายอีกต่อไป



รูปที่ 3 การสลายกัมมันตรังสีตามอนุกรมยูเรเนียม

ปีแอร์ประดิษฐ์อุปกรณ์สำหรับวัดอัตราพลังงาน ที่ยูเรเนียมปล่อยพลังงานออกมา โดยวัดว่าพลังงานนั้น ทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน ได้มากน้อยเพียงใด และยังได้ศึกษาธาตุต่าง ๆ อีกหลายธาตุ ทำให้พบว่า ธาตุทอเรียม ก็เป็นอีกธาตุหนึ่ง ในธรรมชาติ ที่เกิดปรากฏการณ์นี้ได้ และจากอุปกรณ์วัดนี้เอง ทำให้มาดามคูรีและสามี ค้นพบธาตุใหม่ถึง 2 ธาตุคือ เรเดียม และพอโลเนียม ซึ่งก็เกิดมาจากการสลาย ตามอนุกรมยูเรเนียม ดังกล่าวแล้วข้างต้น (ดูรูปที่ 3 ได้แก่ Ra-226 และ Po-218 ตามลำดับ)

ไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1919 หรือไม่ จึงทดลองตาม และพิสูจน์ได้ตามที่คิด เขาจึงเป็นผู้ได้รับเกียรตินั้นไปเมื่อปี ค.ศ. 1932 และได้รับรางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์เมื่อปี ค.ศ. 1935 ซึ่งต่อมาภายหลัง เอมีลีโอ เซแกระ (Emilio Segr?) เล่าว่า รัทเทอร์ฟอร์ดเคยพูดถึงกรณีนี้ว่า “สำหรับนิวตรอน ยกให้แชดวิกไปคนเดียวเถอะ โชลีโย-คูรี สองคนนี้ เป็นคนเก่งมาก คงไม่นานก็จะประสบความสำเร็จจากเรื่องอื่น” และก็จริงอย่างที่รัทเทอร์ฟอร์ดกล่าว

ไว้ ถัดมาเพียง 2 ปีคือในปี ค.ศ. 1934

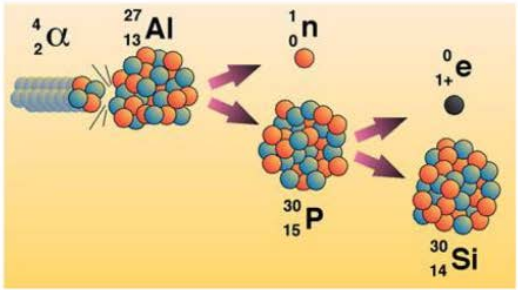
รูปที่ 4 เฟรเดริกและอีแรน ที่สถาบันเรเดียม ในกรุงปารีสเมื่อปี ค.ศ. 1930.

ปีแอร์และมาดามคูรีมีลูกสาว 2 คนคือ อีแรน (Ir?ne) และเอฟ (Eve) อีแรนเจริญรอยตามพ่อแม่ โดยศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ และได้มาทำงานในห้องปฏิบัติการของมาดามคูรี ที่สถาบันเรเดียม (Institut du Radium) ในปารีส ที่นี่เอง อีแรนได้พบกับผู้ช่วยของมาดามคูรี ชื่อ เฟรเดริก โชลีโย (Fr?d?ric Joliot) และต่อมาไม่นานทั้งคู่ก็ได้แต่งงานกัน เมื่อปี ค.ศ. 1926 พร้อมกับเปลี่ยนนามสกุลเป็น โชลีโย-กูรี (Joliot-Curie) เฟรเดริกจึงนับเป็น “คูรี” อีกคนหนึ่งด้วยประการฉะนี้

เฟรเดริกกับอีแรน ช่วยกันทำวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอม โดยใช้วิธีระดมยิงนิวเคลียสของอะตอม ด้วยอนุภาคแอลฟา จากธาตุเรเดียม อันเป็นวิธีที่ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Lord Ernest Rutherford) ริเริ่ม

ขึ้น และสามารถค้นพบนิวเคลียสของอะตอม ทั้งคู่เกือบได้ชื่อว่า เป็นผู้ค้นพบนิวตรอน เพราะสังเกตพบอนุภาคนิวตรอน ที่หลุดออกมาจากนิวเคลียส และสลายไป แต่ไม่ทันคิดว่า เป็นอนุภาคชนิดใหม่ โดยเรื่องนี้ ทั้งคู่เสนอเป็นบทความ แล้วสัปดาห์ต่อมา มีผู้นำไปอ่านที่เคมบริดจ์ ซึ่งเซอร์เจมส์ แชดวิก (Sir James Chadwick) สะดุดใจว่า อนุภาคนี้จะเป็นอนุภาคนิวตรอน ที่ไม่มีประจุ และรัทเทอร์ฟอร์ดทำนายว่า มีอยู่ในอะตอม

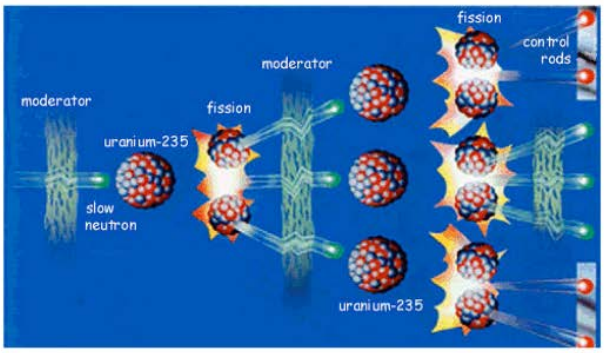
ไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1919 หรือไม่ จึงทดลองตาม และพิสูจน์ได้ตามที่คิด เขาจึงเป็นผู้ได้รับเกียรตินั้นไปเมื่อปี ค.ศ. 1932 และได้รับรางวัลโนเบล สาขาฟิสิกส์เมื่อปี ค.ศ. 1935 ซึ่งต่อมาภายหลัง เอมีลีโอ เซแกระ (Emilio Segr?) เล่าว่า รัทเทอร์ฟอร์ดเคยพูดถึงกรณีนี้ว่า “สำหรับนิวตรอน ยกให้แชดวิกไปคนเดียวเถอะ โชลีโย-คูรี สองคนนี้ เป็นคนเก่งมาก คงไม่นานก็จะประสบความสำเร็จจากเรื่องอื่น” และก็จริงอย่างที่รัทเทอร์ฟอร์ดกล่าวไว้ ถัดมาเพียง 2 ปีคือในปี ค.ศ. 1934 ทั้งคู่ก็ประสบความสำเร็จ จากการระดมยิงนิวเคลียสของอะตอมอะลูมิเนียม ด้วยอนุภาคแอลฟา ทำให้เกิดการแปรธาตุ เป็นอะตอมของฟอสฟอรัสได้สำเร็จ ดังนั้น ฟอสฟอรัสจึงเป็นธาตุแรก ที่ประดิษฐ์ขึ้นได้สำเร็จ ในห้องปฏิบัติการ ผลงานนี้ เป็นเรื่องของปฏิกิริยานิวเคลียร์แท้ ๆ เพราะทำให้เกิดการแปลงของนิวเคลียส ของธาตุหนึ่ง ไปเป็นนิวเคลียสของอีกธาตุหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพรังสีเทียม หรือกัมมันตภาพรังสีแบบทำขึ้น (artificial radioactivity) และทั้งคู่ก็ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมี จากผลงานนี้ในปี ค.ศ. 1935



รูปที่ 5 อะลูมิเนียม-27 แปรธาตุไปเป็นฟอสฟอรัส-30 ซึ่งไม่เสถียรและสลายต่อไปเป็นซิลิคอน-30

ค.ศ. 1937 เฟรเดริกย้ายออกจากสถาบันเรเดียม ไปรับตำแหน่งศาสตราจารย์ที่ Coll?ge de France และในช่วงหลายปีนั้น ก็มีผู้ทำการทดลองตาม ๆ กันกับธาตุอื่น ๆ มากมาย และสามารถประดิษฐ์ไอโซโทป

กัมมันตรังสี ขึ้นมาได้นับพันชนิด จนถึงปี ค.ศ. 1939 ผลการทดลองที่สร้างความแตกตื่นก็เกิดขึ้น การทดลองคล้ายกันนี้ของ ออตโท ฮาน (Otto Hahn) และฟริตซ์ ชตราสส์มันน์ (Fritz Strassmann) โดยการระดมยิงนิวเคลียสของอะตอมยูเรเนียม ด้วยอนุภาคนิวตรอน ไม่ได้ทำให้เกิดการแปรธาตุ แต่กลับทำให้นิวเคลียสของอะตอมยูเรเนียม แบ่งแยกออกเป็นสองส่วน กลายเป็นนิวเคลียสของอะตอมคริปทอน และแบเรียม อันเป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ ที่เรียกว่า การแบ่งแยกนิวเคลียส หรือ ฟิชชัน (nuclear fission) ในเรื่องนี้ อีแรนกับเฟรเดริก พลาดโอกาสเป็นครั้งที่ 2 จากที่พลาดมาครั้งหนึ่งแล้ว ในเรื่องของการค้นพบนิวตรอน เพราะอันที่จริง อีแรนเองก็ทดลองพบฟิชชันก่อนหน้านี้แล้ว เพียงแต่ตีความการทดลองไม่ออก และถ้าหากเฟรเดริกไม่ย้ายไปที่อื่น เกียรติของการค้นพบฟิชชัน คงไม่พ้นมือสามีภรรยาคู่นี้เป็นแน่



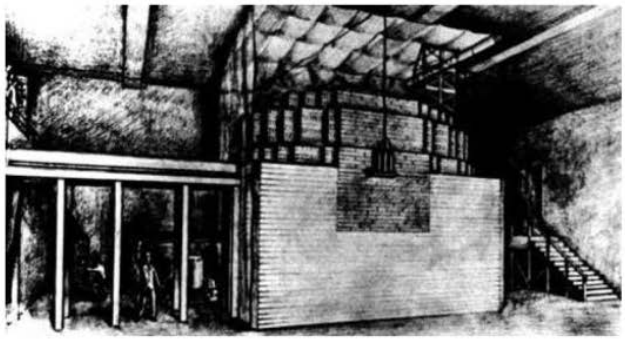
รูปที่ 6 ปฏิกิริยาลูกโซ่แบ่งแยกนิวเคลียสที่ควบคุมได้ภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

เพราะว่า ปฏิกิริยาฟิชชัน มีอนุภาคนิวตรอนและพลังงานออกมาด้วย จึงเกิดแนวคิดว่า หากนิวตรอนที่เกิดขึ้นไปเกิดฟิชชันกับนิวเคลียสยูเรเนียมอื่นต่อ ๆ ไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) และถ้าควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่ไว้ได้ ก็จะนำพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยาลูกโซ่ แบ่งแยกนิวเคลียสนี้ มาใช้ประโยชน์ได้ ที่เรียกกันว่า พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear energy) และอุปกรณ์ที่ใช้ทำให้เกิด และควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่ แบ่งแยกนิวเคลียสนี้ ก็เรียกว่า เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor)

เฟรเดริกเป็นตัวจักรสำคัญ ของประเทศฝรั่งเศส ในโครงการสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ จากวิธีระดมยิงนิวเคลียสของอะตอมยูเรเนียม ด้วยนิวตรอน โดยใช้น้ำมวลหนัก (heavy water) เป็นตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน (moderator) ให้ช้าลง เพราะก่อนหน้านี้ เอนรีโค เฟร์มี (Enrico Fermi) ได้ค้นพบว่า นิวตรอนที่เคลื่อนที่ช้ากว่า จะมีโอกาสทำให้เกิดฟิชชันได้มากกว่า นิวตรอนที่เคลื่อนที่เร็วกว่า ในขณะที่เฟร์มีเอง ที่ได้

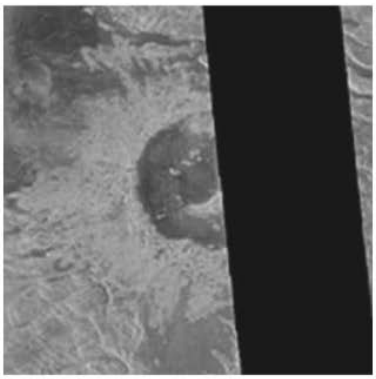
อพยพไปอยู่ประเทศสหรัฐอเมริกา และได้รับมอบหมายจากรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ให้เป็นหัวหน้าทีมสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เช่นกัน ที่มหาวิทยาลัยชิคาโก แต่เฟร์มีเลือกใช้แกรไฟต์ เป็นตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน และประสบผลสำเร็จก่อนเฟรเดริก โดยการทดลองประสบความสำเร็จ เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม ค.ศ. 1942 และเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เครื่องแรกของโลกนี้ มีชื่อว่าชิคาโกไพล์ (Chicago Pile)

เป็นที่ทราบกันดีว่า เฟรเดริกนับเป็นอัจฉริยะคนหนึ่ง (โดยยังเป็นทั้งนักเปียโนและจิตรกรด้วย) และเริ่มงานสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ก่อนเฟมีร์ แต่เฟร์มีทำได้สำเร็จก่อน ก็เพราะเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยทวีปยุโรป เป็นสนามรบสำคัญ เมื่อปี ค.ศ. 1940 นาซีเยอรมันได้บุกเข้าไปในฝรั่งเศส ทำให้งานของเฟรเดริกต้องหยุดชะงักไปหลายปี เขาต้องลอบขนย้ายเอกสาร และวัสดุสำคัญ ไปไว้ที่ประเทศอังกฤษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมวลหนัก ต้องยักย้ายแอบซ่อนไว้ไ ม่ให้นาซีนำไปใช้ได้ ตัวเขาเอง ก็ทำงานใต้ดินต่อต้านนาซี อยู่ในปารีส แต่ส่งอีแรนกับลูกสาวและลูกชาย ไปอยู่สวิตเซอร์แลนด์



รูปที่ 7 ชิคาโกไพล์ตั้งอยู่ใต้อัฒจรรย์สนามสควอชร้างชื่อ Stagg Field ภายในมหาวิทยาลัยชิคาโก

มวลหนัก (heavy water) เป็นตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน (moderator) ให้ช้าลง เพราะก่อนหน้านี้ เอนรีโค เฟร์มี (Enrico Fermi) ได้ค้นพบว่า นิวตรอนที่เคลื่อนที่ช้ากว่า จะมีโอกาสทำให้เกิดฟิชชันได้มากกว่า นิวตรอนที่เคลื่อนที่เร็วกว่า ในขณะที่เฟร์มีเอง ที่ได้อพยพไปอยู่ประเทศสหรัฐอเมริกา และได้รับมอบหมายจากรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ให้เป็นหัวหน้าทีมสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เช่นกัน ที่มหาวิทยาลัยชิคาโก แต่เฟร์มีเลือกใช้แกรไฟต์ เป็นตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน และประสบผลสำเร็จก่อนเฟรเดริก โดยการทดลองประสบความสำเร็จ เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม ค.ศ. 1942 และเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เครื่องแรกของโลกนี้ มีชื่อว่าชิคาโกไพล์ (Chicago Pile)



รูปที่ 8 หลุมโชลีโย-กูรีบนดวงจันทร์ (ถ่ายจากอพอลโล 13)

ภายหลังสงคราม เฟรเดริกรับตำแหน่งผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์แห่งชาติ และต่อมา ก็ได้คนแรก ที่เป็นประธานคณะกรรมการด้านพลังงานนิวเคลียร์ โดยในปี ค.ศ. 1948 เขาเป็นผู้ดูแล การสร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เครื่องแรกของฝรั่งเศส แต่ดูได้ไม่ตลอด โดยอีก 2 ปีต่อมา เขาก็ถูกการเมืองเล่นงาน เพราะเป็นผู้ฝักไฝ่ในลัทธิคอมมิวนิสต์ แต่ยังคงมีตำแหน่งศาสตราจารย์ ในสถาบันเดิม และเมื่ออีแรนถึงแก่อนิจกรรม เมื่อปี ค.ศ. 1956 เฟรเดริกก็ได้รับตำแหน่งแทน เป็นหัวหน้าภาควิชานิวเคลียร์ฟิสิกส์ ที่มหาวิทยาลัยซอร์บอน (Sorbonne) นอกจากนี้ เขายังเป็นสมาชิกบัณฑิตยสถาน สาขาวิทยาศาสตร์และสาขาการแพทย์ และยังได้รับรางวัลอื่น ๆ อีกหลายอย่าง ใน 2 ปีสุดท้ายของชีวิต เขาได้อุทิศตน ให้กับการก่อตั้งศูนย์นิวเคลียร์ฟิสิกส์ที่ออร์เซ (Orsay) ที่อีแรนได้เริ่มต้นไว้ ท้ายที่สุด แม้เมื่อเฟรเดริกถึงแก่มรณกรรมไปแล้ว (ค.ศ. 1958) ชื่อ โชลีโย-กูรี ก็ยังได้รับเกียรติ เป็นชื่อหลุมแห่งหนึ่งบนดวงจันทร์

กิจการด้านพลังงานนิวเคลียร์ของฝรั่งเศส มีความเจริญรุดหน้าไม่แพ้ชาติใด ๆ ในโลก สถิติโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในปี ค.ศ. 2006 ราวร้อยละ 78 ของกระแสไฟฟ้าของประเทศฝรั่งเศส ได้จากพลังงานนิวเคลียร์ อันเป็นสัดส่วนสูงสุดกว่าทุกประเทศในโลก โดยในปี ค.ศ. 2005 ที่ผ่านมาแล้วนั้น ประเทศฝรั่งเศส ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ได้ 430.9 พันล้านยูนิต (พันล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง) มากเป็นอันดับ 2 รองจากสหรัฐอเมริกา (780.5 พันล้านยูนิต)

รูปที่ 9 ตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จำนวน 59 โรงทั่วประเทศฝรั่งเศส

แต่หากคิดเฉลี่ยต่อจำนวนประชากรแล้ว ฝรั่งเศสผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ย 7,000 ยูนิตต่อคนต่อปี มากกว่า

สหรัฐอเมริกา ที่ผลิตได้ 2,600 ยูนิต ต่อคนต่อปี ถึง 2.7 เท่าตัว และนับว่าผลิตได้สูงที่สุดในโลก สมกับที่เป็นชนชาติแรกในโลก ที่รู้ว่านิวเคลียสของอะตอม ปล่อยพลังงานออกมาได้
เริ่มต้นจากแบ็กเกอแรล ซึ่งก็เป็นชาวฝรั่งเศส ที่ได้ค้นพบการปล่อยพลังงานออกมา จากนิวเคลียสของอะตอม ที่เรียกว่า ปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสีแล้ว ก็ชีวิตของคนนามสกุลคูรี ทั้ง 2 ชั่วคน รวม 4 คนนี่เอง รวมระยะเวลาแล้วนานกว่า 60 ปี นับตั้งแต่ปีแอร์และมาดามคูรี ที่อุทิศเวลา ทำงานเกือบตลอดชีวิต ให้กับการศึกษาสมบัติของกัมมันตภาพรังสี มาจนถึงอีแรนและเฟรเดริก โชลีโย-กูรี ที่ได้ศึกษาลึกเข้าไปถึงในนิวเคลียสของอะตอม และโดยเฉพาะเฟรเดริก ยังเป็นบุคคลสำคัญ ต่อรากฐานกิจการด้านพลังงานนิวเคลียร์ของประเทศฝรั่งเศส

พวกคูรีเขาช่างเกิดมา คู่กับนิวเคลียร์อย่างแท้จริง ว่าไม๊?