

การใช้ขวานสำหรับเครื่องปฏิกรณ์เครื่องแรกนำไปสู่ตำนาน "Scram" ของเครื่องปฏิกรณ์ในปัจจุบัน

กนกกรัณฑ์ ดิยพันธ์

ศูนย์เครื่องปฏิกรณ์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

อธิษฐานศัพท์ NRC ให้คำจำกัดความของ "scram" ว่า "การดับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์อย่างกะทันหันโดยปกติโดยการทำให้แท่งควบคุมตกลงมาอย่างรวดเร็ว" แต่คำนี้มาจากไหน?

ตำนานเรื่องเล่าของคำว่า *Scram* และที่มาของคำนี้เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาฉุกเฉินที่เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2485 ที่ Chicago Pile (CP-1) ซึ่งเป็นเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเครื่องแรกและพัฒนาขึ้นสำหรับโครงการแมนฮัตตัน โดยนักฟิสิกส์ชื่อ Enrico Fermi โดยเขาได้สร้างตัวอย่ Safety Control Rod Axe Man (SCRAM) สำหรับหยุดปฏิกิริยาฟิชชัน โดยหน้าที่นี้ได้รับมอบหมายให้นักฟิสิกส์ซึ่งผู้ร่วมงานของ Enrico Fermi ที่ชื่อ Norman Hilberry เป็นผู้ทำการควบคุม (รูปที่ 1) ในวันนั้น Hilberry ได้รับมอบหมายให้หยุดปฏิกิริยาฟิชชันที่เกิดขึ้นจากเครื่องปฏิกรณ์เครื่องแรก (CP-1) โดยการใช้ขวานตัดเชือกที่ผูกไว้กับแท่งควบคุม ซึ่งจะทำให้แท่งควบคุมความปลอดภัย (Safety Control Rod) ตกลงไปในกองยูเรเนียมและกราไฟต์ที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องปฏิกรณ์ เครื่องปฏิกรณ์เครื่องแรก CP1 'Fermi Pile' (หรือ Chicago Pile 1 สร้างขึ้นในปี 2485) มีระบบความปลอดภัยขั้นพื้นฐานที่สอดคล้องกับเครื่องปฏิกรณ์ในปัจจุบัน โดยใช้การควบคุมปฏิกิริยาจากแท่งควบคุม และมีการออกแบบผู้ควบคุมตามตำแหน่งต่างๆตามรูปที่ 2 โดยมีการร่างภาพตามแนวความคิดของ Enrico Fermi และจากการระดมความคิดเห็นของ Fermi และเพื่อนร่วมงาน คิดว่าการทดลองนี้จะมีความปลอดภัย และสามารถหยุดปฏิกิริยาฉุกเฉินได้อย่างทันที่ จากการออกแบบของ Fermi แสดงให้เห็นว่า ระบบความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์เครื่องแรกประกอบด้วย (1) ระบบดับเครื่องปรมาณูใช้แท่งควบคุมความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์ที่ขับเคลื่อนด้วยการตกลงมาโดยแรงโน้มถ่วงอย่างรวดเร็ว (ถูกออกแบบการใช้งานโดยการตัดเชือกที่ยึดแท่งควบคุมด้วยขวาน) และ (2) ระบบดับเครื่องฟิชชันใช้ถังที่มีสารละลายแคดเมียมซัลเฟตซึ่งเป็นตัวดูดกลืนนิวตรอนที่ดี โดยถังนี้จะตั้งอยู่ที่ด้านบนสุดของกองยูเรเนียมและกราไฟต์ และสามารถเทลงไปได้ทันทีถ้ามีความจำเป็น

เครื่องปฏิกรณ์เครื่องแรกนี้ (CP-1) มีระบบความปลอดภัยที่จำเป็นเท่านั้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปฏิกรณ์ในปัจจุบันพบว่าระบบระบายความร้อนฉุกเฉินขาดหายไป เนื่องจากความร้อนที่เกิดจากการสลายตัวของเครื่องปฏิกรณ์ CP-1 น้อยมาก และ แทบจะไม่มีความร้อนเกิดขึ้นหลังจากการดับเครื่องปฏิกรณ์ นอกจากนั้น CP-1 ยังไม่มีระบบกักกัน (อาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์) ยกเว้นผ้าม่านกันเท่านั้น! เนื่องจาก Fermi ได้ทำการคำนวณและพบว่าปริมาณของผลผลิตฟิชชันเกิดขึ้นน้อยมาก แทบจะไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีอาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์ CP-1

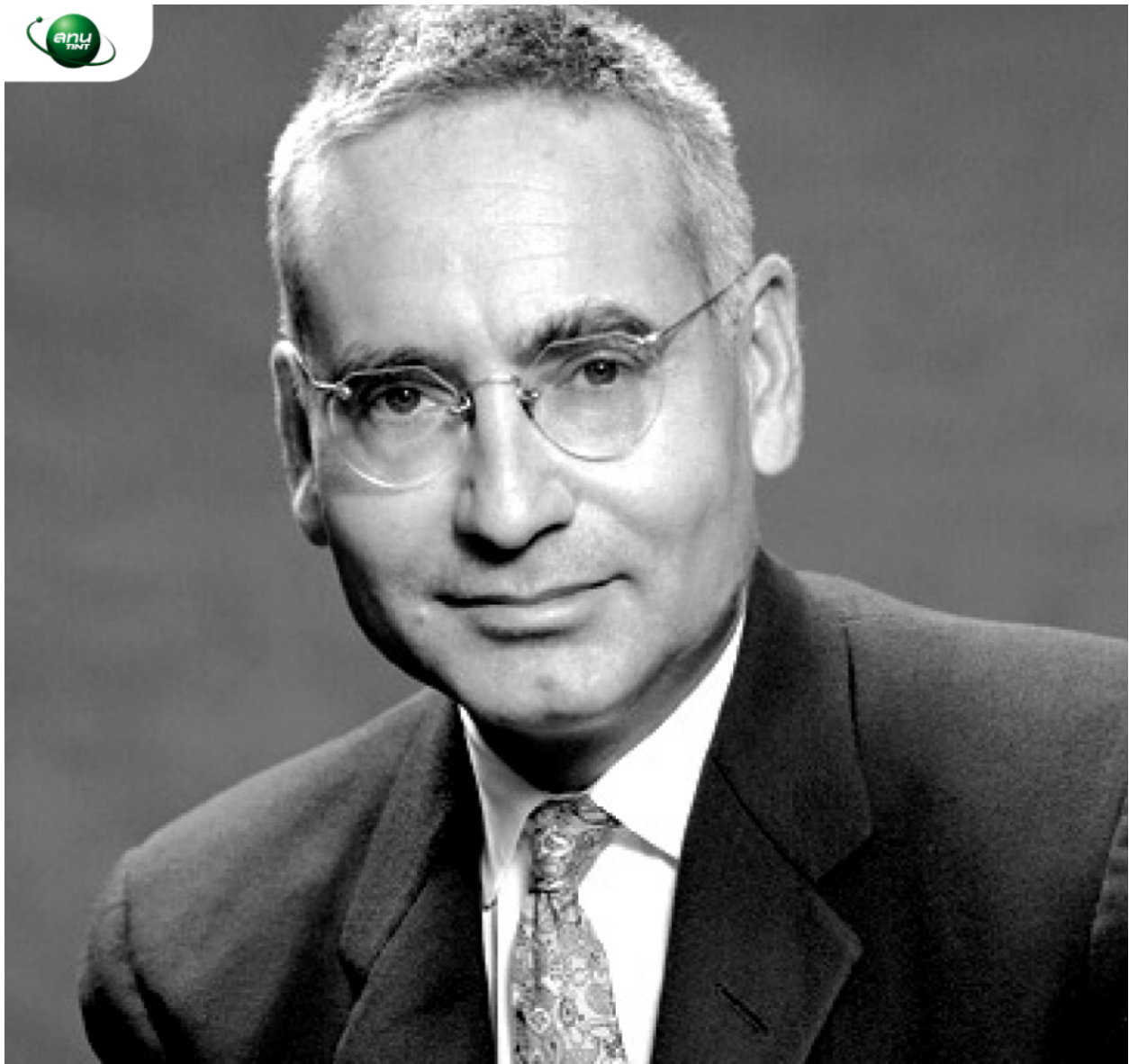
ในช่วงทศวรรษที่ 1980 และ 1990 ได้มีการปรับปรุง แก้ไข ระบบความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์เครื่องแรกที่ใช้ในการผลิตพลูโตเนียม ซึ่งเป็นผลให้สามารถแก้ไขปัญหาเรื่อง การดับเครื่องปฏิกรณ์ และ ปัญหาเกี่ยวกับระบบความปลอดภัย โดยมีการสร้างระบบระบายความร้อนแบบเปิด และ สร้างอาคารคลุมเครื่องปฏิกรณ์แต่ยังไม่สามารถทนต่อแรงดันสูงได้ มีการจัดการกากกัมมันตรังสีโดยใช้วิธีการบรรจุลงในถังโลหะใต้ดิน แต่พบว่ามีความเสี่ยงต่อการกัดกร่อน และ การรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีออกมาได้ และ จัดเก็บแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วในบ่อที่มีน้ำบรรจุอยู่

คณะกรรมการพลังงานปรมาณูของสหรัฐอเมริกา ได้จัดตั้งสถานทดสอบเครื่องปฏิกรณ์แห่งชาติ อยู่ทางตอนใต้ของรัฐไอดาโฮห่างไกลจากพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่น และได้พัฒนาห้องปฏิบัติการ Argonne National Laboratory-West (ปัจจุบันคือ Materials & Fuels Complex ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการแห่งชาติที่รัฐไอดาโฮ) ที่นี่ได้มีการสร้างเครื่องปฏิกรณ์ต้นแบบเพื่อทดสอบ

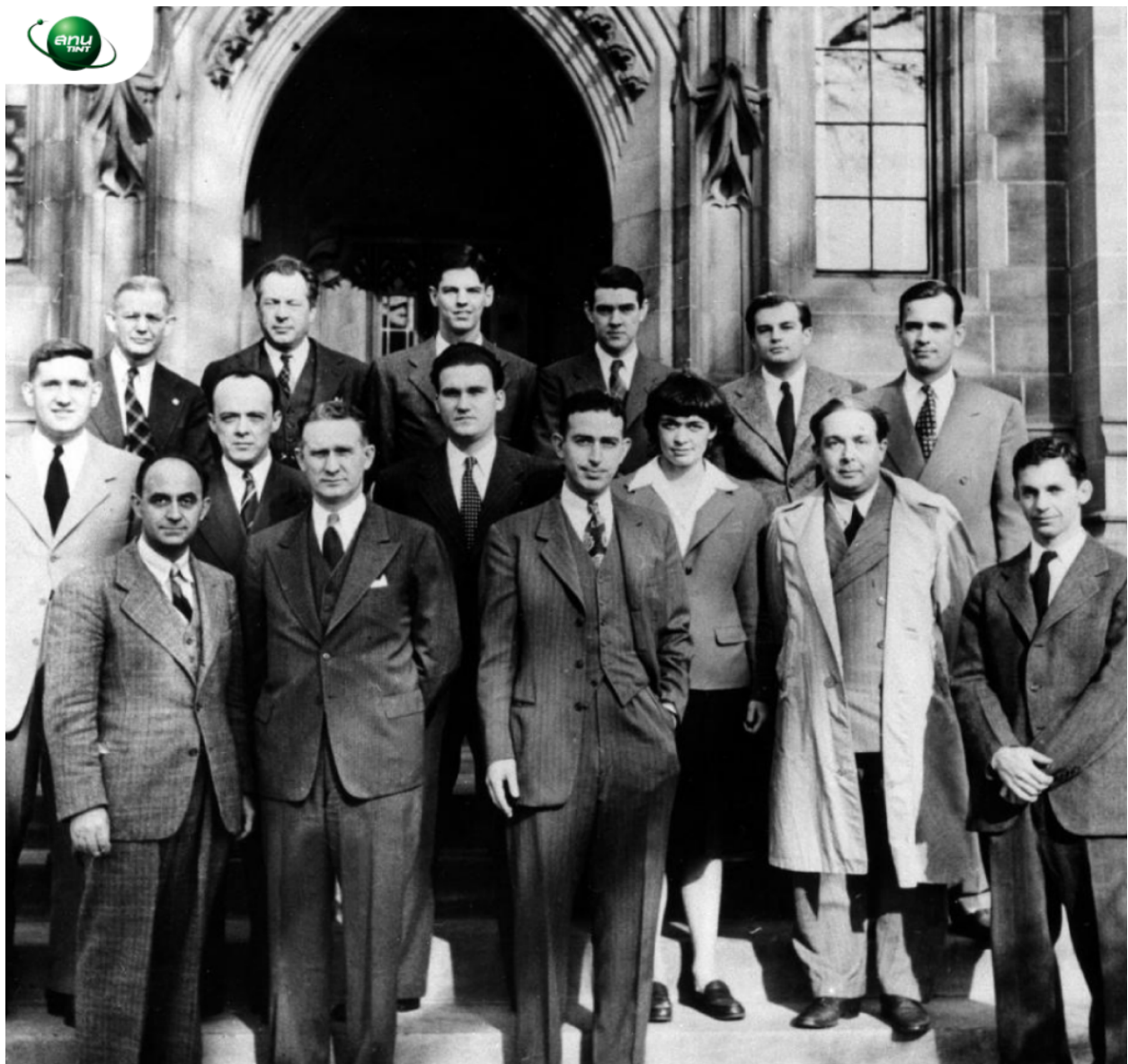
แนวคิดที่เกิดขึ้นใหม่ว่า เครื่องปฏิกรณ์สามารถนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เมื่อวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2494 เพียงเก้าปี หลังจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมจำนวนมากมายมหาศาล และมีการพัฒนาการคำนวณทางฟิสิกส์เชิงทฤษฎี พื้นฐาน จนถึงการใช้ฟิสิกส์ขั้นสูง พวกเขาพบว่า เขาสามารถสร้างเครื่องปฏิกรณ์ที่เป็นต้นแบบ เรียกว่า *Argonne's Experimental Breeder Reactor-I* เครื่องปฏิกรณ์นี้สามารถทำให้หลอดไฟหลอดสว่างได้ (รูปที่ 3) และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวนมากครั้งแรกของโลก โดยใช้พลังงานนิวเคลียร์จากเครื่องปฏิกรณ์ ยุคริเริ่มการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตกระแสไฟฟ้ากำลังจะเริ่มขึ้น

หลังจากการวิจัยการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเครื่องปฏิกรณ์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้มีการออกแบบเบื้องต้นโดยวิศวกรของ Oak Ridge และ วิศวกรของ Argonne โดยได้มีการออกแบบและสร้างเครื่องปฏิกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบที่ Westinghouse และ กองทัพเรือสหรัฐอเมริกา โดยเครื่องปฏิกรณ์นี้ใช้ในเรือดำน้ำ โดยเรือดำน้ำนี้เป็นเรือดำน้ำลำแรกที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์ชื่อว่า *USS Nautilus* ซึ่งมีการเปิดตัวครั้งแรกในปี พ.ศ. 2497 *Nautilus* สามารถขับเคลื่อนได้โดยพลังงานนิวเคลียร์เป็นระยะทาง 50,000 ไมล์โดยไม่ต้องเติมน้ำมันเชื้อเพลิง และ กลายเป็นเรือดำน้ำลำแรกที่สามารถเดินทางใต้น้ำแข็งขั้วโลกได้ความสำเร็จ ซึ่งสหรัฐอเมริกาได้แสดงให้เห็นว่าพลังงานนิวเคลียร์มีทั้งประโยชน์ มีปลอดภัยและเชื่อถือได้

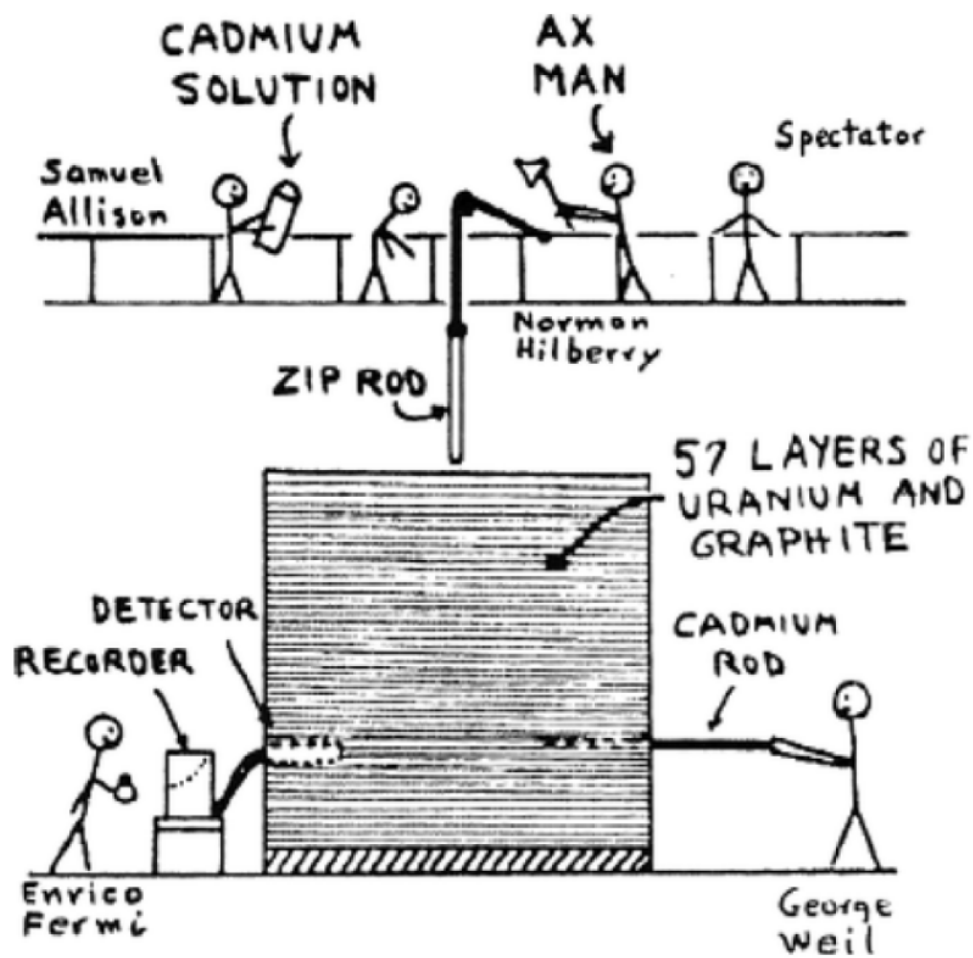
ต่อมาในปี พ.ศ. 2498 เครื่องปฏิกรณ์ต้นแบบอีกเครื่องหนึ่งในรัฐโอตาโฮ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานนิวเคลียร์ให้กับเมือง Arco ได้สำเร็จ ขั้นตอนต่อไปสำหรับสหรัฐอเมริกาคือการพิสูจน์ว่า พลังงานนิวเคลียร์มีคุณค่า และมีประโยชน์ในด้านสาธารณสุขโลก โดยจะใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในการผลิตไฟฟ้าในระดับที่ใหญ่ขึ้น การเริ่มต้นวางแผนสำหรับสำหรับเครื่องปฏิกรณ์ต้นแบบ แบบน้ำเดือดได้เริ่มขึ้นที่ห้องปฏิบัติการที่ Argonne บริษัท Commonwealth Edison สนใจเครื่องปฏิกรณ์น้ำเดือดนี้ และได้เฝ้าติดตามอย่างใกล้ชิด รวมทั้งได้มีการรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบ เนื่องจากบริษัทนี้พร้อมที่จะใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำเดือดในทางธุรกิจหาว่าการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการที่ Argonne นี้ประสบความสำเร็จ การผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์กำลังจะเริ่มขึ้น



Norman Hilberry, Physicist, Chicago, IL



Team portrait of Fermi's atomic pile scientists



THE FIRST REACTOR

December 2, 1942

Raymond Murray

Team portrait of Fermi's atomic pile scientists



เอกสารอ้างอิง

1. <https://public-blog.nrc-gateway.gov/>
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cadmium-sulfate>
3. <https://www.osti.gov/servlets/purl/4414200>