

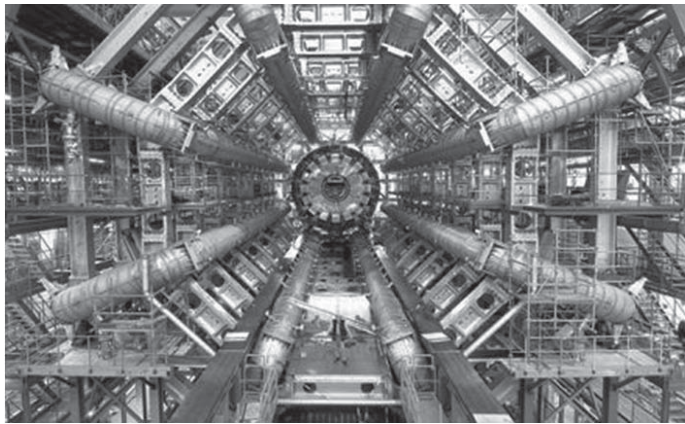
# ATLAS หน้าต่างไฮบริคณาจุดกำเนิดเอกภพ

อย่างที่หลายคนคงได้อ่าน ได้ฟัง หรือได้ดู จากสื่อต่างๆ ถึงข่าวการทดลองทางวิทยาศาสตร์ครั้งสำคัญ ของการเร่งอนุภาค ด้วยเครื่องเร่งอนุภาคขนาดเส้นรอบวงกว่า 27 กิโลเมตร ณ เมืองเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เพื่อสร้างสภาพให้ใกล้เคียงกับสภาวะเศษเสี้ยววินาทีหลังการเกิด Big Bang สำหรับทำการศึกษา ปรากฏการณ์คุณสมบัติและอันตรกิริยา:ระหว่างกันขององค์ประกอบพื้นฐานที่สุดของจักรวาล

## เครื่องเร่งอนุภาคขนาดใหญ่ (Large Hadron Collider) หรือเรียกสั้นๆ ว่า LHC

ในขณะเครื่อง LHC มีหน้าที่เร่งอนุภาคให้มาชนกันที่พลังงานสูง เพื่อสร้างสภาวะในเศษเสี้ยววินาทีหลังจากการเกิด Big Bang สิ่งที่เราเปรียบเสมือนหน้าต่างที่จะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถมองผ่านเข้าไปเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากเครื่อง LHC คือเครื่องมือที่มีชื่อว่า “เครื่องตรวจจับอนุภาค” หรือ “Particle Detector”

หากไม่มีเครื่องมือชิ้นนี้แล้ว สิ่งที่จะเกิดขึ้นที่ LHC จะเป็นเพียงการชนกัน และสลายตัวของอนุภาค อย่างไม่มีการรับรู้หรือตรวจบันทึกใดๆ ไร่ เลย

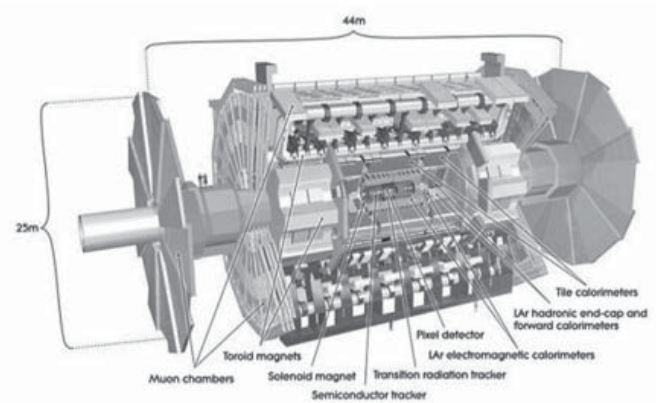


ภาพแสดงโครงสร้างของเครื่องตรวจจับอนุภาค ATLAS ที่ CERN

จากจำนวนเครื่องตรวจจับอนุภาค เครื่องที่ถูกสร้างและออกแบบมารองรับโปรแกรมการศึกษาวิจัยของ LHC เครื่องที่ใหญ่ที่สุดและทรงอำนาจมากที่สุด คือเครื่องตรวจจับอนุภาค ATLAS

ATLAS เป็นคำย่อมาจากชื่อเต็มว่า A Toroidal LHC Apparatus ซึ่งเป็นชื่อที่ตั้งตามรูปทรงของแม่เหล็ก (Toroid) อันเป็นอุปกรณ์หัวใจหลักสำคัญชิ้นหนึ่งของเครื่องตรวจจับอนุภาค และ คำว่า Apparatus มาจาก จุดประสงค์หลักของ ATLAS ซึ่งก็คือ เป็นเครื่องมือสำหรับศึกษาปรากฏการณ์ทุกชนิดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในสภาวะการทดลองที่เกิดขึ้นจากเครื่อง LHC

ภายในของ ATLAS เหมือนกับชั้นของหัวหอม ที่เรียงซ้อนกันอยู่ โดยแต่ละชั้นของเครื่องมีหน้าที่ในการตรวจจับอนุภาคต่างชนิดกัน โดยมีแม่เหล็กที่ถือได้ว่าเป็นหัวใจของ ATLAS แทรกอยู่ระหว่างสามชั้นแรก และชั้นสุดท้าย ดังแสดงในภาพ



ภาพแสดงส่วนประกอบภายในเครื่อง ATLAS

เรียงตามลำดับ จากด้านในไปด้านนอก ส่วนประกอบทั้ง 4 ชั้นของ ATLAS ได้แก่

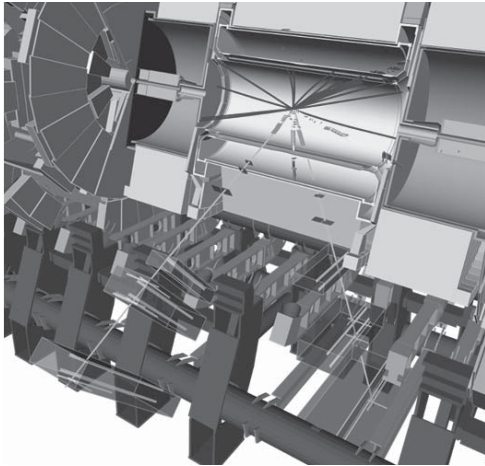
1. Inner Detector ทำหน้าที่วัดเส้นทางการเดินทาง (track) ของอนุภาคต่าง ๆ ที่พวยพุ่งมาให้แม่นยำที่สุด เพื่อจะนำไปคำนวณหาตำแหน่งเริ่มต้นของอนุภาค
2. Electromagnetic Calorimeter ทำหน้าที่วัดพลังงานของอนุภาคประเภทที่ทำอันตรกิริยาแม่เหล็กไฟฟ้า อย่างอิเล็กตรอน หรือ ทาวัน
3. Hadronic Calorimeter ทำหน้าที่วัดพลังงานของอนุภาคประเภทที่ทำอันตรกิริยานิวเคลียร์แบบเข้ม เช่นโปรตรอน นิวตรอน หรือ เมซอน
4. Muon Spectrometer ทำหน้าที่วัดพลังงานและโมเมนตัมของอนุภาคมิวออน ( $\mu^+$ ) อนุภาคที่ถือได้ว่าเป็นกุญแจสำคัญที่จะนำไปสู่การค้นพบใหม่ ๆ

ในการศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานของจักรวาลและวัดหาค่าสมบัติต่างๆ ด้วยเครื่องตรวจจับอนุภาค ATLAS นักฟิสิกส์ได้อาศัยการวัดสมบัติของอนุภาคที่เป็นผลผลิตสุดท้าย จากนั้นนำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาสมบัติของอนุภาคตั้งต้นซึ่งเป็นอนุภาคใหม่ๆ ที่นักฟิสิกส์สนใจ อย่างเช่นในกรณีการปรากฏตัวของ “อนุภาคฮิกส์” (Higgs Particle) ซึ่งเป็นอนุภาคที่นักฟิสิกส์เชื่อว่า เป็นตัวก่อให้เกิดกระบวนการของการได้มาซึ่ง “มวล” ของอนุภาคตัวอื่นๆ ด้วยทฤษฎีทางฟิสิกส์อนุภาค นักฟิสิกส์ที่ CERN ได้คำนวณไว้ว่า หนึ่งในหลายช่องทาง ฮิกส์จะสลายตัวให้ อนุภาค Z โบซอนสองตัวโดยตัวหนึ่งอยู่ในสภาวะกระตุ้น ( $Z^*$ ) และจากนั้น อนุภาค Z ทั้งสองตัวนั้น จะสลายตัวให้อนุภาค อิเล็กตรอน ( $e^-$ ) และโพสิตรอน ( $e^+$ ) อย่างละ 2 ตัว เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ตามบรรทัดข้างล่างนี้

$$H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 2e^+2e^-$$

อิเล็กตรอน และโพซิตรอน ที่เป็นผลผลิตสุดท้าย จะถูกตรวจจับด้วย ATLAS ค่าพลังงานจะถูกวัดได้ด้วย Electromagnetic Calorimeter และ โมเมนตัมก็วัดได้จาก Inner Detector และสมบัติต่างๆ ก็จะถูกบันทึกไว้ด้วย ATLAS

อาศัยปริมาณทางฟิสิกส์เหล่านี้ นักฟิสิกส์จะสามารถนำมาคำนวณกลับไปหา พลังงาน โมเมนตัม และคุณสมบัติต่างๆ ของอนุภาคฮิกส์ได้ และช่วยให้พวกเขาสามารถไขกุญแจปริศนาอีกบทหนึ่งของ การก่อกำเนิดจักรวาล

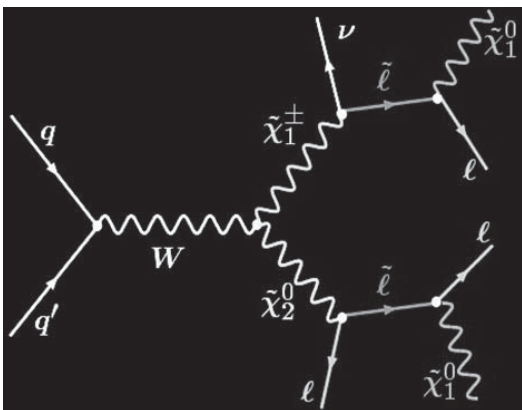


ภาพแสดง CG จำลองการเกิดอนุภาคฮิกส์ที่เครื่องตรวจจับอนุภาค ATLAS

หรืออีกตัวอย่างหนึ่ง สมมติว่า ที่สภาวะพลังงานของ LHC อนุภาค supersymmetry เช่น  $\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_1^0, \tilde{\chi}_2^0$  ที่เป็นหนึ่งในเครือข่ายต้องสงสัยว่า จะเป็นองค์ประกอบของสสารมืด (dark matter) ปรากฏตัวให้เห็นตามที่คาดไว้จริง นักฟิสิกส์ที่ CERN ได้คำนวณไว้ว่า หนึ่งในหลายวิถีทางที่เป็นไปได้ อนุภาค supersymmetry จะสลายตัวให้อนุภาคอิเล็กตรอนหรือมิวออนในผลผลิตสุดท้าย ซึ่งเขียนได้เป็นสัญลักษณ์

$$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{e}^\pm e^\pm \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 e^\pm e^\pm$$

ด้วยวิธีการลักษณะเดียวกัน เมื่อนักฟิสิกส์รู้ค่า พลังงาน และ โมเมนตัม และ ค่าต่างๆ ทางกายภาพของอิเล็กตรอนกับโพซิตรอนแล้ว พวกเขาจะสามารถคำนวณกลับไปได้ เพื่อหาสมบัติต่างๆ ของ อนุภาค supersymmetry ซึ่งอาจจะส่งผลไปถึงการไขปริศนาของ dark matter และการขยายตัวด้วยอัตราเร่งของจักรวาลได้อีกด้วย



ภาพแสดง Feynman's Diagram ของการเกิดอนุภาค supersymmetry ที่ LHC

หรือไม่ว่าจะเป็น mini black holes ที่หลายๆคนหวาดระแวงกัน ถ้ามันปรากฏตัวให้เห็นจริงที่เครื่อง LHC (ซึ่งมีโอกาสน้อยมาก ๆ) มันจะคงสภาพอยู่ได้เพียงเศษเสี้ยววินาที (ห้วงเวลาน้อยมาก ๆ ในระดับ  $10^{-26}$  วินาที) ก่อนจะสลายตัวด้วยกระบวนการ Hawking Radiation ให้อนุภาคอิเล็กตรอน โฟตอน มิวออน หรือ ควาร์ก ที่ ATLAS สามารถตรวจวัดและทำการบันทึกเพื่อใช้ในการศึกษาได้ เช่นเดียวกัน (อ้างอิงจาก The Case of Mini Black Holes)



ภาพจำลองการเกิด mini black hole ที่ ATLAS

นักฟิสิกส์ได้คาดหวังไว้ว่า ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นที่เครื่อง LHC จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงข้อพิสูจน์ ของทฤษฎีหลายทฤษฎีทางฟิสิกส์ ที่กว่า 30 - 40 ปีที่ผ่านมา ได้เพียงอยู่ในจินตนาการ สมมติฐาน หรือ ข้อเสนอแนะ ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีการได้มาซึ่ง "มวล" ของอนุภาค (Higgs mechanism), ทฤษฎีสมมาตรยิ่งยวด (Supersymmetry), หรือ การไขปริศนาของความไม่สมดุลของสสารและปฏิสสารในจักรวาล (CP-Violation) หรือ ทฤษฎีการมีมิติเสริม (Extra Dimensions)

นอกจากนี้ ผลการทดลองที่จะออกมา จะเป็นตัวบ่งชี้ ถึงทิศทาง แนวทาง และกรอบ ในการค้นคว้าวิจัย ของนักฟิสิกส์ในสาขานี้ ในอีก สิบหรือยี่สิบปีข้างหน้าเลยทีเดียว

การทดลองของ LHC ถ้าหากประสบความสำเร็จ จะเป็น การก้าวข้ามกรอบของความไม่รู้อีกครั้งและจะบอกนักฟิสิกส์ในสาขานี้ ว่า สิ่งที่เราได้คิด ถกเถียง ตีพิมพ์กันมาหลายสิบปีที่ผ่านมา ถูกหรือผิดอย่างไร และที่แท้จริงแล้ว ธรรมชาติ นั้นได้เป็นอย่างไรที่เราคิดกันหรือไม่ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นที่ LHC จะเป็นตัวบ่งบอก

สำหรับใครที่สนใจ สามารถเข้าไป ดู animation แสดงการประกอบเป็นเครื่อง และการตรวจจับอนุภาคได้ตามลิงค์ข้างล่างนี้

1. Animation แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของ ATLAS [http://atlas.ch/multimedia/html-nc/feature\\_episode1.html](http://atlas.ch/multimedia/html-nc/feature_episode1.html)
2. Animation แสดงการตรวจจับอนุภาคของ ATLAS [http://atlas.ch/multimedia/html-nc/feature\\_episode2.html](http://atlas.ch/multimedia/html-nc/feature_episode2.html)