

# บทที่ 1

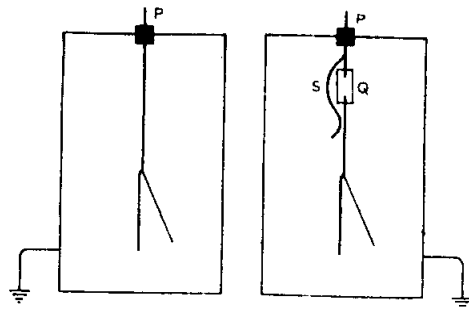
## ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรังสีคอสมิก

มีอนุภาคนิวตรอนจำนวนมากมาจากอวกาศที่ตกลงมายังโลกตลอดเวลา อนุภาคเหล่านั้นบางตัวมีประจุ และบางตัวไม่มีประจุ โดยแต่ละตัวส่วนใหญ่แล้วมีพลังงานมากมายยิ่งกว่ารังสีแกมมา (gamma rays) ที่เราพบจากการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติเสียอีก มันสามารถทะลุทะลวงวัตถุทาง ๗ โทกซ์มากซึ่งแล้วแก๊สของอนุภาค, พลังงาน และวัตถุขวางกัน อนุภาคดังกล่าวมีมากมายหลายชนิด คงจะโคกกล่าวต่อไป อนุภาคเหล่านี้รวมกันเป็นอนุภาคนิวตรอนหรือรังสีที่เรียกว่ารังสีคอสมิก (cosmic rays)

### 1.1 การค้นพบรังสีคอสมิก

ในตอนปลายศตวรรษที่ 18 นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสชื่อคูลอมบ์ (Charles Augustin Coulomb) ได้พบเป็นคนแรกว่าวัตถุทรงกลมมีประจุ (charged sphere) ที่เขาห้อยไว้ด้วยเส้นไหมยาว ๆ จะเสียประจุออกไปเรื่อย ๆ เขาจึงคิดว่าอากาศเป็นตัวนำไฟฟ้าใบบาง เล็กน้อยคือประจุเสียไปในอวกาศ มากกว่าที่จะเสียไปตามเส้นไหม แต่เขาก็ไม่ได้อธิบายปรากฏการณ์เช่นว่าออกมาให้เห็นชัดออกมาเกิดได้อย่างไร

ในต้นปีศตวรรษที่ 19 มีการศึกษารังสีเอ็กซ์และการแผ่รังสีจากสารกัมมันตภาพรังสีจึงทำให้ทราบ ในตอนหลังว่าการแผ่รังสีทำให้อากาศเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ โดยเริ่มแรกในปี ค.ศ. 1900 นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษชื่อวิลสัน (C.T.R. Wilson) ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มสร้าง the Wilson cloud chamber และนักฟิสิกส์ชาวเยอรมันชื่อ J. Elster กับ H. Geitel ได้ศึกษารังสีเอ็กซ์และสารกัมมันตภาพรังสี ได้สังเกตเห็นว่าแผ่นทองคำเปลวของอิเล็กโทรสโคป (gold leaf electroscope) สองแผ่นซึ่งกางออกจากกันเมื่อใส่ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเข้าไป ปล่อยให้ระยะเวลาหนึ่งมันจะหุบเข้าหากันได้เอง ถึงแม้จะมีการพยายามกันด้วยฉนวนอย่างดี รูปขวามือเป็นแบบเริ่มต้นของ เครื่องมือแบบนี้ แห่งไอหะแชนแนลทองคำเปลวไว้ (แผ่นทั้งสองจะกางออกเนื่องจากเกิดแรงผลักรัน เมื่อมีประจุชนิดเดียวกันเกิดขึ้นเมื่อเราใส่ประจุ (charge) แก่แห่งไอหะ) มีฉนวน p กันไว้ไม่ให้คอกันถึง ซึ่งกรณีนี้ถ้ามีประจุรั่วไหลแสดงว่าผ่านไปตามแก๊สที่ตกตัวในถัง รูปขวามือเป็นการแสดงการป้องกันเพื่อความแน่ใจเพิ่มขึ้นโดยแห่งไอหะนั้นให้มีฉนวน p เหมือนเดิมแล้วยังมีส่วนกอกด้วยฉนวนอื่นที่สอง (Q) ระหว่างแห่งไอหะที่แชนแนลทองคำเปลว การให้ประจุทำได้โดยใส่ฉนวนแม่เหล็กภายนอกซึ่งมีให้สปริง s ไปแตะแห่งไอหะแล้วปล่อยให้สปริงคืนตัว ฉนวนการรั่วไหล (discharge) ของประจุแสดงว่าผ่านไปตาม



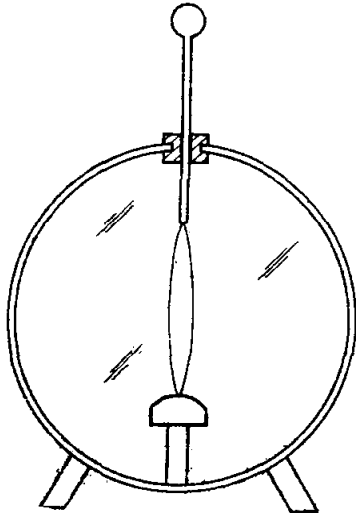
รูปที่ 11 แสดง the gold - leaf electroscope

อากาศ : เพราะถ้ามีการรั่วไหลไปทวม Q มันก็ยังคงมีประจุบนแผ่นทองคำเปลวอยู่

สมัยนั้นนักวิทยาศาสตร์มีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับสารกัมมันตภาพรังสีที่เกิดขึ้นในธรรมชาตินั้นพอสมควรแล้วจึงมีการคิดว่าคงมีรังสีอะไรสักอย่าง เข้าไปใน เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ไปแล้วทำให้ก๊าซที่บรรจุภายในให้เกิดการแตกตัวขึ้นจึงทำให้แผ่นทองคำเปลวเสียประจุไป รังสีนั้นอาจมาจากคนกำเนิดในบริเวณนั้นหรือจากผนังของ เครื่องมือจึงมีการกันและผนังของ เครื่องมือไว้ ผลก็ปรากฏว่า เมื่อปล่อยไว้ระยะหนึ่งก็ยังมี เกิดการ เสียประจุของแผ่นทองคำเปลวอยู่อีก จึงมีการทดลองในเรื่องกิ่งก้านอื่นที่ส่วนต่าง ๆ ของโลก พึงบนภูเขาและทะเลก็ยังมีพบการแตกตัวของก๊าซในถังอยู่อีก จึงมีผลให้ความคิดเก่า ๆ ที่ว่าการแตกก้านั้น เป็นผลมาจากการแผ่รังสีภายในโลก (terrestrial radiation) เท่านั้นที่มีผลต่ออิเล็กทรอนิกส์ไป ทั้งนี้เพราะน้ำหนักของสารกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติอยู่น้อยมาก และจากการสังเกตอย่างพิถีพิถันก็พบว่า การ เกิดการแตกตัวที่เกิดในถังที่ความดันคงที่ จะแปรผันกับความดันของบรรยากาศของโลก

จากปี 1910 ก็มีการศึกษาเพิ่มเติมคือมีการวัดการแผ่รังสีที่ระดับความสูงต่าง ๆ เครื่องวัดชุดแรกได้ถูกนำไปทดลองห้อยของหอไอเฟล (Eiffel tower) โดย Thomas Wulf โทมาส์วูล์ฟ

อีเล็กโทรสโคปที่เขาปรับปรุงใหม่ไปทดลอง และถึงแม้จะพบว่ามีการลดลงของปฏิกิริยาเล็กน้อยก็ไม่ได้ เป็นเหตุที่จะบอกว่าเกิดจากการแผ่รังสีภายในโลกเท่านั้น รูปร่างเครื่องมือของเขาจึงรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-2 อีเล็กโทรสโคปซึ่งพัฒนาขึ้นโดย พจนานุกรม ในปี ค.ศ. 1909 ซึ่งใช้กันมากในระยะเริ่มต้น ศึกษารังสีคอสมิก พจนานุกรม ได้ปรับปรุงแทนของเก่าที่ล้าสมัยเพื่อใช้วัดการแผ่รังสีให้ดีขึ้นกว่าเดิม โดยใช้หลอดโลหะบาง ๆ สอง เส้นแทนแผ่นทองคำเปลว อดโลหะทั้งสองซึ่งไว้กับ quartz fiber เบา ๆ เมื่อเราขยับหลอดทั้งสองจะห่างกัน แยกออกจากกันวัดโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกล้องขยาย

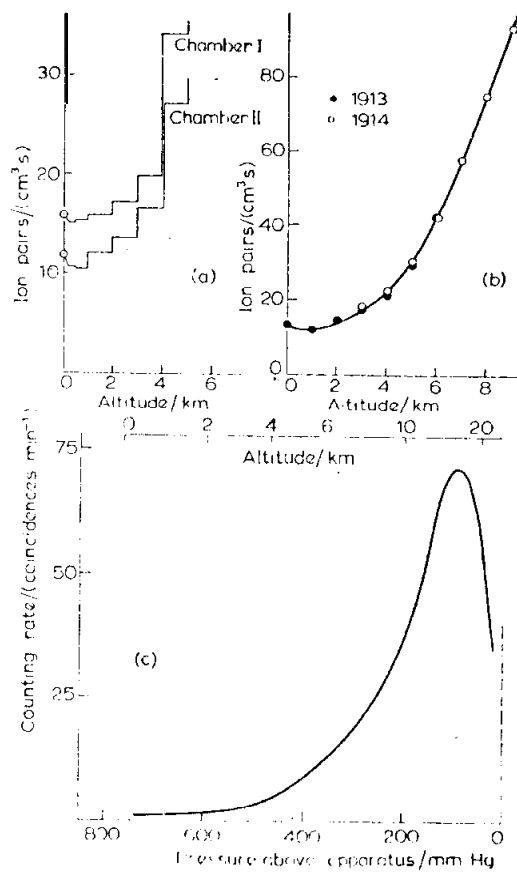
ก่อนจะมีการศึกษาการแผ่รังสีโดยไข่มอบลูน เริ่มต้นโดย Victor F. Hess ประมาณปี 1912 ใช้ อีเล็กโทรสโคปแบบของ พจนานุกรม และเป็นคนแรกที่แสดงว่าการแผ่รังสีมีค่าลดลงเรื่อย ๆ จนถึงค่าต่ำสุดค่าหนึ่ง และจากนั้นจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ กับความสูง Hess ได้ทำการทดลองสูงถึงประมาณ 5 กิโลเมตร และต่อมา W. Kolhörster (1914) ได้ทำทดลองถึงประมาณ 9 กิโลเมตร ที่ระดับความสูง 9200 เมตร พบว่าการแตกตัวที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่าของการเกิดที่ระดับน้ำทะเล Hess จึงสรุปว่าการแตกตัวที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นจากการแผ่รังสีที่มีอำนาจทะลุทะลวงสูงมากซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากภายนอกโลก (extra - terrestrial origin) จากผลสรุปของ Hess และ Kolhorster ในช่วงแรก ๆ ยังไม่มีใครจะยอมรับกันนักและยังมีความขัดแย้ง เกี่ยวกับรังสีนี้ในระหว่างปี 1914 - 1926

ส่วนในอเมริกาได้มีการศึกษาค้นคว้าตั้งแต่ปี ค.ศ. 1920 เป็นต้นไป R.A. Millikan และผู้ร่วมงานของเขาที่สถาบันเทคโนโลยีจอร์เจีย (C.I.T.) ได้ทำการทดลองวัดการแผ่รังสีโดยไข่มอบลูนที่ เครื่องมือขึ้นไปเหนือผิวโลกเกือบถึง 16 กิโลเมตร พบว่าการแผ่รังสีมีค่าเพิ่มขึ้นกับความสูง และยังมี การทดลองการทูกกลืนของ รังสีนี้โดยใช้ ionization chamber electroscopes ในทะเลสาบที่ความลึก

ต่าง ๆ กัน จากการศึกษาทดลองก็กล่าวได้ชัดสรุปออกมาว่า รังสีประหลาดดังกล่าวมีอำนาจทะลุทะลวงสูงมากกว่ารังสีแกมมาที่เกิดจากสารกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติเสียอีก และมีแหล่งกำเนิดจากจักรวาลนอกโลก Millikan จึงตั้งชื่อรังสีนี้ว่า "รังสีคอสมิก" งานของ Millikan เป็นตัวอย่างอันดีของการเริ่มกันศึกษาระหว่างการศึกษาความเข้มของรังสีคอสมิก ซึ่งเป็นผลเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจให้แก่มนุษย์ในเรื่องอนุภาคมูลฐาน (fundamental particles) และปฏิกิริยาทางนิวเคลียส

ย้อนกลับมาที่ยุโรป ซึ่งแต่เกิดสงครามโลกครั้งที่ 1 ก็ทำให้การศึกษาไม่เพิ่มขึ้นเท่าที่ควร จนสงครามสงบ และต่อมาในปี ค.ศ. 1930 A. Piccard และ M. Cosyns โคขึ้นไปกับบอลลูนสูงถึง 16 กิโลเมตร พบว่ามีอุปสรรคหลายอย่างในการศึกษาเนื่องจากคนขึ้นสูงเกินไป จึงต้องใช้เครื่องมืออัตโนมัติที่ขึ้นไปกับบอลลูนสามารถให้ข้อมูลมายังพื้นดินได้ โดยมีผู้พิจารณาใช้เครื่องมือแบบนี้ในเวลาต่อมาคือ Victor Regener ได้ใช้ ion - chamber แบบจุ่มบันทึกข้อมูลโดยอัตโนมัติขึ้นไปถึง 25 กิโลเมตร ได้เวลาช่วงแรกของเส้นโค้งในกราฟรูปที่ 1-3 สอดคล้องกับของ Kolhörster แต่หลังจากนั้นขึ้นไปถึงความสูงถึง 25 กิโลเมตร ที่เขาสามารถส่ง เครื่องมือขึ้นไปได้พบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของความเข้มลดลงและจาง ๆ แล้วรู้สึกว่าจะค่อนข้างจะคงเดิม จึงทำให้เขาคิดว่าคงนี้อาจเป็นแหล่งกำเนิดของรังสีคอสมิกก็ได้

การค้นคว้าที่น่าสนใจที่สุดอันหนึ่งก็คือการวัดบอลลูนศึกษาในปี 1936 เมื่อ G. Protzer ได้ใช้เครื่องวัดรังสีขึ้นจากเมือง Stuttgart ขึ้นไปในอากาศสูงประมาณ 30 กิโลเมตร เขาได้แสดงให้เห็นว่าที่ความสูงที่ทำการทดลองโดย Regener นั้นไม่ใช่แหล่งของรังสีคอสมิกแต่เป็นบริเวณที่เกือบจะถึงบริเวณที่มีความเข้มสูงสุด และพบว่าที่ความสูงไปกว่านั้นมาก ๆ แล้วความเข้มจะลดลง เครื่องวัดที่ Protzer ใช้มีชื่อ Geiger counter telescope เครื่องมือนี้ไม่ใช้วัดรังสีที่มาจากทุก ๆ ทาง แต่ใช้วัดรังสีที่เข้ามาในแนวตั้ง และมาจากแนวตั้งไปไม่เกิน  $20^\circ$  (zenith angle) ผลที่ได้ก็ไม่มีผลแตกต่างกับเครื่องมือที่เขายึดกันมานานัก ดังนั้นเขาจึงได้การเปลี่ยนแปลงความเข้มของรังสีคอสมิกกับความสูง จากที่เคยมีการวิจัยในสมัยนั้นเปรียบเทียบกับได้ 3 กราฟ ดังรูปที่ 1-3



รูปที่ 1-3 แสดงจำนวนนับหรือการแตกตัวกับความสูง

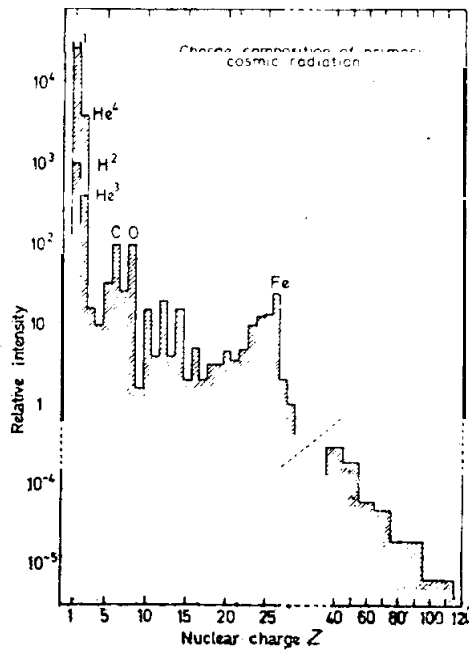
- a. โดยการส่งบอลลูกของ Hess (1912) โดยใช้ ion - chamber 2 ทิศ
- b. โดยใช้ Kolhörster (1913, 1914) โดยใช้ ion - chambers
- c. ใช้ Coincidence counter telescope โดยใช้ Pfozler (1936)

1.2 รังสีคอสมิครปฐมภูมิและทุติยภูมิ (primary and secondary cosmic rays)

เมื่อเทคนิคในการใช้ cloud chamber และอุปกรณ์อื่น ๆ ในการวัดรังสีกัวหน้าขึ้น ทำให้ทราบว่าที่ระดับน้ำทะเล การแผ่รังสีคอสมิกจะประกอบด้วยส่วนผสมของอนุภาคที่มีประจุชนิดต่าง ๆ และพวกไม่มีประจุรวมทั้งรังสีแกมมา แต่ส่วนใหญ่ที่ระดับนี้จะเป็นพวกอิเล็กตรอนซึ่งพวกนี้เป็นรังสีคอสมิกทุติยภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาทางนิวเคลียร์ระหว่างอะตอมของก๊าซในบรรยากาศโลกกับรังสีคอสมิครปฐมภูมิ (C.D. Anderson, 1933, Blackett และ Occhialini, 1933) อนุภาคมิวออน (Muons) ซึ่งในตอนนั้นก็มี  $\mu$  - mesons ที่มีการค้นพบอยู่ในพวกรังสีคอสมิกทุติยภูมิ (C.D. Anderson, 1938)

ทั้งนี้การแผ่รังสีคอสมิกจะประกอบด้วยอนุภาค 2 พวก คือ การแผ่รังสีคอสมิกปฐมภูมิที่เข้ามาในบรรยากาศของเราจากอวกาศ (space) และอีกอย่างคือการแผ่รังสีคอสมิกทุติยภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างรังสีคอสมิกปฐมภูมิกับนิวไคลด์ (nuclei) ของก๊าซในบรรยากาศของโลก

จากการวัดความเข้มของรังสีคอสมิกในบริเวณอีควาเตอร์ (equatorial region) พบว่าการแผ่รังสีคอสมิกในบรรยากาศจะมีมาจากทางทิศตะวันตก (west) มากกว่าจากทิศตะวันออก (east) ทั้งนี้จึงสันนิษฐานได้ว่าอนุภาคการแผ่รังสีส่วนใหญ่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวกประมาณ 85% ของอนุภาคประจุบวกเหล่านี้เป็นโปรตอน (proton) ควบคู่กันเป็นอนุภาคแอลฟา ( $\alpha$  - particles) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับจำนวนอนุภาคอื่น ๆ กับโปรตอนจะได้ถึงรูปที่ 1-4 ซึ่งอนุภาคที่พบนี้จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนเป็นพวกที่เป็นโปรตอนอะตอมมีคัมเบอร์  $Z = 1$  ถึงเหล็ก (Iron)  $Z = 26$  แสดงอนุภาคปฐมภูมิที่มีพลังงานใกล้  $10 \text{ GeV/nucleon}$

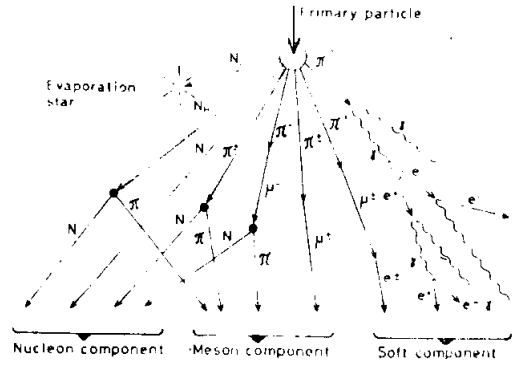


รูปที่ 1-4 แสดง charge composition เปรียบเทียบของรังสีคอสมิกปฐมภูมิก่อนกาลิเลโอ  $10 \text{ GeV / nucleon}$  ( $1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$ )

ยังคงมีปัญหาที่ถามกันว่า เป็น ไปไค้ไหมที่รังสีคอสมิกปฐมภูมิยังประกอบด้วยอนุภาคจำพวกนิวตรอน (neutrons) หรือรังสีแกมมา จากการที่นักทดลองกล่าวไว้ว่าเป็นไปไค้ที่รังสีคอสมิกปฐมภูมิจะประกอบด้วยนิวตรอนและการแผ่รังสีของ คัมเม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมาก ๆ แค่อ่างไรก็ตามก็ไมค้อยจะถูกต้องนักถ้าจะรวมพวกรังสี เอกซ์ รรรมคาและอนุภาคที่มีประจุพลังงานต่ำ ๆ ไว้ในจำพวกรังสีคอสมิกปฐมภูมิ

จากความรู้ที่เราทราบในปัจจุบันนี้พอที่จะกำหนดความหมายของการแผ่รังสีคอสมิกปฐมภูมิไค้ว่า คือการแผ่รังสีของอนุภาคที่มีพลังงานมหาศาลจากอวกาศเข้ามาสู่โลกเรา ส่วนการแผ่รังสีคอสมิกทุติยภูมิก็หมายถึงการแผ่รังสีทุติยภูมิรวมทั้ง รังสีแกมมาที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างรังสีคอสมิกปฐมภูมิกับนิวเคลียสใด ๆ โดยไมค้อนึ่งถึงว่าจะเกิดผลครั้งเดียวหรือเกิดปฏิกิริยาตามาหลาย ๆ ตอนก็ตามแต่ไมรวมมีอิเล็กตรอนและไอออนพลังงานต่ำ ๆ ที่เกิดจากการเข้ามาของรังสีคอสมิกทุติยภูมิ

เมื่อพิจารณารังสีคอสมิกทุติยภูมิพอจะแยกคร่าว ๆ ไค้ 3 ส่วนที่นิยมกันคือส่วนที่เป็นเมซอน (meson component) ซึ่งประกอบด้วยพวก muons, ส่วนที่เป็นนิวคลีออน (nucleon component) ซึ่งมีโปรตอนและนิวตรอนและส่วนที่เป็นอนุภาคพลังงานไม่สูงนัก (soft component) ซึ่งประกอบด้วยอิเล็กตรอนและรังสีแกมมา คำว่าส่วนที่เป็นเมซอนนี้เกิดจากการที่ pions ( $\pi$  - mesons) สลายตัวให้ muons หรือ  $\mu$  - mesons (ซึ่งจะให้ neutrino ออกมาด้วยหรือบางส่วนอาจสลายเป็นอิเล็กตรอนกับนิวตริโนโดยตรงก็มิ) ซึ่งเป็นสมมุติฐานที่ Hideki Yukawa ไค้ทั้งไว้เกี่ยวกับ mesons (1935) ในการอธิบายแรงยึดเหนี่ยว (binding forces) ระหว่างนิวคลีออนในนิวเคลียสของอะตอมซึ่งคำทำนายของเขาถูกข้อเมื่อไค้มีนักวิทยาศาสตร์อื่นที่ศึกษารังสีคอสมิกและเมื่อผลิตเครื่องเร่งอนุภาคไค้พิสูจน์ข้อสมมุติฐานนี้ ทำให้ Yukawa ไค้รับรางวัลโนเบล (Nobel prize) ในปี ค.ศ. 1949 ส่วนคำว่า pions นั้นเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกหรือลบหรือไม่มีประจุไค้ ( $\pi^+$ ,  $\pi^-$ ,  $\pi^0$ ) และ muons จะเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกหรือลบ ( $\mu^+$ ,  $\mu^-$ ) รายละเอียดเราจะไค้กล่าวในเรื่องอนุภาคพื้นฐานในภายหลัง ๆ ไป ในที่นี้ที่ 1-5 ซึ่งแสดงโครงสร้างของส่วนที่เป็นรังสีคอสมิกทุติยภูมิ ซึ่งรายละเอียดการเกิดจะไค้กล่าวในตอนหลัง จากรูปเราจะเห็นว่าอนุภาคปฐมภูมิที่มีพลังงานสูง ๆ จำนวนน้อยก็สามารทำให้เกิดอนุภาคทุติยภูมิที่มีพลังงานต่ำกว่าไค้จำนวนมากมายกเว้นการแตก



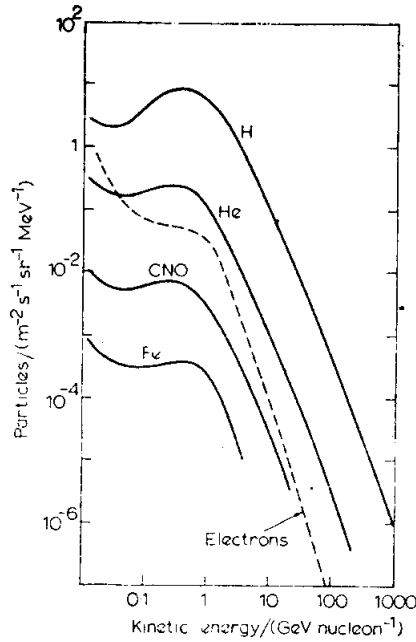
รูปที่ 1-5 แสดง รังสีคอสมิกทุติยภูมิ วงกลมในข้างบนแทนนิวเคลียสของอากาศ ส่วนวงกลมเล็กกว่าแทนนิวเคลียสที่ทำปฏิกิริยากับรังสีคอสมิกทุติยภูมิ  $N_L$  เป็นสัญลักษณ์แทนนิวตรอนพลังงานต่ำ ส่วน  $N_H$  แทนนิวตรอนพลังงานสูง Pions และ muons แทนด้วยสัญลักษณ์  $\pi$  และ  $\mu$ , positron แทนด้วย  $e^+$ , อิเล็กตรอนแทนด้วย  $e^-$  ส่วนโฟตอนแทนด้วย  $\gamma$

ส่วนใหญ่ของส่วนที่เป็นพลังงานค่อนข้างต่ำ (soft component) จะถูกกั้นในทะกั่วหนาประมาณ 10 เซนติเมตร ส่วนที่เป็นเมซอนจะมีอำนาจทะลุทะลวงสูงมากซึ่งยากแก่การที่จะจัดหาเครื่องมือที่สามารถวางต้นรังสีจำพวกนี้ได้ ดังนั้นการศึกษาปรากฏการณ์บางอย่างจึงต้องศึกษาใต้น้ำหรือใต้อะเลสาป

การกระจายของระดับพลังงานของรังสีคอสมิก (cosmic ray energy distribution) ทั่วโลกจะขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของรังสีคอสมิกทุติยภูมิที่เกิดจากรังสีคอสมิกปฐมภูมิที่เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง

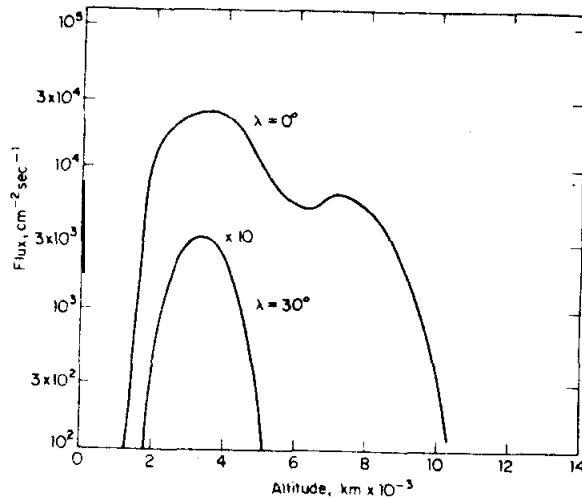


ที่มีความสามารถทุกด้านทั้ง ๆ เราสามารถที่จะวัดรังสีปฐมภูมิที่ระดับความสูงมาก ๆ ได้เพื่อศึกษาธรรมชาติของมัน ที่ยอดของบรรยากาศของเราหลักปฐมภูมิ (primary flux) ส่วนใหญ่เป็นประจุบวก ประจุปฐมภูมิบางตัวที่นักวิทยาศาสตร์เคยวัดได้มีพลังงานสูงถึง  $10^9$  GeV แต่ส่วนใหญ่ของอนุภาคปฐมภูมิจะมีพลังงานอยู่ในช่วง 6 GeV สำหรับ energy spectra ของ nucleon ของรังสีปฐมภูมิดูได้จากรูปที่ 1-6



รูปที่ 1-6 energy spectra ของ nucleon ของรังสีคอสมิกปฐมภูมิในช่วงที่เราสามารถจะวัดอนุภาคเหล่านี้ได้จากอุปกรณ์ที่ใส่ในบอลลูนหรือในดาวเทียมขึ้นไปวัดได้ กราฟ "CNO" หมายถึงคาร์บอนและออกซิเจนจำนวนพอ ๆ กัน ผสมกันในโครเจนจำนวนเล็กน้อยที่ระดับพลังงานก่อนนิวคลีออนน้อยกว่า 10 GeV เกิดการเปลี่ยนแปลงไปกับการเปลี่ยนแปลงของดวงอาทิตย์ และที่พลังงานเท่านี้จะมีรังสีคอสมิกปฐมภูมิที่เกิดมาจากดวงอาทิตย์ปรากฏให้เห็น (นามอิทธิพล) ส่วนอนุภาคพลังงานเหนือ 10 GeV / nucleon จะปลดจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ จะได้อีกกราฟค่อนข้างรวมเรียบ

จากการศึกษารังสีคอสมิกพบว่าในบรรยากาศของโลกนี้ ความเข้มของสนามแม่เหล็กโลกจะมีผลต่อการแผ่รังสี กล่าวคือ geomagnetic latitude จะมีผลโดยตรงต่อรังสีคอสมิกมากกว่า geographical latitude (ละติจูดภูมิศาสตร์โลก) ท้าย่างดังรูปที่ 1-7



รูปที่ 1-7 การเปลี่ยนแปลง ความเข้มของ รังสีคอสมิกกับความสูง และ geomagnetic latitude

สนามแม่เหล็กโลกถึงแม้จะมีกำลังค่อนข้างอ่อนแต่แผ่กระจายไปเป็นระยะไกล ๆ จึงมีผลต่ออนุภาคที่มีประจุที่เข้ามาถึงโลก และสามารถพอที่จะทำให้อนุภาคประจุพลังงานน้อย ๆ บางส่วนเบี่ยงเบนออกไปจากโลกได้ จะมีเฉพาะอนุภาคที่มีพลังงานมาก ๆ หรือไม่มีประจุที่สามารถทะลุผ่านเข้ามาถึงโลกได้ และสนามแม่เหล็กโลกนี้จะมีผลทำให้อนุภาคที่มีประจุพลังงานต่ำ ๆ เข้ามาบริเวณเส้นศูนย์สูตรได้น้อยมาก แต่จะมีมากบริเวณขั้วโลก และจากการที่อนุภาคประจุบวกเข้ามาทางทิศตะวันตกมากกว่าทางทิศตะวันออกนี้ก็เป็นผลมาจากสนามแม่เหล็กโลกด้วย

กาแลกซี (intergalactic fields) ซึ่งอาจเป็นแหล่งกำเนิดหรืออาจเป็นวารังสีคอสมิกที่เกิดขึ้นมาก  
 ington แล้วจากที่ใดที่หนึ่ง แล้วเคลื่อนที่ไปเป็นระยะอันไกลแสนไกลในอวกาศมาแล้ว จึงมีการพบว่ารังสี  
 คอสมิกเข้ามาในทุกทิศทุกทาง เข้าสู่โลก จึงทำให้เราไม่สามารถหา ร่องรอยหรือสถานที่ที่เป็นต้นกำเนิดของ  
 รังสีคอสมิกได้ จึงสรุปได้ว่ารังสีคอสมิกที่เข้ามาทุกทิศทุกทางจากอวกาศเป็นส่วนที่เรียกว่า galactic  
 component ซึ่งมีแหล่งนอกระบบสุริยะของเรา ระยะห่างภายในระบบสุริยะของเรามีขนาดเล็กมาก  
 เมื่อเปรียบเทียบกับสนามอื่น ๆ ที่จะมีผลกระทบคือทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีพลังงานสูงมาก  
 เหล่านี้ จึงมีการสันนิษฐานต่าง ๆ เช่น galactic cosmic radiation นี้บางทีอาจเกิดมาจาก  
 neutron stars ซึ่งเป็นพวกควงควาวที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กมากพอที่จะปล่อยอนุภาคออกมาด้วย  
 พลังงานมากพอที่เราจะสังเกตเห็นได้ ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดดังกล่าวนี้เช่น ควง Pulsar ใน the  
 Crab nebula ควงควาวนี้เกิดขึ้นจากการเกิดที่มันลุกเปลี่ยนขึ้นที่มันไหม้ (supernova) ในปี ค.ศ. 1054  
 ซึ่ง จะปล่อยรังสีออกมาด้วยพลังงานสูงกลายเป็นรังสีคอสมิกเมื่อออกไปในอวกาศ จากนั้นควงควาวนี้จะกลายเป็น  
 เป็น neutron star ไป