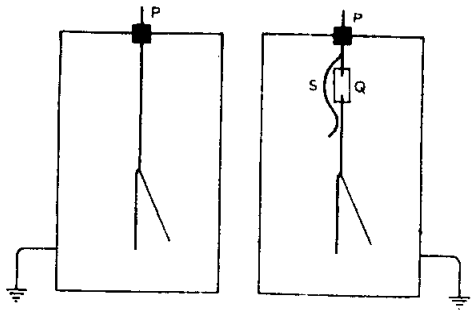
บทที่ 1
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรังสีคอสมิค

มีอนุภาคจำนวนมากมายจากอวกาศที่ตกลงมายังโลกตลอดเวลา อนุภาคเหล่านั้นบางตัวมีประจุ และบางตัวไม่มีประจุ โดยแต่ละตัวส่วนใหญ่แล้วมีพลังงานมากมายยิ่งกว่ารังสีแกมม่า (gamma rays) ที่เราพบจากการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติเสียอีก มันสามารถทะลุทะลวงวัตถุต่าง ๆ ได้ดีมากขึ้นแล้วแต่ชนิดของอนุภาค, พลังงาน และวัตถุขวางกั้น อนุภาคดังกล่าวมีมากมายหลายชนิด ดังจะได้กล่าวต่อไป อนุภาคเหล่านี้รวมกันเป็นอนุภาคหรือรังสีที่เรียกว่ารังสีคอสมิค (cosmic rays)

1.1 <u>การค้นพบรังสีคอสมิค</u>

ในตอนปลายศตวรรษที่ 18 นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสชื่อคูลอมบ์ (Charles Augustin Coulomb) ได้พบเป็นคนแรกว่าวัตถุทรงกลมมีประจุ (charged sphere) ที่เขาห้อยไว้ด้วยเส้นไหมยาว ๆ จะเสียประจุออกไปเรื่อย ๆ เขาจึงคิดว่าอากาศคงเป็นตัวนำไฟฟ้าได้บ้าง เล็กน้อยคือประจุเสียไปในอากาศมากกว่าที่จะเสียไปตามเส้นไหม แต่เขาก็ไม่ได้อธิบายปรากฏการณ์เช่นว่าออกมาให้ชัดออกมาเกิดได้อย่างไร

ในต้นปีศตวรรษที่ 19 มีการศึกษารังสีเอกซ์และการแผ่รังสีจากสารกัมมันตภาพรังสีจึงทำให้ทราบในตอนหลังว่าการแผ่รังสีทำให้อากาศเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี โดยเริ่มแรกในปี ค.ศ. 1900 นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษชื่อวิลสัน (C.T.R. Wilson) ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มสร้าง the Wilson cloud chamber และนักฟิสิกส์ชาวเยอรมันชื่อ J. Elster กับ H. Geitel ได้ศึกษารังสีเอกซ์และสารกัมมันตภาพรังสีได้สังเกตพบว่าแผ่นทองคำเปลวของอิเลคโทรสโคป (gold leaf electroscope) สองแผ่นซึ่งกางออกจากกันเมื่อใส่ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเข้าไป ปล่อยไว้ระยะเวลาหนึ่งมันจะหุบเข้าหากันได้เอง ถึงแม้จะมีการพยายามกันด้วยฉนวนอย่างดี ดูรูปที่ 1-1 รูปซ้ายมือเป็นแบบเริ่มต้นของเครื่องมือแบบนี้ แท่งโลหะแขวนแผ่นทองคำเปลวไว้ (แผ่นทั้งสองจะกางออกเนื่องจากเกิดแรงผลักกันเมื่อมีประจุชนิดเดียวกันเกิดขึ้นเมื่อเราใส่ประจุ (charge) แก่แท่งโลหะ) มีฉนวน p กั้นไว้ไม่ให้ติดกับถัง ซึ่งกรณีนี้ถ้ามีประจุรั่วไหลแสดงว่าผ่านไปตามแกสที่เหลือในถัง รูปขวามือเป็นการแสดงการป้องกันเพื่อความแน่ใจเพิ่มขึ้นโดยแท่งโลหะนั้นให้มีฉนวน p เหมือนเดิมแล้วยังมีส่วนเกินด้วยฉนวนอันที่สอง (Q) ระหว่างแท่งโลหะที่แขวนแผ่นทองคำเปลว การให้ประจุทำได้โดยใช้สนามแม่เหล็กภายนอกบังคับให้สปริง S ไปแตะแท่งโลหะแล้วก็ปล่อยให้สปริงคืนตัว ถ้ามีการรั่วไหล (discharge) ของประจุแสดงว่าผ่านไปทาง



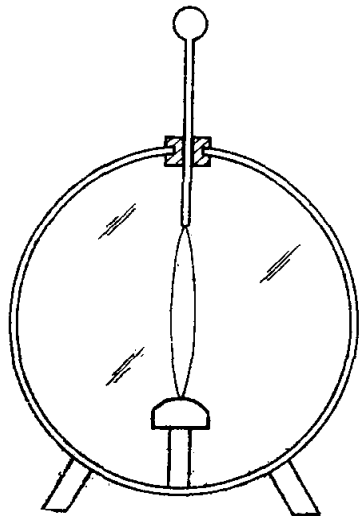
รูปที่ 11 แสดง the gold - leaf electroscope

อากาศ :เพราะถ้ามีการรั่วไหลไปตาม Q มันก็ยังคงมีประจุบนแผ่นทองคำเปลวอยู่

สมัยนั้นนักวิทยาศาสตร์มีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับสารกัมมันตภาพรังสีที่เกิดอยู่ในธรรมชาติกันพอสมควรแล้วจึงมีการคิดว่าคงมีรังสีอะไรสักอย่างเข้าไปในเครื่องอีเลคโทรสโคปแล้วทำให้อากาศที่บรรจุภายในให้เกิดการแตกตัวขึ้นจึงทำให้แผ่นทองคำเปลวเสียประจุไป รังสีนั้นอาจมาจากพื้นดินที่เกิดในบริเวณนั้นหรือจากผนังของเครื่องมือจึงมีการกันและหุ้มผนังของเครื่องมือไว้ ผลก็ปรากฏว่าเมื่อปล่อยไว้ระยะหนึ่งก็ยังเกิดการเสียประจุของแผ่นทองคำเปลวอยู่อีก จึงมีการทดลองในเรื่องดังกล่าวอีกที่ส่วนต่าง ๆ ของโลก ทั้งบนภูเขาและทะเลก็ยังพบการแตกตัวของอากาศในถังอยู่อีก จึงมีผลให้ความคิดเก่า ๆ ที่ว่าการแตกตัวนั้นเป็นผลมาจากการแผ่รังสีภายในโลก (terrestrial radiation) เท่านั้นที่มีผลต่ออีเลคโทรสโคปนิดไป ทั้งนี้เพราะน้ำทะเลปกคลุมสารกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติอยู่น้อยมาก และจากการสังเกตอย่างพินิจพิเคราะห์พบว่าการเกิดการแตกตัวที่เกิดในถังที่ความดันลงที่จะแปรผันกับความดันของบรรยากาศของโลก

จากปี 1910 ก็มีการศึกษาเพิ่มเติมคือมีการวัดการแผ่รังสีที่ระดับความสูงต่าง ๆ เครื่องวัดชุดแรกได้ถูกนำไปทดลองที่ยอดของหอไอเฟล (Eiffel tower) โดย Thomas Wulf ได้นำเอา

อีเลคโตรสโคปที่เขาปรับปรุงใหม่ไปทดลอง และถึงแม้จะพบว่ามีการลดลงของปฏิกิริยาเล็กน้อยก็ไม่ได้เป็นเหตุที่จะบอกว่าเกิดจากการแผ่รังสีภายในโลกเท่านั้น รูปร่างเครื่องมือของเขาดังรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-2 อิเลคโตรสโคปซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Wulf ในปี ค.ศ. 1909 ซึ่งใช้กันมากในระยะเริ่มต้นศึกษารังสีคอสมิค Wulf ได้ปรับปรุงแทนของเก่าที่ล้าสมัยเพื่อใช้วัดการแผ่รังสีให้ดีขึ้นกว่าเดิม โดยใช้ลวดโลหะบาง ๆ สองเส้นแทนแผ่นทองคำเปลว ลวดโลหะทั้งสองยึงไว้กับ quartz fiber เบา ๆ เมื่อเราชาร์ทลวดทั้งสองจะห่างกันแยกออกจากกันวัดโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกล้องขยาย

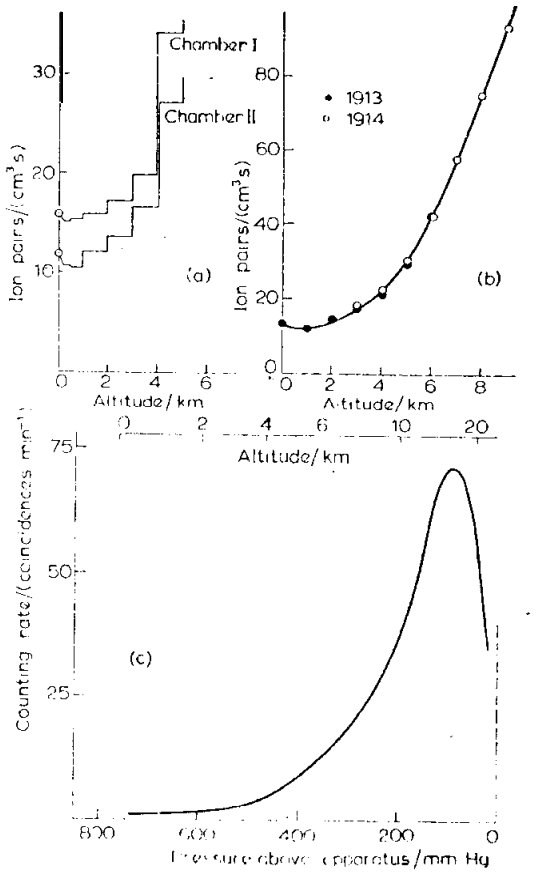
ต่อมามีการศึกษาการแผ่รังสีโดยใช้บอลลูน เริ่มต้นโดย Victor F. Hess ประมาณปี 1912 ใช้อีเลคโตรสโคปแบบของ Wulf และเป็นคนแรกที่แสดงว่าการแผ่รังสีมีค่าลดลงเรื่อย ๆ จนถึงค่าต่ำสุดค่าหนึ่ง และจากนั้นจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ กับความสูง Hess ได้ทำการทดลองสูงถึงประมาณ 5 กิโลเมตร และต่อมา W. Kolhörester (1914) ได้ทำต่อถึงประมาณ 9 กิโลเมตร ที่ระดับความสูง 9200 เมตร พบว่าการแตกตัวที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่าของการเกิดที่ระดับน้ำทะเล Hess จึงสรุปว่าการแตกตัวที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากการแผ่รังสีที่มีอำนาจทะลุทะลวงสูงมากซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากภายนอกโลก (extra - terrestrial origin) จากผลสรุปของ Hess และ Kolhorster ในช่วงแรก ๆ ยังไม่ใคร่จะยอมรับกันนักและยังมีความขัดแย้งเกี่ยวกับรังสีนี้ในระหว่างปี 1914 – 1926

ส่วนในอเมริกามีการศึกษาตั้งแต่ต้นปี ค.ศ. 1920 เป็นต้นไป R.A. Millikan และผู้ร่วมงานของเขาที่สถาบันเทคโนโลยีคาลิฟอร์เนีย (C.I.T.) ได้ทำการทดลองวัดการแผ่รังสีโดยใช้บอลลูนติดเครื่องมือขึ้นไปเหนือผิวโลกเกือบถึง 16 กิโลเมตร พบว่าการแผ่รังสีมีค่าเพิ่มขึ้นกับความสูง และยังมีการทดลองการดูดกลืนของรังสีนี้โดยใช้ ionization chamber electroscopes ในทะเลสาบที่ความลึก

ต่าง ๆ กัน จากการศึกษาทดลองดังกล่าวได้ผลสรุปออกมาว่า รังสีประหลาดดังกล่าวมีอำนาจทะลุทะลวงสูงมากยิ่งกว่ารังสีแกมม่าที่เกิดจากสารกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติเสียอีก และมีแหล่งกำเนิดจากจักรวาลนอกโลก Millikan จึงตั้งชื่อรังสีนี้ว่า "รังสีคอสมิค" งานของ Millikan เป็นสัญญลักษณ์แห่งการเริ่มต้นศักราชแห่งการศึกษาความเข้มของรังสีคอสมิค ซึ่งเป็นผลเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจให้แก่มนุษย์ในเรื่องอนุภาคพื้นฐาน (fundamental particles) และปฏิกิริยาทางนิวเคลียส

ย้อนกลับไปที่ยุโรป ตั้งแต่เกิดสงครามโลกครั้งที่ 1 ก็ทำให้การศึกษาไม่เพิ่มขึ้นเท่าที่ควร จนสงครามสงบ และต่อมาในปี ก.ศ. 1930 A. Piccard และ M. Cosyns ได้ขึ้นไปกับบอลลูนสูงถึง 16 กิโลเมตร พบว่ามีอุปสรรคหลายอย่างในการศึกษาเนื่องจากคนขึ้นสูงเกินไป จึงต้องใช้เครื่องมืออัตโนมัติติดขึ้นไปกับบอลลูนสามารถให้ข้อมูลมายังพื้นดินได้ โดยมีผู้ที่จารณาใช้เครื่องมือแบบนี้ในเวลาต่อมาคือ Victor Regener ได้ใช้ ion - chamber แบบจดบันทึกข้อมูลได้อัตโนมัติขึ้นไปสูงถึง 25 กิโลเมตร ได้เส้นโค้งในกราฟรูปที่ 1-3 สอดคล้องกับของ Kolhörster แต่หลังจากนั้นขึ้นไปถึงความสูงถึง 25 กิโลเมตร ที่เขาสามารถส่งเครื่องมือขึ้นไปได้พบว่าอัตราการเพิ่มของความเข้มช้าลงและจริง ๆ แล้วรู้สึกว่าค่อนข้างจะคงเดิม จึงทำให้เขาคิดว่าตรงนี้อาจเป็นแหล่งกำเนิดของรังสีคอสมิคก็ได้

การค้นคว้าที่น่าสนใจที่สุดอันหนึ่งก็คือการใช้บอลลูนศึกษาในปี 1936 เมื่อ G. Pfotzer ได้ใช้เครื่องวัดรังสีขึ้นจากเมือง Stuttgart ขึ้นไปในอากาศสูงประมาณ 30 กิโลเมตร เขาได้แสดงให้เห็นว่าที่ความสูงที่ทำการทดลองโดย Regener นั้นไม่ใช่แหล่งของรังสีคอสมิคแต่เป็นบริเวณที่เกือบจะถึงบริเวณที่มีความเข้มสูงสุด และพบว่าที่ความสูงไปกว่านั้นมาก ๆ แล้วความเข้มจะลดลง เครื่องวัดที่ Pfotzer ใช้นั้นใช้ Geiger counter telescope เครื่องมือนี้ไม่ได้ใช้วัดรังสีที่มาจากทุก ๆ ทาง แต่ใช้วัดรังสีที่เข้ามาในแนวดิ่ง และมุมจากแนวดิ่งไปไม่เกิน 20° (zenith angle) ผลที่ได้ก็ไม่มีผลแตกต่างกับเครื่องมือที่เคยใช้กันมาก่อนมากนัก ดังนั้นเราจึงได้การเปลี่ยนแปลงความเข้มของรังสีคอสมิคกับความสูง จากที่เคยมีการวิจัยในสมัยนั้นเปรียบเทียบกันได้ 3 กราฟ ดังรูปที่ 1-3



รูปที่ 1-3 แสดงจำนวนนับหรือการแตกตัวกับความสูง

a. โดยการส่งบอลลูนของ Hess (1912) โดยใช้ ion - chamber 2 ตัว

b. โดย Kolhörster (1913,1914) โดยใช้ ion - chambers

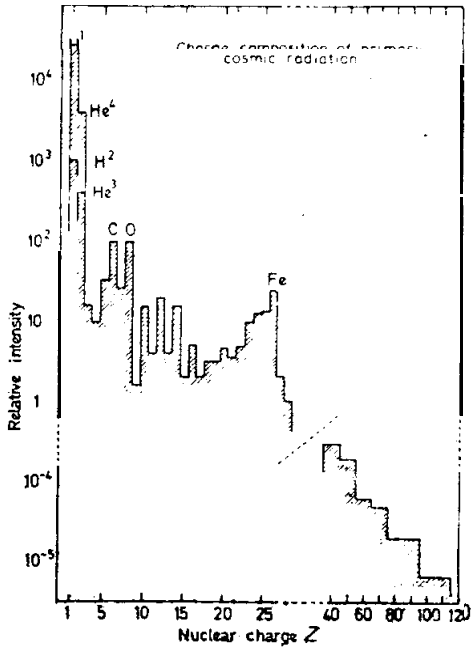
c. ใช้ Coincidence counter telescope โดย Pfotzer (1936)

1.2 <u>รังสีคอสมิคปฐมภูมิและทุติยภูมิ</u> (primary and secondary cosmic rays)

เมื่อเทคนิคในการใช้ cloud chamber และอุปกรณ์อื่น ๆ ในการวัดรังสีก้าวหน้าขึ้น ทำให้ทราบว่าที่ระดับน้ำทะเล การแผ่รังสีคอสมิคจะประกอบด้วยส่วนผสมของอนุภาคที่มีประจุชนิดต่าง ๆ และพวกไม่มีประจุรวมทั้งรังสีแกมม่า แต่ส่วนใหญ่ที่ระดับนี้จะเป็นพวกอีเลคตรอนซึ่งพวกนี้เป็นรังสีคอสมิคทุติยภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาทางนิวเคลียระหว่างอะตอมของก๊าซในบรรยากาศโลกกับรังสีคอสมิคปฐมภูมิ (C.D. Anderson, 1933, Blackett และ Ochialini, 1933) อนุภาคมิวออน (Muons) ซึ่งในตอนนั้นก็มี μ - mesons ที่มีการค้นพบอยู่ในพวกรังสีคอสมิคทุติยภูมิ (C.D. Anderson, 1938)

ดังนั้นการแผ่รังสีคอสมิคจะประกอบด้วยอนุภาค 2 พวก คือ การแผ่รังสีคอสมิคปฐมภูมิที่เข้ามาในบรรยากาศของเราจากอวกาศ (space) และอีกอย่างคือการแผ่รังสีคอสมิคทุติยภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียระหว่างรังสีคอสมิคปฐมภูมิกับนิวไคล์ (nuclei) ของก๊าซในบรรยากาศของโลก

จากการวัดความเข้มของรังสีคอสมิคในบริเวณอีเควเตอร์ (equatorial region) พบว่าการแผ่รังสีคอสมิคในบรรยากาศจะมีมาจากทางทิศตะวันตก (west) มากกว่าจากทิศตะวันออก (east) ดังนั้นจึงสันนิษฐานได้ว่าอนุภาคการแผ่รังสีส่วนใหญ่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวกประมาณอย่างหยาบ ๆ ว่าประมาณ 85 % ของอนุภาคประจุบวกเหล่านี้เป็นโปรตอน (proton) ต่อมาก็เป็นอนุภาคแอลฟ่า (α - particles) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบจำนวนอนุภาคอื่น ๆ กับโปรตอนจะได้ดังรูปที่ 1–4 ซึ่งอนุภาคที่พบนี้จะสังเกตได้ชัดเจนเป็นพวกที่เป็นโปรตอนอะตอมมิคนัมเบอร์ Z = 1 ถึงเหล็ก (iron) Z = 26 แสดงอนุภาคปฐมภูมิที่มีพลังงานใกล้ 10 GeV/nucleon

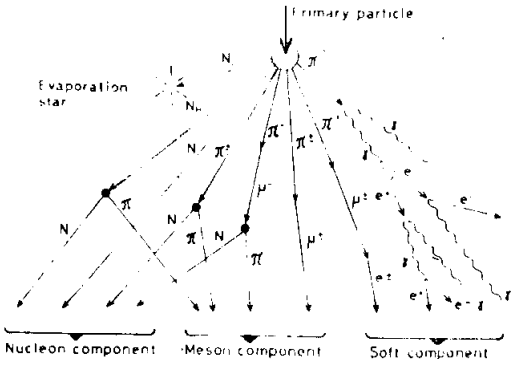


รูปที่ 1–4 แสดง charge composition เปรียบเทียบของรังสีคอสมิคปฐมภูมิขนาดใกล้ 10 GeV / nucleon (1 GeV = 10^9 eV)

ยังคงมีปัญหาที่ถามกันว่าเป็นไปได้ไหมที่รังสีคอสมิคปฐมภูมิยังประกอบด้วยอนุภาคจำพวกนิวตรอน (neutrons) หรือรังสีแกมม่า จากการศึกษาก็อาจกล่าวได้ว่าเป็นไปได้ที่รังสีคอสมิคปฐมภูมิจะประกอบด้วยนิวตรอนและการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมาก ๆ แต่อย่างไรก็ตามก็ไม่ค่อยจะถูกนักถ้าจะรวมพวกรังสีเอ็กซ์ธรรมดาและอนุภาคที่มีประจุพลังงานต่ำ ๆ ไว้ในจำพวกรังสีคอสมิคปฐมภูมิ

จากความรู้ที่เราทราบในปัจจุบันนี้พอที่จะกำหนดความหมายของการแผ่รังสีคอสมิคปฐมภูมิได้ว่าคือการแผ่รังสีของอนุภาคที่มีพลังงานมหาศาลจากอวกาศเข้ามาสู่โลกเรา ส่วนการแผ่รังสีคอสมิคทุติยภูมิก็หมายถึงการแผ่รังสีทุกชนิดรวมทั้งรังสีแกมม่าที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียระหว่างรังสีคอสมิคปฐมภูมิกับนิวเคลียสใด ๆ โดยไม่คำนึงถึงว่าจะเกิดผลครั้งเดียวหรือเกิดปฏิกิริยาตามมาหลาย ๆ ตอนก็ตาม แต่ไม่รวมอิเลคตรอนและไอออนพลังงานต่ำ ๆ ที่เกิดจากการเข้ามาของรังสีคอสมิคทุติยภูมิ

เมื่อพิจารณารังสีคอสมิคทุติยภูมิพอจะแยกคร่าว ๆ ได้ 3 ส่วนที่นิยมกันคือส่วนที่เป็นเมซอน (meson component) ซึ่งประกอบด้วยพวก muons, ส่วนที่เป็นนิวคลีออน (nucleon component) ซึ่งมีโปรตอนและนิวตรอนและส่วนที่เป็นอนุภาคพลังงานไม่สูงนัก (soft component) ซึ่งประกอบด้วยอิเลคตรอนและรังสีแกมม่า คำว่าส่วนที่เป็นเมซอนนี้เกิดจากการที่ pions (π - mesons) สลายตัวให้ muons หรือ μ - mesons (ซึ่งจะให้ neutrino ออกมาด้วยหรือบางส่วนอาจสลายเป็นอิเลคตรอนกับนิวตริโนโดยตรงก็มี) ซึ่งเป็นสมมุติฐานที่ Hideki Yukawa ได้ตั้งไว้เกี่ยวกับ mesons (1935) ในการอธิบายแรงยึดเหนี่ยว (binding forces) ระหว่างนิวคลีออนในนิวเคลียสของอะตอมซึ่งคำทำนายของเขาถูกต้อง เมื่อได้มีนักวิทยาศาสตร์คนอื่นที่ศึกษารังสีคอสมิคและเมื่อผลิตเครื่องเร่งอนุภาคได้พิสูจน์ข้อสมมุติฐานนี้ ทำให้ Yukawa ได้รับรางวัลโนเบล (Nobel prize) ในปี ค.ศ. 1949 ส่วนคำว่า pions นั้นเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกหรือลบหรือไม่มีประจุก็ได้ (π^+, π^-, π^0) และ muons จะเป็นอนุภาคที่มีประจุบวกหรือลบ (μ^+, μ^-) รายละเอียดเราจะได้กล่าวในเรื่องอนุภาคพื้นฐานในบทต่อ ๆ ไป ให้ดูรูปที่ 1-5 ซึ่งแสดงโครงสร้างของส่วนที่เป็นรังสีคอสมิคทุติยภูมิ ซึ่งรายละเอียดการเกิดจะได้กล่าวในตอนหลัง จากรูปเราจะเห็นว่าอนุภาคปฐมภูมิที่มีพลังงานสูง ๆ จำนวนน้อยตัวสามารถทำให้เกิดอนุภาคทุติยภูมิที่มีพลังงานต่ำกว่าได้จำนวนมากมายตัวตามมา

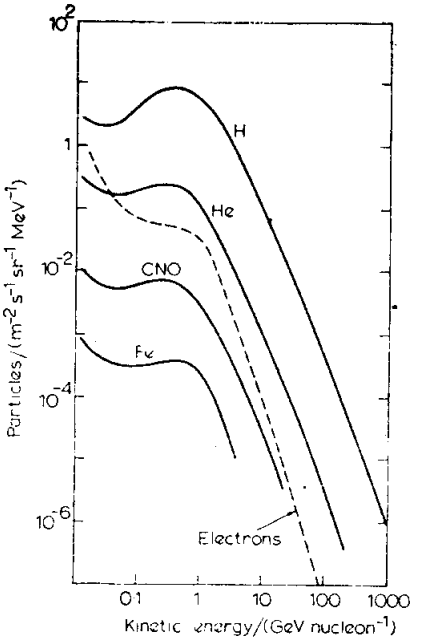


รูปที่ 1–5 แสดง รังสีคอสมิคทุติยภูมิ วงกลมใสข้างบนแทนนิวเคลียสของอากาศ ส่วนวงกลมเล็กดำแทนนิวเคลียสที่ทำปฏิกิริยากับรังสีคอสมิคทุติยภูมิ N_L เป็นสัญลักษณ์แทนนิวตรอนพลังงานต่ำ ส่วน N_H แทนนิวตรอนพลังงานสูง Pions และ muons แทนด้วยสัญลักษณ์ π และ μ, positron แทนด้วย e^+, อิเลคตรอนแทนด้วย e^- ส่วนโฟตอนแทนด้วย γ

ส่วนใหญ่ของส่วนที่เป็นพลังงานค่อนข้างต่ำ (soft component) จะถูกกลืนในชั้นบรรยากาศหนาประมาณ 10 เซนติเมตร ส่วนที่เป็นเมซอนจะมีอำนาจทะลุทะลวงสูงมากซึ่งยากแก่การที่จะจัดหาเครื่องมือที่สามารถขวางกั้นรังสีจำพวกนี้ได้ ดังนั้นการศึกษาปรากฏการณ์บางอย่างจึงต้องศึกษาใต้ดินหรือใต้ทะเลสาบ

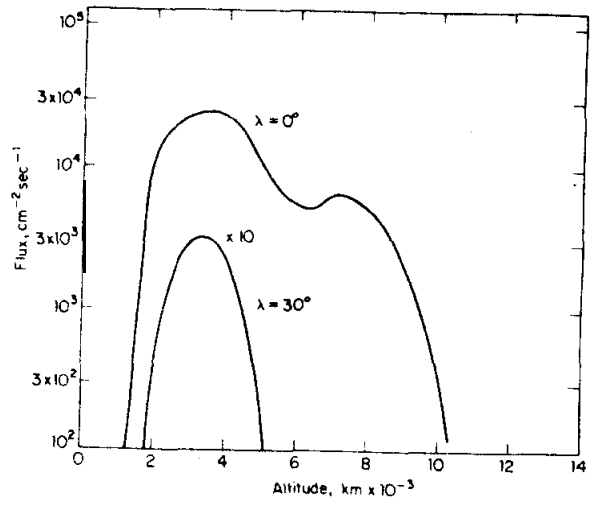
การกระจายของระดับพลังงานของรังสีคอสมิค (cosmic ray energy distribution) ที่บริเวณผิวโลกจะขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของ รังสีคอสมิคทุติยภูมิที่เกิดจากรังสีคอสมิคปฐมภูมิที่เคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศ

ที่มีความสามารถดูดกลืนต่าง ๆ เราสามารถที่จะวัดรังสีปฐมภูมิที่ระดับความสูงมาก ๆ ได้เพื่อศึกษาธรรมชาติของมัน ที่ยอดของบรรยากาศของเราพลักซ์ปฐมภูมิ (primary flux) ส่วนใหญ่เป็นประจุบวก ประจุปฐมภูมิบางตัวที่นักวิทยาศาสตร์เคยวัดได้มีพลังงานสูงถึง 10^9 GeV แต่ส่วนใหญ่ของอนุภาคปฐมภูมิจะมีพลังงานอยู่ในช่วง 6 GeV สำหรับ energy spectra ต่อ nucleon ของรังสีปฐมภูมิดูได้จากรูปที่ 1–6



รูปที่ 1–6 energy spectra ต่อ nucleon ของรังสีคอสมิกปฐมภูมิในช่วงที่เราสามารถจะวัดอนุภาคเหล่านี้ได้จากอุปกรณ์ที่ใส่ในบอลลูนหรือในดาวเทียมขึ้นไปวัดได้ กราฟ "CNO" หมายถึงคาร์บอนและออกซิเจนจำนวนพอ ๆ กันผสมกับไนโตรเจนจำนวนเล็กน้อยที่ระดับพลังงานต่อนิวคลีออนน้อยกว่า 10 GeV เกิดการเปลี่ยนแปรไปกับการเปลี่ยนแปลงของดวงอาทิตย์ และที่พลังงานต่ำนี้จะมีรังสีคอสมิกปฐมภูมิที่กำเนิดมาจากดวงอาทิตย์ปรากฏให้เห็น (มามีอิทธิพล) ส่วนอนุภาคพลังงานเหนือ 10 GeV / nucleon จะปลอดจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ จะได้กราฟค่อนข้างราบเรียบ

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



รูปที่ 1-7 การเปลี่ยนแปลงความเข้มของรังสีคอสมิกกับความสูงและ geomagnetic lattitude

สนามแม่เหล็กโลกถึงแม้จะมีกำลังค่อนข้างอ่อนแต่แผ่กระจายไปเป็นระยะไกล ๆ จึงมีผลต่ออนุภาคที่มีประจุที่เข้ามายังโลก และสามารถที่จะทำให้อนุภาคประจุพลังงานน้อย ๆ บางส่วนเบี่ยงเบนออกไปจากโลกได้ จะมีเฉพาะอนุภาคที่มีพลังงานมาก ๆ หรือไม่มีประจุที่สามารถทะทะลวงผ่านเข้ามายังโลกได้ และสนามแม่เหล็กโลกนี้จะมีผลทำให้อนุภาคที่มีประจุพลังงานต่ำ ๆ เข้ามาบริเวณเส้นศูนย์สูตรได้น้อยมาก แต่จะมีมากบริเวณขั้วโลก และจากการที่อนุภาคประจุบวกเข้ามาทางทิศตะวันตกมากกว่าทางทิศตะวันออก นี่ก็เป็นผลมาจากสนามแม่เหล็กโลกด้วย

ถึงแม้ในปัจจุบันนี้จะมีการค้นคว้าอย่างหนักมาหลายปีเกี่ยวกับรังสีคอสมิคก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับจุดกำเนิดการแผ่รังสีนี้คือยังไม่แน่ใจ แต่ที่รู้แน่ชัดก็คือพลังงานทั้งหลายเหล่านี้มาจากการเร่งที่เกิดขึ้นในสนามระหว่างกาแลกซี่ (intergalactic fields) ซึ่งอาจเป็นแหล่งกำเนิดหรืออาจเป็นว่ารังสีคอสมิคนี้เกิดขึ้นมาตั้งนานแล้วจากที่ใดที่หนึ่งแล้วเคลื่อนที่ไปเป็นระยะอันไกลแสนไกลในอวกาศมาแล้ว จึงมีการพบว่ารังสีคอสมิคเข้ามาในทุกทิศทุกทางเข้าสู่โลก จึงทำให้เราไม่สามารถหาร่องรอยหรือสถานที่ที่เป็นต้นกำเนิดของรังสีคอสมิคได้ จึงสรุปได้ว่ารังสีคอสมิคที่เข้ามาทุกทิศทางจากอวกาศเป็นส่วนที่เรียกว่า galactic component ซึ่งมีแหล่งนอกระบบสุริยะของเรา ระยะทางภายในระบบสุริยะของเรามีขนาดเล็กมากเมื่อเปรียบเทียบกับสนามอันอื่น ๆ ที่จะมีผลกระทบต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีพลังงานสูงมาก เหล่านี้ จึงมีการสันนิษฐานต่าง ๆ เช่น galactic cosmic radiation นี้บางทีอาจเกิดมาจาก neutron stars ซึ่งเป็นพวกดวงดาวที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กมากพอที่จะปล่อยอนุภาคออกมาด้วยพลังงานมากพอที่เราจะสังเกตได้ ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดดังกล่าวนี้ก็เช่น ดาว Pulsar ใน the Crab nebula ดวงดาวนี้เกิดขึ้นจากการเกิดที่มันสุกเปล่งขึ้นทันทีทันใด (supernova) ในปี ค.ศ. 1054 ซึ่งจะปล่อยรังสีออกมากด้วยพลังงานสูงกลายเป็นรังสีคอสมิคแผ่ออกไปในอวกาศ จากนั้นดวงดาวนี้จะกลายเป็น neutron star ไป