บทที่ 4

ระยะต้นของพัฒนาการของอาฌาบริเวณกัมมันต์

อารัมภบท

พัฒนาการของอาฌาบริเวณกัมมันต์ที่ เดอ จาเกอร์ ได้แจกแจงไว้มีอยู่ 4 ระยะ ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 แต่การสังเกตเพื่อเขียนวิทยานิพนธ์นี้จะแบ่งพัฒนาการของอาฌาบริเวณกัมมันต์ไว้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะต้น เป็นสังเกตการณ์ในช่วงเวลาที่มีการพัฒนาจากเริ่มเกิด จนมีปรากฏการณ์บางอย่าง เช่น การปรากฏครั้งแรกของอาฌาบริเวณกัมมันต์นั้น มีการปรากฏของสนามแม่เหล็กที่ผิวดวงอาทิตย์โดยการเคลื่อนที่ของเส้นแรงของสนามแม่เหล็กมาจากเบื้องล่างใต้ผิวดวงอาทิตย์จริงหรือไม่ โดยการศึกษารูปร่างลักษณะของไฟบริลที่ปรากฏเป็นรูปบ่วง หรือ ฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง(arch filament)ที่เห็นได้ในฟิลเตอร์แกรมที่ถ่ายในแสงไฮโดรเจนอัลฟา สังเกตการณ์เกี่ยวกับการปรากฏของจุด พลาจของไฮโดรเจน และปรากฏการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นหลังจุด เช่น แฟลร์ และ เสิร์จ บทที่ 4 นี้เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสังเกตระยะต้นของอาฌาบริเวณกัมมันต์ ส่วนระยะต่อไป คือ ระยะกลาง ซึ่งเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับปรากฏการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นเมื่อจุดได้พัฒนาไปเต็มที่ รวมทั้ง ระยะปลาย คือ พัฒนาการของอาฌาบริเวณกัมมันต์เมื่อจุดหายไปหมดแล้วนั้น จะได้กล่าวถึงในบทที่ 5

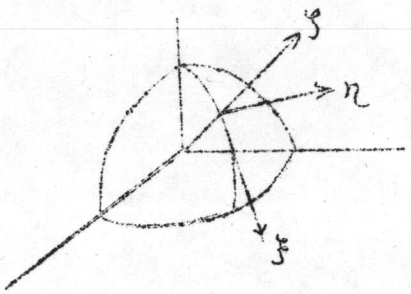
4.1 ทฤษฎีการเกิดวัฏจักรของขั้วแม่เหล็กของจุดบนดวงอาทิตย์กับพัฒนาการของอาฌาบริเวณกัมมันต์

ความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกทางฟิสิกส์ที่ก่อให้เกิดวัฏจักรของขั้วแม่เหล็กของจุดบนดวงอาทิตย์ จะเป็นสิ่งช่วยให้การสร้างแบบจำลองของทฤษฎีการเกิดและการพัฒนาของอาฌาบริเวณกัมมันต์ได้ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แบบจำลองของวัฏจักรของกัมมันตภาพบนดวงอา

ทิตย์นั้น ได้เคยมีผู้เสนอไว้เพียงไม่กี่แบบเท่านั้น ความซับซ้อนยิ่งของปัญหา ทำให้แบบจำลองที่เสนอขึ้นมาอธิบายปรากฏการณ์ไม่ได้ทั้งหมด ซึ่งก็เป็นสิ่งช่วยให้เกิดการคิดค้นทฤษฎีอันใหม่ที่อาจมีความถูกต้องมากขึ้น

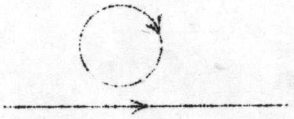
วัฏจักรของกัมมันตภาพของดวงอาทิตย์นั้น สมควรที่จะอ้างได้ว่า เป็นไดนาโมที่กำลังทำงาน(oscillating dynamo)โดยมีคาบเป็นระยะเวลา 22 ปี คาวลิ่ง(Cowling ,1946) อีลาสเซอร์(Elasser ,1950,1956) บุลลาร์ด(Bullard ,1955) และปาร์คเกอร์(Parker ,1955)ได้เสนอทฤษฎีที่ตรงกับปัญหาอันนี้ไว้เมื่อหลายปีมาแล้ว แบบจำลองที่ให้รายละเอียดมากที่สุดสำหรับทฤษฎีของวัฏจักรของกัมมันตภาพของดวงอาทิตย์คิดขึ้นโดย แบบค็อค(Babcock ,1961)จากการใช้ทฤษฎีเก่าๆและการสังเกตผสมกัน ซึ่งทฤษฎีนี้ได้ถูกปรับปรุงต่อมาโดย เลห์ตัน(Leighton ,1964) และ โดย โคเปคกี้ (Kopecky,1966) กับ โกโดลิ(Godoli ,1966)

ปาร์คเกอร์(1955)ได้เสนอแบบจำลองซึ่งสมมุติสนามแม่เหล็กรูปขนมโดนัท (toroidal magnetic fields)ซึ่งเป็นส่วนของคลื่นไดนาโม กลไกที่ปาร์เกอร์อธิบายไว้มีดังนี้คือ เดิมมีสนามแม่เหล็กตามขั้ว(poloidal field)ของดวงอาทิตย์ มีเส้นแรงแม่เหล็กอยู่ในระนาบของเมอริเดียน การหมุนไปไม่พร้อมกัน(differential rotation)ของละติจูดต่างๆบนดวงอาทิตย์จะเบนเอาเส้นแรงแม่เหล็กไปอยู่ในทิศทางที่ขนานกัน และทำให้เกิดส่วนประกอบของสนามเป็นรูปขนมโดนัท(toroidal field) เมื่อการเคลื่อนที่ในเขตพาความร้อน(convective zone)พาเอาพลาสม่าเคลื่อนที่ขึ้นมา แรงโคริโอลิส(Coriolis force)จะเบนเอาก๊าซเข้าไปอยู่ในรูปของลำก๊าซที่พุ่งขึ้นมามีการเคลื่อนที่แบบลมไซโคลน(cyclonic motion) สนามแม่เหล็กรูปขนมโดนัทจะถูกทำให้ยาวออกและยื่นขึ้นมาข้างบนตามการเคลื่อนที่ของก๊าซ แล้วถูกบิดไปโดยการเคลื่อนที่แบบลมไซโคลนด้วย(ดูไดอะแกรมในรูปที่ 4.1) แรงลอยตัวทางแม่เหล็ก(magnetic buoyancy)จะนำเอาบ่วง(loops)ของฟลักซ์แม่เหล็กที่อยู่ในลักษณะพันเป็นเกลียวเชือก(magnetic flux ropes)ขึ้นมายังผิวเพื่อก่อรูปเป็นอาณาบริเวณกัมมันต์ สนามแม่เหล็กรูปขนมโดนัทนี้เคลื่อนที่อยู่ภายใต้ผิวของดวงอาทิตย์ตรงไปยังเส้นศูนย์สูตร



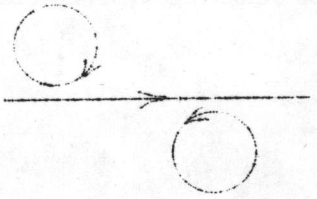
แกนอ้างอิง

รูปร่างของเส้นแรงแม่เหล็กในระนาบ ηξ หลังจากถูกทำให้เปลี่ยนรูปไป



มีค่าเท่ากับสนามตรง กับสนามรูปบ่วงอีก 1

รูปร่างของเส้นแรงแม่เหล็กในระนาบ ξη



มีค่าเท่ากับสนามตรง กับสนามรูปบ่วงอีก 2

รูปร่างของเส้นแรงแม่เหล็กในระนาบ ξξ

มีค่าเท่ากับสนามตรง กับสนามรูปบ่วงอีก 1

รูปที่ 4.1 แผนผังการปิดของสนามแม่เหล็กรูปขนมโดนัทของดวงอาทิตย์ตามการเคลื่อนที่ในเขตพาความร้อน และ แรงโคริโอลิส ตามแนวความคิดของปาร์คเกอร์ (อ้างโดยแชทซ์แมน, 1965)

การเลื่อนของสนามแม่เหล็กมายังเส้นศูนย์สูตรดังที่ว่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามละติจูดตามกฎของสเปือเรอร์(Spörer's law) แบบจำลองของปาร์คเกอร์นี้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์บางอย่างของกัมมันตภาพของดวงอาทิตย์ แต่ไม่ให้รายละเอียดที่สมบูรณ์ (บุมบา, โฮวาร์ด, มาเทรส, ซอรุ - อิสโควิชิ, 1968, แชทซ์แมน, 1965)

แบบค็อคเรียกวัฏจักรของดวงอาทิตย์ว่าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทำงานเป็นอิสระ (free - running oscillator)แต่ขาดเสถียรภาพ และขับเคลื่อนโดยการหมุนไปไม่พร้อมกัน(differential rotation)ของละติจูดต่างๆ การหมุนที่เร็วกว่าใกล้ศูนย์สูตรของดวงอาทิตย์ซึ่งเอาฟลักซ์แม่เหล็กที่อยู่ในแนวเมอริเดียนให้ไปอยู่ในรูปของสนามแม่เหล็กรูปขนมโดนัท(toroidal field)ภายในเวลาไม่กี่ปีบนทุกด้านของเส้นศูนย์สูตร โดยมีทิศทางที่เกือบจะอยู่ในแนวตะวันออก - ตะวันตก โดยวิธีการนี้เส้นแรงของสนามแม่เหล็กรูปขนมโดนัทจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามจำนวนปีที่ผ่านไป จนความเข้มของสนามมากพอถึงค่าวิกฤตอันหนึ่งซึ่งเพียงพอที่จะชักนำให้เกิดจุดบนดวงอาทิตย์ขึ้นที่ละติจูดประมาณ ± 30° โดยแรงลอยตัวทางแม่เหล็ก(magnetic buoyancy)จะนำเอาบางของเส้นแรงของสนามขึ้นมายังผิวดวงอาทิตย์ เป็นการเริ่มเกิดอาณาบริเวณกัมมันต์ของวัฏจักรใหม่ของดวงอาทิตย์ บางของเส้นแรงเกิดขึ้นได้ด้วยเหตุหลายประการ เช่น การเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอเป็นแห่งๆของก๊าซที่เกิดขึ้นเนื่องจากการพาทำให้เส้นแรงเปลี่ยนรูปไป ซึ่งจะทำให้สนามแม่เหล็กไม่สม่ำเสมอและมีความเข้มเพิ่มมากขึ้นเป็นแห่งๆเป็นสาเหตุให้เพิ่มความหนืดทางแม่เหล็กขึ้นด้วยและจะกลับทำให้ก๊าซไหลช้าลงไปมา เป็นเหตุให้ฟลักซ์แม่เหล็กถูกบิดเป็นช่วงๆในลักษณะคล้ายเกลียวเชือก เมื่อเกลียวของฟลักซ์ถูกบิดไปมากพอจะทำให้ขาดเสถียรภาพ ซึ่งอาจแสดงออกมาในรูปของบวง สนามแม่เหล็กของฟลักซ์ที่บิดเป็นเกลียวนี้มีความเข้มแรงกว่าสนามที่ไม่ถูกบิดหลายเท่า เพียงพอที่จะทำให้เกิดอาณาบริเวณของสนามแม่เหล็กสองขั้ว(Bipolar magnetic regions = BMR's)และเกิดจุดขึ้นภายในบริเวณนั้น (แบบค็อค,1961; ชมิดท์,1968)

บวงที่อาจเกิดขึ้นเพราะขาดเสถียรภาพในฟลักซ์ที่บิดเป็นเกลียวซึ่งจมอยู่ใต้ผิว

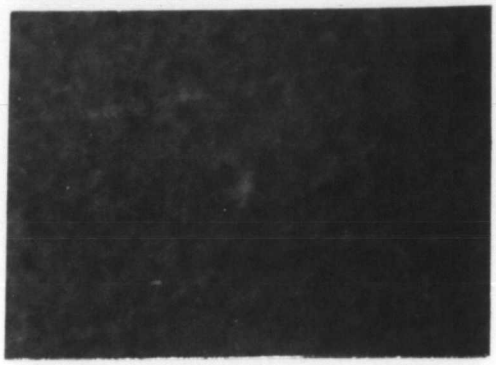
ถูกพาขึ้นมายังผิวโดยแรงลอยตัวทางแม่เหล็ก และปรากฏบนผิวในรูปของอาณาบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสองขั้ว เส้นแรงแม่เหล็กแทงทะลุผิวในอาณาบริเวณเหล่านี้ขึ้นไปยังบรรยากาศส่วนบนในรูปที่เป็นเส้นโค้ง จะเกิดมีจุดขึ้นในอาณาบริเวณเหล่านี้เมื่อเส้นแรงของสนามชุมนุมกันหนาแน่นเพียงพอที่จะขัดขวางการพาพลังงานส่วนใหญ่ขึ้นมาจากเขตพาความร้อนตามทฤษฎีของเบียร์แมน(1941) (แบบค็อค,1961)

อาณาบริเวณกัมมันต์ของวัฏจักรใหม่เกิดขึ้นที่ละติจูดประมาณ $\pm 30^{\circ}$ แล้วละติจูดที่อยู่ในสภาพกัมมันต์นี้จะค่อยๆเคลื่อนไปทางศูนย์สูตรขณะที่วัฏจักรดำเนินต่อไป เมื่ออาณาบริเวณกัมมันต์มีอายุมากขึ้นมันขยายตัวออกและสนามแม่เหล็กของมันอ่อนกำลังลง ขั้วแม่เหล็กตามของอาณาบริเวณกัมมันต์จะเลื่อนไปทางขั้วของดวงอาทิตย์ ส่วนขั้วแม่เหล็กนำจะเคลื่อนไปทางศูนย์สูตรรวมเข้ากับพวกที่มาจากซีกตรงข้าม(ซีกเหนือหรือซีกใต้)ของดวงอาทิตย์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการกลับขั้วของสนามและเป็นการตั้งระยะของครึ่งต่อไปของวัฏจักร 22 ปี (แบบค็อค,1961 อ้างโดย บุมบา,โฮวาร์ด,มาเทรส,ซอรุ - อิสโควิซิ,1968)

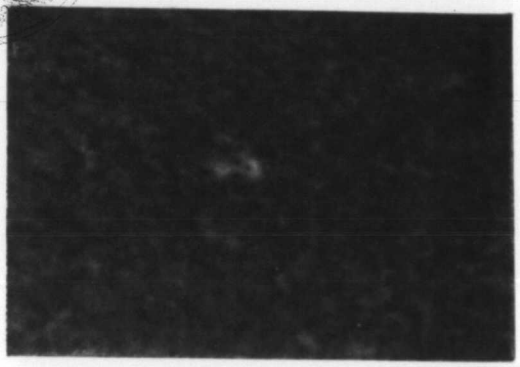
แม้ว่าแบบจำลองของแบบค็อคนี้นับได้ว่าเป็นแบบจำลองที่ได้รับผลสำเร็จมากที่สุด แต่ก็ยังไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่นักฟิสิกส์วิจัยดวงอาทิตย์สังเกตพบได้หมด ตลอดเวลา นักฟิสิกส์วิจัยดวงอาทิตย์ยังคงทำสังเกตการณ์เกี่ยวกับการเริ่มวัฏจักรของขั้วแม่เหล็กของจุดและการปรากฏขึ้นของอาณาบริเวณกัมมันต์ที่เกิดใหม่ เพื่อยืนยันหรือคัดค้านแบบจำลองของแบบค็อคหรือของคนอื่นๆ

4.2 สังเกตการณ์เกี่ยวกับการปรากฏอาณาบริเวณกัมมันต์ที่เกิดใหม่

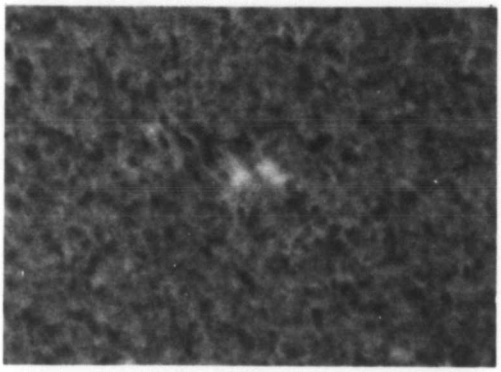
สังเกตการณ์เพื่อศึกษาการปรากฏอาณาบริเวณกัมมันต์ที่เกิดใหม่ทำได้ยากเนื่องจากเป็นอาณาบริเวณที่เล็กมากบนดวงอาทิตย์ สภาพสังเกตการณ์ต้องดีจริงๆจึงจะเห็นโครงสร้างละเอียดได้ การคอยเพื่อหาปรากฏการณ์นี้ค่อนข้างจะผิดหวัง โดยที่ระยะเวลาที่ทำการสังเกตเป็นช่วงเวลาที่มีจุดบนดวงอาทิตย์น้อยที่สุด บางวันเกือบจะไม่เห็นลักษณะที่แสดงถึงกัมมันตภาพใดๆเลยบนผิวดวงอาทิตย์ โดยดวงอาทิตย์มีลักษณะสงบราบเรียบที่สุด บางวันมีอาณาบริเวณกัมมันต์โผล่พ้นขอบดวงทางทิศตะวันออกมาให้เห็น แต่อาณาบริเวณ



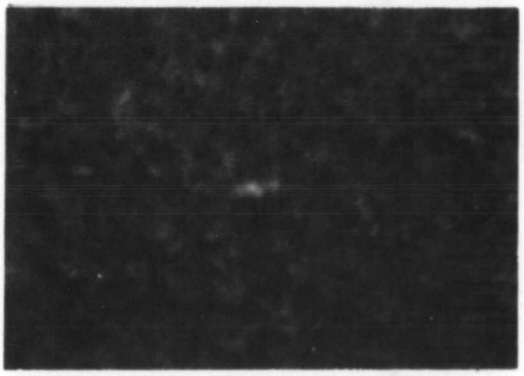
ก. 14 ธันวาคม พ.ศ. 2517
10 : 30 : 24



ข. 16 ธันวาคม พ.ศ. 2517
09 : 23 : 05



ค. 17 ธันวาคม พ.ศ. 2517
09 : 25 : 24



ง. 18 ธันวาคม พ.ศ. 2517
09 : 37 : 05

0" 100"

รูปที่ 4.2 แสดงอาณาบริเวณกัมมันต์ขนาดเล็กที่มีพัฒนาการไม่สมบูรณ์และมีอายุสั้น
ก. พลาจสว่างปรากฏขึ้นบ่งถึงการเริ่มเกิดของอาณาบริเวณกัมมันต์
ข. ลักษณะที่ปรากฏในวันที่ 3 จากวันที่เริ่มเกิด
ค. ลักษณะที่ปรากฏในวันที่ 4 จากวันที่เริ่มเกิด
ง. ลักษณะที่ปรากฏในวันที่ 5 ก่อนที่จะสลายตัวไป

ถ่ายในแสง H_α

กัมมันต์แห่งนั้นก็ผ่านพ้นระยะเริ่มเกิดไปแล้ว

แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วงวันที่ 14 - 18 ธันวาคม พ.ศ. 2517 มีอาณาบริเวณหนึ่งปรากฏมีความแตกต่างจากอาณาบริเวณปรกติบนดวงอาทิตย์ คือในวันที่ 14 ธันวาคม มีความสว่างจุดขึ้นทางกลางโครงสร้างโดยรอบซึ่งมืดกว่า อยู่ในบริเวณใกล้ขอบดวงด้านตะวันออกห่างเส้นเมอริเดียนกลางดวงไปประมาณ 30° (มุมที่ศูนย์กลางดวงอาทิตย์) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 ฟิลิบดา (มุมที่ตา) เห็นในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า แต่สภาพสังเกตการณ์ในวันนี้ไม่ดี ทำให้เห็นโครงสร้างละเอียดที่อยู่รอบๆชิดกับจุดสว่างนั้นไม่ค่อยชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ก. แต่ก็เห็นได้ว่าบริเวณรอบๆที่อยู่ชิดกับจุดสว่างมีลักษณะแตกต่างไปจากโครงสร้างของบริเวณส่งบที่อยู่ถัดออกไป จุดสว่างที่เห็นนี้คือพลาจของไฮโดรเจนที่ปรากฏขึ้นเป็นสัญญลักษณ์อันแรกที่เห็นได้ชัดของอาณาบริเวณกัมมันต์ ในวันรุ่งขึ้นที่ 15 ธันวาคมนั้น ท้องฟ้ามีเมฆเต็มไปหมดตลอดทั้งวันทำการสังเกตไม่ได้เลย เมื่อสังเกตต่อไปในวันที่ 16 ธันวาคม พบว่าอาณาบริเวณนี้ได้ผ่านแนวเมอริเดียนกลางดวง (central meridian)ไปแล้วประมาณ 5° (มุมที่ศูนย์กลางดวงอาทิตย์) พลาจสว่างที่เห็นเล็กมากในวันที่ 14 ธันวาคมนั้น มีพื้นที่เพิ่มขึ้นและมีอยู่ 2 ส่วนในลักษณะที่เป็นสนามแม่เหล็ก 2 ขั้ว แต่เนื่องจากเป็นอาณาบริเวณที่มีขนาดเล็กและสภาพสังเกตการณ์ไม่ดี โครงสร้างละเอียดที่อยู่รอบๆชิดกับพลาจนั้นเห็นได้ไม่ค่อยชัดเจน(ดูรูปที่ 4.2 ข.) ศูนย์กลางของพลาจนำอยู่หางศูนย์กลางของพลาจตาม 17.2 ฟิลิบดา (ถ้าในภาพไม่บอกทิศเป็นอย่างอื่น ภาพถ่ายทุกภาพในเล่ม มีทิศเหนืออยู่ข้างบน ทิศใต้อยู่ด้านล่าง ทิศตะวันตกอยู่ทางซ้าย และทิศตะวันออกอยู่ทางขวาของผู้อ่าน จุดนำหรือขั้วแม่เหล็กนำอยู่ทางซ้าย จุดตามหรือขั้วแม่เหล็กตามอยู่ทางขวา) ในวันที่ 17 ธันวาคม อาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้มีพื้นที่เพิ่มขึ้นอีก พลาจนำและพลาจตามแยกห่างจากกันมากขึ้น มีศูนย์กลางห่างกัน 20.6 ฟิลิบดา(รูปที่ 4.2 ค.) อาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้ถือได้ว่ามีขนาดเล็กมากปรากฏว่าไม่มีจุดเกิดขึ้น ในวันที่ 18 ธันวาคม อาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้มีขนาดเล็กลง(รูปที่ 4.2 ง.) แล้วสลายหายไปในที่สุด เป็นตัวอย่างของอาณาบริเวณกัมมันต์ที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ มีพัฒนาการที่ไม่เป็นไปอย่างสมบูรณ์ อาณาบริเวณกัมมันต์ที่ปรากฏในลักษณะเช่นนี้ มีเกิดขึ้น

หลายครั้งในช่วงเวลาที่ทำการสังเกต แต่หาระยะเริ่มเกิดของมันไม่ได้ และไม่สามารถติดตามดูการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันได้เนื่องจากสภาพของอากาศไม่อำนวย โดยมากจะเห็นปรากฏอยู่ 3 - 4 วันก็หายไป หรือทำการสังเกตไม่ได้ จุดสำคัญของสังเกตการณ์ในเรื่องนี้คือการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่แสดงให้เห็นบนพื้นผิวโครโมสเฟียร์ในการเริ่มปรากฏขึ้นของอาณาบริเวณกัมมันต์ที่เกิดใหม่ ซึ่งผลการติดตามแสดงไว้ในรูปที่ 4.2 และจะนำไปผสมผสานกับสังเกตการณ์สำหรับอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งอื่นๆในระยะต้นของพัฒนาการของมัน

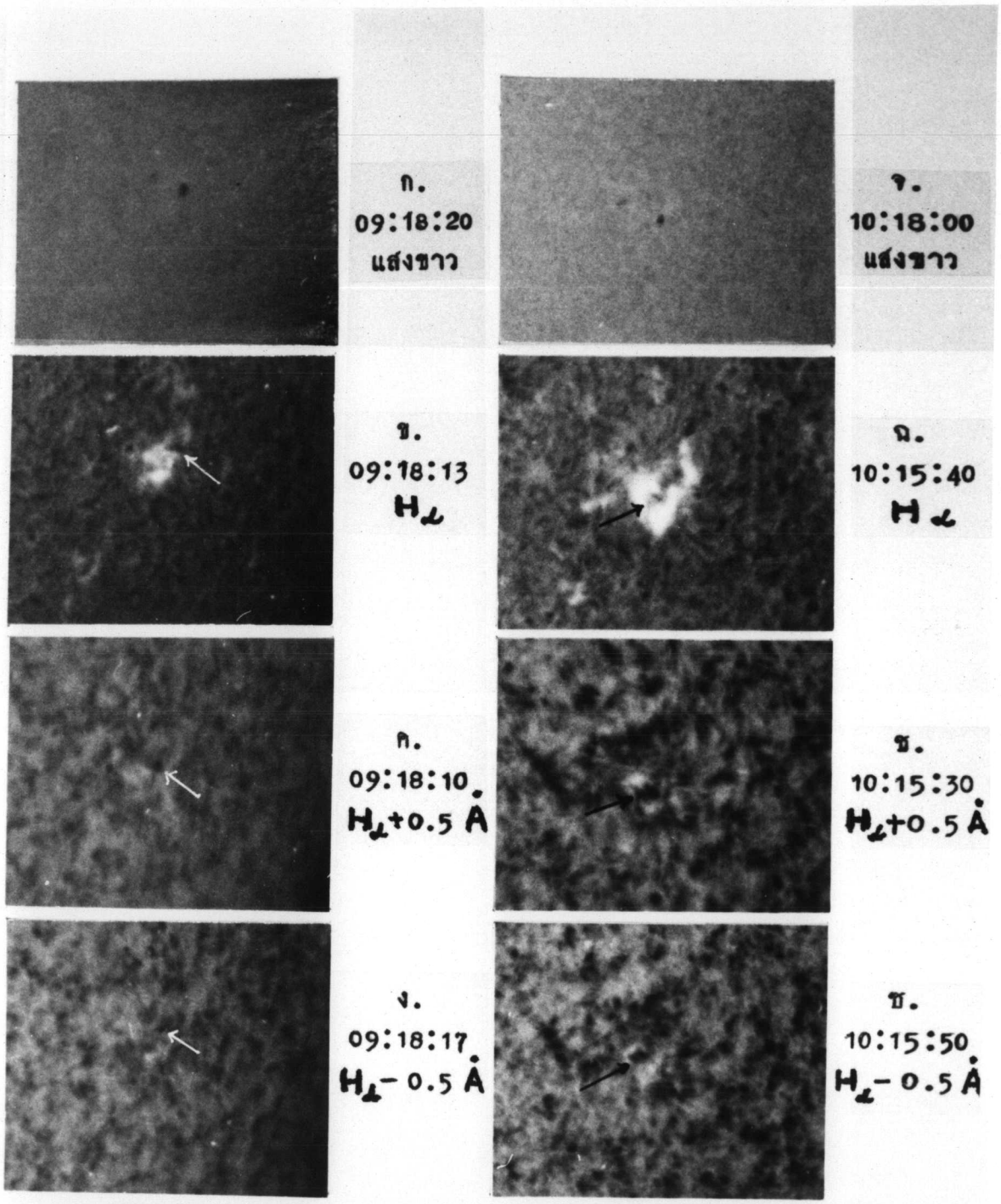
4.3 สังเกตการณ์ของอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 วันที่ 19 - 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517

จากการติดตามสังเกตเพื่อดูพัฒนาการในระยะต้นของอาณาบริเวณกัมมันต์นั้น สามารถหารายละเอียดได้จากอาณาบริเวณกัมมันต์เพียงสองแห่ง แห่งแรกจะให้ชื่อเป็นอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 ซึ่งปรากฏให้สังเกตได้ในวันที่ 19 - 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 เป็นการเคลื่อนที่ผ่านตัวดวง 1 ครั้งพอดี เมื่อคอยดูเวลาที่อาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้เคลื่อนที่ผ่านตัวดวงครั้งที่สองนั้น ปรากฏว่า อาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้ได้สลายตัวไปเกือบหมดแล้ว เหลือร่องรอยอยู่เพียงเล็กน้อย เนื่องจากอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้มีอายุค่อนข้างสั้น สังเกตพัฒนาการของมันได้เพียงช่วงเวลาที่เคลื่อนที่ผ่านตัวดวงครั้งเดียวเท่านั้น จึงจะกล่าวถึงพัฒนาการที่สังเกตได้ทั้งหมดของอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้รวมไว้ในหัวข้อเดียว

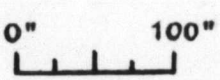
ในวันที่ 19 พฤศจิกายน อาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 ปรากฏอยู่ใกล้ขอบดวงทางทิศตะวันออกห่างเส้นเมอริเดียนกลางดวงประมาณ 60° (มุมที่ศูนย์กลางดวงอาทิตย์) เป็นอาณาบริเวณกัมมันต์ขนาดเล็ก ภาพถ่ายในแสงขาว(รูปที่ 4.3 ก.)เห็นมีจุดขนาดเล็กสองจุด จุดตามีขนาดโตกว่าจุดนำ ภาพถ่ายที่ได้ค่อนข้างมัว ดูลักษณะของจุดไม่ค่อยชัด เห็นได้ว่าจุดตามีส่วนมัว อาจมีจุดอื่นๆซึ่งมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นหรือถ่ายภาพได้อยู่ในอาณาบริเวณแห่งนี้ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพสังเกตการณ์ไม่ดีและบริเวณนี้อยู่ใกล้

ขอบดวงมาก กลุ่มจุดนี้มีขั้วแม่เหล็กแบบ 2 ขั้ว(β) เป็นกลุ่มจุดประเภท c ตามการจัดประเภทของซูริค จุดนำอยู่หางจุดตาม 28.8 ฟิลิบดา(มุมที่ตา) ดูในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า (รูปที่ 4.3 ข) เห็นพลาจสว่างของไฮโดรเจนคลุมอยู่ในบริเวณใกล้กับจุดตาม มีพื้นที่ประมาณ 30 ตารางฟิลิบดา(ประมาณ 14×10^6 ตารางกิโลเมตร) พลาจสว่างนี้คลุมอยู่เหนือจุดตามทำให้เห็นจุดตามไม่ชัด โครงสร้างละเอียดทั้งภายในและภายนอกอาณาบริเวณเห็นไม่ชัด ในวันที่ 20 พฤศจิกายน อาณาบริเวณแห่งนี้เคลื่อนหางขอบดวงเข้ามาอีก ดูในแสงขาวเห็นมีจุด 2 จุด (รูปที่ 4.3 จ.)เช่นเดียวกับวันที่ 19 จุดทั้งสองอยู่หางกัน 33 ฟิลิบดา (ประมาณ 24×10^3 กิโลเมตร) ดูในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า(รูปที่ 4.3 ฉ.)เห็นบริเวณพลาจสว่างมีพื้นที่เพิ่มขึ้น วัดได้ทั้งหมดประมาณ 61×10^6 ตารางกิโลเมตร พลาจสว่างนี้อยู่รวมกันแน่นไม่กระจัดกระจาย เห็นพื้นที่ของพลาจมีความยาวในแนวเหนือ - ใต้มากกว่าในแนวตะวันออก - ตะวันตก ซึ่งคงเนื่องมาจากบริเวณนี้อยู่ใกล้ขอบดวงตะวันออก ผลจากการมองลึกลงไปที่ขอบดวงอาทิตย์ซึ่งโค้งลงหางออกไปจากผู้สังเกตทำให้เห็นพื้นที่ในแนวตะวันออก - ตะวันตกบีบชิดกัน พลาจสว่างคลุมจุดไว้หมด มองไม่เห็นจุด

ในรูปที่ 4.3 ฉ. ช. ซ. ตรงปลายศรชี้สีดำ จะเห็นโครงสร้างที่อยู่ในลักษณะเป็นเส้นสั้นๆ สีดำ หนา มีหลายเส้น โยงอยู่เหนือพลาจสว่างของไฮโดรเจน มีตำแหน่งอยู่ระหว่างจุด 2 จุดที่เป็นหลักของกลุ่ม และทอดตัวอยู่ในแนวแกนของจุดทั้งสอง โครงสร้างชนิดนี้บรูเซค(1967)ให้ชื่อว่า ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง(Arch Filament System = AFS's) ดูในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า(รูปที่ 4.3 ฉ.)จะเห็นปลายทั้งสองข้างของฟิลาเมนต์แต่ละอันจมลึกลงไปในพลาจสว่างของไฮโดรเจน ส่วนโครงสร้างละเอียดรอบอาณาบริเวณกัมมันต์นั้นดูในภาพจะเห็นลักษณะการวางตัวเป็นเส้นๆ แต่แยกรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน เนื่องจากภาพถ่ายที่ได้อยู่ในประเภทไม่ค่อยดีนัก ถ้าดูในภาพถ่ายในแสงที่ปีกสองข้างของเส้นสเปคตรัมไฮโดรเจนอัลฟ่า ห่างศูนย์กลางเส้นออกมา 0.5 อังสตรอม เช่น รูปที่ 4.3 ช ถ่ายในแสง $H_\alpha + 0.5$ Å และรูปที่ 4.3 ซ ถ่ายในแสง $H_\alpha - 0.5$ Å ในเวลาใกล้เคียงกันมาก จะเห็นได้ว่า รูปร่างของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งในรูป



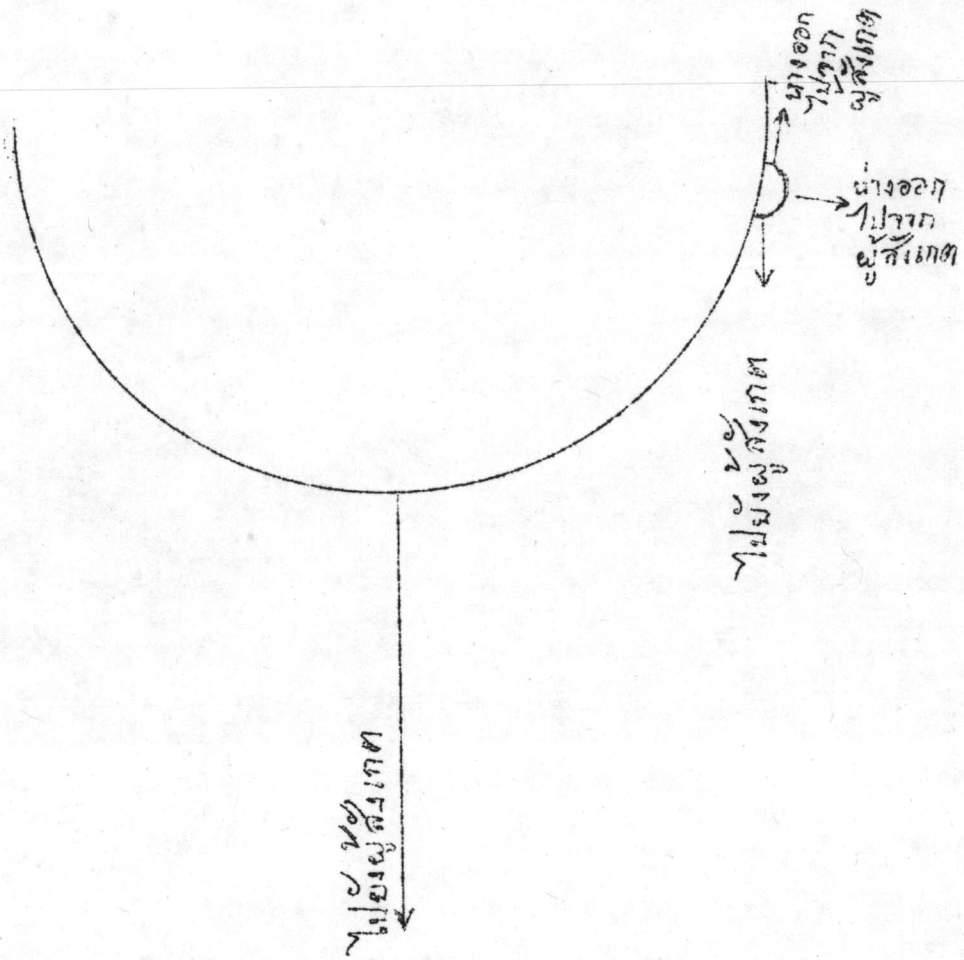
รูปที่ 4.3 แสดงอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 ในวันที่ 19 และ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 ปรากฏใกล้ขอบดวงทางทะวันออก ทิศทะวันออกอยู่ทางขวา ทิศเหนืออยู่ด้านบน



ทั้งสองนั้นต่างกัน ภาพถ่ายในแสง H_{α} + 0.5 Å นั้น ปรากฏเห็นส่วนปลายของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งที่อยู่ทางด้านขอบดวง(ขอบดวงตะวันออกอยู่ทางขวาของภาพถ่าย) ส่วนภาพถ่ายในแสง H_{α} - 0.5 Å ปรากฏเห็นส่วนปลายของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งที่อยู่ทางด้านกลางดวง แสดงความหมายว่า มวลสารที่อยู่ทางส่วนปลายของฟิลาเมนต์ด้านขอบดวงกำลังเคลื่อนที่ห่างออกไปจากผู้สังเกต และมวลสารที่อยู่ทางส่วนปลายของฟิลาเมนต์ด้านกลางดวงกำลังเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกตตามหลักการเคลื่อนที่ของดอปเปลอร์ จากรูปทั้งสองนี้ เห็นได้ชัดว่า ส่วนที่เคลื่อนออกไปจากผู้สังเกตในรูปที่ 4.3 ช. มีมากกว่าส่วนที่เคลื่อนเข้าหาผู้สังเกตในรูปที่ 4.3 ซ. ซึ่งถ้าพิจารณาให้ละเอียดแล้ว น่าจะตีความหมายได้ว่า ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งนี้ มีลักษณะเป็นเส้นโค้งสั้นๆโยงอยู่เหนือพลาจสว่างของไฮโดรเจน เส้นโค้งสั้นๆนี้กำลังเคลื่อนที่ขึ้นสู่บรรยากาศชั้นบนโดยเคลื่อนขยายออกตามแนวความโค้ง พร้อมกับมีมวลสารไหลลงไปที่ปลายทั้งสองด้วย และเนื่องจากอาณาบริเวณนี้อยู่ใกล้ขอบดวง ลักษณะการเคลื่อนที่ของส่วนที่อยู่ตรงกลางของฟิลาเมนต์จึงปรากฏว่าเคลื่อนออกห่างจากผู้สังเกตด้วย ซึ่งอาจเขียนแผนผังแสดงการเคลื่อนที่ของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งในรูปที่ 4.3 ช. ซ. ได้ดังรูปที่ 4.4 และในรูปที่ 4.3 ข. ค. ง. นั้น โครงสร้างสีดำที่อยู่ตรงปลายของลูกศรสีขาวนั้นก็แสดงการเคลื่อนที่ตามหลักของดอปเปลอร์โดยสามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกันกับในรูปที่ 4.3 ฉ. ช. ซ. แต่อาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้ในวันที่ 19 พ.ย. อยู่ใกล้ขอบดวงมากกว่าในวันที่ 20 พ.ย. ลักษณะการเคลื่อนที่ของโครงสร้างที่กล่าวถึงนี้จึงปรากฏให้เห็นเฉพาะด้านที่อยู่ใกล้ผู้สังเกตและไม่ถูกบัง ดังนั้นบริเวณของโครงสร้างนี้ที่ปรากฏในภาพจึงมีขนาดเล็ก และสภาพสังเกตการณ์ไม่ดีทำให้ได้ภาพถ่ายไม่คอยชัด

วันที่ 21 พฤศจิกายน เมื่อเริ่มถ่ายภาพเวลา 8.50 น. พบว่าอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้กำลังมีการลุกจ้า(แฟลร์)ขนาดเล็กเกิดขึ้น และเมื่อถ่ายภาพไปถึงเวลา 10.48 น. ปรากฏมีเมฆมาบังดวงอาทิตย์ไว้ ถ่ายภาพต่อไปไม่ได้ และเมื่อเริ่มถ่ายภาพใหม่อีกเมื่อเวลา 12.00 น. ปรากฏว่ากัมมันตภาพของแฟลร์สิ้นสุดลงไปแล้ว

แฟลร์ครั้งนี้เกิดขึ้นในกลุ่มจุดขนาดเล็ก โตประมาณ 5° (มุมที่ศูนย์กลาง



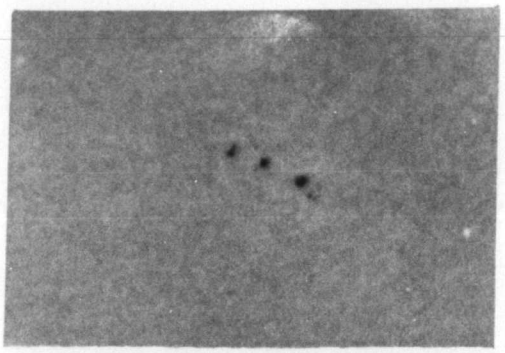
รูปที่ 4.4 แสดงแผนผังการเคลื่อนที่ของระบบพิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง ใกล้ขอบดวงขณะเคลื่อนขึ้นเหนือผิวดวงอาทิตย์ เทียบกับผู้สังเกต

ดวงอาทิตย์) จุดที่โตเห็นเด่นชัดที่สุดในกลุ่มมีอยู่ 3 จุด และมีจุดเล็กจุดน้อยอีกหลายจุดด้วยกัน(รูปที่ 4.5 ก.) ลักษณะของกลุ่มจุดจัดอยู่ในประเภท D ตามการจัดประเภทของซูริค

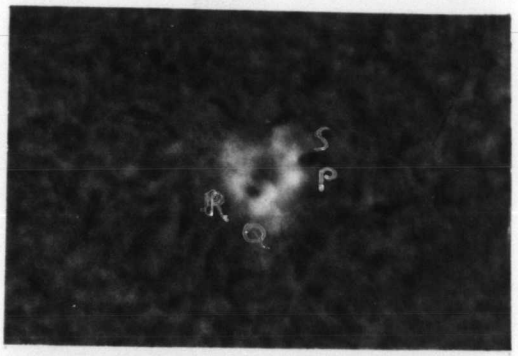
ลักษณะที่ปรากฏของแฟลร์ครั้งนี้ ดูในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า(รูปที่ 4.5 ข.)จะเห็นปมสว่างหรือก้อนกลมสว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 13.7 ทิลิบดา ปรากฏอยู่ในบริเวณของพลาจสว่างทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 นี้ ปมสว่างนี้มีความสว่างมากที่สุดในอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้ซึ่งถือได้ว่าเป็นศูนย์กัมมันตภาพของแฟลร์ (บริเวณสว่างใกล้อักษร P ในรูปที่ 4.5 ข.) และในบริเวณใกล้เคียงก็มีปมสว่างแบบเดียวกันหลายปมแต่สว่างน้อยกว่า(ใกล้กับอักษร Q, R, S) ต่อมาบริเวณของพลาจสว่างที่อยู่ระหว่างปมสว่างเหล่านี้มีความสว่างเพิ่มขึ้น เชื่อมปมสว่างทั้งหมดเข้าเป็นทางยาวสว่างของแฟลร์(ดูรูปที่ 4.5 ข. เทียบกับรูปที่ 4.6 ก. ง. และ ช.) และลดความสว่างลงเป็นพลาจปรกติเมื่อกัมมันตภาพของแฟลร์สิ้นสุดลง(รูปที่ 4.6 ญ.)

ปมสว่างหรือก้อนกลมสว่างซึ่งปรากฏให้เห็นก่อนที่แฟลร์จะเปลี่ยนรูปร่างเป็นทางยาวสว่างนั้น มองเห็นชัดในแสงที่ปีกสองข้างของเส้นสเปคตรัมไฮโดรเจนอัลฟ่า ห่างศูนย์กลางเส้นออกไป 0.25, 0.5, 0.75 ถึง 1.0 อังสตรอม จากภาพที่ถ่ายได้ เห็นก้อนกลมสว่างนี้ชัดและมีขนาดโตในแสงทางปีกแดงของเส้นมากกว่าในแสงทางปีกน้ำเงิน ลักษณะที่ปรากฏในแสง H_{α} +1 Å (รูปที่ 4.5 จ.) และในแสง H_{α} - 1 Å (รูปที่ 4.5 ฉ.) เห็นเป็นจุดสว่างเด่นอยู่ทามกลางบริเวณที่อยู่โดยรอบ(จุดสว่างอยู่ใกล้อักษร P) แสดงว่าแฟลร์ที่เกิดขึ้นครั้งนี้มีบริเวณที่กัมมันต์ที่สุดต่อเนื่องลงไปยังโครโมสเฟียร์เบื้องล่าง

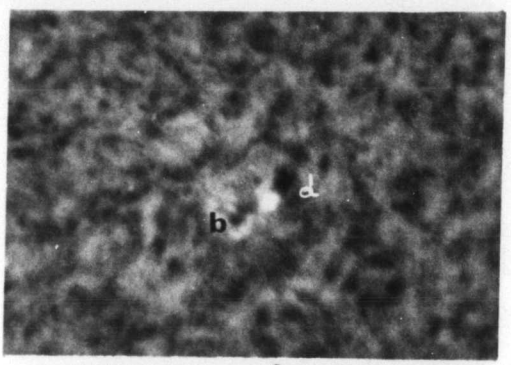
ใกล้ๆแฟลร์มีมวลสารที่อยู่ในสภาพดูดกลืนแสงที่เรียกว่า เสิร์จ(surge)อยู่ชิดกับก้อนกลมสว่างซึ่งเป็นบริเวณที่สว่างที่สุดของแฟลร์ ลักษณะที่ดูในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่ามองเห็นมืดแต่ส่วนที่อยู่ชิดกับแฟลร์นั้นดูคล้ายกับว่าถูกหุ้มด้วยก๊าซสว่าง บาง หรือคล้ายกับปลายข้างนั้นโปร่งแสงเป็นบางส่วน จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 จะเห็นว่า เสิร์จมีลักษณะที่แสดงรูปร่างเด่นชัดในแสงที่ปีกสองข้างของเส้นสเปคตรัมไฮโดรเจนอัลฟ่า เช่น ที่ H_{α} + 0.5 Å (อักษร a ในรูปที่ 4.5 ค.) และ H_{α} - 0.5 Å (อักษร c ในรูปที่ 4.5 ง.) ที่เป็นเช่นนี้ แสดงว่า มันปรากฏลักษณะที่มีความเร็วสูง ในตอนต้นๆของกำเนิดของมัน จะเห็นชัดมาก



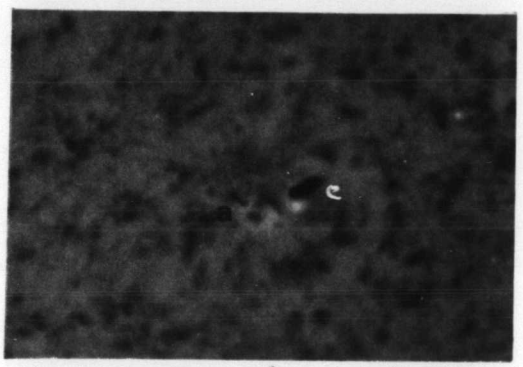
ก. แสงขาว, 08:50:33



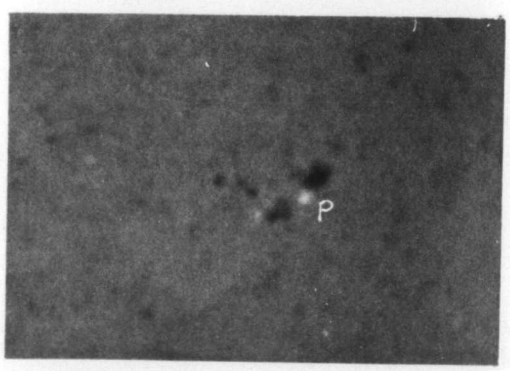
ข. แสง H_α, 08:50:21



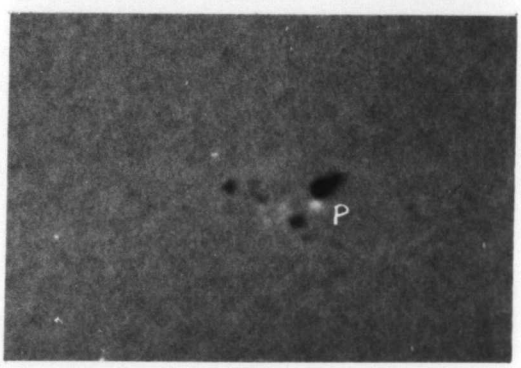
ค. H_α + 0.5 Å, 08:50:16



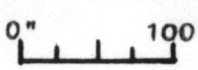
ง. H_α - 0.5 Å, 08:50:27



จ. H_α + 1 Å, 08:50:44



ฉ. H_α - 1 Å, 09:00:28



รูปที่ 4.5 แสดงอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 ในวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517

ในแสงทางปีกน้ำเงิน(c ในรูปที่ 4.5 ง. และ 4.6 ค.) แสดงว่ากำลังเคลื่อนที่ขึ้นอย่างรวดเร็ว และในขณะเดียวกันก็มีบางส่วนเคลื่อนที่ลงด้วย(ดูในแสง H_{α}+0.5 Å d ในรูปที่ 4.5 ค.)แต่ไม่เห็นชัดเจนเท่ากับการเคลื่อนที่ขึ้น ส่วนในตอนท้ายของชีวิตของมันนั้น จะเห็นได้ชัดในแสงทางปีกสีแดง(b ในรูปที่ 4.6 ค. เทียบกับ bในรูปที่ 4.6 ฅ.) แสดงว่าในช่วงนี้มันกำลังเคลื่อนที่ลงมากกว่าเคลื่อนที่ขึ้น เมื่อเทียบตำแหน่งของเสิร์จในขณะที่มีการเคลื่อนที่ขึ้นและลงนั้น พบว่า ตำแหน่งของมันไม่ขยับเขยื้อนไปจากกันมากนัก แสดงว่า การเคลื่อนที่ขึ้นแล้วลงของมันแทบจะซ้ำรอยเดิม (ดูรูปที่ 4.5 และ 4.6) และถ้าสังเกตลักษณะรูปร่างและการวางตัวของเสิร์จ จะเห็นได้ว่ามันวางตัวอยู่ในแนวของเส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กในอาฌาบริเวณกัมมันต์นั้น

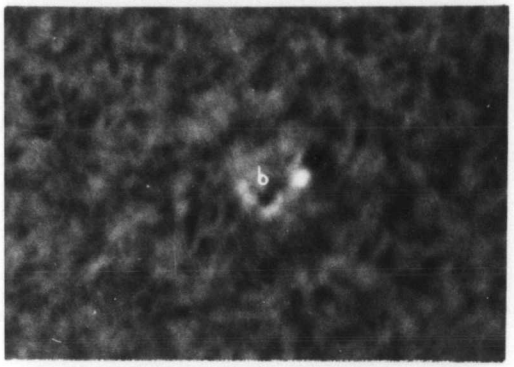
เหนือพลาจสว่างในอาฌาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 ในวันที่ 21 นี้ ยังคงปรากฏมีระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง ซึ่งจะเห็นมีรูปร่างเป็นเส้นสั้นๆอยู่ระหว่างจุด (เช่น b ในรูปที่ 4.5 ค. a ในรูปที่ 4.5 ง. b ในรูปที่ 4.6 ข. a ในรูปที่ 4.6 ค.)

รูปร่างส่วนรวมของพลาจในวันนี้ค่อนข้างกลม พลาจแสดงการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆจนแฟลร์สิ้นสุดลง โครงสร้างของบรรยากาศในอาฌาบริเวณกัมมันต์รอบๆพลาจสว่างมีรูปร่างเป็นเส้นๆแสดงลักษณะของสนามแม่เหล็ก

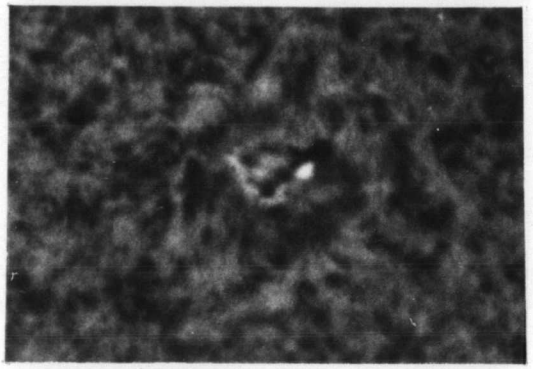
ในวันที่ 22 พฤศจิกายน กลุ่มจุดมีขนาดใหญ่ขึ้น เห็นจุดชัดขึ้นเนื่องจากอาฌาบริเวณนี้เลื่อนมาอยู่เกือบกึ่งกลางตัวดวง จุดหลายจุดมีส่วนมัว กลุ่มจุดโตประมาณ 6° (มุมที่ศูนย์กลางดวงอาทิตย์) เป็นกลุ่มจุดประเภท D (รูปที่ 4.7 ก.) ดูในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า(รูปที่ 4.7 ข.)เห็นโครงสร้างละเอียดรอบๆอาฌาบริเวณกัมมันต์แสดงการวางตัวเป็นเส้นๆบอกลักษณะของสนามแม่เหล็ก เห็นได้ชัดว่าเป็นสนามแม่เหล็กประเภท 2 ขั้ว(β) พลาจสว่างของไฮโดรเจนคลุมอยู่เหนือบริเวณที่มีจุด แต่ยังคงเห็นจุดหลักทั้งสองของกลุ่มจุดปรากฏในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่าด้วย รูปร่างโดยส่วนรวมของพลาจมีลักษณะขยายออกในแนวตะวันออก - ตะวันตก มีระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง ประกอบด้วยเส้นฟิลาเมนต์สั้นๆหลายเส้นเรียงกันอยู่ในแนวกึ่งกลางระหว่างขั้วแม่เหล็กทั้งสองของกลุ่มจุด โดยวางตัวเกือบขนานกัน เส้นที่ยาวที่สุดอยู่ระหว่างจุด 2 จุดที่เป็นหลักของกลุ่มนั้นวางตัวอยู่ในแนวแกน

ก. แสง H_α , 08:51:05

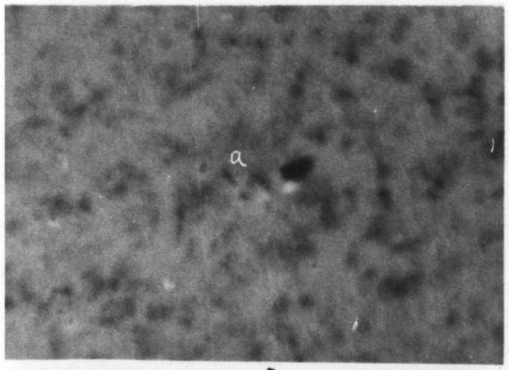
ง. แสง H_α , 10:04:22



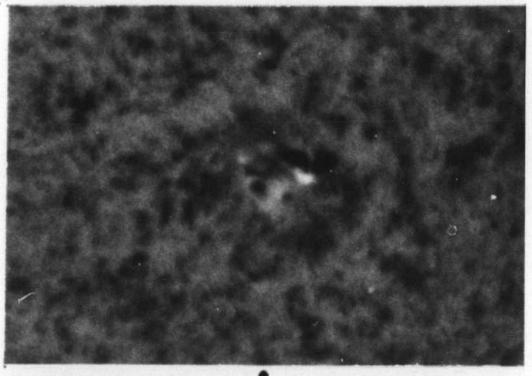
ข. H_α + 0.5 Å, 08:51:44



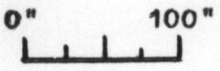
จ. H_α +0.5 Å, 10:04:16



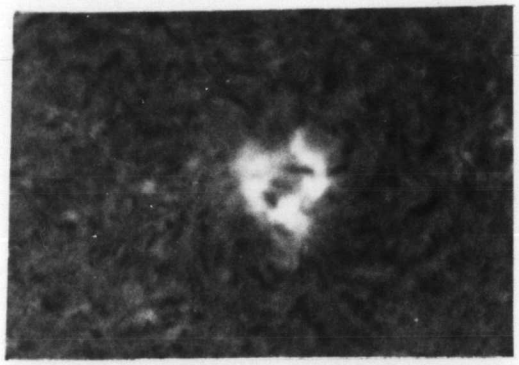
ค. H_α − 0.5 Å, 08:51:16



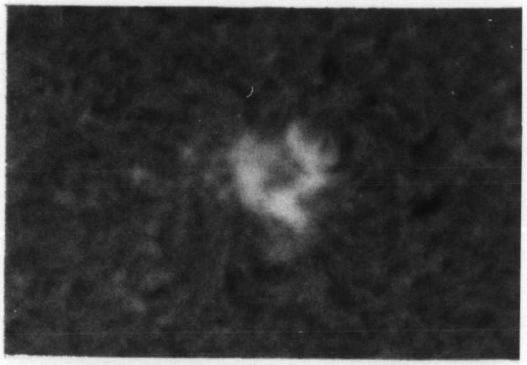
ฉ. H_α − 0.5 Å, 10:04:11



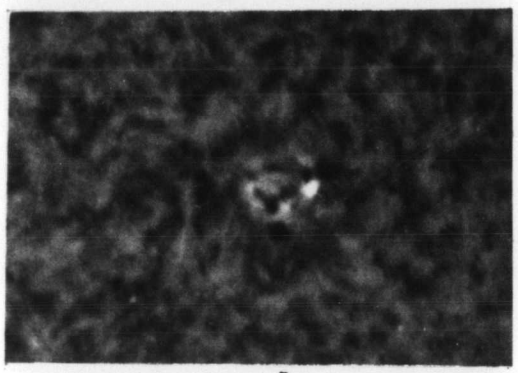
รูปที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งในอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 วันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 ขณะที่มีการลุกจ้าเกิดขึ้น



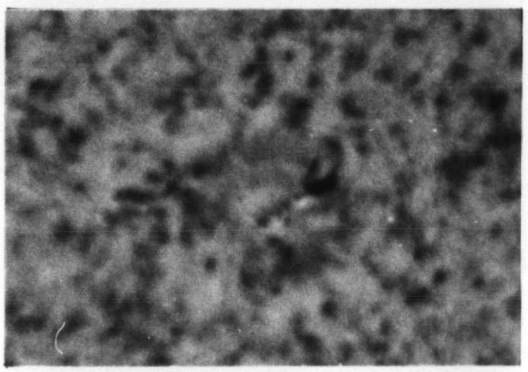
ช. แสง H_α, 10:45:21



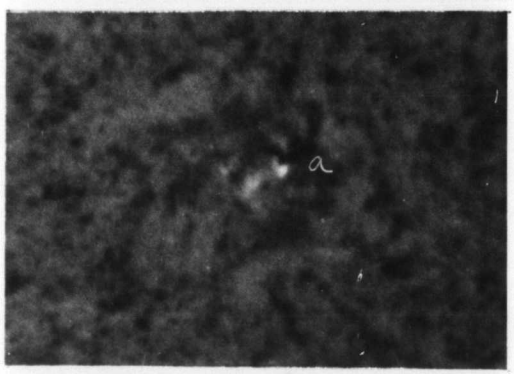
ญ. แสง H_α, 12:00:22



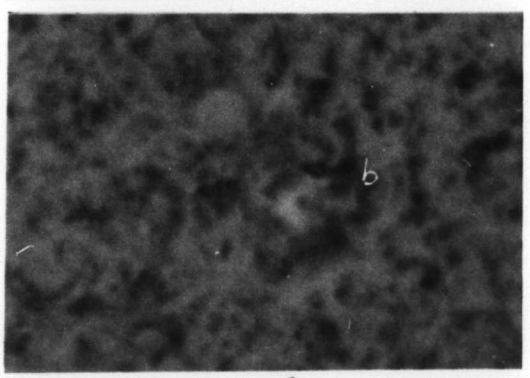
ซ. H_α + 0.5 Å, 10:45:16



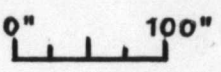
ฎ. H_α + 0.5 Å, 12:00:16



ฌ. H_α − 0.5 Å, 10:45:11



ฎ. H_α − 0.5 Å, 12:00:11

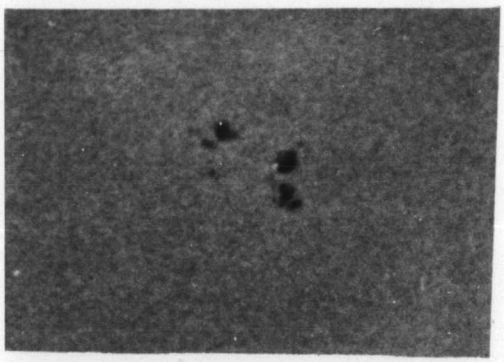


รูปที่ 4.6 ช. - ฎ.

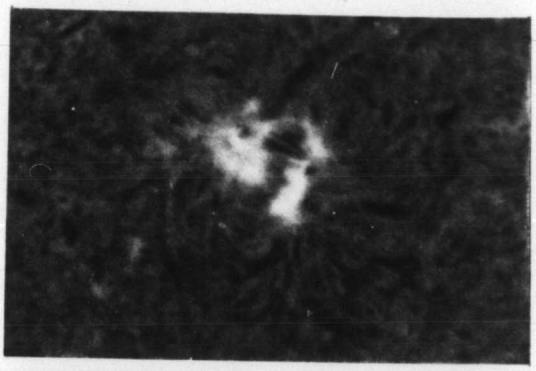
ของจุดทั้งสอง เส้นยาวที่สุดนี้ เมื่อดูในแสง H_{α} - 0.5 Å จะเห็นส่วนกลางของเส้นชัด(a ในรูปที่ 4.7 ค.) แต่เมื่อดูในแสง H_{α} +0.5 Å จะเห็นส่วนปลายทั้งสองของเส้นชัด(b ในรูปที่ 4.7 ง.) จะเห็นปลายทั้งสองของเส้นฟิลาเมนต์นี้อยู่ชิดกับส่วนมัว (penumbra)ของจุดหลักทั้งสองพอดี มีฟิลาเมนต์ยาวเส้นหนึ่งก่อตัวขึ้นทางทิศเหนือของจุดนำ ชี้ตรงออกไปจากจุดนำ มีความยาวประมาณ 35×10^3 กิโลเมตร วันที่ 23 พฤศจิกายน กลุ่มจุดมีจุดเล็กจุดน้อยเพิ่มมากขึ้น(รูปที่ 4.7 จ.) ลักษณะของกลุ่มอยู่ในประเภท E โดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 2 กลุ่มมีจุดเล็กๆจำนวนมากอยู่ระหว่างจุดใหญ่ที่เป็นหลักทั้งสอง ขนาดของกลุ่มโตประมาณ 7° (มุมที่ศูนย์กลางดวงอาทิตย์) ดูโครงสร้างละเอียดในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า(รูปที่ 4.7 ฉ.)ซึ่งประกอบด้วยเส้นเทรดไฟบริล จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของสนามแม่เหล็กของอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้มีลักษณะส่วนรวมเป็นแบบหลายขั้ว ซับซ้อนด้วยสนามของจุดขนาดเล็กจำนวนมาก รูปร่างส่วนรวมของพลาจสว่างยังคงวางตัวเป็นแนวยาวคลุมอยู่เหนือบริเวณจุดทั้งหมด แต่มีส่วนหนึ่งยื่นออกไปทางทิศเหนือของกลุ่มจุด ในแนวแบ่งครึ่งกลุ่มจุดพอดี ทำให้เห็นรูปร่างส่วนรวมของพลาจเป็นรูปสามเหลี่ยม มีโครงสร้างสีดำรูปร่างเป็นแบบฟิลาเมนต์ยาวพาดอยู่เหนือพลาจสว่าง ลักษณะที่เห็นนั้นไม่ใช่ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งดัง 3 - 4 วันก่อน แต่เป็นเส้นฟิลาเมนต์ยาวมีปลายอยู่ 3 ปลาย ปลายทั้งสามยื่นออกมาจากจุดร่วมกันที่อยู่ตรงศูนย์กลางของพลาจแล้วยื่นพาดเหนือพลาจไปยังมุมยอดทั้งสามของพลาจรูปสามเหลี่ยมนั้น จากลักษณะการวางตัวของเส้นฟิลาเมนต์ และลวดลายของโครงสร้างละเอียดที่ประกอบด้วยเทรดและไฟบริลรอบพลาจสว่างนั้น เห็นได้ว่า เส้นฟิลาเมนต์ยาวที่มี 3 ปลายนี้ ทอดปลายทั้งสามให้แต่ละปลายอยู่ในแนวเส้นแบ่งเขตระหว่างขั้วแม่เหล็กสองขั้วมีชนิดของขั้วตรงข้ามกัน

วันที่ 24 พฤศจิกายน ท้องฟ้ามีเมฆเต็มไปหมด ถ่ายภาพไม่ได้เลย

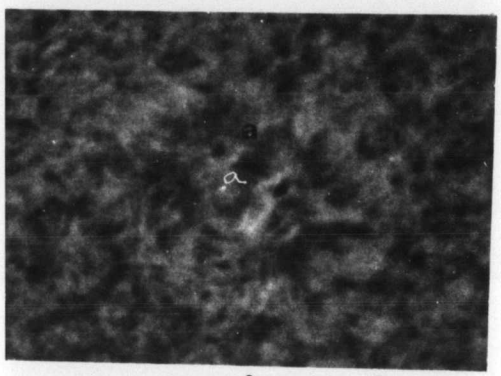
รูปที่ 4.8 เป็นภาพถ่ายในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่าของอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 ในวันที่ 25, 26, 27 และ 28 พฤศจิกายน ซึ่งนับได้ว่าเป็นระยะปลายของการพัฒนาของอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้ จากสังเกตการณ์ในแสงขาว ในวันทั้งสี่นี้ไม่ปรากฏมีจุดเหลืออยู่ พลาจซึ่งมีรูปร่างโดยส่วนรวมเป็นรูปสามเหลี่ยมในวันที่ 23 นั้น ในวันที่ 25 นี้



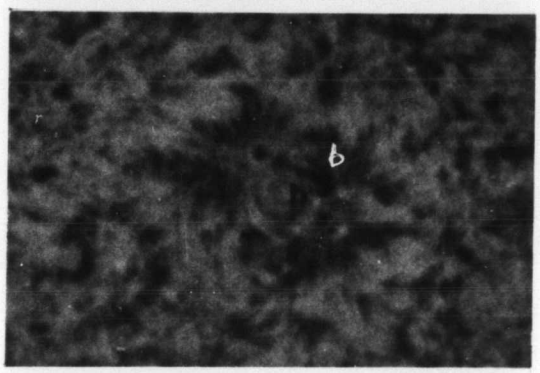
ก. แสงขาว, 10:16:15



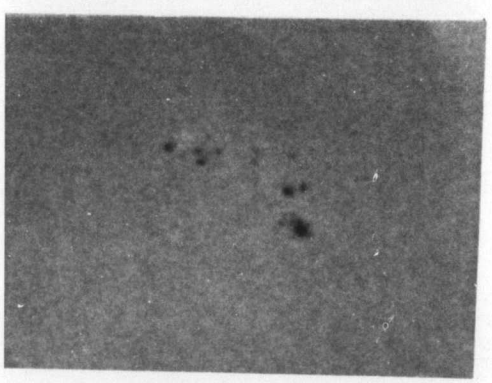
ข. แสง H_{α}, 10:15:46



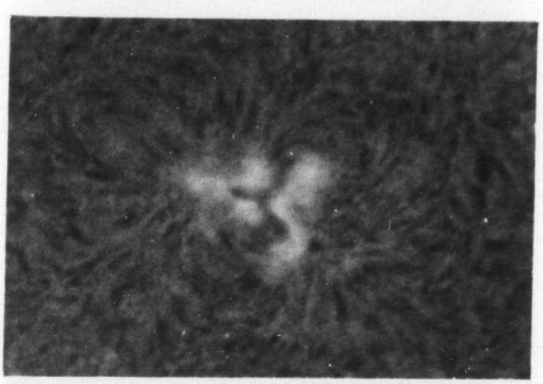
ค. H_{α} - 0.5 Å, 10:15:52



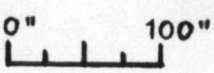
ง. H_{α} + 0.5 Å, 10:15:58



จ. แสงขาว, 10:54:10



ฉ. แสง H_{α}, 10:53:46



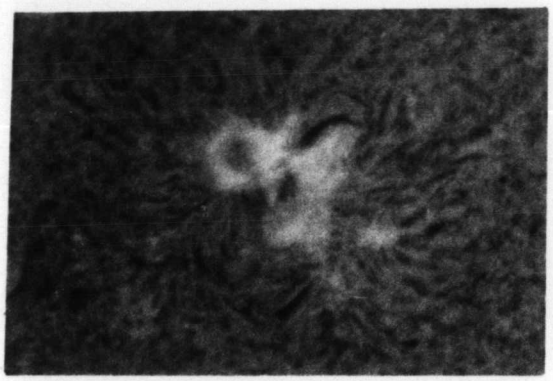
รูปที่ 4.7 แสดงอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1

ก. - ง. วันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517

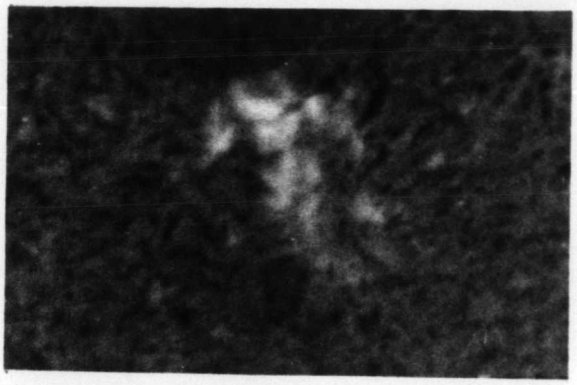
จ. - ฉ. วันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517

มีลักษณะเว้าเข้าไปทางด้านทิศใต้ของอาณาบริเวณกัมมันต์ในแนวแบ่งครึ่งระหว่างพลาจนำและพลาจตาม และยื่นยาวออกไปทางทิศเหนือในแนวแบ่งครึ่งระหว่างพลาจนำกับพลาจตามด้วยเช่นกัน และมีฟิลาเมนต์ ดำ หนา พาดอยู่เหนือพลาจที่ยื่นยาวออกไปทางทิศเหนือ (ดูรูปที่ 4.8 ก.) ด้านตะวันออกของพลาจตามมีหย่อมของพลาจสว่างปรากฏขึ้น 2 หย่อม แต่ละหย่อมมีเส้นไฟบริลล้อมรอบแสดงลักษณะของสนามแม่เหล็กของหย่อมพลาจนั้น โครงสร้างละเอียดโดยรอบอาณาบริเวณกัมมันต์วางตัวอยู่ในลักษณะที่แสดงว่าสนามแม่เหล็กส่วนรวมของอาณาบริเวณแห่งนี้เป็นสนามแม่เหล็กสองขั้ว ส่วนบนของพลาจนำและพลาจตามมีโครงสร้างสีดำคลุมอยู่ เนื่องจากกำลังแยกของภาพไม่ชัด จึงตัดสินไม่ได้ว่า โครงสร้างสีดำที่คลุมอยู่นี้ควรจะเป็นอะไร

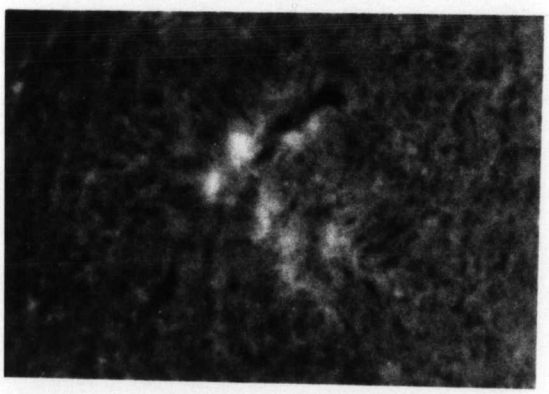
ในวันที่ 26 พฤศจิกายน (รูปที่ 4.8 ข.) อาณาบริเวณนี้เคลื่อนเข้าหาขอบตะวันตกของดวงอาทิตย์ พลาจสว่างเริ่มกระจัดกระจายออกจากกันไม่รวมกันแน่นเช่นตอนต้นๆของกำเนิดของมัน ฟิลาเมนต์ดำ ยาว ที่อยู่ด้านทิศเหนือของอาณาบริเวณเปลี่ยนรูปไปจากรูปร่างที่ปรากฏให้เห็นในวันที่ 25 ในวันที่ 27 พลาจสว่างกระจัดกระจายออกจากกันมากขึ้นเรียงรายกันอยู่เป็นหย่อมๆล้อมรอบด้วยไฟบริลเส้นเล็ก ละเอียด ฟิลาเมนต์ดำ ยาว ที่พาดเหนือพลาจสว่างอยู่ทางทิศเหนือของอาณาบริเวณกัมมันต์วางตัวอยู่ในแนวแบ่งครึ่งพลาจ เห็นได้ว่าฟิลาเมนต์นี้มีลักษณะเป็นซุ้มโค้งขนาดใหญ่ติดต่อกันเป็น 3 ช่วง (ดูรูปที่ 4.8 ค.) มีความหนาประมาณ 7,000 กิโลเมตร ยาวประมาณ 6×10^4 กิโลเมตร วันที่ 28 อาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้เคลื่อนไปอยู่เกือบชิดขอบดวงตะวันตก เห็นพลาจสว่างยังคงปรากฏอยู่ และฟิลาเมนต์ดำ ยาว ที่ปรากฏในวันที่ 27 นั้นมีขนาดเล็กลงมาก (รูปที่ 4.8 ง.) ในวันที่ 29 อาณาบริเวณนี้อยู่ที่ขอบดวงพอดี และลับหายไปไม่ปรากฏให้เห็นในวันที่ 30 และเมื่ออาณาบริเวณแห่งนี้ปรากฏให้เห็นอีกในวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2517 นั้น มีร่องรอยเหลืออยู่ให้เห็นเล็กน้อย คือมีเม็ดพลาจปรากฏอยู่กระจัดกระจาย มีความสว่างไม่มากนัก เกือบจะกลมกลืนเข้าเป็นลักษณะเดียวกันกับบริเวณที่อยู่รอบๆ และมีฟิลาเมนต์ยาว มีขนาดเล็ก บาง เหลืออยู่ และปรากฏว่าในบริเวณที่ใกล้เคียงกันมากกับอาณาบริเวณแห่งนี้มีอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งใหม่เกิดขึ้น มีขนาดประมาณเท่ากันกับอาณาบริเวณนี้



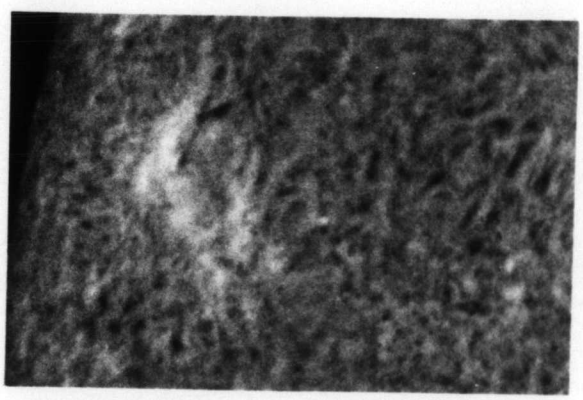
ก. 25 พ.ย. , 09:48:24



ข. 26 พ.ย. , 11:15:35



ค. 27 พ.ย. , 09:55:04



ง. 28 พ.ย. , 08:50:25

0" 100"

รูปที่ 4.8 แสดงอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 ในแสง H_α
ในวันที่ 25 - 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517

ที่ปรากฏในวันที่ 22 - 23 พฤศจิกายน โดยบริเวณที่เกิดใหม่อยู่ทางทิศตะวันตกของบริเวณเดิม

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

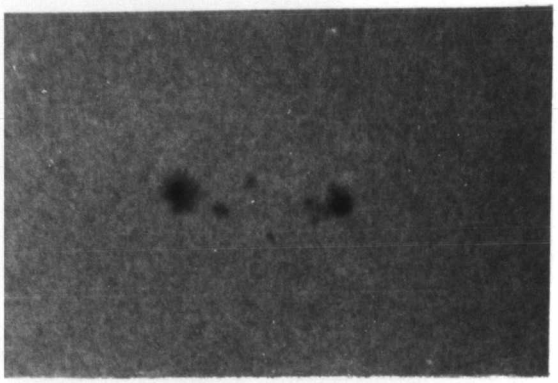
4.4 สังเกตการณ์เกี่ยวกับอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 2 วันที่ 10 - 18 ธันวาคม พ.ศ. 2517

ในวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2517 มีอาณาบริเวณกัมมันต์ขนาดเล็กประมาณเท่ากันกับอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 1 ปรากฏใกล้ขอบดวงด้านตะวันออก ซึ่งจะตั้งชื่อเป็นอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 2 การสังเกตพัฒนาการของอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 2 นี้ สังเกตเพียงช่วงเวลาที่มันเคลื่อนที่ผ่านดวง 1 ครั้ง

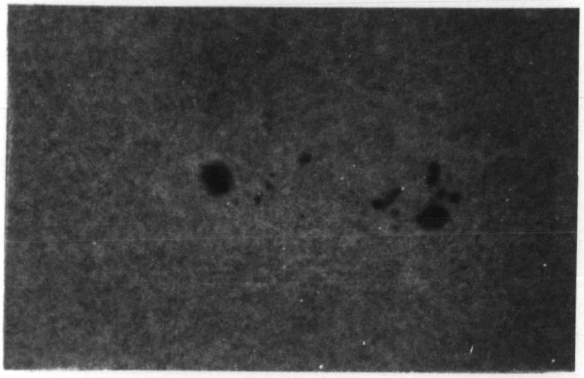
เป็นที่น่าเสียดายที่ในช่วงเวลาที่ทำการสังเกตในเดือน พฤศจิกายน - ธันวาคม นั้น เครื่องควบคุมอุณหภูมิของเครื่องกรองแสงเกิดขัดข้อง ทำงานไม่สม่ำเสมอ ขณะที่กำลังถ่ายภาพบางครั้ง อุณหภูมิของเครื่องกรองแสงเปลี่ยนแปลงกระทันหัน ทำให้ภาพที่ถ่ายได้เบี้ยวบูดผิดรูปไป บางภาพก็เลือนใช้ไม่ได้เลย ดังนั้นเมื่อเครื่องปรับอุณหภูมิขัดข้องต้องปิดเครื่องไว้ชั่วครู่ เพื่อให้เครื่องปรับตัวเป็นปรกติ แล้วจึงเปิดเครื่องใหม่และต้องคอยจนเครื่องปรับให้อุณหภูมิคงที่แล้ว จึงสามารถถ่ายภาพต่อไปได้

รูปที่ 4.9 เป็นภาพถ่ายในแสงขาว แสดงพัฒนาการของกลุ่มจุดในอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 2 ในช่วงวันที่ 12 - 18 ธันวาคม พ.ศ. 2517 ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีจุดเป็นจำนวนมากเกิดขึ้นในอาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้ มีจำนวนของจุดเปลี่ยนแปลงไปทุกวัน ในวันที่ 12 - 14 ธันวาคม กลุ่มจุดเป็นประเภท D ตามการจัดประเภทของซูริค วันที่ 16 ธันวาคม กลุ่มจุดมีลักษณะซับซ้อน ขนาดของกลุ่มโตเกือบ 10° (มุมที่ศูนย์กลางดวงอาทิตย์)ตามลองกิจูด ดังนั้นกลุ่มจุดในวันนี้จึงจัดอยู่ในประเภท E ในวันที่ 17 - 18 ธันวาคม กลุ่มจุดเคลื่อนเข้าใกล้ขอบดวงทางตะวันตก จุดที่มีขนาดเล็กมากอาจยังคงมีอยู่แต่มองไม่เห็น หรือจุดเล็กๆอาจสลายตัวไปแล้วก็ได้ ลักษณะของกลุ่มจุดที่เห็นในสองวันนี้เป็นกลุ่มจุดประเภท D

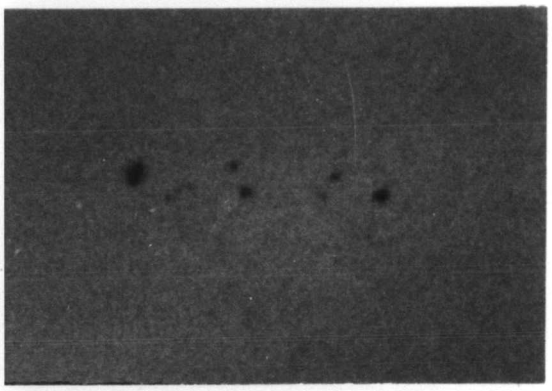
รูปที่ 4.10 เป็นภาพถ่ายของอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 2 ในแสงไฮโดรเจน



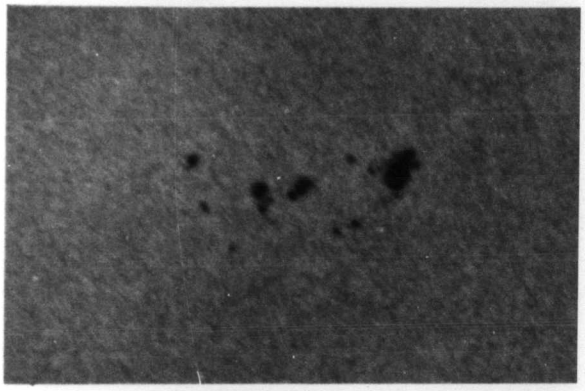
ก. 12 ธ.ค.



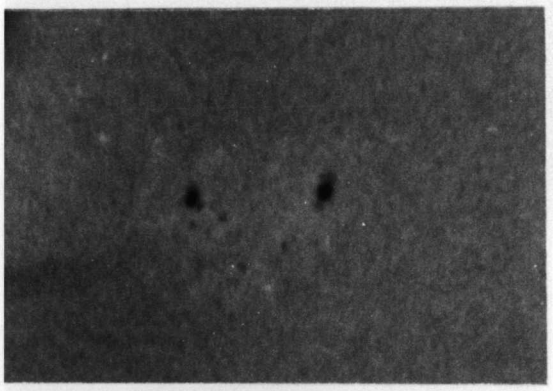
ข. 13 ธ.ค.



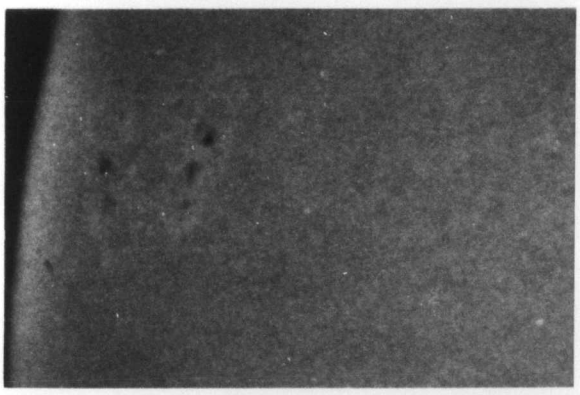
ค. 14 ธ.ค.



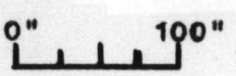
ง. 16 ธ.ค.



จ. 17 ธ.ค.

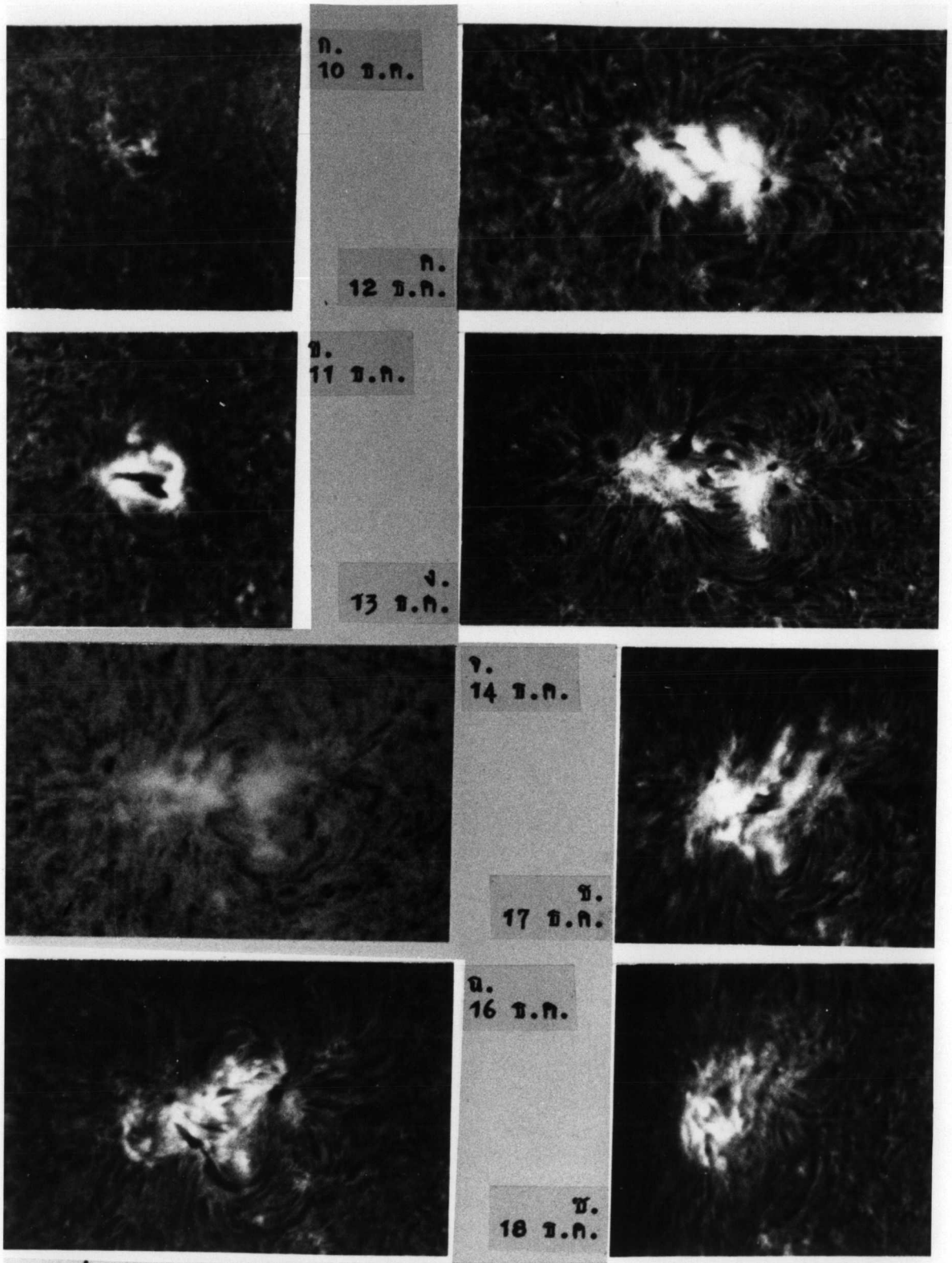


ฉ. 18 ธ.ค.



รูปที่ 4.9 แสดงพัฒนาการของกลุ่มจุดในอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 2
ในช่วงวันที่ 12 - 18 ธันวาคม พ.ศ. 2517

อัลฟ่า แสดงให้เห็นพัฒนาการของอาณาบริเวณนี้ในช่วงวันที่ 10 - 18 ธันวาคม พ.ศ. 2517 อาณาบริเวณกัมมันต์แห่งนี้เริ่มปรากฏให้เห็นอยู่ชิดขอบตะวันออกของดวงตั้งแต่วันที่ 9 ธันวาคม เห็นเป็นจุดสว่างเลือนๆในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถหารายละเอียดได้ ในวันที่ 10 ธันวาคม อาณาบริเวณนี้เลื่อนห่างขอบดวงเข้ามาเห็นมีขนาดโตขึ้นพอที่จะเทียบความแตกต่างจากบริเวณรอบๆได้ รูปร่างโดยส่วนรวมของพลาจสว่างของไฮโดรเจน ตั้งแต่วันที่ 10 - 18 ธันวาคม ค่อยๆเปลี่ยนไปทุกวัน เริ่มจากมีรูปร่างค่อนข้างกลมในวันที่ 10 แล้วยาวออกเล็กน้อยในแนวตะวันออก - ตะวันตก มีลักษณะรีเป็นรูปไข่ในวันที่ 11 คลุมเหนือบริเวณที่มีจุดไว้หมด ในวันที่ 12 ธันวาคม พลาจสว่างนี้ยังรวมตัวกันแน่นอยู่ในบริเวณที่อยู่ระหว่างจุดหลักทั้งสองของอาณาบริเวณกัมมันต์และค่อยๆเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆตามรูปที่ 4.10 ค. ง. จ. ไปจนมีรูปร่างในลักษณะที่เป็นสามเหลี่ยมในวันที่ 16 ธันวาคม(รูปที่ 4.10 ฉ.) รูปลักษณ์ที่มีลักษณะเป็นเส้นยาว เช่น ไฟบริล เทร้ด ฟิลาเมนต์ ที่เรียงตัวอยู่รอบๆพลาจ แสดงการเรียงตัวที่เปลี่ยนแปลงไปทุกวันเช่นกัน โดยวางตัวบอกลักษณะของสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีลักษณะส่วนรวมเป็นสนามแม่เหล็กสองขั้ว และมีลักษณะโครงสร้างซับซ้อนยิ่งขึ้นแตกต่างกันออกไปตามวันที่ผ่านไป ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งเริ่มปรากฏให้เห็นในวันที่ 10 และปรากฏเห็นชัดในวันที่ 11 ธันวาคม มีอยู่ 2 เส้น เส้นยาวมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.1 ฟิลิบดา ยาว 42.8 ฟิลิบดา เส้นสั้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณเท่ากันกับเส้นยาว และมีความยาว 24.5 ฟิลิบดา ในวันที่ 12 ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพที่มีลักษณะสั้นมาก ขนาดเล็กลง เรียวกันอยู่เป็นสองแนว ดูผาดๆคล้ายกับฟิลาเมนต์ยาวสองเส้นขนานกัน แนวเส้นที่เกิดจากการเรียงตัวของเส้นโค้งสั้นๆนี้ ปราตา(1971)ก็เคยพบมาแล้ว เขาให้ชื่อรูปลักษณ์เช่นนี้ว่าเป็น แถวของซุ้มโค้งที่เรียงกันอยู่ในแนวเส้นสะเทิน(Neutral-Line Arch Rows = NAR's)จากภาพถ่ายที่ได้พบว่า ภาพที่ถ่ายขณะที่สภาพสังเกตการณ์เลว ได้ภาพถ่ายที่มีกำลังแยกต่ำ จะเห็นรูปลักษณ์เหล่านี้มีลักษณะเป็นเช่นเดียวกับฟิลาเมนต์ยาวที่พาดข้ามพลาจสว่างในแนวที่แบ่งพลาจที่มีขั้วแม่เหล็กชนิดตรงข้ามออกจากกัน และมีบางภาพถ่ายได้ในขณะที่มีสภาพสังเกตการณ์ดี ได้กำลังแยกของภาพสูงพอสมควร จะ



รูปที่ 4.10 แสดงพัฒนาการของอาณาบริเวณกัมมันต์หมายเลข 2 ถ่ายในแสง H_α
ในช่วงวันที่ 10 - 18 ธันวาคม พ.ศ. 2517

เห็นรูปลักษณ์นี้มีโครงสร้างละเอียดเป็นเส้นสั้นๆทอดตัวอยู่ในแนวขนานกันโดยประมาณ และเส้นสั้นๆเหล่านี้ตางก็วางตัวทำมุมค่าหนึ่งกับแนวเส้น"ฟิลาเมนต์"ที่เห็นได้ในภาพถ่ายที่มีกำลังแยกต่ำ เส้นสั้นๆที่ทอดตัวขนานกันนี้ เรียงกันเป็นอันดับยาวมาก อยู่ชิดกัน และโยงอยู่เหนือพลาจสว่างระหว่างพลาจที่มีขั้วแม่เหล็กชนิดตรงข้ามกัน ในวันที่ 13 โครงสร้างนี้ยังคงมีอยู่ แต่ปรากฏมีฟิลาเมนต์ยาว หนา ขึ้นทางทิศเหนือในแนวที่โยงต่อกับแถวของเส้นสั้นๆนี้ที่อยู่ทางตะวันตก ส่วนแถวของเส้นสั้นๆที่อยู่ทางตะวันออกมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป คือ ลักษณะที่เป็นเส้นสั้นๆ เรียงกันเป็นแถวนั้นหายไป ปรากฏมีเส้นดำ หนา ยาวขึ้นกว่าเดิมปรากฏขึ้นแทน และมีลักษณะเป็นรูปซุ้มโค้งที่มีปลายสองข้างติดต่อกับพลาจสว่าง(ดูรูปลักษณ์สีดำใกล้กับอักษร a ในรูปที่ 4.10 ค. เทียบกับเส้นโค้งสีดำใกล้กับอักษร b ในรูปที่ 4.10 ง.) ในวันที่ 14 - 16 ธันวาคม มีฟิลาเมนต์ยาวเกิดขึ้นและเปลี่ยนรูปไปเรื่อยๆ (ฟิลาเมนต์ใกล้อักษร c ในรูปที่ 4.10 จ. ฉ.) ในวันที่ 17 - 18 ธันวาคม อาณาบริเวณนี้เคลื่อนเข้าใกล้ขอบตะวันตกของดวง เห็นการเรียงตัวของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งที่อยู่ตรงกลางของบริเวณพลาจสว่างชัดมาก ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งนี้ ถ้าพิจารณาจากรูปที่ 4.10 ค. - ช. ตามลำดับ คาดว่าเป็นพัฒนาการที่ดำเนินติดต่อกันไปของแถวเส้นสั้นๆที่ได้กล่าวมาข้างต้น

4.5 ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง และ ความสัมพันธ์ของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งกับโครงสร้างของสนามแม่เหล็กของอาณาบริเวณกัมมันต์

ในอาณาบริเวณกัมมันต์ที่มีอายุยังน้อย มักจะมีฟิลาเมนต์ที่มีรูปร่างแปลก พิเศษ ปรากฏให้เห็น คือ เป็นฟิลาเมนต์ที่มีขนาดเล็ก สั้น มีลักษณะรูปร่างแบบซุ้มโค้งที่อยู่ในสภาพกัมมันต์ ปรากฏอยู่เป็นกลุ่มหรือระบบ อาจประกอบด้วยเส้นฟิลาเมนต์จำนวนมากหรือน้อย ปรากฏอยู่เป็นเวลา 3 - 4 วัน ขณะที่พลาจสว่างของไฮโดรเจนในอาณาบริเวณกัมมันต์เริ่มมีพื้นที่ขยายออกเล็กน้อยโดยมีรูปร่างส่วนรวมเป็นรูปกลม หรือยาวรีเป็นรูปไข่ และมีจุดเกิดขึ้น 2 - 3 จุด อยู่ในรูปของกลุ่มจุดที่มีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว(bipolar spot group) ขนาดเล็กและขนาดกลาง ประเภท B, C และ D ตามการจัดประเภทของซูริค กลุ่ม

ของฟิลาเมนต์แบบนี้เรียกชื่อตาม บรูเซค(1967)ว่า ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง(Arch Filament System = AFS's) พบว่ามันโยงอยู่เหนือพลาจสว่างของไฮโดรเจนในอาฌาบริเวณกัมมันต์โดยเชื่อมโยงระหว่างจุดหรือพลาจอันที่อยู่ในสุดของอาฌาบริเวณโดยจุดหรือพลาจแต่ละคู่นั้นมีขั้วแม่เหล็กชนิดตรงข้ามกันและอยู่ชิดกันที่สุด ดังนั้นมันจึงโยงข้ามผ่านเส้นสะเทินที่แบ่งเขตแดนที่มีขั้วแม่เหล็กชนิดตรงกันข้าม และตัวมันเองนั้นเห็นได้ชัดว่ามันวางตัวตามเส้นแรงแม่เหล็กของสนาม

รูปที่ 4.3 ฉ., 4.5 ช., 4.6 ก. ง. ช. ญ., 4.7 ช. แสดงให้เห็นระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งที่ปรากฏในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า จะเห็นฟิลาเมนต์แต่ละเส้นเชื่อมโยงอยู่ระหว่างบริเวณที่มีขั้วแม่เหล็กชนิดตรงข้ามกัน โดยพาดข้ามอยู่เหนือพลาจสว่าง จากสังเกตการณ์ที่ได้ พบว่า พลาจสว่างของไฮโดรเจนที่มีระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งพาดอยู่ข้างบน มีความสว่างมากกว่าความสว่างโดยเฉลี่ยของพลาจสว่างของไฮโดรเจนที่อยู่ในอาฌาบริเวณกัมมันต์ทั่วๆไป

จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 จะสังเกตได้ถึงการเปลี่ยนแปลงของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งที่เกิดขึ้นพร้อมๆกับการปรากฏของแฟลร์ในภาพถ่ายในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า

เมื่อพิจารณาภาพถ่ายของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งในฟิลเตอร์แกรมที่ถ่ายในแสง H_α - 0.5 Å และ H_α + 0.5 Å พบว่า ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งแสดงผลดอปเปลอร์ไปในทางตรงข้ามที่ปลายทั้งสองของมัน เมื่อมันมีตำแหน่งอยู่ใกล้ขอบดวง(ดูรูปที่ 4.3 ช. และ ซ.)และส่วนที่เห็นในแสง H_α + 0.5 Å มีมากกว่าส่วนที่เห็นในแสง H_α - 0.5 Å แต่ถ้าระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งมีตำแหน่งอยู่ในบริเวณกลางดวง จะเห็นฟิลาเมนต์บางเส้นแสดงผลดอปเปลอร์ด้วยเช่นกัน โดยเห็นส่วนกลางของเส้นฟิลาเมนต์ปรากฏในแสง H_α - 0.5 Å (a ในรูปที่ 4.7 ค.) และเห็นส่วนปลายทั้งสองของเส้นฟิลาเมนต์นั้นชัดในแสง H_α + 0.5 Å (b ในรูปที่ 4.7 ง.) ทั้งนี้แสดงความหมายว่า มวลสารที่อยู่ในเส้นฟิลาเมนต์นั้นกำลังเคลื่อนที่ลงไปที่ขาทั้งสองข้างของฟิลาเมนต์ ส่วนตัวซุ้มโค้งนั้นกำลังเคลื่อนที่ขยายตัวขึ้นไปยังบรรยากาศชั้นบน จากการพิจารณาภาพที่ได้ พบว่า มีซุ้มโค้งบางเส้นที่แสดงว่าไม่มีการไหลขึ้นลงของมวลสาร แสดงว่า มี

ฟิลาเมนต์บางอันอยู่ในสภาพที่เสถียร

ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งนี้อาจปรากฏอยู่ในกลุ่มจุดมากกว่า 3 - 4 วัน และมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นขณะที่รูปร่างและจำนวนของจุดเปลี่ยนไป(พิจารณาจากรูปที่ 4.10)

มีการพยายามตีความหมายของการปรากฏระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งในอาณาบริเวณกัมมันต์ที่เพิ่งเกิดและมีอายุยังน้อย ว่ามีความหมายเกี่ยวกับการปรากฏฟลักซ์แม่เหล็กอันใหม่ขึ้นที่พื้นผิวดวงอาทิตย์ โดยการเคลื่อนที่พาพลังงานที่เคลื่อนที่วนขึ้นลงในอาณาบริเวณขนาดใหญ่ที่เรียกว่า supergranulation cell

แบบจำลองของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งที่เสนอโดยฟราเซียร์(1972)กล่าวว่า การเคลื่อนที่ไหลวนใน supergranulation cell ได้นำเอาฟลักซ์แม่เหล็กที่บิดเป็นเกลียวขึ้นไปยังผิวดวงอาทิตย์ และต่อมาอีกราว 4 - 5 ชั่วโมง ขาทั้งสองข้างของเส้นแรงแม่เหล็กจะขึ้นมาถึงส่วนบนของเซล และสนามแม่เหล็กขนาดเล็กที่อยู่ในอำนาจของเส้นแรงแต่ละเส้นกลมกลืนเข้ากับสนามที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ส่วนบนของเซลแล้ว เส้นแรงรูปบ่วงโค้งแต่ละเส้นจะเริ่มเคลื่อนสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว นำเอามวลสารในโฟโตสเฟียร์ขึ้นมาด้วย ซึ่งในตอนนี้จะเห็นรูปร่างเป็นฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งภายในเวลา 20 - 30 วินาที แล้วมวลสารจะไหลลงไปที่ขาทั้งสองของฟิลาเมนต์ ทำให้ฟิลาเมนต์ว่างลง ส่วนเส้นแรงของสนามนั้นขยายโค้งขึ้นไปในโคโรน่า

โครงสร้างของฟิลาเมนต์แบบนี้ให้ข้อสันนิษฐานว่า อาณาบริเวณกัมมันต์น่าจะเริ่มขึ้นโดยกระบวนการที่ทำให้ปรากฏมีระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งขึ้น ซึ่งอนุมานว่า ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งนี้อาจติดตามร่องรอยของบ่วงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ปรากฏออกมาผ่านพื้นผิวดวงอาทิตย์ ดังนั้นการติดตามศึกษาเกี่ยวกับระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง จะเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในการคิดค้นแบบจำลองของพัฒนาการในระยะต้นของสนามแม่เหล็กที่ปรากฏขึ้นที่ผิวดวงอาทิตย์ในการก่อตัวของอาณาบริเวณกัมมันต์

สนามแม่เหล็กที่สังเกตตามลักษณะของฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งในฟิลเตอร์แกรมในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่าเป็นส่วนประกอบตามยาว(longitudinal component)ของสนามที่ผิว แต่ไม่สามารถตัดสินทิศทางที่แท้จริงของสนามจากภาพได้

4.6 อภิปรายและสรุป

สังเกตการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทนี้ เป็นการพยายามที่จะสังเกตระยะต้นของพัฒนาการของอาฌาบริเวณกัมมันต์ จากหัวข้อ 4.2 ได้แสดงลักษณะบางประการในการเริ่มเกิดและพัฒนาการของอาฌาบริเวณกัมมันต์แห่งหนึ่ง เป็นการเกี่ยวข้องเบื้องแรกของสนามแม่เหล็กกับพลาจสว่างของไฮโดรเจน ต่อไปได้ค้นหาปรากฏการณ์ของการปรากฏสนามแม่เหล็กถูกความซับซ้อนในโครงร่างสนามแม่เหล็กของอาฌาบริเวณกัมมันต์ที่พัฒนาขึ้นมาในเวลา 3 - 4 วันแรกของการเกิดอาฌาบริเวณกัมมันต์ ซึ่งแสดงไว้ในหัวข้อ 4.3, 4.4 พิจารณาการปรากฏออกมาของบ่วงของฟลักซ์แม่เหล็กโดยแรงลอยตัวทางแม่เหล็ก ซึ่งจะปรากฏในรูปของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งในหัวข้อ 4.5 ซึ่งจะเห็นว่าเข้ากันได้กับคำอธิบายของแบบค็อค ตามทฤษฎีการเกิดวัฏจักรของกัมมันตภาพของดวงอาทิตย์ ว่า อาฌาบริเวณที่มีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้วและจุดบนดวงอาทิตย์พัฒนาขึ้นมาโดยการโผล่ออกมาที่ผิวดวงอาทิตย์ของท่อของฟลักซ์แม่เหล็ก

ตามที่ควรจะเป็นฟลักซ์แม่เหล็กที่ถูกนำขึ้นมายังโฟโตสเฟียร์โดยแรงลอยตัวของมันและโดยการพานั้น จะต้องขึ้นมาที่ผิวของดวงอาทิตย์ในรูปของสนามตามแนวระดับที่กำลังขึงอยู่เหนือบริเวณที่มีขอบเขตจำกัดอันหนึ่ง ซึ่งมีการเคลื่อนที่ขึ้นมากกว่าการเคลื่อนที่ลงฟลักซ์แม่เหล็ก(ของอาฌาบริเวณกัมมันต์แห่งหนึ่งๆมีค่าประมาณ 10^{21} แมกซเวลล์ อ้างตามแบบค็อค,1961)เหล่านั้น ประมาณว่าจะปรากฏกระจายไปเหนือพื้นที่ของบริเวณที่มี supergranulation cell รวมกันอยู่ 2 - 3 เซล ภายในเวลา 2 - 3 วัน เส้นแรงของสนามจะปรากฏขึ้นก่อนที่บริเวณตรงกลางของ supergranulation cell แล้วขาทั้งสองข้างของเส้นแรงที่โผล่ออกมาจากผิวจะค่อยๆเลื่อนไปยังขอบของ supergranulation cell ส่วนกระแสการไหลวนของการพานั้นจะวนจมกลับลงไปในดวงอาทิตย์ ทิ้งเอาฟลักซ์แม่เหล็กไว้ข้างบน

ปรากฏการณ์อันแรกที่สังเกตเห็นได้ชัดของอาฌาบริเวณกัมมันต์ก็คือ พลาจสว่างของไฮโดรเจน(ดูในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า) สนามแม่เหล็กตามขวางและตามยาวของพลาจ

สว่างที่วัดได้โดย สเตพานอฟ และ กริโกเรฟ(1966) และต่อมา วัดโดย ดร.แบบปู มีค่าประมาณ 200 เกาส์(ชมิดท์,1968) ซึ่งไม่แรงพอที่จะขัดขวางการเคลื่อนที่พาจากระดับที่ลึกลงไปเบื้องล่าง แต่สามารถที่จะเพิ่มการกระตุ้นให้เกิด คลื่นเสียง และ คลื่นไฮโดรแมกนีติกขึ้นใกล้ๆกับโฟโตสเฟียร์ คลื่นนี้เคลื่อนไปตามเส้นแรงของสนามและทิ้งพลังงานในรูปความร้อนเข้าไปในโครโมสเฟียร์ และ ในโคโรน่าด้วย ซึ่งเป็นผลให้โฟโตสเฟียร์ส่วนบนในบริเวณนั้นและโครโมสเฟียร์ร้อนขึ้น ทำให้เกิดการก่อตัวขึ้นของแฟคิวเล่และพลาจ (จาเกอร์,1961) ถ้าจำนวนของฟลักซ์เพิ่มมากขึ้นหนาแน่นพอที่จะขัดขวางการพาความร้อน (ตามข้อคิดเห็นของเบียร์แมน,1941)ทำให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นลดลง และสนามแม่เหล็กมีความเข้มเพิ่มมากขึ้น(อาจถึง 4,500 - 5,000 เกาส์, ชมิดท์,1968) จะมี รู(pore) หรือ จุด(sunspot)เกิดขึ้น และเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว หรืออาจปรากฏกัมมันตภาพอย่างอื่น เช่น แฟลร์ และ เสิร์จ ที่สังเกตเห็นในวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 ฟลักซ์แม่เหล็กหรือเส้นแรงของสนามที่มีขาทั้งสองข้างพุ่งผ่านผิวดวงอาทิตย์ขึ้นมานั้น จะยื่นโค้งขึ้นไปในบรรยากาศของดวงอาทิตย์ทีละน้อยๆ จนคลุมอยู่เหนือ supergranulation cell ในแนวที่เกือบจะเป็นแนวของสนามตามราบ(horizontal field) ซึ่งจะเห็นการเรียงตัวของโครงสร้างละเอียดได้ชัดในฟิลเตอร์แกรมในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่าที่มีกำลังแยกสูง เช่น ระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้งที่เห็นในวันที่ 20, 21, 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517ในหัวข้อ 4.3 เส้นแรงแม่เหล็กที่โค้งขึ้นไปในบรรยากาศนี้ จะแผ่กว้างออกไปเรื่อยๆ จุดที่ปรากฏอยู่นั้นจะแยกออกเป็นส่วนนำและส่วนตาม แล้วแยกห่างออกจากกันตามสังเกตการที่ได้ในหัวข้อ 4.3 และ 4.4