หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของเรื่องราวเกี่ยวกับอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ที่ปรากฏให้แสงสว่างแก่โลกเราอยู่ทุกเมื่อเชื่อวันนั้น ชาวโลกทั่วๆไปรู้ซึ้งถึงพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่อำนวยให้ชีวิตต่างๆบนโลกอยู่ได้ด้วยความสุข เพียงสองอย่างคือ พลังงานแสงสว่าง และ พลังงานความร้อน เนื่องจากแสงสว่างนั้นมองเห็นได้ด้วยตา ส่วนความร้อนนั้นรู้ได้จากกายสัมผัส ขณะนี้เป็นที่ทราบกันดีว่า แหล่งพลังงานต่างๆบนโลกเรานั้น ได้มาจากการสะสมพลังงานบางส่วนจากดวงอาทิตย์ตามกระบวนการทางธรรมชาติ และทราบว่าดวงอาทิตย์ไม่ได้ส่งพลังงานออกมาเฉพาะในรูปความร้อนและแสงสว่างเท่านั้น แต่ส่งพลังงานออกมาในรูปอื่นๆอีกมากมาย เช่น รังสีเอกซ์ รังสีอุลตราไวโอเล็ต คลื่นวิทยุ อนุภาคต่างๆที่มีพลังงานสูง เป็นต้น การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆที่เกิดบนดวงอาทิตย์ก็เพื่อไขปัญหา ซึ่งส่วนมากยังเป็นที่มืดมนอยู่เกี่ยวกับพลังงานต่างๆที่ส่งออกมาจากดวงอาทิตย์ และจนกระทั่งถึงเวลาในปัจจุบันนี้ กลไกต่างๆที่ก่อให้เกิดพลังงานนั้น ก็ยังคงเป็นปัญหาที่โต้แย้งกัน และต้องการการศึกษาค้นคว้าอีกมาก ซึ่งจะต้องอาศัยการพัฒนาเครื่องมือใหม่ๆ เทคนิคต่างๆที่ใช้ในการสังเกต ความอดทนและการอุทิศเวลาให้กับการศึกษาอย่างจริงจัง เพราะการศึกษากลไกแต่ละอย่างนั้นจะต้องคอยติดตามสังเกตต่อเนื่องกันอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากกระบวนการเหล่านี้เกิดอยู่บนดวงอาทิตย์ซึ่งอยู่ห่างไกลจากโลกของเราเป็นอันมาก มนุษย์เราไม่สามารถจะบังคับให้กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นได้ตามใจชอบ ต้องคอยเฝ้าดูจนถึงเวลาที่มันเกิดขึ้นมาเอง แล้วต้องติดตาม บันทึกข้อมูล ตีความหมาย หาคำตอบมาโต้แย้งกัน จนได้ผลเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วๆไป ผลที่ได้จะสมบูรณ์มากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของเครื่องมือ สภาพของบรรยากาศโลก ความรู้ความชำนาญของผู้ที่ทำการสังเกต เหล่านี้นั่นเอง

จากการสังเกตดวงอาทิตย์ที่นักดาราศาสตร์ได้กระทำต่อเนื่องกันมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ พบว่าบนตัวดวงอาทิตย์นั้นใช่ว่าจะเปล่งแสงสว่างและความร้อนออกมาอย่างสม่ำ

เสมอโดยพื้นผิวไม่ปรากฏไฝฝ้าใดๆ นักดาราศาสตร์ชาวจีนได้บันทึกการมีจุดปรากฏบนดวงอาทิตย์ไว้เป็นเวลาหลายศตวรรษ จนมาถึงปี ค.ศ. 1611 กาลิเลโอ เป็นบุคคลแรกที่ได้มองดูจุดบนดวงอาทิตย์โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ จากครั้งนั้นมาจนถึงปัจจุบัน เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตดวงอาทิตย์ได้พัฒนาไปมาก การค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ได้ประกอบขึ้นด้วย 2 ลักษณะ ลักษณะหนึ่งคือการวิจัยดวงอาทิตย์ขณะที่อยู่ในสภาพสงบเงียบ (Quiet sun) ซึ่งได้พบว่า เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในลักษณะเช่นนั้น พลังงานต่างๆที่ถูกส่งออกมามีปริมาณค่อนข้างสม่ำเสมอ อีกลักษณะหนึ่งเป็นการวิจัยดวงอาทิตย์ที่อยู่ในสภาพปั่นป่วนหรือกัมมันต์(disturbed sun or active sun) พบว่าในสภาพเช่นนั้น พลังงานที่ถูกส่งออกมา ถูกส่งเสริมให้มีปริมาณและความแรงเพิ่มขึ้นกว่าปรกติมากมาย บริเวณบนดวงอาทิตย์ที่ปรากฏว่าอยู่ในสภาพกัมมันต์นั้น มักจะปรากฏสัญญลักษณ์ที่สังเกตเห็นได้ชัดกว่าส่วนประกอบอื่น คือ จุดบนดวงอาทิตย์(sunspots) ซึ่งจุดบนดวงอาทิตย์นี้ก็คือปรากฏการณ์อันแรกที่มนุษย์ได้สังเกตเห็นเกี่ยวกับบริเวณกัมมันต์ที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวดวงอาทิตย์นั่นเอง

จากวิธีการสังเกตที่ได้พัฒนาต่อเนื่องกันมา นักฟิสิกส์ที่ศึกษาดวงอาทิตย์พบว่า ในอาณาบริเวณกัมมันต์ของดวงอาทิตย์นั้นมีกระบวนการต่างๆเกิดขึ้นซับซ้อนมาก มีปรากฏการณ์หลายอย่างเกิดขึ้นร่วมกัน เป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพปรกติธรรมดาไปเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว รุนแรง เด่น สะดุดตา ปรากฏการณ์ต่างๆเหล่านี้เกิดขึ้นชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วหายไป ด้วยเหตุนี้ ทำให้ความหมายของ "อาณาบริเวณกัมมันต์" ของดวงอาทิตย์นั้นกว้างมาก จนผู้ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้มักจะจำกัดตัวเองให้เพ่งเล็งติดตามศึกษาเฉพาะปรากฏการณ์เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นในบริเวณดังกล่าว ปรากฏการณ์เด่นๆที่น่าสนใจและตื่นเต้น คือ ปรากฏการณ์ที่มีลักษณะ "เหมือนการระเบิด" เช่น การลุกจ้า(flare) มูสตาช(Moustache) พลาจ(plage)ที่อยู่ในลักษณะกัมมันต์ เป็นต้น

รูปร่างลักษณะ ส่วนประกอบ ของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์นั้น จะได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ของวิทยานิพนธ์นี้

ผู้ที่ทำการค้นคว้าและนิพนธ์เรื่องราวของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์อย่างเป็นระบบเป็นคนแรก คือ คีเปนฮอยเออร์(Kiepenheuer , 1953) ผู้ค้นคว้าและเขียน

บทนิพนธ์ถัดมาคือ ซี เดอ จาเกอร์(C. de Jager ,1959) ซึ่งการพัฒนาของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์ที่บรรยายโดย คีเปนฮอยเออร์ และ เดอ จาเกอร์ นี้ จะได้กล่าวถึงในตอนท้ายของบทที่ 3

ในปี ค.ศ. 1908 ยอร์ช เอลเลอรี่ เฮล (George Ellery Hale)ได้ถ่ายภาพของตัวดวงอาทิตย์ในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า โดยใช้สเปคโตรเฮลิโอกราฟและกระจกถ่ายภาพที่ไวต่อแสงสีแดง จากสเปคโตรเฮลิโอแกรมที่ได้ เขาได้พบโครงสร้างที่เป็นวังวนของพลาเมนต์ในบริเวณใกล้เคียงกับจุดบนดวงอาทิตย์ รูปร่างที่ปรากฏของวังวนนี้ ให้ความคิดแก่เฮลเกี่ยวกับการเคลื่อนที่หมุนเวียนของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า และการมีสนามแม่เหล็กร่วมอยู่ด้วยในอาณาบริเวณกัมมันต์ และในปีเดียวกันนี้ เฮลได้ตรวจพบปรากฏการณ์ของผลซีแมน(Zeeman effect)ในสเปคตรัมของจุดบนดวงอาทิตย์ ซึ่งยืนยันถึงการมีสนามแม่เหล็กที่แรงมากในบริเวณของจุดบนดวงอาทิตย์

ลำดับประวัติการศึกษาเกี่ยวกับอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์ที่น่าสนใจบางประการที่จะนำมากล่าวต่อไปนี้ เป็นผลงานของนักฟิสิกส์วิจัยดวงอาทิตย์บางท่านในจำนวนทั้งหลายที่มีอยู่มากมายทั่วโลก เพื่อเป็นแนวทางให้เกิดภาพพจน์เกี่ยวกับการศึกษาอาณาบริเวณกัมมันต์

ค.ศ. 1611 กาลิเลโอ เปิดศักราชของการสังเกตทางฟิสิกส์เกี่ยวกับดวงอาทิตย์โดยนำกล้องโทรทรรศน์เข้ามาช่วยในการสังเกต และประกาศการพบจุดบนดวงอาทิตย์

1814 ฟรอนโฮเฟอร์นำเอาสเปคโตรสโคปเข้ามาใช้ในการวิจัยดวงอาทิตย์ และพิมพ์ผลงานที่ได้จากการศึกษาสเปคตรัมของดวงอาทิตย์ พร้อมทั้งรายละเอียดของเส้นสเปคตรัมมืด 574 เส้น

1843 ชวาบ ประกาศถึงการมีวัฏจักรของจุดบนดวงอาทิตย์ โดยมีคาบประมาณ 10 ปี

1851 ลามองต์ พบการเปลี่ยนแปลงเป็นคาบๆของสนามแม่เหล็กโลก และ ซาไบน์ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงนี้กับวัฏจักรของจุดบนดวงอาทิตย์

1852 วูลฟ อนุมาณคาบที่แน่นอนของวัฏจักรของจุดบนดวงอาทิตย์ว่าเป็น 11.1 ปี

1859 คาร์ริงตัน และ ฮอดจ์สัน สังเกตเห็นการลุกจ้า(flare)ในแสงขาว และ

ในปี 1872 ยัง ก็ได้สังเกตเห็นการลุกจ้านี้เมื่อดูดวงอาทิตย์ในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า ซึ่งการลุกจ้าที่เกิดบนดวงอาทิตย์ทั้งสองครั้งนั้นสังเกตได้พร้อมกับการเกิดการรบกวนสนามแม่เหล็กของโลก

ค.ศ. 1859 เคอร์ชอฟฟ์ให้คำอธิบายถึงการเกิดเส้นสเปคตรัมฟรอนโฮเฟอร์และเส้นสเปคตรัมสว่างที่สังเกตเห็นในสเปคตรัมวาบ(flash spectrum)ระหว่างเกิดสุริยุปราคา

1863 คาร์ริงตันพบการเปลี่ยนแปลงตามละติจูดของจุดบนดวงอาทิตย์ และในปีเดียวกันนี้ สเปือเรอร์(Spörer)ก็ได้ตีพิมพ์ผลการค้นพบของเขา คือ กฎของการเปลี่ยนแปลงตามละติจูดของจุดบนดวงอาทิตย์ในรอบ 11 ปีของวัฏจักรของจุด

1864 เริ่มแนวทางของการสังเกตดวงอาทิตย์ในแสงสีเดียว โดย แจนเสน และล็อคเยอร์ ต่างคนต่างพบว่าสามารถมองเห็นโพรมิเนนซ์เมื่อให้แสงอาทิตย์ผ่านสเปคโตรสโคปซึ่งมีช่อง(slit)ที่เปิดให้แสงผ่านเข้ามากว้างมาก

1877 ฮักกิ้น และ เซกกี เอาเทคนิคของแจนเสนและล็อคเยอร์ไปใช้ศึกษาโครงสร้างของโครโมสเฟียร์และโพรมิเนนซ์

1878 นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์พบความสัมพันธ์ระหว่างโคโรน่ากับวัฏจักรของจุดบนดวงอาทิตย์ คือเมื่อเกิดสุริยุปราคาในปีนี้ซึ่งอยู่ในช่วงที่จุดบนดวงอาทิตย์มีจำนวนน้อยที่สุด สังเกตเห็นโคโรน่ามีรูปร่างที่ขยายออกกว้างตามแนวศูนย์สูตร เทียบกับสุริยุปราคาในปี 1871 ซึ่งอยู่ในช่วงที่จุดบนดวงอาทิตย์มีจำนวนมากที่สุด พบว่าโคโรน่ามีรูปร่างปรากฏค่อนข้างกลม

1891 เฮล และ เคสแลนเดอส์ สร้างสเปคโตรเฮลิโอกราฟ ซึ่งสามารถศึกษาดวงอาทิตย์ในแสงสีเดียว สเปคโตรเฮลิโอกราฟนี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากในการศึกษาอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์

1897 โรว์แลนด์ทำแผนที่ที่สมบูรณ์ของสเปคตรัมของดวงอาทิตย์จาก λ 2975. - λ7331 โดยอาศัยเกรติ้งเว้า(concave grating) พร้อมกับมีตารางของความยาวคลื่นและความเข้มประกอบ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการศึกษาฟิสิกส์ดาราศาสตร์และการวิจัยดวงอาทิตย์

ค.ศ. 1904 อี เอส มอนเดอร์ (E. S. Maunder) พบว่ามีพายุแม่เหล็กเกิดขึ้นอย่างรุนแรง 19 ครั้ง สัมพันธ์กับการปรากฏของกลุ่มจุดขนาดใหญ่บนเส้นเมอริเดียนที่ผ่านกลางดวงอาทิตย์ (central meridian) และ อี เอส มอนเดอร์ ได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงตามละติจูดของจุดบนดวงอาทิตย์ในรูปของไดอะแกรมผีเสื้อ (butterfly diagram)

1906 เฮล และ อาดาม ชี้ให้เห็นความคล้ายคลึงระหว่างสเปคตรัมของจุดบนดวงอาทิตย์กับสเปคตรัมของดาวฤกษ์ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าดวงอาทิตย์ซึ่งคาดหมายได้ว่าจุดบนดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นผิวดวงอาทิตย์

1907 เฮล และ อาดาม พบแถบสเปคตรัมของโมเลกุลของทิตาเนียมออกไซด์ในสเปคตรัมของจุดบนดวงอาทิตย์ และโฟว์เลอร์พบสเปคตรัมของมักเนเซี่ยมไฮไดรด์และในปี 1908 โอล์มสเต็ดพบสเปคตรัมของแคลเซี่ยมไฮไดรด์ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นสิ่งยืนยันว่าจุดบนดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นผิวดวงอาทิตย์

1908 เฮล พบโครงสร้างเป็นรูปวังวนของฟิลาเมนต์ที่อยู่ในบริเวณรอบจุดของดวงอาทิตย์และพบปรากฏการณ์ที่แสดงว่าจุดบนดวงอาทิตย์แสดงอำนาจของสนามแม่เหล็กที่แรงมาก

1909 เอเวอร์เชด วัดการเคลื่อนที่วังวนรอบจุดบนดวงอาทิตย์ได้จากการกระจัดดอปเลอร์ของเส้นสเปคตรัมของธาตุเหล็กในจุดบนดวงอาทิตย์ใกล้ขอบดวง

1914 เฮล ตั้งกฎของขั้วแม่เหล็กของจุดบนดวงอาทิตย์ไว้ดังนี้

(1) กลุ่มจุดบนดวงอาทิตย์ประกอบด้วยจุด 2 พวก มีขนิดของขั้วตรงข้ามกัน

(2) ก่อนและหลังระยะเวลาที่จะมีจุดน้อยที่สุดของวัฏจักรของจุด กลุ่มจุดนำและกลุ่มจุดตามของกลุ่มจุดที่มีขนิดของขั้ว 2 พวกตรงข้ามกัน จะมีขนิดของขั้วตรงข้ามกันในซีกเหนือและซีกใต้ของดวงอาทิตย์

(3) ในซีกเหนือและซีกใต้ของดวงอาทิตย์ จุดที่อยู่ในละติจูดสูงๆ ของวัฏจักรใหม่ จะมีขนิดของขั้วตรงข้ามกันกับจุดที่อยู่ในละติจูดต่ำๆของวัฏจักรเก่า

1917 เอลเลอร์แมน สังเกตเห็นปรากฏการณ์ซึ่งเขาอธิบายว่าคล้ายกับระเบิดไฮโดรเจน ในอาณาบริเวณกัมมันต์ ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้ ชีเวอร์บี้ และคนอื่นๆ ได้

ทำการศึกษาต่อไปอย่างกว้างขวาง

ค.ศ. 1924 เฮลสร้างสเปคโตรเฮลิโอสโคป ซึ่งเป็นเครื่องมือคู่กับสเปคโตรเฮลิโอกราฟ เครื่องมือทั้งสองชนิดนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะนำให้ผู้สังเกตดวงอาทิตย์ตรวจหาการระเบิดออกมาอย่างทันทีทันใดของกัมมันตภาพบนดวงอาทิตย์ซึ่งอาจทำให้เกิดการรบกวนสนามแม่เหล็กโลก

เฮล ยืนยันการมีวัฏจักรของขั้วแม่เหล็กของจุดบนดวงอาทิตย์ว่ามีคาบเป็น 22 ปี จากการสังเกตการกลับขั้วของจุดบนดวงอาทิตย์

1930 ลีโอท์(Lyot)สร้างโคโรน่ากราฟ ใช้ศึกษาโคโรน่าบางส่วน และ โครโมสเฟียร์บางส่วนได้โดยไม่ต้องคอยให้เกิดสุริยุปราคา

แม็คแม็ธ และ ลีโอท์ ได้ประยุกต์เทคนิคการถ่ายภาพยนต์เว้นช่วงเวลาเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ในโพรมิเนนซ์ และการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในปรากฏการณ์ที่เกิดในบริเวณกัมมันต์บนตัวดวงอาทิตย์

1933 ลีโอท์ เสนอหลักการสร้างเครื่องกรองแสงไบรีฟริงเจ้นต์ ซึ่งเครื่องมือชนิดนี้ โอห์มานก็ได้คิดสร้างขึ้นในปี 1938 เป็นเครื่องกรองแสงอันแรกที่ใช้สำรวจดวงอาทิตย์โดยมีแถบการส่งผ่านกว้าง 20 อังสตรอม มีศูนย์กลางอยู่ที่ศูนย์กลางของเส้นสเปคตรัมไฮโดรเจนอัลฟ่า เครื่องกรองแสงชนิดนี้มีความสำคัญมากในการศึกษาโครโมสเฟียร์ของดวงอาทิตย์ เมื่อประยุกต์เข้ากับเทคนิคการถ่ายภาพเว้นช่วงเวลา ก็สามารถศึกษาการเคลื่อนที่ภายในอาณาบริเวณกัมมันต์ในระดับโครโมสเฟียร์ได้เป็นอย่างดี

1938 โจวาเนลลิ ให้ความเห็นเกี่ยวกับการเกิดของการลุกจ้าบนดวงอาทิตย์ว่าเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กในอาณาบริเวณกัมมันต์ โดยอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของจุดและการเกิดการลุกจ้า

1952 คีเปนฮอยเออร์ ได้นิพนธ์เรื่องราวของพัฒนาการของอาณาบริเวณกัมมันต์โดยบอกถึงขั้นตอนต่างๆตั้งแต่ระยะแรกไปจนถึงระยะสุดท้าย ซึ่งบทนิพนธ์นี้นักฟิสิกส์วิจัยดวงอาทิตย์ได้ใช้เป็นหลักในการศึกษาอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์

1953 แบบค็อค(H. W. Babcock)ได้พัฒนาแมกนีโตกราฟขึ้น เครื่องมือนี้สา

มารถวัดสนามแม่เหล็กกำลังอ่อนในโฟโตสเฟียร์ได้ อันแรกที่สร้างขึ้นใช้วัดการแยกของเส้นสเปคตรัมที่เนื่องมาจากส่วนประกอบตามยาวของผลซีแมน (**longitudinal** Zeeman **effect**) แมกนีโตกราฟเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ของสนามแม่เหล็กกับปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดในอาณาบริเวณกัมมันต์

ค.ศ. 1958 สเตพานอฟ ศึกษารายละเอียดของสนามแม่เหล็กขนาดกลางในอาณาบริเวณกัมมันต์ พบว่า โครงสร้างของโครโมสเฟียร์มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับหรือ อาจกำหนดได้โดย โครงสร้างของสนามแม่เหล็กเหล่านี้ซึ่งมีตำแหน่งอยู่ในโฟโตสเฟียร์

1961 เดอ จาเกอร์ ได้นิพนธ์เรื่องพัฒนาการของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์ อธิบายถึงกลไกที่ทำให้เกิดการเย็นลงในโฟโตสเฟียร์แล้วปรากฏเป็นจุดบนดวงอาทิตย์

1962 สเตพานอฟ และ ซีเวอร์นี่ สร้างแมกนีโตกราฟที่ใช้วัดส่วนประกอบตามขวางของผลซีแมน(**transverse Zeeman effect**)เพื่อวัดสนามแม่เหล็กที่ตั้งฉากกับแนวของสายตา

1967 สเตพานอฟ สรุปว่า จุดบนดวงอาทิตย์สามารถพัฒนาขึ้นได้เฉพาะเมื่อความแรงของสนามแม่เหล็กมีค่าประมาณมากกว่า 1100 เกาส์

1968 ลัฟเฮด ชี้ให้เห็นลักษณะหลายอย่างของไฟบริลในโครโมสเฟียร์ที่อยู่รอบๆจุดเดี่ยว ว่าส่วนใหญ่มันวางตัวอยู่ในแนวรัศมี มีความยาวแตกต่างกันมาก เมื่ออยู่ใกล้จุดมันรวมกันอยู่แน่นมาก มีความห่างราว 1 ฟิลิบดา

1969 ซาเวจ อธิบายว่า มีคลื่นอัลเฟ่น(**Alfvén wave**)เกิดขึ้นอย่างรุนแรงในบริเวณมืดของจุด(**sunspot umbra**)

1970 พาซาชอฟฟ์ เสนอแบบจำลองของ คัลเซี่ยมแฟคิวเล่ ว่าประกอบด้วยกระแสของสสารสองพวกเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามกัน

1971 ปีเตอร์ โฟกัล ได้บรรยายความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของโครงสร้างละเอียดของโครโมสเฟียร์ที่เห็นในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่า

ค.ศ. 1973 มูร์(Moore) อธิบายว่ามีการเกิดคลื่นอัลเฟ่นอย่างรุนแรงในความลึกประมาณ 10^3 กม ใต้ผิว

1974 โกลอฟโค(A. A. Golovko)เสนอผลการศึกษาเกี่ยวกับ ผลข้ามผ่าน (crossover effect)ในจุดบนดวงอาทิตย์ และโครงสร้างละเอียดของส่วนมัว(penumbra)ของจุด

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษาการพัฒนาของอาณาบริเวณกัมมันต์

การศึกษาเพื่อเขียนวิทยานิพนธ์เรื่องพัฒนาการของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์นี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นและการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาของอาณาบริเวณบนดวงอาทิตย์ ซึ่งเกิดมีกลุ่มจุดขึ้น ทั้งในระดับโฟโตสเฟียร์ และโครโมสเฟียร์ โดยมุ่งหมายให้เข้าใจถึงขั้นตอนของวิวัฒนาการของกลุ่มจุด และ โครงสร้างต่างๆซึ่งเกิดขึ้นในบริเวณนั้น เป็นต้นว่า แฟคิวเล่ พลาจ ฟิลาเมนต์ ฯลฯ โดยเหตุที่การปรากฏของอาณาบริเวณกัมมันต์นั้น เป็นที่ทราบกันว่า เป็นผลมาจากการปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กบนดวงอาทิตย์ ดังนั้นในการศึกษานี้จะได้พยายามหาวิธีการที่จะกล่าวถึงสนามแม่เหล็กบนดวงอาทิตย์ โดยอาศัยภาพถ่ายในโฟโตสเฟียร์และในโครโมสเฟียร์

เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการศึกษามีจำกัด และสภาพอากาศในช่วงเวลาที่ทำการสังเกตไม่อำนวยให้การรวบรวมข้อมูลเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ อีกประการหนึ่ง การปรากฏของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์นั้น ไม่มีผู้ใดสามารถคาดเหตุการณ์ไว้ล่วงหน้าว่าจะเกิดปรากฏการณ์อย่างนั้นอย่างนี้ขึ้นในเวลาหนึ่งเวลาใด ดังนั้น ขอบเขตของการศึกษาการพัฒนาของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์สำหรับการเขียนวิทยานิพนธ์นี้ จึงเป็นการศึกษาปรากฏการณ์ทั้งหลายเท่าที่จะสังเกตได้ในอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์ในช่วงระยะเวลาที่มีสภาพอากาศดีพอที่จะรวบรวมข้อมูลได้ โดยพยายามให้ครอบคลุมให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

1.3 ประโยชน์ที่จะได้จากการศึกษาการพัฒนาของอาณาบริเวณกัมมันต์

การศึกษาการพัฒนาของอาณาบริเวณกัมมันต์ จะช่วยให้มีความเข้าใจในธรรมชาติของดวงอาทิตย์ได้ดียิ่งขึ้น และยังเป็นรากฐานสำคัญที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในปรากฏการณ์สำคัญบางอย่างที่เกิดขึ้นในอาณาบริเวณกัมมันต์ เช่น การลุกจ้าบนดวงอาทิตย์ เป็นต้น อาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์เป็นแหล่งที่สนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์ปรากฏมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีค่าสูง พลังงานในสนามแม่เหล็กในบริเวณเช่นนี้แปรเป็นพลังงานของการลุกจ้าหรือการระเบิดบนดวงอาทิตย์บ่อยๆ ซึ่งมีผลกระทบกระเทือนต่อคมนาคมไฟฟ้าบนโลกของเรามาก ในปัจจุบันยังไม่มีคำอธิบายที่แจ่มแจ้งชัดเจนและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปเกี่ยวกับกลไกที่ทำให้เกิดการลุกจ้านี้

1.4 วิธีการที่จะศึกษาการพัฒนาของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์

แผนงานที่จะศึกษาการพัฒนาของอาณาบริเวณกัมมันต์บนดวงอาทิตย์นั้น ขั้นแรกเป็นการฝึกเพื่อหาความชำนาญ โดยฝึกหัดถ่ายภาพดวงอาทิตย์เป็นประจำวันทั้งในแสงสว่างสีขาวและในแสงไฮโดรเจนอัลฟ่าด้วยกล้องโทรทรรศน์สำรวจดวงอาทิตย์ควบกับเครื่องกรองแสงพิเศษ ฝึกล้างฟิล์มถ่ายรูป อัด ขยาย ล้างรูป เมื่อสามารถถ่ายภาพได้ดีจึงเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูล โดยติดตามถ่ายภาพดวงอาทิตย์เป็นประจำวัน ตลอดเวลาที่ปรากฏมีกลุ่มจุดปรากฏอยู่ เพื่อตรวจดูการเปลี่ยนแปลง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อหาหลักและกฎเกณฑ์ในวิวัฒนาการ และพยายามใช้ภาพที่ได้มาพิจารณาเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์ด้วย ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการที่ทำการสังเกตจะกล่าวไว้ในบทที่ 2

ในบทที่ 4 ของวิทยานิพนธ์นี้ เป็นการบรรยายเกี่ยวกับระยะต้นของพัฒนาการของอาณาบริเวณกัมมันต์ที่สังเกตได้ในช่วงเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม พ.ศ. 2517 พร้อมทั้งลักษณะของสนามแม่เหล็กที่สังเกตได้จากโครงสร้างของส่วนประกอบต่างๆในอาณาบริเวณกัมมันต์ เช่นดูจากโครงสร้างของระบบฟิลาเมนต์รูปซุ้มโค้ง(arch filament system) โครงสร้างของ เทร้ด(thread)และไฟบริล(fibril)เป็นต้น บทที่ 5 เป็นการกล่าวถึงระยะกลางและระยะปลายของพัฒนาการของอาณาบริเวณกัมมันต์และปรากฏการณ์

บางอย่างที่สังเกตพบในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา เช่น การลุกจ้า(flare) มูสตาช (Moustache) ฟิลาเมนต์(filament) โพรมิเนนซ์(prominence) บทสุดท้ายคือบทที่ 6 เป็นข้อสรุปและข้อเสนอแนะที่ประมวลได้จากการศึกษาเกี่ยวกับอาณาบริเวณกัมมันต์เท่าที่ทำการสังเกตได้ตามข้อมูลที่แสดงไว้ในบทที่ 4 และ บทที่ 5