

ดาวเทียม CLOUDSAT

ดาวเทียม CLOUDSAT เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มดาวเทียม A-Train constellation ภายใต้โครงการ NASA Earth System Science Pathfinder satellite เพื่อทำการศึกษาความหนาแน่น การกระจายตัว โครงสร้างและคุณสมบัติในการแผ่รังสีของเมฆ ภายในดาวเทียม CLOUDSAT ได้มีการติดตั้งเรดาร์ซึ่งส่งสัญญาณในช่วงความยาวคลื่นที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรเพื่อใช้ศึกษาคุณสมบัติของก้อนเมฆ โดยเฉพาะ (satellite-based millimeter-wavelength cloud radar) โดยเรดาร์ที่ติดตั้งบนดาวเทียม CloudSat นี้มีความละเอียดเป็นพันเท่าของเรดาร์ตรวจอากาศ (weather radars) แบบปกติซึ่งใช้ช่วงความยาวคลื่นในหน่วยเป็นเซนติเมตร ทำให้เรดาร์ของ CLOUDSAT สามารถตรวจวัดอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากเช่น หยดน้ำขนาดเล็กหรือก้อนน้ำแข็งซึ่งเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของเมฆได้

ข้อมูลจากดาวเทียม CLOUDSAT ได้ถูกออกแบบมาให้ทำงานร่วมกับดาวเทียม CALIPSO (Cloud-Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations) ซึ่งจะถูกลอยออกสู่วงโคจรในปี 2005 ซึ่งจะปล่อยออกไปโดยจรวด Delta II ดาวเทียม CloudSat และ CALIPSO จะทำงานร่วมกับดาวเทียมอีกสามดวงซึ่งอยู่ในวงโคจรแล้วคือ ดาวเทียม Aqua, PARASOL, และ Aura การทำงานของดาวเทียม CLOUDSAT จะมีบางส่วนซ้อนทับกับดาวเทียม Aqua และมีบางส่วนซ้อนทับกับดาวเทียม CALIPSO ทำให้ได้ข้อมูลที่ near-simultaneous และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม Aqua และ CALIPSO มาใช้ร่วมกับข้อมูลจากดาวเทียม CLOUDSAT ได้

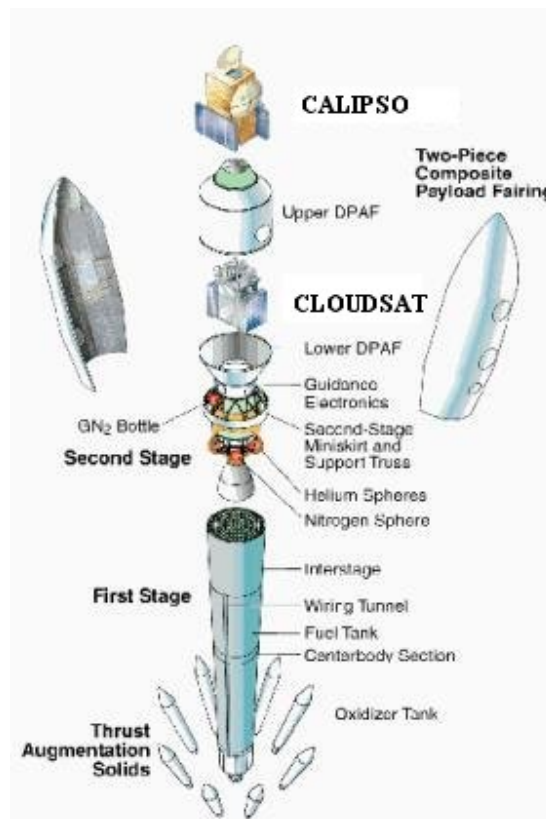
ดาวเทียม CLOUDSAT ถูกออกแบบมาเพื่อมีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปีเพื่อให้สามารถตรวจวัดได้มากกว่าหนึ่งรอบฤดูกาล ในขณะที่เรดาร์ถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งานได้ 3 ปี การโคจรของดาวเทียม CLOUDSAT ถูกออกแบบให้โคจรเหมือนกับดาวเทียม Aqua ซึ่งโคจรแบบ sun-synchronous ที่ความสูง 705 กิโลเมตร

ดาวเทียม CLOUDSAT ถูกส่งออกสู่อวกาศโดยจรวด Delta 7420-10 เพื่อทำงานร่วมกับ CALIPSO โดยใช้ระบบ Dual Payload Attachment Fitting (DPAF) มีน้ำหนักรวม 1295 กิโลกรัม ควบคุมการปฏิบัติงานและการสื่อสารกับดาวเทียมโดย U. S. Air Force Space Test Program โดยคาดว่าจะได้รับข้อมูล 10 ครั้งต่อวันทุกๆ 2-4 ชั่วโมง Cooperative Institute for Research in the Atmosphere (CIRA) แห่ง Colorado State University (CSU) จะเป็นผู้ควบคุมการประมวลผลและเก็บข้อมูล บางส่วนของข้อมูลจะถูกประมวลผลและส่งต่อไปยังผู้ใช้เพื่อใช้ในแบบจำลองและการทำพยากรณ์ของเมฆ

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

โครงการงานวิจัยชั้นบรรยากาศโดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียม วันที่ 6/28/2006 หน้า 14

Jet Propulsion Lab จะเป็นผู้ควบคุมการทำงานของดาวเทียมและการทำงานของเครื่องมือที่ติดตั้ง Ball Aerospace รับผิดชอบด้านจรวดที่ใช้ในการปล่อยดาวเทียม ข้อมูลจากดาวเทียมจะนำมาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลภาคพื้นดิน เช่น สถานีของ DOE Cloud and Radiation Test bed (CART), ข้อมูลจาก NASA airborne science campaigns และจากสถาบันการศึกษาและหน่วยงานของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง เช่น University of Utah, Penn State, GKSS ในเยอรมัน, NOAA Environmental Technology Lab, Atmospheric Environmental Services (AES) ในแคนาดา, และ the Communication Research Lab (CRL) ในประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 3.9 การส่งดาวเทียม CALIPSO และ CLOUDSAT ออกสู่วงโคจร

วัตถุประสงค์ของการทำงานของดาวเทียม CLOUDSAT ได้แก่

- ศึกษาโครงสร้างตามแนวตั้งของเมฆ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาค้นสมบัติต่างๆของเมฆและอธิบายอิทธิพลของเมฆต่อสภาพแวดล้อมทั้งในท้องถิ่นและระดับภูมิภาค (the local and large-scale environment)

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

โครงการงานวิจัยชั้นบรรยากาศโดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียม วันที่ 6/28/2006 หน้า 15

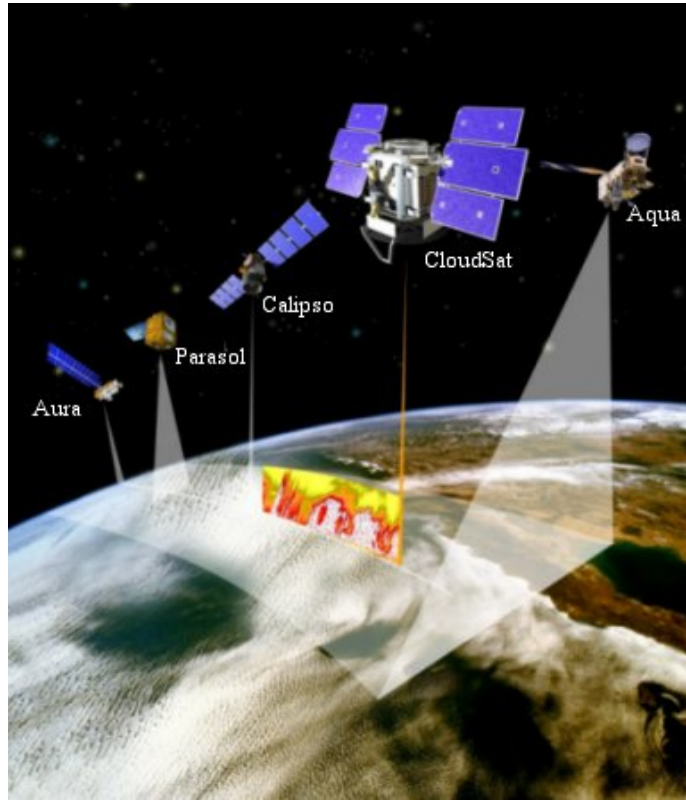
- ความหนาแน่นของหยดน้ำและน้ำแข็งตามแนวตั้งในบรรยากาศ: ทำให้สามารถทำนายปริมาณของหยดน้ำและน้ำแข็งจากกระบวนการเกิดเมฆได้ และในแบบจำลองของโลก คุณสมบัติของเมฆ รวมถึงหยาดน้ำฟ้าและคุณสมบัติทางทัศนศาสตร์ของเมฆ
- ตรวจวัดคุณสมบัติทางทัศนศาสตร์ของเมฆ (Cloud optical properties): หยดน้ำและเกล็ดน้ำแข็งในก้อนเมฆเป็นตัวบอกระบวนการภายในก้อนเมฆและการแผ่รังสีของก้อนเมฆซึ่งส่งผลถึงสมดุลพลังงานบนพื้นผิวโลก

ภารกิจของดาวเทียม CloudSat

ภารกิจของดาวเทียม CloudSat จะซ้อนทับกับดาวเทียม CALIPSO พอดี ให้ได้ข้อมูลจากดาวเทียม CloudSat และ CALIPSO ในบริเวณเดียวกัน หลังจากปล่อยออกสู่วงโคจรดาวเทียม CloudSat จะโคจรเข้าสู่แนวการโคจรของดาวเทียม CALIPSO และดาวเทียม Aqua การโคจรของดาวเทียม CloudSat จะถูกควบคุมให้ทิ้งระยะห่างจากดาวเทียม CALIPSO เท่าๆกันประมาณ 94 กิโลเมตร และสัญญาณจากรีดาร์ใน CloudSat และไลดาร์ใน CALIPSO ต่างกันประมาณ 12.5 วินาที ซึ่งช่วงต่างของเวลาที่ใช้นี้เป็นช่วงที่เลือกขึ้นมาเพื่อให้ช่วงต่างของการทำงานของรีดาร์และไลดาร์น้อยที่สุดและลดความซับซ้อนในการแปลความหมายของข้อมูลจากการโคจรของดาวเทียม ทำให้ข้อมูลจากรีดาร์ซ้อนทับกับข้อมูลไลดาร์ทำให้สามารถนำข้อมูลมาใช้ร่วมกันได้ สำหรับดาวเทียม Aqua การทำงานของดาวเทียม Aqua คือเพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ตัวแปรในการศึกษาสภาพภูมิอากาศโลกหลายตัวแปรที่จะได้จากข้อมูลของดาวเทียม Aqua ซึ่งจะช่วงอธิบายปรากฏการณ์ในบรรยากาศที่ยังไม่สามารถทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจน ข้อมูลจากดาวเทียม Aqua จะทำให้ได้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลในบริเวณกว้าง แต่เนื่องจากดาวเทียม Aqua ไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเมฆทำให้ไม่สามารถที่จะนำมาใช้ในการศึกษาความคลาดเคลื่อนจากคุณสมบัติของเมฆได้ เครื่องมือบนดาวเทียม CloudSat ถูกออกแบบมาเพื่อให้เสริมข้อด้อยนี้ของดาวเทียม Aqua เพื่อให้ได้ข้อมูลหยดน้ำและเกล็ดน้ำแข็งในก้อนเมฆ หยาดน้ำฟ้าและคุณสมบัติทางทัศนศาสตร์ของเมฆ จากข้อมูลอุณหภูมิและไอน้ำในบรรยากาศจาก AIRS/AMSU/HSUB หยดน้ำในก้อนเมฆและหยาดน้ำฟ้าจากการศึกษาข้อมูล AMSR ร่วมกับ CloudSat radar และคุณสมบัติทางทัศนศาสตร์และอิทธิพลของเมฆกับการแผ่รังสีจากการใช้ข้อมูล MODIS ร่วมกับ CERES ทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์สำหรับการพัฒนาและวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

โครงการงานวิจัยชั้นบรรยากาศโดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียม วันที่ 6/28/2006 หน้า 16



รูปที่ 3.10 การโคจรของดาวเทียม CloudSat

Payload Overview

เครื่องมือที่ติดตั้งบนดาวเทียม CloudSat คือ 94-GHz Cloud Profiling Radar (CPR) ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ร่วมกับ dual wavelength lidar ซึ่งติดตั้งบนดาวเทียม CALIPSO และข้อมูลจากดาวเทียม Aqua อันประกอบด้วย CERES, AIRS, AMSR และ MODIS

Cloud Profiling Radar (CPR) เป็นเรดาร์ที่ติดตั้งบนดาวเทียม CloudSat ซึ่งใช้ความถี่ 94-GHz เพื่อศึกษาก้อนเมฆกับระยะทางจากดาวเทียม CPR ถูกพัฒนาขึ้นจากการศึกษาเรดาร์ตรวจอากาศและเรดาร์ที่ติดตั้งบนเครื่องบินเพื่อการสำรวจโดยความร่วมมือระหว่าง NASA/JPL และ Canadian Space Agency (CSA) ระบบการทำงานและฟังก์ชันที่ใช้มีความใกล้เคียงกับ Airborne Cloud Radar ซึ่งมีการนำมาใช้บน NASA DC-8 aircraft ตั้งแต่ปี 1998

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

โครงการงานจ้งศึกษาวิจัยชั้นบรรยากาศโดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียม วันที่ 6/28/2006 หน้า 17

- ในการออกแบบ CPR เพื่อนำมา ติดตั้งบนดาวเทียม CloudSat ได้ปรับปรุงความถี่ของสัญญาณที่เครื่องรับสัญญาณเรดาร์รับได้ต่ำสุดที่ -26 dBz เพื่อให้ได้ข้อมูลก่อนเมฆที่ละเอียดที่สุด เนื่องจากการดูดกลืนสัญญาณเรดาร์อื่นเนื่องมาจากก่อนเมฆเป็นไปอย่างรวดเร็วจึงจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องส่งสัญญาณเรดาร์ที่มีความถี่สูง ในขณะที่เดียวกันขนาดของจานรับสัญญาณเรดาร์ต้องมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย เนื่องจากข้อจำกัดของขนาดของดาวเทียมทำให้สัญญาณของ CPR ไม่สามารถทะลุผ่านก่อนเมฆที่หนามากๆหรือหยาดน้ำฟ้าที่มีความหนาแน่นมากๆได้

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของ CPR

Nominal Frequency	94 GHz
Pulse Width	3.3 μ sec
PRF	4300 Hz
Minimum Detectable Z*	-26 dBZ
Data Window	0-25 km
Antenna Size	1.95 m
Dynamic Range	70 dB
Integration Time	0.3 sec
Vertical Resolution	500 m
Cross-track Resolution	1.2 km
Along-track Resolution	3.5 km
Along-track Sampling	2 km
Data Rate	15 kbps