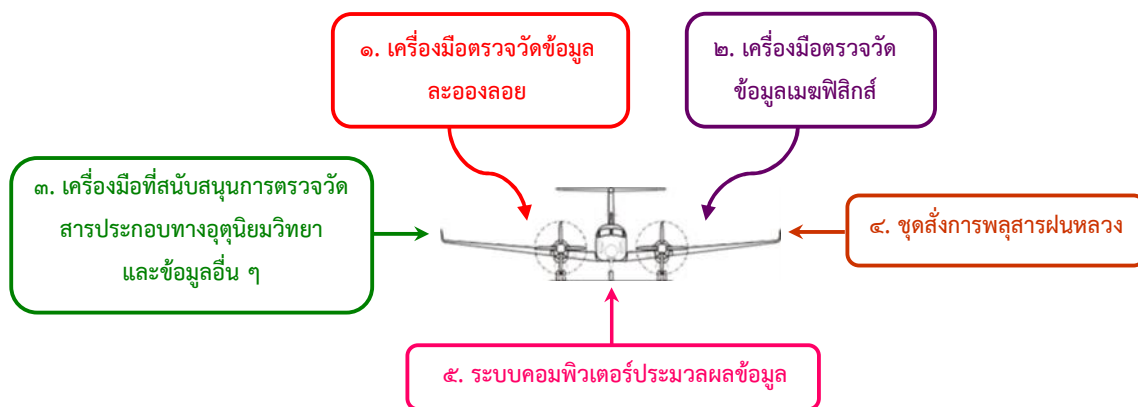


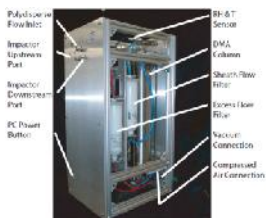
เครื่องมือตรวจวัดเมฆฟิสิกส์ที่ติดตั้งบนเครื่องบินซูเปอร์คิงแอร์ (SKA) หมายเลข ๒๐๑๓

เครื่องมือตรวจวัดเมฆฟิสิกส์ในประเทศไทย เริ่มมีการใช้งานครั้งแรก คือ Johnson-Williams liquid water probe เป็นเครื่องมือตรวจวัดปริมาณน้ำและน้ำแข็งยิ่งยวดที่ติดตั้งบนเครื่องบินเช่าเอกชน Aero Commander ทำการบินวิจัยภายใต้โครงการวิจัยทรัพยากรบรรยากาศประยุกต์ (Applied Atmospheric Resources Research Program; AARRP) ซึ่งเป็นโครงการร่วมมือระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลอเมริกาตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๓๑ ในขณะนั้นยังเป็น “สำนักงานปฏิบัติการฝนหลวง” ต่อมา มีการรวมกับกองบินเกษตร เมื่อวันที่ ๑๕ กันยายน พ.ศ.๒๕๓๕ เป็น “สำนักฝนหลวงและการบินเกษตร” ซึ่งได้จัดซื้อเครื่องบินวิจัยตรวจวัดเมฆฟิสิกส์ซูเปอร์คิงแอร์จำนวน ๒ เครื่อง และเริ่มทำการบินในปี พ.ศ.๒๕๔๐ เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติการฝนหลวงเมฆเย็นปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาฝนหลวงต่อมาได้จัดซื้อเครื่องบินวิจัยตรวจวัดเมฆฟิสิกส์ซูเปอร์คิงแอร์เพิ่มเติมอีกจำนวน ๑ เครื่อง โดยเริ่มทำการบินเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ.๒๕๕๔ ซึ่งเครื่องมือที่ติดตั้งสามารถตรวจวัดสารประกอบทางอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลไมโครฟิสิกส์รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งเครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับตรวจวัดเมฆฟิสิกส์เป็น ๕ ส่วน ดังนี้



๑. เครื่องมือตรวจวัดข้อมูลละอองลอย (Aerosol)

๑.๑ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจวัดอนุภาคละอองลอยขนาดตั้งแต่ ๐.๐๑-๒.๕ ไมครอนประกอบด้วยเครื่องมือตรวจวัด ๒ ชุด ดังนี้



๑.๑.๑ DMA/SEMS (Differential Mobility Analyzer / Scanning Electrical Mobility System) เป็นเครื่องมือตรวจวัดขนาดของอนุภาคละอองลอยหน่วยเป็น



ไมครอน^๑ (μm)

๑.๑.๒ MCPC (Mixing Condensation Particle Counter) เป็นเครื่องมือนับจำนวนอนุภาค

^๑ไมครอน (อังกฤษ: micron) หรือ ไมโครเมตร (อังกฤษ: micrometer) หรือ ใช้สัญลักษณ์ μm เป็นหน่วยวัดความยาว มีค่าเท่ากับ ๑ ใน ๑,๐๐๐,๐๐๐ เมตร โดยสามารถเขียน

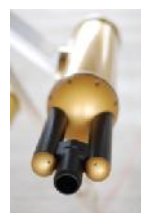
ในทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า ๑×๑๐^{-๖} เมตร

ที่มา: <http://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครเมตร>

ละอองลอย ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ DMA/SEMS ใช้คำนวณค่าปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคหน่วยเป็นอนุภาคต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (#/cc)



๑.๒ PCASP (Passive Cavity Aerosol Spectrometer Probe) เป็นเครื่องมือตรวจวัดอนุภาคละอองลอย ทั้งขนาดและปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ ๐.๑-๓.๐ ไมครอน



๑.๓ FFSSP (Fast Forward Scattering Spectrometer Probe) เป็นเครื่องมือตรวจวัดที่พิเศษกว่าตัวอื่น คือสามารถตรวจวัดขนาดและปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคละอองลอย

(Aerosol) และละอองเมฆ (Cloud Droplet) ที่มีขนาดตั้งแต่ ๑ - ๕๐ ไมครอน

๒. เครื่องมือตรวจวัดข้อมูลเมฆฟิสิกส์

ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจวัดอนุภาคแกนกลั่นตัวเมฆ (CCN), ละอองเมฆ (Cloud Droplet), เม็ดฝน (Raindrop), เม็ดน้ำ (Liquid Water), น้ำเย็นยิ่งยวด (Super Cooled Liquid Water) และผลึกน้ำแข็ง (Ice Crystals) ตรวจวัดทั้งขนาด, ปริมาณความเข้มข้นและรูปร่างของอนุภาค ดังนี้



๒.๑ CCNC (Cloud Condensation Nuclei Counter) เป็นเครื่องตรวจวัดแกนกลั่นตัวเมฆขนาดตั้งแต่ ๐.๗๕ ถึง ๑๐ ไมครอน



๒.๒ 2D-S Probe (A Two Dimensional, Stereo, Particle Imaging) ตรวจวัดอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ ๑๐ ถึง ๑,๒๘๐ ไมครอน



๒.๓ HVPS Probe (A High Volume Precipitation Spectrometer Particle) ตรวจวัดอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ ๑๕๐ - ๑๙,๒๐๐ ไมครอน



๒.๔ CPI Probe (Cloud Particle Imager) เครื่องมือถ่ายภาพนิ่งอนุภาคเม็ดน้ำและผลึกน้ำแข็ง ความละเอียดของภาพ ๒.๓ ไมครอน/พิกเซล

๓. เครื่องมือที่สนับสนุนการตรวจวัดสารประกอบทางอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่ เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิจุดน้ำค้าง เครื่องตรวจวัดการจับเกาะของน้ำแข็ง เครื่องตรวจวัดปริมาณน้ำน้ำเย็นยิ่งยวด และผลึกน้ำแข็ง ความเร็วของเครื่องบิน ความกดอากาศและข้อมูลอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อช่วยในการเดินอากาศในการบินปฏิบัติการ ฝนหลวง และการบินวิจัย ดังนี้



๓.๑ Temperature Sensor เป็นเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ ช่วงอุณหภูมิที่ตรวจวัด -70°C ถึง +350°C



๓.๒ Dew Point Hygrometer เป็นเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิจุดน้ำค้างและจุดน้ำค้างแข็ง ช่วงอุณหภูมิที่ตรวจวัด -50°C ถึง +90°C



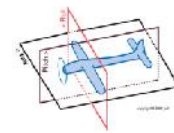
๓.๓ Icing Sensor เป็นเครื่องตรวจวัดการจับเกาะของน้ำแข็ง ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการใช้งาน $\pm 54^{\circ}\text{C}$



๓.๔ Nevzorov Sensor เป็นเครื่องวัดปริมาณน้ำ น้ำเย็นยิ่งยวด และผลึกน้ำแข็ง ตรวจวัดค่าได้ตั้งแต่ 0.003-3 g/m³



๓.๕ AIMMSProbe (Aircraft-Integrated Meteorological Measurement System) เป็นเครื่องมือตรวจวัดสารประกอบทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ทิศทางและความเร็วลม รวมทั้งท่าทางการทรงตัวของเครื่องบิน (roll, pitch, yaw) ร่วมกับเครื่องช่วยการเดินอากาศ (GPS) รวมถึงตรวจวัดกระแสน้ำขึ้น-ลงภายในเมฆ



ภาพประกอบจาก <http://www.av8n.com/physics/rotations.htm>



๓.๖ Static Pressure เครื่องตรวจวัดค่าความกดอากาศใช้ในการคำนวณค่าระดับความสูงในการบิน และใช้ในการคำนวณค่าอุณหภูมิในข้อมูลเมฆฟิสิกส์



๓.๗ Pitot Pressure เป็นเครื่องตรวจวัดความเร็วของการไหลของอากาศ ประมวลผลร่วมกับเครื่องวัดความกดอากาศ และ GPS เพื่อแสดงความเร็วของเครื่องบิน



๓.๘ Weather Radar เป็นเรดาร์ตรวจอากาศใช้ในการตรวจวัดความรุนแรง ความสูงของกลุ่มเมฆ/ฝนในแนวระนาบและแนวตั้งจากระดับการบินปฏิบัติการ



๓.๙ GPS (The Global Positioning System)เป็นเครื่องช่วยการเดินอากาศใช้ในการแสดงพิกัดการบิน และมีการเชื่อมโยงข้อมูลตำแหน่งพิกัดการบินเพื่อใช้ในการประมวลผลและแสดงเป็นแผนที่

๔. ชุดสั่งการพลุสารปนหลวง แบ่งออกเป็น ๒ ชุด

๔.๑ Ejectable Flares Systemเป็นชุดสั่งการยิงพลุสารซิลเวอร์ไอโอไดต์สำหรับการปฏิบัติการเมฆเย็น ประกอบด้วย เครื่องสั่งการยิงพลุ รางบรรจุพลุ และชุดติดตั้งรางบรรจุพลุ โดยติดตั้งอยู่ใต้ท้องเครื่องบินและสามารถบรรจุพลุได้ทั้งสิ้น ๑๐๒ นัด



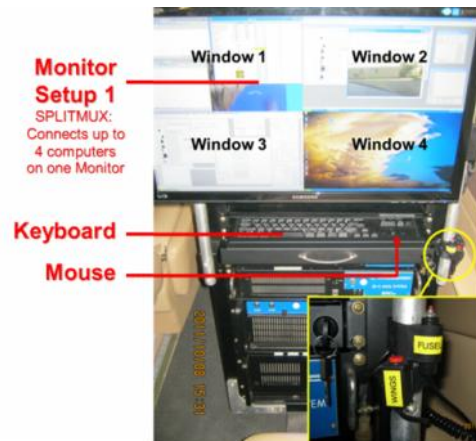
๔.๒ Hygroscopic Flares Systemเป็นชุดสั่งการจุดติดเพื่อเผาไหม้พลุสารดูดความชื้นสำหรับการปฏิบัติการเมฆอุ่น ประกอบด้วย เครื่องสั่งการจุดติดเพื่อเผาไหม้พลุ รางบรรจุแท่งพลุ และชุดติดตั้งรางบรรจุแท่งพลุ ซึ่งติดตั้งบริเวณปีกทั้งสองข้าง จำนวน ๒ รางหลัก และสามารถบรรจุแท่งพลุ จำนวน๑๘แท่งต่อราง รวมทั้งสิ้นบรรจุได้ ๓๖ แท่ง



๕. ระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูล (Computer System &Data AcquisitionSystem)

เป็นระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผลกลางทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบรองรับข้อมูลที่มีการแปลงสัญญาณข้อมูลจาก Analog เป็น Digital ทั้งจากเครื่องมือตรวจวัดข้อมูลละอองลอย เครื่องมือตรวจวัดข้อมูลเมฆฟิสิกส์ เครื่องมือที่สนับสนุนการตรวจวัดสารประกอบทางอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลอื่น ๆ และ

ชุดสั่งการพลุสารปนหลวง มีเซิร์ฟเวอร์ (server) เชื่อมเครือข่ายแบบ Ethernet ๒ ชุด ใช้ในการควบคุมสั่งการ และประมวลผลข้อมูลผ่าน Real TimeSoftware ภายใต้ระบบปฏิบัติการ QNX (คล้าย Linux) และ Windows XP บันทึกข้อมูลดิบโดยใช้Flash drive หรือ External Harddiskเพื่อนำไปประมวลผลเบื้องต้นโดยโปรแกรมเฉพาะทางด้านเมฆฟิสิกส์ โปรแกรมของ Microsoft Office และโปรแกรมอื่น ๆ ต่อไป



การแสดงผลข้อมูลเมฆฟิสิกส์บนอากาศยาน

การตรวจวัดข้อมูลจากเครื่องมือตรวจวัดเมฆฟิสิกส์นอกจากจะใช้ในการปฏิบัติการฝนหลวงเมฆเย็น และการบินวิจัยแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเหลือประชาชน และเกษตรกร อาทิ การศึกษาวิจัยกระบวนการทำฝนเมฆเย็นเพื่อยับยั้งการเกิดลูกเห็บ และการศึกษาวิจัยเพื่อลดปัญหาหมอกควันทางภาคเหนือของประเทศไทย เป็นต้น



เอกสารอ้างอิง

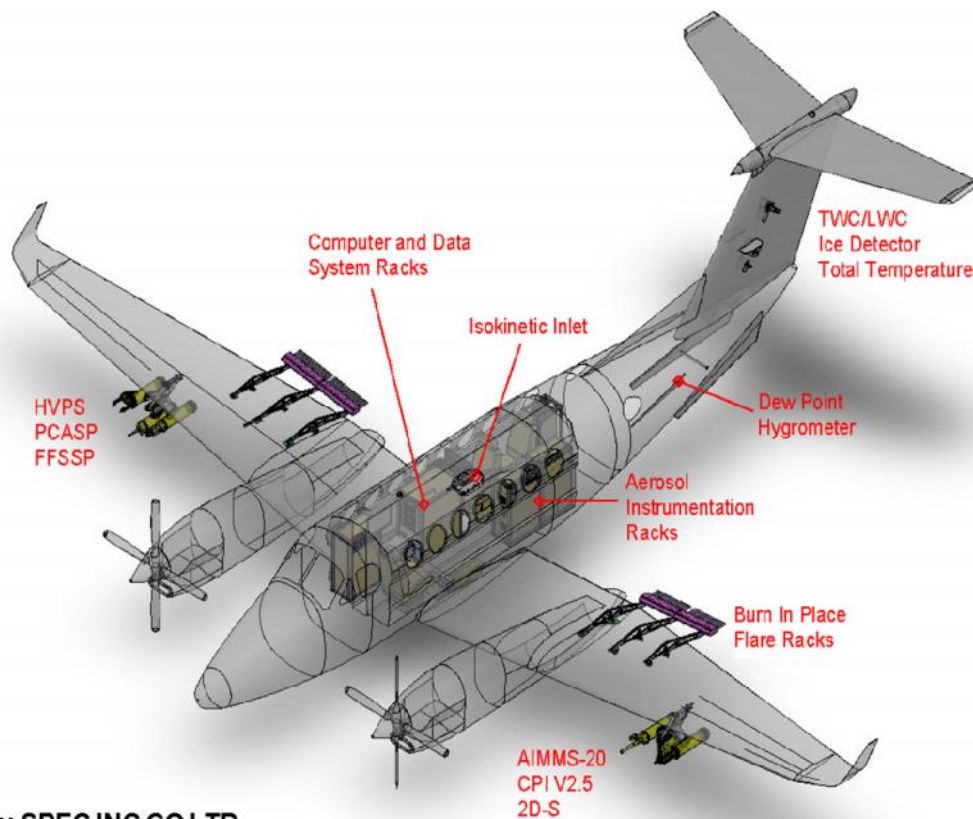
SPEC Inc. (2011). Binder 1 : Pylon Equipment Documentation.

1 st ed. Boulder,CO. SPEC Inc.

SPEC Inc. (2011). Binder 2 : Aerosol Equipment Documentation.

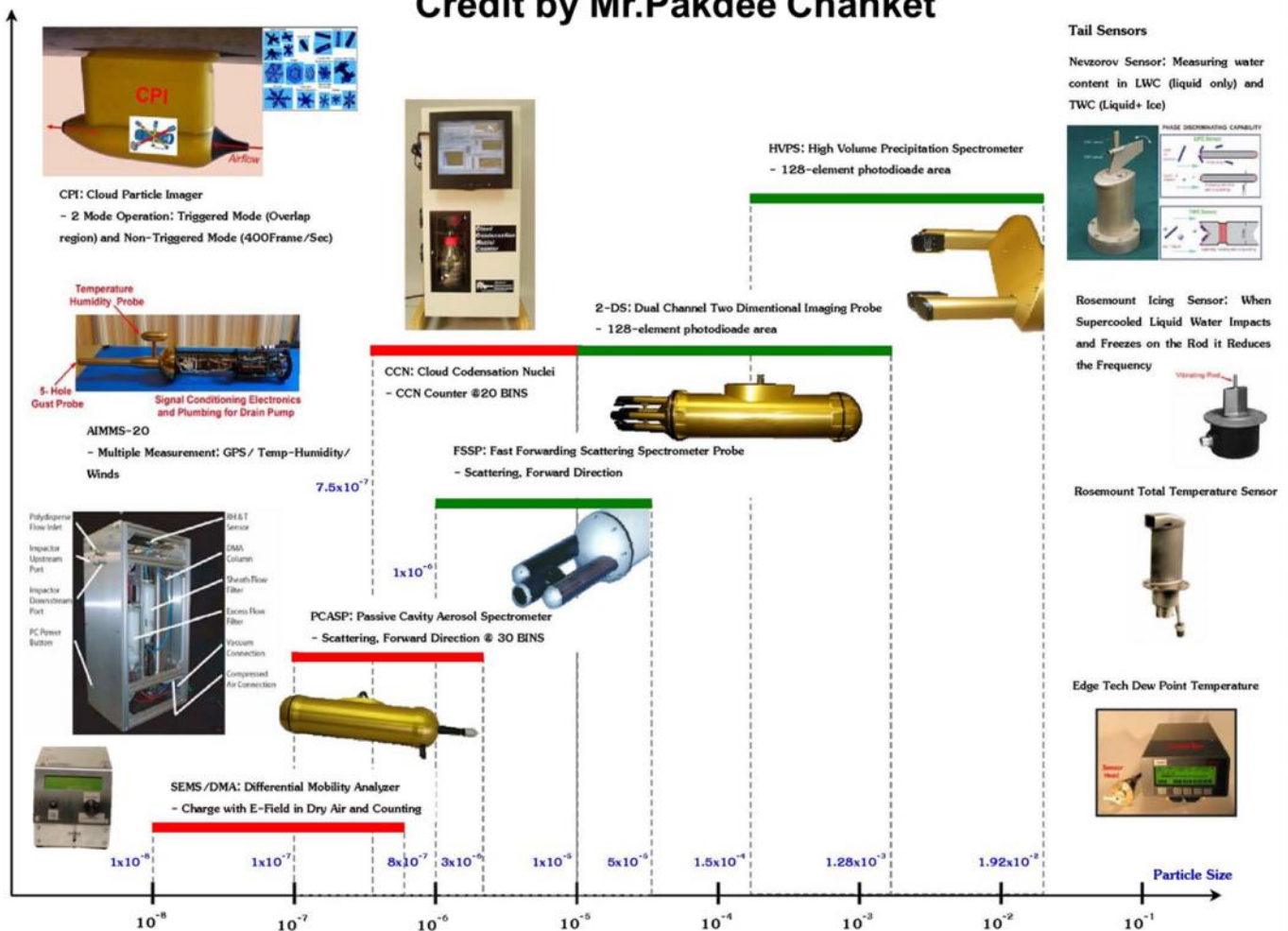
1 st ed. Boulder,CO. SPEC Inc.

เครื่องมือตรวจวัดเมฆฟิสิกส์ที่ติดตั้งบนเครื่องบินซูเปอร์คิงแอร์ (SKA) หมายเลข ๒๐๑๓



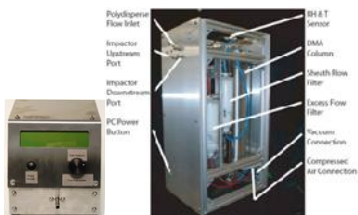
Credit by SPEC.INC.CO.LTD.

Credit by Mr.Pakdee Chanket



เครื่องมือตรวจวัดเมฆฟิสิกส์ที่ติดตั้งบนเครื่องบินซูเปอร์คิงแอร์ (SKA) หมายเลข ๒๐๑๓

๑. เครื่องมือตรวจวัดข้อมูลละอองลอย

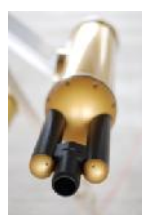


MCPC

DMA/SEMS



PCASP



FFSSP

๒. เครื่องมือตรวจวัดข้อมูลเมฆฟิสิกส์



CCNC



2D-S Probe



HVPS Probe



CPI Probe

๓. เครื่องมือที่สนับสนุนการตรวจวัด สารประกอบทางอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอื่นๆ



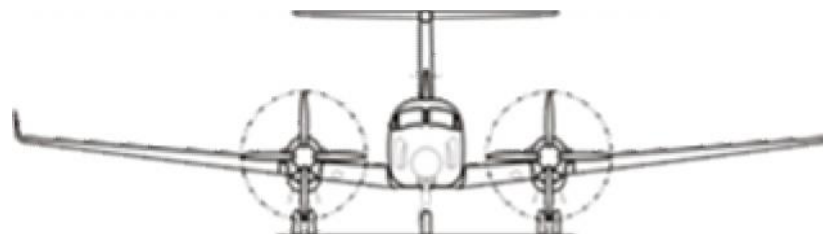
Temperature
Sensor



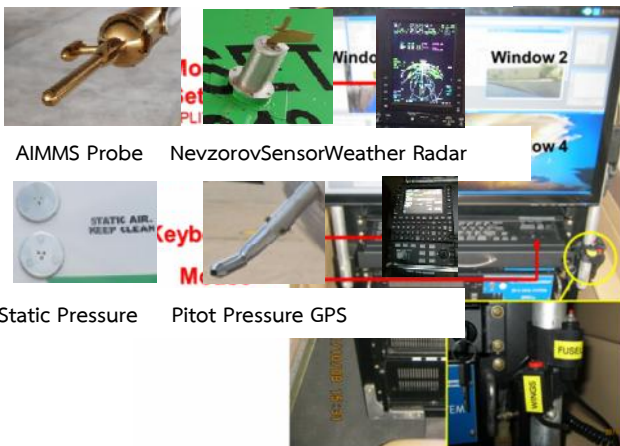
Dew Point
Hygrometer



Icing Sensor



๕. ระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูล



AIMMS Probe

Nevzorov Sensor

Weather Radar

Static Pressure

Pitot Pressure GPS

๔. ชุดสั่งการพลุสารฝนหลวง



28 VDC



Ejectable Flares System



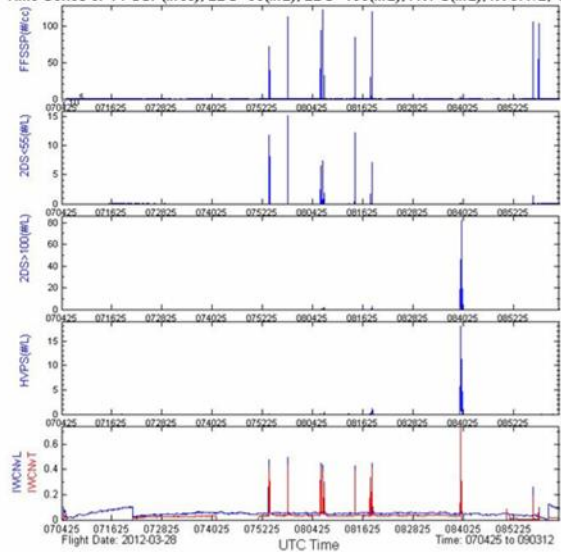
28 VDC



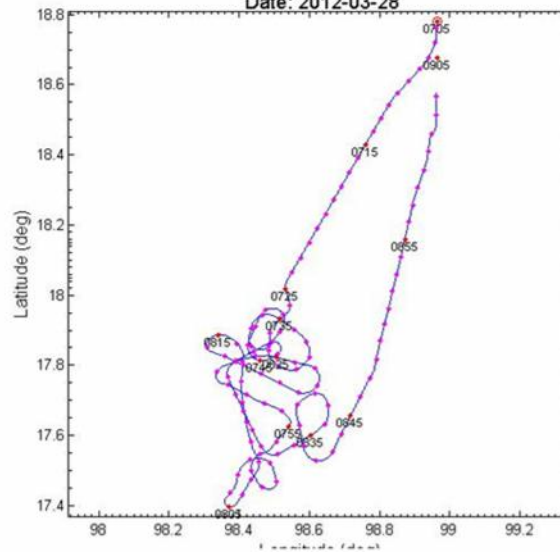
Hygroscopic Flares System

แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้

Time Series of FFSP(#/cc), 2DS<55(#/L), 2DS>100(#/L), HVPS(#/L), IWCNL, IWCNVT



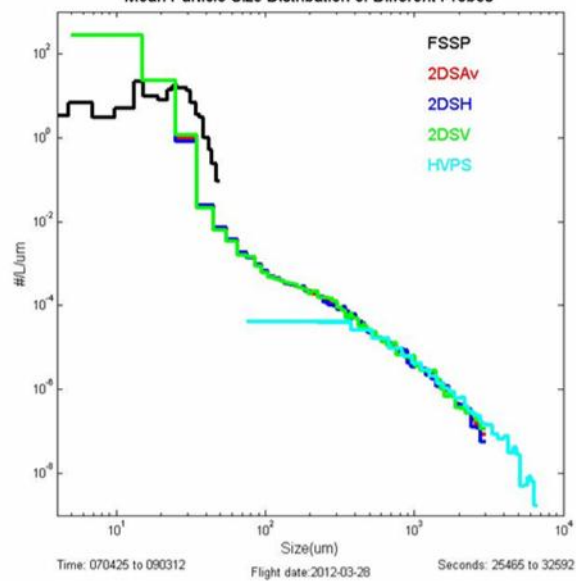
Zoomed Thailand KA Flight Track: Longitude Vs Latitude
Date: 2012-03-28



3/28/2012 083943-- 06395 Crystal, <----->200microns focus gt 20 and CutOff



Mean Particle Size Distribution of Different Probes



Composite Particle Probe Particle Size Distribution

