

ノルウェーの観測ロケットICI-4搭載 低エネルギー電子センサーLEP-ESAの開発

齋藤義文・横田勝一郎・浅村和史・竹島順平（宇宙研）

1. 概要

本研究は、極域カスプ領域に発生するプラズマ擾乱現象の観測を主目的としてノルウェーが打ち上げる観測ロケットICI-4に低エネルギー電子計測装置(LEP-ESA)を搭載し、現象の解明に本質的な高時間分解能データの取得を行うものである。このICI-4キャンペーンは日本、ノルウェー、フランス、カナダ、米国の5か国の国際協力により実施される。ロケットの打ち上げは平成26年10月に予定されている。観測装置の設計・製作は平成24年度に開始し、平成25年度には、低エネルギー荷電粒子計測器校正装置を用いて飛翔前の校正試験を実施した。ICI-4観測ロケットの打ち上げは平成25年度の冬の予定であったが、使用するのと同型のロケットモータに不具合が発生したことから打ち上げは平成26年度の10月に延期されることとなった。

2. 成果

低エネルギー電子計測器 (LEP-ESA) の設計・製作

平成24年度には、低エネルギー電子計測器 (LEP-ESA) について、電子回路部の設計・製作・調整、伸展機構を含むアナライザー部の設計・製作を実施した他、MCP及びASIC搭載型MCPアノードを含む検出器の製作、MCPアノードのパリレンによるコーティング、アナライザー部の硫化銅黒色化処理による耐紫外線処理を実施した。

図2-1に製作したアナライザー部の写真を示す。伸展機構を含むアナライザー部の設計は過去にICI-2, ICI-3観測ロケットに搭載したLEPの伸展機構、アナライザー部とほぼ同じであるが、後で述べる高圧電源の新規設計・製作に伴って、高圧電源基板を搭載するケース部分の設計を更新した他、これまでのICI-2, ICI-3搭載LEPから改良すべき次の2点について設計を変更した上で製作した。(1) 電子回路部LEP-Eとの接続ケーブルがロケットのノーズコーンと少し干渉していたため、コネクタの位置を変更した。(2) ICI-2, ICI-3搭載LEP伸展機構のギア部分が外部に露出していたためテープでこれを塞いでいたが、今回は金属製のふたを取り付けてより確実にホコリなどの侵入を防ぐことにした。

電子回路部LEP-Eの設計はICI-2, ICI-3に搭載したLEP-Eとほぼ同じであるが、LEP-E内部に搭載したFPGAの設計は、ICI-4のテレメトリフォーマットに合わせて更新した他、ICI-2, ICI-3で対応していなかったメジャーフレームとの同期、高圧掃引スピードの向上に伴う掃引制御ステップの増加に対応した設計に改良した。また、高圧電源は、従来NOZOMI衛星の際に開発したユニット型の高圧電源をICI-2, ICI-3 LEPでは使用して来たが、このタイプの高圧電源の製造が中止となったため、新たに基板供給型の高圧電源を設計・製作することにした。ICI-4 LEPでは、690マイクロ秒で1ステップ

の掃引を行うが、新規設計に伴って回路定数を見直すことにより、掃引速度の向上も実現した。図2-2に製作した電子回路部と、アナライザー部と電子回路部の間を接続するケーブルの写真を示す。



図2-1 製作した伸展機構を含むLEPアナライザー部の写真。

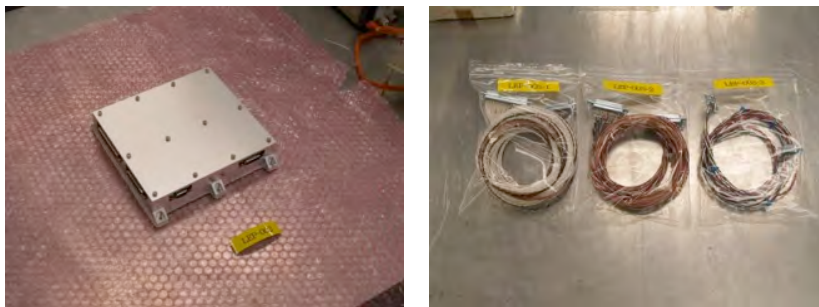


図2-2 製作した電子回路部と、アナライザー部（左）と電子回路部の間を接続するケーブル（右）の写真

図2-3に製作したMCP及びASIC搭載型MCPアノードを含む検出器の写真を示す。ASIC搭載型MCPアノードはICI-2, ICI-3搭載LEPでも使用したが、高電圧を表面と裏面の間に印加する必要があるため、MCPで増幅され電子を受ける部分以外は、パリレンでコーティングを行い高圧放電を防いでいる。

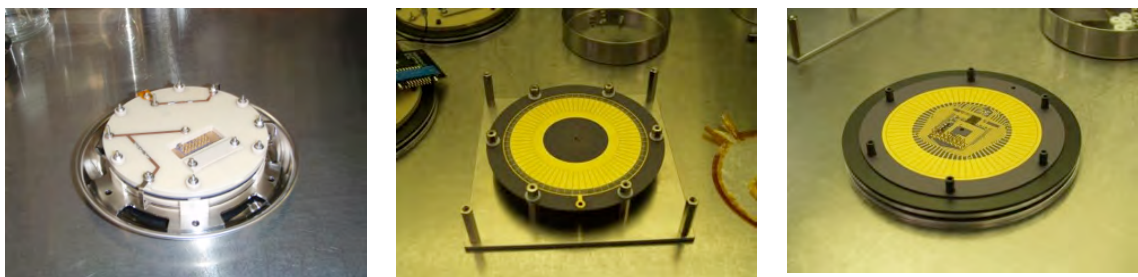


図2-3 製作したMCPアセンブリ（左）及びASIC搭載型MCPアノード（中央、右）の写真

低エネルギー電子計測器 (LEP-ESA) の校正試験

平成25年度には、製作したLEP-ESAの振動衝撃試験、熱サイクル試験などの環境試験を実施した他、「低エネルギー荷電粒子計測器校正装」を用いてLEP-ESAの校正試験を実施した。

図2-4に、校正試験の概要図を示すが、LEP-ESAのフライトモデルを真空槽中の回転台に設置し、イオンビームを様々な方向から入射することで観測装置LEP-ESAの搭載前校正試験を行った。

実験概要

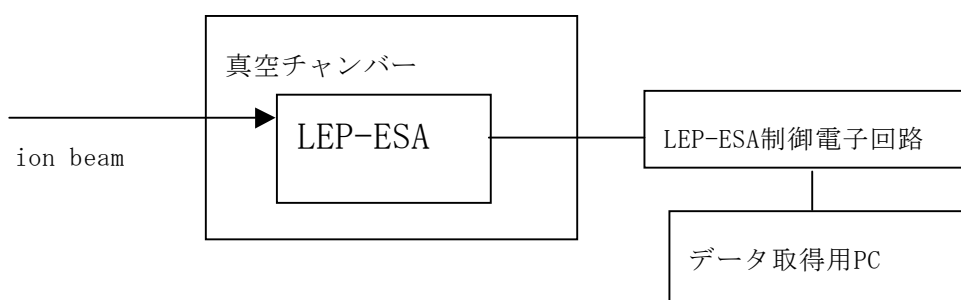


図2-4 LEP-ESAの校正試験の概要図

図2-5に、校正試験の様子を写した写真を示す。



図2-5 LEP-ESAの校正試験の様子。(左) LEP-ESAを回転台の上にセットし、写真の右方向からイオンビームを入射する。(中央) フィラメントを用いた簡易電子源をLEP-ESAの入射口近傍にセットした様子。(右) LEP-ESAの校正試験を行った低エネルギー荷電粒子計測器校正装置の様子。

校正試験の結果得られた、LEP-ESAのエネルギー入射角度特性を表すE- α 図の例を図2-6に示す。結果はほぼ設計通りであり、ICI-4観測ロケットの飛翔後は、校正試験結果を用いて、データの解析を実施する予定である。

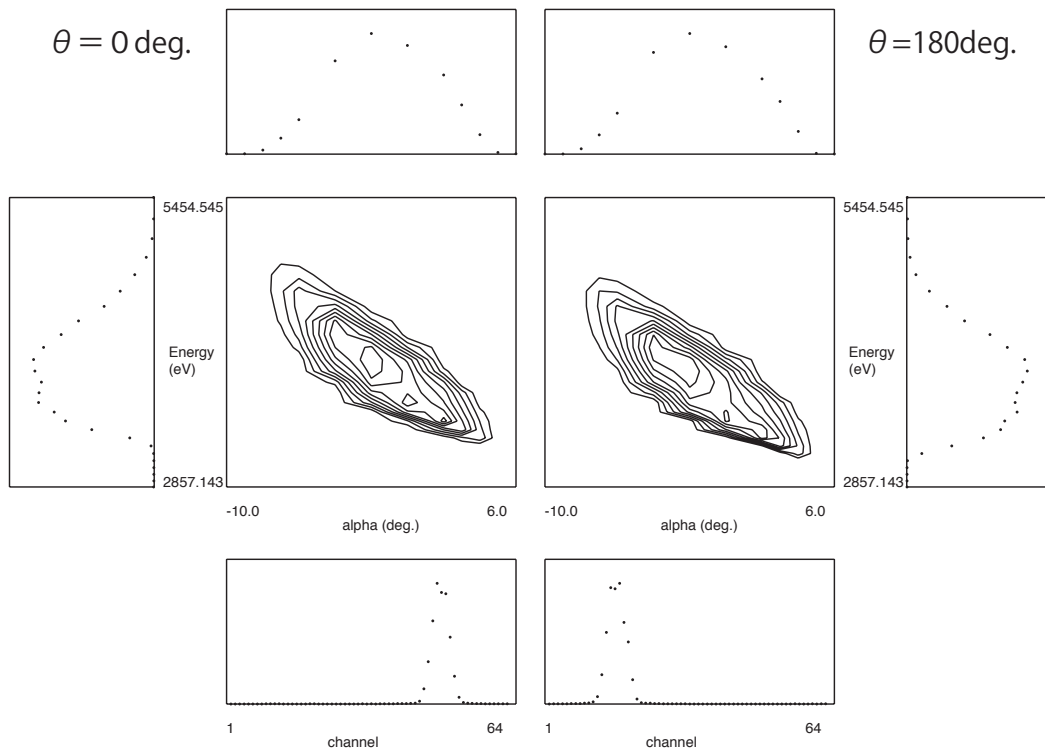


図2-6 LEP-ESAのエネルギー入射角度特性を表すE- α 図の例

3. 学会発表・発表論文 等

[1] 齋藤義文, 阿部琢美, 横田勝一郎, 竹島順平、ノルウェーの観測ロケット実験 ICI-4 への観測装置の搭載、第13回宇宙科学シンポジウム、P5-016、2013年1月8,9日、宇宙科学研究所(相模原市)

[2] 竹島 順平, 齋藤 義文, 横田 勝一郎, ICI-3 搭載 LEP-ESA による電離圏カスプ領域低エネルギー電子の観測、地球電磁気・地球惑星圏学会第132回講演会、2012年10月21日、札幌コンベンションセンター