

南極大陸無人磁力計ネットワーク観測

山岸 久雄 [1]; 門倉 昭 [1]; 高崎 聡子 [1]
[1] 極地研

Unmanned magnetometer network observation in Antarctica

Hisao Yamagishi[1]; Akira Kadokura[1]; Satoko Takasaki[1]
[1] NIPR

Upper Atmosphere Physics group of National Institute of Polar Research (NIPR) is planning to deploy unmanned magnetometer network in the surrounding area of Syowa Station during the International Polar Year period. The magnetometers will form a nested grid of ~70km spacing and a few hundred km spacing. This magnetometer network will be useful for the study of the relationship between different scale-size magnetic pulsations, field line resonances (FLRs), and ionospheric current systems.

Magnetometer to be used for this network are low power magnetometer (LPM) developed by British Antarctic Survey (BAS), and similar one with satellite data communication function developed by NIPR. They are hereafter referred to as BAS-LPM and NIPR-LPM, respectively. BAS-LPM can be operated at very low temperatures below 70, and to be used in the inland area of the Antarctic continent. On the other hand, NIPR-LPM can be operated at temperatures below 40, and to be used near the coastal area of the Antarctic continent.

BAS-LPM is designed to reduce the power consumption by intermittent operation of a flux-gate magnetometer. Sensitivity of the system is 1 nT and sampling interval can be selected from 1, 10 and 60s. Power consumption for these sampling intervals is 420, 80 and 50mW, respectively. Sampling interval of 60s is selected in winter months in which solar panel cannot be used.

In 2003, we deployed 3 sets of BAS-LPM in the surrounding area of Syowa Station to form a grid with 100 km spacing. We found small scale ionospheric current vortex at the onset of aurora substorm, and also found small scale feature of FLRs. These BAS-LPMs were moved to inland in 2004 along the traverse route between Syowa Station and Dome Fuji with an interval of 250~500 km, aiming at detecting larger scale phenomena.

NIPR-LPM adopts intermittent operation of the flux-gate magnetometer as well, and is specially designed to detect magnetic pulsations with increased sensitivity (0.2nT) and suppressed power consumption at higher sampling rate (190 and 120mW for 1 and 10s sampling). NIPR-LPM can transfer observed data to Japan via Iridium satellite telephone line. Power consumption for sending 1s sampling data for one day amounts to 800mW in daily average. Our operation plan of NIPR-LPM is as follows. During winter months in which solar panel cannot be used, sampling rate of 10s is selected, and the data are stored in a Compact Flash memory. The power consumption is 120mW. During summer months in which solar panel can be used, sampling interval of 1s is selected, and the daily data are transferred to Japan via Iridium satellite phone, together with the data recorded in winter months. The power consumption is 1W.

Data logging system of NIPR-LPM was tested in Antarctica for one year in 2006, and a good performance was confirmed. Two sets of NIPR-LPM were deployed at inland and coastal area in January, 2007 to form a grid of 70km spacing with Syowa Station. High quality data, enough for pulsation study, are transferred to Japan every day. We will extend NIPR-LPM network in geomagnetic EW direction along the coast line with 200~500km interval. They will form a large grid of a few hundred km spacing together with BAS-LPMs which were already deployed in inland in 2004.

国立極地研究所宙空圏研究グループは国際極年を中心とする期間に、南極昭和基地を中心とする地域に無人磁力計のネットワークを展開する予定である。ネットワークは地磁気座標の東西、及び南北方向に展開される70km程度の間隔のグリッドと数100km間隔のグリッドの二重構造を持ち、磁気圏・電離圏に発生する異なる空間スケールの現象の相互関係を研究することができる。具体的には大規模な電離層電流系と小規模な電離層電流渦の関係、異なる空間スケールの地磁気脈動、磁力線共鳴の関係などの研究が可能になる。

使用する無人磁力計は、英国南極調査所が開発した小電力磁力計 (BAS-LPM) と、国立極地研究所が開発した衛星通信機能付き小電力磁力計 (NIPR-LPM) であり、前者は - 70 度という低温での使用実績があるため、南極大陸の内陸部で、後者はまだ - 40 度までの使用実績しかないため、沿岸に近い領域で、それぞれ使用する予定である。

BAS-LPM はフラックスゲート磁力計を計測時のみ ON にする断続運転法によりシステムの低消費電力化を図っている。測定感度は 1nT、サンプリングは 1 秒、10 秒、60 秒から選択でき、消費電力はそれぞれ 420, 80, 50mW となる。太陽電池が使えない極夜期 (約 5 ヶ月間) は消費電力の少ない 60 秒サンプリングとし、400Ah の蓄電池のみで乗り切ることになる。

われわれの BAS-LPM の使用実績については、2003 年に昭和基地周辺で 100km グリッドの 4 点観測を行ない、オーロラサブストームの開始期に発生する電離層電流の小規模な渦構造や、磁力線共鳴の細かい空間構造を明らかにすることができた。BAS-LPM は 2004 年、昭和基地 (不変磁気緯度 66 度) からドームふじ観測拠点 (不変磁気緯度 70.8 度) に至る内陸ルート沿いに 250km ~ 500km の間隔で移設され、観測対象を空間スケール数 100km の現象に移すことにした。

NIPR-LPM は BAS-LPM と同様の断続運転法により低消費電力化を図っているが、地磁気脈動観測にも対応できるよう、測定感度を上げ (0.2nT)、早いサンプリングでも消費電力が増大しないよう設計した (1 秒、10 秒サンプリングの消費電力は 190, 120mW)。また、毎日の観測データをイリジウム衛星電話により、日本へ伝送できるようにした。この

伝送に要す電力は、1 秒値を送る場合、日平均値で 800m Wとなる。そこで NIPR-LPM の運用は以下のように行なうことにした。太陽電池が使えない極夜期の 5ヶ月間は 10 秒サンプリングでデータをメモリーに収録する（消費電力 120mW）。太陽電池が使える夏期は 1 秒サンプリングとし、日本へ毎日データ伝送を行うとともに、冬期に記録されたデータも併せて伝送する（消費電力は 1W）。

NIPR-LPM に使用される無人データ収集システムは 2006 年、南極大陸の内陸、標高 1300 mの地点と沿岸部において、通年にわたる VLF 波動観測に使用され、一部問題点はあったが、安定な動作が確認された。イリジウム衛星電話によるデータ伝送も順調であった。2007 年 1 月、NIPR-LPM は昭和基地から 70km 離れた内陸部と沿岸部に設置され、無人磁力計ネットワーク観測が開始された。初期データ解析によれば、経度方向に 70km しか離れていないにも係わらず、沿岸部でのみ観測される Pc4-5 帯の脈動が見つかり、沿岸効果を考慮する必要性を認識した。今後、NIPR-LPM を昭和基地から見て地磁気の東西方向となる沿岸部に 200 ~ 500km 間隔で展開し、内陸部に展開済みの BAS-LPM と併せ、数 100km 間隔の 2 次元グリッドを構成してゆく予定である。