磁力計開発のことなど

元　東京大学　國分　征

1979 年、OPEN（Origin of Plasma in the Earth's Neighborhood）計画が NASA で提案され、日本でも宇宙科学研究所の西田教授を中心に独自の衛星計画 OPEN-J の検討が始まった。　磁場計測について云えば、当時の日本では 0.1ｎＴ以下のノイズレベルを持つ探査機搭載磁力計を作る技術はなかったといってもよい。磁力計の開発をやらなければと、文献を集めてはいたが、机上で文献をひっくり返しているだけではすまなくなった。磁力計の開発を本格的に始めることにはしたものの予算は殆どなく、メーカーに掛け合ってもある程度の予算がないと取り合ってもくれない。とにかく新しいセンサー素子リングコアを手にいれる算段をして、一から自分で実験することから始めた。この実験をしていて、私の部屋の一つの机が、実験用の機器や部品で散らかっていた時期のことであるが、宇宙研に来ていた UCLA の Bob McPherron が研究室に来たとき部屋へ入るなり彼が発した最初の言葉は、”You are a vanishing species” だった。半田鑓を握り、シンクロスコープを睨んでいる研究者はアメリカにはほとんどいないという意味だったのだろう。因みに、彼が所属する IGPP には、磁力計関連の技術者が少なくとも３人はいた。地上用磁力計は、２～３年で実用化できた。その頃手作りした磁力計は、小口教授が主導した北極上多点観測で使われた。

衛星には、当然のことだが、手作りの機器を搭載することはできないので、機器担当メーカーを育てることから始めなければならなかった。1980 年ごろまでの宇宙科学研究所のロケットあるいは衛星に搭載された磁力計（おもに地磁気姿勢計として使用された）の製作メーカーは、ある測量器メーカーだった。このメーカーが、宇宙研究所の仕事から手を引くことになり、磁力計を何処で作るかが問題になっていた。結果としては、搭載計器を長く手掛けてきた明星電気が担当メーカーになり、私がコンサルタント的な役をすることになった。最初に手掛けたのは、ロケットあるいは低軌道衛星用の姿勢計であったが、小型化をはかるため 2cm 径のリングコアを使った純国産センサーを開発した。後に、ETS-VI などの宇宙開発事業団の衛星に搭載された磁力計は、この姿勢計に手を加えたものである。

私が直接関わった衛星は、「あけぼの」と「GEOTAIL」だが、基礎的な実験はひととおり自分でやった。リングコアの励振については、幾つかの回路を試してみたが、最終的には、M. Acuña が外惑星ミッションのために開発し、NASA のほとんど搭載磁力計に使われている LC を用いた回路に落ち着いた。また、磁力計の全体構成は、基本的には NASA の磁力計と変わらないものになった。「GEOTAIL」には宇宙研と NASA の 2 台の磁力計が搭載されているが、このテストの時に、Acuña が我々のアナログ部基板を見て開口一番、”deluxe”と云った。実際、彼らの回路構成は、経験と実績を反映していて、いわば枯れたという表現が相応しいシンプルな回路構成である。これに対して、我々の回路は安全性を重視した設計になっていたからである。Acuña についていえば、山本達人君(故人)が NASA に行く際に最初は R. Lepping を contact person として交渉していたが、実際に動いてくれたのは Acuña だった。

今だから言えることだが、フライトモデル製作後に回路変更をした。磁力計アナログ部

に温度特性を重要視しスルーレートの小さいオペアンプを使っていたため、最終段にスイッチングパルスのノイズが残り、AD 変換時に時に不規則なノイズが発生することが最終テスト段階でわかった。この現象は、「あけぼの」磁力計の運用時に出ていたようだったが、0.1nT 以下のノイズレベルが要求される「GEOTAIL」の場合は、無視できるレベルではなかった。ノイズ除去のためフィルター用オペアンプを追加し、ポッティングして固めた。

「ＧＥＯＴＡＩＬ」磁力計製作の後、次のミッションへの備えとして、基本回路のハイブリッド IC 化を計画した。最初の試作では、パルス回路とアナログ回路の干渉が出て、テスト結果はよくなかったが、その後、山本君が改良を加え使用に耐えるものができた。このハイブリッド IC は、彼が担当した「のぞみ」の磁力計に組み込まれ、彼の遺影とともに火星に向かった。また、リングコアの励振部も彼の指導で平衡型に改良され、衛星搭載用フラックスゲート磁力計としては、技術的にほぼ完成に近いものなった。この技術は、「かぐや」、水星ミッションの「MMO」や「ERG」に引き継がれている。また、山本君についていえば、L. Frank からの要請で、磁場データへのアクセス情報を送ったところ、これが他へも流れ目先の利く研究者が早速のデータを使い、速報的な論文を書いたと連絡をよこしたことがあった。何から何までこなさなければならず論文を書くまでには至らないような状況の頃で、山本君共々あまり愉快ではない思いをしたこともあったが、ハードウェアの面だけではなくデータベースの構築・公開に対する彼の貢献は計り知れない。

残念ながら、衛星観測分野のリーダとしての将来を期待されながら、山本君は若くして逝ってしまった。この小文を終えるにあたり、改めて早逝した山本君のご冥福を祈りたい。

QL データの検討　山本、國分