

## 宇宙電磁環境モニターに関するアナログ集積回路の開発・研究

## Study on the development of analog integrated circuits for the space electromagnetic environment monitor

松本 陽史 [1]; 今久保 洋 [1]; 齋藤 悠人 [2]; # 小嶋 浩嗣 [1]; 上田 義勝 [3]; 臼井 英之 [2]; 山川 宏 [4]  
Takashi Matsumoto[1]; Hiroshi Imakubo[1]; Yuto Saito[2]; # Hirotsugu Kojima[1]; Yoshikatsu Ueda[3]; Hideyuki Usui[2]; Hiroshi Yamakawa[4]

[1] 京大・RISH; [2] 京大・生存圏; [3] 京大・RISH; [4] 京大・生存圏研

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] RISH, Kyoto Univ.

宇宙における人類の大規模な活動が展開されるようになると、そこに人間活動があるからこそ発生するような宇宙環境の乱れが生じることが予測される。その乱れは電磁場の乱れとして観測される。例えば宇宙ステーションのような宇宙空間に浮かぶ大規模な建造物が周辺のプラズマと相互作用を起こすことが予想される。このため、「人類が宇宙空間で活動を展開することによって発生する電磁環境の乱れを、電波を受信することによって手軽に、定期的にモニターすることができる装置」の開発が必要となる。電波の受信には従来の科学衛星に搭載されているプラズマ波動受信機が利用できる。しかしながらこのプラズマ波動受信機は「手軽」に扱える代物ではない。すなわちモニター装置に求められるのは、衛星のような複雑なシステムではなく、スイッチを入れさえすれば勝手にモニターを開始でき、機械的に「軽くて丈夫」であり、「扱いが簡単」であるということである。

そこで我々は、このような手軽に扱えて、安価に製造できる小型宇宙電磁環境モニターの開発を行っている。このモニター装置の実現にむけての検討項目は数多くあり、現在そのいくつかの検討項目について当研究グループで検討・開発を行っている。

そのひとつが、ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 技術を用いたアナログ回路の設計である。ASIC 技術を用いることにより、小型・軽量化が実現できる。また、回路の縮小によってこれまでとは異なったシステムの構築が可能となることが予想される。しかしながら、ASIC化による問題点も看過できない。ASIC化により、ノイズ、クロストークなど影響の増大が考えられ、回路構成の困難さも考えられる。さらには、ICチップの製造ばらつきの問題などがある。これらの問題のある程度はシミュレーションでも調査できるが、実際に作って測定する必要がある。

こうした背景より、我々はモニター装置のアナログ部のいくつかの回路の設計を行った。そのひとつが、アナログ回路のインターフェースである差動アンプである。この初段の差動アンプはコモンモードノイズ除去を目的として置かれる為、低ノイズ、高CMRRといった性能が要求される。そこで、完全差動型の差動アンプの設計を行い、その性能をシミュレーションと実測において確認した。シミュレーションにおいては、 $100\text{nV}/(\text{Hz})^{1/2}$  at 100Hz、 $30\text{nV}/(\text{Hz})^{1/2}$  at  $f > 1\text{kHz}$  といった低い入力換算ノイズレベルが実現できたが、実測においては、 $300\text{nV}/(\text{Hz})^{1/2}$  at 100 Hz、 $100\text{nV}/(\text{Hz})^{1/2}$  at  $f > 1\text{kHz}$  にとどまった。CMRRについては、実測において、75dB 以上 at  $f < 100\text{kHz}$  といった高CMRRの実現に成功している。また、ADコンバータについては、フラッシュ型のADコンバータの設計を行い、その面積、及び精度についての調査を行った。

本発表では、これら設計を行った回路のシミュレーション及び実測結果について、また、これらの結果からモニター装置のアナログ部への提案を行う。