

## 論文要旨

太陽系惑星は、惑星のもつ固有磁場の強さとプラズマの組成、自転運動によりそれぞれ特徴的な磁気圏を形成している。地球の場合、太陽風の影響を受け、磁気圏に蓄えられたエネルギーが解放されることで、オーロラの出現や磁気嵐・電離圏擾乱を引き起こす。このような自然現象は、長年、地球物理学者の興味をひきつけている。木星や土星は、地球よりもかなり強い固有磁場を持ち、惑星の自転速度が速いことも伴い、惑星近傍まで太陽風の影響は届かない。磁気圏プラズマが自転運動に近い角速度で共回転する領域がある（内部磁気圏）。木星の内部磁気圏を満たすプラズマの起源は衛星イオの火山にあり、硫黄、酸素やナトリウムを含む火山ガスが、電子衝突などを経てプラズマとなる。このプラズマが木星の固有磁場に捉えられ、磁場とともに惑星の周辺を自転し、イオの公転軌道に沿ってドーナツ状に分布する。このように惑星の磁気圏・大気圏に起こる機序を理解することは、地球環境がいかに特別なものかを理解させてくれる。さらに、太陽系や系外惑星系の形成・誕生・進化の理解にもつながるであろう。

磁気圏・大気圏に存在するイオンや原子は極端紫外線波長域に輝線を持つものが多いため（例えば、水素：1216 Å、酸素イオン：834 Å、ヘリウムイオン：304 Å、硫黄イオン：765 Å）、磁気圏・大気圏の大局的な描像を知るには、この極端紫外線（100～1000 Å）の波長領域によるリモートセンシングが有効である（Nakamura et al. 1999; Yoshikawa et al. 2008; Yamazaki et al. 2002）。極端紫外線（EUV）は地球の大気（主に酸素分子）に吸収され、地上までは届かないため、宇宙からの観測が必須である。観測が長期間に至ると、観測装置の性能劣化が顕著となり、観測データの解釈にあいまいさを与える。従って、衛星を打ち上げる前の性能較正值を使い、長期に渡る観測データを解釈するには限界があり、宇宙空間を飛翔するうちに観測装置の再較正が必要である。宇宙で観測装置を較正するには、光量が比較的安定している恒星の光を使うのが常套であるが、EUV 波長域（100～1000 Å）では困難である。恒星から放たれた EUV（100～1000 Å）は星間物質（主に水素原子）を電離し、エネルギーを失う。そのために地球から 100 パーセク以上離れた恒星からの光はその 10% も地球に届かない。近傍にある恒星を使い、観測装置の性能較正をするのは、星の数が限られるため難しい。また、較正の度に、観測衛星の視野を恒星に向けることは衛星の運用に大きな制約を与えるため、定期的な較正は難しい。そこで解決策として考えているのは小型較正用光源を衛星に搭載することである。他の波長域ではこのような試みは実現している。INTEGRAL 衛星では  $\gamma$  線観測器のために放射性同位体  $^{22}\text{Na}$ 、Astro-E2 衛星では X 線観測器のために  $^{55}\text{Fe}$ 、Cassini 衛星可視光と赤外線観測器では IR flood lamp が参照光源として搭載され、機上での感度較正の供している。参照光源を用いて機上で感度を較正するのは有効な手段である。

Inductively Couple は、コイルに高周波電圧を印可して発生した誘導電場を用いて、非接触にエネルギーを伝達する方法である。IC 法を用いれば、容器に封じた気体に非接触でエネルギーを伝達させ、気体を電離・発光させることができる。IC 法を用いて生成した Inductively Couple plasma の発光・を利用した ICP 光源は、小型・軽量化で

きる可能性が高く、将来、人工衛星に搭載する較正用光源として期待している。本研究では従来の ICP 生成装置に改良を加え、Resonance 社が設計した高周波発生・増幅・放出が一体化した回路を起点として、小型 ICP 光源を試作し、性能向上の手法を探索することを目的とする。

ICP 光源の発光強度を向上するために、ICP の特性を調べた。シグナルジェネレータから高周波信号を出し、アンプによって増幅した信号をコイルに印加し、外界に電磁波としてエネルギーを放出するというシステムを使った。シグナルジェネレータの設定出力、測定したアンプの増幅率とコイルの反射損失を使って、外界に放出する電力を求めることができる。ネオンガスを封じたガラス管を用いて実験し、ICP 光源から光を得る場合、周波数や高周波電力が発光の強さを左右する結果が得られた。高周波電力と発光強さが比例関係にあることを確認した。更に、10~105MHz の範囲では、測定上限である 105MHz が点灯するための電力が最小になることが解った。

上記の実験装置は高周波電力を自由に調整でき、定量的な実験に向いているが、シグナルジェネレータのサイズが大きいため、観測衛星に搭載することが難しい。ここでは、トランジスタの増幅機能を使えば、高周波発生・増幅・放出が一体化した回路を組むことができ、ICP 光源の小型・軽量化が可能である。本研究では、小型 ICP 光源の性能を大きく左右するトランジスタの性能改良手法を提案し、実測した。トランジスタの増幅機能を利用するとき、動作点というパラメータは増幅率に大きく影響する。回路方程式を解くことで各抵抗値とコレクタ電流の関係を計算し、抵抗値の組み合わせを変えることで動作点を移動させることができる。一般的に入手しやすい安価なトランジスタ 2sc5706 を使って出力高周波電力とトランジスタの動作点との関係を測定した。測定結果から、出力を向上するような動作点の移動手法を確認した。測定範囲内では、動作点を移動することで出力を増大させることができることが解った。例えば、Resonance 社の設計を上記のように変更すると最大で 2.7 倍の出力が得られる。動作点を移動させることでトランジスタ性能を向上するという手法は有効であることが解った。