

## 宇宙空間(例えば太陽系)はどんな環境？

宇宙空間(惑星間空間)は、「無(真空)」の環境ではありません

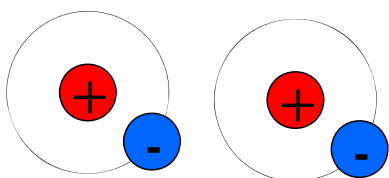
そこは希薄な**プラズマ**に満たされた世界です。

## プラズマとは？

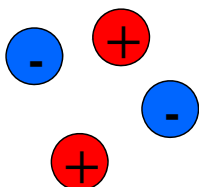
原子が、プラスイオンと電子に、ばらばらになって、自由に運動している状態のことです。

固体・液体・気体に対して、第4の物質状態と呼ばれます。

## プラズマ状態のイメージ



通常の原子状態  
原子核(イオン)のまわりを  
電子がまわっている



プラズマの状態  
イオンと電子が  
ばらばらになっている

## あなたのまわりのプラズマ

プラズマディスプレイ  
蛍光灯  
雷  
半導体(電子回路に用いる)

## 宇宙のプラズマ源

太陽

太陽の大気流出

## 代表的な宇宙プラズマ

太陽風プラズマ

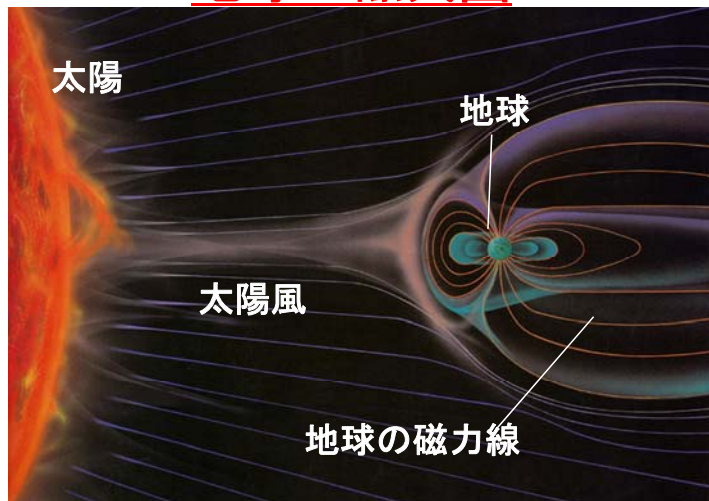
惑星の大気

太陽紫外線による電離

電離層プラズマ

特に太陽風プラズマは、地球の磁場に作用して、彗星の尾のような構造をつくっています

## 地球の磁気圏

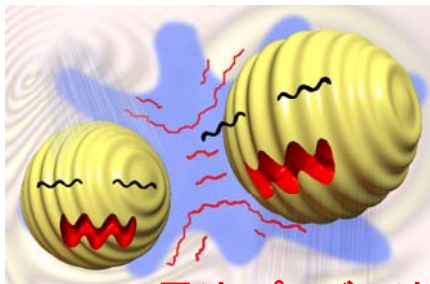


このように、宇宙空間の様子は、プラズマによって支配されています。

地球上では、中性の大気で環境が決まりますが、宇宙では電気を帯びたプラズマ大気で環境が決まります。

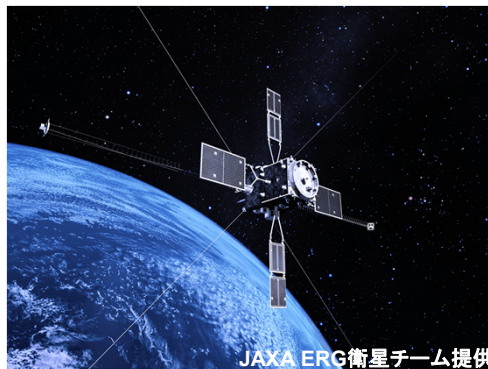
人間が宇宙を活用していく時、このプラズマに支配される環境を熟知しておくことが重要です。

## 宇宙プラズマはぶつからない



ぶつからないが、**電波(プラズマ波動と呼びます)**を放射したり吸収したりしてエネルギーを交換。つまり電波を測ることで、そこで起きている物理現象がわかったり、温度や濃さ(密度)などの環境がわかるのです。

## 科学衛星による電波観測

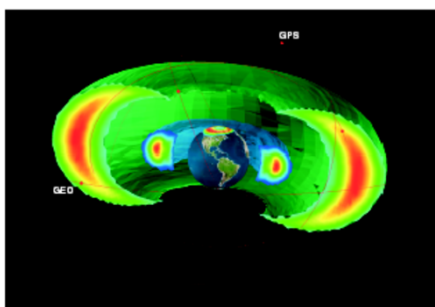


JAXA ERG衛星チーム提供

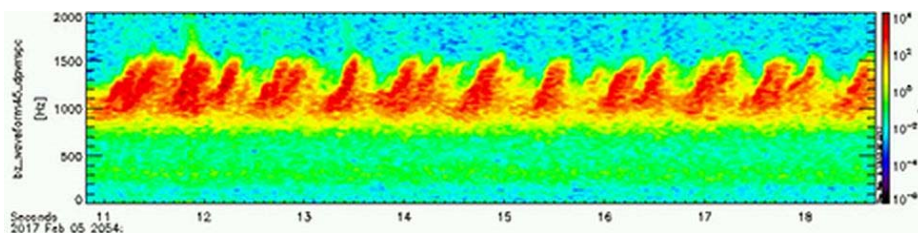
京都大学では我が国の宇宙観測黎明期から、科学衛星による宇宙空間の電波観測を行っています。図は2016年に打ち上げられた「あらせ衛星」です。私達は電波を観測する測定器を搭載しています。

プラズマ波動の役割: プラズマ波動で高いエネルギーの電子を「増やす」、「減らす」

## 地球の放射線帯(ヴァンアレン帯)



地球をとりまく放射線帯。地球近傍の内帯とその外側にある外帯に分かれている(NASA TM 2002 211613)



地球放射線帯の高いエネルギー電子をつくっていると考えられているプラズマ波動(Arase衛星の観測)

音にすると「ピューピュー」という音になるため、「コーラスエミッション」と呼ばれます。

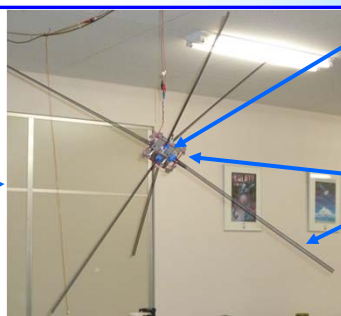
**宇宙の声を聞いてみよう。地球の放射線帯を産み出すプラズマ波動「コーラスエミッション」の音を聞いてみよう！！**

プラズマ波動の観測ハードウェア: プラズマ波動チップを組み込んだ

## 小型センサーによる多点観測実現へ



科学衛星では不可能な多点同時観測(イメージ) 宇宙空間に小型センサーを多数配置して同時観測を行います。



- 11cm角の本体に下記を内蔵
- プラズマ波動観測チップ
- 小型無線器
- バッテリー
- センサー
- ループアンテナ
- CFRP自己展開電界アンテナ

計測データは無線により近傍ステーションへ伝送

小型プラズマ波動計測センサー

**プラズマ波動を観測する小型センサープロボの実物を体験してみよう！！**