

プラズマとは何か

プラズマ工学の序章

湯上 登

(yugami@cc.utsunomiya-u.ac.jp)

宇都宮大学 工学部

電気電子工学科

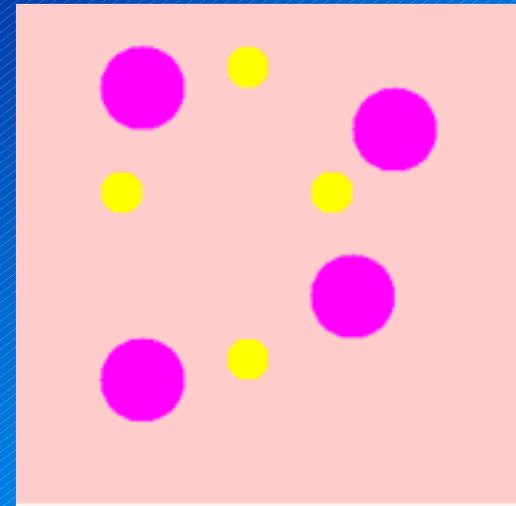


はじめに

- プラズマ工学は、プラズマ物理学の知識を用いて、工学的に応用することを学ぶ。
- プラズマ物理学は、**電磁気学**、**力学**、**数学**を基礎としている。
- 関係が深い科目としては、「電磁気学I,II,III」、「電磁エネルギー工学」(3年後期)。

プラズマとは何か？

- 原子から電子が分かれて、バラバラになった状態
- 宇宙の99%は、プラズマ状態にある。
- 地球は、残りの1%の場所
 - 宇宙規模では、非常に珍しい場所と言える。
- オーロラ、蛍光灯、炎、太陽 は、プラズマ。



プラズマは何に使われているか

- 学術的研究対象

- 核融合

- 天体、宇宙、オーロラ

- レーザー加速器、テラヘルツ電磁波発生

- 産業的応用

- 半導体製造、薄膜作製

- 半導体製造光源

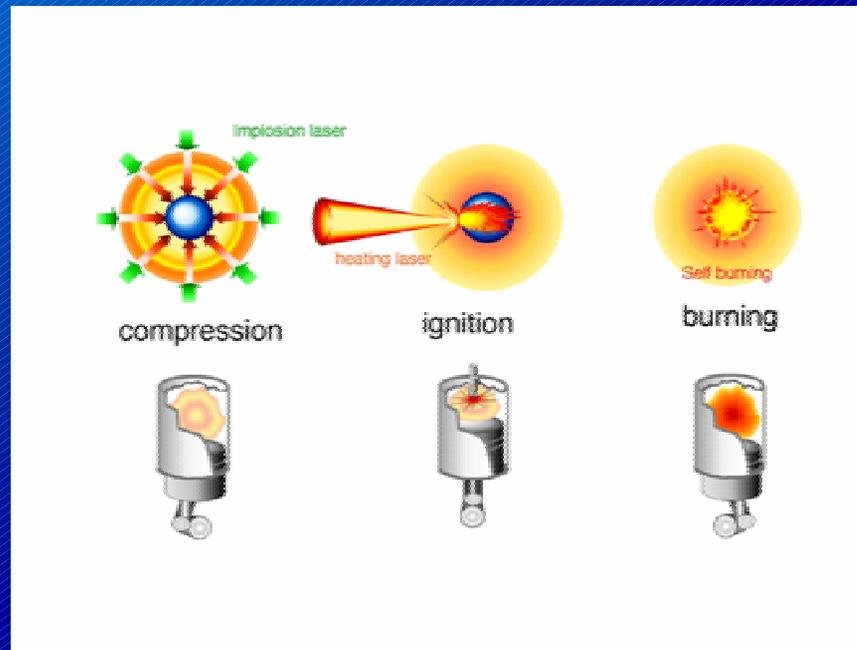
- プラズマディスプレイ

核融合研究(磁場核融合; JT-60)



核融合研究(レーザー核融合; GXII)

小さな核融合燃料の周りから強力なレーザー光線を照射して、核融合反応を実現する

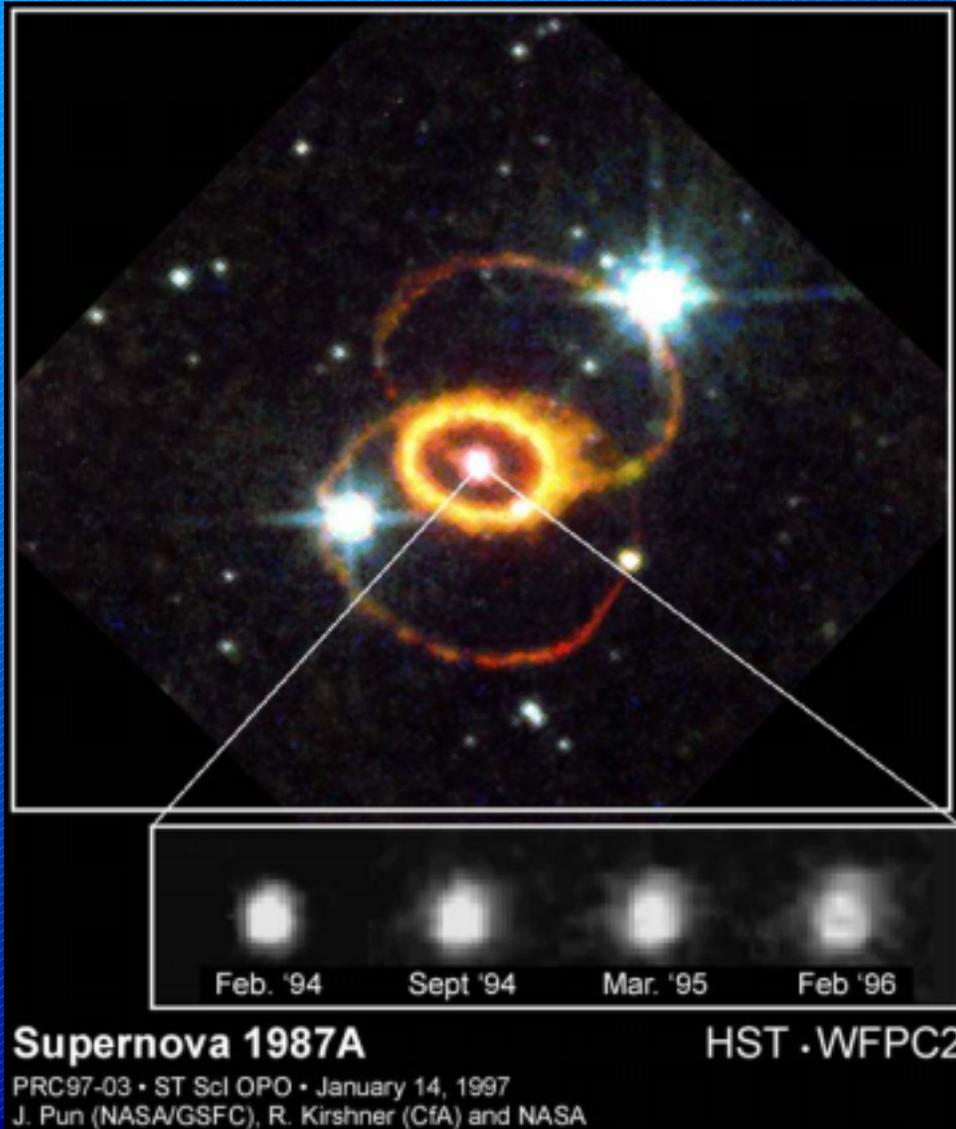


オーロラ



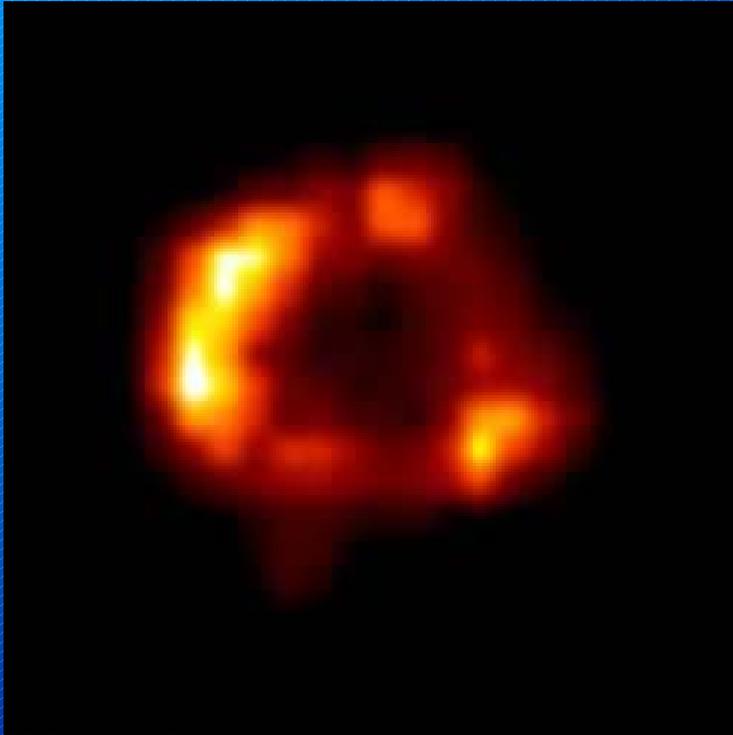
太陽からの飛んできた電子が磁力線にまきついて極地上空に降り注ぐ。そのとき、空気（窒素や酸素分子）と衝突・電離し、発光する。これもプラズマ。

超新星 1987A



1987年に発見された超新星1987A。
地球から16万光年離れた大マゼラン星雲にある。
3つのリングが見える。
毎秒数100kmで、進んでいる。

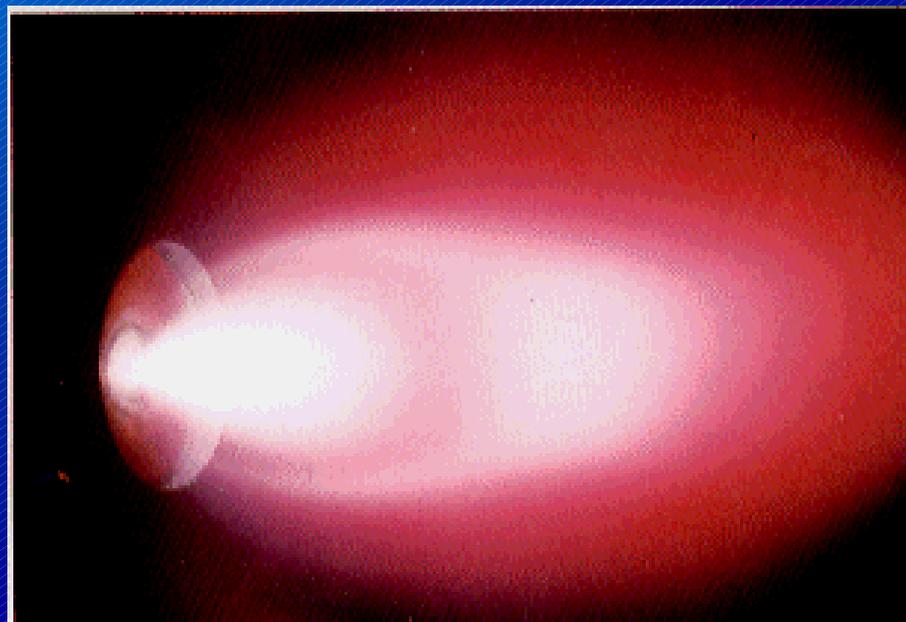
超新星1987A



X線で見たリング。衝突によって、高温となり所々でX線が発生している。

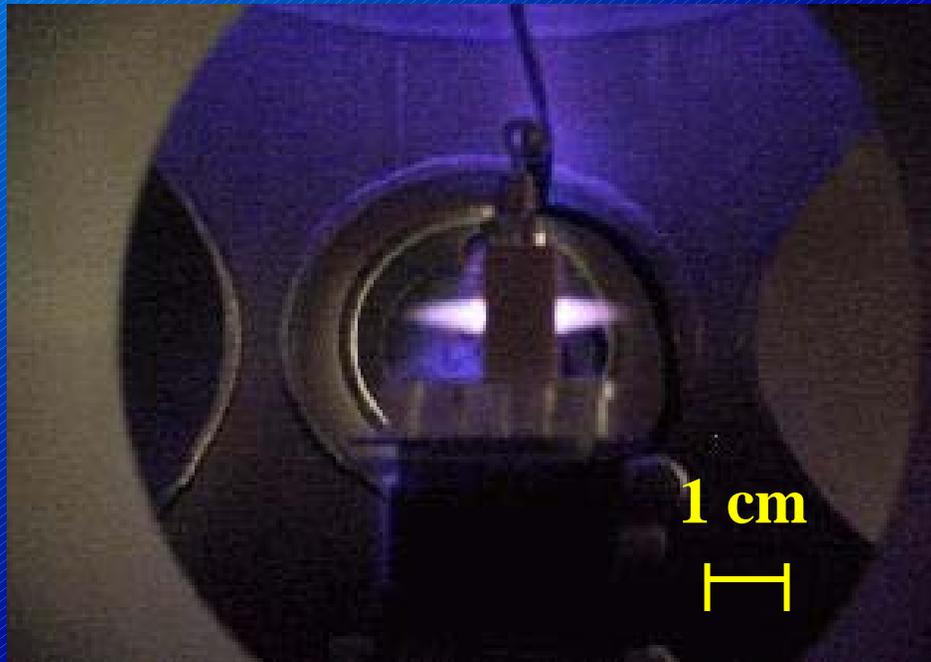
半導体などの製造

現在の半導体製造には、プラズマは欠かせない。
写真は、ダイヤモンド合成のためのプラズマジェット



アルゴン放電プラズマ

電極間に30kVの電圧を印加し、放電させている。
紫色は、アルゴンプラズマからの発光



プラズマを作って、さわりたい。

- プラズマを作りたい。
 - エネルギーを与えて、温度を上げればいいのです。
(通常は、放電を使います。)
 - 水なら、氷、水、水蒸気、そしてプラズマにします。

- 温度は？
 - 通常、1万度以上の温度が必要です。
 - 残念ながら、触れません。

どんな性質があるのか？

- 役者は、イオンと電子です。
 - 質量の小さい電子が主役です。いろいろ動き回って、役割を演じます。質量の大きいイオンは、通常止まっていて、電子のマイナス電荷を打ち消すだけです
- イオンと電子の質量
 - 一番軽い水素イオンでも、電子の質量の1800倍あります。これは、体重200kgの小錦の周りを100gのボールが飛んでいるようなものです。
- 一個、一個の電子やイオンが作る電場。
- 電子やイオンが運動することによる電流。それが作る磁場。
- それらの集団運動が問題を複雑にしている

プラズマを制御するには、プラズマを知る必要がある(この講義の内容)

- プラズマの特徴

- ✓ 普通の物質と何が違うのか？

- プラズマの中では何が起きているのか

- ✓ コントロールできるのか？

- 電磁波がプラズマと出会ったら

- ✓ 反射？ 透過？ 吸収(減衰)？

この講義では

- プラズマ物理が理解できるように、数学や物理の復習を含んで講義します
- 教科書は使いませんが、「プラズマ物理入門」F.Chen著内田岱二郎訳(丸善)に沿って講義します
- プラズマ物理をイメージできるように講義します

この講義の注意点

•携帯電話禁止

鳴ったら、即時退出

•私語禁止

•飲食禁止

•出席を取ります

成績には無関係

•宿題、レポートの提出を求めます

成績に関係

インターネット・サポートページ

<http://www.cc.utsunomiya-u.ac.jp/~yugami/plasma/>

プリント配布、質問の受け付けなど