

核融合研究の最前線

吉田善章

(新領域創成科学研究科)

- 核融合エネルギーとは
- エネルギー利用への道
- 科学としての核融合 = プラズマ宇宙物理
- 東大の挑戦

核融合エネルギーとは

- 物質の状態変化 エネルギー
 分子(電子)の状態変化 化学エネルギー
 原子核の状態変化 核エネルギー
- エネルギー発生のおマクロな仕組みは？
 太陽のエネルギー発生メカニズム
 安定的な核反応が持続されるための「構造」
 プラズマ物理学

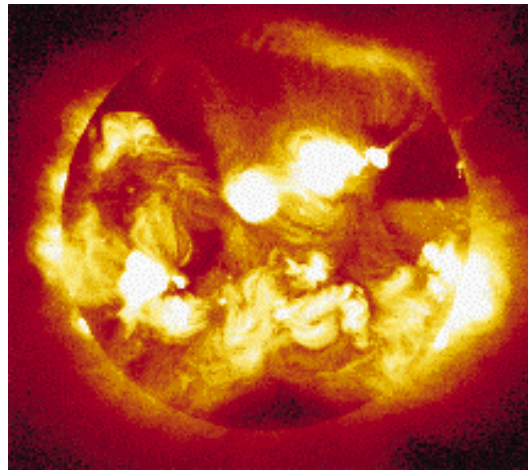
核融合のミクロ～マクロ

ミクロの科学



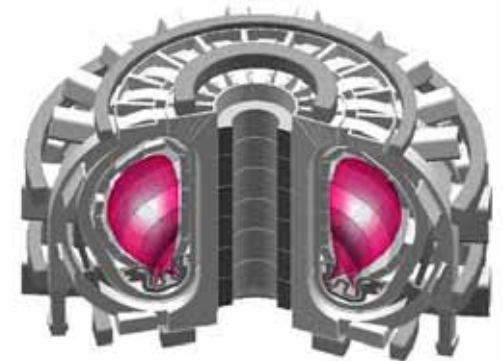
マクロの科学

構造, 循環, 進化...



太陽観測衛星「ようこう」
(宇宙科学研究所)

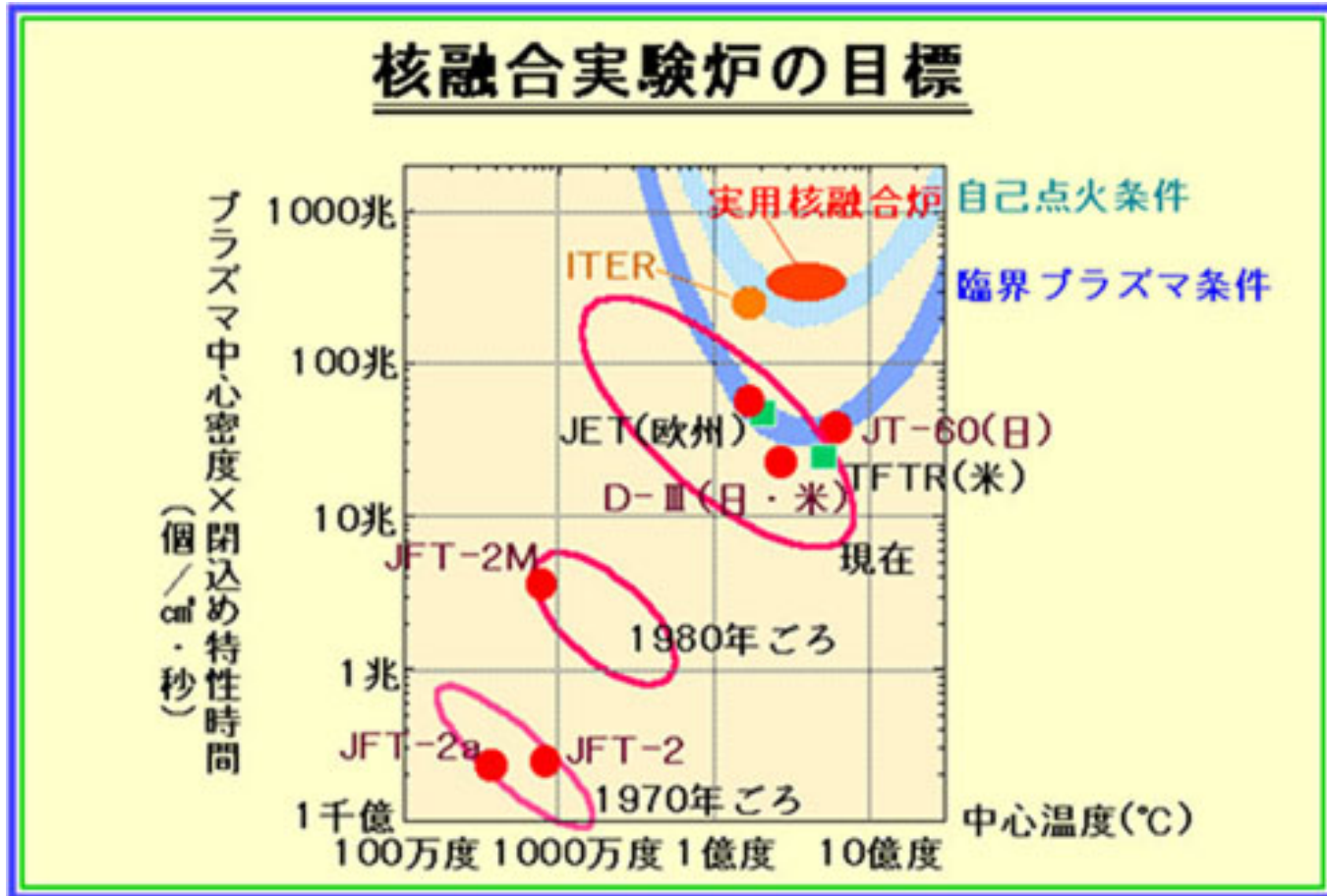
エネルギーシステム



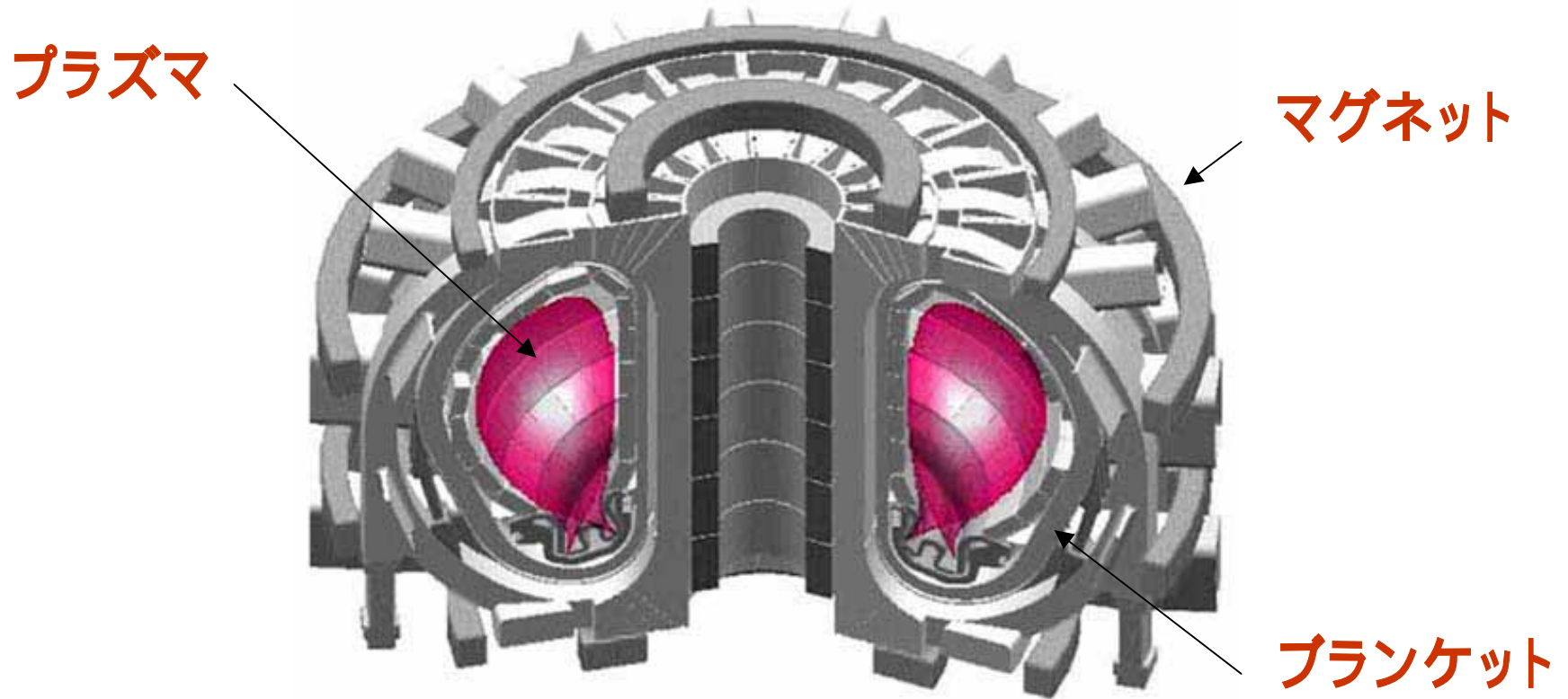
エネルギー利用への道

- 核融合反応が「着火」する条件
- 核融合反応が安定的に持続される条件
- 正味のエネルギーが「生産」される条件
- プラントが安全に運転される条件
- プラントが経済性をもつ条件

核燃焼の条件

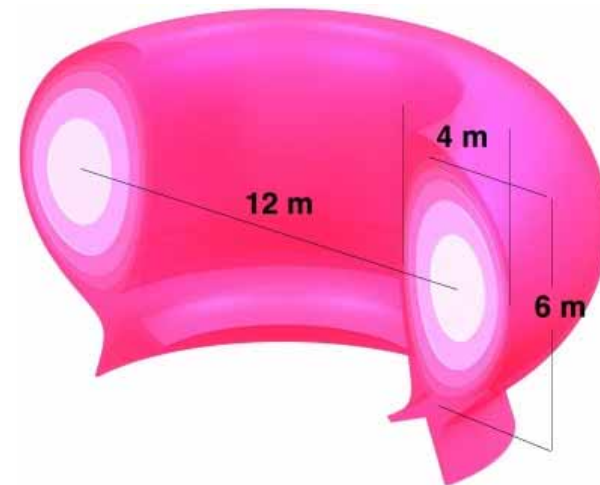
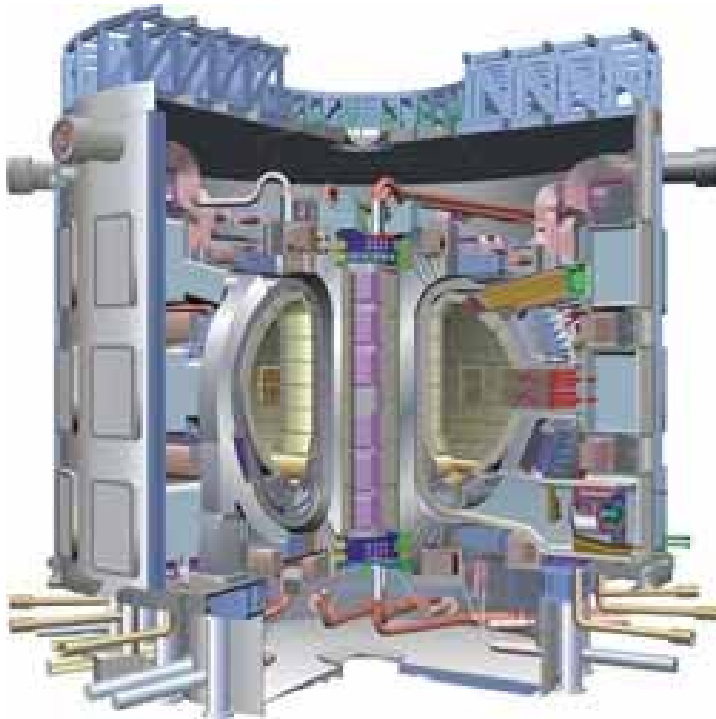


核融合炉の構造



トカマク (tokamak)

開発研究の最前線 (ITER)

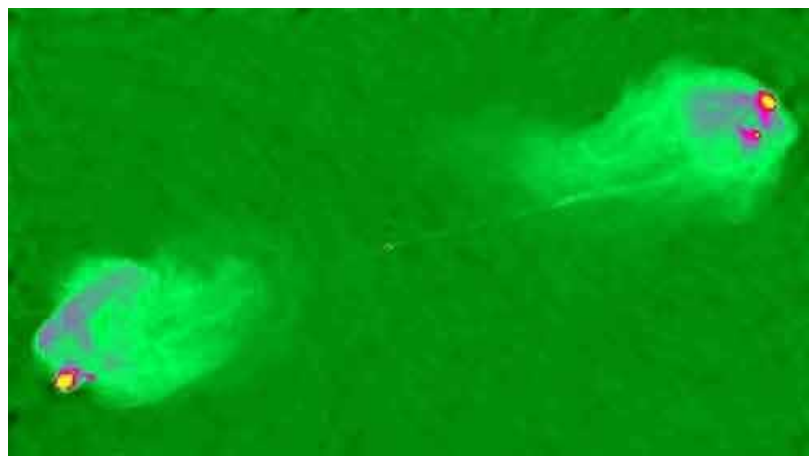


Plasma current = 15MA

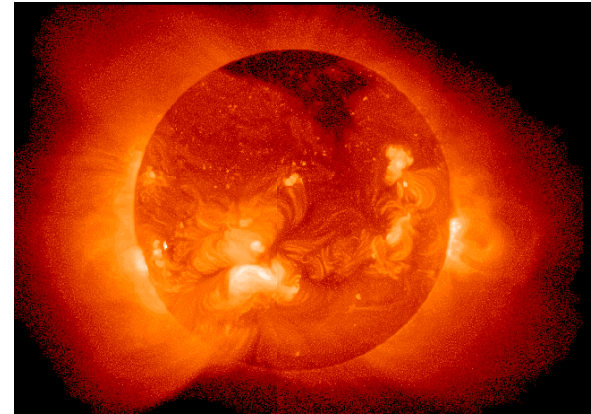
Fusion power = 500MW × 400sec

科学としてのプラズマ・核融合

- 核融合は宇宙のプロセス
- 宇宙の物質の存在形態 = プラズマ
- プラズマ宇宙物理



太陽とは



- 質量は地球の33万倍，半径は100倍．
- 中心部は1000万度，密度は 100g/cm^3 ．
- $3.8 \times 10^{26}\text{W}$ の核融合炉．
- 自己重力が核融合の熱(圧力)とバランス．
- エネルギーと共にプラズマ(太陽風)を放出．

科学の発展

未知の領域の探求 常識を打ち破る発見

- 宇宙へ

17世紀 ガリレイ, コペルニクス, ケプラー, ニュートン

- ミクロへ

20世紀 量子論

- 複雑性へ

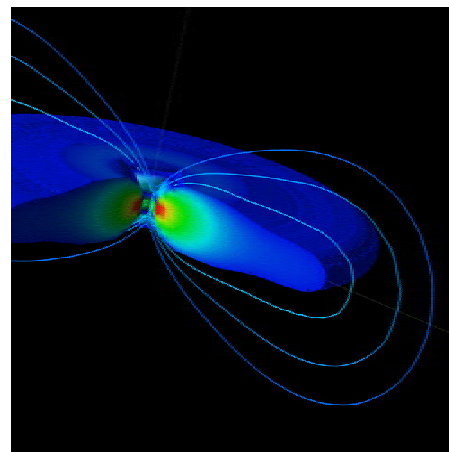
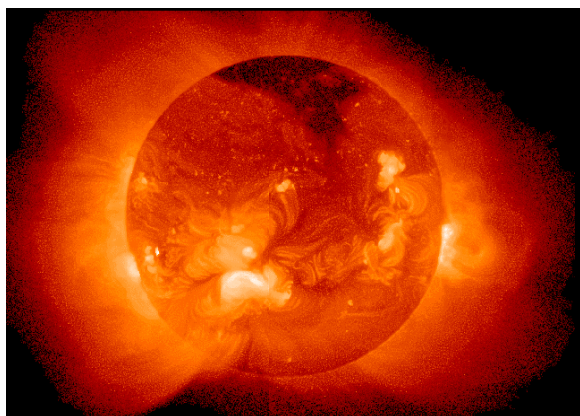
20世紀末, 21世紀 宇宙も複雑な相として…

多様性の科学 = 非線形

- 非線形とは「 $1 + 1 \neq 2$ という効果」
- 集団現象とは「ミクロの総和 \neq マクロ」
- 1粒子の物理からマクロの物理へ
- 1粒子を閉じ込めることはできてもプラズマを閉じ込めることは大変難しい
- プラズマ エコロジー 社会
- 吉田善章, 非線形科学入門(岩波書店, 1998)

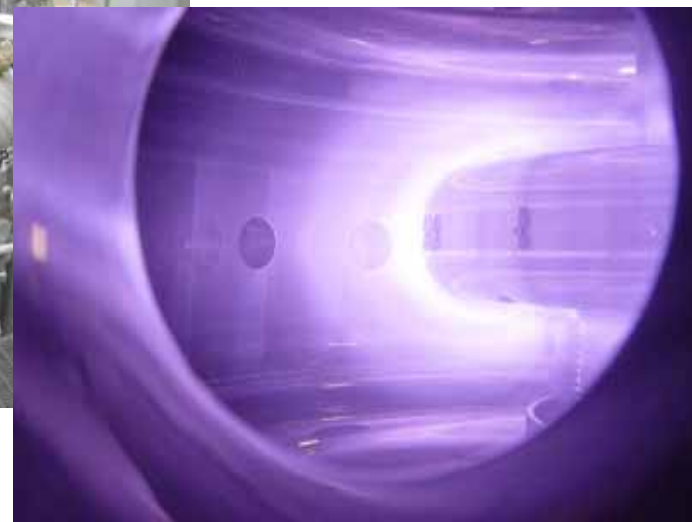
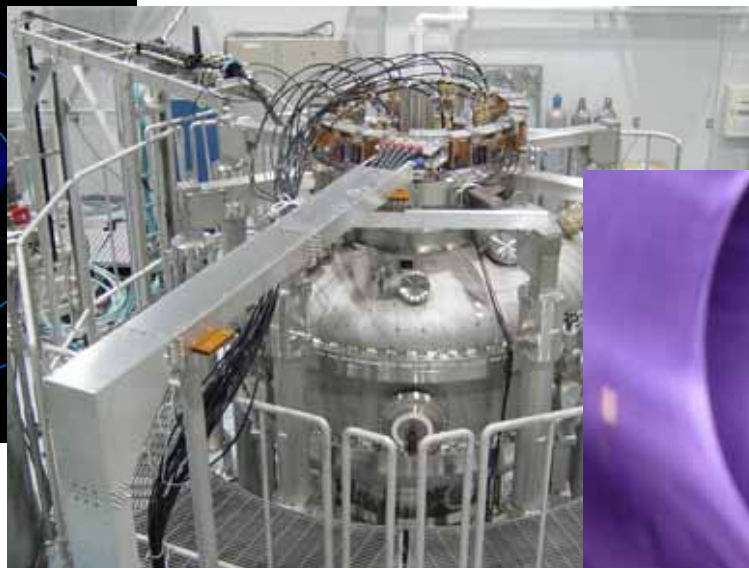
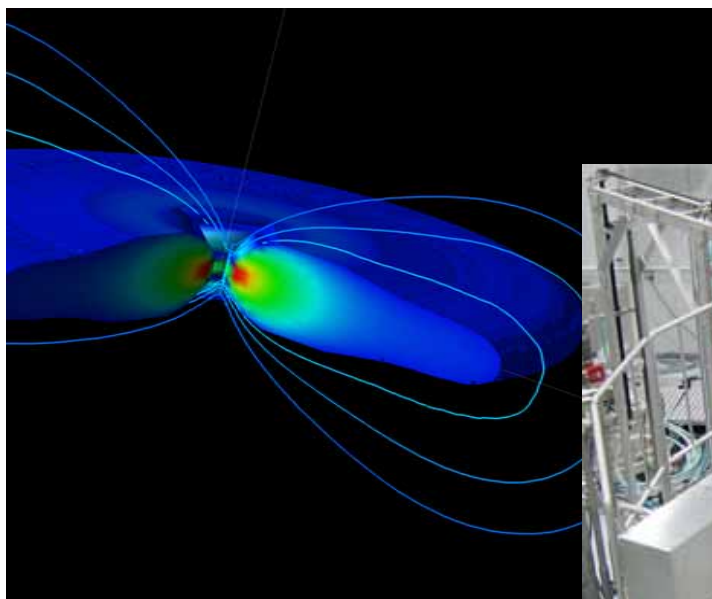
東大の挑戦 = プラズマの新領域

宇宙には、まだ知られぬプラズマの姿が無限に残されている



RT1プロジェクト

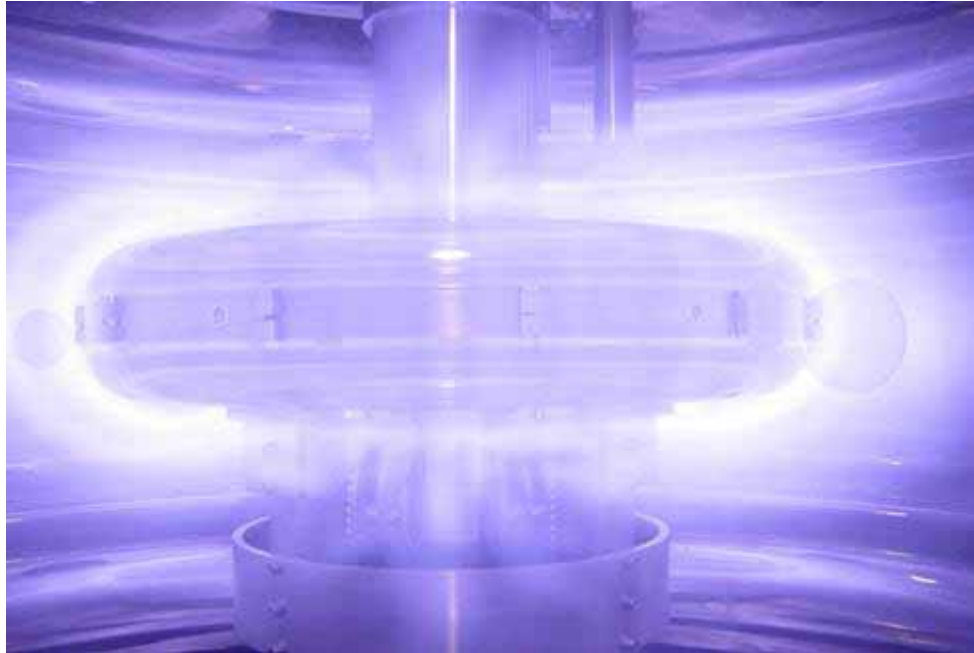
天体磁気圏型プラズマ閉じ込め



@ 東大・柏キャンパス

<http://www.ppl.k.u-tokyo.ac.jp/>

RT-1 first plasma experiment



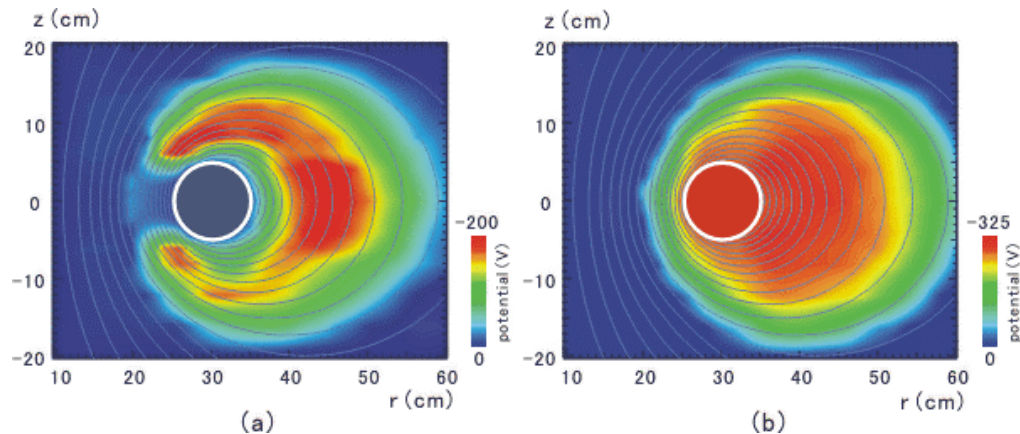
<http://www.ppl.k.u-tokyo.ac.jp/>

私たちの研究課題

- 木星磁気圏にある高圧プラズマの謎
- 「流れ」が生み出す多様性

BH降着円盤, ジェットなど

- 反物質プラズマの生成



レポート課題

- マクロなシステム(物質系, 生態系, 経済系, 社会など)における 集団現象 の例を挙げ, 非線形効果の役割(「運動」が「場」を変化させること)について考察せよ.
- 質問など yoshida@k.u-tokyo.ac.jp