

記者会見
「プラズマ核融合の新領域へ挑戦」
開催のお知らせ

日 時： 2006年2月8日（水）13：00～14：00
場 所： 東京大学大学院新領域創成科学研究科（柏キャンパス）
基盤科学研究棟3F 先端エネルギー工学会議室
発 表 者： 吉田善章（新領域創成科学研究科・教授）

概 要：

東京大学・大学院新領域創成科学研究科は、柏キャンパスに新たなプラズマ実験装置 RT1 を建設し、プラズマ核融合研究の新領域創成を目指します。平成 18 年 1 月に最初のプラズマ実験に成功しました。2 月 7～8 日にシンポジウムを開いて内外の研究者に紹介します。

これにあわせて記者会見を行い、今回のプロジェクトの概要についてご紹介いたします。また、実際にプラズマ実験装置 RT1 をご覧いただく予定です。

内 容：

別紙参照

問い合わせ先：

吉田善章 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授

用語解説：

別紙参照

参考資料：

<http://www.ppl.k.u-tokyo.ac.jp/RT1news/rt1.html>

RT-1 プロジェクトの紹介

東京大学・大学院新領域創成科学研究科

吉田善章

1) RT-1 プロジェクトとは

RT-1 プロジェクトは、新しい原理による[プラズマ](#)生成システムを開発しようとする実験プロジェクトである。東京大学・大学院新領域創成科学研究科が同大学の高温プラズマ研究センターと協力して、平成 16 年度から柏キャンパス・基盤科学実験棟に建設を進めてきた。平成 18 年 1 月に最初のプラズマ実験に成功した。

2) RT-1 が目指すもの

RT-1 実験装置は、天体の磁気圏に似た構造のプラズマを実験室に作り出し、その[高β](#)という特徴をつかって、[advanced-fuel fusion \(先進的核融合\)](#)を可能にする超高温のプラズマ閉じ込めに挑戦する。これは同時に、プラズマの流れが生み出す様々な複雑現象の解明につながり、プラズマ宇宙物理の基礎研究ともなる。さらに、[反物質](#)を閉じ込めて反物質プラズマを作り出すことにも挑戦する。

3) 核融合研究における位置づけ

現在、核融合エネルギー開発研究は、[トカマク](#)型の実験炉[ITER](#)を建設し、エネルギー実用までの具体的なシナリオを提示する段階に近づいている。これは国際協力で進める大型・長期プロジェクトである。一方で、大学などの基礎研究機関では、トカマク型よりさらに進んだ核融合の可能性を探り始めている。たとえば、トカマクなどで到達できる温度（1 億度程度）より、さらに 10 倍以上の超高温をもつプラズマを生成する研究である。これが可能になると、D-T 燃料以外の燃料（D-D や D-He3 など）を燃焼させる所謂 [advanced-fuel fusion](#)が可能になる。

4) RT-1 装置の特徴

RT-1 は天体の磁気圏に似た構造を実験室で再現する装置である。多くの天体はダイポール磁場をもち（例えば地磁気）、その磁場にトラップされたプラズマが磁気圏を形成する。RT-1 は、真空容器（宇宙空間に相当する）の中に超伝導マグネットを磁気浮上させ、それが作るダイポール磁場（天体の磁場に相当する）でプラズマを閉じ込める。

木星の磁気圏は、極めて高βのプラズマを閉じ込めていることが知られている。しかし、それがなぜ可能なかが十分理解されていない。東大のグループは、これが木星磁気圏の回転流の効果であると理論的に予想している。実際、高速のプラズマ流があると、その動圧の効果で大きな圧力勾配を生むことができる。RT-1 はこの原理によって高βプラズマの発生・閉じ込めを実現しようとしている。

用語説明

プラズマ	物質を強力に加熱すると原子・分子が電離してバラバラになった状態になる。これをプラズマという。宇宙・天体の物質は、ほとんどがプラズマである。したがって、プラズマの研究は宇宙・天体現象を理解するための物理的基礎である。「地上の太陽」をめざす核融合とは、超高温プラズマを人類の手によって作ることに他ならない。さらに、反物質*などの高エネルギー物質科学もプラズマを必要とする。
集団現象	プラズマを構成する粒子は、電子や原子核などの荷電粒子である。その個々の性質や運動の仕方は、すでに十分理解されている。しかし、粒子がたくさん集まった集団がどのような性質をもつのか、集団でどのように運動するのかを理解することが難しいのだ。核融合研究の最大の課題は、高エネルギーのプラズマを電磁場で閉じ込めることである。一つの荷電粒子の運動を解くことは簡単であるから、一つの粒子を閉じ込める条件は簡単にわかる。しかし、個々の粒子を閉じ込められるようにしておいても、たくさんの粒子が協働して逃げ出すことがある。これを抑えるためには、プラズマの集団運動の性質をよく理解しなくてはならないのである。
自己組織化	自己組織化とは、あるシステムが、その要素間の協働によって一定の安定的な構造や運動を形成する集団現象である。例えば、蛍の発光は、固体間で発光の位相をそろえる性質のために集団で同期する。このような位相同期は、銀河が渦巻きパターンを形成することの原理でもある。生体の構造も、個々の細胞が自己組織的に、ミクロからマクロへ構造を形成することで作られる。
ITER	地球上で高温プラズマを発生すると、太陽と同じメカニズムでエネルギーを発生させることができる。現在、この科学的実証を行なう「実験炉」が国際協力で南フランスのキャダラッシュに建設されようとしている。すなわち「国際熱核融合実験炉 ITER」である。これは「トカマク」と呼ばれるプラズマ発生・閉じ込め装置である。
トカマク	旧ソビエトで発明されたプラズマ発生・閉じ込め方式であり、現在のほとんど大型実験装置、建設が始まろうとしている ITER などは、このトカマク方式である。ドーナツ状の容器の中で大電流の環状放電を行い、そのジュール加熱効果でプラズマを加熱する。しかし、プラズマは電流が大きくなると不安定になる性質がある。トカマクは、強力な電磁石で強い磁場を電流の方向に加えて、これを安定化する。この電磁石のコストが経済的な問題であり、また磁場が強いとシンクロトン放射が大きくなるので、プラズマ温度の限界が生じる。

Advanced-fuel fusion (先進的核融合)	現在研究が進められている核融合エネルギーは、D（重水素）とT(トリチウム)の融合反応を用いるものであるが、これは中性子を発生するために、周辺機器が放射化する問題がある。これよりさらに安全な反応、すなわちDとHe³（ヘリウム）の融合反応を用いる核融合を先進的核融合という。究極のエネルギー源となることが期待される。このためには、極めて高いプラズマの温度と高β^*が必要であり、トカマクの次世代を切り開く独創的なアイデアが必要である。
高β	超高温（1億度から10億度）のプラズマは、通常の容器で閉じ込めることができないので、真空中に「磁場」によって閉じ込める必要がある。プラズマの温度と密度が高くなって高圧力になると、より強い磁場をかけなくては、プラズマが安定に閉じ込められない。しかし、強磁場を発生するためには莫大なコストがかかるうえ、強磁場中ではプラズマからの輻射エネルギー損失が大きく、効率が悪くなる。先進的プラズマ核融合のためには高いプラズマ圧力を低い磁場圧力で安定に閉じ込めなくてはならない。この比をβ（ベータ）で表す。RT-1の高速流プラズマは、高速流れの効果を応用してβが1を超えるプラズマの安定な閉じ込めを可能にする。（トカマクなどでは通常βは0.1程度である。）
反物質	通常物質（原子核や電子）と反対の電荷をもつ物質であり、真空から通常物質を生成した「抜け殻」ということもできる。陽電子や半陽子などが例である。これを閉じ込めてプラズマにすることで、全く新しい物質科学の領域が開拓される。

プラズマ新領域シンポジウム プログラム

2月7日

(14:00 - 17:00) シンポジウムI (各講演30分)

- ・ 鳥海光弘 (東京大学大学院新領域創成科学研究科・副研究科長)
「柏キャンパスにおける学融合への挑戦」
- ・ 吉田善章 (東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授)
「宇宙とラボをつなぐプラズマ物理 ―RT-1 プロジェクトの紹介」
- ・ 長谷川 晃 (大阪大学名誉教授)
「ダイポールプラズマの基礎とおもしろさ」
- ・ Swadesh M. Mahajan (テキサス大学・教授)
「Reverse Dynamo Mechanism- Generation of Fields and Flows」
- ・ 小川雄一 (東京大学高温プラズマ研究センター・センター長)
「総合工学としての核融合」

(17:00 - 18:00) RT-1 実験室公開 基盤科学実験棟

(18:00 - 20:00) 懇親会 柏キャンパスカフェテリア

2月8日

(10:00 - 12:00) シンポジウムII (各講演30分)

- ・ 佐藤哲也 (地球シミュレータセンター・センター長)
「複雑系としてのプラズマ」
- ・ 三戸利行 (核融合科学研究所炉システム・応用技術研究系・研究主幹)
「プラズマ核融合と超伝導技術」
- ・ 大崎博之 (東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授)
「超伝導技術の未来」
- ・ 高木英典 (東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授)
「高温超伝導の物理研究とは」

(13:00 - 14:00) RT-1 実験室公開

(14:00 - 14:40) 式典

- ・ 磯部雅彦 (東京大学大学院新領域創成科学研究科・研究科長)
- ・ 近藤駿介 (原子力委員会・委員長)
- ・ 文部科学省
- ・ Swadesh M. Mahajan (テキサス大学・教授)

(15:00 - 17:00) シンポジウムIII (各講演30分)

- ・ 山崎泰規 (東京大学大学院総合文化研究科・教授)
「反物質研究とプラズマ」
- ・ Vinod Krishan (東京大学大学院新領域創成科学研究科・客員教授)
「プラズマ宇宙物理」
- ・ 水牧祥一 (東芝)
「超伝導技術の先端 ―RT-1 への応用を例として」
- ・ 吉田善章 (東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授)
「まとめ： RT-1 プロジェクトの目指すもの」