

サイバー空間における プラズマ流体-ナノ粒子創製実験システムの構築

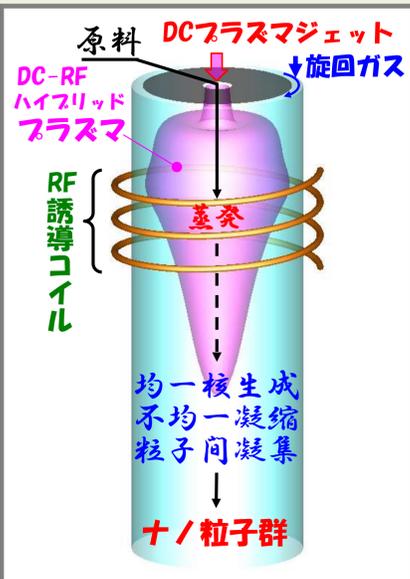
～2つの世界初～

大阪大学 接合科学研究所 茂田 正哉



世界初①

プラズマ流体-ナノ粒子創製システム



温度が**1万度**を超える**プラズマ流体**（人工の雷のようなもの）を用いることで、**ナノメートルサイズの超微粒子**を革新的に大量創製することができると期待されています。しかし、その超高温の熱流動場や わずか数十ミリ秒で起こるナノ粒子形成の直接計測は現在の科学技術では不可能であるため、その物理現象はほとんど未解明です。物理現象がわからなければ、用途に合ったナノ粒子を作ることができません。

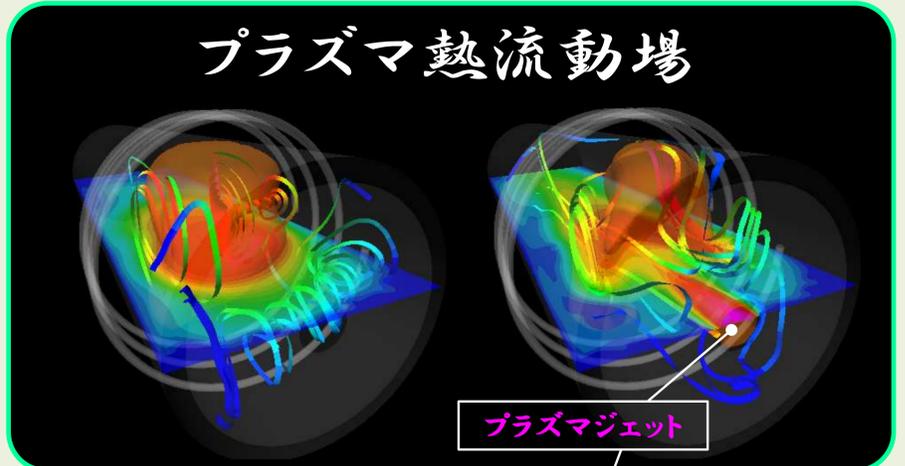
そこで本研究では…

数学と物理学の理論に基づいた方程式系(数理モデル)をスーパーコンピューターを駆使して解くことでその物理現象の解明に取り組んでいます。

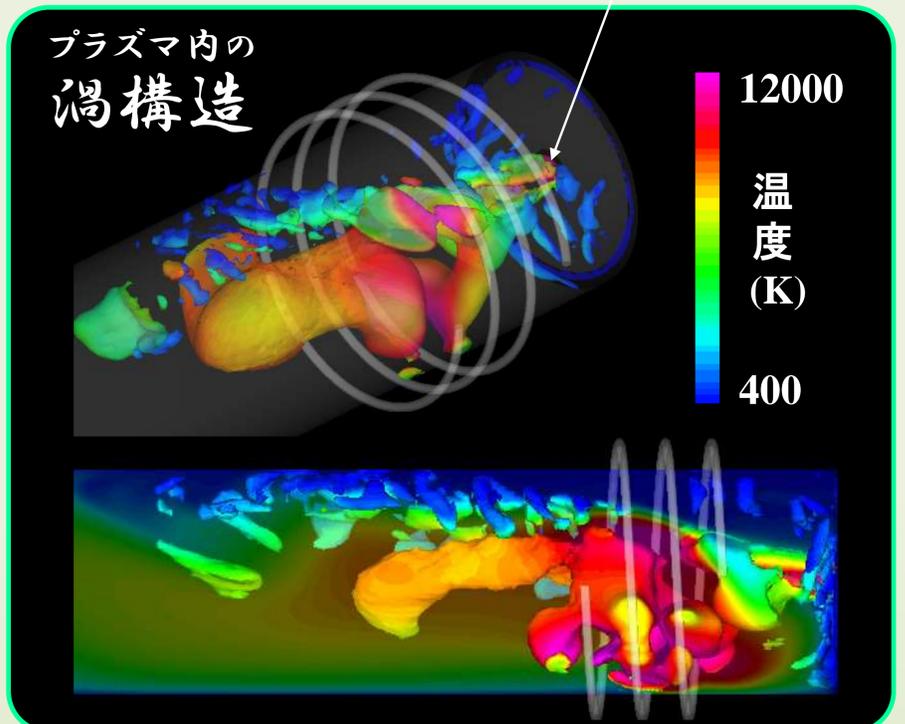
最近 これまで未解明だった2つの現象を**世界で初めて**解明することに成功したので、それらを紹介します。

プラズマ流体の複雑熱流動の解明に成功

プラズマ熱流動場



プラズマ内の渦構造



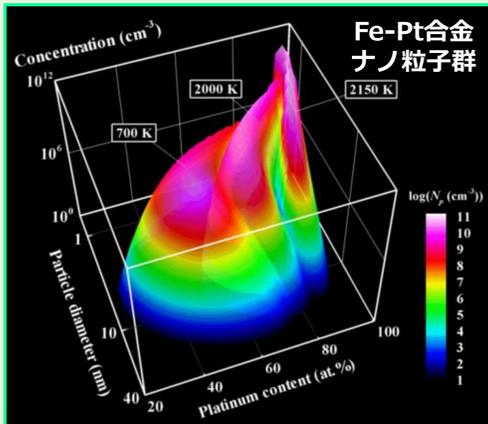
超高温のプラズマ領域には電磁気力が働くため内部に大きな渦構造が生じます。一方で低温領域には数多くの小さな渦群が形成されます。これらの渦は相互に影響を及ぼしあうため、プラズマ内の熱流動場は非常に複雑なものとなります。渦構造を制御することは、プラズマ熱流動を制御するカギとなるため、ここで得られた情報は今後の学術や産業の発展のために極めて重要であると言えます。

Masaya Shigeta: "Turbulence modelling of thermal plasma flows", Journal of Physics D: Applied Physics, Vol. 49, (2016), pp. 493001. **[Invited Review]**

学術・科学技術のイノベーションを
社会へ還元

合金ナノ粒子集団成長過程の 数理モデルと独自解法の構築に成功

世界初②



例えば、鉄(Fe)と白金(Pt)の蒸気が急激に冷却される場合、飽和蒸気圧の低い白金(Pt)が核を形成し、その核に鉄(Fe)と白金(Pt)が共凝縮しながら、さらに互いに凝集(合体)することで、サイズ・組成ともに不均一なナノ粒子群が生成してしまいます。

このことは今まで誰にも解明できなかった問題でしたが数理モデルと独自の解法を発明することに成功したので初めて明らかにすることができました。この機構解明は今後のナノ粒子製造産業の発展の大きな足掛かりとなります。

Masaya Shigeta, Takayuki Watanabe: "Effect of precursor fraction on silicide nanopowder growth under thermal plasma conditions: a computational study", Powder Technology, Vol. 288, (2016), pp. 191.

未来への展開

ナノ粒子は**様々な分野**での応用が期待されています。ナノ粒子が効率的・高精度に創製できるようになれば、関連する分野は飛躍的に進歩し、その結果 私達の社会に多大なる**イノベーション**をもたらしてくれるでしょう。

- 環境分野**: 自動車の排ガス浄化用触媒・太陽光パネル
- 医療分野**: DNA検知・ドラッグデリバリー・抗アレルギー剤
- 工学分野**: 大規模集積回路の緻密化・耐熱耐酸化電極

この研究の最終的な目標は、**サイバー空間内に実験システム**を構築することです。このシステムが完成すれば物理現象を詳細に解析することができるようになるだけでなく、安価で仮想実験を繰り返すことができるようになるため、現在の実験研究が抱えている「高額な設備と運転費用」という大きな問題を打開することができます。そして、よりイノベティブなナノ粒子創製プロセスの制御方法を見出すことができるようになり、新機能をもったナノ粒子の開発や新たな創製システムの発明へとつながっていきます。