

電気電子工学専攻 計測制御エネルギー第4研究室

URL: <http://www.el.gunma-u.ac.jp/~eedl/index.html>

■研究テーマ

- 核融合エネルギーによる発電を目指した、高温・高密度の磁気閉じ込めプラズマに対するシミュレーション研究
- 花粉除去システムの開発

■キーワード

核融合、プラズマ、電磁流体力学、プラズマ加熱、粒子輸送、プラズマ運動論、シミュレーション、花粉除去

■産業界の相談に対応できる技術分野

プラズマ磁気閉じ込め技術、プラズマのシミュレーション技術、熱核融合技術



高橋俊樹 准教授

連絡先
電気電子工学専攻 高橋 俊樹
TEL: 0277-30-1746 FAX: 0277-30-1707
e-mail: t-tak@el.gunma-u.ac.jp

研究概要

粒子の動きを計算・制御

プラズマイオンと花粉

私の専門は、粒子の軌道を計算することで、プラズマと呼ばれる電磁場の中で、プラスの電荷を持つイオンの動きを計算しています。ちょうど、外野手がボールの動きを予測するように、10年近くそんな研究ばかりしていたのですが、最近、違う種類の粒子を研究するようになりました。それは、スギ花粉です。スギ花粉症患者は年々増え続け、今は国民の5人に1人の割合で罹っていると言われてます。小さな子供たちが花粉の季節に「くしゃみ」をしているのを見ると、何とか対策を考えたくなります。私たちの研究室では、プラズマイオンと花粉の2種類の粒子の動きをまじめに勉強しているのです。

特徴と強み

プラズマで効率的に発電

プラズマは、原子に束縛している電子がはぎ取られ、プラスの電荷を持つイオンとマイナスの電荷を持つ電子

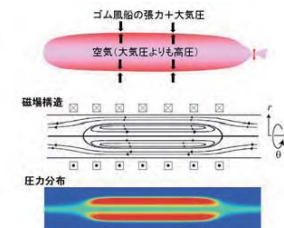
がバラバラになった状態のことを言います。宇宙では99%以上がプラズマ状態にあると言われてます。地球上では、オーロラや蛍光灯の中など限られたところでしか見られません。電子とイオンが再び結合して、通常の気体に戻ってしまうからです。私の研究目的をもう少し先まで説明すると、「高温高密度プラズマの中で原子核(イオン)同士を衝突させ、核融合反応で生じる膨大なエネルギーを、皆様の社会生活に役立たせたい」と言ったところでしょうか。核融合研究が始まって半世紀以上も続いておりますが、まだ発電までは至りません。生き物のように暴れ回るプラズマをおとなしく閉じ込めておくことに、かなり苦労しているのです。押さえ込むことによりやく目処が立ち、フランスに巨大な装置(ITER)が建設されようとしています。これで発電まで研究が進むかというところ言うわけではありません。プラズマの中で核融合反応が起こり、プラス電荷の高エネルギー原子核が新しく生成することで、プラズマの状態が大きく変化してしまう可能性があります。また、もし発電ができたとしても、安い電気代で皆様に提供できなければ、夢のエネルギー源とはなり得ません。現在膨大な予算を投じて建設しようとするITER装置は、核融合反応を起こすために投

入するエネルギーが大きく、そのわりには見返りが少ない方式です。核融合反応で発生する高エネルギーの中性子が装置の壁を損傷し、壁をすぐに交換しないといけなくなります。まだまだ険しい道が続きます。

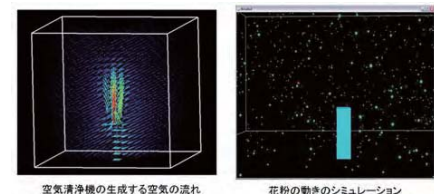
我々の研究室では、コンパクトな装置で、発電のために外部から投入するエネルギーが小さく、壁の損傷も少ない、経済性の高い核融合の方式に注目して研究しています。磁場反転配位(FRC)と呼ばれるこの方式は、プラズマが自分自身を閉じ込める磁場を作り出してくれます。核融合発電用の高圧プラズマ閉じ込めは、ゴム風船で高圧空気を閉じ込めることに似ています。ゴムの代わりが磁場になります。この磁場をプラズマの作る電流が作り出してくれるので高効率なのです。しかし、このプラズマはものすごい暴れ馬です。どうやって押さえ込めばいいのか、まだよくわかっておりません。それでようやく話が戻ってきましたが、我々はプラズマイオンの動きを解析することでFRCがなぜ暴れるのかを調べています。その原因がわかれば、対策を講じることができるようかも知れません。どうにもならん、ということになるかも知れませんが、FRCの謎の一つに、勝手に回転を始めてしまう現象があります。FRC研究が始まって50年近くなりますが、原因はわかっておりませんでした。私は、「磁束減衰によりイオン運動が変化し、その結果回転を始める」という新説を提唱し論文にしました。共同研究をしている日本大学理工学部の実験結果と我々の計算結果は良く一致しており、ようやく謎が解明できそうです。

花粉挙動の研究で重要なのは、空気の流れです。花粉は重力を受けて落下するので、空気の流れの方向と全く同じ方向に動くというわけではありません。しかし、大きく影響を受けるのも事実です。我々は、花粉の動きを知るために空気の流れを計算することから始めました。室内に侵入した花粉を除去するために、皆様のご家庭でも空気清浄機を使っていらっしゃるのでは? 空気清浄機が作る空気の流れは、乱流と呼ばれるものです。乱流の解析は、そう容易ではありません。流体解析のソフトウェアは市販されていますが、大学の1研究室に割り当てられる予算ではとても手に入れることができません。自前でなんとかやっています。空気清浄機には吸気面と排気

面があります。吸気面から花粉を吸い込みフィルターで除去します。問題は近くにある花粉をきちんと吸い込んでくれるかどうかです。これまでのところ、我々の計算から空気清浄機の周辺に花粉が落下しやすいことがわかりました。だから私は、空気清浄機近くの床を雑巾で良く拭くようにしています。乱流解析と実験結果を繰り返しながら、計算の精度を高める必要性は残されています。我々の研究は、高効率で花粉除去できる空気清浄機の製作につながります。



磁場反転配位プラズマの磁場構造と圧力分布。磁場によるプラズマ閉じ込めは、ゴム風船の中に高圧の空気が閉じ込められることに似ている。



空気の流れはナビエーストークス方程式を解いて計算する。この流れの中で花粉がどのように動くかを調べ、空気清浄機で除去できるのかを調べる。

今後の展開

「未来のエネルギー源獲得」と「人間と環境の調和」を目標に

ここでは、粒子の動きという観点から我々の研究内容を説明してきました。もちろん、粒子運動に限定して研究の方向性を模索しているわけではありません。1. 未来のエネルギー源獲得、2. 人間と環境の調和、これが研究室の掲げる大目標です。そして、「環境エネルギー設計研究室」これが我々研究室の名前です。学生は7名で、課題を真剣に取り組んでいます。