



# 核融合エネルギー実現への道のり

高瀬 雄一（新領域創成科学研究科複雑理工学専攻 教授，物理学専攻兼務）

核融合は軽い原子核同士が衝突し、より重い原子核に変換される過程であり、その際莫大なエネルギーが放出される。太陽を含む恒星は水素原子核の融合によって光り輝いている。われわれはこれを地上で使えるエネルギー源として開発する研究を行っている。原子力発電は重い原子核が軽い原子核に変換される核分裂反応を用いるが、連鎖反応なので福島原発のように暴走する危険性があり、長寿命の高レベル放射性廃棄物も大量に生成される。しかし原子力発電の担っていた大規模安定供給（ベースロード）電源を肩代わりできるエネルギー源は現状では存在しない。核融合エネルギーが実現すれば、原子力に代わるベースロード電源になり得ると期待されている。地上では重水素と三重水素の核融合反応を利用するが、三重水素の原料となるリチウムも重水素も地球上に大量に存在するので、資源量は事実上無尽蔵である。また原理的に暴走反応は起こり得ず、低レベル放射性廃棄物が少量生成されるだけなので、安全性はきわめて高い。また、二酸化炭素を排出しないので、環境問題の解決にも大きく貢献できる。

ではその実現性の見通しはどうか？ 正電荷をもつ原子核は反発しあうので、磁場を使って十分長いあいだ閉じ込め、核

融合反応に必要な1億度以上の超高温に加熱する必要がある。日本のJT-60や欧州のJETというトカマク型プラズマ閉じ込め装置では、加熱のため外部から供給するパワーと同程度の核融合出力パワーが得られる性能（臨界プラズマ条件）が1990年台にすでに達成されている。さらなる大型化により性能が高まることは明らかだが、1兆円規模の予算を要するため、臨界プラズマ条件達成後、長いあいだ次の一步を踏み出せずに

いた。その後世界7極（日、欧、米、露、中、韓、印）の協力で外部加熱入力10倍の核融合出力を目指す国際熱核融合実験炉（ITER）の建設が南フランスでようやく始まった。日本では、JT-60SAとよばれるトカマク装置を日欧共同で茨城県那珂市に建設中である（図1）。この装置はITERのサテライト装置であると同時に、日本の国内重点化装置でもあり、その使命はサテライトトカマクとしての「ITER支援研究」のほか、ITERではできない研究を行い、実用化に向けた最終ステップである発電実証炉（デモ炉）への道筋をつける「ITER補完研究」も含まれる。東大はこの装置の目標設定・設計と研究計画の策定に主導的役割を

担ってきており、実験開始（2019年3月予定）後も重要な役割を担っていくことを期待されている。デモ炉の設計・建設には20年程度の年月がかかると見込まれるので、核融合発電の実用化は現実的には今世紀中葉以降になると思われる。ただし政府の早期決断によ

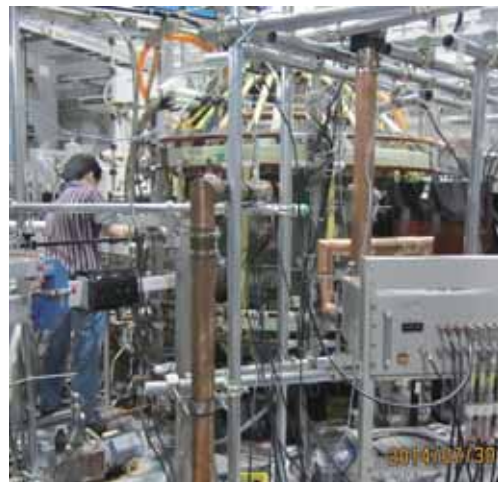


図2：柏キャンパスにあるTST-2球状トカマク装置。

り集中的な資金投入が行われれば、実現を早めることは十分可能である。

本学の理学系研究科および新領域創成科学研究科の高瀬・江尻研究室では、柏キャンパスにあるTST-2という装置（図2）を使って、ITER後のデモ炉に向け、より効率的に小型で高性能プラズマを生成する手法の開発を目指し、その根底となる物理機構の解明に焦点をあてて研究を行っている。この装置は「球状トカマク」とよばれるトカマクの中でも最近有望視されている方式を採用しており、小型で磁場が低くても高性能のプラズマを生成できる。研究テーマは多岐にわたるが、とくに高周波波動を用いたプラズマ生成およびプラズマ電流駆動、それに付随したプラズマの自発的構造形成過程の研究では、世界を先導する成果をあげている。当研究室の修了生は、ITERおよびJT-60SAの実施機関である日本原子力研究開発機構、世界最大級のヘリカル型装置を有する核融合科学研究所などで活躍しており、今後ますます国際化していく核融合エネルギー開発を主導するリーダーに育ってくれと期待している。



図1：組立て中のJT-60SA。2つ目の真空容器セクターを設置しているところ。



## ニュージーランドに眠る太古の地質記録を求めて

高橋 聡（地球惑星科学専攻 助教）

私は、およそ2億5千万年前の古生代-中生代の時代に起きた地球環境異変の実態を解明すべく研究活動を行っている。研究に用いる試料は当時の海で堆積した堆積岩で、各地に地質調査に出かける日々を送っているが、今回はその中でも近年毎年通っているニュージーランドにおける調査活動について紹介したい。

島国であるニュージーランドは、日本と地史に共通点があり、どちらの島々も、基盤岩の多くに海洋プレートの運動により何千kmも遠い遠洋から運ばれてきた海洋堆積岩類が付加体として残されている。この堆積岩類は、何億年も昔の時代の外洋の記録を知ることができる世界的に希少なもので、研究者の注目が集まっている。また、南半球のニュージーラン

ドは日本と季節が逆なので、日本が寒くて調査に向かないときでも、暖かくて日が長いのも大きな利点かもしれない。

ニュージーランドにおいて保存のよい付加体岩石の露頭のほとんどは海沿いに露出している。そこで、あらかじめ潮の満ち引きの時間を調べておき、漁船やウォータータクシー（WaterTaxi）をチャーターして、干潮に作業がはじめるように、岩石でできた小島や海岸に向かう。潮が引いて地層が見えてきたら、あとは時間との戦いである。調査メンバーで協力をして地質構造図や地層の柱状図を作成し、化石や化学組成分析用のサンプルを採取していく。最近では、過去の地質図や人づての情

報をたよりに、年代がまだ明らかになっていなかった未知の地層が露出している場所を探し出し、地層から産する化石の年代を使ってそれらの地層がいつの時代に形成されたものなのか明らかにしている。その結果、ニュージーランドの深海地層を日本や中国の地層と、同じ種類の化石の産出で同時間軸に対比することができ、緯度や水深が異なる中生代三畳紀の地層を比較して当時の地球環境や生物の絶滅と進化の過程を知ることができるようになった。明らかになりつつある遠い過去の各地の環境変動の記録は、われわれ研究者の興味を引いて止まず、採取サンプルの分析結果が出ると次の調査が待ち遠しい思いにかられる。



■ ニュージーランド北島 アローロックス島にて（右から2番目が筆者）