

## ITER のプラズマ対向材料選択への戦略

## (3) 全面炭素壁はあり得ないのか

## Possibility of a full carbon machine

田辺哲朗 名大院工

TANABE Tetsuo Nagoya Univ.

ITER では第1壁にベリリウム(Be)、ダイバータにはタングステン(W)及び炭素複合材(CFC)が使われることになっています。炭素材を核融合炉に使用するには(1)トリチウムの蓄積、(2)多大な損耗、(3)中性子損傷等の問題が大きすぎると思われるが理由のようです。炭素材は、トカマクにおいてようやく点火条件に近いプラズマをもたらした立役者であり、これまで約 20 年間、TFTR、JET あるいは JT-60U で PFM を炭素材として徹底的に調べてきたので、そのメリット、デメリットがよくわかっています。そして上記の理由で、炭素材が排斥されています。ITER の材料選択では、本音は Full タングステンとも言われています。しかしプラズマ立ち上げの時に使うリミタに W を使うのはあまりにリスクということでリミタには Be が選択されています。第1壁への入熱はリミタより少ないので第1壁は全部を Be にすれば酸素をゲットでよく取り除いてくれるのでボロニゼーションなど不必要となり大助かり、と言うわけで第1壁も Be。次にダイバータ、ここは将来を見据えて W。しかし入熱、特に ELM とかディスラプシヨスなど異常時の過大熱負荷を考えると W は信頼できません。ここは溶けないし壊れない CFC しかない。しかし、これでは積極的 PFM 選択とはいえません。

ここで素朴な疑問です。もし、炭素材の損耗/再堆積が少なく、トリチウムの蓄積が少なかったら、炭素材は炉でも使えるのではないのでしょうか？ これへの答えはどこからかすぐに返ってきます。JET を見ろ、現実をみろ、炭素が使えないことは自明だと。しかし果たしてこういい切れるのでしょうか。仮に炭素材が 1000K で使われたら、化学スパッタは少しですが確実に減りますし、水素の蓄積は著しく減るはずですが、でもそれを実機で確認することはできません。ITER(せいぜい 500K)ではもちろん実験できません。超伝導磁石を使う ITER をそんな高温で設計にしたら、お金がいくらあっても足りない。ということで ITER の PFM として選ばれている Be、CFC、W を変えることは非常に難しそうです。(しかしトリチウムの除去、メンテナンスコストを低くすることができたら、初期投資などすぐ回収できるかもしれません。)

さて、これまでの ITER のデザインの背景はまことに遺憾ながら、ほとんど JET のデータが基本になっているように見えます。このままいくと ITER が建設された暁に、我が日本チームが主導権をもった ITER の実験などできないのではと非常に懸念しています。

我が JT-60U の結果を利用したらどうなるのでしょうか？ 実は最近の大学一原研協力研究の結果によると、JT-60U では、炭素の再堆積およびそれへ水素の蓄積は JET と似ているところもありますが、かなり違っています。特に炭素壁への水素の蓄積は一桁程度少なくなっています。また JET で顕著なプラズマの直接当たらない場所での再堆積も、JT-60U では非常に少なくなっています。現在の ITER におけるトリチウム蓄積予測はあまりに過大評価されている様に見えるのです。

私は、ITER の PFM は、最初 full Carbon でいいと思っているのです。高 Z の実験は絶対に必要です。だからこそ、タングステンの研究を率先してきました。しかしまだ高 Z 材、特にタングステンを信頼して ITER で使っていくには、データは全く不足です。ITER は W をテストする場です。その入熱の大きさを考えると、現状ではタングステンは信頼できません。炭素によるトリチウムの問題は由々しきことであります。温度を上げればいいのですが、ITER ではそれは許されないでしょう。とすれば最初の軽水素放電時に、壊れる心配のない炭素材 CFC で十分実験して、ディスラプシヨ制御、ELM 制御等入熱を制御する方法を確立した後、ゆっくり W に変えていけばいいのではないのでしょうか？このままでは、日本で多くの人が携わっている実験が、たとえばボロンゼーションの実験も、全く意味のないものになってしまいかねないのですがそれでいいのでしょうか？

ITER に使う材料選択にとどまらずその建設、そして ITER の実験で主導権をとるための、全日本的な戦略策定を強く望むものです。