

Comparative studies of inner and outer divertor discharges in QUEST

御手洗 修 1), 中村一男 2), 長谷川 真 2), 筒井広明 3), 永島芳彦 2), 出射 浩 2), 松岡啓介 2)
藤澤 彰英 2), 花田和明 2), 関子 秀樹 2), 東島 亜紀 2), 中島 寿年 2), 川崎 昌二 2), QUEST グループ 2),
福山 淳 4)

東海大 1, 九大応力研 2, 東工大 3, 京大工 4

MITARAI Osamu ¹⁾, NAKAMURA Kazuo ²⁾, HASEGAWA Makoto ²⁾, TSUTSUI Hiroaki ³⁾ et al.,
1: Tokai Univ. 2: RIAM, Kyushu Univ. 3: Tokyo Inst. Tech. 4: Kyoto Univ.

中心ソレノイド(CS)を用いた QUEST 実験ではプラズマ電流の大きさはプラズマ位置が内側にあるほど大きい。CS 磁束も限られているため、ダイバータ配位の運転ではダイバータコイル電流はプラズマ位置を外側に押し、またプラズマ電流と同じ方向にダイバータコイル電流を流すため逆誘導が発生するので、大きなプラズマ電流を生成しにくい。一方、QUEST では 2 種類のダイバータ配位が可能であり、本研究では内側ダイバータ配位と内-外側ダイバータ直列配位 (ここでは外側ダイバータと呼ぶ) の放電特性を比較し、同じプラズマ電流を得るのに必要な中心ソレノイドの磁束にどの程度の差があるのかを実験的に調べ、スフェリカルトカマク炉設計の基礎的知見を得ることを目的にしている。

今年度の実験ではダイバータコイル電源が増設されたことにより、2 つのダイバータ配位が容易に作れるようになり、同じ時間帯に比較実験ができるようになった。

実験結果：

外側ダイバータ放電の波形を Fig. 1 に示す。どちらの実験においても初期 CS バイアス電流を -8 kA に設定した。外側ダイバータコイル電流を -1 kA から -2 kA まで増大しダイバータ配位にするとともに、プラズマインダクタンスを同一にするように、プラズマ位置を両放電ともに同じになるように PF26, PF17 コイル電流を $I_{PF26}=0.6 \text{ kA}$, $I_{PF17}=1.1 \text{ kA}$ に設定した。

EFIT では $t=1.375 \text{ s}$ で、プラズマ電流 48 kA の外側ダイバータ配位になっていることが確認できる。このときの駆動 CS 磁束は電流基準で $\Delta I_{CS} \sim 6 \text{ kA}$ である (Fig. 1-(b))。

内側ダイバータ放電の波形を Fig. 2 に示す。内側ダイバータコイル電流は -5 kA から -8 kA まで増大しダイバータ配位にするとともに、プラズマ位置を両放電ともに同じになるように PF26, PF17 コイル電流を $I_{PF26}=0.45 \text{ kA}$, $I_{PF17}=0.55 \text{ kA}$ に設定している。

EFIT では $t=1.365 \text{ s}$ で、プラズマ電流 48 kA の内側ダイバータ配位になっていることが確認できる。このときの駆動 CS 磁束は、外側ダイバータ配位の場合と同じく、電流基準で $\Delta I_{CS} \sim 6 \text{ kA}$ である。

今まではダイバータコイル電源が一つしかなく、リミター配位を基準として比較実験を行ってきたので精度に問題があったが、同じ時間帯に内側ダイバータと外側ダイバータの比較実験を行うことができるようになり、より正確な情報が得られるようになってきた。その結果、 50 kA 程度の大電流で両者の放電条件をほぼ同一に設定できるようになり、その結果、CS 磁束に大きな差はないことが明らかになりつつある。

それは、内側ダイバータとプラズマ電流の相互インダクタンスは小さいが、コイル電流自体は大きい。一方、外側ダイバータとプラズマ電流の相互インダクタンスは大きい、コイル電流自体は小さいために、結局は逆誘導にあまり差がなくなるからではないかと考えられる。また、抵抗磁束分はプラズマの大きさ、位置の同一性を確保すればほぼ同等にできると考えられるので、最終状態での CS 磁束に差がないことになる。なお、電気回路に基づく逆誘導効果の定量的評価とは、まだ一致しないので、プラズマ位置の変化を考慮する必要があるかも知れない。

この結果が事実であれば、プラズマ電流立ち上げはダイバータコイルの位置に依存しないことになり、ST 炉設計の自由度が増すことになる。

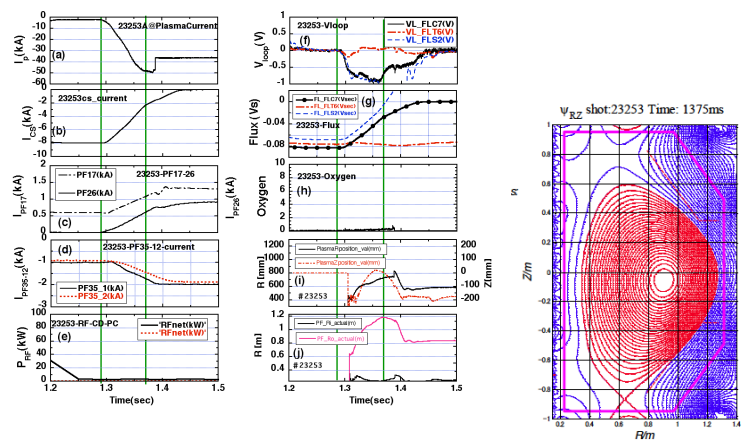


Fig. 1 Temporal evolution of outer divertor operation and EFIT equilibrium (#23253). (a) The plasma current I_p , (b) CS current I_{CS} , (c) PF26 and PF17 vertical field coil currents, (d) divertor coil current $I_{PF35-12}$, (e) RF power (note: 0.1s shown earlier), (f) loop voltages, (g) various fluxes, (h) oxygen impurity line (i) plasma position of the center, and (j) plasma inner and outer edge.

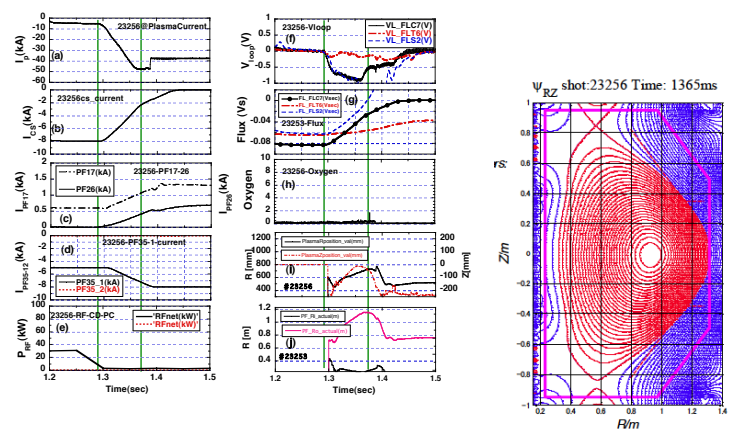


Fig. 2 Temporal evolution of inner divertor operation and EFIT equilibrium (#23256). (a) to (j) are the same as in Fig. 1.