

図 2.2-47 HIBP で測定された輸送障壁内部のポテンシャル信号

2.2.9 粒子および不純物輸送

粒子および不純物輸送に関しては、以下に示す2つに対して研究が進んでいる。

(1) 不純物入射(ペレット、ガスパフ)による閉じ込め領域の不純物輸送解明実験

LHD では炭素や金属不純物を中心とした不純物ペレット入射装置と TESPEL、そして不純物ガスパフを用いた不純物輸送研究が進められている。

炭素ペレットを水素、ヘリウムプラズマにそれぞれ入射し、粒子輸送係数(拡散係数、対流速度、リサイクリング係数)の背景イオン質量依存性の評価を行った。拡散係数は水素、ヘリウムで大きな違いはないが、背景イオン質量が大きい場合に対流速度は小さくなることが観測された(図 2.2-48 (a)、(b))。また、対流速度は周辺の密度勾配の大きな関数になっていることも明らかになり、この傾向はアルミニウム及びチタンペレット入射時も同様であった(図 2.2-48(c))。

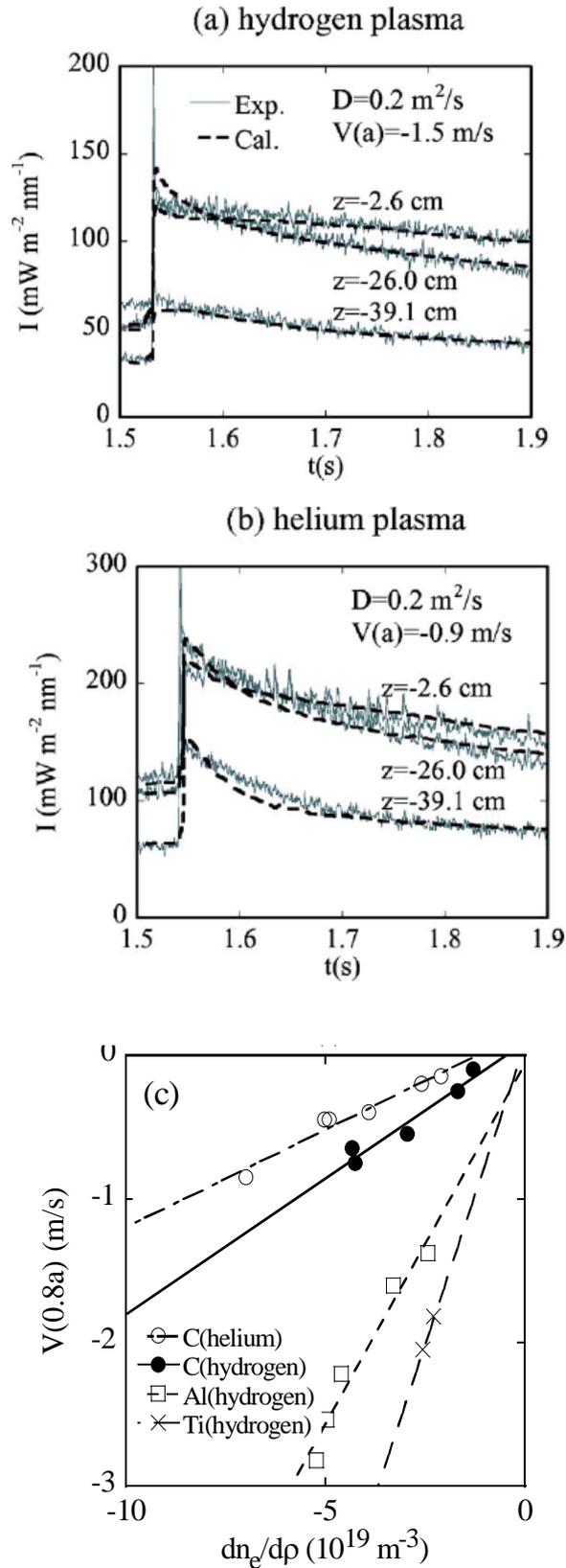


図 2.2-48 不純物ペレット輸送解析

TESPEL によりチタントレーサをコアプラズマ中に入射後、50、250、350msec 後にそれぞれ ECH を印加した場合、50、250msec の場合はほぼ同じ時定数で $\text{TiK}\alpha$ 発光強度が減衰す

るが、350msec の場合はその他の場合に比べて $TiK\alpha$ 発光強度の減衰時定数が3倍程度長いことを観測した。すなわち ECH による不純物の吐き出し効果は、チタントレーサ入射後時間が経つと弱くなることを示唆しており、ECH による不純物吐き出しの機構と ECH 印加時の径方向電場の変化の関係を調べた。ECH を印加すると、電場は正に変化している領域が現れており、径方向電場が不純物吐き出し機構の一つの要因であることが示唆される。

この他、キセノンガスを用いた EUV 領域のスペクトル分析が行われ、これは LHD プラズマを光源として利用する事例となっている。

(2) 周辺・ダイバータプラズマ計測、及び計算機シミュレーションとの比較

放射崩壊に至る際のプラズマ中の不純物(主に炭素)の実験データを詳細に研究するためには、LHD プラズマ中の不純物(炭素)の輸送を解析しなければならない。そこで、炭化水素(イオン)の挙動を取り扱うことのできる中性粒子輸送シミュレーションコード(EIRENE (ステラレータバージョン))を利用して、ダイバータプラズマ中の炭化水素分子・イオンの密度分布などを求める初期的なシミュレーション計算を行った。この計算では、ダイバータタイル上のストライクポイントから炭化水素(メタン: CH_4)をプラズマ中に放出させている。大半径方向で内側のダイバータレグに沿って炭素の密度の高い領域が形成されており、CCDカメラによるCIIの観測結果とは定性的に矛盾しないことが分かった。

2.2.10 高エネルギー粒子の閉じ込め

高エネルギー粒子の振る舞いに関して、以下に示す2つの項目に着目した実験を行った。

(1)ICRFによる高エネルギーテールの生成、(2)LHD における高エネルギー粒子閉じ込め特性の評価。特に(2)については(a)高い高速イオンエネルギーを有したプラズマの生成、及びそのようなプラズマにおける高エネルギー粒子の振る舞い、(b)NB-blip 法による高エネルギー粒子の定量評価、(c)PCX(Pellet Charge Exchange)による高エネルギー粒子のエネルギースペクトルの局所的な計測、を行った。

ICRF 加熱による高エネルギーテール生成では、定常放電実験時に少数 H イオンの He イオンに対する比を制御することができたため、高エネルギーテールの生成に成功し、1MeV を越える高エネルギー粒子の存在を観測することができた(図 2.2-49)。今後は、さらなる ICRF パワーの投入や、強磁場における第2高調波加熱などといった手法によって、より高いイオンテールの生成を目指す。