

27pA31P

大面積負イオン源における負イオンビーム一様性の改善

Improvement of the spatial uniformity of the negative ion beam in the large negative ion source

森下卓俊、井上多加志、関孝義、*水野貴敏、*畑山明聖、今井剛、柏木美恵子、谷口正樹、花田磨砂也、渡邊和弘

原研那珂研究所、*慶大理工

T. Morishita, T. Inoue, T. Seki, *T. Mizuno, *A. Hatayama, T. Imai, M. Kashiwagi, M. Taniguchi, M. Hanada, and K. Watanabe
JAERI Naka, *Keio Univ.

JT-60U や LHD の負イオン NBI では、大面積 (JT-60U: $0.45 \text{ m} \times 1.1 \text{ m}$) に渡る負イオン生成が空間的に不均一であることから、加速電極の熱負荷の上昇により運転領域が制限され、入射パワーが制限されるといった問題を生じている。大面積引き出し部プラズマ中での負イオン生成は、そのプラズマパラメータに強く依存するものと考えられる。そこで本研究では、10 アンペア負イオン源 (放電室容量: 長手方向 48 cm、短手方向 24 cm、深さ 20 cm の矩形多極磁場型負イオン源、ビーム引き出し領域 $13 \text{ cm} \times 34 \text{ cm}$) を用いて、水素放電時 (セシウム添加前) のプラズマパラメータ分布及び負イオンビーム分布を系統的に測定した。

引き出し部における電子温度分布の測定結果を図 1 (点線) に示す。体積生成型負イオン源では、イオン源内に横磁場 (磁気フィルター) を形成して引き出し部の電子温度を下げ、負イオン生成を促進しているが、フィルター磁場はイオン源長手方向に一樣に形成されているにもかかわらず電子温度分布は非一樣であり、イオン源の下半分で 1 eV 以上と高くなっていることが判明した。このときの負イオンビーム分布の測定結果でも、電子温度の高い下側領域で負イオン出力が低下しているのが認められた。負イオン生成、消滅の各反応断面積から負イオン生成効率の電子温度依存性を計算した結果、電子温度が 1 eV から 2 eV までわずか 1 eV 上昇しただけで、生成効率は約 1/2 まで急激に低下する。すなわち、引き出し部の電子温度が非一樣であることがビームの一様性を低下させる要因の一つであることが明らかになった。

引き出し面上の電子温度が非一樣となる原因は、フィルター磁場中における高速電子の拡散過程において、高速電子が長手方向に輸送される機構があると考えられる。高速電子の輸送を抑制するためには、高速電子を磁場で強く束縛することが有効である。そこで、電子温度の高い下半分の領域においてフィルター磁場を 30% 強化したところ、図 1 (実線) に示すようにイオン源下部での電子温度が下がり、これにより、図 2 (実線) に示すように負イオンビーム分布の一様性が大幅に改善された。

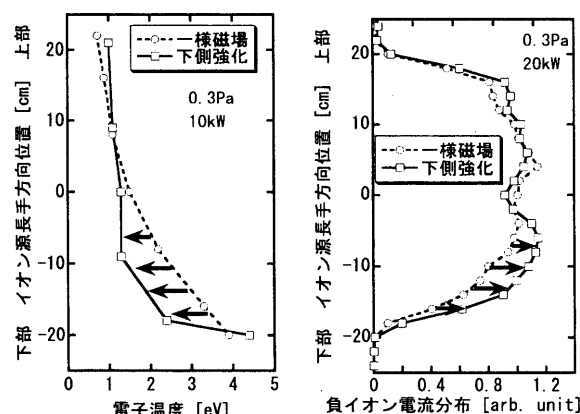


図1 イオン源長手方向引き出し部の電子温度分布

図2 イオン源長手方向負イオンビーム分布

27pA32P

NBIビーム吸収分布計測 (1)

Measurement of the Neutral Beam Attenuation Profile (1)

池田 勝則、長壁 正樹、竹入 康彦、金子 修、津守 克嘉、岡 良秀、永岡 賢一、佐藤 守、近藤 友紀、河本 俊和

核融合科学研究所

IKEDA Katsunori, OSAKABE Masaki, TAKEIRI Yasuhiko, KANEKO Osamu, TSUMORI Katsuyoshi, OKA Yoshihide, NAGAOKA Kenichi, SATO Mamoru, KONDO Tomonori, KAWAMOTO Toshikazu
National Institute for Fusion Science

核融合科学研究所の大型ヘリカル装置では、負イオン源方式のNBI加熱装置を用いてプラズマ加熱を行っている。装備されている3ビームラインは、それぞれ180 keVの高エネルギービームをLHDの接線方向から入射しているが、プラズマの高性能化には中心部に効率良くビームを吸収させることが重要となる。ビームの吸収分布について検討するために、プラズマ中におけるビームの減衰過程を空間分布として計測する。接線入射されたNBIのビームはプラズマとの相互作用によって発光する。このときにビーム成分からの発光スペクトルはビームの速度成分にしたがって観測する視線によってドップラーシフトをする。そこで接線入射のNBI3号機のビーム下流の2か所にビーム軸に対して角度を持った各10ch光ファイバーファンアレイを設置しドップラーシフトしたビーム成分からの水素の発光成分の減衰量を求め、ビームの減衰過程や吸収分布についての観測を開始した。図1にLHD装置におけるNBIの入射軸とビーム分布観測装置の視線を示す。5-oと6-oポートからの観測視線はビーム軸に対して42.6度と62.4度の角度であり、180 keVのビームに対してのH α 線 (656.3 nm) のスペクトルは9.47 nmと5.96 nmのドップラーシフトを起こすことが予想される。使用する分光システムは25 cmの収差補正型のポリクロメータとイメージンシファイアをカップリングした冷却CCDカメラで、約30 nmの範囲を一度に測定することで対象スペクトルの両側に現れる観測ラインを一度に計測するシステムとなっている。本講演では計測システムの解説および初期実験におけるスペクトル分布について解説する。

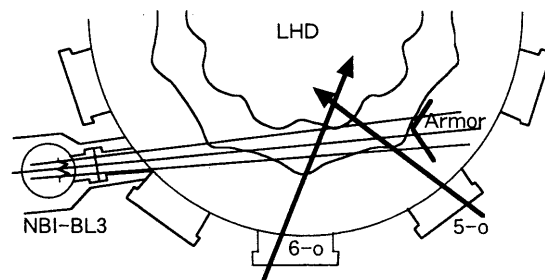


図1 接線入射NBIビームに対する分布計測視線の配置