

02pC01

レーザープラズマ加速による単色電子ビーム発生

Generation of a monoenergetic electron beam by laser-driven plasma acceleration

三浦永祐、小山和義、益田伸一¹⁾、阿達正浩²⁾、渡辺孝之³⁾、加藤進、齋藤直昭、谷本充司⁴⁾
産総研、放医研¹⁾、広大院工²⁾、宇大院工³⁾、明星大理工⁴⁾

MIURA Eisuke, KOYAMA Kazuyoshi, MASUDA Shin-ichi¹⁾, ADACHI Masahiro²⁾,
WATANABE Takayuki³⁾, KATO Susumu, SAITO Naoaki, and TANIMOTO Mitsumori⁴⁾
AIST, NIRS¹⁾, Hiroshima Univ.²⁾, Utsunomiya Univ.³⁾ and Meisei Univ.⁴⁾

レーザープラズマ加速では加速勾配が従来型の高周波加速器よりも1000倍程度高いため、加速器の飛躍的な小型化が期待されている。これまでレーザープラズマ加速によって得られてきた電子ビームのエネルギースペクトルはマックスウェル状あるいはべき乗分布であり、エネルギー広がり100%に近かった。そのため、レーザープラズマ加速器実現に向けて、単色ビーム発生が大きな課題であった。近年、産総研をはじめとして、世界各国の研究機関から単色電子ビーム発生が報告され[1,2]、レーザープラズマ加速器実現が現実味を帯びてきた。

我々は、2 TW (パルス幅50 fs, 中心波長800 nm) のレーザーパルスをガスジェットに照射し、電子密度 $1.5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ のプラズマからエネルギー7 MeVの単色電子ビームを得ている。[1] さらに高エネルギーで高出力の単色電子ビームを得るための研究を進めている。より高エネルギーの電子を得るには、より低密度のプラズマを用いてプラズマ波の位相速度を速くし、電子が波に捕捉、加速される時間を長くする必要がある。そのために、加速長も長くする必要がある。加速長つまりレーザーとプラズマの相互作用長を長くするために、従来よりも長焦点の集光系を用いてレーザ長を長くした実験を進めている。

ヘリウムガスジェットに4 TW (パルス幅50 fs, 中心波長800 nm) のレーザーパルスを照射し、電子密度 $4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のプラズマから図に示すようなエネルギー25 MeV、電子数 10^6 の単色電子ビームが得られている。この単色ビームの発散角は15 mrad程度で高い指向性を持つ。単色ビーム発生時の前方散乱光スペクトルには、入射レーザー光の2倍高調波光とプラズマ波の励起を示す集団的トムソン散乱による2倍高調波光のサテライト線が観測されている。高次のサテライト線の強度比から、規格化されたプラズマ波の振幅は0.7程度と見積られた。講演では、単色電子ビーム発生と共に、散乱光計測によるプラズマ診断に基づき加速機構についても議論する。

本研究は、文部科学省原子力試験研究費および先進小型加速器事業によって実施されたものである。

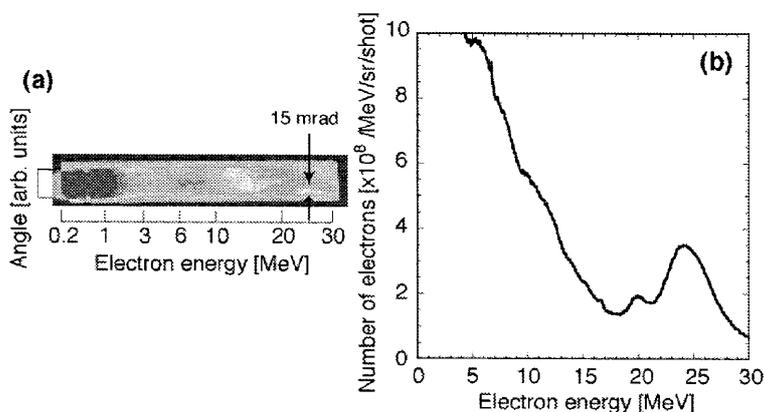


図 (a)エネルギー分解された電子像 (b)電子ビームのエネルギースペクトル

[1] E. Miura et al., *Appl. Phys. Lett.* **86** 251501 (2005).

[2] S. P. D. Mangles et al., *Nature* **431** 535 (2004); C. G. R. Geddes et al., *ibid.* **431** 538(2004); J. Faure et al., *ibid.* **431** 541 (2004); A. Yamazaki et al., *Phys. Plasma* **12** 093191 (2005).