

[12A-03]

PRESENT STATUS AND FUTURE DIRECTIONS OF THE JAERI SUPERCONDUCTING RF LINAC-BASED FEL

E. J. Minehara, T. Yamauchi, M. Sugimoto, M. Sawamura, R. Hajima, R. Nagai, N. Kikuzawa, N. Nishimori, and T. Shizuma

Japan Atomic Energy Research Institute
2-4 Shirakata-shirane, Tokai, Naka, Ibaraki, 319-11 JAPAN

Abstract

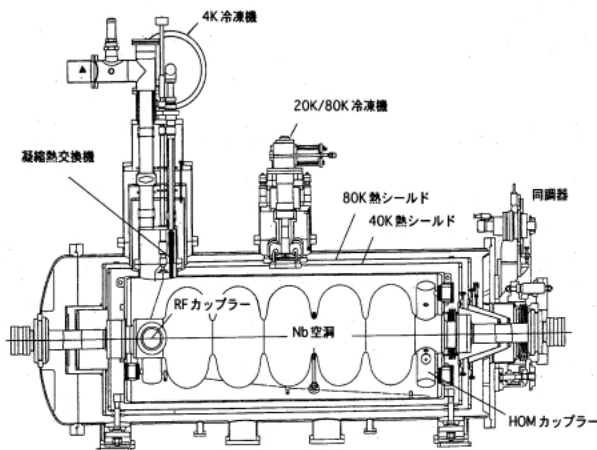
The JAERI superconducting rf linac based FEL has successfully been lased to produce a 2.34kW FEL light and 100kW electron beam output in quasi continuous wave operation in February 2000. Twice larger output than the present program goal of 1kW was achieved to improve the optical out coupling method in the FEL optical resonator, the electron gun, and the electron beam optics in the JAERI FEL driver. As our next 2 years program goal is the 100kW class FEL light and a few MW class electron beam output in average, quasi continuous wave operation of the light and electron beam will be planned in the JAERI superconducting rf linac based FEL facility. Conceptual and engineering design options needed for such a very high power operation will be discussed to improve and to upgrade the existing facility. Finally, several applications, table-top superconducting rf linac based FELs, and an X-ray FEL R&D will be discussed as a next-five years program at JAERI-FEL laboratory.

原研超伝導リニアック自由電子レーザー研究の現状と将来

1.経緯、現状、将来

以下に、原研自由電子レーザーでの開発研究の経緯と現状及び将来の方向について述べる。

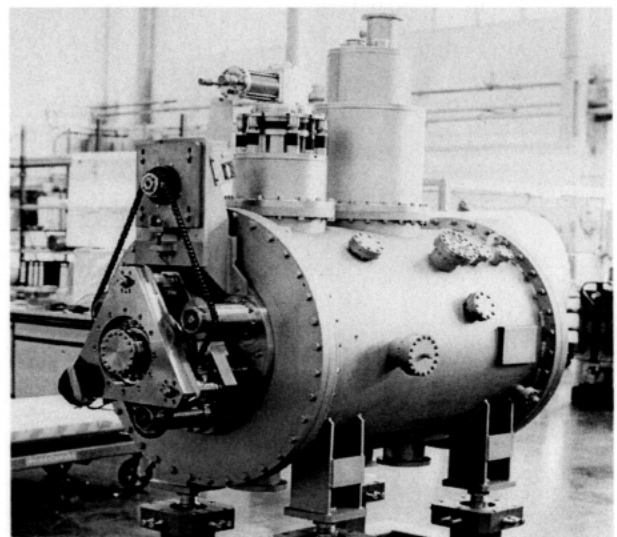
図1、原研超伝導リニアック無蒸発型クライオスタット断面図。



自立性の高い、冷凍機組込式無蒸発型クライオスタット（図1，2）を特徴とする高出力自由電子レーザーを平成元年より開発してきた。平成6年度に最初の加速に成功し、リニアックの

加速に成功し、リニアックの定常運転に入った。平成7年度に FEL 装置を設置し、発振実験を開始した。平成9年度末[1]に最初の発振に成功した。

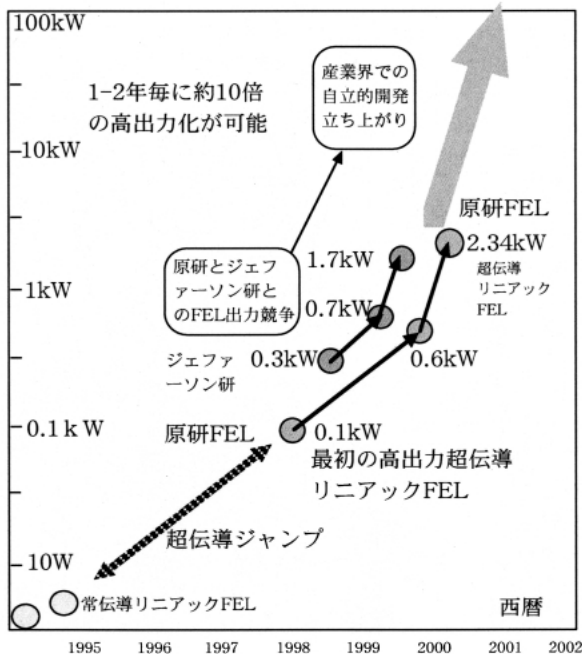
図2、原研超伝導リニアック無蒸発型クライオスタット写真。



平成10年0.1kWと平成12年2.34kWの

2度世界最高出力（図3）を、さらに世界最高変換効率（電子ビームから光）を達成した。さらに高出力化、高効率化を進める予定である。現在、利用や応用の研究として、医療、溶接溶断、ダイオキシン類似環境有害物質のレーザー分解等の幾つかのテーマについて準備を進め、成果を得つつある。

図3、FEL出力記録の最近の向上。



1998年最初の発振 世界最高出力0.1 kWの達成
2000年世界最高出力2.34 kWと世界最高効率4.6%の達成

現在、エネルギー回収系[3]を製作中である。これにより高周波電源が（ほとんど）不要になるほど高周波源の電力節約が可能となる。高出力 FEL の研究は、今後も出力増強が続くと考えられるが、すぐに産業界が主体となるので、研究機関の役割は峠を越したと考えられる。今後、FEL の研究の主体は X 線 FEL へ大きく移行すると考えられる。

将来の X 線 FEL のための基礎技術開発計画[4]を提案する予定である。このための駆動源として、放射線発生が（ほとんど）無い直線状エネルギー回収型の L ないし S バンド 200MeV 超伝導リニアック、超伝導（空洞を用いた）光電子銃、関連する FEL 装置類等を開発する予定である。また運転モードによっては、現在使用

た運転モードによっては、現在使用していない外部冷凍機を用いる可能性がある。

特定の企業や大学と共同で、産業用 FEL プロトタイプである近赤外発振のための超小型（卓上型）S バンド超伝導リニアック駆動 FEL (0.1-1 kW) と車載型 UHF バンド超伝導リニアック駆動源 (10-1000 kW) を開発する。これらは自立性の高い、冷凍機組込式無蒸発型クライオスタットを採用する。このため 1.65KHe3 冷凍機（図4）や高効率4KHe4 冷凍機を開発した。

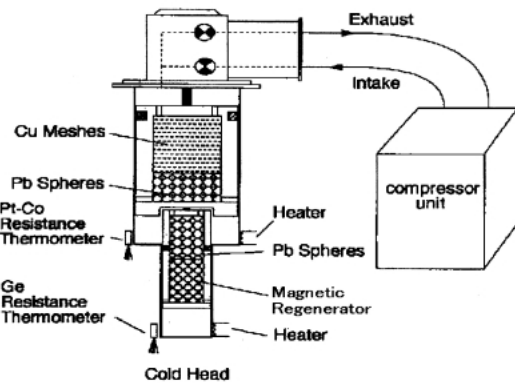


図4.1.7KHe3GM 冷凍機試験装置。

2.まとめ

日本原子力研究所自由電子レーザー研究室/グループは、この11年間高出力 FEL の理想の駆動源である超伝導リニアックを用いて、研究開発を続けてきた。今後、高出力超伝導リニアック FEL の研究は、利用応用研究、高出力化（高効率化）研究として利用者や産業界との協力で推進する。今後、X線 FEL においても理想の駆動源である超伝導リニアックを用いて、X線 FEL 基礎技術開発研究を推進する。

参考文献

- [1] E.J.Minehara et al., Proceeding of the 24th Linear Accelerator Meeting in Japan, p.25.
- [2] T.Shizuma, et al., in this proceedings.
- [3] R.Hajima, et al., in this proceedings.