

高強度テラヘルツ波による放射性廃棄物低減への貢献

～QUADRA-T の開発～

Intense THz radiation source for the nuclear wastes reduction

Objective

原子力機構では、原子力発電所から出される放射性廃棄物の低減を目指して、高強度レーザー駆動テラヘルツ波光源 (QUADRA-T) と量子制御技術を組み合わせた新しい同位体分離技術の研究を進めている。具体的には、従来に無い高効率・高繰返しの高強度レーザーを開発して、世界で未だ達成されていない $100\mu\text{J}$ 級のテラヘルツ波発生を発生させる。この高出力のテラヘルツ波を用いて原子力発電所から排出・貯蔵される高レベル放射性廃棄物の革新的な処理を目指した研究を行う。

For reduction of radioactive wastes in the nuclear fuel cycle, we are studying a new scheme for separating isotopes (Fig. 1). The scheme can be realized by a coherent quantum control with a high power terahertz wave, which is driven by an advanced laser. For this purpose, a high intensity laser with high efficiency and high repetition rate is being developed at this moment. Techniques to generate the high power terahertz wave and to separate isotopes are also being investigated in parallel.

Reduction of radioactive waste through isotope separation

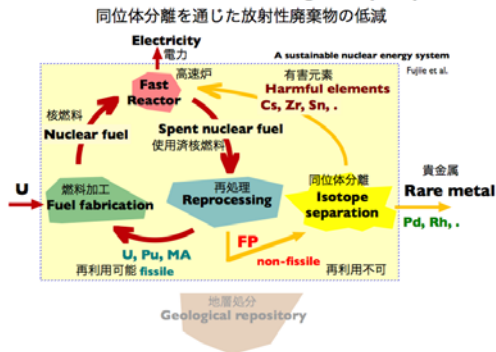


Fig. 1

Fig. 1: Reduction of radioactive waste through isotope separation. Isotope separation of long-lived fission products is a key technology to reduce the geological repository. (長寿命核分裂生成物の同位体分離技術開発は地層処分軽減のためのキーテクノロジーの一つである。)

Fig. 2: View of high intensity laser system under development. (開発中の高強度レーザーの外観)

Achievement

- 高強度レーザー開発において、1kHz の高い繰返し動作で 40nJ のパルスエネルギーを持つシート光 (種光) 発生 of 整備を行った。
- mJ 級への高エネルギー増幅のために Yb:YAG をレーザー媒質に用いた再生増幅器の開発を行っている。
- 高出力テラヘルツ波発生のための技術開発を並行して進め、波形計測技術の獲得及び LiNbO₃ 結晶を用いた光整流によるテラヘルツ波発生により 15 kV/cm の電場強度を計測した。

- We have constructed a front-end of the high-intensity system, which can provide a pulse energy of 40nJ at 1kHz repetition rate.
- We are developing the regenerative amplifier using Yb:YAG material (Fig.2) for further amplification to multi-mJ level.
- Towards the generation of high power terahertz wave, we have developed techniques to measure the temporal waveform and to generate THz wave by optical rectification in a LiNbO₃ crystal. We have measured 15-kV/cm electric field at this point.

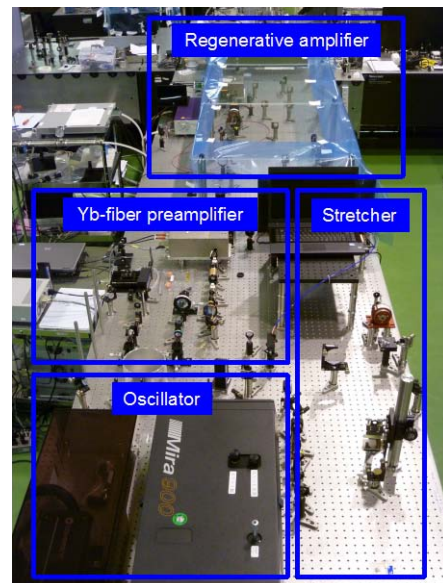


Fig. 2

Reference

- 1) 横山啓一他 「分子の選択的励起方法およびこれを用いた同位体分離方法、同位体分析方法、分子の選択的励起装置、同位体分離装置」 特願 2009-220818、特開 2011-067754