

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出  
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

石井 順久

量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学部門  
主幹研究員

アト秒軟 X 線光源による水の光励起ダイナミクスの解明

## § 1. 研究成果の概要

光パラメトリック増幅器用励起光源(Yb ファイバーオシレーター、CFBG ストレッチャー、Yb:KGW 再生増幅器、Yb:YAG 薄ディスク再生増幅器、透過型回折格子パルス圧縮器)を 100W 超への高出力化した。励起用ダイオードレーザーを導入し、現行 30W である出力を 100W 超に増強した。高出力化に伴う熱並びに非線形効果抑制のため、現行の透過型回折格子パルス圧縮器を反射型回折格子タイプのパルス圧縮器に置き換えた。

増強前の光パラメトリック増幅器用励起光源(30W 出力)を用いて、中心波長 2000 nm の種光を白色発生によって生成し、パルス伸長器を通したのち、ニオブ酸リチウムを用いて 1700 - 2500 nm における広帯域な増幅を行った。パルス伸長ならびに増幅後の出力光パルスの圧縮を負分散ミラーと 3 次分散を補償する特注ミラーを用いて圧縮し、数サイクルパルス発生を行った。この短パルス化により、レーザー強度が増強し、軟 X 線の高光量化が見込まれる。

第二年次後半では、100W 超の増強した光パラメトリック増幅器用励起光源を用いて、励起光源を高効率(10%程度以上)で長波長光へ変換することを試みた。100W超の励起光源では熱発生が予想されるため、熱発生の実地計測を行い、水冷機構を導入した。

赤外光源を集光し、貴ガス(ヘリウム、ネオン)と相互作用させて軟 X 線を発生させるための差動排気付き高圧ガスセルを開発した。赤外光源と高次高調波間の位相整合条件を満たすため、ガス圧力としては最大で 10 気圧程度を想定したときの排気について実機にて計測を行った。軟X線分光を行うための分光器製作を同時に進めた。軟X線分光器の排気のためのターボポンプとドライポンプを導入した。軟X線分光器のための島津製作所製回折格子ならびにX線CCDを導入した。当初の研究目的の液体に加え、固体や気体の分光計測を行える装置を導入し、波及効果の高い軟 X 線計測装置を構築した。

### 【引用した原著論文情報】

- 1) Nobuhisa Ishii, Momoko Maruyama, Keisuke Nagashima, Yoshihiro Ochi, and Ryuji Itakura, “Generation and compression of an intense infrared white light continuum in YAG irradiated by picosecond pulses,” Optics Express 29, 17069–17076 (2021).