

極限光パルス発生のための中空ファイバー誘起位相変調光の 空間位相変調チャープ補償と計測

¹北海道大学大学院工学研究科, ² 科技団 (CREST), ³ シチズン時計
山根 啓作^{1,2}, 日下 哲^{1,2}, 渡辺 吉徳^{1,2}, 勝呂 彰³, 森田 隆二^{1,2}, 山下 幹雄^{1,2}

Chirp compensation and measurement of induced-phase modulated hollow-fiber output for the generation of extremely short optical pulses

K. Yamane^{1,2}, S. Kusaka^{1,2}, Y. Watanabe^{1,2}, A. Suguro³, R. Morita^{1,2}, M. Yamashita^{1,2}

¹Department of Applied Physics, Hokkaido University, ²CREST JST, ³Citizen Co.

(1) 誘起位相変調による超広帯域光パルスの発生とチャープ補償

中心波長の異なるフェムト秒光パルス (基本波光パルス: 790 nm、第二高調波光パルス: 395 nm、いずれも 30 fs、1 kHz) をアルゴン充填中空ファイバーに入射し、各々の自己位相変調のみならずそれら 2 パルス間の誘起位相変調を利用することで超広帯域光パルスを発生させた (図 1)。この光パルス超広帯域性の有効利用を目的とし、チャープ補償系の短波長側帯域を広げるためにミラー類のコーティング材質を Ag から Al に変更した。その結果、帯域は広がったもののチャープ補償後の光強度が 1 桁低下 ($2.5\mu\text{J} \rightarrow 0.38\mu\text{J}$) した。また、超広帯域光パルスのチャープ補償後の特性を評価するには、短波長側にも感度のある測定系を要する。以上の点から本研究において開発された高感度変形 SPIDER 法を導入した。

その結果、現在までのところ非線形結晶の厚さにより制限された帯域内ではあるが SPIDER 信号 (露光時間: 1 s) を観測することができた (図 2)。誘起位相変調スペクトルは 500 - 550 nm の領域が非常に不安定で ~ 0.1 s 以内の積算時間でスペクトル上から微細構造が失われている、一方で今回観測された SPIDER 信号は非常に鮮明であり、少なくとも補償可能な領域が存在することを示唆する。現在、より短波長の領域にまで測定可能なように測定系の非線形結晶等の最適化及び光源の安定化に着手しており、発生させた超広帯域光の特性評価を行なう予定である。

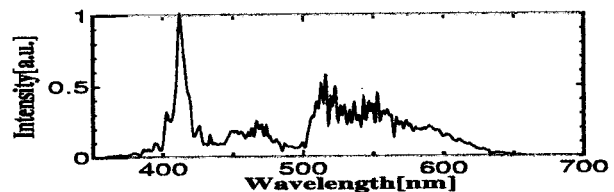


図 1: 誘起位相変調スペクトル

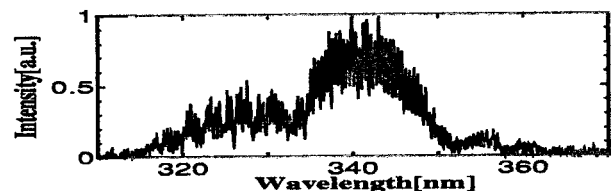


図 2: 観測された SPIDER 信号

(2) 高感度変形 SPIDER 装置による計測

従来 SPIDER 法で測定した最短パルス幅は 5.0 fs であった。さらなる短パルスの特性評価をめざし、より広い帯域を有する光パルスへの対応を考慮して SPIDER 装置内の光学素子のコーティングの材質を Ag から Al に変更した。これにより測定感度が 1 桁程低下 ($0.35\mu\text{J} \rightarrow 1.0\mu\text{J}$) したが、この感度低下を補うために、本研究では SPIDER 内チャープ光を外部高強度チャープ光に代えて用いる高感度変形 SPIDER 装置を開発した。高感度変形 SPIDER の性能評価を行うために従来 SPIDER 法と感度比較を行った結果が図 3 である。高感度変形 SPIDER の感度は従来 SPIDER に比べ約 20 倍向上していることがわかる。誘起位相変調を利用し発生させた超広帯域な光パルスをこの高感度変形 SPIDER 装置により測定する予定である。

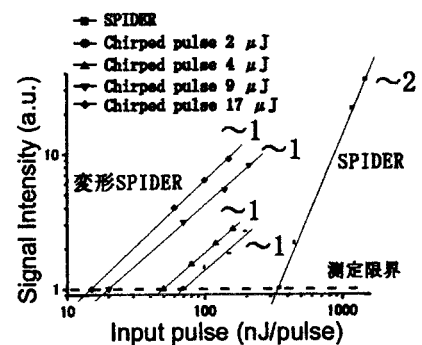


図 3: 感度比較