

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**ハイリスク挑戦タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: 超短光パルス波形の高精度制御・計測技術の実用化開発
プロジェクトリーダー	: 浜松ホトニクス株式会社
所属機関	: 小西毅(大阪大学)
研究責任者	: 小西毅(大阪大学)

### 1. 研究開発の目的

超短光パルス波形の高精度な制御・計測技術は、微細レーザー加工やバイオサンプルのラベルフリー顕微観察など様々な産業・医療応用が期待されるが、従来手法の高コスト性と手技の複雑性が問題となっている。これに対し、我々はいままでの研究で、シンプルな構成で高精度に光パルス波形を計測し制御できる技術を構築し実証してきた。この技術は、空間光変調器を用いることによる高い波形制御自由度、シンプルな構成による小型化の可能性等の利点を有している。本課題では、この技術に基づいて波形の計測と制御の高精度化を実現し、波形設計の自由度や使い勝手などの実用性を応用に供することのできるレベルにまで高めた装置・技術の開発を行う。

### 2. 研究開発の概要

#### ①成果

我々は、フェムト秒パルスレーザー光の時間波形を簡便・自在・高精度に制御できる装置の実現を目指して研究開発を行った。その実現のために、新しい原理に基づく波形計測器の精度を向上させ、空間光変調器(SLM)を用いた波形制御器の性能(制御精度・波長分解能・波長帯可変)を向上させた。また、計測器と制御器を協働させるフィードバック波形制御技術や、任意波形を高精度に生成可能な波形制御パターン設計法を開発した。その結果、2.5%未満という高精度で、分散量 1.0 平方 ps の分散補正、16 連パルス以上のマルチパルス生成、矩形波や三角波の生成など、従来の波形制御研究から格段に精度と自在性が高い波形制御を実現した。また、装置の小型化も行った。

研究開発目標	達成度
①700~900nm の波長範囲の内の 100nm の範囲で使用する波長を可変でき、主要な光学系の底面積が 1200cm <sup>2</sup> 以下の小型の波形制御・計測装置の開発	①中心波長可変機構を実装し、波長範囲 200nm を確認した(達成度 200%)。底面積は 1184cm <sup>2</sup> を達成した(達成度 100%)。また、波形計測での再構成処理を波長可変に対応させることで計測精度が向上した。
②位相スペクトルの相対計測精度 2.5%の達成(中心波長 800nm、二次位相分散量 -22000 ~ +22000[fs <sup>2</sup> ]の範囲において)	②波形計測器を改良し、分散量 -400000 ~ +1000000[fs <sup>2</sup> ]の範囲で相対計測精度 2%以下を達成した(達成度 200%)。また、光ファイバーをゲージに用いるパラメータ構成法を考案し、誤差が約 2/3 に低減できることを確認した。
③精度 2.5%を有する SLM による強度変調機能の	③検証のための光学系と実機の両方での検証に

<p>実現</p> <p>④他の超短パルスレーザー(中心波長約 1550nm、パルス幅 60fs)への応用検討</p>	<p>よって、波形制御器の強度変調精度が 2.2%以下であることを確認した(達成度 120%)。また、強度変調機能を最大限に生かすために自由度と精度の両方が高い波形制御パターン設計法を開発した。</p> <p>④通信波長帯の超短パルスレーザーに適合する装置の基礎設計と部品検討を行い、分光器性能が重要であることを見出した。また、レーザー増幅ノイズの波形計測への影響を検討し、通常増幅率ではほぼ問題ないことを確認した(達成度 100%)。</p>
---	--

### ②今後の展開

超短パルス光の波形制御と波形計測の原理の確認と特性検証、そして装置化のための技術構築がほぼ完了した。また、自在性と高精度性を両立させる制御パターン設計法など実用に有益な技術構築もできた。今後は、光入力インターフェース開発や耐光性向上、さらなる精度と信頼性の向上など、広い範囲の応用で使えるようなレベルにまで実用性を向上させる研究開発を行う。

### 3. 総合所見

目標を達成し、次の研究開発フェーズに進むための成果が得られた。イノベーション創出が期待できる。

産学連携での相乗効果が高く、優れた開発体制となった。高いレベルで目標を達成しており、超短パルスレーザーの実用化に本技術が適用されてレーザー加工や医療分野で新しい応用や市場が実現するなどイノベーション創出を期待する。