

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏名 小林 真隆

学位の種類 博士(理学)

学位記番号 理工博甲第17号

学位授与年月日 令和3年3月25日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻

学位論文題目 Multi-timescale dynamics using high-repetition-rate single-shot spectroscopy

論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授	片山 郁文
		横浜国立大学	教授	武田 淳
		横浜国立大学	准教授	堀切 智之
		横浜国立大学	教授	洪 鋒雷
		横浜国立大学	教授	関谷 隆夫
		東京大学	教授	湯本 潤司

## 論文及び審査結果の要旨

高強度レーザーパルスを用いた物質の高密度励起では、電子状態や原子配列の劇的な変化を引き起こし、光誘起相変化やレーザーアブレーションなどの協調現象を誘起する。これらの現象は電子励起に伴うサブピコ秒スケールの超高速緩和ダイナミクスによって引き起こされ、ナノ秒からマイクロ秒の広い時間スケールで起こる核・ドメインの形成、構造変化などを伴う不可逆反応である。このような多時間スケールの現象では、レーザー加工におけるインキュベーション効果やレーザー誘起周期的表面構造(LIPSS)の形成などに見られるように、単一パルスでの励起と複数パルスでの励起で得られる結果に大きな違いが生じることがある。そのため、高密度励起下で発生するこのような多時間スケールの現象を理解するためには、1パルス毎の超高速ダイナミクスの観測が重要な鍵となる。またこのメカニズムを理解することは、物理学のみならず、材料制御やレーザー加工などの応用にも重要である。

本論文では、従来の技術では測定が難しかったこのようなパルスごとの超高速ダイナミクスを計測する新たな手法として、チャープパルスを用いたシングルショット法と、フォトニック時間伸張法とを組み合わせることにより、波形信号の変化をリアルタイム

で測定が可能な新しいシングルショット分光手法を開発した。この分光手法は、波形の検出に高速フォトダイオードと広帯域リアルタイムオシロスコープを用いているため、1パルスあたり数十ピコ秒単位の時間領域を、フェムト秒の時間分解能で、1秒間に数千～数万回、パルスごとに繰り返し測定することが可能である。これによりサンプルの時間経過によるダイナミクスの変化を、広範な時間スケールかつリアルタイムで追跡・可視化することができるようになる。また、このような技術を用いて、光励起による超高速応答波形と、構造変化に伴う長時間での応答変化の対応関係を明らかにし、光誘起相変化現象や光加工に資する知見を得ている点も重要である。

これらの成果は学術雑誌に掲載されており、国際会議における英語発表もおこなっていることから外国語の執筆・会話能力は十分であると判断した。また、修了要件である必要単位は取得済みであり、審査会における発表内容、内容に対する質疑応答も十分であった。以上より、本論文の内容は博士学位の取得に十分であることを審査委員全員一致で判定した。