

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 池田 幸平

学位の種類 博士(理学)

学位記番号 理工博甲第15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 通信波長帯周波数安定化レーザーと天文コムへの応用

論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授	洪 鋒雷
		横浜国立大学	准教授	堀切 智之
		横浜国立大学	教授	武田 淳
		横浜国立大学	教授	片山 郁文
		横浜国立大学	教授	小坂 英男

論文及び審査結果の要旨

令和3年1月26日(火)午後3時より学位論文発表会をZoomで開催した。また、午後4時15分より審査委員全員出席の下Zoomで審査委員会を開催した。論文の内容は以下の通りである。通信波長帯(1.5 μm)の光周波数標準は、各種計測器の波長校正やファイバリンクなど様々な場面で応用されている。また、光周波数コム周波数基準として天文台の分光器の波長校正を行う研究(天文コム)が盛んに行われている。本研究では、天文コムと長距離量子通信といった二つの具体的な応用に対して、光源、分光方法、制御方法などの各構成要素の最適な選択をしたうえでヨウ素安定化レーザーを開発した。本学位論文では、通信波長帯光周波数標準の高精度化として通信波長帯レーザーのヨウ素分子への周波数安定化を行った。また、長距離量子通信のための波長変換用励起レーザー開発として波長1064nm小型固体レーザーの周波数安定化を行った。通信波長帯レーザーのヨウ素分子への周波数安定化では、導波路型デュアルピッチ周期分極反転ニオブ酸リチウム(PPLN)という新しいタイプの非線形光学結晶を用いて1542nmレーザー光の3倍波を発生させ、514nmでのヨウ素分子分光ならびに周波数安定化を行った。さらに、光周波数コムを用いた絶対周波数計測および不確かさ評価を行った。開発した周波数安定化レーザーは、システムとして

たいへん堅牢で、月や年単位の長期運転も可能である。このレーザーは天文コムの基準レーザーとして応用されることになり、現在は岡山天体物理観測所に設置されている。また、波長変換用励起レーザーの周波数安定化では、波長 1064 nm の LD 励起固体レーザーの二次高調波発生とヨウ素分子への周波数安定化を行った。励起 LD の電流を制御ポートとする独自の制御方法を提案し、量子メモリとして想定したダイヤモンド NV 中心の線幅よりも十分に周波数変動を抑えられることを明らかにした。これらの研究は様々な場面でヨウ素安定化レーザー開発が行われる際に有望な指針を示した点で評価できる。予備審査で審査委員より指摘された研究内容の関連性や統合的な将来研究像に関する説明が不十分という点に関しても、本審査で提出された論文でしっかり補強されており、学位論文発表会でも説明している。その結果、博士学位論文として十分な内容を有しており合格と判定した。学位論文の審査における質疑応答の受け答えも良好で、博士論文に関連する分野の科目について博士（理学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定した。