


平成29年度国立天文台共同開発研究成果報告書

平成30年 4月25日

国立天文台長 殿

研究代表者	氏名	(ふりがな) たむら よういち 田村 陽一 
	所属・職	名古屋大学大学院理学研究科・准教授
研究課題名	ミリ波補償光学の創成: 波面計測センサの開発	
研究実績	<p>本研究課題では、大型電波望遠鏡の風負荷・熱変形・重力変形による(主)鏡面精度の低下を実時間で補償する光学システム「ミリ波補償光学」の創出、及び開口合成法を応用した波面センシング技術の確立をめざし、波面センサの根幹となるソフトウェア相関器の製作と評価、およびFPGA相関器の設計・製作を行った。本課題の目標は、(1)相関器を試作し、(2)複素相関係数の位相を1° r.m.s.の精度(20GHz帯で補償光学を駆動する場合、40um r.m.s.の光路長測定精度に相当)で実時間計測できることを実証することであった。以下に示す通り、この目標を十分に達成することができた。</p> <p>まず汎用GPU計算機、サンブラ、およびソフトウェア偏波計Polaris(H24年度NAOU共同開発研究・PI亀野氏)を改修して帯域幅8MHzのソフトウェア相関器を試作し、単色波を参照光源として、出力されるクロスパワースペクトラムの位相安定性、振幅線形性、帯域透過特性等を評価した。この結果、長時間(10^4 s)に渡り100msの積分で0.1° r.m.s.の計測精度が得られることがわかった[成果2,4]。さらに、この試作機開発の過程で、広帯域(16-24GHz)雑音を参照光源とする遅延測定方式へ変更することで、測定精度の向上、アナログ信号系の大幅縮小による波面センサの低コスト化が可能になった。この実現のため、メーカーと協力しFPGA相関器のレプリカ環境試験、及びミリ波補償光学用実機(RF Direct Sampler OCTAD)の設計及びハードウェアの製作を行った[成果1,3]。なお、以下の学会・シンポジウムで本成果の発表を行った。</p> <p>[1] 田村「ミリ波補償光学の開発 I. プロジェクトの概要」日本天文学会, V135a (千葉, 2018/3) [2] 上田「ミリ波補償光学の開発 II. 波面センサ用GPU相関器」日本天文学会, V128b (2018年3月) [3] 田村「ミリ波補償光学の創成」宇電懇シンポFY2017 (三鷹, 2018/3, 招待講演) [4] 上田「Correlator for Millimetric Adaptive Optics」ALMA/NRO/ASTE UM (三鷹, 2017/12)</p>	
研究の活用	<p>本課題で製作したFPGA相関器は、ミリ波補償光学の波面センシング技術の根幹をなす。実際に開発したFPGA相関器を国内の電波望遠鏡に持ち込み、本課題で考案した波面計測法を実証する予定である。なお、本課題では、FPGA相関器のハードウェア(OCTAD)製作を完了した一方、相関処理用ファームウェア、制御・計測ソフトウェアの開発、総合試験が必要である。本課題の成果をレバレッジとして獲得した研究費(JSPS挑戦的研究[開拓])により、H30年度中に相関処理ファームウェア開発を完了し、総合試験を実施する予定である。また、総合試験の際には、本課題で得たソフトウェア相関器開発のリソース・評価方法を活用する予定である。</p>	