

氏 名	杉 森 康 宏 すぎ もり やす ひろ
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 513 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Studies of ocean wave spectra by hologram method (ホログラム法による海洋波浪スペクトルの研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 国 司 秀 明 教 授 奥 田 節 夫 教 授 中 島 暢 太 郎

論 文 内 容 の 要 旨

申請者の杉森康宏の主論文に示された研究内容は、海洋波浪研究の基礎である二次元パワースペクトル——方向スペクトル——の観測に関するもので、2部4編の論文からなっている。

第1部は主として方向スペクトル観測へのホログラム法の適用を論じたもので、2編の論文からなっている。

海洋波浪の観測からその方向スペクトルを得る手段としては、ステレオ写真による方法、特殊な計測ブイによる方法などがあるが、他の一つの方法として、航空写真フィルムに写された波浪の明暗の縞の光学的回折像が、ちょうどその二次元フーリエ変換であることを利用するホログラム法と呼ばれる方法がある。

申請者は、この方法について、まず、方法の理論的解析を行ない、方向歪のないスペクトルを得るために鉛直撮影の必要なことや、評価に値する良好なスペクトルを得るために写真をむしろ縮小する必要があることなどを明らかにしたほか、使用するレーザー光の強度の変動と高次回折像の存在ならびに航空写真撮影時のカメラの振動とが、結果の精度と分解能とを定めていることを実験的に確かめ、これらに基づく撮影の最適飛行高度を示すなど、観測測定技術に関する基礎的な問題点の所在とをその解決法とを明らかにしている。

申請者は、さらに、SWOP (1960) と呼ばれる有名なプロジェクトで行なわれたステレオ写真観測の結果と、同じ資料をホログラム法で解析した結果とを詳細に比較して、ホログラム法によって得られる方向スペクトルは、波浪の波面勾配のパワースペクトルであることを初めて明らかにして、この解析法の波浪研究における明確な位置づけを行なうとともに、方向の分解能はこの方法が格段に秀れていることを示している。

申請者の主論文第2部は、このホログラム法を用いた実際の波浪の研究に関するもので、同じく2編の論文からなっている。

第1の論文は黒潮強流帯での観測に関するものである。この観測資料のホログラム法による解析から、申請者は、黒潮強流域外での波浪の方向特性は局地風に支配され、両者の方向はよく一致して方向分散性も少ないのに対し、黒潮強流域内では、波長1 m以上の波は黒潮流軸の方向をとる傾向がある一方、波長1 m以下の波はほぼ均等な方向分散性を示すという極めて興味深い重要な事実を見出している。

第2の論文は、米国テキサス農工大学によってリモートセンシングの研究のためにミシシッピ河口の沖で行なわれた観測資料による研究である。申請者は、この観測における多くの航空写真フィルムのホログラム法による解析を行なって、初めて風の吹走距離あるいは吹続時間による風波方向スペクトルの変化の状況を詳細に示した。

さらに、申請者は、それらの結果から、とくに風の吹続時間による方向別発達率を計算して、風波スペクトルの発達には方向によってかなり異なり、風の主方向に近い伝播方向の波のスペクトルは、スペクトルピークから高周波側に向うにつれて、いったん強く負の値に迄落ち込んでから再び回復し以後かなり大きな値を持続するという形をとるのに対して、風の主方向から離れた伝播方向の波のスペクトルでは、ピークに続く高周波側での落ち込みは少なく負の値には達せず、そのあたりでは主方向の波の発達率をうまわり、さらにいったん回復後のより高周波側でかなり急激に減少するという特徴を見出し、風波発達の機構解明には2次元的な成分波間の相互作用が考えられねばならないことを結論している。

なお、参考論文5編のうち2編は主論文に関連する論文であり、他の2編は海洋光学の分野の研究に属し、1編は海山の肩における底層流の測定結果に関するものである。

論文審査の結果の要旨

海洋波浪研究における基礎的な観測として、海面変動の2次元パワースペクトル——方向スペクトルと通常呼ばれている——を求める問題がある。その手段として、ステレオ写真による方法、特殊な計測ブイによる方法などがあるが、これらはいずれもかなりの観測時の作業量やデータ処理の作業量を必要とするために、実際に実施された側はそう数多くはなく、多くの観測は1次元パワースペクトルを得ることで満足している状況にある。

これに対する他の一つの方法として、航空写真フィルムに写された波浪の明暗の縞の光学的回折像が、ちょうどその二次元フーリエ交換であることを利用するホログラム法と呼ばれる方法がある。この方法は他に較べて実施の格段な容易さを持ち、既にかなり古く Barber (1954) によってその有用性が指摘されていたが、当時の水銀灯を光源とする方法でははっきりした回折像を得る迄には到らなかった。その後、Stilwell (1969) がレーザー光を用いて初めてこの方法を成功させたが、得られた結果の精度や物理的意味のあいまいさのために、なお十分な評価が得られない状態にあった。

申請者杉森康宏は、この問題について、まず、方法の理論的解析と精度および分解能に関する実験とから、方向歪のないスペクトルを得るために鉛直撮影の必要なこと、評価に値する良好なスペクトルを得るためにむしろ写真の縮小が必要なこと、さらには問題とする波浪の波長域に対応する撮影の最適飛行高度を示すなど、観測測定技術に関する基礎的な問題点とその解決法とを明らかにする一方、得られた方向スペクトルが波浪の波面勾配のパワースペクトルであることを、SWOP (1960) と呼ばれる有名なプロジ

ェクトで得られたステレオ写真の解析結果と、同じ資料のホログラム法による解析結果とを比較することによって初めて明らかにした。

これらが申請者の主論文第1部2編の論文の主な内容であるが、これらの結果は、このホログラム法の海洋波浪研究における物理学的な明確な位置づけと技術的問題の克服として、高い評価を与え得るものと考ええる。

さらに、申請者は、その主論文第2部において、このホログラム法を用いて行なった海洋波浪方向スペクトルの研究を2編の論文として示している。

第1の論文は黒潮強流帯での風波の状態を解析したもので、黒潮強流域外では波の主伝播方向は局地風の主方向と一致する普通の状態が見られるのに対して、黒潮強流域内では、波長1 m以上の波は黒潮流軸の方向をとる傾向がある一方、波長1 m以下の波はほぼ均等に近い著しい方向分散性を示すという極めて興味深い重要な事実を示した。

また第2の論文は、リモートセンシングの研究に関連して米国テキサス農工大学が撮影したメキシコ湾ミシシッピ河口沖の多数の航空写真資料による研究で、申請者はそのホログラム法による解析から、初めて風の吹走距離あるいは吹続時間による風波方向スペクトルの変化の詳細な状況を示している。

さらに、申請者は、それらの結果から、とくに風の吹続時間による方向別発達率を計算して、風波スペクトルの発達率は方向によってかなり異なり、風の主方向に近い伝播方向の波のスペクトルは、スペクトルピークから高周波側に向うにつれて、いったん強く負の値に迄落ち込んでから再び回復し以後かなり大きな値を持続するという形をとるのに対して、風の主方向から離れた伝播方向の波のスペクトルでは、ピークに続く高周波側での落ち込みは少なく負の値には達せず、そのあたりでは主方向の波の発達率をうまわり、さらにいったん回復後のより高周波側でかなり急激に減少するという特徴を見出し、風波発達の機構解明には2次元的な成分波間の相互作用が考えられなければならないことを強く示唆している。

申請者によるこれらの結果はいずれもお事実の提示の段階に留まっているが、それらはいずれも申請者が風波の研究にホログラム法を適用することによって初めて明らかにした重要かつ興味深い結果で、その意味で申請者のこの分野に与えた寄与は大きいと考えられる。

なお、参考論文は、海山の肩における底層流の測定に関するもの1編、海洋光学の分野に属する研究2編、および主論文に関連する研究2編とであるが、いずれも申請者の海洋物理学の分野における十分な研究能力を示したものであることができる。

以上のように、申請者は海洋波浪研究の基礎である波浪の方向スペクトル観測を容易に実施するためのホログラム法の研究を行ない、確実な手法で測定法としてよく実用に耐えうる段階に迄これを発展させ、さらにその方法によって方向スペクトルに関する重要な新しい若干の観測事実を初めて示した。その意味で、海洋波浪の研究の進展に対する申請者の研究の寄与は少なくないと認めることができる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。