

[平成6年度光学論文賞受賞論文紹介]



吉森 久氏の論文紹介

神戸大学工学部 吉村 武晃

吉森 久氏の受賞対象論文は下記のとおりである。

主論文：“Statistical formulation for an inhomogeneous random water surface: a basis for optical remote sensing of oceans,” J. Opt. Soc. Am. A, **11** (1994) 723-730.

副論文：1) “Thermal radiative and reflective characteristics of a wind-roughened water surface,” J. Opt. Soc. Am. A, **11** (1994) 1886-1893; 2) “波浪のある水表面の熱映像構成法”，光学，**23** (1994) 50-57.

主論文は、水表面の波浪場を厳密に定式化する方法を提示し、表面のランダム性による実効反射率と実効放射率とから散乱放射特性を解析的に求めたものであり、水面温度分布計測の基礎をなすものである。

水面波として2次元波動場である水表面の変位は、時間的空間的に絶えず変化し、統計的に処理する必要がある。この扱いで問題となることは、変位は時間的定常性が成り立ちガウス過程が成立するとしても、波浪スペクトルは、波数に依存する分散関係があり、さらに波浪が海上風によって成長・消衰するため、空間的一様性が成り立たないことである。吉森氏は、この非一様場に対する新しい解析法の提案を行った。異なった周波数、異なった伝播方向をもった波は互いに無相関であることを見つけ、水面変位を波の伝播方向-周波数表示で表すことにより、空間的非一様な波浪場の必要かつ重要な統計量を一般法則として導き出した。

波浪はある方向に伝播する波浪スペクトル（方向性スペクトル）によって特徴づけられている。このスペクトルは位置の関数であるため、それを一様性の仮定なしで利用することが困難であった。しかし提案した「方向-周波数表示」を用いると、互いに異なる伝播方向をもつ波浪の相関スペクトル（角度相関スペクトル）が定義でき、それは位置に依存しない特徴がある。このスペクトルを基本因子として展開することにより、空間的に非一様な波浪場の統計的性質の解析を可能とした。得られた重要なことは、この角度相関スペクトルが方向性スペクトルと完全な関数関係で結ばれていることを見出した点である。さらに方向性スペクトルとして、波浪の国際基

準である JONSWAP (Joint North Sea Wave Project) スペクトルを用いることにより、水表面勾配の分布関数を解析的に導いたことである。

水表面は巨視的スケールでランダム粗面である。この表面からの赤外光の散乱放射特性は、幾何光学近似および水表面の統計性を規定する勾配の分布関数を用いることによって求められる。しかし水表面を低高度から観測すると、その散乱過程では水面の凹凸による遮閉 (shadowing) 効果が強く表れる。観測方向から見て前方に存在する波による放射光の遮閉効果と反射過程における入射光の遮閉効果とを勾配の分布関数に組み入れて、実効放射率分布と実効反射率分布とを解析的に決定した。

副論文は、実海域の水表面からの赤外光を低高度から観測し、水面温度分布を画像化処理する熱映像構成法を提案したものである。水面の放射束を低高度から観測すると、水面温度に依存した熱放射束ばかりでなく、水面で反射した天空光の放射束が混入し、しかもそれらの放射率は波浪による統計的性質（水面のランダム性と遮閉効果）に依存する。さらに光路における吸収量と放射量とが、測定距離と大気状態とに依存する。これらの要素を考慮した温度補正式を導き、波浪場での最大測温距離を、静水面と比べて大きく延ばした。

以上の一連の研究は波浪のある水表面の統計モデルの構築と散乱に関する遮閉効果とを組み合わせ、海表面温度分布の画像計測を実現したものであり、ここで議論された統計論的取扱いの手法は光学分野に、その成果は海洋学に大きなインパクトを与えるものと期待される。

吉森 久氏は、1981年大阪大学工学部応用物理学科を卒業後、同大学院応用物理学専攻博士前期課程を修了し、現在、古野電気株式会社技術研究所に勤務している。勤務のかたわら、1992年から大阪大学大学院応用物理学専攻博士後期課程で研究を行い、1994年同大学より工学博士の学位が授与された。今回受賞対象となった研究は、その成果をまとめたものである。現在も引き続きこの分野の研究を行っているが、今後もその創造力を発揮し、益々の発展と飛躍を期待する。