Osaka University Knowledge Archive

Title	光子計数の統計性とその応用に関する研究
Author(s)	佐藤, 秀朗
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33211
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【23】

氏名・(本籍)	佐藤秀朗（さとうひであき）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5658 号
学位授与の日付	昭和57年3月25日
学位授与の要件	工学研究科 応用物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**光子計数の統計性とその応用に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 茂 教授 鈴木 達朗 教授 滑川 敏彦 教授 西田 俊夫 教授 南 茂夫

論文内容の要旨

本論文は，光子統計分光法の基本量である光子計数確率分布において，空間コヒーレンスを考慮した光子統計量，特に光子統計分布のファクトリアルモーメントに関する研究を理論的ならびに実験的に行なっている。さらに，ファクトリアルモーメントの高速測定装置ならびに高精度を有する相関量測定装置の開発を行ない，眼科分野，光通信分野への応用に関する研究をまとめたものであり，内容は緒論と五つの章からなっている。

緒論では，本論文の目的および光子統計法の歴史と各章の概要を述べている。

第1章では，光子統計理論と分光法との関連および基本統計量を説明し，あわせて問題点の指摘を行ない，以下の章の研究の位置づけを明確にしている。

第2章では，光子計数確率分布とそのファクトリアルモーメントを取り上げ，測定系の空間コヒーレンスの影響を理論的ならびに実験的に明確にするとともに，空間コヒーレンスが十分高くない場合でも可能な分光法の開発を行なっている。そして，光子統計分布では区別のつかない2つの輻射場の分類を理論，実験両面から明確にしている。

第3章では，サンプリング方式に特徴をもたせた高精度の光子相関量測定装置を開発し，複雑なスペクトル形状をもつ輻射場の解析を可能にしている。

第4章では，強度相関量の眼科分野への応用として，第3章で述べた光子相関量測定装置を用いて培養水晶体のレーザー散乱光測定を行ない，水晶体中の蛋白質の状態を定量的に解析し，白内障との関連を示している。その結果，白内障の基礎研究の1手段または臨床装置としての可能性を示すとともに早期発見の手法を確立している。

第５章では，光子計数の統計性の光通信分野への応用として，半導体レーザーの発振制御光学系の検討を行なっている。半導体レーザーを光源とした場合に，コヒーレンス性の良さのためファイバ透過光に強度ゆらぎが生じ，通信の誤り率が増加する。そこで，第１章で述べた理論を応用してコヒーレンス性を逆に劣化させる光学系，特に波長多重通信を考慮した光学系に関する検討を行ない，新しい光源様式の提案を行なっている。

論文の審査結果の要旨

光を種々の分野で利用する場合，その粒子性を無視できない場合があり，従って光子数のゆらぎに関する統計量を理論的にかつ実験的に明らかにすることは光学ならびにその応用において重要な研究課題となっている。本論文は光子計数に関し現実に適用できるように改められた理論の正当性をあらたに製作した光子統計量測定装置によって実験的に明らかにし，ついで白内障研究に対して本装置を応用し，さらに光通信に用いるための低雑音レーザー用光学系に関して行った研究の成果をまとめたものである。その主要な成果を要約すると次のようである。

(1) 光子に関する基本量である確率分布を示すために重要なファクトリアルモーメント測定装置を試作し，これを用いて空間コヒーレンス及び偏光度の影響を考慮に入れた光子統計理論の正しいことを実験的に示し，さらに共にポアッソン分布を示すために従来の光子統計分光法の装置では同じに観測される２種の光の識別がファクトリアルモーメント測定により可能となることを示した。

(2) 新しいサンプリング方式による光子相関量測定装置を製作し，データ収集効率の高いこと，不感時間が無視可能で誤差が小さいこと，実時間処理の可能なこと及び分解時間と遅延時間を容易に改善できることなど多くの点で従来のものに比し優れていることを示した。

(3) 上記の光子相関測定装置及びあらたに製作した培養水晶体散乱光測定装置を用いて，培養水晶体からの散乱光の２次の相関量の測定を行ない，種々の新らしい知見を得た。この方法は，光をプローブとして用いるため水晶体各微小部分の蛋白質変化を外観上変化の分らない早期に非破壊非接触で測定できる特徴を有し，白内障に関する医学的研究に対する有効な手段である。

(4) 新方式の２次元的分散を利用する直交円錐型回折子光学系によって半導体レーザーの発振を制御することにより，クロストークが小さく波長多重度が大きい光通信用半導体レーザーに用いる光学系を製作し，その特性を明らかにした。また減分散型光学系により半導体レーザーを制御することにより波長とスペクトル幅の両者を同時に選択して発振させることができることを示した。これは光子統計理論上低雑音の光通信に有効な手段となる可能性をもっている。

以上のように本論文は光学，医学ならびに光通信の分野に関して新しいデバイスおよび測定装置を考案製作すると共に，これらを用いて多くの新しい知見を示し，学術上ならびに応用面において貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。