

論文審査の要旨

| | | | |
|---|----------------|-----|------|
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 （ 工 学 ） | 氏名 | 竹中 啓 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第①・2項該当 | | |
| 論 文 題 目 | | | |
| Development of Rapid Measurement Methods of Micro Biological Particles in Sphere of Human Habitation (生活圏内の生物由来粒子群迅速計測技術に関する研究) | | | |
| 論文審査担当者 | | | |
| 主 査 | 教 授 | 横 山 | 新 |
| 審査委員 | 教 授 | 東 清 | 一 郎 |
| 審査委員 | 教 授 | 岩 坂 | 正 和 |
| 審査委員 | 医歯薬保健学研究科教授 | 秀 道 | 広 |
| 審査委員 | 東京大学教授 | 三 宅 | 亮 |
| 〔論文審査の要旨〕 | | | |
| <p>地球上には、細菌やウイルスなど様々な生物由来粒子群が存在しており、これらの生物由来粒子群は、人間の活動に影響を与えている。安全で快適な生活には、生物由来粒子群の性質、動態を捉えることが重要であり、そのための計測技術が必要となる。そこで本研究では、対象粒子・試料の形態に応じた計測方法、及び統計的な側面からコアとなる測定部の仕様決定法を提案、実試料を対象に装置を試作し、その有効性を検証した。</p> <p>第1章では、生活圏に存在する生物由来粒子群の種類などを調べ、さらにこれらの生物由来粒子群に対する既存の計測方法について調査・分類を行った。</p> <p>第2章では、粒子を検出するための測定領域（以下プローブ域と称す）と粒子群を含む標本試料の存在空間（対象試料空間）の相対位置関係から、三つの計測方法 (a) プローブ域を固定し、対象試料空間を前記のプローブ域に移送・集中させ、粒子を計測する方法（フロー方式）、(b)対象試料空間は固定し、プローブ域を前記試料空間内で走査させ、粒子を直接計測する方法（スキャン方式）、(c) 対象試料空間をプローブ域の体積まで濃縮して群としての性質を把握する方法（濃縮方式）に分けられることを示した。また統計的側面から対象試料空間の体積やプローブ域の寸法などコアとなる測定部の仕様を統一的な考え方で導出できる仕様決定法を提案した。</p> <p>第3章では、食品懸濁液中の粒子（生菌）数計測を対象に、上記(a)フロー方式の一種である蛍光フローサイトメトリー法を適用した生菌数迅速計測技術について述べた。従来は、低濃度領域で生菌とその他の粒子（死菌、蛍光色素の粒子、野菜の色素体）との判別が困難であったが、新たに三種類の蛍光色素を使用する多重染色法を提案し、これとフロー方式を組み合わせることで、生菌数を低濃度から幅広いレンジ（1.0×10^3 - 1.0×10^6 個/ml）で計測可能であることを示した。</p> <p>第4章では、粒子個々の性質を、より詳細に捉えるため、第3章で述べた蛍光フローサイト</p> | | | |

メトリー法と、単粒子の励起・蛍光スペクトル（蛍光指紋）を計測する方法を組み合わせた計測技術について述べた。本方法では、分光した励起光をプローブ域に照射し、粒子の流れ方向に沿って励起光の波長を変化させることで、粒子の蛍光指紋を取得する。これにより、個々の微粒子から多次元の情報（励起光波長域：400 nm - 650 nm、蛍光波長域：450 nm - 700 nm）を連続的に取得可能であることを示した。

第5章では第3章、第4章で述べた粒子と比較して更に小さい粒子群（気中分散ウイルス含有粒子）の計測技術について述べた。ウイルス含有粒子は極めて微小（最小粒径 0.3 μm ）なため、第2章で提案した(c)濃縮方式の一種であるインパクション法と、濃縮捕集した粒子をその場で直接蛍光検出する方法を組み合わせた計測技術を新たに開発した。本技術を用いて、気中のインフルエンザウイルス含有粒子を低濃度から幅広いレンジ(数密度: 8.3×10^3 - 1.0×10^4 個/L)で計測可能であることを示した。

第6章では、結論を以下のようにまとめている。

- (1) 食品中の粒子（生菌）を対象に、フロー方式と、新たに提案した多重染色法を組み合わせることで、低濃度から高濃度まで幅広いレンジの生菌数を計測可能であることを示した。
- (2) フロー方式と、新たに提案した蛍光指紋計測方法を組み合わせることで個々の粒子の多次元情報（励起光波長域：400 nm - 650 nm、蛍光波長域：450 nm - 700 nm）の連続的取得を可能とした。
- (3) 濃縮方式（インパクション法）と、新たに構築したその場蛍光検出方法を組み合わせることで、微小粒子（気中ウイルス含有粒子）を低濃度から幅広いレンジ（数密度： 8.3×10^3 - 1.0×10^4 個/L）で計測可能とした。
- (4) 三種の生物由来粒子を対象とした計測技術の実機実証を通じ、粒子・試料の様態に応じて計測方法を選択する手法、及び統計的な側面から測定部の仕様を決定する方法の有効性を示した。

以上のように、本論文は、生活圏内の生物由来粒子計測方法について3つの方式に整理し、コアとなる測定部の仕様決定法を提案・検証した点、また上記方式と新たに提案した多重染色法、蛍光指紋計測方法、その場蛍光検出方法を組み合わせ、従来では測定が困難であった幅広い濃度レンジでの計測と多次元情報取得を実現した点において、学問的および工学的意義が大きい。よって、本論文の著者は、博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。