

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名 山下浩之

## 題 目 児童生徒の主体的な学習を目指すための定量実験への教材開発とその試み

現在の小中高等学校の理科学習の内容において、初等教育を中心に定性実験が大半を占めており、定量実験を伴う学習内容は極めて少ない状況にある。定量的な実験は数値の比較だけでなく数量的な予測から仮説演繹型の設定が幅広く可能であるため、新たな疑問や発見を引き出し、児童生徒の主体的な学習が期待できる。そこで定量実験が可能な自作反射率計を作成し、精緻な結果を得ることができた。このことは今後の理科教育における主体的な学習に大きく貢献できると考えられる。本論文の目的は、児童生徒の主体的な学習を確保するために、定量可能で個別実験にも対応できる比色定量が可能な教材開発を行うことである。

第1章では学習指導要領の柱となっている主体的な学習と定量的な実験の関連について論じた。理科の見方考え方の中には様々な視点があるが、ここでは特に「定性と定量」の視点に着目し、理科学習における主体的な学習は定量的な実験によって問題解決学習あるいは探究学習が「深い学び」に進展することを述べた。また、定量的な実験の導入において特に色の評価が必要であることを論じた。生物領域や化学領域に頻繁に用いられる比色実験は色の客観的な評価が不十分で、児童生徒個人の感覚的な表現を判断規準にする場合が多い。研究の目的として「主体的な学習」に必要な色の定量を保障する自作反射率計の作成とその応用の費用性を論じた。

第2章では、児童生徒による色の評価が定量的に行われることを目的にした「自作可視光領域反射率計」の作成とこの機器から得られた実験結果について論じた。ボディは塩ビ管のTCキャップを用い、光源にはR( $\lambda : 619 \text{ nm}$ ), G( $\lambda : 513 \text{ nm}$ ), B( $\lambda : 465 \text{ nm}$ )のLEDを用いた。検出器としては、ソーラーセルを2個直列にし、反射光を効率的に集光できるようにした。検量線はそれぞれのLEDで印加電圧と起電圧の関係をとり、それらの直線部分で最も差が出やすい4.5 Vを決定した。試料としては双子葉植物としてヤブツバキ(*Camellia japonica*), ネズミモチ(*Ligustrum japonicum*), ヤマモモ(*Morella rubra*), クスノキ(*Cinamomum camphora*)を、単子葉植物としてチューリップ(*Tulipa gesneriana*)の葉を用いた。その結果、全ての波長において双子葉植物では、裏面の反射率が表面の反射率よりも高い値を示し、一方、チューリップの葉の反射率は表面と裏面に有意な差は得られなかった。これらの結果はそれぞれの葉の構造に依存しており、受光と構造の関係性や植物体の戦略に言及できることを示唆している。葉の両面の反射率の違いから、葉の色を安価な自作反射率計で定量的な比較ができたことは、新学習指導要領の目指す主体的な学習の素地となることを支持しており、理科教育において大変有用な意義深い教材であることを示した。

第3章では、開発した2つめの教材は「自作紫外領域反射率計」である。上記と同様にボディは塩ビ管のTCキャップを、光源には紫外領域LED( $\lambda : 365 \text{ nm}$ )を用いた。検出器としては、PD(フォトダイオード)を用いた。また、紫外光反射をより効率的に集光するためにプローブを「可視光領域反射率計」よりも短くした。まず、教育現場での使用を考慮し、リファレンスとして一般的に使用される標準拡散反射板の代わりに非蛍光紙の使用を検討し、非蛍光紙がリファレンスとして使用できることを確認した。実験材料としてはモンシロチョウ(*Pieris rapae*)を使用した。モンシロチョウは、近紫外線を積極的に利用して♂と♀を認識することで有名である。この自作紫外領域反射率計を使用して、オスとメスそれぞれの前翼と後翼、および背側と腹側を測定し、反射率の違いを定量的に比較した。その結果としてメスの翅の反射率は先行研究通り、全ての部位においてオスの翅の反射率よりも高い数値が得られた。また、自作紫外領域反射率の値は、市販のスペクトル反射率計で得られた結果と高い相関を持つことがわかった。自作紫外領域反射率計は、紫外線の学習を支援する学習教材として使用でき、生徒の個別の実験にも対応できる。自作紫外領域反射率計は取り扱いが簡単で、安価で、高い精度を持っており、紫外線に関する学習支援のみでなく、高校やSSHでの探究型学習にもその使用が期待される。

第4章では、赤外領域における「自作赤外領域反射率計」の作成と応用について論じた。赤外領域は現代社会において日常生活にも数多く応用されている。ボディ等は「自作紫外領域反射率計」とほぼ同じであるが、照射光は波長940 nmのLEDを使用した。これにより水分量やヘモグロビン等の定量を行うことができた。今後温度との相関を扱った学習内容など、発展的な利用が期待できる。

第5章では研究の成果と今後の課題について論じた。特に前者としては、「主体的な学習」を保障するために個別実験に対応していること、野外学習に対応していること、測定値から簡便に反射率を算出できること、そして主観的感覚的な表現から客観的数理的な表現に変換するきっかけになり得ることの4点である。