

理科・環境教育助成 成果報告書

第 2 回 期間：2004 年 11 月～2005 年 10 月

氏 名： 山本勝博 所属： 大阪府教育センター

課題名： 結晶の作りを活用した興味・関心を高める理科教育教材の開発と実践

1. 課題の主旨

本研究テーマは、教科書では「溶解・溶液」の発展的内容として扱われている。この「溶解・溶液」分野は、非常に重要な概念であり、今回の研究・実践内容は主に中学校生徒を対象とした。

①「モンゴル産岩塩を用いた食塩結晶の製作」では、生徒実験を中心に行う。水溶液から食塩結晶を製作する場合、大変長時間を要する割には形状の整った食塩結晶を得るのは困難である。従って、本法では天然に存在する岩塩をカットして短時間に直方体結晶を製作する。

②「結晶培養器を用いた巨大ミョウバン結晶の観察」では、教師実験を中心に行う。共同実施者の中学校にこの二槽式の装置を製作して配布し、生徒達に数週間かけてミョウバン結晶の成長の様子を観察させる。このような結晶に関する実験を行い、結晶の形状の規則性や色の美しさを観察することによって、物質に対する興味・関心を喚起し理科好きの生徒を育てていきたいと考えている。また、共同実施者で行った授業実践の評価を行い問題点や新たな課題を見出して実験内容を発展させると共に、他の多くの学校においても普及させていきたいと考えている。

2. 活動状況

大阪府教育センターでは、①「モンゴル産岩塩を用いた食塩結晶の製作」は、教員研修および生徒を対象にした実験教室等で行っている。図1は、楽しい科学体験教室での様子である。

②「結晶培養器を用いた巨大ミョウバン結晶の観察」は、教育センターの一室を結晶育成の部屋として常時、ミョウバン結晶の成長を行っており、図2はその結晶を製作している様子である。

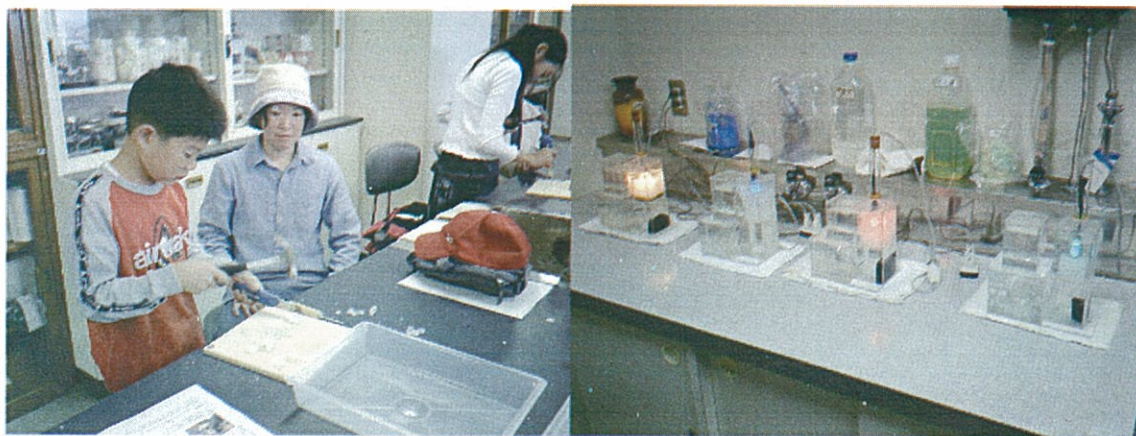


図1 岩塩のへき開実験

図2 二槽式結晶育成装置によるミョウバン結晶の成長

続いて、共同研究者による中学校での取り組みを報告する。

(1) 大阪市立西中学校(仁木島孝治教諭)では、理科総合実験として学校で「内モンゴル自治区産岩塩」を使用して、(1)へき開実験、(2)結晶の顕微鏡観察、(3)二槽式結晶育成装置を用いた、ミョウバンの巨大結晶育成とその観察等を行った。また、その教育的効果を確認するためにアンケート調査等も行った。

次に、科学部では(3)二槽式結晶育成装置でどのようにすれば透明度の高い結晶が製作できるかを調べた。生徒の予想では、「電球の位置(温度勾配)により結晶の成長の速さの違いが重要ではないか」という仮説を立ててその検証を行った。

方法：二台の結晶装置を用意して、それぞれ電球の位置を下にしたもの(試験管の一番下)と液面付近に上げたもので「温度勾配と結晶の成長」の関係を調べた(試験管の一番下に電球を入れた方が速くなるが、結晶の透明度は悪くなると予想した)。

観察内容は、①電球部分の温度、②種結晶部分の温度、③加えるミョウバンの質量、④生成する結晶の質量や大きさ、⑤室温等である。

(2) 東大阪市立縄手北中学校(西畑美紀教諭)では、昨年受け持ち担当クラスにおいて「岩塩のへき開実験」を行った。また、今年の夏休み期間中の宿題として「ミョウバン結晶の製作」を中学2年生3クラス117名の生徒に課題として実施した。

(3) 四条畷市立四条畷中学校(中崎洋教諭)では、「二槽式結晶育成装置を用いて巨大ミョウバン結晶および硫酸銅(Ⅱ)結晶の製作」を行った。次に、「塩化アンモニウムの星形結晶の製作実験」も行った。また、インターネットを活用して結晶について調べた(今後も継続して行う予定である)。

(4) 松原市立第四中学校(北本正俊教諭)では、「二槽式結晶育成装置を用いたミョウバンの巨大結晶育成実験」を行った。

(5) 羽曳野市立高鷲南中学校(坂東宏美教諭)では、「岩塩のへき開実験」を学年担任全員の協力の基に7月に実施した。

結果

大阪府教育センターでは、これらの教材開発を進めると共にその評価も行っている。

①「モンゴル産岩塩を用いた食塩結晶の製作」は、いずれの校種(小・中・高等学校)で実施しても好評である。特に、岩塩を劈開する際の見事さに感心され、劈開面の平滑さや製作した平行四面体の大きさや形状の規則性に驚くことが多い。

②「結晶培養器を用いた巨大ミョウバン結晶の観察」は、理科実験の観察を中心とする教材である。授業時間内に終了するものではないが、数週間から数ヶ月間の観察することによって、結晶の成長スピードや結晶の種類によってそれぞれ独特の色と形状になるので、自然の神秘さを感じる教材である。観察している数分間には成長し続ける様子は全く感じることはないが、投影するとスクリーン上に溶液内の物質が流動している様子を目の当たりに観察できる。従って、結晶成長はダイナミックな物質移動が起こっていることを実感できる教材でもある。また、生物以外で成長する教材は見当たらないので、その意味でも希少性がある。

(1) 大阪市立西中学校（仁木島孝治教諭）の実践

生徒の感想を以下の①～⑤に示す。

①とても楽しかったし、いろんな事を知りました。きれいな結晶を初めて見たので、とてもうれしかったです。また実験をしたいです。

②ノートを書いたりするのではなく、実験するのも良いと思った。

③岩塩をなめたらとても辛かった。また、岩塩の実験をしたいです。とてもいい体験になりました。

④顕微鏡の実験では、いろいろな色や形、大きさの結晶を観察できてすごく勉強になりました。岩塩は初めてだったけど楽しかったです。すごくしょっぱかったのが驚いた。

⑤岩塩があれだけきれいに割れるものとは知らなかったで、びっくりしました。きれいな結晶が取り出せたときはうれしかったです。等、結晶の美しさに感動する生徒が多く、興味・関心が高まったことが分かった。また、実験に肯定的な意見が多かった。なお、科学部の取り組み結果は、まだ出ていないが継続して観察している。

(2) 東大阪市立縄手北中学校（西畑美紀教諭）の実践

「岩塩のへき開実験」：生徒の反応は、いずれも良好で楽しく実験を行い、食塩のへき開の見事さに感心していた。

「ミョウバン結晶の製作」：ミョウバン結晶の製作には大変苦勞した様子であるが、きれいな結晶、大きな結晶、透明な結晶が製作できた。授業中には取り組めない実験であるが、多くの生徒は楽しかったと感想を述べている。家族の協力も得ながら、親や祖父母との会話が多くなった。という反応もあった。夏期休業中に製作できなかった生徒には、補習してほぼ全員が作成し文化祭に展示した。また、文化祭展示は非常に好評であった。次に、食塩の蒸発法による結晶作りであるが、簡単に製作できることに驚き、大変興味を持って取り組んでいた。比較的大きくてきれいな結晶を製作することができた。岩塩の切り出し法による結晶の製作では、熱心に製作に取り組み、全員がほぼ立方体の結晶を製作することができ、とても充実した取り組みとなった。

(3) 四條畷市立四條畷中学校（中崎洋教諭）の実践

「二槽式結晶育成装置を用いて巨大ミョウバン結晶および硫酸銅（Ⅱ）結晶の製作」では、生徒が熱心に観察しに来ると共に、生成した結晶の大きさに驚いていた。

「塩化アンモニウムの星形結晶の製作実験」では、雪が降るように結晶が成長して落下してくるので、ルーペも使いながら熱心に見入っていた。

(4) 松原市立第四中学校（北本正俊教諭）の実践

「二槽式結晶育成装置を用いたミョウバンの巨大結晶育成実験」では、理科室で3月に展示をしていたが、その透明さと大きさに驚いていた。また、自分で製作してみたいという生徒もいた。

(5) 羽曳野市立高鷲南中学校（坂東宏美教諭）の実践

「岩塩のへき開実験」では、できた岩塩の劈開面の美しさや透明感や大きさ等に驚いていた。また、自分の作品として持ち帰るので、工夫を凝らしてできるだけきれいな結晶を作るべく製作に励んでいた。また日頃、理科の不得意な生徒もこのような実験は楽しく感じており、今後もしてみたいという希望が多かった。

3. 今後の課題と発展

以上のように大阪府教育センターでの取り組み状況および各共同実施者の学校での実践を紹介したが「結晶」という素材は、学校教育の場で十分に教材として成立し、理科の不得意な生徒に対しても実験教材としての効果が非常に大きいことが分かった。今後、これらの取り組みや実践は継続して行うと共に、小学校や高等学校にも活用していく所存である。また、全国の教育センターにも紹介し発展的に取り組んでいきたいと考えている。

小学校では、結晶製作の内容を「ものづくり実験」や「観察実験」として扱うことができ、理科好きの児童を育てると共に、手先の器用さや自然に対する興味・関心を高めることができる。

高等学校では、結晶製作からアボガドロ定数の測定や溶解度の測定等「定量実験」として扱うことができ、科学的思考力、創造性を育成する教材として発展することが可能である。

また、大阪府教育センターの化学教室では、全国の教育センターともメーリングリストを構成しており（現在 39 機関、46 名）、広く教材等の紹介を行っている。今後、全国の教育センターから希望者を募って、本テーマにそった教材作成や教育実践（教員研修を含む）を全国的視野で実施したいと考えている。

以上のように、「結晶作りを活用した興味・関心を高める理科教育教材の開発と実践」を小・中・高等学校全体を通して行い、その体系化を図ると共に全国的な視野に立った実践が可能であり、大きな成果が期待できる。

4. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

1. 山本勝博, 二槽式結晶育成装置による巨大結晶の製作と教育への活用, 日本化学会第 85 春季年会, (2005. 3)
2. 山本勝博, 岩塩を活用した種々の教材開発, 日本理科教育学会第 55 回全国大会, (2005. 8)