

I 砂糖か食塩か見分けよう

1 中学校1年生はこう考えた

「中学校の教科書は分厚いなあ。そして、字の細かいこと！」

「私たちのころに比べると図や写真の量は雲泥の差があるが…」

これが、昭和39年4月、私は6年間の小学校勤務を離れ、生駒南中学校で理科を受け持つことになったときの感想である。1年生が3クラス、2年生と3年生がそれぞれ2クラス、計7クラス、理科の担当者は1名という小さな学校である。

小学校の教科書と違って、色刷りの挿絵の見当たらない分厚い教科書を手にした私は、これをかみ砕き、中学校学習指導要領（昭和33年文部省告示）第2章 第4節 理科の項に掲げられた

1 自然の事物や現象についての関心を高め、真理を探究しようとする態度を養う。

を初めとする理科の目標を達成したいと考えた。特に、身の回りには探究してみたいことがたくさんあることに気づかせ、進んで課題に取り組む態度を身につけさせたいと思った。

4月15日水曜日第5校時の1年C組の理科の時間、私は中学校理科第1分野全体の導入として、「砂糖と食塩を見分ける方法をみんなで考えよう」を課題に提示した。小さく切った紙を配り、砂糖と食塩を見分けることができると思う方法とその結果を思いつくままに書き上げさせてみた。この学年で、最も多くの方法を見つけたのが谷山正道君（現在、天理大学文学部で日本近世社会経済史を担当）で、彼が書き上げた方法は7つである。これは、そのほとんどが他の子ども

たちの考えと重なり合う次のようなものであった。

- ① なめてみる――甘ければ砂糖，からいと食塩である。
- ② 地面にまいておく――砂糖ならばアリが集まってくる。
- ③ 火の中に入れる――砂糖ならば溶けて燃える。食塩は変化しない。
- ④ ルーペで観察する――食塩は立方体の形をしている。
- ⑤ ナメクジにかける――食塩の場合は，ナメクジが溶けてしまう。
- ⑥ 粒の大きさを比べる――食塩のほうが粒が大きい
- ⑦ 両方を水に溶かし，この液に皮をむいたリンゴをひたしたあと取り出して置いておく――砂糖のほうはリンゴが茶色に変わるが，食塩のほうは変化しない

これらの中で，①や②については異論がなかったが，③については知らない生徒が多かった。そこで，スプーンに載せてアルコールランプで加熱したときの様子を観察させた。

④は多く子どもたちがあげた方法である。実際に観察した者ばかりではなかったと思うが，小学校の学習が見事に定着している例であると思われた。

⑥については，氷砂糖のような大きな結晶とケーキの材料などに使われるシュガーパウダーとを見せたところ，「形や大きさだけでは物質を見分けることができない」ことが理解できたようである。また，こうした体験は，物質について探究していこうとする生徒の意欲を高めることができたようで，その後の理科学習に大いに役立っている。そして，簡単にそうとは言い切れない「卵は食塩水に浮くが砂糖水には浮かないので見分けることができる」という考えは，「水による浮力」や「比重と物の浮き沈み」「液体の比重と浮きばかり」の学習に入る前の適切な課題となった。

2 卒業を前にした3年生は

それから3年が過ぎた。高等学校の入学試験と卒業を前にした生徒に、再び、砂糖と食塩の見分け方を書かせた。前回と同様に誤りもあったし、単純には比較できない方法もあった。それは、砂糖・食塩・未知の物質のそれぞれについて調べ、3つの結果を比較して同定しなければならないやり方である。しかし、1年のときとは比較にならないほど多様な方法が見られた。次にあげたのは、このときの結果である。なお、各項目の終わりの「1年」や「2年」は、当時の教科書がその方法に関係のある概念や知識を取り上げている学年である。

- ⑧ 質量と体積から密度を求める。----- 1年
- ⑨ 溶解度を調べる。----- 1年
- ⑩ 両方の水溶液の表面張力の大きさを比べる。----- 1年
- ⑪ 毛管現象による液面上昇を比べる。----- 1年
- ⑫ 溶解の速さを比べる。

(温度や溶質の粒の細かさ、攪拌の条件は統一する。) -- 1年

- ⑬ 水溶液の沸点上昇を調べる。----- 1年
- ⑭ 水溶液の凝固点降下を調べる。----- 1年
- ⑮ 再結晶法で得られた結晶の形を調べる。----- 1年
- ⑯ 融点を調べる。----- 1年
- ⑰ 燃えることによって生じる物質を調べる。

(二酸化炭素や水の生成について調べる。) ----- 1年

- ⑱ 炎色反応を調べる。----- 1年
- ⑲ 比熱を調べる。----- 1年
- ⑳ 水溶液が電流を通すかどうかを調べる。

(電解質であるか、非電解質であるかを調べる。) ----- 2年

- 21 亜鉛板などを極板として電池になるかどうか調べる。---- 2年

- 22 電気分解で水素や塩素が生じるかどうかを調べる。――― 2年
- 23 生理的食塩水として使用できるかどうか調べる。――― 2年
- 24 酵母を入れ、アルコール発酵が起こるかどうか調べる。―― 2年
- 25 濃硫酸を加え黒くなるか（炭化するかどうか）を調べる。―― 3年
- 26 濃硫酸と共に熱し、塩化水素が生じるかどうかを調べる。―― 3年
- 27 酸化銅と混ぜて加熱し、還元されるかどうかを調べる。―― 3年
- 28 硝酸銀水溶液で白い沈殿が生じるかどうかを調べる。―― 3年
- 29 ほどよい濃さの水溶液をつくり、これに入れた花粉が発芽するか（花粉管が伸びてくるか）どうかを調べる。――― 3年

中学校3年間の学習は、砂糖と食塩の見分け方の学習ではない。しかし、3年を経てこのように多くの知識が身についていたことは驚きであった。このあとの2～3時間を使って、その根拠を考えたり、そのころの学習を振り返らせてみた。これは、素晴らしい復習の機会になった。

その後、中学校理科全体の導入として「砂糖と食塩を見分ける」を取り上げた教科書が登場した。また、昭和59年用の教科書には、「物質を見分けるにはどうしたらよいか」の項で、砂糖や食塩を含む5つの物質を調べさせたり、「砂糖と食塩を見分ける」をテーマにいろいろな方法に取り組みせたり、さらに、「物を見分ける手がかり」で砂糖や食塩を取り上げているものがある。いずれにしろ、身近な素材を使って思う存分探究させてみたいものである。

砂糖と食塩は、共に調味料としてごく身近な物質であり、外観はよく似ている。しかし、一方はからく一方は甘い。そして、化学的に見れば、典型的な電解質である食塩と非電解質である砂糖はいろいろな点で異なった性質を示す。まことに面白い素材なのである。

3 高等学校入学者選抜学力検査に

昭和 63 年度奈良県公立高等学校入学者選抜学力検査は、昭和 63 年 3 月 15 日に行われた。その中に、砂糖と食塩を見分けることについての問題がある。次にあげたのは、その問題である。

砂糖と食塩とを、味や手ざわりなどによらないで、理科で学習したことを利用して見分けることにした。そのために使えそうなものを探したところ、下の□内のものが見つかった。これらのうちのいくつかを用いて、砂糖と食塩とを見分ける方法を 1 つ書け。また、その結果も書け。

ガスコンロ	計量カップ	豆電球	はかり	スプーン
電池	水	エナメル線	ガラスコップ	鉄のくぎ
ステンレスの板				

このように答えが 1 つではない問題、既習の知識を総動員して解決する力をみる問題は、奈良県公立高等学校入学者選抜学力検査問題・理科では初めての試みであった。単なる知識の多い・少ないをみる問題であってはならない、物事をじっくりと考える力をみたい、考えようとする意欲をみたいものだとは思いつつも、正しいか、誤りであるかを明確に判断でき、成績を単純に数値化できるものをとという要請から、なかなか出題できなかつた問題である。

内容としては、あらかじめ各中学校に通知してある基本方針の中で、「学力検査の出題範囲は、中学校学習指導要領（昭和 52 年文部省告示第 156 号）に定める内容とする」としているから、

「こうした内容は学習指導要領のどこにあるのか」

といった意見に対しては、学習指導要領の第 1 学年の内容として、あ

げられた次の記述で対応することができる。

(1) 物質と反応

物質の様子，加熱による変化，燃焼，気体を発生する反応などを通して物質に親しませ，物質及びその変化を調べる基礎的な方法を習得させる。

そして、「ア 物質の様子」「イ 加熱と燃焼」「ウ 加熱と分解・化合」「エ 気体を発生する化学変化」の各項にも，詳しく例示されているからである。

次に，選抜事務にあたる高等学校側の問題として，複数の教員が採点することによる「ゆれ」の問題や採点者の作業量の問題，合否判定までのスケジュールを考えると採点に時間がかかりすぎるのではないかという心配があった。このことについては，「それぞれの高等学校への入学を希望し，中学校で学習を積み上げてきた生徒たちである。採点が苦労だとかいうことよりも，受検者の努力に応えてあげよう」という意見が受け入れられた。もちろん，この問題の完成までには，予想される解答や誤答の例のほか，この問題の表記・表現についても一言一句，慎重に検討を行ったものである。

実施の結果は，見分ける方法についての正答率が 61.3%，その結果についての正答率が 59.3%で，この問題全体の正答率は 60.3%であった。そして，採点者の多くからは，「受検者の表現力の低さが目立った」という報告があった。ちなみに，他の大問の正答率を問題 1 から順に上げると，42.9%，56.3%であり，この問題の 60.3%のあとには，56.0%，33.2%，42.2%が続いている。そして，「等高線の様子から地形を考えたり，地質調査の結果から地層の重なりを推測できる

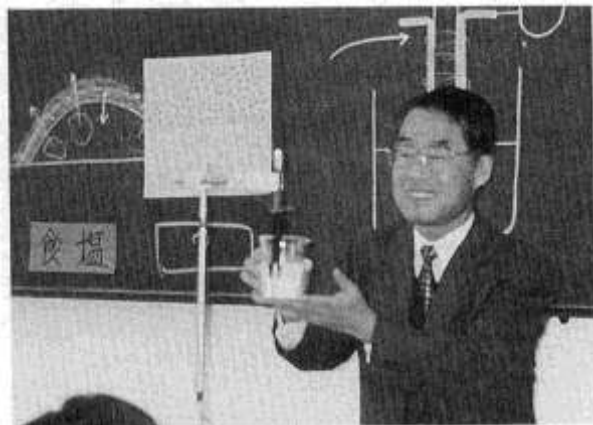
かどうか、火成岩の組織と特徴及びギョウカイ岩の成因について理解できているかどうか」を見る問題では、正答率が33.2%と極端に低かった。

奈良県教育委員会では、毎年度、実施した学力検査についての意見聴取を行い、奈良県中学校理科教育研究会主催の研究大会には、担当指導主事が出席して意見交換を行ってきた。毎年、厳しい意見の出るこの会であるが、この問題については、「生徒のやる気を引き出す理科になる」「自然を調べる能力と態度を育てる中学校理科として適切な問題である」といった意見を聞くことができたのはうれしいことであった。

4 私の「最後の授業」に取り上げる

最後の勤務校となった生駒小学校では、卒業を前にした6年生の児童に対して授業をすることにしてきた。児童に話をする機会が多いとは言っても、それは1年から6年までと極めて幅広く、見る力・聞く

力・考える力などに差が大きく、それぞれ学年や学級で補足してもらわなければならないこともある。そうした全校児童を対象にした話と違



って、1つの学級を対象に行うこの日の授業は楽しい時間であった。

2年目からは、校内授業研究会の1つに位置づけて、事前に指導案を配付し、多くの教員に参加してもらうことにした。

理科学習指導案
平成8年2月26～29日 第6学年1～4組
指導者 竹中良行

1 学習の題材 「砂糖と食塩を見分けよう」 全1時間

2 ねらい

(1) 物質にはそれぞれ固有の性質があることに気づき、外観は似ていても、それぞれ固有の性質に着目することによって判別できることを理解する。

(2) 砂糖と食塩を見分ける学習をとおして、6年間に学んだ理科を復習するとともに、課題に立ち向かい解決していくことの楽しさを味わわせる。

3 予想される学習の流れ

※ 児童の発想に応じて学習のコースを変更し、取り上げる内容も変える。そのために、可能な限り多様な実験の準備をしておく。

2つの白い物質を観察して、それが砂糖、食塩のどちらであるかを判断する。

粉末状の砂糖、白砂糖、グラニュー糖、氷砂糖などを提示する。

見かけだけでは、同じ物質か、異なった物質かを判断することはむずかしいことに気づく。

これまでの体験や学習から、砂糖と食塩を見分けることができると思う方法を考えて発表する。

①なめる ②水に溶かす ③燃やす ④ナメクジにかける
⑤水溶液に電圧をかける ⑥リングの色変化を見る ⑦卵を浮かす
⑧ルーペで結晶を観察する などの答えが予想される。

自分の考えた方法で、砂糖と食塩を見分けることができるかどうか、実験の結果から考える。これまで学習してきたことを思い出させる。

児童の考えに沿った実験を行うことによって興味と関心を高める。

実験の結果などから、物質はそれぞれ固有の性質をもっていることに気づき、このことを利用して、物質が判別できることを理解する。

こうした授業には、地球の環境を考えた平成5年2月の社会、理科、道徳を合科的に扱った「地球は回る宇宙船」、本を読む楽しさを感じ

取らせようとした平成6年の国語の学習「本は面白い」、1億という数の大きさをいっしょに考えた平成7年の算数の学習がある。そして、最後の授業となったのが平成8年2月の理科の学習「砂糖と食塩を見分けよう」である。

「手が離せないで、あとで見せていただきたいという人がいますから…」

と視聴覚教育担当の先生たちによって収録された私の最後の授業4時間分の録画テープは、紅白のリボンで飾られて定年退職の日の私へのプレゼントになった。これは私の大切な宝物の1つである。

また、田中朱実先生からいただいた、その日のスナップ写真の入った額は、今、この原稿を書いている部屋の壁面を飾っている。

子どもたちからも、たくさんの感想文をもらった。卒業を前にした子どもたちからの最後の手紙である。割引をして読まないといけないとは思いますが、うれしいものであった。

○ 校長先生の授業で初めて知ったことがたくさんありました。タマゴを浮かせる実験もそうです。食塩水じゃないと浮かないと思っていたのに、砂糖水に卵が浮いたのには驚きました。また、どんなものでもたくさん溶けていると物を浮かせると聞いてびっくりしました。

○ 砂糖と食塩の見分け方を書くプリントをもらったとき、「なめる」「もやす」「なめくじにかける」くらいしか分かりませんでした。そして、見分け方なんてそれくらいしかないと思っていました。

でも、「電流を通す」という方法もあるのがよく分かりました。1つ1つの方法を実験してくださって、理科はとても楽しいものだとわかりました。楽しかったです。

○ 校長先生、こないだの理科の授業はとても楽しかったです。「理

科」という授業はあまり好きじゃなかったけれど、いろいろ実験をしてもらった「理科」、あんなに楽しい教科だとは知りませんでした。前より好きになりました。

中学校でも、理科をがんばります。

○ 砂糖と食塩の見分け方をたくさん習ったことを母に言うと、「よかったねー。お母さんも聞きたかったわー」

と言っておりました。姉も校長先生に教わったそうです。校長先生、これからもこんな授業を続けてください。

○ 舌の味覚を感じるどころが決まっているのにびっくりしました。体の仕組みって面白いですね。私は、綿あめをを作って見分けられるか調べてみたいです。

こうして、私の生駒市における教員生活は、昭和 39 年 4 月の砂糖と食塩の授業に始まり、平成 8 年 3 月の砂糖と食塩の授業で終わったのである。

ところで、生駒小学校では、年に 1 人 1 回の研究授業が終わると、その日の授業の流れや事後の話し合いを、学年や教科のグループの手によってまとめた「研修だより」を発行することになっていた。

「私には、所属学年がないのだから…。こればかりは仕方がない」と思っていたが、数日後に同様の研修だよりが配付された。

そこには、6 年生 1 組から 4 組の 4 つのクラスでのそれぞれに特徴のある展開が詳しく記録されており、

○ 子どもの疑問や発想を大切に

○ 子どもの反応や思考の流れに沿って、子どもが学ぶ授業を

○ 次時へつながる授業を

の 3 つの項目にまとめられた感想が掲載されていた。

「授業を参観し、たくさん学ぶことができた。初任者の目から見た感想を述べさせていただき、私自身のこれからの課題としていきたい」でわかるように、最年長の私の授業のまとめをしてくれたのは最年少の寺村操先生であった。それは、38年間の公立学校での教師生活を終える直前の素晴らしい贈物であった。

「大和郡山市中央公民館に、誰もが自由に参加でき『いやだったら途中で帰っていただいても結構です』という気楽な会があります。この「三の丸サロン」でお話いただけませんか」という話があったのは、平成10年の春のことであった。

そのとき、私の脳裏に浮かんだのは、イギリスの有名な科学者ファラデーが実験をしながら行った「ロウソクの科学」である。私は、「あなたは砂糖と食塩を見分けることができますか」というタイトルで話をした。大きなかごに実験道具をつめこんでのこの話の一部は、奈良テレビから放映されたが、このときの

「面白かったですね。中学時代の理科の時間を思い出しました」「話だけじゃなく、実験があったから分かりやすかったですね」という話から、誰もが科学的な知識を求め、科学的な考え方を学ぼうとしているんだという気がする。「科学ばなれ」という語を聞く今、改めてこのことを考え直してみたいものである。