

粒子概念の形成をねらった中空糸膜の活用

—中学校第1学年理科「水溶液」での授業実践—

大 崎 大 地

恵那市立恵那西中学校

川 上 紳 一

岐阜大学教育学部

Application of Hollow Fiber Membrane for Development of Concept of Particles:
Experimental study in the Subject "Nature of Solution" in the Junior High School

Daichi Ohsaki

Enanishi Junior High School, Ena, 509-7205, Japan

Shin-ichi Kawakami

Faculty of Education, Gifu University, Gifu, 501-1193, Japan

要 旨

中学校1年の「水溶液の性質」の学習において、生徒に粒子概念による現象の理解を促すことを目的に、中空糸膜を用いた実験を取り入れた。粒子概念の獲得へ向けた生徒の考え方の変容を把握する目的で、実験の実施後に毎回実験でわかったことについて記述させた。授業後の生徒の考察の文章や授業研究会における意見交流を基に、中空糸膜の有効性について議論した。

【キーワード】水溶液の性質, 中空糸膜, 粒子概念, 中学校

1. はじめに

学習指導要領の改定で、中学校第1学年「水溶液」の学習において、「物質の溶解について、粒子のモデルと関連付けて扱うこと」が明記された（文部科学省，2008）。このことは、第3学年の学習内容である「物質は原子や分子からできている」という考え方につながる粒子概念の導入として、この単元が位置付けられたことを意味する。

単元の学習前に、「水に溶かした砂糖はなぜ粒が見えなくなるのか」について意識調査を行ったところ、全体の70%の生徒が「水と一体になったから」、「液体になった」と答えており、粒子概念で考える生徒は15%に過ぎなかった。この単元では、ろ紙によるろ過実験で、溶質を粒子のモデルで表すことが一般的である。しかし、この実験では、上記の意識調査に見られるように多くの生徒が持つ「(溶質は)水と一体化している」、「液体になっている」というイメージか

ら、「小さい粒になっている」というイメージに転換していく上では、不十分であると考えた。そこで、中空糸膜を教材として活用し、粒子の見えない色水をろ過することで、「目に見えない小さな粒」の存在を実感できるようにしようと試みた。

中空糸膜を用いた小学校の理科授業には石井ほか（2008）がある。また、モデルを用いた中学校での授業実践については三輪ほか（2008）がある。本研究では、中空糸膜の有効性について、中学校での授業で実践し、生徒の記述と授業研究会での意見交流をもとに評価を行う。

2. 教材としての中空糸膜

中空糸膜（UV膜）は、細孔が $0.01\mu\text{m}$ の分離膜で、細菌などの微生物を除去できることから上下水道や排水処理施設などで利用されている。本授業実践では、東レ株式会社から提供された理科実験用中空糸膜を使用して授業を行ってい

る。理科実験用中空糸膜と小学校向け活用ガイドについては、東レ株式会社に問い合わせると入手できる。

3. 授業実践

授業実践では、中空糸膜を用いることで、生徒の水溶液に関する考え方の変容をとらえるため、「水に溶けると物質はどうなるか」という単元を貫く課題に対する考え方を記録させた。

(1) 食塩・食紅を水に溶かす実験

食塩水や食紅を水に溶かす実験では、最初溶かしたものがもやもやに見えたが、次第に全体が同じ色になったり、透明になった。この実験における生徒の記述は次のようである。

- ・「もやもや」, 「うねうね」, 「糸がでる」…32名
- ・全体が同じ色になる …8名
- ・もやもやが見えなくなる …20名
- ・もとの形がなくなる …24名
- ・物質が消える (なくなる) …4名
- ・透明になる …30名

これらの記述には、実験事実が書かれているが、粒子概念に基づく記述はない。

(2) 食塩水とでんぶん液をろ過する実験

食塩とでんぶんを水に溶かしたものを通常のろ紙でろ過する実験では、次のような記述がみられた。

- ・水と一体化している …10名
- ・水みたいな液体になっている …16名
- ・もやもやが広がっている …3名
- ・形がなくなっている …13名
- ・目に見えない小さな粒になっている …8名

この実験は、通常行われるろ紙によるろ過実験であるが、粒子になっていると答えた生徒は8名であった。



図1. 実験用中空糸膜。水性インクの粒子など0.01 μm 以上の粒子をろ過することができる。

(3) 中空糸膜でインク入り色水を吸い上げる実験

この実験では、インクの色素が中空糸膜を通過できず、ろ過された水が透明になった。この実験後の生徒の記述は次のようである。

- ・目に見えない小さな粒になっている …35名
- ・小さな粒が全体に散らばっている …18名

この結果は、中空糸膜による実験によって、溶質が小さな粒となって水中に散らばっているという概念にほぼ全員が到達していることが示された。

4. 議論

(1) 学習者の考察からみた教材の評価

中空糸膜を使って、水性インクの色水を水と分ける実験を行った。以下は、実験後の考察における生徒の考察の主な内容である。

- ・溶質には形がないと思っていたけど、中空糸の穴を通れなかったことから、形があるということがわかった。
- ・水と一体化していると思っていたけど、中空糸で水と分かれたことから、一体化しているのではないということが分かった。
- ・もともとインクは液体だから、どんな小さな穴でも通ると思ったけど、中空糸の穴を通らなかったからびっくりした。
- ・目には見えないけれど、やっぱり溶質は粒になっ

ているということが分かった。食塩水を蒸発させると白い粒が出てきたのは、水の中に溶けていた小さな粒が集まってできたのだと思う。

・水にとけた食塩の粒も中空糸で分けられるか疑問に思った。

これらの記述から、中空糸膜を用いた実験を通じて、粒子概念を獲得していることが読み取れる。中学校の理科授業においては、非理想溶液にみられる現象を粒子モデルを用いて説明する授業実践がある（藺部ほか、2006；久田ほか、2006）が、中空糸膜は、水溶液中に含まれている粒子をろ過する実験を通じて粒子概念へと到達することを可能にするものであり、すぐれた教材であるといえる。

（2）教員研修における評価

研究会に参加して、本授業を参観した教職員からは、次のような意見が得られた。（ただし、研究会当日、インフルエンザによる学級閉鎖のため、授業が行えず、前もって行った授業のVTRを見てもらい、意見交換をした。）

・溶質が粒となって存在することを、生徒が実験結果から説明する姿が、班交流でも全体交流でも見られた。

・従来教師の側から教え込んでいる粒子概念を、実験によってとらえさせるという意味で、画期的な取り組みであった。

・目に見えない粒子の存在を、実験によって検証するという点で、中空糸膜は非常に有効な教材である。

・食塩や砂糖のように、固体の物質が溶解する場合と、インクのように液体の溶質が溶解する場合には、生徒の持つイメージが違う。物質の変化を粒子モデルで説明できるようにするためには、固体を溶解して、中空糸膜でろ過できるような物質が望ましい。

・ぜひ活用していきたいが、市販で簡易に入手できる教材を開発したい。

これらの意見からは、生徒が主体的に追究できる教材として多くの教員が注目していることがわかる。

5. おわりに

生徒の考察に見られるように、「目に見えないような小さな粒」の存在を実感させる上で、ねらい通りの成果が得られた。また、授業の終末で、浄水の原理を粒子モデルを使って説明することで、「溶質を粒子としてとらえることの良さ」を実感させることができた。食塩や砂糖のように、固体の物質が溶解する場合と、インクのように液体の溶質が溶解する場合には、生徒の持つイメージが違う。物質の変化を粒子モデルで説明できるようにするためには、固体を溶解して、中空糸膜でろ過できるような物質を用いる必要がある。

本実践は、平成21年度教員免許状更新講習「実物教材とICT活用でよくわかる理科授業（講師：川上紳一）」と課題解決型研修において議論して実施したものである。

中空糸膜が児童・生徒の粒子概念の獲得において、有益な実物教材であることを実証し、多くの小中学校での実践へと展開していくことを目指している。

謝辞。 本研究を進めるにあたり、東レ株式会社から中空糸膜の提供を受けている。ここに記して感謝いたします。

文 献

- 久田隆基・菅野貴広・植田三起子・山田勇介(2006) 科学的思考力とコミュニケーション能力を育むための初等中等理科教材の開発研究：物質の溶解の様子について粒子モデルを用いて説明する中学校理科授業での実践事例，日本理科教育学会東海支部大会，53，19.
- 石井雅幸・浅海充正・江川克弘・奥野麻弥(2008) 中空糸，RO膜を使っての，小学校水溶液の学習の教材化の試み，日本理科教育学会全国大会，58，309.
- 三輪俊一・山本勝博・利安義雄(2008) 中学校理科における生徒の粒子概念形成に関する研究，茨城大学教育学部紀要（教育科学），No.57，55-65.
- 藺部幸枝・石井朋子・高橋治・菊地洋一・村上祐・佐藤朋子(2006) 中学校における粒子概念の授業実践-原子・分子・イオンの学習を取り入れて-，日本理科教育学会全国大会，56，376.