

200円でできる堆積実験器「たまるん」とその実践

- 「水のはたらきによる土地の変化」の授業プラン -

境 智洋

小学校における地質分野の学習では、児童の直接経験の機会を増やすことが期待されている。ここでは、児童が主体的に、流れる水による土砂の運搬・堆積の様子を調べられるように、100円ショップで購入できる素材を使って作製する堆積実験器について紹介する。さらに、児童がこの堆積実験器を用いて、地層がどのようにできるのかについて、目的意識をもって問題解決的な学習を行うことができる授業プランを検討した。

[キーワード] 小学校理科 大地の変化 流水のはたらき 地層 堆積実験器

はじめに

2005年に北海道立理科教育センターが行った北海道内の教員、児童の意識調査の結果から、2003年に実施した調査同様に小学校教員の多くが「天気、土地の変化」の学習において指導が難しいと答え、児童においても「天気、土地の変化」が苦手、嫌いであるという実態がわかった。また、どのような授業がよいかという問いに対し、多くの児童が「観察や実験を多く取り入れた授業」を望んでいることがわかった^{1,2)}。

この実態から「天気、土地の変化」の授業において次のようなことが考えられる。

演示実験や映像による授業展開が多く学習が児童にとって科学的な見方、考え方を養い、自然観を十分に育成するような授業内容になっていないこと。

実験機器が高価であったり、準備、後片づけが大変なため、実験が行われにくい環境にあること。そのために、授業において教師が解説して終わるものになり児童が課題を発見し、追究する展開になっていないこと。

そこで筆者は、「天気、土地の変化」において、目的意識をもって問題解決的な学習を行うことができる教材の開発が必要であると考えた。

ここでは、特に流れる水による土砂の運搬・

堆積の理解を深めるために、少人数で実験に取り組むことができ、安価な堆積実験器を作製する。さらに、作製した堆積実験器を用い、一人一人が目的意識を持ち、問題解決的な学習の授業を検討し、その成果と課題を示すとともに、授業プランを提案する。

1 教科書の堆積実験とその問題点

平成17年度小学校理科6年の教科書5種の堆積実験に関する内容を表1、表2に示す。堆積実験はD社の角型水槽の中にプラスチック板で斜面をつくり土砂を直接流し込む方法（直接型）と、D社以外の、雨樋を川に見たて、水を含ませた土砂を雨樋を伝って角型や円形水槽に流し込む方法（雨樋型）がある（表1、図1）。

表1

	川に見たてた部分	海に見たてた部分
A社	雨樋に流し込む	水を入れた円水槽
B社	雨樋に流し込む	水を入れた角水槽に斜めに板を入れる
C社	雨樋に流し込む	水を入れた円水槽(屋外) 水を入れた角水槽に斜めに板を入れる(教室)
D社	なし	水を入れた角水槽に斜めに板を入れる
E社	雨樋に流し込む	水を入れた角水槽に斜めに板を入れる

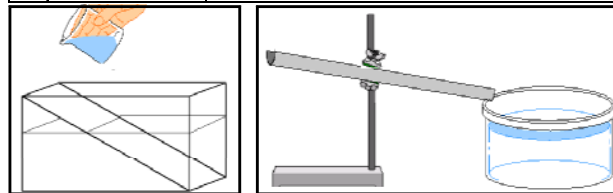


図1 左：直接型 右：雨樋型

また、地層をつくるために流し込む物質と、地

層をつくるために、次の物質を流すタイミングの記載は表2のようになっている。

表2

	流す物質	流すタイミング
A社	砂や粘土を含む土	土が沈みきってから
B社	砂や粘土を含む土	しばらくそのままにして
C社	砂や粘土を含む土	水が澄んできたら
D社	砂や粘土を含む土	しばらくそのままにして
E社	砂や粘土を含む土	水の濁りがうすくなってから

堆積実験において、北海道立理科教育センター理科研修講座を受講した北海道内の小学校教諭の意見から、以下の課題が見えてきた。

水を張った堆積実験器に砂、粘土を混合させたものを流し込んで堆積させるため、水が濁り、1時間の授業内では結果が出にくい。

市販の実験器が高価なため、実験器が少なく実験が演示実験にならざるを得ない状況にある。

堆積実験器に堆積させた砂、粘土の量が多く、後片づけの際の処理が大変である。

これらの課題から、土砂の堆積を早める工夫及び、実験後の土砂等の処理が簡単で、4名程度のグループで取り組むことのできる堆積実験器の開発が必要であると考えた。

2 粘土粒子の堆積を早める工夫

粘土分の多い土を堆積実験器に流し込んだ場合、水が濁ってしまい堆積の様子を観察することが難しい。そこで、水の中の粘土粒子を早めに沈殿させ堆積させる方法を検討する。

A 粘土粒子で濁った水を流し込む場合

準備

アクリルパイプ（長さ1m：内径4.2mm）、飽和食塩水、水、粘土（信楽粘土）

方法

- (1) アクリルパイプ2本を用意し、1本には飽和食塩水、もう1本には水を満たす。
- (2) 水500gに信楽粘土100gを入れてよく混ぜ、泥水をつくる。
- (3) 方法(2)で作った泥水を半分に分けて方法(1)の2本のパイプにそれぞれ注ぎ込む。
- (4) 30分ごとにパイプの中の様子を観察する。

結果

飽和食塩水を満たした方は、約1時間30分で粘土は完全に沈殿し、パイプの中はほぼ透明になった。水の方は、約1日で沈殿したが、中は透き通るまではいかなかった（図2）。

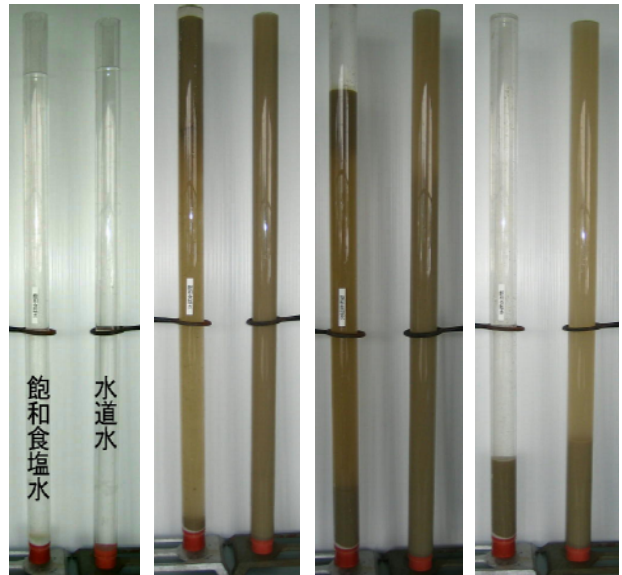


図2 泥水を流し込んだ場合

左から、実験前、流し込んだ直後、30分後、1時間30分後

B 粘土の粉末を水に落とした場合

準備

アクリルパイプ（長さ1m：内径4.2mm）、飽和食塩水、水、乾燥させた粉末の粘土

方法

- (1) アクリルパイプ2本を用意し、1本には飽和食塩水、もう1本には水を満たす。
- (2) 乾燥させた粉末の粘土20gを方法(1)のパイプにそれぞれ入れ、30分ごとにパイプの中の様子を観察する。

結果

飽和食塩水を満たした方は、約2時間で粘土は完全に沈殿した。水の方は、約1日で沈殿した（図3）。

この実験は粘土の粒子が水中では帯電し、互いに反発して水中に分散しているが、食塩などの電解質を入れることによって粘土の粒子同士が集合して沈殿する（凝析）ものである³⁾。

これらのことから，堆積実験においては，飽和食塩水で実験器を満たすことにより，沈殿までの時間を早めることができる。

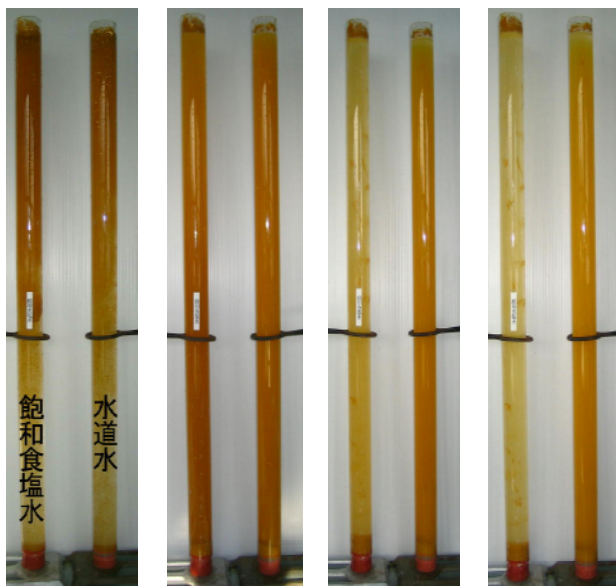


図3 乾燥させた粉末の粘土を入れた場合
左から，流し込んだ直後，30分後，1時間後，2時間後

3 堆積実験器（たまるん）の作製

市販の堆積実験器は，装置を含めて数万円であり，水槽だけでも数千円という価格である。さらに，円水槽や角水槽を用いプラスチック板で斜面を作る実験では，実験の規模が大がかりとなり，また実験後の土砂等の処理に手間がかかる。そこで，安価で扱いの簡単な堆積実験器を自作した。

A 堆積実験器（たまるん）の作製

準備

C DやMDプラスチックケース（縦20cm・横10cm・深さ10cm程度のもの），硬質カードケース（A4版），プラスチック下敷き（A4版），ホットボンド（グルーガン），ペットボトル（500㍓），カッター，カッターマット，ガスバーナー，コルクボーラー



図4 準備

方法

(1) 硬質カードケースの長辺を幅3cmで切り取る。



図5 カードケース，下敷きの切断
(2) プラスチック下敷きをMDケースの深さと，長辺の長さに合わせて切り取る（図5）。
(3) 方法(1)で切り抜いた板を，図6のようにホットボンドで貼り付け海底の斜面をつくる。

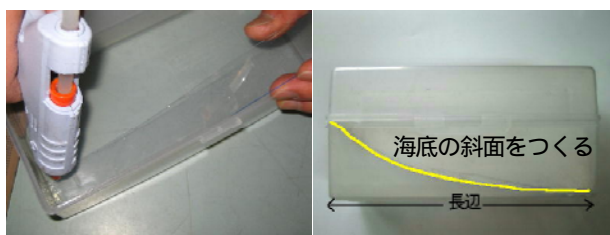


図6 海底斜面をつくる

(4) 方法(3)の斜面に方法(2)の切り抜いた下敷きを貼り付け，敷居をつくる（図7）。これは，土砂を堆積する場所を狭くし，堆積する土砂の量を少なくするためである。

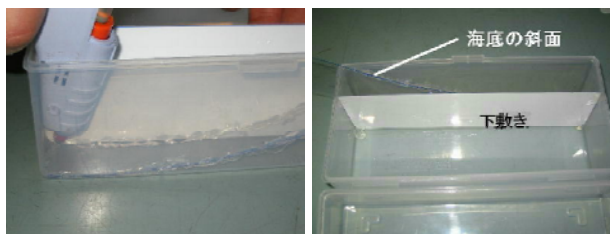


図7 敷居をつくる

(5) 方法(3)の斜面のうち余分な部分を切り取る（図8）。



図8 切り取る

(6) ペットボトルを図9のように加工し，川を作る。

(7) ペットボトルの蓋の先をバーナーで温めたカッターで切り取り，リング状にする（図9右）



図9 ペットボトルの加工

(8) 方法(7)で作ったリ

ング状の蓋を，図10の位置にホットボンドで接着する。

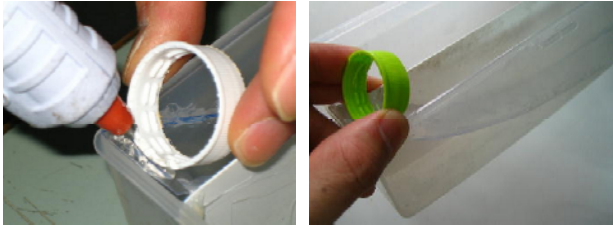


図10 蓋の取り付け

- (9) 海底を模した斜面に土砂が堆積しやすいように，ホットボンドで凸凹をつける(図11)。



図11 海底の凸凹

- (10) 水位を一定に保つための2つの穴と，水位を調整するための穴を，ガスバーナーで温めたコルクボーラーをあててMDケースの側面に開ける(図12)。

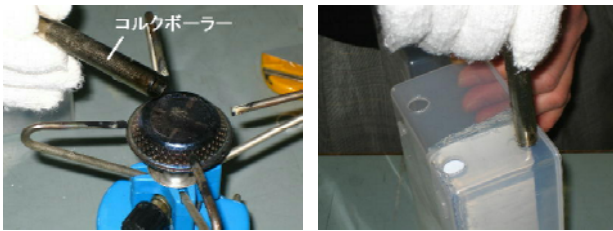


図12 水位調整用の穴を開ける

- (11) MDケースの側面下部の穴2カ所にゴム栓をして完成(図13)。

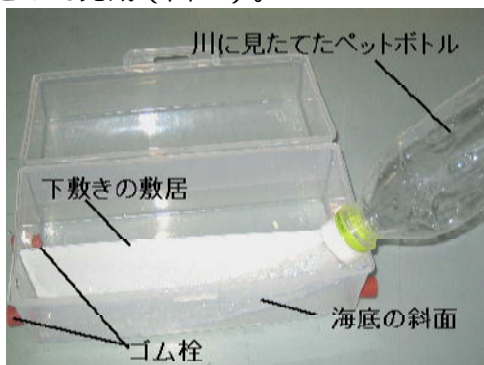


図13 堆積実験器（たまるん）の完成

この堆積実験器は，川に見たてたペットボトルを外しておくことができるため収納も簡単である(図14)

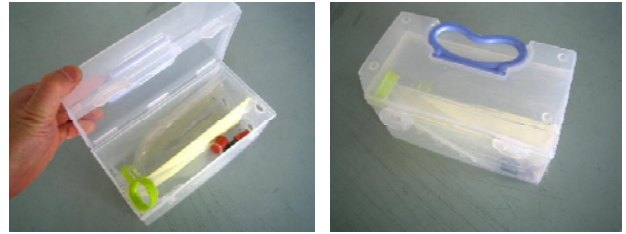


図14 堆積実験器の収納

B 堆積実験器の扱い方

準備

堆積実験器，バット（実験器の入る大きさ），水，砂4種（海岸の砂，砂場の砂，猫のトイレ用抗菌砂，小石を含む砂など）

方法

- (1) 堆積実験器を組み立てる。

- (2) バットに置いた堆積実験器に，上の穴からあふれるまで水を入れる。



図15 砂を載せる

- (3) 砂を川に見たてたペットボトルに載せ，水で砂を実験器の中に流し込む(図15,16)。



図16 水を流す

- (4) 違う色の砂をペットボトルに置き，方法(3)を行う。

- (5) 方法(3)(4)を数回繰り返す。

- (6) 実験器に堆積した砂を観察する(図17)。

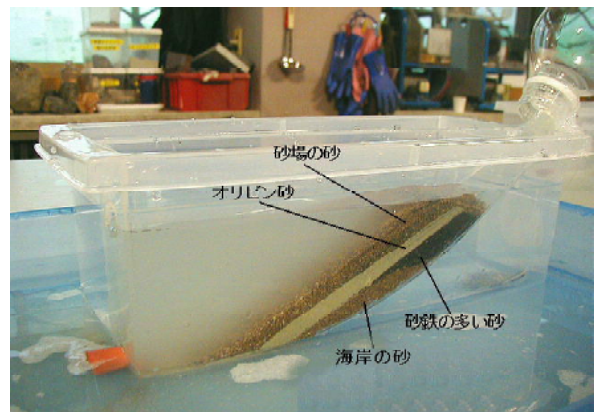


図17 砂が堆積した実験器

(7) 実験器の底にあるゴム栓をゆっくり開けて、少しずつ水を流し出し、海水面を低くする（土地が隆起することによって地層が海面に出ることを再現する（図18））。

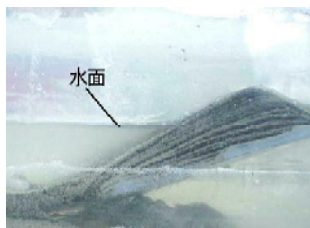


図18 海面の低下

この堆積実験器1台は、製作時間20分程度である。また材料費は1台あたり200円程度であり、グループに分かれて少人数による堆積実験が可能となる。また、身近な砂や市販されている砂を活用することによって1時間の授業の中で、何層か堆積させ堆積の様子を観察させることが可能である。

4 堆積実験器を使った実践例

(1) 札幌市立幌北小学校

表3 単元の流れ

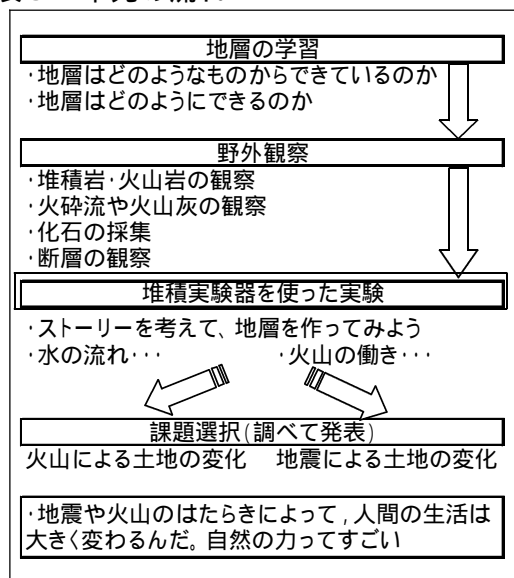


表4 本時の流れ

地層見学の際の様子を思いだそう
ストーリーを考えて地層を作ってみよう
・砂を水で流し込む ・手やふるいで火山灰を降らせる ・水の勢いを変えたらどうなるだろう ・砂の量を変えたらどうなるだろう
どのようなストーリーで地層ができたか発表しよう
学校の地下はどうなっているのだろう？
・学校のボーリングデータから考えてみよう

表3、表4は平成15年10月、札幌市立幌北小学校6年生小野明裕教諭によって実践された授業の単元の流れ、及び堆積実験器を使った授業の流れである⁴⁾。

堆積実験器を使った授業は、野外観察（図19）を行った後に行われた。授業では野外観察で見た地層がどのようにできたのかを子どもたちにストーリーを考えさせながら堆積実験器を使って再現させている。さらに学校建設時の調査用ボーリングコアを見せ、堆積実験でつくった地層のでき方とボーリングコアを比較し、自分の学校の土地がどのようにできたのかを子どもたちにイメージさせている。



図19 野外観察



図20 授業の様子

【児童の感想】

- ・地層は古いものから新しいものまで重なっていることがわかった。
- ・実際に地層を作るとは歴史を作ることだとわかった。
- ・自分でストーリーを考えて学んで行けた。
- ・どうなったら地層ができるのかとか、水の働きで土は積もっていくんだということがよくわかった。

野外観察の後、堆積実験器を用いたモデル実験や、ボーリングコアを効果的に授業で使うことによって、より学習が深まっていくことがわかる。

(2) 中標津町立中標津東小学校

表5、表6は平成16年11月、中標津町立中標津東小学校6年木下浩太教諭によって行われた授業の単元の流れと堆積実験器を使った授業の流れである。この授業では野外観察（図21）によって見いだされた「地層はどのようにできるのか」という課題を、水の働きと火山のはたら

きに分けて問題を解決していった。堆積実験器は水の働きの場面で扱われ、グループによって堆積による地層を検証した（図22）。この授業では、水の中でどのように地層ができたのか、どうして地層が地表で見ることができるのかについて理解が高まったと授業者は評価している。

表5 単元の流れ

野外観察 ・学校の近くの土地はどのようなになっているのだろう ・広く調べてみよう
堆積実験器を使った実験 ・どうして縞模様になるの ・水のはたらきでできる地層をつくってみよう
火山のはたらきでできる土地 ・火山による地層のでき方を考えてみよう ・土地を変化させる大きな
課題選択（調べて発表） 火山による土地の変化 地震による土地の変化

表6 本時の流れ

土が縞模様になる理由、その過程を推理しよう
ストーリーをつくり、ワークシートに書いてみよう ・崖くずれがあった。 ・川の流れが砂や小石を運んできた。
考えたストーリーを交流しよう 水の働きによる地層のでき方を考えてみよう
水の働きによる地層のでき方を観察しよう グループごとに実験をやってみよう



図21 野外観察



図22 堆積実験

(3) 南幌町立みどり野小学校

表7は平成17年9月に南幌町立みどり野小学校6年市村慈規教諭によって行われた堆積実験器を使った授業の流れである。

表7 本時の流れ

土地のでき方を想像しながら、南幌町の土地を作ってみよう 南幌町の土地は火山や水などいろいろなはたらきによってできた ・砂の堆積 ・泥炭の堆積 どんなときに、石が大きくなったり小さくなったりするのだろう？
考えたストーリーを交流しよう 水の働きによる地層のでき方を考えてみよう 南幌町の土地は火山や水などいろいろなはたらきによってできた

この授業は、単元の流れにおいて、南幌町がどのようにできたのかを学校建設時のボーリングコアを活用して子どもたちに考えさせた。泥炭層のボーリングコアに着目させ、堆積実験では、泥炭の部分をお茶の葉を堆積させることで表現し、南幌町の土地のでき方を考えさせている。児童からは「地層は順々に積もることがわかった」「どのように南幌ができるかわかってきた」などの感想が多く出されていた。このことから、ボーリングコアを活用し、その層のでき方を堆積実験器を使って想像させたり、泥炭などの地域素材を扱うことにより児童に興味関心を持たせ、土地のでき方について理解を深めさせることができることがわかった。

(4) 札幌市立大倉山小学校

札幌市立屯田北小学校

平成17年11月には、札幌市立大倉山小学校杉野さちこ教諭、札幌市立屯田北小学校相高秀彦教諭によって堆積実験器を用いた授業が行われた（図23）。地層の写真や野外観察に出かけたときの地層の観察をもとに、どのようにこのような地層ができるかを児童が課題を持ち自分なりに解決していく授業であった。

どの授業でも、グループ毎にストーリーを考えながら意欲的に地層を作る姿が見られ、地層のでき方について関心と理解が高まったと授業者は評価している。



図23 屯田北小学校の実践



その他、札幌市内の小学校において堆積実験器を使った授業が行われ、少人数のグループによる堆積実験が行われている（図24）。



図24 札幌市内の小学校

これらの授業から、水の働きによる土地の変化について、一人一人が目的意識を持ち、問題解決的な学習を行うことができる授業の特徴を以下にまとめることができる。

野外で地層を観察した事実から、これらの地層がどのようにできたのかを、観察した多くの情報をもとにストーリーを考えさせ、自分なりに解決させてみる。さらにそのストーリーをモデル実験により再現させてみる。

野外観察に行けない場合は、ボーリングコアや地層の写真を活用し、その中から情報を引き出して、これらがどのようにできたのかストーリーを考えさせ、自分なりに問題を解決させてみる。

その際、児童のイメージをふくらませる豊富な画像、地域素材が必要となる。

ここで、ストーリーをモデル実験により再現するためには、以下の実験が大切となる。

- ア 実験は、多くの実験器を揃え、少人数で問題を解決できることが望ましい。
- イ できる限り1時間で問題を解決できる実験内容であることが望ましい。

そのための配慮は

- ア 実験器は安価で準備から片づけまでが簡単であること。
- イ 実験は様々な色の砂を用いること。
- ウ 粘土が混入した土砂を用いる場合は、堆積する場所の水を食塩水にすること。

このことから、堆積実験器（たまるん）を用いた授業はひとつの有効な方法であることがわかる。検討した授業等を参考に堆積実験器を使った授業案を文末に示した（資料）。今後、この授業案をもとに実践を行い、学習が児童にとって科学的な見方、考え方を養い、自然観を十分に育成する授業内容となるよう、今後も検証していきたい。

おわりに

理科研修講座小学校高学年、中学年ものづく

り・教材作成講座において堆積実験器を作製して2年になる。また、特別研修講座において堆積実験器を用いた授業の模擬授業を行った。その中で受講された先生方から「教科書にある実験装置は授業に組み込みにくいことを以前から感じていた。この装置は活用したい。」「身近な材料を使って水の働きによる地層づくりができることに感心した。実際の授業で行ってみたい。」「納得できる授業、実験だと思います。」「目に見えて地層ができていく方法がよく理解できる。」という評価を得ている。

教具を自作するには、時間がかかる。しかし、児童に「苦手、嫌い」と思われている単元を改善していくには、より児童に興味関心を持たせ、実感して理解させる教材の開発は必要である。今後も「天気・土地のつくり」が好きだという児童が増えるよう教材開発をしていきたい。

堆積実験器製作に当たっては、札幌市立屯田北小学校相高秀彦教諭にアドバイスを頂いた。また実践にあたっては、中標津町立中標津東小学校木下浩太教諭、南幌町立みどりの小学校市村慈規教諭、札幌市立幌西小学校小野明裕教諭、札幌市立大倉山小学校杉野さち子教諭に協力を頂いた。さらに北海道立理科教育センター小学校理科研修講座を受講された受講生の方々に堆積実験に関わる問題点及び堆積実験器に関する貴重な意見を頂いた。ここに感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 理科教育センター調査研究部 「北海道における理科教育の充実を図るための調査研究」 pp1-16 北海道立理科教育センター研究紀要 第16号 2004
- 2) 理科教育センター調査研究部 「北海道における理科教育の充実を図るための調査研究2」 pp1-16 北海道立理科教育センター研究紀要 第18号 2006
- 3) 理化学辞典 岩波書店
- 4) 北海道理科研究会第6学年研究発表グループ「土地のつくりと変化」資料 2003
- 5) 中標津東小学校公開研究会資料 2004
- 6) 市村慈規 みどりの野小学校授業公開指導案及び資料 2005

（さかい ちひろ 地学研究室研究員）

資料

時間	おもな学習活動	教師のかかわり
1	この縞模様はどのようにできたのだろう  地層の観察からわかったことを発表する ・堆積岩（泥岩）があった。 ・堆積岩（砂岩）があった。 ・貝の化石が入っていた。 ・泥岩と砂岩が交互になっていた。 この縞模様はどこでできたのだろう ・海？ ・湖？ ・水のあるところ 地層がどのようにできたのか，ストーリーを考えてみよう ストーリーを交流しよう * この縞模様をつくる実験方法を考えてみよう ということも考えられる	・野外で観察したことを想起させる * 野外に行けない場合は，デジタルコン テンツ等で行う  ・画像をコンピュータで示し，野外の様子 を想起させる ・「貝の化石がでる」「泥岩」「砂岩」を キーワードに考えさせる。 ・ストーリーをグループ（個人）で考える。 * グループ（個人も）で実験方法を考える。
2	地層の縞模様をつくってみよう ・縞模様をつくってみよう 自分たちの考えたストーリーで 縞模様を再現する ・水の働きで縞模様ができるんだ ・縞模様は水の働きでできたんだ！ ？ あの地層はなぜ傾いていたんだろう ？ 切れていた地層はどうして切れていたん だろう ・地層が傾くにはどうしたらいいのだろう。 ・下の地層から貝の化石が出るようにするに はどうすればいいだろう。 堆積実験器で再現してみる。	堆積実験器で再現してみる * 考えた実験方法で実験を行う。 ・土砂を一気に流す ・少しずつ流す ・流れを変えながら流す ・地層が水の働きでできることを 確認する。 発展・傾いた地層はどうしてできた のか考察させる。  補充・貝の化石が下の地層からでてきた。 このことから，下の地層から貝化石 が出てくるように地層をつくる。 

境