

## 防災教育を意識した地震のモデル実験について

紀南研修班長 川端 紹義  
指導主事 福田 修武

【要旨】 平成15～16年度の小学校・中学校の理科教育研修講座において、防災教育を意識した地震のモデル実験を取り扱った。地震による建物の共振現象を調べる実験、液状化のモデル実験、津波のモデル実験、逆断層のモデル実験、地震波シミュレーション実験、フロッピーディスクケースを使った3D震源分布図製作等である。これらは、地震が起こす様々な現象や地震のメカニズムを考えるのに適したもので、防災教育にも活用できるものである。それぞれの実験について紹介する。

【キーワード】 地震、モデル実験、逆断層、共振現象、液状化現象、津波、震源分布図

### 1 はじめに

東南海・南海地震は、ともにマグニチュード(M)8を超えると予想される日本最大級の巨大地震である。平成16年末に政府の地震調査委員会が発表した長期予測では、今後30年以内に東南海地震が発生する確率は60%、南海地震の確率は50%とされ、これまでの地震発生の確率がいずれも10%上方修正された。これらの地震は同時に発生することもあり、すでに施行されている「東南海・南海地震にかかる地震防災対策の推進に関する特別措置法」では、和歌山県全域の各市町村が防災対策推進地域に指定されている。このような状況において、学校における防災教育の充実は喫緊の課題であるといえる。

県教育委員会では、平成15年8月に「学校における防災教育指針―地震・津波等の災害発生に備えて―」を出し、学校における防災教育の方向性や、様々な場面を想定した安全確保のための教職員マニュアル等の学校防災について取りまとめている。防災教育は学校教育全体で行っていくものであるが、防災対応能力の育成に関わって、自然災害の発生メカニズムや地域の自然環境の理解を深めさせることについては、理科教育が担うべき役割は大きい。

こういったことを視野に入れ、平成15年度から理科教育研修講座の地学領域では、特に防災教育を意識した地震のモデル実験を実施してきた。地学領域、とりわけ地震に関しては実験を取り入れて指導することが少ない分野である。ここで紹介するのは、逆断層のモデル実験、地震によるビルの共振を調べる実験、液状化の抜け上がりのモデル実験、津波のモデル実験などである。これらはすでに書籍やインターネット等で公表されているが、ここで紹介するのは独自の工夫を加えたものである。また新たに開発した、液状化の様子を観察できるモデル実験、コンピュータを活用した地震波シミュレーション実験、身近な材料を使った3D震源分布図の製作についても紹介する。これらは、地震や地震によって生じる様々な現象をモデルに置き換え、実験を通してその発生メカニズムを理解しやすくしたものである。いずれも比較的簡単に行うことができるので、理科の授業だけでなく「総合的な学習の時間」等でも活用できる。参考にして頂ければ幸いである。

## 2 地震のモデル実験について

地震災害には火災や建物の倒壊等様々なものがあるが、地震によって生じる特有の自然現象で、かつ大きな災害に直接つながるものとして、「建物の共振現象」「液状化現象」「津波」をあげることができる。以下にこれらの地震による災害の発生メカニズムを考えるモデル実験を示す。また、地震そのもののメカニズムを考えるモデル実験やモデルの製作例も紹介する。

### (1) 地震による建物の共振現象を調べる実験

建物は固有振動数を持っている。共振現象は、発生した地震の最も大きいゆれの振動数が建物の固有振動数とほぼ一致したときに、建物のゆれが著しく増幅される現象である。この現象が起こると、比較的小さなゆれにもかかわらず建物が簡単に倒壊することがある。このモデル実験はこういった共振現象を考えるものである。

のこぎりの歯を建物に見立て、おもりの位置を変えることによって、それぞれの重心の位置を設定できる。このモデルに適当な周期のゆれを与えることで、重心の位置によるゆれ方の違いを調べる実験である。

同じ板に固定された3本ののこぎりの歯のうち、ゆれの周期に共振したものだけが大きくゆれるという現象は、児童生徒にとって意外性があり興味深いものである。実際に操作すると、体験を通してすぐに原理を理解できる教材である。地震のゆれには、いろいろな周期があることをとらえさせるうえでも、有効な実験である。

実際に建物が共振する振動周期はその高さだけによるものではないが、大きな建物ほど長周期のゆれに共振しやすい傾向があることを理解できればよい。

#### 【準備物】

- ・ のこぎりの歯
- ・ ビニールテープ
- ・ 使用済み単三乾電池
- ・ 板
- ・ L字金具
- ・ 木ネジ
- ・ 丸い鉛筆

#### 【操作】

- ① 図1のように装置を組み立てる。危険防止のため、のこぎりの歯の部分にはビニールテープを巻いておく。
- ② 乾電池をのこぎりの歯に、それぞれ「高い」「中ぐらい」「低い」の3通りの位置に取り付ける。
- ③ 図1の矢印方向に振動させる速さ（振動周期）によって、激しくゆれるのこぎりが異なることを確かめる。

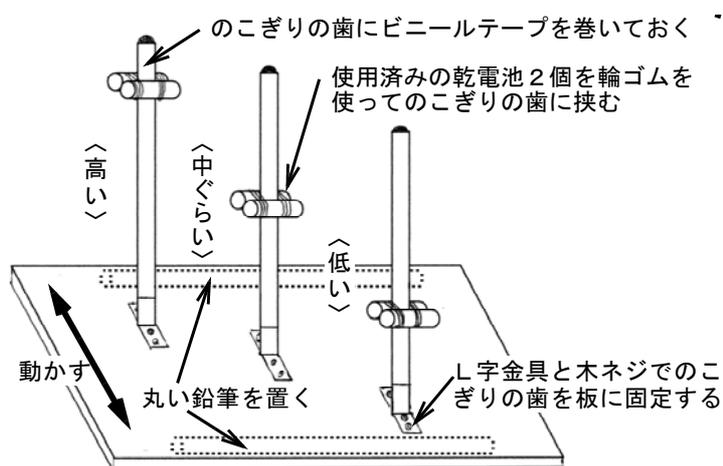


図1 建物の共振現象の実験

注意：乾電池のゆれ幅が15cm以上になってきたら、すぐにゆれを止める。のこぎりの刃が折れてしまうことがある。

## 【参 考】

1985年9月19日、メキシコシティが大被害を受けたミチョアカン地震(M=8.1)が起こった。通称「メキシコ地震」と呼ばれるこの地震で、メキシコシティの震度は気象庁震度階級で5もしくはそれ以下と推定されるが、旧市街地とその周辺地区が大きな被害を被った。倒壊したビルのはほとんどは8～18階の中高層ビルで、中低層建物や40階を超える高層ビルにはほとんど被害がなかった。このような被害が出た理由としては、建物の耐震性が劣っていたこと、軟弱地盤であったことに加えて、特定の周期のゆれが中層ビルに共振を起こしたということが考えられている。

最近建設された高層ビルでは、十分に耐震設計がなされているが、古いビルの中には、長周期のゆれを起こす地震によって大きな被害が出ることが心配されている。また、平成15年の十勝沖地震において、共振現象によって石油タンクが破損する被害が発生した。石油タンクの防災対策が急がれているところである。



図2 実験の様子(1)

## (2) 液状化のモデル実験(その1:ビルの倒壊)

液状化現象は、粒径0.1～1.0mmの砂地盤が十分な水分を含んでいる場合に発生する。大きな地震が発生すると川の近くや埋め立て地などの水分の多く含んだ土地で起こる。液状化現象が起こると水分が地面に浮き出てきて地盤が軟化し、その上に建っている建物が右図のように倒壊することがある(図3)。

この実験は、水を含んだ砂を用意し、その上に建物に見立てた角材をおき、倒壊の様子と地面に水が浮き出てくる様子を観察するモデル実験である。水を含んだ砂に角材を押し込むと砂の中に水が吸収され、振動を加えると砂の中から水が浮き出てくる。実験を行うと不思議な感じがするが、液状化で建物が倒壊することがよく分かる実験である。



図3 液状化によるアパートの倒壊  
1964年 新潟地震※1

## 【準備物】

- ・プラスチック容器(タッパ等、約10cmの深さのあるもの)
- ・砂(粒径1.0～0.2mm程度)
- ・木片(2個)
- ・木づち



図4 教具完成図(1)

## 【作り方】

- ・プラスチック容器によく水洗いした砂を7割ぐらいの位置まで入れる(図4が完成図)。

## 【操作】

- ① プラスチック容器の砂に水を含ませた後、表面に水が浮き出てこない程度に水を捨てる。このとき、容器を振動させると、砂の表面にやや水が浮き上がる程度がよい。
- ② 砂の入った容器を机の上に静かに置き、木片を図のように、しっかりと砂に

突き立てる。これによって、砂の表面に浮いていた水が消え、乾燥したように見える（図5ア）。

- ③ 木づちでプラスチック容器に震動を与えたり、机をゆすったりすると、すぐに砂の表面に水が浮き出してくる（図5イ）。そして、砂がゆるくなり木片が倒れる（図5ウ）。振動が地震を表し、砂の表面に水が浮き出したのは液状化を表すモデル実験である。
- ④ ②③を繰り返すと、何回も実験を行うことができる。

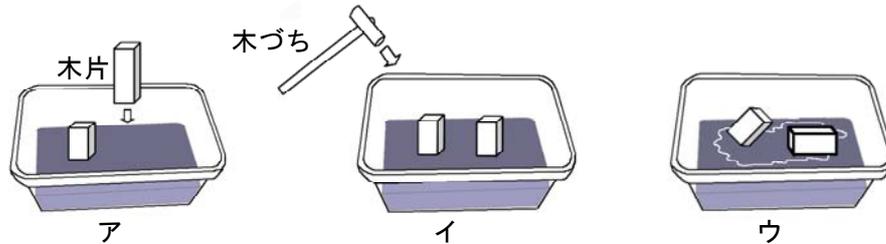


図5 ビルの倒壊の実験

### 【参 考】

プラスチック容器に入れた砂には、表面に少し浮き出すほどに十分な水分を含ませておく（図6 Aの状態）。ここに木片を突き立てると、加えられた圧力によって、砂粒子間の水が移動するとともに、図6 Bのように砂粒子が再配列する。これで、砂全体の容積が大きくなり、表面の水が消えたように見える。この状態で振動を与えると、粒子の配置が崩れ、全ての砂粒子が水に浮遊した状態、すなわち液状化現象が生じる。このあとすぐに、砂粒子は沈下して下部に密に詰まった状態になり、一方、上部には水が浮き出してもとの状態になる（図6 A）。

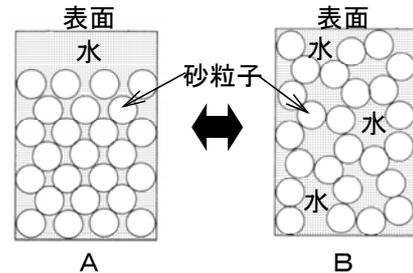


図6 液状化の砂粒子の様子

砂浜の波打ち際を歩くと、踏みしめた足の周囲だけ水が引いて乾いたような状態になる。水が浮き出した砂の表面に、木片を突き立てたとき、周囲の水が引いていくのは、これと同じ現象である。また、一見乾いたように見える砂地を手や足でたたくと、砂の表面に水が浮き出してくる。実験で、振動を与えたことによって砂の上面に水が浮き出してくるのは、これと同様の現象である。

このモデル実験は、砂浜で普通に体験できる現象を、地震による液状化と関連づける上で有効である。また、砂地盤の土地で液状化が生じやすいことの理解にもつながる。

### (3) 液状化のモデル実験（その2：抜け上がり）

液状化現象によって、地中に埋まっていたマンホールが抜け上がることがある（図7）。

この実験はマップピンをマンホールに見立て、液状化の抜け上がりを考えるモデル実験である。砂に埋まったマップピンが、振動を与えると浮き上がってくる様子は



図7 液状化現象の抜け上がり

2003年 十勝沖地震※2

非常におもしろく、興味深い実験である。

このモデル実験の原理は、(2)の実験と同様である。ペットボトル中に沈積した砂は、図6Bのような状態である。ここに震動を与えると、砂が周囲の水に浮いた状態(液状化)になり、すぐに図6Aの状態になる。全体が液状化したことによって、比重の小さいマップピンが上昇するのである。

#### 【準備物】

- ・ペットボトル(透明 500ml 炭酸飲料用の円筒形のもの。四角いものや六角形の物は、うまくいかないので注意すること)
- ・砂(粒径 0.2mm くらいのもの 100ml)
- ・マップピン数個
- ・水(約 500ml)

#### 【作り方】

- ・空のペットボトルに砂を入れて、濁りがなくなるまでよく洗う。
- ・マップピン数個を入れ、水で完全に満たす。(ペットボトルには空気を入れないようにすること)
- ・ペットボトルのふたを閉める。(図8が完成図)



図8 教具完成図(2)

#### 【操作】

- ① ペットボトルを逆さまにするなどし、砂を攪拌させた後に、机の上に静かに置く。
- ② 砂が完全にペットボトルの底に沈むまで、振動を与えないでそっとしておく(図9A)。
- ③ 砂が沈んで、マップピンも完全に砂に埋まった状態になったところで、ボトルの底部を軽く指で触れるなどして震動を与える。(この時すでにマップピンが完全に見えているときは①からやり直す)
- ④ 液状化が生じ、ピンが砂と水の境界面に浮上する(図9B)。何度でも繰り返して実験ができる。

※ 液状化が起こった後、砂の上面の位置がどのように変化するか注目する。

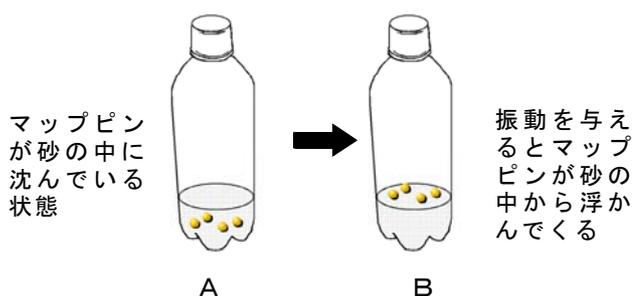


図9 抜け上がりの実験



図10 実験の様子(2)

#### (4) 津波のモデル実験

海底の地下浅いところで大きな地震が起こると、断層の運動によって海底の地盤が隆起したり沈降したりする。津波は、この海底の変形によって動かされた海水が、波となって四方に広がっていく現象である。海岸付近で強いゆれを感じたり、小さくても長い時間ゆっくりとしたゆれを感じた場合には、すぐに海岸付近から離れて高台や鉄筋の建物の上階への避難が必要である。また、海岸付近の海水面が低下するなどの現

象はすでに津波の引き波である。このような現象に遭遇した場合には、ただちに高い所へ避難しなければならない。

津波の速さは、

$$\text{津波の速度 (m/秒)} = \sqrt{9.8 \times \text{水深 (m)}}$$

で計算することができる。つまり津波の伝搬速度は水深が深いところほど大きく、浅い場所では小さくなるのがわかる。計算すると、水深4000mでは時速700kmにもなり、水深400mでは時速200km程度となる。津波が海岸に接近すると、速度が減じる等のために急激にその波高が増幅される。津波の高さは、海岸付近の地形によっても大きく変化する。湾など奥が狭まった地形の場所では特に高くなることもある。また、津波がその勢いで陸地を駆け上がることもある。

この実験は、水を入れた水槽を海に、その底に沈んでいるアクリル板を海底に見立てたものである。紐を付けたアクリル板を跳ね上げることで、地震による海底の地形変位を再現し、津波を生じさせる。水面を指先で少し波立てる表面波と、津波モデルを対比させるとよい。

また、アクリル板で水路を狭めることで、波の波高が増大させることができ、津波が湾内で波高を増すことを説明することができる。

津波が大きくなる条件として、①地震のエネルギー（マグニチュード）が大きい ②震源が浅い ③震源域の水深が深い ④断層が縦ずれである、などがあげられる。これらについても、このモデル実験後に、児童生徒が考えることができるようにしたい。

#### 【準備物】

- ・水槽（90cm以上の長さの水槽。深さや奥行きはあまり必要ではないが、最大幅の長いもの）
- ・津波発生用アクリル板
- ・水路を狭めるためのアクリル板（ひもを付けておく）
- ・入浴剤（着色して水の動きを観察しやすくするため）

#### 【操作】

- ① 水槽の深さ半分程度まで水を入れる。また水の動きを観察しやすいように入浴剤を入れ着色する。
- ② 水槽の端に沈めておいたアクリル板を動かし（海底地盤の変動）津波を発生させる（図11A）。実際の津波は、海底から水面までの全ての水が動くことによって生じる長波であることを確認する。
- ③ 図11Bのように、アクリル板で水路を狭めると、津波の波高が増す。水路を狭めるときは水の勢いが弱くならないように、アクリル板をガムテープ等で水槽に隙間ができないように取りつける。

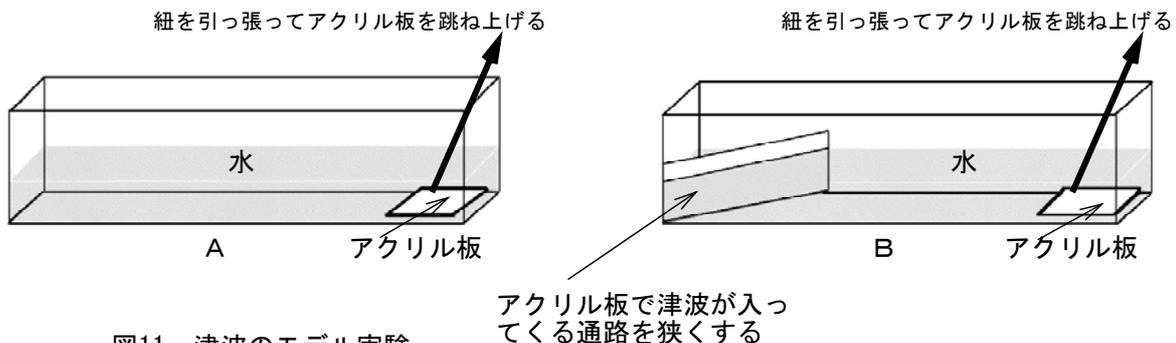


図11 津波のモデル実験

## 【参 考】

安政南海地震（1854年）や南海道地震（1946年）といった和歌山県に津波被害をもたらした例とともに、チリ地震（1960年：三陸・北海道）、日本海中部地震（1983年：秋田県）、スマトラ沖地震（2004年：スマトラ沖全体）による津波を教材として取り上げながら、この実験を観察させたい。

また、津波学習の教材として、『稲村の火』※3は欠くことができない。戦前の小学校国語教科書に取り上げられたこの物語は、安政南海地震の際に、広村（現・広川町）に住んでいた浜口梧陵が、稲わらに火をつけて避難路を照らし、村人を高台まで誘導し、津波から救ったという実話をモデルにしたものである。物語の文中には、津波を引き起こす地震の長周期震動が「長いゆったりとしたゆれ方」として表現されている。また「みるみる海岸には、広い砂原や黒い岩底が現れた」と津波の引き波の様子が描写されるとともに、「二度三度、村の上を海は進みまた退いた」と、津波の襲来が一波だけでないことも印象的に記述されている。このように、津波に関する科学的なキーワードが含まれているこの物語は、理科教材としても有用である。もちろん、浜口梧陵に関して、災害時に村人の人命尊重を優先し、適切に判断し行動したその姿や、その後の堤防建設を含む復興事業の在り方まで含めて、総合的に防災について学ぶことができる教材でもある。

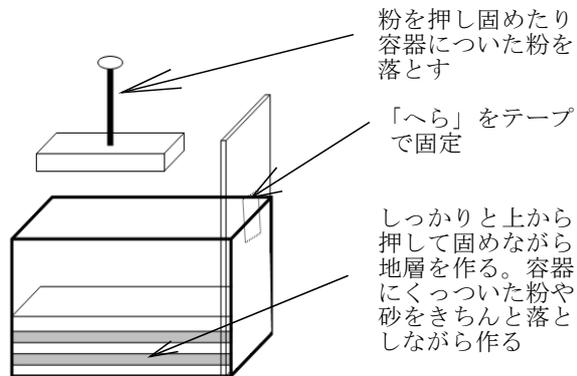


図12 実験の様子（3）

## （5）断層のモデル実験

透明の容器に、小麦粉、砂またはココアの粉を交互に重ね地層のモデルを作り、この地層を押してできる断層を観察するモデル実験である。簡単な実験であるが、逆断層面が形成される様子が観察できる。粉を詰めるときの力やへらを押すスピードを変えると異なる逆断層ができる。

地震の原因となる断層活動のモデル実験である。日本の地震は、逆断層面で地震が発生することが多いので参考になる。



※準備ができれば、へらで地層をゆっくりと押していく

図13 断層のモデル実験

## 【準備物】

- ・小型のプラスチックケース（スライドケースのふた、フロッピーケースなど）
- ・小麦粉 ・砂（ココアの粉を利用してもよい）
- ・プラスチック板（「へら」として使用）
- ・釘を打ち立てた木片（粉を押し固めたり、容器についた粉を落とす）



図14 断層のモデルの写真

### 【操 作】

- ① 図13のように、あとで地層を押しするための「へら」を、ケースの端にテープで固定する。
- ② 透明ケースの中に小麦粉と砂で地層を作る。地層が5層（小麦粉3層+砂2層で容器の半分以下の高さまで）位がよい。容器の壁についた粉を落としながら、きれいに地層を作るのがポイントである。
- ③ 地層に横から力をかけて変形させる。固定していた「へら」のテープをはずし、「へら」の上端を持ち、ゆっくりと横に地層を圧縮する。

### 【参 考】

次々に逆断層ができて、地表が隆起していく。最後に、「へら」で押すのを止めて、少し引いてやると、正断層をつくることもできる。

逆断層によって地層が厚層化していくことにも注目させたい。地層を作ったとき、ケースの外側に輪ゴムを巻くなどして、地層上面の位置をマークしておく、地層がどのように厚層化したかをとらえやすくなる。

## (6) 地震波シミュレーション実験※4

図15のように、イヤホンを簡易振動センサーとして机の天板（地殻モデル）に両面テープで固定しコンピュータに接続する。

天板に鉄球を落として生じる振動を、自作の波形表示ソフトで記録し、波形を表示すると図16の振動波形のようになる。この波形を見ると、最初の小さな波と後からくる大きな波を読み取ることができる。実際にイヤホンで縦波と横波を検出しているのかどうかの検証は必要であるが、地震波に類似した波であることがわかる。

このことを利用して、色々な方法で擬似的に地震を起こし、振動を計測して地震波の学習を行うモデル実験である。

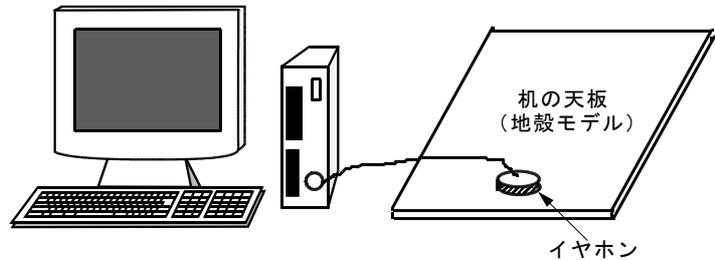


図15 実験例

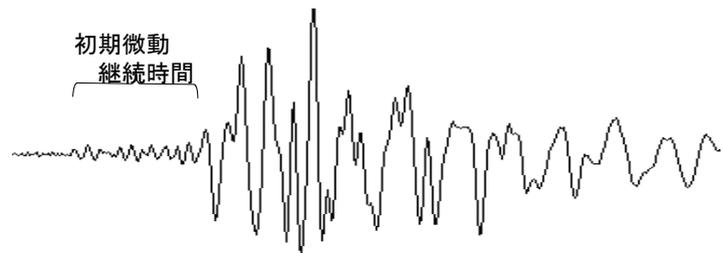


図16 振動波形

### 【準備物】

- ・コンピュータ（OSがWindows98以上のもの）
- ・波形表示ソフト注1（自作）
- ・イヤホン（モノラルイヤホンレシーバ）・・・簡易振動センサーとして使用
- ・地殻モデル（机，コンクリート床等）
- ・衝撃を加える材料（鉄球，金槌，釘や木片等）
- ・両面テープ

### 【操 作】

- ① 図15のように、イヤホンとコンピュータを接続する。
- ② 地殻モデルにイヤホンを両面テープで固定する。

- ③ 波形表示ソフトを起動する。
- ④ **計測Start**をクリックする。
- ⑤ 地殻モデルに衝撃を加える。
- ⑥ **Stop** をクリック, **保存** をクリックし, 計測データを保存する。
- ⑦ 保存した計測データを呼び出し, 波形を観察する。

**【参 考】**

この実験では, 地震波の初期微動と主要動の様子を簡単に観察できる。図18は, プラスチックタイルを張った床に, 釘を打った木片を等間隔に両面テープで取り付け, 初期微動継続時間と震源までの距離の関係を調べる実験を行っている様子である。衝撃を加える材料と地殻モデルを工夫すれば, このような実験も可能である。詳しくは, 和歌山県教育研修センター発行の「平成15年度 研究紀要」を参考にしたい。

なおこの実験で使った波形表示ソフトは, 連絡して頂ければフリーソフトとして提供する。

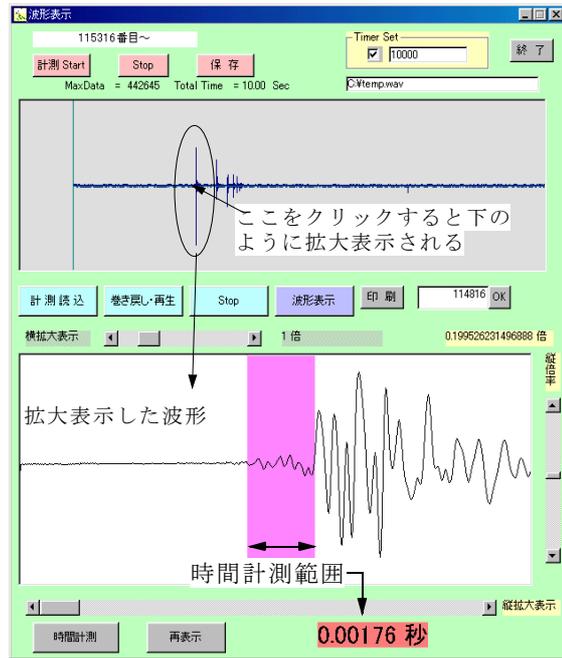


図17 波形表示ソフト



図18 実験の様子 (4)

**(7) 3D震源分布図の製作**

2枚の震源分布図を立体視することにより, 震源の分布を観察する学習活動がある。この場合, 巨視的に震源の深さや日本周辺のプレートの様子を観察できるが, 目に負担がかかったり, 立体視できない児童生徒もいるという問題がある。

そこで, 図19のようにOHPシートに深さ20kmごとの震源分布図を作り, それを重ねることで3D震源分布図を作ること考えた。製作を通して地震の震源の深さを実感し, 完成した分布図から震源分布を立体的にとらえながら, 日本周辺のプレートの様子をじっくり観察することができる。

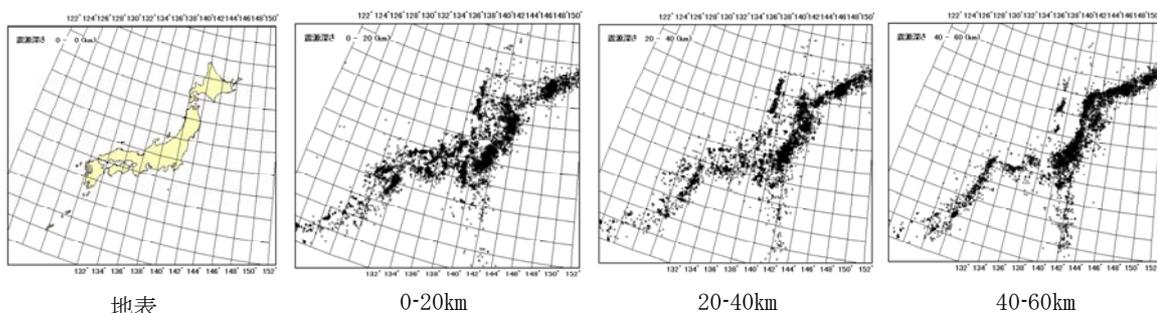


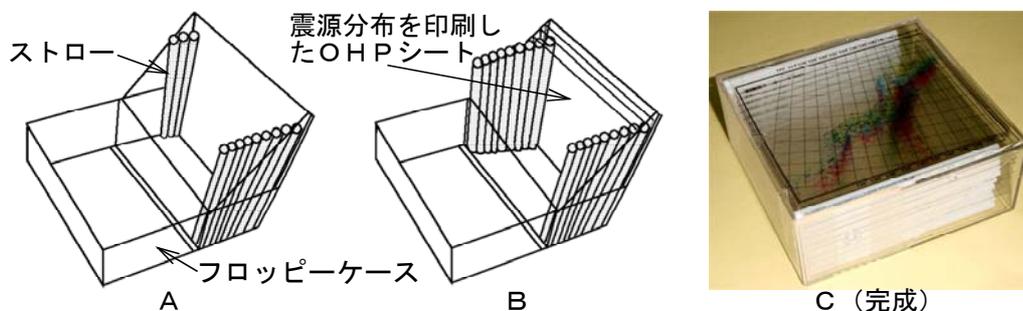
図19 20kmごとの震源分布図の一部  
鎌田輝男氏による「地震検索システム EQLIST注2」(完全フリーソフト)で作成

### 【準備物】

- ・フロッピーケース（フロッピーディスク10枚程度入る透明のもの）
- ・上図のような震源分布図（OHPシートに地図やデータを印刷したもの）  
例：深さ20kmごとの震源分布図
- ・両面テープ      ・ストロー（径3～4mm程度のものを18本）      ・カッターナイフ

### 【作り方】

- ① ストローをフロッピーケースの深さに合わせて切りそろえる。
- ② 両面テープで、ストローを内側の側面に隙間なく貼り付ける（図20A）。
- ③ 震源分布を印刷したOHPシートを切る。②のストローに挟み込むので一定の幅に切りそろえること。長すぎるとシートが変形してしまうし、短すぎるとストローで支持しきれずに中央がたわんでしまうので注意すること。  
※ 地形と0-20kmのシートは重ねて一番上になるようにする。
- ④ OHPシートに印刷した資料を、順にストローの隙間にはさんでいく（図20B）。
- ⑤ 必要な枚数を挟み込んで、フタを閉めれば完成（図20C）。



### 【参 考】

3D震源分布図の製作では、実際に製作する過程において、体験的に震源分布を学習できるように意図して指導することが大切である。こういった活動が子どもの興味・関心を高め、学習の目的を明確にすることができると思う。

なお、このデータ作成には鎌田輝男氏（福山大学工学部建築学科教授）による「地震検索システム EQLIST」<sup>注2</sup>を使用した。このソフトは完全フリーソフトであり、これにより震源分布を多角的に表示することができる。また、理科年表に記載されている地震や最新の地震など膨大なデータが含まれているので、それぞれの地震について調べることができる。詳しくは、鎌田輝男教授のホームページ「<http://www.5b.biglobe.ne.jp/~t-kamada/index.htm>」を見て頂きたい。

## 3 おわりに

平成16年9月5日、紀伊半島沖を震源とするM7.1の地震が発生した。幸いにも大きな災害につながるものではなかったが、東南海・南海地震の発生を思わせる強いゆれが県内各地で観測され、津波警報も発令された。その後、国内では新潟中越地震、国外ではスマトラ沖地震によるインド洋大津波による未曾有の大災害が発生した。いずれも和歌山県民が、近い将来発生するであろう巨大地震への対策の緊急性を、いやおうなく再

確認させられた出来事であった。平成16年度はまた、日本各地で大雨、台風等による大きな自然災害をこうむった年でもあった。それだけに防災について非常に考えさせられると同時に、防災教育をさらに充実させ、児童生徒の実践的な防災対応能力を高めていく必要性を痛感した。

この報告では、地震を中心に防災を意識したモデル実験を紹介した。小・中学校では、地震に関する学習の際に、災害との関連は扱っているものの、関連するモデル実験はほとんど扱われていない。この分野において、今回紹介したようなモデル実験を導入することは、児童生徒が鮮明な印象とともに、地震や地震災害のメカニズムに関する知識や理解を深めることにつながるであろう。

和歌山県教育委員会の「学校における防災教育指針―地震・津波等の災害発生に備えて―」では、児童生徒の実践的な防災対応能力の基礎を育成することについて次の3点を挙げている。※5

- ア 自らの安全を確保するための判断力や行動力の育成
- イ 生命の尊重や地域の安全のために貢献する心の育成
- ウ 自然災害の発生メカニズムをはじめとして、地域の自然環境、災害や防災についての基礎的・基本的事項の理解

これらを図式化すると図21のようになると考えている。図中のア、イ、ウのそれぞれが結びつきあってこそ本当の防災対応能力が培われるのである。理科教育でウに関わる授業（例えば津波発生の仕組み）を行う場合、アに関わる安全確保の行動や方法（速やかに高台や鉄筋のビルに避難すること）や、イに関わる内容（自分の安全だけでなく他の人の安全をも考えなければならないこと）についても触れておくことが大切である。また特別活動や道徳でアやイに関わることに取り組むときも、他の要素を意識して学習活動を行う必要がある。総合的な学習の時間で地域の自然環境や過去に起こった災害や防災について調べる活動、ボランティア活動、応急処置法を学ぶなど様々な活動を計画的に配置することも考えられる。

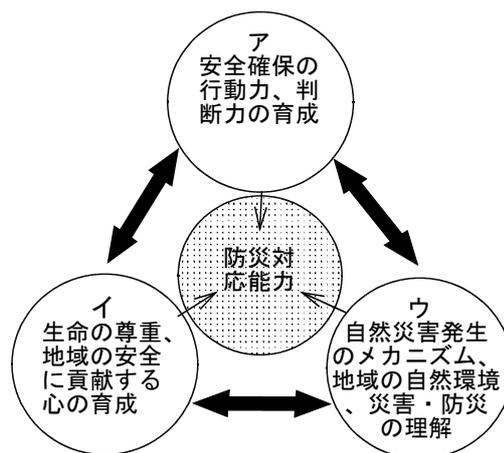


図21 防災対応能力

理科教育、特に地学領域は自然災害との関わりが深い領域である。より実践的な防災対応能力を育成するという視点に立って、自然災害のメカニズムや地域の自然環境についての学習活動に取り組んでいきたいものである。

<注 釈>

注1 波形表示ソフト「ぐらぐら～」

川端紹義「地震波シミュレーション実験の試み ―身近にある材料を簡易振動センサーに利用して―」『和歌山県教育研修センター研究紀要』（2003）

注2 地震検索システム「EQLIST」

鎌田輝男, <http://www5b.biglobe.ne.jp/~t-kamada/CBuilder/eqlist.htm>

#### <引用文献>

- ※1 横浜市総務局, 液状化マップQ&A, [http://www.yokohama.jp/me/bosai/ekijouka\\_map/q&a.html](http://www.yokohama.jp/me/bosai/ekijouka_map/q&a.html) (2003)
- ※2 吉嶺充俊, 地震被害写真集, <http://geot.civil.metro-u.ac.jp/archives/eq/03tokachi/index-j.html>, 東京都立大学工学部土質研究室 (2001-2004)
- ※3 中井常蔵 「稲村の火」『国定教科書 小学校国語読本 巻10』 pp22-29 (1937)
- ※4 川端紹義 「地震波シミュレーション実験の試み ―身近にある材料を簡易振動センサーに利用して―」『和歌山県教育研修センター研究紀要』和歌山県教育研修センター pp54-65 (2003)
- ※5 和歌山県教育委員会 「学校における防災教育指針 ―地震・津波等の災害発生に備えて―」和歌山県教育委員会 p1 (2003)

#### <参考文献>

- ・地学団体研究会編『自然にチャレンジ② ぼくらは地震たんてい団』大月書店 (1987)
- ・日本地質学会『リーフレット 大地の動きを知ろう ―地震・活断層・地震災害―』 (1995)
- ・地学団体研究会編『新版地学教育講座② 地震と火山』東海大学出版会 (1996)
- ・吉松敏隆, 中屋志津男, 児玉敏孝, 寺井一夫, 原田哲朗『特集=紀伊半島の地質と温泉, アーバンクボタNo. 38』株式会社クボタ (1999)
- ・和歌山県教育委員会『ふるさと教育副読本 わかやまDE発見』 (2000)
- ・『NEWTON 別冊 増補版せまり来る巨大地震』ニュートンプレス (2002)
- ・五島政一 「地震波についての正しい概念を身につけさせる工夫」『楽しい理科授業No.421』明治図書 (2002)
- ・五島政一 「地学的自然についての正しい概念を獲得するための工夫(2)」『楽しい理科授業No.427』明治図書 (2002)
- ・和歌山県教育委員会 「学校における防災教育指針 ―地震・津波等の災害発生に備えて―」 (2003)
- ・納口恭明, 地盤液状化実験ボトル「エッキー」, <http://www.bosai.go.jp/ahsd/cwemt/1.html>
- ・科学の祭典「科学実験 Web2002」運営委員会, <http://ppd.jsf.or.jp/jikken/jikken/index.html>