主体的な探究活動の実現に向けた教材開発

Development of teaching materials to realize independent inquiry activities

○稲垣　佑[*1]，古和田　丈人[*1]，野間田　祐仁[*1]，中村　千紗[*1]，藤原　駿[*1]，矢野　駿介[*1]，向　平和[*2]
INAGAKI Yu[*1]，KOWADA Hiroto[*1]，NOMADA Yoshihito[*1]，NAKAMURA Chisa[*1]，FUJIHARA Hayato[*1]，YANO Syunsuke[*1]，MUKO Heiwa[*2]
[*1]愛媛大学大学院教育学研究科，[*2]愛媛大学教育学部
[*1]Graduate School of Education，Ehime University，[*2]Faculty of Education，Ehime University

［要約］次世代では困難な課題に立ち向かう力の育成が必要だとされた．しかし，実態として様々な事情によって教師主導の観察・実験になってしまうことがある．そうでなくても一部の子どもにとっては，他力本願な実験や有用性を感じない実験になり，達成感を味わえる時間にはなっていないこともある．また総合知を働かせながら，探究の過程を展開する点において STEAM 教育と共通点が多く，これからの教育に STEAM 教育の視点を取り入れることも望まれている．主体的に取り組める環境づくり，生活との関わりを感じられる授業の実現に向け教材開発を行った．

開発には，STEAM 教育の工学的な視点から題材を選び，「船の安定性」をテーマに授業づくりを行った．主体的に取り組める環境づくりにおいては，STEAM 教育特有の実生活との結びつきに加えて，「オリジナルの船」を浮かす活動を取り入れた．また探究的な学習を通して子どもたちの内面がどのように変容したか評価できるワークシートの作成も行った．今後の課題として，作製（作成）に留まらず，実践して子どもたちの反応や変容から教材の評価をしたいと考えている．

［キーワード］船，探究的な学習，教材開発，STEAM 教育，アーギュメント

Ⅰ．問題の所在

探究活動は，予測困難な社会・Sosciety 5.0 が指し示す次世代で，困難な課題に立ち向かう力を養うために必要である．しかし，教育現場で探究活動を実現しようとしても，実際には教師主導になってしまうこともある．長沼・森本(2023)は主体的・対話的で深い学びへの授業改善を「子供が自ら問題を見いだし，対話を通して問題解決に取り組み，自らの考えを評価・改善しながら知識の構造化を図る，自己調整的な学び方」と言い換えた．

Ⅱ．原理

教材づくりを行った．教材づくりにあたっては，以下２点を重要な内容と捉えている．

１つ目は STEAM 教育に関連付けた内容であること．２つ目は，子どもが自分事として捉えられる内容であること．

1. STAEM 教育との関わり

１つ目の STEAM 教育と関連付けるにあたり，工学分野の書籍を参考に題材の選定にあたった．今回の授業開発では，学習指導要領の内容項目から発展した学習展開にするのではなく，生活に関連深い工学分野から選定することで，子どもたちにとって実感のある内容にできると考えた．

この度の授業では「船」を題材に科学分野では物理学「力学」と関連付け学習展開を考えることにした．そのため「船」の中でも，「どのようにすれば安定して浮くのか」に課題意識を向けた授業づくりを行うことにした．

船が浮く原理は複雑で，肝心な力学的原理と本実験との関連を 3 つ挙げる．

a. 浮力

浮力は，物体が排除した流体の重さに等しい．浮力の公式は，

$$F = \rho V g$$

ρ[kg/m^3]：液体の密度
V[m^3]：物体の排除した体積
g[m/s^2]：重力加速度の大きさ

で示される．

質量m[kg]の物体にかかる重力 mg[N]と浮力のつり合いの式は次である．

$$mg = \rho V g$$

底面積 S[m^2]の直方体の物体では，沈んだ高さを h, [m]と置くとつり合いの式は次のように表される．

$$mg = \rho Shg$$

底面積 S の直方体の物体では，その質量が大きくなることで，物体が流体に沈む高さ h が変化すると言える．

例えば，水よりも密度が小さい発泡スチロール(以下、発泡 PS と表記)と水よりも密度が大きい鉄のそれぞれで船を作ることを考える．どちらで作った船も十分な浮力を受けるとき，同じように作っても，同じ条件で沈み量が異なることは自明である(図 1).

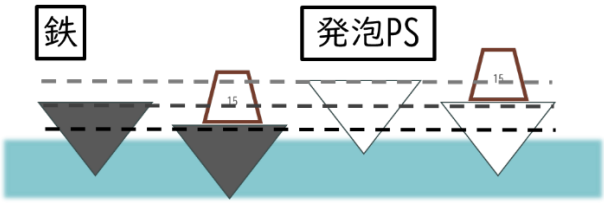

図 1　物体の密度の違いによる，水に沈む高さの違い

実際の貨物船では，荷物を載せない状態では軽すぎて安定に必要な最低限の浮力を失ってしまう．そのため船自体の重さを変化させるために，バラスト水と呼ばれる海水や水を出し入れし重さを調節している．

発泡 PS のような密度の小さい素材を使用することで，素材によって生まれる船そのものの重さでさえもコントロールできるようになる．おもりの条件に自由度が生まれることで，実際の船でいうバラスト水に当たる概念を学習することができるだろうと考えた．

b.　重心

重心は，剛体の各部分に働く重力の合力の作用点のことである．模式図は次の通りである（図 2）．

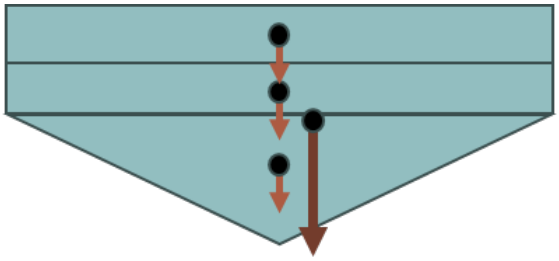

図 2　各部品が均一な重力を受けているときの，船全体の重力とその作用点

例えば船体を，船底部，艦橋 1 階部，2 階部のように 3 つの部品に分けたと考える．このとき船体全体の重力の大きさはそれぞれの部品の重力の和である．その作用点を重心とする．作用点は，それぞれの部品の重力の作用点を，力の大きさの逆比で内分する点として決定される．

次は，艦橋の 2 階部の重力が大きくなったときを考える．船全体の重力の作用点（重心）は，それぞれの重力の作用点を，力の大きさの逆比で内分する点として決定される．そのため，それぞれ重力の大きさの比が変化すれば重心が変位することがわかる(図 3).

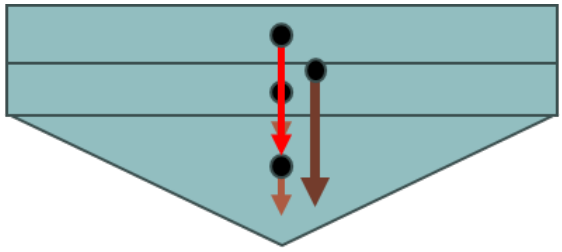

図 3　部品の一部の重力が大きいとき，船全体の重力の作用点の変化

この性質を生かすために，船体を複数の部品で構成し高さを調整できるようにした．船の高さを変化させることで，荷物を模式的に示すおもりの位置を変化させることができる．船底は，内側をくり抜き船内におもりを仕込める仕様にした．そのようにすることで荷物の重さと船底の重さの比で，船の重心位置を高くすることや低くすることができるようになる．様々な重心を試すことで低重心の船が安定することを体験することができると想定した．

c.　力のモーメント

モーメントは剛体を任意の点の周りに回転させようとする能力の大きさを表す．任意の点の周りの力のモーメントの大きさは次のように示される．

$$M = Fl$$

F[N]：力の大きさ

l[m]：作用線までの距離

船の甲板の左右に重さが異なるおもりを置いたと、ある点を中心に回転運動が始まる(図 4)。

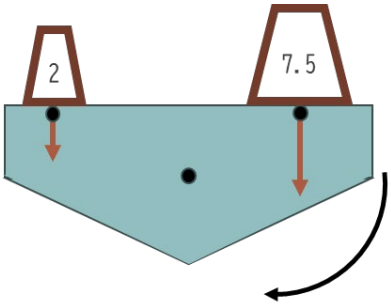

図 4　甲板に進行方向左右に不均一なおもりを置いたとき働く力のモーメント

甲板を横に広げると、左右に作用線の位置が広がる。すると力の大きさは変化せず、作用線までの距離が大きくなり、回転する能力も大きくなる(図 5)。

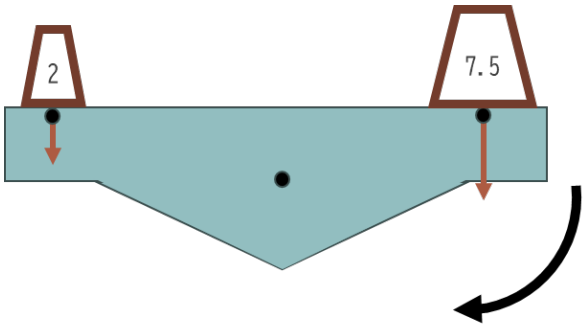

図 5　広い甲板に進行方向左右に不均一なおもりを置いたとき働く力のモーメント

この性質を生かすために，船体に横幅を与えることにした．横幅が大きくなることで，船の甲板部が広くなり，おもりを置く水平面上の選択肢を増やすことができる．子どもたちは，水平面上でおもりを移動させながら船の中心から左右同じ距離のところで安定することを体験できると想定した．

2. より自分事として捉える

STEAM 教育は，実生活での活用例と学習内容を強く結びつけ，子どもたちが自分事として捉えやすくなる効果が期待できる．

一方で，題材との出会いの場面には自分事とのギャップが存在する．子ども自身で自然現象から問題を発見することで，より強く自分事として捉えられると考えた．

問題発見の場面づくりとして，子どもが思い描く船が浮くか浮かないか曖昧な状況づくりすることにした．工夫として，「理想の船づくり」をテーマに思い描く船を作り，実際に浮かせる実験を行ってはどうだろうかと考えた．

a.　「オリジナルの船」を描くこと

描いた船を実際にモデリングさせることで，「自分の船」という感覚を与えることができる．安定する船の実現に向け，試行錯誤し奮闘する子どもの姿を想像した．また絵を描く活動は子どもの遊びにも関連付く．遊びから発展した船を浮かす活動として，実験を位置付けることもできるだろうと考えている．

それだけでなく，絵には子どもが持つバランスに対する潜在的な意識が表出するだろうと考えられた．潜在的な意識とは，子どもがこれまでに経験してきたことや誰かに伝達されたことによって既に持ち合わせている感覚のことを指す．例えば，平均台を渡るときの感覚や，机の端にお皿を置いたらひっくり返ってしまった記憶など様々な過去があると想像される．

それらの感覚や記憶から，左右バランスよく体重をのせることや，お皿は机の端の大きくはみ出すと落ちてしまうことをよく理解しているだろう．

船の絵における潜在的な意識の表出として，具体的に次のようなことが考えられた．

まだまだバランスについて経験や伝達が行われていない段階の子どもであれば，かっこよく描きたい，可愛く描きたい，こうしたいと願う気持ちのまま絵を描くことだろう．すると，左右対称な視覚的なバランスはなく，直感的な最大積載重量をはるか超える船を描くのではないのだろうか．

バランスについて経験や伝達がされているが，科学的根拠に基づかない段階の子どもであれば，重量物が船の高い部分に配置してしまうのではないだろうか．

3. 本授業のねらい

そこで本授業のねらいを，船を浮かばせる活動を通してバランスについて体験的に学習し，自然の事物現象に科学的な見方・考え方を活用して，経験や知恵を科学的な根拠に裏付けられる知識に変容させることができる子どもの育成と掲げることにした．

子どもの内的変容は段階を追って行われ，その段階を到達度と言い表し，本授業の評価を行う．子どもの到達度は，体験レベル，知恵レベル，知識レベルの段階があると想定した．体験レベルは，体験はしているがそれを規則的な事象として認知できていない段階とする．知恵レベルは，規則的に起きる事象を科学的な根拠に基づかない経験や伝達された知識として捉えている段階とする．知識レベルは，再現性のある力学的な根拠を述べることができる段階とする．

本時のねらいの達成に向けて，学習課題を設定する

ことで学習に向かう方向付けを行う．学習課題は「船と載せるものの関係を解き明かし，安定して浮く船を作ろう」と定めた．

事前の調査から，船にはさまざまな形状があることがわかっていた．使用用途によって，求められる機能が変わり，船は形状を変える．例えば豪華客船であれば客室を広くとるために船屋が広く，何層にも高く作られている．他にも浮くだけならば船底は平たく，早く進むのであれば進行方向に流線形になる．そのように現実には多様な大きさと形で船は作られ，波風に煽られても容易に転覆することは無い．

子どもが創造した船も，実際の条件下，波風が立った状態でも必ず浮くには，船の形や重さをどのように工夫すればいいのか演繹的に求める実験を実施することにした．

Ⅲ．授業の展開とワークシート

授業展開とそれに応じたワークシートを以下に示す．

1.　授業展開

授業での実施内容と，学習指導要領に示されている探求の過程との関わりを次に示す(表１)．

表 1　授業の展開と学習過程，探究の過程との関わり

探究の過程	実施内容や，子どもの思考
表現・伝達	それぞれの思い描く船の絵を描く（表出） 文章化① 「こだわりのポイントを紹介しよう」
仮説	自分の船は浮くか・浮かないか，描きながら本能的に想像（自己内対話）
実験の実施	実験① 船を４つに分類し，当てはまる船をモデリングする
振り返り	ワークシート上で，結果が「予想通り・予想してなかった」で選択する．
自然現象に対する気付き	・船がバランスよく浮くには，載せるものに秘密があると気づく ・想像通りに船が浮かないことに気が付く ・何気なく浮いている船に疑問を持つようになる
課題の設定	探究課題の提示「船と載せるものの関係を解き明かし，安定して浮く船を作ろう」
仮説の設定	文章化②「分析する」 これまでの経験や知恵をもとに，船が浮かなかった理由や，浮くために必要なことを考える．
検証計画の立案	船の大きさ，高さ，おもりの３つの要素を変更する 次いで，荷物のおもさも加え，４つの要素を変更する
実験の実施	実験② 立案した計画を実施する
結果の処理	実験の結果を変化させる３つの要素の組み合わせで分類し，規則性を見いだす
考察・推論	アーギュメントを使用して，理由や根拠を添えて安定する船について記述する
表現・伝達	文章化③ アーギュメントで記述したことを文章としてまとめる それぞれの思い描く船の絵を描く（表出）

授業展開の特徴として，絵を描く活動が授業の導入と終末に設けられている．前述したように，絵には子どもの潜在的な意識が段階を追って表出すると考えている．そのため，授業を通して内的変容があれば前後の絵の変化に現れるだろうと想定した．

絵を描く活動は，変容の評価のみならず，問題発見の場にもなる．問題発見の場面を授業者から提示するのではなく，子ども自身が創造した船のモデルを水に浮かべた結果を目の当たりにして自発的な問題意識が発生する場面づくりを行った．

2.　ワークシート

探究の過程に沿った思考をスムーズに行えるよう配慮しながらワークシートの作成を行った(図 6)．

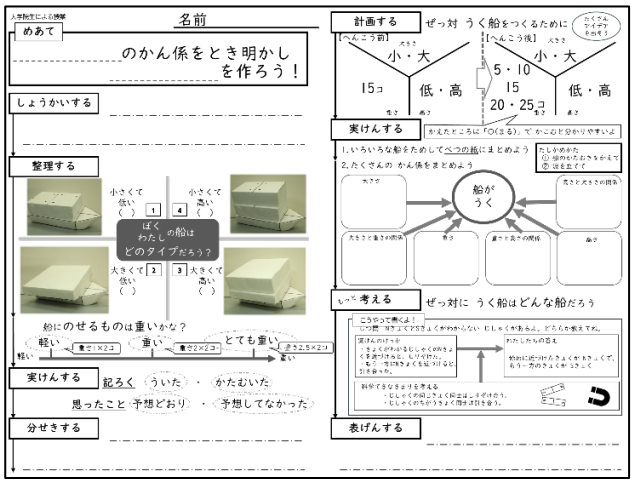

図 6　作成したワークシートの全体

授業を通した子どもの到達度の見取りに向け，ワークシートの構造化を行っている．ワークシートには記述の場面を３か所設けた．構造化は，各学習活動の文章で子どもの変容を見とることを目的とした．

変容を見取る場面として，1 回目の実験後と 2 回目の実験結果整理後に，「分析する」「表現する」と文章化させる場面を設定した．それぞれの文章を比較することで，子どもの内側でバランスに対する知恵・体験の自己調整が起き，科学的根拠に基づく知識へ自己調整が図られているか評価できるだろうと想定した．

活動の流れとして「分析する」の直前では，子どもが創造した船のモデルで実験する．文章化②の「分析する」では，実験結果に対して，この後の実験でどのようにアプローチするのか記述させる．例えば，モデリングした船が傾いてしまった子どもがいたとする．その子どもは恐らく，絵を描くときこの船なら浮くだろうと想像していたことだろう．その予想に反してモデリングした船は安定して浮くことができず，傾いてしまう．そこで子どもは，何が悪かったのだろうと問題意識を持ち，そこで改善案を考察する．このとき策略のもととなるのはこれまでの経験に違いないだろう．

そのため「分析する」の段階では，子どもがこれまでに得てきた経験や知恵を総動員させながら描いた文章が出来上がることが想定される．

活動は進み，その後の実験や結果の集計を通して，自分の経験や知恵を見つめなおし自己調整を起こすだろう．その自己調整の結果が，アーギュメントの主張に反映される．子どもがアーギュメントをもとに「表現する」を記述することができれば，内的変容が「表現する」に現れるだろう．

3.　文章による言語表現の困難さと評価

文章化された子どもの思考から，授業での変容を見取ることにした．一方で，子どもが科学的思考を適切に行えていたとしても，文章として表現できていなければ授業評価を適切に行うことができない．

猿田(2012)は「思考」について「人間が論理的に振る舞う上で不可欠な内的活動である」と説明した．そこで筆者らは「思考」を，目の当たりにした自然の事物・現象と科学的な見方・考え方を結びつけ合理的な捉え方を見つけ出す過程とした．合理的な捉え方を見つけることが思考ならば，自分の内的活動を他者へ何かしらの方法で伝えることが表現である．伝える方法として一般的に文章にすることが考えられる．文章を書くということは，合理的な考えを文字という記号に置き換える行為である．思考を個人内で完結する内的活動と言うならば，表現は他者へ思考を伝え理解してもらうことで完結する外的活動と言えるだろう．

そのため筆者らは子どもたちにとって，言語表現することは思考することよりも求められるレベルが高いと考えた．自然の事物・現象と科学的な見方・考え方を 2 項関係で捉え思考することができても，考えていることを適切な言語（記号）に置き換える活動が加わり 3 項関係になることで複雑さが増し困難さが生まれるのではないだろうか．

特に文章化③「表現する」では，幾つもある実験結果から規則性を発見する科学的な思考と，必要な実験結果をまとめたり，規則性を適切に文章化したりする科学的な表現が同時に行われる．

文章化③では科学的な思考を手助け，表現するための整理を行う支援が必要となった．そこでアーギュメントを使用した科学的な思考・表現の支援を行うことにした．アーギュメントとは，主張したいことの説得力を増すための構成要素から，根拠，主張，理由付けの３つの要素に単純化して示した言語形式のことを指す．

日常生活の文脈では，理由を省略することが頻繁にある．例えば水泳の授業が中止になった状況を扱ってみる．今日の水泳の授業は雨が降ったから中止という会話をすることがあるだろう．この会話を証拠と主張に分けてみると，証拠は雨が降ったこと，主張は授業が中止になったことになる．この文章により説得力を持たせるために，雨が降ると水温が下がって体調を崩しやすくなるという理由を付加することができるだ

ろう．会話をする上では，現実として起きた結果や証拠と主張があれば理由無く意思疎通を図ることは容易だ．

しかし理科授業においては，得たデータと主張をつなぐ理由が無ければ説得力は得られない．文章構成の思考を手助けする手段としてアーギュメントが有効的だと考え使用した．

4. アーギュメントの導入と工夫

アーギュメントを記入するワークシートは，山本ら（2013）や田中ら（2021）の構造をもとにした．従来のワークシートに使用される「証拠，主張，理由付け」という表現は，アーギュメントを初めて使用する小学生向けには難しいと考えた．初めて使用した小学生であっても，ワークシートに何を書くべきなのかわかりやすい表現にする必要があると考え，まずは「証拠，主張，理由づけ」を言い換えることにした．

泉ら（2011）はアーギュメントの構成要素を，IDEAS 教材をもとに示した．根拠，主張，理由付けの３つの要素を抜粋して以下に示す．

- 主張（Claim）：存在するものや人々の抱いている価値について断言
- データ（Data）：断言をサポートするために証拠として用いられた明言
- 根拠（Warrant）：データと主張との関連性を説明した明言

証拠とは多くの場合，実験の結果やデータを記述する．そのため，「証拠，主張，理由付け」を「実験の結果，私たちの答え，科学的なきまりを考える」と言い換えることにした．

作成したアーギュメントのワークシートは次の通りである（図 7）．山本ら（2013）をもとに改良を加えた．

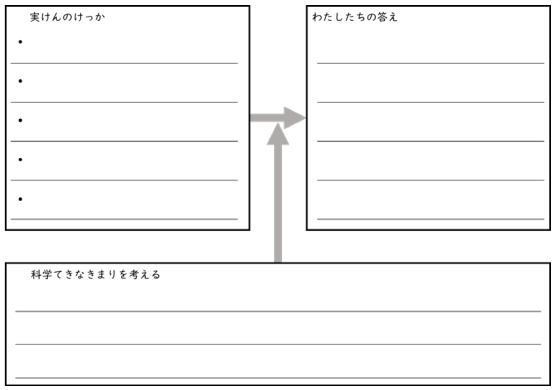

図 7　アーギュメント構造と，言い換えられた構成要素を使用した科学的表現を助けるワークシート

5. 絵を描くことの困難さ

船の絵を，白紙から描くことに困難さを覚える子どもがいることが考えられた．船を描き創造性を養うことは，本来の願いとは異なる．本来の願いは探究活動で実験して得た結果を解釈する思考力を身に付けてほしいというものである．そのため限られた時間の中でも創造的な船の絵を描ける環境づくりが望まれた．

そのため子どもが創造的な考えを表出する手助けとなり，船の絵を描く活動を短くする工夫が必要になった．

導入したものは次の２点である．

- 絵を描く際には船屋部の絵のみを描くこと
- 船に乗せるものを例示し，それらの組み合わせで船を創造すること

大学生の実践で，実際に使用したものが次の通りである（図 8）．

図 8　ロイロノートで配布した台紙(上半分)と，例示した部品(下半分)

大学生への実践ではロイロノートにて絵を描くための台紙を配布した．安定する船を作製するには，船底の大きさを変更したり，部品の大きさを変更したりする必要がある．本来であれ多様なサイズの，船底と部品を用意する必要があった．しかし，ロイロノートでは部品を拡大・縮小することができるため船底の大きさを１種類のみ，部品もそれぞれ１種類のみ与えた．

部品には，大きさが異なる建造物や，おもさが感覚

的に異なる遊具や大砲を用意した.

小学生の実践で，実際に使用したものが次の通りである（図 9，10．11，12．写真 1）.

図 9　紙媒体で配布した部品

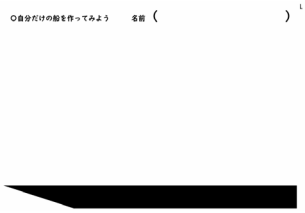

図 10　紙媒体で配布した台紙，L サイズ

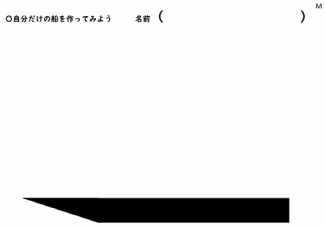

図 11　紙媒体で配布した台紙，M サイズ

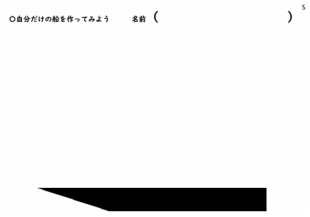

図 12　紙媒体で配布した台紙，S サイズ

写真 1　子どもが実際に使用している様子

一方で，小学生への実践は台紙と部品いずれも紙で配布した．そのため台紙は船底の大きさを S，M，L の三種類印刷し配布した．部品については，それぞれ 1 種類のみ選べるようにした．建物や部品の大きさは変えることができないので，船底の大きさを選び，船の規模感を表現できるようにした.

Ⅳ．使用した教具

製作した船は 3 つの部品に分けられる．それぞれの部品を船底, 船屋(上・下)とした. それぞれの部品では, 船の安定性に関わる「大きさ，高さ，重さ」の要素を変化させることができる.

1.　船底

船底は，実験において，おもりを乗せること，大きめの船屋も乗せることを目的として製作した.

船底の形状は 1 種類のみ用意した（写真 2．図 13）．レジャーボートにおける船底の形状は，用途によって多様に開発されている．速く走るためや，揺れないように走るためなどの用途によって，船底の最下点が 1 点の，平面，円弧，V 字や，船底の最下点が 2 点以上のものが開発されている.

その中でも，発泡 PS でモデリングした際に，最大積載量が多く，安定性を確保しやすく，実験の選択肢を確保できる船底の最下点が 1 点で V 字の形状を選んだ.

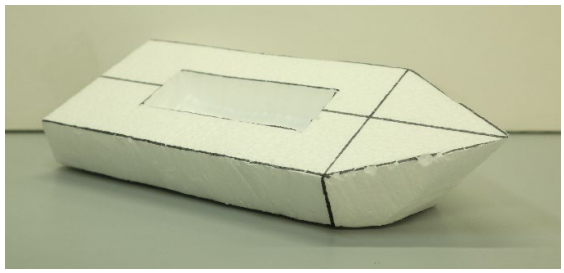

写真 2　作製した船底（V 字）

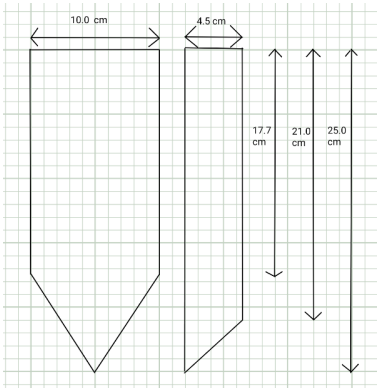

図 13　作製の寸法

船底の中央はくり抜かれており，おもりを入れるこ

とができる.

2. 船屋(上・下)

船屋は実験において大きさと高さを変えることを目的として作製した.

大きさの種類は2種類,「大」・「小」を用意した(写真3, 4).「大」は船体の横幅の 2 倍とし,大きさ「小」は横幅と同じ長さにした.

高さとは船底部の最下部から甲板部までの長さによって決定される要素を示す.高さの種類も2種類あり,船屋が1段の場合を「低」,2段の場合を「高」と呼ぶことにした(写真3, 4).

写真 3 大きさ「小」高さ「高」(左),大きさ「大」高さ「高」(右)

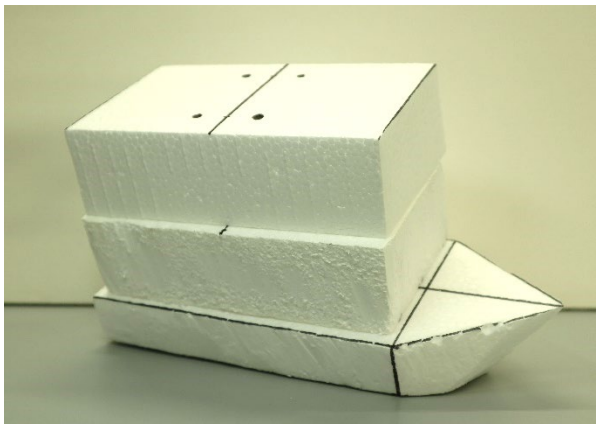

写真 4 船底と組み合わせた,大きさ「大」高さ「高」

大きさ「大」の一段目は,船を傾けた際に水面との距離が近い為,角を斜めに切り落としている(写真 3).

3. おもり

船底に入れたり,船屋の上にのせたりするおもりはゴム栓とナットを選んだ.

おもりの役割は,船全体の重さを変化させること,船全体の重心位置を変化させることがあげられる.

選定の視座は次の通りである.

・水に濡れても良いもの
・船体に収まる大きさであること
・船を沈ませるおもさにできること
・子どもが直感的に実験できること
・重さを計量する手間が無いこと
・結果を定量的に得られること
・手軽に準備できること

a. 大学生への実践では

大学生に向けた実践ではゴム栓をおもりとして使用した.

ゴム栓の種類は,円の径によって名前が番号でつけられている.ゴム栓の重さと番号は比例しておらず,子どもが重さを変えようと思ったとき,何かの基準を持って直感的で定量的に実験することに困難さが生じるだろうと想像された.そのため,それぞれのゴム栓の重さに比例する数値を与えることにした(表2.写真5).

表 2 ゴム栓の大きさと,それぞれの重さの比をもとにした命名

ゴム栓の大きさ	5	9	10	14	16	21
重さの比	1	2	2.5	4	7.5	15

写真 5 径の大きさにと重さの比による命名

b. 小学生への実践では

小学生に向けた実践ではナットをおもりとして使用した(写真6).

ナットにする利点として次が挙げられる.

・ゴム栓に比べ小さく,くり抜きに均等に隙間なく並べられる
・ナットの径が同じであれば,同質量なため,ナットの数と質量が比例すること
・ゴム栓に比べ密度大きく,同じ重さになる体積が小さく,低重心になる

写真 6 ナットが船底のくり抜きに隙間なく入っている様子

船屋上部に乗せるおもりはフィルムキャップを切

断した台座に入れ，実験によって滑り落ちることがないようにした（写真 7，8）．切断したフィルムキャップには，短く切った爪楊枝をテープで貼り付けた．爪楊枝を船屋に差し込むことで，台座を固定する．

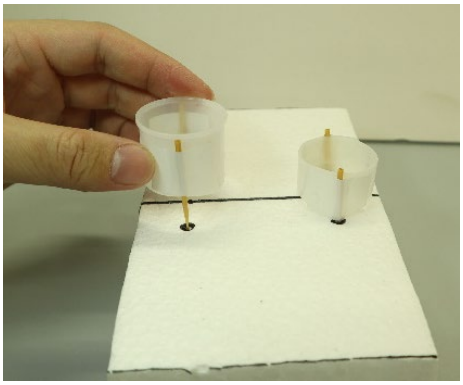

写真 7　船屋上部におもりを固定する台座

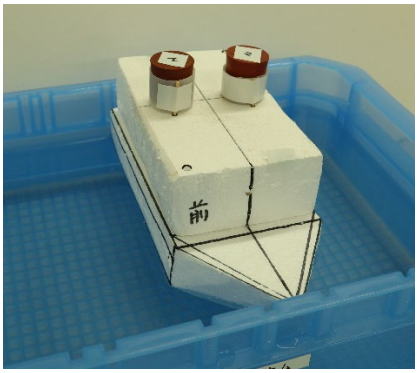

写真 8　台座を使用した様子

V．おわりに

完成した教具を実際に使用してみて，実験を直感的に行える教具だと感じた．「安定して浮くか」「傾くか」と結果が非常にシンプルで，目的意識を持ち取り組みやすい．

また手順の説明が無くても，おもりの数を変えたり，船の大きさを変えたりするだけなのでスムーズ実験できる．そのため授業のねらいの科学的な見方・考え方を活かす環境づくりとしては有効的ではないかと感じた．

船という題材に関しては，安定性の根拠となる力学的　原理が奥深さを醸し出し，偶発的に探究の過程を実現したり，複雑な物事を再現したりできている．例えば，船屋上部に乗せるおもりを重めに設定したとき，重くても浮かせるために船底に仕込むおもりの量を微調整しながら何度も何度も繰り返す．実験者の内面では，結果を振り返り，どのように変更するべきか判断され，実験に向かう循環が起こる．またその探究の過程の中で，「大きい船屋では実現できない」「高くても，船底のおもりの重さを大きくすると安定しだす」といった現象が起こる．小さくて低いものが安定するのは理論的に当然のことながら，実際に実験することで，浮くか傾くか，力学的原理の微妙な境界部の結果を確かめることができる．

安定する船を作る課題意識や，曖昧な境界部を実験する好奇心によって多様な実験方法が生まれる．授業の終末では，大量の実験方法から，要素の関係性や浮いた条件の規則性を見いだす力が必要になる．

開発した教材は，課題解決や価値創造に向けたプロセスのための環境づくりとして期待される．実際に実践し効果を検証したい．

文献

宇都史訓，本吉秀世，松尾悦雄，末松繁行，寺田正春，梅田祐之（2014）：第 1 編　力学，河合塾物理科，物理教室　四訂版，河合出版．

猿田裕嗣（2012）：論理的思考に基づいた科学的表現力に関する研究-TIMMS 及び PISA 調査の分析を中心に-，東洋館出版社．

自己調整学習研究会（2012）：自己調整学習-理論と実践の新たな展開へ，北大路書房．

数研出版編集部（2017）：第 1 編　力学，改訂版　フォトサイエンス　物理図録，数研出版．

田中達也、神山真一、山本智一、山口悦司（2021）：児童におけるアーギュメント自己評価能力とアーギュメント構成能力の関係性についての予備的検討：主張－証拠－理由付けを含むアーギュメントを導入した小学校第 3 学年の単元「物と重さ」の事例，理科教育研究，62，1，119-131．

内閣府（2021）：Society5．0 の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ〈中間まとめ〉．

長沼武志（2023）：自己調整学習におけるメタ認知の内実に関する事例的研究，横浜国立大学教育学部紀要，6，211-223．

文部科学省（2019）：中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説理科編，学校図書．

ヤマハ発動機　製品サイト「走行特性・船底形状」，https://www.yamaha-motor.co.jp/marine/life/start/boat/characteristic.html

（2024 年 3 月 15 日最終確認）
山本智一，坂本美紀、山口悦司、他 4 名（2013）: 小学生におけるアーギュメントの教授法略 :「振り子運動」の実践を通して，理科教育学研究，53，3，471-484.