

地学教育

第62巻 第3号(通巻 第320号)

2009年5月

目 次

原著論文

立体地形模型を用いた局地風の流体実験教材

—霧を伴う陸風「肱川あらし」を事例として—……………名越利幸…(65~77)

児童・生徒の天文分野における空間認識に関する研究

—1985年当時の視点移動能力について— ……………岡田大爾…(79~88)

学会記事 (89~97)

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部理科教育教室内

日本地学教育学会 会長・副会長・評議員・常務委員・監事名簿（平成 21 年 4 月）

会 長 牧野 泰彦（茨城・平成 21 年度）
 副 会 長 馬場 勝良（東京・平成 21 年度）
 同（全国大会担当） 八田 明夫（鹿児島・平成 21・22 年度） 荻原 彰（三重・平成 21 年度）

評 議 員（*印は、会則第 11 条 3 項の評議員）

任 期	平成 21・22・23 年度	平成 21・22 年度	平成 21 年度
地 区（定員）			
北海道・東北（3）	中村 泰久（福島）	照井 一明（岩手）	岡本 研（北海道）
関 東（9）	渋谷 紘（埼玉）	山本 和彦（千葉）	相原 延光（神奈川）
	米澤 正弘（千葉）	荒井 豊（埼玉）	円城寺 守（東京）
	松森 靖夫（山梨）	江藤 哲人（神奈川）	濱田 浩美（千葉）
中 部（3）	藤岡 達也（新潟）	遠西 昭寿（愛知）	熊野 善介（静岡）
近 畿（3）	澁江 靖弘（兵庫）	廣木 義久（大阪）	戸倉 則正（京都）
中国・四国（3）	秦 明德（島根）	野瀬 重人（岡山）	林 武広（広島）
九州・沖縄（3）	三次 徳二（大分）	田中 基義（熊本）	八田 明夫（鹿児島）

*馬場 勝良（東京）	*高橋 修（東京）	*林 慶一（兵庫）
*五島 政一（東京）	*加藤 圭司（神奈川）	
*松川 正樹（東京）	*青野 宏美（岐阜）	
*宮下 治（神奈川）	*荻原 彰（三重）	
*岡本 弥彦（神奈川）	*伊藤 孝（茨城）	
*宮脇 亮介（東京）		

評議員兼常務委員長

渋谷 紘（埼玉）

常務委員（**印は、評議員兼務）

任 期:	平成 21・22 年度	平成 21 年度
	清水 政義（東京） **松川 正樹（東京）	南島 正重（東京） 内記 昭彦（東京）
	相場 博明（東京） **馬場 勝良（東京）	**岡本 弥彦（神奈川） **林 慶一（兵庫）
**宮下 治（神奈川）	**宮脇 亮介（東京）	**五島 政一（東京） **林 武広（広島）
**高橋 修（東京）	**加藤 圭司（神奈川）	**米澤 正弘（千葉） **濱田 浩美（千葉）
**松森 靖夫（山梨）	**遠西 昭寿（愛知）	

監 事 根岸 潔（東京・平成 21・22 年度） 佐藤 俊一（東京・平成 21 年度）

平成 21 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 63 回全国大会

三重大会 第二次案内

日本地学教育学会会長 牧野泰彦
三重大会実行委員長代行 荻原 彰

大会テーマ：地学教育と新学習指導要領

期 日：平成 21 年 8 月 22 日（土）～25 日（火）
会 場：三重大学
主 催：日本地学教育学会
共 催：三重県小学校理科教育振興会，三重県中
学校理科教育研究会，三重県高等学校理
科教育研究会，三重大学
後 援：三重県教育委員会，津市教育委員会，三
重県立博物館，文部科学省，全国高等学
校長協会，全日本中学校長会，全国連合
小学校長会，日本私立中学高等学校連合
会，日本教育研究連合会，日本理科教育
学会，日本理科教育協会 名古屋地学会

日 程

日	時間	プログラム	会 場
8 月 22 日 (土)	8:30	受 付	教育学部 1 号館正面玄関
	9:30	開会行事	A 会場：共通教育棟 190 番教室
	10:00	シンポジウム	A 会場：共通教育棟 190 番教室
	12:00	昼食・休憩	
	13:15	記念講演	A 会場：共通教育棟 190 番教室
	14:45	休 憩	
	15:15	ジュニアセッション	A 会場：共通教育棟 190 番教室
	16:45	ポスターセッション ンコアタイム	B 会場：共通教育棟学 生自習室
18:00	懇 親 会	生協第 1 食堂	
8 月 23 日 (日)	8:30	受 付	教育学部 1 号館正面玄関
	9:00	研究発表 1	C～E 会場：教育学部 1 号館
	10:20	休 憩	
	10:35	研究発表 2	C～E 会場：教育学部 1 号館
	12:00	昼食・休憩	
	13:15	研究発表 3	C～E 会場：教育学部 1 号館
	14:35	休 憩	
	14:50	研究発表 4	C～E 会場：教育学部 1 号館
16:10	休 憩		
16:20	閉会行事	E 会場：教育学部 1 号館	

シンポジウム

「地学教育と新学習指導要領」
司 会 藤岡達也（上越教育大学）
パネリスト
杉澤 学（奈良女子大学附属小学校）
泉 勝人（伊勢市立沼木中学校）
奥田光升（三重県立津高等学校）
田代直幸（文部科学省 教科調査官）

記念講演

地学教育の新しいパラダイムを求めて
—科学の目と詩人の心—
佐治晴夫（鈴鹿短期大学学長）
研究発表の時間
20 分（発表 15 分，質疑 5 分）

見学旅行

8 月 24 日（月）～25 日（火）最小催行人員が集まら
ない場合，中止になることがあります。
A コース：三重県の中央構造線
集合 津駅前午前 8 時 20 分
B コース：伊勢・志摩の地質
集合 津駅前午前 8 時 20 分
C コース：尾鷲・熊野地域の地質と化石
集合 三重大学午後 4 時 20 分
C コースは 23 日出発

一般発表・ポスター発表の申込み

発表の申込みは締め切りました

大会参加費

7 月 15 日（火）までに振込む場合
参加費用（予稿集代を含む）一般 4,000 円
学生・院生 2,500 円
7 月 16 日～当日 一般 4,500 円
学生・院生 3,000 円

懇親会費 4,000 円（申込日による差はありません）
7/16 以降は会場にてお支払ください。（事前に申

しままれていても、7/15以降の入金になりますと500円割高の参加となりますので、ご注意ください。）

発表要旨提出締め切り

2009年7月15日（A4で2ページ）

大会ホームページ (<http://www.jsese09.edu.mie-u.ac.jp/>) で投稿してください。

宿泊案内

各自で手配をお願いします。

大会事務局・出張依頼の申込先

三重大学教育学部 理科教育講座 内

日本地学教育学会三重大会事務局

荻原 彰

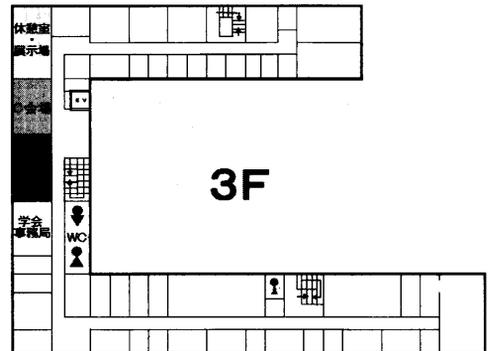
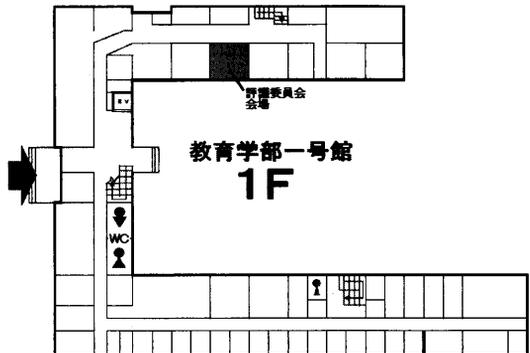
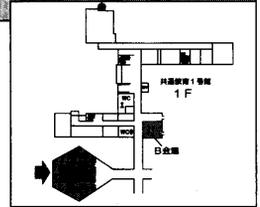
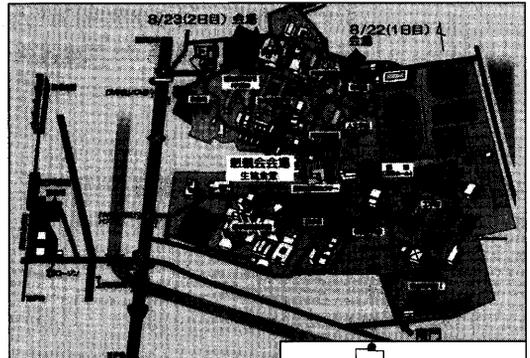
〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577

TEL: 059-231-9325

E-mail: ogi@edu.mie-u.ac.jp

会場案内

- 津駅前バスのりば「4番」から三交バスで、「白塚駅前」(06系統)、「太陽の街」(40系統)、「三重病院」(51系統)、「棕本(むくもと)」(52系統)、「豊里ネオポリス」(52系統)、「三行(みゆき)」(53系統)行きで、「大学前」下車。
(附属病院, 医学部, 工学部へは「大学病院前」下車)
- 津駅からタクシーで約10分
- 近鉄江戸橋駅(三重大学前)から徒歩で約15分
- 中部国際空港(セントレア)から津エアポートラインで津なぎさまちへ40分
「津なぎさまち」から三交バスで「津駅前」まで約15分
「津なぎさまち」からタクシーで津駅まで約10分



研究発表プログラム

〈番号例: C-E01 C会場 小学校 01 番 S: 高校生
E: 小学校 J: 中学校 H: 高等学校 A: 大学・一般〉

8月22日 ジュニアセッション(15:15~16:45)

A 会場 (共通教育棟 190 番教室)

司会: 河原 孝 (桑名西高等学校)

講評: 森 勇一 (金城学院大学)

- A-S01 ガリレオ衛星を用いた木星の質量測定
°吉田明史, 新田拓也 (三重県立松阪高等学校 高3)
- A-S02 限界線星食および二重星に関する研究
°中野恵介, 柴田大貴 (三重県立津高等学校 高3), 川口幸輝 (三重県立津高等学校 高2)
- A-S03 平成19・20年度第7期グローブ指定校活動報告
°片岡史奈, °間瀬咲 (愛知教育大学附属高等学校 GLOBE 生徒委員会 高3)
- A-S04 ペットボトルできれいな宝石? を見つけよう—高校生が小中学生に教えらるる身近な鉱物の抽出と観察法の研究—
°中村仁希, °本田瑛士 (愛知教育大学附属高等学校理科課題研究ペットボトル重鉱物班 高3)
- A-S05 身近な石からすごい!? 化石を見つけよう—高校生が小中学生に教えらるる身近な微化石の抽出法の研究—
°近藤敬宏, °柴田 壘, °竹内 誠, °中山 託矢, °松井 隆 (愛知教育大学附属高等学校理科課題研究チャート礫の微化石班 高3)
- A-S06 飲み水はきれいか? 自分で調べよう—高校生が小中学生に教えらるる飲料水の水質の調べ方の研究—
°岩崎聡美, °岩田彩友美, °菊地香帆, °小池美穂, °山口明恵, °笠原 惇 (愛知教育大学附属高等学校理科課題研究飲み水の水質班 高2)
- A-S07 生物進化のモト! DNA を取り出そう—高校生が小中学生に教えらるる核酸や生体構成物質の抽出法の研究—

°石川さゆり, °海老名美里, °岡田彩花,
°河村真未, °北岡典子, °樹神杏菜, °平田
智子 (愛知教育大学附属高等学校理科課題
研究DNA 研究班 高3)

ポスター発表・コアタイム(16:45~17:45)

B 会場 (共通教育棟学生自習室)

- B-PJ1 トカラ・九州の火山噴煙映像データベース
°金柿主税 (甲佐中学校・鹿児島大学), 飯
野直子 (熊本大学)
- B-PJ2 地域に応じた基礎的な防災学習について—
土砂災害に着目して—
°田岡利紗, 馬庭大輔, 林 武広, 山崎博
史, 吉富健一 (広島大学大学院教育学研究
科)
- B-PH1 デジタル・フォト・フレームを用いた天体
観測体験システムの開発
小泉治彦 (千葉県立柏高等学校)
- B-PA1 岩石鑑定のためのマルチメディア教材の開
発
°前田将樹, 林 武広 (広島大学大学院教育
学研究科), 鈴木盛久 (比治山大学), 山崎
博史, 吉富健一 (広島大学大学院教育学研
究科)
- B-PA2 光害対策に関する研究
°島立 翔, 萱原宏昭, 林 武広 (広島大
学・教育), 川端弘治 (広島大学・宇宙科学
センター)

以下はジュニアセッションと共通

- B-S01 限界線星食および二重星に関する研究
°中野恵介, 柴田大貴 (三重県立津高等学校
高3), 川口幸輝 (三重県立津高等学校 高
2)
- B-S02 平成19・20年度第7期グローブ指定校活
動報告
°片岡史奈, °間瀬 咲 (愛知教育大学附属
高等学校 GLOBE 生徒委員会 高3)
- B-S03 ペットボトルできれいな宝石? を見つけ
よう—高校生が小中学生に教えらるる身近
な鉱物の抽出と観察法の研究—
°中村仁希, °本田瑛士 (愛知教育大学附属

高等学校理科課題研究ペットボトル重鉈物
班 高3)

B-S04 身近な石からすごい!? 化石を見つけよ
う—高校生が小中学生に教えらるる身近な
微化石の抽出法の研究—

°近藤敬宏, °柴田 壘, °竹内 誠, °中山
託矢, °松井 隆(愛知教育大学附属高等学
校理科課題研究チャート礫の微化石班 高
3)

B-S05 飲み水はきれいか? 自分で調べよう—高
校生が小中学生に教えらるる飲料水の水質
の調べ方の研究—

°岩崎聡美, °岩田彩友美, °菊地香帆, °小
池美穂, °山口明恵, °笠原 惇(愛知教育
大学附属高等学校理科課題研究飲み水の
水質班 高2)

B-S06 生物進化のモト! DNA を取り出そう—
高校生が小中学生に教えらるる核酸や生体
構成物質の抽出法の研究—

°石川さゆり, °海老名美里, °岡田彩花,
°河村真未, °北岡典子, °樹神杏菜, °平田
智子(愛知教育大学附属高等学校理科課題
研究DNA 研究班 高3)

8月23日 研究発表1(9:00~10:20)

C 会場(教育学部 302 教室)「高等学校 I」

座長: 茂庭隆彦(岩手県立総合教育センター)

C-H01 東京大学木曾観測所におけるパブリックア
ウトリーチ活動

三戸洋之(東京大学理学系研究科天文学教
育研究センター木曾観測所)

C-H02 太陽黒点の温度を推定する教材の開発と検
討—Fits 画像をもとにして—

°荒川忠彦(滋賀県立膳所高等学校), 山村
秀人(滋賀県立長浜北星高等学校), 洞口俊
博(国立科学博物館), 矢治健太郎(立教大
学), Paofits WG

C-H03 化石化作用の実験教材の開発と教員による
評価

林 慶一(甲南大学理工学部)

C-H04 酸性河川のリン除去機構を理解するための
教材開発

°中野英之(京都教育大学教育学部), 村松
容一(東京理科大学大学院理学研究科)

D 会場(教育学部 303 教室)「中学校 I」

座長: 五島政一(国立教育政策研究所)

D-J01 天文分野における小・中学生の空間概念の
形成

岡田大爾(広島国際学院大学)

D-J02 「天体」の学習における視点変更モデルに
よる立体的な空間の把握

°平松良夫(岡山県総社市立総社西中学
校), 野瀬重人(岡山理科大学理学部応用物
理学科)

D-J03 示温シールを用いた球状モデルの開発とそ
の授業実践

°伊藤 孝, 佐々木達(茨城大学教育学部),
安斎 寛(茨城大学教育学部附属中学校)

D-J04 博物館と学校との連携による天文教育の進
め方

伊藤達郎(四日市市立博物館)

E 会場(教育学部 304 教室)「大学・一般 I」

座長: 先山 徹(兵庫県立大学)

E-A01 天文台公開イベント参加者の関心と期待~
特に参加回数との関連について~

°林 武広(広島大学・教育), 松本敏史
(広島大附東雲小), 大杉 節, 川端弘治,
植村 誠(広島大学・宇宙科学センター)

E-A02 縮尺模型で学ぶ宇宙~ローカル・グループ
模型の実践例

茨木孝雄(杉並区立科学館)

E-A03 古木曾川の河床堆積物

°青野宏美, 鹿野勘次(岐阜聖徳学園大学教
育学部)

E-A04 砂岩の続成作用を教えるための実験: 氷塊
を砂粒子に見立てて

°廣木義久, 納所美知(大阪教育大学)

研究発表2(10:35~11:55)

C 会場(教育学部 302 教室)「小学校 I」

座長: 中野英之(京都教育大学教育学部)

C-E01 「星の動き」を実感させる観察教材セット
の開発と学習展開—「夏の大三角観察記録
シート」「書き込み式星座早見盤」「手
でもってかざす星座シート」—

°茂庭隆彦(岩手県立総合教育センター),
佐藤由之(花巻市立花巻小学校)

- C-E02 小学校新学習指導要領の天文領域の指導と「星のソムリエ」
寺木秀一（東洋大学文学部教育学科）
- C-E03 小学校5年次「流れる水のはたらき」：学校周辺の小川を利用した教材研究
牧野泰彦（茨城大学教育学部）
- C-E04 地域の地質を活かした河原の礫の教材化
°山崎博史（広島大学大学院教育学研究科），下久吉博宣（如水館中学校・高校）

D 会場（教育学部 303 教室）「中学校 II」

- 座長：岡田大爾（広島国際学院大学）
- D-J05 中学校理科における付加体の野外観察
°間處耕吉（広島大学・教育），鹿江宏明（広島大附東雲中），林武広（広島大学・教育）
- D-J06 科学的リテラシーを育成する地学カリキュラムの開発の視点や方法
五島政一（国立教育政策研究所）
- D-J07 学校ミュージアムの可能性～地域地学資料の蓄積と活用
°田口公則，大島光春（神奈川県立生命の星・地球博物館），一寸木 肇（大井町立上大井小学校），飯島俊幸（前 山北町立清水中学校），斎藤有紀雄（横浜市立森中学校），露木和男（早稲田大学教育学部）
- D-J08 防災・環境からのまちづくりへの環境科学
田中勝章（国土研・日本防災士会専門員）

E 会場（教育学部 304 教室）「大学・一般 II」

- 座長：廣木義久（大阪教育大学）
- E-A05 温暖化問題を通じてみる地学教育の意義—就学者の認識調査に基づいて—
川辺文久（杉並区立科学館）
- E-A06 地域と連携した博物館の学習プログラム—人と自然の博物館による恐竜発掘と生涯学習—
°先山 徹，佐藤裕司，古谷 裕，高橋晃，藤本真里，山崎義人（兵庫県立大学（兼：兵庫県立人と自然の博物館））
- E-A07 「新しい理科教育—戦災国における理科教育のための指針—（原 現吉訳，1950）」に記述されている地学分野の紹介
八田明夫（鹿児島大学教育学部）

- E-A08 本校における新型インフルエンザ対策と現状
香田達也（神戸市立六甲アイランド高校）

研究発表 3 (13:15～14:35)

C 会場（教育学部 302 教室）「小学校 II」

- 座長：境智洋（北海道教育大学）
- C-E05 神奈川県立境川遊水地公園での地質野外実習～小・中・高校生を対象とした実践～
°小荒井千人（慶應義塾湘南藤沢中・高等部），馬場勝良（慶應義塾幼稚舎）
- C-E06 「地史」の復元を目指す「土地のつくり」のPSMC 学習指導法による成果と課題
°山下浩之（福岡市立南片江小学校），林慶一（甲南大学）
- C-E07 小学校までの「石」の概念の芽生えとその後の変化
°多賀 優（滋賀県立堅田高等学校），中野聰志（滋賀大学教育学部）
- C-E08 自然についての多面的な見方や考え方を養う理科授業の試み—アースシステム教育に基づいた紙芝居教材の活用を通して—
°岡本弥彦（麻布大学 生命・環境科学部），五島政一（国立教育政策研究所），井上 茜（株式会社ミツウロコ）

D 会場（教育学部 303 教室）「中学校 III」

- 座長：池田幸夫（山口大学）
- D-J09 理科におけるパターンの把握を重視した環境学習のあり方について
°下野 洋，坂上寛一（星槎大学），高橋修（東京学芸大学），山田茂樹（飛騨教育事務所）
- D-J10 「パターン把握」を用いた野外観察で，科学的な思考力，表現力を育成する指導～中学校理科「地球と宇宙」での一実践を通して～
山田茂樹（岐阜県教育委員会飛騨教育事務所），環境学習研究会（星槎大学）
- D-J11 Web 情報を利用した気象教材の開発
°吉富健一，林 武広，匹田 篤，山崎博史（広島大学）
- D-J12 西日本の梅雨メソ降水系の特徴に関するレーダーアメダス合成図を活用した中学生

への授業実践研究

°西川泰永, 大嶋直己, 蔵田美希(岡山大学教育学部理科教室), 藤本義博(倉敷市立西中学校), 入江 泉, 加藤内蔵進(岡山大学大学院教育学研究科・理科)

E 会場 (教育学部 304 教室)「高等学校 II」

座長: 細山光也(愛知教育大学付属高等学校)

- E-H05 地形図学習を取り入れた扇状地形成実験
°中野英之(京都教育大学教育学部), 村松容一(東京理科大学大学院理学研究科)
- E-H06 新学習指導要領に向けた教材開発の必要性—高等学校「地学基礎」を中心に—
三次徳二(大分大学教育福祉科学部)
- E-H07 神奈川県立高等学校における地学の復興—新タイプ校での地学教育の可能性を中心に—
小尾 靖(神奈川県立相武台高等学校)
- E-H08 ゲーテンベルクはなぜ間違えたのか?—地球物理学史研究から学ぶこと—
山田俊弘(千葉県立幕張総合高等学校)

研究発表 4 (14:50~16:10)

C 会場 (教育学部 302 教室)「小学校 III」

座長: 山下浩之(福岡市立南片江小学校)

- C-E09 理科における土教材開発の視点
秦 明德(島根大学教育学部)
- C-E10 「地学っておもしろい」~サイエンスショーで伝える地学のおもしろさ・不思議さ~
境 智洋(北海道教育大学)
- C-E11 身近な川原の石を使った科学教室プログラムの開発—「安倍川の石のふしぎ」の実践—
°坂田尚子(常葉学園大学), 高橋 照枝(静岡市立城山中学校)
- C-E12 理科を得意とする小学校教員の養成

°野瀬重人(岡山理科大学理学部), 皿田琢司(岡山理科大学理学部)

D 会場 (教育学部 303 教室)「中学校 IV・高等学校 III」

座長: 吉富健一(広島大学)

- D-H09 世界遺産, ジオパークと高校地学
°美澤綾子(静岡県立静岡高等学校), 藤岡達也(上越教育大学)
- D-H10 強制振動による潮汐現象の説明
°酒井啓雄(山口県宇部市立楠中学校), 古川浩(元山口大学教育学部), 池田幸夫(山口大学教育学部)
- D-H11 韓国気象庁北半球 500 hPa 高層天気図画像の教材化
岡本義雄(大阪教育大学附属高校天王寺校舎)
- D-J13 星を手に取り確かめる星学習 50 年の歩みから
昼間, 教室で実験観察, 実習を体感理解の星学習, 小4, 中3 の星学習への提案
山田幹夫(香川県政策部政策課委嘱サイエンスボランティア)

E 会場 (教育学部 304 教室)「大学・一般 III」

座長: 三次徳二(大分大学教育福祉科学部)

- E-A09 2008 年岩手・宮城内陸地震によって現れた地表地震断層
茂庭隆彦(岩手県立総合教育センター)
- E-A10 小5 で学習する「西から東への天気変化」の気象学的背景に関する教育学部生への講義
加藤内蔵進(岡山大学大学院教育学研究科・理科)
- E-A11 身近な教材・公開資料から考える自然災害・地球環境
細山光也(愛知教育大学附属高等学校)

立体地形模型を用いた局地風の流体実験教材

—霧を伴う陸風「肱川あらし」を事例として—

Teaching Materials on a Fluid Experiment of the Local Wind by Using a
Solid Relief Model of Geographical Features

—A Case Study of Hijikawa Arashi, a Kind of Land Breeze with Fogs—

名越利幸*

Toshiyuki NAGOSHI

Abstract: A fluid experiment is based on the basic theory of hydrodynamics, and is a technique for investigating natural meteorological phenomena in a laboratory. By using a solid relief model of geographical features for a fluid experiment, we succeeded in reproducing the situation of a 3-dimensional flow. Hijikawa Arashi, a kind of land breeze with fogs in Japan; Ehime Prefecture, was simulated in a miniature model. This model was used to demonstrate Hijikawa Arashi to junior high school students in a teacher experiment. The student's reaction was good in general as a result of the experiment.

Key words: fluid experiment, solid relief model of geographical features, similarity of hydrodynamics, local wind

1. はじめに

新中学校学習指導要領 (平成20年3月制定) 第2章第4節理科の目標には、「目的意識をもって観察、実験などを行い…」とある。ところが、従来、気象現象は、その空間スケールが大きいことやその時間変化が急激なために、直接的な実験や観察からはその現象の全体像を認識することが困難と考えられてきた。また、大気は透明であるために、空気塊の運動状態を把握するためには、その可視化が必要である。このため、可視化された流体の性質を利用して自然界の大気の流れを実験室内の「流体の流れ」で研究する方法、「流体実験」を気象教育へ応用することの有益性が期待される。

木村(1983)は気象学的な流体実験の事例を多数紹介しているが、義務教育を目的にした流体実験に関す

る記述は皆無に等しい。そのような中で、高・低気圧のモデル実験を開発した光畑(1976)が注目されるが、彼の仕事には十分な流体力学的裏づけが行われておらず、流体実験の際に考慮しなくてはならないさまざまな相似則が一切無視されていることが難点である。

そこで、名越(2004)は、その理論的な裏づけを初めて導入し、自ら開発した三つの流体実験およびその授業実践(中学校での研究授業、プレ・ポストテスト実施)の結果から、流体実験による教育効果として、次のような事項を明らかにした。

- ①モデル化した流体実験を行うことで、現象の全体像を生徒にとらえさせることができる(デモンストラーション効果)。
- ②生徒自らの観察で、実験に見られる流れの中から自然界に見られる流れの特徴を発見することができる(発見学習)。

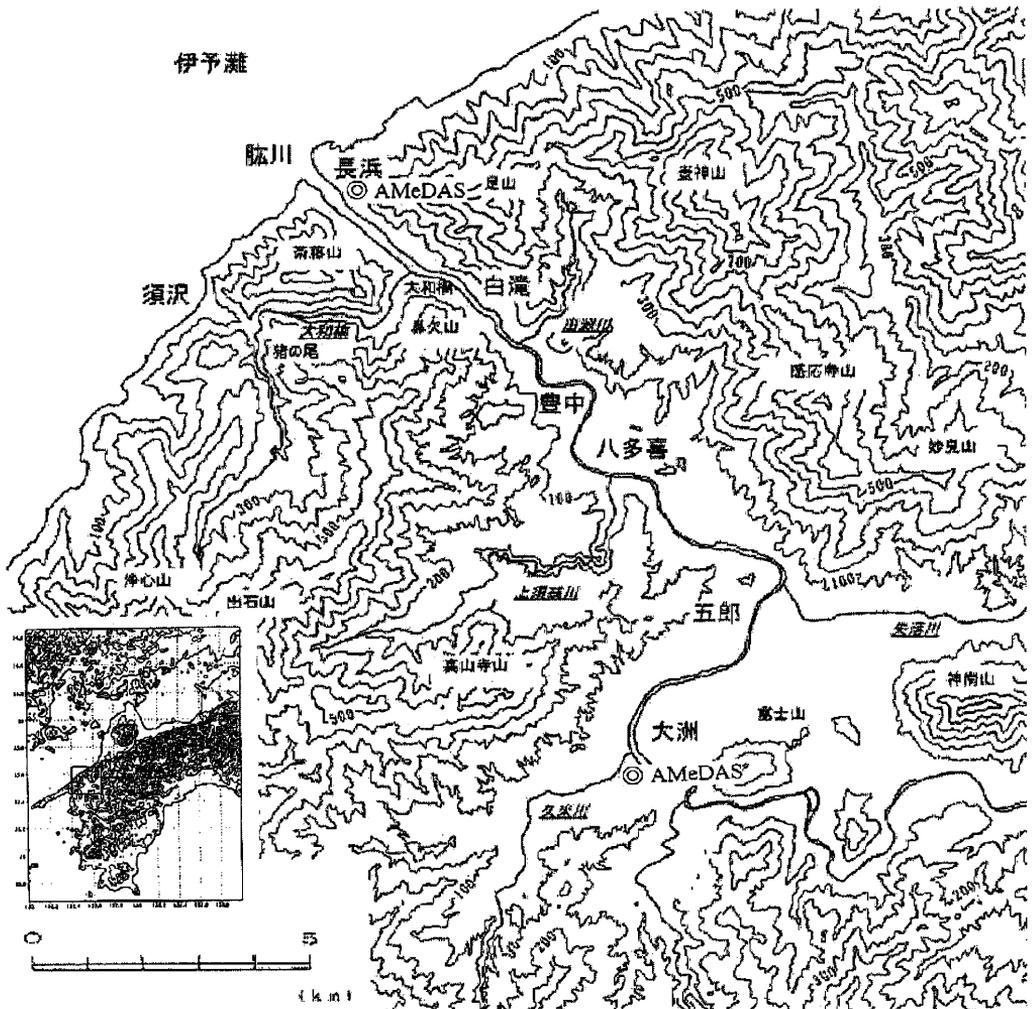


図1 肱川周辺の地形図および立体模型を作製した領域（国土地理院5万分の1地形図より作成）

③生徒の思考過程に論理的飛躍が生じたとき、その問題解決の示唆を与えることができる（現象のイメージ化）。

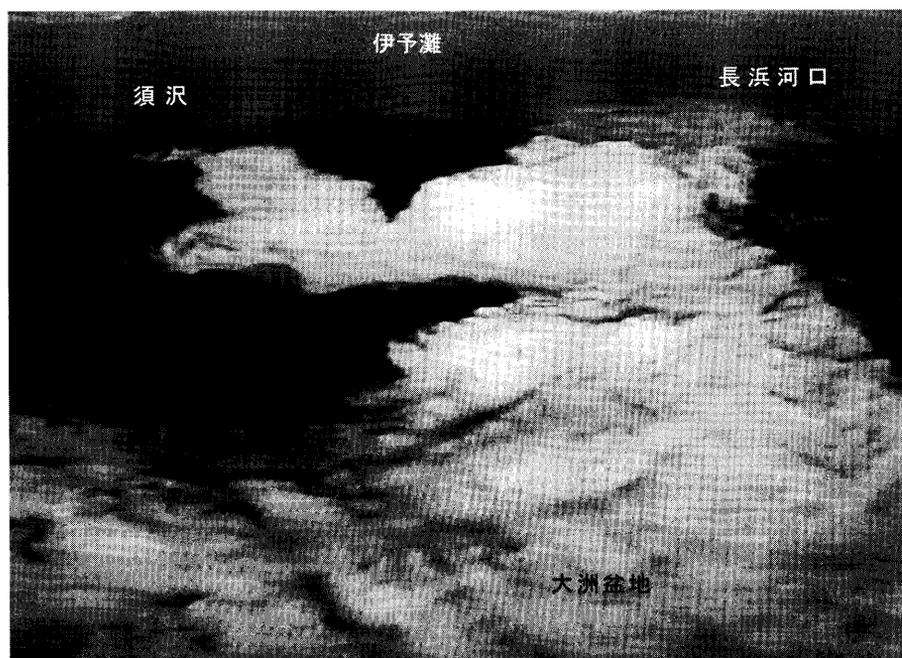
これらから、流体による気象モデル実験の有効性を示した。この流体実験は、モデルを極限まで単純化することで、気象現象の特徴をとらえることを目的としていた。このモデルの詳細は、名越・木村（1994）を参照されたい。

一方、生徒が居住する地域でよく発生する「局地風」は、身近な存在であるが、地形の影響を大きく受け、複雑な力学的構造になっている。そのため、教育の現場で実験されたことはなかった。そこで、本研究では

1万分の1サイズの大型立体地形模型を作製し、地形の効果を取り入れた流体実験教材を開発することで、自然界の流れの特徴を発見学習させることをねらいとした。その具体例として、筆者が数回現地観測を行った経験のある局地気象現象、愛媛県大洲市長浜町（図1）肱川に沿って出現する霧を伴った陸風「肱川あらし」（図2a, b）を事例とし、立体地形模型を用いた室内実験により調査することを試みた。また、この実験のために新たに考案した立体地形模型の作製手法を含め報告する。



a



b

図2 霧によって可視化された「肱川あらし」の全体像

a: 軽飛行機による北西方向からの映像で、右手に大洲盆地の放射冷却による霧、左手が瀬戸内海である。最峡部を過ぎると滝のように流れ落ちる様子がわかる。b: 大洲盆地上空からの映像、須沢側への冷気の流出の様子がわかる。(2001. 11. 21. 撮影)

2. 気象教育における流体実験の意義

名越(1999)が気象カリキュラム開発の目的として示したように、理科の教育で最も大切なのは、「科学者が自然法則の発見を行った探求の過程を、豆科学者と見立てた生徒に追体験させること」と考える。子どもたちにとって最も望ましい過程とは、子どもたち自身が五感を通して、ありのままの自然と直接触れ合い、それを観察・記録し、そのデータから科学の方法を用いて、研究者が行った研究の過程をたどることにある。すなわち、「気象」を知るとは、頭の中に地球全体に及ぶ気象現象の姿を思い浮かべることとなる。「気象のイメージ」が頭の中にあれば、時空間が限定された観測の位置づけができ、その観測に意味を感じることができる。その結果、気象観測を行うことも楽しくなる。すなわち、子どもたちの頭の中に「気象のイメージ」を与えることが気象教育の重要な使命である。

その具体的な方法の一つに、気象の室内実験がある。気象の室内実験とは、流体の性質を利用して自然界の「大気の流れ」を実験室内の目に見える「流体の流れ」で表現する手法である。その結果、生徒は気象現象を目で見ることができ、その仕組みを理解することが容易となる。

気象教育では、「気象のイメージ」を生徒の頭の中に描かせなければならない。そのために流体を利用した実験は前節で述べたような効果があるので、理科教育的に有意義である。子どもたちが幼い頃、ミニチュア模型で実物を想像したように、流体実験で大きなスケールの気象現象をイメージすることで、その現象の理解を促すことができる。

この現象のイメージを想像させる点が、他の理科教育の分野と大きく異なる気象教育、ひいては地学教育におけるモデル実験に共通の特殊性と言える。

3. 流体力学の基礎理論

流体実験は、次の三つの要素から成り立っている。

①どのような実験装置を作製するか。

(流体の相似則にどう適応するか)

②どのような方法で流れを観察し、測定するか。

(流れの可視化をどうするか)

③どのような流体を利用するか。

(作業流体を何にするか)

この3要素は、流体の「流れの相似性」の条件から

表1 流体力学における代表的な無次元量

「重力が支配的な流れ」	フルード数	: Fr
「回転流体」	エクマン数	: E
「粘性力が支配的な流れ」	レイノルズ数	: Re
「成層流体」	リチャードソン数	: Ri
「熱対流」	レイリー数	: Ra

選択されるもので、選択を誤ると作製した模型実験が現象の本質をとらえられないということもありうるので注意が必要である。

(1) 流体の相似則と流体実験

流体の運動を支配する運動方程式を代表的な量を使い無次元化すると、いくつかの無次元パラメーターが導かれる。これら無次元量の値は、2種類の流れの間に相似則が成り立っているかいないかを判断するとき用いられる。それぞれの値が一致すれば、適当な初期条件および境界条件のもとに、流れのパターンは相似となる。この性質を流体の相似性という。流体実験とは、流れの相似性を利用して、実験室内の流体の流れを観察することから、自然界の流れを調査しようという研究手法である。これら無次元量には、表1のような代表的なものがある(日野, 1974)。

(2) 流れの可視化法

一方、流体実験でもう一つ大事なことは、流体の可視化である。流体の多くは透明であるので、流れの様子を観察するには観察者の目に見える工夫をしなければならない。さまざまな方法がこれまで工夫されてきたが、大別すると、簡単な流体の可視化法として次の四つがある。詳細は、木村(1985)を参照されたい。

- 1) 着色流体を使う
- 2) 流体の一部を着色する
- 3) 微小粒子をトレーサーとして使う
- 4) 水の電気分解を利用する

流体実験で、どの手法を使用するかということも実験教材を作製するうえで成功の重要な要素になる。また、中学校の理科授業では、安全性と簡便性を重視すると、1), 3)が良い。なぜなら、2)と4)の手法は化学反応を利用するために、装置自体がたいへん複雑になる。2)ではアルカリ溶液を使用するし、4)では電気分解によって発生した水素の気泡をトレーサーとするなどである。その点、1), 3)の例としては、ドライアイスの煙、牛乳による着色、アルミ粉・茶殻をトレーサーとする方法などがあり、中学生でも取り扱うのが容易である。

(3) 作業流体

作業流体とは、実際に実験で使用する流体である。

その例として、乾燥空気、水、シリコンオイル、グリセリン、二酸化炭素などがある。

学校教材としては、生徒が取り扱うので、安全性が最も重要である。また、水、ドライアイスの煙（寒剤であるドライアイスの取り扱いには十分注意しなければならない）、シリコンオイルなど後処理が容易なものが良いと考える。具体的な作業流体とその物性については、木村(1985)を参照されたい。

4. 流体実験用立体地形模型の簡易作製法

従来、インターネットなどで販売されている立体地形模型は、紙、木、発砲スチロールなどの材料を、等高線に沿って切り取り、そのパーツを積み重ねていく手法で作製されている。この手法では、水平方向の長さや鉛直方向の高さ（材料の厚さによって決まる）の比を模型の作製に着手する以前から決定する必要がある。また、水やオイルなどを作業流体とする流体実験の場合には、使用される立体地形模型には耐水性が必要となる。使用される立体地形模型が紙製や木製の場合、これらは非耐水性であるので、完成後耐水処理を模型表面に加工する必要がある。さらに、当該等高線ごとに新たな板材を用いる既存の立体地形模型作製法では、切り取り対象とした等高線の数だけ、廃棄される外枠材が出てくる。不必要な部分を廃棄する手法は、昨今の環境教育の観点や資源の有効利用の観点からも決して環境に良いとは言いがたい。

また、本格的な気象学的立体地形模型の作製には、数週間から数カ月かかるものもあり、金額的にも教育現場で発注できるような額ではない。

本研究は、まず改善の方策を吟味し、その結果に基づいて、流体実験用立体地形模型を容易に作製できる新たな手法を考案した。

(1) 改善の方策

1) 部材の厚さの範囲内で、水平スケールと鉛直スケールの比、いわゆるアスペクト比を、製作段階で容易に変更できる。

2) 作業流体として水などの液体も使用可能なように、耐水性の材料を使用する。

3) 材料は発砲スチロール部材1枚となるため、無駄な廃棄材料を出さない。

(2) 発砲スチロールを利用した「叩き出し法」

今回考案した方法は、1枚の発砲スチロール（商品

名ポリスチレンフォーム）の板を等高線に沿って、発砲スチロールカッターで切り抜き、その等高度線の高度ごとに、下から叩き出していく手法である。そこで、「叩き出し法」（1枚の耐水材料を叩き出して作製するので）と名づけた。準備として、発砲スチロールの選定がある。ホームセンターなどで建設資材として販売されているダウ化工(株)製押出法ポリスチレンフォーム保温板を使用した。この製品以外にも、押出法ポリスチレンフォームは、(株)カネカと(株)JSPが製造をしている。その中で、ダウ化工(株)の製品は、他社製品に比べ発砲が細かい（低発砲）。そのために、切り取るときに容易に切り出すことができ、叩き出したときに摩擦のみで固定しやすいという利点がある。また、特性表にスキンありと明記されるように、表面（流体が流れる面）の状態が非常に滑らかで摩擦抵抗が少ない。そこで、商品名スタイロフォーム RB-GK-II（一般建築用、断熱防水用）が適していると判断した。この商品は、比較的ホームセンターなどで手に入りやすい。

今回のモデルでは、厚さ 30 mm、横 910 mm、縦 1,810 mm のものを使用した。実際の作製手順は以下のとおりである。

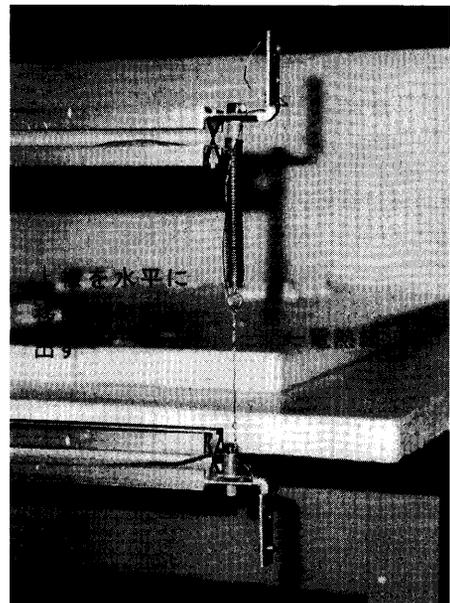


図3 自作した大型発砲スチロールカッター
スライダックによる電圧供給により直径 0.2 mm の電熱線を加熱。

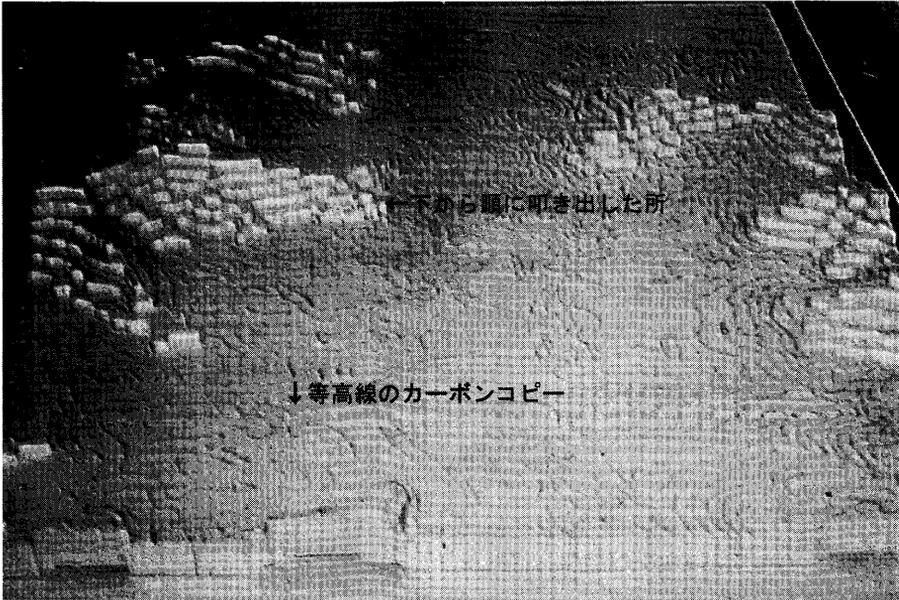


図4 叩き出し法で仮固定している様子
1 高度ずつ叩き出す。表面の線はカーボン紙による等高線。

1) 地形図の転写：国土地理院の地形図とポリスチレンフォームの間にカーボン紙を挟み込む。

2) 鉛筆などで等高線をなぞり、ポリスチレンフォームの表面に等高線をカーボンコピーする。

3) 既成の発砲スチロールカッターや電熱線を利用した自作の大型発砲スチロールカッターで、切断面が鉛直になるように注意して、押し出し法ポリスチレンフォーム保温板を等高線に沿って切り抜く。別法として、カッターを固定し、部材を机などの上を滑らせて切り抜くと作業が容易である。図3は、1万分の1立体模型用に作製した大型カッターである。電熱線（直径0.2mm）は市販のスチロールカッター（白光スチロールカッター250-1）のものを用了。これを固定し、断熱材のほうをスライドさせ切り抜いていく。

4) 部材の裏側から、高度ごとに叩き出していく。定規で高さを決めて高度ごと仮固定（実際には、摩擦で固定される）する。図4は、最初に叩き出した状態である。板の上の黒い線がカーボンで転写した等高線（50mごと）である。板の厚さは30mmあるので、等高線の高さ方向の間隔は、0mmから25mm（のりしろとして5mmは必要）まで変化させることができる。図は、摩擦のみで固定されている状態のものである。

5) 仮固定の状態、作業流体（水）を流し、現実の現象で最狭部の流体が地形の影響で加速されるか否かを、流れの様子から確認する。その結果を見て、アスペクト比（叩き出し量を定規で測定）を微調整する。これには、上流のタンク側に水をため、流れ出た水を電動ポンプ（テラダ（株）製水中ポンプSL-101、70l/分）を使い、再びタンクに戻すという方法で循環させた状態を作り、時間的に変化しない状態（定常状態）の様子を観察し、調整した。

6) 叩き出し量の微調整が終了したら、裏側（下方）から、隙間を目地固定溶剤（バスコーク）で固めて完成させる。図5aは、下部から固定し、完成した状態である。アスペクト比の値は、鉛直：水平=2:1になっている。

7) 各高度間の段差が気になるようであれば、市販の油粘土で埋めることで、滑らかな表面ができる。

今回の模型は、「肱川あらし」の流れが地形によって最も変化する部分（図1、四角の囲み部分）を対象に、1万分の1地形図を用いて作製した。したがって、実際の地形で冷気の供給源になっている大洲盆地は、モデルでは冷気のたまるタンクとし、上流側に設定した。タンクの底にビーカー四つを置き、お湯を注いで霧を生成した。タンクには、400m高度のところまで



a



b

図5 完成した実験装置とモデル実験中の様子

a: 正面がタンク，400 m 高度に対応したところに仕切りがある。b: ドライアイスの霧を流した様子，須沢側に冷気の流出が確認される。

穴を開け冷気の流入を調整した(図 5a)。

作製時間は、およそ 6 時間ほどである。スケールが大きくなると、切り出しは容易になるが、大きな板の取り扱いが容易ではない。一方、小さなスケールにすると、等高線間隔が狭く、切り出しは難しくなる。

5. 開発した流体実験教材

名越(2004)は、教育用流体実験を開発するうえで、以下のような点に留意するのが望ましいと示した。

- ① 気象現象の再現を、可能な範囲で忠実に生徒自身が簡単に行えること。
- ② 生徒にとって身近な材料を使い、安価に、安全に作製可能なこと。
- ③ 学習が進められるような情報を実験結果から得られること。
- ④ 実験の装置は最大でも生徒の実験テーブルに載る程度であること。

さらに、モデル実験の設定として、作業流体、可視化法、無次元量、流体実験と自然現象における流れの対比を明記すべきであることを示した。今回の「肱川あらし」に関するそれぞれの関係を、表 2 に示す。

(1) 局地風「肱川あらし」の事例

この気象現象は、放射冷却によって大洲盆地内に蓄積された冷気が肱川に沿って流れ出るときに発生する局地風(陸風)が放射霧と蒸気霧によって可視化されたものである。地元の方は、霧を伴った強風を「あらし」と呼んでおり、本研究においても、霧によって可視化された局地風を肱川あらしと呼ぶ。盆地内と河口との高度差は約 10 m ほどである。大洲盆地の冷気の出口は、肱川に沿う瀬戸内海に向けての流路しかなく、その途中で谷の最狭部で流速が加速され、時には河口付近で 20 m/s に達することもある(中田、

982)。この最狭部の上流側では、風が非常に弱いことから、この対比においても珍しい現象である。特に、最狭部を通過後、支流の大和川の谷を冷気の一部が逆流し、大和川の冷気堆積層の高度が須沢-猪の尾間にある峠の高度以上になると瀬戸内海側に冷気があふれ出し、瀬戸内海上に霧が現れる。この現象を地元の方は「須沢あらし」と呼んでいる。図 6 に、アメダス長浜と大洲の風向・風速のグラフを示す。このデータは、筆者が現地観測を行った 1997 年 11 月 2 日から 4 日のアメダス 10 分値データから作製した。この期間中、3 日と 4 日に、強い「肱川あらし」が出現した。肱川上流の大洲盆地ではほとんど風が吹いていないが、肱川河口の長浜では、早朝、平均で約 8~10 m/s の強風が吹いている。また、長浜の風向の特徴として、18 時から翌日の 12 時までおよそ 18 時間陸風が吹き続けており、風向も一定である。海風は、12 時から 18 時までの 6 時間しか吹かない。これらが「肱川あらし」(霧を伴った陸風)の出現時の特徴である。

名越(1998)は、アメダスのデータと現地での 6 か月間の目視観測データをもとに、その発生の条件を明らかにした。それによると「肱川あらし」には蓄積された冷気の流れと霧が必要であるため、空気が冷え込む秋から春先にかけて発生する。放射冷却が十分に効果を発揮しなければ大洲盆地に、冷気・霧は蓄積されない。放射冷却効果は、晴天の日の夜に顕著に現れる。「肱川あらし」は、前日から移動性高気圧に覆われる晴天の日に発生することが多い。筆者によって現地観測された流れの様子を、足山山頂から西側を撮影した写真で示す(図 7)。左手側の大洲盆地には、放射冷却で作られた霧が見られ、その霧を伴う冷気が肱川に沿って、右手側の瀬戸内海に向かって流れ出ている様子である。中央付近が大和川との合流点で、冷気が川の上流に向かってさかのぼる状態を示す。その先、峠を越えた流れが「須沢あらし」となる。

(2) モデル実験の設定

室内実験では、上流側に作ったタンク内に、ドライアイスの小片(1 回に 0.5 kg を砕いて使用)を入れた 300 ml ビーカーを四つ置き、そこにお湯を注入することで白い霧を作り流れを可視化した。また、ドライアイスの霧は、冷気であるので、重力流として 400 m の高度に相当する高さから流れ込むことを想定し、タンクには、それ以上には側壁がある(図 5a)。立体地形模型の最狭部上流側に 400 m 高度の冷気層が形成される。ここから出た冷気が、最狭部下流で滝のよう

表 2 「肱川あらし」のモデル実験の設定

《実験の設定》	
作業流体	: ドライアイスの冷気
可視化法	: 水蒸気凝結による霧
相似則の無次元量	: フルード数 (Fr)
《流体実験と自然現象との対応》	
二酸化炭素の気層	→ 盆地内の冷気層
冷気の上方の空気	→ 上空の大気
霧の流れや滞留	→ 移流霧の流れと冷気の堆積

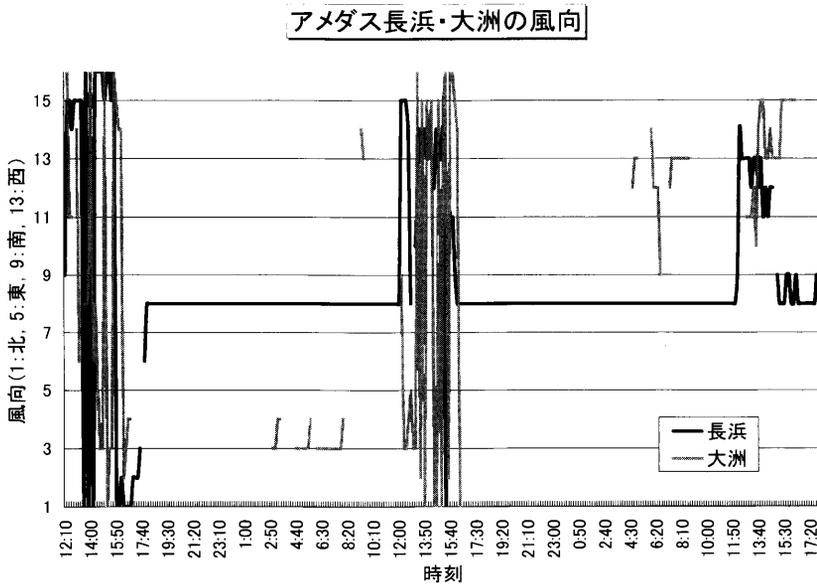
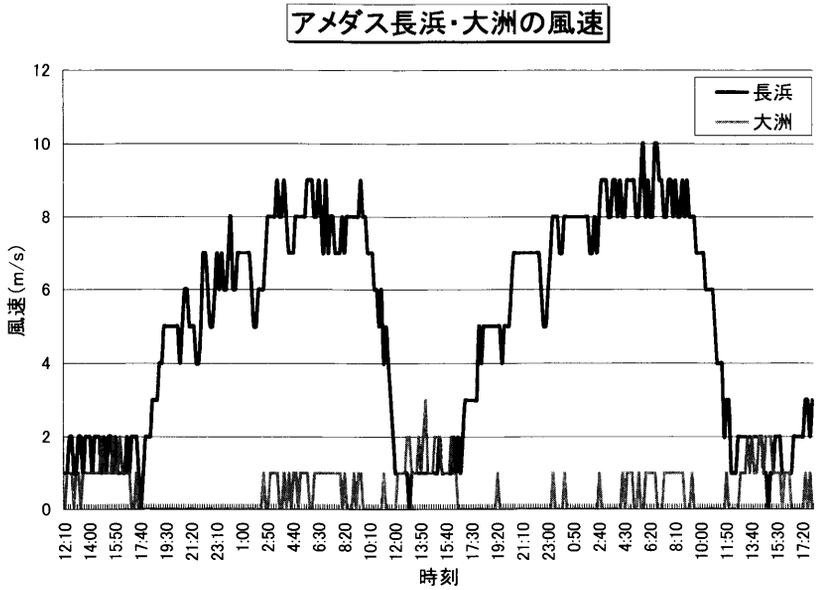


図6 「肱川あらし」出現時のアメダス長浜、大洲での風速・風向の日変化（1997年11月2日～4日）

に肱川に沿って流れ出て、地形の影響により流れを変え、最終的に瀬戸内海に出ていく様子を観察することができる。

1) モデル実験と自然現象のフルード数

フルード数の定義式は、

$$Fr = U / \sqrt{(\rho_0 - \rho_1) / \rho_0 gh}$$

[U : 流速, ρ_1 : 上層の流体の密度, ρ_0 : 下層の流体の密度, h : 流体の深さ, g : 重力加速度] で与えられる。

ここで、本実験における上流側 Fr 数の値を求めてみる。 ρ_0 は二酸化炭素の密度 (0.00198 g/cm³) とな



図7 足山山頂より西側を望む

中央付近が大和川との合流点で、霧を伴った冷気が大和川をさかのぼっている様子。(1997.11.3.撮影)

り、 ρ_1 は乾燥空気密度 (0.00121 g/cm^3) となる。流体の深さ h は 8 cm (実スケール 400 m 相当)、重力加速度 g は 980 cm/s^2 、流速 U は 6 cm/s (熱電対式風速計 KANOMAX6141 で測定した平均流速) とすると、およそ $Fr \approx 0.108$ となる。

一方、谷治ほか (1992) によると、八多喜での係留気球による観測から、大洲盆地における霧の上限の高度が $350 \sim 400 \text{ m}$ (筆者らによる飛行機観測の結果でもおよそ 400 m であった。)、平均風速はおよそ 1 m/s である。気層の密度は、Finnigan *et al.* (1994) にならぬ温位に置き換えて、

$$(\rho_0 - \rho_1) / \rho_0 = \theta_0 - \theta_1 / \theta_0$$

を求める。係留気球観測の結果、 $\theta_0 = 285 \text{ K}$ 、 $\theta_1 = 289 \text{ K}$ となり、 $Fr \approx 0.135$ となる。結果として、フルード数は自然現象と実験でほぼ同じ値となる。

2) フルード数とアスペクト比

フルード数の定義式の右辺に注目すると、流速 U が実験の結果求まる変数であり、 h (流体の深さ) は初期条件として与えられる。その他は定数なので、 h を決めると流れが発生し、 U が決まり、フルード数も決定する。すなわち、流体の深さが現象を大きく左右する。そこで、アスペクト比が重要な意味をもち、4章(2)節の5)で述べたフルード模型作製時、アスペクト比調整結果の良し悪しが、実験の成否を左右する。こ

の時点で、自然現象の再現性が保証されると、フルード値はほぼ同じ値となる。したがって、アスペクト比調整段階で、試行錯誤しながら実験の再現性を確認しなければならない。本実験の場合、観測から得られた「上流側の冷気の滞留」、「最峽部より下流側の下降流と流速の増加」、「大和川沿いの滞留と峠越え」を現象として確認することにより、アスペクト比を決定した。この作業後、流体力学的相似と幾何学的相似が保証されたことになる。

(3) モデル実験の結果

実験の結果、以下の内容が確認された (図 5b)。

- ①冷気の流量が増し、上流側の気流の厚さが 8 cm の高さまで厚くなり、滞留すること。
- ②最峽部下流側の霧層の厚さが急激に薄くなり、滝のような状態になり、流速が著しく大きくなること。
- ③同時に、大和川の谷の冷気滞留量が増加して、大和川をさかのぼり、峠を越えて須沢側に流れ出ること。
- ④河口付近で流速は最大となり扇状に発散すること。

(4) 気象学研究と本モデルの関係

フルード模型を用いた気象学の研究では、Finnigan *et al.* (1994) や Jackson and Steyn (1994)

のように、作業流体として水を使い、その深さを測定し、フルード数（無次元数）を求め、流れの性質を調査する手法がとられる。一方、理論研究として、Arakawa (1969) の浅水流理論の自然界への適用例、およびその理論をおろし風に発展させた Saito (1994) によれば、フルード数 1 が境目（臨界点）となり、1 より小さいとサブクリティカルな流れ（流れが遅い状態）となり、フルード数が 1 以上であるとスーパークリティカルな流れ（流れが速い状態）となる。名越 (1998) は、Saito (1994) の理論を発展させ、10 元連立方程式を数値的に解くことで、1 以上であると最狭部の後方の流れに、ハイドロリックジャンプ（跳水現象）が存在する可能性があることを示した。

このような理論の研究結果は、本モデル実験で定性的であるが再現できることを確認した。

6. 中学校科学教育センターにおける演示実験

今回、この教材を、平成 18 年度東京都町田市中学校科学教育センターの授業において、小山田中学校第

1 理科室で演示実験として実践した。指導日時は、2006 年 11 月 25 日 13 時 30 分から 14 時 45 分までの 75 分特設授業である。指導対象は、市内 20 校の中学 2 年生代表 2 名ずつ計 40 名である。その授業の流れを図 8 の学習指導略案に示した。生徒実験、演示実験①、演示実験②の順に実施した。本研究の内容は演示実験②（20 分間）として実施された。まず、筆者が企画・監修した中学校理科学習ビデオ「学校理科「気象」TDK コア(株)」を生徒に視聴させた。この中に、「肱川あらし」を上空から軽飛行機で空撮した映像が納められている。その映像をもとに気象現象を解説した。その後、立体模型を提示し、さまざまな境界条件・初期条件の説明をした後、ドライアイスの霧を利用して現象を再現する流体実験の演示を行った。ここでは、事後のアンケート調査のみ実施したために、モデル実験の教育効果は客観的に評価できない。しかし、立体地形模型を用いたモデル実験により、自然現象との対比や支流側の「須沢あらし」の出現をとらえたことやアンケートの記述から、子どもたちに、デモ

主 題 「流体実験による気象現象のシミュレーション」

－日本海の筋雲と肱川あらしの事例－

本時の指導計画

- (1) ねらい ① シリコンオイルを用いたベナール対流の生徒実験から、その原理を理解できるか。
 - ② ドライアイスの霧とお湯を用いた筋雲の演示実験から、その原理を理解できるか。
 - ③ 立体地形模型を用いた「肱川あらし」の演示実験から、その現象を理解できるか。
- (2) 学習の流れ

時間	学 習 の 流 れ	指 導 内 容	備 考
導 入	本時の目標把握 ↓	◆レポート用紙配布（目的、方法、結果のまとめ方を指示する。）	
展 示	オイルによる細胞状対流の生徒実験 ↓ 演示①筋雲のシミュレーション ↓ ビデオによる現象の説明 ↓ 観察方法と目標の確認 ↓ 演示②「肱川あらし」の流体実験 ↓ 現象の解説 ↓ レポートにまとめを書く	◆太平洋上の積雲列との比較について発問 ◆実験方法の説明 ポイント ○細胞状対流の発生後、傾かせることで鉛直シアを発生。→ 筋雲発生 演示① ◆筋雲のシミュレーションの流体実験 ◆観察による理解した内容をレポートにまとめる。 演示② ◆ TDKコアのビデオ上映 ◆ 「肱川あらし」のシミュレーション ポイント ○タンクに貯めた冷気が流れ出る ○最狭部の前後での流速の変化 ○須沢あらしの様子の確認	○机間巡視しながら、実験方法、ポイントをヒントとして与える。 ○演示実験を行いながらポイントの説明をする ○ビデオ再生 ○実験を行いながら疑問を提示する ○解説をきちんと理解させる。
ま と め	まとめの提示・解説 ↓ 事後アンケート	◆結果のまとめ ◆アンケート用紙回収	○パワーポイントを使用して説明

(評価) ①, ②, ③のねらいがかなえられたか。

1. 授業実施アンケートにより興味・関心、内容の理解度を確認する。
2. 授業中の生徒の反応や意見を参考にして流体実験の有効性を調査する。

図 8 演示実験の学習指導略案

ンストレーション効果や現象のイメージ化を促すことが期待できるという感触は得ている。今後、大気環境に関連して中学校理科2分野の最終章に設定することや選択理科の発展的内容として扱うことができると考える。その際、詳細な教育的評価を行うことが課題となる。

7. おわりに

従来、三次元の地形をモデル化した流体実験は、大がかりで、多額の経費がかかり、大型の模型を使用しないといけないものであった。また、作業流体が水であるために、ポンプなどを使用する大がかりな設備の必要性があり、実験室の一部分を常に占領するようなものであった。この様な実験は、当然、学校教育で行うことはできない。

そこで、本研究では、立体地形模型に関して、「叩き出し法」と名づけた軽量耐水性ポリスチレンフォームを利用した簡易作製法を考案し、かつ、後処理が簡単な二酸化炭素（ドライアイスの冷気）を作業流体とすることで、安価に、そして理科室の実験テーブルに載るサイズに縮小し、その現象の本質を損なわずに教材化することを試みた。その理論的背景には、流体力学の相似則があり、アスペクト比の調節により現象の再現性を確認できた。

一方、理科教育の観点から、三次元の地形を含んだモデルの使用は、子どもたちに主に現象に対するリアリティーを強烈に印象づける効果があると考えた。そこで、科学教育センター受講生に対し上述の演示実験を実施した。その際、生徒たちから感嘆の声が上がった。同現象をビデオ映像で視聴させたときには得られない反応であることから、効果があったと期待される。今後、理科の通常授業の中で実践し、その教育効果を統計的に検証してみたい。

吉野(1990)によれば、日本国内に地形起因の局地風は28カ所存在する。本ケースのような重力流的振舞いをするものには、熊本県阿蘇山の外輪山中の重力流（まつぼり風）などが知られている。しかし、日本各地には、「おろし風」などの局地風が必ず存在するは

ずである。それらの現象の理解に是非、流体実験を活用していただき、子どもたちが住んでいる地域における大気環境の理解を深めていただければ幸いである。

謝辞 原稿を通読していただき、貴重なご意見をいただいた東京学芸大学地球惑星科学科の松田佳久教授、ならびにたいへん貴重なご助言をいただいた査読者の方々に、深く感謝の意を表したい。

引用文献

- Arakawa, S. (1969): Climatological and dynamical studies on the local strong winds, mainly in Hokkaido, Japan. *Geophys. Mag.*, **34**, 359-425.
- Finnigan, T., Vine, J., Jackson, P., Allen, S., Lawrence, G. and Steyn, D. (1994): Hydraulic physical modeling and observations of a severe gap wind. *Mon. Wea. Rev.*, **122**, 2677-2687.
- 日野幹雄 (1974): 流体力学, 朝倉書店, 東京, 252-260.
- Jackson, P. and Steyn D. (1994): Gap winds in a Fjord. Part II: Hydraulic analog. *Mon. Wea. Rev.*, **122**, 2666-2676.
- 木村龍治 (1983): 地球流体力学入門. 東京堂出版, 東京, 247 p.
- 木村龍治 (1985): 改訂版流れの科学. 東海大学出版会, 東京, 214 p.
- 光畑之彦 (1976): 簡易回転台による大気大循環モデルおよび高気圧・低気圧の循環モデル. 東レ理科教育賞本賞, 東京.
- 名越利幸 (1998): 斜面下降風の構造に関する研究. 東京学芸大学教育学研究科修士論文, 東京, 53 p.
- 名越利幸 (1999): 気象教育カリキュラムの開発と科学リテラシー. *科学教育研究*, **23**, 229-237.
- 名越利幸 (2004): 流体実験を利用した気象教材の開発—中学校理科を中心として—. *月刊海洋*, **38**, 46-50.
- 名越利幸・木村龍治 (1994): 気象の教え方学び方. 東京大学出版会, 東京, 224 p.
- 中田隆一 (1982): 肱川あらしの調査. *研究時報*, **34**, 135-139.
- Saito, K. (1994): Shallow water flow having a lee hydraulic jump over a mountain range in channel of variable width. *J. Meteor. Soc. Japan*, **70**, 775-782.
- 谷治正孝・岡本智順・深石一夫 (1992): 大洲盆地の霧と肱川あらしの垂直構造. *地理予*, 100-101.
- 吉野正敏 (1990): 新版小気候. 地人書館, 東京, 298 p.

名越利幸：立体地形模型を用いた局地風の流体実験教材—霧を伴う陸風「肱川あらし」を事例として— 地学教育 62 巻 3 号, 65-77, 2009

〔キーワード〕 流体実験, 立体地形模型, 流体の相似則, 局地風

〔要旨〕 流体力学の基礎理論を用いた流体実験の手法により, 室内で自然界の気象現象を調査することを試みた. 流体実験のために作成した立体地形模型を用い, 3 次元的な流れを再現することに成功した. このミニチュアモデルは, 愛媛県の陸風的一种である「肱川あらし」を再現することができた. そこで, 教師による演示実験で中学生対象に実践した結果, 生徒の反応はおおむね良好であった.

Toshiyuki NAGOSHI: Teaching Materials on a Fluid Experiment of the Local Wind by Using a Solid Relief Model of Geographical Features—A Case Study of Hijikawa Arashi, a Kind of Land Breeze with Fogs—. *Educat. Earth Sci.*, 62(3), 65-77, 2009

原著論文

児童・生徒の天文分野における空間認識に関する研究

—1985年当時の視点移動能力について—

A Study on Students' Spatial Cognition in Astronomy Education

—On the Ability of the Locomoting Viewpoint in 1985—

岡田大爾*

Daiji OKADA

Abstract: Revising guidelines for teaching in 1999 greatly changed the astronomy curriculum. More data is needed to examine the effects on the formation of the students' spatial cognition. This study analyses the spatial cognition of elementary and junior high school students in 1985, before the implementation of the relaxed curriculum. Main findings of this study can be summarized as follows: 1. Cognitive ability on left-right spatial cognition increases greatly between 1st and 2nd year of junior high school. 2. Cognitive ability on sphere increases greatly between 4th and 5th grade of elementary school. It also increases greatly between 6th grade elementary school and 1st year junior high school. 3. Boys' ability in spatial cognition excels over girls. 4. Viewing the focal point by moving around it (active viewing) excels over viewing the focal point from one position (passive viewing).

Key words: student, astronomy education, spatial cognition, formulating, concepts, viewpoint

1. はじめに

平成11年の学習指導要領改訂により、中学校1年で学習していた天文単元が3年に、3年で学習していた地質単元が1年に移行した。これは、主に、天文単元には、高度な時間空間概念を必要とする内容が含まれており、中学校1年では理解しにくいという配慮があったためである。一方、総合的な学習の時間の導入や学校5日制による授業時間数の減少等により小学校5・6年生での天文単元の学習の機会もなくなった。そのため、結果的に小学校4年で学習した後は、中学校3年まで天文領域を学習しないことになった。

2004年9月、日本天文学会秋季年会および記者会

見において、「天動説支持者は4割」等の天文事象に対する小学生の低い認識が報告され、TV・新聞等で大きく報道され、文科相や次官もコメントを発表するなど広く議論が巻き起こった(縣, 2004a, b)。日本天文学会は、これを我が国の天文教育における危機的状況の証拠の一つとしてとらえ、教育問題懇談会を設置し(松田, 2004)、2005年7月に中央教育審議会に対して要望書を提出した(日本天文学会 2005)。

これらは、当時マスコミを通して教育関係者や一般人の間でも広く話題となったが、単に天文分野の天動説・地動説といった知識についての議論だけでなく、児童・生徒の空間認識の形成過程にどのようなプラスやマイナスの影響が出ているかを詳細に調べる必要性があった。

というも、学習者にとって地球の自転・公転に関する観測事実を正しく理解し、説明するためには、かなりの視点移動能力が必要であるが、視点移動能力は、最も重要な空間認識能力の一つであり、物理学や天文学・地質学・気象学・地理学・数学・工学等の幅広い分野において応用される能力だからである。単に知識の問題ではなく、基本的な科学概念の形成において重要な課題をはらんでいる可能性があると考えられる。

これらの問題の背景として、“ゆとり教育”のカリキュラムがよく話題に上るが、その根拠の真偽を判断する十分な分析は行われていない。さらに、平成元(1989)年の生活科、平成11(1999)年の総合的な学習の時間の導入による“ゆとり教育時代”のカリキュラムのもとでの空間概念の形成状況とそれより前の昭和53(1978)年の改訂によるカリキュラムのもとでの空間認識の形成状況の詳細な比較も行われてはいない。

理科学習指導要領改訂の中で、学習時期が最も大きく変わり、これらの問題に直接大きな影響を及ぼしたと考えられる天文分野を中心とした小学校・中学校の理科カリキュラムの変遷と子どもたちの空間認識の形成過程との関係について詳細な分析が必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的を次のように設定した。

“ゆとり教育時代”より前の理科教育カリキュラムのもとでの小・中学生の視点移動能力の発達状況を明らかにし、“ゆとり教育時代”の視点移動能力の発達状況と比較するための基礎資料を作成する。

3. 小学校・中学校理科における天文分野の取り扱いの変遷

表1は、昭和45年から平成11年までの小学校指導書理科編(文部省, 1969, 1978, 1989, 1999)、中学校指導書理科編(文部省, 1970, 1978, 1989, 1999)において、各学年段階ごとに扱われている天文分野の中で、地球、月、太陽、星座の形と動きに関する内容を抽出したものである。平成元年の生活科の導入に伴って、理科が小学校3年から始まり、日なた・日かげが1年から3年に移動する等、小学校の間は、各内容が全体的に上の学年に移動した。また、「総合的な学習の時間」の導入に伴って理科の内容や授業時数が削減された平成11年の改訂では、「月の観察に当たっては、その形にも触れ、三日月や満月などの中から二つの月の形を取り上げ、月の特徴をとらえるようにする。ただし太陽と月の位置や月の形の見え方との関係については触れない。」とし、全体的に内容の軽減が図られた(その後、ただし書き等の歯止め規定については撤廃された)。そして、小学校では、5・6年生で天文分野がなくなり、中学校では、天文分野の学習が1年から3年に移動したため、小学校4年での学習後、中学校3年までの間に天文分野の内容を扱わないこととなった。

昭和53年の改訂から現在のカリキュラムまでを概観すると、全体的に「影のでき方→月・太陽の形と動き→星座の形と動き→地球の形と動き(自転→公転)」の順番に配列されているが、改訂の中で、内容が上の学年に移行するとともに、小学校に含まれる内容が、中学校で繰り返されなくなってきている。

表1 各学年段階の天文分野の内容

学年段階	昭和45(1970)年	昭和53(1978)年	平成元(1989)年	平成11(1999)年
小学校1年	日なた, 日かげと太陽の位置	日なたのかけ		
小学校2年	太陽の形と動き	日なた, 日かげと太陽の動き		
小学校3年	月の形と動き		日なた, 日かげと太陽との関係	日なた, 日かげと太陽との関係
小学校4年	星座の形	太陽の形と動き 月の形と動き		月の動き 星の特徴と動き
小学校5年	星, 星座の動き	星, 星座の形と動き	太陽と月の動きや形と位置関係	
小学校6年	地球の形と動き(地球の自転)	太陽の高さと季節	星の特徴と動き	
中学校1年	星座, 太陽の見かけの動きと地球の自転・公転, 惑星の公転	地球の動き(地球の自転と公転), 惑星の公転	地球の動き(地球の自転と公転), 惑星の公転	
中学校2年				
中学校3年				天体の動きと地球の自転・公転, 惑星の公転

4. 視点移動能力の研究例

Piajet (1947) は、子どもの空間概念の発達段階を STAGE I から STAGE IV までの 4 段階に分類し、視点を自由に変える能力が完成するのは、12 歳前後と考へた。

これに対し、岡田 (1985) は、小学生から大学生までの天文分野における空間概念の形成段階を調査し、空間概念の形成は、高校生においても学年とともに向上していることを明らかにした。

また、Piajet の研究は高く評価される一方で、調査が抽象的で実際の教材内容に応用しにくいとの指摘もあった。

土田・小林 (1986) は、月の形の変化と日周運動、星座の日周・年周運動、地球の自転・公転に関する天文学的内容の質問と速度の違う車に乗ってお互いを見たときの見かけの動き等の日常的内容をもった質問とを組み合わせた調査を行い、その総得点の学年変化や各質問間の相関をもとに次のような結論を述べた。

- 学年進行とともに、小・中学校理科の天文分野で必要とされる視点移動能力が高くなっていき、この種の問題の解答能力は、中学校 3 年でおよそ限界に達すると考えられる。
- 学年が進むに従って男子のほうが女子よりも優位性が高まる。
- 学年が進行するに従って、日常的な内容の質問と天文分野の質問との間に相関があるものが多くなる。
- 小・中学校理科の天文分野で必要とされる基礎的な視点移動は、星の日周運動のように地球から星を見る際の観察者の視線の向きと地球の自転の回転軸の向きが平行であるモデル I と、月の形の変化のように観察者が地球から月を見るとき視線の向きと月が地球の周りを公転する際の回転軸の向きが垂直であるモデル II の二つのモデルで行われる。

5. 調査問題および分析方法

土田・小林 (1986) は、天文単元に見られる教材を理解するために必要な力を調べるために、初めて広範囲の問題を作成し、視点移動能力の形成過程について概説した。彼らの取り組みは、高く評価されている。

しかし、視点移動能力の形成段階を詳しく分析する際には、各位置の条件統一をより厳密化し、選択の際の偶然性や概念形成の途中の段階の誤概念の分析も含めたより詳細な分析が必要であると考えられる。

そこで、本研究では、次の 4 点について新たに詳しく調査・分析した。

- 1) 児童・生徒の視点移動能力を調査するにあたって、単に満ち欠けの正答だけでなく、球形概念や左右概念を抽出してより詳しく分析した。また、男女別の学年変化も調べた。
- 2) 8 方位の視点移動を調査して、その中で左右対称的な位置の設定の完全正答を利用して正答抽出に際して偶然性の排除を行った。
- 3) 各位置ごとに誤答パターンとその選択率の学年変化を調べ、空間概念の形成途中にある誤概念についても詳細な分析を行った。
- 4) 観察者の位置を固定し、観察対象を移動する受動的視点移動と、観察対象の位置を固定し観察者が移動する能動的視点移動の場合に分け、学習者にとってどちらがわかりやすいかを探った。

調査問題を図 1 に示す。月の満ち欠けを説明するモデルを使って 1~8 や X の位置においたボールの満ち欠けを問うものである。

質問 1 のほうは、観察者が移動しないことから受動的視点移動、質問 2 のほうは、観察者が移動することから能動的視点移動とし、満ち欠けを指導するとき、どちらのほうが理解しやすいか調べ、満ち欠けを指導する際の資料作りを行った。以下、質問 1 を使って説明する。

紙面の上で観察者が見る方向が回答者の見る方向と同じとき (位置 1) は、右側が明るい半月に見え、明暗の境界が直線となるが、視点を 45° 斜め前方に移動する場合 (位置 2 や 8) には、キボスや三日月のように明暗の境界が曲線となる (図 2)。このことが理解できているものを球形概念が形成されているとした。

また、紙面の上で観察者が見る方向が回答者の見る方向と 180° 逆の場合、影が左右反対になる (位置 5)。このことが理解できているものを左右概念が形成されているとした (図 3)。そして、紙面の上で観察者が見る方向が回答者の見る方向と 135° のとき (位置 4 と 6) には、三日月のように明暗の境界が曲線となり、かつ、左右が逆になる。このことが理解できているものを球形概念と左右概念の両方を組み合わせて考えることができるとした。

そして、回答選択の偶然性 (真に空間概念が身に付いていないが偶然正答した場合) の排除を図ることを目的として、次のような方法で行った。

【質問1】 右の図1のように暗い部屋で、台につけたボールに矢印の方向から光をあてた。台につけたボールは、自由に動かせるようになっています。これを上から見ると、下の図2のようになっています。観察者（図1の太郎君）がXのところ立って、そのまわりの①～⑧においたボールを見ると、どのように見えるでしょうか。下のア～シの中から選んでその記号を回答用紙に書きなさい。ただし、斜線  は、影の部分（暗い部分）を示す。また、太郎君やボールの影はどのボールにもかからないものとする。

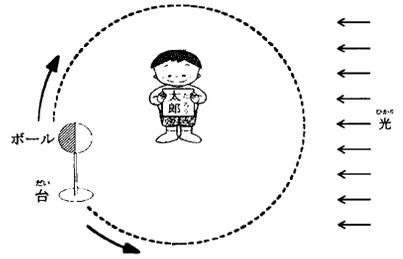


図1 質問1の装置

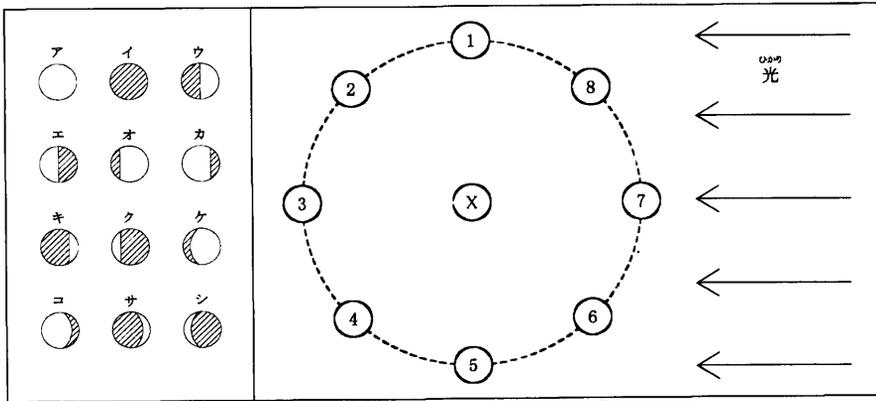


図2 質問1や質問2の装置を真上から見た図

【質問2】 今度は右の図3のようにボールは動かさずに観察者が移動する。これを上から見ると、やはり、上の図2のようになっている。観察者（図3の太郎君）が、①～⑧のところ立って、そこからXのところにおいたボールを見たら、どのように見えるでしょうか。上のア～シの中から選んでその記号を回答用紙に書きなさい。ただし、太郎君の影はどのボールにもかからないものとする。

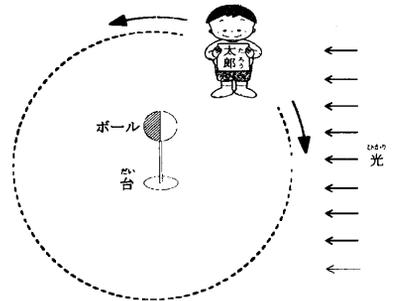


図3 質問2の装置

回答用紙

_____年 _____組 _____番 名前_____

位置	1	2	3	4	5	6	7	8
質問1								
質問2								

図1 調査問題

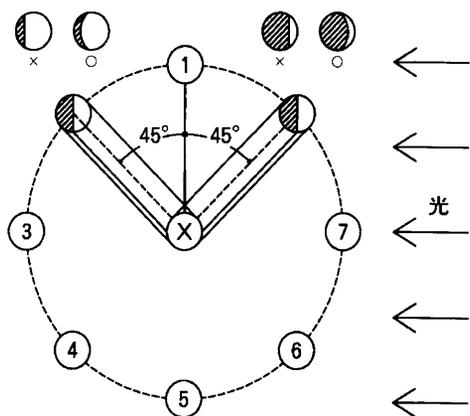


図2 球形概念の抽出

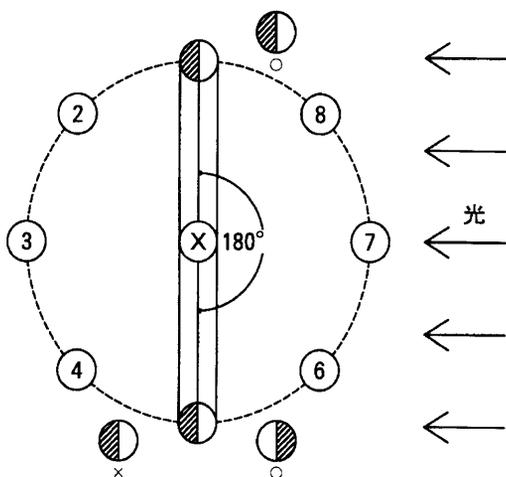


図3 左右概念の抽出

6. 調査対象・調査時期・調査方法

調査対象は、神奈川県内の公立の小学校4年～中学校3年の各学年約150名(表2)で、都市部と農村部から約半分ずつ選び、また、それぞれの小学校卒業後そのほとんどが進学する中学校を選定した。

調査時期は、“ゆとり教育時代”より前のカリキュラム時の1985年6月に調査した。

調査にあたっては、すべて担任と子どもの前で、筆者が成績に関係ないことや問題の意味について全員が十分にわかるまで説明し、理解を確認したうえで実施した。

調査時間は、全員が答え終わるまでとし、実際には、小・中学生とも回答だけで20～30分くらいかかった。

表2 調査人数

学年段階	男子	女子	合計
小学校4年	77	80	157
小学校5年	78	76	154
小学校6年	76	79	155
中学校1年	90	86	176
中学校2年	88	83	171
中学校3年	77	81	158
合計	486	485	971

7. 結果と考察

(1) 視点移動の方向による正答率の変化

- 小学校・中学校ごとの各設問の正答率を図4に示す。本論文中のグラフに示されているエラーバーは、すべて標準誤差の範囲を表す。

紙面の上で観察者が見る方向が回答者の見る方向と同じとき(位置1)は、小・中学校とも正答率が最も高く、それぞれ63%、72%であるのに対して、観察者の見る方向が回答者の見る方向と反対方向に180°移動する場合(位置5)には、「左右の逆転」を伴うため、それぞれ21%、34%に激減する。小・中学校とも、位置1と5で正答率が4割前後違うことから、回答者にとって見る方向と同じ場合に比べ、視点を180°移動することがいかに困難であることを表していると考えられる。

- 視点を45°斜め前方に移動する場合は、位置2と位置8の両方が正答している子どもの割合(以下完全正答率とする)を球形概念が身に付いている子どもの割合とする。
- 同様に、視点を180°移動する場合は、位置1と位置5の完全正答率を左右概念が身に付いている子どもの割合とする。
- 同様に、視点を135°移動する場合は、位置4と位置6の完全正答率を球形概念と左右概念の両方を組み合わせて使える子どもの割合とする。
- 同様に、視点を90°移動する場合は、位置3と位置7の完全正答率を真横から見る視点移動ができる子どもの割合とする。

2) 視点を 45° 斜め前方に移動する場合 (位置 2, 8) の正答率は, 小学校では, 27%, 18%, 中学校では, 40%, 32% と相当低い. 三日月やキボス等の明暗の境界が直線になっているものが多く, ボールの満ち欠けが推定できないなど球形概念がなかなか定着していない.

3) 視点を 135° 斜め後方に移動する場合 (位置 4, 6) の正答率は, 小学校が, 11%, 12%, 中学校が, 22%, 24% と最も低い. これは, 「球形概念」と「左右概念」の両方の概念が必要のためと考えられる.

4) 紙面の上で観察者が見る方向が回答者の見る方向と直角になっている場合 (位置 3, 7) の正答率は小学校で 39%, 42%, 中学校で 61%, 59% であった. 視点を 90° 移動する場合の正答率が高いのは, 球形概念や左右の逆転が必要ないためと考えられる.

(2) 視点移動能力の学年変化

各設問の正答率の学年変化の有意差については, χ^2 検定を行った (表 3). $p < .001$, $p < .005$ はそれぞれ 1%, 5% 未満の危険率で有意に差があることを示している. すなわち, 表 3 左上部のボールの位置 2 の小 4~小 5 を例で説明すると, **があることから, 太郎君が位置 2 のボールを見たときの正答率が小学校 4 年生と 5 年生の間で 1% 未満の危険率で有意な差があることがわかる.

1) 位置 1 と位置 5 の正答率および両方が正解した者即ち, 180° の視点移動が完全にできるものの割合 (完全正答率) の学年変化を図 5 に示す. 位置 5 の正答率は, 中学校 1 年と 2 年の間のみ大きく伸びている. ここで, 左右逆転に気がつかないまでも半月状に見えるとする誤答 (ウ) の選択率の変化 (図 6) を見ると, 小学校 4 年から 6 年の間に 3 割弱から 5 割弱まで徐々に増え, その後, 中学校 1 年から 2 年にか

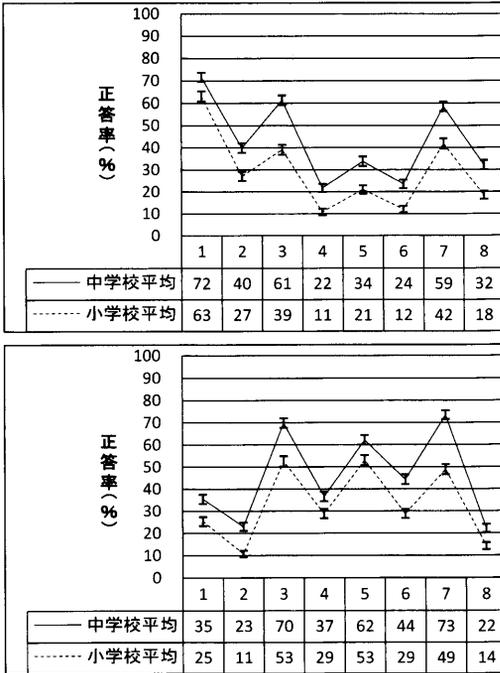


図 4 質問 1 (上) と質問 2 (下) の正答率 (単位: %) エラーバーは, ±標準誤差の範囲を表す.

表 3 学年間の正答率の有意差の検定

χ^2 乗検定	小4-小5	小5-小6	小6-中1	中1-中2	中2-中3
ボールの位置1					
ボールの位置2	**		*		
ボールの位置3			**	*	
ボールの位置4		*		*	
ボールの位置5				*	
ボールの位置6			*		
ボールの位置7	**			**	
ボールの位置8	*		*		
観察者の位置1					
観察者の位置2					
観察者の位置3	*		*		
観察者の位置4	**				
観察者の位置5		**			
観察者の位置6	**				
観察者の位置7			**		*
観察者の位置8	*	**	*	*	

** : $p < .001$, * : $p < .005$.

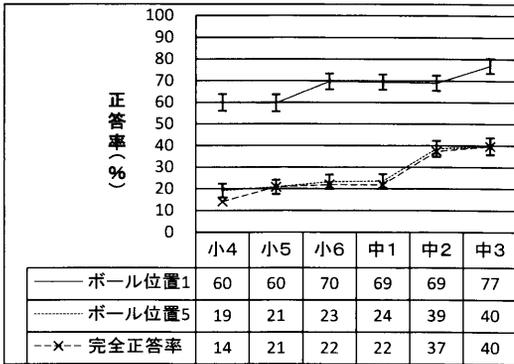


図5 左右概念の正答率学年変化(単位: %)

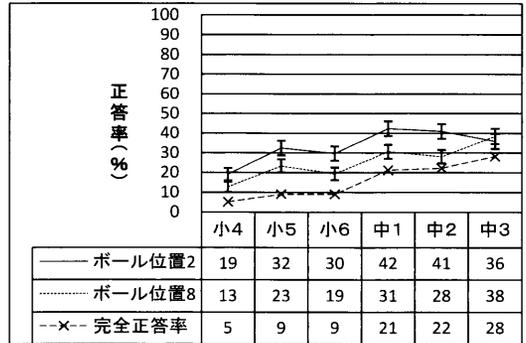


図7 球形概念の正答率学年変化(単位: %)

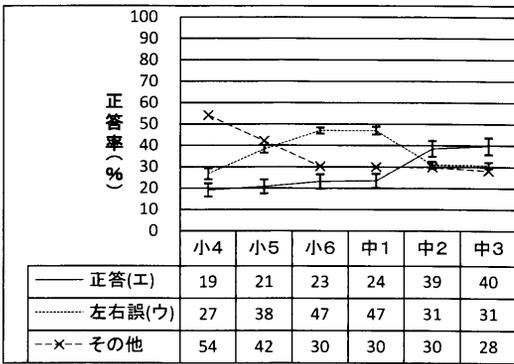


図6 左右概念の誤答分析(単位: %)

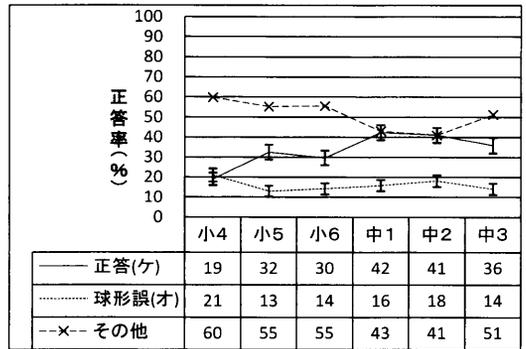


図8 球形概念の誤答分析(単位: %)

けて、16%ほど下がる。同時に、正答率が15%高くなる。このことから、正答率は小学校4年～6年の間にわずかしか伸びないものの、その間に20%の子どもに真横から光があたったとき半月状に見えるという基本的な球形概念が形成され、中学校1年と2年の間に15%の子どもたちに左右逆転の概念が形成されたものと考えられる。これは、小学校のときに、月の満ち欠けなどの教材を通して、基本的な球形概念が形成され、中学校1年の後期に天文分野の学習があり、そのときに、地球が公転していることをモデル(平面図を含む)を用いて初めて学習したことにより、左右逆転のものの見方が形成されたものと考えられる。

2) 位置2と位置8の正答率および両方が正解した者すなわち、45°の視点移動が完全にできるものの割合(完全正答率)の学年変化を見ると(図7)、小学校4年と5年の間および小学校6

年と中学校1年の間で正答率が急激に伸びた。小学校4年と5年の間では、右側が少し明るいものの明暗の境界が直線的な(球形概念が定着していない)誤答(オ)が大きく減少し、逆に正答(ケ)が大きく上昇している。このことから、小学校4年での「月の満ち欠け」の学習によって、月の満ち欠けの明暗の境界が曲線となることがわかったものと考えられる。

一方、小学校6年と中学校1年の間では誤答(オ)は、ほとんど変わらない(図8)。このことから、小学校6年から中学1年で正答率が上がったのは、「太陽の高さと季節」の単元の中で、太陽光線と地面との角度等の学習が45度の方向から半球を見る視点移動を助けたものと考えられる。

3) 位置3と位置7の正答率の学年変化を比較してみると(図9)、同じように90°の視点を行う場合でも位置7は中学校1年と2年との間

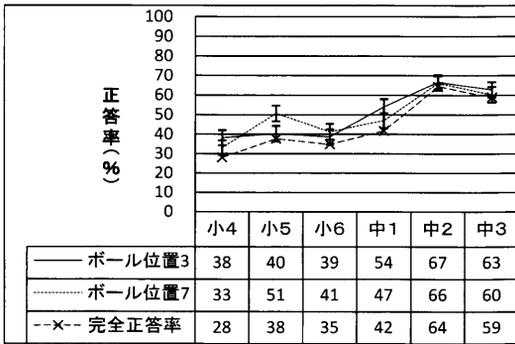


図9 直角視点移動の正答率学年変化 (単位: %)

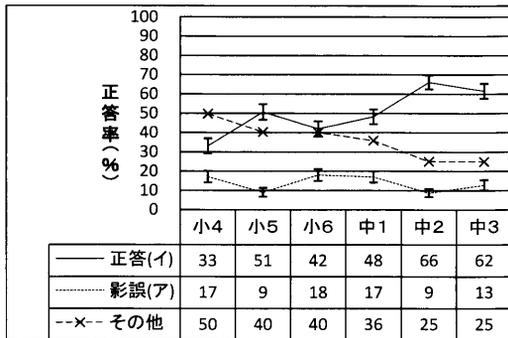


図10 直角視点移動の誤答分析 (単位: %)

および小学校4年と5年との間の両方とも正答率が伸びたものの、位置3では、中学校1年と2年の間に比べて小学校4年と5年の間は正答率がほとんど伸びていない。小学校で位置7が伸びたのに位置3が伸びなかった原因として、(問題文には影がかからないものとする)と書いているものの)小学校段階では、地動説的なモデルを扱わないため、平面図から月に地球の影がかかってしまうようにボールに観察者(太郎君)の影があたってしまうと考えられたものがいたことがその後の聞き取り調査から判明している。これは、中学校1年での「惑星や月の満ち欠け」の学習が、太陽や地球の位置を考えて学習するのに対し、小学校4年での学習が、月の満ち欠けの形の変化に重点が置かれていることの影響が強く現れたものと考えられる(図10)。

また、この90°の視点移動のとき、天文単元の学習直後に、正答率が大きく伸びるものの、その後すぐ低くなる傾向が顕著に見られる。こ

れは、学習直後は満月や新月のように明暗の一方のみでわかりやすく記憶しやすいものの、しばらくたつと忘れてしまったものと考えられ、真の空間概念が形成されていないためと考えられる。

(3) 視点移動能力と他の諸能力の男女差の特徴

岡田・栗田(1984)は、高校生・大学生の地形断面に対するイメージ調査を行い、高校生のほうが大学生よりも水平に対して垂直を大きく見るイメージを持っていることや全体の比を見て回答している割合が低いこと、女子にその傾向が強いことを明らかにした。

また、Ogura & Takemura (1994)は、小・中学生の形式的推論能力や科学のプロセススキルを調べ、形式的推論能力においては、保存や比例・確率の諸能力について、男女差が大きく、変数制御・相関・組合せの推論能力は男女差がほとんどないことを明らかにしている。特に比例概念は、保存や確立とも異なり、小学校5年生ですでに性差が見られ、中学校3年生まで一貫して男子のほうが女子を上回っていることがわかっていてる。

視点移動能力についても今回男女別の正答率で見ると、小学校4年生から中学校3年生まで全体的に男子のほうがやや女子よりも高い傾向があり、この点においては、視点移動能力と比例推論能力については早くから性差が見られ、中学校3年生まで一貫して見られるという共通性がある。諸能力の関係については興味深い内容で今後研究していきたいと考えている。その中で、今回空間概念の調査において発見した何よりも特筆すべき特徴は、小学校4年および中学校1年の天文分野学習後大きく正答率が伸びるものの、その直後に、女子のみ大きく落ち込んでいることである

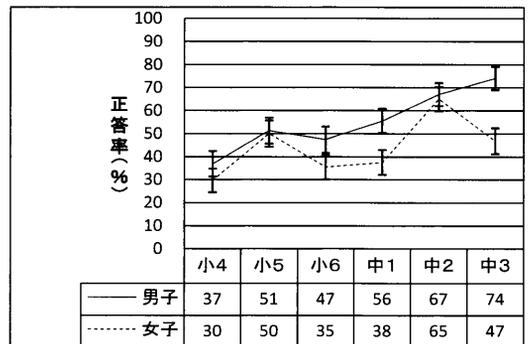


図11 視点移動における男女別正答率の学年変化 (単位: %)

(図 11). 一方, 男子のほうは, 減少することは少なく, 減少したとしても, ほんのわずかの割合に限られる. この性差の傾向は, 他の位置でも程度の差はあるものが見られる. これは, 男子は, しっかりとした空間概念が形成される傾向があるのに対し, 女子は, 記憶が薄れるに従って忘れてしまうほど概念として定着しにくいものと考えられ, 授業の準備等で性差への配慮も必要である.

(4) 受動的視点移動と能動的視点移動による違い

学習者にとって習得しにくい空間概念を育成するためにどのように教材を展開すれば理解しやすいかという問題はたいへん重要である. そこで, 観察者の位置を固定し, 観察対象を移動する受動的視点移動と, 観察対象の位置を固定し観察者が移動する能動的視点移動の場合に分け, どちらがわかりやすいかを探った(図 12). その結果, 質問 1 の受動的視点移動より質問 2 の能動的視点移動のほうが正答率が高い. 被験者に聞いてみると, 質問 2 のほうは, 真ん中のボールの影が半月だとわかるから考えやすいという答えが多かった. このことから特に小学校 4 年から中学校の 2 年生までの被験者にとって観察者のほうが動く能動的視点移動の場合には, 中心にある観察対象の影のでき方があらかじめ固定されていて, わかりやすいのに対し, 観察者が中央の固定された位置から, その周りを移動する観察対象のボールの影の形を特定することが予想以上に難しいものと考えられる.

したがって, 特に小学校 4 年生から中学校 2 年生までは, 満ち欠けの学習の際に, 質問 1 のように観察者の位置を固定して観察対象を動かして満ち欠けの様子を推定する前に質問 2 のように観察対象の位置を固定して観察者のほうが動く学習を取り入れると理解し

やすいものと考えられる.

8. おわりに

今回, “ゆとり教育時代”よりも前のカリキュラムにおける小学校 4 年生から中学校 3 年生までの誤概念を含めた連続的な空間概念の形成段階や性差, 受動的視点移動と能動的視点移動による違いなどを明らかにした.

特に Piaget (1947) らの研究と異なり, テストの内容を実際の教材に近いモデルを採用することで, 教材を理解するために必要な視点移動能力をより正確に調査した. また, 土田・小林 (1986) よりも多くの方向の視点移動を調査することにより, 左右対称の位置を利用して偶然性を排除したり, 誤答パターンを使って詳しく分析した. さらに, 能動的な視点移動の場合と受動的な視点移動の場合を比較して小中学校においては, 前者のほうが理解しやすいことを明らかにした. そして, 性差については, 学習直後は, 女子の正答率は, 男子の正答率に追いつくものの, 概念として定着していないために, しばらくすると忘れてしまう傾向を新たに明らかにした.

一方で, 松森 (2005) が指摘するように教員志望学生や現場教師における空間概念の習得状況の問題を含めて過去のカリキュラムによる影響は, 次世代の子どもに連鎖的な影響を生みかねない.

引き続き, 稿を改めて “ゆとり教育” と言われたカリキュラムにおける連続的な空間概念の形成段階と比較研究を行い, 各カリキュラムが児童・生徒の空間概念形成に与えた影響を考察したい.

引用文献

縣 秀彦 (2004a): 小学生の天文・宇宙に関する理解とその改善策の提案—天動説支持者は 4 割—, 2004 年日本天文学会秋季年会発表予稿集, 276.
 縣 秀彦 (2004b): 理科教育崩壊—小学校における天文教育の現状と課題—, 天文月報, 97, 726-736.
 松田卓也 (2004): 初等中等教育の改善に向けて, 教育問題懇談会の設置について, 天文月報, 97(12), 726.
 松森靖夫 (2005): 我が国における天文の危機的状況—季節変化に対する小学校教員志望学生の認識状態とその変容に基づいて—, 地学教育, 58(4), 1-20.
 文部省 (1969): 小学校指導書理科編. 26-28, 41-42, 57-58, 76-78, 100-102, 130-134.
 文部省 (1970): 中学校指導書理科編. 153-161.
 文部省 (1978): 小学校指導書理科編. 25-26, 41-43, 72-73, 88-90, 105-106.

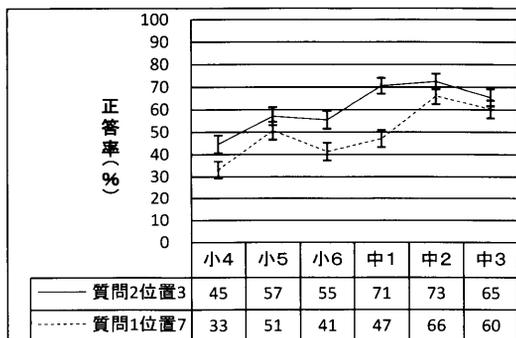


図 12 受動的視点移動と能動的視点移動による正答率の違い (単位: %)

- 文部省 (1978): 中学校指導書理科編. 76-82.
- 文部省 (1989): 小学校指導書理科編. 42-43, 70-71, 84-86.
- 文部省 (1989): 中学校指導書理科編. 72-79.
- 文部省 (1999): 小学校指導書理科編. 26-28, 37-39.
- 文部省 (1999): 中学校指導書理科編. 86-91.
- 日本天文学会 (2005): 次代をになう子どもに豊かな科学的素養を. (<http://www.asj.or.jp/news/050722.html>)
- Ogura, Y. and Takemura, S. (1994): Gender difference and the development process of formal reasoning abilities and science process skills in Japan. *Jour. Sci. Educ. Japan*, 18(3), 115-123.
- 岡田大爾 (1985): 児童・生徒の天文分野での空間概念の形成に関する研究. 日本理科教育学会第 35 回全国大会発表要旨集, 231.
- 岡田大爾・栗田一良 (1984): 高校生・大学生の陸及び海底の地形断面に対するイメージ調査. 日本理科教育学会関東支部大会発表要旨集, 39.
- Piaget, J. (1981): *La représentation de l'espace chez l'enfant* 4e. ed. Presses Universitaires de France, Paris, c1947, 245 pp.
- 土田 理・小林 学 (1986): 児童・生徒の天文分野における視点移動能力の発達過程と関係する基礎的研究. *地学教育*, 39(5), 167-176.

岡田大爾: 児童・生徒の天文分野における空間認識に関する研究—1985年当時の視点移動能力について—
地学教育 62 巻 3 号, 79-88, 2009

〔キーワード〕 小・中学生, 視点移動能力, 概念形成, 天文教育, 指導要領, 球形概念, 左右概念

〔要旨〕 1999年の指導要領改訂によって天文カリキュラムが大きく変わったが, 児童生徒の空間認識形成への影響について考察するには, 詳細なデータが必要である. 今回は, ゆとり教育以前の1985年当時の小・中学生の空間認識を分析し, 球形概念や左右概念を抽出してその形成過程と天文分野のカリキュラムとの関係について考察した. 本研究で得られた知見は, 次のとおりである. (1) 左右概念は, 中学校1~2年の間で大きく伸びる. (2) 球形概念は, 小学校4~5年と小学校6年~中学校1年の間に大きく伸びる. (3) 男子の視点移動能力は, 女子より高い. (4) 受動的な視点移動より能動的視点移動のほうが理解しやすい.

Daiji OKADA: A Study on Students' Spatial Cognition in Astronomy Education—On the Ability of the Locomoting Viewpoint in 1985—. *Educat. Earth Sci.*, 62(3), 79-88, 2009

学会記事

平成 21 年度 日本地学教育学会総会議事録

日時 平成 21 年 4 月 18 日 (土) 13 時～14 時

場所 東京学芸大学 20 周年記念飯島会館

議事

1. 開会のあいさつ
 2. 会員 (正会員・学生会員・名誉会員) 数 561 名うち, 出席者 16 名, 委任状 149 通の確認がなされ, 本会の規約に基づき総会は成立が宣言された。
 3. 議長選出
伊藤 孝会員を議長として選出した。
 4. 報告事項
 - 1) 平成 20 年度事業報告
庶務から平成 20 年度の以下の諸活動の報告があった。
- ①常務委員会
- | | | |
|-------|----------------------|------|
| 第 1 回 | 平成 20 年 5 月 2 日 (金) | |
| | 日本教育研究連合会 | 小会議室 |
| 第 2 回 | 平成 20 年 7 月 1 日 (火) | |
| | 日本教育研究連合会 | 小会議室 |
| 第 3 回 | 平成 20 年 10 月 3 日 (金) | |
| | 日本教育研究連合会 | 小会議室 |
| 第 4 回 | 平成 20 年 12 月 5 日 (金) | |
| | 日本教育研究連合会 | 小会議室 |
| 第 5 回 | 平成 21 年 2 月 2 日 (月) | |
| | 日本教育研究連合会 | 小会議室 |
| 第 6 回 | 平成 21 年 4 月 9 日 (木) | |
| | 日本教育研究連合会 | 小会議室 |
- ②総会
平成 20 年 4 月 19 日 (土) 午後 1 時～2 時
東京学芸大学で開催。
- ③評議員会
- | | | | |
|-------|--------|----------------------|--------|
| 第 1 回 | 定例評議員会 | 平成 20 年 4 月 19 日 (土) | |
| | | | 東京学芸大学 |
| 第 2 回 | 定例評議員会 | 平成 20 年 8 月 16 日 (土) | |
| | | | 東京学芸大学 |
- ④日本地学教育学会第 60 回全国大会 (静岡大会)
日本地学教育学会第 62 回全国大会 (東京大会)
平成 20 年 8 月 17 日 (日)～19 日 (火)
東京学芸大学で開催
大会テーマ 都市化の進んだ環境の中での地学教育

記念講演「地学教育の今日的課題と展望」

前会長 下野 洋 (星槎大学)

「東京の地質と環境の変遷」

松川正樹 (東京学芸大学)

シンポジウム「都市化の進んだ環境の中で, 地学を如何に魅力的に教えるか」

その他, ジュニアセッション・分科会・巡検。

⑤会誌の発行

地学教育 第 61 巻 第 3 号 (通巻 第 314 号) から
第 62 巻 第 2 号 (通巻 第 319 号) まで
を刊行。

⑥日本地学教育学会 学会賞・優秀論文賞・教育実践優秀賞の授与

学会賞: 下野 洋前会長

教育実践優秀賞: 橋本寿夫・村田 守・西村 宏
藤岡達也

「水酸化ナトリウムによる放散虫化石の個体分離方法について」(地学教育第 60 巻第 6 号)

優秀論文賞: 鎌田正裕・鷹西智子

「地球上からの金星の見え方と金星・太陽・地球の位置関係を同時に表現できるペーパークラフト教材」(地学教育第 60 巻第 5 号)

それぞれに賞状とメダルを贈呈。

⑦フォーラム

平成 20 年 4 月 19 日 (土) 午後 2 時～3 時

東京学芸大学 W 棟 110 教室で開催

テーマ: 新学習指導要領と地学教育

講演: 熊野善介会員 (静岡大)

「新学習指導要領と地学教育」

五島政一会員 (国立教育政策研究所)

「理数教育の充実のための方策や課題」

⑧日本教育研究連合会教育研究賞表彰

秦 明德会員 (島根) を推薦。

⑨大学入試センター試験問題評価検討会

平成 21 年度大学入試センター試験問題を検討し, 評価をとりまとめた。

⑩連合および関連学会等における活動

- 日本地球惑星科学連合として活動, 同合同大会を共催。

- 教科「理科」関連学会協議会シンポジウム共催。

- 日本理化学協会全国理科教育大会後援.
- IYPE シンポジウム国際惑星地球年 2007～2009 協賛.
- 第 22 回天文教育研究会後援.
- 高校生天体観測ネットワーク (Astro-HS2008) 後援.
- 第 9 回こどものためのジオカーニバル後援.
- 青少年のための科学の祭典 2008 後援.
- 第 42 回夏季大学「新しい気象学」後援.
- 国際地学オリンピック協賛.

2) 平成 20 年度決算報告

会計から平成 20 年度の会計報告が、つづいて監査から会計監査報告があった。

3) 平成 21 年度役員選挙結果

選挙管理委員会から、評議員（任期平成 21 年度～23 年度）、監事（任期平成 21 年度～22 年度）を以下のように選出、その結果が報告された。

評議員：中村泰久（北海道東北地区）・渋谷 紘（関東地区）・米澤正弘（関東地区）・松森靖夫（関東地区）・藤岡達也（中部地区）・澁江靖弘（近畿地区）・秦 明德（中国四国地区）・三次徳二（九州沖縄地区）

監 事：根岸 潔

5. 審議事項

1) 平成 21 年度事業計画（案）審議

庶務から平成 21 年度の実業計画案（以下）が出され、それについて審議し承認された。

①常務委員会

年間 6 回開催の予定。

②総会

平成 21 年 4 月 18 日（土）午後 1 時～2 時 東京学芸大学で開催

③評議員会

平成 21 年 4 月 18 日（土）午前 10 時 30 分より東京学芸大学（総会会場）、および平成 21 年 8 月 21 日（金）三重大学で開催。

④日本地学教育学会第 62 回全国大会

平成 21 年 8 月 22 日（土）～25 日（火）三重大学で開催予定。

大会テーマ：地学教育と新学習指導要領

シンポジウム・ジュニアセッション・記念講演・分科会・ポスターセッション・懇親会・巡検ほかを予定。

⑤会誌の発行

地学教育 第 62 巻 第 3 号（通巻 第 320 号）から第 63 巻 第 2 号（通巻 第 325 号）までを刊行予定。

⑥学会賞・優秀論文賞・教育実践優秀賞の授与選考委員会を設置し、選考を行う予定。

⑦日本教育連合会表彰者

推薦依頼があれば、選考の上推薦する予定。

⑧フォーラム

平成 21 年 4 月 18 日（土）午後 2 時より東京学芸大学二十周年記念飯島会館で開催。

テーマ：高等学校新学習指導要領にどう対応するか！

司 会：米澤正弘会員（千葉県立船橋高校）

講 演：宮嶋 敏会員（埼玉県立深谷第一高校）

内記昭彦会員（都立三田高校）

南島正重会員（都立小石川高等学校）

⑨大学入試センター試験問題評価検討会

平成 22 年度大学入試センター試験問題を検討し、評価をとりまとめる予定。

⑩連合および関連学会等における活動予定

- 日本地球惑星科学連合として活動、同合同大会を共催予定。

- 教科「理科」関連学会協議会シンポジウム共催予定。

- IYPE シンポジウム国際惑星地球年 2007-2009 協賛予定。

- 国際地学オリンピック協賛予定。

2) 平成 21 年度予算（案）審議

会計から平成 21 年度の予算案（以下）の提示があり、質疑のあと承認された。

6. 議長解任

7. 閉会のあいさつ

第 1 回 常務委員会議事録

日 時：平成 21 年 5 月 13 日（水）18 時 15 分～20 時 00 分

場 所：日本教育研究連合会 小会議室

出席者：牧野泰彦・馬場勝良・渋谷 紘・遠西昭寿・南島正重・高橋 修

議 題：

1. 議事録の承認

平成 20 年度第 6 回常務委員会議事録・平成 21 年度第 1 回評議員会・および平成 21 年度総会議事

録が承認された。

2. 平成 21 年度以降の大会について

三重大会の進捗状況が報告された。次号の「地学教育」に 1 次案内が掲載される予定である。

3. 入会者・退会者について

今回は入会者 2 名、退会者 5 名が承認された（平成 21 年 5 月 8 日現在：名誉会員 6 名、正会員 533 名、学生会員 18 名、在外会員 4 名）。

入会者：吉川契子（静岡）・五十嵐 聡（東京）

退会者：稲森 潤・赤塚正明・遠藤祐神・福島毅・廣川雅己

4. その他

- 1) 将来構想委員会の発足について議論された。会長により委員が委嘱され、次回の常務委員会で承認が行われることになった。
- 2) 地学オリンピックに本年度も協賛、協賛金 10 万円が承認された。
- 3) 教職経験者 10 年研修を本学会も開催する方向性について確認した。
- 4) 「地学の学べる高等学校（東京都）」のホームページを、南島正重委員のもと作成することが承認された。

報 告：

1. 各種常置委員会から

- 1) 馬場勝良副会長から、教科「理科」関連学会協議会、時期議長を日本地学教育学会から選出されることについての報告があった。
- 2) 情報伝達のため会員のメールアドレスを調査する。

2. 寄贈交換図書

日本理科教育学会 (2009): 理科の教育 5, 通巻 682

東京地学協会 (2008): 地学雑誌, 118, 2.

産業技術総合研究所地質調査総合センター (2009): 地質ニュース, 656.

産業技術総合研究所 (2009): 産総研 TODAY, 98~100.

熊本地学会 (2008): 熊本地学会誌, 150.

日本地理教育学会 (2008): 新地理.

秋田地学教育学会 (2007-2008): 58-61.

Faculty of Science Niigata University, Department of Geology (2009): Science Reports of

Niigata University (Geology), 24.

地震調査研究推進本部 (2009): 地震本部ニュース, 1.

海洋政策研究財団 (2009): 人と海洋の共生をめざして 150 人のオピニオン 4 Ship & Ocean Newsletter, 151-200.

平成 21 年度 第 1 回評議員会議事録

日 時 平成 21 年 4 月 18 日 (土) 10 時 30 分~12 時

場 所 東京学芸大学 二十周年記念飯島会館 2 階

出席者 牧野泰彦・馬場勝良・荻原 彰・八田明夫・松川正樹・野瀬重人・相原延光・林 武広・渋谷 紘・伊藤 孝・濱田浩美・米澤正弘・岡本弥彦・五島政一・三次徳二・高橋 修・小川忠彦

本評議員会は、出席者 15 名・委任状 13 名で計 28 名となり、現評議員の過半数を超えているため、成立することが確認された。

議 題

1. 平成 20 年度事業報告 (案) および会計報告 (案) について
平成 20 年度事業報告 (案) および会計報告 (案) について、庶務および会計から報告があり、それぞれ承認された。

2. 本年度役員の承認

日本地学教育学会役員選挙の結果、評議員（任期平成 21 年度?平成 23 年度）：中村泰久（北海道東北地区）・渋谷 紘（関東地区）・米澤正弘（関東地区）・松森靖夫（関東地区）・藤岡達也（中部地区）・澁江靖弘（近畿地区）・秦 明德（中国四国地区）・三次徳二（九州沖縄地区）、および監事（任期平成 21 年度~22 年度）：根岸 潔が選出されたことが選挙管理委員会から報告され、会長推薦の評議員と共に承認された。

3. 平成 21 年度事業計画 (案) および会計予算 (案) について

平成 21 年度事業計画 (案) および会計予算 (案) について、庶務および会計から報告があり、それぞれ承認された。

4. その他

- 1) 平成 21 年度第 63 回日本地学教育学会三重大会について大会委員長の荻原彰副会長から説明があった。
- 2) 渡部景隆奨励賞および地学教育功労賞の新設に

ついて承認がなされた。渡部景隆奨励賞は、地学教育の発展や本学会に貢献している小・中・高等学校に勤務する会員を対象とし、選考は他薦による公募、常務委員会で選考し評議員会に報告する。また、地学教育功労賞は、やはり地学教育および本学会の活動に多大な貢献のあった会員を対象と、選考は他薦による公募で選考は常務委員会で、評議員会に候補者を推薦し決定する。

報 告

1. その他

- 1) 広報委員会(伊藤孝委員)によるニュースレター発行(電子メールによる)について報告があった。対象は、学会員のうちメールアドレス登録者(受け取り停止可能とする)および非学会員の希望者、不定期の発行。
- 2) 日本地質学会岡山大会において地学教育シンポジウムが開催されることの報告が野瀬重人委員からあった。また、岡山県を網羅する地質図がフロピベースで販売されることのアナウンスがあった。
- 3) 平成22年度第64回日本地学教育学会の開催地である鹿児島大会委員長の八田明夫副会長から挨拶があった。

第6回 常務委員会議事録

日 時: 平成21年4月9日(木) 18時10分~20時30分

場 所: 日本教育研究連合会 小会議室

出席者: 牧野泰彦・馬場勝良・渋谷 紘・岡本弥彦・内記昭彦・南島正重・濱田浩美・高橋 修

議 題:

1. 役員選挙結果について

日本地学教育学会役員選挙の結果、評議員(任期平成21年度~23年度): 中村泰久(北海道東北地区)・渋谷 紘(関東地区)・米澤正弘(関東地区)・松森靖夫(関東地区)・藤岡達也(中部地区)・澁江靖弘(近畿地区)・秦 明德(中国四国地区)・三次徳二(九州沖縄地区)、および監事(任期平成21年度~22年度): 根岸 潔が選出されたことが選挙管理委員会から報告され、承認された。

2. 平成21年度以降の大会について

三重大会の進捗状況が報告された。次号の「地学教育」に1次案内が掲載される予定である。また、平成22年度鹿児島大会は、八田明夫会員を大会実

行委員長として組織されていくことが承認された。

3. 平成20年度事業報告(案)および会計報告(案)について

平成20年度事業報告(案)および会計報告(案)について、庶務および会計から報告があり、それぞれ原案が承認された。

4. 平成21年度事業計画(案)および会計予算(案)について

平成21年度事業計画(案)および会計予算(案)について、庶務および会計から報告があり、それぞれ原案が承認された。

5. 平成21年度評議員会および総会について

平成21年度総会を、平成21年4月18日(土)午後1時から東京学芸大学で開催することを決定した。平成21年度評議員会は同日10時30分から、また、フォーラムを14時から開催することを決定した。本年度フォーラムは「高等学校新学習指導要領にどう対応するか!」として、司会に米澤正弘会員(千葉県立船橋高等学校)、宮嶋 敏会員(埼玉県立深谷第一高等学校)、内記昭彦会員(都立三田高等学校)、および南島正重会員(都立小石川高等学校)の3件の講演が予定されている。

6. 入会者・退会者について

今回は退会者14名が承認された(平成21年4月1日現在: 名誉会員7名、正会員536名、学生会員18名、在外会員3名)。

退会者: 井上 勇・松田敏孝・石内邦子・小関高明・酒井武志・清水正之・藤川雅康・藤田郁男・古田靖志・安野敏勝・谷田貝秀雄・横尾浩一・伊藤俊彦・朴 大光

7. その他

- 1) 学会賞・学術奨励賞選考委員会が設置された。
- 2) 広報委員会によるニュースレター発行(電子メールによる)について承認された。対象は、学会員のうちメールアドレス登録者(受け取り停止可能とする)および非学会員の希望者、不定期の発行。

3) 渡部景隆奨励賞および地学教育功労賞新設について評議員会に諮ることが承認された。渡部景隆奨励賞は、地学教育の発展や本学会に貢献している小・中・高等学校に勤務する会員を対象とし、選考は他薦による公募、常務委員会で選考し評議員会に報告する。また、地学教育功労賞は、やはり地学教育および本学会の活動に多大な貢献のあ

た会員を対象と、選考は他薦による公募で選考は常務委員会でを行い、評議委員会に候補者を推薦し決定する。

報 告:

1. 各種常置委員会から

- 1) 編集委員会(松川正樹委員長)から、62-2号の編集状況についてその発行が遅れていることの報告(メール代読:牧野会長)があった。
- 2) 馬場勝良副会長から、教科「理科」関連学会協議会からの教育委員会あての要望書(案)の紹介があった。また第95回同協議会(3/11)報告があった。
- 3) 国際惑星地球年(IYPE)のロゴを本年度三重大

会のポスターや要旨集などに積極的に使用することが報告された。

2. 寄贈交換図書

- 日本理科教育学会(2009):理科教育学研究, 49, 3.
- 日本理科教育学会(2009):理科の教育4, 通巻681, 58.
- 東京地学協会(2008):地学雑誌, 118, 1.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2009):地質ニュース, 654, 655.
- 産業技術総合研究所(2009):産総研 TODAY, 97.
- 立正地理学会(2008):地域研究, 88, 49, 1.

平成 20 年度会計決算（収入）

2009/4/18

日本地学教育学会

収入の部

科 目	当初予算額 (円)	決算額 (円)	収 支 (円)	備 考
会費	3,654,000	2,975,620	▲678,380	
個人会費	3,654,000	2,975,620	▲678,380	
補助金		0		
雑収入	1,058,000	1,034,624	▲23,376	
前年迄会費	750,000	508,500	▲241,500	2007 年度 ￥354,500 2006 年度 ￥ 70,000 2005 年度 ￥ 42,000 2004 年度 ￥ 28,000 2003 年度 ￥ 14,000
購読会員	280,000	226,800	▲53,200	
バックナンバー		3,000	3,000	
抄録料	5,000	5,880	880	
著作権料	20,000	35,981	15,981	
別刷料		132,130	132,130	
広告料		120,000	120,000	
利 息	3,000	2,333	▲667	
繰越金	132	132	0	
合 計	4,712,132	4,010,376	▲701,756	

2008 年 4 月 1 日締め会勢

正会員	580
購読有料会員	28
購読無料会員	50
学 生	19
在 外	8
名 誉	6
合 計	691

2009 年 4 月 1 日締め会勢

正会員	524
購読有料会員	29
購読無料会員	49
学 生	18
在 外	2
在外学生	0
名 誉	7
合 計	629

平成 20 年度会計決算 (支出)

2009/4/18

日本地学教育学会

支出の部

科 目	当初予算額 (円)	決算額 (円)	収 支 (円)	備 考
大会費	500,000	185,166	314,834	
本部分担金	500,000	184,872	315,128	東京大会より ¥265.128 返金
振込手数料	0	294	▲294	
成果刊行費	2,913,000	2,464,011	448,989	
印刷製本費	2,565,000	2,181,270	383,730	
送料, 著者校正発送費	348,000	282,741	65,259	218 ページ
運営費	1,299,132	1,298,812	320	
アルバイト	120,000	120,000	0	
事務委託費	600,000	599,790	210	
会議費	12,000	5,475	6,525	
分担金	50,300	50,262	38	@10,000 理化学協会 @30,000 日教連 @10,000 理科教育協会
印刷費	20,000	30,382	▲10,382	雑誌, 請求書封筒
封筒印刷費	30,000	21,931	8,069	印刷用消耗品費
運搬通信費	50,000	50,570	▲570	
消耗品費	50,000	66,780	▲16,780	スキャナ、データバックアップ
活動費	10,000	15,866	▲5,866	賞額縁
編集委員経費	80,000	79,976	24	
庶務委員会経費	80,000	78,570	1,430	
選挙費用	80,000	78,318	1,682	
オリンピック協賛金	100,000	100,262	▲262	
予備費	16,832	630	16,202	
クレジットカード会社手数料		22,120	▲22,120	
裁判費用返済		40,262	▲40,262	下野先生, 馬場先生残金は 4 月以降返済
合 計	4,712,132	4,010,371	701,761	
次年度繰越金	0	5	▲5	
合 計	4,712,132	4,010,376	701,756	

平成 21 年度会計収支予算書

2009/4/18
日本地学教育学会

収入の部

科 目	当初予算額 (円)	積算内訳
会 費	3,276,000	(520×7,000)×0.9
雑収入	908,000	前年度までの会費 500,000 購読会員 280,000 抄録料 5,000 著作権 20,000 利息 3,000 広告料 100,000
繰越金	5	
合 計	4,184,005	

支出の部

科 目	当初予算額 (円)	積算内訳
大会費	500,000	三重大会
本部分担金	500,000	
成果刊行費	2,325,000	
印刷製本費	1,995,000	@9,500×35 ページ×6 号
運搬通信費	330,000	@55,000×6 号
運営費	1,359,005	
アルバイト	120,000	@10,000×12 月
事務委託費	600,000	国際文献
会議費	12,000	@2,000×6 回
分担金	60,786	@10,000 理化学協会 @30,000 日教連 @10,000 教科理科 @10,000 惑星
印刷費	20,000	
封筒印刷費	30,000	
運搬通信費	40,000	
消耗品費	50,000	
活動費	10,000	
編集委員経費	80,000	
庶務委員会経費	80,000	
選挙費用	80,000	
オリンピック協賛金	100,000	
予備費	75,957	
合 計	4,184,005	

成果刊行費

巻数	号数	ページ数	本冊印刷費	発送料	著者校正発送費	別刷費	別刷請求手数料	合 計
61	3	38	369,180	42,210	4,190	44,751	2,677	463,008
61	4	36	363,825	42,255	5,190	32,235	2,677	446,182
61	5	36	350,280	42,518	5,190	35,595	2,677	436,260
61	6	36	374,220	42,531	4,690	37,117	2,677	461,235
62	1	34	354,585	42,437	5,130	34,702	2,677	439,531
62	2	38	369,180	42,210	4,190	44,751	2,677	463,008
合 計		218	2,181,270	254,161	28,580	229,151	16,062	2,709,224

財団法人下中記念財団

第48回（平成21年度）下中科学研究助成金募集のお知らせとお願い

当財団のホームページ (<http://www.shimonaka.or.jp/>) から標記助成金の「応募要領」, 「申請書」, 「申請書記入要領」を取り出せますので, ご利用下さい。

編集委員会より

3号の発行が大幅に遅れましたことをお詫び致します。原稿の投稿件数が減少していることと, 査読をクリヤーするまでに時間がかかることが原因します。投稿前に, 原稿を何方かに読んで頂くことだけでも, 論文としての起承転結の原則, 論理の飛躍, 初歩的な誤りが見つけられるかと思ひます。出版に到達する原稿が少ない状態ですので, 引き続き, 論文原稿の投稿をお願いします。

地学教育 第62巻 第3号

平成21年5月25日印刷

平成21年5月30日発行

編集兼 日本地学教育学会
発行 者 代表 牧野泰彦

〒263-8522

千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33

千葉大学教育学部理科教育教室内

電話 & FAX 043-290-3682 (濱田)

振替口座 00100-2-74684

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

169-0075 東京都新宿区高田馬場3-8-8

電話 03-3362-9741~4

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 62, NO. 3

MAY, 2009

CONTENTS

Original Articles

- Teaching Materials on a Fluid Experiment of the Local Wind by Using a Solid Relief Model of Geographical Features
—A Case Study of Hijikawa Arashi, a Kind of Land Breeze with Fogs—
.....Toshiyuki NAGOSHI...65~77
- A Study on Students' Spatial Cognition in Astronomy Education
—On the Ability of the Locomoting Viewpoint in 1985—
.....Daiji OKADA... 79~88
- Proceeding of the Society (89~97)

All communications relating this Journal should be addressed to the
JAPAN SOCIETY OF EARTH SCIENCE EDUCATION

c/o Faculty of Education, Chiba University; Chiba-shi 263-8522, Japan