

地学教育

第59巻 第3号(通巻 第302号)

2006年5月

目 次

原著論文

恐竜の体重測定と食物量

—骨格標本と縮尺モデルの差の考察に基づいて—

.....松川正樹・小荒井千人・柴田健一郎・中西亮平...(89~100)

教育実践論文

しめりけチェッカーを活用した空気中の水蒸気検知に関する

実践.....三崎 隆・清水三恵子...(101~107)

資 料

小学校理科地学領域における発展的な学習内容

—C領域に掲載された教科書の記述調査から—.....益田裕充...(109~114)

学会記事 (115~120)

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18年4月）

会 長 下野 洋（神奈川・平成18・19年度）
 副 会 長 馬場 勝良（東京・平成18・19年度）
 同（全国大会担当） 熊野 善介（静岡・平成18年度） 秦 明德（島根・平成18・19年度）
 評 議 員（*印は、会則第11条3項の評議員）

任 期	平成18・19・20年度	平成18・19年度	平成18年度
地 区（定員）			
北海道・東北（3）	中村 泰久（福島）	照井 一明（岩手）	宮嶋 衛次（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）	田結庄良昭（兵庫）	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）	宮脇 亮介（福岡）	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（東京）	
	*松川 正樹（東京）	*青野 宏美（岐阜）	
	*宮下 治（東京）	*土橋 一仁（東京）	
	*岡本 弥彦（神奈川）		
	*牧野 泰彦（茨城）		

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18・19年度	平成18年度
	南島 正重（東京） **濱田 浩美（千葉）	清水 政義（東京） **松川 正樹（東京）
	**岡本 弥彦（神奈川） **林 慶一（兵庫）	相場 博明（東京） **馬場 勝良（東京）
	**五島 政一（東京） **林 武広（広島）	**宮下 治（東京） **加藤 圭司（神奈川）
	**米澤 正弘（千葉）	**高橋 修（東京） **松森 靖夫（山梨）
		**遠西 昭寿（愛知）

監 事 石川 正（神奈川・平成18・19年度） 小川 忠彦（東京・平成18年度）

平成 18 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 60 回全国大会

静岡大会のご案内

日本地学教育学会会長 下野 洋
静岡大会実行委員長 熊野善介
静岡大会事務局長 坂田算浩

大会テーマ：地学教育の再構築
—身近な生活の中から地学リテラシーを
育成する—

期 日：平成 18 年 8 月 18 日(金)～21 日(月)

会 場：静岡大学 大学会館

主 催：日本地学教育学会

共催(予定)：静岡県地学会，静岡県理科教育協議会，
静岡県教育研究会理科学研究部，静岡県高
等学校理科教育研究会

後援(予定)：文部科学省，静岡県教育委員会，静岡市教
育委員会，浜松市教育委員会，全国高等学
校長協会，全日本中学校長会，全国連合小
学校長協会，日本私立中学高等学校連合
会，日本教育研究連合会，日本科学教育学
会，日本理科教育学会，日本理科教育協
会，静岡新聞，静岡県教育公務員弘済会

日 程

日	時刻	行事	会場 (大学会館)
19 日 (土)	8:30	受 付	大学会館入口
	9:00	開会行事 学術奨励賞授与式	A 会場
	9:30	ジュニアセッション	A 会場：口頭発表
	10:30	ポスターセッション	D 会場：ポスター発表
	12:30	昼休み	
	13:30	パネルディスカッション	A 会場
	14:30	研究発表 I	B 会場：小・中 C 会場：高・大・一般
	17:30 18:00 20:00	懇 親 会	D 会場
20 日 (日)	9:00	研究発表会 II	B 会場：小・中・高 C 会場：大・一般
	12:00	昼 休 み	
	13:30	記念講演会	A 会場
	15:00		
	15:30	閉会行事	A 会場

巡 検

A コース；8 月 18 日(日帰り)

B コース；8 月 21 日(日帰り)

パネルディスカッション：地学教育の 60 年の変遷と
未来への期待

パネリスト

小林 学：筑波大学名誉教授

清原洋一：国立教育政策研究所教育課程調査官

五島政一：国立教育政策研究所教育課程研究セン
ター基礎研究部総括研究官

司 会

下野 洋：星槎大学教授

記念講演会

アメリカ合衆国において第一線で活躍されている地
学教育・環境教育研究者であるエミー・シューベルト
博士をお招きし，アメリカの地学教育や環境教育の現
状と問題点を発表していただくと同時に，地学教育を
中心とした教育改革について述べていただきます。

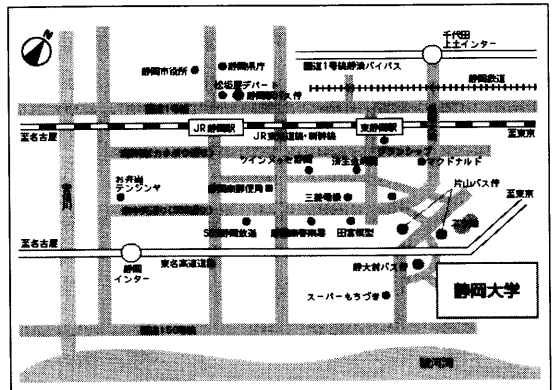
会場案内(下図と別紙の地図を参照のこと)

○公共交通機関利用の場合

JR 静岡駅前(エクセルワード静岡ビル前)の静鉄
バス 13 番乗り場から「静岡大学」行き又は「大谷
(おおや)」行きに乗りし「静大前」又は「片山」で
下車
(所要時間約 25 分，日中 1 時間に 8 本運行)

○自家用車利用の場合

東名高速道路「静岡インター」より一般道へ
所要時間約 20 分



大会参加費 (大会予稿集代込み)

7月23日(日)までの振り込み分

一般 4,000円, 大学生・院生 2,500円

7月24日(月)以降の振り込み分

一般 4,500円, 大学生・院生 3,000円

ジュニアセッションで発表の高校生以下, および引率教員は無料です。

送金方法

郵便振替にて送金して下さい。送金の内訳および連絡先を必ずご記入下さい。

加入者名: 日本地学教育学会第60回全国大会
静岡大会実行委員会

口座番号: 00880-4-149589

- ・大会参加費 上記「大会参加費」をご参照下さい。
- ・懇親会費 4,000円
- ・巡検費 各コース: 4,000円(予定)

宿泊案内

事務局で近畿日本ツーリストの団体申し込みを受け付けております。申し込み用紙に宿泊される日をご記入下さい。後日、詳細の案内をお送りいたします。

なお、申し込み件数が100件以上になりますと、財団から補助が出ますので、こちらの団体申し込みをご利用下さい。

巡検

講演・研究発表の前後の日に次のような巡検を計画しています。各コースともに先着順で定員は25名です(最低参加人員10名)。

《8月18日》

A1: 静岡市近郊の博物館巡り

「静岡科学館る・く・る」は、平成16年に開館した新しい科学館です。好奇心を刺激する科学の展示物があります。「静岡県地震防災センター」は、平成15年に新しく地震防災機器を導入し、リアルな地震体験が可能なほか、パソコンや大画面モニターなどの活用で、臨場感のある映像を体験できます。「ディスカバリーパーク焼津」には、プラネタリウムや天体に関する展示があります。

A2: 静岡市近郊の露頭の調査

調査地域は焼津の変成岩が中心です。枕状溶岩の観察もでき、蛇紋岩の採集も可能です。構造地

質学的にも興味深い地質構造が観察できます。

A3: 前弧海盆の海底探検 (掛川地域の鮮新-更新統の化石相をさぐる)

掛川地域に分布する鮮新-更新統掛川層群は、現在の駿河湾や遠州灘のような前弧域で堆積した海成層からなります。本巡検では堆積相や、貝化石・生痕化石を観察し、堆積過程や古生態の復元を体験します。

《8月21日》

B1: 安倍川の河口から源流まで (おいしい水の探究)

静岡市は全国の中でも水道水がおいしい市といわれています。安倍川の源流から河口まで、水質・地質調査をしながら安倍川の魅力を堪能してもらいます。また、下水処理場や風力発電施設を見学します。

B2: 伊豆の地質調査

伊豆では、多くの鉱山の廃坑跡があり、金・銀・銅・その他めずらしい鉱石が採取できます。特に鉱物が好きな方には大変魅力のある地域です。

一般発表、ポスター発表の申し込み

別紙の大会申込用紙に必要事項を記入していただき、事務局までお送り下さい。一般発表は小・中分科会と高・大・一般分科会に分けて申し込んで下さい。

なお、ジュニアセッションは別紙を参照して下さい。

・発表申し込み締め切り

2006年5月1日(月) 必着

発表の申し込みをしていただいた後、発表要旨のフォーマットをお送りいたします。

・発表要旨提出締め切り

一般: 2006年6月30日(金) 必着(A4で2枚)

ジュニア: 2006年6月30日(金) 必着(A4で2枚)

大会事務局・出張依頼状の申し込み先

〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836

静岡大学教育学部理科教育学教室

日本地学教育学会静岡大会事務局 熊野善介

Tel/Fax: 054-238-4637

: 054-238-4546

E-mail: 事務局: q0530047@ipc.shizuoka.ac.jp

実行委員長: edykuma@ipc.shizuoka.ac.jp

研究発表プログラム

8月19日(土)

開会行事, 学術奨励賞授与式: A会場(9:00~9:30)

ジュニアセッション: A会場(9:30~10:30)

- 1J01 「遠州灘海岸で見られる風紋の形態と成因」
窪野篤宏(静岡県立磐田南高等学校地学部)
- 1J02 「浜名湖周辺に分布する火山灰と古環境の推定」
榊原玄大・澤口真実・白川美穂・鈴木啓介・関 琢磨・夏秋友美(静岡県立浜松北高等学校地学部)
- 1J03 「静岡市近郊の絶滅危惧植物について」
市川裕香・長野真子・及川正統・三浦史寛・西島奈生子(静岡県立静岡高等学校生物部)

ポスターセッション: D会場(10:30~12:30)

- P01 「韓日初等教育過程の中, 地球科学内容の比較史研究」
張 恩淑・磯崎哲夫(広島大学)
- P02 「教科書と地球をつなぐ授業作り—高等学校地学での取り組み—」
見澤綾子(静岡県立御殿場南高等学校)
- P03 「小学校理科と連携した化石採集会の実践—北海道小平町の例—」
添田雄二(北海道開拓記念館)
- P04 「生痕化石フィコサイフォンの謎: 身近な古生物教材として」
延原尊美(静岡大学)
- P05 「データロガー用の簡易百葉箱の開発」
日切勇輝・石井喬志・永田真依子(広島大・教育・院)・林 武広(広島大・教育)
- P06 「遠州灘海岸で見られる風紋の形態と成因」
窪野篤宏(静岡県立磐田南高等学校地学部)
- P07 「眼視・高感度ビデオカメラ・電波観測による2005年ペルセウス座流星群の特徴」
檜木梨花子・田中裕也(静岡県立磐田南高等学校地学部)
- P08 「パソコンによる静岡県周辺の微小地震活動の解析」
長坂翔吾・山城奏美(静岡県立磐田南高等学校地学部)
- P09 「静岡市近郊の絶滅危惧植物について」

市川裕香・長野真子・及川正統・三浦史寛・

西島奈生子(静岡県立静岡高等学校生物部)

昼食(12:30~13:30)

パネルディスカッション—地学教育の60年の変遷と未来への期待—: A会場(13:30~14:30)

研究発表(14:30~17:30)

B会場: 小学校・中学校

- 1B01 「メタ認知能力の育成に焦点を当てた『大地のつくり』に関する概念地図の利用に向けて」
加藤尚裕(九州女子短期大学)・下妻淳志(埼玉大学附属小学校)
- 1B02 「初歩的な観察能力を育てる指導の試み」
引間和彦(さいたま市青少年宇宙科学館)・加藤尚裕(九州女子短期大学)
- 1B03 「岩石の命名を取り入れた授業プランとその効果」
境 智洋(北海道立理科教育センター)
- 1B04 「科学的パラダイムに基づく『流れる水のはたらき』の展開法」
林 慶一(甲南大学)
- 1B05 「ゲーグルアースの教材としての活用」
相場博明(慶応義塾幼稚舎)
- 1B06 「川の教材化—河床礫に注目して—」
本藤祥一朗(広島大・教育・院)・山崎博史(広島大・教育)・梶山 透(広島大・教育・院)・鹿江宏明(広大附東雲中)・林 武広(広島大・教育)
- 1B07 「火山の学習におけるモデル実験の試み」
佐竹 靖(広大附東雲中)・鹿江宏明(同左)・林 武広(広島大・教育)・鈴木盛久(同左)
- 1B08 「インターネットを利用した気象学習—Live-Eの活用—」
石井喬志(広島大・教育・院)・匹田 篤(広島大・地域連携セ)・相原玲二(広島大・情報メディアセ)・鹿江宏明(広大附東雲中)・日切勇輝(広島大・教育・院)・林 武広(広島大・教育)

C会場：高校・大学・一般

- 1C01 「熱残留磁気のための教材の開発について」
中野英之（獨協埼玉中学高等学校）
- 1C02 「恐竜の声の復元の教材化」
小荒井千人（慶應義塾湘南藤沢中・高等部）
- 1C03 「高等学校地学におけるアースシステム教育の実践—特に気象分野を中心として—」
小泉治彦（千葉県立柏高等学校）
- 1C04 「生徒の疑問に答える火山学習—科学好きな子供を育てるカリキュラム開発(1)—」
見澤綾子（静岡県立御殿場南高等学校）・五島政一（国立教育政策研究所）
- 1C05 「身近な火山の学習を通して地球を実感できるSSH 野外体験学習プログラム—科学好きな子どもを育てるためのカリキュラム開発(2)—」
相原延光（神奈川県立西湘高等学校）・五島政一（国立教育政策研究所）
- 1C06 「小石川SSHと学校における地震観測」
南島正重（東京都立小石川高等学校）
- 1C07 「岐阜県美濃帯に見られる褶曲構造の解析」
青野宏美（岐阜聖徳学園大学）
- 1C08 「平成17年台風14号により発生した土石流について～防災学習の視点から～」
鈴木盛久（広島大・教育）・重道浩二（鳥取県東伯中）・林 武広（広島大・教育）・鹿江宏明（広大附東雲中）・岩永拓也（広島大・教育・院）・吉森正尚（広島市大河中）

- 茂庭隆彦（岩手県立総合教育センター）・照井一明（岩手県立大東高等学校）
- 2B04 「学習意欲を高める「高等学校地学Ⅰ」の授業展開」
池本博司（広島市立基町高等学校）
- 2B05 「地震発生、そのときの震度は？—マグニチュードから震度を推定する教材の開発—」
北川建彦（那須高原海城中学校・高等学校）
- 2B06 「学童保育児童を対象とした防災教育の実践報告」
香田達也（神戸市立兵庫商業高校）
- 2B07 「緯度による日周運動と見え方の違い」
竹内英二（拓殖大学第一高等学校）
- 2B08 「2005年8月9日千葉県君津市で見られた降水現象とその教材材料」
山本和彦（習志野市立習志野高等学校）

C会場：大学・一般

- 2C01 「博学連携・融合はどこまで可能か？学芸員と教師の協働を考える」
平田大二（神奈川県立生命の星・地球博物館）
- 2C02 「地層に関する高詳細映像教材について」
岩永拓也（広島大・教育・院）・匹田 篤（広島大・地域連携セ）・山崎博史・林 武広（広島大・教育）
- 2C03 「少年自然の家における継続的天体観察活動の試み」
金澤大起（広島大・教育・院）・石井隼人（福岡市次郎丸中）・藤本浩士（国立吉備少年自然の家）・原田 彩（広島大・教育・院）・林武広（広島大・教育）
- 2C04 「子どもが主体的に学び科学を好きになるための教育システム開発に関する実践的研究—科学好きな子どもを育てるための教師教育(1)—」
五島政一（国立教育政策研究所）、科学好きな子どもを育てるための教育システム開発研究会
- 2C05 「大学・博物館・教育委員会の連携による教員研修プログラムの開発—科学好きな子どもを育てるための教師教育(2)—」
岡本弥彦（麻布大学）・五島政一（国立教育政策研究所）・川尻清和（相模原市立博物館）・

懇親会： D会場（18:00～20:00）

8月20日

研究発表会（9:00～12:00）

B会場：小学校・中学校・高校

- 2B01 「城ヶ島に分布する第三系を題材にした野外学習」
高橋 修（東京学芸大）・斉藤 大（横国大大学院）・湯浅智子（東学大大学院）
- 2B02 「3次元空間概念を育成する理科学習の試み」
鹿江宏明・佐竹 靖（広大附東雲中）・鈴木盛久・林 武広（広島大・教育）
- 2B03 「岩手県衣川地域における地学的自然の教材化」

門倉松雄（相模原市教育委員会）

2c06 「保育園・幼稚園における研修プログラムの
開発—科学好きな子どもを育てるための教師
教育(3)—」

坂田尚子（静岡エネルギー環境教育研究
会）・田中千佳子（函南さくら保育園）・田宮
緑（常葉学園大学）・熊野善介（静岡大学）

2C07 「藤沢市教育文化センターの教員研修プロ
グラム—科学好きな子どもを育てる教師教育
(4)—」

川地啓文（藤沢市立片瀬中学校）・五島政一
（国立教育政策研究所）

2C08 「野外学習と教師教育」

下野 洋（星槎大学）

昼食 (12:00~13:30)

記念講演会: A会場 (13:30~15:00)

講師 エミー・シューベルト（米国ウィスコンシ
ン州エッジウッドカレッジ教授）

閉会行事: A会場 (15:00~15:30)

◎参加の申し込み〆切 8月5日

平成 18 年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会
第 60 回全国大会静岡大会

申込日: 2006 年 月 日

○参加申し込み (ジュニアセッション発表者・同引率者は別紙でのお申し込みとなります)

フリガナ
氏名:

所属:

連絡先: 〒

Tel:

Fax:

E-mail:

○懇親会・巡検の申し込み

懇親会 (4,000 円)

巡検 (各 4,000 円) 下記の参加するコースの に を記入して下さい。

A1 A2 A3 B1 B2 (先着順)

○宿泊の申し込み

17 日夜 18 日夜

18 日夜 20 日夜

21 日夜

○振り込み金額

参加費 (予稿集代を含む) 7 月 21 日以前のお振り込み分一般 4,000 円, 大学生・院生 2,500 円

7 月 24 日以降のお振り込み分一般 4,500 円, 大学生・院生 3,000 円

懇親会費 4,000 円

円

巡検 A1 コースにつき 4,000 円 (保険料込み)

円

合計金額

円

○申込書の該当箇所を記入し、郵送または Fax で送付して下さい。

<申込先> 〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836

静岡大学教育学部理科学教室 日本地学教育学会静岡大会事務局 熊野善介

Tel/Fax: 054-238-4637 E-mail: 事務局: q0530047@ipc.shizuoka.ac.jp

実行委員長: edykuma@ipc.shizuoka.ac.jp

○申込書を送付後、代金を下記の郵便振替口座へご送金下さい。

加入者名: 日本地学教育学会第 60 回全国大会静岡大会実行委員会

口座番号: 00880-4-149589

○大会予稿集のみの申し込み

申込者氏名

Tel:

送り先 〒

	部 数	金 額
大会予稿集 (一冊, 1,500 円)		円
送料 (310 円)		円
合計金額		円

恐竜の体重測定と食物量

—骨格標本と縮尺モデルの差の考察に基づいて—

Use of Models to Estimate Dinosaur Weights as Teaching Aids

松川 正樹*1・小荒井千人*2・柴田健一郎*3・中西亮平*4

Masaki MATSUKAWA, Kazuto KOARAI,
Kenichiro SHIBATA and Ryouhei NAKANISHI

Abstract: We estimated the weight of dinosaurs using models. According to the models' description, they are produced by scientists who study dinosaurs at museums. The models were therefore considered to be accurate representations but we compared them with actual dinosaur specimens to ensure their accuracy and found that they were inaccurate. We thus developed a correction factor to apply in order to calculate the dinosaur weight. We then weighed an ornithomimid found at Kanna-machi (formerly Nakasato village), Gunma Prefecture. Finally, we improved a method developed by Matsukawa *et al.* (2006) to estimate the amount of food consumed by a dinosaur. For comparison purposes, we used hamburger and lettuce as proxies for dinosaur food.

Key words: dinosaur, weight, amount of food, teaching aid

1. はじめに

恐竜の体重を求めるための方法として、縮尺モデルを用いた実験が知られている (Colbert, 1962; Alexander, 1985, 1989, 1991). これは、縮尺モデルから求めた恐竜の体積に密度をかけて推定する方法である。この縮尺モデルを用いた実験は、生物学的古生物学 (Paleobiology) の一端に触れられるものとして教材化されている (間島, 1995). この縮尺モデルを用いた実験ではモデルの精度が測定結果に影響を及ぼすが、Alexander (1985, 1989, 1991) は精密な縮尺モデルとして大英自然史博物館モデルを取り上げた。大英自然史博物館モデルは、間島 (1995) の教材化でも利用された。このほかの代表的な縮尺モデルとして、カーネギー自然史博物館モデルと、日本国内では入手が困難であるが、ドイツのフンボルト大学自然史博物館モデルが知られる。これらの博物館の縮尺モデルは厳密な

科学的復元により作成され、精密な教育用モデルとして市販されている。しかし、例えば、アフリカ・タンザニアのジュラ系から産出し、フンボルト大学自然史博物館に保存されている *Brachiosaurus brancai* Janensch (図1) のように、模式標本をもとに同じ縮尺で復元された大英自然史博物館モデル、カーネギー自然史博物館モデル、フンボルト大学自然史博物館モデルを比較すると、それぞれのモデルの大きさが異なることがわかった。さらに、これらのモデルと模式標本を比較すると、模式標本から正確な縮尺で作成されていないことがわかった。恐竜の縮尺モデルは、筋肉の復元の量に関してモデル作成者の主観が入ることの指摘がされている (Alexander, 1989, 1991; 犬塚, 1993) ことや、どの標本を基に作成されたものであるのかの記録が残されていないことで問題点がある。しかし、*Brachiosaurus brancai* Janensch のように、(1) 組立骨格標本が1個体のみなのでモデルの基になっ

*1 東京学芸大学・環境科学分野 *2 慶應義塾湘南藤沢中・高等部 *3 横須賀市自然・人文博物館

*4 岐阜市立岐北中学校 2006年3月23日受付 2006年4月20日受理

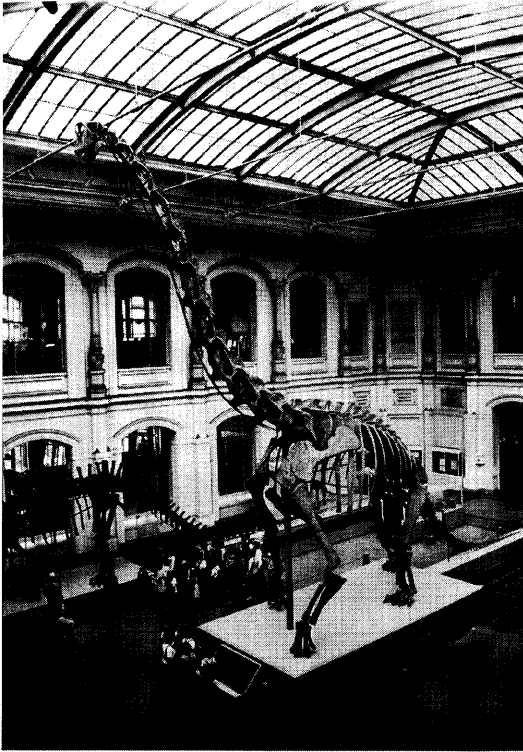


図1 ドイツのフンボルト自然史博物館に保存・展示されている *Brachiosaurus brancai* Janensch の模式標本。太田陽一氏提供。

た標本が限定しやすいこと、(2)その標本の骨格の大部分がそろっていること、(3)頭蓋や尾骨のように筋肉部の見積りに誤差の生じにくい部位で実物標本とモデルのサイズが異なることは、縮尺モデルを使って恐竜の体重を求める際の誤差を見積もりやすい。

そこで、本論文では、*Brachiosaurus brancai* Janensch を例として、縮尺モデルを用いて、恐竜の体重を実験で求める際の誤差の見積もりを述べる。また、関東山地の山中白亜系の瀬林層から産出したオルニトミムス類(山中竜という和名がついている)の体重を測定した。その結果を示す。

体重は、動物の運動能力や食物量を推定するための基礎となる。そのため、模型により見積もられた恐竜の体重から恐竜が必要とした食物量を求めることができる。間島(1995)は、この手法を基に、生徒用の教材を開発し、実践した。近年、恐竜が必要とする所要エネルギーと体重の関係が示されており(終原ほか, 2004; Matsukawa *et al.*, 2006)、間島(1995)で用いられた方法よりも詳細な恐竜の所要エネルギー量を見積もることができる。本論文では、その方法に基づき、生徒実験用にわかりやすくするために、肉食恐竜と草食恐竜がそれぞれ食した食物量をハンバーガーとレタスの個数で見積もる。また、これを発展させると、食物網とエネルギー流に基づき古生態系を定量的に復元することが可能になり、古生態系内の動物各種の個体数を推定することができ、生態系ピラミッドとして表

表1 恐竜等の縮尺モデルの例

恐竜等の縮尺モデルの一例		大英自然史博物館		カーネギー自然史博物館	
		大きさ(cm)	価格(円)	大きさ(cm)	価格(ドル)
アパトサウルス	<i>Apatosaurus</i>	47	1,500	56	20
バリオニクス	<i>Baryonyx</i>	25	600	23	5
ブラキオサウルス	<i>Brachiosaurus</i>	45	2,500	56	23
ディメトロン	<i>Dimetrodon</i>	8	200	20	5
ディプロドクス	<i>Diplodocus</i>	52	1,500	61	21.5
イグアノドン	<i>Iguanodon</i>	20	500	20	7
ステゴサウルス	<i>Stegosaurus</i>	24	500	15	6
トリケラトプス	<i>Triceratops</i>	25	500	18	6
ティラノサウルス	<i>Tyrannosaurus</i>	26	600	25	8.5
ヴェラキラプトル	<i>Velociraptor</i>	—	—	17	5

※大英自然史博物館モデルの価格は、東京サイエンスのwebサイトで公開されている消費税込みの販売価格(2006年1月現在)

カーネギー自然史博物館モデルの価格は、博物館のオンラインショップの価格(2006年1月現在)

モデルの大きさは、カタログ、webサイトで表示されている製品の大きさ。

現することが可能となる (Matsukawa *et al.*, 2006).

2. 恐竜の縮尺模型

恐竜の縮尺モデルを用いて、恐竜の体重を見積もるためには模式標本から忠実にスケールダウンされた縮尺モデルが必要である。恐竜のモデルには、容姿を誇張し、実際の姿とは相当に異なると思われるものもあるので注意が必要である。現在、日本国内で入手が可能な、研究者の監修による恐竜の縮尺モデルは、大英自然史博物館モデルとカーネギー自然史博物館モデルの2種で、これらは博物館の監修により製品化されている(表1, 図2)。大英自然史博物館のwebサイトのオンラインショップの記載内容によると、「この恐竜レプリカコレクションは博物館の古生物学部門と共同で開発し、これまでに市販されている製品では最も正確である。」と示されている。一方、カーネギー自然史博物館モデルに添えられている説明書には、「カーネギーコレクションの恐竜モデルは…(中略)…カーネギー自然史博物館の厳しい指導により制作され、…(中略)…学術的データによって細部まで正確に縮尺復元されています。」と表示されている。これらの製品は、それぞれの博物館のwebサイトのオンラインショップで紹介されており、同サイトで製品化されている恐竜に関する情報も入手することができる(大英自然史博物館自然史部門のオンラインショップのURL <https://www.nhmshop.co.uk/children/category.html>; カーネギー自然史博物館のオンラインショップのURL <http://www.naturalhistorystore.com/>)。

また、日本国内では入手が難しいがフンボルト大学自然史博物館モデルもある(図2の(F))。この縮尺モデルに添えられた説明書(ドイツ語)には、「この恐竜模型シリーズは、シュライヒ社と、ベルリンのフンボルト大学自然史博物館の共同制作によるものである。この模型は同縮尺で制作され、手作業による彩色が施されている。」と表示されている。この製品も同博物館の研究者らにより復元されたことが示されている。

博物館が監修している縮尺モデルは、筋肉をつける際の解釈も科学者の研究に基づいているので、安心して体重測定に使用することができる。また、いずれの製品も軟質プラスチック製で落下などの衝撃にも耐えることができ、1体数百円から2,000円ほどなので、教材として適当である。さらに、これらの商品は、日本国内の博物館のミュージアムショップや科学教材店

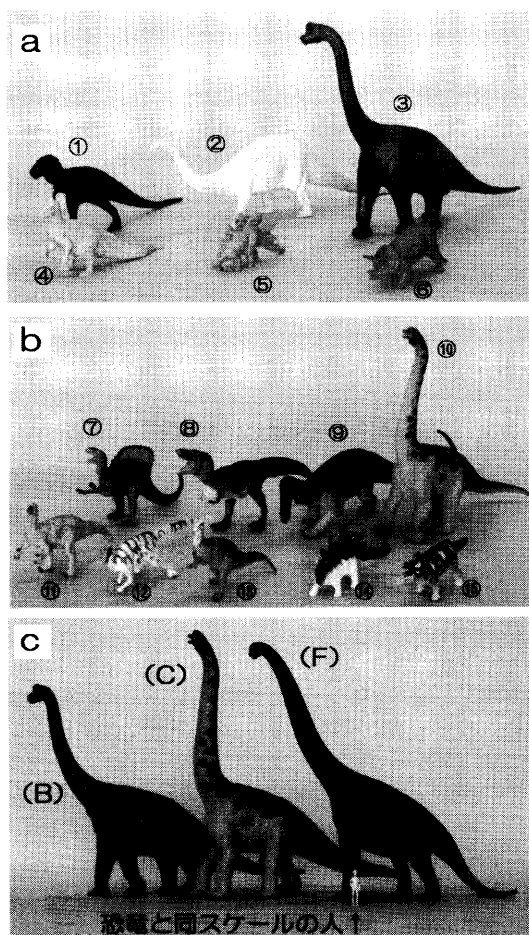


図2 体重測定に使用した恐竜の縮尺モデル。a: 大英自然史博物館モデル (①ティラノサウルス, ②アパトサウルス, ③ブラキオサウルス, ④イグアノドン, ⑤ステゴサウルス, ⑥トリケラトプス), b: カーネギー自然史博物館モデル (⑦スピノサウルス, ⑧ティラノサウルス, ⑨アパトサウルス, ⑩ブラキオサウルス, ⑪イグアノドン, ⑫コリトサウルス, ⑬パラサウロロフス, ⑭ステゴサウルス, ⑮トリケラトプス), c: *Brachiosaurus* の縮尺モデル (左(B): 大英自然史博物館モデル, 中央(C): カーネギー自然史博物館モデル, 右(F): フンボルト大学自然史博物館モデル), スケールの人の縮尺モデル (実物大での身長は178 cm)

などで購入することができる。

博物館が監修した縮尺モデルではないが、日本で容易に入手できる精密な縮尺モデルに、フェバリット社の「ダイナソー・ソフトモデルシリーズ」がある(図

3). このシリーズの縮尺模型は、1 個体の骨格標本を基に復元せずに、これまで発掘された骨格資料をまとめ、専門家のアドバイスを受けて忠実に再現したものである(フェバリット社への電話取材による)。大英自然史博物館モデルやカーネギー自然史博物館モデルよりも、製品化された時期が新しいので、近年の学説に基づいた復元がされている。特に、ブラキオサウルスの復元姿勢は、他の3モデルとは大きく異なり、首と尾がほぼ水平になっている。縮尺は恐竜により異なり、1/50(ティラノサウルス、トリケラトプス、ステゴサウルスなど)と、1/80(ブラキオサウルス、アパトサウルス)がある。この縮尺モデルは、樹脂製で扱いやすく、おもりを付けなくても水に沈むので容易に体重測定の実験ができる。また、大英自然史博物館モデルやカーネギー自然史博物館モデルに比

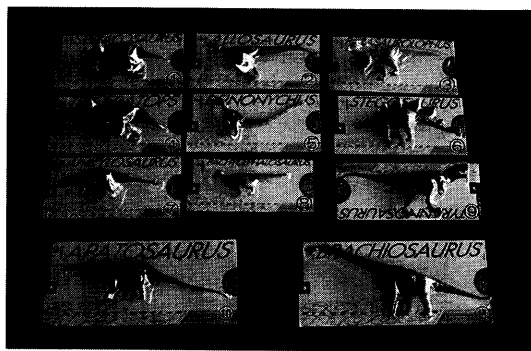


図3 フェバリット社製の縮尺モデル(①スティラコサウルス、②アロサウルス、③パラサウロロフス、④トリケラトプス、⑤デイノニクス、⑥ステゴサウルス、⑦アンキロサウルス、⑧パキケファロサウルス、⑨ティラノサウルス、⑩アパトサウルス、⑪ブラキオサウルス)

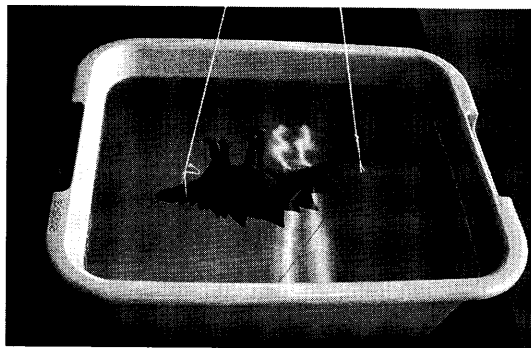


図4 フェバリット社製の縮尺モデルの2カ所を吊るし、浅い容器で体重測定を行っている様子

べ、約半分の大きさなので、体重測定の実験の際に大きなバケツを用意しなくても良い、という利点がある(図4)。

3. 方法

(1) 体重を求める理論

【体重の求め方】

恐竜のように化石としてしか産出しない過去の生物の体重を推定する方法として、精巧に復元された模型を用いる方法がある。まず、実際に測定した模型の体積から実物大の体積を換算する。体積×密度=質量(重さ)なので、模型の体積を求め、さらに、恐竜の密度を求めれば、質量(重さ)は求められる。

40分の1の縮尺模型を用いた場合、その模型の体積を実物の体積に直すためには、 $40 \times 40 \times 40 = 64,000$ 倍する(模型は40分の1の縮尺なので、縦、横、高さについてそれぞれ40倍する)。模型の体積を正確に量るために、アルキメデスの原理を応用できる。

恐竜の体重測定は、地球上で行うので、質量を体重として扱う。そのため、体重測定には、バネばかりを用いる。

【アルキメデスの原理】

ある物体を流体中に沈めると、物体に上向きの力が働く。この力(浮力)の大きさは、沈めた物体の体積と同量の流体の質量(重さ)に等しい。これをアルキメデスの原理という。したがって、物体にかかる浮力の大きさを計測し、その値を流体の密度で割れば物体の体積が計算できる。

【恐竜の体の密度について】

この実験では、恐竜の体の密度のデータが必要である。しかし、生存時の密度は直接的にはわからないので、現生物の測定値を用いる。恐竜と近縁の現生物のワニの体密度: 約 1.08 g/cm^3 を用いることができる。しかし、ワニは肺の空気調整により水に浮き沈みできる。このことからワニの密度は水の密度に近似している。ここでは、恐竜の密度を 1.00 g/cm^3 とした。

(2) 実験方法

【方法】

- (i) 恐竜模型を図5の①のように糸でバネばかりに吊るし、重さ W を読みとる。
- (ii) 次に、図5の②のように恐竜模型全体が水中に沈むように吊す。このときの重さ W' を読み取

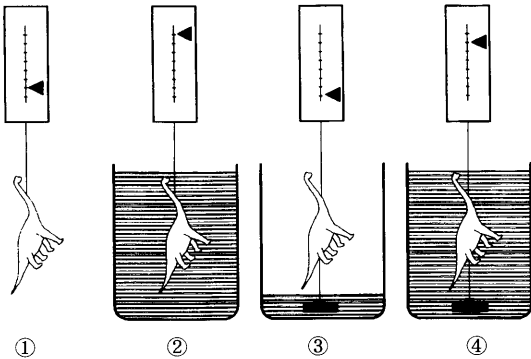


図5 恐竜の体重の測定の仕方。①恐竜模型を糸で吊す。②恐竜模型全体が水中に沈むように吊す。③重りをつけないで測定する方法、④重りをつけて測定する方法

る。(ここでは45リットルのバケツを用いた。)

(iii) 求めた W から W' を引く。これが恐竜模型の体積となる。

恐竜モデルは1/40の縮尺である。実物の恐竜の体積を求めるためには、(iii)で求めた値を64,000(40×40×40)倍する。(実物の体積を求めるには、長さ×高さ×幅で求める。縮尺は長さ、高さ、幅それぞれに対してスケールダウンしているので、それぞれの値に縮尺の逆数をかける必要がある。)

(iv) 体積の単位を cm^3 から m^3 に直す。

$1,000,000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ m}^3$ である。大部分の動物の密度は水の密度と同じである。すなわち、 $1,000 \text{ kg/m}^3 (= 1 \text{ t/m}^3)$ である。したがって、この値がそのまま体重(単位: t)となる。

【体重を求める式】(40分の1の模型を使つての例)

$$\begin{aligned} \text{体重 (g 重)} &= [\text{浮力 (g 重)}] \times [1/\text{水の密度 (g/cm}^3)] \\ &\quad \times 64,000 \times [\text{恐竜の体密度 (g/cm}^3)] \\ &= [W - W' (\text{g})] \times [1/1.00 (\text{g/cm}^3)] \\ &\quad \times 64,000 \times [1.00 (\text{g/cm}^3)] \\ &= [W - W' (\text{g})] \times 64,000 \end{aligned}$$

恐竜の密度は、近縁のワニの密度 1.08 g/cm^3 から、 1.00 g/cm^3 として、(iv)で求めた実物の恐竜の体積の値に恐竜の密度を乗じて得られる値が実物の恐竜の体重となる。なお、実験の際の注意として、恐竜の縮尺モデルが水に浮く場合は、図5の③、④のようにおもりを用いる。まず、はじめにおもりの部分だけが沈むようにして W の値を読む。以下は同様に進める。

(3) *Brachiosaurus brancai* Janensch の縮尺モデルの全長、尾の長さ、体高、頭蓋長、頭蓋幅を測定し、模式標本のそれらの値(片矢, 1984)と比較する。縮尺モデルの頭蓋長、頭蓋幅、尾の長さの測定箇所は、竜脚類の骨格図(例えば、Paul, 1996)を参考に決定した。

表2 測定した恐竜の縮尺モデルから見積もられる恐竜の体積、体重、および表示体重、体積と表示体重から産出した密度

	体積 × 10 ⁶ (cm ³)	体重 (t)	表示体重 (t)	密度 (g/cm ³)
<i>Brachiosaurus</i> (B)	46.4	46.4	-	-
<i>Brachiosaurus</i> (C)	64.6	64.6	77	1.19
<i>Brachiosaurus</i> (F)	39.7	39.7	50-70	1.26-1.76
<i>Tyrannosaurus</i> (B)	7.30	7.3	7	0.96
<i>Tyrannosaurus</i> (C)	12.20	12.2	7.5	0.6
<i>Iguanodon</i> (B)	5.50	5.5	-	-
<i>Iguanodon</i> (C)	8.90	8.9	5	0.58
<i>Stegosaurus</i> (B)	3.14	3.1	-	-
<i>Stegosaurus</i> (C)	7.42	7.4	2	0.27
<i>Triceratops</i> (B)	6.14	6.1	8	1.3
<i>Triceratops</i> (C)	8.70	8.7	7-9	0.81-1.03

(B)大英博物館モデル、(C)カーネギー自然史博物館モデル、(F)フンボルト大学自然史博物館モデル

※縮尺モデルの体積は、表の数値 × 10⁶(cm³)

4. 結 果

三つの博物館が制作した3種類の縮尺モデルでの *Brachiosaurus brancai* Janensch の体重を測定すると値が大きく異なる(表2)。また、カーネギー自然史博物館モデルには、何らかの方法で推定された体重が縮尺モデルの「タグ」に表示されているが、今回の実験で得られた体重と表示された体重とを比較すると値が異なる(表2)。

なお、参考として、大英自然史博物館とカーネギー自然史博物館で作成、販売されているいくつかの恐竜の縮尺モデルについても体重測定の実験を行った。その結果、今回の実験で得られた体重と表示された体重とを比較すると値が異なる(表2)。実験で得られた体積と表示された体重から求めた密度は、モデルにより値が大きく異なり、体重を求めるのに使用した密度 1.00 g/cm^3 とは異なる。また、実験で得られた体重の値を比較したところ、一様にカーネギー自然史博物館モデルは大英自然史博物館モデルよりも値が大きく、前者は後者に比べ1.4倍から2.3倍ほど大きい。

5. 考 察

実験で使用した3種類の恐竜の縮尺モデルは、それぞれ大英自然史博物館、カーネギー自然史博物館、フンボルト大学自然史博物館の厳密な科学的な復元により、実物の1/40の縮尺で作成されたもの(図2)である。製品に添えられている説明書等によればいずれも精密であるとされている。しかし、実験で求めた体重は、どの種類の恐竜に関しても、同じ恐竜の縮尺モデルにもかかわらず体重の値が異なる。

特に、*Brachiosaurus brancai* Janensch の縮尺モデルは、タンザニアのジュラ系から発掘されて、ドイツのフンボルト大学自然史博物館に展示されている模式標本から作成されたものである。このモデルが精密に作られたモデルであるならば、各部位の大きさの40倍が模式標本の各部位の大きさに一致するはずである

(図6)。しかし、表3で示すように、大英自然史博物館モデル、カーネギー自然史博物館モデルは、模式標本(Janensch, 1950a, 1950b)と比較すると、ともに頭

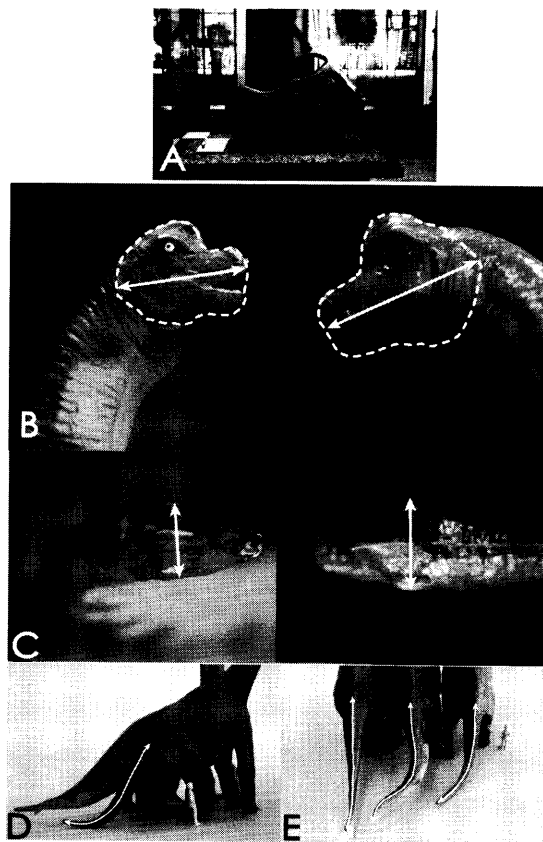


図6 ブラキオサウルスの縮尺モデルの測定部位。
A: フンボルト大学自然史博物館に展示されているブラキオサウルスの頭蓋骨, B: 頭蓋長の測定部位(左: カーネギー自然史博物館, 右: 大英自然史博物館), C: 頭蓋幅の測定部位(左: カーネギー自然史博物館, 右: 大英自然史博物館), D: 尾の長さの測定部位(側面), E: 尾の長さの測定部位(背面, 左: 大英自然史博物館, 中央: カーネギー自然史博物館, 右: フンボルト大学自然史博物館)

表3 *Brachiosaurus brancai* Janensch の模式標本のサイズと縮尺モデルから測定したサイズ

	頭蓋長(cm)	頭蓋幅(cm)	体高(m)	全長(m)	尾の長さ(m) (尾の付け根からの長さ)	全長-尾の長さ(m)	尾の長さを1としたときの 尾の長さ以外の長さ
大英博物館	104.0	60.0	11.6	19.3	7.0	12.3	1.76
カーネギー自然史博物館	91.2	62.0	14.8	19.9	6.3	13.6	2.17
フンボルト大学自然史博物館	74.2	54.0	12.9	19.9	6.3	13.6	2.17
模式標本	70.0	37.5	11.9	22.7	6.6	15.1	1.98

部の長さ(頭蓋長)と幅(頭蓋幅)が20~30 cm 大きい。全長は三つの博物館のモデルが約3 m 短く、尾の長さは大英自然史博物館モデルは0.4 m 長く、カーネギー自然史博物館モデルでは0.3 m 短く作られている。また、体高は、カーネギー自然史博物館モデルで約3 m も高いことになる。したがって、三つの博物館の縮尺モデルは、いずれも1/40に正確に復元されていないことになる。また、表示体重から逆算した密度は、ほとんどがワニやヒトの密度とは大きく異なる(表2)。したがって、縮尺モデルの体積と、表示されている推定体重とは対応していないと結論づけられる。以上のことから、それぞれの縮尺モデルは、多少の皮膚や筋肉の部分を考慮したとしても、これらの縮尺モデルは完全に精密なものではないと判定される。

6. 体重の補正

大英自然史博物館モデル、カーネギー自然史博物館モデル、フンボルト大学自然史博物館モデルは、縮尺通り、精密に復元されていない。そのため、より正確な体重を求めるには補正が必要である。ここでは、国内でも入手可能な、大英自然史博物館モデル、カーネギー自然史博物館モデルの2種を取り上げる。

フンボルト大学自然史博物館に展示されている *Brachiosaurus brancai* Janensch の模式標本(図1)は、全長22.7 m である。一方、大英自然史博物館モデルの *Brachiosaurus brancai* Janensch では、モデルの全長は48.3 cm で、縮尺は1/40なので、この値の40倍の19.3 m が実物大の全長として見積もられる。大英自然史博物館モデルは、実物より小さく作られている。モデルの全長から推定された19.3 m を1.18倍すると模式標本の全長の値に近似する。したがって、縮尺モデルから得られた体積に1.64(1.18×1.18×1.18)倍した値が、実物の体積として求められる。恐竜の密度を1.00 g/cm³としているので、体重は体積に密度を乗じて1.64倍した値となる。

全長からの補正体重: $46.4 \times 1.64 = 76.1$ (t)

模式標本とモデルを比較した。その結果、モデルの全長と各部位の長さの縮尺比は同じではないことがわかった。そのため、尾の部分とそれ以外の部分とに分けて計算し、それを合計した値を補正体重とする。ただし、縮尺モデルから求められる尾の体積は、尾の付け根から先の部分である。したがって、縮尺モデルの尾の付け根を境に、尾の部分とそれ以外の部分とする(図6のD, E)。なお、縮尺モデルの測定と骨格図を参

考にすると、縮尺モデルの尾の付け根までの長さ、骨格(模式標本)の尾の付け根までの長さの差は、実物大で約1 m と見積もることができる。尾の長さの補正值は、縮尺モデルと模式標本を比較すると求められる。縮尺モデルの尾の長さの0.94倍が模式標本の尾の長さの値に近似する。また、尾以外の長さの1.23倍が、模式標本のそれに近似できる。

尾の重さ : $3.5 \times 0.94^3 = 2.9$ (t)

尾以外の重さ: $42.9 \times 1.23^3 = 79.8$ (t)

補正体重 : $79.8 + 2.9 = 82.7$ (t)

カーネギー自然史博物館モデルの *Brachiosaurus brancai* Janensch についても同様に計算した。カーネギー自然史博物館モデルの *Brachiosaurus brancai* Janensch は、全長が、49.7 cm である。この値から逆算した値を実物大の全長として、その値を1.14倍すると、模式標本の全長の値に近似される。また、補正值は、モデルの尾を基に推定される長さの1.05倍、尾以外の長さの推定値の1.11倍が、模式標本にそれぞれ近似できる。

全長からの補正体重: $64.6 \times 1.14^3 = 95.7$ (t)

尾の重さ : $6.0 \times 1.05^3 = 6.9$ (t)

尾以外の重さ : $58.6 \times 1.11^3 = 80.1$ (t)

補正体重 : $80.1 + 6.9 = 87.0$ (t)

補正後の体重の値について、尾と他の部位を分けた場合と分けない場合では、大英自然史博物館モデルで6.6 t、カーネギー自然史博物館モデルで-8.7 tの差が認められる。これらの差は、全長と尾の長さの縮尺比が異なるために生じる。全長による体重の補正值と、尾と尾以外に分けて求めた補正体重との差が小さいほうが、尾と尾以外の部位の長さの比のバランスがよいことになる。したがって、大英自然史博物館モデルのほうが、各部位の長さのバランスは模式標本に近いと解釈できる。

なお、補正体重について、両博物館の縮尺モデルを比較すると、カーネギー自然史博物館モデルのほうが4.3 t重い値が示される。これは、カーネギー自然史博物館モデルの方が模式標本の測定値からの差が大きいことを示し、カーネギー自然史博物館モデルの方が肉付きの良いことを意味する。

恐竜の復元図を見ると、1960年代の解釈では、恐竜は太っていたとされていたが、今日ではその当時に比べると痩せていると解釈されている。カーネギー自然史博物館モデルのほうが模式標本に比べて差が大きい。これは、このモデルの製作担当者が大英自然史博

表4 フェバリット社製の縮尺モデルから求めた体重と修正スケール

	表示スケール	表示体重(t)	実験で求めた 体重(t)	表示体長(m) ※全長	縮尺から求めた 全長(m)	修正スケール	修正スケールで 求めた体重(t)
ブラキオサウルス	1/80	30(ないし 80)	74.8	22.0	26.4	1/66	31.5
トリケラトプス	1/50	8.0	18.8	9.0	11.9	1/38	8.2
ステゴサウルス	1/50	2.5	4.0	9.0	10.8	1/40	6.0
ティラノサウルス	1/50	7.0	12.0	14.0	12.5	1/56	16.9

物館モデルの製作担当者の解釈より *Brachiosaurus brancai* Janensch は太っていたと解釈したためと考えられる。

また、フェバリット社製のブラキオサウルス、トリケラトプス、ステゴサウルス、ティラノサウルスの縮尺モデルを用いて恐竜の体重を測定した。その結果、求めた体重は、他の縮尺モデルを用いて求めた値や、製品の説明書に表示されている値と大きく異なった。

そこで、一般的に知られているそれぞれの恐竜の全長の値と、フェバリット社製の縮尺モデルの長さを基にスケールの正確さの程度を検討した。その結果、ブラキオサウルス、トリケラトプス、ステゴサウルスは表示されている縮尺よりも大きめに、ティラノサウルスは小さめに作られていることがわかった。この結果から、縮尺モデルの全長の実測値と製品に添えられた説明書に記載されている全長から“修正スケール”を導いた。そして、それぞれの縮尺モデルから“修正体重”を求めた(表4)。求めた“修正体重”の値は、ブラキオサウルスとトリケラトプスでは、一般的に知られている体重や、製品に表示されている体重に近い値となった。しかし、ステゴサウルスとティラノサウルスでは、これらの値は2倍以上の差が生じた。これは、モデル化にあたり、実際よりも肉付きが良く復元されたためと考えられる。したがって、フェバリット社製の縮尺モデルを体重測定の実験に用いる際には、製品に表示されている縮尺を使用せずに、“修正スケール”を求めてから体重を求める計算をする必要がある。また、ステゴサウルスとティラノサウルスの縮尺モデルは表示体重のイメージよりも肉付きが良く復元されていることを意識する必要がある。

7. オルニトミムス類(山中竜)の体重測定

群馬県神流町(旧中里村)の下部白亜系の山中白亜系の瀬林層からオルニトミムス類(山中竜という和名がついている)の仙椎(sacral vertebra)の化石が産出した。この標本は、当初、長谷川ほか(1984)により

「大型竜脚類の *Mamenchisaurus* sp. とは異なる種属の10 mを超える恐竜類」と考えられていたが、その後、二足歩行のダチョウ恐竜の *Gallimimus* とされた(Manabe *et al.*, 1989)。そして、さらに、オルニトミムス類(ornithomimid)に修正され(Manabe and Hasegawa, 1991), *Ornithomimidae* gen. et sp. indet. として記載された(Hasegawa *et al.*, 1999)。これは、*Gallimimus* が白亜紀最後期のみから産出することと、産出した仙椎(sacral vertebra)の化石が属レベルで *Gallimimus* に同定されにくいこと(Matsukawa and Obata, 1994)によるものであろう。

旧中里村(現 神流町)では、日本ではじめて恐竜の足跡化石が発見されたこと(Matsukawa and Obata, 1985)を記念して中里村恐竜センターが設立された。さらに、1996年には、モンゴル産の恐竜展示「恐竜の道」の常設展(小島・松川, 1996)が新たにつけ加わった。これは、白亜紀前期の類似のオルニトミムス類が、中里村とモンゴルの両地域で知られていることから、当時の両地域をつなぐ「恐竜ハイウェイ」があったことを題材にした展示である。この展覧会を開催するに際して、山中白亜系の瀬林層から産出したオルニトミムス類(山中竜)の実物サイズのブロンズ像が作成された。山中白亜系の瀬林層から産出したオルニトミムス類(山中竜という和名がついている)の

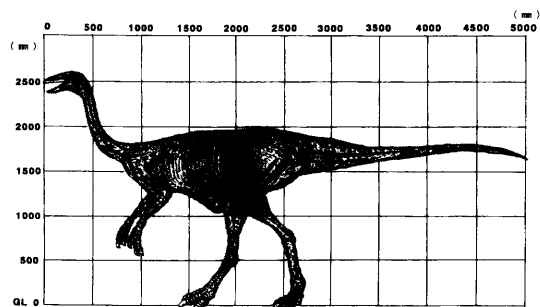


図7 オルニトミムス類(山中竜)の全身像の復元図

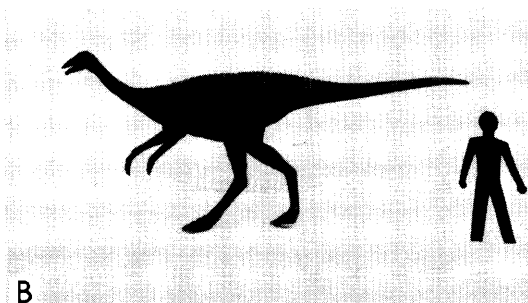
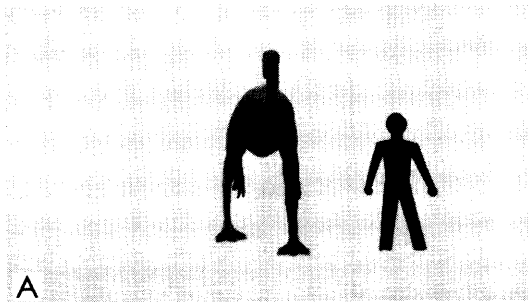


図8 オルニトミムス類（山中竜）の全身像の1/20の模型
A: 正面像, B: 側面像

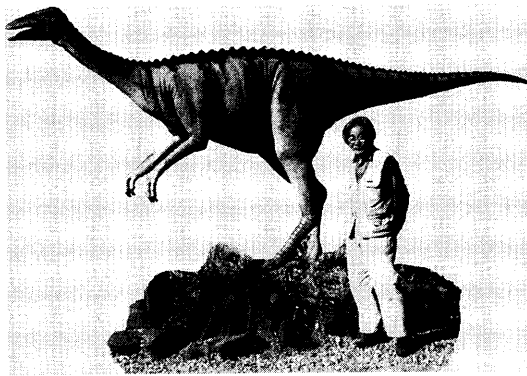


図9 オルニトミムス類（山中竜）の实物サイズのブロンズ像

わずかに1標本の仙椎 (sacral vertebra) の化石から全身像を推定するには、これまでに知られている近縁のオルニトミムス類の骨格との比較を行い、そのサイズから大きさと全身像が導かれる (図7)。そして、さらに、1/20の縮尺モデル (図8) が彫刻家により作成され、实物サイズのブロンズ像が造られる (図9)。

瀬林層から産出したオルニトミムス類 (山中竜) の体重は、1/20の模型を用いて、上記に示した方法で

求めた。その結果、その体重は750 kgが見積もられた。オルニトミムス類に関して、模型により体重を測定した報告は知られていないので、これは同時にこの仲間の体重測定としては世界で初の試みになる。瀬林層から産出したオルニトミムス類 (山中竜) の全長は5 mが見積もられている。中型のオルニトミムス類のストルティオミムスは、全長3~4 mが見積もられているので、その体重は瀬林層から産出したオルニトミムス類 (山中竜) よりやや軽量であると解釈される。

8. 恐竜の食物量の推定

恐竜が食した食物量を示す直接的な証拠はない。しかし、現生の動物の生理学的資料を応用すると、恐竜が必要とした食物量を見積もることは可能である。間島 (1995) は、現生の肉食と草食の哺乳類の代謝量から恐竜が必要とする食物量を求める教材を開発し、実践した。間島 (1995) が用いた恐竜の食物量を見積もる式 (本川, 1992; Paul, 1988) は、現生の内温性動物、もしくは外温性動物と同じ生理機能を持つ動物にしか応用することができない。しかし、柘原ほか (2004), Matsukawa *et al.* (2006) の式は、動物の体重と生理機能、活動量に応じて動物の所要エネルギー量 (食物量) を見積もることができるので、本川 (1992) や Paul (1988) の式よりも優れている。ここでは、その式に基づき、恐竜の食物量を見積もる。

(1) 恐竜の所要エネルギー量

所要エネルギー量とは動物が生きていくために必要なエネルギーのことである。動物は草食・肉食にかかわらず、必ずこのエネルギーを食物から摂取する。動物には10 gほどの小さなネズミから5 tを超えるゾウまでさまざまな種が存在するが、単純に体重が10倍になれば10倍の食物を摂取するわけではない。動物の所要エネルギー量を見積もるためには、まず各種動物の基礎代謝率を見積もる必要がある。

基礎代謝率とは、生物が安静にしているときに必要とするエネルギー量のことであり、生物が生命を維持していくのに要する最小のエネルギー量である。体重と基礎代謝率には比例関係が成り立っている。そのため、動物の体重から基礎代謝率を求めることができ、哺乳類では $70 \times W^{0.75}$ (W : 体重 kg) (kcal/day) である。この式は、体重数十グラムの小動物から6,000 kgの大型動物に至るまで有効であることが示されている (Kleiber, 1987)。爬虫類 (トカゲ) の基礎代謝率は、同程度の体重の哺乳類の10~20%であるとされている

表5 体重から所要エネルギーを見積もる式

種 類	単 位	式
草食哺乳類	kcal/day	$2 \times (70 \times W^{0.75}) \times (1 \div 0.5)$
肉食哺乳類	kcal/day	$2 \times (70 \times W^{0.75}) \times (1 \div 0.8)$
外温性草食類	kcal/day	$2 \times (70 \times W^{0.75}) \times (1 \div 0.5) \times 0.15$
外温性肉食類	kcal/day	$2 \times (70 \times W^{0.75}) \times (1 \div 0.8) \times 0.15$

表6 恐竜とゾウの体重から食物量を求めた例

	動 物	体重 (t)	所要エネルギー量 (Kcal/day)	キャベツの個数 (1球 1.2kg, 290kcal)	レタスの個数 (1球 0.5kg, 65kcal)	ハンバーガーの個数 (1個 326 kcal)
外温性草食類	<i>Brachiosaurus</i> (B)	82.7	204,823	706	3,151	-
	<i>Brachiosaurus</i> (C)	87.0	212,759	734	3,273	-
	<i>Brachiosaurus</i> (F)	39.7	118,125	407	1,817	-
外温性肉食類	<i>Tyrannosaurus</i> (B)	7.3	20,731	-	-	64
	<i>Tyrannosaurus</i> (C)	12.2	30,472	-	-	93
内温性草食類	アフリカゾウ	5.0	166,489	574	2,561	

(Bennett and Dawson, 1976). これに基づき、外温性動物の基礎代謝量を哺乳類の15%とした。これに加えて、動物は保温や活動、泌乳、成長などにエネルギーを消費する。そのため、動物が最終的に消費するエネルギーは基礎代謝率の2~3倍となる。このエネルギー量を活動代謝率と呼ぶ(Fowler, 1984)。しかし、動物は摂取したエネルギーすべてを活動や成長に利用することはできず、一部は排泄物となり体外に放出される。したがって、実際に必要とするエネルギーより過剰なエネルギーを摂取する必要がある。摂取したエネルギーのうち、活動や成長に利用できるエネルギーの割合は動物の食性により異なり、草食者で約50%、肉食者で80%である(Heal and MacLean, 1975)。この割合の逆数を活動代謝率に乗じることで、動物の所要エネルギー量(食物量)が見積もられる。各動物に対する所要エネルギー量の要求式を示す(表5)。

この式の大きな特徴は、動物の基礎代謝率と活動量に応じて、さまざまな動物の所要エネルギー量を見積もることができる点である。この特徴は、生理機能についてさまざまな解釈が提案されている恐竜の所要エネルギー量を推定する際に特に役立つ。例えば、恐竜の生理機能について、①現生爬虫類と同じ外温性動物であったとする解釈(Colbert *et al.*, 1946 など)、②現生哺乳類と同じ内温性動物であったとする解釈(Bakker, 1972; Paul, 1988 など)、③外温性動物と内

温性動物の間で、基礎代謝率は低いものの、活発に動くことができたとする解釈(Regal and Gans, 1980; Reid, 1997 など)がある。私たちが示す所要エネルギー量を見積もる式を用いると、③の解釈に基づいて、「外温性動物程度の基礎代謝率と内温性動物程度の活動量を持った恐竜」を想定し、その所要エネルギー量を見積もることもできる。さらに一部の肉食恐竜や小型恐竜は活動が活発であったとする解釈(Ostrom, 1980; Lockley, 1991)に基づき、それらの恐竜と竜脚類のような大型草食恐竜の所要エネルギー量の見積もりに差別化(活動代謝率を前者は基礎代謝率の3倍、後者は2倍とするなど)を図ることもできる。すなわちこの式は、現在提案されているさまざまな恐竜の生理機能モデルに基づいて、それぞれ恐竜の所要エネルギー量を見積もることができる。

(2) 恐竜の所要エネルギー量の見積もりの例

表5の所要エネルギーを見積もる最新の式を使用し、恐竜の食物量を計算した。ここでは単純化のため、恐竜が外温性動物であったとする解釈に基づいて計算した。その結果の一例を示す。

草食恐竜のブラキオサウルス(*Brachiosaurus brancai* Janensch)と肉食恐竜のティラノサウルスの縮尺モデルを用い、体重と所要エネルギー量を見積もった。ブラキオサウルスの体重のうち、大英自然史博物館モデルとカーネギー自然史博物館モデルは補正体重を用いた。また、見積もられた所要エネルギー量

は熱量(kcal/day)として求められる。求めた熱量の大きさを実感するために、キャベツやハンバーガーなど身近な食材に置き換えた(表6)。現実には、恐竜はキャベツやハンバーガーを食べていなかったが、身近な食材に例えることで、恐竜が1日に必要な食物量が理解しやすくなる。ブラキオサウルスはキャベツ407個から734個分、ティラノサウルスはハンバーガー64個から93個分のエネルギーを1日に必要としたことが見積もられる。比較のためにアフリカゾウ(平均体重5t)の所要エネルギー量を求めた(表6)。アフリカゾウの体重はブラキオサウルスの体重の1/15程度であるが、1日の所要エネルギー量、すなわち食物量はブラキオサウルスとほぼ同じである。これは、アフリカゾウが内温性動物であり、体温維持のために多くのエネルギーを必要とするためである。

9. まとめ

大英自然史博物館モデル、カーネギー自然史博物館モデル、フンボルト大学自然史博物館モデルの三つの縮尺モデルとも完全に精密なものでなく、恐竜の体重を推定する実験で使用するモデルとして、どれがふさわしいか断言することはできない。体重測定の教材として恐竜の縮尺モデルを用いるとき、その縮尺モデルがどのような方法で復元されたかが把握でき、できるだけ細部まで精密に復元されているものが好ましい。しかし、そのようなモデルを求めることは现阶段では不可能である。したがって、縮尺モデルと復元の基になった標本との間に、どの程度の差があるのかを把握した上で、この実験を行うことが必要であろう。また、山中白亜系の瀬林層から産出したオルニトミムス類(山中竜)の体重を測定した。これは、日本から見つかった恐竜の体重を初めて見積もった値である。さらに、近年求められた動物の体重と所要エネルギーの関係を用いて、恐竜の体重から恐竜が必要とした食物量を求めることができることを示した。そして、恐竜の大きさを実感するために、求めた食物量を身近な食べ物に置き換えた。

謝辞 国立科学博物館名誉館員の小島郁生博士には、フンボルト大学自然史博物館所蔵の *Brachiosaurus brancai* Janensch の模式標本の全長、体高などの実測した値を使用させて頂いた。牛久市在住の円尾博美、寺門宏之両氏には、山中白亜系の瀬林層から産出したオルニトミムス類(山中竜)の体重測定に関

して模型作成の手順をお教え頂き、模型の貸与の便宜を頂いた。また、ダイノレックス(株)の太田陽一氏にはフンボルト大学自然史博物館所蔵の *Brachiosaurus brancai* Janensch の写真を貸与して頂いた。さらに、東京学芸大学松川研究室の院生・学生の方々にはゼミナールでの議論や論文の挿図や表の作成に当たり、多大なご協力を頂いた。これらの方々にお礼申し上げます。

参考文献

- Alexander, R. M. (1985): Mechanics of posture and gait of some large dinosaurs. *Zoological Journal of Linnean Society*, **83**, 1-25.
- Alexander, R. M. (1989): Dynamics of dinosaurs and other extinct giants. Columbia University Press, New York, 167 p.
- Alexander, R. M. (1991): 坂本憲一訳: 恐竜の力学, 地人書館, 217 p.
- Bakker R. T. (1972): Anatomical and ecological evidence of endothermy in dinosaurs. *Nature*, **238**, 81-85.
- Bennett, A. F. and Dawson, W. R. (1976): Metabolism. In: C. Gans and W. R. Dawson (eds.). *Biology of the Reptilia*, **5**, 127-223.
- Colbert, E. H., Cowles, R. B. and Bogert, C. M. (1946): Temperature tolerances in the American alligator, and their bearing on the habits, evolution and extinction of the dinosaurs. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **86**, 327-373.
- Colbert, E. H. (1962): The weights of dinosaurs. *American Museum Novitates*, **2076**, 1-16.
- Fowler, M. E. (editor-in-chief) (1984): 北昇・浅倉繁春監訳: 野生動物の獣医学, 文永堂, 876 p.
- 長谷川善和・加瀬友喜・中島秀一 (1984): 山中地溝帯より産出した大型脊椎動物化石. 日本地質学会第91年学術大会講演要旨, 218 p.
- Hasegawa, Y., Manabe, M., Kase, T., Nakajima, S. and Takakuwa, Y. (1999): An Ornithomimid Vertebra from the Early Cretaceous Sebayashi Formation, Sanchu Terrane, Gunma Prefecture, Japan. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, **3**, 1-6.
- Heal, O. W. and MacLean, S. F. (1975): Comparative productivity in ecosystems-secondary productivity. In: W. H. van Dobben and R. H. Lowe-McConnell (eds.), *Unifying Concepts in Ecology*. Junk, The Hague, 89-108.
- 犬塚則久 (1993): 恐竜の復元. 小島郁生編「恐竜学」, 東京大学出版会, 東京, 33-97.
- Janensch, W. (1950a): Die Wirbelsäule von *Brachiosaurus brancai*. *Palaeontographica* (Suppl. 7), **3**, 97-103.

- Janensch, W. (1950b): Die Skelettrekonstruktion von *Brachiosaurus brancai*. *Palaeontographica* (Suppl. 7), **3**, 27–93.
- 片矢勝巳編 (1984): 「世界最大の恐竜展」図録, 読売新聞社, 56 p.
- Kleiber (1987): 亀高正夫・堀口雅昭訳, 生命の火 動物エネルギー学, 養賢堂, 436 p.
- 柗原礼士・柴田健一郎・松川正樹 (2004): 化石に基づく古生態系復元モデル—セレンゲティ生態系でのテスト. 東京学芸大学紀要第4部門, **56**, 153–164.
- Lockley, M. G. (1991): *Tracking Dinosaurs*. Cambridge University Press, Cambridge, 238 pp.
- 間島信男 (1995): 恐竜の体重を測ろう—地学の新しい実験開発の試み—, 地学教育, **48**, 93–102.
- Manabe, M., Hasegawa, Y. and Azuma, Y. (1989): Two new dinosaur footprints from the early Cretaceous Tetori Group of Japan. In: D. D. Gillette and M. G. Lockley (eds.), *Dinosaur Tracks and Traces*. Cambridge University Press, New York, 309–312.
- Manabe, M. and Hasegawa, Y. (1991): The Cretaceous dinosaur fauna of Japan. In: Z. Kielan-Jaworowska, N. Heintz and H. A. Nakrem (eds.), *Fifth Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota, Extended Abstract*. *Palaeontological Museum*, Oslo, **362**, 41–42.
- Matsukawa, M. and Obata, I. (1985): Dinosaur footprints and other indentations in the Cretaceous Sebayashi Formation, Sebayashi Japan. *Bulletin of the National Science Museum*, Tokyo, **11**, 9–36.
- Matsukawa, M. and Obata, I. (1994): Dinosaurs and sedimentary environments in the Japanese Cretaceous: A contribution to dinosaur facies in Asia based on the molluscan paleontology and stratigraphy. *Cretaceous Research*, **14**, 101–125.
- Matsukawa, M., Saiki, K., Ito, M., Obata, I., Nichols, D. J., Lockley, M. G., Kukihara, R. and Shibata, K. (2006): Early Cretaceous terrestrial ecosystems in East Asia based on food-web and energy-flow models. *Cretaceous Research*, **27**, 285–307.
- 本川達雄 (1992): ゾウの時間ネズミの時間. 中央公論社, 東京, 230 p.
- 小島郁生・松川正樹 (1996): 「恐竜の道」群馬県中里村恐竜センター図録, 群馬県中里村, 72 p.
- Ostrom, J. H. (1980): The evidence for endothermy in dinosaurs. In: R. D. K. Thomas and E. C. Olson (eds.), *A Cold Look at the Warm-Blooded Dinosaurs*. American Association for the Advancement of Science Selected Symposium 28, Westview Press, Boulder, 15–54.
- Paul, G. S. (1988): *Predatory Dinosaurs of the World*. 肉食恐竜事典 (小島郁生監訳, 1993), 河出書房新社, 349 p.
- Paul, G. S. (1996): 三宅真希子訳: 恐竜骨格図集, 学習研究社, 97 p.
- Regal, P. J. and Gans, C. (1980): The evolution in thermal physiology. In: R. D. K. Thomas and E. C. Olson (eds.), *A Cold Look at the Warm-Blooded Dinosaurs*. American Association for the Advancement of Science Selected Symposium 28: Westview Press, Boulder, 167–188.
- Reid, R. E. H. (1997): Dinosaurian Physiology; The Case for “Intermediate” Dinosaurs. In: J. O. Farlow and M. K. Brett-Surman (eds.), *The Complete Dinosaur*. Indiana University Press, Bloomington, 459–473. 恐竜大百科事典 (小島郁生監訳, 2001), 朝倉書店, 東京, 632 p.: 恐竜の生理機能: 「中間」説の根拠, 376–393.

松川正樹・小荒井千人・柴田健一郎・中西亮平: 恐竜の体重測定と食物量—骨格標本と縮尺モデルの差の考察に基づいて— 地学教育 59巻3号, 89–100, 2006

〔キーワード〕 恐竜, 体重, 体重測定教材, 差の見積もり, 補正, 恐竜の食物量

〔要旨〕 恐竜の体重を求める方法として, 縮尺モデルを用いた実験が知られている. しかし, 厳密な科学的復元により作成されたとする縮尺モデルでも実物と大きさが異なっていることを認めた. そのため, 縮尺モデルを用いた実験で得られた測定値と補正值について述べた. また, 山中白亜系の瀬林層から産出したオルニトミムス類 (山中竜) の体重を測定した. そして, 近年求められた体重と所要エネルギー量との関係を用いて, 恐竜の食物量を見積もった.

Masaki MATSUKAWA, Kazuto KOARAI, Kenichiro SHIBATA and Ryouhei NAKANISHI: Use of Models to Estimate Dinosaur Weights as Teaching Aids. *Educ. Earth Sci.*, **59**(3), 89–100, 2006

しめりけチェッカーを活用した空気中の 水蒸気検知に関する実践

Use of a Dry Filter Paper Soaked in Cobalt Chloride Water as a
Practical Hygrometer

三崎 隆*1・清水三恵子*2

Takashi MISAKI and Mieko SHIMIZU

Abstract: Dry filter paper soaked in cobalt chloride water solution can be used as an easy hygrometer because the hue of the filter paper reflects the humidity of the air. The effectiveness of the dry filter paper as a teaching aid is confirmed on the basis of practical use and study by the teacher's college students.

Key words: water vapor, humidity, cobalt chloride, sea fog

1. 研究の背景と研究目的

身近な自然事象を教材化し、学習者の関心を高め、理解を促す指導は大切である(戸北, 1999)。学校教育の理科の授業においては、生活経験の中で抱いた自然事象から問題意識を喚起させたり、日常生活と関連づけた理解を図ったりすることが求められ(文部省, 1999a, 1999b)、具体的な実践事例も多い(日本理科教育学会, 2002)。

北海道釧路市に発生する海霧は、毎年春から夏に見られる道東の特徴的な自然現象の一つである(伊東・深石, 1984)。釧路市においては、身近に体感できる特徴的な気象現象に興味・関心を抱き、海霧の発生メカニズムを進んで探究しようとする児童・生徒を育てることが大切であると考え。

しかし、大学生でも、沸騰による水蒸気の発生と水の蒸発との関係が別の現象としてとらえられており、大気中の水蒸気の内容は認めながら湯気や皿の水の蒸発する現象との関係もあまりよく把握されていない(谷山ら, 1996)。中学校において生徒の空気中の水蒸気に関する認識が十分でないことから、気象学習で湿度の概念が扱いにくいことが指摘されている(中田, 1996)。小学校においては、湯気と水蒸気を分類でき

ず(森本, 1980)、水蒸気の内容を獲得している児童が少ない実態が報告されている(森本, 1989)。児童は素朴実在論的理解をする(森, 1976)ため、大気中に存在する水蒸気について理解している児童は少なく、視覚不可能な水蒸気の内容を否定する児童も存在する(松森, 2002)。中田(1996)は、その解決に向けた指導の方向性の一つとして、特徴的な気象現象に着目する視点づくりを挙げている。したがって、釧路市においては、特徴的な海霧を取り上げ、その発生に関与する空気中に含まれる水蒸気に対する視点を醸成することのできる教材および指導方法を開発するうえで大切な方向性の一つであろうと考える。

空気中に含まれる水蒸気を視覚的に把握する教材開発研究としては、小山田(2001)の報告が参考になる。それによると、塩化ナトリウム水溶液中に塩化コバルトを溶かし、ろ紙にしみ込ませて使用すると、相対湿度が高くて雨が降りそうになると桃色になり、乾燥していると水色になると報告されている。

三崎・清水(2005)は、これを小学校の理科授業で児童が空気中の水蒸気の内容の違いを検知するために容易に活用できる教材として改良し(以下、「しめりけチェッカー」とする。), 視覚的に観察できる小学校用

*1 北海道教育大学釧路校 *2 小平市立小平第四小学校
2005年9月26日受付 2006年3月22日受理

の教材として活用することができることを示唆した。ただ、実際に教育実践を通してその有用性を示すには至っていない。今後、授業の場で有用的に活用できることが明らかにされることによって、釧路市において身近に体感できる特徴的な気象現象である海霧に関心を寄せ、積極的に探究しようとする児童・生徒を育成できるような授業改善に貢献することが期待される。

そこで本研究では、大学生を対象として、しめりけチェッカーを実際の教材として用いた教育実践を試行することを目的とする。

2. 研究方法

(1) 対象者および調査日時

北海道教育大学釧路校在籍の理科専攻の男子学生7名、女子学生2名(いずれも第2学年)を対象として、平成16年11月11日の18時00分～19時30分に実施した。教員養成系大学生(理系)を対象としたのは、谷山ら(1996)の大学生の実態報告を基に、本研究の成果と課題を踏まえて将来的な小学校の授業での実践的な実践に向けた教材改良および授業改善に資することを期待したこと、および彼らの学習状況に関する

変容を小学校児童に対する授業実践の教育効果の予備的考察として活用することを意図したことによる。

実験中 04年11月11日 18:00～19:30

はがさないでください。

ここにチェッカーをホチキスでとめる

理科教育学研究室 名前 _____

図1 実験時にしめりけチェッカーを貼付する台紙

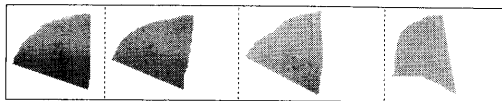


図2 判定用のチェッカー

4	3	2	1

ここに切り取った判定用のチェッカーを貼る。

1より青い…乾燥注意

2-3くらい…快適

4より赤い…しめりけ多し

年 組 番

名前 _____

ここに自分で作ったチェッカーを貼る。

しめりけ
チェッカー
チェックしよう!

図3 図1の台紙および図2を貼付する用紙

(2) 使用教材

本研究では、小学校児童向けに空気中の水蒸気の存在を視覚的にとらえることができるように三崎・清水(2005)が改良したしめりけチェッカーを採用した。しめりけチェッカーは、三崎・清水(2005)の手法に準拠し、塩化ナトリウム水溶液中に塩化コバルトを溶かして、それをろ紙に塗って乾かして作成した。相対湿度が比較的低い場合には水色を呈し、高い場合は桃色を呈する(三崎・清水, 2005)。そして、本研究ではそれを4等分してそれぞれを台紙(図1)に1枚ずつホチキスで固定した。

本研究では、しめりけチェッカーの色の变化を判断するに当たって、三崎・清水(2005)が示した色の变化から、判定用のチェッカーとして、児童が容易に見分けることが可能であろうと判断できる色の变化を4段階設定した(図2)。つまり、水色を呈するものをレベル1、濃い桃色を呈するものをレベル4とし、その間のやや薄い紫色を呈するものをレベル2、それより

も濃い紫色に近い色を呈するものをレベル3とした。そして、図2の判定用のチェッカーおよび観察・実験終了後の図1の台紙を別用紙(図3)に貼付させた。

(3) 指導計画

本研究では、実際の小学校第4学年での理科の45分授業を2単位時間実施することを想定して実践を行った。図4は授業実践の指導計画を、図5は学習プリントを示している。

(4) 分析方法

1) 学習者の学習プリントの分析

授業実践では、対象となる教員養成系大学生(理系)9名が学習プリントに記載した探究結果のうち、特徴的な学習者の変容を分析した。

2) 活動中の学習者の会話の分析

西川(2003)は授業中に現れる学習者の会話の内容を、評価・判断、共有、積極的方法、消極的方法、その他のカテゴリーに分類して分析している。本研究でも彼の分析手法に準拠し、また、相互作用のある対話

分	学習活動(図中の○印)とはたらきかけ(図中の□枠内)
5	○水色の塩化コバルト紙を提示し、霧吹きで水をふきかける。 ○ドライヤーで乾かし、塩化コバルト紙の色は変化し、可逆性があることを理解する。
10	青色から桃色に変化させるにはどうしたらいいでしょう。 課題把握：空気中の水分を探ろう
20	○しめりけチェッカーの作成法を理解し、各自が実験用のしめりけチェッカーを作成する。 しめりけチェッカーを乾燥させながら色の変化の様子をよく確かめてください。終わったら、校舎の全体図を見て空気中の水分が最も多そうなところと最も少なそうなところと自分が置きたい場所を考え、学習プリントに選んだ場所とその理由を書いて下さい。 ○校内で空気中に含まれる水蒸気の割合の多い所と少ない所を予想し、理由を考えて記入する。
10	今から10分後までにこの部屋に戻ってきてください。皆がそろったらどこに設置したか、構内図にシールを貼ってもらいます。また、判定用のチェッカー表を作成します。
15	○校内にしめりけチェッカーを設置し、判定用のチェッカー表を作成する。 シールに名前を書き、最もしめりけが多いと思う場所に赤シールを、最も少ないと思う場所に青シールを貼ってください。
5	○ホワイトボードの校舎全体図に赤と青のシールを貼り、各自が予想とその理由を発表し合う。 これからしめりけチェッカーを取ってきます。自分の予想した所に設置したしめりけチェッカーがどの色に近かったかチェック欄に記入してきてください。
15	○各自が予想して設置した所に行ってしめりけチェッカーを回収するとともに、色の変化を観察する。 しめりけチェッカーの色の変化は予想に比べてどうでしたか?
5	○各自の結果を発表し合い、予想と比較しながら校内の空気中の水蒸気の割合について考察する。 ○校内の空気中に含まれる水蒸気の割合の場所による違いや特徴について共有化を図り、まとめる。 しめりけチェッカーを使って活動する中で思ったことや考えたことを、記入してください。
5	○後片付けを行う。

図4 授業実践の指導計画

<p>学習プリント</p> <p>年 月 日 () 年 組 番名前</p> <p><予想></p> <p>学校の中のいろいろな場所(教室や廊下など)や、外では“しめりけ”にちがいはあるでしょうか? 空気中の水分が一番多そうな場所と一番少なそうな場所を予想しましょう。またその理由を書きましょう。</p> <p>一番多そうな場所 (通し番号①)</p> <p>一番少なそうな場所 (通し番号②)</p> <p>その他、自分が調べてみたい場所を2箇所書きましよう。(通し番号③, 通し番号④)</p> <p><結果></p> <p>自分で予想した場所の“しめりけ”はどうでしたか? “しめりけ”の多い方から順に書きましよう。</p> <p><気付いたこと、発見したこと></p> <p>しめりけチェッカーを設置したときに感じたことや、結果を見て考えたことや思ったことを書きましよう。(図や言葉)</p> <p>授業が終わった後に書きましよう。</p> <p><感想></p> <p>今日の授業で楽しかったことや、わからなかったことなど、思ったことを書きましよう。(図や言葉で)</p>

図5 学習プリント

<p>頷き・評価: 良いか悪いかだけの評価や判断を相手に聞いたりうなずいたりする発話</p> <p>応答: 相手の質問に対して自分の予想や考えを答えしている発話</p> <p>反駁: 相手の発話に対して論じ返す内容の発話</p> <p>修正: 自分あるいは相手の発話に修正を加える内容の発話</p> <p>積極的質問: 自分の疑問を解決するために相手に質問している内容の発話</p> <p>聞き返し: 相手の発言の意味がわからず聞き返す内容の発話</p> <p>発見: 気付いたり発見したりしたことがらを指摘する内容の発話</p> <p>その他: 上記以外の内容に関する発話</p>

図6 発話内容のカテゴリー

に焦点づけて設定した高垣(2005)のカテゴリーを付加した。さらに、ビデオ・カメラによって撮影された活動中の録画映像および逐語録から学習者の発話記録を基に類似した発話内容を八つのカテゴリーにまとめた(図6)。そして、 1×8 列の集計表を作成して、 χ^2 検定によってカテゴリー間の発話数の差異を検討した。その際、複数のカテゴリーに分類されると解釈できる

内容の発話については、該当のカテゴリーにそれぞれ分類した。また、カテゴリーに分類された発話内容のうち、特徴的な発話内容を代表する具体的なプロトコルを取り上げ、その特徴を分析した。

3) 学習者のアンケート調査の分析

本研究で試みた授業実践の前後で、学習者に自己評価をさせた。調査項目は、学習者の学習状況を把握するための「興味・関心」、「意欲」、「科学的な思考」、「知識・理解」の4項目である。それぞれの項目について、「とてもそう思う」、「少しそう思う」、「どちらでもない」、「あまり思わない」、「全然思わない」の五つの選択肢を用意し、それぞれの項目について、もっとも当てはまると思われる選択肢を学習者自身に一つ選択させた。それぞれの項目についての設問は次のとおりである。

「興味・関心」

・私は、空気中の水分について興味があります。

「意欲」

・私は、空気中の水分を調べてみたいと思います。

「科学的な思考」

・私は、調べた結果から空気中の水分の特徴を考えることができます。

「知識・理解」

・私は、空気中の水分について理解しています。

その後、各項目について学習者が選択した「とてもそう思う」、「少しそう思う」の二つを「積極的な回答」のカテゴリーとしてまとめ、「どちらでもない」、「あまり思わない」、「全然思わない」の三つを「非積極的な回答」のカテゴリーとしてまとめた。

そして、授業実践前に「非積極的な回答」に分類される選択肢を選んだ学習者が、授業実践後に「積極的な回答」に分類される選択肢を選んだ場合を「改善」とした。また、授業実践前に「積極的な回答」に分類される選択肢を選んだ学習者が、授業後に「非積極的な回答」に分類される選択肢を選んだ場合を「悪化」とした。そして、「改善」の人数と「悪化」の人数について、 1×2 の集計表を作成し、Fisherの直接確率計算によって出現確率を求めた(両側検定)。

3. 結果と考察

(1) 学習者の記録した学習プリントから

図7は、学習者Aのしめりけチェッカーの色の観察記録を示している。Aは、空気中の水蒸気が一番多そうな所(通し番号①)として、校内地下のサークル

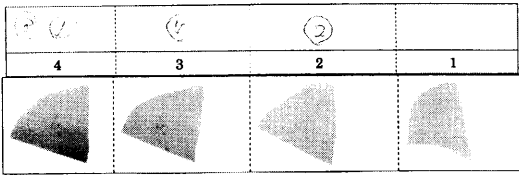


図7 学習者 A の観察記録

<気付いたこと、発見したこと>
 真っ青にしてから、設置しに(ア)移動するの
 歩いている間、すぐピンク色に変わってしまっ
 て、空気中にたくさん水分があるんだと思った。
 地下や体育館など人のたくさん集まる所はとも
 湿り気があることが分かった。トイレなどの水回り
 も多かった。
 <感想>
 まるで中学生に戻った気持ちで授業を受けまし
 た。とても楽しかったです。(イ)最初に青から赤
 になるのを実演していただいたのもとても興味を
 そそられました。

図8 学習者 A の観察後および授業後の記録

室前の廊下(理由は「日が当たらずに湿ってそう」である)、一番少ない所(通し番号②)として、授業実践を行った暖房装置が稼働している教室の窓辺(理由は「乾燥か湿気かきわどそう」である)を予想した。また、自分が調べてみたい所(通し番号③および④)として、体育館(理由は「熱気はありそうだけど、しめりけはどうなんだろう」である)と1階のトイレ(理由は「水回りは湿り気が多いのかな」である)を挙げた。学習プリントの結果の欄には、「①(地下)、③がすぐピンクになりました。トイレも湿ってました。暖房のそばの窓辺は中途半パでした。」と記載されていた。このことから、空気中に含まれる水蒸気の割合の場所による違いを自らの予想に基づいて探究し、いくつかの色の変化を視覚的に容易にとらえることが可能であり、またそのための教材として有効に活用できることが示唆される。また、小学校の児童を対象とすることを想定した理科の授業(45分2単位時間)に使用する空気中の水蒸気検知実験用教材として、有効に機能すると考えられる。

図8は、Aが観察後に記載した記録および授業後に記載した記録のプロトコルを示している。Aは、下線部(ア)のように、「移動するの歩いている間、すぐピンク色に変わってしまっ

て。」と気づいている。洗濯物の乾燥や我々自身の健康への影響等、日常生活と密接に関連しているが、日常生活の中ではなかなか直接的に気づくことのない空気中の水蒸気であるが、この授業実践の結果、大学生は水蒸気存在を視覚的に認識することができるようになったものと考えられる。つまり、しめりけチェッカーは実践の場において、有効に活用できると言える。

また、下線部(イ)のように、「最初に青から赤になるのを実演していただいたのもとても興味をそそられました。」と述べている。視覚的にとらえるしめりけチェッカーの活用によって、空気中に含まれる水蒸気に対するAの興味・関心を高めることができたと考えられる。さらに、授業実践の冒頭において演示実験によって実際に示したことによって、しめりけチェッカーを活用した観察・実験に対する関心が高まり、探究への意欲が喚起されたと考えられる。目に見えない自然現象に注目させるような動機づけとして本授業実践は効果的であったと考えられる。

(2) 活動中の学習者の会話から

表1は、活動中に現れた学習者の発話を各カテゴリーに分類した個数を示している。

χ^2 検定の結果、5%有意水準で統計的に有意差が認められた($\chi^2(7)=31.241, p<.05$)。表1から、「応答」、「発見」、「積極的質問」、「修正」の順に発話の現れる割合が多くなっており、活動中には、空気中の水蒸気存在について、学習者同士が活発に相互作用のある対話を行っていたと判断できる。

図9の事例1は、2名の学習者が校内の体育館にしめりけチェッカーを設置するために活動しているときの会話のプロトコルを示している。C、Dは学習者を、()内の表記は筆者らによる当該活動に関する非言語的行為の解説を、([])内の表記は当該発話を分類したカテゴリーを表している。

Cは、体育館にしめりけチェッカーを設置する理由として、「C1: なんか、やっぱり密室で運動してるんで、汗とか、そういう熱気で自然と湿ってるのなかあ、

表1 各カテゴリーに分類した発話数

額 ・ 評価	応答	反駁	修正	積極 的 質 問	聞き 返 し	発見	その 他
28	51	12	30	38	24	40	42

(表中の数値は個数)

(なぜ、しめりけチェッカーを体育館に設置するの
かを問われて)

C1: なんか、やっぱり密室で運動してるんで、汗
とか、そういう熱気で自然と湿ってるのなかあ
、湿度が多いのかなあって。(「応答」)

D1: (聞き取れない) .

C2: うん。(「頷き・評価」)

D2: そしたら、廊下の方も湿ってたよ。(「発見」)

C3: ああ、使えそう……。 (「発見」)

図9 事例1

湿度が多いのかなあって。」と予想している。校内の空
気に含まれる水蒸気の割合について探究するに当
たって、大学における日常的な活動と関連づけながら
予想しようとしていると解釈できる。Dは、「D2: そし
たら、廊下のほうも湿ってたよ。」と発話している。彼
はしめりけチェッカーを廊下に設置する計画を立てて
いない学習者であったことから、校内での探究活動を
通して廊下の相対湿度が自分の予想以上に高い可能性
がある点に気づいている発話である。そして、Cは「C
3: ああ、使えそう……。」と発話している。D2の発話
から、相対湿度が高い可能性があるとするならば、空
気に含まれる水蒸気を検知できるしめりけチェッ
カーを活用できるのではないかという点を指摘してい
る発話であると解釈できる。このことから、色の変化
によって視覚的に空気中に含まれる水蒸気を検知する
ことの可能なしめりけチェッカーの授業実践での活用
は、学習者の予想を促し、相対湿度の違いを探究する
活動を促すことができると考えられる。

(3) 授業実践前後のアンケートから

表2は、それぞれの設問について、教育実践の前後
で変容が認められた学習者の人数を示している。表中
の出現確率欄の○印は、Fisherの直接確率計算の結
果、5%の有意水準で統計的に有意差が認められたも
のである(いずれも両側検定)。

Fisherの直接確率計算の結果、「興味・関心」と「知
識・理解」の設問について、5%の有意水準で統計的
に有意差が認められた(いずれも両側検定)。それ以外
の設問については、5%の有意水準で統計的に有意差
は認められなかった(いずれも両側検定)。したがっ
て、教育実践後に、「興味・関心」と「知識・理解」の
設問に関して改善したと自己評価する学習者が存在す
る割合が高いことが判明した。このことから、本研究

表2 授業実践前後の学習者の学習状況の変容

	改善	悪化	出現確率
興味・関心	6	0	0.0312○
意欲	4	0	0.1250
科学的な思考	2	1	1.0000
知識・理解	6	0	0.0312○

(表中の数値は人数、出現確率欄の○は $p < .05$)

で試みたような手法でしめりけチェッカーを用いた場
合、教員養成系大学生(理系)に対して、空気中に存
在する水蒸気の割合の違いに関する授業実践を行うこ
とが可能であると考えられる。ただ、授業実践前後で
の大学生による自己評価だけから学習効果を論じるこ
とは慎重にしなければならない。対象とした教員養成
系大学生(理系)が自分の非科学的理解に気づかず、
「とてもそう思う」と回答する場合も十分想定される
うに、本研究で設定した項目だけでは空気中の水蒸
気やその変化に関する理解度を把握することは十分で
ないからである。大学生によっても、その受け止め方
が異なる。今後、教育実践を進めていくに当たり、対
象となる大学生がどのような理解をしているのかにつ
いて、自由記述や概念地図法の手法等を活用した評価
の併用による詳細な分析に基づいて議論していかな
ければならない。

4. まとめと今後の課題

本研究では、男女比に偏りのある9名の教員養成系
大学生(理系)を対象とした授業実践の試行事例を基
にしている。そのため、本研究の結果からの大学生全
体についての早急な言及は避けなければならない。本
研究成果を一般化するに当たっては、被験者の人数を
増やすとともに、偏りのない被験者の選定が求められ
る。しかし、次の点は明らかになった。

- ・しめりけチェッカーは、空気中の水蒸気検知実験に
使用する視覚的教材として、理科の授業(45分2単
位時間)に有用的に活用できる。
- ・空気中の水蒸気存在やその変化について、活動中
の大学生同士の対話が促される。
- ・教育実践後に、空気中の水蒸気に関して、関心が高
まり理解できたと自己評価する大学生の割合が多
い。

一方、本研究で改良したしめりけチェッカーは、持
ち運んでいる移動中に色の変化が生じてしまう事例が

生じた。本研究では皮膚が教材に直接触れないように台紙にホチキスで固定する手法を採用したが、体内からの水分等の影響の可能性も否定できない。今後、それらの影響を除去して観察・実験を行うことができるように教材をより改良していく必要がある。

また、本研究では研究対象とした9名すべての大学生の学習状況の変容を促すことができたわけではない。授業実践前後で変容が認められなかった大学生の存在は、アンケート内容の再吟味と授業改善の必要性を示唆していると考えられる。また、本研究では大学生に対する学習内容の事前の通知は行わず、筆者らの文脈で授業実践を行った。しめりけチェッカーならびに授業実践内容に対する先行知識を有しない大学生に対する授業実践を議論することを意図したことによる。小学校児童を対象にした授業実践を意図した場合には、相対湿度に対する児童の実態を把握したうえで児童の文脈で学習を促すことができるよう指導方法、指導過程を工夫することが大切であると考えられる。

さらに本研究においては、水分、水蒸気、湿り気に関する事前の対象者の認識調査を実施していない。実際の小学校第4学年の児童を対象とした授業実践を構想する場合、事前の認識調査に基づいた適切な指導方法による概念形成を図っていくことが重要である。

以上を今後の課題としたい。

文 献

伊東俊明・深石一夫 (1984): 霧をさぐる。岩崎書店、東京、2-5。
 小山田正幸 (2001): 中学第二分野雲と雨に関する視覚的教材の開発。平成13年度第33回東レ科学振興会理科教育賞受賞作一覧。http://www.toray.co.jp/tsf/rika/html/rik_a130.html, 2001。

松森靖夫 (2002): 子どもは自然をどう捉え、教師はそれをどう受け止めればいいのか?。理科教育研究会(編), 「変わる理科教育の基礎と展望」, 東洋館出版社, 東京, 58-60。
 三崎 隆・清水三恵子 (2005): しめりけチェッカーの小学校における空気中の水蒸気検知実験への応用。理科の教育, 54(11), 63-64。
 文部省 (1999a): 小学校学習指導要領解説理科編。東洋館出版社, 東京, 10。
 文部省 (1999b): 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—理科編—。大日本図書, 東京, 7。
 森 一夫 (1976): 幼児における素朴実在論的物質観—特に体積と重量の概念的未分化について—。教育心理学研究, 24(1), 17-25。
 森本信也 (1980): 児童・生徒の分類能力に関する考察(II)—特に物質の三態に関連して—。日本理科教育学会研究紀要, 21(1), 57-66。
 森本信也 (1989): 理科授業における学習者の Preconception の変容に関する一考察—「水の状態変化」を事例として—。日本理科教育学会研究紀要, 30(2), 1-8。
 中田朝夫 (1996): 中学校理科教材における難教材とその解決の方向性について—気象の学習—。理科の教育, 45(2), 8-11。
 日本理科教育学会 (2002): 理科ハンドブック II これからの理科学習を支える教材。東洋館出版社, 東京, 216 p。
 西川 純 (2003): 「静かに!」を言わない授業。東洋館出版社, 東京, 42-60。
 高垣マユミ (2005): 授業研究の新しい視点と方法。高垣マユミ(編著), 「授業デザインの最前線—理論と実践をつなぐ知のコラボレーション—」, 北大路書房, 京都, 1-16。
 谷山 穰・近藤浩二・森 征洋 (1996): 大学生の水蒸気概念に関する一考察。香川大学教育実践研究, 25, 25-31。
 戸北凱惟 (1999): 楽しくできる教材開発を。理科教育学会研究会(編), 「理科教育の基礎と新たな展開」, 東洋館出版社, 東京, 24。

三崎 隆・清水三恵子: しめりけチェッカーを活用した空気中の水蒸気検知に関する実践— 地学教育 59巻3号, 101-107, 2006

〔キーワード〕 水蒸気, 湿度, 塩化コバルト, 海霧

〔要旨〕 本研究では、空気中の水蒸気存在について検知する「しめりけチェッカー」を、教員養成系大学生(理系)9名を対象とした教育実践において試行した。塩化ナトリウム水溶液中に塩化コバルトを溶かして、それをろ紙に塗って乾かして「しめりけチェッカー」を作成させた。それを大学内の湿度が高いと予想されるところと、湿度が低いと予想されるところに設置させ、しばらく後に色の変化を観察させた。その結果、「しめりけチェッカー」は大学生に色の変化を視覚的にとらえさせることができ、授業実践で活用できることが明らかになった。

Takashi MISAKI and Mieko SHIMIZU: Use of a Dry Filter Paper Soaked in Cobalt Chloride Water as a Practical Hygrometer. *Educ. Earth Sci.*, 59(3), 101-107, 2006

資料

小学校理科地学領域における発展的な学習内容

—C領域に掲載された教科書の記述調査から—

Progressive Earth Science Content in Elementary School Science Curricula,
Based on Analysis of the New Elementary School Science Textbook

益田 裕 充*

Hiromitsu MASUDA

1. はじめに

平成14年度に教科用図書検定調査審議会「教科書制度の改善について(検討のまとめ)」(文部科学省, 2002)が示された。答申では, 学習指導要領の各教科等の内容に示されていない内容を, 記述上の留意点等一定の条件を設けたうえで, 教科書に記述することが, 多様な教科書を求めていくうえで適当であると結論づけられた。これによって, 教科書の位置づけも大きく転換しようとしている。

検討のまとめでは, 「発展的な学習内容」のとらえ方として以下の三つを挙げている。

- ア: 学習指導要領の目標, 内容の趣旨を逸脱するものでないこと。
- イ: 児童生徒の心身の発達段階に適應しており, 負担過重とならないものであること。
- ウ: 主たる学習内容との適切な関連を有するものであること。

特に, 学習指導要領において, 当該学年, 科目, 分野又は言語(以下, 「学年等」という。)の学習内容とされていない内容の中で, 次に該当する内容を発展的な学習内容としている。

- a: 学習指導要領上, 隣接した後の学年等の学習内容(隣接した学年等以外の学習内容であっても, 当該学年等の学習内容と直接的な系統性があるものを含む)とされている内容
- b: 学習指導要領上, 当該学年等では「扱わない」とされている内容
- c: 学習指導要領上, どの学年等でも扱うこととされていない内容

さらに, 学習指導要領において扱い方が制限されている内容の中で, 次に該当する内容を発展的な学習内容としている。

- a: 学習指導要領の内容の取扱いにおいて, 「…程度にとどめる」, 「…深入りしない」, 「…平易に扱う」, 「…簡単に扱う」, 「定性的に扱う」など, 当該内容を扱うことを前提にしたうえで, その扱い方を制限する規定(いわゆる「はじめ規定」)について, それらの制限を超えた内容。

この趣旨に基づいて, 平成17年度より小学校で新しい教科書が使用されている。教師は, 学校教育法によって, 授業で教科書を使用しなければならないことが規定されている。そこで, 本研究では, 平成17年度から小学校教科書の地学領域で新しく加えられた発展的な学習内容を調査し, 小学校の地学領域に組み込まれた学習内容について考察する。

2. 小学校学習指導要領, 地学領域における削減内容, はじめ規定

現行の学習指導要領の改訂に伴い小学校C領域(「地球と宇宙」)では, 内容が削減され「はじめ規定」が設けられている。そこで, 小学校学習指導要領(文部省, 1998a)に掲載された「内容の改善」および「はじめ規定」を抽出すると, 次のようになった。

第3学年

- (1) 削減された内容: 石と土

第4学年

- (1) 中学校へ移行統合された内容: 空気中の水蒸気量, 雪, 霧などへの変化
- (2) はじめ規定の対象とされている内容

表1 抽出された発展的な学習内容

学年	単元	教科書会社	ほども規定を超える内容 A	削減された内容 B	中学校へ移行統合された内容 C	どの学年でも扱うこととされていない 内容 D	
3年	かげと太陽	教育出版				色によるあたたまり方の違いを調べよう	
		啓林館				日なたと日陰の違い(チョウやカタツムリ)	
4年	月と星	学校図書	①星座の移りかわり ②月の形				
		教育出版	月の満ち欠けを調べよう				
		東京書籍		クレーター、望遠鏡を使った月の観察、月のもよう 月を見てみよう	星の1日の動き	星座や星についてギリシャ神話や日本に伝わる物語を調べよう 星について興味を持ったことを調べよう(宇宙を調べ利用する) もっと宇宙を知りたい	
		大日本図書				もともと宇宙を知りたい	
		啓林館		月面に立った宇宙飛行士		過冷却	
	温度と水の変化	学校図書				自然の中での水: のめぐり	
		教育出版				①湯気のようなものをさがそう ②雲を作ってみよう	
		東京書籍			水のすがた		
		大日本図書			水はどのように湖や川のきり、 変化しているか、海水が蒸発する (水の循環)と、地球(水の 星・生命の星)		
		啓林館			水のすがた(自然界の水のすがた)		氷った食塩水がとける温度を調べよう
5年	天気の変化	学校図書			気温の変化と太陽の動き		
		教育出版			晴れの日の気温の変わり方		
		東京書籍			1日の気温の変化と太陽の高さ	台風のしくみ、天気の変化と季節	
		大日本図書			1日の気温の変化と太陽高度	天気と台風などさらに調べよう	
		啓林館				生物を育てる川	
	教育出版				川を流れる水によって起こる災害について		
流れる川の働きと土地の変化	東京書籍				安全な生活を守るための川とのかかわり、生き物がすみやすい川づくり		
	大日本図書				森林は緑のダム、川について興味を持ったことを調べよう		
					富士山も噴火する		
6年	土地のつくりと変化	学校図書		地層の上昇と褶曲			
		教育出版	①化石から恐竜の特徴や生活の様子を調べよう ②火山の噴火や地震がどこで起こっているか調べよう				
		東京書籍	化石ができた頃の様子を調べよう	ずれたり曲がったりする地層			
		大日本図書	化石は過去からのメッセージ、化石や岩石、土地のつくりについてももっと調べよう	地層は変形する			
		啓林館	恐竜が生きていた頃の地球のようすを調べよう				

- ①月の動きについては、三日月や満月などの中から二つの月の形を扱うこと
- ②太陽と月の位置や月の形の見え方との関係には触れない
- ③星の集まりについては、二つまたは三つの星座を扱うこと

第5学年

- (1) 削減された内容：月の表面の様子
- (2) 中学校へ移行統合された内容：太陽の表面の様子

第6学年

- (1) 中学校へ移行統合された内容
 - ①北天・南天の星の動き
 - ②全天の星の動き
 - ③堆積岩と火成岩
- (2) はじめ規定の対象とされている内容
 - ①扱う岩石は、礫岩、砂岩および泥岩のみとすること
 - ②化石は地層が水の作用でできたことを示す程度にとどめること
 - ③地震の原因については触れないこと

3. 小学校教科書に掲載された「発展的な学習内容」の実態

平成17年度から使用されている教科書会社5社(大日本図書、学校図書、啓林館、教育出版、東京書籍)の小学校理科(3年生から6年生)教科書を抽出対象とした。これらの教科書に記載された「発展的な学習内容」を抽出した。本研究では、それらの内容を審議会の検討のまとめに従い

- A はじめ規定を超える内容
- B 削減された内容
- C 中学校へ移行統合された内容
- D どの学年においても扱うこととされていない内容に分類した。

その結果、各学年の各単元における具体的な「発展的な学習内容」を表1のように抽出できた。

(1) 第3学年 単元「かげと太陽」

Dの「どの学年においても扱うこととされていない内容」について2社の教科書で、「あたたまり方と色の関係」が扱われている。

(2) 第4学年 単元「月と星」

A「はじめ規定を超える内容」B「削減された内容」C「中学校へ移行統合された内容」D「どの学年等でも扱うこととされていない内容」がいずれも扱われてい

る。特に、学習指導要領の改訂によって削減された「月の表面の様子」についての学習が、「発展的な学習内容」として三つの教科書で扱われている。

(3) 第4学年 単元「温度と水の変化」

C「中学校へ移行統合された内容」が発展的な学習内容として多く扱われている。

(4) 第5学年 単元「天気の変化」

C「中学校へ移行統合された内容」として特に、「太陽の動きと一日の気温変化」が、「発展的な学習内容」として複数の教科書で扱われている。

(5) 第5学年 「流れる川の動きと土地の変化」

D「どの学年等でも扱うこととされていない内容」に該当する内容の掲載があるが、ここでの掲載は、課題解決型の発展的な学習であり、特に「発展的な学習内容」として明確に位置づけられるものではない。

(6) 第6学年 単元「大地のつくりと変化」

A「はじめ規定を超える内容」やB「削減された内容」として「化石」について、はじめ規定を超える内容や「地層のみかた」について褶曲や断層といった削減された内容が「発展的な学習内容」として複数の教科書で扱われている。

4. 「発展的な学習内容」として複数の教科書に共通して掲載された内容についての考察

複数の教科書に掲載されていた「発展的な学習内容」は以下六つある。

3年生…特になし

4年生…月の表面の様子(3/5)

月の満ち欠けの理由(2/5)

表2 中学校における学習内容との関連

発展的な学習内容	中学校での扱い
月の表面の様子	中学校3年生で月が扱われなくなり、その結果、月の表面の様子を学習することがない。よって、月の表面の様子についてその後学習することはない。
月の満ち欠けの理由	中学3年生で学習する天体の満ち欠けは、金星が扱われ、月の満ち欠けは従来から扱われていない。
水の循環	中学校2年生の天気の学習において、学習指導要領の範囲内で学習する。
一日の気温の変化と太陽の高さ	中学校2年生において一日の気温の変化と太陽について学習指導要領の範囲内で学習する。
化石	中学1年生において化石を学習指導要領の範囲内で学習する。
地層のみかた	中学1年生において地層を学習する(断層や褶曲などは扱われない。)

表3 はじめ規定等と発展的な学習内容掲載の有無

学年	分類	削減・はじめ規程・中学校への移行統合等の内容	発展的な学習内容としての掲載の有無
3	削減された内容	石と土	無
4	中学校へ移行統合された内容	空気中の水蒸気の量、雪、霧などへの変化	有
4	はじめ規定の対象とされている内容	月の動きについては、三日月や満月などの中から二つの月の形を扱うこと	有
4	はじめ規定の対象とされている内容	太陽と月の位置や月の形の見え方との関係には触れない	有
4	はじめ規定の対象とされている内容	星の集まりについては、二つ又は三つの星座を扱うこと	有
5	削減された内容	月の表面の様子	有
6	中学校へ移行統合された内容	太陽の表面の様子	無
6	中学校へ移行統合された内容	北天・南天の星の動き	有
6	中学校へ移行統合された内容	全天の星の動き	有
6	はじめ規定の対象とされている内容	化石は地層が水の作用でできたことを示す程度にとどめること	有
6	はじめ規定の対象とされている内容	地震の原因については触れないこと	有
6	中学校へ移行統合された内容	堆積岩と火成岩	無
6	はじめ規定の対象とされている内容	扱う岩石は、礫岩、砂岩及び泥岩のみとすること	無

水の循環 (4/5)

5年生…一日の気温の変化と太陽の高さ (4/5)

6年生…化石 (4/5)

地層のみかた (3/5)

※()内の数値は、教科書5社の中で何社に掲載されたかを示す。

このように、複数の教科書に共通して掲載された「発展的な学習内容」は、平成元年に改訂された旧学習指導要領のもとで作成された教科書において扱われていたのかを平成元年度に改訂された学校図書の小学校理科教科書をもとに抽出した。その結果、これらすべてが平成元年改訂の学習指導要領のもとで作成された教科書に掲載されている内容であることが明らかとなった。

さらに、これら六つの発展的な学習内容について、現行中学校学習指導要領(文部省、1998b)との関連を調査すると、六つの内容のうち「水の循環」「一日の気温の変化と太陽の高さ」は中学校2年生「気象」で扱われ「化石」「地層のみかた」は中学校1年生で扱われる内容であった。

よって、「月の表面の様子」と「月の満ち欠けの理由」は、この小学校での発展的な学習内容としての扱いがなければ、義務教育9年間に扱われることがない内容であることがわかった。

5. 削減内容やはじめ規定を超えた内容は発展的な学習内容として再掲載されたか

現行小学校学習指導要領の改訂によるA, B, C, Dの内容は、発展的な学習内容として再び改訂された教科書に一度でも掲載されたのかを調べた。その結果をまとめると表3のようになる。

これらの内容のうち、「石と土」の学習は、すべての教科書で発展的な学習内容としての扱いもなく、中学校で教科書に扱われることもないことから、現在義務教育の段階から完全に削除された内容となっていることがわかる。

6. 結 論

発展的な学習内容として複数の教科書に掲載された内容は、第4学年で①月の表面の様子②月の満ち欠けの理由③水の循環。第5学年で①一日の気温の変化と太陽の高さ。第6学年で①化石②地層のみかたである。これらの発展的な学習内容は、そのすべてが現行学習指導要領の改訂によって削減された内容である。特に、「月の表面の様子」と「月の満ち欠けの理由」は、小学校での発展的な学習内容として扱われなければ義務教育9年間に扱われることがない内容である。また、小学校第3学年で削減された「石と土」は、現在どの教科書でも扱いがなくなり、義務教育の段階から完全に削除された内容となっている。

7. おわりに

発展的な学習内容としてどのような内容を扱うのか、単なる教師の得意分野の披瀝ではなく、子どもの科学の深化・拡大に焦点をあてた実践を積み上げながら明確なカリキュラムとしてこれを創り上げていかなければならない。そのために、本研究で明らかにした地学領域の発展的な学習内容に基づき、新たな発展的な学習の創造が求められる。

引用文献

- 文部省 (1998a): 小学校学習指導要領. 大蔵省印刷局. 97 p.
- 文部省 (1998b): 中学校学習指導要領. 大蔵省印刷局. 104 p.
- 付録: 調査した教科書**
- 日高敏隆ほか 71 名 (1997): 小学校理科 4 年下. 学校図書, 東京, 20-28.
- 日高敏隆ほか 71 名 (1997): 小学校理科 5 年下. 学校図書, 東京, 11-22.
- 日高敏隆ほか 71 名 (1997): 小学校理科 6 年上. 学校図書, 東京, 3-18.
- 日高敏隆ほか 71 名 (2002): 中学校理科第 2 分野上. 学校図書, 東京, 44-56.
- 日高敏隆ほか 71 名 (2002a): 中学校理科第 2 分野下. 学校図書, 東京, 4-13.
- 日高敏隆ほか 71 名 (2002b): 中学校理科第 2 分野下. 学校図書, 東京, 54-69.
- 日高敏隆ほか 65 名 (2004a): みんなと学ぶ小学校理科 4 年. 学校図書, 東京, 50-53.
- 日高敏隆ほか 65 名 (2004b): みんなと学ぶ小学校理科 4 年. 学校図書, 東京, 89-91.
- 日高敏隆ほか 65 名 (2004): みんなと学ぶ小学校理科 5 年. 学校図書, 東京, 8 p.
- 日高敏隆ほか 65 名 (2004a): みんなと学ぶ小学校理科 6 年. 学校図書, 東京, 60 p.
- 日高敏隆ほか 65 名 (2004b): みんなと学ぶ小学校理科 6 年. 学校図書, 東京, 72-73.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004a): 新しい理科 4 年上. 東京書籍, 東京, 37 p.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004b): 新しい理科 4 年上. 東京書籍, 東京, 49 p.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004c): 新しい理科 4 年上. 東京書籍, 東京, 53-55.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004): 新しい理科 4 年下. 東京書籍, 東京, 40-41.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004a): 新しい理科 5 年上. 東京書籍, 東京, 11-12.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004b): 新しい理科 5 年上. 東京書籍, 東京, 51 p.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004c): 新しい理科 5 年上. 東京書籍, 東京, 66-70.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004): 新しい理科 5 年下. 東京書籍, 東京, 1 p.
- 三浦 登, 奥井智久, 毛利衛ほか 32 名 (2004): 新しい理科 6 年下. 東京書籍, 東京, 60-61.
- 大隅良典, 石浦章一, 鎌田正裕ほか 37 名 (2004a): わくわく理科 3 年. 啓林館, 大阪, 53 p.
- 大隅良典, 石浦章一, 鎌田正裕ほか 37 名 (2004b): わくわく理科 3 年. 啓林館, 大阪, 59 p.
- 大隅良典, 石浦章一, 鎌田正裕ほか 37 名 (2004a): わくわく理科 4 年上. 啓林館, 大阪, 49 p.
- 大隅良典, 石浦章一, 鎌田正裕ほか 37 名 (2004b): わくわく理科 4 年上. 啓林館, 大阪, 54 p.
- 大隅良典, 石浦章一, 鎌田正裕ほか 37 名 (2004): わくわく理科 4 年下. 啓林館, 大阪, 48-50.
- 大隅良典, 石浦章一, 鎌田正裕ほか 37 名 (2004): わくわく理科 5 年下. 啓林館, 大阪, 14 p.
- 大隅良典, 石浦章一, 鎌田正裕ほか 37 名 (2004): わくわく理科 6 年下. 啓林館, 大阪, 17 p.
- 戸田盛和, 有馬朗人ほか 47 名 (2004): たのしい理科 3 年. 大日本図書, 東京, 75 p.
- 戸田盛和, 有馬朗人ほか 47 名 (2004): たのしい理科 4 年上. 大日本図書, 東京, 46 p.
- 戸田盛和, 有馬朗人ほか 47 名 (2004a): たのしい理科 4 年下. 大日本図書, 東京, 9 p.
- 戸田盛和, 有馬朗人ほか 47 名 (2004b): たのしい理科 4 年下. 大日本図書, 東京, 64-73.
- 戸田盛和, 有馬朗人ほか 47 名 (2004): たのしい理科 5 年上. 大日本図書, 東京, 32 p.
- 戸田盛和, 有馬朗人ほか 47 名 (2004): たのしい理科 5 年下. 大日本図書, 東京, 28-31.
- 戸田盛和, 有馬朗人ほか 47 名 (2004a): たのしい理科 6 年上. 大日本図書, 東京, 54-57.
- 戸田盛和, 有馬朗人ほか 47 名 (2004b): たのしい理科 6 年上. 大日本図書, 東京, 71 p.
- 養老猛司, 角谷重樹ほか 26 名 (2004): 小学理科 3 年. 教育出版, 東京, 85 p.
- 養老猛司, 角谷重樹ほか 26 名 (2004): 小学理科 4 年上. 教育出版, 東京, 59 p.
- 養老猛司, 角谷重樹ほか 26 名 (2004): 小学理科 4 年下. 教育出版, 東京, 31 p.
- 養老猛司, 角谷重樹ほか 26 名 (2004a): 小学理科 5 年上. 教育出版, 東京, 27 p.
- 養老猛司, 角谷重樹ほか 26 名 (2004b): 小学理科 5 年上. 教育出版, 東京, 95 p.
- 養老猛司, 角谷重樹ほか 26 名 (2004): 小学理科 6 年上. 教育出版, 東京, 101 p.
- 養老猛司, 角谷重樹ほか 26 名 (2004): 小学理科 6 年下. 教育出版, 東京, 14 p.

益田裕充：小学校理科地学領域における発展的な学習内容—C領域に掲載された教科書の記述調査から—
地学教育 59巻3号, 109-114, 2006

〔キーワード〕 発展的な学習内容, はじめ規定, 教科書, 学習指導要領

〔要約〕 本研究では, 小学校理科教科書に記載された発展的な学習内容を調査した. 複数の小学校教科書に掲載された発展的な学習内容は, 月の表面の様子, 月の満ち欠けの理由, 水の循環, 一日の気温の変化と太陽の高さ, 化石, 地層のみかたであった. これらの発展的な学習内容は, そのすべてが現行学習指導要領の改訂によって削減された内容である.

Hiramitsu MASUDA: Progressive Earth Science Content in Elementary School Science Curricula, Based on Analysis of the New Elementary School Science Textbook. *Educat. Earth Sci.*, 59(3), 109-114, 2006

~~~~~  
 学 会 記 事  
 ~~~~~

第5回 常務委員会議事録

日 時：平成 18 年 2 月 1 日（水）午後 6 時 10 分
 ～午後 8 時 00 分

場 所：日本教育研究連合会 小会議室

出席者：下野 洋・相場博明・渋谷 紘・濱田浩
 美・松川正樹・高橋 修

議 題：

1. 前回議事録の承認

前回（第 4 回常務委員会）議事録の承認がなされた。

2. 平成 18 年度以降の大会について

平成 19 年度島根大会、秦 明徳会員に大会実行委員長（大会副会長）を正式に委嘱した。平成 20 年度の候補地として北海道開催を検討することとした。

3. 平成 17 年度評議員会および総会について

平成 18 年度評議員会は平成 18 年 4 月 22 日（土）10 時 30 分から、平成 18 年度総会は 13 時より、東京学芸大学二十周年記念会館で開催する。終了後、フォーラムを 14 時から開催し、「博物館と授業支援—実物にふれ体験して学ぶ—」として、埼玉県の博物館および教員の方に講演を依頼することとした。

4. 入会者・退会者について

今回は入会者 2 名、退会者 10 名が承認された（平成 18 年 1 月現在：名誉会員 7 名、正会員 607 名、学生会員 50 名、在外会員 7 名）。

入会者：白木克郎・中野英之

退会者：乙須 稔・北原敏之・北村健治・立上美奈子・田中勝章・菱田清和・本間久英・前原一輝・南 寿宏・邑本順亮

5. その他

- 1) 平成 18 年度大学入試センター試験問題の検討・評価について、本年度も学会としてとりまとめることを決めた。
- 2) 日本地球惑星科学連合ニュースレター vol. 1, no. 2 をどのようにして会員に配布するかについて討議し、日本地学教育学会 HP 上に掲載する方向で検討することになった。
- 3) 18 年度静岡大会が第 60 回記念大会となることから、学会功労賞の贈呈について検討された。
- 4) 平成 17 年度学術奨励賞選考委員会を立ち上

げた。

報 告：

1. 各種常置委員会から

- 1) 編集委員会から、59-1 号の編集状況について報告があった。
- 2) 国際交流委員会から、The International Geosciences Education Organization (IGEO) Conference, Bayreuth, Bavaria, Germany, Sep. 2006 (www.geosced5.de) 開催のお知らせがあった。

2. 寄贈交換図書

- ・日本理科教育学会 (2005)：理科の教育，通巻 642, 643 号。
- ・産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2005)：地質ニュース，614 号。
- ・産業技術総合研究所 (2005)：環境報告書 2005。
- ・産業技術総合研究所 (2005)：産総研 TODAY, 6-1。
- ・東京地学協会 (2005)：地学雑誌，2005, 113-3, 4。

第6回 常務委員会議事録

日 時：平成 18 年 4 月 5 日（水）午後 6 時 30 分
 ～午後 8 時 30 分

場 所：日本教育研究連合会 小会議室

出席者：下野 洋・馬場勝良・相場博明・濱田浩
 美・松川正樹・高橋 修

議 題：

1. 前回議事録の承認

前回（第 5 回常務委員会）議事録の承認がなされた。

2. 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、会長（任期平成 18 年度～平成 19 年度）下野 洋、評議員（任期平成 18 年度～平成 20 年度）中村泰久（北海道東北地区）・松森靖夫（関東地区）・渋谷 紘（関東地区）・米澤正弘（関東地区）・藤岡達也（中部地区）・澁江靖弘（近畿地区）・秦 明徳（中国四国地区）・宮脇亮介（九州沖縄地区）、監事（任期平成 18 年度～平成 19 年度）石川 正、それぞれ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。

3. 平成 18 年度以降の大会について

静岡大会の進捗状況が報告され、次号の「地学教育」に参加申し込み書と2次案内が掲載される。8月18日(金)夕刻から静岡大学において評議員会を開催することが決定した。

4. 平成17年度事業報告(案)および会計報告(案)について

平成17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。

5. 平成18年度事業計画(案)および会計予算(案)について

平成18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。

6. 総会について

平成18年度総会を、平成18年4月22日(土)午後1時から、東京学芸大学二十周年記念会館で開催することが決定した。また、平成18年度春の評議員会は同日10時30分から、フォーラムを14時から開催することが決定した。本年度フォーラムは「博物館と授業支援—実物にふれ体験して学ぶ—」として、田口聡史氏(埼玉県立自然の博物館)による「地域の自然を学習の場とした体験学習プログラム」および藤原正行氏(埼玉県飯能市立加治中)による「博物館との連携—総合的学習の時間での試み—」の2件の講演が予定されている。

7. 入会者・退会者について

今回は入会者2名、退会者3名が承認された(平成18年3月現在:名誉会員7名、正会員605名、学生会員16名、在外会員8名)。

入会者: 柳本高秀(北海道)・大塚雄一(栃木)

退会者: 塩田次男・細野隆男・渡辺匡人

8. その他

1) 平成18年度全国理科教育大会・第77回日本理化学協会総会の後援を承諾した。

2) 日本気象学会第40回夏季大学の後援を承諾した。

報告:

1. 各種常置委員会から

1) 編集委員会から、59-2号の編集状況について報告があった。

2) 教科理科関連学会協議会について同会議の内容について報告があった。本年8月に、「新教育課程における理科のあるべきすがた」シンポ

ジウムを開催する。

3) 本年度5月に開催される、地球惑星科学関連合同大会の評議員会に下野会長が、国際委員会に五島が、また事務連絡会には高橋が出席する旨報告があった。

2. 寄贈交換図書

・熊本地学会誌, 141, 熊本地学会, 2006.

・高知大学学術研究報告(自然科学編), 54, 高知大学, 2005.

平成18年度 第1回評議員会議事録

日 時: 平成18年4月22日(土)10時30分~12時

場 所: 東京学芸大学二十周年記念館

出席者: 下野 洋・馬場勝良・野瀬重人・山本和彦・松森靖夫・澁江靖弘・円城寺 守・渋谷 紘・濱田浩美・熊野善介・米澤正弘・五島政一・岡本弥彦・青野宏美・松川正樹・高橋 修

はじめに、本評議員会は、出席者16名・委任状13名で計29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. 本年度役員承認および常務委員の選出

日本地学教育学会役員選挙の結果、会長(任期平成18年度~平成19年度)下野 洋, 評議員(任期平成18年度~平成20年度)中村泰久(北海道東北地区)・松森靖夫(関東地区)・渋谷 紘(関東地区)・米澤正弘(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)・宮脇亮介(九州沖縄地区), 監事(任期平成18年度~平成19年度)石川 正, それぞれ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ともに承認された。

2. 平成17年度事業報告(案)および会計報告(案)について

平成17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。

3. 平成18年度事業計画(案)および会計予算(案)について

平成18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 18 年度第 60 回日本地学教育学会静岡大会について大会委員長の熊野副会長から説明があった。
- 2) 日本学術会議「日本学術振興会賞」に推薦者があるか検討し、推薦がある場合は該当者について書類をそろえることの申し合わせがあった。
- 3) 科学技術振興機構における学会誌の PDF 化について議論され、今後も引き続き検討することになった。

報 告:

1. その他

- 1) 平成 18 年度科学研究費補助金成果公開促進費不採用の報告があった。
- 2) 国際地学教育学会 The International Geosciences Education Organization (IGEO) Conference, Bayreuth, Bavaria, Germany, Sep. 2006(www.geosced5.de) の開催の報告があり、本学会からも五島会員が参加予定。

平成 18 年度日本地学教育学会総会議事録

日 時: 平成 18 年 4 月 22 日 (土) 午後 1 時～2 時

場 所: 東京学芸大学二十周年記念会館

議 事:

1. 開会のあいさつ

下野新会長より所信表明と、新年度にあたっての挨拶があった。

2. 事務局より、会員 (正会員・学生会員・名誉会員) 数 605 名うち、出席者 18 名、委任状 178 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

米澤正弘会員を議長として選出した。

4. 報告事項

1) 平成 17 年度事業報告

庶務から平成 17 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 17 年 5 月 18 日 (水)

慶應幼稚舎

第 2 回 平成 17 年 7 月 6 日 (水)

日本教育研究連合会 小会議室

第 3 回 平成 17 年 10 月 5 日 (水)

日本教育研究連合会 小会議室

第 4 回 平成 17 年 12 月 7 日 (水)

日本教育研究連合会 小会議室

第 5 回 平成 18 年 2 月 1 日 (水)

日本教育研究連合会 小会議室

第 6 回 平成 18 年 4 月 5 日 (水)

日本教育研究連合会 小会議室

② 総会

平成 17 年 4 月 23 日 (土) 午後 1 時～2 時
東京学芸大学二十周年記念会館で開催。

③ 評議員会

第 1 回 定例評議員会

平成 17 年 4 月 23 日 (土) 東京学芸大学

第 2 回 定例評議員会

平成 17 年 8 月 5 日 (金) 茨城大学

④ 日本地学教育学会第 59 回全国大会 (茨城大会)

平成 17 年 8 月 5 日 (金)～9 日 (火)

茨城大学で開催した。

大会テーマ: 生徒と一緒に考える地学教育

記念講演: 写真家 白尾元理氏「露頭から読み取れる情報」, ジュニアセッション, シンポジウム「野外実習をしやすくするための条件づくり」, 分科会, 巡検。

⑤ 会誌の発行

地学教育 第 58 巻第 3 号 (通巻第 296 号) から、第 59 巻第 2 号 (通巻第 301 号) までを刊行した。

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

学会賞は該当者なし。優秀論文賞: 中川清隆会員ほか「雲のライブカメラ網の展開と気象情報画像取り込み・表示ソフトの開発」地学教育 57-3, p. 69-83。教育実践優秀賞: 川村教一会員「ネオジム磁石を利用した火山灰中の鉱物の簡易磁力選別」地学教育 57-1, p. 25-31。両会員には賞状とメダルを贈呈した。

⑦ フォーラム

平成 17 年 4 月 23 日 (土) 午後 2 時～4 時
東京学芸大学二十周年記念会館で開催。

テーマ: 地学分野の今日的な教員研修の課題
講演: 宮下 治会員・藤岡達也会員

⑧ シンポジウム

平成 17 年 10 月 22 日 (土) お茶の水女子大学で開催。テーマ: 人間と自然とのかかわりについての学習のあり方—総合的な学習の

時間の一層の充実を目指して—

⑨大学入試センター試験問題評価検討会

平成 18 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。

2) 平成 17 年度決算報告

会計から平成 17 年度の会計報告が、つづいて小川監査から会計監査報告があった。

3) 平成 18 年度役員選挙結果

選挙管理委員会から、会長（任期平成 18 年度～平成 19 年度）、評議員（任期平成 18 年度～平成 20 年度）、監事（任期平成 18 年度～平成 19 年度）を以下のように選出、その結果が報告された。

会長 下野 洋

評議員 中村泰久 北海道東北地区

松森靖夫 関東地区

渋谷 紘 関東地区

米澤正弘 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

宮脇亮介 九州沖縄地区

監事 石川 正

4. 審議事項

1) 平成 18 年度事業計画（案）審議

庶務から平成 18 年度の事業計画案（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 18 年 4 月 22 日（土）午後 1 時～2 時
東京学芸大学二十周年記念会館で開催予定。

③評議員会

平成 18 年 4 月 22 日（土）午前 10 時 30 分より
東京学芸大学二十周年記念会館、および、平成
18 年 8 月 18 日（金）静岡大学で開催予定。

④日本地学教育学会第 60 回全国大会

平成 18 年 8 月 18 日（金）～21 日（月）静岡
大学で開催予定。

大会テーマ：地学教育の再構築—身近な生活
の中から地学リテラシーを育成する—

シンポジウム「身近な生活の中から地学リテ
ラシーを育成する」、60 周年記念行事「地学
教育の変遷と未来への期待（パネルディス
カッション）」、分科会、懇親会、巡検、

⑤会誌の発行

地学教育 第 59 巻第 3 号（通巻第 302 号）か
ら第 60 巻第 2 号（通巻第 307 号）までを刊
行予定。

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選考委員会を設置し、選
考を行う予定。

⑦日本教育研究連合会表彰者

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 18 年 4 月 22 日（土）午後 2 時～ 東京
学芸大学二十周年記念会館で開催予定。

テーマ：博物館と授業支援—実物にふれ体験
して学ぶ—

⑨大学入試センター試験問題評価検討会

平成 19 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関連学会における連携

- ・地球惑星科学関連学会合同大会に協賛予定。
- ・同地学教育委員会参加予定。
- ・学校科目地学関連学会協議会参加予定。
- ・教科理科関連学会協議会参加予定。
- ・地質科学関連学会協議会参加予定。
- ・地学オリンピックへの対応

⑪その他

- ・「東京周辺の露頭 100 選（仮題）」を本学会
編集で刊行予定。

2) 平成 18 年度予算（案）審議

会計から平成 18 年度の予算案の提示があり、
質疑のあと承認された。

平成 18 年度 地学教育フォーラム

総会終了後、同会場において本年度も地学教育
フォーラムが開催された。博物館と授業支援をテ
マにお二人にご講演をいただき、講演終了後は講演
者を交えて活発な討論が行われた。

日 時：平成 18 年 4 月 22 日（土）午後 2 時～3 時
場 所：東京学芸大学二十周年記念会館

講 演：田口聡史氏（埼玉県立自然の博物館）

「地域の自然を学習の場とした体験学習
プログラム」

藤原正行氏（埼玉県飯能市立加治中）

「博物館との連携—総合的学習の時間での
試み—」

平成 17 年度会計決算 (収入)

収入の部		日本地学教育学会		
科 目	当初予算額 (円)	補正予算額 (円)	決算額 (円)	備 考
会 費	3,670,000		3,167,350	前受会費 ¥33,000
個人会費	3,640,000		3,137,350	
賛助会費	30,000		30,000	
補助金	0		0	
雑収入	896,050		1,277,286	
前年迄会費	400,000		786,450	2004 年度 ¥486,450 2003 年度 ¥147,000 2002 年度以前 ¥153,000
購読会員	300,000		352,800	
広告料	160,000		100,000	
抄録料	6,000		5,460	
著作権料	30,000		32,559	
別刷料			0	
利 息	50		17	
繰越金	145,406		145,406	
合 計	4,711,456		4,590,042	

平成 17 年度会計決算 (支出)

支出の部		日本地学教育学会		
科 目	当初予算額 (円)	補正予算額 (円)	決算額 (円)	備 考
大会費	810,000		332,154	
本部分担金	800,000		324,814	
消耗品	10,000		7,340	
成果刊行費	2,985,000		2,852,255	246 ページ
印刷製本費	2,565,000		2,461,410	
通信運搬費	420,000		390,845	
運営費	916,456		1,183,003	
アルバイト	240,000		340,000	
事務委託費	258,080		231,408	
会議費	12,000		25,369	
交通費	0		0	
分担金	50,000		30,000	
名簿積立金	50,000		0	
印刷費	0		82,023	
封筒印刷費	30,000		52,271	
通信運搬費	50,000		90,745	
消耗品費	80,000		86,635	
活動費	20,000		12,050	
旅費	10,000		10,000	
編集委員会経費	50,000		50,600	
庶務委員会経費	50,000		78,090	
選挙印刷送料	0		87,092	
予備費	16,376		6,720	
合 計	4,711,456		4,367,412	
次年度繰越金	0		222,630	
合 計	4,711,456		4,590,042	

平成 17 年度会計収支予算書

収入の部

日本地学教育学会

科 目	当初予算額 (円)	積 算 内 訳
会費	3,810,000	(600×7000)×0.9+30000
名簿積立金本会計へ	150,046	
雑収入	835,010	前年度までの会費 400,000 購読会員 300,000 広告 100,000 抄録料 5,000 著作権 30,000 利息 10
繰越金	222,630	
合計	5,017,686	

支出の部

科 目	当初予算額 (円)	積 算 内 訳
大会費	810,000	静岡大会
本部分担金	800,000	
消耗品	10,000	
成果刊行費	2,985,000	
印刷製本費	2,565,000	@9,500×45 ページ×6 号
運搬通信費	420,000	@70,000×6 号
運営費	1,222,686	
アルバイト	240,000	@20,000×12 月
事務委託費	584,850	国際文献
会議費	12,000	@2,000×6 回
交通費	0	
分担金	50,000	@10,000 日理教協会 @30,000 日教研 @5,000 教科「理科」 @5,000 連合会
印刷費	40,000	
封筒印刷費	30,000	
運搬通信費	50,000	
消耗品費	40,000	
活動費	20,000	
旅費	20,000	
編集委員会費	80,000	
庶務委員会経費	50,000	
予備費	5,836	
合計	5,017,686	

編集委員会より

「地学教育」は会員の皆様からの投稿によって支えられています。昨年は、投稿数が少なく、投稿論文が10編を超えたのが8月になってからでした。今年は、5月の段階で、12編の論文の投稿がありました。2カ月に1回のペースで雑誌を出版するうえでの束の間の安心とならぬよう、このペースが続くことを願っております。

地 学 教 育 第59巻 第3号

平成18年5月20日印刷

平成18年5月25日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会
発 行 者 代 表 下 野 洋

〒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. 59, NO. 3

MAY, 2006

CONTENTS

Original Article

Use of Models to Estimate Dinosaur Weights as Teaching Aids

.....Masaki MATSUKAWA, Kazuto KOARAI, Kenichiro SHIBATA
and Ryouhei NAKANISHI... 89~100

Practical Article

Use of a Dry Filter Paper Soaked in Cobalt Chloride Water as a Practical

HygrometerTakashi MISAKI and Mieko SHIMIZU...101~107

Survey Report

Progressive Earth Science Content in Elementary School Science Curricula, Based
on Analysis of the New Elementary School Science Textbook

.....Hiromitsu MASUDA...109~114

Proceeding of the Society (115~120)

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