

# 地学教育

第50巻 第4号(通巻 第249号)

1997年7月

## 目 次

### 原著論文

高校生の地層概念の認識に関する一考察

—Kali and Orion (1996) の調査問題を用いて—

.....松森靖夫・村田美由紀...(107~119)

気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習教材の開発

.....榑原保志・伊藤 武・石井寛子

北澤夏樹・田中栄司・坂野和久・平岩久幸...(121~125)

### 資 料

占星術, 特に13星座占いの非科学性について.....長谷川敏...(127~133)

地球科学教育に利用できるインターネット WWW サイトの紹介

—米国の主要地球科学関連 WWW サイトを例として—

.....安藤生大・埴賀宗典・小笠原義秀...(135~147)

本の紹介 (120, 126, 148~149) 学会記事 (152~153)

お知らせ (134, 150~151)

日本地学教育学会



原著論文

## 高校生の地層概念の認識に関する一考察

—Kali and Orion (1996) の調査問題を用いて—

松森 靖夫\*・村田美由紀\*\*

### I. 問題の所在

地層概念を認識していく上で不可欠な能力について、現在までに、国内外で多くの研究が行われてきている。例えば、我が国では松森(1981)が、小学生から高校生までの地層に関する認識能力の実際を調査・報告している。また、国外においては、Kali & Orion (1996) が地質に関する空間能力テスト (Geologic Spatial Ability Test; 以下 GeoSAT と略記する) を用いて、高校生の地層に関する認識能力の調査を行っている。特に、前者の松森の研究では、『小学校学習指導要領』(文部省, 1989a) や『中学校指導書理科編』(文部省, 1989b) などに地層概念に関する学習内容が盛り込まれているにも関わらず我が国の学習者における地層概念に関する認識状態の低さが明らかにされている。

また、これらの先行研究において得られた知見の中で共通していることは、地層概念を認識するためには視覚可能な層理の形状から視覚不可能な空間的な形状を類推する能力、すなわち地層の広がりや類推する能力が必要であるという点である。

ところで、上述した松森の研究では平行層、および傾斜した平行層の断面に関する2種の問題場面が設定されており、他の地層の形態(向斜など)は取り上げるには至っていない。一方、Kali & Orion (1996) の研究では、松森の問題場面で見られた地層を含む4種類の地層(傾斜したもの、背斜軸が水平なもの、向斜軸が水平なもの、および背斜軸が傾斜しているもの)を取り上げている。また、この4種類の地層は、地質学的にみれば比較的単純な構造から複雑な構造へと配列されているように思われる。この点だけからすれば、Kali & Orion (1996) の研究における問題場面は、より多様な地層の場面に関する認識能力を調査する上で、適していると考えられる。

しかしながら、Kali & Orion (1996) の用いた調査

方法においては、地層の認識に関して必要とされる知識(例えば、調査問題の中で「層は絶え間なく続き、厚いものであること」といった知識)を事前に与えているため、高校生の地層に関する真の認識能力の実際を十分に引き出しているとは言いにくいように思われる。

そこで、本研究では、Kali & Orion (1996) の調査方法に加筆・修正を施し、その調査問題を用いて我が国の高校生の地層に関する認識能力を把握する。さらにその調査結果に基づき、地層の形態に関する教授方策についても検討を加える。

### II. 研究の目的

本研究の主な目的は以下の2点である。

- ・目的1) 地層に関する高校生の空間認識について把握する。
- ・目的2) 目的1の結果に基づき、我が国における地層に関する学習指導のあり方に検討を加えるとともに、具体的な教授方策を提案する。

### III. 調査の実施

#### 1. 調査の目的

- (1) 我が国の高校生が、地層の広がりを推定する際に用いる認識能力を、Kali & Orion (1996) の調査問題(加筆・修正を施したもの)を用いて把握する。
- (2) (1)によって得られた結果に基づき、地層に関する高校生の認識能力に考察を加える。

#### 2. 調査期日および調査対象

調査は、1996年9月に山梨県内の郊外に位置する公立高校普通科の第1学年123名(男子58名、女子65名)を対象に実施した。なお、調査実施時、調査対象となった高校生は、いずれも地学IA、IBは未履修であった。

\* 山梨大学教育学部・\*\* 山梨大学大学院 1997年3月17日受付 1997年6月14日受理

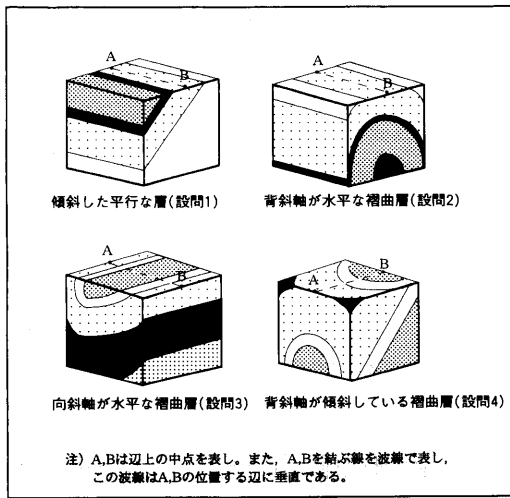


図1 Kaliら(1996)が用いた調査問題

3. 調査内容と方法

(1) 調査内容(調査問題)

本研究においては、高校生の地層に関する認識能力を調査するために、GeoSATの中から背斜、向斜などを含んだ4つの問題場面を選択して構成されているKali & Orion(1996)の問題場面(図1)を用いることとした。その理由は、本問題場面が、視覚可能な地層の切断面の層理の形状から視覚不可能な部分を類推する能力を問うものであり、これにより地層に関する認識能力の一端を把握することができると考えたためである。

(2) 調査方法

描画法を用いた質問紙(B4サイズ・4枚)を各自に配布した。4枚の調査問題とも、「崖から、岩を切り出しました。さらに、この岩を線分ABのところから垂直に切ると、その切断面の模様はどのように見えるでしょうか。また、模様の種類が分かるように、図にも番号①～④を書き加えて下さい。」と問いかけ、枠の中に断面図を描かせた。図2には、調査問題の一部と、その回答例を示す(図2)。

なお、すでに述べたようにKali & Orion(1996)の研究では、調査に際して、4つの問題場面を示し、「層は絶え間なく続き、厚いものである」、「問題場面は三次元を切り出したものとみなすこと」といった条件を事前に与えている。これらの知識は、地層の広がりやを認識するとき不可欠な情報であるため、回答内容に大きな影響を及ぼすものと考えられる。つまり、Kali

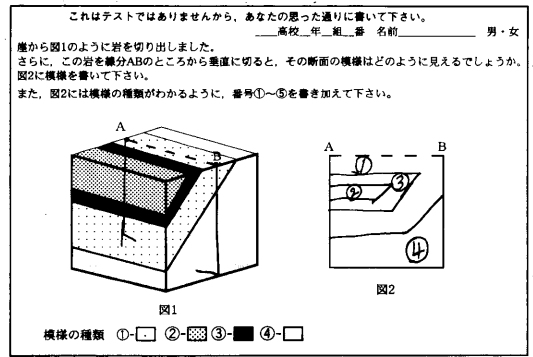


図2 本調査問題の一部(設問1)と回答例(女59)(手書きの線は回答者による)

らは高校生が地層に関する認識を何ら持っていないものと想定し、初めから先行オーガナイザーとして、地層に関する予備知識を与えているのである。これらの理由から、本研究においては高校生の地層に関する真の認識能力を把握するために、Kali & Orion(1996)の4つの問題場面は用いることとしたが、地層概念に関する先行オーガナイザーは一切与えず、図2に示したような調査問題を設定した。

IV. 調査結果および考察

1. 各設問の調査結果

4つの調査問題のうち、設問1(図3)、設問2(図5)、および設問3(図7)については、123名全員からの何らかの回答を得た(回答率100%)。また、設問4(図9)では120名(3名は無回答)からの回答を得ることができた(回答率約98%)。ところで、本調査では、調査方法として描画法による自由記述を採用したため、得られた回答も多岐にわたった。そこで、得られた高校生の回答結果を類型化して提示する。なお、類型化の作業は、研究者数名の合議のもとで進めた。

ところで、Kali & Orion(1996)の調査では、得られた結果を類型化する作業は行われていないものの、その結果からは、高校生が切断面を推定する際に、地層の種類・地層の広がり・地層の厚さの認識が不可欠であることを読みとることができる。そこで、本調査においても、Kali & Orion(1996)の調査結果を参考にして、結果を類型化する際の、便宜的枠組みとして「地層の種類」、「地層の広がり」、および「地層の厚さ」(以下、「地層の三要素」と略称する)を採用することとした。

この地層の三要素の正誤判定によって、本調査にお

ける高校生の回答は5つの類型に分けることができた。設問1に関する回答結果を図4に、同様に設問2を図6、設問3を図8、設問4を図10にそれぞれ示す。また、各図の縦軸には類型をとり、横軸にはその具体的な説明、回答の中に見られた高校生の論理の一例、および典型的な回答例を付した。なお、回答の中に見られた高校生の論理は、調査問題に記されていた作図跡などから推測したものである。

2. 設問1に関する考察(図4)

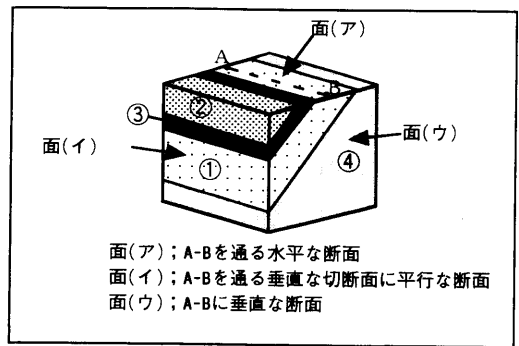
本設問で用いた問題場面は、4種類の地層(図3の①~④)から構成されている。また、図のように3つの直接視覚可能な断面に、新たに記号(ア)~(ウ)を付し、考察を加えていくことにしたい(以下、設問2, 3, および4においても、同様に記号(ア)~(ウ)を付して考察を行う)。

正答の類型1-Aには、92名(約75%)の高校生が含まれる。また、本類型に該当する多くの高校生は、点Bを通る垂線を用いて、作図を行っている。

次に、類型1-Bに属する10名は、地層の三要素のうち地層の厚さを正確に類推できていない。類型1-Bの回答中には、2つのタイプの考え方が認められる。

まず、地層の内部をある程度意識しているものの、面(ウ)の模様の傾きにとらわれてしまい、正確な切断面を回答しなかったものである。例えば点Bを通る垂線ではなく、斜め線を作図しているため垂直方向の切断面を推察するまでには至っていない高校生である。もう1つのタイプは、地層の内部をある程度は類推できているが、正確な切断面を回答しなかった高校生である。

一方、類型1-Cには、3名の高校生が該当する。地層の種類だけが正しく、回答は、面(ウ)の模様の一



面(ア); A-Bを通る水平な断面  
面(イ); A-Bを通る垂直な切断面に平行な断面  
面(ウ); A-Bに垂直な断面

図3 設問1における地質構造

類型	模様の広がり	具体的な説明	回答の中に見られた高校生の論理の一例	典型的な回答例
類型1-A	○○○	外側のながめから内部を類推		 92名
類型1-B	○○×	・斜めにおろした切断面を類推 ・厚さを正確に回答できなかった		 10名
類型1-C	○××	・面(ウ)の一部にとらわれている ・面(ウ)の一部を模写		 3名
類型1-D	×××	a) 面(イ)の層の厚さが徐々に薄くなり消えていくと類推 面(ウ)を類推していない 模様の判読ができていない		 5名

類型1-D	b) 面(ア)と面(イ)を展開したものを類推し、模写		 5名
	c) 面(ア),(イ),及び(ウ)を開いて模写		 1名
	d) 面(ア),(イ),及び(ウ)を平面としてとらえ、模様を模写		 4名
	e) 面(ウ)の模様にとらわれている		 2名
	f) 面(イ)の一部を模写		 1名

図4 設問1の回答の類型

部がそのまま含まれている。つまり、これらの者は、面(ウ)の右半分と切断面とが等しいという推測から、面(ウ)を模写したものと推察される。しかし、3名とも面(ウ)をすべて模写していないという点からは、面(ウ)が奥まで広がっていることをある程度類推しているようにも思われる。

類型 1-D に含まれる回答は、地層の三要素のどれも

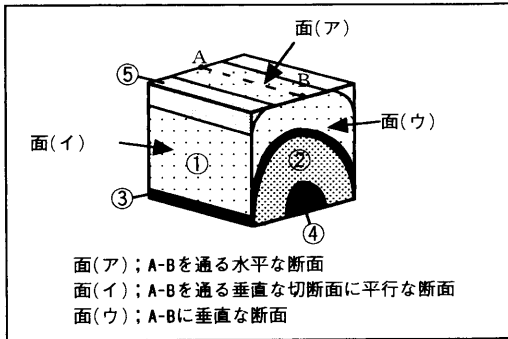


図5 設問2における地質構造

正確に読みとれていない。回答 a は、上部の地層の模様・番号を単純に書き間違えたか、①層の厚さが徐々に薄くなり消えてしまうと考えている高校生のようなのである。また、回答 b~f に関しては、視覚可能な3つの断面に見られる層理のとらえ方によって、いくつかの回答に分けることができる。具体的には、視覚可能な断面を展開して断面上の層理を模写しているもの (b, c), 視覚可能な層理を断面上に描かれた二次元の平面の模様ととらえて模写しているもの (d), および視覚可能な3つの断面に見られる層理の一部を模写しているもの (e, f) である。特に回答 d は、切断面に覆いかぶさっているように見える面(ア), (イ), (ウ)の模様を、そのまま模写したものであり、同種の回答は Kali & Orion (1996) の調査結果の中にも認められるものである。概して、類型 1-D の該当者においても、切断面を類推するとき、視覚可能な断面に見られる層理のみに着目していることを伺い知ることができる。

類型	広がり	具体的な説明	回答の中にみられた高校生の論理の一例	典型的な回答例
類型 2-A	○○○	外側のながめから内部を類推		 98名
類型 2-B	○○×	面(ウ)を正しく読みとらず、層の厚さが正確ではない		 4名
類型 2-C	○××	a) 面(イ), (ウ)の一部を模写		 1名
		b) 面(ウ)の地層が表面のみ続くと同推		 2名
類型 2-D	×××	a) 面(イ)の層の厚さが徐々に薄くなり消えていくと同推 ・面(イ)の一部にとられている ・模様の種類にとられている		 5名

類型 2-D	×××	b) 面(ウ)の一部を模写		 6名
		c) 面(イ)と面(ウ)を展開したものを類推し、模写		 1名
		d) 面(ア)の一部を模写		 1名
		e) 斜めにおける切断面を類推 ・面(イ)の一部にとられている		 2名
		f) 面(イ)と面(ウ)を平面と捉え、模様を模写		 2名
		g) 断面と面(イ)を縦に続けたものを類推し、模写		 1名
		h) 外側のながめから内部を類推できない		 3名

図6 設問2の回答の類型

3. 設問2に関する考察 (図6)

本設問は、背斜軸と重なる切り口の切断面(背斜軸面)を類推させるものである。そのため、地層の広がりや類推するためには、面(ウ)が奥に水平に続いていることをイメージできるか否かが重要なポイントの1つとなる。

この面(ウ)の水平方向の広がりを把握できている類型2-A(正答)には、98名(約80%)の高校生が該当する。

また、厚さを正確に認識するに至らなかった類型2-Bには、4名の者が含まれる。本類型にみられるいずれの誤回答の背景にも、面(ウ)にみられる層の厚さの誤解釈が潜んでいるようである。また、回答中には、地層の内部をある程度意識して類推していることが伺えるが、斜めに下ろした切断面を類推し、垂直方向の切断面を推察するには至っていない回答も見受けられた。

そして、類型2-Cは、地層の種類のみを正しく類推することができた高校生(3名)である。この類型は2つの回答a,bに分けることができる。回答aでは、視覚可能な断面に見られる層理の一部が模写されている。また、回答bでは、面(ウ)から地層の重なり方が正しく類推されているものの、地層の広がりが途中で途絶えている。後者の高校生は、限られた範囲の空

間でしか、地層の広がりを類推できないようである。

そして、地層の三要素をいずれも読みとれていない類型2-Dには、18名が該当する。また、本類型は図6に示したように、8つの回答(a~h)に分けられる。

まず、回答aに含まれる高校生は、ある程度の切断面を推定できているものの、面(イ)にとらわれてしまった者とも、層の凡例を読み間違い、あるいは書き間違いした者とも考えられる。また、回答b,c,およびdに該当する高校生は、切断面を推定する際に、地層の内部における広がりを類推できず、視覚可能な層理にとらわれてしまった者と推察される。例えば、切断面に面(ウ)をそのまま模写した者もみられる。

次に、回答eの高校生は、切断面を類推しようとし

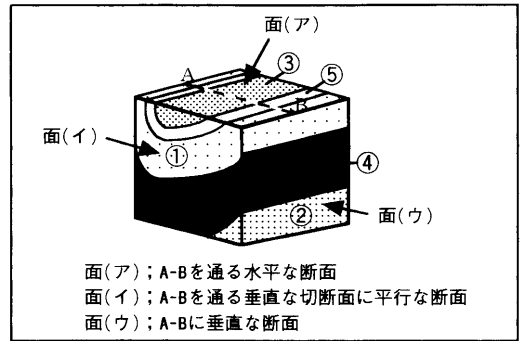


図7 設問3における地質構造

類型	種別 広がり	具体的な説明	回答の中にみられた高校生の 論理の一例	典型的な 回答例
類型 3-A	○○○	外側のながめから内部を類推		 76名
類型 3-C	○××	a)面(イ)から地層の広がりを正確に類推できていない		 20名
		b)面(イ)を正しく読みとっておらず、地層の広がりを正確に把握できていない		 17名
類型 3-D	×××	a)・面(A)が垂直に続くと類推		 4名

類型 3-D	×××	・面(A)を模写		4名
		b)・面(ウ)が水平に続くと類推 ・面(ウ)を模写		4名
		c)外側のながめから内部を類推できていない		4名
				4名

図8 設問3の回答の類型

ているが、面(ウ)にしか見られない下部の2層が内部にまで続いていることを読みとれなかったものである。

また、回答 f, g では、切断面を類推しようとしているものの、視覚可能な層理にとらわれているため、地層の広がりやを想定するまでには至っていない。例えば回答 f は、切断面を覆っている視覚可能な3つの断面の層理を模写している。また、回答 g に該当する高校

生は、正しい切断面の一部と、面(イ)の一部とを組み合わせた描画をしている。

そして、回答 h のように視覚可能な断面に見られる層理から切断面を全く類推できなかった者も認められる。問題場面を地層とイメージできず、視覚可能な層理を包み紙のような存在、つまり表面にのみ存在する模様としてとらえているものと考えられる。すでに、このことは、北澤ほか(1986)の研究によって、小学生段階から認められることが報告されている。

4. 設問3に関する考察(図8)

一覧すれば分かるように、本設問(図7)は、水平な軸をもつ向斜構造の地層に対して、垂直方向に切断した面を推定させるものである。そのため、回答にあたって、地層の広がりやを類推するためには、面(イ)が水平方向に続くことを、まず認識しなくてはならない。面(イ)と同様の正答である切断面を回答した類型3-Aには、76名(約60%)の高校生が該当する。

類型3-Cは、地層の種類のみ正しく読みとれている回答である。本類型には、37名(約30%)が該当する。さらに、この類型には、2つの種類の回答(a, b)が

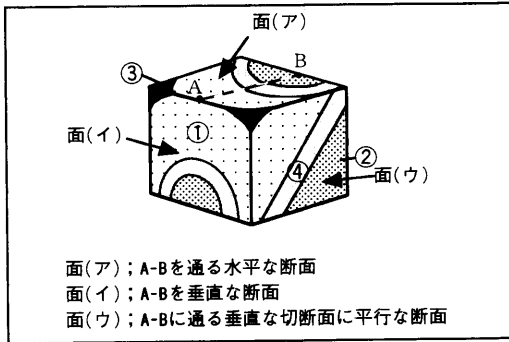


図9 設問4における地質構造

類型	幅広厚薄がさ	具体的な説明	回答の中にみられた高校生の論理の一例	典型的な回答例
類型 4-A	○○○	外側のながめから内部を類推		 14名
類型 4-B	○××	a) 面(ア),(イ),及び面(ウ)の一部を模写		 4名
		b) 面(ア),(ウ)の一部を模写		 4名
		c) 面(ウ)の一部を模写 ・面(ウ)のみが中まで続いていると類推		 2名
		d) 面(イ)の一部を模写 ・切断面と面(イ)とを区別していない		 1名

類型 4-B	○××	e) 面(ア),(イ),及び面(ウ)に④層が一致することを把握できていない		 14名
		f) 面(ア),(ウ)のみが中まで続いていると類推		 7名
		g) 面(ウ)を正しく読みとっていない ・面(ア),(イ)のみが中まで続いていると類推		 3名
		h) 面(ウ)から内部を類推できていない ・面(ア),(イ)から層が水平、垂直に続いていると類推している		 7名
		i) 面(ア)から層が垂直に、面(イ)から層が水平に続いていると類推		 1名

図10 設問4の回答の類型



j) 面(ア)と面(イ)のみが内部まで続いていると類推			7名
k) 地層の広がり十分に把握できていない			3名
l) 面(ウ)を把握していない・④層が一致することを把握できていない			7名
m) 面(ウ)を正しく把握できていない・面(ア),(イ),及び(ウ)の一部を模写			1名

a) 面(ウ)から内部を類推しているが、層序は把握できていない			2名
b) 正しく読みとった切断面に③層を書き加えている・面(ウ)を模写			5名
c) 視覚可能な層理面から切断面を類推できていない			1名
			1名

図 10 続き

みられる。まず、回答 a (20 名) は、外側にみられる面 (ア) の層は垂直に、面 (ウ) の層は水平に続くそれぞれ考えている者である。そして、回答 b (17 名) は、面 (イ) の一部を模写している回答である。

このように、本類型では、面 (イ) の模様の手がかりにされてはいるが、内部を正確に類推されるに至っていない傾向が顕著に認められる。

また、類型 3-D (12 名) には、地層の三要素のいずれも正しく読みとれなかった者たちが該当する。そして、本類型には図 8 に示したように 3 つの回答 (a, b, および c) が含まれる。まず、回答 a には、面 (ア) にみられる ①, ③, および ⑤層が垂直に下まで続いたものを切断面と類推している回答や、面 (ア) を模写したと考えられる回答が含まれる。さらに、回答 b においても、面 (ウ) から地層が水平に続いたものや、面 (ウ) を模写したものを、回答しているようである。いずれにしても、回答 a, b ともに、特定な視覚可能な断面に見られる層理にとらわれている点では共通している。

ところで、回答 c で、①層のみが切断面に現れるとして回答している高校生は、地層が続いていることを正しく認識できていない者と思われる。

### 5. 設問 4 に関する考察 (図 10)

本設問の問題場面は、4 種類の層から構成されており、また、背斜軸が傾斜している。そのため、地質学的にみれば、褶曲軸が水平な地層を問題場面としてい

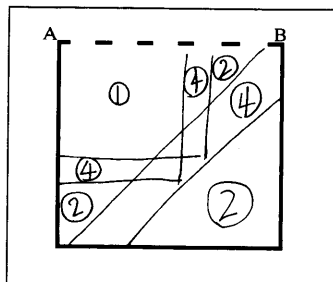


図 11 類型 4-C に含まれる回答 (サンプル番号女 86: 表 2 参照)

る設問 2, 3 よりも複雑な構造である。

ところで、正しい切断面を回答している類型 4-A に該当する者は、わずかに 14 名 (12%) にすぎない。このような低い正答率は、地質学的に複雑な問題場面においては、すべての視覚可能な断面に見られる層理を総合的に判断して、切断面を類推する能力を具備している高校生が、極めて少ないことを示すものである。

一方、他の類型としては、地層の種類のみ正しく読みとっている類型 4-C と、地層の三要素についていずれも正確に推定できなかった類型 4-D が該当する。まず、類型 4-C であるが、97 名 (約 80%) の者が含まれ、図 10 に示したように、13 種類もの多様な回答 (a ~ m) に分けられる。また、これらの回答は、視覚可能な断面のとらえ方の違いによって、さらにいくつかのパターン (i ~ iv) に分けられる。

表1 各設問ごとの地層に関して認識できた類型の割合について

各類型の特徴	子どもが有する地層概念に関する地層に関する科学的真偽			各類型の割合(%)			
	種類	広がり	厚さ	設問1	設問2	設問3	設問4
類型A：地層の種類，広がり，及び厚さを正しく読みとって正しい断面を回答	○	○	○	75	80	62	12
類型B：地層の種類，広がりを正しく読みとり，地層の厚さを読みとっていない回答	○	○	×	8	3	0	0
類型C：地層の種類を読みとっていないが，地層の広がり，厚さを正しく読みとっている回答	○	×	×	2	2	30	81
類型D：地層の種類，広がり，及び厚さを正しく読みとっていない回答	×	×	×	11	13	8	7

注) 類型Aは正答を示す。

i) 視覚可能な断面の一部を模写している回答(a~d)

回答a~dに該当する者は，いずれも切断面には表出しない③層については模写していない。これらの者は，視覚可能な層理と切断面に表出する層との関係を部分的にしか認識できていないように思われる。しかし，視覚可能な層理の模様にとらわれているため，正しい切断面を類推するまでには至っていない者たちである。

ii) ④層が垂直，または水平に続いていると類推している回答(e~j)

このタイプの回答はいずれも，図11に示した回答のように，3つの断面(ア，イ，ウ)から④層の広がりを類推しているようである。しかしながら，本回答に該当する高校生の多くは，切断面に表出する各層を分割してそれぞれに同一番号を付している。これらの者は，視覚可能な層理から地層の広がりを類推しようとしているが，切断面の中に同じ地層が分割されていくつも存在するというような，独自の論理が認められる。

iii) 地層の広がりを類推していない回答(k)

面(ア)，(イ)の模様が表面のみに存在していることを前提とした回答であり，地層の広がりを把握でき

ていない者たちである。

iv) ④層の広がりを組み合わせた回答(l, m)

この類型に含まれる高校生は，地層が続くことはある程度把握しているように思われる。また，全ての視覚可能な層理から切断面を類推しようと試みている。いずれも，高校生なりの論理(いずれも地質学的には正しい広がりではないが)のもとで地層の広がりを類推しているようである。

一方，類型4-D(9名)については，該当する高校生の中には，地層の一部(例えば④層)の広がりは類推できているものの，他の地層の広がりを類推できず，地層の三要素を正しく読みとるに及ばなかった者がいる。さらに，この類型には3つの回答(a, b, c)がみられる。

回答aに該当する者は，上述したように，④層の広がりのみ正しく類推している。しかしながら，これらの高校生は，切断面に現れるはずの②層が描かれていないことから，視覚可能な層理の広がりを十分に把握できていないものと考えられる。回答bは，類型4-C(c)に類似している。ところが，類型4-C(c)では③層が書かれておらず，本回答は面(ウ)の模様そのものを模写している。回答cの中には，類型2-Dの回答g(図6)と同様に，外側の模様を包み紙のようにとら

表2 調査問題に見られた高校生の考えの概要

注)表中のアルファベットは各類型を表す。また、-は無回答であることを示すものである。地層の種類、広がり、厚さを読みとることができた(O)、できない(X)によって類型化を行った。例えば、類型B<OOOX>ならば地層の種類(O)、地層の広がり(O)、地層の厚さ(X)である。

類型A	類型B	類型C	類型D	類型E
○○○	○○×	○××	××○	×××

問題					問題					問題					問題									
番号	1	2	3	4	番号	1	2	3	4	番号	1	2	3	4	番号	1	2	3	4					
1	男	A	A	A	A	39	男	A	A	A	C	77	女	A	A	E	C	C	115	女	A	A	A	A
2	〃	A	A	A	C	40	〃	A	A	A	C	-	78	〃	B	E	C	C	116	〃	A	A	A	A
3	〃	A	A	A	C	41	〃	A	A	A	E	-	79	〃	E	E	C	C	117	〃	A	A	A	A
4	〃	A	A	A	E	42	〃	A	A	A	C	C	80	〃	D	C	C	C	118	〃	A	A	A	A
5	〃	B	A	A	C	43	〃	A	A	A	C	C	81	〃	B	B	C	C	119	〃	A	A	A	A
6	〃	A	A	A	C	44	〃	A	A	A	C	C	82	〃	A	A	A	A	120	〃	A	A	A	A
7	〃	A	A	C	E	45	〃	B	E	E	C	C	83	〃	A	A	A	A	121	〃	A	D	A	E
8	〃	A	B	C	C	46	〃	A	A	A	C	C	84	〃	A	A	A	A	122	〃	A	A	A	E
9	〃	A	A	A	E	47	〃	A	A	A	C	C	85	〃	A	A	A	A	123	〃	A	A	A	E
10	〃	A	A	A	C	48	〃	D	A	A	C	C	86	〃	E	A	A	C	C					
11	〃	A	A	A	E	49	〃	A	E	A	A	C	87	〃	E	E	E	C	C					
12	〃	A	A	A	C	50	〃	A	B	A	A	A	88	〃	A	A	A	C	C					
13	〃	A	A	A	A	51	〃	A	A	A	A	A	89	〃	E	E	A	A	E					
14	〃	A	A	A	C	52	〃	D	A	A	A	A	90	〃	A	A	A	A	C					
15	〃	A	A	A	E	53	〃	A	A	A	A	C	91	〃	A	A	A	A	C					
16	〃	A	A	A	C	54	〃	A	A	A	C	C	92	〃	A	A	A	E	C					
17	〃	B	A	A	C	55	〃	A	A	A	A	C	93	〃	A	E	E	E	C					
18	〃	D	A	A	C	56	〃	B	E	E	C	C	94	〃	E	E	E	E	E					
19	〃	A	A	A	A	57	〃	A	A	A	A	C	95	〃	A	A	A	C	C					
20	〃	A	A	A	C	58	〃	A	A	A	A	C	96	〃	A	A	A	A	C					
21	〃	A	A	A	C	59	女	E	C	A	A	C	97	〃	A	A	A	A	C					
22	〃	A	A	A	C	60	〃	A	A	A	A	C	98	〃	A	A	A	A	C					
23	〃	E	E	C	C	61	〃	E	E	E	C	E	99	〃	A	A	A	C	C					
24	〃	A	A	A	C	62	〃	A	A	A	C	C	100	〃	A	A	A	A	-					
25	〃	A	A	A	C	63	〃	A	A	A	A	E	101	〃	A	A	A	A	C					
26	〃	B	E	C	E	64	〃	A	C	E	E	C	102	〃	B	A	A	A	C					
27	〃	A	A	A	C	65	〃	E	A	C	C	C	103	〃	E	B	C	C	A					
28	〃	A	A	A	C	66	〃	C	E	A	A	C	104	〃	A	E	E	E	E					
29	〃	A	E	A	C	67	〃	A	A	A	A	C	105	〃	A	A	A	C	C					
30	〃	A	A	A	C	68	〃	E	A	E	E	C	106	〃	E	A	A	C	C					
31	〃	A	A	A	C	69	〃	E	E	E	E	C	107	〃	A	A	A	A	C					
32	〃	A	A	A	C	70	〃	A	A	A	C	C	108	〃	C	E	A	E	C					
33	〃	A	A	A	C	71	〃	A	A	A	C	C	109	〃	A	A	A	C	C					
34	〃	A	A	A	C	72	〃	A	A	A	C	C	110	〃	C	A	A	A	C					
35	〃	A	A	A	C	73	〃	A	A	A	A	C	111	〃	A	A	A	C	C					
36	〃	A	A	A	C	74	〃	B	A	C	C	C	112	〃	A	A	A	A	C					
37	〃	B	C	C	C	75	〃	A	A	A	A	C	113	〃	A	A	A	C	C					
38	〃	A	A	A	C	76	〃	A	A	A	-	114	〃	A	A	A	A	A						

表3 地層の種類, 広がり, 厚さを適切に読みとることのできた割合

設問	設問 1	設問 2	設問 3	設問 4
地層の種類	84.6	85.3	90.2	88.6
地層の広がり	82.0	82.9	61.8	11.7
地層の厚さ	78.3	75.0	63.3	11.7
地層の種類, 広がり, 厚さ (4問全て)	9.2			

注1) 表中の数字は%を示す。

え, 内部は①層のみで構成されていると類推する高校生が見受けられた。また, 回答cには, 地層を○や△の形で表す高校生も1名存在した。

6. 調査結果の全体的な考察

図4, 6, 8, および10に見られる類型を表1にまとめた。表1の左半分には, 各類型の特徴(各類型の特徴・地層に関して認識できた内容)を, また右半分には各設問ごとの類型の割合をそれぞれ示した。また, 表2には高校生各自の各設問における回答の類型を示したので併せて参照されたい。

(1) 各設問の正答率に関する考察 (表1, 表2)

表1を一覧して分かるように, 設問1, 2, および3の各正答率はいずれも60%以上に達した。しかし, 設問4の正答率は約12%と他の3問に比べ, 極めて低い。また, 設問1~3は正しく回答したが, 設問4だけを誤って回答した高校生が51名(調査対象の約43%)見受けられる(表2を参照)。このことは, 褶曲軸が傾斜した地層の三次元的な形態を限られた断面に見られる地層の層理を認識することが, 高校生にとっていかにむずかしいかを物語るものである。

ところで, 現行の小・中学校で用いられている各社理科教科書では, 平行層に関する観察・実験を遂行したり, 背斜構造や向斜構造に関する典型的事例を写真として掲載し, 解説を加えたりしている。しかし, 背斜の中でも, 設問4の問題場面として用いたような背斜軸が傾斜している地層に関しては, 教科書ではほとんど扱われていない。このような現行の小・中学校理科の現状からも, 設問4の低い認識状態は容易に推察

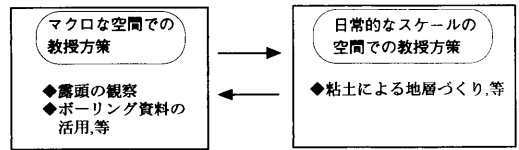


図12 空間のスケールと地層概念に関する教授方策との関係

されるところである。

(2) 地層の三要素の認識に関する考察 (表3)

表3は表1を参照して, 切断面を推定するときに必要なとされる地層の種類, 広がり, および厚さ各々について適切に読みとっている割合を, 各設問ごとに算出したものである。

本表からは, 全設問を通して, 地層の種類を正しく読みとることのできた割合が高率であることがうかがえる。これは, 地層の種類が他の要素に比べ視覚的にとらえやすいためだと推察される。特に設問4では, 地層の広がり・厚さを正確に読みとれた割合が非常に低く, 複雑な形態を持つ地層は, 高校生にとってもその認識は容易でないことが分かる。

さらには, 広がりや厚さのいずれか一方だけを読みとっている類型が全く存在しないことから, この両要素の認識に必要な能力は別々なものではなく, 密接にかかわり合っていることが推察できる。

V. Kali & Orionの問題場面を活用した地層概念に関する教授方策の提案

本章では, 第IV章で明らかになった高校生の地層に関する認識状態をふまえ, 効果的な教授方策について提案する。

1. 教授方策を考案するための視点~実態調査で提示した問題場面を用いた教授方策~

すでに述べたように, 地層概念に関する認識調査が多数行われてきた。また, 地層概念の認識達成を志向する教授方策もいくつか提案されてきている(例えば恩藤, 1991)。

ところで, その教授方策は2つに大別できるように思われる。1つは, 露頭の観察(林, 1993)や, ボーリング資料の活用(文部省, 1989c)のように, 実際の地層観察による教授方策である。もう一方は, 粘土による地層づくり(松森, 1981; 関ほか, 1982)のような地層のモデル使用に基づく教授方策である。この両者の関係は図12のように示すことができよう。



もちろん、ここでは、実際の地層観察が先か（マクロな空間→日常的なスケールの空間へと移行する教授方策）、地層モデルによる学習が先か（日常的なスケールの空間→マクロな空間へと移行する教授方策）といった2者択一の問題を提起しようとするものではない。また、その問題に決着をつけるべく実証的なデータも満足に蓄積されていない。両者の教授方策の併用によっても、地層概念の認識が達成されるのかもしれない。

次節では、Kali & Orion が使用した問題場面をそのまま踏襲して教材としてとらえ直し、その教材を用いた教授方策について提案したい。図12に基づいて言えば、日常的なスケールの空間からマクロな空間へと移行する教授方策の提案である。

## 2. 具体的な教授方策～発泡スチロールの地層モデルを活用して～

### ① 具体的な教授方策の提案

Kali & Orion の調査問題を教材として活用して作成した教授方策の骨子を、図13に示した。本図はあくまでも教授方策の一例に過ぎず、授業実践の中で余儀なく変更せざるを得ない手続きや箇所が多数表出してくるものと考えている。そのため、地層概念の認識達成を促す教授方策の雛形モデルとして位置づけるのが、現在のところ妥当であるように思われる。

現在、この教授方策の骨子に従い、実験授業を実施している。実験授業の結果がまとまりしだい、報告することにしたい。

### ② 発泡スチロールの地層モデル活用の利点について

図13の中で例示した教授方策の中では、発泡スチロールを素材とする教材（1辺が5cm程度の立方体）を使用した。加工したり切断したりするのが容易であるとされている粘土は、あえて用いなかった。その理由について下に述べる。

まず、粘土では、Kali & Orion の問題場面を正確に表現することがむずかしい点が挙げられる。また、粘

土は、学習者が強く触れたり落としたり切断したりする際に、問題場面の形状も大きく変化してしまうためである。その点、発泡スチロールの場合は、粘土に比べ加工しにくいものの、一度作成してしまえば形状も変化せず、次年度の授業に向けて保存しておくことも容易である。さらに、粘土の場合は、その柔らかさのため、筆記用具を用いてその表面に地層の模様などを詳しく記入させることもむずかしいからである。この点においても軽量かつ硬質の発泡スチロールの表面は記録に適しているように思われる。また、各面に紙を軽く貼り付けておき、記録の度に紙を取り替えれば、何度でも使用できる利点もある。

## 謝 辞

本研究を遂行するに当たって、お忙しい中を調査に協力していただいた、山梨県立市川高等学校 藤田博子氏、切刀崇行氏に心より感謝申し上げます。

## 引用文献

- 林 慶一(1993): 野外調査と空中写真判読の組み合わせによる地質図作成の実習, 地学教育, 46, 199-215.  
 Kali, Y. and Orion, N.(1996): Spatial Abilities of High-School Students in the Perception of Geologic Structures, *Journal of Reserch in Science Teaching*, 33, 369-391.  
 北澤弥吉郎・栗田一良・井出耕一郎 (1986): 新訂理科教育指導用語辞典, 教育出版, 278.  
 松森靖夫(1981): 児童・高校生の空間認識に関する考察—地層学習に関連して—, 地学教育, 34, 1-9.  
 文部省(1989a): 小学校学習指導要領, 大蔵省印刷局, 67.  
 文部省(1989b): 中学校指導書理科編, 学校図書, 97-103.  
 文部省(1989c): 小学校指導書理科編, 教育出版, 86-88.  
 永野重史(1991): ピアジェは子どものすばらしい知的能力を過小評価した—発達段階再考—, 理科の教育, 40, 8-11.  
 恩藤知典(1991): 地学の野外観察における空間概念の形成, 東洋館出版社, 113-166.  
 関 利一郎編著(1982): 地学教育の新しい展開, 東洋館出版社, 159-162.  
 湯浅慎一(1978): 知覚と身体現象学, 太陽出版, 49-52.

松森靖夫・村田美由紀：高校生の地層概念の調査概念の認識に関する一考察—Kali and Orion (1996) の調査問題を用いて— 地学教育 50 巻, 4 号, 1-13, 1997

〔キーワード〕 高等学校地学, 空間認識, 地層概念, 教授方策

〔要旨〕 本研究では, Kail and Orion (1996) の調査問題を用いて, 高等学校第 1 学年の生徒の地層に関する認識能力を調査し, 高校生が地層に関して, 多様な認識を持っていることが明らかになった。そして, このような生徒の認識状態に分析を加えるとともに, 学習者の主体的な取り組みを喚起する意味で, Kali and Orion (1996) の調査問題場面を用いた教授方策を提案した。具体的には, 発泡スチロールの地層モデルを活用した教授方策である。

Yasuo MATSUMORI and Miyuki MURATA: A Study of Upper Secondary School Student's Cognition on Strata Concept —By Using Geologic Spatial Ability Test Devised by Kali and Orion (1996).—; *Educat. Earth Sci.*, 50(4), 1-13, 1997

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

松井孝典ほか8名共著 岩波講座地球惑星科学 12 比較惑星学 A5 478頁 1997年3月初版 本体4,944円

本書の「はじめに」に「比較惑星学というより惑星科学という方がなじみ深いかも知れない。(中略)国内外も含め、本書のようにすべてを1冊にまとめたものはこれまで存在しなかった。本書はその意味で最初の試みといえる。すべてを1冊にまとめたため、量的に十分に記述できなかったという問題もあるが、その利点は読者にとってそれを補って余りあるものと思っ

ている。」という企画のもとに書かれたものである。本書の構成は次のようになっている。

はじめに

1. 惑星物質科学

1) 太陽系の進化と物質科学 2) 宇宙における元素合成 3) 太陽系の化学組成と宇宙化学 4) 隕石

5) プレソーラーグレイン 6) 月 7) 火星 8) 金星

2. 惑星上の衝突過程

1) クレーター形成過程 2) クレーターのスケールリング則 3) カタストロフィック破壊と実験 4) カタストロフィック破壊のスケールリング則 5) 諸天体上で見られる衝突の痕跡

3. 比較惑星系形成論

1) 「比較」惑星系形成論の立場 2) 惑星系形成論の概略とその問題点 3) 中心星と原始惑星系円盤の形成 4) 原始惑星系円盤の構造と進化 5) ダストの成長と微惑星の形成 6) 微惑星の運動学 7) 木星型惑星のガス捕獲 8) 惑星集積の現代的描像

4. 惑星磁気圏

1) 惑星大気基礎理論 2) 惑星大気の概観 3) 地球磁気圏の成立 4) 太陽系の天体をとりまく磁気圏

5. 惑星と衛星の地質、内部構造

1) 惑星と衛星の地質概説 2) 比較惑星地質学 3) 惑星・衛星の内部構造

6. 太陽系の小天体

1) 彗星 2) エッジワース・カイパーベルト天体

構成は以上であるが、本書で最もページ数が多い比較惑星系形成論の「まとめ」を次に写し書きをしておくので、本書の内容の参考にして欲しい。

・惑星系はかなり普遍的な存在であろう

若い星のまわりに惑星系の母体である原始惑星系円盤が多く観測されている。また、主系列星のまわり

に木星程度の質量の惑星が見つかってきている。観測される惑星の存在形態には多様性があるらしい。近い将来、観測能力の進展にとまない、さらに多くの惑星系の様子が明らかになるだろう。

・原始惑星系円盤の中で微惑星が形成される  
分子雲コアの収縮によって、中心部に惑星が形成され、そのまわりを原子惑星系円盤(太陽質量の0.001~0.1倍程度)が取り巻く。この円盤は、形成初期は強い乱流状態にあって中心星に質量を供給するが、やがて乱流が衰えると、薄く沈澱したダスト層の自己重力安定による分裂で、数kmサイズの微惑星を大量に形成する。この段階は、天文観測と照合しながら、理論化が進行中だが、ダストから微惑星への過程には不明な部分が多い。

・微惑星は衝突合体により暴走成長する  
微惑星の衝突合体による成長の様式は、少数の微惑星が他を圧倒して大きくなり原始惑星となる暴走成長モードが基本となる。原始惑星は、互いに重力圏の大きさに比例した間隔を保ちながら成長する。原始惑星は、地球の数倍から10倍の質量に達すると、まわりの円盤ガスを引き込んで木星型惑星となる。この段階の基礎プロセスの多くは解明が進んでいるが、それらを組み合わせて、太陽系の基本的な様相を再現するには、いま一歩である。

・比較惑星系形成論の観点が重要である  
分子雲コアを出発点とする惑星系の形成過程を明らかにして、観測される惑星系の多様性をその中で自然と説明することが大切である。それによって、多様な惑星系の一つとして太陽系を位置づけ、その特質を正しく理解し、宇宙の営みの中で地球がどのように生まれたかを知ることができる。

次にページ数の多い惑星大気・惑星磁気圏の「まとめ」の標題文を列記しておきたい。

・大気の温度分布はエネルギー収支が釣り合うように決まっている

・大気組成はいつも非平衡である

・高温の金星大気

・変動の激しい火星大気

・内部熱源が重要な木星型惑星の大気

・太陽系内で固有の磁場を持つ天体は、周囲に磁気圏と呼ばれる領域を持つ

「まとめ」などを読むと簡単な内容のように思うであろうが、本文は数式・図・表などを用いて詳細な説明がある。この学術分野の最先端の知識を得ることができる本であると思う。(貫井 茂)



原著論文

# 気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習教材の開発

榊原保志\*・伊藤 武\*・石井寛子\*\*・北澤夏樹\*\*\*  
田中栄司\*\*\*\*・坂野和久\*\*\*\*\*・平岩久幸\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

中学校における気象単元「天気とその変化」では、身近な天気の変化をとらえる観測、気象現象を物理的に説明するための実験、気象衛星からの雲画像を利用した天気予報など多彩な観察・実験が盛り込まれている。

いずれの学習内容も、導入に身近な気象現象の観察を行い、続いてむずかしい専門用語の定義づけ、モデル的な実験、物理的な説明による現象の理解となっている。中でも気温と飽和水蒸気量との関係は最も理解しにくい内容の一つである。

身近な飽和現象として窓ガラスが曇るなどの「結露」の現象を子供たちは知っており、温度と結露の関係については、「露点」を含めてある程度の理解は可能である。また、ほとんどの中学生が結露について正しい見方をしているという報告もある(松浦ほか, 1987)。しかし、露点について学習した生徒の多くは、飽和水蒸気量へと学習を進める段階で抵抗を感じてしまう。

その原因の一つに、生徒に「飽和」の概念が定着しないうちに、気温と飽和水蒸気量の学習が始まることがあると考えた。

通常の授業では空気中に含まれる水蒸気量の測定はほとんど行われていない。その理由は中学生にとって測定が多少やっかいなことによる。シリカゲルのような乾燥剤に空気を送り、その空気に水蒸気を吸収させる。その際、増加した質量が通過した空気に含まれていた水蒸気量になる。

この方法には、通過した空気体積の測定方法に問題があった。佐々木(1982)は、50リットルのポリタンクの中に水を入れ、下口活栓を開いて水を排出させ、別の口から空気を吸引させる方法を採用した。

彼の方法は空気の体積や通気速度を自由にコントロールできる上手な方法である。しかし、50リットルのポリタンクは学校現場では何台も取り揃えにくいこと、保管に困るという難点がある。また、取り込む空気に含まれる水蒸気量を変えられないため、気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習には向いていない。

そこで、身近にあるペットボトルを用いて気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習教材を開発したので、ここに報告する。

## 2. 開発した教具と素材研究

### 2.1 開発した教具

まず、水蒸気量の測定の実験器具として考慮した点は、

1. なるべく大きく、かつ密封できる容器
2. 観察しやすいように透明な容器



図1 開発した実験器具

\* 信州大学教育学部・\*\* 佐久市立浅間中学校・\*\*\* 信濃町立富士里小学校・\*\*\*\* 長野市立東部中学校・\*\*\*\*\* 半田市立成岩中学校・\*\*\*\*\* 豊橋市立老津小学校 (\*印以外は当時信州大学教育学部大学院)  
1997年4月7日受付 1997年6月14日受理



図2 石油ファンヒーターと加熱時の様子

### 3. 身近にあり容易に用意できる容器

ということである。

開発した装置は、水滴を入れたペットボトルに温度計付きゴム栓でペットボトルの栓をしたものである(図1)。このペットボトルを温風乾燥機で一度加熱し、水滴を全て蒸発させ、徐々にペットボトルをさます。やがてペットボトルは曇り始める。ここで、加えた水滴の重さが分かっているならば、曇り始めたときの温度における、一定体積の空気が含む最大の水蒸気の量を調べることができる。そして、班ごとペットボトルに入れる水滴数を変えれば、温度と飽和水蒸気量の関係を見いだすことができると考えた。

なお、この実験に準備する器具は、5リットルのペットボトル、棒状温度計、温風乾燥機、ゴム栓(12号)、スポイト、ビニールテープである。

## 2.2 素材研究

### (1) ペットボトルについて

ペットボトルは比較的容易に手に入れられる容器である。また透明であるため内部の様子を観察しやすいので実験・観察に向いている。同一の実験を20リットル容器(プール用消毒液入れ)を用いて行ったが、水を蒸発させるのに30分以上かかり、かつ容器が透明でないため露点を正確にとらえるのがむずかしいので断念した。

また、学校で一般的に使用されている500mlのフラスコでは、後述するようにスポイト1滴の水の量でフラスコ内は飽和してしまうため、実験器具として適さないと判断した。30℃の場合、2リットルのペットボトルでも通常のスポイト2滴で飽和してしまう。想定している実習が成立するためには、少なくとも3滴ぐらゐは30℃ぐらゐでもすべて蒸発できるぐらゐの容器の大きさが必要であろう。そこで5リットルの

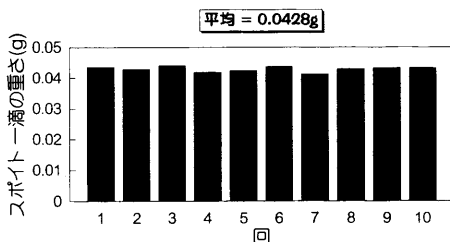


図3 スポイトによる1滴の水の重さ

ペットボトルを採用した。

### (2) 温風乾燥器

まず、ヘアードライヤーの利用を検討した。簡単にかつ安全に温風を出し、さらに生徒有志に持ってきてもらえば1クラスの実験班程度の台数は揃えられると考えたからである。

しかし、ヘアードライヤーを10台同時に使用すると、理科室の電気容量を超えてブレーカーが働いてしまうことが分かった。

そこで、大型石油ファンヒーターを2台使用することを試みた。そのファンヒーターは360°どの方向からも暖まれるタイプなので、ファンヒーターを取り囲むように中学生が並べば、6人ぐらゐは十分に温風を受けることが可能である(図2)。

### (3) スポイト1滴の水の重さ

スポイト1滴の水の重さを次の方法により推定した。電子天秤(SARTORIUS社製、H51、精度 $10^{-4}$ )の測定台にティッシュペーパーを置き、あらかじめその重さを測る。その上にスポイトで水滴を1滴落として、その重さを測ること、水の重さを知る。その行程を10回繰り返して平均の水滴の重さを調べた(図3)。図から分かるようにスポイトの1滴の水の重さはばらつきは少なく、約0.04gであった。

### (4) ペットボトル中央の気温と外壁の表面温度の関係

この実験では、ペットボトル外壁表面で結露が生じるのに対し、温度計の感温部はペットボトルの中央にある。表面温度を直接測定できる赤外放射温度計は、学校現場で一般的でなく、何台も取りそろえることは困難である。そこで、授業ではペットボトルに棒状温度計をさしてペットボトル中央の気温で代替させる方法を考えた。

ここで押さえておくべきことは、ペットボトル中央の気温とペットボトル外壁の表面温度の関係である。

そこで、ペットボトルの中心気温、表面温度とも

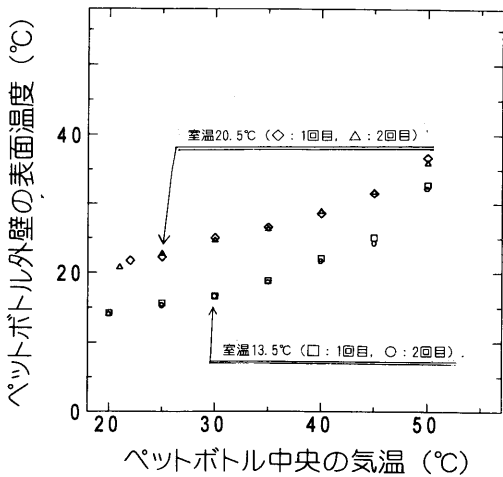


図4 ペットボトル中央の気温と外壁の表面温度

55℃ 以上になるまでファンヒーターで暖め、加熱後自然冷却した。中心気温は棒状温度計、表面温度は赤外放射温度計（ミノルタ(株)製、505、射出率=0.95）を用いて同時に計測した。ただし、この実験が室温の影響を受ける可能性も考えて、室温が 20.5℃ の場合と 13.5℃ の場合で、それぞれ 2 回ずつ計 4 回実験を行った。

図4はペットボトルの中央の気温が 50℃ に下がったときからおよそ 20℃ まで冷えていく様子を示す。ただし、□と○印は 13.5℃ の室温の場合、△と◇は 20.5℃ の室温の場合である。図から分かるように、その関係は室温の差異により影響を受けることが分かる。しかしながら、同一室温ならばペットボトルの中心気温と外壁の表面温度の間には非常に良い対応が見られるので、中心の温度を測ることでこの授業の目的には十分である。

(5) 予備実験

先に述べた方法により実習に先立ち予備実験を行った。ペットボトルは一度実験に使用してしまうと再び乾燥させるのに時間がかかる。当初ペットボトルの数が少なかったため、実験は3日間に分けた。実験の初日(□印)は0~4滴、2日目(◇印)は1~4滴、3日目(△印)は1~3滴と延べ12回のペットボトルが曇り始める温度(棒状温度計の示度)を測定した。

その結果を図5に示す。どの日においても温度が上昇するにつれて飽和水蒸気量が増加する傾向が読みとれる。このような結果が得られるならば、この実習は十分授業に使用できるものと考えられる。

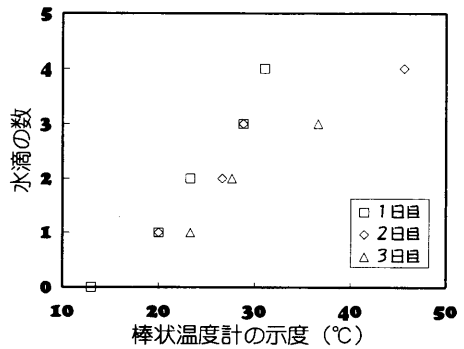


図5 水滴の数とペットボトルが曇り始めたときの棒状温度計の示度の関係

3. 授業展開例

信州大学教育学部附属長野中学校において、第2学年気象領域の「空気中の水」という小単元で開発した教材の検証を行った。一クラスの生徒数は38人で、理科室では10班編成である。

3.1 本時の位置

小単元「空気中の水」の展開の概略は次のとおりである。

第1時：金属製のコップで露点を測る実験を生徒が行い、空気中に水蒸気が含まれていることや飽和水蒸気量の意味と気温の関係を見いだす。さらに露点の意味を知る。

第2時：本時

第3時：気温と飽和水蒸気量との関係を飽和水蒸気量曲線と関連づけて解説する。さらに相対湿度の説明を行う。

第4時：フラスコによる断熱膨張の実験を行い、気圧と気温の変化と水蒸気の凝結の関係から雲や霧のでき方が分かる。

第5時：雲や雨などの降水現象に関連し、大気中の水の循環と太陽エネルギーとの関係が分かる。

3.2 本時の構想

従来の取り組みでは、露点の存在、凝結、飽和水蒸気量と新たな用語や事象が提示されていくだけで、温度が上昇すると飽和水蒸気量も増える生徒実験はない。

そのため飽和水蒸気量のグラフの読みとりが十分できないと考えた。すなわち、生徒自身が体験できる実験を授業の中に設定すべきであるという考えから、本時は構想されたものである。

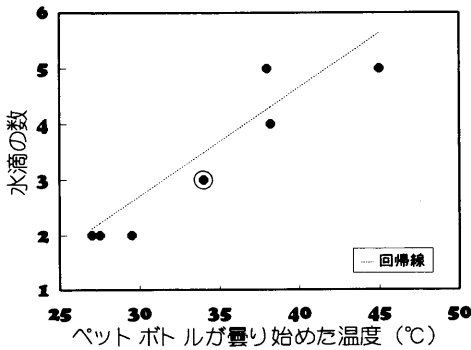


図6 生徒実験による水滴の数とペットボトルが曇り始めたときの温度の関係(◎は2班が同じ値を示したことを示す)

### 3.3 本時の主眼

露点について学んだ生徒が、一定体積中に含まれる水蒸気量と露点の関係を考える場面において、含まれる水蒸気量が多くなるほど露点が高くなることを調べる実験を行い、温度が高くなるほど飽和水蒸気量が多くなることが分かる。

### 3.4 指導上の留意点

- ペットボトルを均一に加熱する。そうしないと加熱が不十分な所から結露が始まり、露点温度が決めにくい。
- 結露として水滴はうっすらとしかペットボトルの内壁につかない。よく観察するよう指示する。
- 蒸発させる水の量は授業時間を考えて最大5滴にする。
- ペットボトルの気密性を十分保持できるように、ペットボトルの口に挿したゴム栓をビニールテープで固定する。

### 3.5 検証授業の内容

#### (1) 授業の導入

二つのフラスコを生徒に提示する。一つのフラスコは乾燥させたままで栓をしたもの、もう一つはあらかじめ息を吹き込んで、水蒸気量を調節しておいたものである。ここで、これらを汲み置きの水が入った水槽の中に入れる。すると、片方のフラスコだけが、曇り始める。「どうしてこのようなことが生じたのか」と生徒に質問を投げかける。

ここで前時に行った金属コップを用いた露点の実験を思い出させ、露点に達して凝結したことを復習する。そして、「含まれている水蒸気量の違う空気が、どのくらいの温度で露点に達するか調べてみよう」とい

う学習課題を提示する。

次に、ペットボトルを取り出して、「5リットルの容器を準備してあります。それぞれの容器の中に異なる量の水を入れます。これを加熱して水蒸気を蒸発させた後、ゆっくり冷やすといった何℃くらいで凝結するか確かめてみましょう」と質問する。

すると生徒の予想には、「水滴をたくさん入れると早く曇り始めるはずだ」とか、「入れた水滴の量によって露点は変わっていく」という内容があった。

実験方法をまとめた学習カードに予想を書かせ、その中の実験方法についての注意を確認し実験を始める。

#### (2) 実験

各班準備に取りかかる。ペットボトルに入れる水滴の数は教師の方で指定する。スポイトを操作して水滴をペットボトルに入れる作業は、多少練習が必要であり、失敗した場合にやりなおしがきかないので、生徒ではなく教師が行った。水滴をペットボトルに入れた後、ゴム栓をビニールテープでしっかりと密封する。

加熱をする際、水滴がついているペットボトルの壁面に温風をあて、水滴が蒸発するのを待つ。ペットボトルを回転させると水滴が広がり、蒸発も早くなる。このような方法により徐々に全体を加熱し、完全に水滴を蒸発させる。同じ場所を加熱し続けると容器が変形してしまうので、注意する必要がある。

#### (3) まとめ

露点を測定できた班から黒板の表に数値を書き入れ、グラフに点をプロットする。図6は検証授業時に得られた生徒実験の結果である。ただし、実験を行った10班のうち2班は水滴を蒸発させるのに手間取り、結果を出せなかった。しかしながら、最も多い量である5滴の水を入れた二つの班は、結果に大きな差はあるものの、どちらも結果を得ている。このことはやり方を工夫すれば、どの班も時間内に結果を出せることを示している。

図から分かるように、同じ水滴数であってもペットボトルが曇り始めた温度にかなりばらつきが見られる。しかし、プロットされた点の全体的傾向から判断して、「入れた水滴が多いほど曇り始める温度が高い」とか、「温度が高ければ同じ量の空気に含むことのできる水蒸気量は多くなる」という解釈をこの授業では行った。

最後に、授業導入時に見せた二つのフラスコを再び水槽の中に沈める演示実験を行った。今度は水槽に水

を入れ水温を下げてある。どちらのフラスコも曇ることを確認し、ここで気温と飽和水蒸気量の関係を説明し、授業のまとめを行った。

#### 4. 授業の立案・実施によって得られた課題

- ・本時は実験に手間取ったために、グラフ化して考察する時間が十分とれなかった。実験を含めてグラフ化および結果の解析まで実施するのは1時間の授業ではむずかしい。
- ・この授業では11号のゴム栓を使用したのが、加熱・冷却の過程で空気漏れを起こしたのもあった。12号のゴム栓に変えた方がよかった。
- ・水滴を蒸発させる作業にかなり時間がかかった。50分という限られた時間内に実習を計画するには、水滴を蒸発させる方法に改善の余地がある。
- ・ペットボトルを冷却させる際、教室が暖まっていたので廊下に出て早く結露させようとした生徒がいたが、急激に結露してしまい露点温度を読みとることができなかった。このことに関する生徒への注意や室温のコントロール、例えば適宜窓を開けるとかを考慮すべきであった。

#### 5. おわりに

ペットボトルを利用することで、気温と飽和水蒸気量の関係を中学生が実際の授業で導くことができた。本実験は、中学校気象単元の他、中学校の選択教科としての理科や高等学校の地学における発展学習としても利用できると思われる。

実際に5リットルのペットボトルを提示したとき、中学生の中には「焼酎のボトルだ」と話すもの、驚きのため息をあげるものがあり、授業は和やかな雰囲気になった。学習への興味付けという点では、5リット

ルのペットボトルを利用してよかったと思う。

しかしながら、班の数だけ5リットルのペットボトルをそろえるのは苦労したのも事実である。本研究では、できるだけ標準の用具をそのまま使うという考えを元に教材開発を進めたが、より身近に入手しやすい2リットルのペットボトルを利用して実習を行いたいという考えもある。これには、スポイトの先を加工して1滴の水滴の重さを小さくすれば、可能であろう。しかしながら、個々の水滴の大きさのばらつきが大きくなること、ペットボトルに入れる水滴があまりにも小さいので、水滴の存在の実感がわきにくいことなどが予想される。2リットルのペットボトルを用いた実習は今後の課題としたい。

全体的には、生徒が生き生き取り組めたという感触を得た。とかく教師主導になりがちな気象單元において、このような生徒実習は自然現象への関心や意欲を高めるのに役立つものと思われる。

#### 謝 辞

検証授業実施に当たり、信州大学附属長野中学校の藤森一俊先生をはじめ理科の先生方にはたいへんお世話になりました。また、上越教育大の西川純先生、品川区立日野中学校の中村日出夫先生、品川区立荏原第三中学校の西郷孝彦先生には、研究を進めるに当たり貴重なコメントを賜りました。ここに謝意を表します。

#### 文 献

- 佐々木隆(1982): 空気中の水蒸気量のはかり方、『星と天気』地学団体研究会編、東海大学出版会、138-141。  
 松浦典文・遠西昭寿(1987): 水の沸騰・蒸発・結露に関する子供の認知、日本理科教育学会研究紀要、27(1)、1-10。

榑原保志・伊藤 武・石井寛子・北澤夏樹・田中栄司・坂野和久・平岩久幸: 気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習教材の開発 地学教育 50巻, 4号, 15-19, 1997

〔キーワード〕 水蒸気量, 教材開発, 気象教育, 中・高等学校

〔要旨〕 5リットルのペットボトルを使用して、気温と飽和水蒸気量の関係を調べる教材開発を行った。その結果、気温が上がると飽和水蒸気量も大きくなる傾向が実際の中学校の授業において確認できた。本論では開発した教材の製法、授業での展開例、指導の留意点などが紹介される。この教材は中学校の選択教科理科や高等学校地学の発展学習に活用できる。

Yasushi SAKAKIBARA, Takeshi ITO, Hiroko ISHII, Natsuki KITAZAWA, Eizi TANAKA, Kazuhisa BANNO and Hisayuki HIRAIWA: A Development of Experiment Material about the Relationship between Temperature and Water Vapor Content. *Educ. Earth Sci.*, 50(4), 15-19, 1997

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

ピーター・ウェストブルック著 地球を動かしてきた生命 遠藤一佳・阿部勝巳・大路樹生 共訳 国際書院 284 頁, 2,500 円+税

オランダには 2 回ほどいったことがある。車窓から見る風景は、どこまでも平らで広く、水路が縦横無尽に走っているが、どこにも柵がない。ところどころ草を食んでいる羊の群が見える。羊がこの水路によく落ちないものだと感じたものだ。しかし、この広野の下に泥炭の層が広がっていることを、私はこの本を読むまで知らなかった。

著者ピーター・ウェストブルックは自分の生まれたオランダを心から愛していると思った。オランダは小さな国であり、著者が幼少の時過ごしたところは、その中でも、歩いたり自転車に乗ったりしてまわれる、ごく狭い範囲である。著者は、その狭い地域をすみずみまで知悉して、そして、地球という大きな大きな世界に飛び出ていった。

研究生活に入っすぐ、またまた、小さな小さなエミリアニアという単細胞藻類に注目する。電子顕微鏡下では美しい造形を提供してくれるが、実際にはミジンコより小さな生物である。エミリアニアが、地球全体を相手にして、働きかけている姿を著者はいとおし

く、語ってくれる。現在は中学の授業に出てくるほど、常識化してしまったプレートテクトニクスの世界も、著者ピーター・ウェストブルックの手にかかると主人公はエミリアニアになる。

著者は書斎の窓辺に直径 20 cm くらいのガラス球を置いてながめる。その閉じられた球の中で、エビと藻が生き続けている。著者の思いは、地球全体の生物圏へ高まっていく。著者は、概念としてのガイアを越えて、子どもの頃過ごした小宇宙と研究している微小生物とを通して、地球への生命の働きかけを高く評価している。

訳者たちは、現在の日本の古生物学を背負って立つ少壮気鋭の研究者である。著者の生物観、地球観に相いれるものがあって、翻訳を試みたに相違ない。翻訳文の行間にそれが垣間見えてたのもしい限りである。できるならば、日本の美しい自然環境にふさわしい、力強い生物観、地球観が、日本の若き研究者から生まれでてくることを願いたい。そのためには、まずピーター・ウェストブルックの書を読むことから始まるといえよう。

(矢島道子)

資料

## 占星術, 特に13星座占いの非科学性について

長谷川 敏\*

### I. はじめに

最近, “13星座占い”について, 相次いで本が出版されたり一部の雑誌で扱われたりするや, 中学・高校生や若い女性の間で話題になり, さらに, ことし(1996年)に入って女性週刊誌やテレビに取り上げられて人気に火がついたという。そこで, この種の数冊の本や週刊誌を読んでもと「今までの黄道12宮による占星術は間違いで, 科学的根拠によるこの13星座占いの方が正しい。これによると, 多くの人々の誕生日の星座は今までのとは変わって, よく当たる」などと書かれている。しかし, その科学的根拠なるものは, 著しく誤解されたものであり, また, 手前勝手に解釈されたものなのである。

そもそも占星術なるものは, 天動説に基づいて成り立っているものなので, 天動説が否定されて以来, 完全に科学的根拠を失ってしまっている。したがって, 従来の黄道12宮占いも, また歳差など一部修正された今回の13星座占いも, 非科学的であることには変わりはない。なお, 最近, 「現代の地動説的宇宙観による新占星学…」とうたった本(ジョン, 1997)が出たが, その地動説による占いというのは「…これは太陽が星座の中をめぐっているのではなく, 地球が太陽を中心に1年に1回転しているから…」などという主旨が図入りで前述されているだけで, 肝心な占いの中味の方は地動説によらず, 依然として天動説に立脚したものである。つまり, 地動説的宇宙観では占星術は成立しないのである。

筆者は, 20余年前, 黄道上に星座は13あることなどを指摘して, 占星術全般の非科学性について記した(長谷川, 1974)が, 今回はこの“13星座占い”を中心として再び占星術を批判してみることにする。

### II. 占星術の誤りの諸点

まず, 占星術の根拠とする思想が現代科学の知識と合わず, 誤りとなる主なる点を列挙してみよう。実は, これに就いては前述の拙文に記したのであるが, 20

余年も前のことなので, ここでは本文に関係ある点だけでも取り出し, その要点を以下に再録してみる。

#### 1. 黄道が存在

占星術では, “地球は惑星ではなく, 宇宙の中心にあって不動”という天動説の思想に立っている。したがって, 太陽は地球の周りを公転するので, その通り道の黄道が存在し, 月, 惑星も黄道帯を公転としている。

#### 2. 星座名に影響力が存在

天動説では天球(恒星天)が存在し, この球面の内側に恒星が固定しているものと考え, 星々を適当に結びつけて星座を形成しこれに名称をつけた。占星術ではこれら星座には各々の名称に象徴される影響力があるとし, 例えば, 「てんびん座生れの人はバランスのとれた性格なので裁判官に適任」などと意味づけている。しかし, 恒星は広大な空間に立体的に散在しているだけであり, また星座の形や名称も時代や国によって異なっていた。しかも, その形は星々の固有運動によって長年の間には変わってしまう。つまり, 星座は全く人為的に作られたものなのである。

#### 3. 黄道星座13を12に

黄道には古来, へびつかい座の一部が存在しているのに無視し, これを南接している明るい星々の多さそり座に含ませ, 黄道星座を12個としている。

#### 4. 黄道を等分して12宮に

黄道星座はそれぞれ黄道に占める長さはまちまちであるのに, これを30度ずつの長さに12等分して12宮(12星座とは異なる)を設けている。

#### 5. 歳差の影響を無視

現在の黄道12宮が確定されてから2000余年たち, その間に歳差により春分点が黄道上を西へ約29度もずれた。そのため黄道星座の黄経の値が一律に約29度ずつ増えている。したがって, 太陽が各宮に戻ってくる日付が当時より約1カ月ほど遅くなったのにこれを修正していない。

#### 6. 守護星は惑星を遠い順に配置

占星術では, 当初, 黄道12宮に7惑星(太陽, 月も

\* 前 東横学園中学・高等学校 1996年12月24日受付 1997年6月14日受理

惑星とみなしていた)を守護星として配置した。12宮に対して7惑星では数が合わないので、太陽と月を除いた5惑星(水、金、火、木、土)には二つずつの宮を割り当てた。それには、まず、太陽は地上から、冬至の日に最も遠ざかり、夏至の日に最も近づくと考えた。当時、冬至の日に太陽が通るのは磨羯宮だったので、これとその次に通る宝瓶宮には最も遠い惑星の土星を配した。次に、この二つの宮の両隣りにある人馬宮と双魚宮には次に遠い木星を配した。以下、火、金、水の各惑星を同様にして順に二つずつの宮に配し、残った巨蟹宮(女性)には月、獅子宮(男性)には太陽という方法で守護星を配置した(中山, 1971)という。ところが有史以来これだけと思われていた惑星が、1781年に天王星、1846年に海王星、1930年に冥王星と次々に発見されたので、占星術界はさぞ困惑したことだろう。それに小惑星も…である。結局、守護星の配置は現在は表1(ウォルター, 1995)のようになっている。

前述の拙文に取り上げたのは以上の他に、12室(House)と上昇宮、諸惑星の相互間の黄経差による相、また誕生日時の支配星などであったが、これらは本文とは直接関係ないので、ここには述べないことにする。

### III. 黄道13星座占いへの批判

#### 1. 黄道13星座占い

従来の黄道12宮占いから、まだ一部の占星術師だけが、13星座占いになって変更された点は、前章で指摘したうちの3, 4, 5の各項目である。これらを修正して、13星座の占星術師は「今までの占星術は大きな間違いを犯していた。そのため多くの矛盾が生じていた」(ウォルター, 1995)などと言っているが、依然として天動説に立脚しているなど、宇宙の構成に対する基本的な方法は改まっていない。しょせん占星術というものの自体が非科学的なものなのである。

#### 2. 13星座へ変更の発端

そもそも、今頃になって突然、13星座占いが唱え出された理由は出版物によると次のようである。

1995年の初め、英国王立天文学協会のJ. ミットン博士が放送や新聞などで前章の3と5の項目を指摘し「今までの占星術は間違っている」との主旨を言った(AERA編集部, 1996; 矢崎, 1995)というのだ。このことは日本の新聞にも小さく出ていた。これに力を得て、20年近く13星座占星術を唱えていた英国の

表1 黄道星座宮と守護星の関係

黄道12宮	13星座	性	守護星
処女宮	おとめ	女	水星
天秤宮	てんびん	男	金星
天蠍宮	さそり	女	火星
—	へびつかい	—	冥王星
—	—	—	冥王星
人馬宮	いて	男	木星
磨羯宮	やぎ	女	土星
宝瓶宮	みずがめ	男	土星
—	—	—	天王星
双魚宮	うお	女	木星
—	—	—	海王星
白羊宮	おひつじ	男	火星
金牛宮	おうし	女	金星
双児宮	ふたご	男	水星
巨蟹宮	かに	女	月
獅子宮	しし	男	太陽

「性」は13星座では用いていない。

ウォルター・パーク氏が、95年に著書で「12星座は間違いで13星座が正しい」と明言したので、英国では大きな騒ぎになった(AERA編集部, 1996)という。日本でもミットン説に基づいて占星術師の矢崎氏が13星座占いを唱えている。13星座を用いると、多くの人々の誕生星座(宮)が従来の星座から変わるので、運命や性格などの判断も異なることになるのだが、この事自体、占星術なるものがいかにこじつ的なものであるかを示すものといえよう。

#### 3. “13星座占い”にみられる誤り

13星座占いについて、若干の出版物を読んでもみると、その説明の間違いにあきれてしまう。一見、もっともらしく説明されているので、天文の知識のない人は丸め込まれてしまうだろう。現に、中学・高校生や若い女性に人気が出ているということは、そのことを示すものと考えられる。

- もっともらしい説明の要旨を幾つか例示すると、
- ① 「約2000年前、…黄道には12星座があった。しかし、…2000年以上にわたる(歳差による)移動の結果、大雑把に言って星座一つ分のずれが生じた。そのため、現在の黄道には12ではなく13の星座がある。」(ウォルター, 1995)
  - ② 「1000年以上の昔、黄道に一つの新しい星座がそっと入ってきた。それと同時に黄道にあった他



表 2 現在の黄道星座と太陽通過日 (分点: 2000 年)

黄道星座	黄道上の黄経 (1)	長さ	太陽通過日 (2)	日数
う お	352° ~ 28.5°	36.5°	3 月 12 日 ~ 4 月 19 日	38 日
お ひつじ	28.5° ~ 53.5°	25°	4 月 19 日 ~ 5 月 14 日	25 日
お うし	53.5° ~ 90°	36.5°	5 月 14 日 ~ 6 月 21 日	38 日
ふ たご	90° ~ 118°	28°	6 月 21 日 ~ 7 月 21 日	30 日
か に	118° ~ 138°	20°	7 月 21 日 ~ 8 月 10 日	20 日
し し	138° ~ 173.5°	35.5°	8 月 10 日 ~ 9 月 16 日	37 日
お とめ	173.5° ~ 217.5°	44°	9 月 16 日 ~ 10 月 31 日	45 日
てんびん	217.5° ~ 241.5°	24°	10 月 31 日 ~ 11 月 23 日	23 日
さ そり	241.5° ~ 247.5°	6°	11 月 23 日 ~ 11 月 30 日	7 日
へびつかい	247.5° ~ 266°	18.5°	11 月 30 日 ~ 12 月 18 日	18 日
い て	266° ~ 299.5°	33.5°	12 月 18 日 ~ 1 月 19 日	32 日
や ぎ	299.5° ~ 327.5°	28°	1 月 19 日 ~ 2 月 16 日	28 日
みずがめ	327.5° ~ 352°	24.5°	2 月 16 日 ~ 3 月 12 日	24 日

表中の (2) は誕生日の期間でもあり, 年により 1 日ぐらいの差異がある. (1) は中野ほか (1982), (2) は国立天文台 (1992~1995) よりそれぞれ推算.

の星座は移動してそのポジションを順次変えていき, それは今も続いている。」(ウォルター, 1996)

③ 「星座たちは毎年わずかながら, ずれていった, そして現在, 実際の黄道に横たわる星座は 13 ある。」(ウォルター, 1995)

④ 「“黄道上に蛇つかい座なる星座を発見…” とのニュース…」(週刊文春編集部, 1996)

⑤ 「この新星座が割り込んだ結果, 他の星座も順ぐりにずれてゆき…」(週刊文春編集部, 1996)

⑥ 「この歳差のため, 2000 年の間に宇宙と地球の位置関係が大きくずれてきている. 黄道は古代にあった位置からしだいにずれ, 現代では 13 の星座を横切っている. …さらに, 2000 年もたてば太陽が通る星座は大きく様変わりしていることだろう. オリオン座, ろくぶんぎ座といった他の星座が黄道に並ぶようになるかもしれない…」(ジョン, 1997)

等々が挙げられる. 訳文については原文を見ないと確定したことは言えないが, ここでは訳された文章をそのまま受け取っておく. 因みに, ①~⑤の説明をつなぎ合わせてみると“歳差によって 12 星座は移動し, 遂に星座一つ分の隙間ができてそこに新しい星座が生じた, のを発見”ということになる. 特に⑥は“地動説的宇宙観による新占星術…”と宣伝している人の説明である. 天文の知識が多少ある人でも, この説明を正しいと思ってしまうかもしれない. かくして, 「(さ

らにずれが続くと) 15 星座とか 16 星座とかも出てくるかも知れないわね」(AERA 編集部, 1996) とおっしゃる占い師まで出てくる始末だ. 歳差 (と章動) によって生ずるのは赤経・赤緯線などの移動であって, 星座 (恒星) の位置は変わらない (固有運動は除いて) し, また黄道の方も移動するというのではなく (厳密には長年の間に極めて微小に変化するが, 無視できる量), 古代より黄道上の星座は不動とあってよいのである. 結局, 歳差というものが, この占星術師たちには分かっているないのである.

さらに, ミットン博士の発表を報ずるイギリスからの報道は「黄道上に 13 番目の星座・蛇遺座を発見」となっている. まるで新星や彗星の発見並だ. 報道する方で天文の知識がなかったのか, あるいは故意にセンセーショナルに書きたてたのか….

誤りの例をついでにもう一つ記そう. ウォルター・パーク氏の著書には, “かに座”を誕生星座とする期間が“7月20日から8月19日生れ”となっている. しかし, これは間違いで“7月21(20)日から8月10日生れ”が正しい. 8月11日~19日生れの人は従来と同じ“しし座”のままよい (表 2) ののであるから, この期間生れの人は彼の著書では間違った運命判断をされているわけである (もっとも, 占星術自体が虚構の上に成り立っているのだから, どちらの星座でもかまわないのだが…).

#### 4. へびつかい座の守護星と性

13 星座占いでは, へびつかい座の守護星は木星と

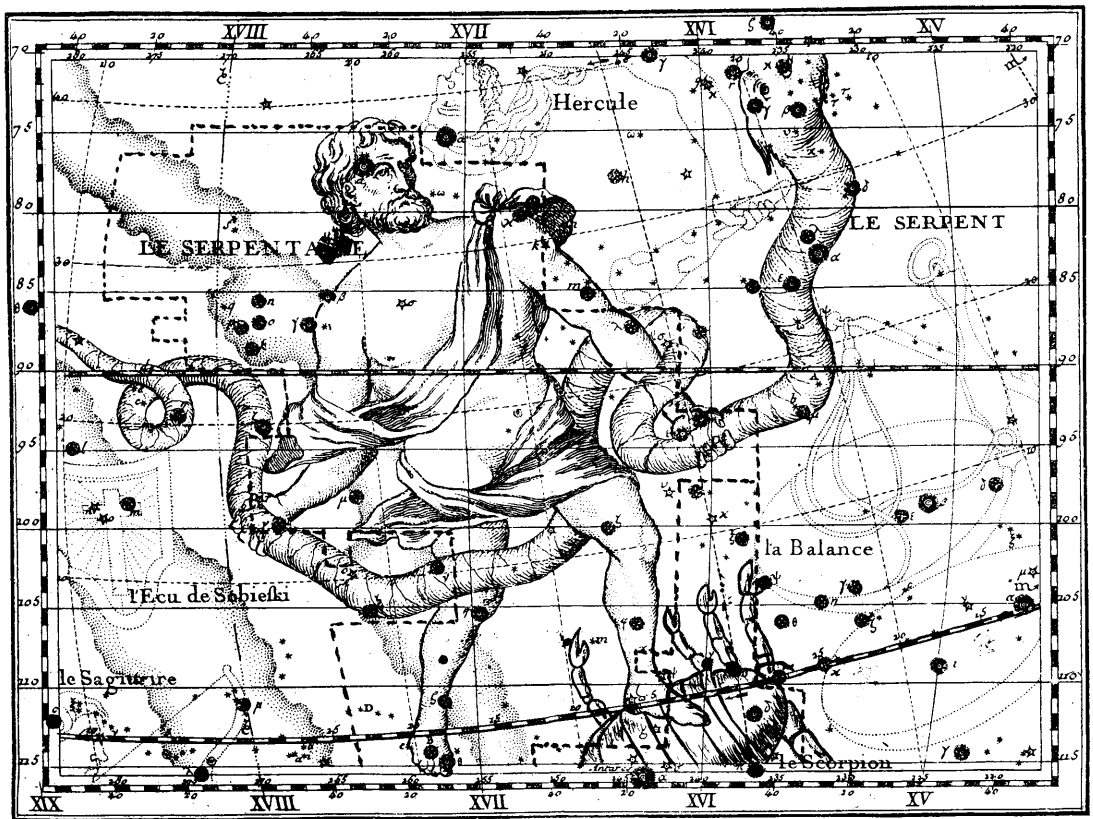


図1 へびつかい座とへび座、さそり座の一部の星図絵 [フラムステード天球図譜 (恒星社, 1989) に加筆]  
 へびつかい座を囲む太い破線は、さそり座などとの現在の星座境界線で、筆者が加筆したもの。下の太い横  
 方向の曲線が黄道で、古来より蛇つかいの両足がここに掛かっている。

冥王星になっているがこれもおかしい。表1に見るように、へびつかい座の両隣りの星座宮の守護星を一つずつ借用するという安易な方法で決めているのだ (ウォルター, 1995)。天・海・冥の三惑星が次々に発見されたときと同様に、13星座にした今回も II.6 に再記した方法に従って配置し直すことをせず、場当たりの簡便な方法でお茶を濁している。本来の方法に従って忠実に配置し直すと、今までの星座宮と守護星の組み合わせはガラリと変わってしまい、占星術のメッキが剥がれてしまうからだろう。守護星の配置法には統一性はないのだ。

また、12星座占いで男女の性を各宮に交互に割り当てていた。ところが13星座占いではこの性を用いていない (表1)。へびつかい座が加わったため、今までの割当を一部破算にして、新たに交互に割当直さなければならないし、それに奇数でもあるし、結局、お手上げとなってしまったためか。もともと、性など

はとってつけたものだったのだろうか。あるいは、この場合は流派によって扱いが異なるというわけだろうか。

#### IV. 黄道13星座への理由と歳差の影響

では、黄道星座が13になった理由と、歳差による誕生星座の移動については、正しくはどのように説明されるのだろうか。これらについては天文に興味を持っている人なら十分に承知されていることであろうが、20余年前の拙文では理由などまでは触れなかったし、その後、間違った説明の出版物が出回っている。今回はこれらに触れないわけにはいかない。

##### 1. 黄道星座が13になった理由

黄道は太陽や月・惑星が通るので古代より重要視され、ここには B.C. 3000 年ごろ、メソポタミア地方で12の黄道星座が設けられ、また、へびつかい座もごく古くから同地方でも知られていたという。へびつかい

座の位置は、現存する中世の星図や 18 世紀のイギリスのフラムスチードの星図などの絵に見るように、古くからその南端部分、つまり、蛇遣い（蛇を手をしている医者）の両足の部分だけが黄道にかかっている（図 1）。

そもそも現代以前の星図には境界線はなく、星座の絵が入り込んで描かれているなど星座の境界がはっきりしていなかった。しかし、占星術では太陽・月・5 惑星が黄道上のどの星座にあるかが重要なので、当然、黄道星座には境界が必要であり、ヒッパルカスの時代（B.C. 約 150 年ごろ）にはすでに黄道を 30 度ずつ 12 等分されていたという。これが今日の黄道 12 宮であって、天文学での黄道 12 星座とは異なるものである。12 という数にしたのは、1 年間に 12 回ほど月の満ち欠けがあるし、前の拙文にも記したようにこの数が約数の上からも適当なためであろう。この 12 という数を保つため、へびつかい座はその黄道部分が狭い上に、明るい星々がなかったりしたので黄道星座とされず、南隣りの目立ったさそり座に含まれてしまったものと考えられる。

現在の天文学での星座の境界は 1928 年の国際天文学連合の委員会が承認されたもので、世界中で用いられるようになった。これは全天が 88 の星座に整理され、これらの境界の線は赤経・赤緯の線に平行に設けられた。しかし、経緯の線は歳差で少しずつ移動するので、1875.0 年分点での赤経・赤緯の線と決められた。この結果、現在の星座は古来からの星座絵とは厳密には関係がなくなり、黄道上に占める長さは、さそり座は短くなり、代わってへびつかい座はさそり座より長くなって、へびつかい座を無視できなくなった（図 1）。黄道 13 星座はかくして設けられたのであって、全く人為的なものなのである。

このたびの 13 星座占いは、黄道の長さ 360 度を 13 等分（割り切れないが）して“13 宮”とはせず、天文学的に区分された不揃いの長さをそのまま用いている。したがって、各星座の誕生日の期間は、最長がおとめ座の 45 日間、最短はさそり座の 7 日間とまちまちになっている。

## 2. 歳差による影響

赤道部の脹らんだ回転楕円体形の地球は、月・太陽・惑星の引力、特に月の引力によって自転方向とは逆の西回りにゆっくりと首振り運動をしている。そのため、天の南北両極は黄道の南北両極の周りを西回りに回転している。それにつれて天の赤道は黄道上を西

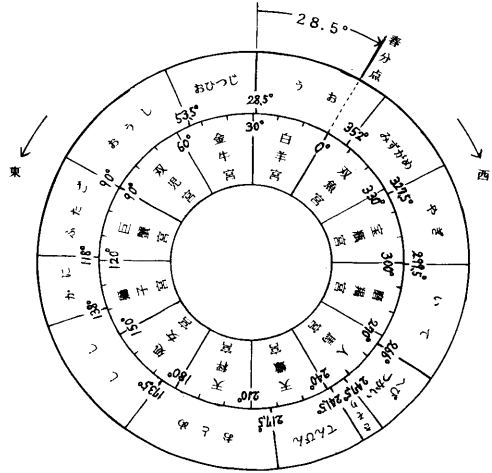


図 2 黄道 12 宮と 13 星座の現在の位置関係（2000 年分点）

目盛りの数字は黄道上の黄経の値。内側の 12 宮の円盤が歳差のために西へ 1 年間に約 50 秒角回転し約 26,000 年で 1 周する、という関係である。春分点は、黄道 12 宮の確立当時には、おひつじ座とうお座の境界（当時は 0 度）上にあったが、現在は 28.5 度西へ移動し、うお座の中にある。

へ回るので、それらの交点である春分点と秋分点、また夏至点や冬至点が天球上を西回りにゆっくりと移動する。この移動の角速度は 1 年間に約 50 秒（2000 年における値は約 50.29 秒）なので、一周するには約 26,000 年（ $=360^\circ \div \text{約 } 0^\circ 50''/\text{年}$ ）かかる。この運動が歳差である。この他に章動という細かな周期的運動も加わっている。また、前述のように歳差による黄道の傾斜角の変化は極めて微小なので無視できる。

13 星座占いの本には、星座が移動するなど書かれているが、相対的にはそのように見えても前述のように星座は動かず、動くのは春分点など黄経や天球の赤道座標の方である。春分点が黄道上を西へ移動すると、太陽が春分点を出て黄道を東回りにほぼ一周して新しい春分点に戻るまでの角距離は約  $359^\circ 59' 10''$ （ $=360^\circ - \text{約 } 0^\circ 0' 50''$ ）、これに要する日数は平均 365.2422 日（1 太陽年）である。なお太陽が黄道上を  $360^\circ$  回って、ある恒星から同じ恒星に戻ってくる日数の方は平均 365.2564 日（1 恒星年）であるが、暦の 1 年は季節変化の方の 1 年、つまり太陽年の方である。

太陽が春分点を通る日が春分の日（平年では一般に 3 月 21 日、なお 2024 年より 2100 年までは 3 月 20 日の年が多くなる）であるから、春分点が黄道星座の

中を西へ年間50秒角ずつ移動していくということは、年々同じ月日に太陽が戻ってくる黄道上の位置が50秒角ずつ西の方へとずれていくことになる。言い換えると太陽が黄道上の同じ位置(恒星)に戻ってくる日付が、年々少しずつ遅れてくることになる。年50秒角のこのずれは約2200年たつと星座宮一つ分の約30度にもなり、太陽が同じ位置(恒星)に戻ってくる日付が一カ月も遅れることになる。

さて、春分点は現在は“うお座”にあるが、黄道12宮が確立された当時は“おひつじ座”の西端、つまり“おひつじ座”と“うお座”の境界上にあったという(図2)。当時、星座間の境界は不確定だったというが、黄道上の“おひつじ座”と“うお座”の境界については、当時の春分点の位置に設定していたものと考えられる。12宮はここから黄道上を東へ、順次、30度ごとの区域に設けられたことになる。

なお、現在の星座を確定するとき、“おひつじ座”と“うお座”の黄道上の境界点は、12宮の確立当時におけるこの両星座の境界点(当時はここに白羊宮と双魚宮の境界点があった)と同じ位置に設けたとすると(現在の境界線は前述した1875.0年の赤経・赤緯線に平行な線であるが)、当時の春分点の位置は歳差によって現在(2000年分点)では黄経約28.5度になっている(図2)。このことから現在の黄道12宮が確立された年代を逆算してみると(当時から現在までの歳差の値を一定として)、現在から約2050年(=約 $28.5^\circ \div \text{約}0^\circ 0' 50''/\text{年}$ )前となり、おおよそB.C.150年ごろのヒッパルコス(ギリシャ)の時代の頃となる。因みに、歳差を発見したのはヒッパルコスといわれている。

#### IV. おわりに

以上、“13星座占い”が近ごろ唱え出されてきたので、これを中心に、占星術について20余年前の拙文の続編として再度、批判してみた。占星術の矛盾点については他にもある。例えば、

- ① 双子の場合は性格や運命などが同じになるのか(占星術では、出生の時間差により、上昇点など各室[House]に対する12宮や惑星の位置が異なる場合があるというだけか?)。
- ② 13星座占いでは、歳差による星座のずれを考慮しているため、誕生日が、該当する星座の誕生期間の最初の日になっている人は、約40年後には西隣りの星座が誕生星座が変わるということも

ある。つまり、この人は一生に二つの星座を年齢を分けて持つことになり、性格や運命が急変するという妙なことになってしまう。

など、まだまだ挙げることができよう。

高校地学で天文を学んだ人や天文に興味がある人には、以上述べた事項のうちすでに分かっていることもあるだろう。しかし、占星術の本などで間違った説明がなされているので、あえてここにとり上げてみた。

占いは“当たるも八卦、当たらずも八卦”である。先日、テレビのワイドショーで「来日した海外の占い師に、野球の日本シリーズを占ってもらったところ、『巨人は苦境に立たされるが逆転し、優勝する』とのこと」と言っていたが、筆者は4勝2敗ぐらいでオリックスの勝ちと予想を立てていた。結果はご承知のように4勝1敗でオリックスの優勝であった。占いはこのように当たらないことが多々あると思われるが、占い師は過去の実績については当たったことしか発表していない。また、他の占いとは異なって占星術という占いは宇宙的な神秘性や科学性を備えているような気を起こさせるし、何やらむずかしい計算をしているようにも思えるので、人々はよく当たるような錯覚に陥りやすいのではなかろうか。当然のことだが、地学で学んだ知識や常識を占星術にも向けてみるのが大切であろう。

#### 引用文献

- アエラ編集部(1996): ウワサの13星座占い, AERA, 38 [9.16], 朝日新聞社, 34-37.
- 長谷川 敏(1974): 占星術の非科学性と理科教育, 地学教育, 27, 8-14.
- ジョン E. ベッカー(1997): ズバリの占-13星座占い, 342 p., 日本文芸社, 18-20.
- 国立天文台(1992-1995): 理科年表, 1043 p., 丸善, 暦部 8-30, 天文部 34.
- 恒星社(1968): フラムステード天球図譜, 231 p., 恒星社, 図面 1, 9, 19.
- 中野周一, 太田原明(1982): 野外星図 2000, 8 p., 誠文堂新光社, 図面 2-7.
- 中山 茂(1971): 占星術, 195 p., 紀伊国屋書店, 69-70.
- 週刊文春編集部(1996): 「13星座」って何?, 週刊文春 [9.26], 文藝春秋社, 158-160.
- ウォルター・パーク(1995): 13星座の星占い, 272 p., 祥伝社, 4-18.
- ウォルター・パーク(1996): 13星座で本当の自分がわかる, 223 p., フジテレビ出版, 7.
- 矢崎・マーク(1995): 13星座占星術, 238 p., 主婦と生活社, 3-10.

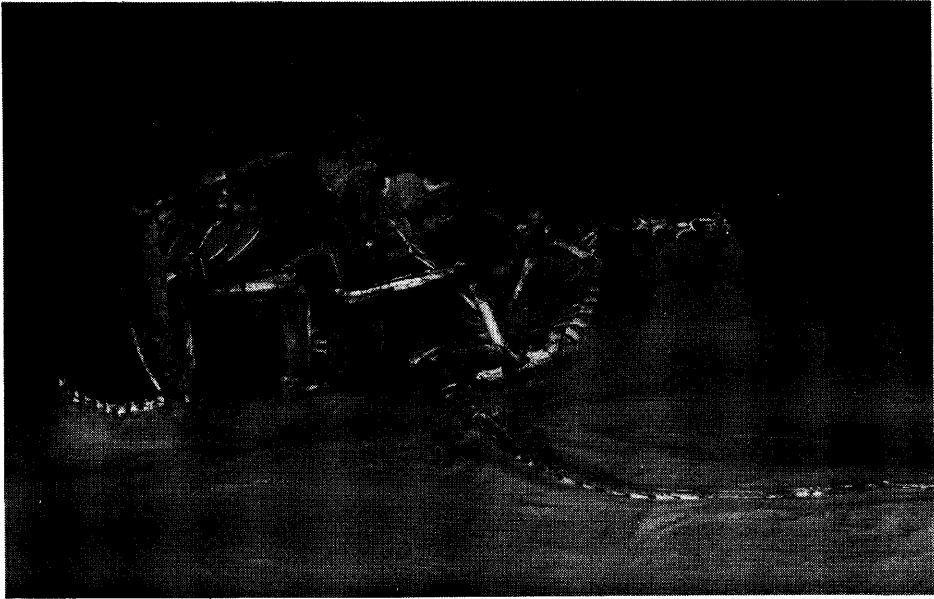
長谷川 敏: 占星術, 特に 13 星座占いの非科学性について 地学教育 50 巻, 4 号, 21-27, 1997

[キーワード] 占星術, 非科学性, 13 星座占い, へびつかい座, 歳差, 守護星.

[要旨] 新しい 13 星座占いが中高生などに人気があるという. 13 星座占いとは, 黄道 12 宮に “へびつかい座” を加えて 13 星座とし, さらに歳差で生ずる誕生日と星座のずれを考慮した占星術で, 「従来の占星術は間違いで, 13 星座占いの方が科学的でよく当たる」などと述べられている. しかし, 13 星座とした理由や歳差の影響の説明が全く間違いである. 13 星座占いも含め, 占星術自体が天動説に基づく非科学的なものである.

Satoshi HASEGAWA: On Unscientific Nature about a Astrology, especially about the 13 Constellations-Astrology. *Educat. Earth Sci.*, 50(4), 21-27, 1997

## モンゴルの恐竜化石の特別展開催中



群馬県中里村の恐竜センターに隣接した活性化センターで、すばらしい恐竜の展覧会が開催中である。

この展覧会の目玉は、肉食恐竜ヴェロキラプトルと草食恐竜のプロトケラトプスの格闘中の化石である。この化石は、肉食恐竜が草食恐竜を襲ったことを示す唯一の直接的な証拠である。「鋭い歯」、「骨に残された噛痕」や「足跡によるいわゆる人口調査」は肉食恐竜が草食恐竜を襲って食したことを説明する間接的な証拠であるが、この化石の産出によりそれらの証拠による解釈が裏付けされたと言える。

この化石では、プロトケラトプスの体に鋭い爪を引っ掛け全身の力で襲いかかるヴェロキラプトルとヴェロキラプトルの手に噛みつくプロトケラトプスのリアルな格闘シーンの詳細が観察できる。骨格の化石では、恐竜の活動の様子が残こされている例はほとんどないが、この化石は例外である。化石がもろいため、モンゴル国外での実物展示は最後の機会になるかもしれない。必見に値しよう。

そのほか、サイカニア（よろい恐竜）、モノニクス（鳥に似た骨格を持つ小型獣脚類）、ハルビミムス（ダチョウ型恐竜、モンゴルと日本を結ぶ恐竜の道の存在を証拠づける）など、8体の実物全身組立て骨格などが展示されている。

- 開催場所：中里村活性化センター（特別展）、中里村恐竜センター（常設展）（群馬県中里村大字神々原51-2）
- 開催期限：1997年12月28日（日）まで
- 開催時間：午前9時～午後4時30分
- 休館日：月曜日（祝日・振替休日の場合は翌日）
- 入場料：特別展開催中 大人700円、小中学生400円（常設展と共通有効。20人以上は各50円の団体割引）
- 主催：群馬県多野郡中里村
- 共催：上毛新聞社
- 後援：外務省、文部省、郵政省、モンゴル国大使館、群馬県、群馬県教育委員会など
- お問い合わせ先：中里村恐竜センター・0274-58-2829、中里村役場・0274-58-2111

（松川正利・小島郁生）

資料

# 地球科学教育に利用できるインターネット WWWサイトの紹介

—米国の主要地球科学関連 WWW サイトを例として—

安藤生大\*・埴賀宗典\*・小笠原義秀\*

## 1. はじめに

現在、米国では全土の病院、学校、図書館を光ファイバー通信網で結ぶ情報スーパーハイウェイ構想が実行段階にあり、インターネットを教育現場に積極的に導入していく基盤が整備されつつある。これに伴い、将来情報スーパーハイウェイを担う子供たちを対象としたインターネットの教育実践が相当数の学校で始まっている。米国では、インターネットを利用したネットワーク社会の構築が急速に進みつつあり、同時に教育利用可能な WWW (World Wide Web) サイト数は、急激に増加している。これらの WWW サイトは、日本と比較した場合、質・量ともに非常に充実している。日本の教育現場でも、これらの良質な WWW サイトを教育資源として積極的に活用する必要があると考える。特に地球科学分野では、他分野に先駆けて数多くの良質な WWW サイトを立ち上げて情報提供を積極的に行っている。その中でも公開度と迅速性がすぐれた地震、火山関係情報は、日本の地球科学教育への利用が十分可能な分野であると考えられる。また、これらの米国の WWW サイトが提供している良質な画像情報を、日本の地球科学教育に取り入れることで、学習者の地理的感覚の再構築と、経済的条件の束縛を取り払える可能性が高い。インターネットの積極利用は、教室内の授業と世界を直接結び付ける可能性を秘めている。

一方で、インターネットに接続された WWW サイトは日々増え続けており、簡単には望む WWW サイトにたどり着けないのが現状である。巨大な情報の倉庫であるインターネットから必要とする情報にたどり着き、それを取り出すことはたいへんな作業となっている。また、特定の WWW サイトの中でも有用な情報を探し出すことにはかなりの時間を必要とすることが多い。教育にインターネットを活用するためには、各専

門分野別のインターネットアクセスガイド (例えば、Ritter, 1997) の作成が急務となってきた。学生・生徒が個人でインターネット上の WWW サイトにアクセスして学習することが可能になりつつある現在、彼らの要求を満たす適当な WWW サイトの情報を与えることも教員に求められている。

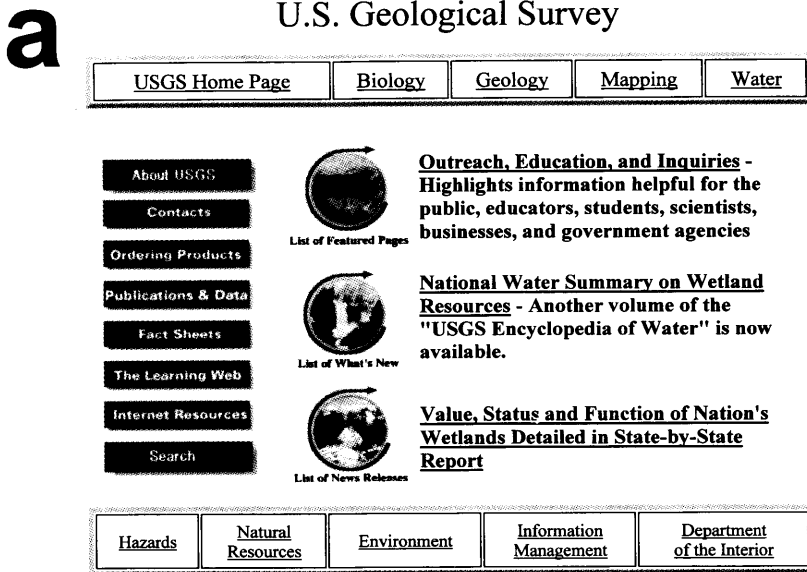
本稿では、インターネット利用先進国である米国における、固体地球科学に関する分野を中心にした主要地球科学関連 WWW サイトの情報を紹介する。これらのサイト中には、日本の地球科学教育において大いに役立つ良質な情報が大量に存在する。これらの教育資源を積極的に活用することで、教育の情報化、国際化の推進に大きな役割を果たすことが期待される。

## 2. 米国の主要地球科学関連 WWW サイトの紹介

### 2.1 米国地質調査所 (USGS) の WWW サイト

USGS のトップページ (<http://www.usgs.gov>, 図 1a) には geology の他、biology, mapping, water などの大項目がある。さらに、USGS 発行の地図や地質図を検索・注文することができる Ordering Products, 同様に USGS 発行の出版物を検索、注文できる Publication and Data, 米国内の資源、災害、環境情報などを知ることができる Fact Sheets, 地球科学の全般的学習ができる The Learning Web, USGS の内容を検索できる Internet Resources, 質問事項を入力することでその答えのあるサイトを検索してくれる Search などの大項目がある。

大項目 The Learning Web (<http://www.usgs.gov/education/>, 図 1b) には、火山について、なぜ、どこで、どのようにして噴火するのかといった基本的な内容を学習することができる Volcanoes in The Learning Web, 教室で地球科学教育を行う場合の教育資源を集めた Teaching in The Learning Web, 実生活上で必要な地球科学関連事項について学習することがで



**Volcanoes in The Learning Web**

Explore why and where volcanoes erupt.

**Teaching in The Learning Web**

Explore this collection of educational resources that can be used in the classroom to teach earth science concepts.

**Living in The Learning Web**

Investigate topics about the Earth that affect people every day and every where.

図1 米国地質調査所 (USGS) の主要項目 (その1)

a: USGS のトップページ (<http://www.usgs.gov>).

b: USGS の The Learning Web の WWW サイト (<http://www.usgs.gov/education/>).

きる Living in The Learning Web などの中項目が存在する。このうち Teaching in The Learning Web (<http://www.usgs.gov/education/learnweb/index.html>) には、いくつかのテーマ (例えば、地球の45億年の歴史の解明や、動的な地球の説明など) について、具体的な授業案が示されている。美しい図や野

外写真が多数紹介されており、それらの簡単な説明も付けられているので、そのまますぐに授業に使用できる内容といえる。教育現場では非常に参考になる内容と思われる。

大項目 geology (<http://geology.usgs.gov>, 図2a) には、Ask-A-Geologist という中項目がある。ここに



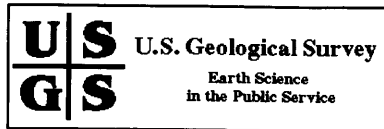
**a**

U.S. Geological Survey

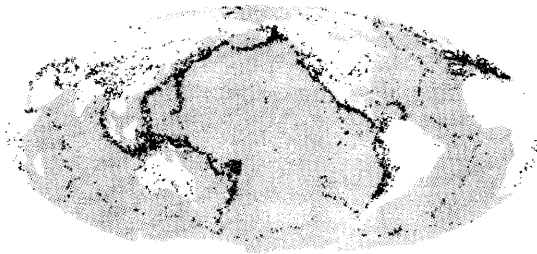
[About this Site](#) || [USGS Home](#) || [Search USGS](#) || [Ask-A-Geologist](#)

For more information on Mount St. Helens and other volcanoes in the Pacific Northwest, visit the [Cascades Volcano Observatory](#).

*This banner changes when the page is reloaded.*

**b**

## National Earthquake Information Center



## World Data Center A for Seismology

**c**

USGS/Cascades Volcano Observatory  
Vancouver, Washington

## News and Current Events, Volcano Updates

— last update: March 20, 1997

図 2 米国地質調査所 (USGS) の主要項目 (その 2)

- a: USGS の大項目 geology の WWW サイト (<http://geology.usgs.gov>).
- b: USGS にリンクされている国立地震情報センターのサイト (<http://gldss7.cr.usgs.gov>).
- c: USGS の Volcano-and Earth-Science-Oriented Web Servers の項目中の Cascades Volcano Observatory の WWW サイト (<http://vulcan.wr.usgs.gov/News>).

簡単な質問を書き込むと、USGS からその答えがくるシステムである。実際に質問を送ったところ、2日後にその答えが帰ってきた。その内容は、質問事項に関する基礎的な説明、入門書の紹介、関連する WWW サイトの紹介など実に丁寧な内容であった。ただし英語による文章を読み書きしなければいけないので、多少の困難はあるが、使い方によっては非常に役に立つといえる。また、大項目 geology の中項目 Customer support には、Outreach, Education and Inquiries という小項目があり、地球科学教育を行う時に必要な情報や出版物を、無料か数ドル程度の低料金で提供してくれる、教員には非常に便利な項目である。

大項目 geology には、最新の地震情報を提供している Latest Earth Quake Information (<http://geology.usgs.gov/quake.html>) という中項目がある。ここには、USGS 内の多数の地震関係の WWW サイトがリンクされており、その中の一つにコロラド州ゴールデンにある国立地震情報センターのサイト (<http://gldss7.cr.usgs.gov>, 図 2b) がある。ここには全世界の最新の地震情報が集められ (小項目 current earthquake information), いつでも検索できるようになっており、地震発生から 2,3 日後には関連する断層の解析情報も提供されている。日本で地震が起きた場合に、まずこのサイトにアクセスして最新情報を入手するのも良いかも知れない。過去の地震データベースも検索可能であり、地震に関連するプレートテクトニクスや地震学の基礎知識を学習できるような解説も置かれている (小項目 general earthquake information)。また、USGS 以外の地震関連 WWW サイトも非常に多くリンクされている (小項目 other earthquake information sources 中の Earthquake Information Sites, <http://www.usgs.gov/network/science/earth/earthquake.html>)。その例として、北カリフォルニア地震データセンター (<http://quake.geo.berkeley.edu>) や、カリフォルニア工科大学の地震研究所 (<http://www.pgs.caltech.edu/seismo/seismo.page.html>) が挙げられる。いずれも該当地域に関する詳細な地震データをリアルタイムに近い形で提供している。このようなサイトの存在は、地震のゆれを感じなくとも自分の生活地域にいつも地震が起きていることを理解するのに大いに役に立つ。

火山関係の最新情報は、Volcano and Earth Science Oriented Web Servers の項目 (<http://vulcan.wr.usgs.gov/Servers/volcservers.html>) に提供され

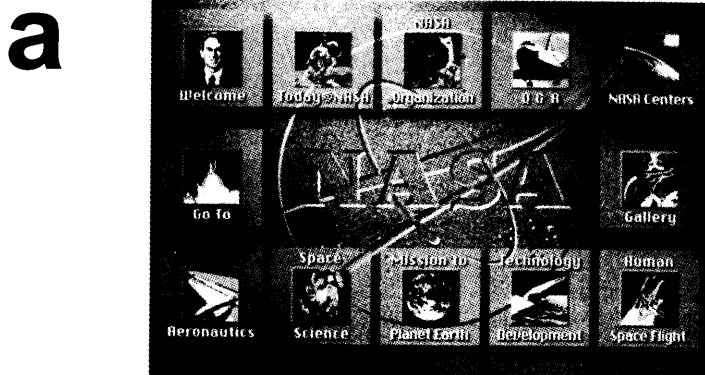
ている。この中には、アラスカ、カスケード、ハワイ、カリフォルニアのロングバレーなどの各地域の火山活動をモニタリングしている Observatories and Networks という項目がある。ここで示されている各 WWW サイトは、モニタリングしている各火山について毎日の火山性地震のデータを提供している。その一つのカスケード (項目 Cascades Volcano Observatory) では、セントヘレンズ火山に関するさまざまな解説やこれまでの活動記録が示されている (<http://vulcan.wr.usgs.gov/News>, 図 2c)。シェラネバダ山脈の東側にあるカリフォルニアのロングバレー地域はマントル上昇流の存在の可能性が指摘されている地域として有名である。それに伴うマグマの発生・上昇による火山性地震の観測が常時行われている。また、直接マントルに由来すると考えられる大量の二酸化炭素の噴出も検出されており、それらの詳細なデータが提供されている (<http://quake.wr.usgs.gov/VOLCANOES/LongValley>)。

ここで紹介した地震・火山関係の WWW サイトで得られる情報は、いずれもリアルタイムに近い速報性をもっており、地球の最も活動的な側面を示すものである。生きている地球を理解する上で、地球科学教育において極めて重要な意味をもち、高校以下の授業でも積極的に活用することが望まれる。

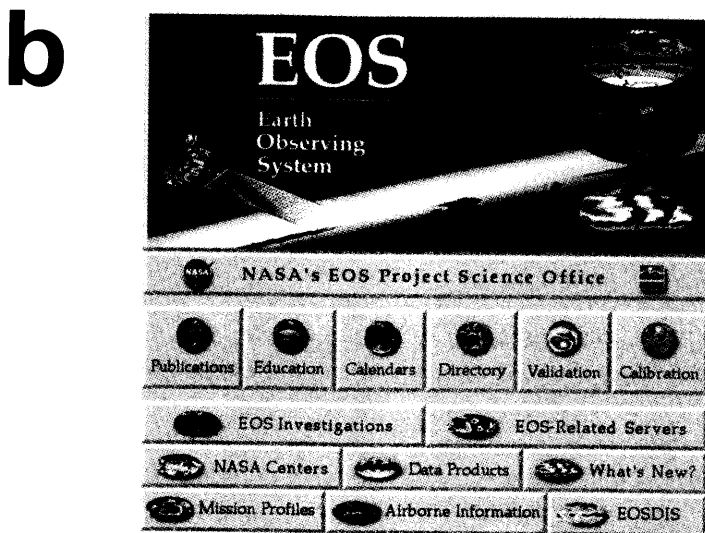
その他の USGS の WWW サイトとしては、リモートセンシングを利用した地表情報を提供している Earth Resources Observation System (EROS) Data Center (<http://edcwww.cr.usgs.gov>)、地名情報を提供している Geographic Name Information System (GNIS) (<http://www.nmd.usgs.gov/www/gnis>)、水資源情報を提供している Water resources information (<http://water.usgs.gov>) などがある。

## 2.2 米国航空宇宙局 (NASA) の WWW サイト

NASA のトップページ (<http://www.nasa.gov>, 図 3a) には、スペースサイエンスや宇宙開発、および関連技術開発の紹介の他に、地球の変化に対して人間がどのような影響を受けるのかを調査した Mission to Planet Earth (MTPE) と呼ばれるプロジェクトの紹介が示されている。これは地球環境問題を背景として、地球環境を一つのシステムとして捉え、地球温暖化、海水準変動、オゾン層の破壊などの全地球規模の変動を監視し、科学的に理解することを目的とするプロジェクトである (NASA, 1994, 1995)。後述の Earth System と密接なつながりをもつ。その中核を



National Aeronautics and Space Administration



[NASA's EOS Project Science Office](#) | [Publications](#) | [Education](#) | [Directory](#) | [Validation](#) | [Calibration](#) |  
[EOS Investigations](#) | [EOS-Related Servers](#) | [NASA Centers](#) | [What's New?](#) |  
[Mission Profiles](#) | [Airborne Information](#) | [EOSDIS](#)

- ▶ Send Comments and Suggestions to: [Charlotte Griner](#)
- ▶ Responsible NASA official: [Dr. Michael D. King](#)
- ▶ [Browser Statistics](#)

図 3 米国航空宇宙局 (NASA) の主要項目

a: 米国航空宇宙局 (NASA) のトップページ (<http://www.nasa.gov>).

b: Earth Observing System (EOS) のトップページ (<http://eosps0.gsfc.nasa.gov>).

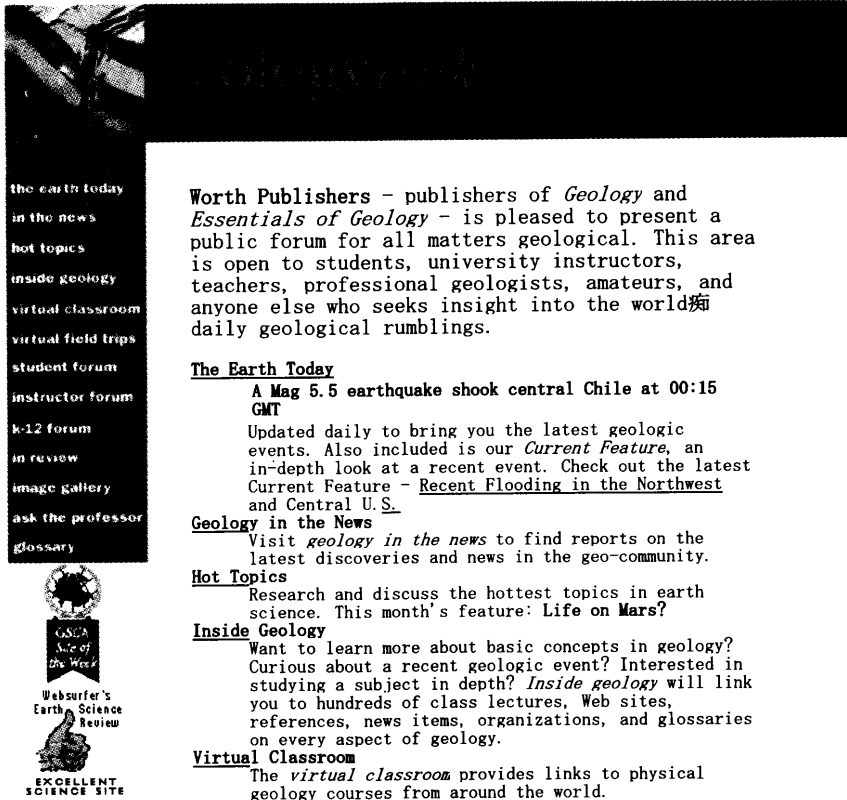
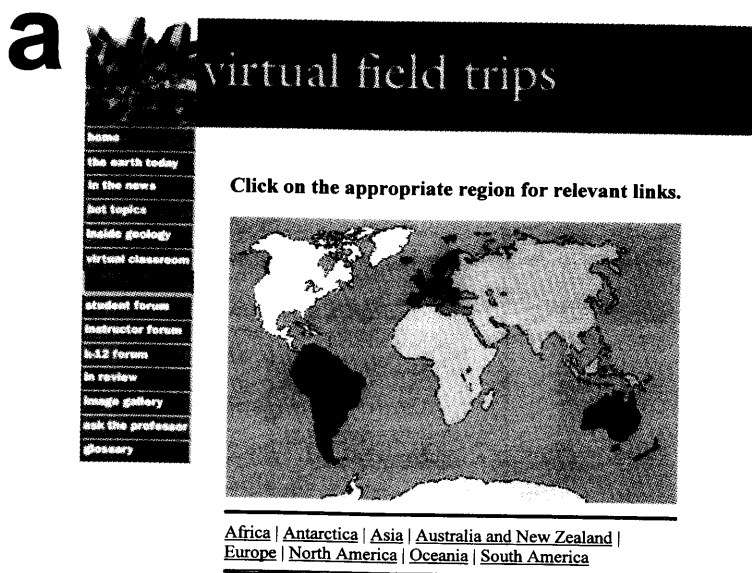


図4 geologylink のトップページ (<http://www.geologylink.com/>).

なす観測システムは Earth Observing System (EOS) と呼ばれており、1998 年度から本格的に稼動する予定である。これに関連する情報管理システムが Earth Observing Science Data and Information System (EOSDIS) である (Ahref="http://eos.nasa.gov/eos\_homepage/eosdis.html"). EOS (<http://eospsو.gsf.nasa.gov>) は、美しいトップページ (図 3b) に多くの関連サイトの項目をもつ。その一つの education の項目にはグローバルチェンジに関連する基礎観測データを中心とした、地球科学分野の膨大な量の教育用資源が公開されている ([http://eospsو.gsf.nasa.gov/eos\\_edupack](http://eospsو.gsf.nasa.gov/eos_edupack) 下にある)。また、“雲と放射”、“温室効果”、“氷と海水準変動”、“海洋での過程”、“オゾン減少”などの課題ごとにスライドセットとして美しいカラー画像が提供されている。

MTPE に関連する NASA の WWW サイトはたくさんあるがその中のいくつかを以下に列挙すると、ジェット推進技術について紹介している Jet Propul-

sion Laboratory (JPT) に関するサイト (<http://www.jpl.nasa.gov>)、海洋と大気循環をモニタリングする TOPEX/Poseidon 衛星を利用して、10 日ごとの地球気候予報を出すサイト (<http://topex-www.jpl.nasa.gov>)、衛星を利用して大気、海洋、固体地球、生物圏のそれぞれの場所の情報を理解する目的で作られた Global Change Master Directory (GCMD) のサイト (<http://gcmd.gsf.nasa.gov>)、米 国 海 洋 大 気 局 (NOAA) の地球環境情報を提供しているサイト (<http://www.esdim.noaa.gov>)、NOAA の地球物理学データセンターのサイト (<http://www.ngdc.noaa.gov>)、同じく NOAA の古気候に関するデータを提供しているサイト (<http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/paleo.html>)、海洋学と地球科学の教育資源を提供しているサイト (<http://podaac.jpl.nasa.gov/edudoc.shtml>) などが挙げられる。この中で、最後に示したサイト (<http://podaac.jpl.nasa.gov/edudoc.shtml>) 中には海洋学・地球科学関係の教育資源となる関連 WWW



**b**

## A Virtual Field Trip

Oneonta to the Hudson River

-or-

Time Traveling through 400 Million Years of Earth History



This is an electronic road log for the Geology 107 class field trip. As you follow this road log, you will stop at all the sites visited on the trip, observe a variety of geological features, and learn about the geologic history of central New York state.

図5 仮想巡検 (virtual field trip) の例 (その1)

a: geologylink の virtual field trip の WWW サイト (<http://www.geologylink.com/fieldtrips/>).

b: Hartwicv college の virtual field trip の WWW サイト (<http://www.hartwick.edu/geology/work/VFT-so-far/VFT.html>).


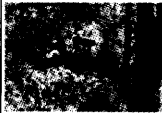



サイトのリストが掲載されており、教員には大いに参考になると思われる。

MTPEに関連する最近の動向として、人類とその活動をも含めた地球を一つのシステムとして捉え、地

球を理解しようとする Earth System 教育プログラムがある。Earth System 教育プログラムは、1992年以降米国の大学に急速に広がりつつある。NASA は地球環境問題を考える上で必要な全地球規模の観測デー

## C

## Geography 101 The Physical Environment

	<u><a href="#">Hypertext Course GuideBook</a></u> <b>Practice Comprehensive Exam</b>	
<u><a href="#">Announcements</a></u> <u><a href="#">Class Grades</a></u>		<u><a href="#">Syllabus and Lecture Notes</a></u>
	<u><a href="#">Contact the Instructor Professor Ritter</a></u> <u><a href="#">Geography/Geology Home Page</a></u>	

Created by Michael Ritter ([mritter@uwsp.edu](mailto:mritter@uwsp.edu)) Last revised Jan 18, 1997

## d



## Big Bend National Park



### Virtual Field Trip

#### Overview

**Mission Statement:**

*Big Bend National Park Virtual Field Trip is designed to be a guide to the geological history and features of the Big Bend National Park area.*

The Big Bend Virtual Field Trip was created for an independent study project for the Texas A&M University Department of Geology & Geophysics under the supervision of Dr. Bruce Herbert. During the week of Spring Break 1996, we visited Big Bend for the purpose of researching the geology of the park and taking pictures of pertinent geologic features. Once all of the pictures and information were compiled, we scanned the images and started construction of the web site.

The location of the park, more information about us, and a general outline of the information contained in this web site can be found below.

図5 仮想巡検 (virtual field trip) の例 (その2)

c: University of Wisconsin, Stevens Point 校の virtual field trip の WWW サイト (<http://www.uwsp.edu/acaddept/geog/faculty/ritter/geog101/101home.html>).

d: Texas A & M University の Virtual Field Trip の WWW サイト (<http://geoweb.tamu.edu/faculty/herbert/bigbend/intro/index.html>).

タを提供し、Earth System 教育プログラムを積極的に支援している (<http://www.usra.edu/esse>). 以下に紹介する仮想野外巡検や教育プログラム WWW サイトはいずれも Earth System の活動の一つである。

地球科学分野だけではないが、NASA のその他の興味あるサイトとしては、<http://www.cotf.edu>

(NASA's Classroom of the Future) が挙げられる。

#### 2.3 geologylink 上の地球科学情報

geologylink (<http://www.geologylink.com/>、図4) は、学生、教員、研究者から一般の地球科学に興味をもつすべての人を対象にした、地球科学の最新情報を提供してくれる商用 WWW サイトである。

トップメニューには、The Earth Today (<http://www.geologylink.com/today/>) という大項目があり、世界中で起こった地震・火山活動や、雑誌『サイエンス』、『ネイチャー』などで紹介されている地球科学関連の最新情報が提供されている。米国内の新聞社、テレビ局などのホームページがリンクされており、ニュース情報として提供されている。

in the News (<http://www.geologylink.com/news/>) という大項目には、The Earth Today で紹介された過去 1 カ月分の情報と、それ以前についてはキーワードを中心とした解説が 1 月ごとにまとめられ、全体で半年分の情報が提供されている。

virtual classroom (<http://www.geologylink.com/classroom/>) という大項目では、地球科学の主要テーマについて、関連する世界中の主要大学を紹介するリンク集が提供されている。

instructor forum (<http://www.geologylink.com/instructors/>) という大項目には、高校から大学生および一般の人に対する地球科学教育を対象にして、教育方法の情報交換を行っている。教育現場で実際に役に立つ情報を取得することができるのと同時に、自分の独自の教育方法を提供することもできる。一例として、大項目 instructor forum 中の中項目 in the classroom の中にある Teaching Geologic Time (<http://www.geologylink.com/cgi-bin/discuss/showpost.cgi?itc&S3P1>) という小項目にアクセスしてみると、Stan Chernicoff 氏によって提供された地質学的時間スケールを教える工夫が示されていた。内容は、トイレットペーパーを 1,500 個用意して、その一つが 300 万年に相当することを示し、その最後の一つのトイレットペーパーに対して、2~3 cm (郵便切手サイズと表現されている) を切り取りそれが有史以来の人類の歴史に相当することを示すという内容である。現実にトイレットペーパーを 1,500 個用意するかどうかは別にしても、良く工夫された教育方法であると思われる。

USGS のサイトと同様に ask the professor (<http://www.geologylink.com/questions/>) という大項目があり、地球科学に関する質問をするとそれに対する返事が返ってくるシステムがある。

geologylink は、地球科学関連の最新情報から基礎的事項の説明まで、学生、研究者や教員にととらず一般の人に対しても理解しやすい形で情報提供されており、毎日アクセスして最新情報に触れられる最適の

WWW サイトであると言える。また、instructor forum のような教育方法の情報交換を行おうとする場合は、日本でも幾つかの例 (<http://rika.ed.ynu.ac.jp/>) があるので、積極的に活用することが望まれる。

### 3. 仮想野外巡検 (virtual field trip) の紹介

野外巡検は自然観察を基礎に置く地球科学教育にとって最も重要なプログラムの一つである。本来、巡検は野外で直接自分の目で観察することを通して、自然を理解するのが基本である。これをコンピュータ上で行う試みが 1995 年 AGU 学会、1996 年の GSA 学会で報告された (Moore *et al.*, 1995; Reinhart and Moore, 1996)。コンピュータのみを用いた仮想巡検が、巡検の目的を十分に達成できるわけではない。しかしながら、現実には巡検を行える場がほとんどなくなってしまっている地域も多いし、また教室から遠く離れた地域の野外巡検は実現がむずかしい。インターネットによる仮想巡検は、このような状況の中で野外巡検の補助的役割として位置づけられるであろう。

仮想野外巡検の例としては、先に紹介した geologylink に、virtual field trip (<http://www.geologylink.com/fieldtrips/>, 図 5a) という大項目として紹介されている。日本も含む全世界を対象としており、主要地球科学関連 WWW サイトとリンクして、リアルタイムに近い画像情報を提供している。例えば、Asia-Japan (<http://www.geologylink.com/fieldtrips/asia/japan.html>) と選択すると日本に関する WWW サイトにたどり着く。ここでは、日本の主要博物館の情報、主要火山の活動に関する情報、阪神大震災に関する情報や、神戸周辺の断層の分布図などの情報が日本の地質調査所 (GSJ) とリンクして紹介されている。また、Mt. Fuji Today という項目には、1 時間ごとの富士山のリアルタイム画像が静岡インターネットにリンクされて提供されている (<http://www3.shizuoka-net.or.jp/sinet/cam.acgi>)。

米国 Hartwick College のサイト (<http://www.hartwick.edu/geology/work/VFT-so-far/VFT.html>, 図 5b) は、ニューヨーク州内の地質巡検を紹介している。北米大陸の説明から始まって、ニューヨーク州の地質図、巡検行程での各ストップ (観察地点) の解説へと続く。各ストップで学習されるべき関連事項の説明や、各ストップでの質問も用意されている。この地域の学生にとっては、巡検案内書や巡検内容の

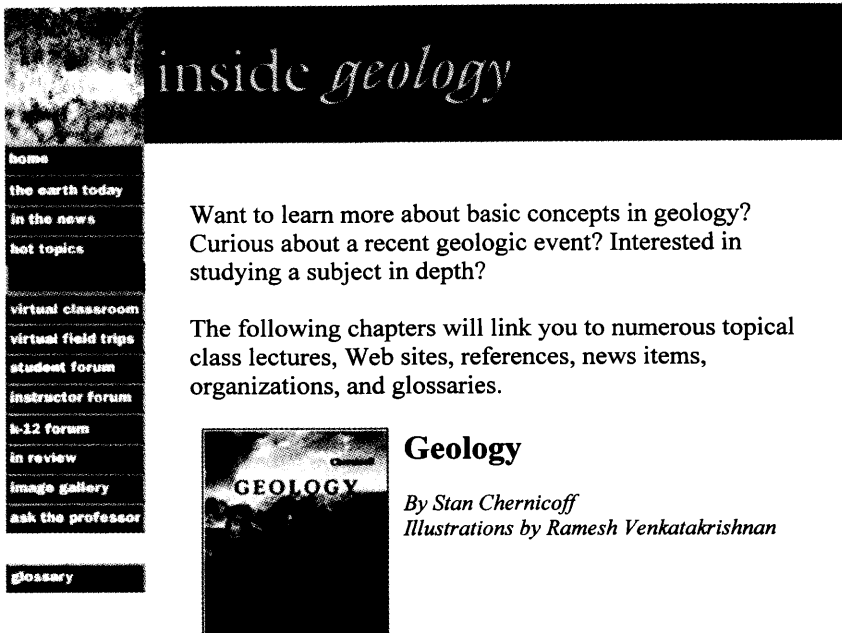


図6 geologylink の inside Geology の WWW サイト (<http://www.geologylink.com/toc/>).

予習・復習に利用できるし、他地域の学生にとってはインターネットを通じて遠く離れた地域の地質を巡検の雰囲気理解することが可能である。

University of Wisconsin, Stevens Point 校の地理学・地質学科では、コロラド州のフロントレンジのインディアンピークでの氷河地形・植生・気候に関する仮想巡検を教育プログラム geography 101 コースの課題として取り入れている (<http://www.uwsp.edu/acaddept/geog/faculty/ritter/geog101/101home.htm>, 図5c)。この仮想巡検は、現在作成中となっているが、各ストップ（全8箇所）の設定とその解説や写真の質と数、ストップで観察記録すべき事項の指示、さらに関連事項の挿入など丁寧に作成されている。実際の巡検案内書としてはもちろんだが、WWW サイトでの仮想巡検だけでもかなりの学習成果が期待できる内容になっている。

Texas A&M University (<http://geoweb.tamu.edu/faculty/herbert/bigbend/>) の WWW サイトでは、テキサス州西部に位置する Big Bend National Park についての仮想巡検が紹介されている (<http://geoweb.tamu.edu/faculty/herbert/bigbend/intro/index.html>, 図5d)。ここでは、火成作用、堆積作用、変成作用、構造運動などの分かりやすい解説と

観察できる場所が示してあり、いずれも工夫を凝らした図と美しい野外写真から構成されており、英語の解説文を読まなくともある程度の理解は可能である。

その他としては、ハワイ大学と NASA が作っている仮想巡検のサイトがある (<http://hawaii.ivv.nasa.gov/space/hawaii/vfts>)。陸上写真の他、空中写真、人工衛星写真を加えてルートに沿った紹介がなされている。また、サウスカロライナ大学 Aiken 校 (USCS) では、サウスカロライナ州北西部の地質に関する2日間の巡検について、12箇所の説明を行っている

(<http://www.uscs.sc.edu/Geology/CGS/1995Fieldguide.html>)。

#### 4. 教育プログラム WWW サイトの紹介

コンピュータを使用したオンライン教育コースもすでにいくつかの例がある。先に紹介した、USGS の The Learning Web (<http://www.usgs.gov/education/learnweb/volcano/index.html>, 図1b) はこの代表的なサイトである。具体的な問題設定と、その説明から構成されている。わかりやすい図が多数示されており、地球科学に対する興味をもった一般の人や学生にはインターネットテキストとして、教員にとっては授業の参考として有効に活用することができる内容



である。

また、geologylink の inside Geology (<http://www.geologylink.com/toc/>, 図 6) の項目には、地球科学の基礎的事項や、最新の地球科学関連の出来事について教科書的な説明が提供されている。写真を豊富に使用して分かりやすく解説しており、より詳しい内容を学習したい場合には、関連する大学・研究所にリンクされているのでそれらを参考にするとよい。パーチャルテキストとして使用できる完成度の高い内容となっている。

米国における大学における代表的な地球科学教育の WWW サイトとしては、仮想巡検でも取り上げた University of Wisconsin, Stevens Point 校、地理学・地質学科の geography 101 “The physical Environment” コース (<http://www.uwsp.edu/acaddept/geog/faculty/ritter/geog101/101home.htm>, 図 5c) が挙げられる。このサイトの特徴は、オンライン学習のみでもかなりの成果が得られるほど充実した内容にある。各項目に関連するより詳しい解説事項のリンクも適切である。しかも大学で使用されている講義ノートも公開されている。完成度は極めて高く、他のコースのモデルサイトとなると思われる。

その他としては、University of Wyoming 地質学・地球物理学 ( <http://geoweb.uwyo.edu> ), University of Kentucky, Lexington 校地質科学科 (<http://www.uky.edu/ArtsSciences/Geolog>) などが挙げられる。それぞれサイトごとに独特の工夫があるが、基本的には授業の目的、講義スケジュール、シラバス、実験項目、採点方法などの項目が共通して掲載されている。

## 5. インターネットの教育利用の問題点と課題

### 5.1 適切なサイトの検索・選別

インターネットに接続された WWW サイトは日々増え続けている。無限の情報倉庫と言えるインターネットから必要とする情報の有無を知り、取り出すことはたいへんな作業となっている。YaHoo (<http://www.yahoo.co.jp/>) や Infoseek (<http://japan.infoseek.com/>) などの多数の検索サイトがあるが、簡単には望むサイトにたどり着けないのが現状である。例えば YaHoo Japan で、“地学” というキーワードで検索を行うと 25 件の WWW サイトが現れる。Infoseek で同様の検索を行うと、305 件、YaHoo USA で “geology” のキーワードで検索すると、21 カテゴリー

383 件の WWW サイトが現れる (いずれも 1997 年 3 月 24 日現在)。これらの各 WWW サイトは、どれも相当量の内容を有しており、全ての情報を把握するのは非常に困難と言える。さらに USGS や NASA の WWW サイトのように膨大な情報を有している場合には、有用な情報を探し出すことにはかなりの時間が必要となる。このため NASA は機関内にある多数の WWW サーバからデータを検索する場合に、NASA 独自の検索ツールの使用を推奨している。このような工夫は、インターネットが急速に普及している現在、最も求められている。

多数の WWW サイトについて目的の情報を効率よく検索するためには、適当なキーワードの設定によって、内容別の指標や優先順位を指定してくれるリンク集を作成することが望まれる。また、代表的な WWW サイトについて解説したインターネットアクセスガイドの作成が必要である。

### 5.2 教育現場のネットワーク環境の問題

地球科学関連サイトにアクセスする場合、多くの画像ファイルをアクセスすることが必要になる。ネットワーク環境が悪い状態でインターネットを使用する場合には、画像の取り込みにかかなりの時間 (分単位) が必要となる。場合によっては時間がかかりすぎて接続が切れてしまうこともある。このような場合、WWW ブラウザのキャッシュ機能を有効に利用すると良い。キャッシュ機能 (メモリキャッシュ、ディスクキャッシュ) とは、一度アクセスしたデータを一時的にメモリやディスク中に保存し、二度目に同じデータをアクセスした場合、先に保存したメモリやディスク中からデータを読み込む機能である。表示速度は格段に速くなる。ネットワーク環境の悪いところでインターネットを介して授業を行うには、使用している WWW ブラウザのキャッシュ容量 (一時的にメモリやディスク中に保存できるデータの容量) をできるだけ大きく設定しておき、授業中に使用予定の情報をあらかじめ授業前にアクセスしてキャッシュ中に保存し、授業に臨む方法が良いであろう。また、教員が前もってハードディスクに画像を保存しておくことも考えられる。

高校以下の学校教育現場では、ネットワークやコンピュータ端末、投影装置などが設置されている教室で授業を行うことができる環境は、まだまだ普及しているとはいえない。このような状況でも、インターネットに大量に存在する有用な教育資源を積極的に授業に活用することが望まれる。このための工夫として

WWW ブラウザがもっている便利な点は失われることになるが、あらかじめモニター画面をスライドフィルムで撮影し、授業に利用することも考えられる。モニターの表示解像度は高い方が良いが、800×600ドット程度であれば、十分授業に使用可能な写真を撮影することができる。この場合のカメラの撮影条件は、ISO100のスライドフィルムを使用し、部屋を暗くして100mm程度の望遠レンズを使用し、三脚上で絞り8、シャッタースピード1/2秒程度の条件で撮影を行うと良いが、フルオートモードでも良好な撮影が可能である。モニターには若干の歪みがあるので、撮影したい対象をモニター中央に配置するようにするのが望ましい。また、カラープリンターを利用して使用したい画像をOHPシートに印刷する方法も考えられる。

### 5.3 英語による解説文の問題

本論文で紹介したWWWサイトはほとんどが米国内にあり、記述は英語である。高校以下の教育現場では英語の問題にどう対応するかが重要である。地球科学の場合には、アクセスしたWWWサイトの画像のみを引用するだけでもかなりの教育効果が期待できるが、解説文も併せて紹介されることが望ましい。解決法としては、教員があらかじめ使用するHTML(Hyper Text Markup Language)ファイル中の説明内容を日本語に訳し、引用する画像部分をネットワークアクセスが可能ないように書き換えることが考えられる。この時、ホームページ翻訳ソフトの利用も効果的かもしれない。これらの方法により、インターネット上で操作するのと同様の機能を実現することができる。ただし、インターネット上の情報は更新が速く、授業に活用したいすべての最新ページを短時間でこのように変換するには、たいへんな労力が要求されるであろう。

高校以下の教育現場においても、英語のページを直接読み、内容を理解する試みも必要と思われる。縣ら(1996)では、NASAのハッブル宇宙望遠鏡(HST)からのライブをインターネットを通して行った実践授業報告を行っている。この授業に参加した子供達の感想として、「英語を勉強する目的を再確認した」といった内容が紹介されている。本論文で紹介したWWWサイトはいずれも平易な英語で記述されている場合が多い。幾つかの専門用語に対する解説を行えば、高校以下でも十分理解することが可能であると思われる。英語を直接読ませる試みは、インターネットを地球科学

教育に活用することを通して、地球科学に対する興味を喚起し、英語を学ぶ意味をも再確認でき、同時にコンピュータに対する知識も習得することができる、一石三鳥(縣ら, 1996)の複合的教育的効果が期待できるものと思われる。

### 5.4 教育資源の有効活用

地球科学は、野外観察を基に発展してきた学問であり、教室での説明に加えて標本観察、野外調査は必須事項と言える。このため、多くの標本や野外写真などの教材が必要となるが、時間的、地理的、経済的制約から授業時間内での野外観察は多くの場合不可能に近く、すべての種類についての標本や野外写真などを所有するのは極めて困難である。このためインターネットを活用して、仮想野外巡検や世界中の標本、野外写真を授業に導入することで、観察を重視した授業が可能となる。このようなインターネット上の教育資源の有効活用には、各大学や博物館などで所有している写真や標本を整理し、データベース化して、積極的に公開することが望まれる。WWWによる情報発信、出版は、印刷による出版に比べ最新の情報を低コストで提供することができる。そのような意味からも既存の研究・教育資源のHTML化が強く望まれる。

## 6. おわりに

1993年以降、インターネットが急速に普及した最大の要因は、ネットワーク上でサーバ・クライアント機能を利用した、マルチメディアを扱うことができるプロトコルhttp(hyper text transfer protocol)とそれを使った高機能のWWWブラウザの普及が挙げられる。WWWブラウザは、テキストの他、画像、音声、ビデオ映像などを一括して扱うことができることが大きな特徴である。さらにHTMLと呼ばれる簡単な言語規則に従ったファイルを作成するだけで、いわゆるホームページを作成することができる。これを集積したファイル群をコンピュータのディスク中に作成することでWWWサーバを立ち上げることができる。また、このHTMLファイルはディスク内のファイルと同様に、ネットワーク上の他WWWサイトや他のコンピュータ中のファイルをリンクすることができる。このため、インターネット上のあらゆる教育資源を活用したハイパーテキストブックを容易に構築することが可能である。

httpプロトコルがサポートするマルチメディア情報を統一して扱うWWWブラウザがもつ機能は、教

育現場においても強力な道具となることが分かってきた。例えば、授業で使用している教科書をそのまま HTML ファイルとして記述し、インターネット上で読み、授業中にそれを使って解説することは容易にできるし、必要な部分をプリントすることもできる。また、しばしば利用される図説などの副教材に当たる資源はインターネット上に豊富に存在するので、それを容易に HTML ファイル中に挿入することができる。

教室で行っている日常の授業を振り返ってみると、人間のコミュニケーションの面を除き、かなりの部分を HTML 化したファイルに置き換えることができることが分かる。コピーとして配布される関連資料はもちろんのこと、しばしば授業中に利用されるスライドは解説付きで、ビデオフィルムは必要な部分のみ取り出して HTML ファイルで引用することができる。教員の講義ノートをあらかじめ HTML ファイル化してネットワーク上で提供することも容易である。また、WWW ブラウザ自体の進歩も著しいものがあり、この進歩に伴って新たなインターネットの教育利用の可能性も広がるものと思われる。

教育におけるマルチメディアの導入は、次世代の教育現場に必要な不可欠な要素となると思われる。教員独自の HTML ファイルを作成し、生徒の五感に訴えたインタラクティブなマルチメディア教育が次世代の課題と考えられる。具体的には、映像（動画）と音声を取り入れた仮想巡検や、生徒の反応が即座に伝わる双方向授業の展開が必要となると思われる。これら高度な機能を実現するための環境として最近 Java が注目されている。

以上のようなインターネットの無限の可能性を地学教育において活用するには、教員の積極的なマルチメディア教育への関心が必要不可欠である。

本論文と同じ内容の HTML ファイルを作成してあるので、希望者は E-mail; takao@mn.waseda.ac.jp または、yoshi777@mn.waseda.ac.jp までご連絡下さい。

## 謝 辞

麻布高校教諭 山賀 進氏、成蹊高校教諭 宮下 敦氏の両氏には、教育現場でコンピュータを活用する立場から貴重な御助言を頂いた。ここに記して、両氏の方々に感謝の意を表します。

## 引用文献

- 縣 秀彦・三浦 均・伊東昌市・小山 浩・鶴岡信彦・戎崎俊一(1996): HST からのライブインターネットを用いた新しい天文教育の可能性, 天文月報, **89**, 548-553.
- NASA (1994): "Looking at Earth from Space", p. 76.
- NASA (1995): "MTPE EOS Reference Book", p. 277.
- Moore, A., Reihart, K. and Scott, T. (1995): A virtual field trip: 400 million years of time travel to New York state, *Eos Transactions AGU*, **76**(46), p. F51.
- Reinhart, K. and Moore, A. (1996): A virtual field trip: Do-it-yourself hypermedia for geoscience education, *Abstracts with Programs, GSA*, **28**(7), 326.
- Ritter, M. E. (1997): "Earth Online. An Internet Guide for Earth Science", Wadsworth Publishing Company, Belmont, p. 264.

安藤生大・埴賀宗典・小笠原義秀: 地球科学教育に利用できるインターネット WWW サイトの紹介—米国の主要地球科学関連 WWW サイトを例として— 地学教育 **50** 巻, 4 号, 29-41, 1997

[キーワード] インターネット, 地球科学教育, 地球科学関連 WWW サイト, USGS, NASA

[要約] インターネット利用先進国である米国における地球科学関連 WWW サイトの紹介を行った。これらのサイトは、日本の高校以下の地球科学教育にも十分利用可能な教育資源であり、これらをも有効活用するためのインターネットアクセスガイドの作成が急務である。日本でも教育資源を HTML 化して広く公開し、マルチメディアを駆使した地球科学教育を積極的に推進すべきである。

Takao ANDO, Munenori HAGA and Yoshihide OGASAWARA: Internet WWW Sites Available for Earth Science Education—Examples in the United States—, *Educat. Earth Sci.*, **50**(4), 29-41, 1997

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

諏訪兼位<sup>かねのり</sup>著 裂ける大地 アフリカ大地溝帯の謎  
B6 256頁 1997年6月10日第1刷発行 講談社  
選書メチエ 107 本体 1,456円

著者は名古屋大学名誉教授で現在、日本福祉大学情報社会科学部長。日本アフリカ学会前会長でもある。「アフリカの年」といわれた1960年、熱心な学生たちと新生アフリカの姿をじかに確かめようと、カイロからケープタウンまで自動車で縦断しようと思立ち、八方手をつくしながら紆余曲折のすえ、ようやく62年9月22日、横浜港を出港。船旅に50日近くもかかる。ジブチ、エチオピア、スーダン、エジプトを調査して12月27日神戸港に帰港。アフリカ大地溝帯に圧倒された著者は、継続的なアフリカ調査の必要性を痛感し、強烈なアフリカの印象を全身で受け止めて帰ったと、序章で述べている。

その後、名大では本格的にアフリカを調査しようとの機運が高まり、63年には名大アフリカ調査研究会が発足、翌64年には全国的規模の日本アフリカ学会の創立となる。名大によるアフリカの地球科学的調査研究が本格的に始まったのは68年という。以来、10回以上もアフリカ調査を行い、62年の調査隊の4人を含め36人もの仲間が入れかわり立ちかわり汗を流して現地調査をつづけ、研究に研究を重ねてきた結果が本書にあますところなく語られている。「仲間との現地調査なしには、世に出なかったもの」と、あとがきにある。序章に「私のアフリカ」とあるのも十分に推察できる。

研究の二本柱である、アフリカ大地溝帯の研究と先カンブリア時代の研究のうち、前者について述べられたのが本書であり、「アフリカ大地溝帯についての理解が深まり、さらにアフリカ大陸の地球科学的魅力を少しでも感じとっていただけたら」というのが著者の願いである。

地学を少しでもかじっている者はもちろん、一般の人にとっても、アフリカ大地溝帯といえば文句なしに興味をもつだろうし、それが年々広がり1億年もすれば、大地溝帯の東と西とは500キロも離れてその間は海になってしまう（著者は「サバンナ海」と呼んでいる）、などと聞けば、いっそうひざを乗りだすに違いない。大地溝帯の活動のなかで、大陸地殻が分裂して、海洋地殻に転化する過程の、興味深いさまざまな地球

科学的現象を見ることができる。アフリカ大地溝帯を中心として、アフリカ大陸の魅力あふれるさまざまな歴史——2億年前から現在までの2億年間、36億年間のアフリカ大陸の地球史の最後の部分に焦点をあてたのが本書であり、かずかずのおどろくべきドラマが、著者独特の語りかけでわかりやすく述べられている。現在の地球科学の先端をいくことを、こんなにわかりやすく、おもしろく書かれた本はこれまでに見たことがないほどである。

本書の内容は、4章に分かれている。

- 第1章 東アフリカ大地溝帯
- 第2章 大地溝帯を読む
- 第3章 もうひとつの大地溝帯
- 第4章 アフリカ大陸をゆく

第1章では、東アフリカ大地溝帯についてさまざまな角度から描かれている。

19世紀末、イギリスの地質学者グレゴリーとフランスの詩人ランボオによる、二つの対照的なアフリカ大地溝帯の旅を回想風に述べていて興味深い。初めて知る事実に思わずその先へとそそられる。著者は62年、初めてエチオピア調査の時、ランボオが歩きまわった各地を訪れ、当時の情況に思いをはせる。

次に、「サバンナ クラブ」（東アフリカ友の会）での著者の講話を紹介しながら、しだいにアフリカ大地溝帯の実像に迫る、といったぐあいに、たくみに読者を引きずりこんでいくところは、流石である。

また、特に注目されることとして、アフリカ大地溝帯が初期人類化石の宝庫であるとし、なぜここが初期人類化石の宝庫になったのかを解きあかしている。

68年、著者はオールドゥバイ峡谷を訪れ、たまたま調査中のリーキー夫人に会い、案内してもらったことも大きな収穫ではなかっただろう。

最近の目ざましい調査研究の諸成果を紹介し、「ヒト科とチンパンジー科の分岐には、アフリカ大地溝帯の形成が大きな役割を演じた」という「イーストサイド物語」なる興味深い仮説などもおりまぜながら、読ませる内容になっている。

第2章では、アフリカ大地溝帯をさらに深く読むとして、地球内部に二つあるホットブルームの一つがアフリカ大陸の下にあり、それとの関連を考える。そして、地球上のホットスポット火山の約4割が

アフリカに集中しているのはなぜか。また、オールドイニヨ・レンガイ火山という“実に奇妙な火山”からあふれ出した石灰岩にソーダを混ぜ合わせたような溶岩—カーボナタイトについて、その発見(1960)のいきさつやその正体と論争もくわしく説き明かしている。“石灰岩がなんと火成岩だった”という、世界の学者たちをおどろかせた一連のくだりは読んでいてあきない。

もうひとつは、大地溝帯に特徴的なアルカリ火山岩にみられる鉱物粒界—鉱物と鉱物とを結びつけるものに焦点をあて、マントル物質からマグマができてくる様子を探ろうとする。今後くわしい調査研究がすすめば、もっともっと劇的な大地溝帯の底の姿がわかってくるにちがいないと、著者はいう。

第3章では、もうひとつの大地溝帯として、もっと古い西・中央アフリカ大地溝帯の全貌がわかってきたが、これは、アフリカ大陸と南アメリカ大陸とを引き裂く運動によってできたもの。こういうと誰しも思うかべるのは、ヴェーゲナーの大陸移動説であろう。1912年に主張したが、50年ごろまでは地球科学界の主流から遠くはずされてきたものである。その後、古地磁気学の研究がきっかけとなって、しだいに日の目をみるようになってきた。ゴンドワナ大陸を特徴づけるグロソプテリス植物群や多様な両生類、爬虫類の化石が多産することも有力な証拠であることは周知のとおりである。そして、このあと大規模な玄武岩マグマの噴出(カル—玄武岩の活動)があり、ゴンドワナ大陸の分裂と大陸移動が始まるのである。

ここで、もうひとつの目玉はキンバレー岩である。いうまでもなく、ダイヤモンドの母岩として重要な岩石だが、アフリカ大陸には、これがまた多産する。しかも、キンバレー岩はアフリカ大陸では、1億年前に集中していることから、これの噴出と大陸移動とは連動しているに違いないとする。そして、キンバレー岩とカーボナタイトが成因的にも深いつながりをもっているというのも興味深い。

著者は、「ダイヤモンドの全世界の年産額1億カラットのうち、8割以上が、アフリカ大陸とオーストラリア大陸に産出するのは、ゴンドワナ大陸の分裂という壮大なドラマに関係しているから」と述べている。1867年、南アフリカのオレンジ川で一少女が光る小石をみつ付けていらいの「ダイヤモンド物語」やタンザニアのウィリアムソン・ダイヤモンド鉱山などの話もおもしろい。

このほか、セイシェル諸島の調査研究をとおして、マダガスカル島とともに、大陸移動によってアフリカ大陸から分離したことをさまざまな証拠をもとに明らかにする。

また、リビングストーンが感動したビクトリア滝の不思議な形成過程を説き、“風変りな滝”といい、巨大な“滝の化石”をいくつもしたがえていることを紹介する。

最後に、深刻な砂漠化の問題をとりあげ、アフリカ大陸の地球科学像を語る場合、これは避けて通るわけにはいかないとしている。

砂漠が固定したものではなく生きていて、2万年前以降の変遷を示す。一例として、タッシリ遺跡の岩壁画には3500年以前はウシ、3000年前にはウマ、そして2000年前になるとラクダに変わっている、これはサハラ乾燥化が進行したものとする。また、7~19世紀の気候変動とチャド湖の水位の変化、王国・帝国の盛衰などにも言及し、さらに20世紀に入ってからの大干魃と飢饉にもくわしくふれ、今後の課題を提起している。「技術的に解決しようとするだけでは不十分で、社会的、経済的、政治的側面を十分に考慮しなければ」と強調する。

第4章では、「アフリカ大陸を踏査し、地球科学の諸問題を解明する、私たち自身の問題」として、どのような調査をするのか、調査隊員のこぼれ話、アフリカの人びとや風土のこと、最後に「アフリカを往く」というテーマで語り合った作家の立松和平氏との対談(1992, 東京)を再録する。

著者の諏訪先生には、日本地学教育学会第13回海外巡検(1979, 8, ケニア・南アフリカ、稲森団長ほか26人)の前半、ケニアでは終始5人の調査隊員の方々とともに、手とり足とりご指導いただいただけでなく、慣れない私たちのために何くれとお世話いただいた。採集したサンプルをまとめて船便で名古屋港まで送ってくださり、無事とどいた翌年1月、名古屋大学の先生の研究室を開放し、団員の再会のお膳立てまでしていただいた。団員一同いまだに先生のご好意が忘れられないでいる。

先生はまた、1992年に朝日歌壇賞を受賞され、同年『歌集 サバンナをゆく』を、さらに95年には画集『Sketch Book』も出されるなど、こちらも機会があったらぜひご賞味いただきたいものである。

(倉又孝夫)

# JEM 青少年プログラムのための公開シンポジウム

JEM 青少年プログラム委員会

1957年に人工衛星スプートニクが打ち上げられて以来、無重力中での実験が可能となった。そして、ソ連のミール衛星やアメリカのスペースシャトルにより、宇宙空間が実験室として使われるようになってきた。

1999年からは、アメリカ、日本、ヨーロッパなどが協力して巨大な宇宙ステーションの建設が始まろうとしている。日本は宇宙ステーション中の実験モジュール（宇宙での実験室＝JEM）を担当している。日本のJEM（Japanese Experimental Module: 日本の実験モジュール）は、HIIロケットを使って打ち上げられ、直径5メートル、長さ12メートルの大きさをもつ。そこでは無重量状態や、真空状態を利用した実験・観察・観測が行われることになっている。

JEMの完成に先立ち、青少年の理科離れ対策とともに創造的な人材を育成する一助として、平成6年度からJEMを利用した青少年プログラムが、宇宙開発事業団(NASDA)の委託により、日本宇宙少年団(YAC)にJEM青少年プログラム委員会が1994年度に設立された。本委員会は磯部琇三(国立天文台)を委員長に、日本地学教育学会をはじめとして、日本物理教育学会、日本化学会、日本生物教育学会、日本地理教育学会の代表者を中心に構成されており、年間3～5回の会合を行っている。JEM青少年プログラムでは、2002年より運用を開始する宇宙ステーションの日本実験モジュールにおいて、青少年のために宇宙の教育利用をはかり、無重量室内における実験を行いそれらを教材化することを目的としている。そして、本委員会において、プログラム実行のための調査を行ってきた。これまでに、アメリカ・ヨーロッパにおける宇宙教育プログラムの実態調査(1994、1995年度)、JEMにおける青少年による実験テーマ提案の予備調査(1995年度)、ジェット機によるマイクロG実験の試み(1996年度)などを行ってきた。

本公開シンポジウムでは、本委員会の活動を多くの方々、特に教育関係の方々を知っていただき、近い将来に行う予定のJEM青少年プログラムとしての実験提案の公募をより効果的にすることを目的としている。その目的のために多数の方々に出席いただき、ご質問・ご提案をいただきたい(なお、独自の実験提案をお持ちの方は提案用紙を事務局にご請求いただき、

8月10日までにご提出ください)。

また、ご出席できない方は、お手紙、FAXにてご意見をお寄せいただきたい。近年、日本で問題となっている青少年の理科離れを解決できる方向への一つの梃子となればと考えている。

## 記

### 1. 日時

1997年9月6日(土)午後3時～6時30分

### 2. 場所

駿台学園中学高等学校講堂

(JR京浜東北線王子駅徒歩10分 王子警察署隣)

東京都北区王子1-10-1 TEL 03-3913-5735

### 3. プログラム

- |   |     |
|---|-----|
| ① 挨拶  | 5分  |
| ② 趣旨説明  | 15分 |
| JEM 青少年プログラム委員長<br>磯部琇三(国立天文台)                                |     |
| ③ 特別講演  | 40分 |
| 「インターネットを使って宇宙を見る」<br>Jhon E. F. Baruch<br>(ブラッドフォード大学, イギリス) |     |
| ④ NASAの宇宙教育プログラム  | 25分 |
| 浅井義彦(東日本国際大学)   |     |
| ⑤ 児童・生徒による仮提案調査   | 20分 |
| 中村至孝(日本宇宙少年団)   |     |
| 休憩  |     |
| ⑥ ジェット機によるマイクロG実験   | 25分 |
| 森 雄児(都立昭和高等学校)  |     |
| ⑦ 委員会に提案された実験   | 40分 |
| ⑧ 質疑応答  | 40分 |
| 全員  |     |

主催 JEM 青少年プログラム委員会

後援 日本地学教育学会、日本物理教育学会、日本化学会、日本生物教育学会(交渉中を含む)

事務局 日本宇宙少年団 中村至孝

〒103 東京都中央区日本橋兜町17-2

兜町第6葉山ビル

TEL 03-3669-7480

FAX 03-3669-7655

お知らせ

教官の公募について

記

- 1 講座名 自然系教育講座
- 2 専門分野 理科教育
- 3 職名 教授
- 4 年齢 60才以下
- 5 担当予定授業科目  
大学院：自然系教育論，理科教材開発研究，理科教育課程論等  
学部：理科教育法，理科教材研究等
- 6 応募資格 博士の学位を有する者，またはそれに準ずる業績を有する者  
(大学院博士課程の研究指導が可能である事が望ましい)
- 7 勤務場所 兵庫教育大学学校教育学部（兵庫県加東郡社町）
- 8 採用予定年月日 平成10年4月1日
- 9 応募締切日 平成9年10月31日
- 10 提出書類  
(1) 履歴書（別紙様式によること）  
(2) 教育研究業績等調書（別紙様式によること）  
なお，研究歴を記載した書類（2000字以内）及び主要論文別刷（5編以内）を添付のこと  
(3) 本人について意見を述べ得る人（2人）の氏名及び所属を記載した書類
- 11 応募書類の提出先  
〒673-14 兵庫県加東郡社町下久米 942-1  
兵庫教育大学長 辻野 昭 宛  
(封筒に「自然系教育講座教官応募書類在中」と朱書すること)
- 12 問い合わせ先  
兵庫教育大学総務部庶務課人事係 電話：(0795) 44-2012

---

 学会記事
 

---

## 第2回常務委員会

日時 平成9年5月12日(月), 午後6時~10時

場所 日本教育連合会 応接室(4階)

出席者 石井醇会長, 下野洋副会長, 池田宣弘副会長, 青野宏美, 猪郷久治, 磯部琇三, 高橋修, 高橋典嗣, 坪田幸政, 根岸潔, 林慶一, 松川正樹, 松森靖夫, 間々田和彦, 水野孝雄の各常務委員。なお, 小川常務委員長が欠席のため水野委員が司会を, 間々田委員が書記を務めた。

## 議題

1. 役員の変更と追加  
 本学会則による, 平成9・10・11年度会長指名の評議委員兼常務委員として, 佐藤俊一(東京)の代わりに宮下 治氏(東京)が就任する。また, 同じく平成9・10・11年度会長指名の常務委員として, 東京都地学教育研究会所属の清水政義氏(東京)が就任する。
2. 平成9年度東京大会準備状況(池田副会長)  
 配付資料をもとに現状の報告があった。
  - ・記念講演: 小島郁生氏(大阪学院大学教授・国立科学博物館名誉館員)による「生涯学習と地学教育」となった。
  - ・大会宣言: 池田原案をもとに, 次回常務委員会までに下野副会長を中心に作成をする。
  - ・分科会: 小中高3分科会で開催するが, 2日目に一部の分科会を分離・合同する。
  - ・会場の関係で, 学会主催のシンポジウムを17:00に終了する。
  - ・大会参加費, 懇親会費の金額を決定した。
  - ・大会要項: 要項のみの受付をおこなう。学会誌掲載のプログラムを本部が1,300部抜き刷りし, 大会事務局が関係各所に配布する。
  - ・広告: 依頼の調整を本部と大会事務局でおこなう。
3. 平成10年度以降の大会(間々田行事委員長)
  - ・平成10年大会準備委員会が6月に開催される。
  - ・平成11年大会は広島を予定し, 話し合いを始める。
4. 地質科学関連学協会連合への加入(松川)
  - ・本連合は学術会議研連主体の情報交換を中心とするものである。既存の学校科目「地学」関連学会連絡協議会とは構成団体や目的が異なるが, 地学教育を担う本会として積極的に役割を果たせるようこれにも参加する。
  - ・代表は松川常務委員。併せて, 松川氏は教育課程検討委員会に参加する。
5. 教科「理科」関連学会協議会(磯部)
  - ・事業年度: 7月1日始まり, 6月30日終了に変更する。
  - ・合同年大会: 平成12年開催に向けて, 資料配付の上9月末までに検討する。
6. 天文教育普及研究会年会の後援(水野)  
 本年度の天文教育普及研究会年会を後援する。今後, 年会では相互に後援する方向を確認した。
7. 入会・退会者について  
 平成9年度入会者として次の6名を承認した。
 

若松斉昭	鹿児島県立加世田高校
大倉玉圭	王倉産業(千葉県)
安藤生大	早稲田大学教育学部地学教室
小笠原義秀	早稲田大学教育学部地学教室
根本 茂	ミュージアムパーク茨城県立自然博物館
岡本義雄	大阪府教育センター

 平成8年度退会者として次の4名を承認した。
 

木下信之	(ご逝去・和歌山)
酒井栄吾	(名誉会員・ご逝去・東京)
木村達明	(東京)
近藤正義	(東京)
8. 日本教育研究連合会(石井会長)
  - ・本年度表彰推薦: 横尾浩一前評議委員兼常務委員を推薦する。
  - ・教科教育開発委員会(仮称)発足に伴う委員選出: 林慶一常務委員を選出した。
9. 日本学術会議拡大フォーラム(石井会長)
  - ・本年6月29日フォーラム「総合的な学習の指導と評価」が開催される。
  - ・フォーラムは, 午前: 小中高一貫の総合科学教



育、午後：総合的な学習の評価の構成である。本会代表報告者1名、指定討論者2名を選出するが、人選については会長一任とする。なお、今後このようなフォーラムへの報告内容については、関係者が事前に検討をおこなうことが確認された。

## 報告

1. 編集委員会（松川委員長）  
編集作業は順調に進んでいる。
2. 行事委員会（間々田委員長）  
6月の福島巡検への参加を促してほしい。
3. 教育課程検討委員会（磯部委員長）  
月1回のペースで委員会を開催している。委員会議事録をe-mailで希望者に送付する準備中である。次回委員会は6月4日。
4. 支部支援委員会（下野委員長）  
大会開催候補地選定作業を中心に活動している。
5. 実態調査委員会（松森委員長）  
学会員を対象とした「地学教育と環境教育」に関するアンケートを予定している。次回に資料提示し、経費等実施の具体的検討をおこなう。
6. 教育実践報告集委員会（高橋典嗣委員長）  
出版社の目途がつき、本年度中の発刊を予定している。本の趣旨に合わせた原稿の書き換えが必要となった。
7. パソコン委員会（根岸委員長）  
学会のホームページ案を作成した。一般公開前に常務委員からの意見を集約し、最終案を作成したい。
8. 入会案内（間々田委員）  
来年度に本格的なものを作成する方向だが、暫定的な入会案内を作成した。今年度は大会など

を中心に配布したい。

9. 日本教育研究連合会講演（石井会長）  
本年6月2日に茗溪会館にて、高倉翔明海大教授による「免許制度の改革」がある。
10. 学会取材（石井会長）  
朝日新聞社電子電波メディア局より、本会の活動に関するデータ提供をしてほしい旨の申し出があったので、提供する。
11. 寄贈・交換図書（H.9.4.8～5.12）  
平地学同好会 第21号創立45周年記念号平地学同好会  
理科の教育 1997-5  
日本理科教育学会  
熊本地学会誌 No.114 熊本地学会  
櫻井コレクションの魅力  
神奈川県立生命の星地球博物館  
地質ニュース 1997-4 地質調査所  
高知大学学術研究報告第45巻自然科学  
高知大学附属図書館
12. その他の配布物
  - JEM 青少年プログラムのための公開シンポジウム開催案内 日時：本年9月6日（土）、場所：東京都北区駿台学園講堂
  - 天文教育国際フォーラム 日時：本年8月28日（木）場所：京都コンピュータ学園

### 教育課程検討委員会からのお知らせ

教育課程検討委員会では、2カ月に1回のペースで委員会を開催しております。この委員会の議事録の電子メールによる配布を希望する会員は、下記の幹事まで電子メールにてご連絡ください。

日本地学教育学会 教育課程検討委員会  
幹事 坪田幸政 (tsubota@hc.keio.ac.jp)

## 編集委員会より

定例編集委員会は、6月14日(土)午後に開かれました。編集状況は原著論文2、資料2が受理されました。現在、編集作業中の原著論文や資料などは10編を越えております。常時このような状況で編集作業を行いたいと願っております。学会員の皆様からの多くのご投稿を期待しております。実践報告、独自の指導案や資料(これらは査読制度がありません)など主に現場の先生方のご活躍を発表し、会員同士の情報交換に利用できるコーナーもごさいます。

### 日本地学教育学会 第50巻 第4号

平成9年7月25日印刷

平成9年7月31日発行

編集兼 日本地学教育学会  
発行者 代表石井 醇

184 東京都小金井市貫井北町4-1-1  
東京学芸大学地学教室内  
電話 0423-29-7534 庶務(水野)  
0423-29-7536 会計(高橋)  
0423-29-7544 編集(松川)  
振替口座 00160-3-86783

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

169 東京都新宿区高田馬場3-8-8  
電話 03-3362-9741~4



# EDUCATION OF EARTH SCIENCE

---

VOL. 50, NO. 4

JULY, 1997

---

## CONTENTS

### Original Articles

- A Study of Upper Secondary School Student's Cognition on Strata Concept  
—By Using Geologic Spatial Ability Test Devised by Kali and Orion (1996)—  
.....Yasuo MATSUMORI and Miyuki MURATA...107~119
- A Development of Experiment Material about the Relationship between Temperature and Water Vapor Content .....Yasushi SAKAKIBARA, Takeshi ITO,  
Hiroko ISHII, Natsuki KITAZAWA, Eizi TANAKA,  
Kazuhisa BANNO and Hisayuki HIRAIWA...121~125

### Survey Reports

- On Unscientific Nature about a Astrology, especially about the 13 Constellations-  
Astrology .....Satoshi HASEGAWA...127~133
- Internet WWW Sites Available for Earth Science Education  
—Examples in the United States—  
.....Takao ANDO, Munenori HAGA and Yoshihide OGASAWARA...135~147

Book Reviews (120, 126, 148~149)

Proceedings of the Society (152~153)

Announcements (134, 150~151)

---

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

c/o Tokyo Gakugei University; Koganei-shi, Tokyo 184, Japan