

International Geoscience Syllabus と  
文部科学省学習指導要領の比較

澤 口 隆

Comparison of International Geoscience Syllabus and Japanese  
Geoscience Education Curriculum in Primary/Secondary Schools

Takashi SAWAGUCHI

東洋大学紀要 自然科学篇 第59号 抜刷

*Reprinted from*

Journal of Toyo University, Natural Science

No. 59, pp.15 ~ 26, March, 2015

Tokyo, Japan

# International Geoscience Syllabus と 文部科学省学習指導要領の比較

澤口 隆\*

## Comparison of International Geoscience Syllabus and Japanese Geoscience Education Curriculum in primary/secondary schools

Takashi SAWAGUCHI\*

### Abstract

This paper includes Japanese-Translated “International Geoscience Syllabus” that was first published in January 2014 by IGEO (International Geoscience Education Organization), and aims to compare this syllabus with Japanese new curriculum guidelines by the ministry of education since 2008/2009 in order to evaluate geoscience education curriculum in Japan. The government curriculum guidelines have an absence of the concept of “feedback” in the context of Earth system science. On the contrary, “International Geoscience Syllabus” does not include geophysical content such as geomagnetic field or gravity. Geoscience education (earth system, environment, renewable energy, natural hazard prevention and etc. ) in first/secondary school ages must contribute to nurture global citizen in a sustainable society.

**Keywords:** International Geoscience Syllabus, IGEO, IUGS-COGE, 学習指導要領, 地学教育

### 1. はじめに

2014年9月27日に発生した長野岐阜県境の御嶽山の噴火は、57名が死亡、6名が行方不明となる、戦後最悪の火山災害となった。富士山をはじめ、日本には世界の約7%に相当する110個の活火山が存在している（内閣府・防災白書平成22年度版 online: index.htm）。富士山には毎年30万人前後の登山客が訪れ、2013年にはユネスコ世界文化遺産にも登録がされた。富士山は1707年の宝永噴火以降活動を休止しているが、歴史上何度も

---

\*) 東洋大学自然科学研究室 112-8606 東京都文京区白山 5-28-20  
Natural Science Laboratory, Toyo Univ., 5-28-20, Hakusan, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8606

大規模な噴火を繰り返しており、富士山火山防災協議会では、富士山火山防災マップ（ハザードマップ）を作成・公開している（富士山火山防災マップ online: index.html）。今回の御嶽山の噴火は、水蒸気噴火で予測が難しかったこと、秋の行楽シーズンの土曜日・真昼という、山頂付近に最も登山客が集中している時間に噴火が発生したことなどの条件が重なって被害が大きくなったが、学校教育などでの地学教育を通じて、火山に関する正しい知識を持ち、いざという場合でも火山噴火から身を守り、被害を最小限にとどめることは果たして可能だったであろうか。火山災害とは異なるが、長年に渡る小中学生を対象とした防災教育が、2011年3月11日の東日本大震災で生存率を高めることに貢献できていることが報告されている（片田, 2012）。火山や地震に限らず、台風や地滑り、土石流による災害等も多く発生する日本において、こうした自然災害に対する理解や防災リテラシーを高めるための活動も進められている（例えば、防災リテラシーハブ online: hub/）。

文部科学省は、2008/2009年に小学校・中学校・高等学校の学習指導要領を改訂した。ここでは、「90年代半ば以降の学術研究や科学技術の世界的な競争の激化の中で、理数教育の質・量両面の充実が必要である。」として理数教育の充実がはかられた。高等学校の地学分野では、「地学基礎」および「地学」の2科目が設置された。

本論では、2014年1月にIGEO (International Geoscience Education Organization) から公表された、International Geoscience Syllabus（国際地球科学シラバス）のコア・シラバスおよび実例を邦訳し、文部科学省学習指導要領と比較をすることで、初等・中等教育で学ばれている地球科学教育の内容を議論する。

## 2. International Geoscience Syllabus とは

### 2.1 IGEO の歴史

IGEO は、全ての年代の生徒に対する国際的な地球科学教育の促進と、その質の向上を目的とした活動を行っており、特に若い世代の人々に地球科学の重要性を伝える目的として2000年に設立された組織である。その前身は、1990年にIUGS (International Union of Geological Sciences) の地球科学教育とトレーニングに関する委員会 (COGEOED) に始まり、その後、約4年に一度の頻度で国際会議を開催してきた（第1回イギリス：1993年、第2回ハワイ：1997年、第3回シドニー：2000年、第4回カナダ：2003年、第5回ドイツ：2006年、第6回南アフリカ：2010年、第7回インド2014年）。同じく4年に一度開催される、万国地質学会議 (IGC) の開催時には、地球科学教育に関するいくつかのテーマセッションを企画する他、IGEO メンバーによる会議を開催している。2004年に米国で開催された第32回 IGC において、国際地質科学連合 (IUGS) の下部組織として、International Union of Geological Sciences Commission on Geoscience Education and Technology Transfer (IUGS-COGE) が設立された。

IGEO は、世界各国で実施されている、学校レベルでの地球科学教育に関する国際調査を実施している。2000年に最初にまとめられた調査は、2006年および2012年に更新さ

れ、公開されている。(Third International Geoscience Education Survey - 2012 with 2013 updates online: Third%20international%20geoscience%20education%20survey%20Jan%202013.doc)。

## 2.2 国際地学オリンピック

国際地学オリンピック (International Earth Science Olympiad; IESO) は、IUGS-COGE の支援のもと、IGEO が中心となって 2007 年から実施している高校生 (Secondary School Students) のための地学に関するオリンピック競技会である。第 1 回韓国大会のあと、毎年継続的に実施されている (Table 1)。2014 年 9 月にスペイン・サンタンデルで開催された第 8 回国際地学オリンピックでは、日本人高校生 3 名が金メダル、1 名が銅メダルを獲得した。2016 年 8 月 20～28 日の日程で、第 10 回国際地学オリンピック三重大会が開催されることが決定している。

Table 1 国際地学オリンピック開催国一覧

2007	第1回	韓国
2008	第2回	フィリピン
2009	第3回	台湾
2010	第4回	インドネシア
2011	第5回	イタリア
2012	第6回	アルゼンチン
2013	第7回	インド
2014	第8回	スペイン
2015	第9回	ロシア
2016	第10回	日本

2013 年 9 月に改訂された国際地学オリンピック規約では、以下のように目的が述べられている。

国際地学オリンピック (IESO) は、地球科学に関する生徒の関心と一般の人々の関心を高め、生徒への地球科学教育を向上し、地球科学の分野で才能ある優秀な生徒を見つけ出すことを目的としている。国際地学オリンピックはまた、世界各国から参加する若い学習者の友好関係を促進させ、地球科学と地球科学教育に関するアイデアや教材を共有し国際的な協力を押し進める目的で進められている。国際地学オリンピックは、学校における地球科学教育の改善を目的としている。

各国から選ばれた 18 歳以下の高校生 (最大) 4 名と、地球科学を専門とするメンター

2名が参加し、1～2週間の開催期間中に、理論（筆記）試験と実地試験を受ける。試験のトピックは、地質学、地球物理学、気象学、海洋学、天文学、および環境科学の分野を含んだ全ての地球科学分野から選ばれる。筆記試験では、参加者の地球科学分野におけるしっかりとした知識と理解が測定できる問題が出題される。実地試験は、地球科学調査における参加者の科学的考察能力を測定するタスクから構成されている。世界各国から参加する生徒が競う地球科学関連の知識と技術／技能の内容に関しては、IESO シラバスが公表されており（IESO Syllabus, online: syllabus）、次の4つの項目から構成されている。

1. 地圏と地球システム（The Geosphere and Earth Systems）
2. 水圏と地球システム（Hydrosphere and Earth Systems）
3. 気圏と地球システム（Atmosphere and Earth Systems）
4. 惑星系と地球システム（The Planetary System and Earth Systems）

これら4つの分野でそれぞれ必要とされる、キー（メイン）アイデアおよび技術・技能が詳述されている。

### 3. 邦訳版国際地球科学シラバス（International Geoscience Syllabus）

国際地学オリンピックの目的の1つは、「学校における地球科学教育の改善」である。IESO シラバスを基にして、2014年1月に IGEO および IUGS-COGE の共同レポートとして、国際地球科学シラバス（International Geoscience Syllabus）が作成・公表された（International Geoscience Syllabus , online: International\_Geoscience\_Syllabus\_Jan\_2014.doc）。全26ページからなるこの文書は、1ページのコア・シラバスと、それらの教育内容を例示した実例、および世界各国で現在行われている地球科学教育の内容をまとめたマトリックス表から構成されている。このシラバスは、次の原則に基づいて作成されている。

- ・このシラバスは、グローバルに受け入れられるように、世界中で実際に用いられているシラバスを元に作成された。実際の世界中のシラバスを7ページからの表にまとめる。
- ・たとえ現存の多くのカリキュラムが明瞭な構造化がされていなかったとしても、国際地球科学シラバスの全体構造は極力明瞭なものとした。
- ・このシラバスは、1ページの簡潔なものとして作成された。なぜなら、簡潔なシラバスであれば、地球科学の教育者や先生でなくてもこれを受け入れやすいからである。国毎に詳細は異なることが予想されるが、後ろのページに記載した実例に履修の範囲を示した。
- ・このシラバスは発展は目的としていない。

ここで、この国際地球科学シラバスのコア・シラバスおよび実例を邦訳し、Table 2 および Table 3 にまとめる。Table 3 の「学習指導要領」列は、オリジナル文書には含まれておらず、本論の5章で文部科学省学習指導要領と比較するために追加した項目である。

7つの大項目とそれらの中にいくつかの中項目・小項目に分類された構造をしている。

Table 2 国際地球科学シラバス コア・シラバス (邦訳版)

国際地球科学シラバス 16歳までに全ての生徒が触れておかなければならないコアシラバス  
16歳までに、生徒は以下の項目を理解しなければならない

<b>A. 変動するシステムとしての地球</b>	
特性	太陽系の中において、エネルギー的には開放系であり、物質的にはほぼ閉鎖系であり、時間と共に変化する地圏、水圏、気圏、生物圏
相互作用	地圏、水圏、気圏、生物圏の相互作用
フィードバック作用	正のフィードバックと負のフィードバック
プロセスと生成物	水サイクル、岩石サイクル、炭素サイクル
エネルギーの源	太陽光、内部エネルギー
<b>B. 地球は、宇宙の中の、太陽系の中の、1つのシステム</b>	
起源	ビッグバン; 塵の集積、恒星、惑星
太陽	地球外から得られる唯一のエネルギー源、太陽活動の周期的変動
地球の公転と自転の影響	昼/夜、季節、月暦、食(日食、月食)
<b>C. 時間と共に変化するシステムとしての地球</b>	
地質年代	期間、主要なイベント、相対年代、絶対年代、地質学的時間スケール
<b>D. 相互作用する地球システム</b>	
<b>a. 地圏</b>	
地球を構成する物質と特性	鉱物、化石、堆積岩、火成岩、変成岩、土壌
地球のプロセスと保存される特徴	地表作用、堆積作用、火成作用、変成作用、変形
地球の内部構造とその証拠	地殻、マントル、核、リソスフェア
プレートテクトニクスとその証拠	統一理論、プレートの生成と沈み込み、プレート境界の特徴、メカニズム、変動速度; 証拠
<b>b. 水圏</b>	
大陸の水	場所、移動プロセス、利用
海洋水	組成、移動プロセス
<b>c. 気圏</b>	
大気組成	進化、現在の大気組成
流れ	移動プロセス
変化	温室効果、惑星固有の影響、人的影響、海水面への影響
<b>d. 生物圏</b>	
進化	自然淘汰、化石記録、大量絶滅
他のシステムへの影響	地球システムにおける生物圏の役割
<b>E. 資源を産み出す地球システム</b>	
原料と化石燃料	天然濃縮、非再生可能、使用、注意深い管理が必要(持続可能な開発)、汚染の可能性
再生可能エネルギー	論点
<b>F. 人類と地球システムの関係</b>	
自然災害	人為的影響、予測、軽減
環境問題	地域からグローバル、軽減
人類の歴史	資源戦争、気候変動による民族大移動
<b>G. 野外調査と実験による地球システムの探求</b>	
観察	観察、測定、記録
観察結果のまとめ	解釈
研究と仮説・検証	計画の立案と実行、データ収集、結論、結果の評価、発見したことを他の人に伝える



オリジナルの International Geoscience Syllabus には、大項目の見出しにリスト番号は付与されていないが、本論では5章において文部科学省学習指導要領との比較を行う為、便宜上 A から G までのリスト番号および「D. 相互作用する地球システム」の中項目には、a から d までのリスト番号を付与した。

## 4. 日本の初等・中等教育における地球科学教育 (Geoscience Education)

### 4.1 文部科学省学習指導要領

文部科学省は、2008年3月に小・中学校の学習指導要領及び幼稚園教育要領を、2009年3月に高等学校・特別支援学校の学習指導要領を改訂した(文部科学省, 2008a, b, 2009)。小学校では2011年4月から、中学校では2012年4月から全面実施がされている。高等学校では、2013年度入学生から実施されたが、数学および理科に関しては2012年度入学生から導入されている。戦後日本の地学教育の流れと上記学習指導要領改訂の経緯は、林(2011)、田代(2011)、平野(2011)に詳しい。

新学習指導要領において高等学校の理科は、科学と人間生活(2)、物理基礎(2)、物理(4)、化学基礎(2)、化学(4)、生物基礎(2)、生物(4)、地学基礎(2)、地学(4)、理科課題研究(1)、の科目が設置され(括弧内は標準単位数)、「科学と人間生活」を含む2科目又は基礎を付した科目を3科目」が必修科目として指定された。1998年度の学習指導要領改訂時(地学I、地学IIの2科目設置)には、地学IIの履修率が極めて低くなることが予見されたため、IとIIの関係を、地学のみ、地質、地球物理、気象、天文の全領域を両者に入れて“総2階建て”とすることで、地学Iでも全領域の学習ができるようにした(林, 2011)。この流れを汲んだ「地学基礎」は、より多くの生徒の履修を見込んだ科目として設置され(田代, 2011)、この科目の目標も「日常生活や社会との関連を図りながら地球や地球を取り巻く環境への関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、地学的に探究する能力と態度を育てるとともに、地学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な見方や考え方を養う。」と示されている。各学習指導要領に記載された内容を Table 4 にまとめる。

2008/2009年の学習指導要領改訂では、子ども達に教える内容の取り扱い範囲に関して大きな転換があった。それまで(1998年改訂)の学習指導要領では、「内容の範囲や程度については、次の事項に配慮するものとする。」等の制約(いわゆる歯止め規定)があり、たとえば、地学Iの内容の取扱いについては、「地球表層の形成と活動を中心に平易に扱うこと。(イ)については、地震及び火山活動をプレートの運動と関連させて扱うこと。地球内部のエネルギー源については深入りしないこと。」等の制約があった。学習指導要領の内容は、ここに記載されている内容以上のことは教えてはならない、すなわち「上限規定」であったのに対して、2008/2009年の学習指導要領改訂では、すべての子どもに指導すべき内容を示し、各学校において、共通に指導すべき内容を確実に指導した上で、実態を踏まえ、「学習指導要領」に示されていない内容を加えて指導することができる「学



Table 4 文部科学省学習指導要領 地学分野内容

学校	学年/科目	文部科学省学習指導要領・内容		国際地球科学シラバス※								
				A	B	C	D	E	F	G		
小学校	第3学年	(3)太陽と地面の様子			A	B						
	第4学年	(3)天気の様子			A							
		(4)月と星				B						
	第5学年	(3)流水の働き						D				
		(4)天気の変化				A						
第6学年	(4)土地のつくりと変化				A		D					
	(5)月と太陽					B						
中学校	理科第2分野	(2)大地の成り立ちと変化	ア 火山と地震	(ア) 火山活動と火成岩	A			D		F		
			イ 地層の重なりと過去の様子	(イ) 地層の伝わり方と地球内部の働き				D		F		
			ア 気象観測	(イ) 気象観測	A							
		(4)気象とその変化	イ 天気の変化	(ア) 霧や雲の発生	A							
			イ 前線の通過と天気の変化	(イ) 前線の通過と天気の変化								
			ウ 日本の気象	(ア) 日本の天気の特徴								
			イ 大気の動きと海洋の影響	(イ) 大気の動きと海洋の影響				D				
		(6)地球と宇宙	ア 天体の動きと地球の自転・公転	(ア) 日周運動と自転		B						
			イ 年周運動と公転	(イ) 年周運動と公転		B						
			イ 太陽系と恒星	(ア) 太陽の様子		B						
		(イ) 月の運動と見え方		B								
		(ウ) 惑星と恒星		B								
	(7)自然と人間	ア 自然の恵みと災害	(ア) 自然の恵みと災害							F		
	イ 自然環境の保全と科学技術の利用	(ア) 自然環境の保全と科学技術の利用							E	F		
高等学校	科学と人間生活	人間生活の中の科学	ア 宇宙や地球の科学	(ア) 身近な天体と太陽系における地球								
				(イ) 身近な自然観と自然災害							F	
	地学基礎	(1)宇宙における地球	ア 宇宙の構成	(ア) 宇宙のすがた		B						
				(イ) 太陽と恒星		B						
			イ 惑星としての地球	(ア) 太陽系の中の地球								
				(イ) 地球の形と大きさ								
				(ウ) 地球内部の層構造					D			
			ウ 宇宙における地球に関する探究活動									
		(2)変動する地球	ア 活動する地球	(ア) プレートの運動					D			
				(イ) 火山活動と地震					D		F	
			イ 移り変わる地球	(ア) 地層の形成と地質構造					D			
				(イ) 古生物の変遷と地球環境					C	D		
	ウ 大気と海洋		(ア) 地球の熱収支		A			D				
		(イ) 大気と海水の運動		A			D					
		エ 地球の環境	(ア) 地球環境の科学		A			D		F		
		イ 日本自然環境	(イ) 日本の自然環境									
		オ 変動する地球に関する探究活動									G	
	地学	(1)地球の概観	ア 地球の形状	(ア) 地球の形と重力								
				(イ) 地球の磁気								
			イ 地球の内部	(ア) 地球の内部構造					D			
			(イ) 地球内部の状態と物質					D				
ウ 地球の概観に関する探究活動												
(2)地球の活動と歴史		ア 地球の活動	(ア) プレートテクトニクス					D				
			(イ) 地震と地殻変動					D		F		
			(ウ) 火成活動					D				
			(エ) 変成作用と変成岩		A			D				
		イ 地球の歴史	(ア) 地表の変化		A			C	D			
		(イ) 地層の観察		A			C	D				
		ウ 地球環境の変遷	(ウ) 地球環境の変遷		A			C				
		エ 日本列島の成り立ち	(エ) 日本列島の成り立ち									
		ウ 地球の活動と歴史に関する探究活動									G	
(3)地球の大気と海洋		ア 大気の構造と運動	(ア) 大気の構造		A			D				
		(イ) 大気の運動と気象		A			D					
	イ 海洋と海水の運動	(ア) 海洋の構造		A			D					
		(イ) 海水の運動		A			D					
	ウ 地球の大気と海洋に関する探究活動									G		
(4)宇宙の構造	ア 太陽系	(ア) 地球の自転と公転					B					
		(イ) 太陽系天体とその運動					B					
		(ウ) 太陽の活動					B					
	イ 恒星と銀河	(ア) 恒星の性質と進化					B					
		(イ) 銀河系の構造					B					
	ウ 銀河と宇宙	(ア) 様々な銀河					B					
	(イ) 膨張する宇宙						B					
	エ 宇宙の構造に関する探究活動											

※ 「A. 変動するシステムとしての地球」、「B. 地球は、宇宙の中の、太陽系の中の、1つのシステム」、「C. 時間と共に変化するシステムとしての地球」

「D. 相互作用する地球システム」、「E. 資源を生み出す地球システム」、「F. 人類と地球システムの関係」、「G. 野外調査と実験における地球システムの探求」

習指導要領の基準性」が明確にされた（文部科学省・確かな学力 online: faq.htm）。学習指導要領に記載されていない「発展的な学習内容」に関しては、学習指導要領の総則に共通的事項として、「学校において特に必要がある場合には、この事項にかかわらず指導することができる。」と明記された。すなわち、学習指導要領に含まれていないからといって、これらの内容が教科書に全く記載されていないということではなく、実際にいくつかの検定教科書には記載がされている（下限規定）。

## 5. 国際地球科学シラバスと文部科学省学習指導要領の比較

国際地球科学シラバス（International Geoscience Syllabus）のタイトルには、「International Geoscience Syllabus, to be encountered by all pupils by the age of 16（16歳までに全ての生徒が学んでほしい国際地球科学シラバス）」と記載されている。本シラバスは、イギリス・キール大学の King 教授が中心となり、世界 10 カ国の研究者の協力の元に作成された。世界各国の初等・中等教育の就学年齢は差異があり、イギリスにおけるナショナル・カリキュラムは、キーステージ 1（5-7 歳）～4（15-16 歳）に分類されている。上記の国際地球科学シラバスが「16歳までに」と記載されている背景には、こうした各国の就学年齢の多様性を考慮にいたった上で、区切りの年齢として 16 歳と記載されている。日本の義務教育は 6 歳から 15 歳までの 12 年間であるが、日本の高校進学率が 97% を超えていること、IESO の参加資格が、「開催年 -19（2014 年の場合は、2014-19=1995）年 7 月 1 日以降の誕生日に生まれて、かつ、大学生でないこと」、であることから、国際地球科学シラバスと文部科学省学習指導要領を比較する際、小学校理科から高等学校「地学基礎」「地学」までの教育課程を比較対象とする。

### 5.1 国際地球科学シラバスに含まれて、学習指導要領に含まれていない内容

国際地球科学シラバスに含まれて、文部科学省 2008/2009 年改訂新学習指導要領に含まれていない内容は、Table 5 の通りである。

Table 5 国際地球科学シラバスに含まれて、新学習指導要領に含まれていない内容

A. 変動するシステムとしての地球		
フィードバック作用	正のフィードバックと負のフィードバック	正のフィードバック→極地方の水床面積が増加すると、太陽光(エネルギー)の反射量が増加し、地球は更に冷却が進み、極地方の水床面積は更に増加する
		負のフィードバックより多くの二酸化炭素が大気中に放出されると、より多くの二酸化炭素が海洋に吸収される
E. 資源を産み出す地球システム		
再生可能エネルギー	論点	公害、費用、安定供給

現在の学習指導要領は、生徒に必ず教えなければならない内容を示した「下限規定」であり、発展的な学習内容の記載も許されているため、Table 5 の内容に関して取り扱っている教科書もある。例えば東京書籍「地学基礎」検定教科書には「フィードバック作用」が

記載されている。「正のフィードバック作用」は、新生代第四紀の周期的な氷期—間氷期・気候変動や、その要因の1つとして考えられるミランコビッチサイクル仮説と関連して、現代地球環境の変動をシステム学の観点から理解するうえでは欠かせない概念である。また、「負のフィードバック」に関しても、南極氷床コアの分析から明らかとなっている過去40万年間に渡る大気中の二酸化炭素濃度の変動と気温の関係を理解するためには、二酸化炭素の大きなリザーバーとしての役割を果たす海洋と、その温度変化に伴う二酸化炭素の溶解度の変化を理解する必要がある。こうした、様々な地球システムのフィードバック作用の結果として、現在の地球環境が成り立っていることを学び、「変動するシステムとしての地球」の理解を深めることが望まれる。

## 5.2 国際地球科学シラバスに含まれないで、学習指導要領に含まれている内容

国際地球科学シラバスは、世界各国の学校教育現場で実際に教えられている地球科学教育の内容をまとめて、その中心となるコア・シラバスをまとめたものである。各国の地質学的な特色や背景の違いに応じて、どの領域を重点的に教えるか（例：自然災害、環境問題、資源問題等）には当然違いがある。ここでは、国際地球科学シラバスに含まれないで、日本の文部科学省学習指導要領に含まれている内容を挙げる。

Table 6 国際地球科学シラバスに含まれて、新学習指導要領に含まれていない内容

中学校	理科第2分野	(4)気象とその変化	ア 気象観測	(イ) 気象観測
			ウ 日本の気象	(イ) 前線の通過と天気の変化 (ア) 日本の天気の特徴
高等学校	科学と人間生活	人間生活の中の科学	ア 宇宙や地球の科学	(ア) 身近な天体と太陽系における地球
	地学基礎	(1)宇宙における地球	イ 惑星としての地球	(ア) 太陽系の中の地球
			ウ 宇宙における地球に関する探究活動	
	地学	(1)地球の概観	ア 地球の形状	(ア) 地球の形と重力
			ウ 地球の概観に関する探究活動	(イ) 地球の磁気
			(2)地球の活動と歴史	イ 地球の歴史
(4) 宇宙の構造			エ 宇宙の構造に関する探究活動	

それぞれの国の気候やその背景にある気象学的原因を知るとは、台風や竜巻、寒波や干ばつ等の自然災害から身を守るためにも重要である。東アジアはモンスーンの影響を強く受け、大気と海洋の相互作用を理解し、四季に応じた気候の変動の理解が初等・中等教育に位置づけられている。

また、国際地球科学シラバスには、地磁気や重力といった、地球物理学的な学習が欠如している。地磁気の成因は、地球の内部構造に起因し、その成立は、地球の内部構造（内核、外核、マントル、地殻）の形成とも密接に関連している。国際地球科学シラバスでは、地球システムを地圏、水圏、気圏、生物圏、の4つのサブシステムに分けている。松井（1996）は、地球システムを、磁気圏、流体圏、固体圏、生物圏、人間圏、の5つに分類して、それらの相互作用の結果としての地球システムを議論している。地磁気は地球内部の核（内核・外核）の運動に起因し、地球史においては、約27億年前に内核が形成されることで地磁気が強くなった（熊澤ほか、2002）。これにより地表環境は生物にとっても適した環

境となり、深海から浅海への移動を可能とした。太陽光の届く地域まで生物が生息域を拡大することによって、ストロマトライトに代表されるような酸素発生型光合成生物が生まれ、海洋中および大気中の酸素濃度は高まっていく。また、地磁気の逆転時に地磁気の一時的に弱まって宇宙線量が増加し、これによる気温低下が顕在化することも指摘されている (Kitaba et al., 2013)。このように、地球システムの変動には、地球磁場が密接に関わっており、これらの知識は国際地球科学シラバスにも含まれるべきであろう。また、重力に関しては、地球の形状や大陸地殻と海洋地殻の違い、アイソスタシー、氷河期の海水準変動等の理解にも大切である。

## 6. まとめ

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 40 回総会が 2014 年 10 月 27 日～31 日にデンマーク・コペンハーゲンにおいて開催され、IPCC 第 5 次評価報告書統合報告書の政策決定者向け要約 (SPM) が承認・公表された (IPCC 5th AR online: index.shtml)。ここでは、「気候システムに対する人間の影響は明瞭であり (SPM1.)、(中略) 人為起源の温室効果ガスの排出は (中略) 20 世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高い。(SPM1.2)」と指摘されている (環境省 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 5 次評価報告書 統合報告書の公表について online: file\_view.php?serial=25330&hou\_id=18877)。現在の人間社会を支えているエネルギーや資源は、地球史の中でどのように生成されたのか、地球システムの変動を深く理解し、46 億年に渡る地球環境の変遷を知ることは、今後人類が持続可能な社会を目指す上で欠かせない考えである。日本の初等・中等教育の地学教育において、こうした知識と俯瞰の視野を育成し、真のグローバル人材となる若者を育てていくことが、地学教育に求められている。

## 引用文献

- 片田敏孝 (2012) 子どもたちを守った「姿勢の防災教育」, 災害情報, No.10 : 37-42.
- Kitaba et. al. (2013) Midlatitude cooling caused by geomagnetic field minimum during polarity reversal, Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 110: 1215-1220.
- 熊沢峰夫・伊藤孝士・吉田茂生 (2002) 『全地球史解説』, 東京大学出版会 : 1-540.
- 田代直幸 (2012) 平成 19, 20 年度改訂の学習指導要領とこれからの地学教育. 第四紀研究, Vol.50 別冊 : S33-S43.
- 林慶一 (2011) 戦後の日本の地学教育の流れ. 第四紀研究, Vol.50 別冊 : S21-S31.
- 平野弘道 (2011) 学習指導要領 (平成 21 年告示) の成立過程. 第四紀研究, Vol.50 別冊 : S45-S50.
- 松井孝典 (1996) 『岩波講座 地球惑星科学 〈2〉 地球システム科学』, 岩波出版 : 1-220.
- 文部科学省 (2008a) 小学校学習指導要領. 東京書籍 : 1-104.
- 文部科学省 (2008b) 中学校学習指導要領. 東山書房 : 1-108.

文部科学省 (2009) 高等学校学習指導要領 . 東山書房 : 1-296.

### オンライン文献 (全て、2014 年 11 月 25 日アクセス)

IESO Syllabus, <http://www.ieso-info.org/syllabus>

IPCC 5th AR, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/index.shtml>

International Geoscience Syllabus , [http://iugscoge.com/doc\\_files/International\\_Geoscience\\_Syllabus\\_Jan\\_2014.doc](http://iugscoge.com/doc_files/International_Geoscience_Syllabus_Jan_2014.doc)

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 5 次評価報告書 統合報告書の公表について ,  
[http://www.env.go.jp/press/file\\_view.php?serial=25330&hou\\_id=18877](http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=25330&hou_id=18877)

Third International Geoscience Education Survey: 2012 – with 2013 updates, <http://www.geoscied.org/downloads/Third%20international%20geoscience%20education%20survey%20Jan%2013.doc>

内閣府・防災白書平成 22 年度版, <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h22/index.htm>

富士山火山防災マップ, [http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan-kyougikai/fuji\\_map/index.html](http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan-kyougikai/fuji_map/index.html)

防災リテラシーハブ, <http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/ur/hub/>

文部科学省・確かな学力, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/gakuryoku/faq.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku/faq.htm)