

南アフリカ共和国における地学教育カリキュラム

小澤大成*, 香西武*, 村田守*, 西村宏**

(キーワード：南アフリカ共和国, 理科教育, 地学教育, カリキュラム, 初等-前期中等教育)

1. はじめに

地学は地球および宇宙についての科目である。取り扱う対象によって宇宙を対象とする分野, 地球の流体部分である大気や海洋を対象とする分野, および地球の固体部分を対象とする3分野に大きく分かれる。それぞれ背景となる学問分野として, 天文学, 気象学・海洋物理学, 地質学・固体地球物理学がある。地学は総合科学であり, 物理学, 化学, 生物学の基礎の上に成立している。地学分野の学習対象の特徴は, 取り扱う時間スケールが長い, 取り扱う空間スケールが大きい, 実験によって再現することが難しい現象があることである。また地学分野では, 日常生活と密接に関連した課題である, 資源, 災害, そして最近注目されている環境問題を取り扱っていて, 学習者にとって問題意識を抱くことが容易である。また, 特に初等教育段階の理科教育の中で, 地学分野の学習は特別な設備や試薬を必要とせず, 自然を観察することによってその本質に迫り, 科学的な考え方を涵養することが可能であるという特徴をもっているため, 学習資源に乏しいことが多い発展途上国においても, 先端的な理科教育が可能である。多くの国において義務教育である初等～前期中等教育における理科分野の学習の中で, 地学分野の内容を系統的に履修することにより, 我々が住んでいる地球に対する総合的な見方を養うとともに, 人間が自然にどのように関わっていくかについての考えを深めることが期待される。本論では, 初等および前期中等理科カリキュラムに新しく地学分野の内容が導入された南アフリカ共和国の地学教育カリキュラムを検討し, 日本のカリキュラムと比較することで, 今後の地学教育カリキュラムとその実施について考えていきたい。

2. 南アフリカ共和国理科カリキュラムの中の地学の位置づけ

南アフリカ共和国(以下, 南ア)においては, アパルトヘイト体制が1994年の総選挙により終焉し, 民主的で平等な社会の建設を意図して, 成果ベースの教育という新しい理念に基づく初等～前期中等段階のカリキュラム(「カリキュラム2005」)を導入した。このカリキュラムでは理科分野の内容としてそれまで統一的に取り扱われてこなかった地学の内容を取り扱う分野が導入されている。今回研究対象とした南アのカリキュラムは, 南ア教育省が2002年に公表した「改訂理科カリキュラム」(Revised National Curriculum Statement for Grades R-9 (Schools) Natural Science)である。これは1997年に公表された「カリキュラム2005」の構造が複雑で多くの用語を使用し, また内容が規定されていないという問題点(喜多・西岡, 2001)を見直して改訂されたものである。この「改訂理科カリキュラム」では, 義務教育以前の第R (Reception) 学年と義務教育の第1学年から第9学年までの理科における学習内容と達成される成果およびその評価方法が書かれている。南アにおいては, 第R～3学年を基礎段階 (Foundation Phase), 第4～6学年を中間段階 (Intermediate Phase), 第7～9学年を上級段階 (Senior Phase) と呼んでいる。南ア教育省が同じく公表した改訂カリキュラム概観 (Policy Revised National Curriculum Statement Grades R-9 (Schools) Overview) によれば, 理科が科目として設定されているのは中間段階以降である。理科の学習成果 (Learning Outcome) として, 「科学的な探求」, 「科学的な知識取得」, 「科学と社会や環境の関わり」の3つが設定されていて, 理科を科目として行わない基礎段階では「科学的探求」のみが学習成果とされている。

この「改訂理科カリキュラム」では, 理科の取り扱うべき内容を4つの分野である, 「生命と生物」(Life and Living), 「エネルギーと変化」(Energy and Change)

*自然系(理科)教育講座

**総合学習開発講座

「地球と宇宙」(Planet Earth and Beyond) 「物体と物質」(Mater and Material) に分けている。そして「核となる知識と概念」(Core knowledge and concept) が規定されていて、基礎-上級の段階別にそれぞれ記述されている。基礎段階は単独の科目として理科はなく、理科分野の学習成果は前述のように「科学的探究」のみであるので、それに関連した内容が記述されている。中間段階と上級段階においては、「核となる知識と概念」は、学習内容の最小限の70%を規定するもので、残りの30%についてはその発展した内容を取り扱うべきとされている。また発展した内容を取り扱えない場合、代替案として地域にとって重要な科学的内容を扱うとしている。例として、経済的問題、環境問題、社会的問題、あるいは健康問題が示されている。

本論の研究対象である地学にあたるのは、「地球と宇宙」(Planet Earth and Beyond) である。「地球と宇宙」の内容は、「惑星の構造と地球が長い年月の間にどのように変化してきたか、なぜどのように天気や気候が変化するかの理解、そして広大な宇宙の中の小さな惑星としての地球に着目する科目」と規定されている。

3. 「地球と宇宙」で取り扱う内容

南ア「改訂理科教育カリキュラム」の地学分野である「地球と宇宙」の内容はさらに、「宇宙の中の地球」(Our Place in Space)、「大気と天気」(Atmosphere and Weather)、「変化する地球」(The Changing Earth)の3つの領域に分かれていて、基礎-上級の段階ごとに「核となる知識と概念」が記述されている。「宇宙の中の地球」は天文分野、「大気と天気」は気象分野、「変化する地球」は地質分野に相当する。「改訂理科教育カリキュラム」にしたがって、表1に基礎段階、表2に中間段階、表3に上級段階の「核となる知識と概念」をまとめた。以下、分野ごとに内容を検討する。

表1 南アフリカ共和国改定理科カリキュラム基礎段階(第R~3学年)における地学分野の「核となる知識と概念」

核となる知識と概念		
天文分野	気象分野	地質分野
空にはさまざまな物体が観察される。例としては鳥、雲、航空機、太陽、星、月がある。これらの物体は全て固有の性質をもち、その位置と運動はパターンをきめたり、関係や傾向をみることによって調べられる。	日々の天気の変化は、記録することができ、しばしば予測できる。また時として嵐、洪水、竜巻のような異常な気象が発生し、人間の生活に影を与える。	土壌と岩石は場所ごとに見かけと性質が異なっている。調査により、学習者はある種の土壌が他のものより容易に浸食されることを認識する。またある種の土壌が、植物の生育にとってより役立つことを知る。学習者は深く関わりあった要素のいくつかを知るであろう。

(1) 天文分野

天文分野である「宇宙の中の地球」では、基礎段階において「空に見える様々な物体(この中に天体が含まれる)を観察し、性質、見える位置、動きなどを調べ、パターンを認識」する(表1)。第4~6学年の中間段階において、「地球の地軸を中心とした回転により昼と夜が説明される」こと、「月の見かけの形の変化は予想でき、月の太陽と地球に対する相対的な運動で月の見かけの形が決まる」こと、「星の相対的な位置関係は変化しないが、

表2 南アフリカ共和国改定理科カリキュラム中間段階(第4~6学年)における地学分野の「核となる知識と概念」

核となる知識と概念		
天文分野	気象分野	地質分野
地球が太陽の周りを回る間に、その地軸を中心に自転することによって、昼と夜が説明されるであろう。	天気は日々変化する。天候は、測定可能な量である気温、風向、風速、雨量などで記録することができる。	地球は、岩石、土壌、水、そして大気を構成する気体からなる。
月の見かけの形の変化は予測でき、この変化は月の地球と太陽に対する相対的な運動で説明できるだろう。月の形あるいは位置は、さまざまな文化的伝統と特別の行事と関連している。	その他の気象の変化は長い時間かかっておきる。中間期の気象変化の例としては季節変化があげられ、降雨量の変化、平均的風向、昼と夜の長さ、平均最高気温、平均最低気温などで記述されるであろう。	大地の浸食によって地形が形成され、堆積岩となりうる岩石粒子の堆積がおきる。浸食と堆積はともゆっくりとした連続した過程であるか、あるいは洪水のような短期間のカタストロフィックな出来事としておきる。
星のそれぞれの相対的な位置関係は変化しないが、夜に観察される星座の位置は季節を通じてゆっくりと変化する。様々な文明で特定の星座が認識され名前がつけられていて、方向決定や暦として使われてきた。	水は、水圏、気圏、岩石圏の間を循環するときに、存在形態を変化させ、これは「水の循環」として知られている。	岩石は、火成岩、堆積岩、変成岩に分類されるであろう。この分類は岩石の起源と歴史に基づく。
	地球の大部分は海洋によって覆われている。残りの部分が陸地で大陸に分かれている。極地には氷床が見られる。生物にとって陸地で使うことのできる水は全体からするとわずかな部分で、陸地のうち限られた場所が人間にとって生息できる場所である。	土壌は、風化した岩石と、植物、動物そしてバクテリア由来の有機物から構成される。土壌は自然に生成するが、形成には大変長い年月を要する。土壌の性質としては、色、粒度、保水力、そして我々の食糧を含む様々な種類の植物の成長を助ける能力がある。
		化石は岩石の中に保存されている過去の生命体の遺物である。化石は現在とは大きく異なる生命体、気候および環境の証拠である。
		水資源の質はその集水地域の質によって決定付けられる。集水地域と水資源の適切な保護および管理が重要であり、水質に関連する要因の調査が取り入れられるべきであろう。

表3 南アフリカ共和国改定理科カリキュラム上級段階
(第7～9学年)における地学分野の「核となる知識と概念」

核となる知識と概念		
天文分野	気象分野	地質分野
地球は太陽系の第3惑星で、太陽系の中には、月、太陽、他の8個の惑星、その他の衛星、そして小惑星や彗星などの小天体が含まれる。太陽は平均的な恒星で、太陽系の中心に位置する最大の天体である。	地球の表層部分を構成するのが気圏、水圏および岩石圏である。我々はこれらが互いに作用しあって生命を支えている生物圏に住んでいる。	地球は層構造をなし、リソスフェア、高温で対流をしているマントル、そして高密度の金属核から構成される。
太陽系のほとんどの天体は規則的で予測可能な運動を行う。地球と月の運動によって一日、一年、月の満ち欠け、そして日食月食が説明できる。	地球の地域ごとに気候は異なっている。極地では寒く、熱帯地域では暑い。異なる気候区にはそれに適応した動植物が生息している。	いくつかの大陸より大きなプレートは年数センチメートルという速度でマントルの動きに対応して常に動き続けている。地震、火山噴火、山脈形成などの主要な地質学的現象はこれらのプレート運動による。
重力は、惑星に太陽の周りの軌道を公転し続けさせる力で、太陽系のその他の運動を支配する。重力によって我々は地球表面にくっつけられている。	大気は極めて一定の比率の窒素および酸素の混合物で、水蒸気を含むその他の気体をわずかに含む。大気の性質は高度によって異なる。	建設的な力と破壊的な力の組み合わせによって地形は形成されている。建設的な力は、地殻変形、火山噴火そして堆積物の堆積で、一方破壊的な力は風化と浸食である。
太陽は植物の成長、風、海流、そして水循環などの地球表面でおきる現象を駆動するエネルギーの主要な源である。	大気は有害な電磁波から地球を保護し、また大気がなければ外部からの物体が地球表面を直撃してしまう。大気は存在は地球表面の温度を低すぎず高すぎず生物が生存できる範囲に保つのに重要な役割を果たしている。	南アフリカにおける化石記録に見られる生物の多くは今日生存している生物と大きく異なっていて、現在の条件はいくつかの種の生存に適していない。これらの事実により地球表層の生命と環境は時間の経過とともに変化してきていることがわかる。
地上の望遠鏡(南アフリカのSALT)と衛星軌道上の望遠鏡の組み合わせによる国際協力宇宙観測プログラムがある。長距離無人宇宙船による惑星やその他の太陽系天体の遠隔探査や、有人宇宙船の火星探査に関する研究が行われている。	人間の活動と、自然現象により大気の組成と温度が変化しうる。これらの微小な変化の効果により季節の天候変化のパターンや降雨や気象の長期にわたる変化が起こりうる。	石炭、天然ガスそして石油のような化石燃料は、植物や動物の遺骸が埋没し高い圧力で化石化したものである。これらの燃料は我々の一生という期間では再生できない。 鉱山業は南アフリカの主要産業であり、各9州においてそれぞれ鉱山がある。エネルギーのための石炭供給、他の産業のための原料供給、雇用と国富の増加という各観点から鉱山業は重要である。その他の産業の多くは鉱山業に依存している。安全と環境に配慮し、立法機関が鉱山業を律している。

季節を通じてその見られる位置がゆっくりと変わる」ことを取り上げている(表2)。これらは「科学的な知識取得」に関連する内容である。また「科学と社会や環境の関わり」に関連する内容として、「文化的伝統や特別の行事と月の形や位置とが関連している」ことや、「様々な文明で星座が認識され、方向決定や暦として使われた」ことをあげている(表2)。第7～9学年である上級段階においては、「科学的な知識取得」に関連する内容として、「太陽系の構成要素と地球と太陽の特徴」、「地球と月の運動により、一日、一年、月の満ち欠け、日食月食が説明できる」こと、「重力の役割」、「地球表面の物質移動を駆動する主要なエネルギー源は太陽」という内容を取り扱っている(表3)。また「科学と社会や環境の関わり」に関連する内容として、「国際協力による宇宙観測や、無人および有人宇宙船による太陽系天体の探査」を取り上げている(表3)。

南アの天文分野のカリキュラムでは、小学校段階である中間段階から、地球の自転とともなって昼と夜が生じることや、月の満ち欠けは地球と月の相対的運動によっておきること、といった観察事実の背後にある原理を取り上げていることが特徴である。一方、その原理はどのような観察に基づいて導出されるものであるのか、また、学習者が実際に観察をどのように行うのか、に関する記述はない。「科学と社会や環境の関わり」に関する記述があることも特徴である。中学校段階である上級段階では、太陽系の特徴とその運動に加えて、天体の運動を駆動する重力に言及している。また太陽エネルギーが地球に与える重要な影響をとりあげ、宇宙の中での地球という視点を強く打ち出して、太陽系科学を概観した内容となっている。一方、それらの根拠である観察事実に関する記述や、どのように学習者が観察を行っていくのかに関する記述は、中間段階同様みられない。

(2) 気象分野

気象分野に相当する「大気と天気」では、基礎段階において「日々の天気の変化は記録でき、時として洪水などの異常な気象が発生し、人間生活に影響を与える」ことを取り上げている(表1)。中間段階においては、「科学的な知識取得」に関連する内容として、「天候の観測」、「年間の気象変化とその記述」、「水の循環」、「海陸分布」が取り上げられている(表2)。「生物にとって使用できる水は水全体のうちわずかな部分で、陸地のうち生息可能な場所は限られている」という内容が、「科学と社会や環境の関わり」に関連している(表2)。上級段階では「科学的な知識取得」に関連する内容として、「地球表層部分の構成」、「地球の気候分布」、「大気組成と垂直方向の性質変化」、「大気の役割」を取り上げている。また「科学と社会や環境の関わり」に関わる内容としては「人間活動の気候に与える影響」をあげている。

南アの気象分野のカリキュラムでは、小学校の第4～6学年である中間段階から、水が水圏—気圏—岩石圏の中を循環することや、地球の海陸分布が取り上げられていて、グローバルな視点が特徴である。一方、どのようなデータを測定することによって気象観測を行うかについては述べているものの、学習者が具体的な観察をどう行っていくのかに関する記述はない。また基礎段階を除いて気象災害に関する言及がない。中学校にあたる上級段階では、日々の天気の変化ではなく、地球の流体圏に関して、その特徴や役割をグローバルな視点で記述した内容となっている。また「科学と社会や環境の関わり」で地球温暖化問題に代表されるような近年問題となっているトピックを取り上げていることも特徴である。中間段階と同様、学習者の行う観察に関する具体的な記述はなく、災害に関する内容も取り上げられていない。

(3) 地質分野

地質分野に対応する「変化する地球」の基礎段階では「土壌および岩石の性質と浸食」を取り扱っている(表1)。小学校の第4～6学年である中間段階では「地球の構成」、「浸食と堆積」、「岩石の分類」、「土壌の構成と性質」、および「化石」が「科学的な知識取得」に関連する内容である。また「科学と社会や環境の関わり」に関わる内容として、「土壌が食糧生産に関わっていること」および「水資源の質とその保護管理」が取り上げられている。中学校にあたる上級段階では、「科学的な知識取得」に関連する内容として「地球の3層構造」、「プレートテクトニクス」、「地形の形成要因」、「南アフリカの化石と地史」、「化石燃料」が取り上げられている。また「科学と社会や環境の関わり」に関わる内容としては、「化石燃料は、短期間の再生が不可能」であることと、「南アフリカにおける鉱山業の地位と役割」が取り上げられている。

南アの地質分野のカリキュラムでは、小学校の第4～6学年である中間段階では、最初に地球の構成を記述し、地球表層の地形を支配している浸食と堆積に言及し、表層を構成している物質である岩石、土壌、化石を取り上げていて、地質学の基礎を網羅した内容となっている。一方、学習者が野外でどのような観察をどうおこなっていくのかに関する記述はない。「食糧生産に関わる土壌の性質」や「水資源」などの南アに密接な関連を持つ社会的問題を取り上げている。中学校にあたる上級段階では、現代の地質学の主要な原理であるプレートテクトニクスを取り上げ、地球の構造や地形の形成もより踏み込んだ内容となっていて、近年の固体地球に関する地球科学の枠組みをほぼ概観した内容となっている。しかしながら中間段階と同様、学習者が具体的な観察をどうすすめるかに関する記述はない。また火山災害や地震災害に関する言及もない。

4. 日本と南アの地学分野カリキュラムの比較

南アの地学分野カリキュラムの特徴を明らかにするため、日本の理科カリキュラムにおける地学分野の内容との比較検討を行った。文部省(当時)による小学校学習指導要領(平成10年12月)および中学校学習指導要領(平成10年12月)から、地学分野にあたる記述を抜き出す作業を行った。小学校については学年別に作業を行い、小学校第3～4学年の内容を表4、小学校第5～6学年の内容を表5にまとめた。中学校に関しては第2分野に取り上げられている内容を、取り扱う順序に従って、「大地の変化」を表6、「天気とその変化」を表7、「地球と宇宙」を表8、「自然と人間」のうち地学分野に関連し

表4 本邦の小学校学習指導要領(理科;第3～4学年)における地学分野の内容とその取り扱い

	内容	取り扱い	分野
第3学年	(1) 日陰の位置の変化や、日なたと日陰の地面の様子を調べ、太陽と地面の様子との関連についての考えを持つようにする。ア 日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の位置によって変わること。イ 地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気に違いがあること。	(1) アの太陽の動きに関しては、東から西に動くことを取り扱う。また太陽の動きを調べるときの方角は東西南北にとどめる。	天文分野
第4学年	(1) 月や星を観察し、月の位置と星の明るさや色及び位置を調べ、月や星の特徴や動きについての考えを持つようにする。ア 月は絶えず動いていること。イ 空には明るさや色の違う星があること。ウ 星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること。	(1) ア月の動きについては、三日月や満月などのなかから二つの月を扱う。ウの「星の集まり」については、二つ又は三つの星座を扱う。	天文分野
	(2) 水が水蒸気や水になる様子を観察し、温度と水の変化との関係などを調べ、水の状態変化についての考えを持つようにする。ア 水は、温度によって水蒸気や水に変わること。イ 水は水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれるとともに、結露して再び水になって現れることがあること。		気象分野

た内容を表9に、それぞれ示した。

(1) 小学校理科における地学分野の内容との比較

日本の小学校の地学分野では、表4に示したように、第3学年で天文分野にあたる「太陽の動き」と「太陽によるエネルギー伝達」、第4学年で天文分野の「月や星の動きと特徴」、気象分野の「水の状態変化と循環」を扱う。引き続き表5に示したように、第5学年で気象分野の「天気の変化と予測」、地質分野「流水の働き」、第6学年で地質分野の「土地のつくりと変化」を取り扱う。以下

表5 本邦の小学校学習指導要領（理科；第5～6学年）における地学分野の内容とその取り扱い

学年	内容	取り扱い	分野
第5学年	(1) 1日の天気の様子を観測したり、映像などの情報を活用したりして、天気の変り方を調べ、天気の変化の仕方についての考えをもつようにする。ア 天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあること イ 天気の変化は、映像などの気象情報を用いて予想できること。	(1) イ台風の進路による天気の変化や台風と降雨の関係についても触れる。	気象分野
	(2) 地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化の関係についての考えを持つようにする。ア 流れる水には、土地を削ったり、石や土などを流したり積もらせたりする働きがあること。イ 雨の降り方によって、流れる水の速さや水の量が変わり、増水により土地の様子が大きく変化する場合があること。		地質分野
第6学年	(1) 土地やその中に含まれるものを観察し、土地のつくりや土地の働き方を調べ、土地のつくりと変化についての考えをもつようにする。ア 土地は、礫、砂、粘土、火山灰及び岩石からできており、層をつくって広がっているものがあること。イ 地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってでき、化石が含まれているものがあること。ウ 土地は火山の噴火によって変化すること。エ 土地は地震によって変化すること。	(1) アで扱う岩石は、礫岩、砂岩及び泥岩のみとする。イ 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。ウ ウ、エに関しては児童がいずれかを選択し調べるようにする。エ 地震の原因については触れない。	地質分野

表6 本邦の中学校学習指導要領（理科）における地質分野の内容とその取り扱い

内容	取り扱い
大地の変化 大地の活動の様子や身近な地形、地層、岩石などの観察を通して、地表に見られる様々な事象・現象を大地の変化と関連付けてみる見方や考え方を養う。	
ア 地層と過去の様子 (ア) 野外観察を行い、観察記録を基に、地層の働き方を考察し、重なり方の規則性を見いだすとともに、地層をつくる岩石とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と年代を推定すること。	(1) アについては、地層を形成している代表的な堆積岩も取り上げる。「野外観察」については、学校の周辺で地層を観察する活動とする。「化石」については、示相化石および示準化石を取り上げるが、地質年代の区分は古生代、中生代、新生代の第三紀及び第四紀を取り上げるにとどめる。地層の「重なり方」については、野外観察でみられた地層について、その重なり方の規則性をとらえることにとどめる。
イ 火山と地震 (ア) 火山の形、活動の様子およびその噴出物を調べ、それらを地下のマグマの性質と関連付けてとらえるとともに、火山岩と深成岩の観察を行い、それらの組織の違いを成因と関連付けてとらえること。	イの(ア)の「火山」については、代表的なものを二つまたは三つ取り上げる。「マグマの性質」については、粘性を中心に取り上げ、化学組成は扱わない。「火山岩」及び「深成岩」についてはそれぞれ1種類を扱い、代表的な造岩鉱物にも触れる。
イ 火山と地震 (イ) 地震の体験や記録を基に、その揺れの大きさや伝わり方の規則性に気付くとともに、地震の原因を地球内部の働きと関連付けてとらえ、地震に伴う土地の変化の様子を理解すること。	イの(イ)については、地震の現象面を中心に取り扱い、初期微動継続時間と震源までの距離との関係も取り上げるが、その公式は取り上げない。「地球内部の働き」については、プレートの働きに触れる程度にとどめる。

表7 本邦の中学校学習指導要領（理科）における気象分野の内容とその取り扱い

内容	取り扱い
天気とその変化 身近な気象の観察、観測を通して、天気変化の規則性に気付かせるとともに、気象現象についてそれが起こる仕組みと規則性についての認識を深める。	
ア 気象観測 (ア) 校庭などで気象観測を行い、観測方法や記録の仕方などを身に付けるとともに、その観測記録に基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係を見いだすこと。	
イ 天気の変化 (ア) 霧や雲の発生についての観察、実験を行い、その働き方を気圧、気温及び湿度の変化と関連付けてとらえること。	イの(ア)における湿度や露点の取り扱いは、気温による飽和水蒸気量の変化が湿度の変化や凝結にかかわりがあることを扱うにとどめる。
イ 天気の変化 (イ) 前線の通過に伴う天気変化の観測結果などに基づいて、その変化を暖気、寒気と関連付けてとらえること。	

分野別に比較を行う。

【天文分野】 第3学年の「太陽の動き」では学習者が「日陰の位置の変化や、日なたと日陰の地面の様子を調べ」、それに基づいて太陽の動きとエネルギー伝達を考察する。この「太陽の動き」は地球の自転に伴う見かけのものであるが、原理には立ち入らない。第4学年でも、月や星の日周運動の観察である学習者が「月の位置と星の位置を調べ」、それに基づき、月や星の動きについての考えを持つにいたるようになっていて、「太陽の動き」と合わせると地球の自転につながる観察は行われているが、原理は示されない。また月の満ち欠けの基礎データである「月の形の変化」や恒星の表面温度や距離と関連がある「星の明るさや色」、恒星が遠距離にあることを示す「星の集まりの並び方が変わらない」ことを観察させるが、その背景に関する説明は行われない。南アの小学校段階の天文分野カリキュラムと日本のカリキュラムは、現象としてはほぼ同様の内容を取り扱っているが、対処の仕方は大きく異なる。日本のカリキュラムでは学習者の観察を重視してその方法を詳しく記述し、原理に関しては具体的に触れていないのに対し、南アのカリキュラムでは、学習者が観察データをどう集めるかという記述なしに、背後にある原理を取り上げていて、対照的である。また日本のカリキュラムでは、「二つの月を扱う」、「二つ又は三つの星座を扱う」と学習範囲に制限をしているの

表8 本邦の中学校学習指導要領（理科）における天文分野の内容とその取り扱い

内容	取り扱い
地球と宇宙 身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽の特徴及び太陽系についての認識を深める。	
ア 天体の動きと地球の自転・公転 (ア) 天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連付けてとらえること。	アについては観察された事実をもとに多様な視点から考察を行わせること。
ア 天体の動きと地球の自転・公転 (イ) 四季の星座の移り変わり、季節による昼夜の長さ、太陽高度の変化などの観察を行い、その観察記録を地球の公転や地軸の傾きと関連付けてとらえること。	アについては、太陽高度の変化に伴う気温の変化にも触れる。
イ 太陽系と惑星 (ア) 太陽、恒星、惑星とその動きの観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、太陽の特徴を見いだし、恒星と惑星の特徴を理解するとともに、惑星の公転と関連付けて太陽系の構造をとらえること。	「太陽の特徴」については、形、大きさ、表面の様子などを取り上げ、放出された多量の光による地表への影響にも触れる。「恒星と惑星の特徴」については、「恒星」については自ら光を放ち相互の星の位置を変えずに星座をつくっている天体であることを扱う程度とし、「惑星」については恒星との対比において違いを扱う程度とする。「太陽系の構造」における惑星の見え方については、内惑星のみを扱う。「太陽系の構造」を扱う際に、惑星の大きさにも触れる。

に対し、南アのカリキュラムでは、示されている核となる知識や概念も最小限（全体の70%）であり、その中でも日本では小学校段階で取り扱っていない地球の公転につながる観察事実を取り上げ、また「社会との関わり」についても言及している、内容としては日本よりも高度である。

【気象分野】 第4学年の「水の状態変化と循環」では、学習者が「水が水蒸気や氷になる様子を観察し、温度と水の変化との関係などを調べ」、その観察に基づき「水の状態変化についての考え」をもたせるとしている。第5学年の「天気の変化と予測」では、「1日の天気の様子を観測したり、映像などの情報を活用したりして、天気の変り方を調べ」、それに基づき、天気による気温の日変化を気付かせたり、天気の予測が可能であることを知らせるとしている。このように日本のカリキュラムにおいては、天文分野同様、児童の行う観察・調査の内容が具体的に記述され、それに基づき概念形成を行っている。また災害の要因となる台風についても「その進路と天気の変化や降雨との関係」について触れることとしている。一方南アのカリキュラムでは、日本のカリキュラムで取り扱う内容に加えて、気候の季節変化や、グローバルな視点での水の循環や海陸分布にも触れていて、より高度な内容を扱っているといえる。一方、学習者の視点に立った、具体的な観察をどう行っていくのかに関する記述はない。また気象災害に関する言及がない。

【地質分野】 第5学年の「流水の働き」では、学習者が「地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ」、その観察を基に、流れる水の働きについての考えを得るようになっていく。また「雨の降り方によって流れる水の速さや量が大きく変わり、増水により土地の様子が大きく変化する場合はあ

表9 本邦の中学校学習指導要領（理科）「自然と人間」において地学分野と関連する内容とその取り扱い

内容	取り扱い
自然と人間 微生物の働きや自然環境を調べ、自然界における生物相互の関係や自然界のつりあいについて理解し、自然と人間のかかわり方について総合的に見たり考えたりすることができるようになる。	
ア 自然と環境 (イ) 学校周辺の身近な自然環境について調べ、自然環境は自然界のつりあいの上に成り立っていることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること。	アのイの自然環境について調べることは、学校周辺の生物や大気、水などの自然環境を直接調べたり、記録や資料を基に調べる活動などを適宜行う。
イ 自然と人間 (ア) 自然がもたらす恩恵や災害について調べ、これらを多面的、総合的にとらえて、自然と人間とのかかわり方について考察すること。	イのアについては、記録や資料を基に調べる。「災害」については、地域において過去に地震、火山、津波、台風、洪水などの災害があった場合には、その災害について調べる。

る」と災害に関連した知識にも結び付けている。第6学年の「土地のつくりと変化」では、「土地やその中に含まれるものを観察し、土地のつくりやでき方を調べ」、その観察を基に、土地を構成している物質とその変化に対する知識を得ようになっている。岩石、地層、化石および火山や地震によって地球表層の景観が変化することを取り扱っている。内容については「礫岩、砂岩及び泥岩のみとする」、「化石は地層が水の作用でできたことを示すにとどめる」「地震の原因については触れない」と制限がついている。南アのカリキュラムでは、最初に地球の構成を記述し、地球表層の地形を支配している浸食と堆積に言及し、表層を構成している物質である岩石、土壌、化石を取り上げていて、岩石についても火成岩、堆積岩、変成岩の3種を扱い、地質学の基礎を網羅した高度な内容となっている。また日本のカリキュラムで触れていない「食糧生産に関わる土壌の性質」や「水資源」などの南アフリカに密接な関連を持つ社会的問題を取り上げていて、より広く深い高度な内容となっている。ただ南アのカリキュラムでは火山や地震については触れていない。一方、学習者が野外でどのような観察をどうおこなっていくのかに関する記述はなく、学習をどのように進めていくのかは不明である。

(2) 中学校理科における地学分野の内容

【地質分野】「大地の変化」では「大地の活動の様子や身近な地形、地層、岩石などの観察」を通して、「地表に見られる様々な事物・現象を大地の変化と関連付けてみる見方や考え方を養う」と観察の重要性を強調している。「大地の変化」の内容はさらに2つの部分であるア「地層と過去の様子」とイ「火山と地震」に分かれている。ア「地層と過去の様子」は地質学の1分野である層序学・地史学の基礎を取り扱っていて、地層のでき方や化石を手掛かりとして過去の年代や環境を推定する。イ「火山と地震」は(ア)および(イ)にさらに分かれている。(ア)では火成岩岩石学に関連した内容で、マグマの地表への噴出である火山の形、活動形態、噴出物がマグマの性質と関連していることと、どのような条件でマグマが固結するかによってできる火成岩が決定されることを、学習者の観察などを基に学ぶ。(イ)は地震学の基礎に関する内容で、揺れの大きさや伝わり方の規則性について、地震の体験や記録を基に学ぶ。取り扱う対象は小学校と同様に地層、火山、地震であるが、背後にある原理に踏み込んだ、より発展的内容となっている。小学校のカリキュラム同様、表6に示されるように学習内容には限定がついている。また固体地球表層の変動を考えるのに重要な枠組みでプレートテクトニクスについても簡単に触れるだけである。

南アの中学校段階である上級段階では、現代の地質学の主要な原理であるプレートテクトニクスを取り上げ、地球の構造や地形の形成も小学校段階より踏み込んだ内

容となっていて、近年の固体地球に関する地球科学の枠組みをほぼ概観した内容となっている。さらに人間生活にとって重要なエネルギー源である化石燃料および南アの重要な産業である鉱山業に関する学習内容が加わり、広い内容を取り扱っているが、記述を見る限り個々の深さはそれほどでもない。逆に日本のカリキュラムでは取り扱う内容が絞られているために、深い内容となっているといえる。特に日本で多く起き、時に大きな被害をもたらす火山と地震については、充実した内容となっている。南アのカリキュラムでは小学校段階と同様、学習者が具体的な観察をどうすすめるかに関する記述はなく、知識をどのように獲得していくのかが見えない。

【気象分野】「天気とその変化」では、「身近な気象の観察、観測」を通して「天気変化の規則性」に気付かせるとともに「気象現象についてそれが起こる仕組みと規則性についての認識」を深める、としていて観察・観測を重視している。ア「気象観測」では校庭などで観測を行い、その結果に基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関連を見いだす内容である。イ天気の変化はさらに2つに分かれ(ア)では霧や雲の発生についての観察実験により、そのでき方と、気圧、気温および湿度の変化との関連をとらえ、(イ)では日本で身近に体験できる前線の通過に伴う天気の観測結果と、暖気、寒気という気団の存在と関連付ける内容である。取り扱う対象は小学校と同様に天気であるが、より原理の部分に踏み込んだ発展的内容となっている。

南アの中学校にあたる上級段階のカリキュラムでは、小学校とは異なる視点、すなわち、日々の天気の変化ではなく、地球の流体圏に関して、その特徴や役割をグローバルな視点で記述する内容となっている。また「地球温暖化問題」に代表されるような近年のトピックを取り上げている。一方中間段階と同様、学習者の行う観察に関する具体的な記述はなく、災害に関する内容も取り上げられていない。

【天文分野】「地球と宇宙」は、「身近な天体の観察」を通して、「地球の運動」について考察させるとともに、「太陽系についての認識」を深めるというものである。小学校では取り上げなかった観測の背後にある原理について、天体の日周運動の観測から地球の自転を、四季の星座の移り変わり、季節による昼夜の長さ変化、太陽高度の変化から、地球の公転と地軸の傾きを導き出す。また太陽系を構成している太陽と惑星、および恒星について、その動きを観察したり、資料を参照することにより、惑星は太陽の周りを公転していること、恒星は遠く離れた場所で自ら光を発生していることなどを理解する。

南アの中学校段階である上級段階のカリキュラムでは、太陽系の特徴とその運動に加えて、天体の運動を駆動する重力に言及している。また太陽エネルギーが地球に与

える重要な影響をとりあげ、宇宙の中での地球という視点を強く打ち出して、太陽系科学を概観した内容となっている。一方、それらの根拠である観察事実に関する記述や、どのように学習者が観察を行っていくのかに関する記述は、中間段階同様みられない。

【自然と人間】地学分野に関連する「自然と人間」の内容としては、「自然環境」を調べることで、「自然界のつりあい」について理解し、「自然と人間のかかわり方」について総合的に見たり考えたりできるようになるというもの。ア自然と環境(イ)学校周辺の身近な自然環境について調べ、自然界のつりあいを理解し、自然環境保全の重要性について認識するという内容と、イ自然と人間(ア)自然がもたらす恩恵や災害について調べ、多面的、総合的にとらえ自然と人間のかかわり方について考察するという内容に分かれている。南アのカリキュラムにある「科学と社会や環境の関わり」と関連する内容であるが、日本では身近な自然環境や、同じく地域ごとに特徴的な自然災害や自然の恩恵を調べることを通じて学習を進める。

5. 南アにおける地学教育の今後

南アはアフリカ大陸の南部に位置する国であり、海岸地域を除いて大陸気候が支配する。地質学的には約30億年以前の年代を示す岩石が残っている安定大陸（諏訪、矢入、1979）であり、プレート境界がその国内を通過していない。したがって活火山はなくまた地震活動も大変少ない。また金、ウラン、プラチナ、ダイヤモンドなどの鉱産物資源に恵まれ、南アにおける鉱業砕石業のGDPに占める割合は2004年第2四半期速報値で5.1%（Statistics South Africa, 2004）と高い。ちなみに日本の国内総生産に占める鉱業の割合は0.2%（内閣府経済社会総合研究所、2004）である。一方日本は、アジア大陸東縁の島国であり、大陸の気団と海洋の気団がせめぎあい、前線が形成される場所に存在する。また季節によっては熱帯地域より移動してくる台風が通過する場でもある。地質学的には海洋プレートが大陸プレートに沈み込む場に位置し、地震活動・火山活動が大変活発である。このような背景から、両国の理科カリキュラムの中で重点としている部分が異なっているのは、当然の帰結であるといえる。また南アの地学教育カリキュラムは、改訂理科カリキュラム導入時である2002年にその内容が初めて示されていて、近年の地球科学分野の研究成果を反映した、見通しの良い枠組みに基づいて構築されていて、中間段階および上級段階において意欲的な内容が盛り込まれている。

一方、南アの地学分野のカリキュラムにおいて、理科の学習成果として、「科学的な探求」、「科学的な知識取得」、

「科学と社会や環境の関わり」の3つが設定されているのにもかかわらず、カリキュラムの中に「科学的な探求」を具体的に各学習内容においてどのようにすすめていくのか記述されていないのは問題である。新しいカリキュラムである「C 2005」において、「チョークとおしゃべり」の授業から「学習者の活動中心」の授業への転換を図っている段階では、教員の中に「科学的探究」の経験が乏しく、「科学的探究」についてどのような学習を計画するかを教員の自主性に負わせることは大変危険である。特にそれまで系統的に地学分野を学んできたのではないため、教員の地学分野に関する知識は低い（浜本ほか、2000）。改訂理科カリキュラムでは、核となる知識と概念が述べられているため、それをきちんと教授するだけで多くの時間を費やし、従来の一方的な講義形式の授業が展開されるおそれがある。カリキュラム中で示されないならば、本質的内容にあった「科学的探究活動」を開発し、教科書、教員向け指導書、教員研修などを通じ、普及していく必要があるだろう。また研修制度を整備して、教員自らの実力を向上させ、学校の実情に合った「科学的探究活動」を立案し実行できるようにすることが重要であると考えられる。

引用文献

- Department of Education of South Africa (2002) Policy Revised National Curriculum Statement Grades R-9 (Schools) Overview (<http://education.pwv.gov.za/content/documents/7.pdf>)
- Department of Education of South Africa (2002) Revised National Curriculum Statement For Grades R-9 (Schools) Natural Sciences (<http://education.pwv.gov.za/content/documents/12.pdf>)
- 喜多雅一、西岡加名恵（2001）南アフリカ共和国における理科教育の改革動向と課題 鳴門教育大学学校教育実践センター紀要, 16, 99-111
- 浜本伸也、村田 守、Mohammad Zafar、小澤大成、香西武、西村 宏（2000）地球環境教育アンケートからみた本邦と南アフリカ共和国の地学教育および教師教育 鳴門教育大学学校教育実践センター紀要, 15, 95-102
- 文部省（1999）中学校学習指導要領
- 文部省（1999）小学校学習指導要領
- 内閣府経済社会総合研究所（2004）平成14年度国民経済計算確報
- Statistics South Africa (2004) Seasonally adjusted quarterly GDP estimates: second quarter 2004
- 諏訪兼位、矢入憲二（1979）世界の地質第2章アフリカ 都城秋穂（編）岩波地球科学講座16, 61-91, 岩波書店

Earth Science Education in South Africa

Hiroaki OZAWA, Takeshi KOZAI, Mamoru MURATA and Hiroshi NISHIMURA

Newly introduced curriculum “C2005” includes content area of “Planet Earth and Beyond” in Natural Science learning area for Grades R-9. This is first time systematically introduction of earth science content in the curriculum of South Africa. Earth science content in SA curriculum consists of three categories; astronomical content as “Our place in Space”, meteorological content as “Atmosphere and Weather”, geological content as “The Changing Earth”. “Core knowledge and concept” is introduced in revised curriculum in 2002. The characteristics of earth science curriculum of SA are its perspective framework based on recent academic research and its relationship with human society. Although the curriculum encourages the learners to investigate by themselves, the lack of specific instructions for investigation in the curriculum is main challenge for implementation.