

学校理科教育の内容開発

— 一日韓米の地球温暖化教育（環境教育）を中心に—

教育内容開発コース 鄭 允 貞

Improving contents of school science education

— Focusing on Global Warming Education in Japan, Korea & the U.S.A

YunJung JUNG

It is good material of education for students in respect of critical thinking and comprehensive thinking as the cause of global warming is hot issue in current scientific circles whether the phenomenon is artificial or natural. Hence, it is very meaningful to compare a certain standard regarding contents, scope and method of global warming in each country under the circumstance which the study and research of global warming is progressed in variety. Analyzed research result in accordance with joint analysis provides understanding to each country by comparison with the global warming education in each country and it may be obtained further implications through the result. Particularly, the role of global warming education is very critical for science education of school as the education of global warming is an environmental education centered on scientific and faithful theory.

目 次

1. はじめに
2. 地球温暖化教育
 - 2-1 地球温暖化教育の背景
 - 2-2 研究の目的
3. 研究方法及び対象
 - 3-1 研究方法
 - 3-2 分析対象
4. 研究結果及び論議
 - 4-1 地球温暖化の原因
 - 4-2 地球温暖化の内容（範囲）
 - 4-3 地球温暖化の結果及び影響
 - 4-4 地球温暖化の解決方策
 - 4-5 地球温暖化関連活動
 - 4-6 地球温暖化に関連する図表等
5. おわりに
 - 5-1 まとめ
 - 5-2 今後の課題

1. はじめに

人類の活動が地球の気候に及ぼす影響が大きくなるに従い、気候変動に関する教育の必要性が日々高まっている。これに伴い、全世界的に気候変動教育の望ま

しい方向について議論した研究が発表されている。(Niepold et al, 2007 ; Pickering, 2006)

このように地球温暖化と関連した教育と研究が進行している状況において、世界各国の地球温暖化教育の内容と範囲、方法などを一定の基準によって比較することは非常に意義深いといえることができる。なぜならば、地球温暖化は国家の水準ではなく、世界全体の水準で扱わねばならない現象であるため、世界各国で行われている地球温暖化教育を把握し、それらの教育の改善策を導き出すことが、地球水準の気候温暖化現象の解決に役立つと考えられるからである。

現在、環境問題の解決に向けて、環境政策、環境科学、社会啓蒙思想など多方面からの努力がなされているが、とりわけ環境教育は、学習者の環境に対する認識を持続的、長期的、かつ未来指向的に変化させるという点で、環境問題の根本的な解決のために有意義であるとされ、重要視されている。特に、地球温暖化教育は、科学的理論を中心とする環境教育として学校理科教育で重要な役割を果たす。

2. 地球温暖化教育

2-1 地球温暖化教育の背景

地球温暖化を重要な教育内容として考察する理由

は、地球温暖化が全地球的に最も大きい争点になっている問題であり、様々な国々が協働の努力を払って解決するしかなく、総合的で長期的な解決方策で接近しなければならぬため、このような過程で学校教育が担当しなければならない部分が多いことである。特に、地球温暖化の原因が人為的であるとする主張 (IPCC, 2007; ワールドウォッチ研究所, 2009; カン・クムヒ訳, 2009) と自然的現象にすぎないという主張 (Fred et al. 2008; Roy, 2008) は現在の科学者たちの間でも熱く議論されており、生徒たちにとって批判的思考と総合的思考力を育てるための良い教育素材だということができる。

地球温暖化教育の争点は、地球温暖化が自然的現象かどうかということである。一方には、地球の気候は、1500年周期で変化するという前提から地球温暖化は周期的な気候変動の一部だとする立場がある。この立場の主張は次の2点である。①地球温暖化は温室効果一つだけで説明できず様々な要因が関連している。②また、地球温暖化の原因が人間活動であると主張する科学者らの理論と根拠には多くの弱点があり、地球温暖化問題は既得権益に利用されている。論拠としては、過去40万年の間、気候が一定の周期で変わってきたことが、海底から引き上げた沈殿物や氷河コア、古代樹木の年輪、洞窟の石筈などの様々な試料からのデータで立証されている。教育の期待効果としては、生徒たちが先進国の利益とも関連して、過度に問題化された温暖化をめぐる議論を正しく知ることができるようになることが考えられる。反論としては、①近來に入って突然気温上昇をしている。これは人間活動の結果である、②気温上昇により北極の氷河が溶けている。海水面の持続的な上昇は人類にとって大きな脅威となるだろう、③異常気象 (ハリケーン、強風、カトリーナ、暴風) の原因は地球温暖化によるものだ、ということが予想される。この立場から考えうる結論は以下の4点にまとめられる。①今は1500年周期の中の気温上昇期にあり、温暖化は人間活動の結果ではなく地球の通常の循環過程である。②気温上昇期であるから地球の温度が上昇しており、それにより海水面が上昇するのは当然のことである。後に気温下降期になれば海水面は自然に下がっていくだろう。③異常気象の原因は気温上昇のためでなく、地球の自浄作用の一部分で上昇期や下降期の時を問わずどの時期にでもあった。④それゆえ、今の地球温暖化教育には誇張された面がある。

もう一方には、地球温暖化の主犯は二酸化炭素など

温室効果気体の影響であり、地球温暖化は自然的現象ではなく人間によって発生したとする立場がある。主張としては、①地球温暖化の主要原因は人間が作り出した温室効果気体である。二酸化炭素の排出量と比例して地球の気温上昇が起こっている、②二酸化炭素排出量の増加の主な原因は化石燃料の使用であり、その使用を減らさねばならない、ということがある。論拠としては、ホッケースティック曲線によれば人類の産業発達にともなう二酸化炭素増加と気温上昇が一致するということがある。教育の期待効果としては、生徒たちが地球の気温が急上昇するのは全面的に人間のせいだから化石燃料の使用を減らす方策と温室効果気体を減らす方策を実践して危機に備えなければならないと考えるようになることが挙げられる。この立場の結論は以下の2点である。①過去200余年間の気温上昇はこれまでとは異なって急速に変わってきており、こうした現象は産業革命以後から始まっているから、人口の増加と化石燃料使用の増加が原因であることは明白であって、人為的なものだ。②深刻さが憂慮されるから報道され議論がなされているのであって、いくらか誇張されたからといってその深刻さが緩和するわけではなく、地球温暖化教育は重要である。

このように地球温暖化と関連して教育と研究が多様に進行している状況で、世界各国の地球温暖化教育の内容と範囲、方法などを一定の基準により比較することは非常に必要なことといえる。その理由は、地球温暖化がどこか単独の国家の水準の問題でなく、地球全体の水準で扱わなければならない現象だからであり、世界各国でいかなる形式で教育を行っているかを把握し改善方策を導き出すのは、地球水準の気候温暖化現象を解決するのに役に立つためである。また、特定の分析枠組みにより分析された研究結果は、各国の地球温暖化教育を理解するのにより多くの示唆を与えるものと考えられる。

2-2 研究の目的

環境教育は、国家的次元よりも世界的次元での持続的な努力によって発展してきたと言うことができる。そして、多くの国がリオデジャネイロ会議で提示された「環境的に健全で持続可能な発展 (Environmentally Sound and Sustainable Development: ESSD)」の概念を学校環境教育の基本戦略として採択している。持続可能な発展の概念は、ディープ・エコロジー (deep ecology) や生命中心主義のように、生物圏と生態系を優先する概念ではなく、より現実的に、経済発展と自然

資源保全に同等な重要性を付与し、両者の均衡と調和を目指すものである。

学校環境教育に関する研究が進展する中で、学校環境教育の目標が「環境素養人の育成」であるという見解に異論を挟む余地はなくなっている。ここでいう「環境素養人」とは、「環境問題と環境争点に関する知識、技能、価値観及び態度を備え、環境問題の解決に参加できる能力を持つ市民」を意味する。つまり、環境素養人とは、単なる環境問題に関する知識だけでなく、環境争点を取り巻く多様な意見や立場を分析、総合し、環境的に責任ある意思決定と行動をしようとする価値観と態度を持つ人をいう。すなわち、環境教育は、それが学習者の人生の中で成り立つ時、つまり学習者の学習過程が人生と統合された時、初めてその効果を期待することができる。

様々な科目で、その特性に合わせて環境教育が行われているが、特に理科教育での地球温暖化教育では、科学的理論と説明を基本として生徒たちに正確な知識と根拠を示すことができる。

したがって、本研究では日本、韓国及び米国の中高等教育理科教科書に現れた地球温暖化教育に関する記述を分析し、各国の地球温暖化教育教材の共通点と相違点を明らかにし、これを通じて望ましい地球温暖化教育教材のあり方について論ずる。

3. 研究方法及び対象

3-1 研究方法

日韓米の中学校・高等学校で代表性を有する理科教育教材を共通の分析枠組みにより分析した後、国家別の現況と共通点および相違点を導き出す。教材分析枠組みは、地球温暖化の原因、扱う内容の範囲、温暖化の結果、解決策、学習活動、図表、その他の7種類の項目で構成した。地球温暖化の原因の項目は、地球温暖化が発生した原因を人間活動と見るか、そうでなければ自然的な現象と見るかの観点を把握するためである。地球温暖化で扱う内容の範囲は、地球温暖化内容を教材で扱う時に全体的な範囲と内容全般を意味しており、解決策は、地球温暖化現象を解決するための努力や方策としてどのようなものを扱っているかを意味する。学習活動と図表は、教育教材として該当内容を伝達して教育目標を達成するために使った活動と絵、挿絵、図表などには何があるのかを明らかにすることを意図している。以上の内容が含まれた教材分析枠組みは「表1」のとおりである。

表1 3か国教科書分析枠組み

教材概要	地球温暖化教材内容分析						
	原因	扱う内容	結果(影響)	解決方策	学習活動	図(表)	
説明	教材全般について説明	原因をどう扱うか	どのような内容及び事実を扱うのか	どのような結果及び影響を扱うのか	どのような解決策を提示しているか	どのような活動なのか	提示している視覚資料についての説明
内容例示	教材題目 出版年度 対象性格 その他	人為的 自然的 ?	平均気 温変化 温室効果 ガス 国際協 約	人類に 与える 影響 自然に 与える 影響	個人的 能力 共同的 能力 地球的 能力	目的 内容 方法	資料について の詳しい説明

分析方法としては、共通の分析枠組みにもとづく教材の分析に加え、各国の分析結果を統合し、共通点、相違点および示唆的な点を導き出した後、それを研究結果として活用する。

3-2 分析対象

本研究のために、日本については中学校2種、高等学校2種の教科書を、韓国については中学校2種、高等学校3種の教科書を、米国については中学校3種、高等学校4種の教科書を分析した。[表2]

日本については、中学校の場合、啓林館の「未来へひろがるサイエンス」と東京書籍「新しい科学」、高等学校の場合、啓林館の「理科総合A」と「理科総合

表2 3か国理科教科書分析対象

国家	学校級	記号	教科書
日本	中学校	A	未来へひろがるサイエンス下(2005), 啓林館
		B	新しい科学 1下(2006), 東京書籍
	高等学校	C	理科総合A(2006), 啓林館
		D	理科総合B(2006), 啓林館
韓国	中学校	E	科学1(2009), 比喩と象徴
		F	科学1(2009), 知学社
	高等学校	G	科学(2001), 中央教育
		H	科学(2001), 金星出版社
米国	中学校	J	Holt Science & Technology (Grade 7, Indiana Edition, 2005)
		K	Earth's Atmosphere by McDougal Littell Science, (6 th and 7 th grade edition, 2005)
		L	General Science, by AGS Publishing, (Grades 6 and 7, 2004)
	高等学校	M	Biology (Prentice Hall, 2005)
		N	Biology (Prentice Hall, 1998)
		O	Chemistry (Prentice Hall, 2005)
		P	Earth Science (Prentice Hall, 2006)

表 3 日本教科書理科総合 A 選択データ

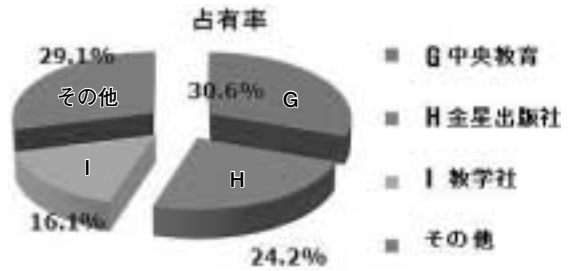


図 1 韓国高校理科教科書占有率

表 4 日本教科書理科総合 B 選択データ



図 2 アメリカの中等学校理科教科書

B」という教科書を分析した。この「理科総合 A」と「理科総合 B」の選択率は、表 3 及び 4 のとおりであり、日本の高等学校で最も多く使われる科学教科書である。

韓国中学校の 2 種類の科学教科書は、2007 年改正教育課程によって開発された教科書であり、全 17 種類の中学校科学教科書の中で選択率が 1 位と 2 位に該当するものである。この 2 種類の教科書の占有率を合計すると 30% に達する。韓国高等学校の 3 種類の科学教科書は、全 12 種類の高等学校科学教科書の中で選択率が上位 1 ないし 3 位に該当するもので、この 3 種類の教科書の占有率は 70.9% に達する。したがって、この 5 種類の科学教科書は、韓国中等教育の科学教科書を代表するものとみて差し支えない。

米国の場合は、50 の州別に教育形式が異なっており、国全体で特定の教科書を選定していないため、本研究ではインディアナ州で科学教科書として相対的に多く使われている教材を研究対象に選定して分析した。

4. 研究結果及び論議

研究結果及び論議は、地球温暖化教育教材分析枠組みの項目別に分けて議論した。

4-1 地球温暖化の原因

日韓米 3 か国の中等教育科学教科書に現れた地球温暖化の原因を見ると、日本の場合、地球温暖化の原因は、自然現象に加えて人間活動による悪影響もあるとされている。高等学校 C 教科書の場合、二酸化炭素などの温室効果気体による温室効果を説明してはいるが、このような温室効果気体を大気中に排出し、増加させている直接的な原因が何なのかについては言及していなかった。しかし、温室効果気体排出の原因を説明している他の 2 つの教科書の場合には、石炭燃料基盤の発電施設や工業発達に伴う温室効果気体の増加などを提示することによって地球温暖化が人間の活動によるものであることを提示していた。

韓国の場合は、中学校 2 種類、高等学校 3 種類の教科書全てで地球温暖化の原因についての科学的な説明では温室効果気体について言及しており、温室効果気体が発生して大気中の濃度が高まることとなった直接的な原因として人間の活動を提示している。特に、人間の活動の中でも産業革命以後の化石燃料使用の急増を地球温暖化の大きな原因として提示している。

最後に、米国の中等教育科学教科書全 7 種類中で温

室効果による地球温暖化を扱っている教科書は2種類あった。しかし、この2教科書は、日本のC教科書と同様に温室効果気体による温室効果を説明してはいるものの、このような温室効果気体を大気中に排出した原因については言及していなかった。注目に値する教科書は米国の中学校K教科書だが、この教科書は、長期間の地球の歴史の中で地球の気候が変化して氷河期と間氷期が周期的に到来することを説明しながらも、人間の活動によって地球温暖化が加速される可能性があることを説明している。米国の他の教科書はこのような説明をしていないため、米国の全ての教科書が望ましいというわけにはいかないが、この教科書は地球温暖化の原因を最もバランスの取れた見解によって扱っているといえる。米国中学校教科書の場合は、主に気候の変化や多様性についての言及が多く、そのメカニズムについて説明されている。高校教科書の場合、2005年の生物教科書Mは、1998年の生物教科書Nより地球温暖化の原因について明確に記述していなかった。化学教科書には地球温暖化の知識内容はなく、温室効果についても人間の活動によるとする確実な言及はなかった。

以上の結果を通じて日韓米3か国の中等教育科学教科書に提示されている地球温暖化の原因を比較してみると、韓国の場合、温室効果気体による地球温暖化現象を科学的に提示すると同時に温室効果気体排出の最も大きい原因が人間の活動であることを提示していた。このような説明は、地球温暖化の原因のひとつとして議論されている地球の周期的な気候変動という原因が排除された説明方式といえる。日本の場合には、温室効果気体による地球温暖化現象を提示していたが、一部教科書の場合には温室効果気体排出の原因が何であるかまでは言及していなかった。米国の場合には、相対的に地球温暖化の原因と関連した内容を扱っている教科書が少なく、また、扱っていても価値判断が排除され気候変化それ自体を扱う傾向があった。もちろん既に論じたとおり、中学校用のある教科書では、地球温暖化の人為的、自然的原因を全て扱う望ましい形態も存在していた。

このように各国の中等教育科学教科書で地球温暖化の原因を提示する方式が異なって現れる理由のひとつは、各国の教育課程にあると考えられる。韓国の場合、高等学校科学教育課程に「環境」領域が独立して構成され、その領域において地球環境問題として地球温暖化を扱うこととされており、地球温暖化の原因についても詳細に扱っている。それに対して、米国の場合に

は独立した教育課程が定まっていなかったために地球温暖化およびその原因について具体的に扱っていないと解釈することができる。

また、韓国の中学校科学の場合には、教育課程では明確に地球温暖化の原因を扱うようにはなっていないにもかかわらず、他の領域で地球温暖化と関連した内容を扱い、その原因が人間の活動によるものであることを提示していた。韓国が他の国に比べて地球温暖化の原因の説明においては積極的であることを知ることができる。

しかし、地球温暖化の原因について人為的な面を中心に説明している日本と韓国の科学教科書全てが地球温暖化の原因として自然的な現象であるという側面について言及していなかった。これは地球温暖化について客観的に接近するか、あるいは自然的な原因と人為的な原因の両面を扱う米国の教科書に比べると、地球温暖化の原因について一面的になるという問題点を持っているといえる。教科書であるからこそ、論争と

表5 3か国中等教育理科教科書に現れた地球温暖化の原因

国家	学校級	教科書	地球温暖化の原因
日本	中学校	A	石炭燃料基盤の発電施設で二酸化炭素が発生
		B	科学技術の進歩による温室効果気体排出量増加
	高等学校	C	二酸化炭素, メタン, フロンガス, 水蒸気等の温室効果気体による温室効果
		D	工業の発達による温室効果気体排出量が増加, これによる温室効果
韓国	中学校	E	一温室効果気体による温室効果 一人間の活動が温室効果を加速化させることで説明。 しかし, すでに存在する温室効果気体の出処は不明確。
		F	一温室効果気体による温室効果 一人間の化石燃料使用を例にあげて人間が直接的な原因であることを示す。
	高等学校	G	一温室効果気体による温室効果 一活発な産業活動, 化石燃料消費増加 (原因は人間活動)
		H	一温室効果気体による温室効果 一人間活動とメタンの濃度変化, 温室効果気体排出元 (人間の活動を浮彫りに)
		I	一温室効果気体による温室効果 一産業革命で化石燃料使用増加 (原因は人間活動)
米国	中学校	J	温室効果, 地球温暖化の重要性
		K	気候のパターンと多様性
		L	気候と気象
	高等学校	M	気候と温室効果の定義, 生物圏の熱循環
		N	温室効果のメカニズム
		O	なし
P	気候の変化のメカニズム		

なる内容については多様な論争の主体になる立場を十分に説明して理解できるように内容を提示するか、さもなければ論議になる内容を提示することが妥当であろうが、日本と韓国の教科書はそのような姿勢が不足しているといえる。

各国の中等教育科学教科書に提示された地球温暖化の原因を整理すると [表 5] のとおりである。

4-2 地球温暖化の内容 (範囲)

日韓米 3 国の中等教育科学教科書に提示された地球温暖化の内容を全般的に分析すると、それぞれ次のようになっていた。韓国の高等学校教科書の場合、温室効果気体の種類、温室効果が発生する過程、温室効果の影響、解決策などを体系的に扱っている反面、中学校教科書では温室効果の原因の温室効果気体とそれによる被害などを簡単に扱っていた。同じ国の科学教科書であるにもかかわらず、地球温暖化について扱う範囲にこのような違いが生じる最も大きい理由は、先に述べたとおり、高等学校の場合には教育課程において地球温暖化を扱うように明示されているのに対して、中学校はそうではないためである。このような現象は、国家主導で教育課程を運営している教育方式の限界だと言える。韓国のように国家主導の教育課程を運営する場合、教育課程に含まれる内容は学生全体に教育されるという長所を持つが、教育課程に提示されない内容については、その内容がいくら価値があり教育的であっても学校において教育され難いという限界を持つ。

日本の場合には、中学校教科書と高等学校 C 教科書が地球温暖化と関連した内容全般を扱っており、高等学校 D 教科書は簡単な活動だけを提示している。米国教科書の場合には、一つの教科書で読み物として地球温暖化についての内容を扱っていたが、米国は国家規模の教育課程が存在する国家ではないにもかかわらず、日本及び韓国と比べて地球温暖化に関連した内容が極めて少なかった。その理由は、地球温暖化と関連した科学的な事実はまだ論議の余地があり、その影響と解決策などは科学教科書で扱うほどの性格でないという判断のためとみられる。科学教科書で扱わなければならない内容は、長期間かけて検証され事実であると明らかになった内容に限定する傾向が強いのである。

各国の中等教育科学教科書に提示された地球温暖化の内容と範囲を整理すると [表 6] のとおりである。

表 6 3 か国中等教育理科教科書に現れた地球温暖化の内容 (範囲)

国家	学校級	教科書	地球温暖化の内容 (範囲)
日本	中学校	A	<ul style="list-style-type: none"> - 温室効果気体, 平均気温変化, 温室効果のメカニズム, 国際条約 - フロンガスについての言及
		B	<ul style="list-style-type: none"> - 二酸化炭素と地球温暖化の関係 - 石油, 石炭, 化石燃料, フロンガス - 科学技術の進歩と環境問題
	高等学校	C	<ul style="list-style-type: none"> - 二酸化炭素, メタン, フロン, 水蒸気等の温室効果気体 - 温室効果のメカニズム - 二酸化炭素の大気中濃度についての意味の説明 - 二酸化炭素濃度増加の原因についての分析 (大量の化石燃料使用と緑地の減少) - 平均気温変化 - 世界的規模の排出規制の存在
		D	<ul style="list-style-type: none"> - 地球温暖化についてのレポート作成 - 環境省, 気象庁等のホームページから現在の情報を取得する方法を提示
韓国	中学校	E	<ul style="list-style-type: none"> - 温室効果気体, 温室効果による被害 - 温室効果が加速化される原因, 解決策
		F	<ul style="list-style-type: none"> - 温室効果気体, 温室効果による結果および被害, 解決策
	高等学校	G	<ul style="list-style-type: none"> - 温室効果気体の種類, 大気中濃度, 温室効果のメカニズム - 地球の気温変化と海面の変化 - 国際的対応である気候変動枠組条約 - 気候変動により発生した結果 (海面上昇等)
		H	<ul style="list-style-type: none"> - 温室効果気体の種類, 温室効果気体別の寄与度, 温室効果のメカニズム - 地球の気温変化と海面の変化 - 国際的対応である気候変動枠組条約 - 気候変動により発生した多様な影響 (海面上昇等) と対策
		I	<ul style="list-style-type: none"> - 温室効果気体の種類, 温室効果のメカニズム - 地球の平均気温の変化と海面上昇
米国	中学校	J	<ul style="list-style-type: none"> - 地球温暖化についての簡単な説明 - 地球温暖化現象を真昼の自動車内温度上昇と比較して説明
		K	<ul style="list-style-type: none"> - 人間の活動と気候変化 - 気候変化の影響, 気候変化予測
		L	なし
	高等学校	M	<ul style="list-style-type: none"> - 温室効果のメカニズム, 温室効果気体
		N	<ul style="list-style-type: none"> - 炭素循環と温室効果との関係
		O	なし
P	<ul style="list-style-type: none"> - 温室効果のメカニズム, 温室効果と地球温暖化の差 		

4-3 地球温暖化の結果及び影響

科学教科で地球温暖化に関連する内容を扱う時、地球温暖化現象が起きる原因とその過程までだけを扱う場合が多いが、その理由は、地球温暖化現象について現在まで科学的に検証され、多くの専門家たちが合意した事実は、温室効果気体による温室効果が発生するという事実だけであるためである。換言すれば、地球

温暖化が人間活動によって発生したかどうかや、地球温暖化の結果、地球や人類にいかなる被害が発生するのかなどについては暫定的に予測した結果であって、科学的に検証されたと言うことは難しいということである。このために日韓米3か国の科学教科書において地球温暖化の結果と影響については、他の領域に比べて相対的に少なく扱っていることが分かる。

しかし、それにもかかわらず、韓国の場合には、地球温暖化の結果、気象異変や海面上昇、生態系変化が発生していることについて詳しく言及していた。これは、日本とアメリカにおいて地球温暖化によって発生する結果を具体的に扱っていないことと比較される部分である。いくら暫定的に気候変化による結果が気象異変や海面上昇のような結果を招くことが受け入れられるにしても、徹底して科学的検証がなされなかった内容に科学教科書で言及するということは望ましくないと判断される。教科書において未だ検証されていない結果について言及することは、生徒に混乱を与える可能性があるため、地球温暖化の結果と影響を科学教科書で扱うのは、日本の教科書で試みているように生徒がその結果と予想されることなどを直接探ることができるような開かれた活動の程度が適合するものと考えられる。

各国の中等教育科学教科書に提示された地球温暖化の結果及び影響を整理すると〔表7〕のとおりである。

表7 3か国中等教育理科教科書に現れた地球温暖化の結果及び影響

国家	学校級	教科書	地球温暖化の結果及び影響
日本	中学校	A	なし
		B	ーオゾン層の厚さ
	高等学校	C	なし
		D	ーレポート
韓国	中学校	E	ー気象異変（日照り、洪水）、海面上昇
		F	ー海面上昇、砂漠化、大雪、洪水などの気象異変
	高等学校	G	ー海面上昇（国土の蚕食）
		H	ー気候変動（降水量等） ー海面上昇による影響 ー気候と生態系変化
		I	ー海面上昇
米国	中学校	J	ー二酸化炭素が地球温暖化に与える影響
		K	ー人間の活動による地球温暖化
		L	なし
	高等学校	M	なし
		N	ーメタンとフロンガスの増加
		O	なし
P	ー地球温暖化における人間の活動		

4-4 地球温暖化の解決方策

地球温暖化の解決方策については、中等教育科学教科書に地球温暖化の解決方策が提示されているか、されているとすれば、その解決方策が個人的な次元でのものか、国家水準でのものかを区分して分析した。温室効果気体によって地球温暖化が発生することは既に科学的に明らかとなった事実とみることができから、地球温暖化を解決するための方策は温室効果気体を減少させることであるのは当然といえる。

日本の教科書の場合には地球温暖化の解決方策を提示してはいるが、地球規模での温室効果気体の排出規制と国際条約のみを提示しており、その内容も既に実施している事実を中心に提示していた。これは科学的な事実を伝達するという面を充実したものとみられる。一方、このような点においては韓国の科学教科書には個人的、国家的、地球的に今後何をなさねばならないかという宣伝的な内容が多く含まれていることが分かる。韓国の科学教科書の場合には、地球温暖化を解決する方策として森林の保全、化石燃料使用の減少、国家の政策的努力、国際条約、代替エネルギー開発、生活の中における実践など多様な内容を提示している。これらの方策は、個人的な実践から国家および地球規模の実践まで含んでいる。また、他の領域と同様に、米国の科学教科書には地球温暖化解決方策に関

表8 3か国中等教育理科教科書に現れた地球温暖化の解決方策

国家	学校級	教科書	地球温暖化の解決方策
日本	中学校	A	ー温室効果気体による温室効果のメカニズムの説明
		B	ーリサイクルと新素材開発
	高等学校	C	ー国際条約による世界的規模の温室効果気体排出規制
		D	ーレポート
韓国	中学校	E	ー熱帯雨林の保存
		F	ー化石燃料使用を減らす実践、国家の政策的な努力（低炭素緑色成長）
	高等学校	G	ー国際条約（気候変動枠組条約） ー実生活の中での実践 ー森林造成、代替エネルギー開発
		H	ー国際条約を通じた規制 ーエネルギー使用軽減、代替エネルギー開発等
		I	ー活動を通じた解決方策を求める活動
米国	中学校	J	なし
		K	なし
		L	なし
	高等学校	M	なし
		N	なし
		O	なし
P	なし		

連した内容が含まれていなかった。

各国の中等教育科学教科書に提示された地球温暖化の解決策を整理すると [表 8] のとおりである。

4-5 地球温暖化関連活動

地球温暖化と関連した活動を分析した意図は、地球温暖化と関連した内容でも、単純に写真などを提示することを越えて、関連内容を内面化できる深みある活動が提示されているならば教育効果が高くなり得ると考えたためである。したがって、よく構成された教科書とは、地球温暖化と関連した内容を学習者らの活動により学習することができるように構成されたものであると予想した。

日韓米3か国の教科書の地球温暖化関連活動を分析した結果、韓国と米国は関連活動が豊富な反面、日本は関連活動がほとんど提示されていなかった。日本では、高等学校教科書でレポートを作成する簡単な活動が提示されていただけであった。

韓国の教科書の場合には、教育課程上で地球温暖化を扱うように明記されていなかった中学校教科書では学習者のための活動が提示されていなかった。しかし、教育課程上で地球温暖化を教育することとなっている高等学校科学教科書の場合には資料解釈、温暖化を素材にしたゲーム討議、データをもとに予測するなど多様な活動が提示されていた。特に、高等学校 H 教科書の場合には、データを解釈してみる資料解釈と解釈した資料を土台に討議した後未来を予測してみる一連の過程を提示しており、地球温暖化教育の全般的な内容を活動中心に扱っていた。このような資料解釈と分析、討議、未来予測は、科学教科書で扱うに値する活動と判断される。ただし、他の高等学校 G 及び I 教科書の場合には、地球温暖化を解決できる方策を探してみる活動や、海面上昇の原因を防ぐための方法を考えるなどの活動のように、科学教科書に多少適していない活動が提示されていた。

米国の場合、既に論じたとおり地球温暖化と関連した内容でも、原因と結果などに対しては相対的にその説明が少なかった。しかし、活動の部分においては、日本及び韓国の場合よりその質がさらに高いことが分かった。米国の中学校、高等学校科学教科書では、学生たちが自ら資料を探し、議論し、行動する活動を通じて地球温暖化とその現象が持っている多様な争点を自ら探し出せるように構成されていた。米国のこのような方式は、韓国にとっても、学習者中心の教育をより確かなものにする接近方法として、参考になる。

表 9 3か国中等教育理科教科書に現れた地球温暖化関連活動

国家	学校級	教科書	地球温暖化関連活動
日本	中学校	A	なし
		B	一話し合おう：科学技術の進歩と環境問題 - インターネットを活用しよう
	高等学校	C	レポート
		D	レポート
韓国	中学校	E	考えてみる活動
		F	なし
	高等学校	G	- 資料解析：地球の気温変化と海水面変化の解析 - 自由活動：地球温暖化の原因と解決策を探る自由活動
		H	- 資料解析：温室効果のメカニズムの解析 資料解析：地球の温室効果に影響を与える大気成分（二酸化炭素の変化と平均気温の変化、メタン濃度の変化） - 討議：挿画を見て温室効果気体が排出される原因地域を把握する活動 - 予想：気温上昇に伴う海水面変化と生態系変化を予想する活動 - 資料解析：二酸化炭素を減少する対策を資料を通じて解析する活動 - 討議：気候変動防止条約を見て多様な観点から討議する活動
		I	- 考えてみる：海面上昇の原因とそれを食い止めるための方法を考える - 資料解析：二酸化炭素濃度の変化と地球平均気温の変化の資料解析 - 資料解析：地球の気温変化に伴う海面上昇の資料解析
		J	- 説明して見る：地球温暖化が世界農業に与える影響 - 討論活動：森林減少と化石燃料使用が地球温暖化に与える影響について家族と討論してみる - 考えてみる：地球の気候変化
米国	中学校	K	- 討論：人間の活動によって地球温暖化が進んだ可能性
		L	- 考えてみる：NASA の科学者が取った北極気候の変化
		M	- 調査活動：人間と動物の遺産か炭素循環メカニズム
	高等学校	N	- 近い所で長く住んでいた親や親戚に過去と現在の気候の変化についてインタビュー
		O	なし
		P	- 書いてみる：化石燃料と自然資源の減少の方策

各国の中等教育科学教科書に提示された地球温暖化と関連した活動を整理すると [表 9] のとおりである。

4-6 地球温暖化に関連する図表等

各国の中等教育科学教科書で地球温暖化と関連した絵および図表を分析した結果、米国の教科書の場合、関連の絵や図表がほとんど提示されていなかった。韓国と日本の教科書には地球温暖化と関連した図表が提示されていたが、その性質は異なっていた。

韓国教科書の場合には、地球温暖化を科学的に説明するための絵と図表に加えて、地球温暖化の結果及び被害の資料として進行する砂漠化、日照被害、融解する氷河の写真などが積極的に活用されていた。一方、日本の教科書では地球温暖化を科学的に説明するための絵と図表だけを提示していた。日本の教科書には、地球温暖化の被害を伝える写真や絵は掲載されていなかった。

韓国の科学教科書は、地球温暖化と関連した科学的な事実を伝達することを越えて、学習者にそれによる被害を認識し解決を促す心を持てるように意図したも

表10 3か国中等教育理科教科書に現れた地球温暖化の関連図表等

国家	学校級	教科書	地球温暖化の関連図表等
日本	中学校	A	－温室効果気体による温室効果のメカニズムの説明
		B	－南極オゾン層の厚さ －リサイクルの製品 －フロン分解と発電所の写真
	高等学校	C	－温室効果メカニズムについての図 －年度別（1960～1997）化石燃料使用量と二酸化炭素濃度量の変化グラフ
		D	－火力発電所の写真 －石油化学工場の写真 －二酸化炭素排出量の年度別変化グラフ －大気中の二酸化炭素濃度の年度別変化グラフ －地球平均気温の年度別変化グラフ
韓国	中学校	E	－画：熱帯雨林破壊により砂漠化し、地球温暖化が進行している姿を表した挿画
		F	－地球温暖化を理解することができる話の挿画を提示
	高等学校	G	－写真：温室効果のメカニズムを示す写真、1956年、かちかちに凍った漢江の姿、融けつつある南極の氷河、砂漠化するサハラ地域、水没の危機にあるモルディブ －図表：年度別二酸化炭素と地球平均気温変化、年度別海面の変化
		H	－写真：温室効果過程、温室効果気体を排出する排出源の写真、氷河が融けてできた湖の写真、干ばつ被害を受ける地域の写真
		I	－写真：水に浸る珊瑚礁、温室効果メカニズムを示す写真、温室効果を引き起こす気体 －図表：年度別の海面上昇、年度別の気温と二酸化炭素濃度、年度別の平均気温と平均海面の高さ
米国	中学校	J	なし
		K	なし
		L	なし
	高等学校	M	図：地球の表面（温室効果気体）
		N	写真：煙突から出ている温室効果気体、森林破壊 図：温室効果を農業用温室で説明
		O	なし
P	表図：温室効果気体の増加グラフ、二酸化炭素量の増加グラフ		

のと判断される。一方、日本の科学教科書では、関連の絵と図表を使うという点でも徹底して科学的な事実を効果的に伝達することにだけ焦点を合わせたとみられる。

各国の中等教育科学教科書に提示された地球温暖化と関連した絵と図表を整理すると〔表10〕のとおりである。

5. おわりに

5-1 まとめ

これまで日本、韓国、米国中等教育科学教科書に掲載されている地球温暖化関連内容を整理した。以上の内容を総合してみれば、米国の場合、地球温暖化と関連した内容を教科書で扱うのは極めて一部分であることが分かった。特に、米国の2005年度高校教科書Mは、1998年度高校教科書Nに比べ、地球温暖化教育の具体的な内容がなくなった。過去に比べ、地球温暖化についての憂慮と悩みが消えてしまった。

しかし、客観的な事実を扱い、多様な観点を全て扱おうとしていた。また学習者の活動を中心として該当内容を伝達しようとする点で、教育的意味が大きいと言える。米国が地球温暖化教育に対してこのような特徴を見せる理由としては、地球温暖化と関連した内容が未だ科学的に確立されたとはいえないことが挙げられる。そのため、仮説的な内容自体を教科書で直接的に扱わず、可能な限り学習者に直接内容を調査させ、争点を探求させる形式で接近したものと判断することができる。これに対して、日本の場合には地球温暖化

表11 3か国中等教育理科教科書に現れた地球温暖化教育の総合比較

	日 本	韓 国	米 国	
地球温暖化教材内容分析	原因	温室効果 (人為的)	温室効果気体による温室効果 (原因は人間の活動)	温室効果 (人為的? 自然的?)
	扱う内容 (範囲)	温室効果気体の種類、温室効果のメカニズム	温室効果気体の種類、温室効果のメカニズム	温室効果気体の種類、温室効果のメカニズム
	結果 (影響)	なし、レポート	海面上昇	なし
	解決 方策	国際条約による世界的規模の温室効果気体排出規制	国際条約を通じた規制	言及なし
	学習 活動	なし、レポート	資料解析、自由活動、討議、予想、考えてみる等	なし、インタビュー

と関連した内容を科学教科書で扱っている。韓国の場合には三か国の中で最も多い分量で地球温暖化を扱っているが、原因について論争のある中で、一方の観点だけを浮び上がらせる傾向があるということが分かる。

韓国の科学教科書のように地球温暖化と関連した内容を詳しく扱うことが、必ずしも望ましいことだと判断することができない理由は、先述の通り、地球温暖化の原因、過程、結果、影響などにまだ不確かな部分が存在するためである。このような内容を韓国では教育課程によって扱うよう定め、これにしたがって高等学校の場合には一つの単元として組み込むこととなった。このように未だ確実とはいえない科学的な事実と、学生の行動や予測、被害調査などの活動を含んだ内容が科学教科書に挿入されたことは、外面では地球温暖化教育を活発にするものと考えられるから好ましいと判断することもできるが、伝統的な科学教科の内容と表現方式からすると、関連行動など異質な内容が入ってきていることによって学習者や教師に反感を持たれる余地も相当部分存在する。

したがって、科学教科で地球温暖化に関連した内容を扱うとすれば、米国の場合のように科学という教科の特性に合致するように科学的に十分検証された内容を科学教科で主に使う教育方法により取り扱い、そうでない部分は学生の開かれた活動で補完する方式が望ましいと判断される。科学教科では、環境教科や道徳教科とは厳格に異なる接近方法が求められるためである。

5-2 今後の課題

他国の教育制度や教育内容を比較分析する研究で注意しなければならないことは、そうした比較分析は必ず当該国の社会的、文化的な特性を反映して樹立されなければならないということである。教育政策を含む全ての政策は、社会的、文化的な特性を反映して樹立されているものであり、また、同じ政策であるといっても、各国の特性に合致してこそ成功するものであるから、米国で成功した政策が、必ずしも日本や韓国においても適合する政策だと考えることはできない。すなわち、教科書教育内容の国際比較研究は、単に教育内容だけの比較ではなく、社会的、文化的差異の理解、学校教育体系の理解、教育内容と関連した多様なシステムや文書などに対する分析を伴わなければならないであろう。しかし、本研究は、限られた条件の中で実施したものであり、そのような幅広い分析を充分

に行うことができず、理科教科書の内容にのみ焦点を合わせて比較分析をしたという制限を有している。

また、本研究は、日韓米3か国の理科教科書のみでの分析結果であり、理科以外の様々な科目における地球温暖化教育の分析も今後の課題となろう。

さらに、科学的根拠や充実した理論を基にした理科教育における環境教育の役割が期待される。

(指導教員 金森 修教授)

注と引用文献

- 1) 加藤秀俊(編)(1991)『日本の環境教育』河合出版。
 - 2) 金森修・綿貫礼子(2006)「“エコロジーの文化政治学”から「平和」を紡ぐ」季刊『軍縮地球市民』2006年秋 No.6。
 - 3) 増田善信「地球温暖化を理解するための異常気象学入門」B&Tブックス 日刊工業新聞社, 2010年1月
 - 4) 馬場賢治「高校生の地球温暖化に関する意識について」(気候システムⅡ)大会講演予講集 92, 73
 - 5) カン・クムヒ(訳)(2009)「人類が直面した最大の課題 地球温暖化」(株)ニュートンコリア
 - 6) キム・チャングク, チェ・ドンヒョン(2010)韓国気候変化教育の方向に対する考察 環境教育, 23(1), 1-12
 - 7) ワールドウォッチ研究所(2009)「気候の逆襲」迎新社
 - 8) ジョン・チョル(2009)中等環境教科書「地球温暖化」単元に使われた見解イメージ分析. 環境教育, 22(3), 112-124
 - 9) Fred, S., & Dennis, T. A. (2008). Unstoppable Global Warming. Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
 - 10) IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Technical summary. Cambridge: Cambridge University Press.
 - 11) Niepold, F., Herring, D., & McConville, D. (2007). The Case for Climate Literacy in the 21st Century. Fifth International Symposium on Digital Earth June 5th.
 - 12) Pickering, S. (2006). Two Conferences in the Midlands. Environmental Education Spring 2006.
- Roy, W. S. (2008). Climate Confusion. Representatives, LLC, USA.