

フィリピンの科学リテラシー育成カリキュラムの実態： 振り子の実践から見た生徒の問題解決能力の現状

Current Situation of Philippines' Education on Science Literacy:
Status of Students' Problem Solving Skills through Experiment of Pendulum

田村 和之, 川真田早苗, 北野 香
町田 篤志, 石坂 広樹, 香西 武

Kazuyuki TAMURA, Sanae KAWAMATA, Kaori KITANO
Atsushi MACHIDA, Hiroki ISHIZAKA and Takeshi KOZAI

鳴門教育大学学校教育研究紀要

第29号

Bulletin of Center for Collaboration in Community
Naruto University of Education
No.29, Feb., 2015

フィリピンの科学リテラシー育成カリキュラムの実態： 振り子の実践から見た生徒の問題解決能力の現状

Current Situation of Philippines' Education on Science Literacy: Status of Students' Problem Solving Skills through Experiment of Pendulum

田村 和之*, 川真田早苗**, 北野 香***,
町田 篤志***, 石坂 広樹***, 香西 武**

*〒772-8502 鳴門市鳴門町高島字中島748番地 鳴門教育大学 大学院 現代教育課題総合コース

**〒772-8502 鳴門市鳴門町高島字中島748番地 鳴門教育大学 大学院 自然系コース(理科)

***〒772-8502 鳴門市鳴門町高島字中島748番地 鳴門教育大学 大学院 国際教育コース

Kazuyuki TAMURA*, Sanae KAWAMATA**, Kaori KITANO***,

Atsushi MACHIDA***, Hiroki ISHIZAKA*** and Takeshi KOZAI**

*Basic Human Science for Integrated Studies, Naruto University of Education

748 Nakajima, Takashima, Naruto-cho, Naruto-shi, 772-8502, Japan

**Natural Science Education, Naruto University of Education

748 Nakajima, Takashima, Naruto-cho, Naruto-shi, 772-8502, Japan

***International Education, Naruto University of Education

748 Nakajima, Takashima, Naruto-cho, Naruto-shi, 772-8502, Japan

抄録：本稿では、フィリピンの理科教育、特に中学1年生の問題解決能力の育成に焦点を当てた理科授業の改善を図るために、Science分野のK to 12 Curriculum Guide (Grade 3 to Grade 10)と日本の学習指導要領を比較し、実際に両国で振り子の授業を行い、授業で見られた児童・生徒の姿をもとに問題解決能力と科学的リテラシーについて分析した。その結果、フィリピンと日本の学習内容や育成すべき問題解決能力には大きな差はないが、日本は観察・実験を通じた探究的な学習を進めている一方、フィリピンでは知識獲得に重点が置かれた教師の説明中心であるという、児童・生徒の学習方法に差があることがわかった。この実践から、限定的ではあるが、学習方法の差が、児童・生徒の問題解決能力の育成と科学的リテラシーに大きな影響を与えていることが分かった。

キーワード：フィリピン, 理科教育, 問題解決の能力, 振り子, 条件制御

Abstract : We present the result of comparison of science education between Philippines and Japan. We first compared the curriculum guideline for K-12 (up to grade 9 in Japanese case), and then analyzed an experiment about characteristics of pendulum conducted at 7th grade in Philippines and 4th grade in Japan. The records of these two classes are analyzed focusing on how students thought and reacted at different steps in the experiment. We found that both countries aims students to master similar level of scientific knowledge and scientific literacy. However, due to the lack of funds and resources (e.g., number of teachers and experimental equipment), teachers in Philippines tend to use more of lecture style classes than student oriented hands-on experiments, which Japanese teachers consider an important factor for students' learning. Comparing students' reaction during the experiment in two countries, we conclude that this difference in teaching method affects the outcome of scientific literacy and problem solving skills in both countries.

Keywords : the Republic of Philippines, Science Education, Problem Solving Skills, Pendulum, Condition Control

I. はじめに

日本や多くの先進国ではすべての生徒を対象として科学的リテラシーの育成を目指した科学カリキュラムの改革を進めつつある(大隅, 1994; 横山ら, 2008; 橋本ら, 2011)。この影響を受け、フィリピンでは、Minimum Learning Competencies を策定し、すべての生徒が、科学的リテラシーを育成することを目的として理科教育を進めてきた(大隅, 1994)。しかし、フィリピンの生徒は2003年のTIMSSでの理科の成績は、46参加国中42位と低迷していた(International Association for the Evaluation of Education Achievement, 2005)。そこで、フィリピンでは、この現状を改善し先進国に追いつくためにK to 12 Curriculum Guide (幼稚園～高等学校までの学習指導要領)の中で、特に3年生から10年生の理科教育(Science)のカリキュラム(以降、SCGと記す)を、2012年1月に改訂し、科学的リテラシーの育成を目指した理科教育の充実を図っている(Department of Education, Republic of the Philippines, 2012)。

II. 研究の目的

SCGとは、2012年に改訂されたフィリピンの初等教育(6年)・中等教育(4年)の理科教育カリキュラム(計10年)である。本カリキュラムには、目標、授業観、学習内容と授業のための科学的手法が示されている。

理科教育の目標は、児童・生徒が自分自身の可能性を最大限に高め、他者の幸福な生活を支援するために、科学およびテクノロジーに関する知識とスキルを高めるとともに、フィリピン固有の文化的な技術を習得し、すべての児童・生徒が科学的リテラシーを身に付けることと示されている。

また、目標を実現するための授業観として、フィリピンでは5つの基礎と4つの応用的な要素を示している。それらは、(1)学習者中心の授業であること、(2)社会的に認められた学習モデルを取り入れること、(3)学習理論に基づくこと、(4)ゲシュタルト心理学に基づくこと、(5)構成主義の考え方を基盤とすること、そしてこれらの5つをもとにして、(6)多様な学際的研究からアプローチをすること、(7)科学技術と社会に関するアプローチをすること、(8)問題解決学習を行うこと、そして、(9)子どもから考えを引き出すことである。

これは一見、日本の理科教育の中心的目標—自然の事物・現象への興味関心を深めることや問題解決の過程において観察や実験を行い科学的な見方や考え方を育成すること—と比較すると、おおむね共通しているように思われる。ただし詳しく分析してみると観察や実験を重要視する日本よりも、フィリピンでは理論や知識の構築を

重要視しているようである。つまり、学習内容と科学的手法には、それぞれの発達段階に応じた科学およびテクノロジーに関する知識と育成すべき科学的手法(問題解決の能力)について示されているが、「説明する」「調べる」などの表記が多く「観察する」「実験する」の表記は少ないのである。

その結果、フィリピンではSCGの精神や手法を授業でいかに具現化し、生徒の科学的リテラシーを育成するかが、理科教育に携わる教員に要求されている大きな課題であるということができらるだろう。

そこで本稿では、問題解決の能力の育成に焦点を当てた「振り子の授業実践」で見られた日本の児童とフィリピンの生徒の反応をもとに、現時点でフィリピンの生徒にどのような問題解決の能力が身につけているのかを把握し、授業改善の方略を考察することを目的とする。

III. 研究の方法

1. SCGで育成する問題解決の能力

SCGには、具体的な学習内容の他に、Key Stage Standard(以降、KSSと記す)として、各学年で育成すべき問題解決のスキル(能力)について示している(表1)。

日本の学習指導要領(文部科学省, 2008ab)で提示されている育成すべき能力(表1右側)と比較すると、日本は各学年で主に育成すべき能力を1つ定めているのに対し、フィリピンでは育成すべき能力が多岐にわたっており、発達段階に対して高度な能力が多く記されていることが分かる。この違いが児童・生徒の能力育成にどのように影響があるのかを実際にフィリピンで授業を行う事で調査・分析することとした。

2. 授業実践

1) 調査対象

2014年2月26日に、フィリピン・カマリネス・スル州にあるA中学校(フィリピンの平均以上の学力を保有する生徒が在籍する中学校)の1年生(7th grade)26名に対して、振り子の実験を教材として条件制御の重要性を学ぶという科学的思考力の育成を目的とした授業を行った。

そして、フィリピンから帰国後の2014年3月19日に、徳島県のB小学校(ほぼ平均的な学力の公立小学校)の4年生18名に対して、フィリピンで行った授業と同様の授業を行った。

2) 振り子の授業

調査対象となったクラスでは振り子を使った実験授業を行った。振り子には3つの構成要素—(1)おもりの重さ、(2)腕の長さ、そして(3)振れ幅—があるが、

表1 フィリピンと日本の理科で育成する問題解決能力

フィリピン		日本	
学年	習得する能力	学年	習得する能力
K-3	<ul style="list-style-type: none"> ・観察する ・コミュニケーションする ・比較する ・分類する ・測定する ・推論する ・予測する 	幼稚園	理科は学習しない
		小1	小学1年は生活科
		小2	小学2年は生活科
		小3	・比較する
4-6	<ul style="list-style-type: none"> ・組織化する ・証拠を集めるための適切な手法・材料・器具を使用する ・種類の観察 ・関係づけを決定する ・環境に生じた変化や観察した意味付けについて様々な視点からの考えを交流する 	小4	・変化の要因を抽出し、関係づける
		小5	・条件制御する
		小6	・推論する
7-10	<ul style="list-style-type: none"> ・革新する ・創造する ・関係づける ・熟考する 	中1-3	<ul style="list-style-type: none"> ・分析する ・解析する
11-12	<ul style="list-style-type: none"> ・革新する ・創造する ・関係づける ・熟考する 	高校	(本稿では扱わないので省略)

まず最初のデモンストレーションとして3要素が全て違う2つの振り子の揺れ方を、何も説明をしない状態で児童・生徒に観察してもらった。そして、次に振り子の構成要素が何かを質問し、どの要素が振り子の周期に影響を与えているのかを検証してもらった(日本で行った授業の学習内容を表2に示す)。この時、条件制御については一切の説明を行わず、児童・生徒達が自由に変更する要素を組合せ—同一実験が無いように各グループで組み合わせを変えて—実験してもらった。その後、各グループからそれぞれの結果を発表してもらい、何が振り子の周期に影響を与えているかをクラス全員で考えてもらった。

また、この授業では児童・生徒が振り子の構成要素となる振り子の(1)おもりの重さ、(2)腕(ひも)の長さ、そして(3)振れ幅(角度)の3条件のうち1つ又は2つを様々に組み合わせた、(全3要素を変えるのを除き)6つの実験による結果を比較し振り子の周期の規則性を導き出すことを通して、条件制御の重要性に気づき、

理解してもらうことも目的の一つである。そしてこの目的は、KSS(表1)の中において、フィリピンではちょうど7-10年生の「条件を制御しその変化を測定する」という問題解決の能力の育成と、また、日本ではちょうど小学4年生の「変化の要因を抽出し、関係付ける」とも合致する。

IV. 分析：フィリピンと日本の比較

1. 問題把握段階での児童・生徒の反応

フィリピンと日本において、問題把握の場面では比較する力、変化の要因を抽出し関係付ける力に着目して生徒の反応を観察した。

フィリピンの生徒達は、揺れる時間が違うことには気付いたが、おもりが一往復する時間が違うという理解であり、科学的に「周期」が違うという見方はできていなかった。ただし、フィリピンでは英語が第一言語ではなく、現地ではタガログ語と現地語が生活の主要言語として使用されている。そのため、授業において使用した英語の「period」という言葉ではなく、現地語を用いた専門用語が通常は使われていた可能性もあるが、時間の制約のため、事実関係を確かめることは不可能であった。

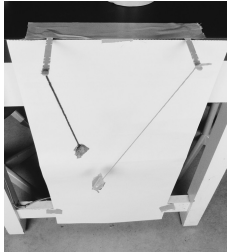
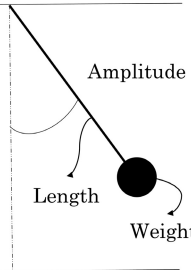
次に、変化の要因を抽出する力を観察するため、2つの振り子を観察してもらい、「2つの振り子はどの部分が違うかな。」という発問を行った。生徒はひもの「長さ(length)」が違うことはすぐに気付いたが、ほかの要素である「振れ幅(amplitude)」と「重さ(weight)」が違うということに気付くまで、時間がかかった。

まず、「重さ」についてはペットボトルに異なる量の水を入れたが、生徒達はそれが異なる重さを意味することになかなか気づけなかった。そこで、実際に1人の生徒に重さを比べさせることで異なる水量が異なる重さを意味していることを認識させることができた。つまり、フィリピンにおいては「量」の違いを「重さ」の違いとして関係付けて認識することが苦手であることが分かった。

また、「振れ幅(角度)」については、実際にデモンストレーションをしても、一度振り子から手を離すと観察や比較をすることが難しいので、生徒達はなかなかこの要素に気がつくことができなかったようである。そこで、教師が振れ角に着目させるようにデモンストレーションを数回行うことにより、ようやく「角度」を要素の1つとして認識させることができた。ちなみに、「振れ幅」については、angleやamplitudeと表現する生徒がいたので、授業では、amplitudeを使った。

一方、日本の小学4年生の児童は、2つの振り子を非常によく観察し実際に手に取ったりして、意識して振り子の周期を比較する発言が見られた。また、振り子の変更可可能な要素について、「ひもの長さ」「重さ」「振れ幅

表2 学習指導案

時間	児童の活動	教師の発問及び指示	教材																																
問題把握 5分	1) 3つの条件が異なる2つの振り子の揺れ方を見る。 ・ひもの長さ ・おもりの重さ ・振れ幅 ★時間を手たたいて計る。	長さ おもり 角度 振り子 A: 1m 200g 30° 振り子 B: 0.5m 400g 45° ★板書で両方の振り子の要素を知らせておく。 「2つの振り子はどの部分が違うかな。」	3つ(全て)の条件が異なる2つの振り子 ワークシート																																
問題: 揺れ方の時間の違いは何が関係しているのだろう。																																			
仮説、実験企画 10分	2) 調べる条件と組合せを発表する。 ・ひもの長さ ・おもりの重さ ・揺れ幅 ・長さとお重さ ・長さとお振れ幅 ・重さとお振れ幅	「何が関係していると予想しますか。」 「時間は手のたたき方ではかろう。」 「何を変えたら揺れ方の時間はかわるのかな。」 「最初の実験は3つとも条件を変えたよ。変える条件は1つだけでいいかな。」 「2つの振り子を並べた実験方法を考えた班もいるね。」	板書の表																																
実験 10分	3) 6つの班にわかれ実験をして結果を黒板に書く。	「結果が出た班から黒板に書きに来て下さい。」	実験方法例 ・おもりを変える時はペットボトルの代わりに、大きさの違う石を使用させる。																																
結果発表 10分	4) 結果を見て話し合う。 ・いつも変わるのに入っているのは長さ。 ・重さは変わらない。 ・振れ幅も変わらない。	「自分の予想と結果を比べてどうでしたか。」 「全体の結果から何が言えますか。」																																	
結論: 振り子の1往復の時間を変えるのは長さだ。																																			
考察 10分	5) 結論を見つけるために必要な実験を話し合う。 ・6つの実験は必要ない ・正確に、短時間で結論を導くため変化させる要素を限定することが重要。	「振り子が1往復するのにかかる時間が何に影響されるのか分かりましたね。でも、6つの実験を全部しないとひもの『長さ』は見つかりませんでしたか。」																																	
本時の板書																																			
<p>条件制御の良さ</p> <p>変える条件を1つにして、後の条件は同じにする実験をすれば、早く正確にきまり(法則)が見つかる。</p>		<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">What affect period of these pendulums?</p> <p>Conclusion</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>Length</p>  </div> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Group (people)</th> <th>Component to be changed</th> <th>Predictions (Yes / No)</th> <th>Result</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 (8)</td> <td>All (Amp, Weight, Length)</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>1 (10)</td> <td>Amplitude</td> <td>No</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>2 (8)</td> <td>Length</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>3 (6)</td> <td>Weight</td> <td>No</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>4 (6)</td> <td>Amp and Length</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>5 (7)</td> <td>Amp and Weight</td> <td>Yes</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>6 (5)</td> <td>Length and Weight</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">Condition control experiment!</p> </div>		Group (people)	Component to be changed	Predictions (Yes / No)	Result	0 (8)	All (Amp, Weight, Length)	Yes	Yes	1 (10)	Amplitude	No	No	2 (8)	Length	Yes	Yes	3 (6)	Weight	No	No	4 (6)	Amp and Length	Yes	Yes	5 (7)	Amp and Weight	Yes	No	6 (5)	Length and Weight	Yes	Yes
Group (people)	Component to be changed	Predictions (Yes / No)	Result																																
0 (8)	All (Amp, Weight, Length)	Yes	Yes																																
1 (10)	Amplitude	No	No																																
2 (8)	Length	Yes	Yes																																
3 (6)	Weight	No	No																																
4 (6)	Amp and Length	Yes	Yes																																
5 (7)	Amp and Weight	Yes	No																																
6 (5)	Length and Weight	Yes	Yes																																

(角度)」について、的確に見いだすことができていた。

この結果から、フィリピンの生徒は「量」を「重さ」として認識することが難しかったが、日本の児童は小学4年生とフィリピンの中学1年生よりも3学年下であるにも関わらず、「量」が異なることは「重さ」が異なると関係付けることができていたことは、フィリピンの科学的リテラシーがまだ日本のレベルに達していないことを表しているのではないかとと思われる。

2. 仮説・実験企画段階での児童・生徒の反応

仮説を立てる場面では、抽出された変更可能な要素を関係付ける力に着目した。また、実験企画の場面では、証拠を集めるための適切な手法・材料(変更可能な要素)・器具を使用する力に着目し、生徒達の反応を観察した。

まず、仮説を立てさせるために、何が振り子の周期に影響を与えているかを問い、生徒に発言させた。

フィリピンの生徒達は、周期変化の要因が1つとした仮説を立てることはできたが、2つの要因を組み合わせた仮説を立てることは苦手であった。ただし、これは条件制御を理解した上での解答ではなく—この言葉は誰からも発せられなかった—単純に振り子の3要素の中の1つしか意識しなかったからであると推測される。そこで教師が1つの振り子を見せながら、「この振り子でこの部分(例えば、ひもの長さ)を変えたら、他の部分は変えられないのだろうか。」と問いかけた。その結果、「あっ、他にもある。」と言いながら、変化の要因を2つ組み合わせた仮説を立てることができた。

次に、6つの組合せを6つのグループに分担して実験をしてもらった。各グループがそれぞれの仮説を検証するため、教師が作成していた3要素をさまざまに組合せた実験用振り子を提示し、生徒達に選択させた。仮説をどの実験器具を使って検証するかという選択の場では、生徒に混乱が見られた。例えば、重さの違いのみが変化の要因であるという仮説を立てたグループが選択したのは「重さが違う2個の石と長さが違う2本のひも」のついた振り子であった。そこで、教師が「どの仮説を確かめるのか。」と質問すると、「重さ」と返答する。なので、生徒達が何をしなければならないのかは理解できていることが確認できた。しかし、更に「実験道具の選択はそれでいいのか。」と問うと、生徒達は困惑した表情を示した。続けて「重さだけを調べるのであれば、長さはどうすべきなのか。」と問うと、グループで話し合い、「重さが違う2個の石と長さが同じ2本のひも」を選択していた。つまり、振り子の周期を変えるためにはおもりの「重さ」を変更するのは必須事項であるが、その他の要素(ひもの「長さ」や「振り幅」)については特に考えが及んでいない事が確認できる。言い換えると、フィリピンの理科教育において、中学1年生の段階ではまだ仮説を

検証するために実験方法を適切に選択する力には問題があることが結論づけられた。

フィリピンの生徒達と比較すると、日本の小学4年生の児童達は、教師の支援がなくても変化の要素を2つ組み合わせた仮説を立てることができた。仮説を立てた時点で「全部で6つの実験がある。みんなで実験の手分けをしないと大変だ。」と、実験の段取りについて発言する児童がいた。小学4年生では、算数科で組み合わせの考え方について、まだ学習していないが、3つという少ない要素であったため、組み合わせの考えがスムーズにできたと考えられる。

次に、各グループに割り当てられた仮説を検証するための実験器具を選択させる場面では、教師が用意した実験道具を自分の仮説に応じて適切に選択していた。例えば、「角度」が変化の要因と考えているグループの児童に「どうしてその実験道具を使うのか。」と問うと「角度だけを変えたいから、重さとひもの長さが同じの実験道具を選びました。」という発言をしていた。このことから、日本の児童達は小学4年生にして仮説を検証するために適切な実験道具の選択を行うことができることがわかった。

これらの事を比較すると、問題把握の段階と同様に仮説を作り上げる段階においても、実験を企画する段階においても、フィリピンの科学的リテラシーレベルは日本と比べるとまだ遅れていることが分かった。

3. 実験段階での児童・生徒の反応

実験の場面では、フィリピンの生徒は積極的に2つの振り子の周期を比較し、結果を導き出していた。振り子の周期を振り子が振れ始めてから静止するまでの時間と勘違いをしていたため、実験結果がばらつくグループがいたので、もう一度振り子の周期についての説明を行うと、すぐに適切な実験結果を導き出すことができていた。日本の児童も、仮説に基づいた実験を行い、実験結果を黒板に記述していた。

ここでは、実験結果から結論を導く場面では、比較する力、関係付ける力に着目し、生徒の反応を観察した。その結果、フィリピンの生徒も日本の児童も、全体の実験結果から、ひもの「長さ」のみが振り子の周期を変化させる要因であることを正確に導き出せると結論づけられる。

4. 考察段階での児童・生徒の反応

最後に、考察場面では、児童・生徒が、仮説を早く正確に検証するためには条件制御の考えが有効であることに気がついたかどうかを確かめた。そこで、全体の実験方法および実験結果からクラス全体で再確認した後に、「6つの実験を全部行わないとひもの『長さ』のみが周期

を変える要因だという結果は見つかりませんでしたか。」と問いかけた。

フィリピンの生徒は、問いかけに対する反応はあまりなく、教師が生徒達とそれぞれの実験結果を確認しながら、「この実験は必要でしたか。」等と質問することで初めて不要な実験もあったという事実気がついた。そしてその後も、教師の説明を聞くことで今回の授業は終了となった。

一方、日本の児童は、以下のような話し合いがされた。

- C1 : 変わったっていう結果が出た3つの実験か？
C2 : 違う。変わらなかったことを調べる実験もある。
C3 : 2つの条件を変えた実験だったら、結論は・・・ああっ、全部の条件になる。
C4 : ほんまじゃ。2つの条件を変える実験はやって結論がでてこん。
C5 : 1つの条件だけを変える実験だったら、結論は「ひもの「長さ」だけ。
C6 : 2つの条件を変えたときの結論は「振り子の1周期の時間はひもの長さや重さを変える。」になる。これはあかんわ。
C7 : 1つの条件だけを変えた実験やけん、3つの実験だけで結論が出る。(デモンストレーションを含めて) 7つもせんでいいし、きちんと出る。
C8 : 1つだけ変えるっていう方法。ゴムの車を走らせるとき、スタートや引く力は一緒にしてゴムの本数だけを変えた実験と似ている。
C9 : アルミをばらばらにしたとき、のせるお皿は同じにして測ったのも同じ。
C10 : ラーメンの麺比べも同じ。麺だけを比べるけんスープとチャーシューは同じにせんかったらいかん。麺だけしか変えたらいかん。
C11 : スープだけ変えたら、スープ比べか。
C12 : この前作ったホットケーキだったら、粉、水、牛乳、生クリーム、砂糖やけん1つ入れんのと、全部入れたのを比べたら何が味を変えるかがわかる。

児童の会話を分析してみると、まず、C1～C7は、条件制御の基礎理念やその必要性について発言している。続いてC8とC9は、条件制御の考え方が既習学習で使われていたことを示している。そして、C10～C12の児童は、条件制御の考え方が理科の実験のみならず、自分の生活へどう生かされるかについて発言していることが分かる。

また、この会話の中でも注目すべき発言は、C10の「麺だけを比べるけんスープとチャーシューは同じにせんかったらいかん。」と、C12の「1つ入れんのと、全部入れたのを比べたら、何が味を変えるかがわかる。」で

ある。なぜなら、条件制御の2つの手法について、その重要性を理解した上で、児童達がこれらの発言をしたからである。特に、C10の麺だけを変えて、あとの条件は同じにするという手法は、振り子の学習で習得した条件制御の手法と同様である。一方、C12は、何が基準の状態に影響を与えているかを調べるために、すべての条件を含んだものを基準の状態とし、基準の状態と条件を1つずつ取り除いた状態と比べていくという授業で取り入れようとした条件制御の手法とはまた別の方法を提案している。方法は違うが、私生活における具体的な事例をあげ、1つの条件を変えたり削除したりし、残りの条件を同一にすることで条件制御ができると述べたことは、両者ともに条件制御の概念を基本的に理解しているということを示している。

この考察の場面を比較すると、フィリピンの生徒と日本の児童の姿が大きく異なっていることが明確であることが分かる。つまり、日本の児童は学校の授業(実験)で学んだことを、私生活における身の回りの具体例と違和感なく結びつけることが可能であることが分かった。一方で、フィリピンの生徒は日本の児童のように、授業で学んだことを私生活に当てはめて考えようとすることはほとんど見受けられなかった。

このことから、今までの分析で見えてきたように、児童・生徒の科学的リテラシーは、フィリピンの生徒達は日本の児童と比べるとまだまだ私生活への関連付けという面から言えば伸ばして行く余地があると結論することができよう。

V. 考 察

本稿ではフィリピンの中学校と日本の小学校で行った振り子の授業を通して、条件制御の重要性と必要性を理解させること、そして両国、特にフィリピンの科学的リテラシーの現状を調査するのが目的である。そして、本稿を執筆する上で行った分析過程で見られたフィリピンの中学1年生の生徒と日本の小学4年生が姿から、それぞれの問題解決の能力について次のようなことが結論づけられる。

フィリピンの生徒は、フィリピンのSCG(表1)で設定されている、発達段階に応じた問題解決の能力が十分に身につけていないと考えられる。具体的には、観察した現象について、深く考えずに見たままを発言する傾向があり、変化の要因を抽出し関係付ける力がまだまだ不足している。また、仮説を設定する力、仮説を検証する実験を企画する力も十分に身につけていないため、検証や問題解決に適した実験が教師の補助なくして適切に行えていない。そして、条件制御の重要性やその利点については、自分たちの学習経験と私生活における類似の

体験等についての発言が見られなかったこと、ワークシートにも記述がなかったことから、他の文脈において活用する機会を設定する必要があると思われる。

一方、日本の児童は、学習指導要領で示している発達段階に応じた問題解決の能力（表1）が十分身につけてきていると言えるだろう。具体的には、観察した事象について、比較の基準となる事象を自分で決定し、変化の要因を抽出し関係づける力が身につけていることが分かった。また、仮説を設定する場面においては、まだ未学習である組み合わせの考え方をもとに条件を変更することが可能な要素を組み合わせる仮説を立てることができていた。そして、仮説を検証する実験方法についても仮説を検証するために適した道具を児童が問題無く選択し実験できていた。さらに、条件制御の重要性和必要性については、自分たちの学習経験と私生活を比較し、関係付け、類似の体験等についての発言やワークシートへの記述が見られたことから、他の文脈において積極的に活用しようとしている。

今回のフィリピンと日本における振り子の授業を比較することで、フィリピンと日本の学習内容や育成する問題解決の能力には大きな差はないことが分かった。ともすると、フィリピンの学習内容や育成しようとする問題解決の能力は日本より高度であると言えるかもしれない。しかし、児童・生徒の学習方法や、目標に対する到達度には明確な差が見られた。

これは、日本では一般の公立学校においても基本的に設備や実験器具が充実しており、観察・実験を通じた探究的な学習を進めていることが大きな要因ではないかと思われる。一方、フィリピンは日本のような先進国ではなく、現在も発展途上国であり、学校の設備も実験器具もごく一部の最先端学校を除いて、ほとんどそろっていない学校がほとんどである。その結果、フィリピンの学校では日本のように観察・実験を重視した授業を行うことが難しく、知識獲得に重点が置かれた、教師による説明が中心の学習を進めているのが現状である。この学習方法の差が、児童・生徒の問題解決の能力の育成の差、そして児童・生徒の科学的リテラシーの差に大きく影響を与えていると考える。

これらのことから、問題解決の能力を育成し科学リテラシーを育成する目標を達成するためには、観察・実験を通じた探究的な学習を進めるための授業改善やそのための先進国による教育支援が必要であると考えられる。

VI. おわりに

本稿は、フィリピンの理科教育、特に生徒の問題解決の能力の育成に焦点を当てた理科授業の改善を図るために、フィリピンのSCGと日本の学習指導要領を比較し、

実際に両国で振り子の授業を行った結果をまとめたものである。今回の実践で言えることは限定的であることは承知しているが、フィリピンの理科教育へ転移できる1つの学習方法を提案できたと考える。今後は、高額な正規な実験器具が使用できなくとも、私生活で使用する身近な物品を利用した低コストの教材教具の開発など、日本の理科教育にも取り入れるべき研究をフィリピンの教師と共に進める必要があると考える。

謝 辞

本研究を行う上で振り子の授業の協力をして頂いたフィリピンのA中学校の教員と生徒達、また、徳島県のB小学校の教員と児童達に心より御礼申し上げます。

参考文献

- Department of Education, the Republic of the Philippines, 2012, K to 12 Curriculum Guide: Science, pp. 2-78.
- International Association for the Evaluation of Education Achievement, 2005, The Trends in International Mathematics and Science Study 2003, pp.33-46.
- 大隅紀和, 1994, 「フィリピンの小学校理科カリキュラム」, 『鳴門教育大学 学校教育センター プロジェクト研究成果報告書』, No. 1, 3-5頁.
- 橋本建夫・リアヴェルビー・トゥピリア, 2011, 「フィリピンと日本の理科教育に関する一考察」, 『長崎大学教育学部紀要:教科教育学』, 第51号, 35-45頁.
- 文部科学省, 2008a, 『小学校学習指導要領解説理科編』, 大日本図書株式会社, 7-11頁.
- 文部科学省, 2008b, 『小学校学習指導要領解説理科編』, 大日本図書株式会社, 44-46頁.
- 横山 修・小澤大成・村田 守・香西 武, 2008, 「フィリピンの理科教育と日本の教育への応用」, 『鳴門教育大学国際教育協力研究』, 第3号, 45-50頁.