

# 世界で活躍する科学者を育成するための教育に関する研究（Ⅱ）

— 求められる能力や態度の明確化と教材化 —

丸本 浩 長沼 毅 三好 美織 沓脱 侑記  
岡本 英治 小茂田聖士 山下 雅文 西山 和之  
田中 伸也 林 靖弘 間處 耕吉 平賀 博之

## 1. はじめに

本研究は、科学者に求められるグローバル化の視点を世界で活躍する科学者である長沼の体験をもとに明確化し、具体的な事例を含めて生徒に提示する教材を開発することで、科学技術創造立国を目指すわが国の科学者育成という課題に取り組むことを目指すものであり、中学校・高等学校におけるグローバル人材育成の視点からも重要な課題である。

長沼は3度、南極観測隊に参加しているが、そのうちの2度はイタリア隊とスペイン隊での参加である。また、国際極年では世界の研究グループの中核として重要な役割を果たしてきた。グローバル化された科学の世界で、特に南極では国境を越えた協力の下、研究が進められている。南極は、南極条約により科学的調査の自由と国際協力等が定められ、グローバル化が進展する現在の社会の中でも、生徒がグローバル化を実感することのできる格好の場であると考えられる。

こうした長沼の科学者としての体験を元に、科学者のグローバル化に求められる資質や態度を明確化し、これからの世界で活躍する生徒に求められる資質や能力・態度を育成するために、長沼による講義を中心としてグローバル化の本質について生徒の興味や意欲を喚起する教材を開発することをめざした。

3年計画の2年次に当たる本研究では、「グローバル化に求められる能力」の育成に重点を置いた教材開発をめざす。具体的には、「科学の世界における異文化」を教材化することを目標として、授業を実施し評価を行った。

また、3年次は「グローバル化に求められる態度」の育成に重点を置いた教材開発を予定している。

## 2. グローバル人材育成の本質

グローバル人材育成の本質については、昨年度の本研究の（Ⅰ）において詳しく論じた。<sup>1)</sup>ここでは、繰り返しになるが、その要点を以下のように抜粋して記載し、本研究のねらいを示す。

新成長戦略実現会議のもとで2011年6月に発表された「グローバル人材育成推進会議 中間まとめ」<sup>2)</sup>では、育成していくべき「グローバル人材」の概念を、次の3つの要素にまとめている。

要素Ⅰ：語学力・コミュニケーション能力

要素Ⅱ：主体性・積極性、チャレンジ精神、協調性・柔軟性、責任感・使命感

要素Ⅲ：異文化に対する理解と日本人としてのアイデンティティー

これらの要素を育成するための具体的な施策として、文部科学省は初等・中等教育段階において、「小・中・高等学校を通じた英語教育強化事業」、「スーパーグローバルハイスクール（SGH）」、「社会総がかりで行う高校生留学促進事業」の推進を計画している。

上に示した3つの要素のうち、要素Ⅰについてはスキルを向上させるという目標や方法論が立てやすい。それに対して要素Ⅱ、要素Ⅲこそが、グローバル人材、ひいてはグローバルリーダーとして求められる能力や態度であり、これらをいかに育成していくかが大きな課題であると考えられる。

文部科学省初等中等教育局平成26年度概算要求説明資料<sup>3)</sup>に示されたSGHの目的も、「急速にグローバル化が加速する現状を踏まえ、語学力とともに、幅広い教養、問題解決力等の国際的素養を身に付け、将来的に政治、経済、法律、学術等の分野において国際的に活躍できるグローバル・リーダーを、高等学校段階から育成する。」となっており、単に英語に力を入れる

のではなく、要素Ⅱ、要素Ⅲが重視されていることがうかがえる内容である。

では、中学校・高等学校でのグローバル人材育成とはどのようなことを目指すべきだろうか。この点を明確にすることが、この研究の出発点となる。

#### (1) グローバル人材育成：科学と英語力

科学者を目指す学生について言えば、多くの場合、英語力が低いことよりも、使い慣れていないことに課題がある。そして、実際に英語を使い、それに慣れ、使いこなしていくためには、実践的な経験が最も有効であると考えられる。しかし、2004年以降海外に留学する学生の数は減少に転じ、特にアメリカの大学に在籍する学生数は大きく落ち込んでいる。経済状況の影響も大きいと考えられるが、これまでわが国では、しばしば比較の対象とされる韓国とくらべ、制度上もそして何より意識の上で、グローバル対応を進めなければならないという思いが弱かったのではないだろうか。ガラパゴス化と呼ばれるように、国内で完結することで満足する風潮が強かったのではないだろうか。

グローバル人材育成のためには、まず、子どもたちに、グローバル人材に求められる能力や態度がこれから生きる上で欠くことのできないものであることを実感させる必要がある。そして、海外での経験を積み、グローバルな社会の中で活躍したいという強い思いを持たせることが重要であると考えられる。

一方、科学者の英語力に関して、次のような見方をする向きもある。

益川敏英博士がノーベル物理学賞を受賞した際、韓国メディアは「益川氏が英語を話せない」ということを大きく報じた。韓国では名門大学であればあるほど英語で科学の授業が行われる。ただでさえ難解な内容に加えて外国語という重い負担がのしかかっている。韓国の基礎科学は、「外国に留学に行くこと」を最初から想定して教えているという批判が出されている<sup>4)</sup>。

日本では初等中等教育はもちろん、大学でも日本語で科学を教える。そして益川博士のように一歩も海外へ出ることなくノーベル賞を受賞するという「世界的なレベルで思考する」ことを成し遂げている。母国語で思考する方が、より深い思考に結びつくことは容易に想像できる。科学者にとって英語はグローバルな舞台での研究におけるコミュニケーション手段ではあるが、負担のない日本語で思考することが、高度な深い思考を生み、独創的な発想につながっていると言えるのではないだろうか。理論物理学という、実験装置を必要としない、そのかわりに人よりも深く独創的な発想が成果をもたらす分野で日本が多くのノーベル賞を獲得していることを誇りに思い、それを受け継ぐ教育

でなければならないと感じている。

#### (2) グローバル人材育成：アイデンティティー

世界で光り輝く個は、多くの中で他から認められ、ある意味、尊敬されるような才を放つ個である。そのため日本人としてのアイデンティティーを持たない人材は、たとえ英語力に長けていても真に世界で活躍できるとは思えない。これに関して東京工業大学リベラルアーツセンター池上彰教授は、NHKの記者として各国取材してきた経験をもとに、グローバル人材について「世界に通用する人間であると同時に、日本の良さも自覚した上で働くことのできる人材」と定義<sup>5)</sup>している。また、グローバル人材の育成には「日本について客観的な目を持つことに加え、自分とは違う物の見方や考え方をしている人がいるという多様性を常に意識することが大切」と主張している<sup>5)</sup>。前述の「グローバル人材育成推進会議 中間まとめ」による育成していくべき「グローバル人材」の概念の要素Ⅱ、要素Ⅲに一致する。

これらの外国語やコミュニケーション以外の要素が重要であることも、異論のないところであろう。

#### (3) 本研究でのねらいの設定

以上のような考察から、3年計画の本研究でのグローバル人材育成の視点は、要素Ⅰの「語学力・コミュニケーション能力」ではなく、要素Ⅱ、要素Ⅲを中心に構成していくこととした。

初年度の研究(I)では、3-(2)に記述した、「子どもたちに、グローバル人材に求められる能力や態度がこれから生きる上で欠くことのできないものであることを実感させる」ことをねらいと設定して、長沼による講義を実施し、一定の成果を得たことをすでに報告した。<sup>1)</sup>そこで、2年次の本研究では、「グローバル化に求められる能力の育成」に重点を置いた教材開発をめざし、「科学の世界における異文化」を教材化することを目標として、長沼による講義を実施し、評価を行った。さらに、講義の後で、5クラスのうち1クラスについて、追加で質疑応答の授業を設定し、生徒のより深い探究心を喚起することをねらいとした。

### 3. 高大連携授業に向けての準備

この研究グループでは平成16～18年度に「言葉の力」によってメタフィジックな科学の面白さを生徒達に伝える試みを行い、一定の成果を挙げてきた<sup>6)～8)</sup>。平成19～21年度には、地域の自然環境と歴史風土に根ざした理科教育の可能性を追求すべく、物理、化学、生物、地学の融合および文化系的な視点をも含めた「風

土サイエンス」の確立を目指して研究をおこなった<sup>9)~11)</sup>。平成22~24年度には、生徒が科学者の思考を追体験する構成によって科学者の思考過程を生徒に伝え、学ばせる方法を探った<sup>12)~14)</sup>。「高大連携授業」を日頃の理科の授業の取り組みに加えて、更なる刺激と好奇心・興味を喚起するための起爆剤と位置づけ、これまでの研究の中心に据えてきた。

今年度もこれまでの研究の成果と手法を継承し、本校の研究開発でクリティカルシンキングを育成するための新教科として高等学校1年に設置している「現代への視座」自然科学入門の一環として、高大連携授業を実施した。対象生徒は、高等学校1年生5クラス全員を集めて実施するよう計画を立てた。

授業者である長沼とは十分な打ち合わせを実施し、「現代への視座」のカリキュラムの意図や構成、学習の進度や生徒の理解のようすなどの情報を提供し、綿密な準備のもと、授業を実施した。

また、グローバル人材育成の視点については、中心となる内容としては「南極・北極などの極砂漠、サハラ砂漠や地球上の水」などについて扱うこと。その中でグローバルな世界で活躍する長沼の姿を、これまでに研究してきた手法を活かしながら、科学者の姿をダイレクトに伝えていくように考えた。

長沼からは、『「科学の世界における異文化を教材化」ということで、「自分の専門と異なる分野」(科学の中の異分野)の話と「科学に対する異文化」(歴史、経済、文化など)の話を中心として講義を構成する。いずれも、これまで訪れた地域を引合いにした具体例を示し、グローバルな世界での研究活動の魅力を伝えたい。』との授業へ向けての意気込みが表明された。

#### 4. 高大連携授業の実際

授業は2014年11月7日6限に実施した。授業の内容を以下に記す。この研究の最大の成果はこの授業内容にあると考えるので、できるだけ省略することなく記述する。

「科学の世界における異文化」 長沼 毅

みなさんこんにちは。広大の生物生産から来ました、長沼と言います。先ほど紹介にもありましたように、微生物に関する仕事をやっています。今日は「科学の世界における異文化」というテーマで講演をします。「我々科学者にとって異文化って、何が異文化になるんだろう。」ということをお話していきたいと思ひます。

異文化のひとつに「異分野」というのがあります。私の専門は生物学ですけど、他の分野もいっぱいあります。化学や物理、天文などなど…それから、科学に

対する異文化ですね。歴史や経済などですね。そういった話が今日はたくさん出てくると思いますので、みなさん期待しておいてください。

私自身はこのように科学会のインディ・ジョーンズと呼ばれています。地球上の色々な場所に果敢に行っていたのでこう呼ばれるんだと思います。因みにこの写真はサハラ砂漠でこちらは南極です。今日はこういった地球上の色々な場所…南極だ、北極だ、砂漠だ、深海底…それから火山まで、色々な話をしようと思ひますが、主には砂漠の話をしようと考えています。その中で皆さんには、私の話にどれだけ異文化、科学では無い話、理系では無い話、文化が含まれているかを知ってもらえればいいなと思ひます。

こんなのが皆さんが思い浮かべる砂漠ですかね。サハラ砂漠。実は砂漠には岩石砂漠や礫砂漠など、色々な種類があります。これは砂漠ですね。地球上で最も大きい砂漠がサハラ砂漠です。砂漠というのはもちろん乾燥、水が無いというのがキーになります。

実はその「水」についてちょっと知って欲しいのだけれども、この元世界銀行副総裁だった人が、21世紀は水の世紀だと言いました。20世紀には2回の大きな戦争と、数回の中くらいの戦争がありましたが、それらはいずれもエネルギー資源を巡る争いだったんですね。簡単に言えば石油を巡る戦争です。そして21世紀には、もしかしたら水を巡る戦争が始まるかもしれない、と言ったんです。私は、この予言は結構信憑性がある、確かなものになってきていると感じます。この狭い島国である日本にいとあまり感じませんが、一歩でも外に出ると、水の問題はもうあちこちで勃発しています。そんなことを考えながら、私はちょっと皆さんに聞きたい。「地球はよく水の惑星と呼ばれますが、本当ですか？」って。地球の表面の7割が海だということは皆さん知っていますよね。3割が陸地で7割が陸地ですよ。では、体積とか重さ、質量で比べたらどうなのかは知っていますか？地球の重さは $6 \times 10^{24}$ kgです。私は生物学者ですが、科学者なら大体目にした事がある数字でしょう。皆さんが覚える必要があるかは知らないけど…じゃあ、このうち水は何%くらいですか。内部は岩だから…とか色々考えてしまうんですが、答えを言ってしまうと0.023%です。もうほとんど水は無いに等しいですね。もし、太陽系を作り直すことができ、もう一度地球ができたとしても、これくらいの水の量だったら次はどうなるかわかりません。確率的に、半分になるかもしれないし、3倍になるかもしれない…3倍になったとしても0.06%くらいです。誤差レベルですね、地球の水なんてほぼ誤差のレベルで存在しているわけです。ただ、

3倍の量、0.06%の水があったとしたら、地球におそらく陸地はありません。この星はウォータープラネット、オーシャンプラネットになって、陸地のない星になってしまうでしょう。実はその方が星としては普通です。地球のように陸地が3割という星は珍しいんです。ただ、その3割の上で動物は発生したし我々は進化しました。我々人間は文明を作っています。では、水の中に文明は無いのか？私は無いと思っています。ある偉い先生は、イルカやクジラは知能が高いんだから、彼らなりの文明があるだろう、と言うんですけどね。水中では火が使えないし、我々がここ100年で使い始めた電波…因みに、電波の利用が始まる前と後では、文明の発展の度合は比べものになりません、水中では、その電波も使えません。火も電波も使えないから水中には文明がないと思ってます。

実は、地球の水を全部かき集めて球にすると、これくらいの量になります。例えば、木星の衛星であるエウロパ、これは水の惑星ですが、氷の下に水があって、液体の海があります。そこにある水の量の方が地球の水の量より多い。実は氷の下に水を持っている星って、太陽系にはいくつかあって、そのいずれの星々も、持っている水の量は地球よりも多いです。因みにエウロパの大きさは、地球の月とほぼ同じ。そんな大きさの星が、地球よりもたくさん水を持っていることになりました。これが今の我々が描いている太陽系のイメージです。

さて、地球上の少ない水の内訳をみると、大体97%が塩水、海水です。残りの少ない3%が淡水、真水ですが、これの7割が氷で3割地下水です。この地下水というのはちょっと掘れば湧いてくるような地下水ではなくて、深層地下水と言って深いところを流れている地下水です。なので、3%しかない淡水も、凍ってるか地下水なので、我々には使えません。我々が使えるのは、地球の表面にあって、液体かつ淡水である水。この3つの条件が揃っていないといけません。そんな水は、地球の水全体を通してみるとわずかに1万分の1です。これが我々人間が使える水です。先ほどの絵に重ねてみましょう。地球上にある水がこの丸い球、その隣にちょっと小さい点があるのが見えますか。これが1万分の1の、我々が使える水です。だから、地球の水資源…資源というのは使える状態の水のことですが、これだけしか無いわけです。さあ、人間はこのわずかな水資源を求めて争います。何故か？問題は、この水資源が地球上に平等にあるのでしょうか…ということです。神様はそんなに平等ではありません。神様はとて不平等です。なんとこの少ない水のうちの5分の1が、たった1つの湖にある。それは、地球で一番

深い湖です。バイカル湖。バイカル湖はこのように細長い形をしています。これは地球上で一番深い湖なんで、貯水量は地球最大の淡水湖です。ここに、地球上の使える水の5分の1が溜まっている。非常に不平等ですね。ロシア人はラッキーですけどね。

さて、ここで地球上の湖の貯水量のベスト5を見てみましょう。一位はもちろんバイカル湖。19%がバイカル湖に存在します。そして二位のタンガニーカ湖、これはアフリカの大地溝帯にあって、15%。大地溝帯にはもうひとつあって、四位のマラウイ湖、これが6%になります。あとは北米とカナダの間にある五大湖、そのひとつであるスペリオール湖が三位に入っています。五位は普通に考えれば五大湖のひとつであるミシガン湖なんですよけども、あえてこれを入れました。南極の分厚い氷の下に、湖があります。ボストーク湖。それが実は貯水量で言えば第五位です。地球の表面にないので、扱い微妙ですけどね。今、アフリカの大地溝帯にある湖がふたつ出てきました。実は、バイカル湖も地溝帯、大地の裂け目にできた細長い湖です。このバイカル、タンガニーカ、マラウイの三つの湖を、ひとつずつ見せられたとしたら、私は区別が付きません。大地の裂け目にある湖は、どれも形が同じなんです。こんな形ね。因みにこれはタンガニーカ湖です。アフリカの大地溝帯、この辺りにあります。この右下の小さいのは琵琶湖です。さっきの南極の氷の下のボストーク湖、これは琵琶湖の23倍の大きさがあります。話を戻して、バイカルもタンガニーカもマラウイも、地溝帯、大地の割れ目に水が溜まってできた湖は深くて、みんな同じ形をしていますね。地溝帯って知っていますか。今、赤く点滅している部分ですが、アフリカの東側にあって、大地が裂けて切り離されつつあります。この地溝帯に沿って湖がありますが、この地溝帯はこの先海に入っていくって、間に海水が入ると、それはもう海、海峡になります。これが将来の地図です。大地溝帯はこのように地学的にも大変面白いんですが、そもそも、我々人間、ホモサピエンスの祖先が生まれたのが大地溝帯です。実は我々、ホモ属はみな“人類”です。ホモ属ははじめ十数種類いたんだけども、みんな減んでしまって、今生き残っているのは我々、ホモ・サピエンス一種のみです。

話を戻します。地球上には水が少ない。少ない水の97%は塩水で使えません。残りの3%も7割は氷で3割は地下水です。ここで砂漠の話です。砂漠は特に水が少ない。今、赤く示した地域が乾燥地帯、いわゆる砂漠です。砂漠の定義はいっぱいあります。例えば年間降水量200mL以下、というのを示していますが、これが100mL以下じゃないとダメだ、という人もいるし、

1000mL以下でいいでしょう、という人もいて、定義はばらばらです。とりあえず国連の環境指標を目安に250mLと表示していますが、それより少ない地域ももちろん存在します。地図を見ていると、赤色は大体同じ位置、同じ緯度に広がっていますよね。砂漠の有無は緯度で決まっているのですか、というと、実はそれが結構大きな要因です。砂漠のランキングを出します。これは英語のWikipediaから持ってきました。

さて、砂漠で言えば、一位が南極砂漠で二位が北極砂漠です。なんじゃそりゃ、という感じですね。水があるじゃないか…って。でも、極地方にある水は氷です。使える水はありません。使える水が無いから植物が育ちません、だから、動物も少ないです…というのが砂漠の定義なんですね。だから、南極の水は使えない氷なので、水があってもそこは砂漠なんですね。この定義でいくと、地球最大の砂漠は南極砂漠、次が北極砂漠です。どちらも「極砂漠」と分類されます。南極は乾燥しているんですか、実はそうです。南極にある水は氷と海水だけですから、実は非常に乾燥しています。この写真はその名もドライバレー、名前の通り、地球でもっとも乾燥した場所です。地球で一番乾燥していて、そして温度が低い。温度が低くて乾燥しているという環境は、地球のお隣の星、火星によく似ています。今、火星の表面で、二台の探査機が走り回っています。キュリオシティとオポチュニティですね。この二台の探査機は、実はドライバレーでテストされたんです。それくらい火星にそっくりな環境なんです。で、ドライバレーはこんな風に乾燥しているの、アザラシです。アザラシはいつもは海の中に住んでいますが、実は彼らはお散歩が大好きで、バタバタやりながら何キロも内陸部まで歩いてきちゃいます。そうこうしているうちに、ものすごく乾燥しているから脱水症状になっちゃって、そうなるともう帰れません。いずれ死にます。こうなります（アザラシのミイラを見せる…生徒どよめく）。我々南極観測隊が必ず言われることは、ラジオ…無線機持ったか、ということと、水を持ったか、ということです。無線機と水が無いと、我々南極で死んじゃいますから。

皆さん、「南極」って知ってますか。普通には南極圏を指しますが、これは南緯66度33分44秒よりも南側を南極と言います。これは地球の自転軸が傾いているために、このような数値が出てきます。これをわかりやすく丸めると66.6度なんですけど、何故かほとんどの本には66.5度と書いてあります。これは地軸の傾きが23.5度だからだと言われていますが、これも実際には23.4度です。ここからは私が察するに、キリスト教圏では「666」という数値を嫌います。「悪魔のナンバー」

と呼ばれて忌み嫌っているくらいです。だから66.5度にしていないのかな、と思うんですね。でも、66.6は覚えやすいですよ。見方を変えれば、90度から引くと23.4ですから、これも覚えやすい。で、何が言いたいかというと、66.6よりも北とか南が、北極圏とか南極圏と呼ばれます。因みに23.4度は北回帰線とか南回帰線と呼ばれる場所です。北極圏とか南極圏というのは、別な見方をすれば、一日中太陽が沈まない「白夜」や、一日中太陽が昇らない「極夜」があり得る場所です。極夜は連続夜とも言われます。さて、これは北半球の夏を示していますが、北極は一日中昼ですよ。これがあり得る限界が北極圏です。では、北半球の冬、南極の夏はどうなるかということ、北極は一日中夜、南極は一日中昼です。この現象が起こる場所が北極圏、南極圏なんです。それから、「南極点」も自動で決まります。南緯90度ですね。それから、南極圏からは南極大陸の端っかが少し出ちゃうんですね。それもなんだな、ということで、人間の方で少し領域を拡大して、南緯60度以南よりも内側を南極と呼ぶ、ということが南極条約で決まりました。それから、日本の南極観測隊は、出張手当がでます。これは南緯55度よりも南に行ったときです。というように、2番は自然に決まる南極の定義です。3番と4番は、人間が決めた南極の定義です。色々な定義がありますね。

ところで、先ほど話にあった北回帰線とか南回帰線、地球の自転軸の傾きと一致する緯度の部分ですが、英語ではこれを“Tropic of Cancer”とか、“Tropic of Capricorn”と言います。この二つのTropicに挟まれた部分が熱帯です。だから皆さんが言う「トロピカル」という言葉は、単純にここから来ているんです。熱帯ってどういう場所ですか、と聞かれると、暑くて、雨がたくさん降って…ということを考えそうになりますが、北も南も23.4度の線に囲まれた地帯、という簡単な定義になります。このように、地球に引かれた横線、緯線は自然に決まります。わざわざここに「自然」と書いたのは、人間が決めたものがあるのか、ということです。これもあります。縦の線、経線は自然にはどこにも特別なものはありません。しかし、人間は特別な経線を定めています。経度0度です。これはどこにあっても良いのですが、19世紀に世界の人が集まって決めたんです。ロンドンのグリニッジ天文台を通る経線を0度とする。この人間が決めた縦線のことを「子午線」というのは知っていますよね。これは十二支に基づくもので、北が子で南が午だから、北から南に通る線で子午線です。世界史をまじめにやっている人もいると思いますが、きっとこれは資料集にも太文字で出てると思います。トルデシリャス条約。1492年にコ

ロンブスが新大陸を発見したことになっています。翌年、ローマ法王が太平洋にバシッと線を引いて、こっから向こうがスペイン、こっちがポルトガル、ということになった。コロンブス自身はポルトガル人でしたが、ポルトガルの王様がけちで、お金をくれなかったんです。それで、スペインの王様をお願いしたらお金をくれたから、それで新大陸を発見できたわけです。だから、新大陸はスペインのもの。その代わり、大西洋のこっち側、旧世界はポルトガルのもの、というようにローマ法王が地球を二分したんです。でもその翌年、ポルトガルがそれじゃあんまりだから、境界線をもうちょっとずらして…と抗議したのがトルデシリャス条約。どういうことかと言うと、こういう状態です。青い線がもともと決められていた境界線。で、赤色が1494年にポルトガルの抗議によって新たに引かれた境界線です。で、この時に南米の一部、今のブラジルの辺りが赤い線にかかっていますよね。現在、中南米の国々で、唯一ブラジルだけがポルトガル語をしゃべっています。他の国は全部スペイン語です。その理由が実はこういうところにあるんですね。で、これはこれでヨーロッパ人の横暴と言うことで良いんですが、地球は丸いので、この線をぐるーっと辿っていくとどこに着くか、これ日本の辺りになるんです。しかも、実は福山と岡山の間辺り。この線の内側、西側がポルトガルのもので、東側がスペインになる、と。だからひょっとしたら、スペインとポルトガルが黄金の国ジパングを巡って争っていたかもしれないんですよ。でも、実際には1529年に、ポルトガルがスペインに多額のお金を払って、この境界線をここまで持ってきました。これで日本のほぼ全域がポルトガルのものになりました。と、というのが歴史なんです。日本はポルトガルと長い間友好的な貿易をやっていました、なんていうのは冗談じゃ無い。実はあれはポルトガルとスペインが勝手に決めてやっていたことなんです。今、日本には色んなポルトガルの言葉が残っています。カステラとか、カップとか、天ぷらとか。みんなポルトガルの言葉ですが、スペイン語になっていたかもしれせんね。

それはさておき、砂漠の話に戻しましょう。極砂漠の話はいったん終わりにして、みなさんがイメージするサハラのような中緯度砂漠の話をして。中緯度というのは簡単に言うと、南緯も北緯も30度です。地図を見てみましょう。さっきの国連環境計画の地図に線を入れました。大体、北緯も南緯も30度付近に砂漠があります。なんで30度なんですか、という話ですが、これには根拠があります。地球の大気、空気の動きです。地球の空気の動きは、まず赤道でガンガンに暖め

られてものすごい上昇気流が発達します。この辺りの上昇気流、いわゆる積乱雲はせいぜい1万m、10km程度ですが、赤道では20kmにもなります。2万m分、ぐわっと上昇した空気は、北極か南極へ移動します。暖かい物は必ず冷たい方へ移動していきます。そのまま全部極まで一気に行かないで、3分の1のところまで一度潜ります。極地域が90度ですから、その3分の1、30度ですね。これは地球という星のサイズが影響しています。私が描き直した図を見てみましょう。私はこの空気の動きをギアに例えています。暖められた空気が熱帯のギアを回す。このギアは30度ずつ、3つ並んでると考えてください。最初の熱帯のギアはどう回りますか。赤道で上昇気流が起こるので、こう（画面上では時計回りに）回りますよね。あとは歯車のかみ合わせで、二つのギアは図のように回っていきます。赤道付近で空気がどう動くかを考えれば、他の地域での空気の動きはすべて説明できます。注目して欲しいのは30度の地域。赤道で上に上がった空気が降ってきます。この空気はもう雨を降らせた後で、乾いている。しかも上空に上がっているから冷たいんです。冷たくて乾燥した空気が降ってくる。するとどうなるか、これは高気圧ですよ。ということで平均海面気圧を見てみましょう。赤色やピンクは気圧が高いところ。黄色や緑の部分は気圧が低いところ。30度帯は一度上がった空気が高気圧になって降りてくる場所…例えば、有名なカリフォルニア・スカイズ。カリフォルニアはいつも天気が良いんです。乾燥してて気持ちが良い。あるいは大西洋にカナリア諸島という、ヨーロッパ人の金持ちが集まるリゾートアイランドがあります。カナリア諸島はなんでいつも晴れなんだろう、という疑問がありました。それはこれも30度だからです。

さて、世界で一番大きい砂砂漠、サハラの話をして。サハラにはもちろんラクダがいます。サハラのラクダはヒトコブラクダです。皆さんが知っているのはフタコブラクダかな。こちらはどちらかという中国の内陸部、ゴビ砂漠に住んでいます。ゴビ砂漠だとかいう、フタコブラクダのコブの間に人が座っている様子を見ることができます。ヒトコブはなかなか座るのが大変で、私も苦労しました。ずり落ちるんですね。どう座るかという、実はコブの後ろに座ります。なので、気を抜くとずり落ちるんですね。ヒトコブラクダは、人間と同じくらい、時速4kmで歩きます。そして時速14kmで走ることもできます。実はラクダというのは21世紀になっても軍隊で使われています。これはPKOのエトリアにある軍隊の写真ですけども、ここはエチオピアから独立するということ

で内戦になって、国連から平和維持軍が派遣されているところ。その軍隊でラクダが使われています。そしてもちろん、私もラクダを使って旅をします。サハラ砂漠ですね。サハラの砂は黄色っぽい色をしています。これは実は太陽じゃなくて、満月です。昼間は50℃くらいになってしまいますので、日が暮れた後とか、日が昇る前に移動するんです。この写真は満月の時ですけども、もともとの砂が黄色っぽいんですね。そこに満月の光が当たると黄色が強調されて、辺りの空気が黄金色になるんです。満月が煌々と輝いてて、砂漠は黄金色、周りの空気も黄金色。そんな世界の中をラクダにゆらゆら揺られて旅をするなんてもう最高ですね。みなさんももし、サハラ砂漠に行くような機会があったなら、満月がイチョシですね。本当だったら、新月に行って満点の星空を眺めて欲しいですけども、新月～満月は2週間くらいありますので、余裕があったら両方やってみてください。因みに夜明け前はサハラと言えども、気温がぐんと下がって、±0℃になります。昼間は50℃です。サハラは、「1日の間に1年がある」と言われるほど過酷な環境です。0度付近になると、空気中に含まれる水蒸気はわずかな量になります。そのわずかな水蒸気が凝結して霧になります。辺り一面の霧に、沈もうとしている満月の光が横から差す。満月が沈むなあ、と思って反対側を見ると、霧が見えるんです。霧による虹、月による虹ですね。これを、普通の虹を“Rainbow”と呼ぶのに対して“Moonbow”と呼ぶんです。有名なのはブラジルにあるイグアスの滝、この滝のしぶきに月の光が当たってMoonbowが見えるというヤツです。これも良いかもしれないけど、是非サハラの月虹も見てみてください。幻想的ですよ。

さて、砂漠と言えば…dust storm, 砂嵐がありますね。おそらく、この写真を撮った人は次の瞬間逃げ出していると思います。どんなにガードしても、砂嵐に遭うと隙間から砂が入ってきます。カメラみたいな精密機械は砂が入ってしまうと壊れてしまうので、大急ぎで逃げ出します。砂嵐によって、集落や町がどんどん埋まっていく、今、地球上では砂漠が拡大しているので、大きな問題になっています。日本じゃあまり話題になりませんね。アメリカでも、1930年代からダストボウル (Dust Bowl) という現象があって、いわゆる一般的な砂嵐ではあるんですが、大変な被害を受けました。農作物が採れなくなる。そして飢饉になって飢え死にしました。20世紀のアメリカにおいて飢え死になんて考えられないでしょう。でも、実際に砂嵐によって起こった話です。これがモチベーションになって作られた映画が、「インターセラ」という映画です。映

画の最初がダストボウルの話で、砂嵐が起こって農作物が採れなくなると、人間が滅亡しちゃう。だから他の星へ移動しよう、という話です。チャンスがあったら見てみてください。結構な大作です。そしてその劇場版のパンフレットに、私の書いた滅亡に関する文章が載っています。さて、これが実際にダストボウルに遭った写真です。そしてこれが宇宙から見た現在の砂嵐の写真です。サハラ砂漠のこの辺りは、風が東風です。その風に乗って、大西洋を越えてカリブ海まで到達するような、すごい砂嵐が発生することがあるんですね。これが砂嵐の発生地ですけども、面白いのは北緯30度、我々の日本がある辺りは西風です。それよりも赤道側は偏東風、東風が吹くんですね。これもさっき言った地球の大気の動きと関係しています。実は地球以外の星でも同じで、有名な木星の大赤斑、Big Red Spotですが、これも木星の大気の動きが関連しています。これも緯度で決まっています。こんな感じですよ。大気の流れが違いますよね。地球も同じように、緯度によって大気の流れが変っています。例えば日本の辺りは西風なので、風に乗って西の方、ゴビ砂漠から砂が飛んでくる。これを黄砂と呼んでいますね。我々ももうすぐ、年を越した辺りから黄砂がやってくると思います。この写真で私が立っているのは、地球で一番大きいサハラ砂漠、その中でも最も大きい塩の湖です。湖と言っても水は全部蒸発して、後は塩しか残っていません。真っ白い塩の湖です。この湖はチュニジアという国にあります。

最後にチュニジアがどこにあるかだけ紹介します。ここです。地中海沿岸といっても良いし、アフリカ北部といっても良いです。ここに日本を重ねるとこんな感じですよ。地中海って小さいでしょ。イタリアとチュニジアなんてもう目と鼻の先ですよ。東京と広島よりも近いくらいです。これを大きくして、これがチュニジアで、この中にあるおっきい湖がさっきの塩湖です。大きさは岡山よりもちょっと小さいくらい。7000km<sup>2</sup>。湖としては大きいですね。ここで私たちは微生物を採りました。新しい発見ですよ、私たちも新種をどんどん発見しています。でもこれは驚くことじゃないんですね。新種なんて年間に数百種出てますから。でも、この新種は超凄かったから新聞が発表しました。生物の分類で行くと、動物「界」とか脊椎動物「門」とかありますが、我々が発見したのは「綱」レベルです。綱っていうと、ほ乳類、鳥類、は虫類、両生類、魚類…そして、ここにひとつ新しい「類」ができた、ということですね。21世紀の今になって、新しい綱が発見されるなんて大変だ、ということで、私たちはこれを発表した次第です。因みにイヌはネコ

目イヌ科イヌ属イヌですから、実はイヌ目ですら無いんですね（笑）我々人間は、以前は霊長目と言っていたけども、今学会ではサル目と言ってます。ヒト目って言うのだいぶ人っぽくなりますが、実はヒト目は五種います。ヒトとチンパンとボノボとゴリラ二種。我々はヒト科ヒト属ヒトなんですね。ヒト属=ホモ属です。ホモ属には十数種類いたと言われてます。今いるのは我々、ホモ=サピエンス一種です。ここに写っているのは全部絶滅した我々の仲間ですね。全員人類です。ネアンデルタール人なんかは3万年前に滅びましたから、我々の祖先と住んでいた時期がヨーロッパで1万年ほどかぶっています。我々の祖先がヨーロッパに入ったのが4万年前、ネアンデルタール人が滅んだのが3万年前。この1万年の間に何があったか…喧嘩です。実はみなさんのゲノムの内の3%はネアンデルタール人のものです。それが去年、わかりました。ヨーロッパだと4%、アジアだと3%、ということもわかっていました。それが、ホモ=サピエンスはどこから来てどこへ行くのだろう、という問いにつながっていきます。彼らは3万年前に滅んで、なぜ我々は今生きているのだろう。我々も滅んじゃうんだろうか…というように、人類学もどんどん進歩している最中なんです。

最後にこの話をしましょう。サハラでみつけた面白い微生物。この微生物は見たところなんてことないな…と、思っていたんですが、一応調べました。調べるというのは遺伝子のことで、最近ではデータベースが充実しているので、データベースで一番近い物を探しました。そうすると、あるものに関しては遺伝子が99.6%一致していました。これは我々のレベルで言えば、叔父さんと甥っ子とか、兄弟とか、そういうレベルの違いです。で、その近い種類の微生物というのが面白いヤツで、これは北アメリカの569mの地層から発見されたんです。しかもその地層は岩塩です。岩塩というのは海水が干上がってできた塩が、地中で押し固められてできたものです。その岩塩ができたのが、今から2億5000万年前なんです。岩塩というのは一度押し固められてできちゃうと、水を通しません。お塩は水に溶けますが、岩塩は溶けません。だから、岩塩の地層というのはずうっと安定です。その岩塩の層を掘り出して、隙間に入っていた過去の海水、いわゆる化石海水を取り出してバクテリアを培養した人がいます。2億5000万年の時を経て、バクテリアが復活するわけです。このバクテリアが私たちがサハラ砂漠の塩湖で採ったバクテリアとそっくりで、99.6%が一致していたんです。私たちのサハラ菌と、先ほどの岩塩菌、それから死海菌というのが、もう兄弟と言っても良い

くらい近い。北米と北アフリカ、現在と2億5000万年前。この時間と空間を超えた結びつきは何なんだろう、まったく意味がわかりません…という謎に今取り組んでいます。因みに岩塩というのは1億年単位でものを保存するタイムカプセルみたいなものですね。岩塩の次に良いのは琥珀。ジュラシックパークという映画がありましたが、琥珀は数千万年単位で物を保存します。次は永久凍土、シベリアや南極にあります。地球上で一番古い氷は、南極の永久凍土の400万年前です。それから、氷床。南極の氷で最も古い物は80万年前です。だから我々はこういうサンプルを採りに、南極とか色々なところに行くわけです。これでお話を終わります。

## 5. 生徒へのアンケート結果からの考察

生徒の反応は、授業後にアンケート紙によって調査した。表1に、その結果を示す。この3枚の表を見ると、「理解できた」、「興味がわいた」、「大学で今回の

表1 授業後のアンケート結果

実施日：2014. 11. 7(金)							
6時限 14:40～15:30 4年生 全クラス 於 MMH							
<アンケートの趣旨>							
長沼先生の特別講義を受けて、皆さんはどのような感想を抱きましたか。							
以下の質問に答えて下さい。							
<アンケート集計数> A組 B組 C組 D組 E組 合計							
38 36 35 28 38 175							
<b>1. 今回の長沼先生の講義の内容は理解できましたか。</b>							
	組	A	B	C	D	E	学年
①よく理解できた		22 (57.9)	24 (66.7)	23 (65.7)	20 (71.4)	22 (57.9)	111名 63.5%
②まずまず理解できた		13 (34.2)	11 (30.6)	12 (34.3)	7 (25.0)	15 (39.5)	58名 33.1%
③どちらでもない		2 (5.3)	0	0	1 (3.6)	0	3名 1.7%
④少し理解できなかった		1 (2.6)	1 (2.7)	0	0	1 (2.6)	3名 1.7%
⑤まったく理解できなかった		0	0	0	0	0	0名 0%
<b>2. 今回の長沼先生の講義について、興味がわきましたか。</b>							
	組	A	B	C	D	E	学年
①大変興味があった		24 (63.2)	26 (72.2)	26 (74.3)	20 (71.4)	31 (81.6)	127名 72.7%
②少しは興味がわきました		9 (23.7)	6 (16.7)	7 (20.0)	7 (25.0)	5 (13.2)	34名 19.4%
③どちらでもない		5 (13.1)	3 (8.3)	2 (5.7)	1 (3.6)	2 (5.3)	13名 7.4%
④あまり興味がなかった		0	0	0	0	0	0名 0%
⑤まったく興味が持てなかった		0	1 (2.8)	0	0	0	1名 0.5%
<b>5. 大学で、今回のような講義を受けてみたいですか。</b>							
	組	A	B	C	D	E	学年
①ぜひを受けてみたい		29 (76.3)	24 (66.7)	24 (68.6)	22 (78.6)	33 (86.9)	132名 75.5%
②少しを受けてみたい		7 (18.4)	10 (27.7)	10 (28.5)	6 (21.4)	4 (10.5)	37名 21.1%
③どちらでもない		2 (5.3)	2 (5.6)	1 (2.9)	0	1 (2.6)	6名 3.4%
④あまり受けてみたくない		0	0	0	0	0	0名 0%
⑤まったく受けてみたくない		0	0	0	0	0	0名 0%

ような講義を受けたい」の3項目とも、高い数値を示しており、授業が生徒に好意的に受け止められたことを示している。また、授業中の生徒のようすからも、水の話や砂漠の話、さらに科学が歴史や宗教と関係している話など、次から次へと興味深い話がどんどん語られるので、生徒が講義に引き込まれていったようすが感じられた。

表2には「どのような点に興味を持ったか」について記述させた、代表的な記述例を示す。

表2 授業後のアンケート結果（記述1）

3. 2で①および②を選んだ人について、どのような点に興味を持ちましたか。あなたが興味を持った事項について、書いて下さい。

<地球の水に関する内容>

- ・地球は水の惑星というけれど、実は利用可能な水は意外に少ない(0.023%)ということ。
- ・地球は海：陸は7：3、水の97%は海水、3%の淡水のうち、約1/5がロシアのバイカル湖にあること。
- ・南極の氷(ボストーク湖)が思った以上にたくさんある点。
- ・21世紀は水を巡って争いが起こるかもしれないということ。
- ・水分神社についての歴史とその役割について。
- ・水をめぐる争いでは、第4次インパ戦争が心配される点。
- ・地球上の水の分布の不均一さによって砂漠ができること。
- ・北緯30°のところは砂漠が集中している。その仕組みについて、水の循環をギヤで説明されたので分かりやすかった。

(記述1)の続き。

<砂漠に関する内容>

- ・地球上で一番広大な砂漠は、サハラ砂漠ではなく「極砂漠」だということ。
- ・南極や北極は水分は凍ってしまい、非常に乾燥している点。
- ・砂漠の基準が降水量ではなく降雨量であること。
- ・月虹(砂漠の霧で見える虹：moonbow)に関する点。
- ・砂嵐の脅威と被害について。

<南極に関する内容>

- ・南極が最大の極砂漠であり、とても乾燥しているのでラジオと水だけは必ず持ち歩かないと命を失うということ。
- ・南極圏、北極圏の決め方に自然に決まる部分と人間が決める部分があること。

<岩塩の中に保存されている微生物に関する内容>

- ・現代の塩湖から見つかった微生物と2億5千万年前の微生物のゲノムがほとんど同じであること。
- ・サハラ菌と岩塩菌のゲノムが99.6%一致していること。
- ・岩塩がとても有効なタイムカプセルだという点。

<その他>

- ・「自然」の中にも人間が決定したものがあるということ。(子午線やトルデジャリス条約、サラゴサ条約など)
- ・ブラジルとポルトガルの境界線を延長すると福山や岡山あたりを通過していたということ。
- ・人間のゲノムにネアンデルタール人の遺伝子が3%入っていること。
- ・地球よりエウロパの方が水を多くもつこと。
- ・微生物の「新種なんていっぱいでてくるからすごい」と言っていた先生。

地球の水に関する内容では、水の星地球というイメージを覆されるような内容に驚いたようすが表され

ている。砂漠について一般的なイメージとしてサハラ砂漠のような「砂砂漠」が思い浮かぶが、極端に液体の水が存在していない乾燥しているところ、と砂漠を定義すると、南極大陸や北極のような「極砂漠」が地球最大の砂漠であるという話に、今までの概念が覆され驚いた、という生徒が多く見られた。

その他の内容は、記述数は多くはないが、「理系科目が苦手な難しそうだと思っていたが、文系の知識も結びつけられていたことで、興味深くきけた」という記述に代表されるように、今回の授業で試みた、「科学の世界における異文化」の学問の広がりについて感じることができていたことがわかる。また、「将来は先生のように世界中を飛び回るような研究者になりたい」という生徒もいた。

表3は、今回のテーマに関する記述内容である。記述内容を、「つながりや広がりを感じた」「視野を広げるきっかけを感じた」「学問や研究を深めることに繋がる」「その他」に分類して代表的な記述例を示した。

さらに、講義のメインテーマである「科学の世界における異文化」を生徒がどのように捉えているのか、代表的な記述を取り上げてみた。このように、生徒なりに前向きにテーマを解釈し、「科学の研究に役立つ重要な考え方」というとらえ方をする例が多く見られた。

表3 授業後のアンケート結果（記述2）

4. 長沼先生の講義のテーマ「科学の世界における異文化」について、どう思いますか。あなたの考えを書いて下さい。

<つながりや広がりを感じた>

- ・様々な学問の根底はつながっている、関わり合って文化を形成しているんだなと思った。
- ・始めは何についてなのか見当もつきませんでしたが、一番広範囲に視野を広げているのは、国境も教科もこえているので「科学」かもしれないと思いました。
- ・はじめはなんだろうと思いました。でも最終的に全てつながっていたと分かりました。

<視野を広げるきっかけを感じた>

- ・「新しい視野を」というよりか「そもそも今の区切りにとらわれることもないでしょう」というくらいの探究心を感じた。
- ・「科学」とは私達が持っている知識全てなのだ、と思いました。
- ・知識の分野が異なっているということを「異文化」と捉え、違いを感じるのではなく、境目を無くし、分野に捕らわれず広い視野を持つことが大切だと思う。

<学問や研究を深めることに繋がると感じた>

- ・色々な分野の学問が繋がっていて、その繋がりを理解するのは、自分の研究を深めるのに役立つだろうし、楽しいと思った。
- ・1つのもを理解しようとしても、本当に理解するには「異文化」である、他の専門の知識が必要なことが分かった。
- ・分野を超えることで、科学に対する理解が深まることに驚いた。

<「科学の世界における異文化」のとらえかたについて>

- ・ここでいう「異文化」とは、自分としては「色々な種類の学問の価値観」ととらえた。
- ・長沼先生が研究している内容を「科学の世界の異文化」と私は解釈したのですが、新しい発見があったり、間違いを正すことができたりして素晴らしいことだと思います。

<その他>

- ・テーマが現代の抱える問題と関連していて分かりやすかった。

表4 授業後のアンケート結果（記述3）

7. 今回の授業に対する感想を自由に書いて下さい。

- ・新しい発見があったりなどで圧倒された。このような講義が大学であるのだと思うと楽しみで仕方がない。
- ・理科にかなりの興味を持てる最高の授業だった。
- ・自分の学科選択にも多少影響のある講義だった。自分には、特にこれといった好きな教科が無くてどうしようか悩んでいたが、今日、興味を持ったことで、他の教科でも専門的な話や具体的な活動で選んでいこうかなと思った。
- ・同じものを見るのに様々な見方があるのだと気づいた。とても面白く、今まであまり知らなかった分野にも興味がわいた。科学は地理や人類学にも関連するものだと知って驚いた。
- ・いつもより幅広くものごとをみることの大切さを学びました。
- ・科学の枠をとびこえることによって、今まで気づかなかった違う分野とのつながりが理解できて楽しかった。
- ・次から次へと話が進んでいって、そのスピード感がとても良かった。
- ・実体験をもとにされた講義だったので、納得できました。
- ・僕は文系で科学に対する理解が薄かったが、今日の講義を聴いて、世界史、公民、地理などの分野が科学に密接に関わっているとわかり、科学に興味を湧いた。
- ・長沼先生の話聞いて、科学という分野はとても広いなあと思いました。
- ・長沼先生のように科学という分野に直接訪れて触れてみるのはいいなと思いました。
- ・とてもワクワクしました。知らなかったことばかりで驚きの連続でした。
- ・先生のお話は普通の授業では感じない驚きやワクワクがありました。それには、講義のテーマが影響していることはもちろん、先生が次々と深い洞察を含めた知識を伝えて下さり、その中には私の物事に対する視点が変わるきっかけとなったものもありました。世界には私が知らないことが無限にある。そう感じた特別授業でした。少しずつでも、知っていることを増やし、幅広い視野を持てるようになりたいと思います。
- ・豊富な知識から語られる話に圧倒されました。聞く方としてももっと知識があったら良かったな、と知的好奇心をくすぐられるお話でした。ありがとうございました。

表4は、今回の授業に対する感想（自由記述）の中から特徴的な記述を抜き出して示している。目に付くのは、楽しかった、もっと知りたくなった。引き込まれた。集中してきけて時間経つのも忘れた。という記述である。これまであまり興味を持っていなかった分野だが、今回の授業でイメージが変わったという記述も多く見られた。

グローバル人材に求められる要素Ⅱの、主体性・積極性、チャレンジ精神、協調性・柔軟性、責任感・使命感に当てはめて考えると、特に学問の幅広い分野に対する「主体性・積極性」を高めた生徒が多いと感じる。世界の科学研究の最前線で活躍する長沼からの新鮮な視点での数々の刺激を受け、自分もこうありたい、このように活躍したいという夢や希望を持ち、得意・不得意や好き嫌いを訪わず、どのような分野でも積極的に学ぼうという意欲を見せた生徒が多く見られたことは、大きな成果だと感じている。

グローバル人材に求められる要素Ⅲの「異文化に対する理解」について、科学と歴史や宗教など、教科や分野の枠を越えた扱いや考え方に触発された生徒が多く見られた。さらに自然科学の中での異分野、物理、化学、生物、地学といった科目の枠に捕らわれず、「科学」を広範な知識の集合体として研究することによ

て、専門性をより深めることにも繋がっていくということに気づいた生徒もいた。

アンケート結果を通して、またそれぞれの生徒の授業後の会話等からは、普段の授業では得られない、ワクワクするような体験が得られたことがうかがえる。確実に授業の意図が伝わっていると感じている。

6. おわりに

この研究の授業だけで異文化の理解が深まり、グローバル化に求められる能力や態度が身についたり、科学者と同様の思考ができるようになるとは考えられない。しかし、このような授業を受ける体験が、生徒にとってものの見方を変え、思考の質を高めるきっかけとなり、異文化を排除することなく積極的に受け入れグローバルなもの見方の重要性の理解につながる。と考える。

これからのグローバル化がさらに進展していく激動する社会に対応するためには、この研究の成果が、21世紀を生きる生徒に求められる能力や態度を育む一助となることを確信し、研究を継続していく。

引用（参考）文献

- 1) 平賀他, 世界で活躍する科学者を育成するための教育に関する研究 (I), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol42 (2014)
- 2) グローバル人材育成推進会議 中間まとめ  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/global/110622chukan\\_matome.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/global/110622chukan_matome.pdf), 2011年6月22日
- 3) 文部科学省初等中等教育局平成26年度概算要求説明資料3,  
[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/other/\\_icsFiles/afieldfile/2013/08/30/1339146\\_5.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2013/08/30/1339146_5.pdf), 2013年8月30日
- 4) ソ・ファスク, 韓国語で学問する (コラム)  
<http://news.hankooki.com/lpage/opinion/200810/h2008100903073967800.htm>, 2008年10月9日
- 5) 池上彰, 池上彰と考える「グローバル人材とは何か」—グローバル人材となるための第一歩の踏み出し方—  
[http://www.jica.go.jp/topics/news/2013/20131010\\_01.html](http://www.jica.go.jp/topics/news/2013/20131010_01.html), 国際協力機構HP, 2013年10月10日
- 6) 長沼他, 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究 (I), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.33 (2005)
- 7) 長沼他, 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究 (II), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学

- 部・附属学校共同研究紀要」, vol.34 (2006)
- 8) 長沼他, 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究(Ⅲ), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.35 (2007)
- 9) 長沼他, 広島の風土を題材にした理科教育(風土サイエンス)の研究(Ⅰ), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.36 (2008)
- 10) 長沼他, 広島を題材にした理科教育(風土サイエンス)の研究(Ⅱ), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.37 (2009)
- 11) 長沼他, 広島を題材にした理科教育(風土サイエンス)の研究(Ⅲ), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.38 (2010)
- 12) 長沼他, 科学者の思考展開の教材化に関する研究(Ⅰ), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.39 (2011)
- 13) 長沼他, 科学者の思考展開の教材化に関する研究(Ⅱ), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.40 (2012)
- 14) 平賀他, 科学者の思考展開の教材化に関する研究(Ⅲ), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.41 (2013)