

令和元年6月21日現在

機関番号：34430

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04726

研究課題名(和文) 地学領域の学習におけるインプット、アウトプットの役割とその構成のあり方

研究課題名(英文) Roll of Input-Output in Learning Earth Science, and Constructing Study Program

研究代表者

間處 耕吉 (MADOKORO, Kokichi)

桃山学院教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：00757049

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：時間的空間的スケールの大きな地学領域の学習では発見実験は行いにくく、他領域と比べて理解を深めることが難しい。そこで、第2言語習得の学習プロセスを参考にして十分なインプットを繰り返した後にアウトプットを仕組む学習活動を考案してそれらの効果を検証した。対象としたのは「月、金星の見え方」、「火成岩の観察」、「天気図の学習」といった中学校で特に生徒の理解が難しい単元である。いずれの単元においても情報の獲得につながる学習をいくつか繰り返した後に、何らかの表現活動を仕組むことが効果的であることが分かった。特に情報獲得の段階で観察や現象を捉えるために必要なイメージを獲得につながる活動が大きな役割を果たした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地学領域の学習は対象から複雑で現象を捉えにくい、アウトプットであるスケッチや考察を行う前段階に必要な情報を獲得させるインプットを十分に仕組むことで理解を深めることができた。現象を捉えるために必要な情報や方法を獲得し、それによって適切な情報を取り出し、獲得情報を元にして何かを表現することによって、新しい情報が既存知識や経験と関連づけられて深い理解につながったと考えられる。このような一連の学習活動は、思考活動の流れと考えられ、インプットを繰り返した後にアウトプットを行う学習プロセスは、学習者の思考活動を促す学習構成だと考えられる。この方法は理科の他領域や他教科の学習への応用が期待できる。

研究成果の概要(英文)：In earth science learning, it is difficult to deepen the learner's understanding because experiments are difficult. Therefore, referring to the learning process of second language acquisition, I devised a learning activity that constructs an output after repeating sufficient input, and verified the effect. The subjects of this study are units that are difficult for junior high school students to understand, such as "view of the moon, Venus," "observation of igneous rocks," and "learning of weather maps." It was effective to perform the expression activity after repeating information acquisition several times in any unit. Especially in the information acquisition stage, activities (image input) that lead to the acquisition of images necessary for output played a major role.

研究分野：理科教育

キーワード：地学学習 インプット、アウトプット イメージインプット 月の満ち欠け 火成岩の観察 天気図学習 思考活動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

平成 15 年度小・中学校教育課程実施状況調査などから、地学領域の学習は他領域と比べて児童・生徒にとって分かりにくく、指導する教師側にとっても分からせにくい傾向が認められる。地学領域の学習に共通した特徴は、現象の時間的・空間的スケールが非常に大きいことや、具体物による実験や観察が難しいことがあげられる。また、複雑な事象であるために、観察の視点を決めることや児童・生徒による発見的な実験が困難な場合が多く、問題解決的な授業が取り入れにくい。このような特徴が、児童・生徒にとっての理解のしにくさや、教師にとっての指導の難しさにつながっているものと考えられる。

しかし、地学領域は複雑な事象であるからこそ、他領域の学習内容と関連付け、複数の情報を整理・統合することで理解を深める学習に適した領域である。また、自然災害の多い我が国にとっては、必要な防災リテラシーの基盤となる学習内容である。地学領域の学習指導のあり方を今までよりも深化、発展させることは、理科教育の目標達成のためにも大きな意義を有している。

研究代表者は、関連付け、整理・統合する学習活動に注目した学習活動を考案して、検証授業を通してそれらの学習効果を明らかにしてきた。一連の研究の過程で、効果的な学習過程が、第 2 言語習得 (SLA) の学習過程におけるインプット、アウトプットと類似していることを見出し、『中学校理科における継続的なノート作成指導の意義』(2012)、『冬の日本海上で発生する雲の簡易モデル実験』(2012)、『視点移動能力の習得を重視した金星の見え方の新指導』(2013) の各報告の中で指摘してきた。

まず、現象を観察する視点や方法を習得する学習活動を取り入れ、実際に複雑な現象から必要な情報を抽出する学習活動を行った後に、得られた複数の情報を統合させる活動や、少し異なる現象に応用する学習活動を仕組むことによって、地学領域の理解を深めることが可能となった。

これらの学習活動の前者は、「インプット」、後者は「アウトプット」に相当し、複雑な現象ほど、先に「インプット」を十分にいき、その後「アウトプット」を仕組むことで、生徒の理解を深めることができる。この学習過程は、十分なインプット(ヒアリング、リーディング)を繰り返した上で、必要に応じたアウトプット(ライティング、スピーキング)を行うことで、言語知識の修正、統合が行われて、効率的な第 2 言語習得が促されるとした第 2 言語習得の学習過程と非常に類似している。

これまで第 2 言語習得の研究と理科教育を関連づける研究はなされていないが、研究代表者の進めてきた研究からは、第 2 言語習得の研究を参考にした実践研究は、今後の理科教育研究に新たな知見をもたらすことが期待できる。

2. 研究の目的

本研究は、小中学校理科の学習内容の中でもとりわけ児童・生徒にとって理解が難しい領域である地学領域の学習指導について、これまでに無かった新たな視点から学習活動のあり方を検討し、新たな地学領域の学習理論の構築を目的とする。

地学領域に対する児童・生徒の理解を深めるためには、現象を見る視点や方法を習得し、複雑な現象から必要な情報を抽出して、それらを関連付けて整理・統合する学習が必要である。これまでの研究を通じて、この学習は第 2 言語習得の核となるインプット、アウトプット理論と類似していることを指摘してきた。本研究では、このインプット・アウトプット理論に基づく新たな地学領域の学習活動とその構成を考案し、検証授業を通して、地学領域におけるインプットとアウトプットの効果や意義および、それらの構成のあり方を探るとともに、児童・生徒の理解の深まりや学習内容を関連付けて統合する過程を明らかにすることを旨とする。

3. 研究の方法

本研究では、小中学校の地学領域全般を対象として、第 2 言語習得のインプット、アウトプット理論に基づいた学習活動とその構成を検討し、研究協力者による検証授業を通じて、個々の学習活動の役割、意義を明らかにするとともに、児童・生徒の地学領域についての理解の深まりや学習内容を関連付けて統合する過程を解明し、地学領域における新たな学習理論の構築を目指した。

具体的には、気象単元と地質単元について、それぞれ、特に理解させるのが難しいと考えられる天気図の学習と火成岩の学習を取り上げ、インプット、アウトプット理論に基づく学習活動とその構成を検討し、検証授業を行った。

また、天文単元について、間處・林(2013)の報告を基に、修正、改良した学習活動を「月の見え方」に適用して中学校だけでなく、小学校で検証授業を実施した。当該報告で明らかにできていなかった、各学習活動段階での理解の深まりとともに、学年の違いによる課題の適正についても調査をすすめるために、改良した事前・事後テスト、新たなパフォーマンス課題とアンケート調査を併用して数的評価と質的評価を併せて分析を進めた。

また、月の見え方の学習において、観測者の視点移動を体験できる 3D シミュレーションと、火成岩の観察前にスケッチの完成形のイメージ形成につながる岩石薄片の偏光顕微鏡インタラクティブムービーの開発を行った。さらに、金星の見え方の学習について、2013 年の報告では国立天文台の天体シミュレーション "Mitaka" を使用したが、タブレット端末を使った 3D シ

ミュレーションの試作も行った。これら ICT コンテンツの開発には、教材プログラミングの実績のある研究分担者（吉富健一）と共同で開発を行った。

これらの調査をまとめて第 2 言語習得のインプット、アウトプット理論に基づいて考案した地学領域の学習活動個々の役割、意義を明らかにするとともに、児童・生徒の地学領域についての理解の深まりや学習内容を関連付けて統合する過程の分析を行った。

4. 研究成果

まず、中学校の天気図の学習については、教科書に沿った学習（主としてインプット）のあとに、さらなるインプットとして、連続する天気図を観察させて特定の地点の天気の変化を読み取らせる学習と、アウトプットとして旧課程を考案して検証授業を行った。その結果、アウトプットとなる天気図作成を最後に取り入れる学習構成が習熟度や、その後の四季の変化の学習での理解度が高まることを見出すことができた。

小学校の月の見え方の学習については、教科書に沿った学習ではインプットになる活動が中心でアウトプットにつながる学習活動が仕組みにくい。そこで、教科書に沿った学習（インプット）を終えたあとに、簡易作図による月の形を求める学習活動（アウトプットの要素をもったインプット）と、タブレットを使った 3D シミュレーション操作する（アウトプット）ことで視点移動しながら観察を行って（インプット）観察した形を記録する（アウトプット）ことで、太陽、月、地球の位置関係と満ち欠けの様子について深く理解させることができた。はじめて実施したときは効果を測るポストテストの課題が非常に難解だったために明確な効果は得られなかった。ポストテストを改良して同様の検証授業を行ったところ、理解度が高まるだけでなく、配置から形を読み取る際に、頭の中で 3 次元の天体配置をイメージして、そのイメージを操作することで形を見出す児童（36%）が現れるようになった。また、作図方法を参考に形を割り出す児童は 51% と最も多かった。作図とイメージ操作で形を割り出すことができるようになった児童は 88% にもおよび、プレテストでは配置ごとの記憶に頼る児童が 32 名（46%）多かったが、ポストテストではわずか 4 名（6%）と大幅に減少した。これらの学習によって、配置ごとの記憶に頼らず、作図やイメージ操作によって読み取るといった複雑な思考ができるようになったことが明らかとなった。

中学校の火成岩の観察の単位について、教科書では花崗岩と安山岩の観察スケッチによってそのつくりの違いを見出す学習の流れになっている。しかし、実際に中学生に火成岩のスケッチをさせることは非常に困難で岩石のつくりと言うよりも模様を捉えようとする傾向が強く、つくりの違いは説明された言葉を記憶するだけで終わる場合が多い。この観察の方法をインプット、アウトプット理論で補う試みを行った。まずは、中学生に岩石のつくりのスケッチについての完成形のイメージが全くない。粒に注目と言われても、複雑な形、模様に注意が向いて「つくり」には注意が向けられない。そこで、以下のような学習活動を加えて検証授業を行った。

観察前に、岩石の種類は伝えず花崗岩と安山岩の薄片ムービーをタブレットで観察させる。

破断面だけ（劈開を出すため）の花崗岩と安山岩を用意して、岩石の破断面には反射面が見えること、その反射面が劈開（反射面）という鉱物の面であることを確認させる。

ルーペを使って反射面の隣の粒に反射面があるかないか、角度を変えながら観察させ、2 つの岩石の違いを模式的（簡易）な図（スケッチ）で表現させる。

これらの学習活動の、 はインプットでこれを繰り返した後に、 のアウトプットを行う流れとした。こうすることで、ほとんどの生徒は 2 種類の火成岩のつくりを正確に見分けることができ、そのつくりの違いから成因の違いについても適切な考察ができ易くなった。

天文と地質で分野は大きく異なるが、いずれのケースもインプットを繰り返して、アウトプットを行う学習構成によって、学習者の理解を深めることにつながる事が明らかとなった。さらに、いずれも対象が非常に複雑な要素をもっており、それらを捉えるためには、事前にそれに必要な情報を獲得しておく必要がある。そのための活動がインプットを繰り返すことであり、特に学習者の操作に連動して動くインタラクティブムービー（薄片ムービー）や 3D シミュレーションのような画像を伴うインプットの役割が重要な役割を担っていると考えられる。月の観察の場合は、立体図形を視点転換したときにどのように見えるか、数学的な手法で読み解く方法を学んだ上で、3D シミュレーションを操作することで、実際の視点移動のイメージを獲得することであり、火成岩の観察の場合は、観察前に薄片ムービーを観察することでスケッチの完成形のイメージを獲得することである。このような新たな情報獲得に必要なイメージを得るために必要なインプットをイメージインプットと呼ぶことにした。

理科の学習は通常、説明を聞く受動的インプットがあり、観察・実験などの能動的なインプットあって、考察するアウトプットが行われる。つまり、インプットが繰り返されてからアウトプットする形が標準的な学習となっている。しかし、地学領域の学習の場合、発見実験は行うことはできず、観察も対象が複雑で必要な情報を獲得しにくい。それらを補うためにモデル実験がよく行われるが、実物と乖離していたり、観察の視点が明確でなかったりすることが多い。また、天文分野のように実験がほとんど仕組みのないため考察を行う場面の設定も難しい。火成岩の観察ではスケッチを描く前に、インタラクティブムービーを観察することでスケッチ完成形のイメージをもたせると共に、劈開という鉱物の結晶を観察する手段を教えることで、観察によってつくりの違いを見出して、つくりの違いを正確に捉えることができるようになる。月の見え方の学習ではインプット中心の学習でアウトプットにつながる学習活動が仕組みにくい。また、深い理解のためには視点移動能力を育成することも大切である。こうした状況に対応するために、作図やシミュレーションの操作といった視点移動能力の育成につながるアウトプット活動を加えることで、多くの児童の理解を深めることができた。第2言語習得ではインプットとアウトプットの活動が明確に分かれているが、地学の学習ではインプットされた情報を活用して新たなインプットを得るような場面が多く、インプットとアウトプットを繰り返すことで大きな効果が得られると考えられる(図1)。地学のような複雑な事象を対象とした場合、中心課題に関わる情報を得るためには、先に必要な情報を獲得させる必要があるということも可能である。そのとき、先に獲得すべき情報を得る場面においては、言葉での説明だけではなく学習者自身による画像操作を行う活動が大きな役割を果たしたと考えられる。このような場面においてはタブレットなどの直感的なインターフェイスによる操作ができる最新のICTの活用が最適である。本研究では、学習活動や構成の開発だけではなく、必要なICTコンテンツの開発も同時に進めてきた。完成した月の見え方の3Dシミュレーション(図2)や薄片ムービー(図3)は、研究代表者が企画して研究分担者のプログラミングによって作成した。これらは実際の授業場面を想定して、過剰な機能は排しており、必要な情報を得るためのだけのコンテンツとなっている。これらのコンテンツは試作段階のもの(金星の見え方)も含めて、インターネット上で公開するとともに、学会や教員研修会の場などで紹介し、普及に努めている。

また、これらの研究で得られたインプット、アウトプット理論に基づく学習過程を元に、研究代表の所属大学の学生対象に理科の基礎学力向上のための学習指導(ノート作成指導)を行い、一定の成果を上げている。

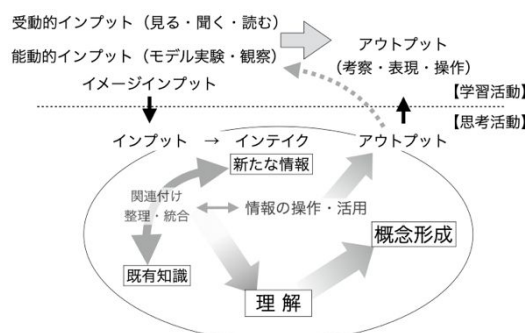


図1：SLAに基づく地学領域の学習活動と思考活動



図2：薄片インタラクティブムービー

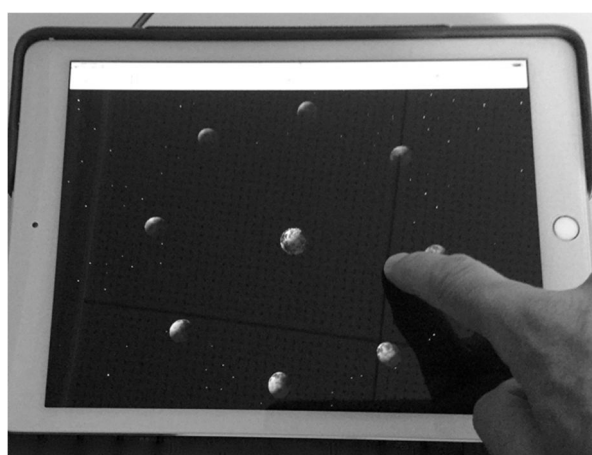


図3：月の見え方3Dシミュレーション

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2件)

- ・金星の新指導を応用した、小学校「月の見え方」の学習指導，間處耕吉，プール学院大学研究紀要，57号，P.187-197，2017.
- ・小学校教員志望の学生に対する理科の基礎学力向上の取り組み，間處耕吉，プール学院大学教育学部研究紀要第2号，2018.

〔学会発・表〕(計 4件)

- ・薄片ムービーによる火成岩の捉え方の変化，間處・吉富・杉田，日本理科教育学会第 66 回全国大会，2016.
- ・イメージインプットを取り入れた地学領域の学習指導，間處・吉富，日本科学教育学会第 40 回全国大会，2016.
- ・金星の新指導を応用した，小学校「月の形の見え方」の学習指導，間處・吉富，日本地学教育学会第 70 回全国大会，2017.
- ・火成岩の理解を深める学習活動の効果と意義，間處・吉富・杉田，日本地学教育学会第 71 回全国大会，2017.

〔図書〕(計 2件)

- ・人間教育をすすめるために-主体的・対話的で深い学びを創造する-第 3 章「思考活動を促す小学校理科授業」，間處耕吉，株式会社 ERP，pp31-51，2018.
- ・教育フォーラム 64 号，特集 学びに向かう力 学習活動を支える情意的基盤を「理科教育で学びに向かう力を育てる」，間處耕吉，金子書房，2019 年 8 出版予定，2019.

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

開発コンテンツの公開 URL: <http://domi.hiroshima-u.ac.jp/iPad/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：吉富健一

ローマ字氏名：YOSHIDOMI Kenichi

所属研究機関名：広島大学大学院

部局名：教育学研究科

職名：准教授

研究者番号(8桁): 00437576

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。