

中学校英語学習における NASA との特別授業の実践

— 科学者・技術者との出会いによる認知世界の拡張 —

今西 竜也、ストーン クリスチャン

(京都教育大学附属京都小中学校・アメリカ航空宇宙局ジェット推進研究所)

Implementation of Special Lessons with NASA in Middle School English Learning
— Expanding the Cognitive World Through Encounters with Scientists and Engineers —

Tatsuya IMANISHI, Kristjan Stone

2023年8月31日受理

抄録：京都教育大学附属京都小中学校では、アメリカ航空宇宙局ジェット推進研究所の科学者や技術者とともに、インターネット回線を使ったテレビ電話において英語の特別授業を行ってきた。英語の学習の機会において、英語以外の内容を学習する手法は様々なものがあるが、本実践においては単に学習効果を高めることではなく、英語を使ってコミュニケーションを体験したり、英語を使って知らなかったこと、もの、人に出会ったりすることによって、学習者の世界観を広げたり英語の学習の意味をより深く感じ取らせたりすることに目的を置いている。過去数年来における宇宙分野の科学者や技術者との特別授業の実践を示す。

キーワード：英語学習，オンライン授業，他者との出会い

I. はじめに

アメリカ航空宇宙局ジェット推進研究所 (NASA JPL) の科学者と技術者の協力を得て、京都教育大学附属京都小中学校において英語の特別授業を、2014年から2020年にかけて5回行った。NASA JPLはNASAの無人探査機等の研究開発及び運用に携わる研究所であり、火星探査機や宇宙望遠鏡などの開発を行っており、近年の開発では2020年の火星探査プログラムによるミッション Mars 2020の一環として打ち上げられ運用されている火星探査車「パーシビアランス」や、ハッブル宇宙望遠鏡の後継機として2021年に打ち上げられた赤外線観測用宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」が挙げられる。京都教育大学附属京都小中学校では、1999年より児童英語教育の研究を始め、義務教育9年間を見通したカリキュラムを開発・実施してきた。英語教育における目標は、コミュニケーション力と論理的思考力を意識しつつ、他者との協調や交流から未来志向の発想を持ち、言葉と気持ちを大切に、児童・生徒が自分と社会とのかかわりを通して成長していくこととしている。双方の科学者と教員が英語学習というフィールドにおいて交流した授業の実践においては、対面とオンラインのいずれかで行い、指導は日本人英語科担当教員と、英語のネイティブスピーカーである科学者もしくは技術者の二人体制で行った。特別授業本番に向けて事前に日本人英語科担当教員による準備学習が持たれ、また特別授業本番に学習した内容については理解に関する試験等は行わず、成績に加味しなかった。

II. 実践の背景

1. 文部科学省学習指導要領から

平成29年告示の中学校学習指導要領を見ると、文部科学省(2015)では中央教育審議会の答申より「生きる力」の具体化が問われ、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力を次の三つの柱として整理している。それらは、「何を理解しているか、何ができるか (生きて働く「知識・技能」の習得)」、「理解していること・できることをどう使うか (未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成)」、「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか (学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養)」となっている。これまでの英語学習においては、図らずも多くの現場において、いかに文法を正しく理解しそれら

を操作できるかという点に焦点が集中し、英語本来の力ではなく、言わば受験英語と呼ばれるような問題の解き方の技能を覚えさせる指導があったかもしれない。しかしながら、英語の技能が高かろうと、それを使って何をするのか、自分の生活においてどう役立っているのかという点において、「思考力・判断力・表現力等」が示されていることは注目できる。教室内でいつも指導している英語科教員であっても、どのような活動をさせていくのかによって、十分にこれらの力を伸ばしていくのは可能である。しかしながら、日本語の使用があっても意思疎通が保たれることや、指導者と学習者という立場から言い間違いや理解の齟齬があっても何とかなってしまうことによって、緊張感をもって表現を完遂させることへの意欲は高い状態を保てないであろう。その点、教員ではなく日本語を理解しない人物とのやり取りの中であれば、よりよい意思疎通のために最大限の思考と判断をして表現する姿勢を観ることができると思われる。また「学びに向かう力・人間性等」においては「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか」が示されている。普段の中学校内における英語の授業で、社会・世界とはどれくらい関わることができているだろうか。教科書においては、社会的問題や海外の文化や歴史について取り上げられてはいるものの、教科書から学習者への一方的なベクトルに限られている。題材をテーマに書いたり発表したりしても聞いているのは教員かクラスメイトにとどまることが多い。「どのように関わるか」という表現は、互いに影響を与え合うことを意味しているのではないか。そうならば教科書から社会的・国際的な題材を提供されても「学びに向かう力・人間性等」をカバーしているとは考えにくい。その点、英語指導以外のゲストティーチャーと交流することにより、話している内容を理解しようとする態度や、対話においていかにして理解されるのかという姿勢が表れると思われる。いつでも行えるわけではないが、時を見て英語以外のゲストティーチャーから、英語を通して英語以外のことを知る・学ぶという活動は、資質・能力の三本柱のうち二本に関連して学びに活かされるだろう。

2. 英語指導法の視点から

英語学習において、英語以外の題材を使った指導方法はいくつか挙げられるが、それらとの関係性を見ていく。教科内容と言語の学習を統合させた学習形態として Content and Language Integrated Learning (CLIL) がある。Marsh(1994)は “CLIL refers to situations where subjects, or parts of subjects, are taught through a foreign language with dual-focused aims, namely the learning of the content, and the simultaneous learning of a foreign language.” としており、「CLILは教科、もしくはその一部分が、内容と同時に外国語の学習という二つの目標をもって外国語を通して教えられる状況である。」(筆者訳) とのことである。また CLIL の定義は沖原(2016)では、①授業言語は外国語であって公用語や第二言語ではないこと、②CLIL 担当教師は教科専門の教師であり言語教師ではないこと、③CLIL 担当教師はその外国語の母語話者ではないことの3点が挙げられている。本実践においては、内容について学習者の知識や理解を期待していない点、また指導を担当したうちの一人は日本人英語科教員であることから、CLIL による指導ではないことが確認できる。

動機づけにおいて3欲求を挙げる自己決定理論(Self-Determination Theory)について考える。Deci & Ryan(1985, 2002)によれば、内発的動機はその行為自体が喜びや充実感であり、外発的動機はその行為が報酬や目標への手段として行われる。Reeve, Deci, & Ryan(2004)によると、学習者の内発的な動機づけが高まる条件として、①自律性の欲求、②有能性への欲求、③関係性の欲求という3つの心理的欲求が挙げられている。自律性の欲求とは、自身の行動が自己決定的であり、責任感を持ちたいという欲求である。多読の実践においては、自分で読む本を選ぶことや、他に影響されず自分のスピードを維持して読み進めることによって、自律性が保証されることが考えられる。しかしながら本実践においては、宇宙科学やアメリカに暮らす人々に興味があろうとなかろうと、日本人英語科担当教員が設定した授業内容を、チャイムによって区切られた時間の中で強制的に参加させられていることから、まずこの心理的欲求は満たしていない。行動をやり遂げる自信や自己の能力を示す機会を持ちたいという有能性への欲求においては、自身またはクラスメイトがネイティブスピーカーと話し意思疎通を行う姿から、英語が話せることへのあこがれという心理には到達することも考えられる。周りの人や社会と密接な関係を持ち他者との友好的な連帯感を持ちたいという関係性の欲求においては、海外に在住のアメリカ人と交流することで関係性は広がりがあるかもしれないが、単発で行う投げ込みの授業である本実践はこの心理にそぐわないであろう。よって本実践は自己決定理論を用いた手法とも言うことができない。

では、内容を中心に言語指導を行う Content-Based Instruction(CBI)はどうか。Richards & Rodgers (2001) は “CBI refers to an approach to second language teaching in which teaching is organized around the content or information that students will acquire, rather than around a linguistic or other type of syllabus.” とし、学習者が習得する内容や情報を中心に授業を構成する第二言語教育のアプローチとしている。この研究の原点は ESL 環境における英語の使用を促すことが目的とされており、また単一の授業よりはカリキュラムや単元を通して実践されていることが多い。本実践は上記の2指導法と比べると CBI に近いように感じられるものの、準備と振り返りに数単位時間は費やすが、特定の表現を想定したり中長期にわたる期間で設定しているものでもないことから、本実践のすべてを包括できるものではないことが分かる。

3. 認知の視点から

そもそも英語を学習することにおいて、英語とはどのような存在なのだろうか。英語を話せた方が便利なのは理解に難しくないが、趣味趣向や住んでいる地域等によって、それがすべての学習者にとっての英語とは捉えづらい。理系向け英語教育について理系論文に使われる英語表現と理数系教科の学習とを比較した片山(2016)は、英語の学習が異文化科目であることは当然として、日本の理数系教科もそのオリジナルが、英語を日常言語として用いている人が作ったという意味で異文化科目であり、英語と理数系教科を同一の異文化の枠組みの中で学ぶことの可能性を述べている。

さらに西本(2019)は思考についての運動的考察を述べる中で、思考は記号操作であり、言語教育は言語的思考から始まるとしても、思考力の育成は操作としての言語的思考にとどまるものではないと言及し、その理由について、思考そのものが、もっとダイナミックに運動するからであると述べている。またその中で引用されている土井(2016)は、外界と結びついた思考は成長すると記している。外界との結びつきや外在性に関してはバフチンの自他論を想起させる。バフチンの取奪に関して Wertsch(2002)は、他者に属する何かあるものを取り入れ、それを自分のものとする過程と説明している。またバフチンの取奪に関連して、他者が自己とは異なる意味や志向性を持って存在することにより、他者と自己との差異を埋めようとして対話が成立し、自分と他者という概念において理解していたと述べている。

自他の視点から思い起こされるのは宗教哲学者マルティン・ブーバーの〈我—汝〉における他者との出会いである。現代社会における実存的空虚に問題意識を持ち、マルティネスやエミール・ブルンナーなどの「出会い」の視点から人間関係の研究を深めた田坂(2011)は、現代人は他者との出会いの中で自分自身に新たに出会い続け、自分自身となることを強調し、また出会いとは意味の世界に向かって開かれた共同存在の一つの様式であると述べている。またブルンナーの出会いの解釈において、出会いは人格と人格の出会いであり、他者との出会いをもととした自己との出会いによって自分を知りその存在を確認すると述べている。つまりは、出会いを体験する中で自己の存在意義と他者への理解が生まれ、自分を実存として認識していくのである。

本実践における題材や指導者は、学習者の及び得る範囲を超えたものである。日本の中学生が、海を越えた異文化の人物に教わること、その人物は自分よりずっと年上であり、日本語を話さないということ、中学校理科の教科書で数ページ触れられているだけの宇宙を生業とし、テレビやインターネットのニュースで見るような高度な科学技術を扱う人であるということなど、あらゆる面において自身からはるか遠く存在である。地理的な距離も離れているが、日本の中学生からすれば存在的にも遠いのである。それはおそらく、日本の中学生の認知する外界の広さをはるかに凌ぐものであり、それまでの自分の認知する外界の狭さを実感するであろう。またその遠くの他者との差異を認識し自分と他者という概念において、他者の存在とそこまでの距離がより多様なものになると考える。つまり、出会うはずのない題材や人物との出会いによって、自身による世界の広さの認識を改める経験となるのである。その点において、英語の知識・技能という狭義における英語の学習や授業から解き放たれ、自身を認識する一つの機会となり、どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るかという広義の教育の意味につながるであろう。

Ⅲ. 本実践

1. 実践1「ロボット工学」に関する本校での対面授業

2015年7月に9年生(中学3年相当)を対象として、NASA JPLの技術者であるPaulo Younse氏と筆者によって対面授業を行った。当時火星で調査を続けている火星探査機やNASAの研究について、また当時開発を担当していた新火星探査機(のちのパーシビアランス)について講義をした。また、火星には水が存在していたかなど、多くの写真や映像とともに火星の不思議を紹介した。対面ということもあり、互いの表情や身体的動作などもコミュニケーションの一助となったと感じられた。NASAの科学技術に関する取り組みは初めてであったが、生徒の深い関心と、ネイティブスピーカーとの英語での対話に対する高い関心を感じた。図1はその授業の様子である。本授業に参加した生徒の感想を紹介する。「正直、英語でのプレゼンテーションなんて理解できないだろうと思っていたけれど、意外に聞き取れるところは理解できたり、映像や身振り手振りもあって、何とかわかりました。主な話は、宇宙を調べに行くロボットについてでした。人が乗らないので、着陸したり、調べたりが自動で、いろいろな機能が付いていてすごかったです。後、気温がマイナス60℃だというにはすごく驚きました。宇宙は、本当に未知の世界だし、すごく広くて、違う星まではすごく遠い。ロボットを作ることだけでもすごいのに、宇宙へ行くロボットだなんて本当にすごい仕事だと思いました。でも、すごかったいいな、とも思いました。」



図1 本校において対面授業をするYounse氏

2. 実践2「京都紹介」をテーマにしたオンライン授業

前回の実践から、英語で他分野のこととつながることの効果を確認したことから、2015年11月に9年生(中学3年相当)に対し、NASA JPLとのオンライン授業を行った。本授業はNASAジェット推進研究所の物理学者であるKristjan Stone博士とMorgan Cable博士と筆者によって指導した。50分の授業の中で、研究所での宇宙望遠鏡の開発に携わっている立場から、現在の研究がどのような展望があるのかを説明した。さらに、日本への訪問の経験を聞いたのち、京都のおすすめのスポットを紹介した。事前指導については、Stone博士とCable博士の紹介にとどまり、十分に行うことができなかつた点において、限られた時間をより有効に使うためには、当日の状況を見通して効果的に事前指導をする必要性を見出した。また、初めてのオンライン授業であったが、どのようなツールで現地と接続するのかや、時間の調整、謝礼の有無など、多くのことに手間がかかった。ツールにおいてはビデオ通話ができるGoogle Chatというアプリケーションを用い、教室ではノートパソコン、NASA JPLではスマートフォンを使用して接続した。

3. 実践3「小型人工衛星」に関するオンライン授業

2017年3月に、8年生(中学2年相当)を対象に、オンライン授業を行った。指導は筆者とNASA JPLのAndrew Klesh博士によって行った。Klesh博士は惑星間小型宇宙船やCUBESATと呼ばれる小型人工衛星の開発に携わっており、特にCUBESATが最近になって多く開発されるようになった経緯や、以前の人工衛星との違い等について講義を行った。また事前学習の一環として映画「アルマゲドン」を視聴していたことから、質疑応答の時間にはCUBESATの他に、映画の演出や信憑性などについて30以上の質問があり、すべて英語での質疑応答であった。初めてのオ



図2 オンラインでKlesh博士に質問する生徒

オンラインでの開催で、生徒と Klesh 博士が十分にコミュニケーションをとれるか心配であったが、図 2 に示すように互いに和やかに対話することができた。参加した生徒の感想には「僕はこの授業を受ける前、英語や宇宙に関する知識などについてたくさんの不安を抱えていました。でも英語は全部というわけではないけれどわかったし、ジェスチャーを使ったりゆっくり話してくれたりとクレッシュ博士のやさしさもあって、とても貴重な体験となりました。実際に質問をすることもできてよかったです。僕が一番印象的だったことはクレッシュ博士のやさしさです。一人一人質問するときに Hi と言ってくれたし、分からなくても必死に理解しようとしていた姿が印象的でした。この機会を通して NASA や CUBESAT についてもっと知ってみたいとなりました。」とあった。英語の授業の題材として理科の内容を扱った実践であるが、学習者が指導者の「やさしさ」に言及していることを特記したい。

4. 実践 4 「木星の衛星」に関するオンライン授業

2018 年 3 月に 9 年生（中学校 3 年相当）を対象にオンライン授業を行った。指導は筆者と NASA JPL でシステム工学を研究する Kevin DeBruin 氏で行った。木星の衛星であるエウロパの周りを飛びながら調査する探査機と、エウロパに降り立って大気や地質を調査する探査機のことを中心に講義を行い、また NASA JPL の設備やいろいろな仕事の内容について紹介した。事前学習においては木星やその衛星について講義を行ったが、専門用語や理科の学習で習っていない部分もあったほか、日本人指導者の知識も追い付かずに行えなかった反省がある。しかしながら、2 年連続でオンライン授業を受けることとなった学習者は、オンライン授業に向けて質問したいことを考えたり、自らインターネット等で木星やその衛星について調べたりと前向きな姿勢が見られた。生徒の感想を紹介する。

「今回授業をしていただいた DeBruin さんの NASA で働きかけが映画だと聞いて驚いた。子どものころからの夢をかなえるために何年も努力したのはすごいと思う。私はまだ将来なりたい職業が決まっていないので早く見つけてそれに向かって努力していきたい。エウロパについては、以前理科で学習したので知っていた。画像も教科書に載っており、とても興味深かった。そのような画像も DeBruin さんのような研究者の方によって提供されたのだと思う。私も将来、世界に貢献できるような仕事に就きたい。」

生徒は、出会わなければ気づくことがなかったであろうことを、身をもって気づいた経験をしたのである。相手の人となりや経験を知ることによって、その間にある距離を認知したという経験が、彼女の人生観や人となりになんらかの影響を与えたと筆者は考える。

5. 実践 5 「火星探査機」に関するオンライン授業

2020 年 2 月に、9 年生（中学 3 年相当）を対象にオンライン授業を行った。指導は NASA JPL の Richard Rieber 氏と筆者によって行った。Rieber 氏は同年 7 月に打ち上げられた火星探査機「パーシビアランス」のモビリティシステムの開発と試験場での試験に携わった経験から、それらの内容について画像や映像を用いながら講義を行った。特に資料で画面共有するのではなく、資料も提示しながら講演者の表情が見られるよう、モニターと 프로젝タを並べて使って実施した。図 3 はその様子である。



図 3 モニターに映る Rieber 氏と資料画像

事前指導では映画「オデッセイ」を視聴し、さらに火星の重力や大気について学習した。生徒からの質問において、JPL ではどれくらいの日本人が働いているのか、火星探査機のタイヤの素材は何かなどの質問が多く寄せられた。そのうち、一人の生徒が Rieber 氏に尋ねた質問が印象的である。その質問の内容は「もし火星に行ったらどの景色が見たいですか」である。答えは「探査機が着陸する場所から見えるであろう、美しいに違いない水流の痕跡とそのそばにそびえる山の景色」だった。

IV. NASA の科学者・技術者による価値づけ

NASA 側にとっては、これらは社会支援の絶好の機会である。NASA は社会支援に非常に熱心であるが、地元での交流に限定されることが多い。今回の特別授業の機会は、これらがなければ今回取り扱われているような内容や情報に触れることがなかった日本の若い層の中学生にまで、国際的に社会支援を拡大した。このような取り組みは、将来の潜在的な興味や、生徒のキャリアを変えるかもしれない基礎を築く可能性がある。JPL や NASA で働く科学者や技術者にとっても、オンラインで海外の生徒と交流する方法を学び、自分たちの社会支援や様々なバックグラウンドの参加者に対するプレゼンテーションのスキルを向上させる良い機会である。

これらの取り組みのためにそれぞれの科学者や技術者に連絡を取った際、反応は圧倒的に好意的であり、彼らは自らの仕事を説明して知ってもらっただけでなく、生徒からも学ぶことができたと述べている。今回の取り組みは宇宙や NASA を題材にした素晴らしい機会であったが、同時にほかの多くの分野や生徒が興味を持つ内容にも使えるモデルになりえると感じられるものであった。

V. 考察と展望

英語を使って知らないことを学ぶという行為が、英語の力を向上させるモチベーションになったことはどの授業においても見られた。もともと科学や宇宙に関して興味を持っている生徒には、知らない語を聞き取ろうとしてメモを取って、のちに調べようとしている生徒が見られた。理科の内容を学びながら英語の新しい語彙を習得しようとする姿勢から、同じ枠組みの中で学ぶ可能性を見られたと考える。また、どの授業においても、授業後の生徒の興奮が感じられた。海の向こうとつながったことや、宇宙開発に関わる専門的な内容を見聞きしたこと、自分の英語が伝わってコミュニケーションが成立したことなど、興奮の理由は様々だった。生徒の心が刺激されたことは言うまでもない。また質問の機会を得た生徒は目をそらさず前のめりになって話していたことが印象的である。言語の面でも知識の面でも差異のある二者の間を埋めようとするかのように、一生懸命に話していた。これは JPL の科学者や技術者にも言えることである。授業を通して本校の生徒の英語の力を理解し、ゆっくり話したり、写真を用いたりしながらわかりやすいように心がけていた。生徒の質問の際には笑顔で、優しく相槌を打ちながら聞いていた。それらの姿に、遠く離れた中学生との差異を埋めようとする思いが見られた。

これらの取り組みから、英語を学ぶ目的の選択肢が増えたのではないか。テストのためや洋画・洋楽のため、海外留学、海外の友だち作りなど、いろいろな目的をもって英語を学ぶ生徒がいるが、英語を使って、さらに新しい物事を学ぶという目的も実感できる取り組みとなったと考える。また、日本の中学生が場所も年齢も違い、教員や親ではない大人と接してコミュニケーションをとることで、世界の広さの認識や将来の展望など、視野が広がったと見受けられる生徒がいたことも取り組みの効果である。このような出会いの機会を通して、自分自身の存在を認識しているのではないか。世界における自分の位置、また相手に対する自分の存在を認識する一つの機会になったと考える。

このような取り組みを実現させるにはいくつかの問題もある。まず相手を探すことであるが、今回は JPL の協力的な科学者の存在が大きかった。彼は自身が交流するだけでなく、いろいろなトピックや人物を考え、講師を紹介してくれた。このような存在は容易に見つかるものではない。時差の問題も考えなくてはならない。日本の中学生が交流できる時間は日本時間で午前 9 時から午後 3 時くらいである。それはアメリカでは夕方から夜であり、ヨーロッパでは深夜から朝である。日本の中学生に合う時間で協力をしてもらうことはそうたやすくはない。さらに、謝礼に関しても考えなくてはならない。本取り組みではどの協力者も無償で引き受け、事前の打ち合わせや機器の接続の確認、事後の生徒の感想や質問への反応などを好意でもらった。しかし持続的かつ効果的にこのような取り組みをするためには、相応の謝礼が必要であると考えられる。学校での予算や海外への送金など様々な支障はあるが、越えていかななくてはならない。

VI. おわりに

実践5の後に、英語の苦手な生徒が落ち込んでいた。英語が苦手なので面白くない授業だったのかと思って声をかけたが、そうではなかった。「NASAで働きたいけど、英語が苦手な自分にできるだろうか」と彼は言った。私は何も答えなかった。なぜなら彼は、宇宙の専門家と出会い、その出会いから自分という存在を感じていると思ったからだ。

英語教育は、英語の学習を通して自分を磨く生徒を支援していくことであると考え。英語が得意な生徒が良い生徒で、英語のテストが苦手な生徒が悪い生徒ではない。海外の科学者との出会いを提供する授業はいつでもどこでも実践可能なわけではないが、学びの中で生徒が遠く異質な存在と出会うことの意義を大きく感じる。

引用文献

- 沖原勝昭. (2016). 英語教育改革における CLIL の役割. 京都ノートルダム女子大学研究紀要= *Bulletin of Kyoto Notre Dame University*, 46, 1-13.
- 片山七三雄. (2016). 「理系向け英語教育」とはどのような内容になるのか: 英語と理数系教科はどのような協力が可能か. 紀要/国際教育研究所 編, (22・23), 93-107.
- 田坂彩子, & タサカアヤコ. (2011). 「出会い」: 実存的空虚を超えて. 西南女学院大学紀要, 15, 145-152.
- 土井捷三. (2016). 『ヴィゴツキー『思考と言語』入門-ヴィゴツキーとの出会いへの道案内』 大津: 三学出版
- 西本有逸. (2019). 英語教育実践としてのヴィゴツキー (1): 思考の問題. 教職キャリア高度化センター教育実践研究紀要= *Journal of Education Research Center for Educational Career Enhancement*, (1), 37-44.
- 文部科学省. (2015). 学習指導要領 (平成 27 年度からの実施) .
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of research in personality*, 19(2), 109-134.
- Marsh, D. (1994). Bilingual Education & Content and Language Integrated Learning. International Association for Cross-cultural Communication, Language Teaching in the Member States of the European Union. Paris: University of Sorbonne.