

文学と科学の融合 ～雪の結晶を通して～



研究の構想・方法

2024年度第1学年69期生を担当した6人の教員(英語・理科・国語)による教科横断的な学びに関する実践報告である。この取り組みは、令和5年度修了式における校舎主任小西教授の生徒への講話に端を発している。その内容に興味を抱いた教員が、共通の興味・関心を基に集まり、授業の立案を行った。英語の題材について、理科・国語の見方・考え方を加えた授業を展開した。生徒達は、教科書に記載されている英文の内容や文法事項を理解することに加えて、英語を用いて実際に雪にまつわる実験を行った。日本での雪結晶に纏わる文章を読み、漢文にも触れた。各科目の専門の学びを通して、知的な発見の楽しさや、科学の共通言語としての英語の必要性に触れる機会となった。生徒たちが学問の本質に触れ、深い学びを促進することを目指したものである。教科書の内容を出発点に、自然現象やそれに関する英語表現に関心を持つ生徒の目の育成を目指した。教科横断的な授業が生徒に与える変容と、生徒自らが個々の学びに向かう姿勢を再確認した。

Big Question : 「科学者に必要な素養・素質とは何か」

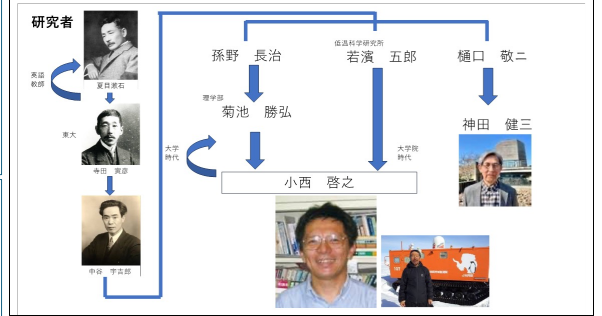
CLIL「雪の結晶」授業の設計図			
Content	Communication	Cognition	Culture
Declarative Knowledge 教科知識 気象学 水の状態変化	Language Knowledge 言語知識 実験で考察したものを他者へ伝える言語力 (気象関係の語彙、比較級、関係代名詞)	LOTS 低次思考力 理解 活用 自然の美しさに気づく	Cooperative Learning 協同学習 Pair / Group Work
Procedural Knowledge 活用知識 身近な自然現象に目を向け、その仕組みについて科学的に理解する	Language Skills 言語技能 Reading 読解力 Listening 聞く力 Writing 書く力 Speaking 話す力を相手に伝える力	HOTS 高次思考力 実験を通して考察を分析、評価 ・自然な美しさを科学的に理解する	Global Awareness 国際意識 ・科学の新たな知見は英語論文として発表されることを知る ・海外の生徒に学びを伝える ・漢文の中に見られる文化の関連性

中谷宇吉郎による雪の結晶の研究

- 雪の結晶の写真を残して、その美しさに感動し研究に着手
- 結晶を分類し、気象状態がどのようにしてどんな結晶になるかを調査
- 世界で初めて人工雪を作ること成功
- 湿度と水蒸気量の値を変えれば結晶の形が違ってくることを発見し、2つの要素の関係は1つの法則(「中谷式イソグラム」)にまとめられた
- 「雪は天から送られた手紙である」

中谷宇吉郎の師・寺田寅彦

- 熊本県五木高等学校校長。夏期講習の英語の授業を受け、東大に入学を勧めた。寺田寅彦は中谷宇吉郎と交流。
- 東京帝国大学理学部教授
- 東京帝国大学理学部教授(工学部)を退任し、X線による結晶構造解析(フジエール)を論じ、Fujieir, 物理学者としての多岐にわたる実験・考察、数々の論文を著す。
- 「天災は忘れられぬ結果」
- 「なえ君、不思議だと思いませんか」



英語コミュニケーション I

英語科

時	内容
Lesson 9	Winter's Miracles of Beauty Part 1を読む Paraphrase I を聞いてその様子を想像し絵を描いてみよう 雪の結晶の基本的な特徴を知ろう
Lesson 9	Winter's Miracles of Beauty Part 2を読む 雪の結晶の作り方を学ぼう
Lesson 9	Winter's Miracles of Beauty Part 3を読む 中谷宇吉郎と彼が行った人工雪の実験について学ぶ
Lesson 9	Winter's Miracles of Beauty Part 4を読む 日本の暮らしや文化の中にある雪の結晶を知る 自分たちの身の回りには雪の結晶を見つければいい

本実践において、英語コミュニケーションは導入としての役割を担っており、他の教科との連携を図るための大事なステップであった。この授業を通じて、生徒がさらなる学びへの興味を持ち、疑問や不思議に思う心を育むことを目指し、桐原書店のPro-vision English Communication I(平成30年2月)に掲載されているLesson 9 Snow Crystals - Winter's Miracles of Beautyを題材に、英語のスキルを磨くだけでなく、自然界の不思議や美しさに目を向けることを促した。右の図は授業の概略である。

本実践後にアンケートを実施し、①「中谷宇吉郎は「Snow crystals are letters from the sky」と表現していたが、自分ならどう表現するか」、「②この単元を通じて、不思議に思ったり、疑問に思ったりしたことは何か」の2点を尋ねた。①については、本単元で学んだことやこれまでの人生で自分が経験してきたことなどを、各自がオリジナルの表現を考えていた。②に関しては、生徒一人ひとりが、本単元を通じて得た疑問や不思議を書いており、中には疑問や不思議を複数もった生徒や、その問いに対して自分なりの答えを考えている生徒も多く見受けられた。以上のことから、本教科横断の実践において、英語コミュニケーションが目指す、生徒のさらなる学びへの興味や疑問、疑問や不思議に思う心を養うという目標は達成され、導入としての役割を果たすことができたと考えられる。

論理・表現 II

Snow crystals

What kind of research did Uichiro Nakaya conduct?

How do clouds form?

Can we make snowflakes?

Experiment 1 Create clouds using ice packs

Experiment 2 Create snowflakes on a fishing line inside a plastic bottle

State of Change

Gas

State of Change

Condensation 凝結

Evaporation 蒸発

Sublimation 昇華

Deposition 凝華

Melting 融解

Freezing 凍結

気象に関する専門用語とその現象を英語で学ぶ

目標：「英文資料を見ながら、身の回りの自然現象に改めて気づく目を日々育てる」

内容：

- 「さまざまな形」英語学
- 気象に関わる専門用語を知る
- 科学の実験を英語で実施する(英語ワークシートに考察を英語で記述)(雲を作る実験/ダイヤモンドの実験)
- ウィルソン・アルウィン・ベントレー (Wilson Alwyn Bentley, 1865年2月9日 - 1931年12月23日) アメリカ合衆国の雪のアマチュア研究家。雪の結晶の写真家の英文を読む

物理基礎 (理科)

目標

- 自然現象に対して科学的に関わる際の 過程・必要な素養 とは何か考えさせる。
- 「薄膜における光の干渉」という物理現象の基本原理解について理解させる。

スタンス

- 学習指導要領解説(理科編)「自然の事物・現象に対する興味と関心を喚起し...」, 「主体的に自然現象と関わり、科学的に探究しようとする態度」
- 寺田 寅彦 (物理学者・随筆家)「科学者になるには自然を愛人としなければならない。自然はやはりその愛人への真心を打ち明けるものである。」「なえ君、不思議だと思いませんか」

手法

- 雪の結晶の写真を見せ、何を思いましたか・不思議に思うことはありませんか と問う。
⇒ 探究の対象との出会い。感覚・感情に引っかかったものが探究の対象となる。
- 生徒の声 まれい・透明感・厚さ・寒さ・トゲが痛そう・1つ1つに個性があるように感じた。なぜ対称な形なのか・六角にしかないのか・端の辺りが紅色になっているのはなぜか。
- 英語の授業で行った、氷晶が色づいて見える現象についての実験・観察を、科学的に考察させる。
⇒ 手にシャボン液の薄膜を作らせ、観察させる。色づきに気付かせ、考えさせる。
- 科学的な見方を経て、雪の結晶に対する感じ方に何か変化がありましたか と問う。
- 生徒の声 自然に対する感動の心、研究対象への強い興味、疑問を持つことが大切。ひとつの材料からこんなに沢山のことを学べると思っていたいなかった。雪の勉強は日常のあらゆる現象に繋がっているという感じがかった。

プルーフ I (理数探究基礎)

目標：「研究者になる人たちの気質」とは何かを考える。

内容：研究者について、本物(神田さん)から中谷宇吉郎について学び、本物(チンダル像)を実際に体験し、感じ考えたことから研究者の気質について考える。

- ①中谷宇吉郎を知ろう(神田さんによる講和)
- ②チンダル像を作成しよう(各組での実験：上の写真参照)
- ③研究者になるために必要な気質を考える(グループワーク)

成果：生徒自身の将来ともつながる貴重な機会となった。また、「本物から教わること」や「本物を自分たちで体験すること」による学びの多さと深さをあらためて感じさせられる機会にもなった。

現代の国語・言語文化 国語科

現代の国語の取り組み

現代の国語とは、2022年度に「実社会における国語による諸活動に必要な資質・能力の育成に主眼を置き、全ての生徒に履修させる共通必修科目として新設」された科目である。雪の結晶へ向けた眼差しの変化を感じ取らせるため、教材として『宋書』『志十九 符瑞下』・『朱子語類』『巻二 理気下 天地下』を選んだ。

言語文化の取り組み

言語文化とは、「上代から近現代に受け継がれてきた我が国の言語文化への理解を深めることに主眼を置き、全ての生徒に履修させる共通必修科目として新設」された科目である。「科学と芸術を架橋する」という視点を育むため、教材として寺田寅彦による随筆「科学者と芸術家」を選んだ。

成果

- 寺田寅彦の科学者観だけでなく「雪」という自然現象への人類の眼差しを推察を知ることの手助けができた。
- はるか昔に朱熹が持っていた、科学とは異なった自然への分析的視座を感じるとともに、先人たちが受け継がれている探究心の存在を実感することができた。
- やけに難解な漢語が繰り返される美的表現という不釣り合いな文学的文章を意欲的に読む姿を見ることができた。

参考文献

- 池内丁編 (2022年8月)「雪は天からの手紙である・中谷宇吉郎エッセイ集」岩波少年文庫
- 寺田寅彦(令和4年1月)「万華鏡」角川ソフィア文庫
- 東見 (2006年11月)「雪と水の科学者中谷宇吉郎」北海道大学出版
- 松本聡 (2002)「寺田寅彦は忘れられたい」集英社新書
- 「高知の文学」常設展図録
- 山田功 (2020年4月)「教科書に掲載された寺田寅彦作品を読む」

- トム・ガリー、松下貢 (2013年2月)「英語で楽しむ寺田寅彦」岩波書籍
- 中谷宇吉郎 雪の科学館ガイドブック (2021年3月)
- Crown Logic and Expression I (2024年) SANSSEIDO
- Pro-vision English Communication I (平成30年2月) 桐原書店
- 文部科学省、『高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 外国語、2018, p8』
- 文部科学省、『高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 理科編・理数編』、2018, p14
- 小林植作 (1983年1月)『雪の結晶-雪のエフェメラル』北海道大学図書館刊行会

謝辞

本研究の遂行にあたり、雪の科学館前館長神田健三先生には雪の科学館にて解説いただき、また本校へ来校いただき直接生徒にご説明いただいたことに感謝申し上げます。大阪教育大学理数情報教育系の小西啓之教授には終始丁寧なご指導を賜り、研究者としての姿勢や特に「学びの楽しさ」を教えていただきました。ここに謹んで謝意を表します。