高専教育における対話型授業の試み
― 技術者に求められる多角的視点をめぐって ―

松島恒熙*　高田崚介**　鯉江秀行***　今井洋太****

Attempt of the Dialogical Class in the Technical College Education
― Inquiring the Multidirectional Perspective for Engineers ―

Koki MATSUSHIMA *　Ryosuke TAKADA **　Hideyuki KOIE ***　Yota IMAI ****

ABSTRACT

The effectiveness of dialogical class in technical college education was examined through our trials at Kobe City College of Technology. First、 the theory of philosophical dialogue、 which has been attracting attention in recent years、 was introduced. Next、 the curriculum guidelines and model core curriculum were referred、 and their affinity with philosophical dialogue was clarified. Based on these、 dialogical classes (Team Teaching class) were held with co-authors. As a result、 in all practices、 multidirectional perspectives and positive class participation were emerged. Therefore、 it is necessary for technical college education to introduce dialogical classes.

Keywords : Dialogical Class／Philosophical Dialogue／Engineering Ethics／Multidirectional Perspective

1. はじめに

技術者を養成する高専教育において、技術者倫理が必須であることは言うまでもない。そしてこの技術者倫理について哲学的に思考しながら多角的視点を養う機会を授業において確保することは、教員の役割の一つである。日本を代表する哲学者、和辻哲郎によれば、そもそも「倫理」とは「人間共同態の存在根柢たる道義を意味する」(p. 17)[(1)]のであり、その人間は「間柄的な存在」(p. 190)である。したがって、「倫理」はすべての人間に関連する事柄であり、学生と教員の両方が当事者であると言える。

また、理系科目が圧倒的に多い高専において文系教員と理系教員が互いの専門を活かしながら連携することも重要な倫理的活動であると考えられる。

*　一般科(人文社会科)　助教
**　電子工学科　助教
***　一般科(数学科)　講師
****　都市工学科　助教

本稿では、専門分野の異なる教員同士が連携しながら「哲学対話」を取り入れた対話型授業の実践を報告し、その成果と今後の課題について検討する。

第 2 章では、神戸高専一般科で人文社会科の倫理を担当する松島が、対話の理論と高専教育の関係について考察・検討する。第 3 章では、神戸高専電子工学科で情報系の授業を担当する高田が、対話型授業の実践を報告し、その課題を提示する。第４章では、神戸高専一般科で数学科の授業を担当する鯉江が、対話型授業の実践を報告し、その課題を提示する。第５章では、神戸高専都市工学科で土木環境の授業を担当する今井が、対話型授業の実践を報告し、その課題を提示する。そして最後の第 6 章にて全体を総括し、今後の高専教育における対話型授業の展望を考察したい。

2. 対話と高専教育

技術者養成や「ものづくり」の学校であると言われる高専において、なぜ対話型授業なのだろうか？このような疑問が生じるかもしれない。というのも、「技術」を身につけ、「ものづくり」に特化する上で、他者との共同存在を意識する

機会は少ないように思われるからである。しかしながら、むしろ高専であるからこそ、他者との共同存在を意識した倫理的な対話型授業が必要であることを以下に示していく。

2.1 哲学における技術と人間の関係

ドイツの哲学者ハイデガーは、自身の存在論を、「現存在(Dasein)[注1]」としての人間分析から出発したことで広く知られているが、現代における他者との共同存在や技術と人間の関係についても深く考察した哲学者である。ハイデガーによれば我々の世界は道具的存在者(Zuhandenes)の有意義な連関として現象しており(vgl.SZ 66-88)[注2][2]、その道具的存在者との交渉によって人間は存在している。そして実は、その道具的存在者を通して他の人間（他者）とも出会うとされるのである。

ハイデガーの例えによれば、職人の仕事において、使用中の道具は誰かによって作られたものであり、製作中の製品も誰かが使うためのものであるという意味で、そこでは他者たちも共に出会われている。また、岸につながれたボートは、向こう岸に渡ろうとする知人を指示し、見知らぬボートであっても、他者たちを指示している(vgl. SZ 117-118)のである。すなわち、我々人間は、根本的に共同存在であり、「ものづくり」の現場においてさえ、その「もの」を通して他者と繋がっているのである。

また、ハイデガーの後期思想では「技術論」が詳細に語られており、技術と人間の関係について深く考察されている。彼によれば、現代技術を支配しているのは「挑発すること(Herausfordern)」(GA7, 15)[注3][3]であり、それは「かり立てる性格」(GA7,17)を持っており、人間は自然を含めた周りの事物を「開発する、変形する、貯蔵する、分配する、変換する」(GA7,17)のである。しかし同時にそれは「人間自身が、自然エネルギーをむしり取るようにと、すでに挑発されている」(GA7,18)ことを意味している、とハイデガーは主張する。つまり人間自身も「人材、人的資源(Menschenmaterial)」(GA7,18)として技術に支配されているのである。ハイデガーはこの危機的状況を「総かり立て体制(Ge-stell)」(GA7,20)と呼び、現代人に技術との関係性を問いかけたのである。

このようにハイデガーの思想は、我々人間存在と技術の関係について再度考察するきっかけを与えてくれる[注4][4][5]のであり、技術者教育においても当該技術が人間にどのような影響を及ぼすのか、吟味しなければならないことを示している。

特に応用倫理学においては、技術の発展とともに従来の倫理学では扱いきれない問題を考察する分野が次々と生まれてきている。生命倫理や環境倫理、情報倫理や工学倫理などがそれである。これらはほとんどが、新たな科学技術と人間の関係を哲学的に思考する「技術者倫理」を伴う。

このことは、技術者を養成する「ものづくり」の学校である高専においても、技術と人間の関係を哲学的に思考する機会を提供する必要性を示していると言える。

2.2 哲学対話とは

上記のような倫理的事柄も含め、物事を他者と共に哲学的に思考していく手法として「哲学対話」が注目を集めている。この哲学対話は昨今の学校教育において重視されている「アクティブ・ラーニング」とも親和性が高く全国の学校で導入され始めている[注5][6]。

寺田(2021)[注6][7]によれば、哲学対話は「ソクラティック・ダイアローグ(SD)[注7][8]」、「子どもの哲学 Philosophy for Children:P4C[注8][9]」、「哲学カフェ[注9][10]」など、ルーツの違うものが様々に参考・アレンジされながら広がりを見せてきた。それぞれ、発祥地やもとの目的は違うが、共通点は哲学思想などの権威的なものを鵜呑みにするのではなく、身の回りの問題について他者と共にじっくり対話しながら思考を深めていくことである。このような哲学対話を学校において実施する意義について寺田(2021)は「問いを問いあう文化、自分で考え、他の人々とともに考える文化を学校につくる」(p. 257)ことを挙げている。

神戸高専の授業において以上のような哲学対話を取り入れる上で、松島は3つの思考の枠組みを学生に提唱している。それは、問いの対象についてその根本を疑う①「存在論的」思考。問いの対象をどのように把握しているのか着目する②「認識論的」思考。問いの対象のどこに重きを置いているのか吟味する③「価値論的」思考である。「倫理」の授業においては、もちろん哲学者の思想を知識として学ぶのだが、その哲学者が直面した問題を、まさに自分事として身近な事柄と結びつけて思考する活動をしている。この活動の手法として哲学対話を取り入れているのである。

この哲学対話の効用については、もちろん哲学的知識の定着もあるが、それだけでなく対話の過程で互いの意見を交換することによる新たな問いの発見など、学びの深まりがある。この点については、後から述べる「主体的・対話的で深い学び」と強い関連がある。寺田(2021)は学校における哲学対話の効用について以下の3つを提示している。第一に「道徳性の基礎（自他に対する尊敬、他の人の立場に立つこと、非暴力的な問題解決や異質な人々の共存の技法と作法）」(p. 260)の養成、第二に「市民性の基礎（民主的・共同的意志決定や熟議の技法と作法）」(p. 260)の養成、第三に「学力の基礎（自分で考え、かつ他の人々とコミュニケーションをとりつつ共に考えること）」(p. 260)の養成である。

そして細川(2019)[11]によれば対話とは「人間ならだれにでも日常の生活や仕事で必要な相互関係構築の

ための活動」(pp.22-23)であり、それが「他者としての異なる価値観を受け止めることと同時に、コミュニティとしての社会の複数性、複雑さをともに引き受ける」(p. 23)ことに繋がるという。つまり哲学対話は、学校教育だけに留まらず、学生の卒業後の「生きる力」をも養成しうるのである。

2.3 高専教育と対話型授業の親和性

哲学対話に大きな教育効果が期待できることが示されたところで、次にそれがどのように高専教育に関連するのか考察していきたい。

周知の通り、高専は高等教育機関として位置づけられているため、中等教育期間である高等学校の学習指導要領に準ずる必要は無いとされるが、同年代の高校生がどのような教育を受けることになっているのか参照することは無意味ではない。ここでは特に高等学校公民科「倫理」の学習指導要領に焦点を当てたい。その『高等学校学習指導要領』(注10)(12)では、「主体的・対話的で深い学びの実現」(p. 19)が目指されており、「創意工夫を生かした特色ある教育活動」(p. 19)のために、授業改善や教員研修が急務となっている。

そのような学びを実現するために公民科では共通の目標として、以下のような文言が明記されている。すなわち「現代の諸課題について、事実を基に概念などを活用して多面的・多角的に考察したり、解決に向けて公正に判断したりする力や、合意形成や社会参画を視野に入れながら構想したことを議論する力を養う」(p. 79)ことである。この目標を達成するために、「倫理」分野では「他者と共によりよく生きる自己の生き方についてより深く思索する力」(p. 84)や「倫理に関する概念や理論などを活用して、論理的に思考し、思索を深め、説明したり対話したりする力」(p.84)を養う授業が求められている。また、具体的には「自然や科学技術との関わりにおいて、人間としての在り方生き方について見方・考え方を働かせ、他者と対話しながら、現代の諸課題を探求する活動」(p.85)を実施することが掲げられているのである。

以上のような高等学校学習指導要領に加えて、国立高専機構が提示する『モデルコアカリキュラム』(注11)(13)を参照し、比較検討したい。モデルコアカリキュラムにおいては、「技術者が分野共通で備えるべき基礎的能力」(p. 4)、「技術者が備えるべき分野別の専門的能力」(p. 4)、「技術者が備えるべき分野横断的能力」(p. 4)の3つが大別されている。哲学や倫理については「技術者が分野共通で備えるべき基礎的能力」の「人文・社会科学」(p. 4)や「技術者倫理」(p. 4)に分類されている。さらに対話については「技術者が備えるべき分野横断的能力」の「コミュニケーションスキル」(p. 4)、「合意形成」(p. 4)、「論理的思考力」(p. 4)に分類されていることが分かる。

また、モデルコアカリキュラムには高等学校学習指導要領との対比表も掲載されており、「これまでの哲学者や先人の考え方を手掛かりにして、自己の生き方および他者と共に生きていくことの重要性について考察できる」(p. 50)ことや「世界の人々が協調し共存できる持続可能な社会の実現について人文・社会科学の観点から展望できる」(p. 50)ことが到達目標として設定されているのは、明らかに高等学校学習指導要領の影響を受けた結果であろう。さらに、このモデルコアカリキュラムでは、「アクティブ・ラーニング」を「主体的・対話的で深い学びをもたらすための教育手法」(注12)(14)として明確に定義しており、高専教育においても「主体的・対話的で深い学び」が求められているのは明らかである。

2.4 神戸高専における位置付け

以上のような教育内容を神戸高専において実現可能にするために、まずは、本校の教育方針およびディプロマ・ポリシーを見ておきたい。その教育方針は「人間性豊かな教育、基礎学力の充実と深い専門性を培う教育、国際性を育む教育」(注13)(15)の3つであり、ここにも技術者は「人材、人的資源」などではなく、尊厳を伴う「人間」であるという強い意志が現れている。

さらにディプロマ・ポリシーでは「(A)工学に関する基礎知識」「(B)コミュニケーションの基礎知識」「(C)複合的な視点で問題を解決する基礎的能力や実践力」「(D)地球的視点と技術者倫理」(注14)を身につけることが明確に掲げられており、特に「コミュニケーション」「複合的な視点」「地球的視点」「技術者倫理」などは哲学や倫理、対話に関連があるものばかりである。したがって、哲学対話を取り入れた対話型授業の実践は、神戸高専の教育方針やディプロマ・ポリシーと非常に親和性が高いのである。

さらに先ほどのモデルコアカリキュラムの分類を見ると、哲学的倫理的に対話する能力は、「分野共通で備えるべき基礎的能力」(p. 4)であるとともに「分野横断的能力」(p. 4)として位置づけられていることが明白であり、このことは技術者倫理や地球的視点を養う学びが特定科目の授業だけでなく、様々な授業において意識されるべきことを示している。

そこで第3章以降では倫理や哲学の授業を担当する松島が、異分野の教員と哲学対話のティーム・ティーチング(T・T)を試みた授業実践を報告し、その課題を検討していきたい。

3. 情報教育における多角的視点教育の実践(高田)

現在、高田が担当する電子工学科3年対象の講義「プログラミングII」においてプログラミング言語の書き方や知識以外に、各学生が主体的にアプリケーションやゲーム、Web ページの開発に取り組むような応用的かつ実践的な授業を実施している。しかし、時代背景を考えれば「さらに一歩踏み込んだ」教育の実践が必要と考えた。そこで本授業にて、教育哲学を専門とする松島と協働し、令和時代の IT 系技術者が問われるであろう「情報倫理」について対話形式の教育を実践した。

3.1 背景

昨今、AI や IoT などの隆盛により、あらゆる分野において IT 系技術者不足が深刻化している。この時代の変化に対応するため、文科省が定める学習指導要領にプログラミング教育が盛り込まれ、小中学校ではすでに授業が始まっており、高校においても来年度より始まろうとしている。その中で高度な専門教育を実践する高専は、これまでよりさらに踏み込んだ教育が求められることは想像に容易い。

電子工学科は本校の中でも特に情報教育に力を入れており、カリキュラム数も最多である。電子工学科では都度、その時代に対応するため座学・実習共に柔軟に変えてきており、2013 年に電子工学科を、2015 年に電気電子工学専攻を修了した OB の著者（高田）としては、特に実習においてその変化に驚いた。しかし、最新の現場のトレンドへの対応にはまだ不十分な点も多く、これからもさらに、AI やデータサイエンス分野等のカリキュラムの拡充が必要と考えられる。すでに電子工学科では藤本健司氏が、放課後に自主的な勉強会として AI 技術について講義しているなど柔軟かつ意欲的に対応を始めている。

しかし、こういった新しい技術の実装手法や実践例の教育は他の高等学校でも導入されつつあり、手法を学ぶだけでは、今後高専に求められるであろう「さらに一歩踏み込んだ」教育には片手落ちに感じられる。そこで本授業にて、新しい技術に必ず伴うであろうリスクや倫理的問題まで踏み込んだ議論を行うことで、目まぐるしく変化する社会情勢に柔軟に対応できる技術者教育を実践した。

3.2 IT 系技術者に問われる倫理の事例

これまでに IT 系技術者の発明が社会的な問題に発展した事例を紹介する。2002 年に金子勇氏によって開発された P2P 型のファイル共有ソフト「Winny」は中央集権的なサーバを必要とせず、利用者間で直接データの共有を行うことができ、匿名性が高いことから広く利用されるようになった。一方、違法なデータのやり取りに利用されることが問題となり、2003 年には利用者が逮捕される事例も発生した。本ソフトの問題はメディアにも取り上げられ、開発者である金子勇氏は違法行為を助長する技術者として追及を受け、2004 年に逮捕され、当初は有罪判決が言い渡されたものの、2011 年に無罪が確定している。他の例として、匿名掲示板「2 ちゃんねる」の開発・運営を行ったひろゆき氏は、掲示板上に書きこまれた誹謗中傷や名誉棄損にあたる投稿の管理責任を問われ多数の民事訴訟を起こされている。

3.3 実践内容

本節にてプログラミング II の授業において実践した情報倫理教育の内容を述べる。

3.3.1 テーマ募集

教員および学生を含む議論の参加者全員の双方向性を確保するために、本実践の趣旨を学生に説明し、学生自身がどのようなテーマについて議論したいか、Google Classroom の質問機能を用いて募集した。収集したテーマ例を表 3.1 に示す。

表 3.1 集まったテーマ例
(A：AI に関するもの、B：それ以外)

(A)	権利 / 社会参画 / 仕事・職業が奪われる / シンギュラリティ / 行動の責任 / 兵器 / AI まかせで人は幸せになれるか / 芸術・音楽 / ターミネーター / 学校教育 / 進化 / 審判
(B)	マイナンバー / 義手・義足 / 電子書籍 / 技術の発展 / 動画投稿サイト / サブカル / 多様化とマイノリティ / スワンプマン / VAR（ビデオ審判）/ 高専生の将来

収集されたテーマの多数が AI に関するものであり、その内容として AI の権利や社会参画、責任に関するものが最も多かった。そのため、一つ目のテーマを「AI を搭載したアンドロイドに人権はあるのか」に設定した。

次に、3.2 節に挙げた事例のように、近年議論の対象となり易く、学生自身にとっても身近な議題として「匿名性」を 2 つ目のテーマに設定した。

3.3.2 テーマ I 「AI を搭載したアンドロイドに人権はあるのか」

概要

本テーマは将来起こり得る話として、人間とまったく同じように思考する AI を持つ人型ロボット（アンドロイド）にも人間と同じ権利を与えるべきか、というものである。昨今の映画やアニメーションのテーマとして扱われることも多い。実際に、プログラミング II の毎授業終了後に収集している授業アンケートにて、「Detroit: Become Human」や「Vivy」といった本テーマに関連する作品について語って欲しいといった要望を受けたこともあるほど、本クラスの学生にとっても最も興味が強い話題である。

議論の手順を述べる。本テーマの議論にあたって、まず倫理教員（松島）が哲学的思考の大枠として「存在論」「認識論」「価値論」について説明した。次に、その 3 つの論的観点なども用いつつ、周囲の学生と議論してもらった上で、匿名の Google フォームを用いて意見を投稿してもらった。学生が投稿した意見は Google スプレッドシートを用いてクラス全体に公開し、2 名の教員も加わりながら哲学対話を実施した。

結果

学生の意見の例を表 3.2 に示す。投稿された意見（計 36 件）を集計したところ、人権を認めるが 13 件、認めないが 13 件、人権とは別の権利を与えるべきが 5 件であった。

表 3.2 「AI を搭載したアンドロイドに人権はあるのか」に対する意見例

意見のタイプ	意見例
認める派	・人格があるから ・反乱を防ぐため ・用途による
認めない派	・人間が作ったものだから ・反乱を防ぐため ・人間を楽にするためのものだから ・所有者が人権を買ってあげる場合は認める
別の権利派	・人権よりも劣る権利ならあげてもよい（自由権） ・人間と違って修理できるので

3.3.3 テーマ II「匿名性」

概要

本テーマは、SNS の普及により匿名で意見を述べることが身近になり、学生自身もユーザとして利用していることから、その匿名性のメリット・デメリットについて客観的・技術者的に議論する機会の提供を目的としている。

議論の手順を述べる。本テーマは既に身近なテーマであることから、まずは説明を行わず、周囲の学生と議論してもらった。その後、問題解決のためにインターネット実名性を導入したが結果的に悪質な書き込みの減少は限定的であるが、それ以上にネット空間における発言量を減少させることになった韓国の例[15]を解説し、さらに議論してもらった。その後、匿名の Google フォームを用いて意見を投稿してもらった。投稿してもらった意見は Google スプレッドシートを用いてクラス全体に公開し、2 名の教員も加わりながら哲学対話を実施した。

結果

学生の意見の例を表 3.3 に示す。

表 3.3 「匿名性」に対する意見例

	意見例
メリット	・特定されない ・気軽、意見・本音が言いやすい ・責められることがない ・なんとなく信頼性があるように見える ・適当なことが書ける ・人格に依存せず、純粋に意見 ・周りに配慮しなくてよい ・口論になっても事件に巻き込まれにくい
デメリット	・調子に乗る、暴言が簡単に書けてしまう ・責任がない ・嘘・デマが簡単につける ・情報を取る側は自己責任 ・相手の人柄を知らないため、勝手に傷つけることがある ・良いことをしても証拠が残らない ・極端にとられやすい ・人格に依存しないので、誤解される ・信用を得られない

3.4 考察とまとめ

テーマ I に関して、もともと AI の発展に対する興味が強いクラスであったが、議論の際はかなり盛り上がっているように見えた。興味深い意見として、認める派/認めない派共に AI の反乱を防ぐためという意見が見られた。両意見共に AI に反乱されたくない点で一致しているが、AI の権利に関して異なっている。このように同じ技術者であっても人によって観点が異なるということを相互に共有できたのは非常に有意義である。

授業後に収集したアンケートでは、倫理とのコラボ授業を楽しむ意見が見られた。さらに授業終了後に、またこのような取り組みを行うか尋ねる学生が居たことからも、本授業が学生にとって楽しく取り組めたことが分かる。

本章ではさらに一歩踏み込んだ情報教育のために技術者倫理を組み込んだ対話型授業の実践を行った。このように技術者として、単純なスキルだけではなく、そのスキルを用いてどのように社会を作り変えるかが問われることがある。今回の哲学対話は、自分の価値観の可視化、他者との考えの相違の認識、新たな問いに直面した際の多角的視点を養う一助になったと考える。

4. 数学教育における多角的視点教育の実践(鯉江)

4.1 背景

学習指導要領にあるように、数学の授業では、実際の生活の中での利活用についても学ぶことが求められている。高専においても、特に低学年はそれに倣う必要があると考えており、それを通じて多角的な視点を持った技術者の育成を目指している。

今回、倫理のテーマに「数学的な見方」を導入した授業を実践した。この授業を通して「数学の有用性」「倫理の新たな考え方の可能性」を実感してもらうというねらいがある。

4.2 実践内容

倫理の授業における2つのテーマ「パスカルの賭け」「人間の定義」に対して、数学的な見方を加えることによって分野横断型の哲学対話を実施した。数学の進度、倫理の授業の有無を考慮し、2年生のクラスを対象に行った。

4.2.1 テーマ1「パスカルの賭け」

導入

導入として、「信じるとはどういうことか？」「何を信じているか？」について記述してもらい、これまでの宗教についての学習を振り返るとともに、信仰について当事者意識を持ってもらった。その後、パスカルの主張を、確認した。

パスカルの主張

神が存在した場合、信じていれば無限の幸福を得られる。信じていなければ無限の苦痛が与えられる。しかし、神が存在しない場合、信じていれば有限の損失があり、信じていなければ有限の利益がある。この前提のもと、パスカルは「神を信じた場合の期待値は∞」「神を信じなかった場合の期待値は−∞」であり、信じるべきだと主張している。

表 5.1 期待値の計算

		自身の立場	
		信じる	信じない
神の存在	存在する（確率a）	無限の幸福 ∞	無限の苦痛 $-\infty$
	存在しない（確率$1-a$）	有限の損失 $-b$	有限の利益 b
	期待値	$\infty \times a + (-b) \times (1-a)$ $= \infty$	$(-\infty) \times a + b \times (1-a)$ $= -\infty$

この主張は「パスカルの賭け」と呼ばれている[16]。この主張に対し以下の2つの考察を与え、考え方がどう変わったか議論を行った。

考察１　「サンクトペテルブルクのパラドックス」

次のような問いを考える。

(問い)コインを投げて、裏が連続で出続ける回数に応じて下記の表のように賞金が得られるゲームがある。このゲームの期待値を求めよ。

(解答)このゲームに参加した場合の期待値は

$$\sum_{n=1}^{\infty} 2^n \times \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} = \infty$$

となる。

表 5.2 賞金一覧

コイン	賞金	確率
表	1 円	$\frac{1}{2}$
裏表	2 円	$\left(\frac{1}{2}\right)^2$
裏裏表	4 円	$\left(\frac{1}{2}\right)^3$
⋮	⋮	⋮
裏…裏表	2^n円	$\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1}$

(考察)以上より、期待値の上では参加費がどれだけ高額であったとしても参加すべきである。しかし、例えば参加費が 1000 万円の場合、24 回連続で裏が出続けなければ参加者は得しない。24 回連続で裏が出ることは、まずあり得ないと思い、実際にはほとんどの人が参加しないだろう。これでは実際の確率に関する感覚と無限の期待値に乖離がありパラドックスが生まれる。この意味で、本当に期待値を盲目的に信じていいのだろうか。

考察２　「∞ の扱い」

数学では、∞ は通常の定数と同様には扱えず、極限を用いて記述する必要がある。例えば、

$$f(x) = x, \quad g(x) = x^2, \quad h(x) = \frac{1}{x^2}$$

に対して、

$$\lim_{x\to\infty} f(x) = \infty, \quad \lim_{x\to\infty} g(x) = \infty, \quad \lim_{x\to\infty} h(x) = 0$$

である。それぞれ、∞と 0 積は以下のようになる:

$$\lim_{x\to\infty} f(x)g(x) = \lim_{x\to\infty} x \cdot \frac{1}{x^2} = \lim_{x\to\infty} \frac{1}{x} = 0$$

$$\lim_{x\to\infty} g(x)h(x) = \lim_{x\to\infty} x^2 \cdot \frac{1}{x^2} = 1$$

上記のように、∞ と 0 の積は非常に注意が必要であり、特に「神が存在する確率」が 0 に限りなく近い場合については「神を信じた場合の期待値」が ∞ になるとは限らない。

学生の反応

二つの数学的な考察を踏まえた上で、哲学対話を実施し、その中で出てきた意見を記述してもらった。以下に特徴的な記述を抜粋する。

表 3.3 学生の記述例

	記述例
数学に対する記述	・信じるために確率を持ち出したのに、その確率でさえ信じられるものか分からなくなってくる。 ・そもそも確率とは何か？ ・計算をする前は神を信じた方がいいと思ったが、計算をしてみて、逆に何を信じたらいいのか分からなくなってしまった。
倫理に対する記述	・最初は神を信じた場合の期待値が∞であることに納得したが、数学的に見ると本当に正しいのか疑問になった。見方を変えるとここまで意見が変わって驚いた。 ・神の存在を信じなかった場合の無限の苦痛は本当に与えられるのか。信じたところで、本当に無限の幸福が得られるのか。
授業に対する記述	・数学と倫理を混ぜるととても面白くなってきた。 ・このテーマ以外にも、数学的に考えることで色々な説が変わってくるのではないか。 ・神は確率という数学的なもので考えていいものなのだろうか。 ・「神が存在する確率」とは何か分からない。

４．２．２　テーマ２「人間の定義」

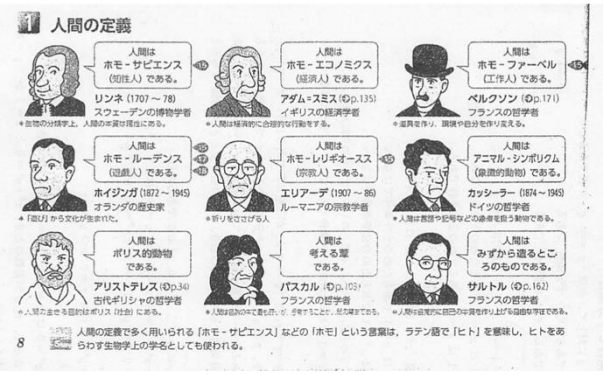
倫理の資料集に載っている「人間の定義」について議論を行う授業を実施した。哲学者の考えを鵜呑みにするのではなく、批判的思考力を身につけることが狙いである。その方法として、「必要十分条件」を利用し、数学的な見方の重要性を再認識することも目的としている。授業の冒頭では、導入として数学での必要十分条件について復習を行い、その上で以下の本題に入った。

哲学者の考えた人間の定義

倫理資料集[17]の内容をもとに、哲学者たちが考案した人間の定義は、人間であるための「必要だが十分でない」「十分だが必要でない」「必要十分である」「いずれでもない」のどれかを哲学的に考えてもらった。

その際、必要十分条件でないと考える定義については例外となる反例を挙げてもらうようにした。

表 3.4 資料集の抜粋



学生の解答の例

学生の意見で特に多かったものを抜粋する。

表 3.5 十分条件でないと考えたえるもの

定義	反例
ホモ・ファーベル（工作人）	鳥も巣を作り工作をする。
ポリス的動物	ハチやアリ、イワシなども社会を形成している。
アニマル・シンボリクム（象徴的動物）	他の動物も鳴き声で会話していることが考えられる。
ホモ・ルーデンス（遊戯人）	猫はおもちゃで遊んでいる。

表 3.6 必要条件でないと考えるもの

定義	反例
ホモ・レリギオースス（宗教人）	無宗教の人間も存在する。
ホモ・サピエンス（知性人）	赤ちゃんは含まれないのではないか。
ホモ・エコノミクス（経済人）	ギャンブラーなど、合理的でないお金の使い方をする人。

新たな人間の定義

哲学者が考えた定義とは別に、自分なりの「人間の定義」について哲学対話した。特徴的な意見の例を抜粋する。

表 3.6 学生の記述例

・周りの人間や動物から人間を認識されているもの。 ・人の形をしていて、人として認識されているもの ・知性、集団性を持ち合わせたものが人間である。 ・火を使える ・自由が認められる ・人間の子である。DNA が人間である。

４．３まとめ

テーマ1では、パスカルの扱った数式を疑うだけでなく、確率や期待値といった数学の概念についても疑いを持つ学生が現れた。数式やグラフを鵜呑みにせず、懐疑的に、納得するまで考察する良い土台ができたと実感している。

テーマ2では学生の様子を見ていて、人間の定義を考えることは非常に難航していたように見えた。これは必要十分条件を考えるという数学的な見方が十分になされているためと考えられる。その中でも、これまでの定義を組み合わせて考える、あるいは、DNA といった現代の科学を引き合いに出していた。このように哲学対話に由来する「批判的思考」から新たな考えを引き出す経験ができたと実感している。

今後は筆者自身が手法を学ぶことも含め、アセスメントを取ることが必要である。

5. 土木工学教育における多角的視点教育の実践(今井)

5.1 背景

土木技術者は国土の動態を読み解くだけでなく、人々や地域の思いも汲み取りつつ、国土管理を担う必要がある[18]。近年、土木工学において豪雨災害や人口減少をはじめとする様々な課題を踏まえた地域のあり方が議論されており、土木工学教育においては、従来の専門分野に加え、こうした様々な課題へ対応可能な学際的視点の養成も求められている。高専教育においても、こうした背景を踏まえて、多角的な視点を持った技術者の育成に努めていく必要がある。このような背景をもとに本章では、松島らと連携し土木工学教育に関するテーマとして、自然災害や環境保全と地域のあり方との関係性を主題として哲学対話の T・T を試みた事例を紹介する。

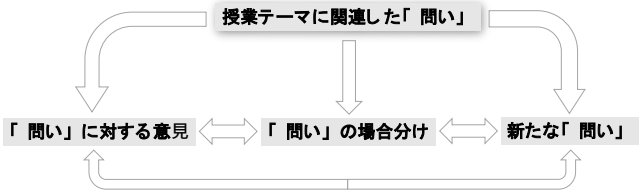
5.2.1 授業の構成

本章の内容は、2021 年 7 月 8 日の専攻科 UNITY 科目「現代思想文化論」の第 13 回目の授業において実施されたものである。第 13 回目の授業テーマは「環境倫理」であった。この授業では、本校の専攻科 1・2 年生のほか、提携している他大学の学部生も参加しており、当日の受講者は合計 26 人であった。教員による T・T は松島、今井、高田の 3 人体制で行った。なお、この授業では Zoom を用いたオンライン形式で実施し、授業中の哲学対話は 2〜4 人のグループごとに分けて実施した。

本授業は三部構成で実施した。第一部では、コモンズの悲劇を題材に哲学対話を実施した。第二部では、「環境と暮らし」というテーマで、河川環境における環境保全と災害リスクを題材とした哲学対話を実施した。第三部では、「災害と暮らし」というテーマで、2021 年 7 月 3 日に静岡県熱海市伊豆山地区で発生した土砂災害を題材として、哲学対話を実施した。なお、この災害は授業の 5 日前に発生し、学生の中でも比較的認知度が高く、スムーズに対話が進められると考えられたため本授業において取り上げた。ここでは、第三部での「災害と暮らし」をテーマとした哲学対話について報告する。

第三部の冒頭では、熱海市で発生した土砂災害の発生直後の様子の動画を再生し、被害の深刻さについて全員で共有した。そして、今回の土砂災害の概要や、発生した場所の地域特性、当時の段階で検討されていた発生要因について、簡潔に整理した。そして「自然環境と共存するとはどういうことか？」という問いを提示し、哲学対話をグループで実施した(**図 1**)。なお、哲学対話の際には問いに対する意見を考えるとともに、新しい「問い」を考えること（新たな問い）や、条件を加えて「問い」について考えること（場合分け）も推奨した。学生はこれらについて、配布したプリントに自由形式で記述した。

図 5.1 本授業における哲学対話のコンセプト



テーマに関連して提示された「問い」から、「問い」に対する意見、場合分け、新たな「問い」を適宜設定してもらい、テーマに関連する思考を柔軟に発生させる形式である。

5.2.2「災害と暮らし」を題とした哲学対話

「自然環境と共存するとはどういうことか？」という問いに対する学生の思考の例を**表５.１**に示す。「問い」に対する意見としては、「自然から得られるメリットとリスクをどれだけ許容できるかどうか」(1-1)、「災害が起こることを前提として暮らしをすること」(1-2)といった意見が見られた。特に、(1-2)の意見については、災害の種類に関する場合分けへと繋げられ、責任論へと派生した議論 (2-2) が見られた。さらに、新たな「問い」である、「人間はなぜ責任をなすりつけたがるのか？」(3-1) へと繋げられていた。また、新たな問いとして得られた、「共存できる場所とは？」(3-4) や、

表 5.1 学生の記述例

	記述例
1.「問い」に対する意見	1.自然から得られるメリットとリスクをどれだけ許容できるかどうか 2.災害が起こることを前提とした暮らしをすること 3.昔から住んでいた場所に住むこと 4.過去の人の生活のように人の生活と自然のバランスが取れていること
2.場合分けを伴う意見	1.自然がもたらす災害を天災と人災に分けて考えた場合：天災は被害を予想しても想像以上のことが起きる可能性の方が大きい、想定が可能、といった考えが得られた。 2.災害の原因＝災害責任を受けた人々の場合は自業自得、災害の原因≠災害を受けた人々だと問題がある。具体例として、違う地域から業者が来て山の木を伐採した結果、土石流が発生し.住んでいた人々が被害を受けた。
3.新たな「問い」	1.人間はなぜ責任をなすりつけたがるのか？ 2.なぜ原因を無理に探すのだろうか？ 3.安全対策は安心感を得るためだけに作られるのではないか？ 4.共存できる場所とは？ 5.人の生活と自然のバランスが崩壊しているではないか？

「人の生活と自然のバランスが崩壊しているではないか？」(3-5) については、これらの「問い」に対する意見も述べられていた。

5.2.3 哲学対話による多角的視点の養成

哲学対話を実施した結果、新たな「問い」として、「人間はなぜ責任をなすりつけたがるのだろうか」、「なぜ原因を無理に探すのだろうか」などといった「問い」が生まれた(**表５.１ 3-1、3-2**)。このように、環境や防災といった土木工学に留まらない、哲学や心理学の要素も含んだ対話が学生間で行われていた。このようなことから、哲学対話の実施を通して学生は、多角的視点を自ずと身につけていると考えられる。

一般的に、ある地域の災害リスクを考える上では、その地域のみならず、その周辺地域の自然環境や経済活動も含めながら、総合的に読み解く必要がある。哲学対話を実施した結果、場合分けを伴う意見として、「災害の責任を受けた人々が災害の原因を作った人でないなら、問題があると言える」といった意見があった。また、その例として、「違う場所から業者が来て山の木を伐採した結果、土石流が発生して住んでいた人々が被害を受けた」といった意見が挙げられていた。このように、哲学対話の実施をとおして、防災分野における専門的課題についても自発的に気づき、議論を展開していた。

地域の環境保全や災害のあり方を考える土木工学においては、力学等の計算のみならず、地域の歴史や文化、コミュニティの関係性についても理解を深め、その考えを十分に汲み取った上で、課題解決のアプローチやそのプロセスを検討していく技術の養成が必要不可欠である。今回実施した哲学対話では、本章で紹介した例に加え、「問い」に対する意見や、新たな「問い」が多く生まれていた。新たな「問い」の多くは、防災や環境に関するものだけでなく、地域課題や人間の心理、権利、地域コミュニティの関係性など多岐にわたっていた。このようなことから、本授業で実施した手法は多角的視点の養成においても効果があると言えるだろう。

5.2.4 土木工学教育における哲学対話の活用可能性

今回の授業では、土木工学における「災害と暮らし」というテーマを学ぶ上で、哲学対話の導入を試みた。その結果、学生は防災分野における様々専門的課題についても自発的に気づき、議論していた。専門分野における高等教育は、一般的に多くの専門的知識を享受するため、どうしても情報過多になり、一方的な授業展開になりがちである。今回の対話型授業は専門的課題に対して、学生が自発的に気づくことができるといったメリットがあるため、有効であるといえるだろう。また、哲学対話の中で生まれた新たな「問い」は、防災や環境に関するものにとどまらず、多角的視点に基づいたものが多く含まれていた。今後、このような授業アプローチの有効性を検証しつつ、高専教育における哲学対話の活用可能性を検討していく。

6. おわりに

本稿では高専教育における対話型授業の可能性について、その理論と実践報告を通して考察してきた。その実践においては、普段の講義型授業に比べ、学生の意見が多様になり多角的視点が養われ、より学びが深まったことが示された。そして学生が積極的に授業に参加する姿がすべての実践において見られた。

上記の実践例を見ても明らかなように、電子工学科では情報倫理、都市工学科では環境倫理など、相性の良い分野を扱うことが可能である。さらに、その他の分野についても連携可能性を示すことができたと思われる。例えば今回の数学科との連携は、国立高専機構のモデルコアカリキュラムにおいても推奨されている「分野横断型」学習の一つの試みでもある。それは、内容としては数学的観点から倫理学の議論を考察すること、さらに形式としては共同学習そのものが学生の倫理的な態度を育成することに繋がっている。すなわち、リップマンの言葉を借りるならば、授業において「探求の共同体 (注15) (9)」を実現していく試みに他ならない。

また、小林、池田、川尾(2021) (19)らも主張するように、「技術者倫理教育は単独の科目のみで実施できるものではなく、技術者教育全体の中に位置づけたカリキュラム設計が必要」(p. 56)であり、哲学や倫理関連の科目だけに偏ることなく、他分野の科目の授業においてもその土台を構築することが求められている。その一つの手法として哲学対話の導入が効果的であることが、本稿では示されたであろう。つまり、技術者倫理の土壌は、普段のあらゆる科目の授業において培われうるのである。

さらに、本稿では学習指導要領やモデルコアカリキュラムとともに神戸高専の教育方針やディプロマ・ポリシーを参照してきたが、対話型授業との親和性が高いことは明らかであり、今後のより良い技術者教育において非常に有効であることが示された。

したがって、今回の実践者 4 人に限らず、対話型授業の積極的な実践は，我が国そして世界で活躍する技術者の養成を担う高専教員において，必要不可欠であろう。その責任は重大である。

謝辞

本稿の執筆においては、高専教育の歴史や高専学会の活動など、貴重な情報について神戸高専機械工学科の赤対秀明氏や一般科人文社会科の町田吉隆氏、一般科数学科の横山卓司氏からご教授いただいた。この場をお借りして、心より感謝申し上げます。

補注

(注 1)ハイデガーは主著『存在と時間』において、人間存在を「存在への問い」を考察する存在として「現存在(Dasein)」と呼び、現存在の実存論的分析から自身の存在論を出発した。

(注 2)SZ= Martin Heidegger、 *Sein und Zeit*、 19 Aufl.、Max Niemeyer Verlag、Tübingen 2006. 以降、『存在と時間』 からの引用は SZ と略記した後にページ数を示す。

(注 3)GA＝ Martin Heidegger、 Gesamtausgabe、Klostermann、1975-. 以降、ハイデガー全集からの引用は GA と略記した後に巻数とページ数を示す。

(注 4)ハイデガーの技術論の詳細な解説は国分(2019)、森(2020)を参照されたい。

(注 5)アクティブ・ラーニングと対話の関係については土屋(2019)を参照されたい。

(注 6)寺田俊郎「序章　教育における哲学対話の発祥と展開」中岡成文監修、寺田俊郎編(2021)『哲学対話と教育』大阪大学出版会

(注 7)SD はドイツの哲学者、ネルゾンとその弟子たちが始めた哲学教育の手法であり、少人数のグループにおいて進行役と一定のルールのもとで哲学的に対話していく営みである。詳細は中岡、堀江(2017)を参照されたい。

(注 8)P4C はアメリカの哲学者、リップマンが子どもの批判的思考力を養うために始めた哲学教育の手法である。詳細は Lipman(2003)や、土屋(2019)を参照されたい。

(注 9)哲学カフェはフランスの哲学者、ソーテがとあるカフェで一般市民たちと哲学的な対話をしていたことから始まったとされている。詳細はソーテ(1996)を参照されたい。

(注 10)文部科学省(2018)『高等学校学習指導要領』以下、引用する際は頁数を記す。

(注 11)国立高等専門学校機構(2017)『モデルコアカリキュラム』以下、引用する際はページ数を記す。

(注 12)国立高専専門学校機構(2019)『モデルコアカリキュラムに基づく高専教育』

(注 13)『学校案内 2022 神戸市立工業高等専門学校』p.2 同じ内容は本校 HP にも記載されている。http;//www.kobe-kosen.ac.jp/introduction/purpose.html　最終閲覧 2021/11/30

(注 14)本校 HP を参照。http;//www.kobe-kosen.ac.jp/introduction/purpose.html　最終閲覧 2021/11/30

(注 15)リップマンの重要なキーワードの一つである。ここでいう共同体とは、文化や国家などで繋がった既存の共同体などではなく、その都度の他者との学びにおいて生じる共同体のことである。

参考文献

(1)和辻哲郎(2007、初版 1934)『人間の学としての倫理学』岩波書店

(2)Martin Heidegger、 *Sein und Zeit*、 19 Aufl.、Max Niemeyer Verlag、 Tübingen 2006 (マルティン・ハイデガー著、渡辺二郎・原佑訳(2003)『存在と時間Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ』中央公論新社)

(3)Martin Heidegger、Gesamtausgabe、Bd.7:*Vorträge und Aufsätze*、Klostermann、2000 (マルティン・ハイデガー著、森一郎編訳(2019)『技術とは何だろうか』講談社、翻訳の一部が所収されている)

(4)国分功一郎(2019)『原子力時代における哲学』晶文社

(5)森一郎(2020)『核時代のテクノロジー論：ハイデガー『技術とは何だろうか』を読み直す』現代書館

(6)土屋陽介(2019)『僕らの世界を作りかえる哲学の授業』青春出版社

(7)中岡成文監修、寺田俊郎編(2021)『哲学対話と教育』大阪大学出版会

(8)中岡成文監修、堀江剛著(2017)『ソクラティック・ダイアローグ 対話の哲学に向けて』大阪大学出版会

(9)Mattew Lipman(2003)*Thinking in Education* (second ed.) Cambridge University Press. (マシュー・リップマン著、河野哲也・土屋陽介・村瀬智之監訳『探求の共同体 考えるための教室』玉川大学出版部)

(10)マルク・ソーテ著、堀内ゆかり訳(1996)『ソクラテスのカフェ』紀伊國屋書店

(11)細川英雄(2019)『対話をデザインする ー伝わるとはどういうことか』筑摩書房

(12)文部科学省(2018)『高等学校学習指導要領』

(13)国立高等専門学校機構(2017)『モデルコアカリキュラム』

(14)国立高等専門学校機構(2019)『モデルコアカリキュラムに基づく高専教育』

(15)柳文珠(2013)「韓国におけるインターネット実名制の施行と効果(研究)」、社会情報学会編『社会情報学』2 巻、1 号、pp.17-29、2013.

(16)小川仁志(2018)『突然頭が鋭くなる 42 の思考実験、SB クリエイティブ』SB クリエイティブ

(17)東京法令出版(2021)『アプローチ倫理資料 PLUS』

(18)関正和 (1994)『大地の川』草思社

(19)小林幸人、池田翼、川尾勇達(2021)「技術者倫理教育における測定・評価の検討」『工学教育』JSEE