

## 高専における「探究」の在り方について

### —「総合的な探究の時間」の視点から見たALHとクラブ活動—

二宮 純子

一般科理系

2022年度から高等学校（以下、高校）の「総合的な学習の時間」が「総合的な探究の時間」に変更された。国立工業高等専門学校（以下、高専）ではモデルコアカリキュラム（MMC）をベースに柔軟なカリキュラムが組まれており、「総合学習」は実施されていない。しかし、高専教育で学ぶ学生が学科の専門性によらず共通で身に付けるべき能力として、学習領域に分類し、それらの学習内容の到達目標を明示し、高校学習指導要領との対応に配慮して到達水準が設定されている。本稿では、高校の「総合的な探究の時間」の教育目標を踏まえ、大分高専のカリキュラムに設置されているアクティブ・ラーニング・アワー（ALH）と、カリキュラムに設定されない科学部の活動に着目して省察した。高専から大学への接続を踏まえ、これから探究活動どのように活用していけばよいか提言した。

**キーワード：** 探究， アクティブ・ラーニング， 科学部， 理科教育

### 1. はじめに

2022年度、高校の「総合的な学習の時間」が「総合的な探究の時間」に変更され、その教育目標は学習指導要領に次のように示されている。

#### 総合的な探究の時間 第1目標

探究の見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、自己の在り方生き方を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

1. 探究の過程において、課題の発見と解決に必要な知識及び技能を身に付け、課題に関わる概念を形成し、探究の意義や価値を理解するようにする。
2. 実社会や実生活と自己との関わりから問いを見だし、自分で課題を立て、情報を集め、整理・分析して、まとめ・表現することができるようにする。
3. 探究に主体的・協働的に取り組むとともに、互いのよさを生かしながら、新たな価値を創造し、よりよい社会を実現しようとする態度を養う。<sup>1)</sup>

「総合的な探究の時間」は、旧科目「総合的な学習の時間<sup>2)</sup>」と比較すると、課題発見から解決までの能力や主体的な学びを育むという点が継続されつつ、「自己の在り方生き方」を主軸とし、教科横断的探究学習で学ぶ思考プロセ

スや協同的な活動を通じた授業となっている。

高専のカリキュラムは学習指導要領に縛られず、高校の「総合学習」は実施されていない。しかし、高専は、後期中等教育を包含した5年制の教育課程で、学生が卒業までに身につけるべき知識や能力の具体的な到達目標として、モデルコアカリキュラム（以下、MMC<sup>3)</sup>）が教育内容やカリキュラム編成のガイドラインとして示されている。本科生（5カ年）は、専門科目を通して職業に直結する専門知識を中心に習得しつつ、一般科目を通して社会に出るために必要となる基礎知識を学ぶ。高専生は、エンジニアとして将来の自分の生き方を主軸とし、課題解決に向けた知識や技能の習得とともに、技術者が備えるべき分野横断的能力の中に、「総合的な学習経験と創造的思考力」がある。本稿では、大分工業高等専門学校（以下、大分高専）のALHと科学部の活動から、「総合的な学習経験と創造的思考力」の獲得するための教育の機会について論じる。

### 2. アクティブ・ラーニングにおける「探究」

高専は、モデルコアカリキュラムを各学年での科目配置やその科目での目標水準を設定する際のガイドラインとしつつ、「アクティブ・ラーニング」や「地域の課題解決」といった独自の特色や地域性を反映させたカリキュラムの実施が推奨されている<sup>4)</sup>。

「アクティブ・ラーニング」とは、学習者が自ら能動的に学びに向かうよう設計された教授・学習法である。2012

年8月に取りまとめられた中央教育審議会答申では次のような記述で示されている。「生涯にわたって学び続ける力、主体的に考える力を持った人材は、学生からみて受動的な教育の場では育成することができない。従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業から、教員と学生が意思疎通を図りつつ、一緒になって切磋琢磨し、相互に刺激を与えながら知的に成長する場を創り、学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修（アクティブ・ラーニング）への転換が必要である。すなわち個々の学生の認知的、倫理的、社会的能力を引き出し、それを鍛えるディスカッションやディベートといった双方向の講義、演習、実験、実習や実技等を中心とした授業への転換によって、学生の主体的な学修を促す質の高い学士課程教育を進めることが求められる。学生は主体的な学修の体験を重ねてこそ、生涯学び続ける力を修得できるのである。<sup>6)</sup>すなわち、アクティブ・ラーニングとは、教員が学生と互いに刺激を与えながら互いに知的好奇心を高め、学生の能動的学習を促す授業である。高専機構の「モデルコアカリキュラムに基づく高専教育」の国立高等専門学校の教育用語集には、「主体的・対話的で深い学びをもたらすための教育手法、問題発見・解決型学習、調査学習等が含まれるが、教室内のグループ・ディスカッション、ディベート、グループワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である<sup>4)</sup>」と明示している。

2017年以降、大分高専では、低学年（高校1～3年生に相当）のカリキュラムに、学生が主体性をもって自学自習を行うためのアクティブ・ラーニング・アワー（ALH）を水曜日の午後に導入している。学生は、ALHに学業や学校生活全般に関する質問や相談あるいは進路指導等を受けることができる。また、学科によっては、高学年の学生が低学年の学生の学習を指導するSA（ステューデントアシスタント）制度を導入し、自学自習の支援体制を整えている。ALHを担当していない教員は学生にいつでも対応可能な状態とするため教室内で待機する。授業のレポート作成や、卒業研究をしている学生から「試薬調製方法を教えてほしい」「文献に掲載されている蒸留装置の接続を知りたい」「（微生物に関する）実験データの処理方法がうまくいかない」といった質問や相談がALHに活発に行われる。学問や研究に対して意欲のある高専生は、自分の将来像である技術者の生き方を主軸として高専生活を過ごし、自分の興味関心のある内容について自ら調べ、最新の研究分野や課題について周囲と協働しながら問題解決に取り組むことができる。このような高専生は、ALHの時間に制限されることはなく、日常的に周囲と対話して、学業成績にも正の影響をもたらす。しかし、学生の自主性に任せたALHは、進路目標が持てずにいる学生や学業不振の学生にとって自由時間あるいは強制的に拘束される時間として認識されることがわかった。

文部科学省「産業界ニーズ事業」（平成24-26年）の中

部地域ブロック・東海A チーム7 大学（テーマ：アクティブ・ラーニングを活用した教育力の強化）の3年間の取組の成果として、アクティブ・ラーニングの失敗例がハンドブックに記されている<sup>6)</sup>。アクティブ・ラーニングの失敗例に共通する課題に、教員の指導と評価が指摘されている。

「アクティブラーニング実施の初期の段階では、リーダー格の学生が不在でもグループワークを進めやすい環境や課題を与えるなど、講座の設計が必要である。」また、学外の企業や地域との協働の場面では、「プロジェクト活動を進める中で、報告・相談・連絡を徹底させて一つ一つの作業状況を確認しながら、責任の在り方について適宜指導を行う必要がある。」教員の適切な助言や指導のもとで、学生の主体性は継続的かつ深い学びへと変化することがわかる。ALHにおいて、学習のプロセスを評価する「学習過程評価」と授業の達成目標に到達しているかを評価する「学習成果評価」の二つを、どのように基準を設け判断するかによって、学生のやる気・意欲に与える影響は大きい。

高専の一般科目でアクティブ・ラーニングを取り入れている鈴木氏の報告では、「基礎数学Ⅰの第1回目の授業で、どうして小中学校で慣れ親しんだ教員が主に指導する一斉授業をやらずに、『学び合い』といった授業を展開するのかを説明する。<sup>7)</sup>」ことが述べられている。また、「『学び合い』の授業を展開していくことを学生たちに納得してもらおう。もちろん一度の説明だけで納得できるわけではないので、授業を通じてその必要性を学生たちに話題を変えながら幾度なく語ることになる。」学生がアクティブ・ラーニングという新しい授業形態を受け入れてくれるように何度も説明することが、その後の授業展開において重要であることを示している。また、一般科目「数学」でアクティブ・ラーニングを実践している森本氏は、学生主体の授業づくりのために休日返上でプリント作成していることを述べていた<sup>8)</sup>。鈴木氏と森本氏の報告から、教員が課題への導入や指導法を組み立て、ALHにおける「学習過程評価」「学習成果評価」を明確に示すことが重要であることがわかる。高知高専ではアクティブ・ラーニング教育センターを設置し、授業づくりに関するFD・SD研修を年に2回実施し、教員の意識改革に向けた継続的な取り組みを行っている。

高専において、一般科目と専門科目が横断的・総合的な学びとなるALHをカリキュラムに導入し、その実践報告した事例は少ない。今後、大分高専が、ALHを分野横断的な探究活動として展開することは、高専における総合的な探究学習の先駆けになると考えられる。

### 3. 学科を超えた学生の活動—科学部

文部科学省からSSH（スーパー・サイエンス・ハイスクール）やSGH（スーパー・グローバル・ハイスクール）の認定を受けた高校では、「総合的な学習の時間」を活用しながら課題研究を中心とする教科横断的な実践研究を実施

している。SSH事業とは、理科・数学教育に重点を置いた教育を行う高校を指定し、各校に年間1000万円以上の支援を行うプロジェクトである。この事業により、高大連携による共同研究や国際性を育む実践が推進されている。

高専は高等教育機関として、各専門学科に最新の精密機器や分析装置が設置されており、研究環境が整っている。大分高専の科学部は、これまで専門学科の教員の指導を直接受け、学生が所属する学科を超えた学びへ展開する活動の機会を多く得ることができた。科学部が取り組んできた活動を通して、高専における探究の在り方について考える。

### (1) 学生の好奇心から生まれた探究活動

2012年、機械工学科（以下、M科）新入生が科学部に入学し、「鉛フリーはんだを自分でつくりたい。」と提案した。共晶はんだは、スズ 63 %、鉛 37 %で融点 184 °C の低融点合金として、電子機器や基盤に用いられる。しかし、鉛の有毒性が注目されるようになり、RoHS指令施行の2006年以降、EUでは鉛入りのはんだの使用が禁止された。鉛フリーはんだとは、鉛の代わりに銀や金といった高価な金属を使用するためコストが高く、耐久性に乏しいといった課題がある。

M科の2年生が文献<sup>9)</sup>から二元合金の状態図から原子量比 Sn 85% : Zn 15 %の融点が200°C以下になることを見つけ、科学部で試作することになった。M科 松本佳久 教授に電気炉の使用だけでなく金属の特性や分析方法などの指導の機会を得た。Sn-Zn合金の研究は、現在（2022年）も継続している。その間、M科の学生による金属加工技術やSEM画像分析、電気電子工学科（以下、E科）の学生による酸化被膜の波長と反射強度の関係のシミュレーション製作、都市・環境工学科の学生によるコンクリートを用いた金属加熱装置の製作。学生の「やりたいこと」が、それぞれの専門分野を横断しながら課題の解決方法を思考し、知識と技能を互いに協働する過程を通して、自己実現する。科学部の活動における「学生の好奇心から生まれた研究」は、学内の専門的知識と実験機器をもつ教員の助言のもと、継続的かつ発展的な探究活動となる事例である。

### (2) 国際性を鍛える

高校生や低学年の高専生を対象とした研究発表には、世界中から高校生が集まる「国際学生科学技術フェア（ISEF）」の出場権をかけて、国内では日本学生科学賞やJSEC（Japan Science & Engineering Challenge）などの大会が毎年開催されている。2016年以降、長岡技術科学大学主催による、高専生が国際会議での研究発表の雰囲気に触れる機会として、SDGs 達成に向けてグローバルな社会課題を解決する方法について議

論する国際会議「STI-Gigaku」（International Conference on “Science of Technology Innovation”）が実施されている。「STI-Gigaku」には、高専からは主に本科5年生や専攻科生が参加する。

2021年、「The 6th International Conference on “Science of Technology Innovation” 2021 (6th STI-Gigaku 2021)」に、大分高専科学部E科3年生が口頭発表に参加した<sup>10)</sup>。国際会議で自分たちの研究活動を海外の人へ発信するのは、一般科目「英語」の授業とは異なり、世界共通言語のツールとして英語の重要性を体験する機会であった。発表した学生は、次のように感想を述べている。「参加してよかったと思います。良い経験になりました。（英語の授業と異なり）国際会議は英語で専門用語や動詞を簡潔で適切に表現する必要があり、自分の伝えたいことを正しい英文にできているか心配でした。（発表後、授業で）英語の発音、文の区切る場所、単語のつながりを意識するようになりました。また、国際学会で発表したことは今後の自信になったとおもいます。」3年生が国際会議で発表する姿は、科学部員の下級生だけでなく上級生にも刺激を与えた。研究発表を通してより広い世界とつながり、新たな課題を見つけるサイクルへと発展する。このような機会は、一部の優秀な高校生や低学年高専生だけのものではあってはならない。現在、小・中・高等学校のICT環境整備が急速に進められたことを好機と捉え、国内外の人たちとオンラインで容易につながるツールを生かした教育活動の在り方を検討することが必要であると考えられる。

### (3) 地域社会貢献

高専のオープンキャンパスや公開講座などにおいて、科学部は小・中学生を対象にした科学実験を毎年行ってきた。しかし、2020年、コロナ禍で学内外のイベントが中止となり、科学部では自分たちのクラブ活動を安全に行うために3Dプリンターを用いてフェイスシールドの製作を手がけた。テレビなどでは、マスクが品切れになり医療機関が逼迫している状況が連日報道されるようになった。そこで、科学部員たちは、地域の医療機関へ提供することを目指して作製するようになった。試作品の段階で大分県庁に相談し、改良を行ね、2020年9月30日には大分県庁内で寄附物品の贈呈式が行われ100個を寄附することができた。11月、高専機構のまとめによると、学生や教員が自ら3Dプリンターを使用して、フェイスガード等を製作し、地方自治体や近隣の医療機関等に提供した事例は11（釧路高専、鶴岡高専、舞鶴高専、和歌山高専、津山高専、宇部高専、高知高専、有明高専、北九州高専、大分高専、都城高専）であることが報告された。そして、フェイスガード設計図等を全国立高専に情報共有し、全51高専で

製作が可能な状況である。高専では、各高専の学生と教員が各々で取り組んでいた地域や社会の課題を、「ものづくり」を通して対応する教育機関であることを示すものである。



図-1 フェイスシールド贈呈式

2020年7月6日からの記録的な豪雨により、大分県内では日田市、由布市、九重町、玖珠町を中心として、河川の氾濫や土砂崩れなどが発生し、甚大な被害を受けた。高専生の中には被災地に住む者がおり、学生や教員が自主的に災害復興に参加していた。科学部では、被災地復興のために今の自分たちに何ができるのか、ということ話し合い、社会福祉法人 大分県社会福祉協議会へ連絡した。災害ボランティアをしているNPO法人 リエラからサイエンスショーの依頼がきた。10月31日、スクールバスに乗った科学部員は、移動途中で被災地に近づくに連れて河川の土砂災害やブルーシートがかけられただけの家屋の状況を目の当たりにした。イベント会場である道の駅 鯛生金山に到着すると、被災者とボランティアの方々に学生たちは笑顔で迎えられた。科学部のサイエンスショーの状況は、同伴した写真部が学内月間号としてまとめ、掲示した。科学部長は次のようなコメントをしている。「これまで、大分県の体験型こども科学館O-Laboや科学で遊ぼうの出前講座では、小中学生を対象にした実験をしてきましたが、今回は7月の大雨災害で被災された子どもから高齢者が対象ということもあり、部員一同やる気満々でした。現地に到着早々、炊き出しの日田やきそばや鶏めしなどをごちそうになり、ボランティアの方たちの優しさに触れながら美味しくいただきました。(略)」

科学部の活動を、写真部が報道するという学生の自主的な取り組みは、教員の予想を超えるものであった。学生たちが、地域社会との関わりを通して、課題克服のために情報を集め、協同活動からお互いの良さを認めあうことは、一人ひとりがより社会に貢献するための一員であるという自覚につながると考えられる。



図-2 写真部による被災地での活動報告

#### 4. おわりに

高専は、モデルコアカリキュラムに則り独自のカリキュラムが設定されているため、「総合的な探究の時間」はカリキュラムに組み込まれていない。しかし、技術者が備えるべき分野横断的能力の「総合的な学習経験と創造的思考力」は、「総合的な探究の時間」の教育目標に一致する部分が多いことがわかった。高専がもつ専門分野の強みを活かし、一般科目・専門科目の分野横断型の授業づくりやクラブ活動において探究活動を活用することは、これからの時代が求める人材像の育成につながる。井ノ上氏らによる研究結果では、一般入試の入学者に比べ、A0・推薦入試の入学者の方が研究思考の項目で研究者の素養(研究への主体性や学問意欲)が高いことが報告されている<sup>11)</sup>。このことから、高専から大学への接続を考えると、専門との関連を強くもたせた上で、探究活動を進めることが、総合的な学習経験を獲得する教育機会として重要であることが示唆された。高専の教育活動において探究を活用するため、次の点を今後の課題とした。

- (1) ALHを一般科目と専門科目が横断的探究活動となる教授・学習法の構築
- (2) 高専から大学への接続を見通して、段階的に探究活動を組み立てるためのFD・SD研修

**謝辞:** 科学部の研究遂行にあたり,多大なご指導を賜った,機械工学科教授 松本佳久先生,電気電子工学科准教授 上野崇寿先生,田中大輔先生,都市・環境工学科教授 一宮一夫先生に深謝致します。また,2012年から現在の科学部員には,学内外のイベントに積極的にご協力頂きました。ありがとうございます。

#### 参考文献

- 1) 高等学校 学習指導要領 (平成30年告示), 文部科学省
- 2) 高等学校 学習指導要領解説 総合的な学習の時間編, 平成21年7月, 文部科学省
- 3) モデルコアカリキュラムーガイドラインー (経済・ビジネス系を除く), 独立行政法人 国立高等専門学校機構, 平成29年4月28日
- 4) モデルコアカリキュラムに基づく高専教育, 独立行政法人 国立高等専門学校機構 ([modelcoreleaflet2018.pdf \(kosen-k.go.jp\)](https://www.kosen-k.go.jp/modelcoreleaflet2018.pdf))
- 5) 新たな未来を築くための 大学教育の質的転換に向けて ～生涯学び続け, 主体的に考える力を育成する大学へ～ (答申), P9, 平成24年8月28日 中央教育審議会
- 6) アクティブラーニング失敗事例 ハンドブック～ 産業

界ニーズ事業・成果報告 ～, 中部地域大学グループ・東海Aチーム, 一粒書房, 2014年

- 7) 高専におけるアクティブ・ラーニングの試みー1年生の基礎数学 I, II の『学び合い』実践ー, 鈴木道治, 木更津工業高等専門学校紀要 第50号, p70～73, 2017
- 8) 学生の自発的な学びと成長に貢献! 「教えない」授業で「教え合う」学生たち, 月刊高専, 公開日2021年9月8日 (<https://gekkan-kosen.com/3127/>)
- 9) 海老原熊雄, 『金属データブック』, p12～555, 平成2年
- 10) A Study on Teaching Materials for Light Interference Experiments Using Metal Oxide Films, Ryota Tomiyoshi, Kaname Hinago, Takahisa Ueno, Junko Ninomiya, 6th STI-gigaku 4-4 2021
- 11) 多面的・総合的入学者選抜の効果検証ー卒業年度の学生・教員双方の追跡調査の分析ー, 井ノ上憲司, 山下仁司, 大友弘子, 川嶋太津夫, 大学入試研究ジャーナル第32号, p. 56-61, 2022

(2022.9.30受付)