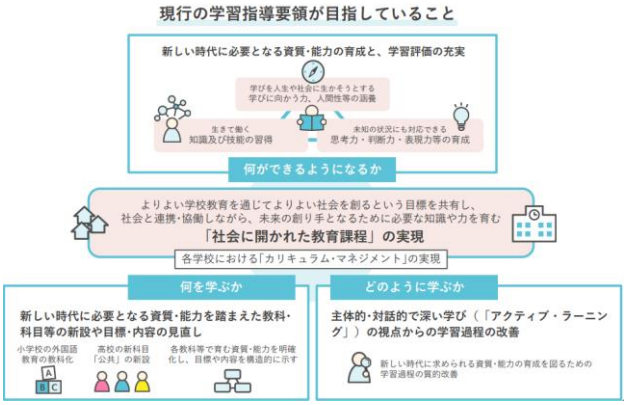
工　　業

1　工業科における授業改善等の成果と課題

(1) 工業教育を取り巻く現代的背景

Society 5.0 の到来やデジタルトランスフォーメーション（DX）などの進展により、産業構造は大きく変化している。これらに対応するため、工業科においては、工業の「見方・考え方」を働かせ、実践的・体験的な学習活動を行うことなどを通して、職業人として必要な資質・能力を確実に身に付けさせる授業改善が不可欠となっている。



こうした状況を踏まえ、近年の授業改善における成果と課題を整理するとともに、工業科に属する科目の学習により身に付けた知識や技術を基盤として、「課題研究」等で更に専門的な知識・技術へと深化・総合化を図りながら、学んだ知識や技術を実際の課題に活用し、解決する力の向上を進めるための指導の在り方について検討する。

(2) 授業改善を巡る「成果」と現場が直面する事実的な「課題」

近年の最大の成果は、ICT 機器の活用を通じた「指導の個別化」と、産業界等との連携による「協働的な学び」が具体化した点にある。しかし、変革の裏で、構造的課題が浮き彫りになっている。詳細を表 1 に示す。

表 1　授業改善における成果と課題

	成果	課題
全体	・現行の学習指導要領における「主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善」を学校単位で推進している学校が増加している。 ・各種研究協議会を通して、「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実が図られている。 ・生徒が主体的に活動できるよう、心理的安全性を担保した授業づくりが増えてきた。 ・授業における ICT 活用の取組が充実している学校が増加している。	・自分の考えをもち、根拠をもって明確に説明すること、自律的に学ぶ自信がある生徒の育成に難しさを感じている授業が見られる。 ・習得した知識を現実の事象と関連付けて理解し、概念としての知識の習得や深い意味理解をさせることに課題がある授業が見られる。 ・「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実について、校内における教員間の認識の差がある。 ・生徒を主語にした授業の在り方について、校内で一層研鑽する必要性がある。
工業科	・ICT 端末の活用により、生徒一人一人の理解や関心の程度に応じた学習方法の選択が可能となった。例えば、図記号の習得に際し、ノートによる学習とアプリによる学習を生徒が自ら選択するといった「指導の個別化」が進展している。 ・3D プリンタやシミュレータ等の導入により、物理的な制限を超えた試行錯誤が可能となった。これにより、生徒が自ら問いを立て、解決策を導き出す「探究的な学び」の基盤が整備された。	・先端技術と基礎技能承継の「カリキュラムの過密化」を解消するため、学ぶ内容を精選する必要がある。 ・「主体的に学習に取り組む態度」の評価において、挙手の回数やノートの書き方などの形式的な活動を捉えて評価している授業が見られることから、生徒が自らの学習を調整しながら学ぼうとしているかという意思的な側面を捉えて評価する授業へと改善する必要がある。 ・工業教育において安全管理の徹底は不可欠であり、生徒が具体的な場面で危険を予知し、危険を自分事として捉える力を養う必要がある。

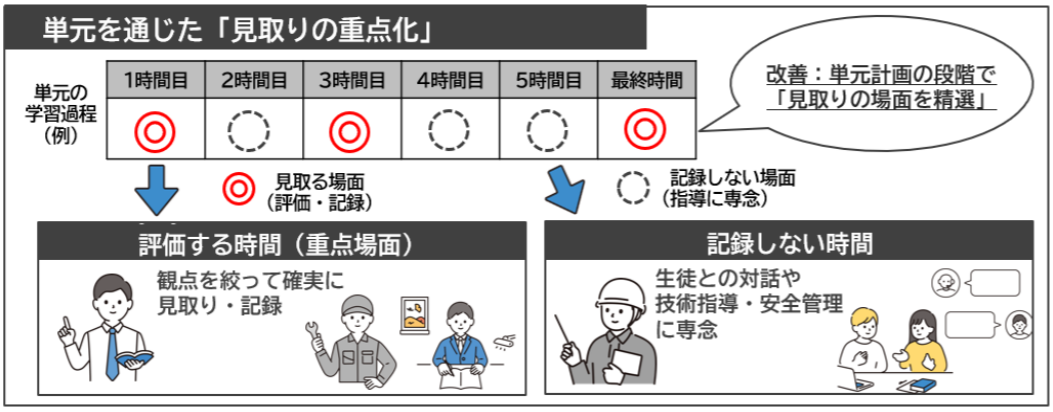
2　学習指導及び学習評価の改善・充実

(1)　「指導と評価の一体化」が求められる意義

学校における授業づくりに当たっては、「個別最適な学び」の成果を「協働的な学び」に生かし、更にその成果を「個別最適な学び」に還元するなど、両者を一体的に充実させ、「主体的・対話的で深い学び」へつなげる授業改善が必要である。

学習評価については、単に成績を記録するためのものではなく、教師の指導改善や生徒自ら学びを調整する学習改善につながるものとしなければならない。一方、観点別学習状況の評価に係る記録は、毎回の授業ではなく、単元や題材などのまとまりごとに、評価場面を精選することが重要である。

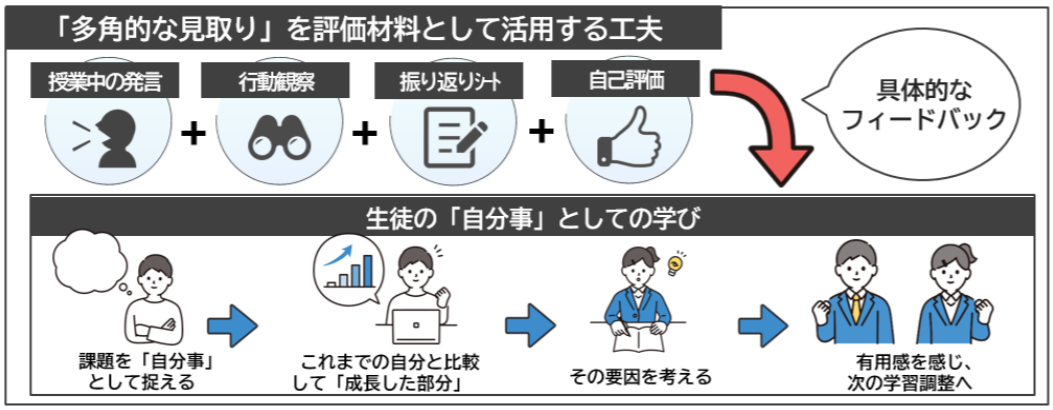
「指導と評価の一体化」を推進する上で不可欠なのが、指導の質を高める「評価場面の精選」である。日々の授業の中では、生徒の学習状況を把握して指導に生かすことに重点を置きつつ、どの観点をどの場面で見取るのかを、単元計画の段階で精選することが重要である。これにより、教員は生徒への安全指導や対話的な指導の時間を創出することが可能となる。



(2)　多角的な見取りを生かした学習状況の把握と授業改善

精選した評価場面においては、生徒の学習状況を適切に見取るため、学習活動に応じて評価方法を工夫することが重要である。

生徒が理解したことだけでなく、課題解決に向けて工夫したことや試行錯誤の過程、他者の意見を踏まえた考えの変化なども捉えることが大切である。また、見取った内容を生徒に具体的にフィードバックすることで、生徒が自らの成長や課題に気付き、学びを「自分事」として捉えながら、次の学習に向けて自らの学び方を調整できるよう支援することが必要である。



３　指導と評価の計画例

ここでは、各科目において探究的な学習の積み重ね、それらを課題研究におけるより専門的・実践的な探究へとつなげることを目的とした、科目「社会基盤工学」指導項目「(3) 水資源」の単元についての指導と評価の計画例を示す。（３年：２単位を想定）

ア　単元の目標

(1)	(2)	(3)
水資源について利水と治水を踏まえて理解するとともに、関連する技術を身に付ける。	安全で安心な社会基盤の創造に着目して、水資源に関する課題を見いだすとともに解決策を考え、科学的な根拠に基づき結果を検証し改善する。	水資源について自ら学び、工業の発展に主体的かつ協働的に取り組む。

目標から評価規準を作成

【「単元の目標」の作成のポイント】
学習指導要領解説を参考に、生徒の実態及び前単元までの学習状況を踏まえて作成する。

イ　単元の評価規準

知識・技術	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
水資源について利水と治水を踏まえて**理解している**とともに、関連する技術を**身に付けている**。	安全で安心な社会基盤の創造に着目して、水資源に関する課題を**見いだす**とともに解決策を考え、科学的な根拠に基づき結果を検証し**改善している**。	水資源について自ら学び、工業の発展に主体的かつ協働的に**取り組もうとしている**。

【「評価規準」の作成のポイント】
目標の文末を、評価規準として活用できるよう「～している。」などと表現する。

ウ　単元の指導と評価の計画（20 時間）

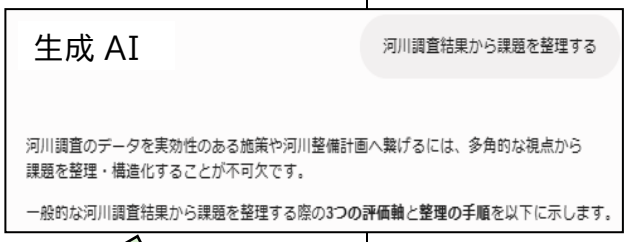
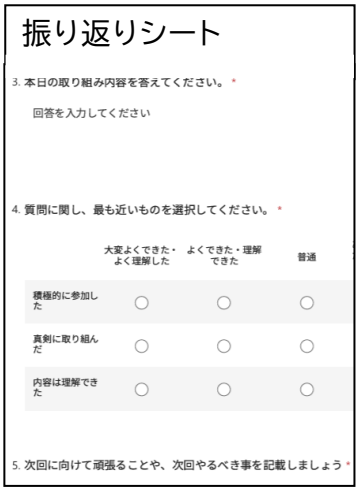
科目「社会基盤工学」の単元「水資源」は、４つの小単元による構成として計画し、そのうち２つ目の小単元までを示す。各小単元における指導のねらい・学習活動及び評価の観点は次のとおりである。

次 【時間】	学びの過程	★：小単元名 ○：ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 「おおむね満足できる」状況（B）
1～6 【6 時間】	習得	★利水 ○生活用水や工業用水などのための水資源の開発を取り上げ、利水の計画について理解する。 ○上水道は、計画、水資源の開発から水源、送水・分配システム、浄水まで、下水道は、計画や下水の収集・排除、下水処理、下水汚泥の処理について理解する。	知	○	・生活用水や工業用水などに必要な水資源の開発の目的や方法を理解し、利水計画の基本的な考え方について説明している。上下水道の役割や、水源から浄水、送水・配水までの仕組み、下水の収集・排除、処理及び汚泥処理の流れについて理解し、その概要を説明している。
7～12 【6 時間】	習得	★治水 ○河川の氾濫、海岸における高潮、津波、浸食、山間地における地すべりや土石流などについて取り上げ、河川の改修と海岸の防護、治山・砂防及びそれらの土木構造物の機能などの治水の計画について理解する。	知・思	○	・自然災害の特徴を踏まえ、河川改修や海岸保全、治山・砂防施設などの治水対策の役割や機能を関連付けて考察し、その考えを説明している。

【評価の観点の設定】
各小単元において３観点全てを評価するのではなく、科目横断等も含め、単元、教科全体を通してバランス良く評価する。

エ　学習指導案

1　教　　科　　名　社会基盤工学
2　単元・小単元名　単元：水資源　小単元：治水
3　本 時 の 学 習　（12 時間目／20 時間中）
4　本 時 の 目 標　河川の予備調査結果を基に、現状の河川環境の課題を発見し、改善点を考慮しながら施工計画を立案する。
5　本 時 の 展 開

配分	主な学習活動（●個人、○グループ）	◇教師の働きかけ及び指導上の留意点	評価規準・評価方法等
導入	○前時の振り返りシート（学習支援ソフト）に入力された生徒の意見（内容）の傾向を示し、多様なものの見方や考え方を理解する。 ●本時の目標と学習内容を確認する。	◇生徒の生の声を可能な範囲で生かすとともに、**生成 AI やテキストマイニング等を活用して全体の意見の傾向などを示す**。 ◇本時の授業の関連性を意識させる。	【評価規準】 【思考・判断・表現】 望ましい河川環境を、土木や街との共存を考え、科学的な根拠に基づき検証し改善している。
展開	問１ 「河川環境の課題とは」 ●河川予備調査結果から課題を整理する。 ○個人で整理した課題をグループで共有し、グループで課題を設定する。 ○科学的根拠に基づき考察を行う。  【科学的根拠に基づいた検証】 気象庁の降水量等の実測データを活用し、複数の地点や期間のデータを比較・分析することで、科学的根拠に基づいて考察するよう指導する。	◇必要に応じて、端末やクラウドを活用して、情報収集や整理することを促す。 ◇個人の思考を深め、情報を整理する際に、**生成 AI を多様な他者として位置付け、意見を求める**などの活用を促す。 ◇少数意見も大切にし、尊重する。 ◇立案した施工計画について**外部人材や生成 AI（第三者の視点）を活用して検証し**、意見を聴きながら計画案を修正する。  【ハルシネーション】 生成 AI が事実ではない情報を、あたかも正しい情報であるかのように生成してしまうことがあるため、必ず確認をすること。 問２ 「課題を改善するための方策は」 ○設定した課題から改善方法を検討する。 ○検討した改善方法をもとに施工計画を立案する。 ○立案した施工計画を検証する。 ○検証結果を基に施工計画案を修正する。 ○施工計画を発表する資料を作成する。	◇修正した施工計画をプレゼンするための資料を、生成 AI を活用しながら作成する。 ◇議論が停滞しているときは、教員が議論の活発化につながるヒントを与える。	【評価の観点の工夫】 １単位時間で３観点全てを評価する必要はなく、評価の観点は一つでも差し支えない。 【個別最適な学び】 「孤立した学び」に陥らないよう、ICT を効果的に活用し、他者の意見を参照できる環境を整えること。 【協働的な学び】 多様な他者と協働しながら、相手を尊重し、異なる考え方を組み合わせたり、新たな考えを創造したりすること。 
まとめ	●本時の学習を振り返り、自身の考えを振り返りシートに入力（学習支援ソフト）する。	◇振り返りシートの入力に当たっては、他者の意見も踏まえ、他の教科・科目との関連性や自己の将来を含めて、自身の考えを記入させる。 ◇簡潔に次時の予告をする。	［評価方法］ ・行動観察 ・振り返りシート（学習支援ソフト）

オ　学習の進め方や学習評価の工夫

○教科・科目横断的な学びについて

科目「課題研究」における年間指導計画の作成にあたっては、学科内での科目間連携を図ることが重要である。

ここでは、科目「社会基盤工学」の単元「水資源」において、河川の予備調査結果を基に現状の河川環境における課題を発見し、改善策を考慮した施工計画の立案方法を習得させた学びを基盤として、科目「課題研究」において探究的・実践的な課題解決に取り組ませる指導事例を紹介する。

(ア) 課題研究における実社会や実生活の課題解決に向けた学び

a 「課題研究」で目指したいこと

科目「課題研究」では、探究の過程を繰り返し、課題の解決に取り組むことが求められる。その際、活動の成果を振り返り、得られた結果や新たな気付きを次の課題設定や取組の改善につなげることが重要である。各科目で身に付けた知識や技術を相互に関連付け、実社会や実生活に関する課題解決へ活用することで、課題を自らの課題として捉え、主体的かつ協働的に解決に取り組む姿を目指す必要がある。

次に示すのは、都市河川をフィールドに、生徒が主体となって取り組んだ実践である。

【課題研究：21 時間/33 時間】

次 【時間】	学びの過程	★：小単元名 ○：ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 「おおむね満足できる」状況（B）
13～33 【21 時間】	活用・探究	○河川の役割や治水・利水・環境保全について理解し、河川調査や測量データを活用できるようになる。 ○河川環境の課題を分析し、生物と人間が共存できる河川整備について考察・提案できるようになる。 ○地域河川に興味をもち、協働して課題解決に取り組んでいる。	思・主	○	・河川調査や測量データを基に、河川の治水・利水・環境保全の視点から現状や課題を分析し、自分の考えを説明している。（思） ・河川環境の課題を分析し、生物と人間が共存できる河川整備の方法について根拠を基に考察し、提案している。（思） ・地域河川の課題について他者と意見を交流し、多様な考えを踏まえて課題解決の方法を検討し、自分の考えをまとめている。（主）

b 事例に見る探究のプロセスと改善のサイクル

【課題設定】

・専門機関と連携しながら河川の流れや河床を観察し、「サクラマスが遡上・産卵しやすい環境をつくるにはどうすべきか？」という問いを生徒自ら設定。

【実践・施工】

・流体力学や施工技術など、これまでの学びを踏まえ、複数の解決策を比較検討し、実際の河川で施工を実施。

【検証・考察】

・施工後の観察や測量を通してデータを収集。

・「なぜ想定と異なる結果になったのか？」という原因を考察。

【改善】

・考察で得た気づきを基に、施工方法等の改善を行う。

・探究のプロセスを回し続ける。

c 「教える授業」から「実社会や実生活で生かす体験」へ

この実践のポイントは、「想定と異なる結果（失敗）」を次につなげる改善のサイクルにある。自分の手で仮説を検証し、試行錯誤を重ねる体験を通して、生徒は自らの学びに自信をもち、根拠に基づいて判断し、課題の解決に向けて主体的に取り組む力を身に付けていく。このような学びの積み重ねが、変化する社会や産業の課題に対応し、新たな価値を創造する力につながる。



図１　「サクラマスが遡上する都市河川」

(イ) ICT の効果的な活用

学習活動の中で、生徒の思考を深め、学びを支えるための ICT 等の活用を適切に位置付けることが重要である。特に生成 AI については、学習指導要領に示す資質・能力の育成や教育活動の目的を踏まえ、生成 AI を活用すること自体を目的とするのではなく、生徒が自ら考え、判断することを支える手段として活用することが求められる。

また、生徒が学習の目的や状況に応じて、適切な活用の場面を自ら判断できるよう指導することが必要である。次に、参考例を示す。

a 課題の発見

河川の予備調査結果から生徒が課題を考えるとともに、生成 AI に複数の課題候補を生成させる。

b 課題整理

自分たちの考えをもち寄り、課題を整理する際に、テキストマイニングでの解析や多様な他者として生成 AI に課題や改善方法を推敲させて、別の視点からの改善策を得る。

c 計画の作成支援及び計画の検証

計画書の構成や手順を整理する際に、生成 AI に役割を与えて第三者の視点で検証するようプロンプトを工夫する。また、外部人材の意見を取り入れながら、ハルシネーションについても併せて学ぶ。

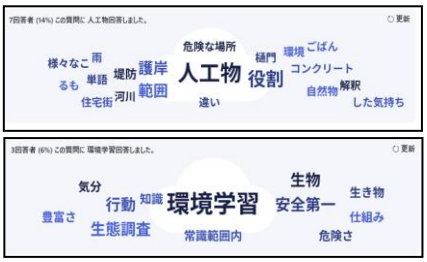


図２　テキストマイニング



図３　外部人材との意見交換

4　主体的・対話的で深い学びの実現に向けたチェックリスト

図４は、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善の視点として、『学習者』と『授業者』からの視点をまとめたものであり、主体的・対話的で深い学びを実現するために『授業者』が何に取り組めばよいのかを明示的に示したものである。授業づくりの際に参考にしていただきたい。

	授業改善に向けた『学習者』の視点	授業改善に向けた『授業者』の視点
主体的な学び	□学ぶことに興味や関心をもつ □自己のキャリア形成の方向性と関連付ける □見通しをもつ □粘り強く取り組む □自己の学習活動を振り返って次につなげる ■実験・実習等から工業に関する問いや課題を見いだす ■既習の知識・技術を生かして課題解決に取り組む ■設計・製作・施工等の結果を振り返り、改善につなげる ■産業や社会との関わりから、学ぶ意味を捉える ■未知の課題に対して、知識・技術を生かして挑戦する □：一般的な例 ■：工業的な例	□既習事項を振り返る □具体物や例を提示して引きつける □生徒が明らかにしたくなる学習課題を設定する □生徒が自ら本時の目標をつかむようにする □学習課題を解決する方向性について見通しをもたせる □生徒が自分の考えをもつようにする □生徒の思考を見守る □生徒の思考に即した授業展開を考える □生徒の考えを生かしてまとめる □その日の学びを振り返る □新たな学びに目を向けさせる ■実物・現象・データ等から問いを見いだせる教材を設定する ■既習の知識・技術を活用して解決する課題を設定する ■設計・製作・施工等の結果を振り返る場を設定する ■産業や社会と学習内容を関連付け、学ぶ意味を実感させる ■生徒の考えを尊重し、必要な場面で情報や技術を提供する
対話的な学び	□生徒同士の協働を通じ、自己の考えを広げ深める □教職員との対話を通じ、自己の考えを広げ深める □地域の人など多様な他者との対話や ICT 等の活用を通じ、自己の考えを広げ深める □先哲の考え方を手掛かりに考える ■実験・実習の結果を基に、他者と考えを比較・検討する ■自分と異なる技術的な考えを取り入れ、解決方法を見直す ■複数の解決方法を比較し、より適切な方法を考える ■専門家や産業界等との対話から、考えを広げ深める ■根拠を示して自分の考えや技術的判断を説明する	□思考を交流させる □交流を通じて思考を広げる □協働して問題解決する □板書や発問で教師が生徒の学びを引き出す □ICTや生成AI等を活用して、多様な意見に触れさせる ■実験・実習の結果を基に考えを交流する場を設定する ■異なる技術的な考えを比較・検討する場を設定する ■複数の解決方法を比較し、判断する場を設定する ■専門家や産業界等と学びをつなぐ機会を設定する ■ICT や生成 AI 等を活用し、多様な技術的考えに触れさせる
深い学び	□各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせる □知識を相互に関連付けてより深く理解する □情報を精査して考えを形成する □問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう ■工業の見方・考え方を働かせて課題を捉える ■複数の科目で学んだ知識・技術を関連付けて考える ■測定結果やデータを根拠に解決方法を検討する ■設計・製作・施工等を通して結果を検証する ■検証結果を基に、設計や方法を改善する ■予想外の結果から原因を考え、解決方法を修正する ■科学的・技術的な根拠を基に、よりよい方法を判断する	□資質・能力を焦点化する （身に付けさせたい力を明確にする） □単元や各授業の目標を把握する □ねらいを達成した生徒の姿を具現化する □教材の価値を把握する □単元及び各時間の計画を立てる □目標の達成状況を評価する ■工業の見方・考え方を働かせる学習場面を設定する ■科目間の知識・技術を関連付ける学習を設定する ■データ等を根拠に仮説・検証する学習を設定する ■設計・製作・施工等を通して検証する場を設定する ■検証結果を設計・方法の改善につなげる場を設定する ■想定外の結果を新たな問いや課題につなげる ■教師が答えを示さず、問い返し等で思考を支える

図４　主体的・対話的で深い学びを実現する授業改善の視点について（令和２年６月文部科学省　国立教育政策研究所）を基に一部加筆

Topic　1 実習等における安全管理及び安全指導の徹底について

（北見工業高校）

工業科では、実習等における安全管理及び安全指導を徹底するとともに、ものづくりには数多くの危険が潜んでいることを踏まえ、「この場面でこのような危険がある」など、具体的な場面と考えられる原因、対処方法を併せて考えていくことが重要である。

(1) 事故報告書を活用して、危険と対策を考える

北見工業高校電子機械科では、実習等におけるヒヤリハットを「事故報告書」に記録している。報告書では、「どこで」「何をしていた」「発生状況の詳細」を記入した上で、問題があったと考える項目について、「作業環境」「作業方法」「設備機器」の観点から発生当時の状況と対策を整理し、さらに「今後の対策」を記入する構成としている。単に「危なかった」で終わらせるのではなく、どのような場面で、何が起き、どこに問題があり、今後どのように改善するかを振り返ることができるようにしている。こうしたヒヤリハットの記録を蓄積することにより、実際の実習で起こり得る具体的な危険を共有し、生徒が危険を自分事として捉えることにつなげている。



図１　事故報告書の例

(2) 実習環境を「KAIZEN」

「整理整頓はカイゼン活動」と捉え、品質管理検定で学んだ「PDCA」「５S」を、製造業の現場で実際に行われる活動として、実習棟の改善に取り入れている。「物の収納のしかた」「作業のしやすさ」「清掃のしやすさ」「安全作業」「作業場所の見直し」という視点から、実習環境を見直している。



図２　整理整頓の改善前・改善後

2 産業界と連携した実践的な学習活動について　（帯広工業高校）

(1) 帯広工業高校電子機械科航空宇宙プロジェクト（EAP）を開始



図３　プロジェクト計画

本プロジェクトでは、ロケット部門と衛星部門に分かれ、衛星を搭載するロケットや小型衛星の設計・開発・製作に取り組んでいる。

令和８年度は、ロケット部門でモデルロケットの打上げや自作ロケットの製作、衛星部門で缶サットの開発やドローン等を活用した実験に取り組んでいる。専用ソフトを用いた機体の重量や重心位置の計算、３Ｄプリンタによる部品製作など、これまで学習した知識を生かしてロケットを設計・製作し、モデルロケットの打上げを実現した。

今後は、３年計画で、宇宙航空関連企業や大学等と連携し、「缶サットを搭載した自作ロケットの打上げ」から「小型衛星搭載ロケットの打上げ」へと段階的に取組を発展させる。最終的には、ロケット等から取得した十勝の画像や気象状況データを分析し、その結果を十勝の農業に役立てることを目指している。



図４　モデルロケット