

1 学習指導の工夫・改善

(1) 各教科等における探究的な学び

新学習指導要領では、学習の基盤となる資質・能力や現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力を育成するために、教科等横断的な学習を充実させることが求められている。

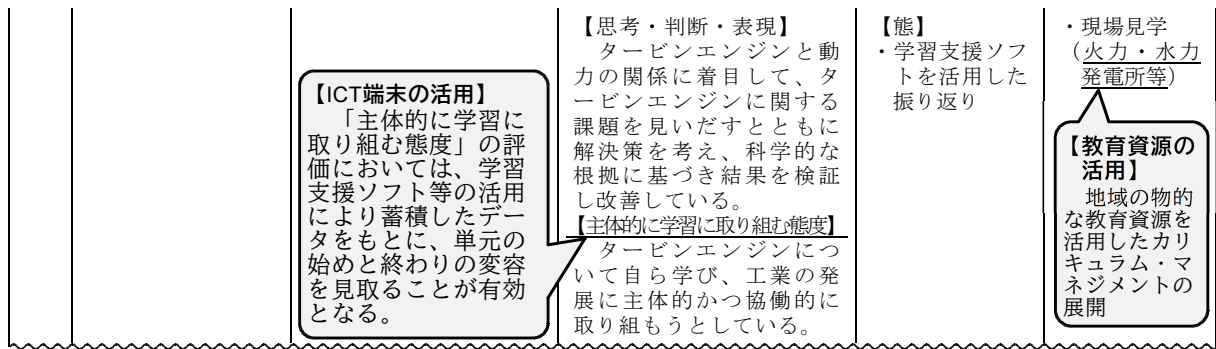
工業科においては、「探究」の名称が付されている科目がないことから、原則履修科目「課題研究」だけでなく、その他の科目等についても、それぞれの指導項目に応じて、探究的な活動は取り入れられるべきものである。また、探究的な学びには、探究のプロセス全体を通して資質・能力を育成するだけでなく、「整理・分析」や「まとめ・表現」など探究のプロセスの一部に焦点を当てることも考えられる。この際、「考えるための技法」を効果的に活用することが重要である。

さらに、「工業の見方・考え方」を働かせ、見通しをもって実験・実習などを行い、科学的な根拠に基づき創造的に探究するなどの実践的・体験的な学習活動を行うことなどを通して、「主体的・対話的で深い学び」の実現を図るようにすることも重要である。

(2) 教科等横断的な視点を意識した年間指導計画の作成

年間指導計画の作成に当たっては、工業科で育成を目指す資質・能力を踏まえ、教科等横断的な視点に立って教育活動を行うことができるよう工夫を図ることが重要である。ここでは、科目「原動機」における年間指導計画の例を示す。

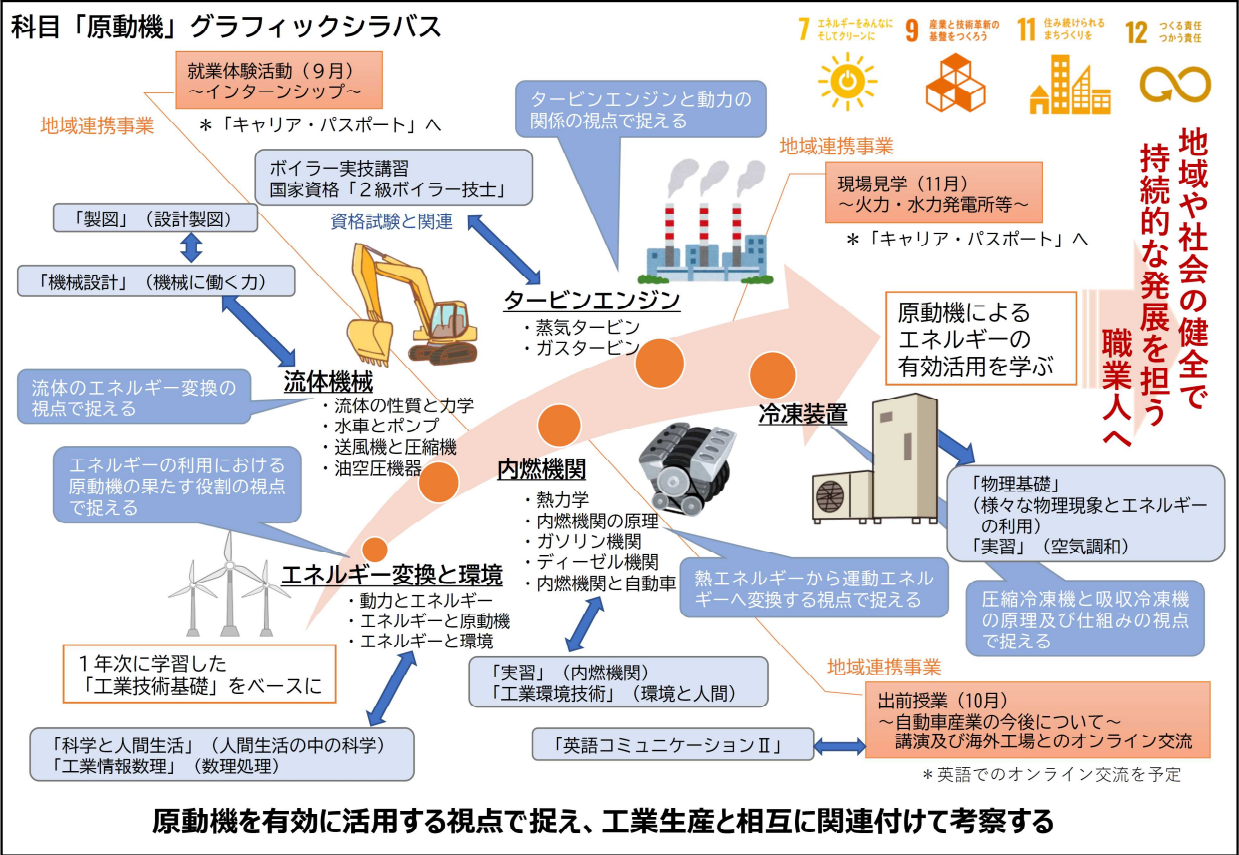
教科名	工業	科目名	原動機		
【目標の設定】 学習指導要領を参照すること。	工業の見方・考え方を働かせ、実践的・体験的な学習活動を行うことなどを通して、原動機によりエネルギーを有効活用することに必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。 (1) 原動機について構造と機能を踏まえて理解するとともに、関連する技術を身に付けるようにする。 (2) 原動機に関する課題を発見し、技術者として科学的な根拠に基づき工業技術の進展に対応し解決する力を養う。 (3) 原動機に関わるエネルギーを有効に利用する力の向上を目指して自ら学び、省エネルギーや環境保全に主体的かつ協働的に取り組む態度を養う。				
履 修 学 年	2 学年	単 位 数	2 単位		
月	単 元	学 習 内 容	評 価 規 準	評 価 方 法	関 連
8 9 10	(3) 内燃機関 【単元の設定】 本事例では〔指導項目〕をそのまま単元としているが、〔指導項目〕を小項目ごとなどに分割して単元としたり、いくつかの〔指導項目〕を組み合わせて単元とするなど、生徒や地域の実態、学科の特色に応じて単元を設定すること。	ア 熱力学 イ 内燃機関の原理 ウ ガソリン機関 エ ディーゼル機関 オ 内燃機関と自動車 【学習内容の記載】 学習指導要領の〔指導項目〕を基に記載している。 なお、生徒向けに学習内容を説明するシラバス等においては、生徒に分かりやすい表記とすため、教科書の表記を用いることも有効である。 (2ページのグラフィックシラバスを参照)	【知識・技術】 内燃機関について熱エネルギーの変換の仕組みを踏まえて理解するとともに、関連する技術を身に付けている。 【思考・判断・表現】 熱エネルギーから運動エネルギーへの変換に着目して、内燃機関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。 【主体的に学習に取り組む態度】 内燃機関について自ら学び、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。	【知】 ・ワークシート ・単元テスト 【思】 ・ワークシート ・学習支援ソフトを活用した振り返り 【態】 ・行動観察 ・グループワーク ・ワークシート	・実習(内燃機関) ・工業環境技術(環境と人間) ・就業体験活動 ・英語コミュニケーションⅡ ・出前授業 【教育資源の活用】 地域の人的な教育資源を活用したカリキュラム・マネジメントの展開
11 12	(4) タービンエンジン	ア 蒸気タービン イ ガスタービン	【知識・技術】 タービンエンジンについて構造を踏まえて理解するとともに、関連する技術を身に付けている。	【知】 ・単元テスト 【思】 ・ワークシート ・レポート	・ボイラー実技講習 ・国家資格(2級ボイラー技士)



次に、他教科や地域、国家資格等との学びのつながりを視覚化し、生徒が自身の実現状況を段階的に確認することを目的として作成した「グラフィックシラバス」の例を示す。

【グラフィックシラバスの活用により期待される効果】

- ◆生徒：授業全体の構造を把握することができ、自身の理解度を振り返ることができる。
- ◆教員：グラフィックシラバスの作成を通して、指導内容を再確認・再発見・再構築できる。



2 新学習指導要領における指導と評価の計画例

ここでは、科目「原動機」における指導項目「(3) 内燃機関」について、〔指導項目〕をそのまま単元とした場合の例を示す。

ア 単元の目標

(1)	(2)	(3)
内燃機関について熱エネルギーの変換の仕組み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。	熱エネルギーから運動エネルギーへの変換に着目して、内燃機関に関する課題を見出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。	内燃機関について自ら学び、工業の発展に主体的かつ協働的に取り組む。

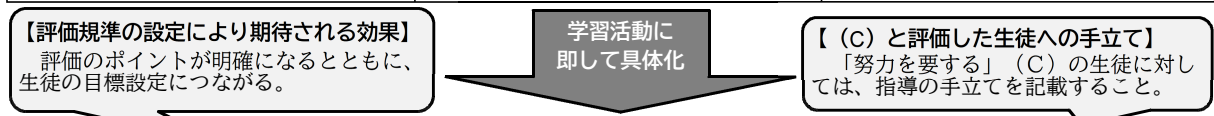
【「単元の目標」の作成のポイント】
学習指導要領解説を参考に、生徒の実態及び前単元までの学習状況を踏まえて作成する。

目標から
評価規準を作成

【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。

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
内燃機関について熱エネルギー変換の仕組みを踏まえて 理解 しているとともに、関連する技術を 身に付けている 。	熱エネルギーから運動エネルギーへの変換に着目して、内燃機関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。	内燃機関について自ら学び、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 。



観点	評価規準	「おおむね満足できる」と判断できる状況 (B)	「十分満足できる」と判断できる状況 (A)	「努力を要する」状況 (C)と判断した生徒に対する手立て
知識・技術	・内燃機関について、熱エネルギー変換の仕組みを踏まえて理解している。 ・内燃機関に関連する技術を身に付けている。	内燃機関について、熱エネルギー変換の仕組みや技術を理解し、内燃機関に関連する技術を身に付けている。	内燃機関について、熱エネルギー変換の仕組みや技術を理解し、内燃機関に関連する技術を相互に関連付けて処理することができる。	内燃機関に関する基本的な技術について、繰り返し考えながら、理解できていない事項を把握するよう促す。
思考・判断・表現	・内燃機関に関する課題を見だし、解決策を考えている。 ・内燃機関に関する科学的な根拠に基づき、結果を検証できる。	課題を見いだすことができるとともに、解決策について、自分の意見を表出することができる。	課題を見だし、科学的な根拠に基づき結果を検証するとともに、内燃機関の環境に配慮した改善策についても自分の意見を表出することができる。	内燃機関に関する問題や課題について問いかけるとともに、自分の考えをワークシートに書くよう促す。
主体的に学習に取り組む態度	・内燃機関に関する課題の解決に対して主体的に取り組もうとしている。 ・協働的な学びを通して、自身の学習を見直し、改善を図ろうとしている。	環境に配慮した内燃機関について、自ら学ぶことができ、自分の意見を表出しようとしている。	環境に配慮した内燃機関について自ら学ぶことができるとともに、主体的かつ協働的に取り組もうとしている。	内燃機関の作用と環境問題の関係について、生徒との対話を通して、自己成長を認めながら、自尊感情や学習意欲を高めるよう促す。

※「おおむね満足できる」状況 (B) に達していない生徒を、「努力を要する」状況 (C) と判断している。

ウ 指導と評価の計画 (時間)

本単元「内燃機関」は、3つの小単元による構成として、次のように計画した。

小単元等	授業時間数
1 熱力学	4
2 内燃機関の概要と原理	8
3 内燃機関と自動車	4
16時間	

各授業時間の指導のねらい、生徒の学習活動及び評価方法等は次のとおりである。

配当時間	ねらい・学習活動	○評価規準 ◆評価の方法		
		知識・技術	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
4	熱エネルギーと機械的仕事との関係を取り上げ、熱力学を定量的に扱うことができる。	○熱エネルギーと機械的仕事との関係を理解している。 ○熱力学を定量的に扱うことができる。 ◆ワークシート ①熱力学に関する計算ができるか確認する。	○熱力学が活用されている場面を理解し、本単元での学びを環境に配慮したものづくりに生かすことができる。 ◆ワークシート ①熱力学における課題の解決策を考え、結果を検証し、環境に配慮したものづくりに生かそうとしているか確認する。	【評価する場面の設定】 小単元ごとに3観点全てを評価する必要はなく、単元全体を通して3観点を評価できるよう、指導と評価の計画を作成すること。

8	<p>内燃機関に関する構造と作動、エネルギー変換の原理を理解するとともに、科学的な根拠に基づき結果を検証し、環境問題と結び付けて考えることができる。</p>	<p>○内燃機関に関する構造と作動、エネルギー変換の原理を理解できている。</p> <p>◆単元テスト</p> <p>②内燃機関に関する動作原理、構造及び熱効率の計算ができるか確認する。</p>		<p>○内燃機関が活用されている場面について、環境問題や省エネルギーと結び付けて取り組もうとしている。</p> <p>◆行動観察</p> <p>◆グループワーク</p> <p>①内燃機関が活用されている場面について、科学的な根拠に基づき、環境問題と結び付けて、主体的かつ協働的に取り組もうとしているか確認する。 (6ページの評価問題等に掲載)</p>
4	<p>内燃機関を活用した自動車と環境に配慮した自動車を比較し、エネルギーの有効活用の方法や先端的な環境対策技術に結び付けて考えることができる。</p>		<p>○環境問題の改善に向けて本単元での学びを今後の産業界の技術開発にどのように活用していくことができるか。</p> <p>◆学習支援ソフトを活用した振り返り</p> <p>②環境問題の改善に向けて本単元での学びを今後のものづくりにどのように結び付けていくか確認する。 (5ページの評価問題等に掲載)</p>	<p>○エネルギーの有効活用の方法や先端的な環境対策技術を、環境に配慮した自動車業界の技術目標の達成に生かそうとしているか。</p> <p>◆ワークシート</p> <p>②エネルギーの有効活用の方法について、環境対策技術と関連付けて、主体的かつ協働的に取り組もうとしているか確認する。</p>

エ 学習指導案

1 単元名 内燃機関			
2 本時の学習 内燃機関と自動車（3時間目／4時間中）			
3 本時の目標 内燃機関を活用した自動車と環境に配慮した各種自動車について、エネルギーの有効な活用方法と先端的な環境対策技術を学ぶ。			
4 本時の展開			
配分	○主な学習活動	◆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	<p>○前時までの復習をする。</p> <p>○本時の目標と学習内容を確認する。</p>	<p>◆自動車と環境問題による問題解決の過程を思いださせ、本時の学習との関連を意識させる。</p>	
展開	<p>○グループワークにより、自動車と環境問題に関する意見を多く表出する。</p> <p>○内燃機関が関与する環境問題の改善に向けて、個人で思考を深め、考えをまとめる。</p> <p>○持続可能な社会の実現に向けて、ものづくりを通して、どのように取り組んでいくべきか、グループで意見をまとめる。</p>	<p>◆自分の考えを自由に発言させる。</p> <p>◆集団を励ます必要がある場合のみ、教員が意見を述べる。</p> <p>◆産業界の取組や各種データ等の収集に当たっては、ICT端末を効果的に活用させる。</p> <p>◆環境に配慮した自動車と、産業界の取組等を関連付けさせる。</p> <p>◆PBL法（問題解決学習）を活用する。</p> <p>◆少数意見も尊重する。</p>	<p>[評価規準]</p> <p>【主体的に学習に取り組む態度】</p> <p>内燃機関に関する課題の解決に対して、主体的に取り組もうとしている。</p> <p>協働的な学びを通して、自身の学習を見直し、改善を図ろうとしている。</p> <p>[評価方法]</p> <p>・ワークシート</p>
まとめ	<p>○自動車に関するエネルギーの有効な活用法と先端的な環境対策の技術について、ワークシートに記入し本時の学習を振り返る。</p>	<p>◆ワークシートの記入に当たっては、他者の意見も踏まえ、今後の見通しを含めて、自身の考えを記入させる。</p> <p>◆簡潔に次時の予告をする。</p>	<p>【PBL法（問題解決学習）とは】</p> <p>問題等の解決を通して問題解決に関する能力や態度等を身に付ける学習のこと。</p>

本例を作成したねらいと期待される効果

- 本例では、環境問題と工業科における学習内容を関連付け、効果的な指導につなげることをねらいとしている。
- 工業科の学習においては、生徒に「工業の見方・考え方」を身に付けさせるため、関係省庁や産業界等の動向を踏まえて、適切な教材を用意するなどの工夫を図ることが有効である。
- ICT端末を使用して学習支援ソフトを活用することにより、学習した内容や自身の考えを蓄積し、学びを振り返ることが可能となる。また、他者の意見を容易に閲覧することも可能となる。

(7) 学習支援ソフトを活用した振り返りによる「思考・判断・表現」の評価

内燃機関の学習で身に付けた知識・技術を生かし、環境問題の改善に向けて、どのような成果につなげることができるか。生徒が単元の学習を振り返り、自身の思考を深めて学習支援ソフトに表現した内容から「思考・判断・表現」を評価する例を次に示す。

【「思考・判断・表現」の評価のポイント】

これまでの学びを環境問題や省エネルギーなどに結び付けて、カーボンニュートラルの取組等にどのように生かそうとしているかを「工業の見方・考え方」の視点で見取ることにより、「思考・判断・表現」の評価が可能となる。

【学習支援ソフトにおける生徒の記述】

CO₂の排出を抑制する効果的な方策としては、自動車の動力伝達機構を、現在の主流である原動機のみから、モータを組み合わせたハイブリッド式にすることが有効だと思う。しかし、ハイブリッド式の自動車は高価であることや、リチウムイオンバッテリーの回収など、導入拡大に向けての課題はまだ多いと感じている。

また、企業や大学、国の機関などが連携して研究を進めている触媒技術「人工光合成」は、脱炭素化の実現に大きく貢献することが期待でき、これから注目していきたい。(生徒X)



評価：「おおむね満足できる (B)」
【理由】

二酸化炭素に着目して、原動機による問題点を見だし、自ら解決策を検討して方策を挙げている。

社会で取り組んでいる事例や統計的なデータ等を活用するなど、科学的な思考・判断があればさらによかった。

電気自動車(EV)の蓄電池は災害時に非常用電源として活用できる利点があることが分かった。

また、環境省のWebページを見ると、EVの使用による一人当たりの年間CO₂削減量は、通常電力の充電で242kg、再生可能エネルギーの充電で467kgであり、想像以上に大きいことが分かった。

電気自動車や再生可能エネルギーに関する知識や技術を身に付けることは、SDGsの視点からも工業科で学ぶ私たちにとっては大切であり、将来は「ゼロカーボン北海道」を支える大人になれるよう、卒業後も知識や技術を身に付けていきたい。(生徒Y)



評価：「十分満足できる (A)」
【理由】

電気自動車の使用による二酸化炭素の削減量について、科学的な根拠をもとに、通常電力による充電と再生可能エネルギーによる充電との比較を示して判断しており、有用性が表現できている。

また、災害対策の視点から電気自動車の利点を示すなど、工業の見方・考え方を働かせ、将来の自身のビジョンとも関連付けて表現ができています。

自動車や火力発電所の稼働時に使用している原動機が原因でCO₂などの有害物質が大気を汚染しているため、2050年までにCO₂の排出量を実質ゼロにするといった目標があることは理解できるが、今の工業技術では、これ以上の改善はできないと思う。

また、ハイブリッドカーなど、環境問題の改善につながる製品は高価だし、余裕のある人しか利用することはできないと思う。自分は生活している上で、危険性や不便も感じていないし、法律に違反しないのであれば、現状維持でよいのではないかなと思う。(生徒Z)



評価：「努力を要する (C)」
【理由】

原動機の使用が、環境問題の一因であることについては思考できている。しかし、どのように改善していけば環境問題を防げるかといった思考や判断が乏しい。

また、問題を感じていながらも、現状維持しかないと表現しており、改善策を考える思考になっていないので、この点を手立てすることが必要である。

【イラストを挿入するねらい】

生徒が表出した意見に添付したイラストは、評価に生かすためではなく、他者が意見を閲覧した際、お互いの意見を視覚的に関連付けて、自身の意見と比較できることをねらいとしている。

(イ) グループワークによる「主体的に学習に取り組む態度」の評価

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、自動車業界における工業技術の有用性について、生徒が思考を深める様子をワークシートの記述から見取ることで「主体的に学習に取り組む態度」を評価する例を次に示す。

原動機 「内燃機関」 ワークシート

問1 2050年カーボンニュートラルの実現のためには、様々な手段を講じる必要があり、自動車及び自動車産業界が果たすべき役割は大きくなっています。

そこで、今後はどのような技術が変革していくことで、カーボンニュートラルの実現につながると思いますか。科目「原動機」の学習だけでなく、工業科で学習してきた全ての内容を踏まえ、2050年カーボンニュートラルの実現に向けた自動車業界の技術目標について、未来予想を書いてください。

また、記入後は各グループ内で発表してください。

2050年カーボンニュートラルの実現に必要な技術目標		
2025年		
2030年		
2035年	乗用車新車販売 電動車100%	
2040年	【生徒の実態に応じた指導】 技術目標の視点として、自動車技術、インフラ、再生エネルギー、電力事情などの例を示すことが有効である。	
2045年		
2050年	カーボンニュートラルの実現	

問2 グループ内の発表で得た知識や自分とは異なる他者の思考などを踏まえ、自らの考えた未来予想図により、カーボンニュートラルの実現が可能かどうか振り返ってみましょう。

【「主体的に学習に取り組む態度」の評価のポイント】

①2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、工業技術者が果たすべき役割を主体的に考えているか。

②「工業の見方・考え方」を働かせ、今後の学習や社会生活に見通しをもっているか。

③ものづくりを持続可能な社会の構築などに着目して捉え、新たな時代を切り拓く安全で安心な付加価値の高い創造的な自動車関連製品などと関連付けているか。

電気自動車が主流になると、電力ひっ迫が起きて、発電所を数多く増設しなければならないことを知った。発電所が増えると環境によくないので、カーボンニュートラルの実現に向けては、太陽光発電や風力発電など、クリーンエネルギーの技術が今後ますます必要になると感じた。

この内燃機関の授業でSDGsについて学ぶことができたので、これからも持続可能な社会に向けて、自分のできることから取り組んでいきたい。(生徒X)

評価：「おおむね満足できる (B)」
【理由】

エネルギーの活用に関して、自ら学ぶことができている、自分の意見を表出している。

また、これまでの学習内容と今後の学習を関連付けて、主体的に取り組もうとする姿勢が見られる。

電動車100%を実現するには、バッテリー技術の革新や、走行時のエネルギーの効率的な使用方法などが必要だと思う。また、充電インフラの整備や、電力供給を安定化させるため発電所の高効率化・再生エネルギーのさらなる利用など、自動車産業だけでは達成が不可能であり、産業界全体で取り組む必要があると感じた。

卒業後は自動車部品の製造業へ就職を考えており、工程管理では、カーボンニュートラルを意識していきたい。(生徒Y)

評価：「十分満足できる (A)」
【理由】

エネルギーの活用に関して、自ら進んで学ぶことができている、自分の意見を具体的に表出している。

また、これまでの学習内容と今後の学習を関連付けて、今後の学習に主体的に取り組む姿勢が大いに見られる。

同じグループのメンバーは、カーボンニュートラルの実現に向けて多くの意見を出していたが、本当に実現につながるのだろうか。自分としては実現不可能なことだと感じている。

また、自分はガソリン車のエンジン音がとても好きで、自分一人くらいなら影響も少ないだろうし、修理などを行いながら、いつまでも乗っていきたいと思っている。(生徒Z)

評価：「努力を要する (C)」
【理由】

エネルギーの活用に関して、自ら学ぶことはできているが、ものづくりを持続可能な社会の構築に着目して考えていない。

Topic

実習等における安全管理及び安全指導の徹底について

工業科では、これまでも実習等における安全管理及び安全指導に努めてきたところであるが、改めて徹底すべき事項を次に示すとともに、参考となる指導例を紹介する。

1 多様な視点による安全管理体制

実習等における安全確保を図るため、関連する法規等に従い、施設や実習装置等の日常の点検、施設・設備の安全管理及び学習環境の整備を行い、指導に当たっている教員がそこに潜む危険を察知するため、多様な視点で安全管理に取り組むこと。

【多様な視点による指導例】

- ・実習室の安全性を、ものづくりマイスターなどの企業関係者に評価してもらう
- ・企業における安全管理に向けた取組等を参考にする

2 適正な管理・運用と指導の工夫

機械や装置類の操作、薬品などの使用に際しては、関連する法規に基づき適正に管理・運用するとともに、事故の防止に努め、生徒に対する安全と衛生の指導を徹底すること。

また、ものづくりには数多くの危険が潜んでおり、事故の種類も多様化している現状があるため、安全指導においては「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。

【安全意識の高まりにつながる指導例】

- ・生徒が機器を使用してみて、「どのような危険を感じ、どのような行動をしたか」など、生徒自身が振り返りと評価を行う

3 学校全体での安全教育の推進

安全指導においては、生徒に対して「まだまだ未熟である」といった認識を十分にもつとともに、指導の時間を十分に確保して、学校全体で安全教育を推進し、安全意識の高揚を図ること。

【危険に対する感受性を養う指導例】

- ・生徒が工場見学やインターンシップなどの機会に学んだ企業等における安全管理の現状を基に、KYTシートを活用した危険予知訓練を通して、実習室の安全管理について協議する
- ・ヒヤリハット集及び事故事例集などを活用し、生徒の危険に対する感受性を養う

厚生労働省のWebページでは、様々な場面で発生するヒヤリ・ハット事例をイラスト付きで紹介している「職場のあんぜんサイト」を公開しており、安全指導における参考資料として活用が可能である。



図1 「職場のあんぜんサイト」



図2 ヒヤリ・ハット事例一覧

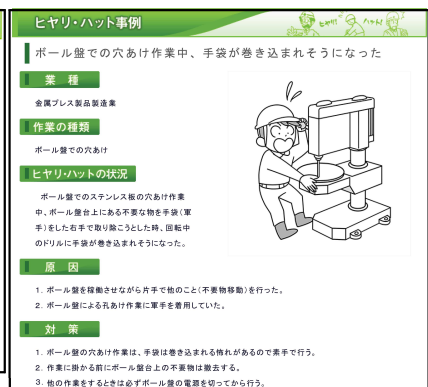


図3 ポール盤による穴あけ作業の事例

4 事故発生時における対応等の共有

実習室における事故発生時の対応をまとめたマニュアル等を改めて確認し、事故発生時における迅速かつ適切な行動について安全指導を行うなど、救急体制の整備や二次災害の発生防止に努めること。

【二次災害の発生防止に向けた指導例】

- ・事故発生時に機械の緊急停止装置を素早く作動させるため、作業前に全員で緊急停止装置の位置と操作方法を確認する
- ・様々な音が響いている実習室で事故が発生した時には、大声を出して周囲の人に知らせることなど、学科の適性に合った事故発生時の緊急マニュアルを作成する