

工 業

1 研究のテーマ

(1) 研究テーマ

工業教育における組織的な授業改善の推進～『指導と評価の一体化』の視点を踏まえた主体的・対話的で深い学びの実現～

(2) 研究のねらい

本研究では、工業教育における組織的な授業改善の推進について、学習指導要領を踏まえた主体的・対話的で深い学びに向け、単元の指導計画及び評価方法等について検討し、より効果的な学習過程の実践につなげることをねらいとする。

2 実践事例

【事例1】

(1) 単元指導計画

ア 科目名：原動機

イ 単元名：第2章 流体機械 第6節 水車

ウ 単元の目標：

- (ア) 水車の構造、機能及び利用例や環境とのつながりに関心を持ち、流体のエネルギー変換の基本的な考え方を理解するとともに、有効活用について考察できる。
- (イ) 身近な場所で用いられている原動機、水車の仕組みや原理をはじめ、利用例や効果について様々な知識を学ぶとともに、原動機の授業を通して脱炭素教育への意義を理解し、持続可能なエネルギーによる循環型社会の形成及びカーボンニュートラル、SDGsへの理解を深める。
- (ウ) 流体機械、流体のエネルギー変換について自ら学び、工業の発展に主体的かつ協働的に取り組む。

本研究授業は3学年、学習指導要領(平成22年告示)での実施を行った。そのため、次年度以降の該当教科の実施にあたり、学習指導要領(平成30年告示)の単元指導計画として研究授業後に推進研究委員会にて下記内容を検討した。

エ 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
・水車の構造や種類、またそれぞれの特性について理解し、流体エネルギー変換の基本的な考え方にに基づき、水車の効率を求めることができる。	・構造及び理論、選定するための技術を探求し、最適な方法を判断することができる。	・流体のエネルギー変換や水車の構造・機能、環境とのつながりに関心を持ち、主体的に省エネルギーや環境保全に取り組もうとしている。

オ 単元の指導と評価の計画 ○「記録に残す評価」 ●「指導に生かす評価」

次	時	学習活動	知	思	態	評価のポイント・指導上のポイント
1	1	水車の利用(水車の構造理解) 水車の構造について学ぶ。			○	水車の基本的な構造や特徴について関心を持ち、主体的に学ぼうとしている。
2	2	水車の種類(水車の理解) 水車の種類、仕組みについて学ぶ。	○	●		各水車の構造や機能、特徴を理解し、適切な利用方法について判断することができる。

3	3	水車の種類、章末問題(水車の分析計算) 流体運動のエネルギー変換及び水車の効率について学ぶ。	●	○		流体運動のエネルギー変換について理解し、諸条件から水車の効率を求めることができる
---	---	---	---	---	--	--

カ 授業実践例 (1時間目/3時間)

学習活動(指導上の留意点を含む)	評価の観点(評価方法)
<p>1. 本時の目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本時の目標を立てる。 <p>2. 流体の性質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ストロー飛行機を用いて流体(空気)の流れを確認する。【図1】【図2】 ・スーパーボールロケットを用いて位置エネルギーと運動エネルギーを復習する。 (教科書を使わずに、これまで学習した知識と予想、想像から加工方法を検討させる。流体の特性について理解を深め、流体機械の興味・関心を引き立てる。) <p>3. 水車</p> <ul style="list-style-type: none"> ・手回し発電機を動作させることで、発電のイメージをつかむ。 ・水車による発電のメカニズムについて学ぶ。 ・水力発電における運動エネルギーと位置エネルギーの違いを知る。 ・水車と水力発電の基本的な構造と機能について学ぶ。【図3】【図4】 ・環境とのつながりを考える。 (教科書を使用するだけでなく、実物を見ることで理解をさらに深める。) <p>4. まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・次回の予告、予習内容を確認する。 ・本時の目標の達成度、成果、振り返りをする。 (応用的、発展的な学びへつなげるために、より関心を持たせ意欲の向上を図る。) 	<p>自分の考えを伝え、説明し、エネルギーや流体の可視化実験、流体モデルの製作を通して関心を深めようとしている。 【態】(行動観察)</p> <p>水車と水力発電、環境とのつながりについて関心を持ち学ぼうとしている。 【態】(行動観察)</p> <p>SDGs・環境負荷について振り返り、環境に配慮した行動を意識して実践しようとしている。 【態】(行動観察)</p>

研究実施校：神奈川県立平塚工科高等学校(全日制)

実施日：令和5年9月27日(水)

授業担当者：秋田谷 隆太 教諭

<本時の評価基準と手立ての例>

評価	観点【主体的に学習に取り組む態度】
十分満足できる(A)	水車の構造や機能等について学んだことを基に、水力発電の環境への影響について関心を持ち、他の生徒と水力発電の継続的な利用に向けた考えを深め合おうとしている。他の生徒への加工例、応用例、安全な作業の検討策など情報の共有ができた。
おおむね満足できる(B)	水車の構造や機能について関心を持ち、学びを深めようとしている。
「努力を要する(C)」と判断した生徒への手立ての例	興味や関心を持てるように、教材等の資源の活用や身近にある具体例・実物の提示により、興味や関心のボトムアップを図る。



図1 ペットボトルを用いた流体モデル



図2 ストロー飛行機の製作材料



図3 水力発電の提示例



図4 水車を用いた発電装置の模型

(2)「指導と評価の一体化」の視点を踏まえた主体的・対話的で深い学びの実現に向けた指導と評価のポイント

原動機、水車について仕組みや原理をはじめ、利用例や効果など様々な知識を習得するとともに、原動機の授業を通して脱炭素教育への意義を理解し、持続可能なエネルギーによる循環型社会の形成及びカーボンニュートラル、SDGsへの教養を育成することをねらいとした。

近年活用が進んでいるChromebookやGoogle フォームなどのICT機器やワークシートなどのプリントをあえて用いず、生徒の活動と取組(=指導)を促進させ、主体的に学習に取り組む態度により得られた成果(=評価)へ一体化させるため、導入、展開、まとめのすべての時間において、生徒自身が55分間の授業では足りないと感じるぐらいの活動量として動ける場面になるように授業形成した。生徒が主体となって創作する時間を設け、全員参加型授業として記録・記憶に残る飽きさせる隙を与えない取組があることで製作したものを評価し、授業内における小規模な実験や製作を通して評価をする手立てとした。

原動機では、計算や難解な公式が多く、苦手意識を抱いている生徒が多いため、単元観では実習、技能習得への意欲が高い生徒が多いことを生かし、原動機の重要性、必要性及び安全性についての理解を通して、機械の設計、構造に対する見方や考え方など基礎的な知識と技術を身に付けさせることを意識している。座学科目は一方向になりがちだが普段から全員に発言の機会を与え、発言を求めても答えやすい環境になるように質問や意見を授業の途中でも積極的に受けて答えるようにし、授業内で疑問を解決しながら進めている。また、当日の実験・製作がうまくいかない場合を想定し、代替実験を検討・準備することも必要である。活動内容が多い分、主体的に学習に取り組む態度の評価において、本時の製作では全員が評価規準(評価B)以上となった。

本時の授業における評価のポイントとなる具体的な事例として、ストロー飛行機の製作作業(図5～図8)における取組がある。その時に、生徒は以下のパターンの活動が見受けられた。



図5 ストロー飛行機の製作の様子Ⅰ



図6 ストロー飛行機の製作の様子Ⅱ



図7 製作例Ⅰ



図8 製作例Ⅱ

【思考的な行動】

- ・ 複数名の生徒と協力、意見交換をして同様の機体を製作する(意見交換型)
- ・ 複数名の生徒と協力、意見交換をしつつ、独自のアイデアを取り入れて製作をする(意見反映型)
- ・ 一人、若しくは少人数で考えてから製作する(個人作業型)

【技術的な行動】

- ・ 考えながら部品の長さ、位置、調整、形状を変更するなど作業を繰り返す(試行錯誤型)
- ・ 時間をとり、考えてから一気に組み立てて完成させる(熟慮型)

本時の授業においては、位置エネルギー及び運動エネルギーの特性、さらには見えない流体の可視化と性質を知るための導入として、ストロー飛行機とスーパーボールロケットを使用した授業を行った。導入をしっかりと行い、水車による発電と環境への負荷、SDGsへの取組へと発展させる計画である。製作や実験を伴う展開がある場合は事後指導にてフォローアップを実施している。

次時の授業において、事後指導としてストロー飛行機の製作例、空力特性を含む流体の流れについてワークシート(図9)を用いた検証と解説を実施した。学習する前後における生徒の知識、思考の変化を見るために個人の達成度の分析とフォローアップを行うことで製作や解答例、また、実際の航空機を比較することで設計、製作における要点を引き出すこととした。頭の中でイメージができていても両者を比較するとアイデアや改善点、共通点を見出すことが難しい生徒も多いため、アナログな方法ではあるが、ワークシートにして書くことで容易に比較できるため、本校の生徒にとってはICT機器を使用した提示よりもシンプルで理解・表現しやすい方法であると思われる。

実際に体験した生徒からは、「ものを作る作業があつて楽しかった」、「作ることで理解が深まった」、「他の人と比較できて勉強になった」との意見があり、本テーマである主体的・対話的で深い学びが進められたと考えられる。

原動機～ストロー飛行機と水力発電～

★製作の前後の考え方をまとめよう

(1) よく飛ばすためのポイント

製作前	製作後

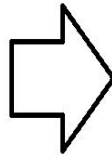
(2) 350 トンを超す航空機が飛ぶのに必要なこと

製作前	製作後

(3) ストロー飛行と飛行機の構造の違い・共通点をまとめよう



比較してわかったこと




(1) よく飛ばすためのポイント

製作前	製作後
<ul style="list-style-type: none"> 軽くつくる 翼がある 小さく作る スピードをつけて飛ばす 高いところから飛ばす 	<ul style="list-style-type: none"> 空気の流れを考える 少し重く作る 軽いと空気抵抗に負ける スピードをつけすぎない 飛ばし方により抵抗が大きい

(2) 350 トンを超す航空機が飛ぶのに必要なこと

製作前	製作後
<ul style="list-style-type: none"> エンジンの性能 軽さ 大きさ スピード 燃料の良さ 人や荷物の量が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> 機体の形状 重さ(ある程度の重量が必要で軽ければいけない) 空気抵抗の大きさ、空力特性 揚力、推進力、加速度 気流、空気の流れ

(3) ストロー飛行と飛行機の構造の違い・共通点をまとめよう



比較してわかったこと

- 空気抵抗を考えている
- 空気の流れがある
- 軽ければいけない
- 翼をつけるともっと飛ぶかもしれない
- おもりをつけるともっと飛ぶかも

図9 ワークシートによる振り返り(事後指導)

本時の授業においては、活動量の多さとコミュニケーションを積極的にとることから生徒個人の意欲が高くなり、全員が評価規準(評価B)以上となった。

主体的・対話的で深い学びの実現に向けた今後の授業内容のより良い改善としては、生徒のねばり強さや自己調整の展開を引き出す授業内容の構成を行うことが考えられた。本時の内容改善としては、授業内容にワークシートやICT機器の活用を組み込み、ストロー飛行機を作りながら、タブレット等で写真を撮り、他の生徒の製作した飛行機をGoogle Classroom内にアップロードし、情報の共有と知識の還元ができるような授業構成が考えられる。ICT機器を使用することで、より理解力を高め、指導と評価の一体化につながりやすくなると考えられる。

【事例2】

(1) 単元指導計画

ア 科目名：建設実習デュアルシステム

イ 単元名：土木実習「施工(アスファルト舗装工)」

ウ 単元の目標：

- (ア) 建設・土木に関する施工の方法を理解するとともに、関連する技術を身に付ける。
- (イ) 土木材料、施工、計画の総合化した課題及び相互関係などに着目して、それ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。
- (ウ) 土木材料、施工、計画及び相互関係などを工業技術と関連付けた工業生産へ向けた活用に主体的かつ協働的に取り組む。

エ 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
・土木に関するアスファルト施工の方法について理解するとともに、関連する技術を身に付けている。	・土木材料、施工の総合化した課題及び相互関係などに着目して、それに関する課題を見いだすとともに解決策を考え、表現できる。	・土木材料、施工、計画及び相互関係を自ら学び、工業技術と関連付けた工業機器の使用方法や活用について主体的に取り組もうとしている。

オ 単元の指導と評価の計画 ○「記録に残す評価」 ●「指導に生かす評価」

次	時	学習活動	知	思	態	評価のポイント・指導上のポイント
1	1 ～ 6	アスファルト舗装、屋外で施工実習 (撤去工、路盤掘削、路盤工、プライムコート)	○	○	○	実習の危険な作業について考え、自ら安全に作業しようとして判断し、アスファルト撤去工、路盤掘削作業に必要な知識・技術を身に付け、主体的に取り組むことができる。
2	7 ～ 12	アスファルト舗装、屋外で施工実習 (アスファルト敷均、転圧、シーコート、まとめ)	○	○	○	実習の危険な作業について考え、自ら安全に作業しようとして判断し、アスファルト敷均、転圧作業に必要な知識・技術を身に付け、主体的に取り組むことができる。

カ 授業実践例 (7～12時間目/12時間)

学習活動(指導上の留意点を含む)	評価の観点(評価方法)
<p>1. 前回の内容事項の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前回の作業内容の確認と、今回の作業内容の確認を行う。 ・危険予知活動(KYK)表を各個人・各班で実施する。 <p>2. アスファルト舗装工 (6班のうち2班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アスファルト舗装工の方法と作業の留意点の確認を行う。 【図10】 ・トラックからのアスファルト敷、転圧、プレートコンパクター・ハンドガイドローラを使用したアスファルト舗装作業の見学を行う。 ・実際にアスファルト敷均を行い、ハンドガイドローラ等を使用しアスファルト転圧を行う。 【図11】 <p>3. トラッククレーンの取り扱い (6班のうち1班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トラッククレーンの操作方法と作業の留意点の確認を行う。 ・工事用機械の吊り上げ・移動・吊り下げ作業を行う。 【図12】 	<p>今回の作業について、危険が想定される作業を文章にまとめることができる。</p> <p>【思】 (危険予知活動表)</p> <p>工事用機械や関連する器具の操作方法や技術を身に付けている。【知】 (行動観察)</p> <p>安全への配慮について判断し作業に主体的に取り組むことが</p>

<p>4. バックホウの取り扱い (6班のうち3班)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・班ごとにバックホウの操作方法と作業の留意点の確認を行う。 ・3台のバックホウを使用し、路盤掘削、砕石の敷均作業を行う。 【図13】 <p>(2～4については、時間別に班ごとに活動を行う)</p> <p>5. 確認テスト、まとめの実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「施工」に関する確認テストを解き提出する。 ・まとめ・感想用紙を記入し提出する。 ・採点後の確認テストを一時返却し、問題に関する解説を聞く。 ・次回の内容や必要物について確認を行う。 	<p>できる。【態】 (行動観察)</p> <p>確認テスト・感想用紙について、本日の作業を振り返り、記入することができる。【知】 (確認テスト・感想用紙)</p>
---	--

研究実施校：神奈川県立横須賀工業高等学校(全日制)
 実施日：令和5年9月20日(水)
 授業担当者：山下 敦 総括教諭
 連携協力：一般社団法人 横須賀建設業協会

<本時の評価基準と手立ての例>

	十分満足できる(A)	おおむね満足できる(B)	「努力を要する(C)」と判断した生徒への手立ての例
知識・技術	・アスファルト施工や工業機器の使用方法について複数の内容を十分に理解しているとともに、関連する知識・技術を十分に身に付けている。	・アスファルト施工や工業機器の使用方法につい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。	・実際のアスファルト施工の事例等を教員が補助説明を行うことで、知識・技術の向上を図る。
思考・判断・表現	・土木材料、施工の総合化した課題及び相互関係や作業安全に着目して、それ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表現できる。	・土木材料、施工の総合化した課題及び相互関係や作業安全に着目して、それに関する課題・解決策を考え、表現できる。	・特に実習作業について、作業安全について自身の気づきが得られるよう、実物機器の使用方法、危険性について補助説明により、思考・判断力のボトムアップを図る。
主体的に学習に取り組む態度	・土木材料、施工、計画及び相互関係を自ら学び、工業技術と関連付けた工業機器の使用方法や活用について主体的かつ協働的に取り組もうとしている。	・土木材料、施工、計画及び相互関係を学び、工業機器の使用方法や活用について主体的に取り組もうとしている。	・土木材料、建設機械などの実物機器について教員が補助説明を行うことにより、主体的に興味・関心を持つよう図る。



図10 アスファルト舗装説明



図11 転圧作業



図12 トラッククレーンの取り扱い



図13 バックホウの取り扱い

(2)「指導と評価の一体化」の視点を踏まえた主体的・対話的で深い学びの実現に向けた指導と評価のポイント

本実践事例のデュアルシステムでは、実際の建設現場を想定した内容での実習を行うが、実施場所として主に校内において、学校敷地内に施工箇所を設定し、実習展開を実施しているのが特徴である。本時の授業において、アスファルト舗装工事を行うにあたり、現場の調査・測量、積算(材料の拾い出し作業)、施工監理、施工、竣工書類の作成を建設会社で行われている手順に倣って生徒一人ひとりが体験できるのが特徴である。工程管理や安全管理等について体験的な学びの機会を設けること、本時の授業のような校内における実習内容と、別途校外での長期間の現場実習を組み合わせることで、土木に関する専門的な知識や実践的な技術・技能の習得を図り、建設産業の発展に主体的に取り組む態度を育成する。

横須賀建設業協会の担当者は生徒一人ひとりに細かく作業手順を伝えるが、生徒たちは経験のない動きをするため最適な手順を踏むことができない。とくに建設機械の取り扱いについては、努力し苦労しながら作業を行っている。未経験でありながら忠実に作業を進めたい思いは伝わってくる。また、無事に施工を終えると安心している様子を見て取ることができた。

このように、デュアルシステムを取り入れた授業展開を行う場合の「主体的に学習に取り組む態度」において、本校建設科を希望して入学した生徒の多くは教育課程を理解し、このような実習を行いたいという思いを持って入学しているため、手立てを必要とする生徒は限りなく少数であると想定される。むしろ、このような生徒がいたときに必要な手立てや支援をすることがデュアルシステムの授業担当者に求められる力ではないだろうか。本実践事例が契機となり、「実習科目における、より良い観点別評価の在り方」を今後の検討課題として、授業改善が推進することを期待している。

最後に、生徒たちはデュアルシステムを通じて機械操作の難しさを体験したことで、実際の施工現場から得られる成功体験になるものと期待している。

なお、本研究授業事例である、土木実習(建設実習デュアルシステム)については、一般社団法人横須賀建設業協会と横須賀工業高等学校との連携と協力により実施された。