

STEAM教育からの工業科教育法における工業技術基礎の 授業設計と模擬授業実践

山崎 貞 登*

(令和5年9月1日受付；令和5年10月31日受理)

要 旨

本研究では、日本発STEAM教育連携の推進の視点から、山崎が2007年度から開講している国立大学法人N科学技術大学の教職科目「工業科教育法Ⅰ」の2023年度受講者5人に対して、教科工業の原則履修科目「工業技術基礎」の大指導項目「(1)人と技術と環境」の学習指導案・ワークシート〔評価規準のA基準とB基準の生徒記述例(アンカー)〕の作成と模擬授業、模擬授業後の受講者と講義担当者による授業検討会を実施し、模擬授業者自身のリフレクションを伴う授業評価を検討した結果、主に3点の知見が得られた。(1)工業高校出身の受講者は、自身の工業高校での学習経験に基づいて、学習指導案とワークシートを作成していた。一方、高専出身の受講者は、工業技術基礎の学習が未経験のため、文部科学省検定済教科書の内容に基づいて作成していた。(2)情報工学や材料工学を学習テーマとした場合は、中学校技術分野と工業技術基礎のSTEAM教育連携が円滑にできた。(3)検定済教科書のみで模擬授業を実施すると、授業者による教え込みに陥りがちになり、主体的・協働的で深い学びの実現には課題が残された。

KEY WORDS

STEAM教育 (STEAM education), 工業科教育法 (Teaching methods for industry subject), 工業技術基礎 (Foundation of industrial technology), 授業設計 (Lesson design), 学習指導案 (Learning guidance plan), 模擬授業 (Micro-teaching)

1 はじめに

本研究の目的は、日本発STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)教育連携の推進の視点から、大学の教職科目「工業科教育法」において、教科工業の科目「工業技術基礎」の大指導項目「(1)人と技術と環境」の学習指導案・ワークシート〔評価規準のA基準とB基準の生徒記述例(以下、アンカー)〕の作成と模擬授業、模擬授業後の受講者と講義担当者による授業検討会を実施し、授業者自身のリフレクションを伴う授業評価を検討することである。本研究における日本発STEAM教育とは、各教科等の相互の関係性やSDGsに必要な通教科的・汎用的能力、「ティンカリング(試行錯誤)」といった五感を駆使する「デザイン(設計)プロセス(思考)」などの発想・創造、論理的思考能力を働かせながら、身近な生活と実社会で生じている問題を課題化して解決することで学びの必然性を実感し、「人間力」を基盤とし、「学(サイエンス)」のあるものの探究と、「術(アーツ)」のあるべきものの探求との融合を図る最適解を追求し、学校内外の学びの場の空間軸と、生涯にわたる学びとキャリア発達の時間軸を基軸としながら、学び続ける教育をいう(山崎, 2023a)⁽¹⁾。ここでいうデザイン概念は、「資源を製品またはシステムに変換して人間の必要性を満たし、問題を解決したいという計画を生み出す、反復的な意思決定プロセス」と、人間の創造機能と行為の形態概念を重視した定義である(山崎, 2023a)⁽¹⁾。

最初に、筆者らによる関連の先行研究について述べる。山崎ら(2018)⁽²⁾は、工業科教育法と技術科教育法の連携化とコアカリキュラムを参照したカリキュラムの自己点検評価と省察を行った。文部科学省(2021)⁽³⁾の教職課程コアカリキュラムの「各教科の指導法(情報通信技術を含む)」を参照基準として、山崎らが1992年度から開講している国立大学法人J教育大学「中等技術科指導法」と、山崎が2007年度から開設している国立大学法人N技術科学大学及び、2014年度から開設しているN私立大学で非常勤講師として開講している「工業科教育法Ⅰ・Ⅱ」のシラバスについて、授業者自己評価・相互評価と、リフレクションによるカリキュラム評価と改善を提案した。

山崎(2023a)⁽¹⁾は、2018(平成30)年告示高等学校学習指導要領解説工業編⁽⁴⁾の原則履修科目「工業技術基礎」内容の大指導項目「(1)人と技術と環境」の学習指導案作成と模擬授業について、STEAM教育連携の視点からの改善について報告した。主たる改善は次の4点であった。(1)学習指導案作成では、1)思考力・判断力・表現力等の育成、言語能力の育成、2)カリキュラム・マネジメント、「指導と評価の一体化」、3)情報活用能力の育成、主体的・対話的で

*自然・生活教育学系

深い学びを重視した。(2)評価規準では、A基準・B基準の判別基準とともに、ワークシートとアンカー事例を作成させた。(3)小・中・高校の他教科との関連を重視した学習指導案を作成させた。(4)模擬授業は、ワークショップ型授業研究の方法を用いて、情報通信技術の活用として、グーグル・ジャムボード⁵⁾を使用したカンファレンスへの改善を試みた。

山崎(2023b)⁶⁾は、日本発STEM/STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)教育¹⁾連携の推進の視点から、大学の教職科目「工業科教育法」において、STEM/STEAM各学術分野の連携の鍵語である「技術・エンジニアリングデザインプロセス(以下、TEDP)」を導入した科目「課題研究」の年間指導計画と学習指導案の作成及び、模擬授業の内容と方法を提案した。筆者らの一連の研究では、「技術」、「エンジニアリング」、「サイエンス(科学)」、「マスマティクス(数学)」、「デザイン」、「エンジニアリングデザイン」、「デザインプロセス」の概念規定は、国際技術・エンジニアリング教育者学会(International Technology and Engineering Educators Association, 以下、ITEEA)(2020)⁷⁾の「Standards for Technological and Engineering Literacy – The Role of Technology and Engineering in STEM Education(技術とエンジニアングリテラシーの標準 – STEM教育における技術とエンジニアリングの役割 –、以下、STEL)」における定義に従い、各概念の邦訳を山崎(2023b)⁶⁾の先行研究でまとめた。山崎は、「技術デザインプロセス」と「エンジニアリングデザインプロセス」を分けて表記せずに、「技術・エンジニアリングデザインプロセス(以下、TEDP)」と表記した。

山崎らの一連の先行研究では、工業科教育法における学習指導案及びワークシート(A基準とBのアンカー付き)の作成内容と方法、模擬授業と授業後の検討会の方法については述べているが、受講者が作成した学習指導案、ワークシートと、模擬授業の実際については紹介されていない。

2 研究のデザイン

2.1 研究対象

研究対象は、山崎が非常勤講師として2023年5月27日(土)、同年6月3日(土)、同年6月10日に集中講義として国立大学法人N技術科学大学で実施した開設授業科目「工業科教育法I」で、受講者は計5人であった(表1)。

表1 受講者の属性(受講者番号は氏名の氏の50音正順)

受講者番号	学部/修士	所属	出身高校/高専	教採受験希望の有無
受講者1	学部	機械創造工学課程3年次	高専	高校工業教採受験希望
受講者2	学部	環境社会基盤工学課程3年次	工業高校	高校工業教採受験希望
受講者3	修士	物質生物工学分野1年次	高専	高校工業教採受験希望
受講者4	学部	機械創造工学課程4年次	高専	高校工業教採受験希望
受講者5	学部	機械創造工学課程3年次	工業高校	未定

山崎は2007年度から前述の講義を担当しているが、当初30人から40人程度の受講者であった。この5年間は受講者数が著しく減少し、例年10人前後である。受講者数が近年著しく減少している要因は定かではない。N科学技術大学教職課程専任教員の話によると、1) 修士課程に進学し、修士修了後に民間企業等でエンジニアとしての就職の希望を有する学部生が大半であること、2) 民間企業の景気が上向き、採用者数が増加していること、3) 一定の年数を民間企業で働いた後に、工業高校教諭として採用試験を受験する希望者がいること、4) 近年、学校教員の勤務時間が長いなどの繁忙化が大きな社会問題となり、公務員志望者が減少していること、5) 専門科目、とりわけ実験・実習科目が多い上、近年TOEICの受験が義務化されたことから学業の負担が重いために、真に高校工業科教員への就職を強く希望する受講者を中心に教職科目を受講する傾向が強まったことなどが考えられる。

2.2 科目「工業技術基礎」の学習指導案とワークシートの作成

科目「工業技術基礎」の学習指導案とワークシートの作成内容と方法は、山崎(2023a)¹⁾と同一の内容と方法であった。2013年10月8日(火)第5・6校時に、熊本県立球磨工業高等学校機械科3年A組選択者(男子7名)の学習者に対して、篠崎ら⁸⁾が作成した科目「課題研究」の単元名「精密コマの制作」の学習指導案(細案)を参考にさせた。さらに、ネット等で公開中の「工業技術基礎」の学習指導案が極めて少なく、関連する書籍等がほとんど市販されていないために、国立大学法人J教育大学の「工業科教育特論」と「同演習」、同N科学技術大学、私立N大学「工業科教育法I」の2020~2022年度の3年間分の受講者が作成した学習指導案を参考にさせた。なお、過去の受講者が作

成した学習指導案を引用する場合、出典に必ず明記するように指示した。

工業科教育法 I の受講者は、2018(平成30)年告示高等学校学習指導要領解説工業編⁽⁴⁾の原則履修科目「工業技術基礎」内容の大指導項目「(1)人と技術と環境」の中指導項目「ア 人と技術」、「イ 技術者の使命と責任」、「環境と技術」のうち、一つの中指導項目を選択し、学習指導案(略案)を作成して模擬授業を行った。工業技術基礎は、2～4単位で実施できるが、3単位で実施している高校が多い。そこで、3授業時間(計150分)の学習指導案を作成させた。山崎(2023a)⁽¹⁾が述べたように、篠崎ら⁽⁸⁾が作成した学習指導案では、教科等横断的指導の3視点を重視している(表2)。

表2 日本発STEAM教育からの教科等横断的指導の3視点【出典 山崎(2023a)⁽¹⁾の表2】

【視点1】 思考力・判断力・表現力等の育成 言語能力の育成	【視点2】 カリキュラム・マネジメント 指導と評価の一体化	【視点3】 情報活用能力の育成 主体的・対話的で深い学び
<p>【視点1】</p> <p>①これまで学んだ知識や技術を活用するとともに、体験的な学習やものづくりにおける共同作業などを通じて思考力・判断力・表現力等の育成を図る。</p> <p>②言語活動を問題解決や探究活動の過程に位置付けることで思考力・判断力・表現力等の育成を図る。</p>	<p>【視点2】</p> <p>①工業技術基礎のねらいを達成できるように、生徒の資質や能力を多面的に把握できるように評価方法や評価する場面を工夫する。</p> <p>②学習状況を生徒にフィードバックすることで指導と評価を一体化させ、学習の質を高める。</p>	<p>【視点3】</p> <p>実践的なものづくりの中にICTや協働学習を取り入れた授業をデザインすることで工業科の特色を生かした情報活用能力の育成を目指す。</p>

「指導と評価の一体化」⁽⁹⁾が「指導の評価化」や「評価疲れ」に陥らないために(石井・鈴木, 2021: pp.11-12)⁽¹⁰⁾, 観点別学習状況の評価は「形成的評価(指導を改善し学習者を伸ばすための評価)」であり、「総括的評価(記録に残すために、学習状況の評定・判定のための評価)」にしないように留意させた。そのため、学習者の評価規準に対して、自己調整学習力を働かせた自己評価力を伸長させるワークシートと、「A基準とB基準の各々に相当する生徒記述事例(アンカー事例)」を作成するように指示した。

さらに、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」、小学校社会科と理科、中学校社会科、理科、技術・家庭科技術分野、小・中学校の「総合的な学習の時間」等との関連を重視した学習指導案を作成させるために、山崎(2023a)⁽¹⁾を教材として受講者に参照させた。

模擬授業と模擬授業検討会は、山崎(2023a)⁽¹⁾と同様の方法で実施した。横浜市教育センター⁽¹¹⁾・⁽¹²⁾のワークショップ型授業研究の方法を用いて、グーグル・ジャムボード⁽⁵⁾を用いて行った。2022年度までは通常3人～最大4人程の受講者がグループを作って模擬授業と模擬授業検討会を実施していた。しかし、2023年度の受講者はわずか5人であったために、5人を一つのグループとして、模擬授業と模擬授業検討会を行った。授業者一人一人は、模擬授業を実施する前に、各時が作成した学習指導案とワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)の説明を最初にした(約10分)。次に、主発問(重大な問い)と評価規準に基づく形成的評価場面を中心に、模擬授業を演じた(約10分)。模擬授業後に、模擬授業検討会を実施した(約10分)。

評価規準は、文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター(2021)『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 高等学校専門教科工業(以下、参考資料)』⁽⁹⁾の評価規準を用いた(表3)。三つの観点別学習状況の評価規準のA基準、B基準、Cの支援の手立ては、山崎(2023a)⁽¹⁾が述べた方法で行った(表4)。

3 結果と考察

3.1 受講者1(学部3年次, 高専出身)

受講者1(高専出身)が作成した学習指導案(展開のみ)を表5に示す。受講者1は高専出身で工業高校の「工業技術基礎」は未履修であり、文部科学省検定済の教科書⁽¹³⁾を参照しながら、イメージづくりをしていた。受講者1は、中指導項目イ 技術者の使命と責任」を選択した。ワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)を表6に示す。表6のワークシートでは、学習の振り返りに生徒自己評価項目を設定し、自己評価力の育成を図ることに留意していた。ジャムボードに入力されたコメントを表7に示す。

表3 高等学校学習指導要領(2018年告示)教科「工業」原則履修科目「工業基礎」の内容大項目「(1)人と技術と環境」の、中項目「ア 人と技術」、「イ 技術者の使命と責任」、「ウ 環境と技術」の評価規準【出典 山崎(2023a)⁽¹⁾の表3】(表中の下線部は、文献(9)で明記された必ず盛り込まなければならない語句)

主体的に学習に取り組む態度	思考・判断・表現	知識・技術
ア 人と技術 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と技術のかかわりについて <u>自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている</u> 。関連する職業資格及び知的財産権について、 <u>自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている</u> 。	ア 人と技術 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と技術のかかわりと、関連する職業資格及び知的財産権に関する工業技術に関する課題を見いだすとともに、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を <u>検証し改善</u> している。	ア 人と技術 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と技術のかかわりについて <u>理解</u> している。関連する職業資格及び知的財産権について <u>理解</u> している。
イ 技術者の使命と責任 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して(各学校で開発した当該単元の具体的活動)、安全な製品の製作や構造物の設計・施工、法令遵守など、工業技術者としての使命と責任について、調査や研究を通して <u>自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている</u> 。	イ 技術者の使命と責任 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して(各学校で開発した当該単元の具体的活動)、安全な製品の製作や構造物の設計・施工、法令遵守など、工業技術者としての使命と責任について、課題を見いだすとともに、調査や研究を通して適切な解決策を <u>検証し改善</u> している。	イ 技術者の使命と責任 工業の見方・考え方を働かせながら、安全な製品の製作や構造物の設計・施工、法令遵守、工業技術者としての使命と責任について、調査や研究を通して <u>理解</u> している。
ウ 環境と技術 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学と(各学校で開発した当該単元の具体的活動)、環境測定や資源のリサイクルなどの事例を通して、環境保全や環境改善に果たす工業技術の役割について <u>自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている</u> 。	ウ 環境と技術 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と環境と技術のかかわりに関する課題を見いだすとともに、調査や研究を通して適切な解決策を <u>検証し改善</u> している。	ウ 環境と技術 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、環境に配慮した人と技術の在り方について <u>理解</u> している。

表4 「工業技術基礎」(1)人と技術と環境「ウ 人と環境」の観点「主体的に学習に取り組む態度」のA、B基準と、C：支援の手立て(表中の下線部は、文献(9)で明記された必ず盛り込まなければならない語句)

◎評価規準 (1)「ウ 人と環境」【主体的に学習に取り組む態度】<評価方法：ワークシート、行動観察> 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学と(各学校で開発した当該単元の具体的活動)、環境測定や資源のリサイクルなどの身近な事例を通して、環境保全や環境改善に果たす工業技術の役割について <u>自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている</u> 。
◎B基準 環境保全や環境改善に果たす工業技術の役割について、事実等を正確に理解し、他者に的確に分かりやすく伝えるために、 <u>自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている</u> 。〔言語活動の充実に関する指導事例集【高等学校編】文部科学省(2014:p.7) ⁽¹⁴⁾ ：ア事実等を正確に理解し、他者に的確に分かりやすく伝えること〕
◎A基準 B基準に加え、自分の考えと意見(熟考・評価)や、なぜどうしてかという理由などの記述の根拠(統合・解釈)を、SDGsを支える社会の一員の立場から、相手にはっきりわかるように記述できるために、 <u>自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている</u> 。(言語活動の充実に関する指導事例集、文部科学省(2014:p.8) ⁽¹⁴⁾ ：ア(i)事実等を解釈し、説明することにより自分の考えを深めること。(ii)考えを伝え合うことで、自分の考えや集団の考えを発展させること)
◎C：支援の手立て 学習資料と教科書等を再度読ませる。要点を机間指導で知らせる。学習ノート等の記入の支援をする。

表5 受講者1(高専出身)が作成した学習指導案(展開のみ)

時間(分)	学習内容	教師の働きかけ、生徒の反応、指導上の留意
10(10)	本時の学習内容、学習目標の確認	教師がスクリーンと口頭によって説明する。
50(60)	グループによる調査	生徒が主体的に書籍やコンピュータ等で安全な製品の製作や構造物の設計・施工、法令遵守、工業技術者としての使命と責任について調べ、配布するワークシートにまとめる。この際、グループで調べる内容を分担するとよい。
50(110)	グループ間で調べた内容の共有	調べた内容をもとに、発表の原稿を作成する。また、調べた内容から見出される課題もグループ間で共有する。
30(140)	発表	1グループ5分程度の発表
10(150)	まとめ	ワークシートの回収、教師による総評

表6 受講者1(高専出身)が作成したワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)(ゴシック斜字は生徒記述)

工業技術基礎(1)「人と技術と環境」イ技術者の使命と責任			
学科	科	組	氏名
【テーマ】 工業の見方・考え方を働かせながら工業技術者としての使命と責任について理解し、今後の技術者に求められる課題について考えよう。			
本時の評価規準			
イ 技術者の使命と責任【知識・技術】 工業の見方・考え方を働かせながら、安全な製品の製作や構造物の設計・施工、法令遵守、工業技術者としての使命と責任について、調査や研究を通して理解している。			
イ 技術者の使命と責任【思考・判断・表現】 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して(各学校で開発した当該単元の具体的活動)、安全な製品の製作や構造物の設計・施工、法令遵守など、工業技術者としての使命と責任について、課題を見いだすとともに、調査や研究を通して適切な解決策を検証し改善している。			
イ 技術者の使命と責任【主体的に学習に取り組む態度】 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して(各学校で開発した当該単元の具体的活動)、安全な製品の製作や構造物の設計・施工、法令遵守など、工業技術者としての使命と責任について、調査や研究を通して自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている。			
1. 本時の予定			
①本日の学習内容の確認(10分) ②グループ間で調査(50分) ③プレゼン資料作成(50分) ④プレゼン発表(30分) ⑤まとめ(10分) ワークシートは授業後に回収します。			
2. 調べ学習			
書籍やインターネットを使って安全な製品の製作や構造物の設計・施工、法令遵守、工業技術者としての使命と責任について調べてみよう。			
①～④については、グループ内で1人1テーマ調べることに。			
①安全な製品の製作に必要なことはなんだろう?(知識及び技術)			
A基準:安全とリスク、コストとのバランスを考えることである。絶対的な安全はないという前提のもと、リスクを許容できる範囲まで低減することが大事である。また、「安全な製品」の定義は社会情勢や時代によって変化するので、各々が想定した上で市場に問わなければならない。			
B基準:安全とリスク、コストとのバランス			
②構造物の設計・施工の際に大事なことはなんだろう?(知識及び技術)			
A基準:建設の役割を理解し、創造と分析を繰り返して安全を確保できるように設計することが求められる。また、施工の際は安全管理が大事である。具体的には、落下物事故の防止、吊り荷落下事故の防止、高い所からの落下事故の防止、滑落事故の防止、車両事故の防止などが挙げられる。万が一の事故が起こらないように普段から気の緩みや判断ミス、体調不良に注意し、現場では常に緊張感を持って作業することが大事である。			
B基準:安全管理			
③法令について調べてみよう(知識及び技術)			
A基準:代表的なもので、製造物責任法がある。これは、製造物の欠陥が原因で生命・身体又は財産に損害を被った場合に、被害者が製造業者等に対して損害賠償を求めることができるという法律である。技術者は、これをはじめとする様々な法令を遵守しなければならない。			
B基準:製造物責任法など			
④今後の技術者に求められる課題はなんだろう?グループで考えをまとめてみよう(思考力・判断力・表現力)			
A基準:第一に、消費者の安全を考えて設計・生産することである。そして、第二にクオリティやコストを考えることである。自分の立場が技術者であることを理解し、万が一も想定した上で実行することが求められる。			
B基準:消費者の安全を考えた上での設計・生産			
3. プレゼン資料の作成(主体的に学習に取り組む態度、思考力・判断力・表現力)			
プレゼン作成ソフトでも、紙でもよい。			
聞き手に見えやすいように作成すること。(小さく細々と書くようなやり方はダメ)			
プレゼンの構成は、以下の通りとする。			
1. タイトル	「技術者の使命と責任」というタイトルにすること		
2. 導入	目的などを書く		
3. 内容	①～③で書いたことを簡潔にまとめる		
4. まとめ	⑤で書いたことを簡潔にまとめる		
5. 参考文献	調べ学習で使用した書籍・サイトを書く		
※参考文献の書き方			
(1)書籍の場合:本の名前、○ページ、著者、発行年月日を示す			
(2)サイトの場合:サイト名、URL、作成者、アップロードされた年月日を示す			
4. 自己評価			
○工業技術者としての使命と責任について理解することができたか? A B C			
○今後の技術者に求められる課題について、自分の考えを持つことができたか? A B C			
○グループ活動では、主体的に取り組むことができたか? A B C			
○プレゼンでは、聞き手にわかりやすい資料作成、発表ができたか? A B C			

表7 受講者1(高専出身)の模擬授業検討会におけるコメント

- ・ PowerPointでのプレゼン資料の作成方法の説明があったのが生徒視点からするとありがたく感じた(受講者2)
- ・ パワーポイントの説明などがわかりやすく良いと思った(受講者3)
- ・ グループ内で1人に必ず1つ調べなくてはならない項目があることで何もしない生徒が生まれなくてとてもいいと思う(受講者4)
- ・ 実例を見せていてわかりやすかった。評価規準の説明がわかりやすかったため生徒のモチベーションにつながると感じた(受講者5)
- ・ 「主体的、対話的で深い学び」の重視の中で、プレゼン資料の効果的な作成と発表場面の設定は、極めて重要であり、パワーポイント作成方法の説明は適切であった(山崎)
- ・ 学習の振り返りで、自己評価場面を設定するのはよかった。評価規準ごとに自己評価項目を設定し、評価規準の文言もわかりやすかった(山崎)

3. 2 受講者2(学部3年次, 工業高校出身)

受講者2(高専出身)が作成した学習指導案(展開のみ)を表8, ワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)を表9, ジャムボードに入力されたコメントを表10に示す。

表8 受講者2(工業高校出身)が作成した学習指導案(展開のみ)

時間(分)	◇学習活動	◆教師の働きかけ・生徒の反応, ◆指導上の留意, ◎評価規準
導入 10(10)	◇前時の学習を振り返るとともに、本時の学習課題と評価規準を確認する。	◆前時の学習を振り返るとともに、本時の学習課題と評価基準を確認させる。 ◆授業中に視聴する映像に出てくる構造物の役割や技術についてどのようなものなのか説明する。
展開 110 (120)	◇グループワークにて以下の課題に取り組む。 1) 土木構造物の設計から維持管理までにかかわる技術を、映像を用いて学習する。 2) 土木構造物の設計から維持管理にかかわる技術が、環境にどのような影響をもたらすか考察する。 3) 2)についてグループ内で討論する。 4) 設計から維持管理までをどのように工夫することで環境への影響が最小限になるか考察する。 5) 4)についてグループ内で討論する。	◆建設過程の全体の流れを視聴させ、どのような技術が使用されているか考えさせる。
まとめ 30(150)	◇グループごとに発表を行う。 ◇学習の振り返りを行う。	

表9 受講者2(工業高校出身)が作成したワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)(ゴシック斜字は生徒記述)

学年 年 組 出席番号 番 氏名 _____

本時の課題(テーマ)を明記
本時の評価規準を明記

●グループディスカッション

(1) 土木構造物の設計から維持管理までのビデオ視聴をして、各過程で使用されている技術について記述せよ。【知識・技術】

1. トンネル工事 2. 河川堤防工事

(2) 上記で使用されている技術を、環境への配慮と構造物の長寿命化への配慮をそれぞれ考察し記述せよ。【態度】

	環境への配慮	構造物の長寿命化への配慮
トンネル工事		
河川堤防工事		

(3) グループで学校にあるPCを用いて環境への配慮がされている事例を探し、それらについて考察せよ。【思考・判断・表現】

・アンカーA①
オオタカなどの猛禽類は視力が優れ、色彩を区別する能力が高いことが知られている。それだけに、人工物による急激な色彩の変化は、特に繁殖中、過敏になっているオオタカへの影響が心配される。その保全対策として、建設機械を目立たない色に塗装したり、足場やコンクリート構造物をグリーンシートで覆うなどの配慮をしている。また、猛禽類は空間認識能力も高いため、土地改変に伴う景観の大きな変動を防止する必要もあるのではないかと考えられる。

・アンカーA②
大河川では、水衝部に大きな淵が形成される場合がある。淵の河岸に、水中カバー(魚類等の隠れ家等となる間隙)のない単調な護岸を一律に整備してしまうと、淵に生息する魚類の生息場・隠れ家等の消失に繋がりがねず、淵にある水中カバーへの配慮も欠かすことができない。そのため、コンクリートブロックを使用して水中カバーを維持している。コンクリートブロックは景観上好ましくないため、景観を損なわないようなコンクリートブロックの開発も重要だと考えられる。

・アンカーB①
オオタカなどの猛禽類は視力が優れ、色彩を区別する能力が高いことが知られている。それだけに、人工物による急激な色彩の変化は、特に繁殖中、過敏になっているオオタカへの影響が心配される。その保全対策として、建設機械を目立たない色に塗装したり、足場やコンクリート構造物をグリーンシートで覆うなどの配慮をしている。

・アンカーB②
大河川では、水衝部に大きな淵が形成される場合がある。淵の河岸に、水中カバー(魚類等の隠れ家等となる間隙)のない単調な護岸を一律に整備してしまうと、淵に生息する魚類の生息場・隠れ家等の消失に繋がりがねず、淵にある水中カバーへの配慮も欠かすことができない。そのため、コンクリートブロックを使用して水中カバーを維持している。

●発表に向けて
発表を行うために必要な要件をまとめ、配布したプレゼンテーションシートに記入せよ。
プレゼンテーションシート
・どんな場面でどのような技術が使われているか
・その技術の説明(具体的な方法)
・技術を使うことによるメリット
・技術を使うことによるデメリット
・その技術の今後の展望

表10 受講者2(工業高校出身)の模擬授業検討会におけるコメント

- ・ワークシートの構成がわかりやすかった。動画視聴を取り入れるのは良いアイデアだと思った(受講者1)
- ・調べた技術について詳しく知る事ができ、その技術についてメリットやデメリットを通して考えることもできるので良いと思う(受講者3)
- ・文だけでなく動画を使うのは効果的であると思った。環境への配慮の事例がかなり広いと思うので山・海などジャンル分けすると取り組みやすく調べやすいと思う(受講者4)
- ・自分自身で問題解決を行う授業で、生徒の課題解決能力が大きく養われると思った。またグループワークを通して生徒同士が積極的に授業参加を行える環境を作ることが大事だと思った(受講者5)
- ・動画視聴は、生徒は興味・関心を持って視聴する。工業技術基礎は1年時の最初の学習で、建設・土木の基礎知識がないので、動画視聴前に、視聴のポイントを十分説明する必要がある(山崎)
- ・グループ討議をする際の探究テーマのレベルもより平易にする必要がある。また、グループ発表もパワーポイント等のICTツールを活用するとよい(山崎)

受講者2は、中項目「ウ 環境と技術」を選択し、専攻分野である土木・建設分野に関する学習を通して、観点別学習状況の評価の到達目標を達成させようとしていた。特に、観点別学習状況の評価「思考・判断・表現」力を育成するために、表9に示したように、アンカーAとアンカーB事例について工夫しているのがうかがえた。

3.3 受講者3(修士1年次, 高専出身)

受講者3(修士1年次, 高専出身)が作成した学習指導案(展開のみ)を表11に示す。受講者3は高専出身のために、工業高校の「工業技術基礎」は未履修であり、受講者1と同様に、文部科学省検定済の教科書⁽¹³⁾を参照しながら、イメージづくりをしていた。

表11 受講者3(修士1年次, 高専出身)が作成した学習指導案(展開のみ)

時間(分)	学習活動	■教師の働きかけ・生徒の反応、◆指導上の留意、◎評価規準、【視点】
導入 1 限目 10(10)	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の学習課題と評価規準を想起し、本時の学習課題と評価規準を確認する。 ・中学年の技術「技術の見方・考え方」を振り返る。 ・工業の見方・考え方は、「ものづくりを、工業生産、生産工程の情報化、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製品や構造物などと関連付けることを意味している(出典 文部科学省：平成30年告示高等学校学習指導要領解説 工業編, p.13) ことを知る。 ・グループで探究学習の役割分担をしながら、工業や産業や技術の歴史について主体的、対話的で深い学びの形態を取り入れて、人と技術の関わりについて知る。 	<p>【視点1】思考力・判断力・表現力等の育成 グループで探究学習の役割分担をしながら、工業や産業や技術の歴史について主体的、対話的で深い学びの形態を取り入れることで、言語能力と思考・判断・表現力の育成を図る。</p> <p>【視点2】カリキュラム・マネジメント、「指導と評価の一体化」 工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する小学校社会科第5学年「(3)我が国の工業生産」の学習内容、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する中学校地理的分野の学習内容、中学校技術分野の「技術の歴史」の既習事項と関連させて、カリキュラム・マネジメントの充実を図る。</p> <p>【視点3】情報活用能力の育成、対話的・主体的で深い学びICTを活用した探究学習を通して、技術の歴史や産業がどのように発展してきたか知る。</p>
展開	<p>【本時の学習目標】</p> <p>(1) ア 人と技術【知識・技術】 機械材料が使用されている製品についての学習を行い、工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と技術のかかわりについて理解している。関連する職業資格及び知的財産権について理解している。人と技術と環境との関わりについて工業を取り巻く状況の変化を踏まえて理解している。</p> <p>(2) ア 人と技術【思考・判断・表現】 機械材料が使用されている製品についての学習を行い、工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と技術のかかわりと、関連する職業資格及び知的財産権に関する工業技術に関する課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている。工業技術を取り巻く状況に着目して、人と技術と環境との関わり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。</p> <p>(3) ア 人と技術【主体的に学習に取り組む態度】 機械材料が使用されている製品についての学習を行い、工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と技術のかかわりについて自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている。関連する職業資格及び知的財産権及び、人と技術と環境との関わりなどについて自ら学び、工業の発展を図ることに主体的かつ協働的に取り組もうとしている。</p>	

1 限目 10(20)	・教科書「産業構造と就業構造」について	【視点2】カリキュラム・マネジメント指導と評価の一体化 工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する小学校社会科第5学年「(3)我が国の工業生産」の学習内容、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する中学校地理的分野の学習内容、中学校技術分野の「技術の歴史」の既習事項と関連させて、カリキュラム・マネジメントの充実を図る。 第1～3次産業までの分類やどのような職業があるのか知る。
1 限目 2 限目 60(80)	・教科書の職業選択と職業資格にある課題をする。 身近な地域の産業について調査し、その特徴や問題について話し合う。 職業の種類とその仕事内容について調べる。 職業資格とその取得条件について調べる。 自分の適性や興味・関心のある職業について発表する。	【視点1】思考力・判断力・表現力等の育成 グループで探究学習の役割分担をしながら、工業や産業や技術の歴史について主体的、対話的で深い学びの形態を取り入れることで、言語能力と思考・判断・表現力の育成を図る。 【視点2】カリキュラム・マネジメント指導と評価の一体化 工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する小学校社会科第5学年「(3)我が国の工業生産」の学習内容及び、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する中学校地理的分野の学習内容と、中学校技術分野の「技術の歴史」の既習事項とを関連させて、カリキュラム・マネジメントの充実を図る。 【視点3】情報活用能力の育成、対話的・主体的で深い学び ICTを活用した探究学習を通して、技術の歴史や産業がどのように発展してきたか知る。 人と技術がどのように関わっているのか知る。 パワーポイントの発表資料と発表の仕方を評価する。 パワーポイントは調査の方法、引用元、まとめ方などを評価する。 ワークシートを埋めたりしてもらう。
2 限目 20(100)	・教科書の「PL法とISO規格」を踏まえて人と技術の関係について考える。	【視点1】思考力・判断力・表現力等の育成 グループで探究学習の役割分担をしながら、工業や産業や技術の歴史について主体的、対話的で深い学びの形態を取り入れることで、言語能力と思考・判断・表現力の育成を図る。 【視点2】カリキュラム・マネジメント指導と評価の一体化 工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する小学校社会科第5学年「(3)我が国の工業生産」の学習内容及び、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する中学校地理的分野の学習内容と、中学校技術分野の「技術の歴史」の既習事項とを関連させて、カリキュラム・マネジメントの充実を図る。 技術によって便利な事だけでなく、怪我などの被害が引き起こされることと、それを防ぐための法律と規格があることを知る。
3 限目 10(110)	・日本の工業技術による国際貢献について何があるか調べる。	【視点3】情報活用能力の育成、対話的・主体的で深い学び ICTを活用した探究学習を通して、技術の歴史や産業がどのように発展してきたか知る。 世界の中で日本が工学技術分野の中でどんな立ち位置にいるのか、青年海外協力隊について知ってもらう。
3 限目 10(120)	・知的財産権について調べ考える。	【視点1】思考力・判断力・表現力等の育成 グループで探究学習の役割分担をしながら、工業や産業や技術の歴史について主体的、対話的で深い学びの形態を取り入れることで、言語能力と思考・判断・表現力の育成を図る。 【視点2】カリキュラム・マネジメント指導と評価の一体化 工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する小学校社会科第5学年「(3)我が国の工業生産」の学習内容及び、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する中学校地理的分野の学習内容と、中学校技術分野の「技術の歴史」の既習事項とを関連させて、カリキュラム・マネジメントの充実を図る。新たな技術やアイデアがどのように保護されているのか知ってもらう。
まとめ 30(150)	・まとめ 発表をする。 発表を聞く。 反省点を話し合う。	【視点1】思考力・判断力・表現力等の育成 グループで探究学習の役割分担をしながら、工業や産業や技術の歴史について主体的、対話的で深い学びの形態を取り入れることで、言語能力と思考・判断・表現力の育成を図る。

	<p>【視点2】カリキュラム・マネジメント指導と評価の一体化 工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する小学校社会科第5学年「(3)我が国の工業生産」の学習内容及び、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する中学校地理的分野の学習内容と、中学校技術分野の「技術の歴史」の既習事項とを関連させて、カリキュラム・マネジメントの充実を図る。</p> <p>【視点3】情報活用能力の育成、対話的・主体的で深い学び ICTを活用した探究学習を通して、技術の歴史や産業がどのように発展してきたか知る。</p> <p>発表を通して、発表の経験と聞く能力を身に付ける。 他班の発表内容の感想やわかりやすかったところなどをワークシートに書いていく。 質疑応答は、発表者に質問したか、質問に対応できたか。 発表の仕方は見やすくわかりやすいか。はっきりと喋れているか。他の人の発表の感想などから聞いているかを評価する。</p>
--	--

受講者3の学習指導案の展開(表11)の特徴は、「表2 日本発STEAM教育からの教科等横断的指導の3視点」を重視し、「指導上の留意点」に多数盛り込んでいる点である。また、表11の下線部で示したように、小学校社会科第5学年「(3)我が国の工業生産」及び、中学校技術分野の「技術の歴史」の既習事項と関連させて、カリキュラム・マネジメントを図っていた点が特徴である。また、学習指導案の最終提出は、集中講義終了後の1週間であったが、受講者3は復習に多くの時間を費やしていたようで、授業検討会で指摘されていた事項について、丁寧な修正が行われていた。

受講者3のワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)を表12、ジャムボードに入力されたコメントを表13に示す。

表12 受講者3(高専出身)が作成したワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)(斜字ゴシックは生徒記述)

工業技術基礎	(1)「人と技術と環境」	ア	人と技術	ワークシート					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">学 科</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">科</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">組</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">氏 名</td> </tr> </table>						学 科	科	組	氏 名
	学 科	科	組	氏 名					
<p>テーマ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教科書p.10の課題から身近な産業や職業から人と技術の関連について知る。 ・本時の評価規準を明記(3観点) <p>1. 身近な地域の産業について調査する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第3次産業 大分類：<u>運輸業</u> 選んだ産業：<u>鉄道業</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・特徴 大都会を除いてはそれぞれ独立した顧客基盤を持っているため、企業間の競争が激しくない、参入障壁が高い、収入基盤が安定していることが特徴で様々な産業の中でも安定している方である。 成り立ちや運営形態から元日本国有鉄道のJR、民間企業が運営する私鉄、国や地方自治体と民間企業の共同出資で運営される第3セクター、地方公共団体が運営する公営鉄道の4つに分けることができる。 会社自体はバス事業や不動産業、流通業などいろいろな事業を展開している。 ・問題 モータリゼーションや少子高齢化、地方では過疎化が進み、旅客収入が減る、廃線となる路線が出てきている。 コロナ禍によるテレワークの普及や旅行自粛などの影響で、収益が大幅に減ってしまった。 ・選んだ産業に分類される職業の種類と仕事内容について 駅職員、車掌、運転士、車両整備士、線路や設備などの整備士、運行システムやICカードシステムを管理するシステムエンジニア、車内販売員、管理職、事務職 ・職業資格とその取得条件について 動力車操縦者運転免許：電車や新幹線、路面電車用など12種類存在し、国土交通省の委託を受けて各鉄道事業者が身体・適性検査、運転関係の法令・車両の構造・機能に関する筆記試験、運転の技能試験などを行う。 国内旅行業務取扱管理者：1. 旅行業法及びこれに基づく命令 2. 旅行業約款、運送約款及び宿泊約款 3. 国内旅行実務の3科目の筆記試験で60点以上取れば取得できる。 </div> <p>2. 自分の適性や興味・関心のある職業について調査する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第3次産業 大分類：<u>運輸業</u> 選んだ産業：<u>鉄道業</u> 選んだ職業：<u>整備士</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・仕事内容について <u>鉄道車両の整備や点検、製造</u> <u>線路などの運行に関係するインフラ整備や点検、建設、災害復旧</u> ・職業資格とその取得条件について 電気工事士、電気主任技術者、危険物取扱者、建設士、測量士、土木施工管理技士、各種重機運転免許など それぞれ筆記試験、技能試験などを受ける。 </div> <p>3. 他者の発表内容についてメモする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>それぞれ1行程度 それぞれ2行以上</p> </div> <p>◎評価(主体的に学習に取り組む態度) B:すべての項目について調べ、発表に参加し、他者の発表内容について書いている場合 A:すべての項目について積極的に調べ(分量で判断)、発表に積極的に参加し(質疑応答などで判断)、他者の発表内容について聞きメモできている(内容と分量で判断)場合</p>									

表13 受講者3(高専出身)の模擬授業検討会におけるコメント

- ・実際に教科書の該当ページを表示していたので、説明が理解しやすかった(受講者1)
- ・ワークシートが書きやすく、教科書のページを見せてくれたのがわかりやすかった(受講者2)
- ・資料の表示の段取りが悪かったと思う。あまり準備ができていなくて話し方がスムーズじゃなかったと思う(受講者3)
- ・ワークシートは分かりやすく、記入もしやすい形になっており良いと思う。もっと抑揚をつけてくれると重要な部分が分かりやすいと感じた(受講者4)
- ・授業内容が少し煩雑であるように感じた。もう少し丁寧に授業を進めればより生徒の理解が深まると感じた。ワークシートの評価が明確であったのはよかった(受講者5)
- ・ワークシートのA基準とB基準のアンカー事例の記述がよく練られていた。AとBの判別区分も明確であった(山崎)
- ・職業資格を取り上げることはとても重要である。工業高校の専門学科では、取得できる資格を紹介し、生徒に興味を持たせるために探究学習をさせるケースが多い(山崎)

表13のコメントで記述されているように、文部科学省検定済の「工業技術教科書」⁽¹³⁾に沿って表12のワークシートが作成されていたため、ワークシートがわかりやすかった。また、A基準とB基準の判別基準がワークシートに明確に記入されていたため、理解しやすかった。一方、模擬授業では、声が小さく、抑揚がほとんどなかったために、わかりにくいという受講者のコメントが多く、模擬授業者自身も自己評価で模擬授業の準備不足であることが述べられていた。前述したように、模擬授業の準備不足について内省し、復習を丹念に行った後に、学習指導案とワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)を提出したことがうかがえる。

3.4 受講者4(学部4年次, 高専出身)

受講者4(学部4年次, 高専出身)が作成した学習指導案(展開のみ)を表14に示す。受講者4は高専出身のために、工業高校の「工業技術基礎」は未履修であり、受講者1と3と同様に、文部科学省検定済の教科書⁽¹³⁾を参照しながら、学習指導案の展開や模擬授業場面のイメージづくりをしていた。

表14 受講者4(学部4年次, 高専出身)が作成した学習指導案(展開のみ)

時間(分)	<input type="checkbox"/> 学習活動	■教師の働きかけ・生徒の反応、◆指導上の留意点、 ◎評価規準【視点】
導入 10(10)	<input type="checkbox"/> 前時の学習課題と評価規準を想起し、本時の学習課題と評価規準を確認する。 <input type="checkbox"/> 工業の見方・考え方とは、「ものづくりを、工業生産、生産工程の情報化、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製品や構造物などに関連付けることを意味している(出典 文部科学省:平成30年告示高等学校学習指導要領解説 工業編, p.13) ことを知る。	■前時の学習活動を想起させ、学習課題と評価規準の確認をさせる。 ■工業の見方・考え方とは、「ものづくりを、工業生産、生産工程の情報化、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製品や構造物などに関連付けることを意味している(出典 文部科学省:平成30年告示高等学校学習指導要領解説 工業編, p.13)
展開Ⅰ 10(20)	<input type="checkbox"/> 昔から利用されているエネルギーと再生可能エネルギーについて理解する。 <input type="checkbox"/> 日本のエネルギー供給割合について変化と理由を理解する。	【視点2:カリキュラム・マネジメント】 ・中学校社会科地理分野, 理科第1分野, 技術分野(Cエネルギー変換の技術)との関連を図り、主要なエネルギーと占める割合について理解する。
20(40)	<input type="checkbox"/> 世界の南極を除く各大陸のエネルギー割合についてインターネットや図書館の文献, 地理の教科書等で調査し, 理由をグループでまとめる。(5班想定)	◎評価規準(1)ウ【知識・技術】 ＜評価方法:ワークシート, 行動観察＞ 工業の見方・考え方を働かせながら, 産業社会, 職業生活, 産業技術に関する調査や見学を通して, 環境に配慮した人と技術の在り方について理解している。 ◎B基準 工業の見方・考え方を働かせながら, 産業社会, 職業生活, 産業技術に関する調査や見学を通して正しい知識を得て発表できている。 ◎A基準 Bに加え, 理由や自分の考えを地域ごとの環境や史実に結び付けて説明できている。
25(65)	<input type="checkbox"/> 調査で得られた情報や理由を各班5分程度で全体に向け発表する。	◎C基準 学習資料と教科書等を再度読ませる。グループ内で意見を促すよう促す。
展開Ⅱ 15(80)	<input type="checkbox"/> 現在発展途上のエネルギー発電方法を動画やスライド等の資料を用いて理解を深める	
30(110)	<input type="checkbox"/> 身の回りの未利用エネルギーで発電する方法をグループで考える。(5班想定)	
30(110)	<input type="checkbox"/> グループごとに考案した発電方法を5分程度で提案する。発表者以外の学生はワークシート内にて実現性, 創造性, コメント等で評価を行う。	
まとめ 10(150)	<input type="checkbox"/> 本時を振り返り, 次々の学習目標と学習活動を知る。	

受講者4のワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)を表15, ジャムボードに入力されたコメントを表16に示す。

表15 受講者4(高専出身)が作成したワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)(ゴシック斜字は生徒記述)

<p>人と技術と環境ワークシート</p> <p>学籍番号_____ 氏名_____</p> <p>本時の課題を明記</p> <p>本時の評価規準を明記</p> <p>1. 世界のエネルギー事情を把握しよう</p> <p>選んだ大陸名(または国名) <u>中国</u></p> <p>①使用されているエネルギーをまとめよう</p> <p>アンカーB: <i>使用されているエネルギーは石炭・石油・天然ガス・原子力・再生可能エネルギーである</i></p> <p>アンカーA: <i>2022年に使用されているエネルギーは石炭が56.2%, 石油17.9%, 天然ガス8.5%原子力・再生可能エネルギーが17.4%であり, 2021年に比べて使用されるエネルギーは増えているが, …は増えて…は減っている(%は棒グラフや円グラフを使っているとお話し)</i></p> <p>②なぜそうなのかを考えよう</p> <p>アンカーB: <i>環境にやさしいエネルギーを使った方がいいという流れがあるから</i></p> <p>アンカーA: <i>ゼロコロナ政策により工業系に使用されるガスの需要が低迷したことや価格の高騰によって減衰したなど, ①に実際に基づいたことで意見を述べられている</i></p> <p>2. 身の回りの未利用エネルギーで発電する方法を考案しよう</p> <p>①アイデア概要</p> <p>アンカーB: <i>靴を履いてふみこんだ時の圧を利用して発電する</i></p> <p>A基準: 使用するものや状況を図や分を使用して記述できている</p> <p>アンカーA: <i>場面: 歩いているとき, 立っているとき</i></p> <p><i>利用するもの: 靴にかかる体重のエネルギー, 圧電材料, 歩いているときの様子や靴の断面などを利用して図で解説</i></p> <p>②使用する未利用エネルギーと発電システムの名前</p> <p>③実現のために必要な技術は何か</p> <p>3. 他のグループの意見について考えよう</p> <p>評価項目: 実現性1~5, 創造性1~5, コメント</p> <p>4. この授業から得られたこと・感想</p>

表16 受講者4(高専出身)の模擬授業検討会におけるコメント

- ・化石エネルギーと非化石エネルギーの違いの説明がわかりやすかった。話すスピードがゆっくりで、頭に入ってきやすかった。ワークシートを共有しながら説明してほしかった(受講者1)
- ・例や用語の説明が豊富で分かりやすかった(受講者2)
- ・カーボンニュートラルなど用語の説明, 再生可能エネルギーの例などがわかりやすかった(受講者3)
- ・かなり速い展開で動いてしまった感じがした。特に現在と未来について関連性がある話ができればスムーズになると考えられる(受講者4)
- ・授業進行が丁寧で生徒が理解しやすい授業内容だった。生徒に対して問いかけはあるものの、生徒が考えて課題解決を行うことがなかった(受講者5)
- ・ワークシートが丁寧に作成されていて、生徒は記入しやすい。模擬授業であるが、生徒の発言を自作自演するなど、授業者の発問・働きかけと、生徒のやりとりの場面を設定したい(山崎)
- ・エネルギーの有限性や環境問題は、生徒の興味・関心も高いので、学習の深まりが期待できる。「工業の見方・考え方」を働かせた指導の工夫・手立てが必要である(山崎)

各受講者のコメントで明らかのように、受講者4の模擬授業場面では声が大きく、ゆっくりと明瞭かつ抑揚もあり、聞き取りやすく、説明の仕方も解りやすかった。一方、受講者5と山崎のコメントに見られるように、重大な問いや、生徒の「思考・判断・表現」を促す発問や指示が少なく、模擬授業者の説明場面に多くの時間が充てられた。

3. 5 受講者5(学部3年次, 工業高校出身)

受講者5(学部3年次, 工業高校出身)の学習指導案(展開のみ)を表17, ワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)を表18, 模擬授業検討会のコメントを表19に示す。

表17 受講者5(学部3年次, 工業高校出身)が作成した学習指導案(展開のみ)

時間(分)	□学習活動 【視点】	(1)教師の働きかけ・生徒の反応, (2)指導上の留意, (3)評価規準
導入10(10)	□本授業の評価規準や全体のスケジュールの説明。 □最終レポートの説明	(1)学習活動を想像させ, 評価規準と学習課題の進め方について理解してもらおう。 (1)反応としては質疑応答を自由にさせ, 出来るだけ生徒の発言が多ければ良い。
15(25)	□アナログとデジタルの違い □IT, IoTとは何か? □日常生活で目にするIT, IoT技術 【視点2】カリキュラム・マネジメント 中学校技術分野で既習した「アナログとデジタルの違い」, 「IoT技術」との関連を図る。 【視点1】言語能力の育成, 思考・判断・表現力の育成 中学校技術分野で既習した「アナログとデジタルの違い」, 「IoT技術」を新たな課題解決に向けて, 既習した知識の活用を図ることで, 思考・判断・表現力の育成を目指す。	(1)ITに関する基礎的知識を増やしてもらおう。 (1)日常生活でのITの必要性を理解してもらおう。 (1)簡単なクイズなどで理解度を測る。
展開25(50)	□実際にアナログで行っていることをIT化し, その利便性を把握する。 □前述で身に付けたITの基礎知識を利用し, 実際に体感することで基礎を発展させ, 応用させるイメージを持たせる。 【視点3】 目の前でITの利便性を実演することで, 実践的なものづくりの中にICTを取り入れた授業をデザインし工業科の特色を生かした情報活用能力の育成を目指す。	(1)実際にアナログをデジタルに変換する流れを確認し, 作業の流れや進め方の方法を理解してもらおう。 (2)アナログよりデジタルで行ったほうが作業効率は格段に上がることを認識してもらおう。(デジタルの方が便利だと思うかどうか聞く)
休憩(10分)		
導入10(60)	□クラスをいくつかのグループに分ける。(1グループ4~8人ほど) □テーマ説明を行う。(工場などの生産現場, 家の中, 学校内, 車, 人体などなど)	(2)授業者は, テーマが各グループで重ならないように調整する。
展開40(100)	□自分たちが選択したテーマについて現状アナログで不便なものをITで便利にするアイデアを出すディスカッションを行う。 □出したアイデアを実現するためにはどうするか調べてもらう。 【視点3】 グループワークを通して, 協働学習を取り入れた授業をデザインし工業科の特色を生かした情報活用能力の育成を目指す。 【視点1】 現状のアナログの問題点をディスカッションし, 自分たちでその問題解決方法を調べる体験をすることで, 問題解決や探究活動の過程に位置付け, 思考力・判断力・表現力等の育成を目指す。	(3)評価規準 ア 人と技術【主体的に学習に取り組む態度】 工業の見方・考え方を働かせながら, 産業社会, 職業生活, 産業技術に関する調査や見学を通して, 人と技術のかかわりについて自ら学び, 主体的かつ協働的に取り組もうとしている。関連する職業資格及び知的財産権について, 自ら学び, 主体的かつ協働的に取り組もうとしている。 (A)基準 ・自分たちのテーマを理解しており, その問題点について考え, 「主体的, 対話的で深い学び」をするために, グループで積極的に話し合っている。 ・出したアイデアを上手に1つにまとめられている。 ・アイデア実現のための調査に真剣である。 ・アイデア実現のためのプロセスが明確でわかりやすい。 (A)指導・支援の手立て ・アイデア実現のプロセスの調査時に専門知識を必要とする場合, その都度教える。 (B)基準 ・自分たちのテーマを理解している。 ・アイデアが複数出ており, まとまっていない。 ・アイデア実現のための調査を行っている。 ・アイデア実現のプロセスが少し定まっているものの, わかりにくい。 (B)指導・支援の手立て ・アイデアが複数出てまとまっていない場合, 現実的に優先性の高いものを指摘し, まとめるよう促す。 ・アイデア実現のプロセスについて具体性を持たせる。(例を出すなど) (C)基準 ・自分たちのテーマを理解していない。 ・アイデアが出ていない。 ・アイデア実現のための調査を行っていない。 ・アイデア実現のためのプロセスがない。

<p>休憩(10) 展開25(125)</p>	<p><input type="checkbox"/>前述で調べたものをPower Pointを使ってまとめる。 <input type="checkbox"/>発表者を決める 【視点1】 Power Pointの操作など中学校以前に学んだ知識や技術を活用するとともに、体験的な学習やものづくりにおける共同作業などを通じて思考力・判断力・表現力等の育成を図る。</p>	<p>(C)指導・支援の手立て ・テーマの説明を再度行う。 ・現状アナログのもの例を出す。 ・アイデア実現のプロセスの具体例を出す。 (1)生徒の進捗状況を確認するために見回る。 (1)質問があれば対応する。 (3)評価規準 ア 人と技術【知識・技術】 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と技術とのかかわりについて理解している。関連する職業資格及び知的財産権について理解している。 <評価方法：ワークシート、行動観察></p>
<p>発表20(145)</p>	<p><input type="checkbox"/>各グループ3～4分ずつ発表を行う。 【視点1】 前述までで学んできた内容をPower Pointにまとめ発表することで、表現力の育成を図る。</p>	<p>(A)基準 ・見やすいPower Pointになっている。 ・図、写真などを用いて言葉だけでなく視覚的にわかりやすい。 ・無駄な文章がない。 (A)基準時のアドバイス ・無し (B)基準 ・図、写真がなく文章のみのPower Pointになっている。 ・無駄な文章が多い</p>
<p>総括5(150)</p>	<p><input type="checkbox"/>各グループに対して指導者が感想を述べる。 <input type="checkbox"/>最終レポート(本授業で作成したPower Point、授業で調べたことを各自レジュメとしてまとめて提出)についての説明。 【視点2】 指導者が生徒にフィードバックすることで指導と評価を一体化させ、学習の質を高める。</p>	<p>(B)基準時のアドバイス ・図や写真などを入れるようアドバイスする。 (C)基準 ・Power Point ができていない。 (C)への支援の手立て ・Power Pointを完成させるよう操作方法や前述で調べたものを言語化するよう促す。 (1)生徒の進捗状況を確認するために見回る。 (1)質問があれば対応する。 (3)評価規準 ア 人と技術【知識・技術】 工業の見方・考え方を働かせながら、産業社会、職業生活、産業技術に関する調査や見学を通して、人と技術とのかかわりについて理解している。関連する職業資格及び知的財産権について理解している。 <評価方法：ワークシート、行動観察> (A)基準 ・前述までの全てをきれいにまとめられている。 ・発表が丁寧である。 (B)基準 ・前述までの全てをまとめられている。 ・発表が問題なくできている。 (C)基準 ・前述までをまとめられていない。 ・発表に問題がある。 (2)指導者は各グループに対して感想を言う際、プラスな評価とマイナスな評価どちらも伝えること。</p>

表18 受講者5(工業高校出身)が作成したワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)

工業技術基礎 (1)「人と技術と環境」ア 人と技術 ワークシート			
学科	科	組	氏名
【テーマ】～身の回りのITについて知識を深め、今後の生活を豊かにできる思考を養おう～			
【本時の評価規準】をここで明記			
1. 身の回りのITについて知識を深めよう			
・アナログとは何か? デジタルとは何か?			
ITとは「Information Technology」、コンピュータとネットワークを利用した技術			
アナログとは連続した数値量のことをいい、また連続した数値量同士で表されたものをさす。			
デジタルとは離散的な数値量のことをいい、段階的な物理量に対応付けて記憶伝送する方式。(Wikipedia アナログ, デジタル)			
・身の回りにあるITをみつけてみよう			
遠隔診療、公共交通機関のICカード、スマート農業、自動運転システム、電子マネー決済、AI-chat、オンライン授業、スマートウォッチ、etc			
・アナログなものがデジタル化されるまでのプロセスについて考えてみよう。			
対面授業→ZOOM→オンライン授業			
IT化することで考えられるメリットをITの事例とともにまとめよう			
ITの事例		メリット	
自動運転システム	交通事故の減少、ドライバーの雇用数の減少(人件費削減)		

表18(続き) 受講者5(工業高校出身)が作成したワークシート(A基準とB基準のアンカー付き)(斜字は生徒記述)

2. 【パフォーマンス課題】
 以上の内容から、身の回りのアナログな事例を挙げ、それをIT化するアイデアを考え、それによって得られるメリットについてまとめよう。

① 身の回りにあるアナログな事例を挙げよう
 毎朝の授業の出席確認、遅刻・早退の連絡、課題の提出、etc

② ①で挙げた事例について、IT化するアイデアを考え、そのプロセスをまとめよう
 事例：毎朝の授業の出席確認、プロセス 登校→ICカードスキャン→インターネット経由→PCで記憶→時間になったら保存

③ このアイデアのメリット(恩恵)についてまとめよう

④ 以上の内容をグループでまとめよう

IT化のタイトル 出席管理システムについて	
機能・特徴の説明	身の回りのアナログな事例/アナログであることのデメリット 毎朝の出席確認。 人が確認するため、ミスが発生する恐れがある。 教員の作業量増加、毎朝の出席確認にかかる時間増加する恐れがある。
A基準 ICカードでの出席管理システム ICカードの追加機能(遅刻・欠席も含めた管理システム) (思考・判断・表現) 現状のアナログの問題点に着目して、デジタル化の方法について調査し、改善内容を考えられている。	IT化のためのアイデア 生徒一人ひとりにICカードを配布し、各クラスにICカードリーダーを設置する。ICカードリーダーにカードをかざし、データを学内ネットワーク経由でPCに記録。その記録で出席を管理する。また、追加機能として朝礼5分前にカード情報がない場合は、個人のメールアドレスに連絡する。また遅刻・欠席に関してはICカードに記載されたアドレス(QRコード)にアクセスして遅刻・欠席の連絡ができる。これらの機能すべてICカードを学生証として使用することもできる。 IT化によるメリット 出席管理のミスが減る。 毎朝の出席確認の時間と教員の業務改善につながる。 遅刻・欠席連絡をスピーディーに行うことで生徒の安否確認にも役立つ。
機能・特徴の説明	身の回りのアナログな事例/アナログであることのデメリット 毎朝の出席確認 ミスが発生する。朝礼時間の増加。
B基準 デジタルデータへの変換による利便性向上 (思考・判断・表現) 現状のアナログの問題点に着目して、デジタル化の方法について調査し、改善内容を考えられている。	IT化のためのアイデア 出席確認の時に作成した表をスキャンし紙に書かれたものをPCで扱えるデータにする。 IT化によるメリット 毎朝の出席管理を簡単に行うことができる。 またPC上で整理でき、データの移動が容易である。

3. まとめ【課題】
 今日の授業から今後さらにIT化が進む中で、あなたが目指したいエンジニア像を情報技術の観点から書きなさい。

A基準
 今後さらにIT化が加速する社会で私は、日々の業務を情報技術を用いてもっと容易に、もっと利便性の高いシステムの構築ができるエンジニアになりたいと思った。なぜなら、業務の改善が、お客様へ提供するサービスの改善につながると考えたからだ。例えば毎日10分かけて行っている作業をITによって2分にする事で残りの時間でさらに業務を進めることができる。これにより、さらなるクオリティーの改善につながると私は考える。以上から私は情報技術を学び応用できるエンジニアになりたいと思った。

B基準
 私は今後、多くの企業でITが必要とされるため情報技術の知識を増やし、多くの分野で活躍できるエンジニアになりたいと思った。
 (主体的に学習に取り組む態度)
 IT化に適応できるエンジニアが必要とされている中で情報技術を積極的に取り入れ生産性向上のために主体的かつ共同的に取り組んでいる。

表19 受講者5(工業高校出身)の模擬授業検討会におけるコメント

- ・模擬授業での問いかけが多く、聞いていて楽しめた(受講者1)
- ・ワークシートに図が多く理解しやすかった。生徒が参加しやすそうな進行だったため頭に残りやすそうだった(受講者2)
- ・例が身近な内容でわかりやすかったと思う(受講者3)
- ・授業が終わってからも、身の周りで探せそうなテーマで目線が変わりそうでよい(受講者4)
- ・アナログとデジタルという重要な区分けがいまいち理解しづらいが事例は分かりやすい。ITとは何かがもう少しあると実感しやすいと思う(受講者4)
- ・流れはスムーズであったが一つ一つが早かった。また生徒への問いかけがあったため、一方的な授業ではなかった。改善内容としてはもっとゆっくり授業を進めるとともに、理解できているか確認する大事である(受講者5：模擬授業者)
- ・アナログからデジタル化するメリットとして、例えば「授業出席システム」の導入を紹介していた。生徒の身近な事例でわかりやすかった。(山崎)
- ・説明する流れを予め構想計画して模擬授業をしたために、スムーズに学習指導が展開していた。話し方をもう少しゆっくり話をし、より抑揚をつけると、生徒たちは一層聞きやすいと思う(山崎)

高専出身の受講者3人は、自身が「工業技術基礎」の学習経験が無いために、文部科学省検定教科書⁽¹³⁾の閲覧から開始していたが、受講者5は、工業高校出身であり、本講義の受講前に入念な予習をしてきたためか、学習指導案とワークシートの作成に直ちに着手していた。受講者5は、5人の受講者の中では最も作成が早く、約2時間で学習指導案とワークシート(A基準、B基準、Cへの支援の唯手)を完成させて、計3回にわたり、工業科教育法の講義担当者(筆者)に、校閲と指導を求めて来た。表19の授業検討会におけるコメントにも書かれていたが、学習テーマが生徒に身近で、追究や思考が深まりやすい学習課題を設定していた。さらに、模擬授業では、生徒への発問がわかりやすく、予想される生徒の反応を自作自演していて、受講者5の表16のコメントに記されていたように。生徒が考えて課題を解決する学習過程が展開されていた。表17の最初の導入から15分経過した時点で、中学校技術分野で履修した「アナログとデジタルの違い」、「IoT技術」とのカリキュラム・マネジメントを図るなどの手立てが行われていた。

4 おわりに

本研究の目的は、日本発STEAM教育連携の推進の視点から、山崎が2007年度から開講している国立大学法人N科学技術大学の教職科目「工業科教育法I」の2023年度受講者5人に対して、教科工業の科目「工業技術基礎」の大指導項目「(1)人と技術と環境」の学習指導案・ワークシート[評価規準のA基準とB基準の生徒記述例(アンカー)]の作成と模擬授業、模擬授業後の受講者と講義担当者(筆者)による授業検討会を実施し、授業者自身のリフレクションを伴う授業評価を検討することであった。

本稿で考究した事項を3点に集約する。

- (1) 5人の受講者のうち、3人の高専出身者は「工業技術基礎」を受講した経験がないために、学習指導案とワークシートの作成に先立ち、文部科学省検定済教科書の該当頁を参照しながら、見通しを持つようとしていた。一方、2人の工業高校出身者は、文部科学省検定済み教科書を参照せずに、直ちに学習指導案とワークシートの作成に着手していた。本稿では2023年度受講者を対象にしているが、従前から、工業高校出身の受講者の方が学習指導案やワークシートの作成を円滑に実施していた傾向があり、本稿の結果は従前と同様の傾向といえる。
- (2) STEAM教育を推進するために、小・中学校の既習事項とのカリキュラム・マネジメントにより、教科等内容同士の連携を図る学習については、情報工学と材料工学を専攻している受講者の方が、土木工学や建設工学を専攻している受講者よりも各学習内容の連携化が図りやすい傾向がうかがえた。この理由として、中学校技術分野では情報工学や材料工学に関連する学習事項が多いが、土木工学や建設工学に関連する学習事項が少ないことに起因していることがうかがえる。
- (3) 文部科学省検定済の教科書のみを主教材として模擬授業を行うと、教え込みの授業になりがちになったために、課題を見だし、主体的・協働的で深い学びになるような模擬授業をするための支援が必要である。

最後に今後の課題を指摘したい。山崎が開講してきた工業科教育法では、山崎の授業の受講者が作成していた学習指導案とワークシートを閲覧させてきた。今後、実際に専門教科工業で行われているエキスパート教師による授業を録画して受講者に閲覧させて、授業展開の具体的なイメージづくりが容易にできるように。本講義で用いる教材の一層の充実を図る必要がある。

引用文献

- (1) 山崎貞登：STEAM教育からの工業科教育法の学習指導案作成と模擬授業の改善，上越教育大学教職大学院研究紀要，第10巻，pp.269-279 (2023a)
- (2) 山崎貞登・伊藤大輔・磯部征尊・東原貴志：工業科教育法と技術科教育法の連携化とコアカリキュラムを参照したカリキュラムの自己点検評価と省察，上越教育大学研究紀要，第37巻，第2号，pp.579-591 (2018)
- (3) 文部科学省：教職課程コアカリキュラム (2021)
https://www.mext.go.jp/content/20210730-mxt_kyoikujinzai02-000016931_5.pdf (2023年8月31日最終閲覧)
- (4) 文部科学省：高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 工業編，実教出版 (2019)
- (5) Google for Education Jamboard で学習をもっと面白く
https://edu.google.com/intl/ALL_jp/jamboard/ (2023年8月31日最終閲覧)
- (6) 山崎貞登：工業科教育法における技術・エンジニアリングデザインプロセスを導入した学習指導案作成と模擬授業，上越教育大学研究紀要，第43巻，pp.351-360 (2023b)

- (7) ITEEA: Standards for Technological and Engineering Literacy - The Role of Technology and Engineering in STEM Education, Author (2020)
- (8) 篠崎毅・佐々木勇・児玉豊：高等学校第3学年(課題研究)学習指導案 (2013)
- (9) 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター：「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 高等学校専門教科 令和3年8月，東洋館出版社 (2021)
- (10) 石井英真・鈴木秀幸：ヤマ場をおさえる学習評価 中学校，図書文化 (2021)
- (11) 横浜市教育センター：授業力向上の鍵2 ～横浜の新たな授業研究～ (2006)
<http://www.edu.city.yokohama.jp/tr/ky/k-center/kenkyu/jugyouryokukoujounokagi2.pdf> (2023年8月31日最終閲覧)
- (12) 横浜市教育センター：授業力向上の鍵3 ～校内授業の活性化に向けて～ (2007)
<http://www.edu.city.yokohama.jp/tr/ky/k-center/kenkyu/jugyouryokukoujounokagi3.pdf> (2023年8月31日最終閲覧)
- (13) 山下省蔵ほか25名：工業技術基礎，実教出版 (2022)
- (14) 文部科学省：言語活動の充実に関する指導事例集 ～思考力，判断力，表現力等の育成に向けて～ 【高等学校版】，教育出版 (2014)

Lesson Design and Micro-teaching about the Foundation of Industrial Technology in Teaching Methods for Industry Subject from Emphasis on STEAM Education Collaboration

Sadato YAMAZAKI*

ABSTRACT

To promote Japan's science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education collaboration, this study examined 2023's five students who will take the teaching course "Teaching Methods for Industry Subject I" at the National University Corporation N Institute of Technology that Yamazaki has been offering since 2007. This study reported that their students make their own learning guidance plan and worksheets for the major guidance item "(1) Human, Technology, and the Environment" of the compulsory principle subject "Fundamentals of Industrial Technology" in the subject industry [Examples of student descriptions of the A and B standards of the assessment criteria (creating anchor examples)], holding a class review meeting between the students and the lecturer after the micro-teaching, and examining the class evaluations informed by the lecturers' own reflections. Three main findings were obtained: (1) students who graduated from technical high schools created learning lesson plans and worksheets based on their own learning experiences at technical high schools. However, the students who graduated from technical colleges prepared materials based on the contents of textbooks approved by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. (2) When information engineering and materials engineering were used as learning themes, the STEAM education collaboration was facilitated between lower secondary school technical fields and industrial technology basics. (3) When micro-teaching classes were conducted, using only the authorized school textbooks, the instructor tended to indoctrinate the students, and two-way interaction with the learners tended to be lacking.

* Natural and Living Science