

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

山崎 貞 登*

(令和4年8月29日受付；令和4年11月18日受理)

要 旨

本研究の目的は、日本発STEAM教育連携の推進の視点から、2021年8月4日に中央教育審議会教員養成部会決定の「教職課程コアカリキュラム」準拠への即応とともに、2017(平成29)年告示小学校学習指導要領、同年告示中学校学習指導要領の各教科等の学習事項との関連に留意した、2018(平成30)年告示高等学校学習指導要領の専門教科「工業」の大学教職科目「工業科教育法」の学習指導案作成と模擬授業の学習内容・方法に関する改善を検討することであった。主たる改善は次の4点である。(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・ジャムボードを使用したカンファレンスへの改善を試みた。

KEY WORDS

STEAM教育 (STEAM education), 工業科教育法 (Teaching methods for industry subject), 学習指導案 (Learning guidance plan), 模擬授業 (Micro teaching), カンファレンス (Conference)

1 はじめに

本研究の目的は、日本発STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)教育¹⁾連携の推進の視点から、2021年8月4日に中央教育審議会教員養成部会決定の「教職課程コアカリキュラム(以下、コアカリ)」¹⁾準拠への即応とともに、2017(平成29)年告示小学校学習指導要領²⁾、同年告示中学校学習指導要領³⁾の各教科等の学習事項との関連に留意した、2018(平成30)年告示高等学校学習指導要領⁴⁾の専門教科「工業」の大学教職科目「工業科教育法」の学習指導案作成と模擬授業の学習内容・方法に関する改善を検討することである。

山崎ら⁵⁾は、筆者らが開講している「中等技術科指導法」と、「工業科教育法」のシラバスを対象とし、中・高等学校間の技術・工業科教育の連携化推進から、筆者らによる自己点検とリフレクションによるカリキュラム評価を行った。同研究では、参照基準として、コアカリの「各教科の指導法(情報機器及び教材の活用を含む。)」⁶⁾を用いた。コアカリは、文部科学省(2021)による一部改訂があり、「各教科の指導法(情報通信技術の活用を含む。)」に変更になった¹⁾。

本稿の研究対象となる授業科目は、筆者が2007年度から非常勤講師として担当している国立大学法人N大学及び、非常勤講師として2014年度よりN私立大学で担当している工業科教育法Ⅰ(講義2単位)である。2022年度シラバスの学習到達目標と学習内容を、表1に示す。本研究は、2018(平成30)年告示高等学校学習指導要領解説工業編⁷⁾の原則履修科目「工業技術基礎」内容の指導項目「(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焦点を当てる。原則履修科目とは、全ての生徒に履修させる科目をいう。1980年代以後刊行の工業科教育法に関する教科書・参考書は、管見の限り計7冊⁽⁸⁻¹⁴⁾が刊行されている。7冊ともに学習指導案作成の手続きについての概略的説明がされている。しかし内容や方法の具体的な解説や記述は少なく、特に、原則履修科目である工業技術基礎の学習指導案の作成事例と模擬授業の記述は、管見の限りない。次に、本研究に直接関連する先行研究レビューを展開する。

丸岡¹⁵⁾は、コアカリに対応させて、自身が近畿大学で担当している「工業科教育法Ⅰ(2単位)」と「工業科教育法Ⅱ(2単位)」のシラバスを示した。工業科教育法Ⅱにおいて、模擬授業の学習指導案作成と模擬授業を実施して、研究協議と模擬授業の評価を実施している。しかし、実施内容の詳細についての記述は、管見の限りない。

*自然・生活教育学系

表1 2022年度N大学学部開設科目「工業科教育法Ⅰ(講義2単位)」の学習到達目標と学習内容〔 〕内は教職課程コアカリキュラム案の到達目標の項目番号

【学習到達目標】

- (1) 文部科学省の『高等学校学習指導要領(2018年告示)』と、同『高等学校学習指導要領解説 工業編』に基づく、高等学校の教育課程全体の意義や各学科の特徴に留意した工業科教育課程の構成原理、教育課程の基準性、学習指導と学習評価の方法について理解し、説明できる [(1)-1), 2), 3), 4), 5)]
- (2) 原則履修科目「工業技術基礎」の単元指導計画と学習指導案の構造を理解し、工業科の目標と、科学技術リテラシー、PISA調査の学習能力との関連について説明できる。さらに、同科目の授業設計と学習指導案が作成できる [(1)-1), 2), 3), 4), 5), (2)-1), 2), 3)]。
- (3) 原則履修科目「工業技術基礎」の模擬授業を実施し、ワークショップ型授業検討会と振り返りを通して、授業改善の視点を身に付ける [(1)-1), 2), 3), 4), 5), (2)-1), 2), 3), 4)]。
- (4) 原則履修科目「工業技術基礎」の実践研究の動向を知り、授業設計の向上に取り組むことができる [(1)-1), 2), 3), 4), 5), (2)-1), 2), 3), 4), 5)]。

【学習内容】

- ①課題1：高等学校の教育課程と時間割の構成原理、各学科の特徴を生かした教育課程編成原理
- ②課題2：高等学校「工業」教科と各科目の目標・内容並びに全体構造、学習評価
- ③課題3：工業の基盤学問である工学体系の理解に基づいた教材研究論、教材の役割と教材研究方法
- ④課題4：「工業」のカリキュラム・マネジメント、授業の改善と工学を基盤とした教材の改善方法
- ⑤課題5：「工業」とエンジニアリング各専門領域との関係、単元指導計画、教材内容論、教具論
- ⑥課題6：「工業技術基礎」学習指導案作成の構成原理、情報機器と教材の効果的な利活用
- ⑦課題7：「工業技術基礎」学習指導案事例の検討、生徒の認識・思考、学力に配慮した授業設計法
- ⑧課題8：「工業技術基礎」の学習指導案作成と模擬授業、授業検討会
- ⑨課題9：高校工業科で育む学習能力と、科学技術リテラシーとの関連
- ⑩課題10：「工業技術基礎」単元指導計画の構成原理、情報通信技術の効果的な利活用
- ⑪課題11：「工業技術基礎」単元指導計画事例紹介、生徒の認識・思考、学力に配慮した授業設計法
- ⑫課題12：「工業技術基礎」の単元指導計画の学習課題発表とワークショップ型の授業研究
- ⑬課題13：「工業技術基礎」の単元指導計画の実践・評価・改善による反省的授業実践
- ⑭課題14：工業科で育む学習能力、科学技術リテラシー、PISA学習能力との関連
- ⑮課題15：工業科教員専門職能発達論（工業科教育原論・教育課程論・学習評価論・教材内容論）

伊藤⁽¹⁶⁾は、現役の工業高校生2名(女子)を、教職科目の「工業科授業研究」で、大学生の受講生13名との同席を依頼し、受講生は2名の高校生に対して30分間模擬授業を行った。模擬授業後に、個々に授業評価をさせた。評価の手順は、最初に現役の高校生に口頭での意見説明の後に、受講生が個々の授業評価を口頭で発表した。模擬授業役の受講生は、授業評価のまとめとして客観的な視点から出された意見に対して補足するに留めた。高校生による評価としては、口頭評価と、評価シートに記入を依頼し、記述した評価シートを模擬授業役に渡した。同論文では、評価シートの記述内容の明記と、現役高校生を対象とした模擬授業の効果は大きいと述べている。なお、模擬授業の内容、評価シート項目、科目「工業科授業研究」と「工業科教育法」との関係についての記述は、管見の限りない。

白濱ら⁽¹⁷⁾は、工業科教育法において、工業高校「実習」の授業を模擬的に行うために、従来から実施していた「ダイオードの特性測定実験」に加えて、「波形整形回路の製作と波形観測実験」の導入を行った。同論文の中には、学習指導案作成の具体、模擬授業者役と工業高校生徒役とのやりとりと、模擬授業検討会と評価についての記述は、管見の限りない。

原田⁽¹⁸⁾は、工業科では、効率的な授業設計を行う能力が重要であると指摘した上で、教育工学の学習モデルを三つ紹介している。第1のモデルは、坂元⁽¹⁹⁾の教授学習過程モデルである。同モデルでは、科目の目標・内容から教師は内容をどのように伝えるかを決定し(①情報処理)、生徒に問いかける(②情報提示)。生徒は、教師からの情報を受け止め(③情報受容)、受け取った情報と既に得ている知識と技能を比較・検討などを行い、④情報処理の活動を行う。その活動の過程や結果は、表情など何らかの反応として現れる(⑤提示)。教師は生徒からの反応を受け取り(⑥受容)、教師の期待する学習をしているかどうかの⑦評価を行う。この評価結果は、①情報受容へフィードバックする。第2のモデルは、吉崎⁽²⁰⁾の「授業における教師の意思決定モデル」である。同モデルでは、坂元の⑥受容→⑦評価→①情報処理→②情報提示(または⑧KR)を、教師の意思決定モデルとして図式化している。第3のモデルは、松田ら⁽²¹⁾の「授業計画のモデル」である。原田は、松田らのモデルでは、授業設計手法との関わりを重視しているため

に、工業科教育法で行われる模擬授業の中で、学生が授業を計画すべき際に意識すべき点であると指摘している。松田らのモデルでは、授業展開は、階層的な文節に分かれ、最下層の文節は「授業の状態」、「教授意図」、「伝達方法」、「伝達情報」、「教授の結果」という5組の情報の系列から構成される。原田は、松田らが提案した「授業計画モデル」を用いて、模擬授業の内容を整理して授業を計画すれば、これまでの模擬授業より明確な形で授業を設計することが可能になり、生徒の反応を意識せずに模擬授業の組み立てを行うことが可能になると述べている。原田は、科目「工業数理基礎」の中にあるSI接頭語の説明を対象とした模擬授業のための授業構成を提案している。一方で、原田の論文では、科目「工業技術基礎」の学習指導案作成と模擬授業については触れていない。

特に、原田の論文で注目したいのは、模擬授業で教える内容について、過去にどのような内容を教わり、それは小学校、中学校、もしくは高校の、どの時間であったか、また、同時並行または同一学年の他科目で類似した内容を教えている可能性があるのか、または社会に出たら、どの分野で教える必要があるかなどをまとめることを提案している。さらに、SI接頭語の説明を対象とした模擬授業における関連する既習事項、現在の他教科等と関連事項、学習する内容が今後どのような分野で出題されて、社会に出たら何故必要なのかをまとめた表を提示し、模擬授業で使用することを提案している。原田は、小・中・高校間の学習の系統性と、関連教科の連携について指摘している。同論文では、STEM/STEAM教育の用語は用いていないが、STEM/STEAM教育推進の重要な視点といえる。

原田の先行研究の他には、大学教職科目の工業科教育法における科目「工業技術基礎」の学習指導案作成及び、模擬授業と検討会の内容と方法の具体について詳細に記述したテキスト、参考書、論文、報告等の先行研究は、管見の限りない。一方、原田の先行研究では、学習指導案の作成方法や模擬授業の内容、方法の具体が詳細に述べられている上、小・中・高校間の学習の系統性と、関連教科の連携について指摘するなど、構成主義学習論に基づく授業設計の重要性を考慮すると重要な先行研究である。しかし、原田の先行研究の対象は、「工業数理基礎」である。

そこで、本研究では、日本発STEAM教育推進の視点から、科目「工業技術基礎」の学習指導案作成と模擬授業の学習内容・方法に関する改善を検討することとした。

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

2.1 日本発STEAM教育からの教科等横断的指導の3視点

筆者が担当している「工業科教育法Ⅰ」における学習指導案の様式は、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⁽²²⁾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)を参考にした。2018(平成30)年告示高等学校学習指導要領解説工業編⁽⁷⁾の原則履修科目「工業技術基礎」内容の指導項目「(1)人と技術と環境」と、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)』⁽²³⁾の評価規準に合わせて、筆者が作成した学習指導案の一事例を受講者に提示しながら授業を行っている。原田⁽¹⁸⁾は、工業科では、環境問題やエネルギー問題への取り組みが求められ、科目「工業技術基礎」の指導項目「(1)人と技術」は、「これらの問題に対応できる人材の育成が求められるため、教職課程を有する大学では、社会のニーズにあった教員の育成が求められている(p.38)」と指摘している。なお、篠崎ら⁽²²⁾が作成した学習指導案は、文部科学省の工業教科調査官(当時)の指導を事前に受けて、公開研究授業として実施された。

篠崎らの学習指導案の様式は、「1 単元名」、「2 単元について (1)単元観、(2)系統観、(3)生徒観、(4)指導観」、「3 目標と評価規準」、「4 単元指導計画」、「5 本時の学習 (1)目標、(2)展開」から構成される。筆者が担当する「工業科教育法Ⅰ」は、篠崎らの学習指導案の様式を用いている。

「1 単元名」は、指導項目「(1)人と技術と環境」の内容に対応させて、受講者に作成させている。「2 単元について (1)単元観、(2)系統観、(3)生徒観、(4)指導観」については、インターネットで公開中の「工業技術基礎」の内容項目「(1)人と技術と環境」を扱った学習指導案(細案)を検索、参考にさせている。なお、篠崎らの学習指導案の「(4)指導観」では、表2に示した三つの視点が盛り込まれている。3視点は、特に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・能力の育成、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた不断の授業改善をする上で、重要な視点である。そこで、篠崎らの学習指導案の様式を参考に、2018(平成30)年告示高等学校学習指導要領解説工業編⁽⁷⁾の原則履修科目「工業技術基礎」内容の指導項目「(1)人と技術と環境」の文脈に合わせて、文言を一部修正した(表2)。

筆者が表2の三つの視点を重視している理由は、次の3点である。第1点は、高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 総則編(以下、総則編)⁽²⁴⁾p.9の第1章総則第2款2で述べられている、生徒に「生きる力」を育むことを目

表2 日本発STEAM教育からの教科等横断的指導の3視点

【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
【視点1】 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。 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。	【視点2】 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。 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。	【視点3】 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。

指して教育活動の充実を図るに当たっては、言語能力、情報活用能力、問題発見・解決能力等の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・能力を教科等横断的に育成することが重要であるためである。

第2点は、総則編⁽²⁴⁾のp.8で述べられた「カリキュラム・マネジメント」の充実である。カリキュラム・マネジメントとは、「生徒や学校、地域の実態を適切に把握し、教育の目的や目標の実現に必要な教育の内容等を教科等横断的な視点で組み立てていくこと、教育課程の実施状況を評価してその改善を図っていくこと、教育課程の実施に必要な人的又は物的な体制を確保するとともにその改善を図っていくことなどを通して、教育課程に基づき組織的かつ計画的に各学校の教育活動の質の向上を図っていくこと(p.5)」⁽²⁴⁾をいう。

第3点は、総則編⁽²⁴⁾のp.10で述べられた「教育課程の実施と学習評価(第1章総則第3款)」で述べられた「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善(第1章総則第3款1)」と「学習評価の充実(第1章総則第3款2)」である。

2.2 評価規準, A基準・B基準の判別基準, ワークシートとアンカー事例の作成

篠崎らの学習指導案の様式「3 目標と評価規準」は、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」の評価規準に変更した(表3)。参考資料⁽²³⁾のp.33において、「知識・技術」では「…理解している」「…身に付けている」, 「思考・判断・表現」では「…見いだすとともに、検証し改善している」, 「主体的に学習に取り組む態度」では「…自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている」の語句を盛り込むことが明記された。筆者が担当する工業科教育法1の受講者には、前述の中項目のうち、一つの中項目を選択させ、計150分(3授業時間)で「知識・技術」, 「思考・判断・表現」, 「主体的に学習に取り組む態度」の三つの評価規準全てを盛り込むことを作成条件としている。

筆者が担当する「工業科教育法I」の「工業技術基礎」「(1)人と技術と環境」の学習指導案作成において、様式「3 評価観点と評価規準」では、表3を用いている。表3は、参考資料⁽²³⁾に準拠させている。形成的評価の機能の重視とともに、指導と評価の一体化を推進するには、参考資料⁽²³⁾に示されているように、A基準とB基準に相当する生徒記述・作品等例(欧米では通常アンカーと呼称、以下、アンカーと表記)を作成するとともに、判別の根拠を明記する必要がある。参考資料⁽²³⁾では、計4の実践事例で、ワークシート等とともにアンカー事例が紹介されている。筆者の授業においても、学習指導案の作成に留まらず、ワークシートとアンカーを作成させるとともに、篠崎らの学習指導案の様式「5 本時の学習 (2)展開」で、A基準とB基準の判別根拠と、「Cと評価した生徒に対する支援の手立て」を明記させている。「工業技術基礎」「(1)人と技術と環境」「ウ 環境と技術」の観点【主体的に学習に取り組む態度】のA基準、B基準の判断の根拠と、Cと評価した生徒に対する支援の手立てを、表4に示す。

2009年に実施されたPISA調査の読解力では、必要な情報を見付け出し取り出すこと(「情報へのアクセス・取り出し」)は得意であるものの、情報相互の関係性を理解して解釈したり、自らの知識や経験と結びつけたりすること(「統合・解釈」「熟考・評価」)が苦手であることが判明した⁽²⁵⁾。PISAでは、読解力を「自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発達させ、効果的に社会に参加するために、書かれたテキストを理解し、利用し、熟考し、これに取り組む能力と定義し、側面別には、「情報へのアクセス・取り出し」「統合・解釈」「熟考・評価」の三つに分類し、到達度を測定している(p.4)⁽²⁵⁾。言語活動の充実は、2008年告示学習指導要領で強調されていたが、2017年告示版⁽²⁻³⁾と

2018年告示版⁽⁴⁾において、「言語能力」は学習の基盤となる資質・能力として一層重視されている。

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(表中の下線部は、文献(23)で明記された必ず盛り込まなければいけない語句)

主体的に学習に取り組む態度	思考・判断・表現	知識・技術
<p>ア 人と技術</p> <p>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、<u>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>。</p>	<p>ア 人と技術</p> <p>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、<u>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、適切な解決策を検証し改善している</u>。</p>	<p>ア 人と技術</p> <p>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説明できる。関連する職業資格及び知的財産権について<u>理解している</u>。</p>
<p>イ 技術者の使命と責任</p> <p>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、<u>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</u>。</p>	<p>イ 技術者の使命と責任</p> <p>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、<u>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</u>。</p>	<p>イ 技術者の使命と責任</p> <p>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、<u>調査や研究を通して理解している</u>。</p>
<p>ウ 環境と技術</p> <p>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、<u>環境保全や環境改善に果たす工業技術の役割について自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている</u>。</p>	<p>ウ 環境と技術</p> <p>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、<u>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</u>。</p>	<p>ウ 環境と技術</p> <p>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、<u>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</u>。</p>

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

◎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自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている。

◎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、自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている。(言語活動の充実に関する指導事例集【高等学校編】p.7：A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、自ら学び、主体的かつ協働的に取り組もうとしている。(言語活動の充実に関する指導事例集p.8：a(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 「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」で使用するワークシート(一部割愛)と、A、B基準のアンカー事例(ゴシック体は生徒が記述したアンカー事例)

学習テーマ

工業の見方・考え方を働かせながら、工業技術の社会的な意義と役割や、工業技術が人や環境に与える良い影響と環境への負荷について理解するために、企業のSDGsの取組を調査しよう。

2. 工業材料のリサイクルをはじめ、企業が行っているSDGsの取り組みについて、調査しよう。「SDGs」の「9 産業と技術革新の基盤をつくろう」「12 作る責任 使う責任」を中心に、企業の取組により、工業が技術革新と環境の保全に寄与している例を調査しよう。

3. 調査を通じて、現在の地球環境や企業の取り組みを踏まえ、工業技術が地球環境の保全に果たしている意義や役割、必要性と、工業の発展を支えることに主体的かつ協働的に取り組むことに関して、あなたの意見とともに、意見を持った理由や根拠について、記述しよう。

B基準のアンカー記述例

産業革命から現在に至るまで工業技術の発展により、生産性や効率が上がり、私たちの生活は豊かになり、便利になった。しかし、環境汚染やエネルギーの大量消費で、様々な問題が生じている。そのため、今後は、環境への負荷を減らし、エネルギーを有効に活用した工業技術を発展させたい。

A基準のアンカー事例(B基準に加えて)

鉱物資源の材料や、化石燃料などのエネルギー資源が限られている。SDGsの視点から、工業材料のリサイクル化や、再生可能な資源やエネルギーの技術開発に支えられた工業生産が必要である。また、二酸化炭素などの地球温暖化の原因物質を抑制する技術開発による工業生産を進めることが課題である。そのため、科学的な原理や法則などの科学的な根拠に基づき、工業の見方・考え方を働かせながら、工業生産工程の情報化やSDGsの視点を一層進めて、安全で環境負荷をできるだけ減らした「ものづくり」が求められる。

2.3 工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と、小・中・高校の他教科との関連を重視した学習指導案作成

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⁽²⁾を、表6に示す。

高校地理歴史「地理探究」の内容で、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する内容は、「A 現代世界の系統地理的考察」、「(2)資源、産業」の「A知識及び技能」ではア(ア)とイ(イ)であり、「イ思考力・判断力・表現力等」では、ア(ア)が関連する⁽⁴⁾。

中学校理科第1分野「(7)科学技術と人間」の内容⁽³⁾で、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する内容を、表8に示す。

表6 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⁽²⁾

ア 次のような知識及び技能を身に付けること

- (ア) 我が国では様々な工業生産が行われていることや、国土には工業の盛んな地域が広がっていること及び工業製品は国民生活の向上に重要な役割を果たしていることを理解すること
- (イ) 工業生産に関わる人々は、消費者の需要や社会の変化に対応し、優れた製品を生産するよう様々な工夫や努力をして、工業生産を支えていることを理解すること
- (ウ) 貿易や運輸は、原材料の確保や製品の販売などにおいて、工業製品を支える重要な役割を果たしていることを理解すること

イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること

- (ア) 工業の種類、工業の盛んな地域の分布、工業製品の改良などに着目して、工業生産の概要を捉え、工業生産が国民生活に果たす役割を考え、表現すること
- (イ) 製造の工程、向上相互の協力関係、優れた技術などに着目して、工業生産に関わる人々の工夫や努力を捉え、その働きを考え、表現すること
- (ウ) 交通網の広がり、外国との関わりなどに着目して、貿易や運輸の様子を捉え、それらの役割を考え、表現すること

次に、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⁽³⁾を、表7に示す。

表7 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⁽³⁾

「C日本の様々な地域」の「日本の地域的特色と地域区分」

次の①から④までの項目を取り上げ、分布や地域などに着目して、課題を追究したり解決したりする活動を通して、以下のア及びイの事項を身に付けることができるよう指導する。

①自然環境、②人工、③資源・エネルギーと産業、④交通・通信

ア 次のような知識及び技能を身に付けること

- (ウ) 日本の資源・エネルギー利用の現状、国内の産業の動向、環境やエネルギーに関する課題などを基に、日本の資源・エネルギーと産業に関する特色を理解すること

表8 中学校理科第1分野「(7)科学技術と人間」の内容で、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と関連する内容⁽³⁾

(7) 科学技術と人間
科学技術と人間との関わりについての観察、実験などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する
ア 日常生活や社会と関連付けながら、次のことを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること
(ア) エネルギーと物質
⑦ エネルギーとエネルギー資源
⑧ 様々な物質とその利用
⑨ 科学技術の発展
(イ) 自然環境の保全と科学技術の利用
⑦ 自然環境の保全と科学技術の利用
イ 日常生活や社会で使われているエネルギーや物質について、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するとともに、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について、科学的に考察して判断すること

中学校技術科の内容の取扱いで、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と直接関連する内容⁽²⁶⁾を、表9に示す。

表9 中学校技術科の内容の取扱い⁽²⁶⁾で、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と直接関連する内容⁽²⁶⁾

(6) 「材料と加工」「生物育成」「エネルギー変換」「情報」の各技術の内容における「(2)各技術による問題解決【情報の技術は(3)】」については、次の通り扱うものとする。
ア 「イ 問題の発見と課題の設定、構想計画・設計、製(制)作・育成、結果の評価、改善及び修正」では、各内容の「(1)イ 技術に込められた問題解決の工夫」で気付かせた見方・考え方により問題を見いだして課題を設定し、自分なりの解決策を構想させること
イ 知的財産を創造、保護及び活用しようとする態度、技術に関わる倫理観、並びに他者と協働して粘り強く物事を前に進める態度を養うことを目指すこと
(7) 内容の「A材料と加工の技術」、「B生物育成の技術」、「Cエネルギー変換の技術」、の「(3)社会の発展と各技術」及び内容の「D情報の技術」の「(4)社会の発展と情報の技術」については、技術が生活の向上や産業の継承と発展、資源やエネルギーの有効利用、自然環境の保全等に貢献していることについても取り扱うものとする

以上、日本発STEAM教育連携推進の視点から、工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と、小・中・高校の他教科との関連について受講生に意識させる教材として、表6～表9と、日本産業技術教育学会⁽²⁷⁾を用いている。

3 模擬授業と模擬授業検討会(カンファレンス)

模擬授業と模擬授業検討会(以下、カンファレンス)は、横浜市教育センター^(28,29)のワークショップ型授業研究(以下、横浜方式)の方法を用いて、グーグル・ジャムボード⁽³⁰⁾を用いて行っている。受講生4人程度で一つのグループを編成する。ジャムボードとは、クラウドで利用できるアプリによるホワイトボードである。筆者は、授業前に予め、Jamを作成し、受講者一人一人のフレームを作成する。一つのJamに計12枚のフレームの作成が可能である。各フレームの背景設定は、横浜方式を参考にし、ボードの横軸のプラス方向を「模擬授業者」、マイナス方向を「生徒」に描画する。縦軸は、プラス方向に模擬授業の「良い点」、マイナス方向に模擬授業の「問題点・課題点」を描画する。横浜方式は、模造紙と付箋紙を用いているが、コアカリの「各教科の指導法(情報通信技術の活用を含む。)」に対応させて、工業科教育法における受講者の情報通信技術の活用力の向上を意図している。各Jamは、全受講者と筆者が共有できるように、メールアドレスを入力し、共有設定を模擬授業前に筆者が事前準備をする。

1グループ4人程度で、最初に行う模擬授業役とファシリテーター役を決め、ファシリテーターが進行役を担う。ファシリテーター役は、横浜市教育センター⁽²⁹⁾の8～9頁の指南書(全員からの発言を引き出す等)に留意しながら進行を行う。模擬授業者は通常、1人40分の持ち時間になっている。模擬授業を行う受講生は、最初の10分間で、作成してきた学習指導案とワークシート(評価規準のA基準、B基準のアンカー付き)を説明する。他の3人は、模擬授業者の説明に対して、各自のジャムボードの付箋にコメントや質問等を入力し、模擬授業者のフレーム上に貼る。付箋の色は複数あるが、ジャムボードを初めて使用する受講生が多かったため、良い点は空色、問題点・課題点は桃色で使用させている。

次に、最大10分程度の模擬授業を行わせる。受講生が作成した学習指導案を用いて、何れの場合の模擬授業を行わせるかが重要であり、筆者は受講生が作成したワークシートの模擬生徒役に対する説明と、模擬生徒へのワークシートの記入を促す場面を中心に模擬授業をさせている。特に、発問・説明・指示の仕方について、次の3点に留意させ

る。(1)声の大きさ、話すスピード、言葉の選び方が適切であるか。(2)思考の広がりや深まりを引き出すような発問が工夫されているか。(3)説明や指示が明確で一貫しており、授業者の意図を学習者に対して的確に伝えているか。模擬授業者は、工業高校生が目の前にいると考え模擬授業を行い、生徒役を受講生は、声掛け、発問、回答への反応などをする。生徒役を受講生は、模擬授業者から指名されたら、役になりきり、はっきり答えるように促した。

最後の20分間は、模擬授業者が作成した学習指導案、ワークシート(アンカー付き)、模擬授業に対するカンファレンスとする。カンファレンスで期待される主な論点を、表10に示す。最初に生徒役が追加のコメント、質問を、模擬授業者は、実施した模擬授業の良さや問題点・課題点を付箋に入力を行う。次に、生徒役から1人1人、付箋をフレーム上に貼りながら、各自のコメントや質問を説明し、模擬授業者が適宜応答したり、全員で協議したりする。同時に、類似した付箋をグルーピングしながら、各付箋グループのキーワードを記入する。さらに、各付箋グループ同士の関係性を考えたり、関係ある付箋グループを線で結んだりしたりする。これからの活動をファシリテーターが調整しながら、カンファレンスを円滑に進める。

表10 模擬授業後のカンファレンスの主な論点【出典：教育新聞2018年3月19日第6面「模擬授業で授業力をアピール」の一部を引用し、筆者が加筆】

-
- ①生徒に分かりやすく教えるための授業設計、発問、指示、説明の工夫について
 - ②生徒に本時の目標と評価規準に対する理解と思考・判断・表現力を高め、主体的に学習に取り組む態度を向上させるための授業設計の工夫について
 - ③授業設計を工夫した結果、生徒役はどのような反応を示したか
 - ④本時の授業で、生徒がつまづきやすいところはどこか。そのための支援の手立て
 - ⑤興味・関心を示さない生徒や、生徒の個人差に対する支援の手立て
 - ⑥生徒の意見の取り上げ方が適切か、模擬授業者の発問、指示、説明が明確か
 - ⑦学習の容量、時間配分、難易度は適切か
-

4 おわりに

本研究の目的は、日本発STEAM教育¹⁾連携の推進の視点から、「コアカリ」¹⁾準拠への即応とともに、2017(平成29)年告示小学校学習指導要領²⁾、同年告示中学校学習指導要領³⁾の各教科等の学習事項との関連に留意した、2018(平成30)年告示高等学校学習指導要領⁴⁾の専門教科「工業」の大学教職科目「工業科教育法」の学習指導案作成と模擬授業の学習内容・方法に関する改善を検討することであった。本稿で考究した事項を4点に集約する。

- (1)学習指導案作成では、日本発STEAM教育からの教科等横断的指導の3視点として、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・対話的で深い学びを重視し、様式「5本時の学習(2)展開」、「指導上の留意点」に3視点を盛り込ませた。
- (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)科目工業技術基礎「(1)人と技術と環境」と、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・ジャムボードを使用したカンファレンスへの改善を試みた。

本稿では、紙幅の制約から、受講者が作成した学習指導案、ワークシート(アンカー事例付き)、カンファレンスで作成したジャムボードの付箋が紹介できなかった。今後の課題としたい。

注

1)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。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。一方、広辞苑(第七版)では、設計を①ある目的を具体化する作業、製作・工事などに当り、工費・敷地・材料及び構造上の諸点などの計画を立て図面その他の方式で明示すること、②比喩的に、人生や生活について計画を立てることと表記し、両者の概念に違いがあることに留意されたい。

なお、本稿では、「工業科」の英訳は、文部科学省が通常使用している「industry」を用いた。「工業科教育法」の「工業科」の英訳で、「industry」、「engineering」、「industrial technology and engineering」の何れを用いるか、慎重な議論が必要である。STEM/STEAM教育の推進には、義務教育段階の普通教育と、高校専門学科教育との連携の一層の強化が必要不可欠である。一方、工学教育は、高専や短大・大学等といった高等教育機関を対象とした専門教育や職業教育であって、普通教育でないという見解が多い。我が国では、国是である科学技術創造立国を支えるために、従来から数学・理科教育の充実が図られてきたが、技術教育や工業教育の意義や社会的役割とともに、初等中等教育段階を一貫した普通教育としての技術・工学教育の導入の必要性については、国民各層の社会的理解と関心が高くないため、諸外国に比較し、我が国のSTEM/STEAM教育の啓発・普及が遅延している要因と指摘する識者が少なくない。そこで、日本工学教育協会等の工学教育系や、日本産業技術教育学会等の技術教育系学術団体は、従前から理解増進運動を展開している。一方、欧米の初等中等教育段階のエンジニアリング教育は、万人に必要なエンジニアングリテラシー(EL)の育成を目標として、一般市民のELの重要性に対する理解が進んでいる。そこで、筆者らは、日本発STEAM教育の初等中等段階では、工学の用語は用いず、エンジニアリング教育と呼称することを提案している。日本発STEAM教育の詳細は、次の文献を参考にされたい。山崎貞登・磯部征尊・大森康正・岡島佑介：国際技術・エンジニアリング教育者学会の前幼稚園から第12学年を対象とした技術・エンジニアングリテラシーのための内容標準改定におけるSTEM教育連携強化の影響，科学教育研究，第45巻，第2号，pp.128-141(2021)，山崎貞登：STEM, STEAM, エンジニアリング教育概念の比較教育からの論点整理，日本産業技術教育学会誌，第62巻，第3号，pp.197-207(2020)

引用文献

- (1)中央教育審議会教員養成部会：「教職課程コアカリキュラム（令和3年8月4日教員養成部会決定）」(2021)
https://www.mext.go.jp/content/20210810-mxt_kyoikujinzai02-000017343_3.pdf (2022年8月26日閲覧)
- (2)文部科学省：小学校学習指導要領(平成29年告示)，東洋館出版社(2018)
- (3)文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)，東山書房(2018)
- (4)文部科学省：高等学校学習指導要領(平成30年告示)，東山書房(2019)
- (5)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)
- (6)文部科学省教職課程コアカリキュラムの在り方に関する検討会：教職課程コアカリキュラム(案)(2017)
- (7)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)
- (8)土井正志智・長谷川淳・池本洋一・大西清：三訂版 工業技術教育法 - その原理と実際 - ，産業図書(1986)
- (9)関口修：工業技術の教育，朝倉書店(1988)
- (10)関口修・木村寛治：工業技術教育，産業図書(1995)
- (11)小山田了三：実践工業科教育法，東京電機大学出版局(1999)
- (12)池守滋・佐藤弘幸・中村豊久：新しい観点と実践に基づく工業科教育法の研究，実教出版(2006)
- (13)中村豊久・島田和典・豊田善敬・棟方克夫：新しい観点と実践に基づく工業科教育法の研究 改訂版，実教出版(2019)
- (14)教職課程研究会編：教職必修 技術科・工業科教育法 2021・2022年度実施 新教育課程対応，実教出版(2019)
- (15)丸岡俊之：工業科教育法における実践と課題，近畿大学教育論叢，第29巻，第3号，pp.93-107(2018)
- (16)伊藤彰茂：模擬授業の効果を上げるための試行，瀬木学園紀要，第2巻，pp.61-65(2008)
- (17)白濱博・寺田光希・永田翔大・三木康平・犬塚周太・鮫島佑一・宮田優也・山田修禎：“深い学び”の学習展開についての一検討～工業高校科目「実習」を例として～，山陽小野田市立山口東京理科大学紀要，第2巻，pp.77-87(2019)
- (18)原田敦史：工業科教育法における模擬講義の提案，日本文理大学紀要，第49巻，第1号，pp.37-46(2021)
- (19)坂元昂：授業改造の技法，明治図書(1980)
- (20)吉崎静夫：授業における教師の意思決定モデルの開発，日本教育工学雑誌，第12巻，第2号，pp.51-59(1988)
- (21)松田稔樹・多胡賢太郎・坂元昂：授業における教師の意志決定モデルの開発，日本教育工学雑誌，第15巻，第4号，pp.183-195(1992)
- (22)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)
- (23)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 高等学校専門教科工業 令和3年8月(2021) https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/hyouka/r030820_hig_kougyou.pdf (2022年8月26日最終閲覧)
- (24)文部科学省：高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 総則編，東洋館出版社(2019)
- (25)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)

- (26) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)学習指導要領解説 技術・家庭編，開隆堂 (2018)
- (27) 一般社団法人日本産業技術教育学会：次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み 21世紀の技術教育(改訂版)，日本産業技術教育学会誌，第63巻，第4号別刷，pp.1-23 (2021) https://www.jste.jp/main/data/New_Fw2021.pdf (2022年8月26日最終閲覧)
- (28) 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> (2022年8月26日最終閲覧)
- (29) 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> (2022年8月26日最終閲覧)
- (30) Google for Education Jamboard で学習をもっと面白く https://edu.google.com/intl/ALL_jp/jamboard/ (2022年8月26日最終閲覧)
-

Improvement of Teaching Students to Create Learning Guidance Plan and to Perform Their Micro Teachings in Methods for Industrial Education That Emphasizes Cooperation with STEAM Education

Sadato YAMAZAKI*

ABSTRACT

This study aims to improve the teaching of students by creating learning guidance plans and performing their microteachings in “methods for Industrial Education,” in a school teacher professional course in universities that emphasizes cooperation with Japan-oriented STEAM education. This research paid attention to compliance with the “Core Curriculum for Teacher Training” as decided on August 4, 2021, by the Teacher Training Committee of the Central Council for Education. This study also paid attention to the relationship between the 2017 version of the Course of Study (CS) for elementary and lower secondary schools, and the 2018 version of the CS for upper secondary schools. The main improvements were the following four points: (1) In creating a lesson plan, the development of thinking ability, judgment ability, expressiveness, etc., and development of language ability, curriculum management, integration of instruction and assessment, development of the ability to use information, and proactive, interactive and deep learning. As for the assessment criteria, the students learned to create worksheets and anchor case studies, along with the criteria for distinguishing between A and B cutting points. (3) They learned to create a learning guidance plan that emphasized the relationship with other subjects in elementary, lower and secondary schools. (4) This study was improved to perform a class conference using Google Jamboard as the utilization of information and communication technology by using the method of workshop-type class research.

* Natural and Living Science