

学卒者訓練における設計力向上の取り組み

— 時代が求めるスキルへ繋げる取り組み —

福山職業能力開発短期大学校 梶原 彬

福山職業能力開発短期大学校 佐藤 和史

Attempts to improve design ability in advanced vocational training

– Attempts to realize the skills for popular needs in modern times–

KAJIWARA Akira, SATO Kazufumi

要約

福山職業能力開発短期大学校では、令和4年度から、設計力向上の更なる強化を図るため、総合制作実習にて、新製品開発プロセスの手法を適用している。本報は、新製品開発プロセスに取り組む経緯および、適用にあたって必要となる、設計分野の訓練について報告するものである。

I はじめに

新型コロナウイルス感染拡大は、DX、AI、脱炭素化や、労働の自動化を急速に進ませ、働き方を変化させた。この時代背景の中、世界経済フォーラム「仕事の未来レポート2020」から、2025年以降に需要が高まると予測されるスキル（以下、2025年以降需要スキル）が、表1のとおり公表されている⁽¹⁾⁽²⁾。同様に、国内においては、経済産業省「未来人材ビジョン」から、2030年および2050年において必要となる、56の能力等に対する需要（以下、2050年需要スキル）が公表された（表2）⁽³⁾。

表1 2025年以降需要スキル（上位抜粋）

順位	スキル
1位	分析思考と革新
2位	アクティブラーニングと戦略的学習力
3位	複雑な問題解決
4位	批判的思考と分析
5位	創造性、独創性、イニシアチブ
6位	リーダーシップと社会的影響
7位	テクノロジーの使用、監視、制御
8位	テクノロジーの設計とプログラミング
9位	適応力、ストレス耐性、柔軟性
10位	推論、問題解決、発想

表2 2050年需要スキル

スキル・能力	需要度係数
問題発見力	1.52
的確な予想	1.25
革新性	1.19
的確な決定	1.12
情報収集	1.11
客観視	1.11
コンピュータスキル	1.09
言語スキル：口頭	1.08
科学・技術	1.07
柔軟性	1.07
.	.

経済産業省「ものづくり白書2019」によると、我が国の製造業の弱みは、スマイルカーブ（図1）で付加価値が高いとされる「企画・開発」部分で、これまで注

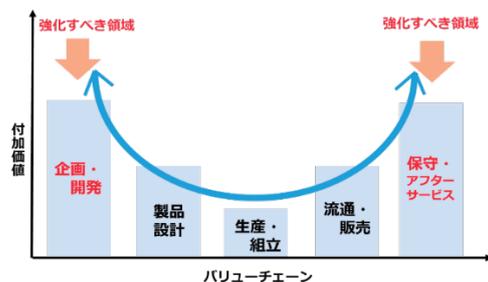


図1 スマイルカーブ

（ものづくり白書を参考に執筆者が作成）

力してきた品質を「顧客価値」に置き換えていく必要性が述べられている⁽⁴⁾。よって、今後の日本のものづくりにおいて注力すべき領域は、企画・開発を含む設計分野であり、職業訓練においても、従来の品質や製造に関する分野を維持・強化しつつ、設計分野、特に、企画・開発部分に力を入れていくことが求められている。

今後の職業訓練においては、このような時代の流れや産業界において求められるスキルを伝え、習得に向けた訓練も実施していかなければならないと考える。

本報では、福山職業能力開発短期大学校(以降、当校)の生産技術科において、習得する能力の軸足を従来の生産・組立技術から、「設計・開発技術」へと移す取り組みについて報告することにより、学生達が時代の変化をとらえながら、生涯に渡りよりよい職業生活を送ることができるように、「時代の変化に対応できる実践技術者」の育成に係る一事例について報告する。

当校の生産技術科では、背景として、「ものづくり白書2019の提言」、「時代が求めるスキルの変化」の2点を挙げる。

II 新製品開発プロセス・新たな価値を生み出す思考法

1 新製品開発プロセスと時代が求めるスキルの関係性

図2に示している新製品開発プロセス(以降、開発プロセス)を実施するエンジニアは、顧客の要求事項を深く突き詰めて検討および分析することで、各種問題を発見・解決することができるアイデア、コンセプトを仕様にして具現化する力を必要とする。そのため、(1)~(3)のような、時代が求めるスキルが必要である。

- (1) 製品に求められている価値の本質を見抜く力
- (2) 分析的思考
- (3) 問題発見力

そこで、開発プロセスを訓練に導入し実践することにより、学生の時代が求めるスキルの習得を可能にすることができる。

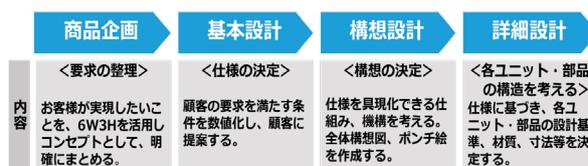


図2 新製品開発プロセス

2 フロントローディング

図3はメーカーにおけるものづくりのプロセスと、各工程で一つのトラブルを解消するために必要な時間・コストを概念的に数値で表したものである。上流(開発・設計)から下流(顧客)に行くに従い、トラブルの対処には時間・コストがかかることや、開発段階で事前にトラブルを防ぐことの重要性を表している。図4のフロントローディングは、製造・販売でのトラブル(青線)を開発段階(赤線)に移行するものづくりの考えである。これを実現するためには、開発段階での明確な「コンセプト」および「仕様」が必要となる。学生には、製造・販売でのトラブル対処には莫大な時間とコストがかかること、トラブルはとても恐ろしいものであること、開発段階での作り込みが重要であることを伝え、設計力向上の取り組みがスタートする。



図3 一つのトラブル対処に係るリスク

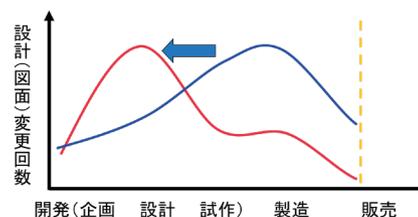


図4 フロントローディング

3 コンセプトおよび仕様

開発プロセスで一番重要なものは、コンセプトである。これは、製品開発における目的・ゴールである。理想的なコンセプトは、マーケットインの思想から生み出される。コンセプトを具現化する手段として仕様がある。仕様は、顧客からの要求品質を明確にし、作り込んでいく。しかし、仕様が曖昧で設計を進めてしまっていることがある。これでは、無意味な構造や機構を作り、結果的に設計・製造上の手戻りを引き起こ

すことになる⁽⁵⁾。一方で、手戻りがないことは、製品の品質が高いことを意味する。

製品企画段階における顧客からの要求は、抽象的であることが多い(使いやすく、もっと軽くなど)。そこで、抽象的要素を、仕様として具体的要素へと落とし込む力、つまり、「製品に求められている価値の本質を見抜き、仕様を作る力」が求められる。以上の能力の向上を目的にした訓練を展開する必要がある。

4 製品に求められている価値の本質を見抜く力の向上

上記1に示す(1)~(3)の3つの力を向上させる為、①ある事象に対し、「why(なぜ)、What(なにを)、How to(どのようにして)」を繰り返すこと。②抽象化から具体化、具体化から抽象に置き換える思考プロセスを繰り返すこと。以上2点の訓練を、後に記すIII章およびIV章で述べているように実施した。

抽象と具体を繰り返し、そこから概念を起こし、体系的に整理する力は、概念化能力、コンセプチュアルスキルと呼ばれている。これは、主に14の要素からなる⁽⁶⁾⁽⁷⁾「複雑な物事の本質をとらえ、見抜く力」のことである。このことから、①、②の思考プロセスは図5に示すコンセプチュアルスキルを習得することにも繋がる。

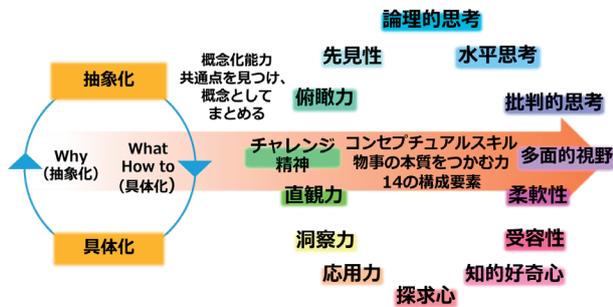


図5 コンセプチュアルスキル習得のイメージ

5 新たな価値を生み出す思考法を取り入れる

時代の変化に対応するためには、近年注目されている(1)~(3)の新たな価値を生み出す思考法を活用する必要がある。

- (1) バックキャスト思考
- (2) フォアキャスト思考
- (3) 人間中心設計 (HCD)

バックキャスト思考とは、未来を起点とし、最初に未来の姿を定義し、逆算してあるべき姿を実現するための手段を考える手法である。正解が存在しない課題や大きな変革、劇的な変化が求められる課題に対して有効とされている⁽⁸⁾。この考えは、コンセプトという「未来像」を決定し、それを実現するための仕様(手段)を作り込んでいく開発プロセスそのものを表しており、総合制作実習においても、バックキャスト思考で設計することを伝える。

対立的にフォアキャストがあり、これは流用設計に近い。現在を起点として、過去のデータなどを参考に先に課題を定義し、その解決策を考えていく手法である。(1)、(2)の各思考法および開発プロセスのイメージを図6に示す。

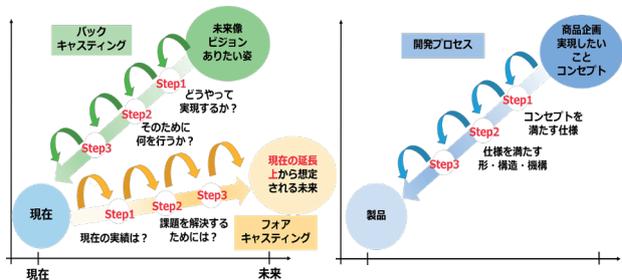


図6 バックキャスト・フォアキャストの開発プロセスのイメージ

人間中心設計とは、従来のモノ中心で作られたプロセスやシステムを「ヒト中心」で考え、新たな価値を創造する考え方である⁽⁹⁾。従来のモノ中心の考えとは異なるため、顧客への新しい価値を実現するための有効な手段である。内閣府提唱Society5.0でも、人間中心の社会の実現が求められており、DXの時代における利用者中心や、ユーザー経験を重視した製品を提供するための人材育成が必要とされている⁽¹⁰⁾。

III 抽象化、具体化、概念化の思考サイクルの習得

1 科目：メカニズムの授業への適用

この授業では、図7に示しているメカニズム教材を使い、各種機構の原理などを習得していく。メカニズムの多くは日常生活にも多く使用されていることから、イメージを掴みやすく、抽象・具体化の思考サイクルを習得することに適している。

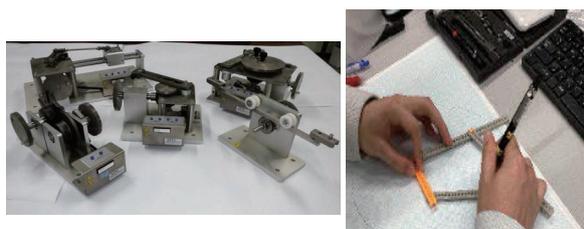


図7 メカニズム教材

2 原理図

抽象化を習得するためのツールとして、図8のような原理図を用いた。これは、具体的要素である部品や製品を抽象化するために、体積をそぎ落とし、構造・機構を線や点で表したものである。

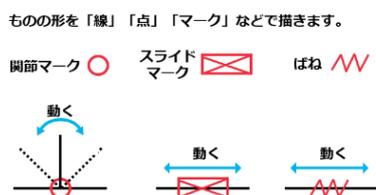


図8 原理図の描き方

3 抽象化、具体化、概念化のサイクル

3-1 具体→抽象化→概念化

メカニズムの中でも多く使用されている、スライダクランク機構を用いた。図9のとおり、抽象化、具体化のプロセスを提示し、原理図と実物の比較によってイメージを身に着ける。一見、複雑に見える機構であっても、構造はシンプルに表現できること、そして、スライダクランク機構という概念としてとらえることを伝える。

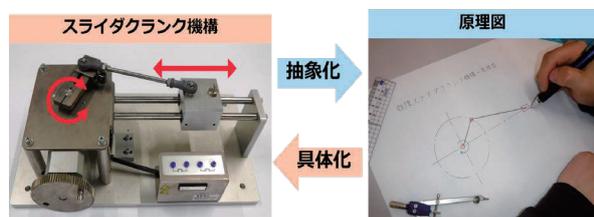


図9 スライダクランク機構とその原理図

3-2 分析、原理図、再具体化

図10に示している傘を1つの例として、構造を分析し、原理図として抽象化する演習を行う。学生に一般的に販売されている傘の機構について問う。そこで、指導員からスライダクランク機構が使用されていることを説明する。また、具体から抽象化されたものが再具体

化され、アイデアとして応用されることも伝える。その他、ジャンプ傘、折り畳み傘も同様に構造を分析し、原理図を作成する(図10)。

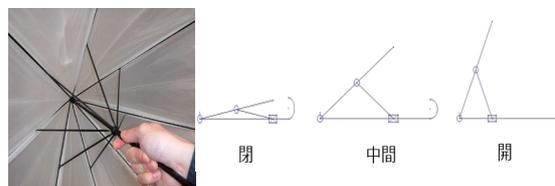


図10 傘の原理図、作業風景

3-3 再具体化で概念を応用する

化粧で使用されるビューラーは、スライダクランク機構+トルク機構によって、指のとじる力を増幅させている。このように、機構の組み合わせもあること、新しいアイデアとして再具体化され、それが新たな価値を生み出すことを伝える。図11にビューラーの原理図を示す。

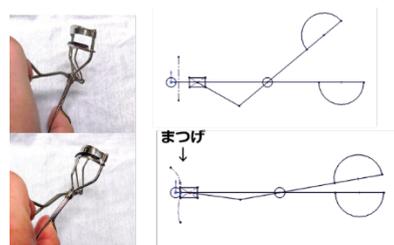


図11 ビューラー、原理図

3-4 まとめ

傘には多くの種類がある。その機構を概念化すると、本質的な原理はスライダクランク機構であることが分かる。他の機構と組み合わせて使用されているものも紹介することで、一つの概念が応用され、再具体化され、発展できることを示す。具体的なものから抽象化し、概念化することで、新しい発想に行きつくヒントになることを伝える。これらの考えは、学生達の視点を変える契機を作ることもできる。

IV 本質を見抜く力の習得、仕様分析

1 紙コップの分析

機械設計製図の授業において、製品における価値の本質を見抜き、仕様を作る力の習得を目標とし、一般的な紙コップを用いて、仕様分析実習を行った。その中で開発者が何を考えてこの紙コップを開発したのか、この製品仕様の内容を分析する。使用教材を図12に示す。



図12 使用教材

仕様について

- ・今、既に製品として売られているものの、情報収集・分析する。
- ・開発者は何を考えて、開発したのかを考える。それが分かれば、それが仕様。
- ・最終的に、この商品のコンセプト、仕様を考え、発表する。

紙コップの仕様について

1-1 情報収集・情報共有

学生が個人で課題の紙コップについて、多くの情報を収集することを目的とし演習を行う。製品企画に必要な図13に示している6W3Hを図14のシートにまとめる。情報はKJ法を用い整理した(図15)。

製品企画に必要な6W3H			
why なぜ (開発の目的)	なぜこの紙コップを作ったのか。なぜこの形なのか。	How much いくらで (価格)	いくらで売られているのか。
who 誰が (開発者)	誰がこれを設計・製造したのか。	How many いくつ (個数)	一単位何個で売られているのか。
whom 誰に (ユーザー)	誰のために作っているのか。	when いつ (納期)	今回は省略。
where どこで (仕様環境)	どこで、どのような状況で使用するのか。		
what 何を	何をしたいのか。		
How to どのようにして (実現方法)	whatに対してどのような実現をしているのか。		

図13 製品企画に必要な6W3H



図14 6W3Hシート



図15 KJ法を用いた情報の整理

個人でまとめた図14のシートを、グループワークを通して情報共有した。演習方法は、図16の通りとした。情報共有後は各グループでまとめた内容の発表を行う。発表することで、学生に情報共有の重要性を認識させる。

- 【グループ演習方法】
- 1: 1グループ4~5人。リーダーを選出する。
 - 2: 各項目について、付箋に考えつくことを記入。(一枚一つの考え)
 - 3: 用紙に付箋を貼り付け、同じ考えは重ねて貼る。
 - 4: 意見の重要度に順位を決めて、①、②、...と付箋に記入。
 - 5: 6W3H全ての項目に対して行う。
 - 6: 発表

図16 グループワーク演習方法

1-2 分析・情報共有

次に、仕様の分析を行う。図17の通り、分析から得られた数値がなぜそうになっているのか、開発者は何を考えたのか、この製品における価値の本質(仕様)はなにかを突き詰めて考えていく。紙コップを測定し、寸法をシートに記入し、寸法以外にも、ツルツル・ザラザラや、硬い・軟らかいなどの事項も確認すること。簡易的な実験も行い、なるべく数値化し、工学的な分析に近づけることを学生に説明した。

本質(仕様)を見抜く

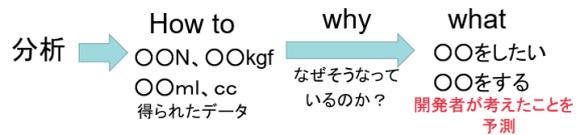


図17 本質を見抜くHow to Why Whatのフロー

1-3 デザインレビュー

グループでまとめた図18に示す分析シートをデザインレビュー(設計審査・検討会)(以降、DR)で発表する。ここでは、講師からの質問を受けることで、新たな気づきを得られるようにした。再度、なぜそうになっているのか、どのようにそれを実現しているのかを具体的な数値を用い説明するように伝えた。また、こちらの意図を適切にくみ取っているか、軌道修正を行う目的もある。作業・発表の様子を図19に示す。

Why なぜ

わかったこと 情報共有後

- ①飲み口のカール
- ②底面と4mm分のすきま
- ③底面の円の内側の模様
- ④飲み口の大きさ(φ72)
- ⑤カールの大きさが3mmの理由
- ⑥接着剤はなに
- ⑦Dのりしろが6mmの理由
- ⑧4gは意図しているのか
- ⑨底が外に向かてふくらんでいる理由
- ⑩傾ける際に真横にするので水が全て流れるように

①カールを落とす時に、飲み口からの液体漏れを防ぐ

②紙コップの底面が、飲み口と約4mmのすきまを確保し、接着剤を塗る

③底面の模様は、飲み口の大きさ(φ72)に合わせて、底面から約4mmの高さまで、模様を施す

④飲み口の大きさは、飲み口の径(φ72)と、底面の径(φ72)の差が約4mmになるように、底面から約4mmの高さまで、模様を施す

⑤紙の厚さを調整して、無理なくカールを作らせた。また、飲み口の径(φ72)に合わせて、底面の径(φ72)と、飲み口の径(φ72)の差が約4mmになるように、底面から約4mmの高さまで、模様を施す

⑥接着剤は、飲み口の径(φ72)に合わせて、底面の径(φ72)と、飲み口の径(φ72)の差が約4mmになるように、底面から約4mmの高さまで、模様を施す

⑦Dのりしろは、飲み口の径(φ72)に合わせて、底面の径(φ72)と、飲み口の径(φ72)の差が約4mmになるように、底面から約4mmの高さまで、模様を施す

⑧4gは、飲み口の径(φ72)に合わせて、底面の径(φ72)と、飲み口の径(φ72)の差が約4mmになるように、底面から約4mmの高さまで、模様を施す

⑨底が外に向かてふくらんでいる理由は、傾ける際に真横にするので水が全て流れるように

図18 分析シート



図19 作業・発表の様子

1-4 仕様作成および発表

実習で提示した紙コップについて、コンセプトを定義し、6W3Hをまとめ、コンセプトを実現するための方法(How to)を設計仕様に落とし込んでいく。

コンセプトや6W3Hは抽象的表現のため、設計仕様として具体的数値に置き換えることで、抽象化と具体化の思考プロセスを踏むようにした。設計仕様を満たす具体的数値は、すでに紙コップとして具現化されているため、情報収集で得た数値を使用するように伝えた。グループワーク終了後は、再度DRを実施し、設計仕様に対する評価を行った。成果物の一例を図20に示す。

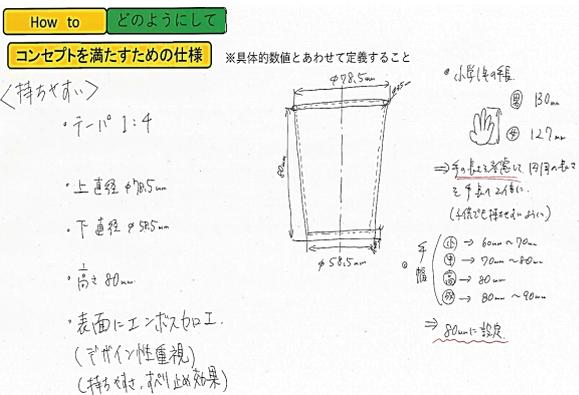


図20 設計仕様例

1-5 まとめ

製品における価値の本質を見抜き仕様を作るためには、一つのことを深く掘り下げること、情報収集や、自身の考えを検証する実験・試みが大切であることを伝える。抽象的な表現から、数値を用いた具体的表現に置き換えることで、論理的に物事を考える力の習得にも繋がることを伝えた。

V 授業効果

1 アンケート

令和6年度生産技術科2年生に対し、III章およびIV章で行った訓練の効果を確認するため、II章の内容を踏まえたアンケートを図21のとおり作成した。評価基準は5段階とし、アンケートに記載された力が身に付いたかどうかを、授業の受講前後で学生自身による自己評価にて評価を行った。サンプル数が21名と少ないため、厳密に統計的性質を示すには難しいが、効果の有無は、授業前・後の点差の有意差をt検定(5%有意水準、片側2.5%)および、サンプルサイズに影響されない効果量⁽¹¹⁾⁽¹²⁾を

使用し試みた。t検定で有意差があり、かつ、効果量は、効果大(d=0.8以上)(Cohen(1988))の両方を満たすことで効果ありと判断した。アンケートの結果を表3に示す。

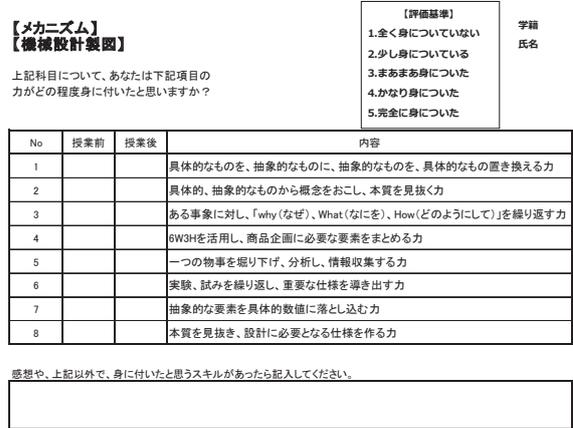


図21 アンケート

表3 アンケート結果

質問項目	前	後	平均値	標準偏差	t検定 p値	効果量 Cohen's d
具体的なものを、抽象的なものに、抽象的なものを、具体的なものに置き換える力	1.4	3.3	1.4	0.5	3.3E-11	3.3
具体的、抽象的なものから概念をおこし、本質を見抜く力	1.3	3.3	1.3	0.5	6.7E-10	3.4
ある事象に対し、「why(なぜ)、What(なにを)、How(どのようにして)」を繰り返す力	1.6	3.6	1.6	0.7	7.9E-10	3.1
6W3Hを活用し、商品企画に必要な要素をまとめる力	1.3	3.5	1.3	0.5	8.3E-11	3.5
一つの物事を掘り下げ、分析し、情報収集する力	1.9	3.7	1.9	0.5	3.6E-11	3.2
実験、試みを繰り返し、重要な仕様を導き出す力	1.7	3.5	1.7	0.6	2.8E-10	2.9
抽象的な要素を具体的数値に落とし込む力	1.5	3.4	1.5	0.5	8.9E-12	3.1
本質を見抜き、設計に必要な仕様を作る力	1.3	3.1	1.3	0.5	5.6E-10	3.4

*: P<0.05

2 アンケートに対する考察

アンケート結果は、全ての項目に対し効果ありと判断することができた。特に、「6W3Hを活用し、商品企画に必要な要素をまとめる力」、「具体的、抽象的なものから概念をおこし、本質を見抜く力」、「本質を見抜き、設計に必要な仕様を作る力」で高い数値が確認され、これらの力が学生に意識づけられ、習得に繋がったことが確認できた。

II章に記述の通り、時代が求めるスキルと開発プロセスの手法には関係性がある。今回の訓練は、開発プロセスを適用した総合制作実習を進める上での土台となるものであり、その基礎を作ることができたと考える。

VI 設計力向上に向けた取り組みの効果

設計力の向上を目的とした訓練の展開により、就職先にも変化が見られるようになった。就職希望者のうち、企画・開発を含む設計部門へ就職した修了生は、令和元年度の約20%に対し、令和4年度：33%、令和5年度：38%となり、年々増加傾向にある。備後地域における設計分野の人材ニーズも増加していることが伺えること、また、当校の就職先の豊富さや、その強みを生かした広報に繋げることもでき、生産技術科の応募倍率も好調な数値で推移している。

VII おわりに

本論文で展開した訓練は、今日までに機構の先輩方が培ってきたノウハウを生かしたものである。そこに、時代が求めるスキルを関連付けた。VUCAの時代と言われる今、先の時代を見通すことが困難な状況が続いてく中で、今後の学卒者訓練においては、このような時代の流れを伝え、求められるスキルや思考法の習得に向けた訓練を実践・展開していかなければならないと考える。そして、本報で報告した設計分野の訓練展開は、それらの基礎を作るうえで非常に効果的なものである。これからも、「時代の変化に対応できる実践技術者」の育成を目指し、時代が求めるものは何かを考え、地域に貢献していきたい。

[参考文献]

- (1) 世界経済フォーラム,仕事の未来レポート 2020,The Future of Jobs-Report,p36,p153-154。
- (2) 三菱電機ITソリューションズ株式会社, 2022年に必要なスキルとは? 変化し続ける世界で求められるスキル10選, https://www.mdsol.co.jp/column/column_122_1989.html, (2023.5.29)。
- (3) 経済産業省,未来人材ビジョン,p.20, (2022.5)。
- (4) 経済産業省,ものづくり白書2019,p123-124。
- (5) 西川誠一,手戻りを撲滅する!超・実践的3次元CAD活用ノウハウ,日刊工業新聞社p8,p16-17,p25-p26, (2019)。
- (6) PHP人材開発,コンセプトスキルの高め方,構成する要素と目利き力の高め方,<https://hrd.php.co.jp/hr-strategy/hrm/post-109.php>, (2023.6.19)。
- (7) 三菱電機ITソリューションズ株式会社,コンセプトスキルの高め方を学ぶ,https://www.mdsol.co.jp/column/column_122_1453.html, (2023.6.19)。
- (8) NTT 地球の未来を宇宙から考えるメディア Beyond Our Planet,<https://www.rd.ntt/se/media/article/0022.html>, (2023.4.3)。
- (9) 飯塚重善,DX時代の人間中心設計,国際経営フォーラム No.32,p.127。
- (10) HCD (Human Centered Design) の考え方と基礎知識体系報告書,特定非営利活動法人 人間中心設計推進機構, p4,2020年11月24日。
- (11) 2条件間の比較における効果サイズ,蔵富恵,愛知淑徳大学論集,-心理学部編-第5号2015,27-32。
- (12) 効果量と検定力分析入門-統計的検定を正しく使うために-,水本篤,竹内理,関西大学,47-57, 2011-06-06。

