

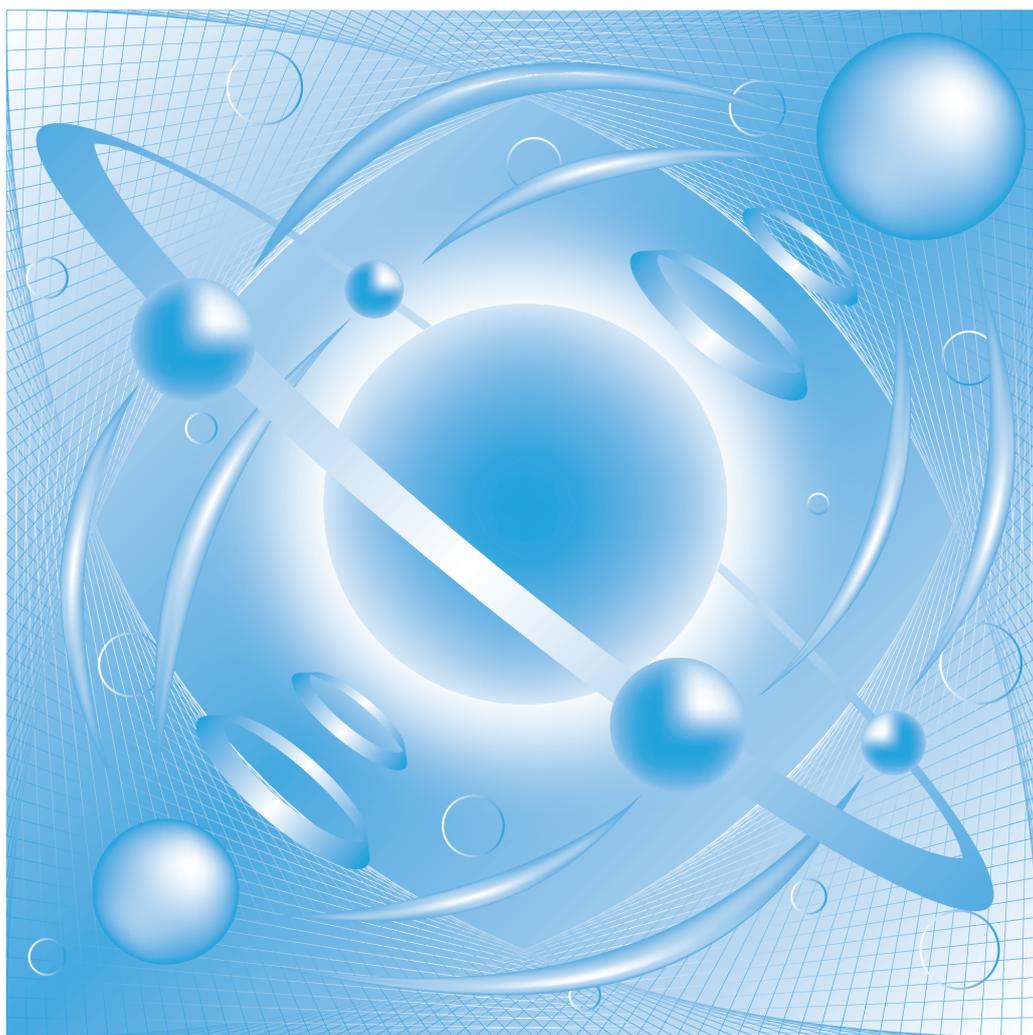
# 技能 と 技術

ISSN 1884-0345  
通巻第290号

職業能力開発技術誌

4/2017

特集●新しいものづくり



Vol.52

# 技能と技術

4/2017号

通巻No.290

## 特集●新しいものづくり

### この人のことば 次世代生産システムの構築に向けて

～日本型ものづくりの再生～

神田 雄一／元東洋大学副学長 東洋大学名誉教授

### 特集① IoTを活用したベテランオペレータや中堅オペレータの育成方法

山本 邦雄／MCS研究所

### 特集② 経営者のセンスウェア

～モノづくりのサービス・イノベーション～

小平 和一郎／一般財団法人アーネスト育成財団

西河 洋一／株式会社アーネストワン

### 特集③ モノづくりへのリテラシー教育

～教師のためのプログラミング学習事例から～

栗田 るみ子／城西大学

### 特集④ 指導員養成訓練における教材開発の取り組み

～電気配線を施した木造家屋模型の作製を通じて～

廣瀬 拓哉／栃木職業能力開発促進センター

五十嵐 智彦／香川職業能力開発促進センター

山口 翔／関東職業能力開発促進センター

岡部 絢哉／熊本職業能力開発促進センター

岩切 良介／中部職業能力開発促進センター

新垣 一真／長野職業能力開発促進センター

藤野 慎平／京都職業能力開発促進センター

連載企画：職業大と技能五輪 第2回

### 技術解説 技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種の競技紹介

花山 英治／職業能力開発総合大学校 技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種競技主査

連載企画：職業大と技能五輪 第2回

### 技術解説 技能五輪全国大会「電工」職種の競技紹介

清水 洋隆／職業能力開発総合大学校 技能五輪全国大会「電工」職種競技主査

### 調査研究報告 職業教育の質向上に向けた職業実践専門課程の取り組み

佐藤 康夫／東京工科自動車大学校

### 表紙デザイン選考会 選考結果

### 平成30年「技能と技術」誌 特集テーマについて

### 原稿募集のお知らせ

# 次世代生産システムの構築に向けて

## ～日本型ものづくりの再創生～

元東洋大学副学長  
東洋大学名誉教授

神田 雄一



2017年版の「ものづくり白書」において我が国におけるものづくりの課題として、1) 技能人材等の確保の顕在化、2) 第4次産業革命への対応、3) “Connected Industries” 構築に向けた取り組み、4) ものづくり人材の育成、などが挙げられている<sup>1)</sup>。

他方、2011年3月11日に起きた東日本大震災はまだ記憶に新しいところであるが、生産拠点の再構築と原発事故によるエネルギー問題も引き続き求められている課題である。

これらの課題解決に向けては我が国における新たなものづくり基盤の構築を考えることが極めて重要である。

### 日本型ものづくりの再創成

これからのものづくりにおいて特に留意しなければならないことは、少子高齢化と労働生産性の低さである。とりわけ生産年齢人口（15～64歳）の減少は憂慮しなければならない。一方、労働生産性の国際比較を見ても分かるとおりわが国はOECD諸国に比して極めて低いことが分かる。このための解決策にはいくつかあろうがAI、ロボットさらにIoTなどの新たな技術導入による自動化の促進などは必須となろう。さらに競争力強化においては現在の強みである生産技術から、新製品の開発、マーケティングあるいは販売へのシフトなども求められている。

### 新たな生産文化と日本伝統工芸の価値観の導入

定義によれば、「生産文化」とは、生産技術とそれをとり巻く風土・文化との対等な融合領域に関わ

る学術・技術で、気候や土質、メンタリティ、歴史的背景や地政学的視点を含むものであるとしている<sup>2)</sup>。これはものづくりにおいては、生産技術はもとよりそれを支える地域あるいはそれを利用する地域の文化の関わり方が重要であるとの視点である。このことは、生産文化は生産技術とマインドセットの融合で成り立つことを意味する。そこでマインドセットに関わる日本の伝統工芸の価値観について考えるとき、外国人による我が国に対するものの見方は大きな参考となる。東京大学の教授として明治期に招聘されたE.モースは、彼の滞在中の日記のなかで「……衣服の簡素、家庭の整理、周囲の清潔、自然および自然物に対する愛、あっさりして魅力に富む芸術、挙動の礼儀正しさ、他人の感情についての思いやり……日本人は生まれながらに持っているらしい」と述べている<sup>3)</sup>。日本文学に造詣の深いD・キーンは東日本大震災におけるコメントの中で「日本的な勁（つよ）さ」について言及している<sup>4)</sup>。

2004年にノーベル平和賞を受賞したW・マータイは、環境保護の世界共通語として「MOTTAINAI」を提唱した<sup>5)</sup>。「もったいない」の意味するところは、3R（リユース、リサイクル、リデュース）+発生回避+修理であるとして日本人の有する精神性に敬意を示した。ラグビー元日本代表ヘッドコーチのE・ジョーンズは成功するための心構えとしての日本人らしさに言及しこれを「ジャパ・ウェイ」と称しマインドセットの転換を求めた<sup>6)</sup>。

我が国の伝統工芸に見る様々な価値観は外国人から見た精神性の一端を具現化していると言えよう。

柳宗悦は「用と美（用の美）」について、単なる

物的用あるいは機能美ではなく物心への用と汗の無い工芸は美の無い工芸であると述べている<sup>7)</sup>。また、世阿弥が能の世界において述べたとされる「守・破・離」は伝統を守る大切さとともに既存の型を破り(ブレークスルー)新たなものを創造する(イノベーション)重要性を説いている。

「巧みの技」で代表される優れた熟練技能者によって最先端技術を支える部品の一部が作られていることは良く知られているが、近年その継承が危ぶまれていることは憂慮される。

次世代の生産システム構築においては、我が国伝統工芸のもつ価値観や日本人の自然観や倫理観さらに精神性を基盤とした新たなマインドセットの創出が重要である。

日本的なものの見方や考え方によるマインドセッ

トを加味することにより新しい価値創造を付与していかねばならない。我が国における新たなものづくりのシナリオを創るためには知の集積としての産官学連携を深めることも極めて大事である。そこから生まれる新たな持続可能なものづくりは世界に十分通用するであろう。

#### <参考文献>

- 1) 経済産業省：「2017年版ものづくり白書」, 経済産業省, (2017)
- 2) 伊東諠：「生産文化論」, p.230, 日科技連出版 (1997)
- 3) E.S.モース：「日本その日その日」, p.258, 平凡社 (2011)
- 4) ドナルド・キーン：「東日本大震災コメント」, 朝日新聞 (2011)
- 5) ワンガリ・マッタイ：「モッタイナイで地球は緑になる」, p.280, 木楽舎 (2005)
- 6) エディー・ジョーンズ：「ハードワーク」, 講談社 (2016)
- 7) 柳宗悦：「工芸の道」, p.368, 講談社学術文庫, (2005)

かんだ ゆういち

略歴

工学博士, 日本機械学会フェロー, 精密工学会フェロー

1971年 財機振興協会技術研究所

1991年 東洋大学助教授

1994年 東洋大学教授

2011年 東洋大学副学長

2017年 東洋大学名誉教授

元プロジェクトマネジメント学会会長, 電機工業会ネットワーク推進特別委員会委員長

専門：精密加工学, 生産システム工学

# IoTを活用したベテランオペレータや 中堅オペレータの育成方法

MCS研究所 山本 邦雄

## 1. はじめに

2007年問題以降、オペレータを育成することにチャレンジしてきたが、今なお2007年問題は、解決されていない。そのため、定年延長やノウハウ継承という名目で60歳台後半のオペレータが現場で作業を行っている。今回、IoT（Internet of Things）の進展により、IoTを活用することで、ベテランオペレータや中堅オペレータを短期間で育成することができる方法とシステムを開発した。本手法やシステムは、特許出願中である。

## 2. 海外と国内の文化の違い

### 2.1 海外について

海外は、契約社会であり生産品種が少ない、かつ意思決定は管理者が行うという文化である。

#### (1) 契約社会、少品種大量生産、最新鋭の装置

海外は、契約に従って生産をおこなう。つまり納期が契約時に決まっており、突発的な受注は少なく、生産品種も日本と比較すると十数分の一である。また、最新鋭の装置を導入することで、生産性を向上させている。

#### (2) 意思決定は管理者

海外は、管理者が現場をコントロールする社会である。管理者が現場に対し標準化を徹底し、マニュアル通りに運用させ、誰でも同じ操作になることを重視する（マクドナルド方式）。

少ない資本で短時間に高収益を得るという効率性

が優先され、現場要員は自ら考えるということはず、管理者から指示された通りに作業を行う。

これにより規格化されたオペレーションが実行可能になる（品質の均一化オペレーション）。

### 2.2 日本について

日本は、契約社会ではなく、生産品種も多く、皆で討議する社会である。

#### (1) 契約以外の取引、多品種少量生産、旧装置

日本においても契約は行いが、特急注文などが多いため、需要予測の精度が悪く、注文確定が2、3日前になることが多い。また、国内に同じ製品を製造している会社が多く、かつ製品ラインアップが多くあり生産品目の数が多い。また、日本では古い装置を大事に活用している。古い装置のために生産性が向上しないという人もいるが、一方でフレキシビリティがあり、多品種少量製品の製造に適しているのも事実である。

#### (2) 皆で討議する社会

生産品目の多さや特急注文などの変動要素を鑑みながら、現場と人間が一体となり、ベテラン（匠）と若手が混在となって擦り合わせを行いながら、最適な生産作業を進めている。『擦り合わせは人と人の関係が密になる必要があり、それには、ワイガヤの環境を整えることが重要で、労力と時間がかかる<sup>(1)</sup>。

この擦り合わせの中において、匠がポイントを口頭で伝えながら手取り足取りで操作を教えることでノウハウが継承されている。

#### (3) 日本型生産現場の現状

このように海外と日本では、生産現場における体

制や風土が大きく異なっているが、この違いを理解している日本人は少なく、かつ現場で何が発生しているのか理解できておらず、理論上だけで論議している人が多いのが現状である。

オートメーション化などの波に乗って、機械化・省力化が進み、匠のノウハウ継承ができずスキルが低下し、日本型ものづくりに必要なワイガヤ環境が劣化消失し、生産力の低迷に繋がったと推測される。

### 3. 生産性向上を目指すには

生産性向上を目指すには、今までの製造ノウハウを可視化し、OJT、OFF-JTで学ぶスピードを向上させることが重要である。2007年問題以降、匠の技術継承の重要性が叫ばれ、各社がオペレータを育成することにチャレンジしてきたが、今なお2007年問題は解決されていない。これは、暗黙知のノウハウが形式化されていないことから発生していると考えられる。まずは、今までの暗黙知を形式化する手法について記述する。

#### 3.1 今までの暗黙知を形式化する手法

今までの暗黙知を形式化する手法は、操作履歴を元に何を見て・触り・聞くなどしてどう判断したかをヒヤリングし、かつ文献や知識などを元に行うというものである(図1)。

この手法の場合、ヒヤリングは、その瞬間ではなく数日遅れて行われるため、形式化すべき情報すべてを洗い出すことができない。したがって制約の精度が悪くなる。また、聞かれたことに答えるという対応になるので表層的な事柄しか出てこない。さらにヒヤリングされた各人の制約の考えがバラバラ、といったことがあり、十分な形式化ができていない。

多品種少量生産のために段取り替えが多く、かつ突発的な受注によりスケジュールが頻繁に変わるなど、外部条件を考慮してオペレーションするため、正



図1 今までの暗黙知を形式化する手法

常時のオペレーションが単一でなく様々な状況を考慮したものとなっており、ヒヤリングで洗い出せるケースに限界がある。

さらに異常時の操作を含めるとすべての事象を洗い出すことができていないのが実情である。

しかし、日本のオペレータは、その外部環境を理解し無意識に対応している。

外部環境の変化があまりない海外の現場では考えられない。したがって海外で成功した手法が日本では必ずしも通用するとは限らないことを知るべきである。

日本国内の生産性向上を目指すには、ベテランや中堅オペレータの育成、オペレーションの形式化の精度向上が重要であるが、それには、海外と国内の環境の相違等を踏まえて、ローカルに取り組んでいく必要があると考える。

### 4. オペレーションの形式化の新手法<sup>(2)</sup>

オペレーションの形式化の新手法は、何を見てどう判断したかの操作履歴を元にヒヤリングするのではなく、IoTにより可視化することで、下記のように無意識に判断している要件を意識化させ、それを形式化することである(図2)。

#### 4.1 入力を検知するためのIoT

オペレータの五感を暗黙知から形式化するには、下記のようなIoTの活用があげられる(図3)。

視覚：ドローン、アイトラッキング、動画

聴覚：振動センサー

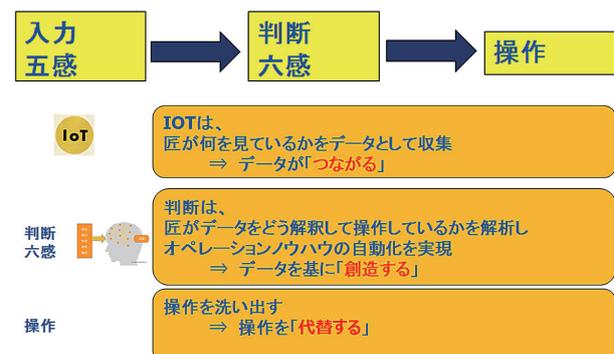


図2 オペレーションの形式化の新手法

■ IOTを活用して五感を見える化する事で、入力を形式知化



図3 オペレータの五感を暗黙知から形式知化

触覚：サーモグラフ、温度センサー

嗅覚：嗅覚センサー

しかし、人間はこれらの五感を別々に使っているわけではなく、相互に組み合わせられて知覚を形成している。

第一は視覚であり、まずは、オペレータの動作を監視することが重要となる。しかし、動画のみでオペレータの操作を撮っても、何を見ているかは明確にわからない。そこで、アイトラッキングを利用して目線に絞ることで、「歩いている」という動作でも、全体の状況を見て歩いているのか、ぼんやりして歩いているのかなどがビジュアル的にわかる。さらに、目線に絞って行動情報を収集することで、触る、聞くなどの行動が明確化される。よって、目線の次には、この「触る、聞く、嗅ぐ」などの情報を収集するためにIoTを追加すれば、オペレータの入力情報全体が収集され、明確化することができる。

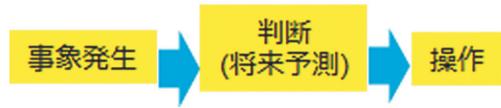
4.2 討議

IoTで収集した各オペレータの入力情報と操作（操作履歴、アラーム履歴など）や文献や知識などを元に関係者全員でどうオペレーションすべきかを討議・分析し、標準化して活用できる要素とする（図4）。



図4 討議・分析・標準化

ベテランは、将来予測をもとに操作



新人・中堅はトライ&エラーオペレーション



図5 ベテランと新人・中堅の相違

5. ベテランと中堅の相違

ベテランオペレータは、現場の状況を熟知しているので、周りを見て挙動を想定し、与える値を決めている。しかし、中堅オペレータは、現場の状況を熟知していないので、操作した後に挙動を確認しているというオペレーションの違いがある（図5）。また、最近は自動化が進み、その基本理論がわからないままオペレーションしている人が増加している。同時にマニュアル化も奨励された結果、中堅までのオペレータ育成はできるが、それ以上のスキルを持ったオペレータが育っていないのも事実である。

そこで、オペレーションの形式化の新手法を使ってOJT、OFF-JT育成システムを構築することで、中堅・新人の育成とベテラン育成の2つを行うことで、ベテラン社員までの育成が短縮化できる。

6. 育成システム例<sup>(2)</sup>

IoTを活用したOJT用オペレータ育成システムとして、(1) アラームが出たときにどのようなことが考えられるかを提示するオペレーションHELPシステム、(2) ある場所に行くと、そこで今まで発生したヒヤリハットや何をどう点検するかビジュアル的に表示する支援システムなどがある。

下記に支援システムの例を記述する（図6）。

・オペレータがその場所に到着した時、どこを見れ



図6 支援システムの例

ばよいかをアイトラッキングの情報で教える。

- ・点検動作は、動画で提示する。
- ・振動や熱に関しては、振動波形や音、およびサーモ情報などが表示される。

AR（拡張現実）などは、上記のようなオペレータに細かい情報を提示できない。

また、OFF-JTとしては、e-Learningシステムがあり、新入オペレータの育成や中堅オペレータの知識向上を短期間で行うのに活用できる。また、じっくり育てたい日本型オペレータと違って辞める頻度の高い海外オペレータに対し、短期育成が可能となる。

## 7. まとめ

IoTをやみくもに導入し、大量のデータ収集をする前に、まずIoTを活用する場所を特定し、その範囲の中で本手法を用いてIoTを導入し、順次拡大していくことで投資効果も向上し、かつ生産性向上に寄与できると考える。また、オペレーションの形式化の新技术は、ソフトウェア要件の洗い出しにも活用できると考える。さらに、ベテランエンジニアが何を見て判断しているかを明確化することで、ソフトウェアロジック開発の精度が向上し、その生産性にも寄与できると考える。

### <参考文献>

- (1) 藤本隆宏, 能力構築競争 日本の自動車産業はなぜ強いのか, 中央公論新社, 2003年
- (2) 特願2017-024257

# 経営者のセンスウェア

## ーモノづくりのサービス・イノベーションー

一般財団法人アーネスト育成財団 小平 和一郎  
株式会社アーネストワン 西河 洋一

### 1. はじめに

製造業でサービス業との融合化が進む。モノづくりとサービス業である販売事業を一体化することで、製造から販売に至るまでの流過程を自由に、効率的に管理することができる。消費者の意向を反映した商品を、流過程の無駄を省くことで、安価に顧客に提供することができるからだ。

サービス業へのその移行過程を分析すると、強力なリーダーシップのもと、経営者が先頭に立って、長期戦略に取り組むことで、新しいビジネスモデルを確立している。非常識といわれるような業務改革に、経営者は組織構成員に対して、リーダーシップを発揮し、方針と具体的な戦術を明示するとともに、現状のエンジニアリング力を把握した上で取り組んでいる。

現状認識の上にならって、製造から販売に至るモノづくりの仕組みに技術的な強みを作り込み、サービス業に進出している。競争優位な市場の形成をするための戦略を立案した上で、進出しているともいえる。モノづくりの基本であるQ(品質)C(原価)D(工期)を抑えた上での技術変革に取り組むことで、競争優位な市場を形成している。まさに技術経営を実践している。

製造業とサービス業との融合化にあたっては、自社の置かれた立場を正しく認識し、組織を高い目標に向けて奮い立たせるための具体性のある目標設定をした上で、非常識と言われても実行可能な戦略を

立案し、強力な指導力を発揮することが求められる。併せて、組織内や顧客などとのコミュニケーションが重要である。

本稿では、イノベーションと言われる変革に取り組む経営者のセンスウェアについて、筆者の一人である西河洋一アーネストワン会長（以下「西河」）が取り組んだ、建設業から不動産業へのモノづくりの変革の事例を取り上げて、職業大フォーラム2016での内容<sup>1)</sup>をベースに、さらに詳細に報告する。

### 2. 不動産販売事業経営者のセンスウェア

#### 2.1 経営者のセンスウェアの4要素

センスウェアについて、筆者の一人である小平和一郎アーネスト育成財団専務理事（以下「小平」）は「センスウェアはハードウェアとソフトウェアを包含している。それは、ハードウェアとソフトウェアの具現化にあたって、暗黙知である広義の感性をセンスウェアでデザインしている」と定義している。<sup>2)</sup>

さらに筆者らが取り組んだ『経営に求められるセンスウェア』<sup>3)</sup>と題する先行研究では、不動産販売事業に取り組む経営者のセンスウェアを図1のごとく整理するとともに、経営者のセンスウェアは4要素で構成されていると報告している（図2）。その報告では、ハードウェアとは住宅建設であり、ソフトウェアとは不動産販売であり、センスウェアとは経営管理であるとしている。

その先行研究の中で経営者のセンスウェアとは、現状認識力、戦略立案力、指導力で構成されている

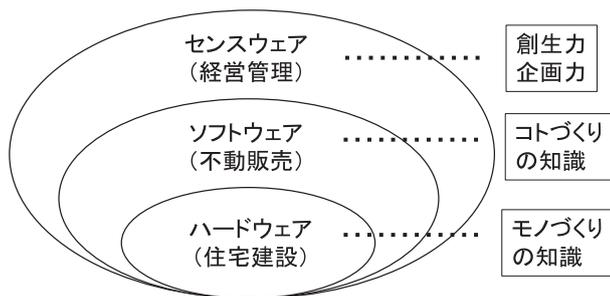


図1 不動産販売事業経営者のセンスウェア



図2 経営者のセンスウェアの4要素

と整理している<sup>3)</sup>。その3要素にコミュニケーション力を付加して4つの要素で構成されると、職業大フォーラム2016報告では整理している。<sup>1)</sup>

### (1) 現状認識力

現状認識力は、特別な能力ではなく、経営者の心構えと実行で身に付くものである。3現主義（現場、現物、現実）で行動することで、見えてくるものと考えている。顧客の言動を聞き逃さないことや、顧客との直接対話の中から、顧客の声をきちんと聴くことにより、市場の変化を認識することができる。

経営者のみならず管理者には、要求される能力である。

### (2) 戦略立案力

何をする会社かという経営目標を社員に明らかにすることは、重要である。それは、経営者が考える3年先とか、5年先の夢のある経営目標でなければならない。次に現状認識力によって把握した現状と設定した経営目標とのギャップを埋めるべく取り組む課題を実現する力が、戦略立案力である。

リスクを予測し、現状の企業力を把握した上で、実行可能な戦術に裏付けされた戦略を打ち出すことが求められる。

### (3) 指導力

指導力は、組織のリーダーに求められる。リーダーシップと責任感などである。組織が目指すべき具体的な目標を設定し取り組む時、組織の構成員にはできるだけ自主性を持たせ、それを見守り、問題が起きたら助言し、指導する。コミュニケーション力と連携することで機能するものである。

坂巻久キャノン電子社長は「ドラッカーの教え「事業の定義は、目標に具体化しなければならない。そのままでは、いかによくできた定義であっても、優れた洞察、よき意図、よき警告にすぎない<sup>4)</sup>」を踏まえ、「世界のトップレベルの高収益企業になるため、すべてを半分にしようという目標を設定し、取り組んだ」「働き手を動かすのは自主性である。セル生産のレイアウト変更を90分掛かっていたが、40秒で出来るようにした<sup>5)</sup>」という報告からも、リーダーの指導力の必要性が分かる。

「目標を設定し、取り組む」こと、「自主性を持たせ、それを見守る」のも指導力である。組織力をつける基本は、構成員の能力の向上にある。

### (4) コミュニケーション力

人と人との間のあらゆる情報交換をするのが、コミュニケーションである。組織が組織として機能するためには、個と個をつなぐ、コミュニケーションが必要である。このコミュニケーションを機能化させるのが、人のセンスウェアである、知性と感性と心性の3要素である。

『エンジニアに求められるセンスウェア』と題する小平の論文<sup>2)</sup>によれば、「コミュニケーション力は、感性と知性と心性が融合し、機能している」と報告している。さらに「知性とは、理解力、知識、経験である」「感性とは、感覚、創造、予見である」「心性とは、気力、誠実、利他の心である」とある。

## 2.2 サービス業への転身の背景

筆者のひとりである西河が、建設業から不動産販売事業に出ることを決断したのは、顧客である不動産事業者が土地を購入し、建設業者に基本仕様や予算を伝えてきて、その要求に従って企画・設計し、

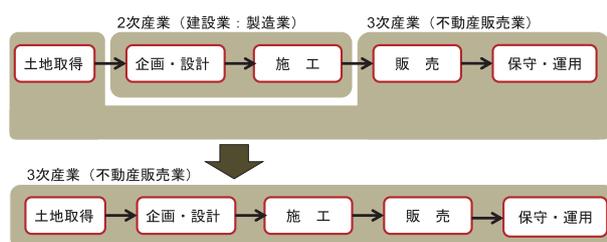


図3 製造業（建設業）からサービス業（不動産業）

家を建築し完成させるビジネスモデルでは、企業の成長に限界があることに気付いたからだ。

不動産事業者からの仕事を待つビジネスモデルでは、受注倍増という革新的な事業の拡大は望めないし、許されない。売上計画を自ら立案することはできないし、売上を自社のみが倍増することなど絶対に許されないと考えたからだ。今のままでは、事業の拡大は望めない。このビジネスモデルは、他者である不動産業者に主導権があるからだ。（図3の上段のモデル）

住宅づくりに関しては、どこにも負けない技術や革新的な家づくりのアイデアをもっていた。そのアイデアを実現させるには、不動産事業者に話をして、革新的な工法を顧客の仕様や見積もりに反映させるのは簡単なことではない。

また、このままでは上場企業になる夢をかなえるための革新的な事業の拡大をすることはできないと認識し、自らが不動産販売業へと転換することを決断した。

自ら土地を取得し、家を建築し、販売するという不動産事業に進出することで、販売、保守までのビジネスに取り組むことができると確信したからだ。（図3の下段）<sup>3)</sup>

### 2.3 経営目標の設定

不動産事業に進出にあたっての経営コンセプトは、「家を買えない年取層が買える住宅の販売」をすとした。

実際、賃貸で支払っている額より低いローン支払となる戸建分譲住宅を作ることに目標を置き、土地を含めた金額が、その価格帯の家の販売に取り組んだ。

賃貸で家を借りていた時には、家賃として大家（他人）への支払いで消滅してしまうが、分譲住宅を購入した場合には、同じようにお金を支払っても、住宅ローン返済なので家が資産として残ることになる。

アーネストワンの企業ポリシーは「お客様に最高の満足を提供したい」「誠実な事業を通し、広く社会に貢献する」とした。「理想の居住空間の提供によってお客様の幸せな生活ドラマを演出する」は、当時、西河が作った企業理念の一部である。

理想の居住空間を機能・性能を落とさずに安価に提供することで、お客様に最高の満足を提供することに不動産事業者として取り組んだ。モノづくりのQCDの3要素に対して目標を設定し、技術経営を実践した。

#### (1) Q（品質）

加工精度を向上する。一階床レベル重点管理をして、誤差の起こりにくい家づくりをおこなうこととした。

狂いが起きない集成材を使い、工場加工を行うプレカット加工へと切り替えることで、住宅品質の均一化を図る。

加工精度を向上させることで、すり合わせ加工や手直しを無くす工法の開発に取り組んだ。

ノミやカンナを使わないで組み立てることができる家づくりに取り組んだ。

基礎の工程、構造軸組完成の段階に第3者機関の検査を入れて、作業品質の向上に取り組んだ。

#### (2) C（原価）

1棟を建てる家の製造原価を1棟1,200万円から600万円とし、原価を半分にする目標を設定した。

#### (3) D（工期）

工期を6ヶ月から2ヶ月に短縮する工法を開発し、工期を3分の1以下にする目標を設定した。

### 2.4 モノづくり（製造方法）の改革

#### 家づくりの工業化に取り組む

異業種である不動産事業に進出にあたって、いか

に競争優位なモノづくりをして、不動産事業を展開するか。同じことをしても競争には勝てない。

技術が経営を支えることを念頭に、職人の仕事の工業化に取り組んだ。

### (1) 在来工法を採用する<sup>3)</sup>

木造戸建住宅の建築は、在来工法を採用し、在来工法の特徴を生かす家づくりに取り組んだ。

在来工法には

- ・柱、横架材、筋かい、構造用面材、等で強度を確保できる
- ・将来の間取り変更が容易である
- ・開口部（窓、出入り口など）を比較的自由に設定できる

などの利点がある。

### (2) 分業化に取り組む<sup>6)</sup>

従来の工法では、同一の大工が上棟から内装までを施工していたが、建前までは上棟専門の大工チームが一括して対応し、内装は各戸担当の大工が仕上げる分業化で各作業の熟練度を向上させ、効率的な作業を実現している。

大工職人を育成するには10年近い長時間の修行が必要となる。具現化にあたっては、熟練した大工しか使えない「ノミ、鋸、カンナ」を使わなくてもすむ工法の開発に取り組んだ。その結果、3ヶ月程度の研修で家づくりが可能となった。

あらゆる材料を工場で機械加工することで、労働生産性の向上と加工精度の向上が図れた。集成材に切り替えることで、部材の変形を抑えることができている。

1階床は鋼製束とし、精度の確保と傾きの修正を可能とした。さらに柱と梁とを独自開発した組み金物で緊結補強し、構造強度と精度を比較的容易に確保することができた。

### (3) 特注品で作業工数を削減するなど

壁などで使用する構造用面材やプラスターボード材を標準品寸法より長くし、2枚張りを1枚とし、取り付けを容易にし、下地処理を削減した。

従来は、和室が完成してから畳屋が寸法取りにきて、納品する手順で作業を進めてきた。いままでの在来工法では、完成するまでは、寸法を一定程度の精度内に収めることができず、合わせ加工で作業を行ってきた。これを建物と畳の加工精度を向上させることで、畳工場から現場に宅配便で直送させ、畳職人に頼ることなく、寸法取りの作業を省略することができた。

釘の長さ、大きさが解るよう、釘の色を変えて間違えを無くすとともに、検査員による目視検査を容易にした。指定の釘を使うことは、住宅強度の確保では守るべき最低要件である。

12mmの床用合板を24mmと厚くし、水平力の剛性を高め強度を確保するとともに、根太間隔を広く取り、材料数の削減と打つ釘の数を大幅に削減することができた。

色々な商品企画に取り組むことができるようになった。建築部材メーカーに提案し、アーネストワンオリジナル商品の開発にも取り組んだ。例えば、TOTOのアーネストワンオリジナル自動開閉ウォシュレットやユニットバスの魔法びん浴槽等がある。

## 2.5 工期の短縮

### 長期戦略でオペレーションの効率化に取り組む

約6ヶ月の工期を、改善の積み重ねで2か月にすることができた。工期を1/3に短縮できると、色々なメリットがあることが分かった。棚卸回転率が改善し、資金の余裕がでてくると、同じ要員で売上3倍となるとともに利益も3倍となるなどである。

ポーターは「オペレーションの効率化は戦略ではない<sup>7)</sup>」と言うが、工期短縮という作業改善の先にイノベーションはありと考えて継続的に作業の改善に取り組んだ。

例えば、実現可能な年間20%の工期短縮を目標に設定し、5年間繰り返して継続すると、「 $0.8 \times 0.8 \times 0.8 \times 0.8 \times 0.8 \approx 0.3$ 」と工期は、約3分の1となる。正にオペレーションの効率化を継続して取り組むことは、長期戦略づくりと強力なリーダーシップの結果であるといえる。現場力を生かした作業改善の取り

組みは、日本人の強みでもある。

アーネストワンでは、「早建て選手権」を毎年10月以前の数か月間に実施している。全国の営業所から参加者を募り日程を決めて、全国一斉に着工する。建物の基礎が完成し、足場をかけた状態までは各現場の条件を統一している。木工事（土台の敷き込み）から建物完了検査までのスピードを競う競技で、2007年から毎年継続して行っているものである。

電気、ガス、水道の設備、内装、畳敷き込みからクリーニング、外構工事を終え、直ぐにでも住める状態まで完成させる。初めての早建て選手権は7日かかっていた。昨年2016年の早建て選手権では基礎完了後、28時間54分21秒（図9）で完成した。

今年度は、24時間30分になり前年度比約86%を実現している。要員の投入は、制約がなく自由に行っているため、実際の家づくりとは異なる一面もあるが、ここでの実績が作業時間削減の目標設定の際に役立っている。

図4～図9は、昨年度（2016年）に実施した早建コンクールの時の写真である。

工期が3分の1に短縮されると、同じ経営資源で売上が3倍となる可能性をもつ。大幅な売上増とともに、利益もそれに付随して出てくる。

それに伴い、現金が会社に残るようになり、資金の余裕も出てきた。不動産取引は、通常現金で行われる。材料や水回り設備などの購入資材の支払いは、



図4 SPEED BUILD (4時間1分16秒)



図7 SPEED BUILD (16時間2分27秒)



図5 SPEED BUILD (8時間7分55秒)



図8 SPEED BUILD (22時間17分47秒)



図6 SPEED BUILD (11時間50分26秒)



図9 SPEED BUILD (28時間54分21秒)

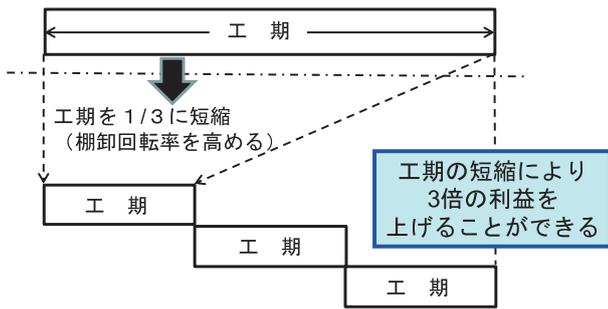


図10 工期の短縮とイノベーション

手形で行うことができる。従って、工期の短縮ができると、土地取得から販売までの期間が短縮することで、手形の支払期間より短くなった。その結果、完成後早く売れば売るほど、現金が手元に残るようになる。資金繰りが楽になり、銀行にあまり頼らずに事業の拡張が可能となった。(図10)

## 2.6 エンジニアリング・ブランドの構築

### QUIE (クワイエ) とSAFE365というブランド

住宅は、一般的には同質化している基礎技術で建てられていて、完成してしまうと、建物の違いが顧客には分かりにくい。差別化を図る手段として、技術のブランドであるエンジニアリング・ブランドを構築することで、顧客に強みを伝えることに取り組んだ。

伝えたい強みとは、長年取り組んできた地震に強い家づくりである。アーネストワンの分譲住宅は、建設基準法で定められた壁量の1.5倍に達する耐震性能を持っていて、さらにその耐久性を上げるために開発したのが、制震装置 (SAFE365) である。

地震の揺れに耐える耐震性能と、揺れを抑えて住宅へのダメージを軽減する制震性能を兼ね備えた建売住宅ブランド「QUIE (クワイエ)」というプロダクトブランドの構築に取り組んだ。「当社なら約200回の震度6強にも衰えない」とのスローガンを掲げている。

さらに「壁が強い家は、地震にも強い」とのコンセプトで、壁材ダイライトを、メーカーとの共同開発の「大頭釘」を使って取り付けると「2.5倍」の強度を得ることができると伝える。さらに壁材に「筋かい」を取付けると実質壁倍率は4.5倍に達すると、

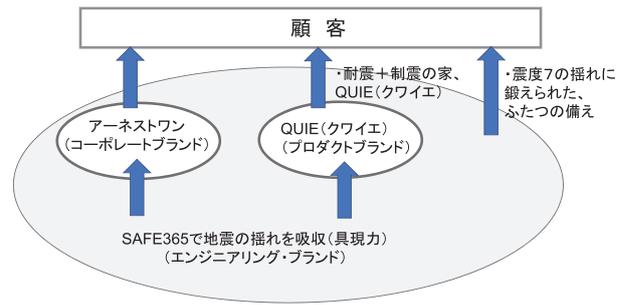


図11 各種ブランドの関係

家づくりの強みを説明している。図11に各種ブランドの関係を図示した。エンジニアリング・ブランドSAFE365が、プロダクトブランドQUIEを支えるとともに、アーネストワンというコーポレートブランドを支えている。

## 3. 不動産経営者のセンスウェアの検証

建設業から不動産業への転換をする際の経営者のセンスウェアの構成要素を、具体事例を見ながら検証してみる。

### 3.1 現状認識力

#### 3現主義で時代を見る目を養う

現状認識力とは、現場、現物、現実の3つの「現」を具現化する能力である。実際に仕事をオペレーションし、運用することの中で得られる実像を正しく認識する能力である。時間軸でいうと、過去の経験や実績の上で現状を認識する「時代を見る目」のことである。

不動産業へと進出したのは、住宅づくりに関しては、どこにも負けない技術やアイデアをもっているとの認識があったからだ。実際、不動産業者から仕事を受注する立場で、革新的な工法を発注側の仕様に反映させるのは簡単なことではないし、採用されたとしてもメリットを享受することは難しい。

現状では保有する技術やイノベティブなアイデアを生かすことはできないと現状認識し、不動産販売業へ転換した。

### 3.2 戦略立案力

#### 戦術を把握したうえで戦略を立案する

戦略立案力とは、経営企画力、戦術立案力、保有戦力の把握などを把握して、具体的に経営をどう進めるかの戦術を把握した上で戦略を立案する能力のことである。日本には戦略が無いと良くいわれてきたが、戦術に裏付けされていない戦略は、会社組織にとっては大変危険である。戦力といわれる会社の実力に裏付けされた具現力であるエンジニアリングがあつての戦略である。実行にあたっては、戦略会議の中で充分検討し、実現性を確認しなければならない。

不動産業進出時の戦略コンセプトを「家を買えない年収層が買える住宅の販売」とした。賃貸より安いローンの支払いとなる戸建分譲住宅を機能・性能を落とさず、理想の居住空間を提供し、お客様から最高の満足を引き出すことに主眼をおいた。

モノづくりを理解していたから、非常識と言われても、工期を3分の1にする目標を設定し、戦略を議論し、具体的な方策を立案することで、取り組めたといえる。作業者に工期を3分の1でやることを指示しても「非常識だ」と言われてしまう。現場改善に取り組むとともに、工法の開発にも積極的に取り組んできた。実際工期が半分になると、同じ仕事を半分の資金でできる。限られた資金を最大限に活用できることになる。購入資材を改善することで原価高になることもあったが、利益率より、工期の削減に取り組み、回転率の改善を重視する戦略をとった。

### 3.3 指導力

#### 長期間ブレなく目標に向かって全体を誘導する

指導力あるリーダーの下で、毎年くり返し、作業改善に現場が現場力をもって取り組むことでイノベティブ目標へと導けるものと確信している。本稿2.5項で報告したように「オペレーションの効率化は戦略ではない<sup>7)</sup>」といわれてきたが、「工期短縮」という地道な生産性改善の先に社会変革を起こすようなイノベーションはあるといえる。

長期に渡る全体を誘導する指導力が不可欠である。実際、イノベティブな経営者の戦略目標は、

実現手段がオペレーションの効率化で実現する場合、到達目標を最初から高く示さずに年当たり20%程度の目標設定が現実的である。

非常識だと言う周りの識者に対しては、これでやればできるという現状認識力と明らかな戦略を示すことが必要となるが、これは具現化する具体的な工法（戦術）とエンジニアリング力（戦力）があることを見極めることが出来ているからこそ可能になる。イノベーションといわれる変革を起こすのは、現場で先頭にたつて指揮する指導力があつてのことである。

### 3.4 コミュニケーション力

#### ブランドで顧客に強みを伝える

先行研究<sup>2)</sup>では、センスウェアの実践の場としてコミュニケーションがあるとしている。経営者が行う対外的コミュニケーションの相手は、顧客であったり、投資家であったり、業界との付き合いであったり、非公式な会合であったりする。社内とのコミュニケーションは、取締役会議であったり、朝礼であったり、各種会議であったりする。コミュニケーションは、感性と知性と心性が融合することで機能する。

事例で取り上げたアーネストワンは、製造業とサービス業とを融合させることで、消費者と直結したモノづくりをしている。製造業とサービス業とが融合する垂直統合型ビジネスでは、サプライチェーンを一貫してコントロールできるため、ビジネスリスクを経営者が取る仕組みと、オペレーションの早さが重要になる。実現に当たっては、組織を高い目標に向けて奮い立たせる指導力が求められる。

顧客とのコミュニケーション手段であるブランドづくりに取り組んだ。SAFE365で地震を吸収する家「QUIE（クワイエ）」（図12）というプロダクトブランドの構築に取り組んだ。「アーネストワンの家は質と、実」とのスローガンを掲げた。地震吸収力をもつ「SAFE365」は、エンジニアリング・ブランドで、プロダクトブランドを支えている。安心して住み続けることができる住宅性能を顧客に伝えることができていた。<sup>6)</sup>

モノづくりのサービス化によって顧客と直接的に



図12 プロダクトブランドQUIE

触れ合うことが可能となり、そのコミュニケーションを通じて、直接顧客から情報が取れるなどのメリットがでてくる。それを実現するのは、トップダウンの指示に基づいた社員の力である。社員が力を発揮できるのは、経営リーダーの人間力といえるコミュニケーション力である。

#### 4. おわりに

本稿は『経営者のセンスウェア－モノづくりのサービス・イノベーション－』と題する職業大フォーラム2016<sup>1)</sup>での報告を共著者である西河の協力を得て、詳細に解説した。本報告の事例で取り上げたアーネストワンは、製造業とサービス業とを融合させることで、消費者と直結したイノベティブなモノづくりに取り組んで、成功してきた。

製造業とサービス業とが融合する垂直統合型ビジネスでは、サプライチェーンを一貫してコントロールできるため、ビジネスリスクを経営者が取る仕組みと、オペレーションの早さが重要になる。実現に当たっては、問題認識力とその問題を解決するための戦略立案力、組織を高い目標に向けて奮い立たせる指導力とコミュニケーション力が求められる。

サービス化したビジネスモデルを構築することで、顧客と直接的に触れ合うことができ、そのコミュニケーションを通じて、直接的な情報が取れるなどのメリットがでてくる。しかし、ビジネスチャンスが多くなったとしても、顧客からの要求を実現するのはトップダウンの指示に基づいた社員の力であることを忘れてはならない。仕組みづくりだけでは、サービス・イノベーションが起きて、社会利益を享

受するところまで発展させることは困難である。

成功モデルとして報告したが、それで終わりではない。経営者のセンスウェアを未来に向かって、日々磨きをかけなければならない。

#### <引用文献>

- 1) 小平和一郎 (2016.11.11) 『経営者のセンスウェア－モノづくりのサービス・イノベーション－』, 職業大フォーラム2016. 第24回職業能力開発研究発表講演会 講演論文
- 2) 小平和一郎 (2014) 『エンジニアに求められるセンスウェア』, 開発工学, Vol.34 No.1, pp.47-57
- 3) 西河洋一, 小平和一郎 (2015) 『経営者に求められるセンスウェア』, 開発工学, Vol.35 No.1, pp.61-71
- 4) P・F・ドラッカー著, 『マネジメント [エッセンシャル版] (2001.12.14)－基本と原則 (上田惇生編訳)』, ダイヤモンド社
- 5) 週刊ダイヤモンド (2011.6.18) 『ドラッカーが教える通り経営 (坂巻久)』, ダイヤモンド社
- 6) ㈱アーネストワンホームページ (2017.10.25), <http://www.arnest1.co.jp>
- 7) マイケル・E・ポーター著, 竹内弘高 (2005) 『競争戦略論1』, ダイヤモンド社

# モノづくりへのリテラシー教育

## ～教師のためのプログラミング学習事例から～

城西大学 栗田 るみ子

### 1. はじめに

#### 1.1 教育の情報化

「教育の情報化」という言葉は1999年12月に内閣が打ち出したミレニアム・プロジェクトのトップに掲げられ、現在に至っている。当初は全ての公立小中高등학교等がインターネットに接続できることや、授業で教員および生徒がコンピュータを活用できる環境を整備することが挙げられたが、現在は「教育の情報化」が目指すものとして、次の3点に整理されている。

##### ①情報教育

子どもたちの情報活用能力の育成。

(情報活用の実践力、情報の科学的な理解、情報社会に参画する態度)

##### ②教科指導における情報通信技術の活用

情報通信技術を効果的に活用した、分かりやすく深まる授業の実現等。

##### ③校務の情報化

教職員が情報通信技術を活用した情報共有によりきめ細やかな指導、校務の負担軽減等があげられる。

また、平成27年になると、次期学習指導要領に向けた検討を行っている中央教育審議会教育課程企画特別部会「論点整理」において、これからの子供たちには、「解き方があらかじめ定まった問題を効率的に解ける力を育むだけでは不十分」であり、「蓄積された知識を礎としながら、膨大な情報から何が重要かを主体的に判断し、自ら問いを立ててその解決を目指し、他者と協働しながら新たな価値を生み

出していくことが求められる」としている<sup>(1)(2)</sup>。

とりわけ、プログラミングの指導に関しては、現在、高等学校ではプログラミング分野の履修率が約2割と低い現状から、全ての生徒がプログラミングを学ぶように取り組むとともに、中学校においては計測・制御に加えて動的コンテンツ等に関するプログラムを学ぶようにすること、小学校においてはプログラミングの体験的な学習機会を確保することなどが検討されている。

こうした情報教育の一層の充実により、これからの社会を生きる子供たちに、情報を単に受け止めるだけでなく、整理・分析し、まとめ・表現し、他者との協働で思考を深めたりして、物事を多角的・多面的に吟味し見定め、主体的に新たな価値を生み出す力を育むとともに、情報モラルを身に付け、情報社会に主体的に参画し創造していこうとする態度を育てていくことが期待される。総括するとメディアリテラシーの定着である。

#### 1.2 新しい学びの形とメディアリテラシー

日本語ワープロソフト「一太郎」とATOKを開発し、PCを日本人のための日本語ワープロとして販売台数をあげていったジャストシステムは、2012年事業育成をメインとする研究開発型企業「メタモジ」を設立し、通信教育事業へ参入した。2012年11月には、タブレットを使った小学生向け通信教育「スマイルゼミ」を始め、インターネットネイティブの小学生に、新しい文房具のタブレットを提供した。これは2013年に日経優秀製品・サービス賞で最優秀賞を受賞。第10回日本eLearning大賞では初等教育

クラウド部門賞を受賞するなど、多くの賞を受賞した。タブレットを使用したシステムは時代の波に乗り、2015年、全国の公立小学校の約8割、1万7000校で小学生向け学習支援ソフト「ジャストスマイル」が導入されている。2017年には小学生向け学習ソフトを発売している。

## 2. プログラミング

### 2.1 PCでプログラミング

コンピュータは、プログラムが必要であり、プログラムは、コンピュータに動作を指示する命令(instructions)のセットである。つまり、「入力されたデータを適切に処理して意図した出力を得る」ための手順を記述したもので、その手順を作成することをプログラミングと呼ぶ。

プログラムの概念は、【入力】→【処理】→【出力】となり、データ(data)をキーボードやマウス、ファイルなどから入力(input)し、入力されたデータは処理(processing)が行われて、出力(output)される。このデータと処理の2つを確実に理解することがプログラミングに基本的な且つ重要な学習となり、明確に指示を与える必要がある。

### 2.2 プログラム(手順)とは

プログラムに明確な指示を与えるために必要なことは、指示する手順が「論理的」でなければならない。論理的でなければ、プログラムは動作しないか、エラーを起こし意図した結果が得られない。また、「批判的」に考えることも重要で、作成したプログラムは論理的に正しいのか、意図した出力が得られるのか、処理は適切に行われているか、エラーが発生するケースは有り得ないかなど、多角的に検証する問題発見能力が必要となる。

これらは、コンピュータを使ったプログラミングにおいてだけでなく、何事においても必要なことである。

つまり、自分が考えた事、理解した事を適切に説明できるようになる練習がプログラム学習の第一歩と言える。

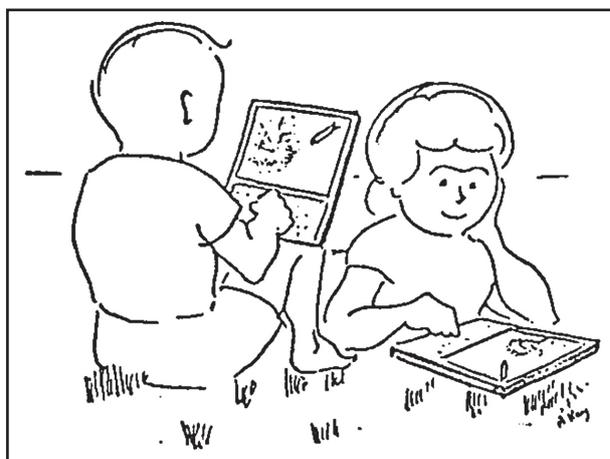
### 2.3 教育用プログラミング

さかのぼること、1967年、数学者で発達心理学者のシーモア・パパートは、コンピュータは情報処理だけでなく、子どもたちの教育に役立つと考え、教育用プログラミング言語の、タートル(亀)を動かして絵を描く「LOGO」を開発した。

LOGOは、コンピュータの画面上に「亀」を置き、亀が、命令にしたがって、画面上で動かすことができる。また、この亀の動きに沿って図形を描くこともできる。これが「タートルグラフィクス」で、タートルグラフィクスを根幹に置いたプログラミング言語である。1980年代にパソコンが普及し、このころから学校で盛んに使われている言語である。

また、1972年、米国のコンピュータ科学者であるアラン・ケイは、「A Personal Computer for Children of All Ages」<sup>(3)</sup>とし、ダイナブック構想を打ち立て、理想のコンピュータとは、「対話型インターフェース(GUI: Graphical User Interface)を搭載し、子供でも扱え、片手でも持ち運びが可能であり、低価格なパーソナルコンピュータ」と想定した。これは、ダイナミック(dynamic)なパーソナルメディアであり、本のようなものであるということから、ダイナブック(Dynabook)と名付けている<sup>(4)</sup>。

また、アラン・ケイは、子どもたちのコンピュータリテラシーの向上支援のため、簡単にプログラムが書けるビジュアルプログラミング「Squeak



ダイナブックを使い宇宙船のゲームで対戦するベスとジミー「あらゆる世代の子どもたちのためのパーソナルコンピュータ」より

図1 アラン・ケイのDynabook

Etoys」を作っている<sup>(5)</sup>。

これは一般ユーザー向けビジュアルスクリプト言語で、これを参考に開発された「Scratch」は現在多くの学校で使われ、2016年7月時点で、「Scratch」の世界の登録ユーザーは約1286万人、日本の登録利用者は約11万1818人と急増している。

表1 基本命令

	LOGOでの命令 ( ) 内は省略表記の命令	ロゴ坊での日本語拡張	例
前進/後退	forward (fd) / back (bk)	まえへ/うしろへ	カメの向いている方向へ100進む fd 100
右回転/左回転	right (rt) / left (lt)	みぎへ/ひだりへ	カメを右へ90度回転させる rt 90

### 3. 教師教育へ向けたプログラミング学習事例

#### 3.1 教員免許更新制講習への取り組み

教員免許更新制は、2009年から導入された。目的は、一定期間ごとに教員が技術や知識を獲得する機会が得られること、また教員の質を維持すること等である。

新指導要領では、小学校でプログラミングが必修化される。また、コンピュータを消費者としてではなく生産者として活用するためにも、プログラミング言語について理解を深めることが、これからの教員に求められている。

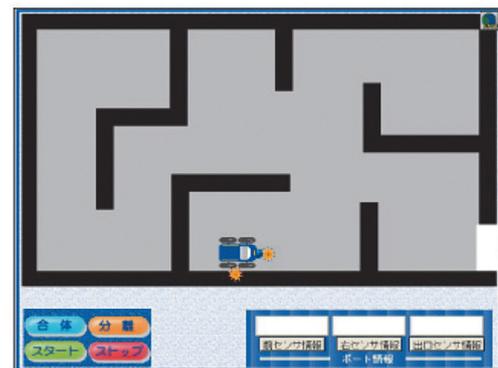
本演習は、2017年夏の教員免許更新制講習で教員の技術と知識の獲得へ向け、「コンピュータと会話しながらプログラミングに挑戦」のタイトルで開講した。学習の目的は以下の4項目である。

- ①インタプリタとの対話を体得する
- ②プログラミング的な思考の体験
- ③教科指導でプログラミングの可能性を理解
- ④プログラミングを身近に感じる

である。更に、プログラミング言語を英語などと同じような言語としてとらえ、プログラミングの仕組みや、プログラミング的な思考について体験的に修得していく。学校教育でどのように展開したらいいのかについても具体的なWeb教材を制作しながら理解を深める。実習には日本語でプログラミングのできる対話型のLOGO言語を使う<sup>(6)</sup>。

#### 3.2 LOGO・マイクロワールドEX

LOGOは1967年に数学教育用プログラミング言語として開発された。現在は日本語のコマンドを使うことができるため、理解しやすく、思考力を伸ばしながら、プログラミングを体験することができる。



手順は スタート  
 青い自動車、  
 もし 出口センサ情報 = " 出口あり「とまる」  
 もしどちらかを 右センサ情報 = " 右壁なし  
 「前へ 40 右へ 90 前へ 40」  
 「もしどちらかを 前センサ情報 = " 前壁あり  
 「左へ 90」「前へ 6」  
 まつ 2  
 スタート  
 終わり

図2 迷路ゲーム

また、マイクロワールドEXはLOGOを基本形として、タートル（亀）だけでなく、マルチメディア機能をプログラムで操作できるので、アニメーション制作やマルチメディア作品制作を通じて、プログラミングの基本を学ぶことができる。

基本的なLOGOの命令は表1に示すように、日本語である。図2は、迷路を車が通り、出口に向かうプログラムである<sup>(5)</sup>。

#### 3.3 教材

##### 教材1 スタックを考える

スタックは、最後に入力したデータが先に出力されるという特徴をもつ、データ構造の一種であり、

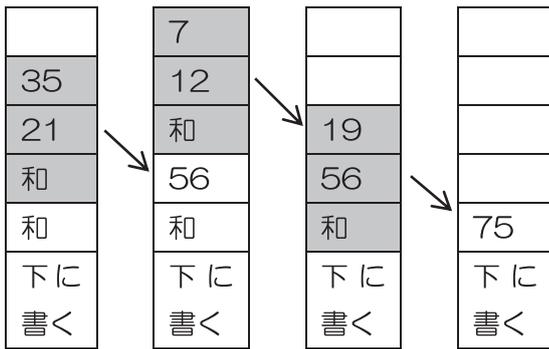


図3 スタック



図4 動作画面

プログラミングを学ぶ場合は必ず知っておきたい知識である。イメージとしては、本を机の上に積み上げるような構造で、新しいデータが一番上に追加され、データを出すときは一番上にある新しいデータが優先して出ていく。

このように、「最後に入った物が最初に出てくる」というデータの入出力方式は「Last In, First Out」あるいは「First In, Last Out」、略して「LIFO」「FILO」と呼ばれる。小学生でも解答できるように、LOGOの「和 (sum)」命令を使って学習する。まず、四則演算を学ぶ。LOGOの四則演算で「和 (sum)」の命令は2つのインプットしか持てないので、2つ以上の場合には工夫が必要となる。スタックのイメージを図3に示す。

#### 例題1

10と20の2つの場合と10と20と30の3つの場合の式は以下の通りである。

四則演算をLOGOで書き解答する時の式は以下のとおりである。

1) 10+20の場合

下へ書く (show) 和 (sum) • 10 • 20

2) 10+20+30の場合

下へ書く (show) 和和 (sum) • 10 • 20 • 30

## 教材2 動くフローチャート

フローチャートはアルゴリズムを視覚的に表現するのに効果的であるが、フローチャートが考えたとおり動作するかどうかは、実際にプログラムを検証する必要がある。「動くフローチャート」は、画面上で部品を組み合わせて表現したフローチャートを、実際に実行させて検証することができる。図4は計算プログラムの動くフローチャートの動作画面である。

- ① 「はじめブロック」をクリックすると処理が始まり、「質問1ブロック」で質問を表示し、入力を求める。
- ② 「処理1ブロック」では自動的に計算処理をおこない、変数aに結果が入力される。
- ③ 「値の表示 (a) ブロック」で、面積が表示される。(変数aに記憶された値)
- ④ 「OK」ボタンを選ぶと、再度フローチャートが動き出し、「おわりブロック」で処理が終了する。

## 4. おわりに

教員免許更新制度は、それまで無期限であった普通免許状を10年間の期限を設けることによって、教師がその時代に必要とされる資質能力を身に付けさせるために始まった制度である。

本講座は6時間の選択科目であり、30名の教諭（小学校、中学校、高校、特別支援学校）がプログラミング手法をビジュアルプログラミングLOGOで学ん

だ<sup>(6)</sup>。

パソコンネイティブと言われる児童生徒たちが学ぶプログラミング学習は、特に他教科との区別なく学ぶ教科の1つであると言える。

近年、英語教育は、グラマとリーダーとコミュニケーションで組み立てられているが、同様に、プログラミング教育においても、グラマとリーダーとコミュニケーションの3分野から成り立っている。いずれも言語教育である。

プログラミング教育では、働きかけたこと（入力したこと）に対して、「どのようなメッセージが返ってきたのか」、「コンピュータはどのような処理をしたか」、「自分の意図が通じたのか」を試行錯誤し体験させることに終始する必要がある。地道にこの作業を続けることで、次の学びのステップとして、自ら解説書を読み、他者が作り上げたプログラムに興味を持ち読み始めるのである。解説書や他のプログラムとのコミュニケーションが学びの過程においては、「気づき」、「発見」、「喜び」となる。

以下、プログラミング教育の一斉授業での授業方法について注意すべき点を紹介する。

### ①プログラムはみんな違ってあたりまえ

学習者の会話の相手はコンピュータであり、気づいたり、発見したりするタイミングが異なる。結論に繋がる経過も異なる。だから、「みんな同じでなくていい」ということが学びのキーワードとなる。

### ②自学自習が基本的な学びの形

プログラミング教育は基本的には個々のペースで学ばせることが効果的である。よって、的確な予習復習のためのたくさんの教材が必要となる。

提示するファイルは「説明」→「自学自習」→「まとめ」の単純なスタイルがベストだ。自学自習中は進度も、つまづいている場所も異なる。「自学自習」時の教員の役割は、「はげまし」や「喜びの共有」だけでよい。

### ③学習時のお互いの自然な話し合いが大切

PCに向かっていても、同じ時間に同じ場所で学んでいるのだから、他の画面の変化は共有しアドバイスを与えあう学びが大切となる。学びは、「個」から「複数」へ、そして「集団」へと変化していく

ものである。

### ④コンピュータも先生

インタプリタは、入力に対して出力する、「それは、間違いだ」と先生が教えなくても、インタプリタからの出力で、学習者自身が確認できる。また、意図した結果が得られるか否かで解答を得る。コンピュータは学習者の働きかけに対して的確に反応してくれる先生でもある。

### ⑤「正解」だけが「正解」ではない

プログラムは「正解」が一つとは限らない。書かれたプログラムは個性が出て、他者と同じ解答であっても、効率的な書き方であれば学びの刺激となるのである。

第4産業革命と言われる今日、パソコンでモノづくりが定着しつつある。今後どのような「モノづくりリテラシー」が必要か研究を進める。

#### <参考文献>

- (1) 文部科学省「教育の情報化ビジョン」の公表：[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1387269.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1387269.htm) (2017/10)
- (2) 文部科学省「2020年に向けた教育の情報化」：[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/1369516.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1369516.htm) (2017/10)
- (3) アラン・ケイ：A Personal Computer for Children of All Ages, 1972
- (4) アラン・ケイWeb：<https://www.mprove.de/diplom/gui/kay72.html> (2017/10)
- (5) ICT教育活用研究所：<http://www.el-labo.jp/microworld.asp> (2017/10)
- (6) 栗田るみ子、山本恒：コンピュータと会話しながらプログラミングに挑戦、「城西大学更新制講習」(2017)

# 指導員養成訓練における教材開発の取り組み

## ～電気配線を施した木造家屋模型の作製を通じて～

栃木職業能力開発促進センター 廣瀬 拓哉

関東職業能力開発促進センター 山口 翔

中部職業能力開発促進センター 岩切 良介

香川職業能力開発促進センター 五十嵐 智彦

熊本職業能力開発促進センター 岡部 絢哉

長野職業能力開発促進センター 新垣 一真

京都職業能力開発促進センター 藤野 慎平

### 1. はじめに

平成23年に策定された第9次職業能力開発基本計画には、職業訓練のインフラの構築が掲げられ、訓練指導員等の育成・質の確保を目指すこととなった。そのため、職業能力開発総合大学校を訓練指導員の育成の中核拠点と位置づけ、訓練指導員候補として採用された工科系大学の卒業生等を対象に、最先端の技術・技能や指導技法、キャリア・コンサルティング等の就職支援技法、カリキュラムの作成等の訓練の企画・立案の技法等、高度な訓練指導員として必要な能力を付加するための指導員養成（ハイレベル）訓練を平成26年度から実施することとなった。

本稿では、職業能力開発総合大学校において指導員養成訓練が行われている長期養成課程に所属する著者らが作成した教材開発の報告を行う。

### 2. 教材開発に取り組み始めた経緯

建築系指導員であった著者と電気系指導員であった著者が木造軸組模型の展示を見ている際に、ふと電気配線を施せないかという話題になった。

建築教育において、模型による学習法は広く普及しているが、電気工事にまで範囲が及ぶ模型は例をみない。これは今まで、建築系指導員においては、

電気工事の専門的な知識を有していない。逆に電気系指導員においては、建築の専門的な知識を有していないことが要因として挙げられる。また、電気配線を模型にする際に既存の電気工事に使用されるケーブルの大きさでは、建築模型で使用される50分の1程度の縮尺に合わせる事が困難という課題が存在した。

そこで、建築系指導員と電気系指導員により模型の全体像を検討し、模型の縮尺に合わせた電気配線と電子部品を用いて照明器具や配線器具が作製できないかを思案した。

長期養成課程では、「教材開発法」のような職業能力開発科目に関する授業では、様々な系の指導員が合同で授業を受けることもある。そのため、様々な系の指導員たちとネットワークを持つことができる。

この利点を生かし、個々に専門性を保持する建築系、電気系、電子系の指導員に声をかけ、今回の模型製作を行うことを決めた。また、「教材開発法」の授業のなかで、学習理論や作業分析<sup>[1][2]</sup>の視点からの教材開発手法を学ぶことができ、理論的背景に基づいた模型教材の作製を検討することとした。

### 3. 既存の訓練の問題点と学習理論

まず模型教材を作製する前に、教材の対象とし



図1 板作業



図2 模擬家屋

た電気工事の職業訓練について分析を行い、いくつかの問題点が存在すると考えることができた。既存の電気工事の訓練では「板（ばん）作業」とよばれる単位作業の実習方法が採用されることが多い（図1）。板作業は省スペースかつ簡易的に実習ができる利点がある一方で、実際の工事現場との乖離が大きいため現場のイメージが把握しづらいという短所がある。また、実際の木造家屋を現寸（1分の1）で模した模擬家屋が訓練で使用されることもあるが（図2）、訓練時間の制約のために部分的な箇所の指導しかできない、初学者には電気工事の全体像を把握しにくいなどの短所が存在する。

このような問題点を補完する手法として模型教材が活用できると著者らは考えたのだが、文献を調査するなかで模型の学習効果は、オーズベルの提唱した『有意味需要学習』<sup>[3][4][5]</sup>という学習理論が密接に関わっていることが考えられた。この有意味需要学習の教えるところによれば、『先行オーガナイザー』とよばれる、一種の思考の枠組みを訓練生に最初に提示することで、受講者は全体像を頭の中に浮かべながら学習でき、結果的にはスムーズに学習を行うことができるとされている。この有意味需要学習を電気工事の職業訓練に活用するとき、先行オーガナイザーにあたるものは、電気工事の完成物と考えられる。しかし、既存の訓練では完成物がみえないことが多い。

そこで著者らは、電気配線を施した木造家屋模型を受講生に最初に提示することで、電気工事の全体像を把握させ、受講生が実際の現場をイメージしながら課題に取り組ませることができると考えた（図3）。



図3 先行オーガナイザーと電気工事の関係性

#### 4. 模型の概要

模型教材は、電気工事において基本的な工事の一つとして施工される木造住宅の在来軸組構法を対象とする。軸組模型の作成方法を示した文献<sup>[6]</sup>を参考に、30分の1スケールの軸組模型に電気配線を施し（図4）、これに付随する器具を設置する（図5）。

また、題材とする建物の概要を表1に示す。

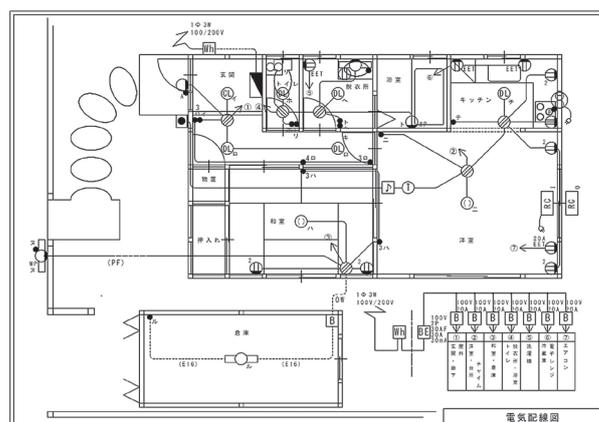


図4 電気配線図

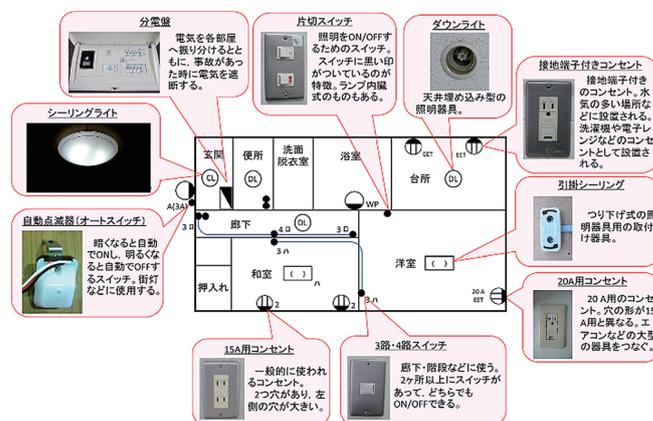


図5 電気配線に関わる器具

表1 題材とする建物の概要

構造	木造
構法	在来軸組構法
階数	平屋建て
屋根形状	切妻屋根
床面積 (坪)	49.7 m <sup>2</sup> (約 15 坪)
部屋の構成	洋室 (LDK), 和室, 押入, 便所, 洗面脱衣室, 浴室, 玄関, 廊下, 物入

## 5. 模型の作製方法

### 5.1 模型作製に必要な図面

模型を作製するにあたり、Jw\_cadを用いて各種図面（電気配線図、平面図、基礎伏図、床伏図、軸組図、小屋伏図）と模型を作製するうえで必要な型紙の作成（模型台紙、基礎型紙、小屋組型紙、小屋断面図）を行った。

型紙の大きさは、一般的なプリンタでも対応でき、模型の持ち運びも容易に行えるA3サイズとした。

### 5.2 模型の作製方法

模型の作製手順は以下に示すとおりである。

#### ①基礎

A3サイズのスチレンボードの上に基礎型紙を貼り、5mm厚のスチレンボードで基礎をつくる。

#### ②床組

5mm×5mmのヒノキ材と2mm厚のバルサ材を用いて床組をつくる（図6）。なお、軸組と小屋組も同様にヒノキ材とバルサ材を用いて木材の骨組みをつくる。

#### ③軸組

印刷した軸組図上に所定の寸法で切断した材を貼って組み合わせた後（図7）、軸組図の紙を除き、軸組を床組（土台）の上に建てていく。

#### ④小屋組

小屋組型紙を利用して作製した小屋組を軸組の上に乗せて、木造家屋模型が完成する（図8）。

なお、一般的な軸組模型は小屋組が外れないつく

りだが、電気配線を施した模型は内部を見せるために、小屋組を外せるようにする。

#### ⑤外観と内観の仕上げ

屋根の防水シート（アスファルトルーフィング）やスレート（図9）、床のフローリングや畳、天井や壁なども構造が理解できるように、可能な限り再現する。

#### ⑥電気配線

木造家屋模型にキャプタイヤコードによって電気配線を施す（図10）。この配線は家屋照明を模擬したLEDや点滅器などが実際の家屋と同じように動作するように配線する。なお、実際の建物の電気配線はVVFケーブルが一般的に使用されるが、模型の大きさの都合上、キャプタイヤコードを使用する。模型の電気配線は、電柱から電力量計、分電盤までの引き込み線および引込口配線などを可能な限り再現する。

#### ⑦配線器具・照明器具

DIPスイッチで照明用のスイッチ、LEDで照明、基板用ピンソケットでコンセントを再現する。実際に模型のスイッチを押すと対応する照明が点灯し、コンセントに負荷（LED）を接続すると点灯する仕組みとする（図11）。

以上の工程により、電気配線を施した木造家屋模型が完成する（図12）。

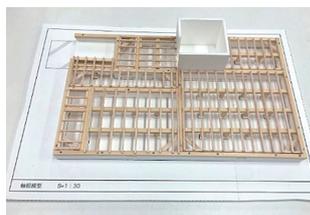


図6 床組

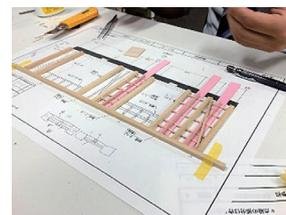


図7 軸組図上に貼る材



図8 模型の骨組み



図9 屋根

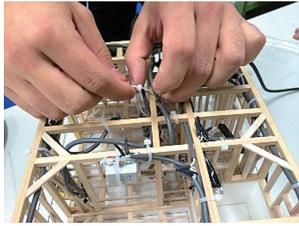


図10 電気配線

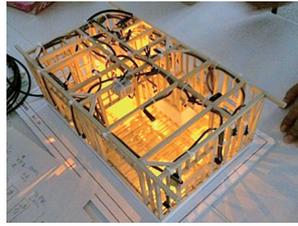


図11 照明の点灯

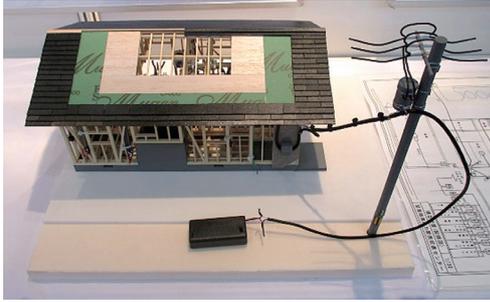


図12 電気配線を施した木造家屋模型

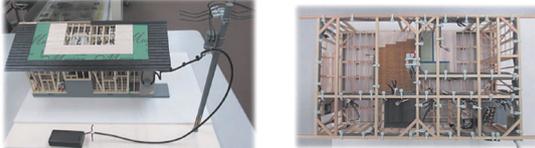
## 6. 模型教材の機能と使い方

### 6.1 模型の機能

模型の機能は、図13に示す通りである。

#### ●機能

① 1/30木造建築模型にケーブル工事を再現した教材です。



② 電柱から電力計、分電盤までの引き込み線および引込口配線を再現しています。

③ 分電盤で各部屋への電力供給を制限できます。



乾電池(1.5V×2本)を電源として電線を引き込んでいます

DIPスイッチで分電盤を再現しています

ブレーカのON/OFFで各部屋の電力供給を制限できます

④ 各スイッチで各照明の点灯/消灯ができます。

また、換気扇、チャイム、コンセントの使用およびオートスイッチによる照明点灯も行えます。



基板用ピンソケットでコンセントを再現しています

コンセントに負荷(LED)を接続すると点灯します

DIPスイッチで照明用のスイッチをLEDで照明を再現しています

スイッチを押すと対応する照明が点灯します

図13 模型の機能

### 6.2 模型教材の使い方

模型教材の使い方は、図14に示す通りである。

1. 電池のセット		
電池ボックスに単3電池2本をセットする。		
2. 分電盤の主幹スイッチ、分岐スイッチをONする。		
	全てのスイッチのレバーを、指で上に押し上げてください。 ※レバーが下にある状態はOFFです。模型の電気回路は動作しません。	
3. 各部分のスイッチをON/OFFする。		
照明用スイッチ 指でやさしく操作してください。	ブザー用押しボタン 指で軽く押してください。	
※照明用スイッチのうち3路スイッチは2か所、4路スイッチは3か所で操作できます。		
4. 自動点滅器の感度を調整する。		
教室内で使用するとき 照明は消灯しています。	教室内の電気を消したとき 照明は点灯します。	光センサの感度調整 普段は消灯し、教室の電気を消して暗くしたときに点灯するよう調整します。
5. コンセントを使用する。		
	コンセントの口に負荷を差し込むと、コンセントが使用できます。	

図14 模型教材の使い方

## 7. 作業分析を用いた演習課題

受講生は、模型教材を見てから電気配線の分岐回路の演習課題に取り組むことになるが、初学者には模型と分岐回路の演習課題が結びつかないことが危惧される。そこで、本教材は模型全体の電気配線に作業分析を行い(表2)、模型と対応した演習課題を作成することで、ケーブル工事の全体像がより理解しやすくなると考えた。

演習課題は、基本課題と応用課題の2つからなっている。応用課題は、本模型教材の分岐回路の①～④をそのまま課題としている(図15)。そのため、応用課題の4題の施工を終えると、おおむね小規模の一軒家の電気工事を体験したことになる。しかし、いきなり応用課題から始めると受講生にとってはハードルが高いと考えられるため、当該分岐回路の施工についての作業分析を実施し、共通した作業

要素を組み合わせて、基本課題①②とした（図16）。

表2 作業分析

作業分析	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	合計	基本①	基本②
ブレーカ	○	○	○	○	○	○	○	7	○	○
ジョイントBOX	○	○	○	○				4	○	○
片切スイッチ	○	○	○					4	○	
3路スイッチ	○		○					2	○	○
4路スイッチ	○							1	○	○
PL-L(ホタル)				○				1		
オートSW	○							1		
コンセント1口		○						1	○	
コンセント2口		○	○					2		
コンセント15AEET					○	○		2		
コンセント20AEET							○	1		
ベルトランス		○						1		
ベル		○						1		
壁付押釦		○						1		
引掛シーリング		○	○					2	○	
白熱灯	○							1		
白熱灯(WP)				○				1		
蛍光灯				○				1		
蛍光灯(WP)			○					1		
CL	○							1	○	
DL	○	○	○	○				4		○
換気扇		○	○					2		
スイッチBOX(プラ)	○	○	○	○	○	○	○	7	○	○
化粧プレート1口	○	○	○					3		○
化粧プレート2口	○	○	○	○				4		
化粧プレート3口					○	○	○	3	○	
リングスリーブ	○	○	○	○				4	○	○
差込型コネクタ	○	○	○	○				4	○	○
ステップル	○	○	○	○				4	○	○
E管			○					1		
PF管			○					1		
露出SW			○					1		
露出SW BOX			○					1		
VVF1.6-2C	○	○	○	○				4	○	○
VVF1.6-3C	○	○	○	○				3		○
VVF2.0-2C	○	○	○	○				4	○	○
VVF2.0-3C(黒白緑)					○	○	○	3		
OW			○					1		
合計	17	18	21	15	5	5	5	37	14	12

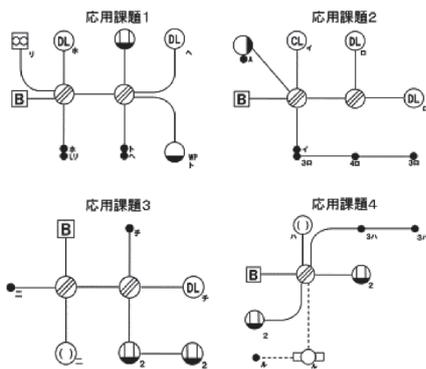


図15 演習課題（応用課題①～④）

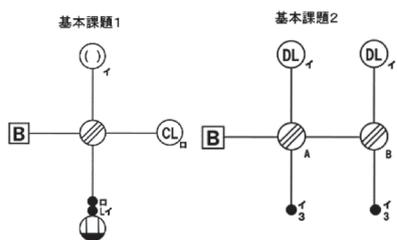


図16 演習課題（基本課題①②）

## 8. 付属テキスト

### 8.1 受講生用テキスト

現状の訓練では、独学を支援する教材がないことが多い。限られた訓練時間で全ての受講生が実習内容を理解することは難しく、指導員の人数には制約があるため、個々の受講生に対して指導員が個別に説明を行う十分な時間が確保できない。そこで著者らは、電気工事の練習を支援する受講生用テキストを作成した。

このテキストでは、電気工事における安全衛生作業とケーブル工事の方法を記載している。安全作業は、法令や災害事例（図17）について触れており、工事の方法を説明する前段階で危険作業の説明が行える。また、ケーブル工事の方法は、ケーブルの種類や剥ぎ方、板作業の方法などが作業手順に沿った図を用いて細かく描かれている（図18, 図19）。

他にも、電気工事学習者のための木造住宅に関するテキストも作成した。電気工事学習者の多くは建築関係の知識がないため、建物の骨組みがどのようなになっているのかわからない、あるいは木造住宅の専門用語が口頭の説明だけでは理解しづらいことが考えられる。このテキストは、木造の骨組みの鳥瞰図（図20, 図21）や天井骨組みの説明（図22）などを記載し、木造住宅のつくりや用語を理解できる内容である。また、章の間には模型作製に関するコラム（図23）を用いて、木造住宅のつくりや電気工事に関心を寄せ、飽きさせない工夫がしてある。



図17 災害事例

・VVFケーブル外装（電工ナイフ）

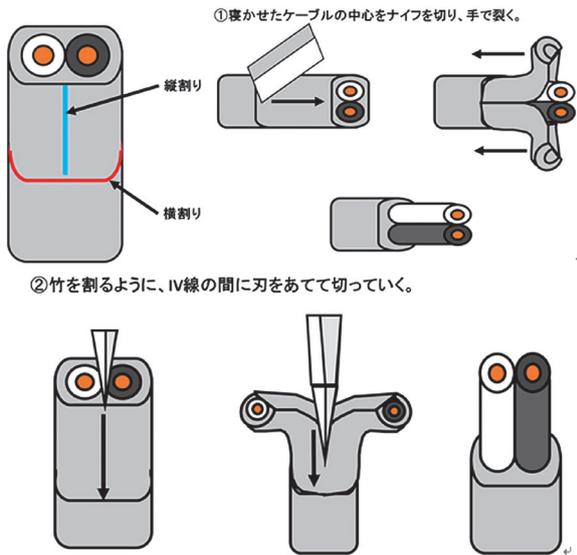


図18 外装剥ぎ取り

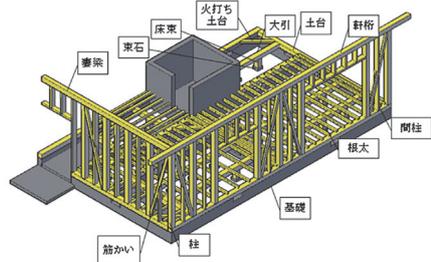
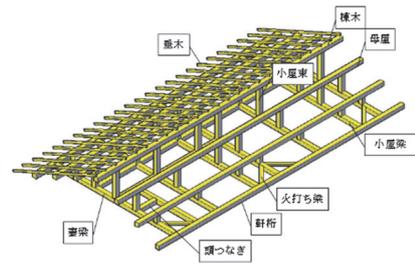


図21 木造の骨組み（鳥瞰図②）

- ③アウトレットボックスとスイッチボックスの中心出し・取付。
- ① 図面に示したボックスの中心位置を出す。
  - ② 配線に必要なボックスの穴をあける。
  - ③ 作業台に取り付ける際には、印をして下穴をあけると良い。

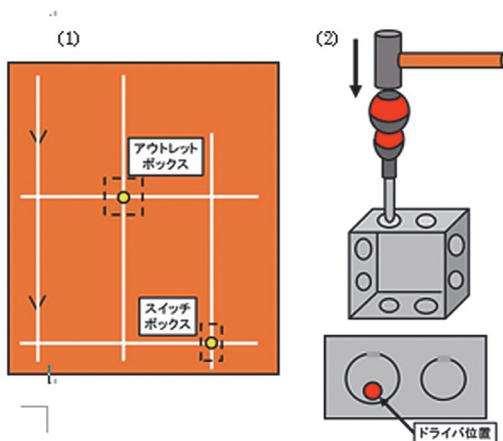


図19 アウトレットボックスとスイッチボックスの取付

\*天井の骨組み

天井は梁に直接張らない。野縁や野縁受けなどを用いて天井の骨組みをつくり、天井を張る。この骨組みは、床組、軸組、小屋束とは違い、建物に加わる荷重を支えたり伝えるものではない。施工写真では、格子状の下地をつくり、石膏ボードを張りつけている。



図22 木造の骨組み（天井）

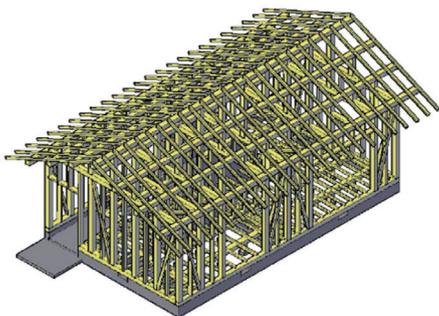


図20 木造の骨組み（鳥瞰図①）

新たに組み上げた壁の一部を手に取りて見る。これは良いものであると私は思った。時間をかけただけは有り、寸法の狂いはない。角は直角であり、難しい筋交いと柱の接合部分も隙間なく接着しているようであった。ふと視線に顔を上げた。余に向けられたIの仏面に、じわりと例の下卑た笑みが広がった。見られた。瞬間、そう感じた。Iの視線を感じた頬は紅潮し、耐えきれぬいたたまれなさに、ナイフを握っていた右の手がかくと震えるのを、余は断つことができなかった。

太陽電池の搭載を検討する。太陽電池の出力電圧は直流、電気回路で用いている電圧も乾電池由来の直流である。実際の家屋の様なインバータ回路の必要はない。3端子レギュレータの動きで、十分な光量下では家屋の電気設備で太陽電池よりの適正電圧電力を、電力不足の場合は乾電池電力を用いるような回路は組めぬものかと思案した。さしあたり、明日電子パーツ店に行くことを決める。

図23 模型作製に関するコラムの例（一部抜粋）

## 8.2 模型作製用テキスト

様々な指導員が授業で模型教材を取り入れることができるように、今回作製した過程を図や写真にまとめ、模型作製用テキストとして作成した（図24、図25）。

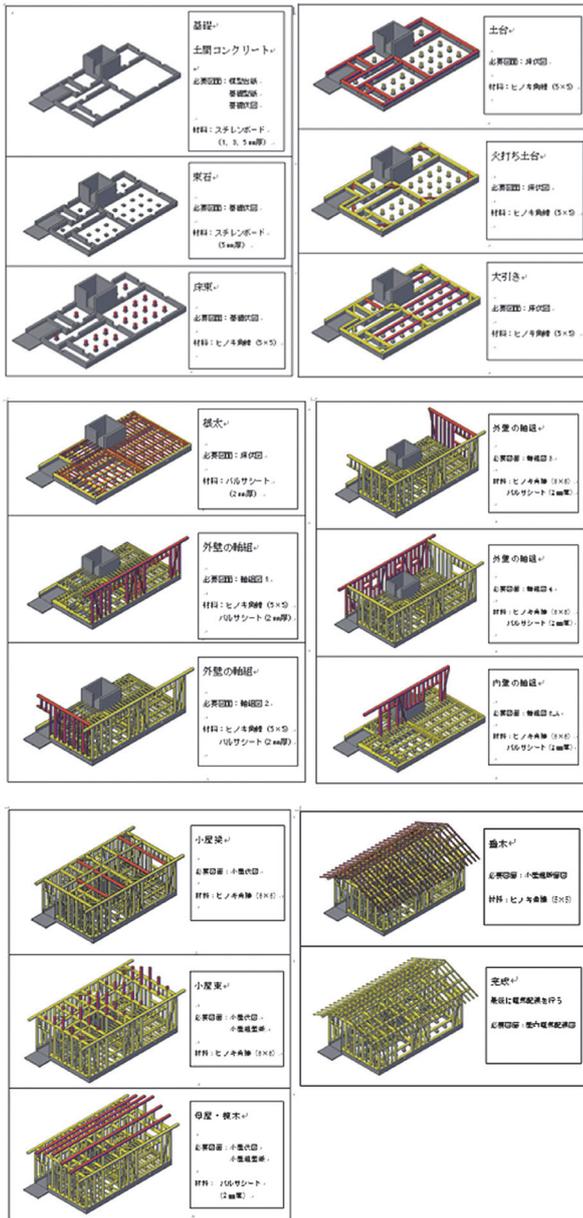


図24 軸組模型の組み立て方法

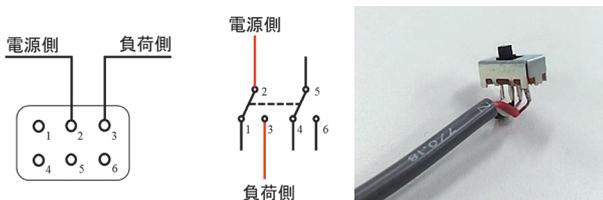


図25 片切スイッチの配線方法

## 9. あとがき

指導員養成訓練のネットワークを生かし、複合的な領域の教材作成が行えた。

学習理論に基づき、訓練生が全体像・完成像を思い浮かべながら授業に望める模型教材が作製できた。

模型教材だけでなく、作業分析を活用した演習課題や模型と対応したテキストが作成できた。

今回の指導員養成訓練における教材開発の取り組みを生かし、今後も理論的背景に基づいた教材の検討を行い、職業訓練の質の向上を目指したい。

### <参考文献>

- [1] 一般財団法人 職業訓練教材研究会：「十訂版 職業訓練における指導の理論と実際」, 職業訓練教材研究会 (2012-6).
- [2] 藤田紀勝, 林敏浩, 山崎敏範：「Webデザイナー養成のためのイラスト作成訓練学習システム」, 教育システム情報学会誌 Vol.24 No.4 (2007).
- [3] 川上昭吾：「教への復権を目指す理科授業」, 東洋館出版社, (2003).
- [4] 川上昭吾, 渡邊康一郎, 松本織：「有意味需要学習の研究」, 愛知大学教育実践総合センター, pp.183-190 (2009-2).
- [5] 長谷川健, 福本徹：「病院訪問教育における理科実験に関する実践—有意味需要学習に着目して—」, 信学技報ET2010-24, pp.1-4 (2010-9).
- [6] 辻原仁美：「図と模型でわかる木構造」, 学芸出版社 (2003-2).

## 技術解説

# 技能五輪全国大会 「電子機器組立て」職種の競技紹介

職業能力開発総合大学校

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種競技主査

花山 英治

## 1. はじめに

スマートフォンに代表されるIT端末、薄型テレビなどの家電製品、コンピュータ、ロボット、自動車など、小型・軽量化、高性能・多機能化が進む工業製品の多くに電子機器が搭載されている。電子機器は、集積回路（IC）やトランジスタ、抵抗器、キャパシタ、マイクロプロセッサなど、さまざまな電子部品をプリント配線板に実装した電子回路を中心に構成されている。

これらの高度な電子機器に関わる現在の技術者は、単に仕様にしたがって電子機器を「組み立てる」技能を有するだけでは十分とはいえない。要求される仕様から「もの」を具現化するために必要なハードウェア、およびソフトウェアに関する幅広い知識と卓越した技能が、製造業をはじめとする「ものづくり」現場から求められている。このような状況のもと、技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種では、いち早く、その時代に求められる技能、および国際的に通用する技能を醸成することを目指して、競技を実施してきたところである。

本稿では、技能五輪全国大会（以後、「全国大会」という。）「電子機器組立て」職種に新規に参加を予定している、あるいは、すでに参加している企業、学校の選手の参考として、また、本職種の啓蒙の一環として、競技内容、競技課題、競技運営などについて概説する。

## 2. 競技内容

### 2.1 競技課題の変遷

「電子機器組立て」職種の競技課題は、1997年第35回大会までは、電子機器をいかに早く、正確に、見栄えよく組み立てる技能を競う内容が中心であった。しかし、この頃から技能五輪国際大会（以後、「国際大会」という。）での成績が振るわなくなってきたほか、電機メーカの参加撤退、製造業における生産現場の海外移転による人材育成の方針転換など、本職種を取り巻く環境が変化してきた時期であった。

このような状況に対応するために、本職種では国際大会で実施している課題要素の取り入れ、時代の変化に対応した電子技術者の人材育成に資するよう新たな競技課題の導入を行ってきた。競技課題の主な変遷を表1に示す。1998年第36回大会では測定課題、修理課題を導入、2001年第39回大会では試作課題を導入した。2006年第44回大会では、国際大会で使用している統合型電子CADを採用し、基板設計課題、プログラム設計課題を導入し、現在行っている競技形態が完成した。その後も、国際大会では実施していない技術計算課題の廃止（2013年第51回大会）、公開課題としていた専用基板の組立て課題の廃止（2015年第53回大会）などを経て、現在に至っている。専用基板の組立て課題の廃止の理由は、地方予選で技能検定「電子機器組立て」2級実技課題による選考を実施しているため、出場選手は一定以

表1 競技課題の変遷

開催回・年次	課題など	使用機器など
1998年 第36回大会	測定課題，修理課題の実施	
2001年 第39回大会	試作課題の実施	PIC マイコン基板の採用
2005年 第43回大会		簡易 CAD の採用 鉛フリーはんだの採用
2006年 第44回大会	基板設計課題，プログラム設計課題の実施 (現在の競技形態の完成)	統合型電子 CAD の採用 USB-PIC 基板の採用
2008年 第46回大会		CPU ボードⅢの採用
2013年 第51回大会	技術計算課題の廃止 競技時間の短縮	
2014年 第52回大会	競技前説明時間の短縮 課題提出時間の厳格化	
2015年 第53回大会	二次選考会の導入 専用基板組立て課題 (公開課題)の廃止 修理箇所数の当日公表	MF ボードの採用

上の組立て技能を有していると判断できるからである。

さらに，競技で使用する電子機器類，ソフトウェアなどについては，適宜見直しを行っている。

## 2.2 競技課題

現在，「電子機器組立て」職種の競技は，2日間にわたって実施され，総競技時間は9時間30分である。課題はすべて競技当日の公開であり，競技前に1時間の競技課題の説明を受けた後，仕様書にしたがって課題に取り組む。各課題に費やす時間の見積りは選手に任されている。

競技1日目に実施される「競技Ⅰ」の競技時間は，7時間である。「競技Ⅰ」は「ものづくりプロジェクト」と称し，電子機器の設計から製作，動作確認に至る，ものづくりの一連の流れに必要な技能を競う内容である。「ものづくりプロジェクト」の競技課題の詳細は，以下のとおりである。

- (1) 回路設計課題：与えられた仕様に基づいて電子回路を設計する。回路設計は，競技当日に提供される資料，およびデータシートを参考にして行う。
- (2) 回路図作成課題：電子CADを用いて，回路設計課題で設計した電子回路の回路図を作成する。
- (3) 基板設計課題：電子CADを用いて，回路設計

課題で設計した電子回路を製作する際に必要となる基板の設計を行う。

- (4) 組立て課題：回路設計課題で設計した電子回路をユニバーサル基板上に部品を実装し，すずめつき軟銅線を用いたストラップ配線で組み立てる。さらに，専用のプリント配線板への部品実装や筐体の組み立てを行う場合もある。
- (5) プログラム設計課題：電子機器に搭載されたマイクロプロセッサのプログラムを設計，記述，実装し，電子機器の制御を行う。プログラムは，C言語で記述する。
- (6) 測定課題：製作した回路が正常に動作していることを測定によって確認し，その結果について報告する。

課題例として，2016年第54回大会の「競技Ⅰ」の課題を図1に示す。特定方向からの音を強く受信できる指向性マイクロフォンの設計・試作，組立てを課題としている。写真奥は，三つのマイクロフォンが搭載されたマイクロフォンボードであり，専用基板を用いた組立て課題である。写真右のユニバーサル基板回路は回路設計課題で設計し，組み立てたマイクロフォン指向性制御回路である。専用基板の三つのマイクロフォンの振幅・位相を制御する電子回路で構成されている。写真左の基板は，プログラム課題で使用するECOコントローラボードである。技能検定2級の実技課題である省エネコントローラの動作をソフトウェアで実現する課題である。

競技2日目に実施される「競技Ⅱ」の競技時間は，2時間30分である。「競技Ⅱ」は，「メンテナンスプロジェクト」と称し，電子機器を保守，修理，改修

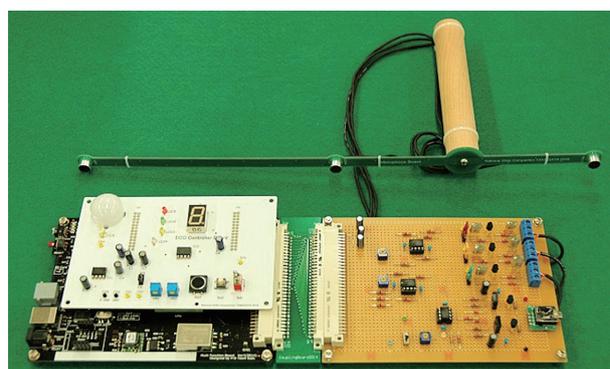


図1 第54回大会「競技Ⅰ」課題

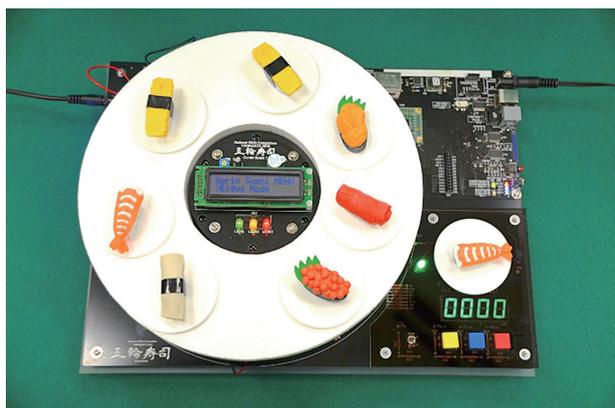


図2 第54回大会「競技Ⅱ」課題

する技能を競う内容であり、その詳細は以下のとおりである。

(1) 修理課題：電子部品などの損傷、実装ミス、設計ミス、およびプログラムミスなどによって正常に動作しない電子機器の障害を発見し、修理、改修を行う。さらに、障害状況、障害の原因、障害の改修方法を記載した修理作業報告書を作成する。

(2) 測定課題：障害の原因を明らかにするための測定を行い、その結果について報告する。

課題例として、2016年第54回大会の「競技Ⅱ」の課題「五輪寿司」を図2に示す。RFIDを用いて回転寿司を模擬した電子機器であり、回転している寿司の時間管理、購入した寿司の精算機能などを有している。「五輪寿司」には、ハードウェア3箇所、ソフトウェア1箇所の障害が設けられており、これらが発見、修理する課題として用いられた。

### 2.3 競技に必要な技能

前節で述べたとおり、本競技は多くの課題内容を含んでいる。課題は文書形式の「仕様書」で提示される。このため、課題では、何を求められているかを理解する文章の読解能力が重要である。そのうえで各課題に求められる技能とそのレベルは以下のようによまとめられる。

(1) 回路設計課題：基本的なアナログ回路、およびデジタル回路の設計、専用ICを用いた回路の設計、素子の選定や定数の決定ができる技能が求められる。書籍、資料、メモなどの持込みは認め

られていないため、設計方法、手順についての知識を有している必要がある。

(2) 回路図作成課題：電子回路を表現する共通言語である回路図を、回路の動作を的確に捉えられるように見やすく描き、回路図を読図する上で必要な事項をみれなく記述できる技能が問われる。

(3) 基板設計課題：基板上の部品配置、配線の引き回し、実装する部品記号の表示ができる技能が問われる。なお、回路図作成課題、および基板設計課題については、電子CADの操作に関する技能も必要である。

(4) 組立て課題：電子回路、電子機器を構成している表面実装部品、リード部品などの取り付け、はんだ付け、ケーブルや電線を用いた配線、ねじ締めなどを含む筐体の組立て技能が問われる。組立て基準は、原則として技能検定課題に準拠している。本課題では、技能検定1級の実技課題の要素として含まれている、ユニバーサル基板を用いたすずめつき軟銅線によるストラップ配線技能が必要である。ただし、技能検定課題と比べて、組立て基板の規模は大きいいため、組み立てる際のスピードも求められる。

(5) プログラム設計課題：使用しているマイクロプロセッサの構造、動作、マイクロプロセッサで制御する電子機器の動作を理解する必要がある。そのうえで、仕様を満たすプログラムを設計でき、C言語でプログラムを記述できる技能が求められる。さらに、可読性、保守性の高いプログラムを記述することができる技能、プログラム開発環境を適切に使用できる技能が必要である。

(6) 修理課題：設計ミス、部品故障、配線誤り、部品定数誤り、部品取付け誤り、断線、短絡、バグなどによる機器の障害箇所を判断するためには、回路図、基板図の読図、プログラムソースの解読能力が問われる。実際の修理、改修の際には、組立て技能、プログラム設計技能を活用する必要がある。さらに、修理作業報告書をわかりやすく、的確に記述する文書作成能力が問われる。

(7) 測定課題：必要な測定器を用いて、測定を行い、測定結果を的確に、わかりやすく記述、報告する

ための技能が求められる。

以上に述べたように、大会に参加する選手にはハードウェアからソフトウェアまで、設計から製造、保守の橋渡しを担うための総合的な技能、能力が求められていることがわかる。

### 3. 競技で使用する工具・機器

「電子機器組立て」職種では、電子機器の組立て、プログラム設計、修理、改修、測定などの課題に対応するため、多くの種類の工具、機器が必要である。表2に競技で使用する主な工具、機器類を示す。これらの工具、機器類は、基本的に選手が持参する。

表2のうち、競技用電子機器は競技に必要な機能を搭載することを目的に開発、製作されたものである。このうち、マルチファンクションボード（以後、「MFボード」という。）は、競技の核となる電子機器である。図3にMFボードの外観を示す。本ボ

表2 競技で使用する主な工具、機器類

区分	主な品名
工具類	はんだこて、ニッパ・プライヤ類、ワイヤストリッパ、ドライバ類、はんだ吸い取り工具、プリント基板支持台など
測定器類	デジタルテスタ、オシロスコープ、ファンクションジェネレータなど
CAD、プログラム開発環境	パーソナルコンピュータ、PICプログラミング機器など
ソフトウェア	CAD ソフトウェア、PIC 開発環境、通信ソフトウェアなど
競技用電子機器	マルチファンクションボード、バックプレーンボード、カップリングボードなど
その他	作業着、保護具、筆記用具など

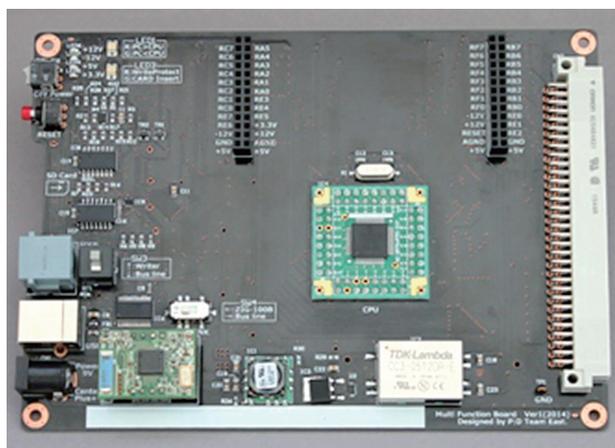


図3 マルチファンクションボード

ドは、

- 4系統の電源供給が可能
- マイクロプロセッサ（PIC）搭載
- ZigBeeによる無線通信機能搭載
- USBによるパソコンとの通信が可能
- オンボードでのプログラム書き込みが可能
- SDメモリカードへのアクセスが可能
- コネクタによる外部回路との接続が可能

などの特徴を有する。MFボードをはじめとする競技で使用される電子機器類は、職種連絡会を通して大会に参加する選手に対して有償で頒布する。

### 4. 二次選考会

「電子機器組立て」職種では、大会参加希望者のうち、都道府県における地方予選を通過した者に対して、2015年第53回大会から二次選考会を実施し、大会参加選手50名を選考している。

「電子機器組立て」職種の最近10年間の大会参加選手数の推移を図4に示す。大会参加者は企業所属選手、学校所属選手ともに年々増加しており、2014年第52回大会の参加選手数は64名とピークに達した。若年技能者の裾野が広がり、大会参加者が増加していることは歓迎すべきことである。しかし、競技大会という性格上、採点結果を決められた時間内にミスなく提出することが求められる。本職種の競技課題内容、採点項目などを考慮すると、選手数は最大でも50名が限度と考えられる。

一方、地方予選では、技能検定2級の実技試験課題を用いて選手の選考が行われている。しかし、本職種では、組立て技能に優れているだけでは、大会で提示される課題に対応することはできない。組立て技能のほかに、回路設計、プログラム設計をはじめとする技能検定で実施されていない内容の技能をもち合わせている必要がある。したがって、二次選考会を実施することで、大会に参加する選手の技能レベルを一定以上に維持できる効果が期待される。

二次選考会では、学科試験による選考を行っている。2017年第55回大会では、問題数は四肢択一式20題、記述式5題の合わせて25題である。問題は全国



図4 参加選手数の推移



図5 職種PRの様子

大会で競技を行う上で必要な解析能力、設計能力、および知識を問う内容である。具体的には、電気回路、電子回路、ソフトウェア、PICマイコン、インタフェース、計測、制御、センサの各分野から出題している。なお、前年度の全国大会に出場した選手は、二次選考会は原則免除としている。

## 5. 競技運営

### 5.1 採点・評価

競技の採点結果は、大会に参加した選手にとって、もっとも気になる場所である。「電子機器組立て」職種では、大会終了後に、課題作品の返却、および全選手の課題ごとの成績を公表している。

また、競技終了後に提出された課題作品である電子機器は、外観の見栄えがいかによくても、電源を投入するまで、正常に動作するかどうかは不明である。このため、提出された課題作品すべてについて動作確認を行っている。仕様どおりに動作しないものについては、評価しないこともできるが、そのような作品に対しても、採点できる場所は可能な限り評価する方針で取り組んでいる。

以上の取り組みは、大会後の訓練、人材育成に反映してもらうことで、本職種全体の技能レベルの向上を図ることが期待できる。

### 5.2 職種PR

「電子機器組立て」職種の競技は、一般見学者にとって、はんだこてなどの工具を用いて回路を組み

立てているときが、もっとも興味をもって見学できる時間と思われる。これに対し、回路設計を行っているとき、回路図作成、基板設計、およびプログラム設計でパソコンを操作しているときなど、いわゆる「動き」が少ない時間は、選手の技能のすごさを理解することは難しいと思われる。

そこで、本職種では、一般見学者に競技内容を理解してもらうための展示、および職種PRに力を入れている。その取り組みの一つとして、前年度の課題の展示、競技参加企業の指導員による説明、および大会に参加している選手のプロフィールのスライド上映を行っている。図5に職種PRの様子を示す。また、選手が取り組んでいる競技課題については、競技課題内容のパネル展示、完成課題作品の展示を行っている。

さらに、2015年第53回大会では、国際大会の金メダリストの電子機器組立ての実演、2016年第54回大会では、大会に参加している企業の指導員によるはんだ付け実演など、見学者に興味をもってもらえるデモンストレーションの取り組みを行っている。

例年、見学者の反応は好意的であり、「電子機器組立て」職種に対する啓蒙に役立っていると思われる。

### 5.3 本職種と職業大の関わり

競技主査、および競技委員は、職種連絡会の開催、二次選考会の問題作成、競技大会の課題作成、競技準備、競技運営、および競技採点に参画し、競技全般に関する業務に携わっている。また、競技補佐員は、競技主査、競技委員の指示のもとで競技準備、

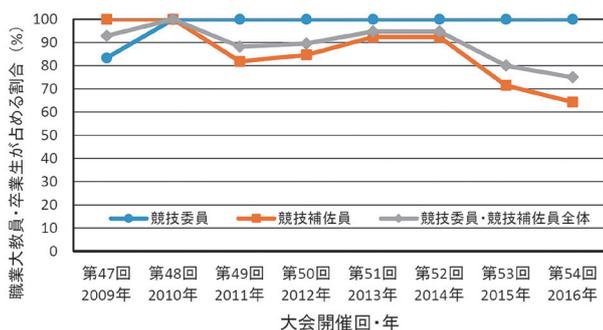


図6 競技委員・競技補佐員に職業大教員・卒業生が占める割合

競技運営，および競技採点に関わる業務に携わっている。

「電子機器組立て」職種の競技課題は，競技当日まで非公開である。公平性確保のため，競技に参加する選手が所属する企業，学校に競技委員，および競技補佐員への就任を原則として認めていない。このため，職業能力開発総合大学校（以後，「職業大」という。）の教員を中心に競技運営を行っている。

図6に競技委員，競技補佐員に職業大教員，および職業大卒業生が占める割合の推移を示す。2016年第54回大会においては，競技主査，競技委員として，職業大教員5名，および職業大卒業生1名が従事した。また，競技補佐員14名のうち，職業大卒業生の独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構の職業訓練指導員6名，職業大卒業生の都道府県職業訓練施設の指導員など3名が従事した。ここ8年間では，職業大教員，および卒業生が，競技委員，および競技補佐員に占める割合は，常に75%を超えている。競技を公正に，確実に，遅滞なく運営する観点から，職業大教員，および卒業生の全国大会における役割の重要性，および技能振興の推進役として期待されていることがうかがえる。

## 6. まとめ

競技を運営する立場からは，その時代に「電子機器組立て」職種に求められている技能は何かを的確に捉えなければならないことを念頭に課題を作成している。併せて，全国大会に参加する選手の技能を的確に評価できる課題，および評価基準，国際大会

で通用する課題でなければならないことも考慮している。

全国大会で選抜された日本代表選手が，国際大会で活躍するためには，国内大会の課題が，国際大会の課題に対応できる基準を満たしている必要があると思われる。しかし，近年は国際大会の“Electronics”職種は，その競技内容，方法について国際大会開催ごとに変更が行われている状況である。例えば，競技で使用する工具に関する変更（2015年第43回），プログラム設計で使用するマイクロプロセッサの変更（2017年第44回）が行われた。今後の大会でも，競技内容，評価基準，使用機器，およびソフトウェアの変更などがあり得るとと思われる。国際大会に関する情報，および競技の方向性をいち早く収集し，全国大会の競技方針に反映させる必要があると感じている。

本稿が「電子機器組立て」に関わる技術者，および本職種の競技に興味をもつ読者の参考になれば幸いである。

〈謝辞〉

助言をいただき，資料を提供していただいた神奈川県立産業技術短期大学の矢島康治氏に感謝する。

# 技能五輪全国大会 「電工」職種の競技紹介

職業能力開発総合大学校  
技能五輪全国大会「電工」職種競技主査 清水 洋隆

## 1. はじめに

技能五輪全国大会（以下、「技能五輪」という。）は、次代を担う青年技能者が、各職種の技能レベル日本一をかけて競う大会である。この技能五輪には、職業能力開発総合大学校（以下、「職業大」という。）の多くの教員が競技委員・補佐員として参加しており、我が国のものづくり基盤強化に貢献している。筆者も第41回大会（2003年、新潟）から補佐員として技能五輪に参加し、第50回（2012年、長野）からは電工職種の競技主査を務めている。本報では、筆者が関わってきた電工職種について、職種の概要と求められる技能、技能五輪での課題および競技方法、競技委員の役割などについて解説する。

## 2. 電工職種の概要

### 2.1 電工とは

電工とは、電気工事を略したもので、ビルや工場、一般家庭の電気設備の施工のことを指す。電工の主な仕事は、スイッチやコンセントの取り付け、空調機器や産業機械、照明器具への配線、電線を保護するための配管である。最近では、機械や照明などの制御回路の設計・施工も行うようになってきている。

電気設備は、一か所でも間違いがあると正しく動作しない。また、建物とともに長きにわたって確実に機能しなくてはならない。不良な個所があれば、漏電や感電、火災などの事故につながる危険な一面

もある。安全で信頼性の高い電気設備を構築するためには、電気に関する確かな専門知識と、高い技能が求められる。電気の安定供給はますます重要になってきている。現代社会の安定と発展を支えているのは電工に従事する技能者といっても過言ではないだろう。

### 2.2 電工職種で求められる技能

電工においては、安全で正しく機能する電気設備を施工することが大前提となる。このことは、電気設備の要求仕様を満たし、かつ、電気設備の技術基準や内線規定などを順守して正確に作業しなければならないことを意味している。

これに加え、作業時間をできる限り短くすることも必要である。施工にかかる時間はコストに大きく影響する。ひとつひとつの作業が速くなれば、大きなコストダウンにつながる。

さらに、見た目の美しさも重要である。美しく施工された電気設備は、単に見栄えがよいだけでなく、点検が適切に実施でき、かつ、改修工事などが容易になり、使いやすい設備になる。

その他、最近では、環境への配慮から、材料の節約や環境負荷の小さい器具・材料の使用などが求められるようになってきている。

## 3. 技能五輪における競技の内容

### 3.1 競技課題の概要

2章で示した電工職種で求められる技能を踏ま

え、技能五輪では、以下に示す技能要素に対して競技を行う。

- ①与えられた配線図や施工条件などから電気設備の仕様、作業内容、使用する器具・材料および工具などを読み取り、仕事の段取りができること。
- ②器具・材料の取り付け、配線および配管などの作業が正しく、速く、きれいにできること。
- ③シーケンス制御の内容を理解し、それを実現するためのプログラミングができること。
- ④回路の動作確認が適切に行えること。

一例として、第54回大会（2016年，山形）の課題図面を図1に示す。電気職種では、正面および側面からなる木製の作業板上への配線工事と小型PLCへのプログラミングとを行う。課題には事前に公表される部分と、競技当日に発表・決定される部分とがある。さらに、公表された課題の一部（20%以内）が変更される可能性がある。工事としては、動力設備配線工事と照明・コンセント設備配線工事とがあ

る。動力設備配線工事については、誘導電動機の運転制御を有接点シーケンス制御回路で実現する。照明・コンセント設備配線工事については、スイッチ、照明およびコンセントを用いた通常の電灯回路と小型PLCによる照明の制御回路とが含まれる。

配線の種別としては、金属管配線、合成樹脂管配線、PF管配線、ケーブル配線に加え、ダクトやメタルモールを用いた配線なども含まれる。

なお、毎回の大会で共通の事項については、技能五輪全国大会電気職種競技規則にまとめられている。この規則には、競技の概要や競技ブースの大きさ、基本的な施工方法に加え、次節以降で述べる採点基準、使用治工具、保護具の着用についても記されている。

### 3.2 競技課題の決定プロセス

競技課題は、競技委員および参加選手の所属企業からの代表者が出席する職種連絡会で原案が決定される。各企業から競技課題案が提案され、出席者による投票で課題案が決まる。決定された課題案に対する意見などを踏まえ、変更・修正されたものが公

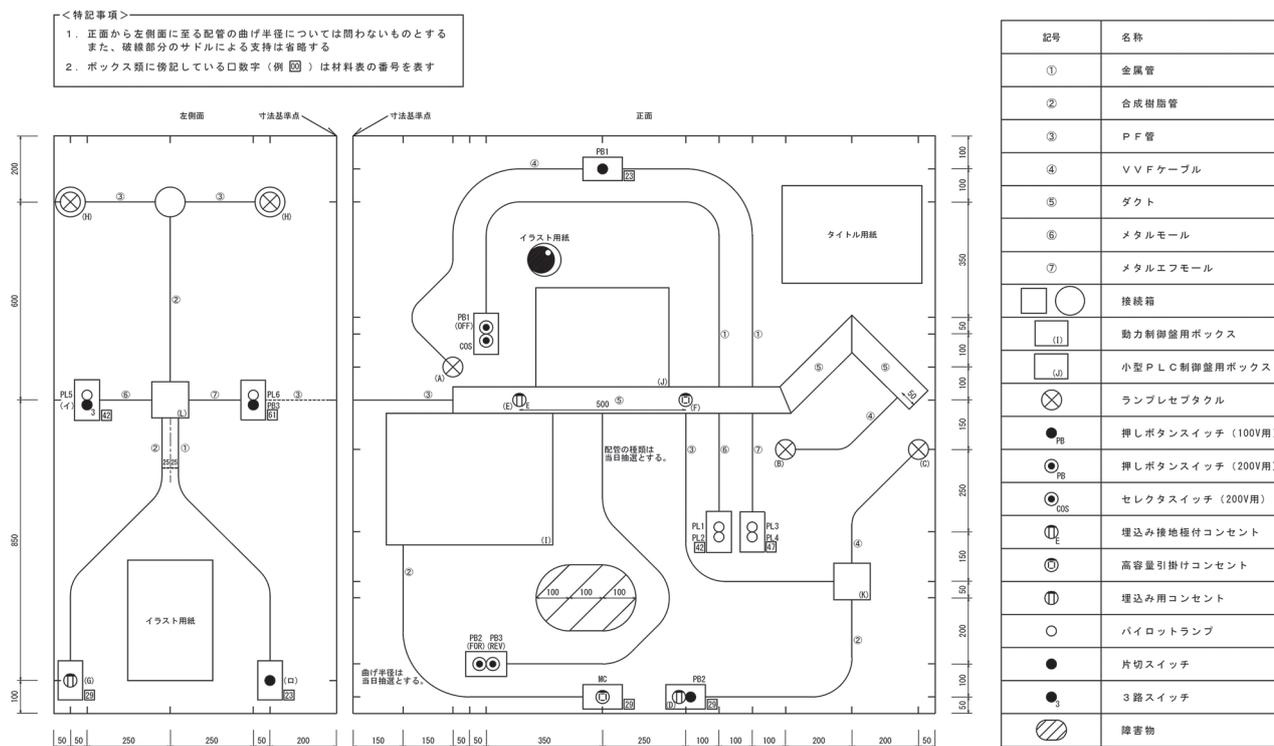


図1 第54回技能五輪全国大会電気職種課題図面（山形県の鳥「おしどり」がモチーフ）

表課題として公開される。さらに、公表された課題に対して約一か月程度の期間、質問・意見を受け付ける。これに対して競技委員が検討・回答するとともに、必要に応じて競技課題を修正する。

競技課題の非公表部分および当日変更する部分については、競技委員のみで検討する。これらは、選手の対応力をみる重要な部分となるため、試演を行うなどして慎重に決定される。

### 3.3 採点基準

各選手の持ち点を100点とし、表1に示す採点項目ごとに、最大減点の範囲内で減点して得点を決定する。採点項目ごとに細かく基準が定められており、例えば、回路の操作不良などの致命的な欠陥については5点程度の大きな減点となる。また、ケーブルが作業板に密着していないなどの軽微なものについては0.1点程度の減点となる。採点の結果、点数が極めて僅差の選手間の順位については、別途実施する仕上がり体裁の採点結果などを参考にして決定する。仕上がり体裁の採点には、競技委員、補佐員に加え、参加選手の所属企業から1名ずつが参加する。

### 3.4 使用治工具の制限

競技に使用することが認められている治工具についても規定されている。原則、市販されていて入手が容易なものでなければならず、その用途に適合した方法でしか使用してはならない。また、充電式ノ

コギリなど、市販されていても使用できない治工具もある。以前は、作業がしやすいように工具を改造したり、選手が製作した治工具を使用したりすることが認められていたが、現在は禁止されている。

### 3.5 保護具の着用義務

電工職種では、競技中の安全確保のため、保護具の着用を義務付けている。帽子および安全靴については競技中常に着用しなければならない。また、手袋についてはナイフおよび金切りのこを使用する作業時に、保護メガネについては電動工具を使用した穴あけ作業およびカルコを使用する作業時に、それぞれ着用することとしている。

## 4. 競技委員の役割と構成

競技委員は、①競技課題の作成、②競技における支給材料の手配、③競技ブースなどの設営、④競技中の審査および⑤採点を行う。③～⑤については、競技委員だけでは人数が足りないため、補佐員も加わる。

現在、電工職種の競技委員は、職業大の教員3名、職業大以外の独立行政法人高齢者・障害者・求職者雇用支援機構の指導員1名、都道府県の指導員2名、都道府県の能力開発課職員1名の計7名である。いずれの競技委員も、電工に関連した授業や実習を担当しているあるいは担当していた経験があり、技能五輪以外の各種競技大会の審査員や電気工事士の国家試験の判定員などを務めた実績もある。このような経験豊かな競技委員でなければ、技能五輪のような日本一を決める競技大会の審査はできない。

## 5. 大会に向けての選手の練習

選手は公表された課題をもとに、繰り返し練習する。技能五輪参加に向けて取り組む練習の総時間数は、一定の水準にある電工職種の技能者の場合でも、100時間近くに達する<sup>(1)</sup>。選手はコーチである先輩社員の指導を受けながら、各作業に対する部分練習や、本番を想定した通し練習などに取り組む。この

表1 電工職種の採点項目

採点項目	最大減点
操作・施工条件	40
接続・結線	20
器具の取り付け・損傷	20
寸法	30
ボックス周りの処理	20
配管路・ケーブル	20
作業時間	15
材料節約	10
作業態度	10

先輩社員もかつては技能五輪の選手であることがほとんどである。自分の経験を生かし、作業の効率化や効果的な練習方法などについて日々研究しながら、選手とともに技能五輪に挑んでいる。

## 6. 技能五輪電気職種のカ開催状況

### 6.1 参加選手数

2007～2016年の過去10年間の技能五輪電気職種の参加選手数は、36～47名の間で推移していたが、2017年開催の第55回大会では50名となった。参加企業数もこれまでの11社から13社に増えた。選手の数を増やしていきたいと考えている企業も多く、今後も参加選手数が増加することが予想される。

### 6.2 競技の見どころ

電気職種の競技の見どころは、選手による計算された作業の進め方と、きびきびとした無駄のない動きである。電気職種の特徴の一つは、選手が扱う器具・材料の種類が多さである。その数は100種類を超える。このことは、選手が行う作業の種類も多様であることを意味する。金属管の曲げ作業のようにスポーツの競技のようなダイナミックな動きがあるかと思えば、制御回路の配線作業のような細やかな作業もある。競技中、工具を次々と変えながら様々な作業を展開していく選手の姿には目を奪われる。

### 6.3 成績

図2に第54回大会の作品の写真を、図3に得点分布

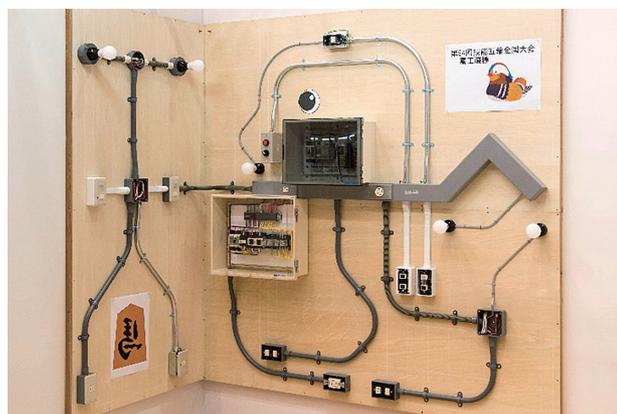


図2 第54回大会の作品

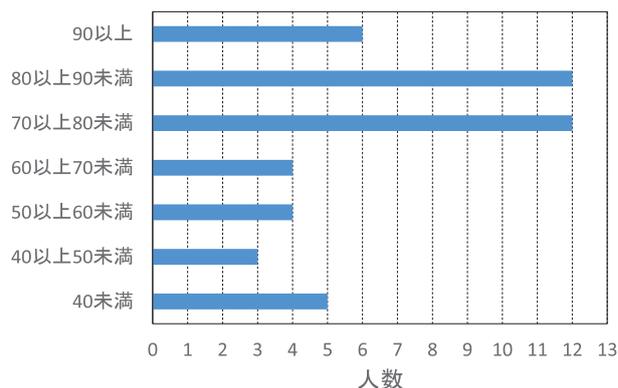


図3 第54回大会の得点分布

布を示す。このときの参加選手は46名で、金賞1名、銀賞2名、銅賞3名、敢闘賞9名であった。銅賞までの選手全員が90点以上、敢闘賞の選手でも80点以上というハイレベルな大会であった。特に金賞の選手の得点は98.2点であり、減点が2点未満というほぼ完璧な内容であった。この選手は、2017年にアブダビで開催された第44回技能五輪世界大会の日本代表として出場した。

## 7. おわりに

技能五輪に挑戦することの意義は、単に高度な技能を習得するというだけではなく、安全に対する意識、効率的に作業を進める能力、的確な判断力、整理・整頓の習慣、規律など、現場で働く技能者として、さらには、職長などの現場リーダーとして必要な多くの素養が養われる。技能五輪が単なる競技大会で終わるのではなく、選手として取り組んだ経験が、その後の業務に効果的に生かすことができるようにすることが、競技委員の重要な役割である。

### <参考文献>

- (1) 中央職業能力開発協会：「技能競技大会を活用した人材育成の取組マニュアル 電気職種編」, 平成26年厚生労働省委託事業（平成27年3月）

# 職業教育の質向上に向けた 職業実践専門課程の取り組み

東京工科大学 佐藤 康夫

## 1. はじめに

我が国は、急速な少子高齢化とこれに伴う生産年齢人口の急減、産業構造・労働市場の変化等の大きな課題に直面している。また、知識・技能や人材需要の高度化、職業の多様化等が進む中、雇用の中心をなしているのは、サービス業を中心とした中小企業であり、その8割を占めている。

このような中、若者のキャリア形成においては、産業界で必要となる実践的な知識や技術を学び続けていくことが重要であり、我が国の成長・発展の上でも不可欠な課題といえる。特に、高等教育は社会への接続という意味で重要な段階であることから、職業に必要な能力を修得できる環境を、高等教育において充実していくことが必要になっている。

上述のような、現在の高等教育における職業教育の位置付けや課題、また実践的な知識・技能を有する人材の育成ニーズや高等教育機関が職業教育において果たす役割への期待の高まりを背景に、文部科学省を中心として高等教育における職業教育を充実させるための方策が検討され、その一つとして、職業実践的な教育のための新たな枠組みを整備することが決められた。

「新たな枠組み」の趣旨を専修学校の専門課程においていかしていく先導的試行として、企業等との密接な連携により、最新の実務の知識等を身につけられるよう教育課程を編成し、より実践的な職業教育の質の確保に組織的に取り組む専門課程を文部科学大臣が「職業実践専門課程」として認定し、奨励することとした。

## 2. 職業実践的な教育推進に向けた背景

現在の日本における高等教育への進学率は年々高くなっており、特に大学・短大への進学率は平成28年度で56.8%にもなっている。大学・短大の進学希望者の収容率が94%という数字があり、かつての受験戦争に象徴されるように選ばれたものだけが大学に入学するという様相は無くなってきている。

大学は「学術の中心として、広く知識を授けるとともに、深く専門の学芸を教授研究し、知的、道徳的及び応用的能力を展開させること」を目的とし、また、短期大学は大学の目的に代えて「深く専門の学芸を教授研究し、職業又は实际生活に必要な能力を育成することができる」こととしており、大学・短期大学で行われる教育活動は、学術研究の成果を基盤とすることが本来的な目的とされている。

しかし全入化が進む中、大学・短大へ進学する若者の中には将来の職業的な自立を意識して自らのキャリア形成を目的とするのではなく「自分探し」というモラトリアムの様相が色濃く若者も少なくない。

大学の就職率は全卒業生を分母にすると76%程度であり、大学院進学者の12%を差し引いても多くの若者が確固たる職業に就いていない、つまり社会との接続がうまく行っていないことが窺える。

一方で、企業における職業能力開発については、厳しい経済状況を背景に正規職員以外の就業形態で働く若者が増加すると共に、企業が人材育成にかかる費用を縮小している傾向があり、新入社員教育の短期化が見られる。その結果、企業の人材ニーズが「即戦力」という言葉で代表されるように、高等教

育機関の卒業生像に職業的な実践力を求める傾向が高まっている。そういった中、専門学校は、「職業若しくは實際生活に必要な能力を育成し、又は教養の向上を図る」ことを目的としており、現在18歳人口の約20%が進学している（図1）。専門学校においては、実習を主体とした職業教育が盛んに行われており、実務を経験した教員により実践的な知識・技能の育成、その成果としての職業資格の取得、学んだ分野に関連する企業への高い就職率等、職業に直結する教育機関として職業的な即戦力となる人材づくりに成果を上げている。

しかし、専門学校は、専修学校制度の中に位置づけられており、設置主体の限定がなく、設置運営等に関する法令の定めがゆるやかであるなどの制度的特性を有している。この特性をいかして産業界等のニーズに即応した柔軟な職業教育を展開できるという強みを有している反面、大学・短大と比べ、全体的な質の担保の面で課題があり、その教育の質について各校毎の差異が大きいという指摘がある。

### 3. 職業実践専門課程の創設とその取り組み

専修学校は全般的にみれば、学校評価の実施・公表状況は芳しくなく、また、情報公開等も必ずしも進んでおらず、専修学校の取り組みが外からは見えづらいとの指摘も多い。社会が急速に変化する中で、どのように教育内容を充実し、その情報を適切に発信していくかということが課題となっており、情報公開等を促す支援も含め、学校評価・情報公開の充実に向けた取り組みは、専修学校の質保証・向上において、今後一層重要である。そのような背景の中「平成25年7月12日 専修学校の質保証・向上に関する調査研究協力者会議報告」における提言等を踏まえ、「専修学校の専門課程における職業実践専門課程の認定に関する規程（平成25年文部科学大臣告示第133号）」が平成25年8月30日に公布・施行された。

職業実践専門課程は、企業等との密接な連携のもとで、教育課程の編成や実習・演習の実施、教員研

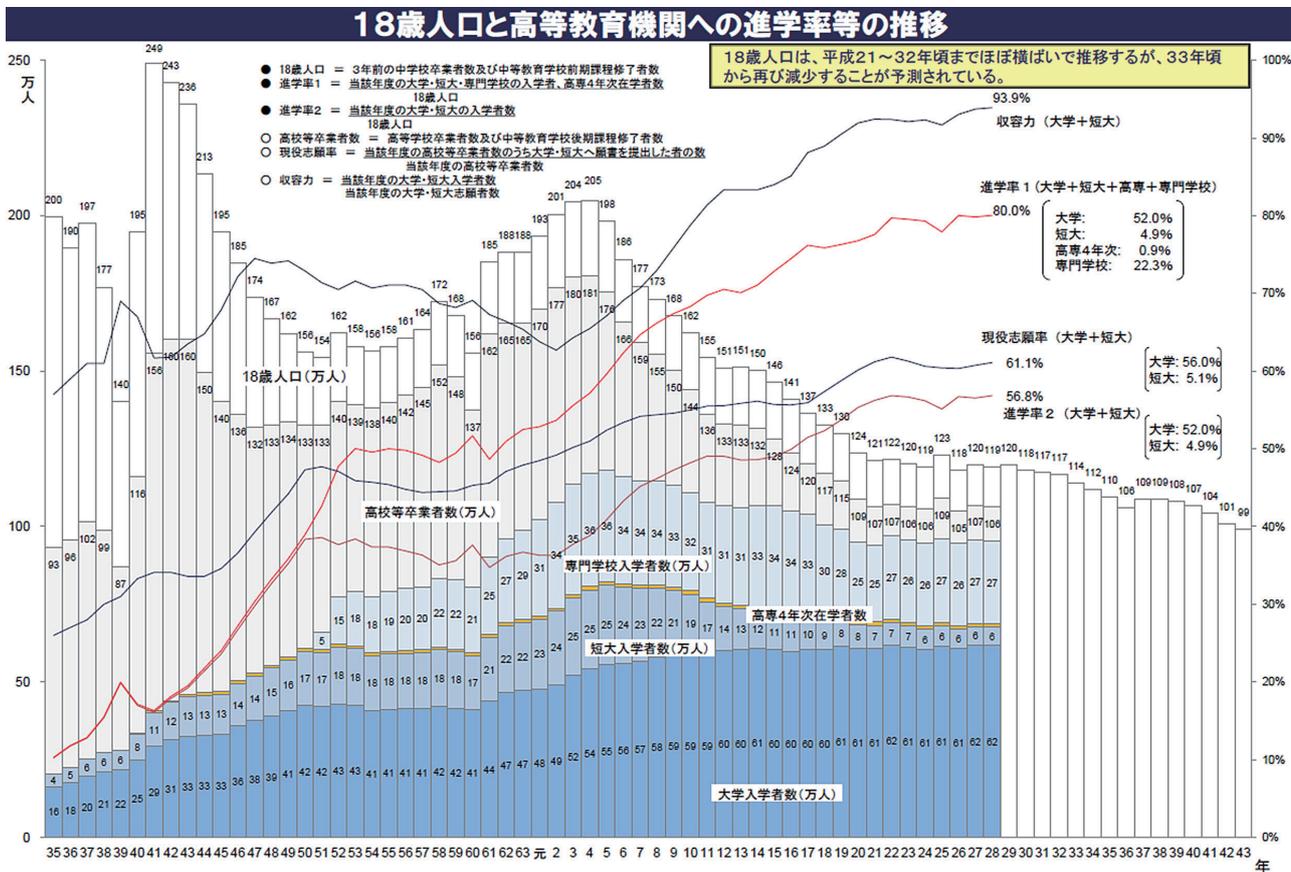


図1 文部科学省学校基本調査報告より抜粋

入学を検討している方へ  
高校関係者の方へ

# 職業実践専門課程

企業等と連携した専門学校の取組を紹介します。

「職業実践専門課程」とは？  
専門学校のうち、企業等と連携し、最新の実務の知識・技能を身につけられる実践的な職業教育に取り組む学科を文部科学大臣が「職業実践専門課程」として認定します。

「職業実践専門課程」と認定されている専門学校の学科の特徴は

01 企業等が参画する「教育課程編成委員会」を設置してカリキュラムを編成している	02 企業等と連携して、演習、実習等の授業を実施している	03 企業等と連携して、最新の実務や指導力を習得するための教員研修を実施している	04 企業等が参画して学校評価を実施している	05 学校のカリキュラムや教職員等についてHPで情報提供している
---	---------------------------------	---	---------------------------	-------------------------------------

図2 文部科学省広報資料より抜粋



図3 教育課程編成委員会



図4 企業連携教育



図5 学校関係者評価



図6 企業主催教員研修

修の実施，学校関係者評価及び情報公開を実施することにより，より実践的な職業教育の質の確保に組織的に取り組む専修学校の専門課程を文部科学大臣が認定する制度である（図2）。

### 【認定要件】

- ・教育課程編成委員会の委員構成，開催回数，教育課程の編成内容
- ・企業等と連携した実習・演習等の実施
- ・企業等と連携した組織的な教員研修の実施
- ・企業等と連携した学校関係者評価の実施・公表
- ・ホームページにおける情報提供

職業実践専門課程は，産学連携等の取組実績に基づき認定する制度であり，認定後の取組状況については，学校関係者評価及び情報公開により，社会に示していく仕組みとなっている。

#### ●教育課程編成委員会（東京工科自動車大学校の例）

卒業生の就職先である企業，自動車分野の有識者を中心に「教育課程編成委員会」を結成し，社会で必要となる教育内容について意見を頂戴し，実践的な職業能力養成に繋がるカリキュラムの改善を実施。

#### ●「学校関係者評価」（東京工科自動車大学校の例）

卒業生，在校生保護者，地域の方，企業等が参画して学校評価委員会を開催し，学校の事業計画，自己点検自己評価に関わる検討により，外部の意見を反映した学校運営に繋げている。

東京工科自動車大学校 公開情報

自己評価報告書

基本情報（様式4）

- 1級自動車整備科
- 自動車整備科
- エンジンメンテナンス科
- 自動車整備科カーコンシェルジュコース

関係資料

- 1級自動車整備科
- 自動車整備科
- エンジンメンテナンス科
- 自動車整備科カーコンシェルジュコース
- 教育課程編成委員会
  - 平成25年度第1回教育課程編成委員会議事録
  - 平成25年度第2回教育課程編成委員会議事録
  - 平成26年度第1回教育課程編成委員会議事録
  - 平成26年度第2回教育課程編成委員会議事録
  - 平成27年度第1回教育課程編成委員会議事録
  - 平成27年度第2回教育課程編成委員会議事録
  - 平成28年度第1回教育課程編成委員会議事録
- 1級自動車整備科（委員名簿）
- 自動車整備科（委員名簿）
- エンジンメンテナンス科（委員名簿）
- 自動車整備科カーコンシェルジュコース（委員名簿）

図7 学校ホームページによる情報公開（東京工科自動車大学校の例）

また，専門課程が職業実践専門課程の認定後に公表すべき様式として「別紙様式4」が指定されており，各認定要件に関する実施状況のほか，基本情報として「定員」，「教員数」，「学期制度」，「成績評価」，「卒業・進級条件」，「生徒指導」，「課外活動」，「就職等の状況」，「中途退学の現状」等が公表項目として定められている（図7）。

## 4. 職業実践専門課程の現状と今後について

職業実践専門課程は，教育課程の組織的・定期的な見直しの実施や，企業等の外部組織との連携強化など，専修学校の学校運営・教育活動等の組織的な改善（PDCAサイクルの確立）につながっていることのほか，就職先となりうる業界において求められる能力に対する教職員の理解や指導力の向上につな

がる効果がみられるという評価を受けている。

この課程は、平成26年（2014年）の初回の大匠認定以来、これまでで合計4回の認定を経て、902校2,773学科が認定されている（平成29年（2017年）2月24日現在）。これは、全専門学校数の約30%であり、認定要件である修業年限2年以上の全学科数を母数としてみれば、学科数で約40%が認定されている（表1、表2）。

職業実践専門課程の取り組みは、専門学校の強みを引き出し、専門学校の社会的評価の一層の向上につながるものであり、将来的には、全ての専門学校において共通して実践されるべき条件として位置づけていく必要がある一方で、現時点においては、教育の高度化と改革を目指す質の高い専門学校の取り組みとして位置づけていくことが適切であり、取組充実の一層の具体化に向けて、認定要件等の見直し

を図っていく方向性となっている。

初年度より4年目となる平成29年度には、初年度認定された職業実践専門課程を含め、改めて認定要件や公開情報である様式4の書式も改訂された。

## 5. 高等教育の複線化に向けた専門職大学・専門職短期大学の制度化

専門学校に対し「職業実践専門課程」を認定するだけではなく、高等教育における「新たな枠組み」の趣旨を大学・短期大学のいわゆる一条校における職業教育の機能についても議論が進められていた。

その結果、質の高い中堅人材養成を目的とした高等教育における職業教育の充実を図るため、平成29年5月に、学校教育法の一部を改正する法律が成立し、平成31年4月1日より専門職大学・専門職短期大学が制度化されることになった。

### ●専門職大学等の概要

産業構造の急激な転換により、社会における将来の予測の困難化が進み、変化の激しい社会に対応した人材、すなわち、より高度な「実践力」と新たなモノやサービスを創り出せる「創造力」を有する人材の育成強化が急務となっている。「専門職大学等」は、大学制度の中に、実践的な職業教育に重点を置いた仕組みとして制度化するものであり、産業界との密接な連携により、専門職業人材の養成強化を図り、大学への進学者に新たな選択肢を広げる。

### ●専門職大学等の特色（既存の大学制度と異なる点）

#### ①教育内容

専門職大学等は、その専門性が求められる職業に就いている者、当該職業に関連する事業を行う者、その他の関係者の協力を得て、教育課程を編成、実施することになっており、産業界等と連携した教育を実施することが義務付けられる。また、卒業単位のおおむね3～4割程度以上を実習等の科目とするとともに、適切な指導体制が確保された企業内実習等を2年間で10単位以上、4年間で20単位以上履修することとしている。

#### ②修業年限

4年制課程の専門職大学と、2年制又は3年制課程

表1 職業実践専門課程の認定学校及び学科数

職業実践専門課程の認定学校及び学科数（H29.2.24現在）

年度	学校数	学科数
平成25年度	472	1,373
平成26年度	295	677
平成27年度	272	501
平成28年度	150	240
合計	902	2,773
全体に対する割合	32.0%	39.5%

表2 職業実践専門課程の分野別認定状況

職業実践専門課程の分野別認定状況（H29.2.24現在）

分野	学校数	学科数
工業	616	49.8%
農業	12	9.4%
医療	497	27.0%
衛生	260	30.0%
教育・社会福祉	248	39.4%
商業実務	519	42.2%
服飾家政	103	22.5%
文化教養	518	29.3%
合計	2,773	39.5%

※各分野（）内は、当該分野全学科に占める割合。合計欄の（）内は修業年限2年以上の全学科7,005学科に占める割合。

の専門職短期大学があり、前期課程及び後期課程の区分制課程も導入できることになっており、前期課程修了後、一旦就職してから後期課程への再入学、社会人が学び直しのために後期課程から入学するなど、多様な学習スタイルを選択できる。

### ③教員

実務家教員を教員組織の中に積極的に位置づけ、必要専任教員数のおおむね4割以上を実務家教員とし、その半数以上は研究能力を併せ有する実務家教員とする。

### ④学位

専門職大学を卒業した者に対し「学士（専門職）」の学位を、専門職短期大学を卒業した者に対し「短期大学士（専門職）」の学位を授与し、また、専門職大学の前期課程を修了した者に対し「短期大学士（専門職）」の学位を授与する。

### ⑤修業年限の通算

社会人の学び直しを推進するため、実務の経験を有する者が専門職大学等に入学する場合に、当該入学者の実務経験を通じた能力習得を勘案して、一定期間を修業年限に通算できる。

### ⑥認証評価

専門職大学等の認証評価においては、専門分野の特性に応じたいわゆる分野別評価を行う。

## 6. 今後の課題・考察

専門学校において、職業教育の質向上に向けた取り組みや、職業実践専門課程の認定を申請し、自らの教育の高度化を図る動きは、職業教育により社会に貢献する実績を積んでいる自負と、その取り組みについて社会的な認知を得ることが主な動機となっている。さらに長年高等教育機関として認められながらも一条校という位置づけが与えられず、未だ国からの教育助成を受けていない立場を段階的に解消したいという考えも背景に存在した。

しかし、新たに制度化された専門職大学は、国際通用性の議論から大学体系の内容となり、専門学校が入り込むのは大変困難な仕組みとなっている。

したがって、専門学校は専門学校として今後さら

に複線化された教育機関の中でさらなる特徴化と社会的認知を得る活動をしてゆかなければならない立場にあるといえる。

大学は、学術研究的な教育のもと応用的能力を育成しており、卒業した若者は幅広い業種の中でその応用力を開花させる。つまり、社会のニーズに対応した具体的な職業能力を教育する構造にはなっていない。一方専門学校は、それぞれの産業から求められる特化した職業能力をカリキュラム化し、実践的に体験的な学習のもと各業種の即戦力として活躍できる能力を育成している。日本の産業における人材ニーズに対し、教育の比重をどこに傾ける必要があるかは明らかであると考ええる。

また、我が国では、普通教育志向の進学者が拡大しており、明確な進路意識・目的意識を持たないまま進学している者も多い。

専門学校は、高校生等の進路として実績があるのに、高校の進路指導上、専門学校の情報が極めて少なく、認知度が低いと言われている。その理由の一つに、高校現場における大学へ傾倒している進路指導の在り方がある。高校のレベルが古くから大学進学者数で評価される傾向や、職業体験を持たない教員の進路指導が要因として考えられる。高校卒業後の進路に対する情報提供の不足が若者の将来選択に影響を与えることの無いよう早急な改善が望まれる。

## 7. おわりに

職業実践専門課程は、まだスタートしたばかりではあるが、次の段階において「先導的試行」をさらに形の見えるものにしてゆく必要がある。自己評価の義務化も平成18年の学校教育法改正によりスタートしてから10年が過ぎた。今後、専門学校の価値を広く社会に伝えてゆくためにも、学校自身による教育の質の点検・評価と改善に関する主体的な取り組み（内部質保証）を進めることが重要になってくる。また、職業実践専門課程の質保証・向上の観点からは、認定後の取組充実の状況を確認し、促進する枠組みとして、第三者評価の導入を進めていくことが

必要になると考えられる。その際の第三者評価は、学校における内部質保証を前提にしたものとするとともに、学修成果をより意識した、専修学校の特色・強みを生かした、実効性のある第三者評価システムを構築していくことが望まれる。

<参考文献>

- (1) これからの専修学校教育のあり方について（報告）、これからの専修学校教育の振興の在り方検討会議，平成29年3月
- (2) 実践的な職業教育を行う新たな高等教育機関の在り方について（審議のまとめ）、実践的な職業教育を行う新たな高等教育機関の制度化に関する有識者会議，平成27年3月

# ■ ■ ■ 表紙デザイン選考会 選考結果 ■ ■ ■

「技能と技術」誌 表紙デザインの募集に、全国から144点の応募をいただきました。毎年多数のご応募ありがとうございます。本誌編集委員長をはじめ専門識者による厳正な審査の結果、以下の15点を入選作品といたしました。

最優秀賞に選ばれた村川拓大さんの作品は2018年に発行されるVol.53の表紙を飾ります。また、次点の末次沙也加さんの作品は平成30年度職業訓練教材コンクールのポスターデザインに採用されます。

## ■ 最優秀賞 村川拓大（宮城県立仙台高等技術専門校）



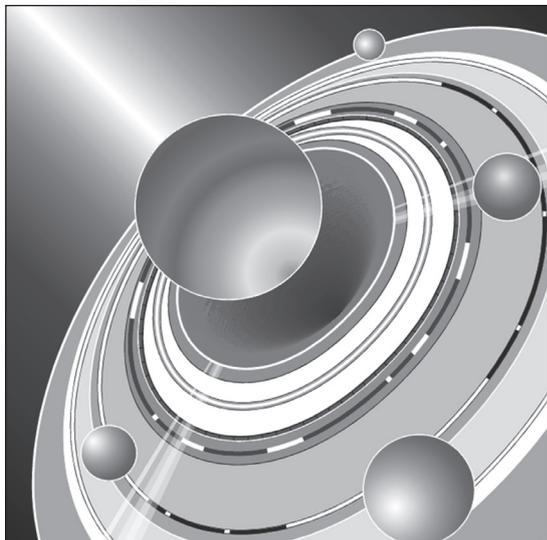
### 【コンセプト】

技術を球体、技能を球体を支える楕円で表し、不安定ながら一緒に大きくなっていく様を表現した。

また、球体から出ている線を能力とし、技術と技能が大きくなると同時に増えていく様を表した。

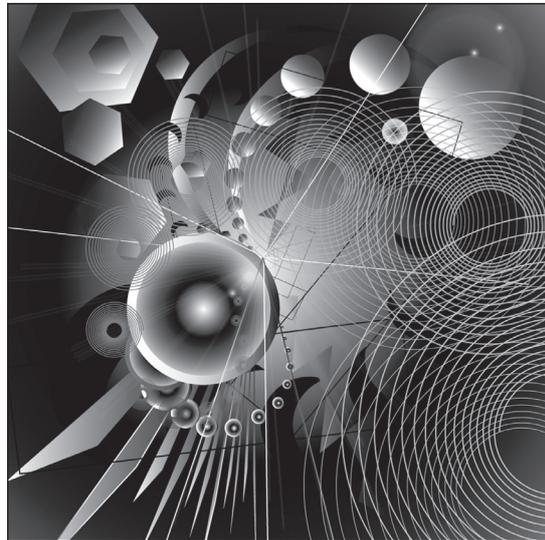
## ■ 優秀賞

末 次 沙也加（福岡県立福岡高等技術専門学校）



## ■ 優秀賞

加 藤 幸 親（兵庫障害者職業能力開発校）



## ■ 佳作（12名）

萩 中 絢 香（北海道立札幌高等技術専門学校）

明 杖 真 未（北海道立旭川高等技術専門学校）

阿 部 花 梨（秋田県立大曲技術専門学校）

磯 貝 左 京（サレジオ工業高等専門学校）

鈴 木 ももか（神奈川県立産業技術短期大学校）

小 又 雄 一（神奈川県障害者職業能力開発校）

大 石 大 輝（長野県長野技術専門学校）

林 宏 幸（長野県長野技術専門学校）

石 垣 康 英（兵庫県立神戸高等技術専門学校）

岡 本 圭 恵（兵庫障害者職業能力開発校）

川 田 国 寿（兵庫障害者職業能力開発校）

成 相 圭 紀（島根県立東部高等技術校）

### 【最優秀賞作品に対する選考員のコメント】

- ・構成要素が多く書き込んでいる作品が多い中で、比較的少ない要素の中で新しい可能性や発展的なことを想像させる作品に仕上がっている。
- ・デザインがシンプルでありながら、新鮮さを感じる。直線と曲面のバランスが非常にうまく表現されている。

# 平成30年「技能と技術」誌 特集テーマについて

「技能と技術」誌編集委員会において、平成30年の特集テーマが決定しました。本誌への投稿をお待ちしております。

## 特集テーマ

2018年第1号（通巻第291号）

平成30年3月掲載

### 【職業訓練実施の創意工夫】

内容：訓練実施における工夫・改善、訓練の質の向上等の取り組みを紹介。

2018年第2号（通巻第292号）

平成30年6月掲載

### 【就職支援の取り組み】

内容：主として女性、中高齢者に対する就職支援の取り組みを紹介。

2018年第3号（通巻第293号）

平成30年9月掲載

### 【障害者に対する職業訓練】

内容：障害者に対する職業訓練実施における創意工夫、就職支援等の取り組みについて紹介。

2018年第4号（通巻第294号）

平成30年12月掲載

### 【ものづくり人材の育成に向けた取り組み】

内容：技能五輪、若年者ものづくり競技大会等に向けた取り組み、指導者を対象とした技能伝承の取り組みを紹介。

## 問い合わせ先

### 「技能と技術」誌編集事務局

職業能力開発総合大学校 基盤整備センター 企画調整部企画調整課

〒187-0035 東京都小平市小川西町2-32-1

TEL：042-348-5075 FAX：042-348-5098 E-mail：fukyu@uitec.ac.jp

---

# 原稿募集のお知らせ

「技能と技術」誌では職業訓練やものづくりにかかわる以下のような幅広いテーマで原稿を募集しています。執筆に関してのご相談はfukyu@uitec.ac.jpまでお寄せください。また、記事に関するご意見やご感想もお待ちしております。

## 実践報告

各訓練施設における各種訓練コース開発、カリキュラム開発、訓練方法、指導法、評価法等の実践の報告

## 調査報告・研究報告

社会情勢や動向を調査・研究し、能力開発業務に関わる部分の考察をした報告

## 技術情報

技術的に新しい内容で訓練の実施に有用な情報

## 技術解説

各種訓練の応用に活かすための基礎的な技術を解説

## 教材開発・教材情報

各訓練コースで使用される教材開発の報告、教材に関する情報

## 企業の訓練

企業の教育訓練理念、体系、訓練内容、教材、訓練実践を紹介

## 実験ノート・研究ノート

各種の試験・実験・研究等で訓練に有用な報告、研究資料

## 海外情報・海外技術協力

諸外国の一般情報、海外訓練施設での訓練実践、教材等の情報

## ずいそう・雑感・声・短信・体験記

紀行文、所感、随筆、施設状況等各種

## 伝統工芸

伝統工芸を伝承するための技能や人物を紹介

## 編 ■ 集 ■ 後 ■ 記

すっかり冬らしい寒さとなり、風邪をひいている方を多く見かけるようになりました。これからインフルエンザも流行しますので、周りの迷惑にならないよう体調管理には十分気を付けていきたいですね。

今号の特集は、「新しいものづくり」についてでした。「ものづくりのイノベーション」、「ものづくり教育の新たな試み」に関する記事を4本ご投稿いただきました。このうち特集4の廣瀬氏と五十嵐氏は、平成29年度職業能力開発論文コンクールにおいて、厚生労働大臣賞（入選）を受賞されました！今後の取り組みについても、ご投稿をお待ちしております！

特集以外では、前号に引き続き「職業大と技能五輪」をテーマとして、技能五輪全国大会の職種から、「電子機器組立て」と「電工」に関する記事をご投稿いただきました。職種に関するわかりやすい解説に加えて、職業大の技能五輪への関わりについて知ることのできる有益な記事となっています。また、専門学校における「職業実践専門課程」について考察した記事もご投稿いただきました。こちらは文部科学省が進める取り組みですので、興味のある方も多いのではないのでしょうか。

平成30年の「技能と技術」誌の表紙を飾る表紙デザインが決定しました！次号では最優秀賞受賞者と指導してくださった先生の声の本誌でお伝えする予定です。

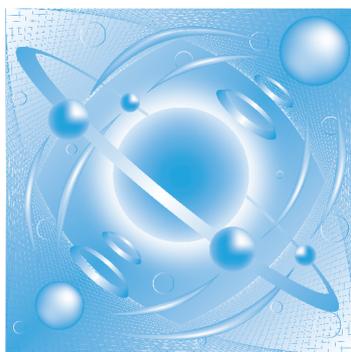
平成30年の特集テーマが決まりました！1号（3月発行）の特集は、「職業訓練実施の創意工夫」です。さまざまな取り組みを紹介できるテーマとなりますので、この機会にぜひご投稿ください！

【編集 鎌田】

職業能力開発技術誌 技能と技術 4/2017

掲 載 2017年12月  
編 集 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構  
職業能力開発総合大学校 基盤整備センター  
企画調整部 企画調整課  
〒187-0035 東京都小平市小川西町2-32-1  
電話 042-348-5075  
制 作 システム印刷株式会社  
〒191-0031 東京都日野市高幡1012-13  
電話 042-591-1411

本書の著作権は独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構が有しております。



# 技能と技術