ISSN 1884-0345
通巻第287号

技能と技術

職業能力開発技術誌

1/2017

特集●魅力ある職業訓練

Vol.52

職業能力開発技術誌

技能と技術

1/2017号
通巻No.287

CONTENTS

特集●魅力ある職業訓練

この人のことば　ものづくり立国に貢献するテクノロジスト ―― 1
赤松　明／ものつくり大学学長

特集①　平成28年度 職業訓練教材コンクール厚生労働大臣賞（特選）受賞作品
チラクールとメガープラグ ―― 3
神﨑　啓太郎、来仙　昭久／関東職業能力開発促進センター

特集②　平成28年度 職業訓練教材コンクール厚生労働大臣賞（特選）受賞作品
高速化するディジタル回路における信号品質を理解するための実習教材の開発 ―― 11
望月　隆生／近畿職業能力開発大学校

特集③　品質工学の教育と普及に関する取り組み事例について ―― 17
岩永　禎之／四国職業能力開発大学校

特集④　北海道における電気工事業の魅力向上への取り組み
～第1回電気工事技能競技北海道大会の開催および競技審査基準の策定と審査手引きの作成～ ―― 22
磯　史樹／北海道職業能力開発大学校

特集⑤　函館地方電気工事協同組合との連携による地域の人材育成
～電気工事技能競技大会選手の育成～ ―― 29
高木　豊／北海道職業能力開発促進センター函館訓練センター

施設紹介　熊本地震からの復旧
～熊本県立技術短期大学校の場合～ ―― 35
河邉　真二郎／熊本県立技術短期大学校

職業大フォーラム　ドイツの産業・社会と専門職業教育 ―― 41
吉川　裕美子／独立行政法人大学改革支援・学位授与機構

研究ノート　マイコンを用いた電子楽器開発記①
～「無弦チェロ」の開発～ ―― 49
三井　実／ものつくり大学

施設紹介　「技能と技術」誌表紙デザインコンテスト最優秀賞受賞者および指導者インタビュー ―― 57
「技能と技術」誌 編集事務局

●表紙は北海道立札幌高等技術専門学院電子印刷科の涌井天史郎さんの作品です。

ものつくり大学
学長　赤松　明

ものづくり立国に貢献するテクノロジスト

昭和55年（1980）以降，急速な円高を背景に国内の生産拠点は人件費の安い海外へと工場移転が進み国内製造の空洞化が顕在化しました。さらに，第二次世界大戦直後の昭和22年（1947）から昭和24年（1949）にかけての第一次ベビーブームに生まれた世代（団塊の世代）の定年退職による産業技術者の不足や企業内の技術の継承の断絶などの問題が懸念されました（**図1**）。

このような，国内製造の空洞化や労働人口の変化により，ものづくりを基盤とする産業の重要性を見直すため，平成11年（1999）ものづくり基盤技術振興基本法が制定され，平成12年（2000）には「ものつくり大学」への取り組みの支援と人材育成の積極的活用のため，ものづくり基盤技術基本計画が策定されました。そして，ものづくりに対する社会的評価の向上と社会に貢献することを使命とし，高度な技能と技術を融合した実践的な技能工芸に関する教育及び研究を行い，加えて豊かな社会性・創造性・倫理性を身につけた技能技術者（テクノロジスト）を育成することを目的として，平成13年（2001）4月に国，自治体，産業界の支援の下，埼玉県行田市に開学しました。

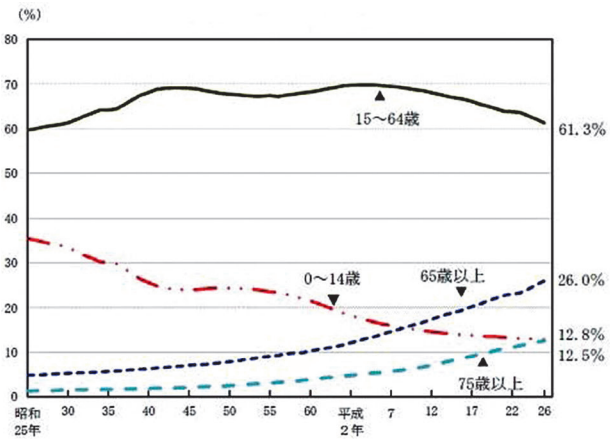


図１　年齢3区分別人口の割合の推移(1)

ところで，本学は1学部（技能工芸学部）2学科（製造学科，建設学科　各科定員150名）及び大学院ものつくり学研究科ものつくり学専攻（定員20名）から構成されています。さらに，製造学科は，先進加工技術コース，機械デザインコース，電気電子・ロボットコース，情報･マネージメントコースの4コースからなり建設学科は木造建築コース，都市・建築コース，仕上･インテリアコース，建築デザインコースの4コースから成っています。

本学の学びの特長として，1年間の課程を4つの学期に分けた4学期制（クォーター制）をとっているために1学期の各授業の授業回数は8回で完結しています。そのために各授業は短期集中型の授業が展開され授業の目的が明確になり，効率的に成果を得ることができます。

また，両学科とも実労40日間（2ヶ月間）に亘ってインターンシップを実施し，企業などの生産現場･実務現場での研修を通して，ものづくりに関連する業務の様々な様態にふれ，工夫する力を養うとともに，仕事をする意味を理解し，自らの適正を見つめ将来像を構築することを目的としています。そして，インターンシップを受講した学生の満足度は97.4％と高い値であり，40日間の長きに亘る実習にも関わらず，「段取りの重要性を認識できた」，「自分の不足点が認識できた」など自身を改めて見直し，将来を意識することができたようです。

一方，学生自らが立案し，制作する課外プロジェクトも活発です（**図2**）。

●NHK学生ロボコン・・・課題に基づき学生自らが設計し制作しています。その実力は2007年準優勝，特別賞3回，アイデア賞1回の受賞歴があり，全国9

NHK学生ロボコン

全日本学生フォーミュラ大会

ル・コルビジエ　休暇小屋

図2　課外プロジェクトの成果

位埼玉県1位（朝日新聞出版大学ランキング2016年度版より）の実力を持っています。

●全日本学生フォーミュラ大会・・・マシンの構想から設計・製作（エンジン，タイヤ以外）までを学生自らが行い，9回連続出場を果たしています。なお，グッドフレームデザイン賞第2位，日本自動車工業会会長賞を3回受賞しています。

●技能五輪全国大会入賞・・・2016年（山形県）に開催された技能五輪全国大会に埼玉県代表として建築大工職種，家具職種，左官職種に11名の学生が参加し金賞1名，銀賞2名，銅賞1名，敢闘賞2名の素晴らしい結果を残しました。特に，建築大工職種では森脇康太君が金賞を受賞し2017年10月にアブダビで開催される技能五輪世界大会（World Skills Competition）に我が国代表として参加します。

●ル・コルビジエ「休暇小屋」の再現・・・建築家ル・コルビジエが南仏カップマルタンに建てた休暇小屋を本学キャンパス内に原寸通り再現しました。

このような，学びの成果が最終的には，学生の就職に反映されると考えられますが，本学では，就職活動に関して教職員及び外部のキャリアカウンセラーによるサポートにより開学以来民間就職希望者に対する就職率は95％であり2015年度は製造学科99%，建設学科100%と高い就職率を維持しています。

最後になりますが，身の回りに「起こった」，「起こっている」，「起きるかもしれない」諸問題を発掘し，その問題を解決する能力を身につけた本学のテクノロジスト達が，ものづくりの空洞化を押し止め，ものつくり立国として我国のさらなる発展のために大きな力となると確信しています。

ところで，私は，職業訓練大学校を昭和49年10期生として卒業し，平成18年に職業大を辞するまでの32年間職業大でお世話になりました。この間，技能と技術の編集委員もさせて頂いたこともあり，この度の原稿依頼がありましたときには，大変懐かしく思いました。厚生労働省，文部科学省と所管こそ違いますが，職業大とものつくり大は，職業教育・職業研究の領域では共通することが多く，我国のものづくりのためには，両大学が連携し協働することが求められると思います。そのために，今後とも，ものつくり大，職業大とも不断の努力を続けていこうではありませんか。

＜文献＞

(1) 年齢3区分人口の割合の推移（昭和25年～平成26年度　総務省統計局　人口推計（平成26年10月1日現在）（http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2014np/）

あかまつ　あきら
略歴
農学（博士）東京大学
1999年職業能力開発大学校造形工学科助教授
2006年ものつくり大学建設技能工芸学科教授
2011年ものつくり大学建設学科学科長
2013年ものつくり大学技能工芸学部学部長　ものつくり学研究科長
2016年4月よりものつくり大学学長
専門：木材加工学・人間工学

平成28年度 職業訓練教材コンクール　厚生労働大臣賞（特選）受賞作品

チラクールとメガープラグ

関東職業能力開発促進センター　神﨑　啓太郎
来仙　昭久

1. はじめに

本誌2015年4号に,『絶縁抵抗測定を楽しくする「メガープラグ」』という記事を投稿して，約1年が経過した。

そもそも，メガープラグについて教材情報を投稿したのは,平成26年度の職業訓練教材コンクール（以下，教材コンクール）がきっかけであった。当時の訓練課長に教材コンクールへの応募を勧められ，提出した教材はA4サイズ3ページ分の取扱説明書とメガープラグだけという簡素なものだった。アイデアには少し自信があったので，ひょっとしたらと淡い期待を抱いていたが，結果は全く及ばず。ただ，返却された教材に添えてあった講評の中にこの一文があった。

「ゲーム性を重視すれば，絶縁不良箇所を探しながらメガーの使い方を学べる，とてもよい教材です。」

中途半端な仕上がりで出品し落選した悔しさはあったものの，このメガープラグを多くの職業訓練指導員に知ってもらいたいと感じた瞬間だった。それから前回の投稿に至ったわけだが，記事を読んで試したという知人からの評価は上々で，改めてメガープラグに光を当ててあげたいと親心のように思ったことを覚えている。それから2年が経ち，改良したメガープラグにチラクールという新たな仲間を加え，テキストも一新して今年度の教材コンクールに応募することになった。

本稿ではその教材を紹介する。

2. 教材の概要

タイトルのとおり，この教材は2つのツールから構成されている。

2.1　チラクール

1つ目は地絡再現･地絡電流確認教材で，チラクールと呼んでいる。チラクールはビル管理の現場でよくある電気事故の1つである地絡事故を安全に再現することができ，地絡電流の経路確認，保護装置である漏電ブレーカの特性やアース線の役割などを実感することができる。

チラクールは，シーケンス制御の実習中にアイ

図1　チラクール200

デアを思いついた教材である。当センターには漏電故障を起こしている三相誘導電動機があり，これにアース線を繋いで運転すると，当然のことながら漏電ブレーカがトリップする。しばらくは，この電動機を使って漏電・地絡のメカニズムを訓練で紹介していたが，安全面や訓練での汎用性を考えて教材化しようと思い立った。

実習を行う際には，チラクール本体のケーブルを負荷側の電路に接続する。また，モード切り替えスイッチで2つの機能を使い分ける。1つ目はダイレクトモードで，スイッチをDirect側に切り替えると内部抵抗が最小値の状態で地絡電流が流れる設計としている。漏電ブレーカがトリップする漏電状態を再現し，地絡経路の確認実習を行うことができる。実習方法については3.1で例を紹介する。2つ目はメータモードで，本体のボリュームつまみを調整し，内部抵抗値を徐々に下げていくと漏電ブレーカがトリップする電流値をメータで確認することができる。

いずれの場合も地絡電流は内部回路により漏電ブレーカの定格感度電流以下に抑えられるため，安全に確認することができる。また，検電ランプにより被測定回路の充電状況が確認でき，安全性を高めている。

製作するにあたりこだわった点は，ハンディサイズで取り扱いやすくすることと，見た目を製品のような仕上がりにすることである。

なお，感度電流切り替えスイッチにより，漏電ブレーカの定格感度電流30／15mAに対応している。また，100V回路用の**チラクール**100も準備している。

2.2　メガープラグ

2つ目は絶縁抵抗測定用絶縁不良設定教材で，メガープラグと呼んでいる。メガープラグは漏電の原因である絶縁不良を任意のコンセント回路に再現し，その不良個所を絶縁抵抗計（メガー）で探し出すという訓練に活用できる。これまでの絶縁抵抗測定は訓練専用に模擬回路を作って使用するか（この場合は不良個所が固定になるし，実際の設備でないため実感が沸きにくい），または実際の健全な設備で測定するか（この場合は不良がないので，面白味がない）のいずれかの場合が多く，現実味に欠ける訓練を行っている状況であった。メガープラグを使えば，受講生は不良箇所を特定できない状況での絶縁抵抗測定となり，実践的な絶縁抵抗測定の手法を興味深く身に付けることができる。また，メガーによる測定の仕組みやテスターの抵抗測定との違いなどの説明もしやすい教材になっている。内部回路や製作方法など，詳しくは本誌2015年4号を参照されたい。今回，教材コンクールに応募したメガープラグは，ボディに医用プラグ（クリア）を採用し，従来のものより利便性が向上している。

これら2つのツールを使い訓練を実施することで，目に見えにくい電気の事故（地絡事故）の仕組みを理解すると共に，事故発生時の対処法も実践的に身に付けることができる。

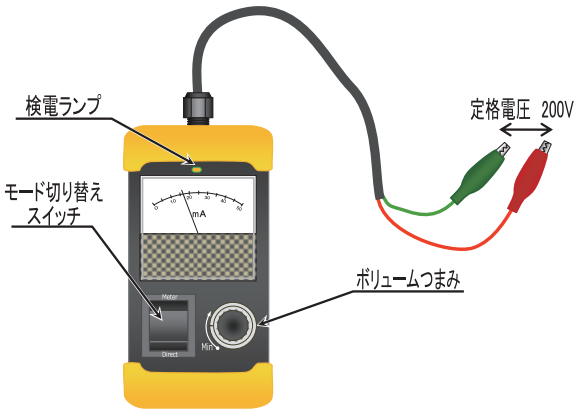


図2　チラクール200 **各部の名称**

図3　メガープラグ（新）

3. 教材の内容

教材はマニュアル･実習例（テキスト）とチラクール（100V用，200V用）およびメガープラグで構成されている。それぞれのツールの実習例の中から代表的なものを紹介する。

3.1　シーケンス回路を使った地絡経路確認【チラクール】

漏電遮断器が動作する場合（アースが接続されている）

①図5の三相誘導電動機の直入れ始動回路を準備する。（下図は操作回路を省略している）

②図4の実体配線図のように端子台のE端子に緑線，T1端子に赤線を接続する。

③**チラクール**$_{200}$のスイッチを〔Direct〕側に倒したら準備完了。

④漏電ブレーカを投入する。

⑤始動用押しボタンスイッチ〔ON-PBS〕を操作するとMCが動作し，同時に漏電ブレーカがトリップすることを確認する。

※電圧印加と同時に漏電ブレーカがトリップするため，検電ランプは一瞬だけ点灯する。

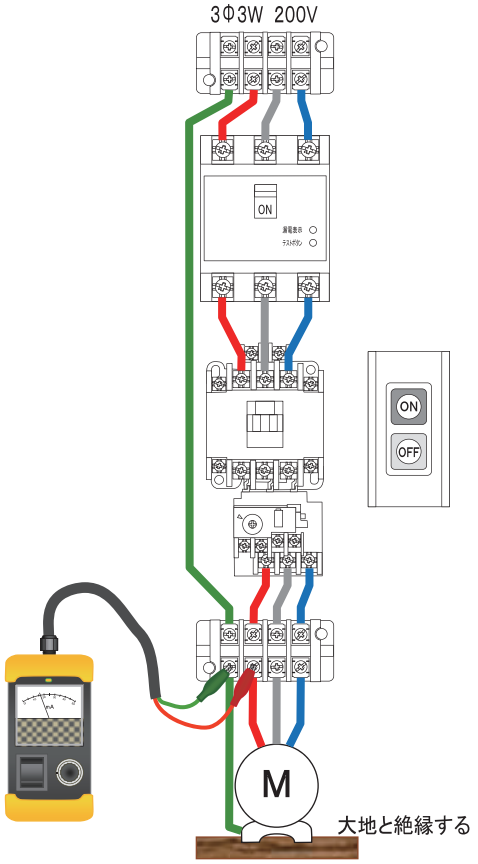


図4　実体配線図

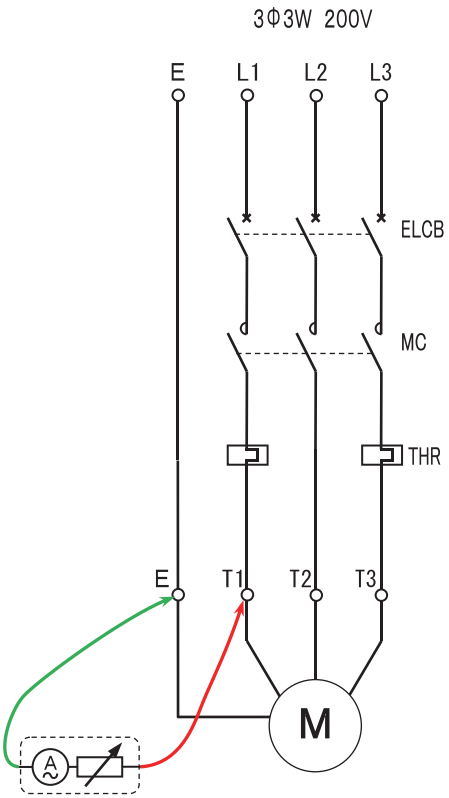


図5　展開接続図

これは**チラクール**$_{200}$の内部抵抗を介してT1→Eへと地絡電流が流れるためである。

漏電遮断器が動作しない場合（アースが接続されていない）

①図7の三相誘導電動機の直入れ始動回路を準備する。（下図は操作回路を省略している）

※このとき電源側のアースを外しておく。

②図6の実体配線図のように端子台のE端子に緑線，T1端子に赤線を接続する。

③**チラクール**$_{200}$のスイッチを〔Direct〕側に倒したら準備完了。

④漏電ブレーカを投入する。

⑤始動用押しボタンスイッチ〔ON-PBS〕を操作すると電動機は直入れ始動するが，前項とは異なり漏電ブレーカはトリップしないことを確認する。また，電圧印加中を表す検電ランプが点灯していることも確認する。

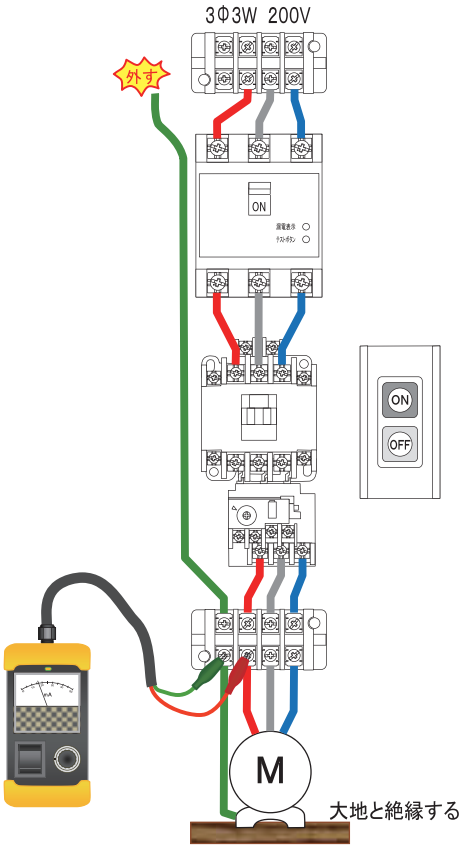


図6　実体配線図

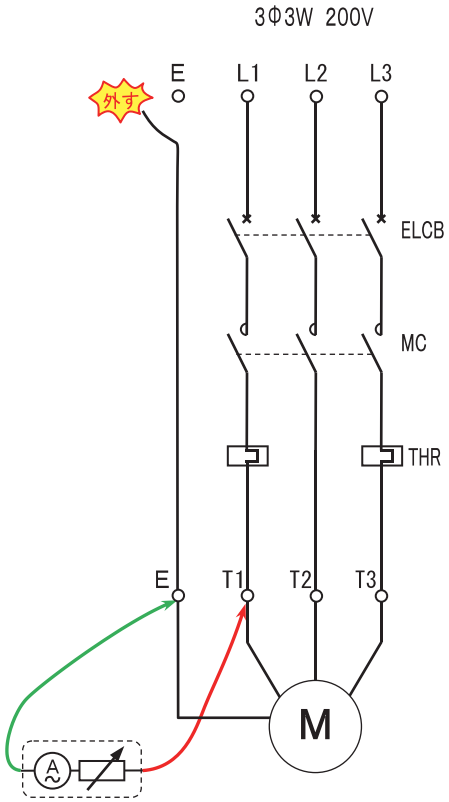


図7　展開接続図

これは漏電状態であるがアースが接続されておらず，地絡電流がほとんど流れないためである。

3.2　コンセント回路の絶縁抵抗測定実習【メガープラグ】

ここでは主幹の漏電ブレーカが地絡電流によりトリップした際に，不良である分岐回路を特定するとともに絶縁抵抗を測定する手順を示す。主幹開閉器を開放するため，懐中電灯等のバッテリー式照明器具を準備しておく。

以下にポリテクセンター関東117実習室において，**コンセント【へ】ー分岐回路【Ｆ】にメガープラグ**を設定し実習をした例を挙げる。

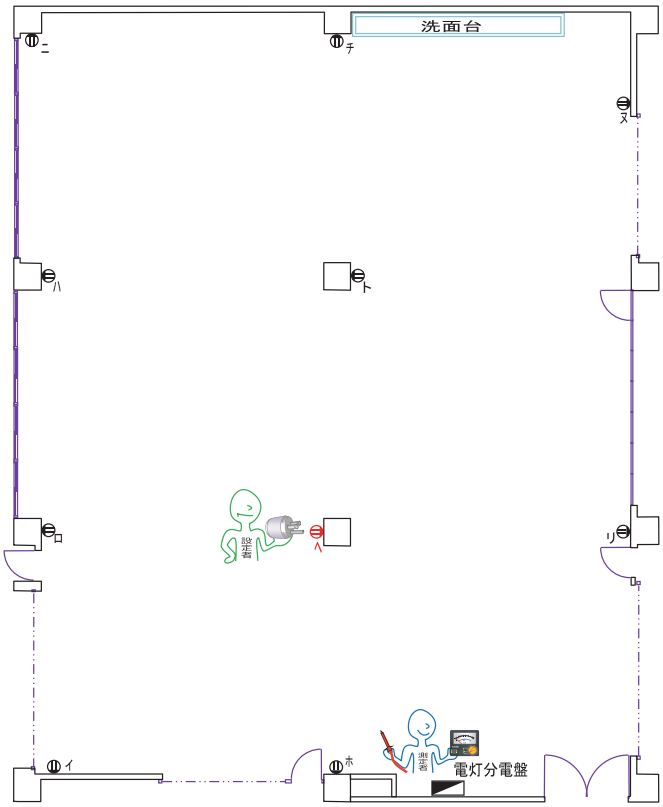


図8　ポリテクセンター関東117実習室
コンセント配置図（例）

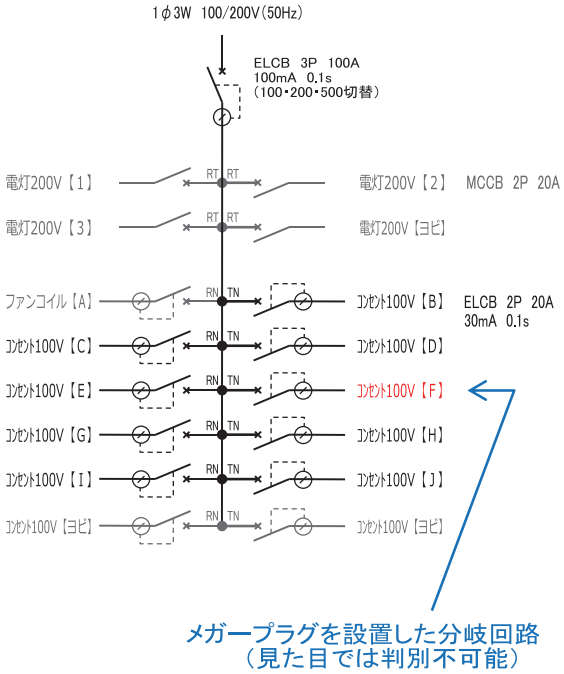
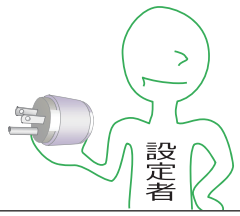


図9　ポリテクセンター関東117実習室
分電盤結線図（例）

メガープラグ設定者は，図8 コンセント配置図のうち，任意のコンセントに**メガープラグ**を設置する。測定者はどの分岐回路に不良が設定されているかを絶縁抵抗測定によって判別する。

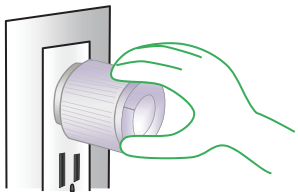
メガープラグ使用例

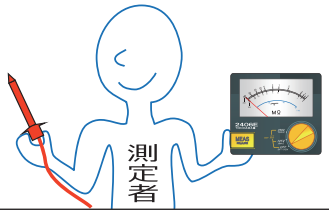


①不良箇所を設定する

実習場または教室の任意のコンセントにメガープラグを差し込み，設定した旨を測定者に知らせる。

『メガープラグを設置しました。』



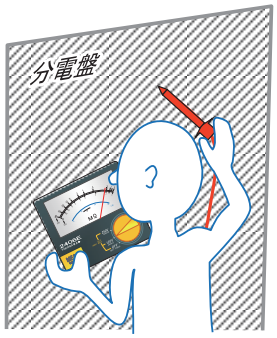


②絶縁抵抗測定

手順に従って絶縁抵抗測定を行う。

・主幹ブレーカを開放し，検電器で無電圧を確認する。
・分岐回路のブレーカも全て開放する。
・接地側クリップ〔EARTH〕をアース端子または分電盤のネジ部等にはさみ込み，押しボタンを引上げ固定。分岐回路用ブレーカの二次側に電圧側プローブ〔LINE〕を順に当てていく。
・メガーの指針が振れたら安定するのを待って値を読み取る。
・メガープラグの設定者に発見した旨を連絡する。

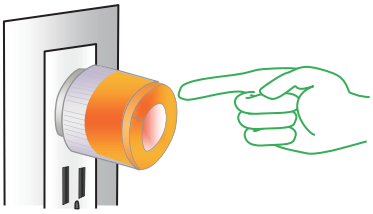
『絶縁不良の分岐回路【F】を発見しました。
抵抗値0.2MΩです。
確認をお願いします。』



③測定状況を確認する。

メガープラグ内部のネオン管が点灯していれば当該分岐回路が測定中であることが分かるので，測定者の呼びかけに応じる。

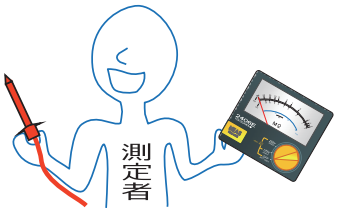
『コンセント【へ】でネオン管の点灯を確認しました。』



④不良箇所判別

・絶縁不良箇所が負荷側か配線側かを確認するため，設定者にプラグを抜くように呼びかける。

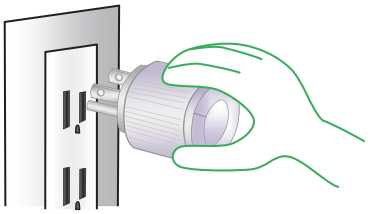
『負荷を外してください。』



⑤不良箇所を取り除く

測定者の呼びかけに対し，メガープラグを取り除く。（または，取り除くフリをする。）

『設定完了しました。』



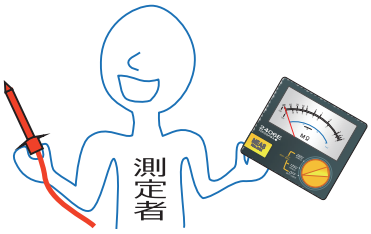
⑥不良個所判別

・抵抗値に変化がなければ，配線側の絶縁不良である。

『絶縁抵抗○○MΩで変化ありません。配線側に問題があるようです。』

・抵抗値が大きくなれば，負荷側の絶縁不良である。

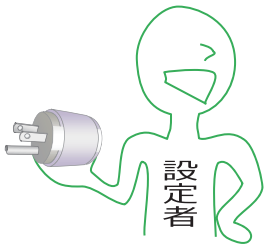
『絶縁抵抗○○MΩに上昇しました。負荷側に問題があるようです。』



⑦不良箇所判別について回答

⑤で設定した内容に合った判別結果かどうかを確認する。

『配線側（負荷側）の絶縁不良で正解です。』



⑧不良箇所の切り離し

・負荷側の絶縁不良であれば，負荷を取り除いた後に分岐回路および主幹ブレーカを投入する。

・配線側の絶縁不良であれば，当該分岐回路を除く分岐回路および主幹ブレーカを投入する。

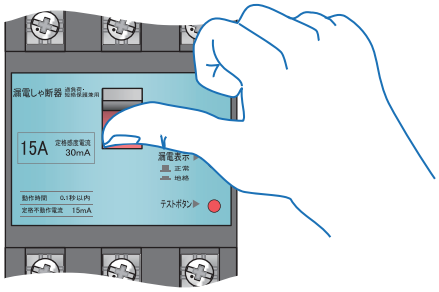


図10　メガープラグを活用した絶縁抵抗測定実習（例）

4. 教材活用の効果（成果）

本教材は電気設備保全や電気の安全に係るコースや有接点シーケンス制御（電動機制御），電動機の保守・点検等のコースに活用できる。

アビリティ訓練の中で，チラクールとメガープラグを使用した感想を，訓練生と指導員にヒアリングしたので，その内容を以下に記す。

【チラクール】

◇訓練生から

・定格感度電流や定格不動作電流の意味がよく分かった。
・アース線の大事さが分かった。
・勉強するまでは，ブレーカはどれも同じだと思っていた。
・分電盤に関心を持つようになった。

◇指導員から

・自分自身，今まで漏電ブレーカがトリップする瞬間を見たことがなかった。
・トリップする電流がメータで確認できるのが良い。
・検電ランプのおかげで，安全作業ができる。

図11　チラクール実習風景（シーケンス制御）

【メガープラグ】

◇訓練生から

・現場に行ったときの心配が一つ減った。
・楽しみながら，勉強することができた。
・資格試験の勉強だけでは不十分であったということが分かった。

◇指導員から

・訓練生同士がゲーム感覚で楽しんで実習に取り組んでいるのが分かる。
・簡単な構造なので，知り合いの指導員にも紹介した。
・分電盤での測定の様子が，プラグを設置したコンセントで確認できるのが良い。
・測定の実習時間を長く取れる分，訓練生の理解も深まるようだ。

5. 最後に

これらの教材は訓練を実施している中でひらめき，設計・製作したのだが，一緒に携わった来仙指導員は，よき協力者であり，一番の愛用者でもある。それに加えて，とにかく褒め上手なのである。となりの席から「いいね。いいね。」「こうしたら，もっと良くなる。」と，明るく上手におだてられながら一緒に試行錯誤を重ねて，あれよあれよと言う間に出来上がった。褒めることの重要さを感じた4ヶ月間でもあった。

最後に本教材の作成にあたり，ご協力いただきました皆様に心より感謝申し上げます。

＜参考文献＞

[1] 神﨑啓太郎ほか,「絶縁抵抗測定を楽しくする「メガープラグ」～壊れたパイロットランプを活用でき，たったの5分で作れてしまう～」，技能と技術2015年4号（2015），pp.32-35

平成28年度 職業訓練教材コンクール　厚生労働大臣賞（特選）受賞作品

高速化するディジタル回路における信号品質を理解するための実習教材の開発

近畿職業能力開発大学校　望月　隆生

1. はじめに

ディジタル回路基板上の無対策な配線では，反射と呼ばれる現象が発生して配線に流れる信号に乱れが生じる。信号の乱れは極短時間であるため，学校で作成するような回路では影響が無いが，高性能なディジタル機器やコンピュータに使用されているような高速ディジタル回路では，動作を狂わす原因となる。この信号の乱れの程度を信号品質と呼び，信号品質を低下させない技術は，今日のコンピュータやディジタル家電等の設計において必須である。

しかし，信号品質が動作に影響するほどの高速ディジタル回路は，学校の実習環境で実験を行うことが困難である。これは，高速ディジタル回路の信号帯域が高く，実験が容易でないためである。その結果，従来の実習では，部品や配線の変更によって回路内の信号波形に変化が認められてもディジタル回路としての動作（回路の出力）には影響が無く，信号品質に関する技術の必要性と対策の有効性が実感しにくいという問題があった。

この問題を踏まえ，信号品質を低下させる要因と対策技術の有効性の理解を目的として本教材を開発した。本教材は，信号品質の悪化による回路の誤動作と，対策技術による回路動作の正常化が学校の実習環境で確認することが可能である。本教材の実験回路は回路基板にケーブルを接続し，ケーブル端の反射を利用して信号品質を低下させる。さらに信号品質が低下すると通常と異なる信号を出力するように回路を設計してあるため，回路の正常動作と誤動作を明確に判別することができる。

2. 教材の概要

2.1　教材の構成

教材は実験回路，実習の手引き，実験回路図で構成される。それぞれの概要を以下に述べる。

（1）実験回路

教材で使用する実験回路を図1に示す。回路基板はサイズが50mm×70mmの片面基板であり，信号の流れがイメージしやすいように配線と主な部品が基板の表面になるようにしている。基板は基板加工機で製造しているが，エッチングや外注で製造しても問題はない。基板加工機で製造する場合，加工時間の長さが問題になるが，小型の片面基板であるため短時間で製造することが可能である。

実験回路の内部では，図2に示したように入力信

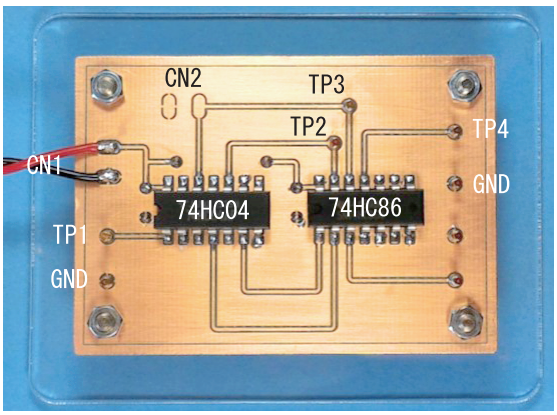


図1　実験回路基板

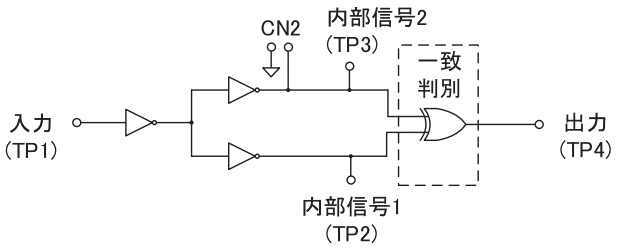


図2　実験回路

号を分岐させ，XOR素子を用いて分岐した2つの信号の一致判別を行う。判別結果は，信号に差異が無いと論理‘0’が，差異があると論理‘1’がそれぞれ出力される。ただし，実際の動作における信号の差異の発生は，短時間の現象であるため，不一致を示す判別結果はパルス状の信号となって現れる。

(2) 実習の手引き

実習の手引きは「指導案」と「実験の手順」で構成される。指導案には実習の流れと指導の要点を記載し，実験における機材や具体的な手順，計測される波形の例などは，実験の手順に記載した。指導案の中に全て記述することが本来の姿であるが，本教材では指導案と実習の手順を分けることで教材の汎用性が高まり，本教材の実験を他のカリキュラムや実習に適用しやすいと考えた。

(3) 実験回路図

実験回路の回路図であり，回路の動作を説明する際に用いる。

2.2　教材の適用

実習の手引きにある指導案に基づいて実習を進行し，その中で5つの実験を行う。各実験の前には，実習の手引きにある実験の手順に基づいた説明を実施する。各実験は小規模であるため比較的短時間で実施可能である。各実験で得られる結果は，実習の中で動機付けや提示される理論の確認となり，信号品質に関する説明を補助する。各実験の具体的な内容については次章で述べる。

2.3　学生用の実験手順書が無い理由

実験形式の実習では，学生は再実験とならないように実験手順書に従うことに専念し，その結果，実験を単なる作業としてこなしてしまう傾向が少なからず見受けられる。その結果，自身で実験を行ったにもかかわらず，実験の目的や内容をほとんど理解していないというケースも残念ながら存在する。また，実験手順書がある場合，早い学生は手順書に従って最後まで実験を進めることが可能であるため，進捗の個人差が大きくなることも問題であった。

こうした問題を踏まえて，本教材では学生用の実験手順書を用意していない。本教材は各実験の目的と手順がシンプルであるため，実験ごとに指導員が板書で説明することを想定している。さらに，実験ごとに指導員の説明をはさむ事で学生の進捗を揃える意図もある。

3. 教材による実験

3.1　実験1

実験1では，これまでに学んだディジタル回路技術の確認を行う。

図1に示した実験回路のCN1に電源（3.3V）を接続し，方形波（12MHz，3.3Vpp）をTP1に入力して，TP2，3，4の信号をオシロスコープで計測する。

信号の流れを図3に，計測される内部信号と出力

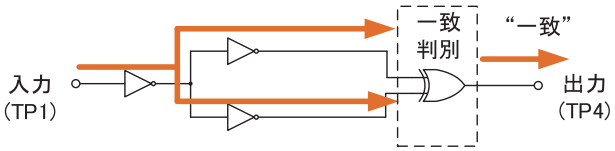


図3　実験1における信号の流れ

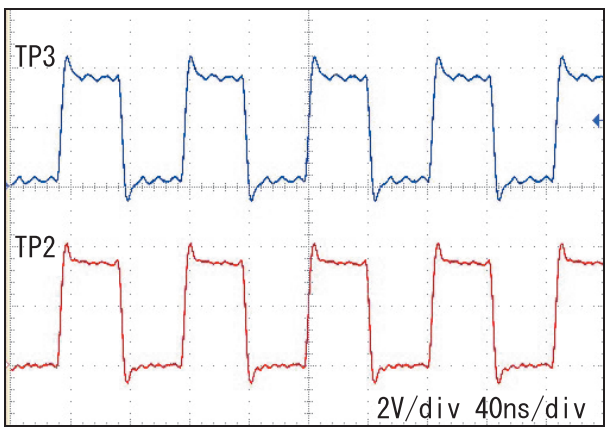


図4　実験1における内部信号波形

信号の波形を図4と図5にそれぞれ示す。当然のことながら2つの信号に差異は無いため一致を示す信号が出力される。

以上の回路動作は学生がこれまでに学んだディジタル回路技術により，すべて説明することができる。

3.2　実験2

実験2では，これまでに学んだディジタル回路技術だけでは，回路が正常に動作しない状況を経験させることで，新たな技術（信号品質）を学ぶための動機付けを行う。

実験2では，図6に示したように実験1の回路に1400mmのケーブル（3芯フラットケーブル）を接続する。接続は図7に示したように中央の線を信号線に，両側の線をGNDとし，ケーブルの先端は開放状態とする。

学生がこれまでに学んだディジタル回路技術に照らし合わせると，このケーブルは回路動作に影響しない配線であることが予想される。しかし，実際の動作では図8に示したようにケーブルの端で反射と呼ばれる現象が発生する。反射により戻ってきた信号はケーブルの往復に要した時間だけ遅れが生じて

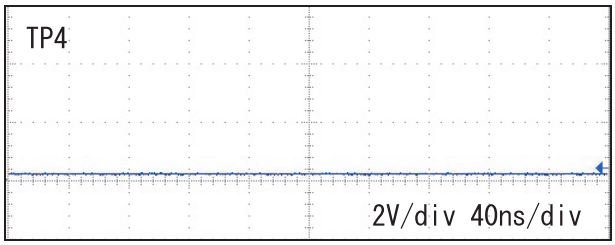


図5　実験1おける出力信号波形

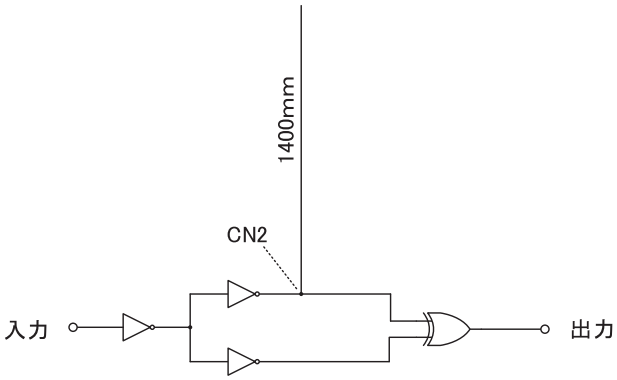


図6　実験2における実験回路

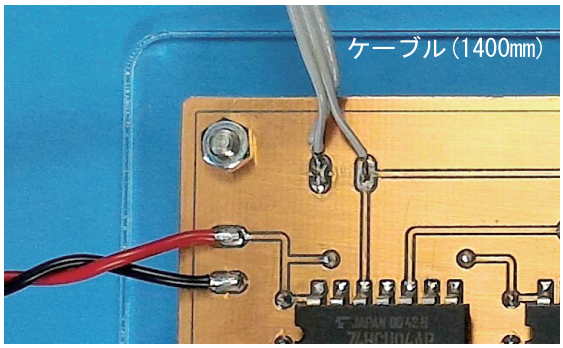


図7　ケーブルの取り付け

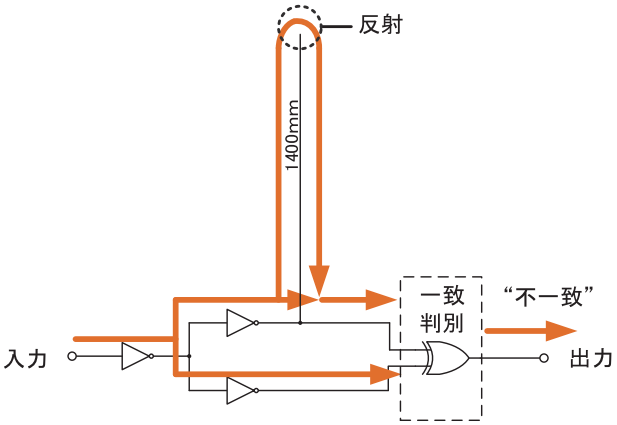


図8　実験2における信号の流れ

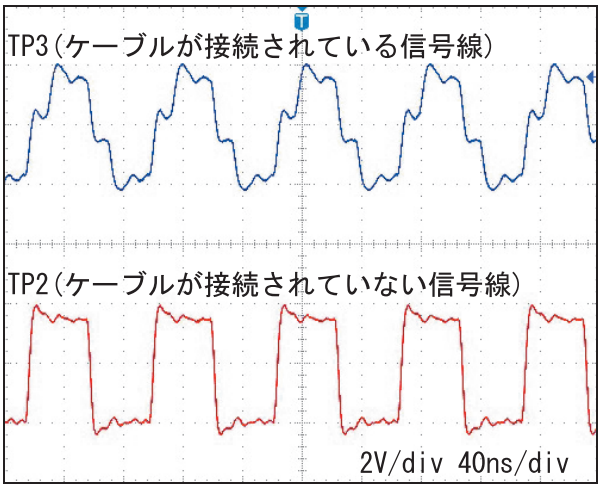


図9　実験2における内部信号波形

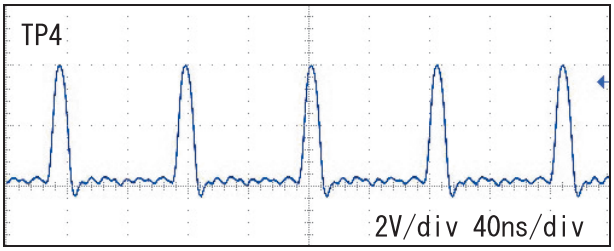


図10　実験2における出力信号波形

おり，反射前の信号との間で干渉が生じて信号波形に歪みが発生する。実測の波形を図9に示す。ケーブルを接続した信号に歪みが生じると，ケーブルを接続していない信号との間に差異が現れ，一致判定の結果，不一致を示す信号が出力される。実際の波形を図10に示す。差異の発生に応じてパルス状の信号が出力されていることがわかる。

実験2の結果は，信号品質の低下により回路が誤動作し，正常時と異なる信号が出力されたと解釈することができる。

3.3　実験3

信号品質に関する理解を深めるために，実験3では反射経路の長さと信号品質の関係を調べる。さらに，その結果から信号品質には対策が存在することを示し，対策技術を学ぶ動機付けを行う。

実験3では図11に示したように，ケーブルを順次短く切断しながら測定を行う。計測される内部信号と出力信号の波形を図12と図13にそれぞれ示す。ケーブルの往復に要する時間が短縮されることで，次第に内部信号の歪みが小さくなり，出力が，不一致を示す信号から一致を示す信号へと変化する様子

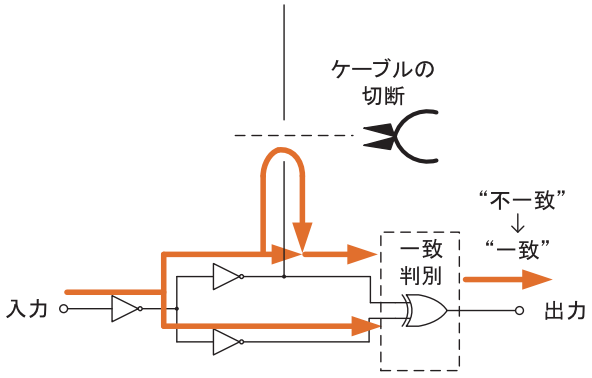
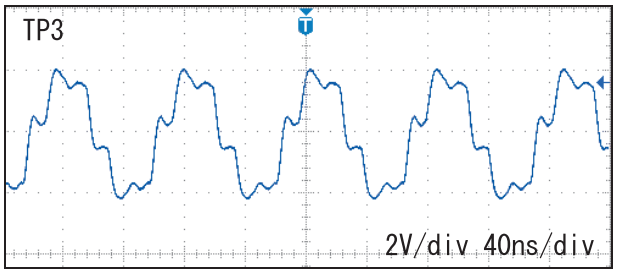
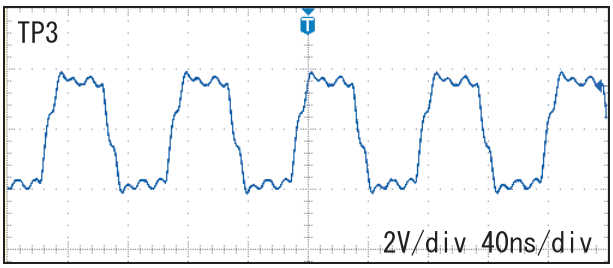


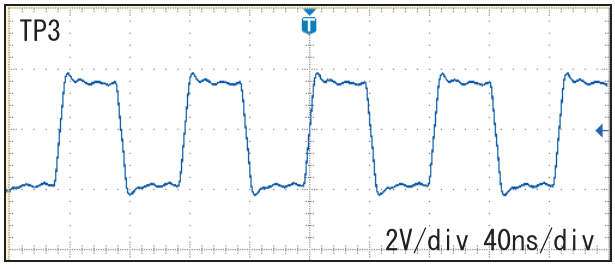
図11　実験3における信号の流れ



(a) ケーブル長1400mm

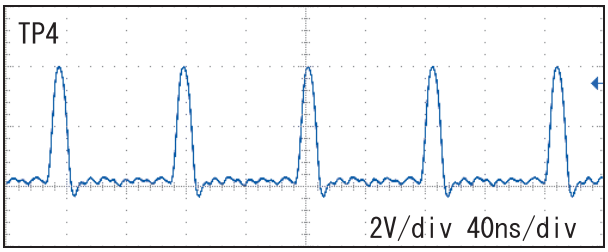


(b) ケーブル長800mm

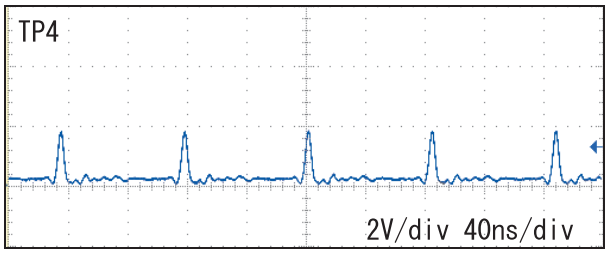


(c) ケーブル長400mm

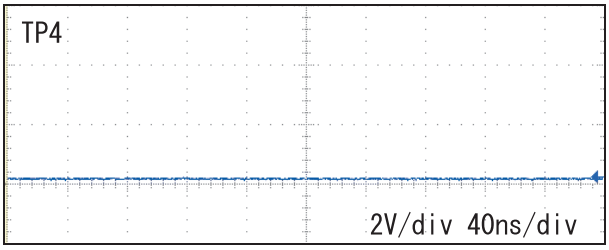
図12　実験3における内部信号波形



(a) ケーブル長1400mm



(b) ケーブル長800mm



(c) ケーブル長400mm

図13　実験3における出力信号波形

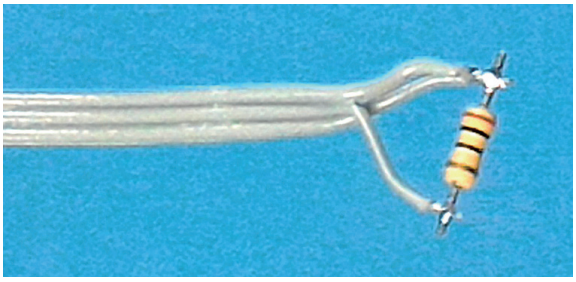


図14　終端抵抗の取り付け

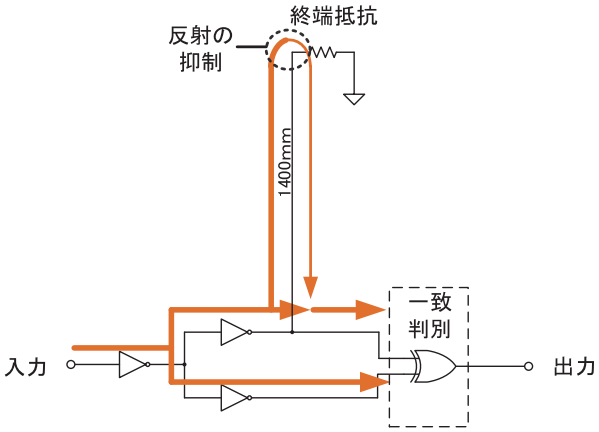


図15　実験4における信号の流れ

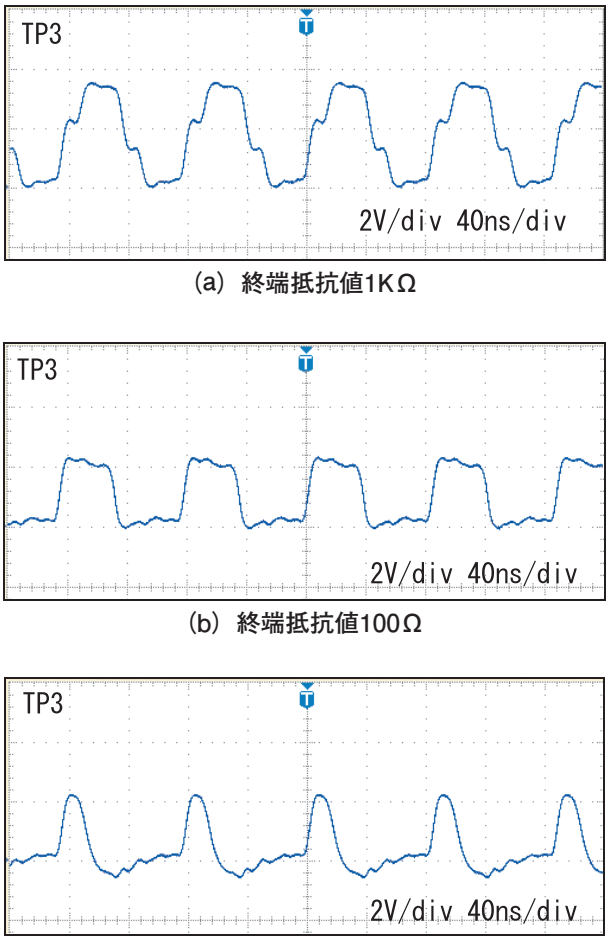
が確認できる。この状態は，反射経路を短くすることで配線の信号品質が向上し，回路の動作が正常化したと言い換えることができる。また，実験結果を踏まえて回路動作が正常化する反射経路の長さは，回路の動作速度に依存し，動作速度が高速であるほど反射経路の長さに注意が必要であることが説明できる。

3.4　実験4

終端回路を対策技術として説明した上で，実験4では，終端回路のひとつである並列終端について終端抵抗の値と信号品質の関係を調べる。

実験4では，図14に示したようにケーブルの先端に様々な抵抗値の終端抵抗を接続して内部信号の波形を測定する。

終端抵抗は図15に示したように反射を抑制するが，図16に示したように終端抵抗は小さすぎても大きすぎても効果が低下し，ある特定の値の時，最も効果が発揮されることが確認できる。



(a) 終端抵抗値1KΩ

(b) 終端抵抗値100Ω

(c) 終端抵抗値10Ω

図16　実験4における内部信号波形

3.5　実験5

実験5では，最適な終端抵抗を接続した時の有効性を確認する。

実験4で最も歪みを小さくすることが出来た終端抵抗を改めてケーブルの先端に接続して出力信号を計測する。終端抵抗の値が最適であるとき図17に示したように無反射の状態となり，1400mmのケーブルが接続されているにも関わらず一致を示す信号の出力を確認できる。つまり，適切な終端抵抗を接続することで信号品質が向上し，回路の動作が正常化したといえる。計測される波形を図18に示す。

実習では実験結果を踏まえて，反射係数の計算式を示しながら接続されている終端抵抗の値はケーブルの特性インピーダンスと等しいことを説明し，さらに特性インピーダンスの説明へと展開する。

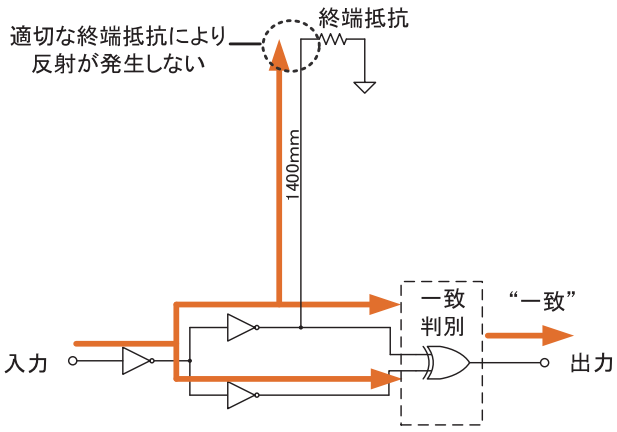


図17　実験5における信号の流れ

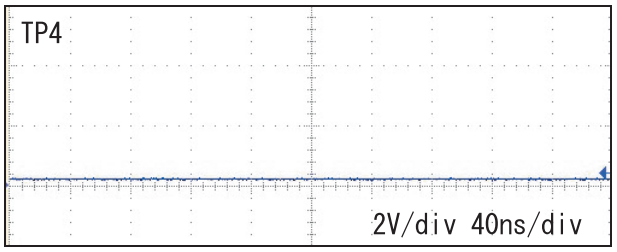


図18　実験5における出力信号波形

4. 教材活用の効果

4.1　経験に基づいた理解

これまでの実習では，

・信号品質が低下すると回路は正常に動作しない

・信号品質を考慮して適切に設計を行えば回路は正常に動作する

などの事象を知識として説明するに留まっていたが，これを本教材では，実験的に確認することができる。その結果，信号品質が低下する原因と設計時に信号品質を考慮する必用性，信号品質に関する対策技術とその有効性などについて，経験に基づいて理解することが可能である。

4.2　実習の円滑な実施

高性能な計測機器を必要とした場合，機器の整備台数が少ないことから使用する順番を待つ時間が発生し，実習を円滑に実施することが困難であるが，本教材の実験回路は比較的低い帯域で現象を確認できるため，整備台数の多い普及モデルの計測機器で実験可能である。その結果，計測機器を並んで使用する必要がなくなり，円滑に実習を実施することができる。

4.3　実習の低コスト化

実験回路は部品点数が少なく特殊な部品を使用していない事と，回路基板は小型の片面基板であるため1枚のワーク基板からの取り数を多く設定できる事から，部材費を安価に抑えることが可能である。

4.4　他の指導項目への展開

実際の設計において，信号品質の検討は伝送線路シミュレータと呼ばれるソフトウェアを使用し，本教材を使用する実習の中でも，伝送線路シミュレータの使い方や演習に多くの時間を割いている。本教材はこの伝送線路シミュレータの題材とすることも想定しているため，「教材の実験回路基板を題材としたシミュレータの習得」，「シミュレータを活用した設計」などの展開が可能である。

また，信号品質を低下させる原理はTDR（Time Domain Reflectometry）であるため，「TDRによる特性インピーダンス測定」を教材に含めることも可能である。

5. おわりに

信号品質に関する学生の理解と技術習得の助けとするために本教材を開発した。本教材により，学校の実習環境では実験の難しかった現象を“見える化”することができた。

また本教材は，職業能力開発大学校の生産電子情報システム技術科で実施される「EMC応用実習」の一部として使用することを想定しているが，どのようなカリキュラムにおいても信号品質を教える科目であれば適用は可能であると思われる。

第4章で述べたように本教材の実験回路はまだ多くの展開の余地があることから，教材の拡充が今後の課題である。引き続き，高度な技術でも解りやすく習得できるように工夫と努力を重ねたい。

品質工学の教育と普及に関する取り組み事例について

四国職業能力開発大学校　岩永　禎之

1. はじめに

試作では問題なかったのに量産に入ると問題がおきる，出荷検査で合格したにもかかわらず市場でクレームが発生するといったことは良くおきる。そのような問題が発生したあとに解決することを「モグラたたき」と呼び，このために技術者が時間をとられ，本来の開発や生産に集中できないことが少なくない。問題が発生したときの技術者の言い訳は「想定外」である。想定外という言い訳が通用しないものづくりの世界では，未然防止がますます要求されている。未然防止のために，「問題の発生しにくさ」言い換えれば「機能の安定性」を設計するのが品質工学（タグチメソッド）である。品質工学は，田口玄一が創出した考え方で，研究開発，製品設計，工程設計や工程管理を効率的に実現する手法である。汎用性の高い手法であり，ほとんどの技術課題に適用が可能である。機械，電気，化学，薬学，医学，食品，生活，計測やソフトウェアなど，様々な技術分野での成功事例がある。

近年，品質工学の手法が多くの企業で用いられるようになった。また，重要性，即効性から，今まで品質工学に取り組んでいなかった香川県内の企業が導入を試みようとしている。このような中で四国職業能力開発大学校（以下「四国能開大」と記す）および四国能開大が事務局を努める香川品質工学研究会が地域企業の技術力向上のために実施している，品質工学の教育と普及に関する様々な取り組みを報告する。

2. 香川品質工学研究会

業界，業種を超えて会員が相互研鑽できる場を作り，地域企業の技術力向上と，若手技術者の育成を目指して，平成24年度に「香川品質工学研究会」を四国能開大に設置した。平成25年度より企業に所属する会員も参加している。月1回複数の企業からの技術者，技術コンサルタントと四国能開大の教員が参加して，多彩な分野の事例をメンバー全員で検討し，会員相互のレベルアップと品質工学の普及活動を行っている。品質工学を学び始めたばかりの初学者から，企業で実践している方まで，多様なメンバーがアットホームな雰囲気で取り組んでいる。

品質工学は，幅広い分野での応用が可能であり，経営者，管理者，技術者が一丸となって取り組むことができる技術開発の方法で，日本のみならず世界の国々において注目されている手法である。この品質工学を実際の技術課題に適用するためには，事例研究を通してその考え方を正しく理解することが重要である。香川県内の産学の技術者有志で運営している当研究会の取り組みを広げて行きたいと考えている。

3. 能力開発セミナー

四国能開大では，平成21年頃から品質工学のパラメータ設計に関する能力開発セミナーを実施してきた。平成25年4月に香川県産業技術センターおよび香川県内企業T社（建設機械製造業）より，「一般

的な品質工学セミナーを多数受講し，学習した内容を実務展開へと試みたが，実務への応用が進まないので，県内企業に対してより実践的に教育して欲しい。また，実際に実務に活用する際に様々な困難が予想されるので，そのフォローも実施して欲しい。」との依頼を受けた。さらに，平成26年9月に，「MTシステムのセミナーを実施して欲しい。将来的には実務テーマ指導の中でも指導して欲しい」との依頼を受けた。

このため，品質工学の能力開発セミナー展開を検討し，図1に示す4コースを開発した。開発にあたり，品質工学の能力開発セミナー展開をどのようにしたら効果的かを検討した上でセミナーを実施した。この際，次に述べる新しい概念を学習する過程を考え，それがうまく回ることが理想であると考えた。その過程は，(1) 最初に必要性を感じるときに品質工学と出会い，(2)何らかの手段で品質工学を学習し，(3)実務で活用し成功体験を得る，(4) この成功体験がさらに学習意欲を刺激しさらに高いステップへの挑戦につながる，である[1]。

そこで，「(2) 何らかの手段で品質工学を学習する」のステップでは，パラメータ設計コース①＜基礎～実践セミナー＞を実施することとした。これは理論の学習と演習によりパラメータ設計を習得するコースである。しかし，香川県産業技術センターの依頼にもあるように講習で知識を身に付けただけでは新しい概念を実際に実務で活用するのは難しい。これは知識を身につける講習と実務で活用することにギャップがあるからである。このギャップを埋めるために，実際にパラメータ設計の実習を行うことで，実習を通して理論を理解するとともに成功体験を身につけ，学ぶ喜びを味わうセミナーが必要である。現在，図2に概要を示した実習教材を富士ゼロックス総合教育研究所より借用して実施している。実習教材は，スプリングの力でボールを飛ばすシステムである。ボールは使用する人が選ぶもので設計者は決めることができないという前提で，ボールの重さが違ったとしてもボールを狙い通りの距離に飛ばすことを目的に，8種類の設計パラメータの最適条件をパラメータ設計により求めることができるようになっている。この実習教材を使用してパラメータ設計コース②＜体験実習セミナー＞として実施している。2種類の質量の違うボールをばらつきなく，指示された目標に飛ばすために，設計パラメータをどう決めて行くか，3人を1チームとして実習した。

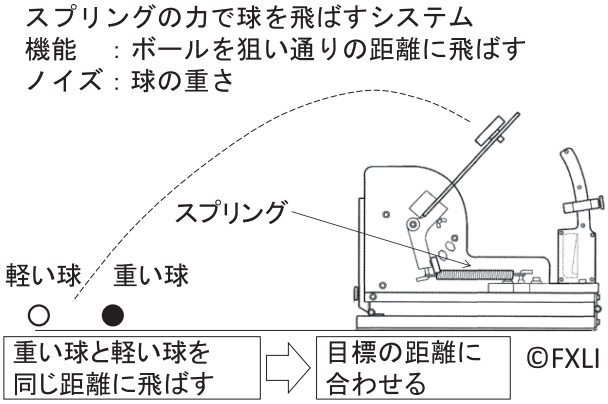


図2　実習教材の概要

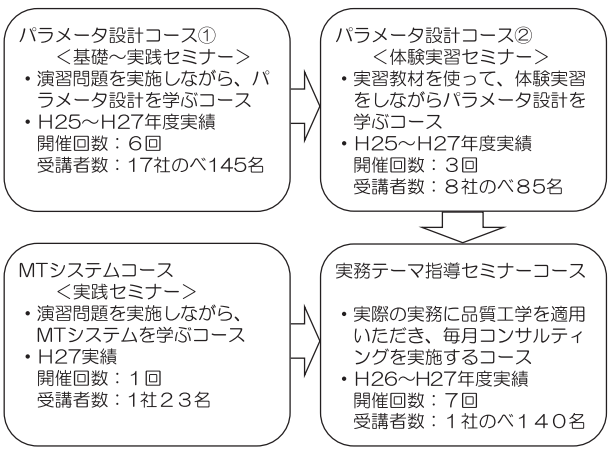


図1　品質工学の能力開発セミナー

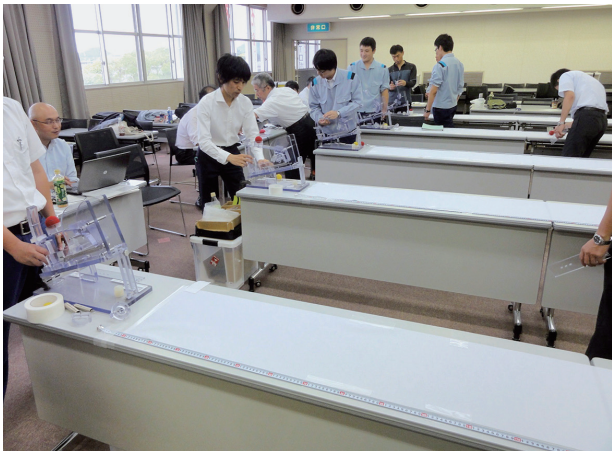


図3　実験の様子

まず，実験の計画を立てたのち，動特性によるL18直交表を用いた直交実験を行った。その実験の様子を図3に示す。実験結果を解析し，最適条件を決定した。最適条件での投擲を図4に示す。2種類のボールは3倍程度質量が異なるが，ほぼ同じ飛距離となっている。受講生から驚きの声があがる瞬間である。次に，2つの目標値に対してチューニングを行った。最後に競技会を行い，優勝チームと準優勝チームにはT社より賞状と副賞を贈呈していただいた。受講者からは，実際に実習をすることで座学だけでは学べない知識が身についたと好評であった。

「(3) 実務で活用し成功体験を得る」のステップでは，実務テーマ指導セミナーコースとして，月1回T社とのセミナーを開催している。このコースでは，実務で困っている課題を取り上げ，実際に受講者にパラメータ設計を実践していただき，月1回のテーマ指導で解決していく。単に結果を出すことだけが目的ではなく，自立してパラメータ設計を使いこなすことができるようになることも目的として取り組んでいる。平成26年8月からセミナーを開始し，平成28年6月で23回目となり，これまで約12件の実務テーマを指導した。図5に実務テーマ指導セミナーの様子を示す。毎年3月には社内成果発表会を実施している。

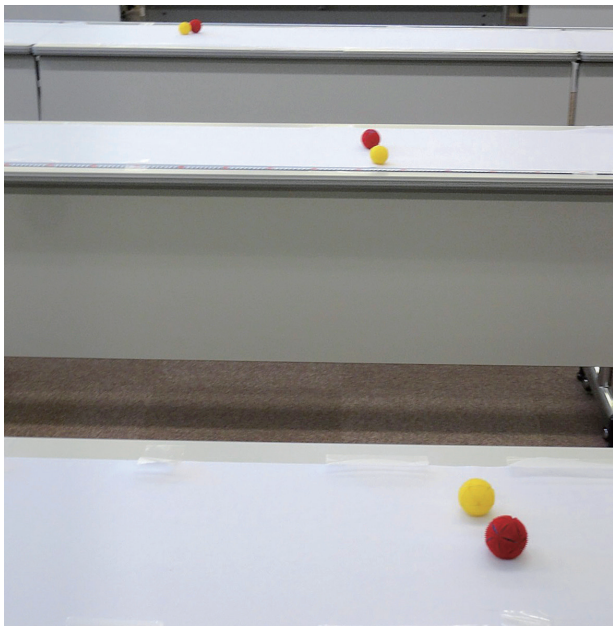


図4　最適条件での投擲

また，平成27年6月には，MTシステムコース＜実践セミナー＞を実施した。MT（マハラノビス・タグチ）システムとは品質工学の一分野で，田口玄一が考案した多次元情報からパターンを認識するための情報処理技術である。MTシステムは，保健・医療の分野から，産業分野，企業経営の評価，福祉の分野へと活用の世界が広がってきている。産業分野では，工場や設備の稼動異常の事前検知技術，製品の特性検査の自動化技術，外観検査の自動化技術，振動や音の異常検知技術や成分分析の自動化技術などに応用されている。T社からは大型建設機械の健康診断などにより故障の兆候を事前に予測するシステムの開発にMTシステムを使いたいとの要望があった。このため，セミナーではT社の大型建設機械における稼働状況の多次元情報を題材として，MTシステムの基本的な運用方法を習得できるようにした。

さらに，平成28年6月にはT社が協力工場を集めて，品質工学の概要，T社が四国能開大と品質工学に取り組みT社としての品質文化にしたいこと，協力工場にも品質工学に取り組み技術力を向上させて欲しいこと，などを伝える説明会を開催した。香川での品質工学の広がりやセミナー受講者の増加などが期待される。

平成25年度から平成27年度の3年間で，この4コースを17回開催し，17社のべ393名の方々に受講していただいた。セミナー後のアンケートで，240名中236名の98.3％の受講者に役に立ったとの回答をい

図5　実務テーマ指導セミナーの様子

ただいており，セミナーの満足度も非常に高い。また，一部コースは香川県システム技術研究会様の後援を受けて実施しており，会員企業の受講者には受講料の補助をしていただいている。これからも，企業からの要望に応じてセミナー展開を充実させていきたい。

4. 共同研究

香川県内企業I社（プラントエンジニアリング業）のパラメータ設計を適用したある種のセンサー開発の共同研究に取り組んでいる。I社で試験機を製作して実験・設計を行い，四国能開大がパラメータ設計の解析方法や結果に対して助言をすることで共同研究を進めている。

5. 学生教育

四国能開大では，生産機械システム技術科2年生に品質工学を学ばせている。初めて品質工学を学ぶ場合，企業の技術者でも難解と感じることが少なくない。そこで，最初に設計演習で設計の仕方により機能のばらつきが変わることを教え，その後に品質工学を教えている。ここでは図6に示す設計演習を行う。特に設計の方法については指示をせず，自由に設計させる。当然，学生によって力と仰角の組み合わせが異なる。そこで，力と仰角にばらつきがあった場合にどれだけ飛距離がばらつくか，設計パラメータの決め方で機能のバラツキが異なることを理解させる。そして，品質工学のパラメータ設計で最適解を求めた事例を説明し，学生の設計結果より飛距離のバラツキが少ないこと，経験や勘によらず最適解を求めることができることを理解させる。その上で，短期間でわかりやすい効果的な教育方法として，能力開発セミナーと同じ実習教材を使った実習を実施している。また，静特性での実習を行った後に，動特性の実習を行う反復学習により，少しでも理解が進むことを期待している。

また，技術の新しい考え方を学び，開発の仕方，実験の方法を習得することは意義のあることである。さらに，品質工学を少しでも理解してくれれば，本人だけでなく彼らが就職していく企業においても大いに役に立つと考える。

6. 研究活動

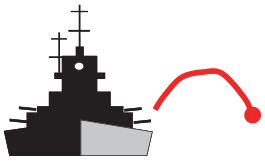
個々の学生に対する効果的な指導に活かすこと等を目的として，MTシステムを用いた学生の将来予測システムについて研究活動を行っている。

新規学卒者の高い早期離職率が問題であるが，従来の離職予測モデルでは在学中に適用できない。このため，将来の離職者を在学中に予測する手法を開発することを目的とした研究に取り組んでいる[2]。調査研究資料No.120[3]で実施したヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの能力別質問シートの試行検証結果に加え，卒業後の就業状況，指導員による総合評価と全科目の成績などを追跡調査した。これをもとに品質工学が提唱するパターン認識のためのMTシステム（MT法）を用い，離職者の予測を行った。就職担当を含む複数の指導員による検証により，本手法の予測結果は概ね相対的な順位の妥当性が高いという結果を得た。在学中の離職者予測の可能性を示し，より効果的な指導に役立つと考えている。

また，MTシステム（T法）を用いて，入学時点のデータにより卒業時の指導員による総合評価の予測を試み，どの程度の精度で予測可能かを明らかにすることを目的とした研究に取り組んでいる[4]。2学年分の入学試験とSPIの成績を調査し，一つの学

■問題

質量0．2kgの砲弾を
目標150mに撃つ為に
は、力Fと仰角αをどの
様な値で設計するべきか
但し、力Fは0～15N、仰角αは0～45度
の範囲で変えられるものとする。



＜理論式＞

$$y = \frac{1}{g}\left(\frac{F}{m}\right)^2 \sin 2\alpha$$

図6　設計演習の課題

年のデータで予測システムを作り，もう片方の学年の学生の卒業時の総合評を予測した結果，データ数が少ない割には，概ね推定できた。さらに，在校生の入学後1年経過時の総合評価と卒業時の総合評価を追跡調査し予測精度の評価を行った。予測値と実際の総合評価のゼロ点回帰式の寄与率が，3年時点ではR^2=0.55程度であったものが卒業時にはR^2=0.78程度に向上し，一定の予測精度があることが確認できた。

7. 能力開発事例発表会

平成27年12月には品質工学会の齋藤会長に来校いただき，100名近い企業からの参加者が集まる中で「富士ゼロックス㈱における品質工学の取り組み 日本企業の経営課題と品質工学－経営者が抱える課題とマクロ品質工学－」と題して講演をしていただいた。大変示唆に富んだ講演で，受講者からも実例が多く大変わかりやすかったと好評であった。また，これに併せて「能力開発事例発表会」を行い，四国能開大での様々な能力開発事例を5事例発表することができ，四国能開大の広報にも役立てることができた。また，この事例の一つとして品質工学の教育と普及に関する取り組み[5]についても発表した。

8. おわりに

四国能開大における平成24年度からの4年あまりの品質工学の教育と普及に関する取り組みの概要をまとめた。平成28年8月より，2ヶ月に1回発行される品質工学会の学会誌に2ヶ月ごとの四国能開大における取り組みを掲載していただいている。また，同時期より品質工学会のホームページに香川品質工学研究会の基本情報と活動紹介を掲載していただいている。四国能開大の広報に役立てばと願っている。

四国能開大での活動もまだ緒についたばかりで，まだまだ満足ができるものではないが，香川県や企業との信頼関係の強化に役立っていると考えている。また，平成29年度には，品質工学に取り組む企業を増やすために，マネジメント層などを対象とした半日程度の導入セミナーを香川県の主催で実施できるよう香川県やT社と調整中である。この中にT社の成功事例を報告してもらうなどして有効性を伝えていければと考えている。今後とも受講者ニーズや最新の技術内容に適切に応えられるよう，自己の専門性を高めることで柔軟に対応できるようにしていきたい。

現在，四国能開大では品質工学を指導する教員には限りがあるため，指導できる教員の育成に取り組んでいる。今後とも継続して取り組んでいける体制を作っていきたい。

最後に，「初学者へのおすすめの一冊」として，矢野耕矢著「はじめての品質工学－初歩的な疑問を解決しよう」日本規格協会（2006）をあげて結びとしたい。あえて理論的な解説を省略して，品質工学とはどういうものかわかりやすく書かれた好著である。詳しい解析方法などは，品質工学会のホームページに掲載されている参考書籍などにあたられることをお勧めする。

＜参考文献＞

[1] 渡部義晴，近藤剛，白木達夫：「品質工学用教材 コロボ君」第17回品質工学研究発表大会論文集，Vol17，pp.18-21（2009）.

[2] 岩永禎之，新井吾朗：「ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの習得状況による卒業後離職者の将来予測」職業能力開発研究誌，30巻，1号，pp.163-169（2014）.

[3] 職業能力開発総合大学校　能力開発研究センター:「調査研究資料No.120　応用課程モデル教材の開発と訓練効果の研究－標準課題実習におけるヒューマンスキル・コンセプチュアルスキル等の調査・分析－」，pp.33-88（2007）

[4] 岩永禎之：「品質工学を用いた入学時点での卒業時総合評価の予測」職業大フォーラム2015第23回職業能力開発研究発表講演会 講演論文集，pp.100-101（2015）.

[5] 岩永禎之：「品質工学（タグチメソッド）の教育と普及に関する取り組み」平成27年能力開発事例発表会　能力開発事例，pp.3-4（2015）.

北海道における電気工事業の魅力向上への取り組み

～第1回電気工事技能競技北海道大会の開催および競技審査基準の策定と審査手引きの作成～

北海道職業能力開発大学校　磯　史樹

1. はじめに

北海道の電気工事業の魅力向上の取り組みの一環として，平成28年9月10日（土）に第1回電気工事技能競技北海道大会が開催された。

電気工事技能競技大会は，全日本電気工事業工業組合連合会が，企画・主催し，第1回目の全国大会を平成26年11月29日（土）に開催している[(1)(2)]。当大会は，業界の課題解決のための手段として「今後の電気工事業界のあるべき姿を考える場の提供を通して，関係者間のより一層の一体化がなされる機会」と位置付けるとともに，副次的に「若者に魅力ある電気工事業の理解促進」[(1)]を基本理念としている。また，当大会は電気工事業工業組合傘下の電気工事業を営む中小企業の従業員による大会である。

電気工事に関する技能競技大会には，「技能五輪全国大会」や「若年者ものづくり競技大会」などがある。これらの大会は，若年層に対する我が国の技能振興政策の一つとして位置づけられている。一方当大会は，年齢を問わず電気工事現場の第一線で働く技能者を対象としている。現場で培った技能を間近に見ることができる機会が得られることは，業界の魅力を伝える手段として非常に有効であると考える。また，大会に参加する選手についても，新たな目標を持つことができ，全国大会出場や他者との競い合いによりモチベーションの向上が図られるとともに，現場の施工品質の向上に貢献するものと思慮される。

多くの職業能力開発施設では，電気工事業に就職するための訓練コースが設置されている。訓練により，多くの人材を業界に輩出してきた実績がある。しかし，応募者数をはじめ，入所者，入校者数は，必ずしも多いものとは言えない。業界や仕事の魅力をアピールすることは，入所，入校促進につながり，継続して業界への人材供給を果たし，業界が抱える諸課題解決の一つとなる。業界の魅力向上に対し職業能力開発施設をはじめ関係各機関が一体的に取り組むことで一層の成果が上がるものと考える。

本稿は，北海道電気工事業工業組合で企画・主催した，第1回電気工事技能競技北海道大会の競技審査基準の策定および審査手順を記した審査手引きの作成について述べるとともに大会開催状況を報告する。

2. 第1回電気工事技能競技北海道大会概要

2.1　開催背景

電気工事技能競技全国大会に出場するためには，各ブロック連合会（電力会社営業地域単位で各電気工事（業）工業組合を会員としたブロック連合会を組織）ごとに，予選大会を開催し代表者を決定することとしている。北海道では，北海道電気工事業工業組合が実施を担っている。

第1回全国大会には，予選大会の準備が整わず推薦により選手を派遣している。北海道の電気工事技

能競技大会は，「全北海道技能競技大会」の一職種として昭和58年まで開催されていた。第2回全国大会に出場するため，北海道予選大会の位置づけとして電気工事技能競技大会を32年ぶりに開催することとなった。

2.2　開催目的

この技能競技大会は，北海道電気工事業工業組合の電気技術者が，電気工事における技能と保安の確保を更に向上させるとともに，次世代を担う若者に電気工事業の素晴らしさを体感する場を創出することにより，北海道における電気工事業の存在を広く理解することを目的[(3)]としている。

2.3　開催概要

・開催年月日：平成28年9月10日（土）
・開催場所：北海道立札幌高等技術専門学院
・主催：北海道電気工事業工業組合
・後援：経済産業省北海道産業保安監督部・北海道・北海道職業能力開発大学校・（一財）電気技術試験センター・北海道電力株式会社
・協賛：パナソニック株式会社エコソリューションズ社・マスプロ電工株式会社・マサル工業株式会社
・大会メインテーマ「競え技術を！つなげ技を！」
・大会サブテーマ「目指せ頂　北の力を見せつけろ」
・競技参加者数15名

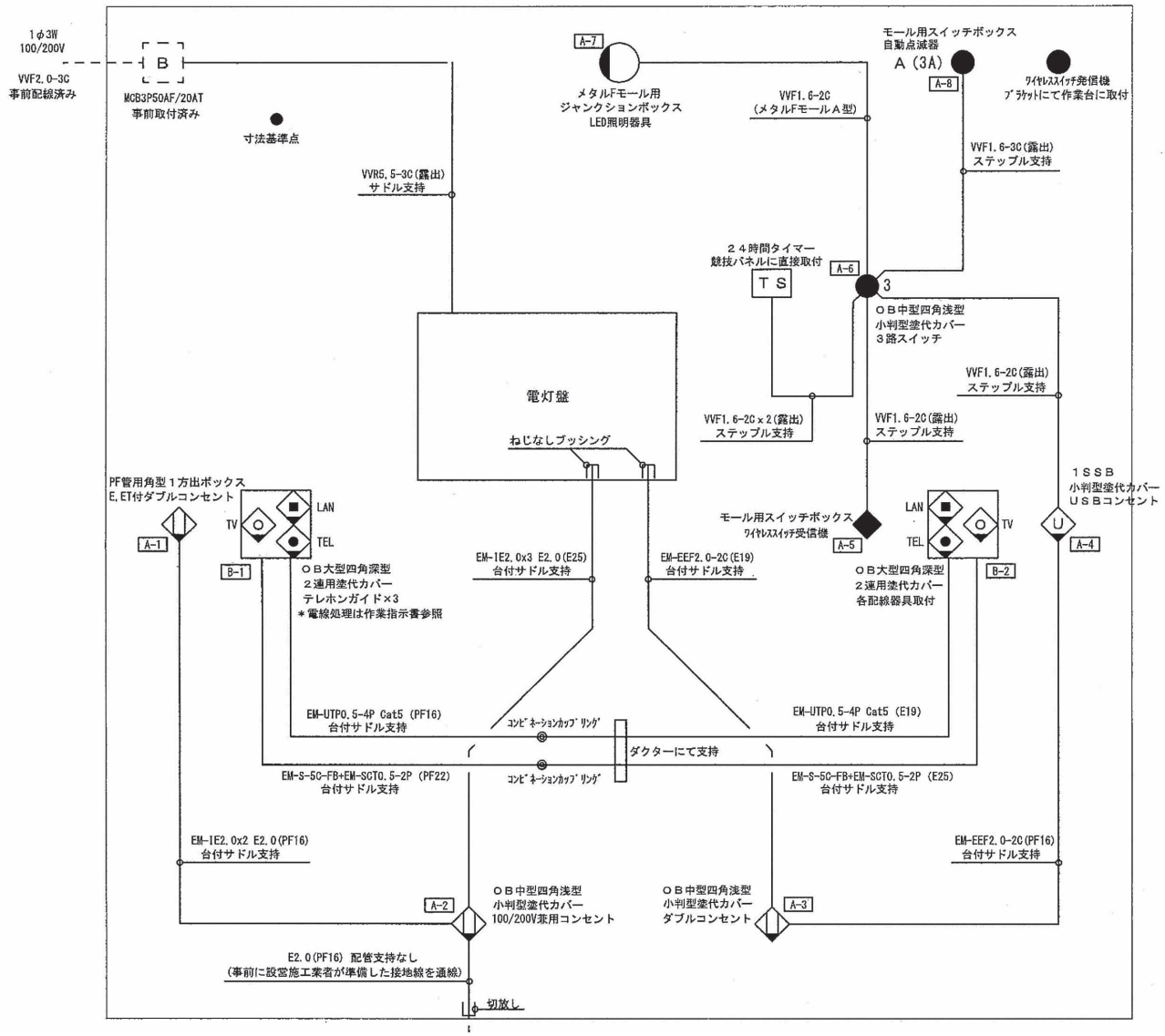


図1　競技課題図（抜粋）

2.4　競技課題および競技方法

競技課題は，平成28年11月25日（金）に開催される第2回電気工事技能競技全国大会の課題を基本としている。競技方法は，技能競技のみ（※全国大会は学科競技もあり）とし，競技ブース（3600mm×3600mm）内に設置された競技パネル（1820mm×1820mm）上に屋内配線を想定した競技課題を完成させる。競技課題は，主に金属管工事，合成樹脂管工事，ケーブル工事及び弱電（TV，TEL，LAN）工事を，作業指示書通りに競技時間180分で実施する。なお，北海道大会では，延長時間を含め195分（競技時間+15分）とした。図1に競技課題図（抜粋）を示す。

3. 審査基準

32年ぶりの技能競技大会開催のため，競技審査に関する資料やノウハウを有している関係者が少ない。このため，各ブロックで実施されている電気工事技能競技大会の資料や国家資格である電気工事士技能試験の判断基準を参考に，筆者が技能競技大会の審査員として経験した知見を加味し，課題に応じた審査基準を作成した。審査基準の作成にあたり，次の①~⑤を基本とした。

① 安全性

安全は何よりも優先されなければならない。作業時の服装，態度をはじめ各種作業について安全を遵守することは重要である。特に危険な行為については重大な瑕疵として取り扱った。

② 法令・規程の遵守

法令・規程の遵守は当然である。特に安全上重大な法令違反については，重大な瑕疵として取り扱った。

③ 信頼性

各種仕様，施工条件，図面通りに施工することは，最低限必要である。このため，これらに準じない場合は，重大な瑕疵として取り扱った。

④ 納期

納期を厳守することは，顧客の信頼およびコストの面において重要である。競技課題は，作業量に応じ競技時間が設定されている。競技時間内に終了しない場合は未完了で失格とした。本大会は，32年ぶりの開催であり，参加選手が競技時間内にどの程度仕上がるのか予測できなかったため，競技時間のほか延長時間を設けることとなった。よって，作業完了時間による基準を設けた。

⑤ 経済性

設計上積算された材料で施工することは重要である。器具の破損や配線材料の加工ミスは器具交換や材料追加によって対応できるが，納期遅延やコスト増に直結する。このため，経済性が損なわれる行為について一定の基準を設けた。

このほか，安全上問題にならないが，施工品質向上の観点から，全体的なバランスや外観など判断基準を設けた。

以上を踏まえ，審査基準並びに審査表を作成した。構成は，審査区分を競技中と競技後とし，それぞれについて審査項目および判断基準を定めた。点数は減点法としたが，重大な欠陥は失格とし，減点数は複雑にしないように設定した。競技後の審査をスムーズに実施するため，審査対象の技能・技術要素をグループ化し，8項目の審査項目とした。なお，本大会において詳細な審査基準および点数は非公開である。そこで，本稿では競技審査を行う上で基準となる項目とその判断基準の一例を表1に示す。

4. 審査手順

審査の迅速化並びに審査に不慣れな審査員のために，審査手順を記した審査手引きを作成した。この手引きは，大会開始から審査の流れを記すとともに，審査員としてどのタイミングで何をしなければならないか記したものである。手引きの記載事項の概要を，以下の①~③に示す。

① 競技前日から当日にかけての審査・確認事項

作業板のチェック，各種持ち込み工具，材料のチェックなどを中心に実施する。

② 競技開始から競技終了までの審査・確認事項

競技中の審査にかかる注意事項を記載した。

表1　審査の項目とその判断基準の例

項目	判断基準（一例）
安全に対する配慮	不安全行為（工具落下，保護具の取り扱い）など
作業態度・服装	作業態度・服装に乱れがあるもの（迷惑行為，服装の乱れ，工具・材料の雑な取り扱い，材料追加支給）など
作業時間	標準時間内に終わらないもの
操作・検査	課題通りの操作ができないもの（誤結線，誤回路）など
作業指示	作業指示書通りでないもの（接続方法，電線の色，極性，設定違い）など
接続・結線	電線相互の接続，器具との接続が不良なもの（電線相互接続部の不良，ねじ締め付け不足，差し込み不良，絶縁処理不良，端末処理不良）など
器具取付け・損傷	器具取り付けに関し不良のあるもの（固定不良，曲り，キズ・破損，など）
寸法	指定された寸法に対し相違があるもの
ボックス廻りの処理	ボックス廻りの処理が不良なもの（管とボックスの接続不良，管端バリ取り）など
配管路・ケーブル	各種配管・ケーブル施工が不良なもの（配管のつぶれ，ケーブルの固定状況，管路のゆがみ・つぶれ，ケーブルの蛇行，各種曲げ半径）など
仕上がり体裁	全体的な仕上がり状況（平行配管，配管・ケーブルの曲げ位置）など

気になったことは，些細なことでもメモを取ることとした。競技終了間際は時間確認，設定確認，検査などそれぞれの注意点について記載した。

③　競技終了後の審査・確認事項

器具等取り外してしまうと審査ができない審査項目があるため，審査項目ごとに審査の順番について記載した。

大会に先立って，実際に競技パネルに作成した競技課題を準備し，審査員による模擬審査を実施した。作成した審査表を元に審査項目ごとに審査を実践した。模擬審査によって，審査のイメージを明確に持つことができ，本番に不安なく臨むことができるとの感想があった。また，審査表および審査基準についても意見が上がり，本番に向けて審査表の完成度を上げることができた。

なお，個々の審査項目の欠陥の具体的な判断方法についての手引きなどは作成していない。

5. 大会実施報告

5.1　大会広報および見学者数

大会開催案内は，北海道内の工業高校，専門学校，大学，職業能力開発施設をはじめ，関係各機関に大会ポスターならびにガイドブックを配布している。図2に大会ポスターを示す。大会当日は，選手関係者含め多くの見学者が来場した。表2に大会当日の参加・見学者数を示す。

5.2　競技

競技開始とともに，一人KYT（Kiken Yochi Training：危険予知訓練）の実施からスタートし，競技課題に取り組んだ。延長時間を含む競技時間内に終了した選手は，15名中11名であった。多くの完成者が出たことは，各選手日頃の練習成果を発揮したことが伺える。また，多くの見学者が選手の技を熱心に観察していた。図3に競技風景，図4に会場風景を示す。

5.3　審査

競技後の審査時間は，全体で約100分である。選手一人あたりの審査時間は，約6~7分であった。審査は，審査員9名，審査補助員7名により，8項目の審査を行った。審査員ごとに判断基準が異なる恐れがあるため，審査員は担当の審査項目のみ全選手の審査を行った。事前に模擬審査を実施していたこと

図2　大会ポスター

表2　参加・見学者数

分類	人数
選手	15 名
審査員	9 名
運営事務局	46 名
高校関係者（先生，生徒）	32 名
その他	175 名
合計	277 名

図3　競技風景

図4　会場風景

もあり，大きなトラブルもなく審査を終えることができた。競技時間終了間際の対応や競技後の審査の順番などについては，特に注意を要するところであるが，審査員ならびに審査補助員の迅速かつ的確な行動であったため，大きな問題は発生しなかった。

5.4　大会結果

審査の結果，総合点順位で，金賞（2名：産業保安監督部長賞1名，北海道知事賞1名），敢闘賞（1名：北海道電力社長賞），激励賞（3名：北海道電気工事業工業組合理事長賞）が贈られた。金賞を受賞した2名は全国大会出場が決定した。

5.5　次回大会に向けた意見集約

今大会の反省を踏まえ，次回大会へ反映するため，北海道電気工事業工業組合においてアンケートを実施するとともに，関係者による大会後の意見交換を行った。

5.5.1　参加選手アンケート

大会全般および競技に関する記述式アンケートが実施された。表3にアンケート項目を示す。アンケート結果から，大会に関する感想，競技並びに審査について意見が出された。

設問1の回答では，「いろいろな事を勉強する気になるので良いと思います。他の人のやり方も見る事ができて良かったです。」，「大会自体ですが多くの来場者が来ていたようなので電気業界のアピールとしても良かったと思います。自分自身は，大変貴重

表3　参加選手向けアンケート項目

設問 1	第１回電気工事技能競技北海道大会は良かったですか。
設問 2	選手控室は使用しやすかったですか。
設問 3	大会運営上，大会前日・当日のスケジュールは適切でしたか。
設問 4	競技課題内容は適切でしたか。
設問 5	競技時間は適切でしたか。
設問 6	競技ブース，競技ブース配置レイアウトは適切でしたか。
設問 7	競技部材の選定は適切でしたか。
設問 8	その他，技能競技全般について，ご意見がありましたらご記入ください。
設問 9	競技に使用する貸出工具として，希望者には立ち馬をお貸ししました。当日，貸出工具の状態は使用してみて良かったですか。
設問 10	各選手のアテンド内容，人数等，適切でしたか。
設問 11	その他，ご意見等ございましたら，ご記入ください。

な経験をさせていただき，私個人の成長になったと思います。」など，同業他社の仕事を知る機会，スキルアップにつながるなどの感想が多く，概ね良好な回答であった。設問8の回答では，「作業における審査基準，声出し確認ポイント，あまりにも情報が少なすぎて本番で動揺したので，ざっくりでもいいので欲しかったです。」，「ルールや準備がしっかりしてなかったり，明確じゃなかったので，次回はそこをしっかりしてほしいです。」などの回答があった。

5.5.2　競技審査に関する関係者の意見

大会を終え北海道電気工事工業組合青年部(以下，青年部と称す。）より，次回大会に向けた意見交換が行われた。採点中の大会全般，競技，審査について多くの課題が抽出された。審査に関する主な指摘として，「延長時間の必要性」，「審査基準の公開」，「審査基準に不明瞭な点がある」などであった。

5.5.3　来場者の声

多くの来場者があったが，来場した高校生の感想として，「複雑な結線が頭に入っていて驚いた。作業は速くて丁寧だった。自分も電気工事の会社に入って，そうなりたい。」[(4)]，「かっこいい。“安全ヨシ”の声掛けも大切な作業だと思った」，「間近で作業を見ることができ，進路を決める上で役に立つと思う」[(5)]など，好意的な感想が多く聞かれた。

5.6　競技審査の今後の課題

公平，公正な審査を実現するために，競技審査の今後の課題を，以下の①~③に示す。

①　審査基準の再検討

審査基準は，審査項目ごとに減点数の議論が必要であると考える。多種の欠陥項目がある中で，欠陥の種類によって重みが違う。基準となる欠陥の点数を設定し，その欠陥レベルに対して異なる欠陥の減点数の妥当性について検討が必要である。今回の審査基準の設定では，総合的に勘案して減点数を設定しているが，再度整理する必要性があると考える。

②　審査基準の公開

審査基準の公開については，どの程度まで公開することが可能か，今後検討が必要である。

③　審査員の育成

審査員が有する審査技術は，訓練によって審査のスピード，精度が向上する。今回の大会では，事前に模擬審査を行うことにより，大会当日の審査について大きなトラブルは発生しなかったと思われる。しかし，審査員は必ずしも審査に慣れている訳ではないため，事前の模擬審査について充実を図るとともに，審査経験のある審査員が指導するための体制を整備する必要がある。また，詳細な審査方法についてマニュアル化するなどの整備をすることが望まれる。

6. おわりに

本稿は，第1回電気工事技能競技北海道大会の開催報告を通じ，競技審査基準の策定および審査手順

を記した審査手引きについて説明した。審査基準については，北海道の基準となる土台を作成した。審査手引きについては，審査の流れを記したものを作成した。審査基準ならびに審査手引きについて，それぞれ改善の余地があるが，より良いものとなるように関係各位が協力し構築していく必要がある。

平成28年11月25日（金）に第2回電気工事技能競技大会が両国国技館で開催された。北海道から出場した2選手は，健闘したが入賞とはならなかった。全体のレベルが第1回大会よりも向上しており，時間内に競技を終える選手が多数いたことをお聞きしている。今後の大会では，北海道からの入賞を期待する。

本大会の審査は，当校をはじめ，北海道電力株式会社，北海道電気工事工業組合および青年部で担当した。審査中，青年部の方が減点箇所を発見すると，「こういうことあるんだよな」など，審査する側になって，不適切な状態を再認識するような発言があった。青年部は，各電気工事会社で年代的にも中核となる人材で構成された組織である。このような人材が，審査に参加することで，普段の作業でやってはいけないことを再認識する機会になったと思われる。このような「気づき」が，所属会社をはじめ業界全体に浸透することで，安全性や施工品質の向上につながるものと思われる。

以上のことから，このような技能競技大会は，業界全体の魅力向上につながるとともに技能・技術の向上，施工の安全性および品質の向上などが見込まれるため，継続して実施されることを期待する。

謝辞

本稿の寄稿に対し快く承諾いただきました，北海道電気工事業工業組合の尾池一仁理事長をはじめ，各種資料提供をしていただきました，南雲恵介専務理事，吉田博事務局長，審査基準について多くのご助言をいただきました花和嘉貴副理事長，小樽地方電気工事協同組合の西澤弘監事，審査委員として快く参加していただいた北海道職業能力開発大学校電気エネルギー制御科の前島淳志指導員，片岡健指導員に心より感謝申し上げます。

<参考文献>

(1) 全日本電気工事業工業組合連合会，若者に魅力ある電気工事業の理解促進事業①－第1回電気工事技能競技全国大会の開催及び電気系教育・訓練期間の学生との交流事業について－，技能と技術，通巻278号，(2014)
(2) 全日本電気工事業工業組合連合会，若者に魅力ある電気工事業の理解促進事業②－第1回電気工事技能競技全国大会実施報告および電気系教育・訓練期間の学生との交流事業経過報告について－，技能と技術，通巻279号，(2015)
(3) 北海道電気工事業工業組合，第1回電気工事技能競技北海道大会ガイドブック，(2016)
(4) 電気新聞　平成28年9月13日発行
(5) 北海道建設新聞　平成28年9月13日発行

函館地方電気工事協同組合との連携による地域の人材育成

～電気工事技能競技大会選手の育成～

北海道職業能力開発促進センター函館訓練センター　高木　豊

1. はじめに

昨今の日本では少子高齢化問題や2018年問題と若年層の労働人口減少が大きな問題となっている。函館市では表1のとおり人口減少が大きく進み，さらには図1のように他都市より若年層の人口割合が少なく少子高齢化の進んだ代表的な地域となっている(1)。そのため函館地域の企業では，労働環境の悪化，人材育成・技術継承の不十分，後継者の不足など事業主や現場で様々な問題が噴出している。

表1　函館市の人口推移

調査年	函館市 人口総数	増減率[%] （前回調査年比較）
平成 12 年	305 千人	△4.1
平成 17 年	294 千人	△3.6
平成 22 年	279 千人	△5.1
平成 27 年	265 千人	△4.7

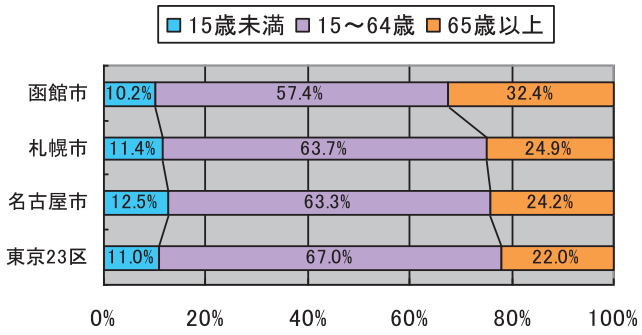


図1　地域別の年齢割合

また，観光都市である函館はサービス業が主な産業であり，製造業が未発展で，元々ものづくり関連の企業が少ない地域である。そのため，当施設の在職者訓練では柱となるコースが存在せず，とうとう在職者訓練の実施人数は平成26年度に全国最下位となってしまった。

筆者らは地域を活性化させ，在職者訓練を盛り上げるために，函館地域の団体や企業に訪問し，人材育成に繋がる糸口を探した。その結果，函館地方電気工事協同組合（以下，函電協という）から人材育成の相談があり，平成27年度から電気設備関連の在職者訓練を企画し実施している。さらに平成28年度には，道内の電気工事士が技能・技術を競う，電気工事技能競技北海道大会の函館地区代表選手の育成を任されることになった。筆者は選手育成のために，当施設内に育成環境を構築し，北海道大会に向けて，選手への指導を約9ヶ月間行った。本稿では函電協との連携と競技選手の育成について報告する。

2. 函館訓練センターの概要

函館訓練センターは全国61箇所あるポリテクセンターの中でも規模が小さい施設の一つで，指導員総数は9名である。離職者訓練コースは5つの科が用意されてあり，筆者は企業実習付き短期デュアルコースの電気設備技術科を担当している。また，在職者訓練は80名の計画を行っている。

図2　函電協向けオーダーメイドの在職者訓練

3. 函館地方電気工事協同組合との連携

筆者は当施設に赴任して4年目となるが，1年目に電気関連の在職者訓練を担当した際に，受講者に函電協の傘下企業が少ないことに驚いた。そこで筆者と当時の訓練課長は連携強化のために函電協の事務局をはじめ，多くの傘下企業へ当施設の説明と，何か事業主支援ができないか訪問を繰り返した。その結果，函電協は新入社員研修講師の高齢化問題と，次世代への技術継承問題に直面していることが分かった。この問題をきっかけに，新入社員研修だけではなく，人材育成全般を見直すことを提案し，平成27年度から傘下企業の従業員を対象としたオーダーメイドの在職者訓練を企画して実施した。

担当の在職者訓練の成果は，H26が受講者数計6名，H27が計70名（前年比1167%増加），H28が12月末で計68名となり，今後も継続的に在職者訓練を行うことを函電協から依頼されている。図2に函電協向けオーダーメイドの在職者訓練風景を示す。

その流れから，函電協理事長より人材育成にかかわる函電協の事業委員を委嘱され，委員会の出席及び競技大会に向けた函館代表選手の育成を任されることとなった。

4. 電気工事技能競技北海道大会

電気工事技能競技北海道大会[(2)(3)]（以下，道大会という）の目的は，北海道電気工事業工業組合に所属する電気工事技術者の技能の向上，電気設備における保安の確保および，次の世代を担う若手電気技術者に電気工事業の素晴らしさを体感してもらい，社会的地位の確立並びに電気工事業の進歩発展に資することである。その記念すべき第1回道大会が平成28年9月10日（土）に，札幌で実施された。この道大会は北海道内の11支部の組合から推薦された第1種又は第2種電気工事士の代表者が15名集まり，電気工事の技能・技術を競う大会である。上位2名に入賞すると隔年ごとに開催される電気工事技能競技全国大会[(4)(5)(6)]に出場できる。

競技内容は，事前公表の課題に基づき競技パネル（幅1820mm×高さ1820mm）に，100V並びに200Vの金属管工事，合成樹脂管工事，ビニル外装ケーブル工事及び弱電工事（LAN・TV・電話配線工事）を施し，180分以内に屋内配線（図3）を施工する。さらに，近年の震災による事故防止対策として感電リレーを用いての電灯盤を出題しているのもこの競技大会の特徴といえる。

出場選手の多くは中小規模の電気工事会社に勤め，普段から現場での作業を行っているため，競技会場では熟練され鍛えられた技能・技術が見ることができる。

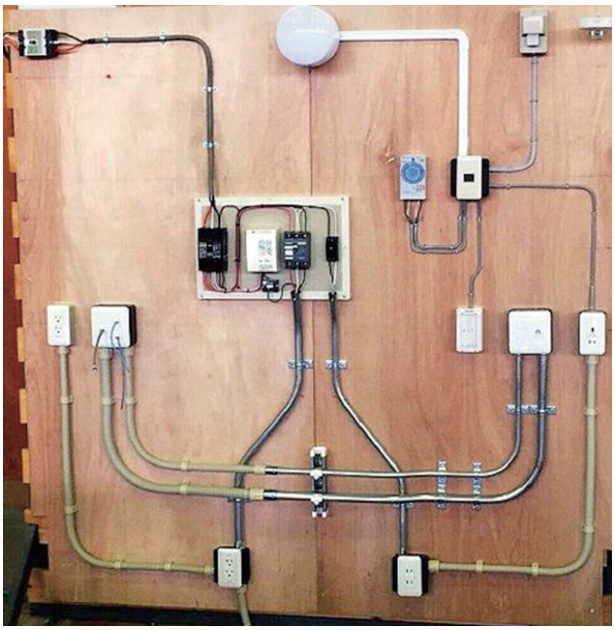


図3　道大会の競技課題

5. 選手育成

5.1　代表選手の選考

北海道電気工事業工業組合函館支部では道大会へ出場する代表を作並電気工事の山田貴史選手（当時25歳）とした。代表選手の選考で重視した点は「若年層」「伸び代」「気持ち」とし，勝ちにいける選手を選考した。山田選手の所属会社での主な仕事内容はケーブルテレビの架線工事および一般住宅での屋内配線工事である。

5.2　育成環境の整備

当施設では代表選手の育成をするための実習場がないため，稼働率の低い実習場を再整備することにした。現在廃科となっている溶接科が使用していた古い実習機器を廃棄し，16m×20mほどの作業スペースをつくり出した。また，夏場使用するためにスポットクーラを設置した。競技パネルの作製は技能五輪の競技委員に指導をいただきながら作製した。図4が整備した育成環境である。

5.3　育成カリキュラム

育成カリキュラムを作成するにあたり，初めに取り掛かったことは大会目標の設定である。設定にあたっては目標を高く掲げることを念頭におき，選手のモチベーションや主体性の向上を考えながら，筆者と選手で話し合いながら決めることにした。山田選手は出場するからには勝つという意志が強く，筆者もそれに賛同し「道大会優勝」と「全国大会上位入賞」を目標とした。

図4　育成環境

そして，目標を実現するためのカリキュラム（表2）を作成し指導を行った。

育成期間は平成28年1月から大会までの約9ヶ月間とし，日数や時間では，函電協側からは費用の問題，所属会社側からは主軸の山田選手の欠勤による仕事の遅れの問題があり，1ヶ月ごとに進歩状況を見極めながら，柔軟なカリキュラム変更を行うことで対処することとした。

使用する練習課題は道大会の課題発表が行われるまで前大会の課題を使用し，発表後に本課題の練習

表2　育成カリキュラム

開催月	指導回数	指導内容	練習課題
1月	3回	・競技全体の流れの把握 ・前大会の課題確認 ・必要工具と治工具の作製 ・デモストレーション	前大会の課題
2月	3回	・金属管加工 （R曲げ，S曲げ）	
3月	4回	・通し練習 ・ビデオ録画にて作業の癖や安全作業の確認	
4月	4回	・時間を計測してのタイムアタック	
5月	3回	・本課題の読み合わせ ・必要工具と治工具の作製 ・金属管加工 （E19とE25の並行R曲げ）	本課題
6月	4回	・金属管加工 （E19とE25の並行R曲げ） ・通し練習 ・競技用作業台作製 ・競技大会の質問書作成	
7月	5回	・タイムアタック	
8月	5回	・タイムアタック	
9月	3回	・タイムアタック ・プレッシャー対策 ・壮行会	
合計	34回		

図5　金属管加工の育成

に取り掛かった。始めは技能五輪の大会を録画した教材を使用し，競技大会のイメージをつかむことにした。次に平成26年に行われた第1回電気工事技能競技全国大会の課題を練習教材として必要工具の選定，治工具の作製をした。同時に選手へのデモンストレーションを行うために，筆者自らの技能・技術の向上も行っていった。2月は全て金属管加工の育成期間とした。山田選手は金属管工事の経験がないため，曲げ始めの位置や力加減の基礎を徹底して指導した。この短期間で山田選手は「R曲げ」「S曲げ」を習得できた。図5に金属管加工時の育成風景を示す。

3月には作業を録画し，山田選手が自分では気づいていない癖や不安全行動を確認した。この手法は，自分で自らの行動を確認し，改善点を考えさせ，主体性が養われることを期待した。結果，この頃から自分で練習したい作業を相談してくるようになった。4月には競技時間を気にするようにタイムを計測し，大会に向けての準備を行った。

5月下旬に第2回電気工事技能競技全国大会の課題が公表され，第1回の課題と大幅に異なり，指導カリキュラムを変更することにした。特に，金属管加工の変更点が大きく，山田選手は外径が違う金属管を並行にR曲げすることに苦戦した。今まで体に覚えさせた力加減では正確に曲げることができないため，膝を中心として新たな力加減を体に覚えさせるように指導した。6月には競技大会専用にパイプベンダ，工具，材料等が収納できる作業台を作製した。

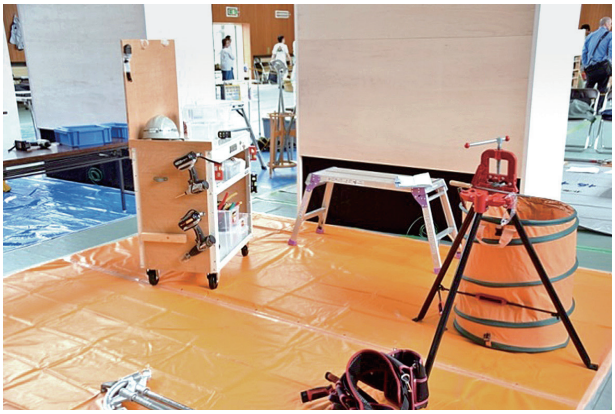


図6　作業台及び作業器工具一式

図6に作業台及び作業器工具一式を示す。

7月からは競技時間の計測と大会での緊張感に慣れるために当施設の訓練生に協力してもらい，見学者に作業を見られながらでも平常心を保つ練習を行った。大会2ヶ月前のこの時期での完成時間は230分であった。

8月に入り，いよいよ緊張感が出てきた。連休で練習ができない日々が続き，金属管を曲げる感覚がずれてきてしまった時期もあったが，8月の後半には標準時間180分の課題に対し，165分で仕上げるまでに到達していた。この時期での改善点は2つある。一つ目は「作業順序の変更」である。今までは苦手意識のある金属管加工から始めていたが，後回しにした方が早くなることが分かった。理由は簡単で，苦手意識があるために，金属管加工から取り掛かると丁寧にやりすぎてしまうからである。二つ目は「段取りの確認」である。録画してあるビデオで確認してみると，手が止まって考えている時間が多くあることに気付いた。言葉に出しながら課題の流れを確認するだけで，手が止まってしまう時間がほとんどなくなった。

大会月である9月には技能・技術面よりも精神面を鍛えるようにした。緊張を完全に取り除くことは難しいため，緊張に慣れることを念頭に育成方法を検討した。訓練生や函電協の事務局といった顔なじみの人たちの前ではすでに慣れてしまっているので，函電協の役職員に見学してもらうことを事務局に提案した。その結果，函電協傘下企業の経営者10名程度の参加をいただき，壮行会という形で披露す

図7　壮行会

ることになった。図7が壮行会の模様である。いつもとは全く違う空気の中での作業のため，山田選手は緊張とプレッシャーにより時間も作業内容も普段通りとはいかなかった。壮行会の計画は当初1回だけであったが，この様子をみて函電協の役職員側からもう一回やることを提案され再度実施した。壮行会終了後には函電協の役職員から激励やアドバイスをもらい山田選手はもちろんのこと筆者も気持ちが引き締まる思いであった。

5.4　北海道大会の結果と分析

約9ヶ月にもおよぶ練習も終わり，道大会当日を迎えた。筆者はコーチとして山田選手に同行した。図8は大会直前の風景である。我々は共に結果を求めて練習してきたので，本番の緊張感で消極的になり本来の実力が発揮できないようでは成長につながらないと思い，最後のアドバイスとして「最初の30分に集中しろ」と気合を入れた。逃げずに挑戦することに成長はあると筆者は信じている。

大会結果は3位にあたる激励賞（北海道電気工事業工業組合理事長賞・銅メダル）を獲得したが，目標であった優勝を逃し，全国大会への出場も叶わなかった。

しかし，標準時間内に完成した参加選手は15名中6名しかおらず，山田選手はその内の1人であった。さらに，金賞を受賞した選手たちは金属管の追加支給を2本も3本も行ったのに対して，山田選手は追加支給なしの一発で完成させた。金賞は逃したものの，

図8　大会直前

図9　競技中の山田選手

山田選手が技術力では優勝選手を上回っていたと確信している。

また，この道大会は山田選手の技能・技術面だけでなく，一人の若者としての成長が大きく表れた大会でもあった。図9に競技中の山田選手，図10に受賞式の模様を示す。

競技を終えた山田選手は，「緊張していつも通り

図10　大会受賞者（前列右から2番目が山田選手）

のパフォーマンスはできなかった」と言っていた。さらに，「悔しいので，次回も参加できる機会があれば参加して優勝を目指す」とまで言ってくれた。この言葉が表すとおり，代表選手が山田選手であったことを誇りに思う。

施設に戻って大会を振り返ると，技能五輪との採点時間の違いが勝敗を分けたであろうことに気付いた。この採点時間の違いにより，細かく指導していた金属管・ケーブル等の傷や，練習時間の多くを費やした太さの違う金属管を並行に曲げる箇所は，おそらく細かく採点されていなかったことが想像できる。採点時間は大会前から分かっていた内容であるため，重要視するポイントを間違えた自らの未熟さを悔やんだ。しかし，この悔しさの残る経験は今後も競技大会の選手育成を行っていきたい気持ちにさせてくれた。

5.5　今後について

函館地域の若年層の人材育成の一環として競技大会への継続的な参加を函電協にお願いしたい。さらに，今回のノウハウを活用し，当施設の修了生が函館代表選手になるということも視野に入れて，競技大会課題を利用した訓練課題を作成し，技能・技術面の指導を行っていこうと考えている。

また，現在競技大会の育成指導者は筆者一人しかいないため，今後は育成指導者側の人材育成もしていかなければならないと感じている。函電協の役職員が指導に役立ててもらえるような，使いやすいテキストを作成する必要性があると考えている。

6. おわりに

今回の取り組みを振り返ると，函電協の人材育成として在職者訓練から競技選手の育成まで任せていただけるようになったのは，粘り強く企業訪問を繰り返した結果であった。この地味で時間がかかる行動こそが，地域の人材育成の始まりで最も重要な行動だと感じた。函電協の役職員からは，若年層の指導を行っていく手本になったとまで言われるようになり，函館地域の人材育成の一翼を担うことができた。

函電協と函館訓練センターの関係を強固なものとして，今後も連携しながら地域の人材育成を広げていくことが，少子高齢化問題や2018年問題で問われている若年層の労働人口減少の解決策の一つになると考える。本稿を読んで全国でこのような競技大会を通じた人材育成が各地で実施され，若者にとって電気工事業が魅力的な仕事であることが広まっていくことを期待している。

最後に，このような機会をいただき，筆者自身を一回りも二回りも大きく成長させてくれた，山田貴史選手および函館地方電気工事協同組合員様に感謝申し上げます。

＜参考文献＞

(1) e-Stat政府統計の総合窓口（総務省統計局）http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do
(2) 北海道における電気工事業の魅力向上への取り組み～第1回電気工事技能競技北海道大会の開催および競技審査基準の策定と審査手引きの作成～，磯史樹，技能と技術，2017年1号，(2017)
(3) 北海道電気工事業工業組合：「第1回電気工事技能競技北海道大会総合ガイド」http://www2.snowman.ne.jp/~denkouso/page03/ginoutaikai.pdf
(4) 全日本電気工事業工業組合連合会：「全国大会について」http://www.znd.or.jp/org/activ_zen/ginou/
(5) 全日本電気工事業工業組合連合会，若者に魅力ある電気工事業の理解促進事業①－第1回電気工事技能競技全国大会の開催及び電気系教育・訓練期間の学生との交流事業について－，技能と技術，2014年4号，(2014)
(6) 全日本電気工事業工業組合連合会，若者に魅力ある電気工事業の理解促進事業②－第1回電気工事技能競技全国大会実施報告および電気系教育・訓練期間の学生との交流事業経過報告について－，技能と技術，2015年1号，(2015)

施設紹介

熊本地震からの復旧
～熊本県立技術短期大学校の場合～

熊本県立技術短期大学校　**河邉　真二郎**

1. はじめに

2016年4月14日21時26分，熊本県で震度7（M6.5）の巨大地震が発生した。しかしながら，これは前震にすぎず，4月16日1時25分には本震となる震度7（M7.3）の地震が再び発生した。

これまで日本で発生した震度7以上の地震は，1995年の阪神･淡路大震災[(1)]，2004年の新潟県中越地震[(2)]，2011年の東日本大震災[(3)]など数少ない。しかも熊本県といえば自然豊かで地震もなく，比較的住みやすい地域とされ，数多くの企業が進出しているところでもあった。

3日間という短期間にしかも震度7の地震を2回も体験することとなったのであるが，1回目の地震により被害を受け，予想もしなかった2回目の地震により被害は甚大なものとなった。

本校では，火災，地震等に備えて災害用緊急時対応マニュアルを策定して危機管理を行ってはいたが，想定外の事態が多く発生し，マニュアル通りに進めない事が多々あった。

現在（2016年12月）は学校全体の復旧作業を進めつつ，外壁の清掃と補修工事に取り掛かりつつある。ここでは，熊本地震の概要，本校の被害状況とそれら被害への対応，実際にはどのような対応が必要であったかなどを紹介する。

2. 熊本地震の概要[(4)]

熊本地震の概要を簡単に述べる。

まず，16日の本震は震源地が北緯32度45.2分，東経130度45.7分，震源の深さが約12km，地震の規模マグニチュード7.3，最大震度7は南阿蘇村や熊本市などであった。

次に被害状況等について述べる。人的被害は，熊本県内で死亡161人，重症1,068人，軽傷1,552人。建物被害は，熊本県内で全壊8,360棟，半壊32,261棟，一部損壊138,224棟，公共建物325棟，その他4,262棟，火災15棟。県内全避難所は11月18日に閉鎖しているが，避難所への避難者最大数は183,882名（4月17日，885箇所開設）であった。

また，熊本県民の誇り，熊本城は，14日の前震では瓦が落ちた程度だったが，16日の本震により東側の東十八間櫓と北十八間櫓が土台の石垣ごと崩れ落ちた。有名な阿蘇神社も16日の本震で2階建ての楼門（国指定重要文化財）が倒壊，拝殿も全壊した。高速道路は陥没，のり面が崩落し，甲佐町の跨道（こどう）橋が道路上に崩れ落ちた。一般道も各地で寸断，阿蘇大橋は崩落した。

本校が位置する菊陽町は，このたびの熊本地震で大規模な被害を受けた益城町（震源地），南阿蘇村（阿蘇大橋の崩落），熊本市（熊本城の深刻な被害）

図1　学校の位置

に囲まれた地域にある（図1）。周辺には名高い企業が数多く進出しており，自動車メーカーや家電メーカーに大きな打撃を与えた。地震直後，実際に，本校周辺の通勤ラッシュが一時的になくなったことなど，産業界に与えたであろう影響を肌で感じることとなった。地震後数カ月を経た現在，外観は平常を取り戻しているが，工場内においては完全な復旧に至ることなく生産は続けられている。

2.1　地震の発生状況

熊本地震の特徴の一つに「余震」が上げられる。図2のグラフは，14日の前震以降（16日の本震含む），17日の10時までに震度１以上を観測した地震の回数を示している（縦軸に回数，横軸に日時）[5]。回数の合計は410回，計算してみると約9分に1回の割合で地震が発生していたことになる。しかも2度の震度7の他に震度6の余震も数回発生していた。震度は熊本地方，阿蘇地方，大分県西部，大分県中部で観測されたものであるが，菊陽町の位置から考えると本校で受けた地震もほぼ同じようなものであろう。

2.2　本校の被災状況[6]

本震直後に把握した本校の被災状況を報告する。

まず，学生の被災状況について早急に安否確認を始めたが混乱は免れなかった。前震の時，本校から比較的近い距離のアパートで暮らす学生たちが校内に避難してきたように，学生たちの居場所は特定されているわけではなかった。最終的には全員と連絡が取れ，安否確認を完了することとなるが，予想以上に時間を要した。概ね1週間を経て，幸いにも全員の無事を確認することができた。

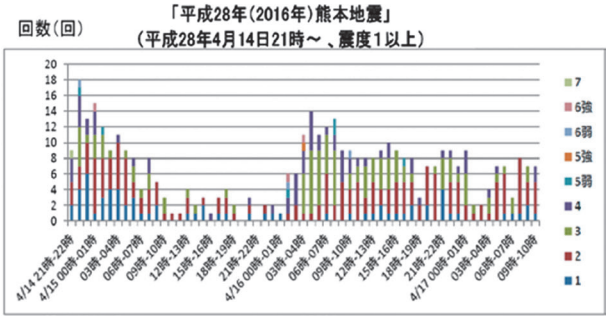


図2　地震回数（4/14～4/17日10時）

本校の建物については主に体育館，校舎（本部棟，実習棟），外壁，通路などが部分的に被災した。図3は体育館の天井部分を支える梁の支承部が破損しているところを示す。安全性の確認がとれるまでは体育の授業等での使用を禁止していたが，10月になってようやく安全性を確認，使用を許可している。

図4の写真は本部棟玄関の大型ガラスが破壊したところを示す。ここは本校を訪問する方にとっては最初に訪れる場所であるため，早急に復旧したいところではあったが，業者や資材の確保ができず，長期間の立ち入り禁止を余儀なくされた。修復したの

図3　梁の支承部破損（体育館）

図4　本部棟玄関の大型ガラスの破壊

図5　外壁のヒビ割れ（実習棟C出入口）

は10月になってからであった。

図5の写真は実習棟出入口の外壁部分にヒビ割れが生じているところを示す。度重なる余震とともにヒビ割れは拡大し，酷いところは剥離に至っている。ヒビ割れや部分的破損は校内通路の数箇所で見つかっているが，多くの破損部分は校舎と通路をつなぐエクスパンション部に集中した。このエクスパンション部の破損は建物本体への構造的影響を及ぼさないように設計がなされている。

実習棟は3階建てのA棟，B棟，C棟の3棟，主に1，2階に機械系，3階は電子情報系の実習場となっている。被災直後の実習場内は，平常の整然とした環境とは一変し，パソコン，書棚，重量級の大型工作機械でさえも所定の位置からズレ，その他たくさんの設備が転倒していた。図6の写真は機械系精密測定室の万能投影機が固定台の上で転倒している状況を示す。現在は，その時の教訓を活かし，パソコン，モニターなどOA機器やオフィス家具を地震から守るために「透明両面粘着ゴム」を手配，各学科に配付し設備等の転倒防止に使用している。

図6　万能投影機の転倒

図7　水道管破壊による地面陥没

図7の写真は水道管の破壊により漏水し，土砂が地下に流出したことにより地面が大きく陥没した所を示す。この水道管の破壊により水道は利用できなくなるが，業者の確保が難しいため復旧に時間を要することとなった。また，建物周辺のアスファルト道路の一部には凹凸（おうとつ）が生じている。この凹凸は地中の排水管を破断させ，排水詰まりを引き起こすこととなった。

地震直後，水道の他にも電気，ガス，電話回線などのライフラインといわれるものは停止状態にあった。電気は翌日17日に復旧したが，被災当日の連絡網として有効なインターネット通信が利用できなかった。また，非常用に準備された電話回線は確実には利用できず，代わりに個人の携帯電話が利用された。

その他，本校への交通アクセスについては，通学の足となる公共交通機関JR豊肥本線は阿蘇方面での土砂流入などによる線路の不具合などで一部不通となった。本校の周辺道路において際立った被災は見られなかったものの，学生の通学範囲を見てみると，多くの橋脚が入口と出口の部分に段差が生じ，車やバイクの通行を不便（危険）にしていた。

阿蘇方面から通う学生たちは，現在でもJR豊肥本線と国道57号線が両方とも利用できずに不便な通学を余儀なくされている。

3. 本校の危機管理と震災における対応

危機が発生した場合に，その影響を最小限にするとともに，危機状態からの脱出・回復を図ることを基本として，誰が何をすべきなのかを中心に「危機管理」が検討されている。

3.1　本校の危機管理

本校には火災，地震等の緊急時に教職員が迅速かつ的確に対応することにより，被害を最小限にくい止め，同時に，学生，来客等の安全を十分に図るため，「熊本県立技術短期大学校 緊急時対応マニュアル」が策定されている。想定されるトラブルは災害

関係で火災，地震，台風，大雨，大雪等である。

今回，地震発生の時間帯によりトラブル直前の対処方法は「職員不在時」における行動となった。また，本校は県立の短期大学校であるため，被災者の救援活動も重要なミッションとなり，県全体の避難物資の搬入搬出や甚大被災地域への支援業務等も含まれる。

3.2　本校の対応

3.2.1　震災直後の対応

発災直後，本校が独自に策定した「緊急時対応マニュアル」にしたがって対応したが，スムーズな対応は難しかった。

発災直後の対応としては，人に関連すること，学校に関連することがほとんどで，人に関連することでは安否確認，連絡網の構築，通学通勤の可否確認などである。

最優先となる学生の安否確認においては，停電でパソコンが使用できず，メールが利用できない状況が発生した。結局，使用可能な個人のパソコンからメールを発信した。一方，職員の安否確認においてはスマホなどのモバイル端末を利用することで比較的早期に完了することができた。

学校に関連することでは校内被害調査，時間割検討などである。本校職員，熊本県および業者とともに建物全体の被災状況を調査し，それに伴う立ち入り禁止場所を設定した。その他，施設･設備の損害状況の調査，ライフライン状況の調査と復旧対応など。

これらの状況を確認し，学校の休校と行事の実施可否等について検討を行った。

3.2.2　授業再開までの対応[7]

授業再開までの対応としては，学生生活の支援に関する検討，授業再開の準備，および学生の体調管理への配慮が行われた。

被災した家庭の家計状態を配慮した授業料納付期限の延長，被災した住居や通学路・通学手段の状況を配慮した下宿･寮などの斡旋，通学経路の確認，学生相談の積極的受け入れなどが実施され，同時に被災状況の再調査が行われた。

授業再開の準備として学年暦の見直しがなされ，設備の状態確認や非常勤講師との調整が行われた。いくつかの校内行事は延期された。

避難所生活をやむなくされた学生，生活復旧活動が必要となった学生，通学路の閉鎖による長時間通学の学生には，生活環境の影響に対する体調管理への配慮などが検討された。

3.2.3　授業再開

4月15日(金)以降を休校としていたが,5月9日(月)から授業を再開することとなった。授業再開後は緊急避難経路と避難場所を確保して，被災以前の教育環境に劣らないよう留意した。ただし，体育館，建物，高価な精密機器など，緊急に対応が取れないものについては代替えによる処置が行われた。

地域貢献活動として実施してきた在職者セミナーは継続して行うこととし，技能検定をはじめ，資格試験の実技試験会場としても本校の利用が継続された。

3.3　熊本県，地域との連携

熊本県との連携を図り，本校体育館は全国からの救援物資の受け入れ先として指定され，救援物資の倉庫として利用された。県外からの食料品や生活必需品などを積んだトラックが体育館へ誘導され荷物が降ろされた。図8の写真は全国から運び込まれた県内向けの救援物資を示す。

運び込まれた物資は適宜，必要とされた地域へと運び出された。

図8　県向けの救援物資（体育館）

図9　学生ボランティア（大学コンソ）

その他，県内大学との連携を行っている「コンソーシアム熊本」との情報交換により周囲の大学の状況を把握することができた。コンソーシアム熊本を通じた学生ボランティアの募集があり，本校の学生も参加の意欲を示した。ゴールデンウィーク中には被害家屋現地調査の調査員補助として活動し，7月には「江津湖クリーン作戦」という清掃活動に80名もの学生が参加した[8]。図9はその時の集合写真である。

11月には益城町の広安西小学校で開催された熊本地震の復興プロジェクト「未来のまちづくりを考えるワークショップ」で学生ボランティアとして3人の学生が参加した[9]。震災直後でも一部の学生は自主的にボランティア活動を行っていた。本校職員は5月の連休，震災被害が甚大である益城町を支援するため派遣された。

また，本校がお世話になっている国内外の皆様からから励ましのメッセージやご芳志を賜った。多くの企業様からは励ましの言葉と支援の申し出，周辺の市や町からは被災した学生の下宿探しに関する情報提供，長崎県諫早市の市民団体様からは義損金の提供，韓国からは緊急給水袋の提供，工具メーカー様からは教育資材の提供などである[10]。

4. 緊急時における課題

本校も地震等の緊急時における対応マニュアルを準備して危機管理を行っていたものの想定外の事態が生じ，対応は思うとおりに進まなかった。ここではその課題を含めた実施状況などを述べる。

4.1　ライフラインの確保

地震後のライフラインの状況を熊本県全体でみると電気については最大47万7000戸の停電が確認されている[4]（4月16日2：00時点）。都市ガスでは10万884戸の供給停止が確認されている[11]（4月26日15：00時点）。水道では最大で44万5857戸の断水が確認されている[4]（7月28日時点）。

本校でも地震直後は全てのライフラインが停止の状況であった。被災当日，電話の不通により周囲との連絡が取れない状況が生じたことや停電によりパソコンの使用ができずメール等の利用ができなかった。また，警備会社のセキュリティロックが停電により一部解除できなかった（警備会社のセキュリティロックについては動作的には問題が無かったとのことであった）。

ガスについては都市ガスとプロパンガスの両方を使用していたため都市ガスが不能でもプロパンガスを利用することができた。

4.2　安否確認の方法

一般的な安否確認には各個人の連絡先の情報を所有していることがまず第一，その他にも電話による災害用伝言ダイヤルや携帯電話による災害用伝言板などの方法も普及している。

本校でも安否確認のために各個人の連絡先情報を収集しているので職員全員の安否確認は携帯電話等により早い段階で確認できた。職員数に比べて人数の多い学生の安否確認についてはパソコンメールを想定していたが，当日の停電でパソコンの使用が出来なくなり時間を要した。

4.3　情報の共有について

校内の被災状況については総務学生課で把握するようにしていたが，余震による被害の拡大が日々，生じていたため，新たに発生する被害についてはタイムリーに把握できないこともあった。

本校では全職員に情報収集の協力を仰ぎ，全職員が情報を提供できるよう，情報収集用のボードを設置し，被災場所の確認と情報の共有を図った。特に学生の生活環境については把握することが難しく，

各学科と各担任に委ねた。

4.4　安全の確保について

本校の被災状況については前にも述べたとおりであるが，その状況の中，安全を確保するため，早急な施設･設備の損傷把握と修復準備，それにともなう被災場所への立ち入り禁止を示すロープやコーンの設置とその掲示などが早急に進められた。

授業を実施する教室や実習場においては緊急避難経路と避難場所の確保が必要となり，避難路確保のため自動ドアを開放したり，緊急時の避難を想定して，通常は土足禁止であるパソコン室を土足解禁にするなどの安全対策がとられた。

5. おわりに

熊本地震後，熊本県は県民総出の復旧作業に取り組んでいるが，2度にわたる巨大地震ゆえに被害も想定外のことが多く，完全復旧には時間を要する。

本校の場合は，発災後から全員で取り組んできた復旧作業が順調に進んでいることと年末からは本格的に校舎の改修工事が始まったことなど，4月からは校舎を含め設備なども完全に復旧した状況で授業が開始できそうである[(12)]。

今回の熊本地震の経験を今後の危機管理に活かせるよう努力していく。

＜参考文献＞

(1) 過去の地震津波災害. “国土交通省 気象庁ホームページ”. 気象庁. http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/higai-1995.html

(2) 日本付近で発生した主な被害地震. “国土交通省 気象庁ホームページ”. 気象庁. http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/higai1996-new.html#higai1996

(3) 日本付近で発生した主な被害地震. “国土交通省 気象庁ホームページ”. 気象庁. http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/hi gai1996-new.html#higai2006

(4) 内閣府政策統括官（防災担当）. ”内閣府 防災上情報のページ 熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について（12月14日16：00現在）”.内閣府. http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_37.pdf（参照2016-12-20）

(5) 気象庁地震津波監視課. “国土交通省 気象庁ホームページ 平成28年（2016年）熊本地震について（第11報）”.気象庁. http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/17a/kaisetsu201604171030.pdf（参照2016-12-20）

(6) 広報委員会. 熊本地震. 熊本県立技術短期大学校情報誌, 2016, No.32, p1

(7) 総務学生課. “熊本県立技術短期大学校ホームページ「平成28年熊本地震」による本校の被害状況等について” 熊本県立技術短期大学校. http://www.kumamoto-pct.ac.jp/soshiki/somu/kumamotojishin.html（参照2016-6-21）

(8) 広報委員会，学生はボランティア活動で頑張っています「江津湖クリーン作戦」とロボット競技大会「WRO2016熊本大会」, 熊本県立技術短期大学校情報誌, 2016, No.33, p3-4

(9) 広報委員会，熊本地震の復興プロジェクト『未来のまちづくりを考えるワークショップ』でボランティア活動を行いました, 熊本県立技術短期大学校情報誌, 2016, No.34, p4

(10) 広報委員会, 熊本地震速報第2弾！, 熊本県立技術短期大学校情報誌, 2016, No.33, p8

(11) 一般社団法人日本ガス協会 広報室. ”平成28年熊本地震による都市ガス供給の停止状況及び復旧状況について第13報” 一般社団法人日本ガス協会. http://www.gas.or.jp/newsrelease/13-0426.pdf（参照2016-12-20）

(12) 里中 忍, 熊本地震復旧・復興ニュース第3弾, 熊本県立技術短期大学校情報誌, 2016, No.34, p2-3

ドイツの産業・社会と専門職業教育

独立行政法人大学改革支援・学位授与機構　吉川　裕美子
職業大フォーラム 2016 事務局

1. はじめに

平成28年11月11日，職業大フォーラム2016（職業能力開発総合大学校）において，独立行政法人大学改革支援・学位授与機構研究開発部吉川裕美子教授に「ドイツの産業・社会と専門職業教育」と題して基調講演をいただいた。

本稿において，吉川教授の基調講演の内容を職業大フォーラム事務局が取りまとめ報告する。

2. 講演概要

ドイツの社会において職業は非常に大きな位置を占めている。ドイツの若者は小学校を出た後に，3つ，あるいは2つの，種類の異なる中等教育学校に進学する。それはある意味で不公平あるいは不平等ではないかという議論が1970年代に起こったが，なぜそういう異なる種類の学校を残してきたのかという背景には，ドイツの社会と職業の関係を考えることが欠かせない。また，ドイツも日本と同じように少子高齢化という大きな波を受けている。ものづくりを中心とした産業構造や，真面目で勤勉な印象のある国民の気質など，日本と共通点の多いドイツが，将来の国を支える人材を育てるうえで，今，どのような課題があり，どのように対応しようとしているかを考える。

3. ドイツの社会

ドイツの国名は，正式にはドイツ連邦共和国という。人口は8,200万人で，日本よりもやや小規模だが，日本と同じように少子高齢化の影響を強く受けており，人口に対する高齢者の割合はOECD諸国の中で，日本に次いで2番目に高い。首都はベルリンで，東西ドイツが1949年に建国され，別の国として存在していた時代に，旧西ドイツは首都をボンに置いていた。一方，東ドイツの首都はベルリンであった。現在の首都ベルリンには，大都市という印象があるかもしれないが，人口は400万人に満たない。ドイツ国内で人口が100万人を超える都市は数える程度にすぎず，多くの都市はそれほど大きくない。宗教に関してはカトリックと，プロテスタントがそれぞれ3割ぐらいである。

1990年10月3日に東西ドイツが統一されたが，ドイツ連邦共和国という正式名称が示しているように，連邦制をとる点に特徴がある。旧西ドイツ（ドイツ連邦共和国）の11州に，統一後は旧東ドイツ（ドイツ民主共和国）の5州が加わり，16の州から構成されている。世界有数の工業先進国であるとともに貿易大国であり，GDPの規模としてはヨーロッパ内で第1位となっている。主要産業は自動車，機械，化学，製薬，電子，食品，建設，光学，医療技術，環境技術，精密機械などで，日本とよく似た，ものづくりに大きな軸足を置いている国ということができる。

ドイツを構成している16の州は，地域性，文化性

などの面できわめて多様性に富み，教育に関しては各州が権限を有する。各州政府に文部行政をつかさどる省と大臣が置かれ，州ごとに教育に関する法律が定められ，学校制度も一様ではない。教育に関して連邦は限られた領域で権限を与えられているにすぎない。しかし，各州の教育制度があまりにも多様であるならば，ドイツ国民の職業の選択の自由や，居住・移転の自由が保障されないことになりかねない。そのための調整機関として，各州の文部大臣が一堂に会して協議する，常設各州文部大臣会議が設置されている。

4. 大学までの教育

4.1 初等・前期中等教育

個々の州の独自性を尊重しつつ，協調を図りながら国として統一性を確保しているのがドイツの教育制度である。図1にドイツの教育制度を図示する。

まず初等教育（日本の小学校に相当する）は，基礎学校（Grundschule）で行われ，多くの州では4年制である。一部の州では6年制をとっているところもある。ドイツでは，日本の高校に相当する段階まで学年を通算して，基礎学校から後述するギムナジウムの上級段階まで，1学年，2学年…13学年というように呼称する。

前期中等教育（日本の中学校に相当する）には3つの種類の学校があり，日本と大きく異なっている。基幹学校（Hauptschule：5学年から9学年），実科学校（Realschule：5学年から9ないし10学年），ギムナジウム（Gymnasium：5学年から9ないし10学年）であり，さらには，この3つの学校種を合わせた形の総合制学校（Gesamtschule）があり，また，ドイツ統一後に東側の多くの州には，基幹学校と実科学校を合わせた形の学校が設けられている。以上のように，中等教育段階には異なる種類の学校があり，その種類は州によってさまざまである。

その一方で，学校を修了するときに生徒が手にする修了証は，学校の種類にかかわらず統一されている。たとえば，基幹学校を修了した者には基幹学校修了証（Hauptschulabschluss）が，実科学校の修了者には実科学校修了証（Realschulabschluss，中等教育修了証 Mittlere Reifeとも呼ばれる）が付与されるが，実科学校の生徒が修了に至らず，しかし基幹学校修了と同等の水準に達していると判断され

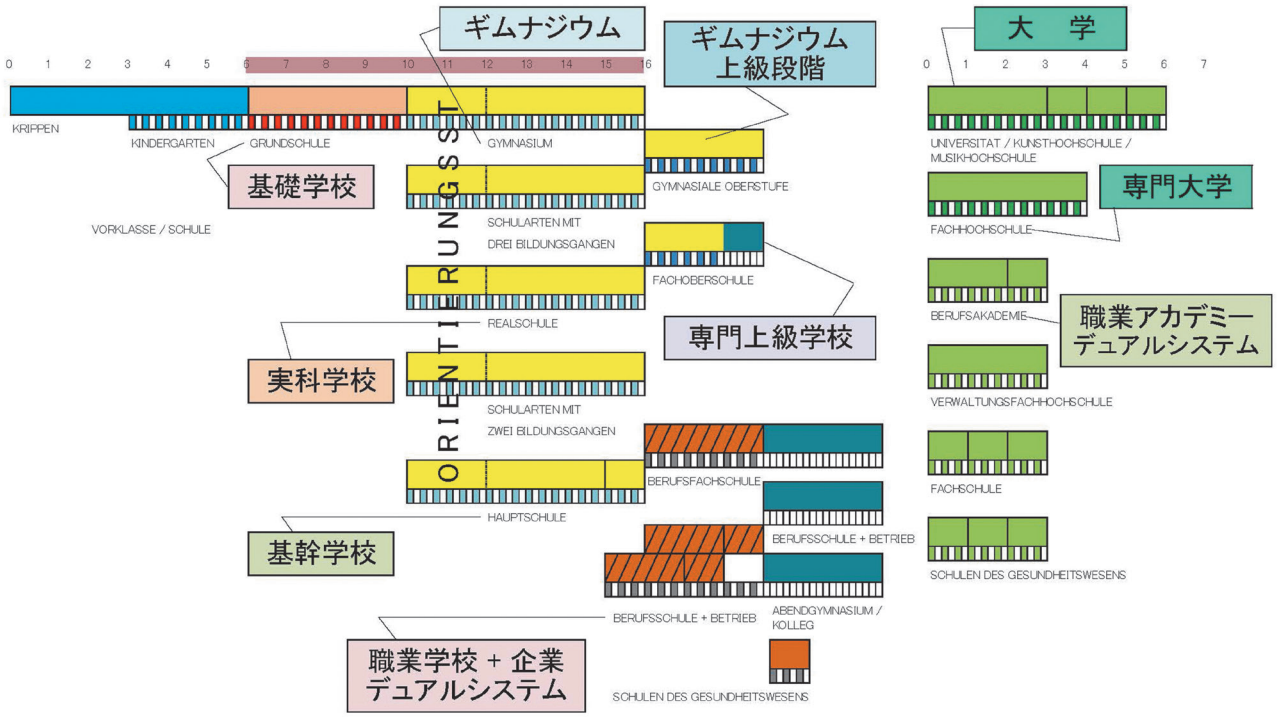


図1　ドイツの教育制度（吉川教授講演資料より）

るならば，基幹学校修了証（と同等の修了証）が出される。

このように，ドイツの学校制度は一見すると複雑な様相を呈しているが，修了資格は3種類の教育資格（基幹学校修了証，実科学校修了証，アビトゥーア）に全国で統一されている。それは中等教育のどの段階を達成したかをあらわす証明書であり，在学した学校種と修了時に手にする教育資格とが必ずしも一致しているとはかぎらない。一方，それぞれの教育資格は，どの学校種で取得したものであれ，ひとしく次の段階に進む証書として通用する。

4.2　後期中等教育

ドイツの中等教育段階で，大学進学に向けての準備教育を行う機関はギムナジウム（Gymnasium）である。ギムナジウムの10学年を終えた生徒の大半はその上の段階であるギムナジウム上級段階に進み，アビトゥーア（Abitur 一般大学入学資格）試験を受けて修了する。こうして取得されるアビトゥーアは，大学に入学するための資格に該当する。伝統的にドイツでは，アビトゥーアを手にした者はいずれかの大学に学籍を得る権利を有し，個々の大学は入学者の選抜を行わない。適性を判断するために面接試験や入学制限を実施することもあるが，待機期間を経て学籍を得る可能性が残されている。

基幹学校と実科学校を終えた生徒の多くは修了後に職業教育訓練を受けるが，ギムナジウム上級段階を終えてアビトゥーアを取得しながら大学に進学せず，職業教育訓練を受ける者もいる。

ドイツの教育の大きな特色の一つに，職業学校就学義務がある。前期中等教育までの9年間は日本と同じように普通教育の義務教育期間であるが，その後に職業学校就学義務が続き，18歳になるまで，ギムナジウム上級段階あるいは全日制のいずれかの学校に通っていない者は，職業学校に通わなければならない。これは，職業教育訓練を受け，その修了証書を手にして初めて職業に就く資格が得られることと関係している。

実科学校あるいは基幹学校を出た後に専門上級学校へと進み，専門大学入学資格を取得してさらに高等教育に進学する道も開かれている。専門大学入学資格は，後述する専門大学に進学するための資格であり，これに対してアビトゥーア（一般大学入学資格）取得者は，大学と専門大学のどちらにも進むことができる。

4.3　デュアルシステムの職業教育訓練

ドイツでは自動車整備工，電気工，製パン職人や煙突掃除夫などといった実技的な職種にとどまらず，銀行員や保険を扱うような事務職種に就くためにも職業訓練を受けなければならない。

ドイツのデュアルシステムの特徴を簡潔に述べれば，企業内で訓練を受けながら，週に1回か2回，職業学校に通って，基礎となる理論的な学習を行う仕組みである。理論と実践を組み合わせた形で，1つの職業に向けて若者を養成していく。

2015年現在，連邦職業教育法に328の職業訓練職種が認められている。訓練職種には新しいものが加わったり，変更されたりするが，この法律に定められた職種でなければ職業訓練を受けることができない。これは未成年者を保護するための基礎となっている。この連邦職業教育法をはじめとして，手工業規則，年少者労働保護法，職業教育訓練指導者適性規則，労働時間規則，母性保護法などの下に，企業内での職業訓練が行われる。一方，職業学校は個々の州の管轄下に置かれ，州の学校法に基づいて教育が行われる。ただし，ドイツ全土で統一性を図るために，常設各州文部大臣会議においても決議等を出し，州ごとにカリキュラムに大きな相違がないように配慮されている。こうした法的基盤に支えられて，実践的な企業内職業訓練と職業学校での理論的学習の双方が組み合されている。

デュアルシステムの職業訓練を受けるために，まず前提となるのは見習い訓練生（Auszubildende 職業訓練生とも訳される）になることである。328の職業訓練職種の中には多様な職種が含まれているため，選択肢の幅は非常に広いが，まずは企業等が見習い訓練生を募集する。企業だけではなく手工業者，あるいは大学や公的機関も職種に応じて見習い訓練生の募集を行っている。そうした訓練場所に前

期中等教育を終えた子どもたちが応募し，面接や試験を受けて採用されると企業等と職業訓練の契約を結ぶ。当然，多くは未成年であるから，実際には保護者と契約を結ぶことになる。企業は見習い訓練生を受け入れることが決まると，職業学校に見習い訓練生のリストを提出する。工業系企業であれば工業系の職業学校，商業系企業であれば商業系の職業学校にリストを提出し，それによって見習い訓練生は同時に職業学校の生徒としての身分を得ることになる。

企業内訓練は多くの場合，週に3〜4日，訓練指導者あるいは親方の資格を持つ者によって行われる。企業等での職業訓練には，商工・手工業会議所，経営者団体，労働者団体，連邦職業教育研究所（頭字語からBIBBと呼ばれる）が関与している。

一方，職業学校では，週に1日〜2日，あるいは一定期間に集中する形で，職業学校の教員が授業を行う。職業学校では職種に応じた専門の教科と，一般の教科の授業が行われる。職業学校を監督するのは，州の教育担当省と学校を所轄する地域当局である。

職業訓練の期間は職種によって異なるが，2年〜3年半のカリキュラムを上首尾に終えると，商工・手工業会議所等で修了試験を受ける。修了試験に合格した者に渡される証書が，専門労働者（Facharbeiter），あるいは職人（Geselle）の資格である。この資格を手にすることで，初めて正規の労働者として企業に就職することができる。見習い訓練の間は，あくまでも見習い訓練生としての雇用にすぎず，専門労働者の資格を手にして初めて一人前の職業人となる。また，職業学校においては，学校教育の修了証書が付与される。

5. 高等教育

ドイツの高等教育機関には，大きく分けると2つの種類がある。それは，学術的な教育研究を行う大学（wissenschaftliche Hochschule，以下「大学」と総称する）と，実践指向の専門教育を行う専門大学（Fachhochschule）である。

大学の最たるものが総合大学（Universität）であり，工科大学，芸術大学も学術的な大学に位置づけられている。博士の学位授与権を有するのは大学だけである。多くの総合大学は長い伝統を有し，人文社会科学から自然科学まで幅広い分野の学部を置いている。工科大学は“Technische Hochschule”あるいは“Technische Universität”と呼ばれるが，ドイツで工学が高等教育の一分野に加えられたのは19世紀後半以降であり，総合大学に工学部は設けられていなかった。現在でも工学部の多くは，ミュンヘン工科大学やベルリン工科大学などの工科大学に設置されている。

一方，専門大学は1960年代末から1970年代初めに設けられた，新しい種類の高等教育機関である。大学（Universität）が理論・学術指向の教育研究と基礎研究に重点を置いているのに対して，専門大学（Fachhochschule）は実践指向の教育と応用研究に特徴をもつ。専門大学は英語で“University of Applied Sciences”と称され，この名称が諸外国において定着してきた結果，近年では「専門大学」に代わってこの“University of Applied Sciences”をドイツ語に直した「応用科学大学」（Hochschule für Angewandte Wissenschaften, HAW）と称する機関が増えている。

大学，専門大学に加えて，中等教育後の第三段階の教育機関として職業アカデミー（Berufsakademie）が幾つかの州に設けられている。職業アカデミーは高等教育機関ではなく学位の授与権をもたないが，アビトゥーア取得者を対象に中等教育後の段階で，企業等での実践職業訓練と学修機関での理論的な学修を組み合わせたデュアルシステムに類する職業教育訓練を提供している。

ドイツにおいて，高等教育は専門職業教育と位置づけられ，高等教育の修了証書，すなわち学位は，法的にも専門職業資格と解されている。

このことを教育資格と職業資格という2つの観点から見ると，図1で茶色に色付けされている部分のデュアルシステムを終えた若者たちが職業資格を手にするのに対して，黄色に色付けされている学校種は，全て普通教育学校である。そこでは普通教育の授業が行われ，ギムナジウム上級段階もまた大学に

進むための準備教育であって，職業教育ではない。したがって，ギムナジウムを終えた若者がどこで職業教育訓練を受けるかというと，それは高度な形であるが，専門教育の場としての大学が，最初の専門職業資格を付与する機関としての役割を担っている。

先に述べたように，ドイツの高等教育機関は大別して学術的な大学と専門大学（あるいは応用科学大学）の2種類から構成されている。ドイツのみならずヨーロッパの大陸諸国においては，日本と同様に，1960年代にかけて高等教育の需要が高まった。これに対する一つの方策として，大学そのものの収容定員を増やすことが行われたが，それだけでは十分でなく，大学以外の新しい種類の高等教育機関（非大学高等教育機関 non-university higher education institution）がつくられた。日本での一つの例が高等専門学校である。

大学と非大学高等教育機関の大きな違いは，大学では理論・学術指向の教育研究と基礎研究を行い，一方，非大学高等教育機関では大学よりも短い学修期間で，実践的で職業を強く指向した教育と応用研究を行うことにある。ドイツの専門大学で提供される課程は，経営学，情報学，社会福祉関係が多くを占めている。

大学においては，哲学，文学，法学，考古学など人文科学から自然科学まで多様な分野で幅広く教育研究が行われるが，専門大学でたとえば法学の分野の教育が行われるときには，それは法務の実務家を養成するための課程であり，文学・語学関係の分野であれば通訳・翻訳者を養成するための課程であるといったように，大学とは重点が異なっている。

20世紀の末まで，大学と非大学高等教育機関の間にはこのような違いがあり，加えて，修了したときには異なる学位が出されていた。大学（総合大学，工科大学，芸術系の大学）においては，多くは5年間の教育が一貫して行われ，修了者にはディプローム（Diplom）あるいはマギスター（Magister Artium）の学位が授与された。このため，大学に進学した者は全てが日本の修士レベルまで学んで修了するという形がとられていた。

一方，専門大学は，大学よりも短期の課程で実践・職業指向の教育を提供することに重点が置かれ，おおむね3年から4年の，日本でいえば学士レベルの教育を行い，修了者にはディプローム（ただしその後にFHを明記した“Diplom（FH)”）の学位が授与された。この“FH”は専門大学“Fachhochschule”の頭字語を表し，同じディプロームであっても専門大学で学んだことが，学位から見て取れる形になっていた。これは差別化ではないかという意見もあるかもしれないが，企業の側では，必ずしも理論・学術指向の教育を受けた者を優先して採用するとはかぎらず，実践・職業指向の教育を受けた者を望む場合もあり，差異化ととらえたほうがよいであろう。

6. 高等教育制度の変化

こうした20世紀末までの状況に対して，1999年にドイツを含むヨーロッパ諸国の高等教育にとって転換点となるボローニャ宣言（Bologna Declaration）が出された。これは簡潔に言えば，ヨーロッパの高等教育に学士課程と大学院課程の2段階からなる学修構造と学位を導入し，相互に比較可能性と互換性を高めることによって「ヨーロッパ高等教育圏」（European Higher Education Area）を創設するという宣言である。先に述べたように，20世紀末までヨーロッパの多くの国では，大学で最初の学位を取得するまでの課程が長期にわたり，かつ学術的な大学と，もう少し短期で実践・応用指向の教育を行う非大学高等教育機関の2種類があった。加えて，高等教育機関の種類も修了者に出される学位も国によってきわめて多様であり，他国の労働市場で，また域外からの留学生にとって，理解することが容易でない状況にあった。その一方で，アメリカとイギリスでは，Bachelor（学士），Master（修士），Doctor（博士）という3段階の学位制度をとり，それはアジア，アフリカの多くの国々とも共通している。ヨーロッパ各国の独自の学位制度は，外国から優秀な人材を惹きつける上で障害になっているのではないかという危機感が，ボローニャ宣言の背景にあったといえる。

欧州統合を進めるうえで（もっとも英国の欧州連合離脱など不透明ではあるが），労働者が国を越えて移動する，あるいは学生が移動するときに，各人の持っている資格が正しく理解されることは不可欠であり，そのためにも学位の共通性を高めることは重要であろう。むろんボローニャ宣言に各国の教育担当大臣が署名しても，自治を有する大学の協力なしには前に進めない。国内の大学関係者，教員，学生の協力も得ながら，まずは10年間でヨーロッパ高等教育圏を創設する目標が掲げられた。ボローニャ・プロセスには，1999年に29か国が署名し，2016年現在，48か国が加盟している。

ボローニャ・プロセスの大きな柱は，理解しやすく比較可能な学位と単位制度の採用，学士課程と大学院課程の2段階構造の導入である。単位制度は，学生が短期の留学などで機関間を移動するときに，たとえばBachelor課程の途中で他の大学に移るときに，すでに履修した成果を単位であらわし，それを累積して修了に結びつけることが可能になる。ヨーロッパの多くの大学では，今では学士課程と大学院課程の2段階の構造とBachelor，Master，Doctorの学位を採用しているが，ドイツでは，実はボローニャ宣言の前年に，Bachelor，Master制度を導入することが常設各州文部大臣会議で決議されていた。この新しい学位の導入に対しては，特に工科大学の関係者から異議が唱えられた。ドイツの工学修了者の資格として高い評価を得てきた「工学ディプローム」（Diplom-Ingenieur）を擁護する意見が出されたためだが，工科大学でも今ではBachelor，Masterの学位課程に移行し，ディプローム（Diplom）の取得をもって修了する課程はきわめて少数になっている。

専門大学では，従来の課程がBachelor相当の修業年限であったことから，Diplom（FH）をBachelorの学位に切り替え，さらには大学院レベルのMaster課程も設けられるようになった。その結果，学術的な大学，専門大学のいずれにおいてもひとしくBachelorとMasterの学位が授与され，それぞれの機関が独自の重点・特徴を打ち出した課程で高等教育を提供している。このようにドイツでも，学位課程がBachelor，Master，Doctorの3段階に移行し，それによってドイツでBachelorを取得した学生がたとえばヨーロッパ他国のMaster課程に進学することも容易になってきた。これはボローニャ・プロセスの成果であり前進しているといえるが，学術的な大学と専門大学の境界に揺らぎが生じている面もある。

このような変化の中で，さらにドイツの高等教育が直面している大きな課題の一つは，高等教育が拡大していることである。ギムナジウムに進んでアビトゥーアを取得し，さらに高等教育を受けることを希望する若者が増えている。その結果，年齢も入学前の学習履歴も異なり，大学入学資格を取得した後にすぐに進学する者，アビトゥーア取得後に職業教育訓練を受けて，その後に大学に進学する者，あるいはいったん職業に就いた後に大学に進学する者など，多様な背景をもつ学生に，一律な教育で対応することがむずかしい状況が生じている。

また，長らくドイツでは，ギムナジウムで学びアビトゥーア（大学入学資格）を取得することが，大学に進む主たる道と考えられてきた。しかし，その道をたどらなかった人たちにも，高等教育機会が開かれるようになっている。基幹学校や実科学校を終え，デュアルシステムの職業教育訓練を受けて専門労働者として社会に出ていく若者には，マイスター（親方）になる道がある。すなわち，見習い訓練生がデュアルシステムの職業訓練を終えて専門労働者もしくは職人となり，その後さらに職業経験を積んで専門技術を高め，あわせて見習い訓練生の養成者として必要な教育知識なども身につけた後に，商工・手工業会議所等で試験を受け，マイスターすなわち親方の資格を得ることができる。近年，このマイスターの資格を有する者に，アビトゥーア取得者と同等の資格が与えられるようになった。結果としてまだ少数ではあるが，マイスターが大学に進学し，専門分野で高等教育を受ける状況が広がりつつある。

大学における専門教育に対する需要の高まりは，当然ながら，社会の産業構造の変化や，経済構造の変化をあらわしている。しかしドイツでは，人口動態が変化し若年層が減少する中で，大学進学を希望

する者が増えている。これは，職業教育訓練に進む若者が少なくなっていることを意味し，将来ドイツのものづくりの現場を支えられるのかという関係者の心配につながっている。

デュアルシステムの職業訓練生と高等教育就学者の10年間の推移を図2に示した。青色のデータがデュアルシステムの職業訓練を始めた者の数を，赤色のデータが大学に進学した者の数を表している。デュアルシステムの職業訓練生の数は長年にわたり大学進学者数を上回っていたが，数年前に初めて逆転した。これはドイツ国内で大きな危機感をもって受けとめられた。むろんこの数値は，デュアルシステムの職業訓練を始めた若者の数が，大学進学者の数より少ないことを示しているだけであり，実際には保健衛生系など全日制で行われる職業教育訓練もあるうえに，外国人の数も含まれているため，職業訓練を受けている者の方が未だ優勢であるという統計もある。しかし大学進学意欲が非常に高まっているという事実に疑いはなく，熟練労働者をこれからどのように育成していくのかが，ドイツの産業界全体で大きな課題として受けとめられている。

他方で，高等教育にも進学者増の影響が生じている。ドイツの大学では90年代頃から大きな階段教室が埋め尽くされ，通路に学生が座って授業を受けるというような光景が見られるようになった。その理由の一つとして，ドイツの大学，専門大学の大半が州立であり，授業料が無償であることが挙げられる。州が高等教育費を公的に負担することについては，一部の州で授業料を徴収する動きも起きたが，結果として，教育機会を広く保障するために公費負担が維持されている。またドイツでは，これまでのところ留学生に対しても授業料は課されていない。

ドイツの大学間にはあまり大きな相違がなく，多くの若者は自分が生まれ育った地域に近い大学に進むことが多かった。しかし近年，ドイツの大学がそれぞれ特徴を出し，個別化をはかる政策が進められている。その流れの中で，高等教育レベルで二元制学修（Duales Studium）を行う課程が設けられていることに触れておきたい。二元制学修とは，高等教育機関での理論的学修と，企業や公的機関での実践的な職業訓練とを交互に組み合わせて専門教育を行うものである。たとえばバイエルン州の専門大学の一部には，デュアルシステム型の学修モデルが取り入れられている。このモデルには2つの型があり，一つは，デュアルシステムの職業訓練と大学の学修を統合した形で，学生は企業等と職業訓練契

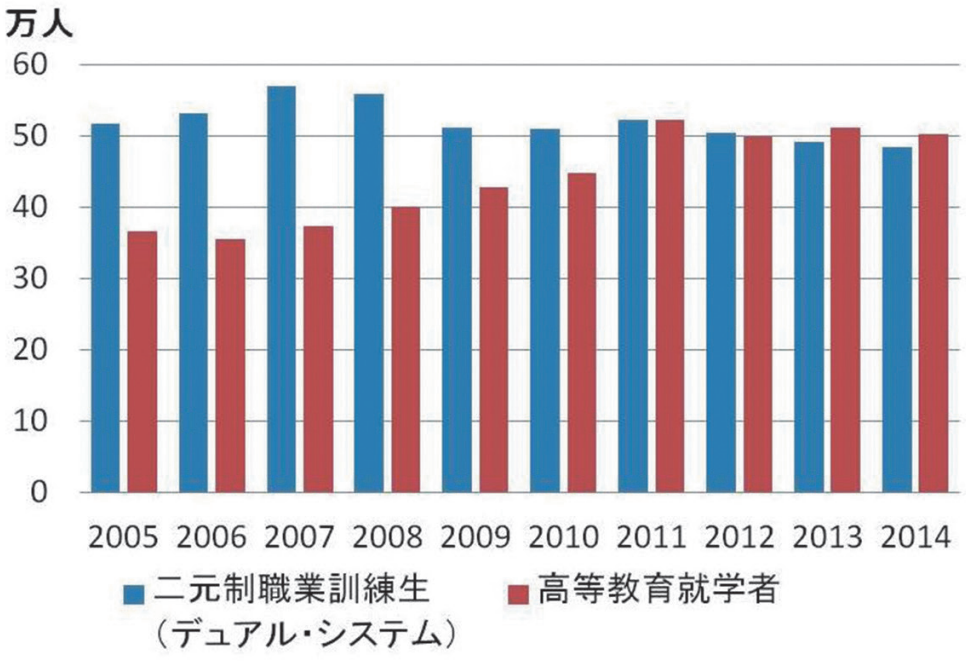


図2　新規の二元制職業訓練生数と高等教育新規入学者数の推移（吉川教授講演資料より）

約を結び職業訓練を受ける一方で，大学において規定の学修を行う。それにより学生は，職業訓練を終えた証としての専門労働者の資格と，Bachelorの学位を得て修了する。もう一つは，大学の学修の中で，通常の課程よりも50％多い実習を企業等で行い，Bachelorの学位を得るものである。いずれの形であっても，二元制学修の最後には修了論文を書き，修了試験を受けてBachelorの学位を手にする点は共通している。二元制学修は，高等教育需要の高まりと専門労働者の育成の双方に対する一つの試みといえるかもしれない。

7. おわりに

講演のまとめとして，ドイツと日本において次のような共通の課題が示された。

- ●少子高齢化
- ●高等教育の拡大に伴う多様な学生層
- ●経済のグローバル化により人の移動や高度な専門労働力の育成が必要になる中で，限られた資源で効果的な教育・研究をどのように行うべきか
- ●専門的な労働力をどのように育成していくか，もはやデュアルシステム，中等教育のレベルだけでは十分ではないというときに，大学がどのように専門教育，専門職業教育に関わっていくことができるか

〈以下，職業大フォーラム事務局〉

本稿では吉川教授のご講演を，ドイツの社会情勢を踏まえたうえで，デュアルシステムと高等職業教育の現状を中心にまとめた。ドイツでは若者が職を得るためには必ず職業教育を受けなければならないという意識が非常にはっきりしている。中学校に相当する課程を卒業する前の段階で，職業というものを明確に意識させ，早い者は卒業とともに職業訓練の道を選ぶ。ここで特徴的なのは，就職の道を選んだ者でも，職人として成長しマイスターの称号を得たのちにアカデミックな教育を受ける機会が与えられていることであった。職人的な技能を重んじるイメージの強かったドイツにおいても，もはや技能的な能力のみでは生き延びることができなくなってきていることは想像に難くないが，制度として学術的な教育を受け直す仕組みが用意されていることが印象的だった。日本は大学全入時代にあってG型大学・L型大学のようなある意味逆の議論もあるが，自立した社会人を少しでも多く育てたいという方向性は同じであろう。

最後に，ご多用の中，今回の基調講演を快くお引き受けいただき，丁寧にわかりやすくご講義いただきました吉川教授に心よりお礼を申し上げます。

講演のようす

研究ノート

マイコンを用いた電子楽器開発記①
～「無弦チェロ」の開発～

ものつくり大学　三井　実

1. はじめに

1.1　最近の電子楽器事情とその特徴

1919年，ロシアのレフ・セルゲーエヴィチ・テルミン博士が世界初の電子楽器「テルミン」を発明した。1960年代になるとアナログシンセサイザが普及し始めた。これは発振器から作られた正弦波状の波形を変形したり，音量をコントロールしたり，複数の波形を重ね合わしたりする機能を有したものであった。1980年代になるとディジタルシンセサイザが普及し，今や電子楽器は音楽には無くてはならないものになっている。

近年，電子回路技術や，筐体設計・成形技術などのさらなる発展・一般化により，様々な電子楽器が次々と市販されるようになった[1-6]。以降に代表的なものを列記する。管楽器を電子楽器化したAKAI社製の「EWI（Electronic Wind Instrument）」[1]や，パーカッションや打楽器を電子楽器化したKORG社製の「WAVEDRUM」[2]，アコーディオンを電子楽器化したROLAND社製の「V-Accordion」[3]，さらにチェロを電子楽器化したYAMAHA社製の「サイレントチェロ」[4]や「サイレントバイオリン」[5]などは，元の楽器の演奏感とほぼ同一の動作で楽器演奏が可能である。これらはいずれも電子楽器であるゆえに，ヘッドホンから出音して静かに演奏・練習でき，簡単に音量の調整が可能である。さらに簡単に楽器の音色を変えられること，言い換えれば，元の楽器とは違う音を出せるという機能も有している。これらはアコースティック楽器（電気的な増幅なしに演奏される楽器）に比べて大変便利な特長である。さらに録音について，アコースティック楽器はマイクを立てないと録音できないが，電子楽器は信号ラインの出力を録音機やアンプに接続すれば簡単に音を録ることができるため，レコーディングも簡単に行える。

また，パッドにより演奏を行うKORG 社製の「KAOSSILATOR」[6]や，宇田道信氏が発明・開発した円筒を音階を選びながら演奏する「電子楽器ウダー」[7]，オタマジャクシをモチーフとしたデザインの明和電機「オタマトーン」[8]は，新たな操作感や新しいデザインなどの観点から，電子楽器の可能性を広げる新しい楽器ともいえる。

以上をまとめると，電子楽器の特長として，音量の調整が簡単に出来ること，音色を簡単に変化させることが出来ること，録音・再生システムの構成が簡便であること，新しい方式や操作性を有した楽器創成の可能性が高いことなどが挙げられる。

1.2　電子楽器の本質とは？

そもそも楽器とは何であるか，辞書（大辞林）で調べてみると「音楽を演奏するために用いる器具」とある。さらに今流行のwikipediaでも調べてみると「音楽の素材としての音を発するための道具の総称」や「音楽に使用される音を出す器具」と載っている。いずれも楽器についての説明は，ほぼ同一であることがわかる。しかしながら，本質の理解のためには，もう少し掘り下げたい。図1に楽器のシステム図を示す。

図1よりシステムの中身をピアノ（もしくは他の

図1　楽器のシステム図

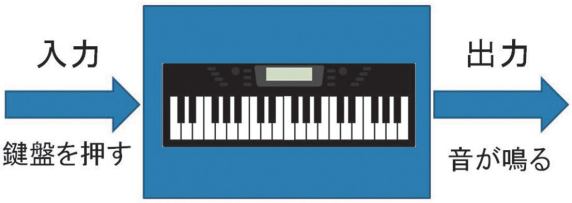


図2　シンセサイザのシステム図

楽器）とすると，入力は“鍵盤を押す”という人間の動作と見なすことができ，出力は音を発生させるシステムとして描ける。すなわち楽器とは「人間の何らかの動作を音に変換する器具」と理解が出来る。

では，電子楽器をシステム図で理解するとどうであろう。図2にシンセサイザのシステム図を示す。図1と見比べると，電子楽器をシステムとしたときの，入力である“鍵盤を押す”動作も，出力である“音が鳴る”現象もピアノの場合と同一である。アコースティック楽器と電子楽器の大きな違いは，人間の何らかの動作を音に変換する仕組みに電子回路を用いている点である。したがって，“電子楽器とは何であろう？”という問に対しての本質的な答えは“人間の何らかの動作を電子回路により音へ変換する器具”と言うことができる。

1.3　誰でも新楽器創成時代

近年，Makerムーブメント[9]のおかげもあり，マイコンや各種センサが非常に安価に，かつ，簡単に入手できるようになった。さらに，マイコンやセンサの使い方を学習しようと思えば，それについて書かれた書籍や，インターネット上の記事などにも簡単に触れることが出来る時代になった。また，FabLab[10]や各種FAB工房[11]などの流行により，3Dプリンタや，NCルータ，レーザーカッターなどのいわゆるデスクトップファブリケーションが使用できる環境が整い，筐体設計や製作に関わる技術も一般的になった。前節で述べたように，“人間の何らかの動作を電子回路により音に変換すれば”電子楽器になるわけなので，発想さえあれば，誰でも新しい電子楽器を開発・発明する機会を持っている時代が到来したのだと言える。

そこで今後，小生研究室にて開発してきた新しい電子楽器の開発，製作について連載していく。その中でまず第1回目として，2012年から開発され始め2015年にある程度完成の域に達した，弦の無いチェロの電子楽器である「無弦チェロ」を紹介したい。

2. 無弦チェロ開発の背景

2.1　チェロとは

チェロ（英名：Cello,Violoncello）とはヴァイオリン属の擦弦楽器である。楽器に張られた4本の弦に対して松脂を付着させた弓で擦り，弦を振動させ音を発生させる楽器である。弦の振動は駒によってボディに伝えられ増幅される。音域が広く，演奏者の技術次第では5オクターブ以上出すことが可能であるため楽曲の中で様々な役回りを演じられる楽器である。オーケストラや弦楽五重奏などでは低音部を担うことが多いが，ソロ楽器としても活躍することも多く，協奏曲やソナタが多数作曲されている。

演奏方法は図3のように楽器を支えるためのエンドピンを床に突き立て，両ひざの間に胴の部分を挟みボディ裏上部を胸に当て安定させる。エンドピンには演奏時に楽器を支える役割の他に，床に振動を伝え共振させることで音量の増大や響きを豊かにする役目も担っている。

2.2　チェロの問題点

人気のあるチェロではあるが，演奏人口はいまだ少なくその数は伸び悩んでいる。またせっかく始めても続けられずやめてしまう人も多い。演奏団体でチェロを募集しているといった話をたびたび耳にする。それはチェロが演奏者にとって不便な点が多く，負担の大きい楽器であるためと考えられる。問題として以下の3点が挙げられる。

図3　チェロの演奏姿勢

・大きく重いことから携帯性や保管性が悪い
・音量が大きく低周波の振動も伴うため演奏環境が制限される
・楽器購入，調整，弦交換などの維持のためのコストが高い

まず携帯性における欠点について詳細を説明する。大きさは楽器本体では全長約1250mm，FRP（繊維強化樹脂）製のケースに入れるとなると約1300mmと楽器としてはかなり大型である。また重さは個体差があるものの楽器本体で約5kg，さらに約5kgのFRPケースに入れて運搬となると合わせて10kgほどの重量になる。人が背負って持ち運ぶのが大変であるのはもちろん，車や公共交通機関での移動も容易ではない。まして航空機で移動する場合に至っては通常の手荷物として持ち込めず，また楽器の安全上貨物としても預けられないため，多くの場合別途1席分の料金を支払いその席に楽器を固定する必要が生じる。また保管に関しても，大きなスペースを必要とするだけでなく，楽器が木製で温度・湿度変化や紫外線に弱いため専用の場所を用意しなければならない。以上を鑑みると演奏者にとって負担が大きい。

次に演奏環境の問題点について詳細を述べる。チェロの音量は非常に大きく約85dBと言われており，これはギターをかき鳴らしたときやピアノの音量に匹敵する。さらにエンドピンによって引き起こされる床や建物の共振も大きな問題となるため，周囲への騒音や振動が憚られる場所（マンションや集合住宅など）では練習することが非常に困難である。また椅子に座り演奏する楽器であるため専用の椅子が必要であったり，弓を扱うためその椅子を中心に半径1メートルは障害物のないスペースが必要であったりとやはり演奏者にとって負担である。

最後に維持費が高い点について述べる。チェロを始めるにあたり，楽器本体は入門用ならば最低でも20万円，標準的な価格として80万円ほどかかってしまう。弓は別途購入する必要があり，初心者用であっても数万円から数十万円の決して安価でない価格帯で市販されている。また楽器に付随して必要な楽器ケースや松脂，エンドピン削り用のやすり，クロスやチューナなども用意しなければならない。

演奏に必要な一式を揃えた後も消耗部品の交換やメンテナンスが必要である。弦は1本5千円～1万円程度で半年に1回は換えるべきと言われ，弓の毛替えは1回約1万円でこちらも半年に1回は換えるべきとされている。また弦と楽器との関係はかなり微妙なバランスで保たれているため良い響きを保つためには楽器店へ定期的なメンテナンスに出すことが推奨される。以上よりチェロの維持のためだけに必要なコストは，初期コストを除いても年間約10万円は

みるべきだと言われており，コストの点でも演奏者の大きな負担となっている。

以上のように，始めるには敷居が高く，続けにくいため挫折してしまう人も多い。実際チェロの演奏者数はあまり多いわけでなくチェリスト不足を訴える演奏団体も少なくない。また演奏者が少ないことにより起こる二次的な問題として，楽器や部品（弦など）の市場ニーズも小さいため価格が下がりにくい。またチェロを習うための教室も開かれにくく，特に地方では十分な教養が期待できない。こうして更に演奏者の負担は増え，チェロの演奏人口数の伸び悩みを解消することは難しくなってしまう。

2.3　従来品による問題解決方法

チェロの問題点を解決するために考案された商品はすでに開発され市販されている。代表的な例として「ミュート」と「エレキチェロ」の2つを挙げる。しかしながら，どちらも改善はするものの根本的解決には至っておらず，十分な対応策とは言い難い。そのためまずはそれら解決策の原理と効果，問題点の本質に関して考察を行った。

2.3.1　ミュートによる音量減少の効果

まずミュートについて詳細を述べる。弦による振動は駒と呼ばれる木製の支柱によって楽器ボディに伝えられ共鳴させることでその響きを豊かにしている。その駒を挟み込むように取り付け振動を抑制することで音量を抑えるのがミュートである。チェロ本来の音色をある程度保ったまま音量を下げられ，また安価で着脱が手軽なため広く普及している。

しかしチェロは弦のみでも相当な音量を発生する。そのため駒の振動を軽減させるだけのミュートはその効果に対する評価は決して高くなく，実際測定すると約5～15dB減の効果しか望めない。また駒に直接取り付けるため，駒への傷や重さによる過負荷，外れた時に楽器を損傷するなどの懸念が付き纏うため使用を嫌う演奏者も多い。

2.3.2　エレキチェロ

近年では共鳴板を持たないエレキチェロが登場している。駒の部分に圧電素子を設け弦の振動を検出・修正・増幅してスピーカから発音する仕組みを持つことから，楽器の構造や発音の仕組みはエレキギターに近い。共鳴板を必要としないためコンパクトに持ち運べ，音量調整が電子的に可能なため練習用として使用される[4]。

しかしながら，弦を張っているため楽器ボディの長さや大きさは変わらず，前述のミュートと同様に弦自身の振動する音は発生してしまうため音量の抑制は十分とは言えない。また重量は約4kgとチェロと大差ないため運搬性にはやはり難がある。またチェロとしての再現性としては「別の楽器として認識した方がいい」との演奏家の評価が多く，チェロの代替とは成り得ていないようである。

2.4　問題点の考察

そもそもチェロは低音を含む広い音域を担う弦楽器である。弦楽器において低音を発するためには以下の3つの要素が必要となる。それは弦を長くすること，弦を太くすること，弦を張る張力を緩めることである。チェロはこれらの要素を踏まえバランスよく設計されており，人が演奏することを考えると今以上に最適化することは不可能だといわれている。しかしこれら3要素はいずれも楽器の巨大化，重量化，音量・振動の増大に寄与している。弦の長さによって楽器自体の長さも長くなり，強い張力（全体で約50kg）に耐えうるだけの強度を確保するための強靭なボディは重くなる。したがって，楽器の小規模化，軽量化は難しい。

また弦楽器は弦が振動することで音を発生し，その振動がボディに正しく伝わり全体に響くことで美しい音色を生んでいる。音量を制限するには音の元となる弦の振動を抑制するのが最適な解決方法だが，元の振動を崩してしまっては美しい音色を生み出すことは難しい。楽器として最重要である美しい音色をつくるという事象と，音量を抑制するという事象はどうしても背反してしまう。

すなわち，以上のことから，発音の原理としている“弦の存在”がチェロの問題の原因であるといえる。弦楽器である現状のチェロの発音方式では2.2

節で述べた問題点の根本的な解決は難しい。

2.5　無弦チェロ開発のねらい

チェロの問題点を解決すべく，本研究開発[12]では演奏者を支援するため負担が少ないチェロの開発を目的とした。具体的には小型で軽く持ち運びや維持管理がしやすく，演奏する場所や時間の制限が少なく，コストが低く始めやすく続けやすい楽器の開発を目指した。またこの開発を通してチェロ演奏者数の増加を期待し，音楽業界の文化的・経済的発展にも寄与すべく，プロダクト化を視野に入れ，多くの人に親しまれるような楽器の開発を目指した。

根本的にチェロの問題を解決するには原因である弦を無くすことが最も効果的であると考えた。そこで本研究開発では，弦による発音機構を持たないチェロを開発する。弦を代替するため，演奏動作をセンサで検知，電子的に音声を生成，スピーカなどから音を出力する電子楽器としてチェロを再現するアプローチを試みた。そして，この楽器を「無弦チェロ」と名付けた。

3. 無弦チェロの製作

3.1　チェロの電子化に必要な要素

ここではチェロの電子楽器化に必要な機能的要素を挙げ，それぞれについて検討していく。まずは以下に電子チェロに必要な要素を挙げる。(図4参照)

・運指部：左手で押さえ音程を調整する
・擦弦部：右手で持つ弓を検知，音量や響きを調整
・筐体：楽器本体であり制御用回路などを内蔵する
・制御部：各センサから情報を受信し送信信号を生成する回路部分
・音源部：制御部からの信号を実際の音として出力するための部分

3.2　無弦チェロの設計と作成

前項で述べた要素から，無弦チェロの構成は以下のような設計指針を設定した。また以下の部分をまとめた構成を図5に示し，以降の項で詳細を説明する。

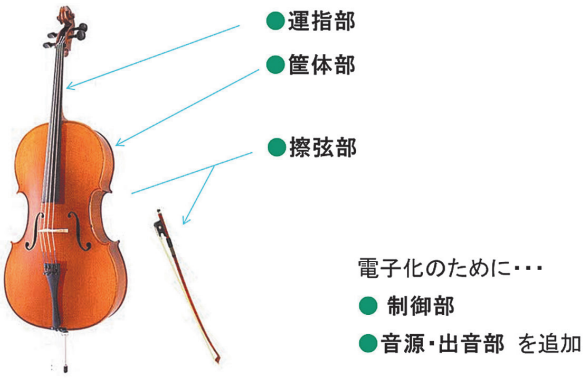


図4　チェロの電子化のために必要な部分

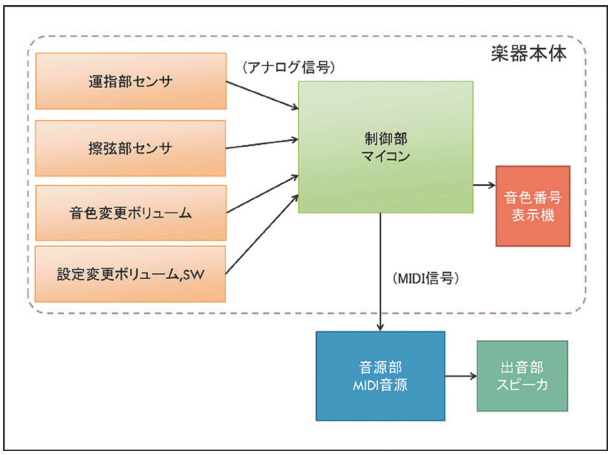


図5　無弦チェロのシステム図

【擦弦部】
・レバー型で各弦独立の可動板
・圧力センサを用いて弓の圧力を検知
・下方向の圧力のみを検出し試奏する

【運指部】
・センサを加工しより細くしたものを使用
・ネックを細くし，曲面で構成して演奏性を向上

【制御部】
・マイコンを用いてセンサからの信号を，MIDI信号に変換しMIDI音源に出力
・アナログ検出を少なくしレイテンシを抑える

【筐体】
・G-FRP（ガラス繊維強化樹脂）で薄く造形し容量を保ちながら軽量化
・なめらかな曲面で構成する
・追加工や部品の後付けがしやすい構造にする

【音源部】

・MIDI音源を採用する
・外部のMIDI音源でも，内部のMIDI音源用ICでも音の出力が可能
・音源によって仕様が異なり音色や挙動に変化が生じることがあるため複数の音源を用意し動作を試す必要がある

3.2.1　運指部の詳細

運指部は左手で弦を押さえ主に音程を調整するための部分である。「どの弦の，どこを押さえているか」を検知して連続的な情報を求められる。また，途中に引っ掛かりがない滑らかな表面で，チェロの指板長である600mm程度の長いセンサが必要とされる。そこでSparkFun社の感圧式接触位置センサ「softpot」500mmを採用した。図6に運指部の外観を示す。

また筐体のネック（指板）には接触位置センサ4本分を張り付けられるだけの幅が必要である。チェロのネックに近づけるため，センサの不必要な部分を切除し機械的限界まで幅を細く加工した。

3.2.2　擦弦部の詳細

擦弦部の外観を図7に示す。擦弦部は右手に持った弓で扱い，主に音量と音の響きを司る部分である。弦楽器の世界では「芸術は右手から生まれる」という言葉があるように擦弦部は重要な部分である。検知するにあたり応答性が速いこと，下方向の圧力を検知することを満たすため，圧力センサを用いた。チェロの弦を擦る位置とほぼ同一にレバー状の可動板を4つ配置しそれぞれの先に圧力センサを設け圧力を検出する擦弦センサユニットを製作し筐体に組み込んだ。ユニットはレーザーカッターで加工したアクリル材で構成されており，テコの原理で下へ押し，各弦にそれぞれセンサを配することで1弦ずつ独立して検知が行える。図8に擦弦ユニットの外観と詳細を示す。圧力センサには動作圧力が適切であること，サイズが小さいことからINTERLINKELECTRONICS社の

図6　運指部の外観

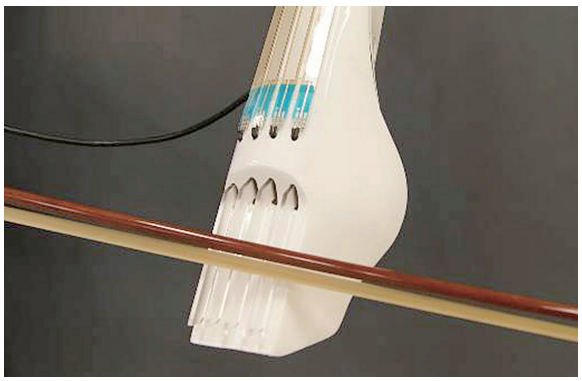


図7　擦弦部の外観図

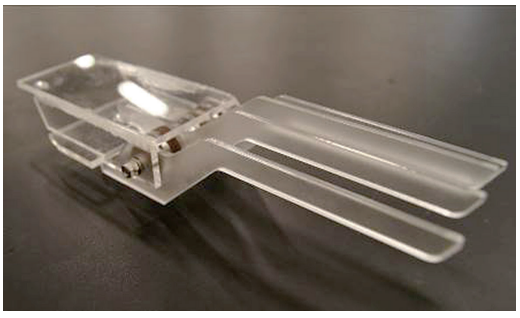


図8　擦弦部の仕組み

「FSR400SHORT」を採用した。

3.2.3　筐体の詳細

筐体の外観を図9に示す。筐体は指板に運指センサを取り付けられること，制御部やセンサ類を内蔵できること，蓋が開閉可能で回路のメンテナンスができること，チェロの演奏姿勢で演奏できること，それらを満たした上でできるだけ軽くコンパクトであることが求められる。さらに手に触れる部分はなめらかな曲面で，後から追加工や部品の後付けがしやすいよう平面の部分を設けるといったことを考慮し設計した。材質には薄くても強度のあるG-FRPを用い，コンパクトかつ内容量を確保している。製作は以下の順番で行った。

①スタイロフォームとパテでマスタ型を手加工造形
②マスタ型を3Dスキャナーにかけ3Dデータ化
③データを3DCADで設計，反転し雌型データ作成
④スタイロフォームをNC加工機で雌型を削り出す
⑤削り出したパーツを組み立て，表面処理をして雌型を製作
⑥雌型にG-FRPをハンドレイアップで張り込み
⑦脱型し穴あけなど加工し,下地処理を行い塗装
⑧部品を組み付け完成

3.2.4　制御部の詳細

制御部では各種センサからの情報を処理し，音程や音量など音情報を判断，それをMIDI音源に送信するためにMIDI信号を生成し出力する。電子楽器で一番求められるのはレイテンシ（操作に対するタイムラグ）が小さいことである。一般的に楽器において許容されるレイテンシは20msまでと言われ，これ以上のタイムラグがあると演奏が成立しない。さらに動きの激しい演奏や繊細なタッチを求める演奏家にとっては20msでも遅いという。そこでレイテンシを小さくするため擦弦部に入力のある弦しか運指部の値を読まないようにするなど無駄を省くための工夫をした。マイコンには入門用Arduino UNOのポート数が強化されたArduino MEGAを採用した。

図9　筐体の外観図

3.2.5　音源部の詳細

音源部には誰もが扱いやすく市場に流通している汎用性の高いものが向いていると考え，電子楽器の統一規格である「MIDI（Musical Instrument Digital Interface）」を採用した。MIDIは現在出回っている電子楽器のほぼ全てに対応する規格で，異なるメーカーの電子楽器であっても連動して演奏・操作することを可能とする目的で生み出された。対応する周辺機器が多く，また参考文献なども入手しやすいため開発環境としても向いている。楽器としては，MIDI端子を設け，MIDI信号を外部に出力するまでを行い，実際に聞こえる音を出力する役割は外部のMIDI音源とスピーカなどが担う構成にした。また使用したMIDI音源は価格やサイズ，音種の多さからRoland社のSD-20を使用した。

4. 無弦チェロの対外的発表について

前節で述べた，運指部，擦弦部，筐体，制御部，

音源部を組み上げると図10のようになる。演奏のイメージとして，動画サイトに投稿した動画を紹介する（下記URLかYouTubeで「無弦チェロ」を検索 https://www.youtube.com/watch?v=6ttoxqDw6bU）。

プロダクト化を視野に入れていたため，無弦チェロが完成してからは精力的に対外活動を行った。展示会への出展，コンテストへの出場，大学のPR活動の一環である各種イベントでの展示など機会があれば参加した。対外活動のねらいとして，ひとつは情報交換の機会をつくり，楽器やその製作活動を世間に発表し認知度を向上し情報提供や意見交換，協力者を仰ぎ研究に役立てるためである。さらに第三者からの評価を得るためであり，無弦チェロの評価として多くの一般の方に試奏・意見を頂きPDCAサイクルを回す機会を得た。また本研究で開発する楽器のユーザとなる対象は楽器経験者だけでなく未経験者も含むため，参加する対外活動の分野はあまり絞らず様々な種類の展示会などに赴くよう心がけた。さらに，学生への教育効果も非常に大きく，イベント出展ごとに新たな知見や意見を頂いたり，質問対応能力が向上したりと，開発チームにとって大変良い経験となった。出展したイベントを列記する。

【2013年】

・特許出願（出願番号2013-153490）
・MakerFaireTokyo2013出展，11月3-4日

図10　無弦チェロの外観

・Gugen2013出展，9-11月
・コラボさいたま2013出展，11月8-10日

【2014年】

・全国手づくり楽器アイデアコンテスト2013出場，
⇒（会長賞（最優秀賞）受賞）
・（株）YAMAHAの浜松工場にて技術交流会
・第16回日本感性工学会大会にて発表，9月4-6日
・埼玉スマイルウーマンフェスタ2014出展，9月13-14日
・大田区研究開発フェア2014出展，10月2-3日
・楽器フェア2014　出展，11月21-23日
・GUGEN2014 出展，12月13-14

＜参考文献＞

［1］ AKAI EWI　http://ewi.akai-pro.jp/
［2］ KORG WAVEDRUM http://www.korg.com/jp/products/drums/wavedrum_global_edition/
［3］ ROLAND V-Accordion https://www.roland.com/jp/products/fr-1xb/
［4］ YAMAHA サイレントチェロ http://jp.yamaha.com/products/musical-instruments/strings/silentcellos/
［5］ YAMAHA サイレントバイオリン http://jp.yamaha.com/products/musical-instruments/strings/silentcellos/
［6］ KORG KAOSSILATOR http://www.korg.com/jp/products/dj/kaossilator_pro_plus/
［7］ 電子楽器ウダー　http://uda.la/
［8］ 明和電機 オタマトーン http://www.maywadenki.com/otamatone/
［9］ クリス・アンダーソン，“MAKERS―21世紀の産業革命が始まる”，NHK出版，2012。
［10］FabLab JAPAN　http://fablabjapan.org/
［11］DMM.make　http://make.dmm.com/
［12］早川 大，“弦の無いチェロ型電子楽器の研究・開発”，ものつくり大学修士プロジェクト論文，2015。

＜謝辞＞

本投稿にあたり，研究の公開を快諾してくれた小生研究室OBで無弦チェロ開発者の早川大君に深く感謝します。

「技能と技術」誌表紙デザインコンテスト最優秀賞受賞者および指導者インタビュー

「技能と技術」誌 編集事務局

1. はじめに

本誌では，例年，表紙デザインコンテストを開催しています。これを受け，全国の多くの職業訓練施設や工業高等専門学校等のデザイン系学科において，本誌表紙デザインコンテストへの応募を題材としたご指導をしていただいています。各施設からご応募いただいた中から優秀な作品を選出し，その中でも最も優れた作品が，翌年の表紙デザインとして採用されます。

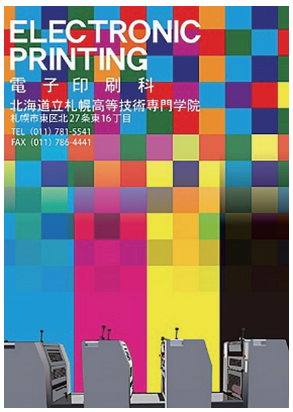
今年度のコンテストでは北海道立札幌高等技術専門学院電子印刷科1年生の涌井天史郎さんの作品が最優秀賞に選出され，その結果は本誌2016年4号でお知らせしました。涌井さんの作品が今号から表紙を飾っていますので，今一度表紙をご覧ください。また，同学院はもう1名，坂田京介さんが優秀賞を受賞しています。

北海道からは札幌，旭川の両学院から質の高い作品を継続して応募いただいており，また，過去数年は平成26年度のコンテストでの最優秀賞をはじめとして，上位入選の常連となっています。この北海道勢の強さには何か理由があるに違いありません。それを探るべく，本誌編集事務局は同学院を訪問し，受賞者と指導担当の先生へインタビューを行いました。

2. 北海道立札幌高等技術専門学院電子印刷科

電子印刷科は，「伝えるをつくる，技術者の育成」をキャッチコピーに掲げ，普通課程の2年制で訓練が行われています。世の中に出回っているポスター・カタログ・チラシなど，様々な印刷物を制作するための，企画からデザイン・出力データ作製・刷版・印刷・製本まで一貫した印刷工程を実践的に学ぶことができます。下図はポスター制作の実習成果です。これは学院の進学志望者向け見学会を題材としてポスター制作が行われた例で，実際に広報に利用されたものです。そのほか，学院のパンフレットを電子

電子印刷科実習風景



ポスター制作課題

印刷科の学生が企画・製作し，これをポスターと同様に広報に利用するなど，実践的な取組みが行われています。

3. 受賞者インタビュー

今年度，札幌高等技術専門学院からは最優秀賞と優秀賞の2作品が入賞されました。訪問当日には，ご多用の中，足助学院長をはじめ，皆川科長，内田先生ならびに1・2年生にも出席していただき，授賞式も行いました。授賞式後，受賞者のお二人とご指導いただいた内田先生にインタビューを行いましたのでご紹介します。

ー受賞おめでとうございます。お二人はもともとデザインに興味があったのですか？

（涌井）小さいときから絵を描くことが好きで，特にロボットの絵をよく描いていました。実は小学生の頃に，大手スーパーのデザインコンクールで入賞したことがあるんです。そのコンクールの課題は，自分の好きな文字を1文字使ってデザインを作るといったものでした。そういった経験もあってデザインを仕事にしたいという気持ちが強くなって，札幌技専に進学しました。

（坂田）僕は逆に絵を描くのは元々得意だったわけではなくて，ただ，本や漫画がすごく好きなので，将来は本を作る仕事がしたいと思って，ここへ進学しました。電子印刷科ではデザインだけではなくて，印刷や製本の技術を学ぶこともできるんです。

最優秀賞受賞の涌井さん

優秀賞受賞の坂田さん

ー制作期間は？

（坂田）2週間くらいです。1年次の7月ごろに制作しました。イラストレーターも使ったことがなかったので，基本が全くない状態から制作が始まりました。なので，最初は「技能」，「技術」などの意味そのものを調べるところからスタートしました。

ーどうやってデザインができていくのですか？苦労したところは？

（涌井）最初はやはりラフから入ります。濃淡や光沢もない，ただ形だけを置いてみたというような下書きをいくつも描きました。それで，これをイラストレーターでデータ化していくわけですが，やってみるとイメージとなかなかあわなくて。画面映えしないというか。変更を試しても，なかなかうまくいかないのですが何度もやって，でもときには成功してというのを繰り返して地道に作っていきました。

ーでき上がったときには達成感がありますね。

（涌井）でき上がったときは達成感というか納得感でしたね。これなら自分の作品として納得いくなあと思えました。ただ，作品に対して自信があったわけではありませんでした。周りのほうが受賞しそうだなと思っていました。坂田くんのほうが個性的ですごいなあ，これは受賞もあるなと思ってました。

（坂田）本当に！？僕は逆にみんなと違った雰囲気に仕上げたから全然自信がなかったよ。

（涌井）それが逆に斬新で人目を引くなと思って

たんだよね。そんなふうに，みんなと見せ合う中で試行錯誤を重ねて，段々と完成度が上がっていきました。なので，ひとりで作業しても賞を取れるようにはきっとならなかったと思います。みんなのおかげもあってできた作品です。

ー今後エントリーする後輩にむけて一言

（涌井）やっぱり自分で納得のいく作品を作って欲しいと思います。もちろん仲間と見せ合って，いろんな意見を参考にするのも良いのですが，最終的には自分で自分の作品に納得した上で応募をして欲しいと思います。それで受賞できなくても悔いることなんてないじゃないですか。それより納得のいく作品ができたってことを誇りに思えばいいんじゃないでしょうか。根気よく試行錯誤することで，納得のいく作品を作ってください。

4. 指導者インタビュー

ー例年，質の高い作品を応募していただいてありがとうございます。北海道は旭川技専も含めて受賞の常連となっていますが，その秘密を教えてください。

秘密なんてないですよ（笑）特に変わったことはしていません。4月に入学してきたばかりの1年生が，制作を開始する7月の段階ではグラフィックソフトの基本的な操作しか学んでいません。そのため制作するにあたり，習得した事のできる範囲で考えてしまいがちです。しかし，発想したことは習得した事では表現できないことがあります。自分ができる範囲で発想するのではなく，発想した事をどうしたら表現できるかという考え方が必要だと最初に伝えました。発想するうえで情報が必要になるため，「技能」「技術」や「技能と技術」誌について調べ，そこから意味や趣旨など語句の書き出しを行いました。書き出した中から自分が表現したい語句は残し，その残った語句から連想ゲームをやってみます。

例えば「技術」からは「腕」，「腕」からは「力こぶ」といった具合に，関連する言葉を最初はとにかくたくさん挙げて，そのあとで，出てきた言葉を並べて俯瞰してみます。そうするとやはりデザインとして表現するにはそぐわないものも含まれているので，そういったものをそぎ落としていきます。次は，絞り込んだ言葉を，どのようにデザインとして表現するか考えます。それを「形」として表現するのか，「濃淡」として表現するのか，また「背景」にするのか「メイン」にするのか，その辺の力関係をどうやって表現するのか，また考えてもらいます。

言葉から「形」なり「濃淡」なりが出てきたら，それらを組み合わせてラフを描いていきます。この段階で，例えば奥行きを出すためには，遠近法というものがあって，といったふうに様々な手法などを授業の中で紹介していきます。このように言葉ありきで考えていって，デザインを構成する要素すべてに自分なりに意味があるという状態にするので，最終的にはコンセプトにぶれがなくなると思います。

ー涌井さんの作品に対する選考員のコメントとして「コンセプトがデザインとしてちゃんと表現されている，伝わってくる」というのがありました。それは言葉そのものを徹底的に考えてからデザインの要素を作っていくというプロセスがあってのことだったのですね。最初に言葉をたくさん挙げると，デザインにしたときに要素を詰め込み過ぎたりしないのでしょうか。

ありますね。でもデザインの中には空いている部分もやはり重要なので，せっかくひねり出した言葉でも，むやみに配置してはうまくいきません。例えば「のびのびとした」みたいなキーワードをコンセプトに掲げているのに，空間が少なく窮屈で，全

指導員の内田先生

くのびのびとしていないものになっているとか。そうすると，そこは指摘をして，次はどうマイナスしていくかを考えられるようにアドバイスしていきます。

ーもちろん答えは教えないですよね？

それだと私の作品になっちゃいますから（笑）

ーそれは根気のいる指導ですよね。先生はどう直したら良くなるのかわかっているのに，学生自身で気づいてもらわないといけないわけですから。

そのための連想ゲームなんです。連想して言葉をつないでいって，たくさんの言葉をあげておく。その上で，じゃあこの言葉はどれを表すのか？どう表現しているのか？と問いかけます。そうすれば学生は自分で何を作りたかったのか，何を意味したかったのかを考えるようになります。

とにかくデザインの中に意味のないものや説明できないもの，「なんとなく」というものは入れないようにと指導しています。言葉で説明できないものは必要ないものだから入れるなと言っています。そのためデザインの中にはすべて自分なりに説明のつく要素だけが残ることになります。

それと，ゼロの状態からなにか表現をしないといけないときに，いままでどんなものが市場に出ているのか，うけているのかは知識として整理しておく必要があります。いま何が・どんな形が・どんな色が流行っているという情報収集をして，いかに自分のなかでまとめておくかってことが重要です。

ーデザインというと，われわれ素人からするとパッと絵のアイデアをひらめくようなイメージを持ってしまいがちだと思うんですが，全然そんなことはないですね。

すぐにひらめく人もいると思いますが，ゼロベースのところから何かを生み出すには，下調べし，そこからラフスケッチを描き，制作するものの方向性が間違っていないか確認するなど，試行錯誤するものではないかと思います。また，パソコンの前に座って制作しながら考えていては，表現する道具であるはずのパソコンに使われてしまい，アイデアや発想を狭くしています。

アイデアやひらめき，自由な発想を生み出すには，考えた事や思ったものを良否に関係なく紙に書く，つまり手を動かす事が必要と考えています。紙に書かれたものを見渡すことで，脳が物事を整理しやすくなり，何かを生み出すきっかけになるのではないでしょうか。

ーこちらは立派な設備が揃っていて充実した訓練ができそうですね。

そうですね。印刷機械は非常に高価なので，他施設にはなかなかないですね。当科では印刷の企画するところから始まって，デザインと印刷データを作って，さらに印刷して製本して製品にするという，印刷に関わる一通りのことが学べるというのが一番の特徴です。

ものづくりの楽しさも辛さも知った上で，学院の2年間を過ごして欲しいと思っています。それを1年生のまだなにもわからない状態で，この表紙デザインコンテストで体験できるというのは，本当に良い課題だと思います。このコンテストを通じて，作品を生む苦しさというものも味わって，また次の課題に挑んでいってもらえたらいいなと考えています。

ー充実した設備で，指導にも熱が入るということですね。今回のインタビューを通して，北海道勢の強さの秘密を知ることができました。今後も活躍されますようご期待いたします。

右より足助学院長，涌井さん，坂田さん，皆川科長，内田先生

編 集 後 記

▶平成29年の第1号が発行されました。今年も「技能と技術」をよろしくお願いします。今号の特集テーマは「魅力ある職業訓練」でした。教材開発をはじめとした特徴ある取組みの数々はいかがだったでしょうか。▶【チラクールとメガープラグ】一度はコンクールで落選した教材でしたが、返却コメントをみてメラメラとやる気が燃え上がるあたり、著者の前向きな人柄がうかがえます。実際の作品も拝見しましたが、テキストも含め、こだわりのある作りこみは本当にすごかったですね。▶【信号品質】の教材はシンプルで効果的な、こちらも完成度の高い作品でした。メガープラグもそうですが、現象を頭で理解はできるものの、それを実際に体感するのが簡単なことではないことって多いですよね。魅力ある教材開発のヒントがこの2つの記事にあるのではないでしょうか。いずれの教材も問合わせは歓迎とのことですので、まずは編集担当までご連絡ください。▶【品質工学】四国にすごいネタがあるという情報を得た編集担当は、職業大フォーラムの研究発表会場で先生を待ち伏せしたのでした。コンサルティングベースのセミナーにまで展開しているのは驚きを隠せません。今後の活動にも要注目です。▶【電気工事技能競技北海道大会】と【函館の人材育成】の一連の流れは、競技会の企画・運営から人材育成まで、わが機構の魅力を存分に発揮した取組みの報告でした。電気工事に限らず他分野でも参考となる記事であったことと思います。選手の今後の活躍にも期待です！▶【熊本地震】の報告について、大変な時期に我ながら無理なお願いをしたものです。しかしながら、いつどこで災害が起こるかまったく予想のつかない日本において、非常に貴重な記事をいただけました。人的な被害がなかったのは本当になによりでした。▶職業大フォーラムの【基調講演】の一部を編集し今号に掲載させていただきました。誌面の都合で抜粋版ではありますが、当日会場に来られなかった方も是非ご参考ください。▶【無弦チェロ】の動画はご覧になりましたか？実物を触らせていただきましたが、ずっと遊んでいられる出来でした。制作に携わった学生さんは楽しかっただろうなぁ。続く連載にもご期待ください。▶札幌では楽しい【インタビュー】をありがとうございました。作品コンセプトをスラスラと説明する学生さんに驚いたあと、先生のお話しを聞いて心底納得したのでした。北海道勢の強さにはやはり理由があったのです。▶次号のテーマは「安全に対する取組み」です。魅力的な記事を取り揃えていますので6月までお待ちください。　【編集 大野】

職業能力開発技術誌　**技能と技術**　1/2017

掲　載　2017年3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。

ISSN 1884-0345

技能と技術

THE INSTITUTE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT
POLYTECHNIC UNIVERSITY